

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen

Funktionshandbuch

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Software	Version
NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Vorwort

3-bis 5-Achs-Transformation (F2)	1
Gantry-Achsen (G1)	2
Taktzeiten (G3)	3
Konturtunnel-Überwachung (K6)	4
Achskopplungen und ESR (M3)	5
Sollwertumschaltung (S9)	6
Tangentialsteuerung (T3)	7
Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01)	8
Simulation von Compile-Zyklen (TE02)	9
Abstandsregelung (TE1)	10
Analoge Achse (TE2)	11
Drehzahl-/Drehmomentkopplung, Master-Slave (TE3)	12
Transformationspaket Handling (TE4)	13
MKS-Kopplung (TE6)	14
Wiederaufsetzen - Retrace Support (TE7)	15
Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe (TE8)	16
Achspaar Kollisionsschutz (TE9)	17
Vorverarbeitung (V2)	18
3D-Werkzeugradiuskorrektur (W5)	19
Weglängenauswertung (W6)	20
NC/PLC-Nahtstellensignale (Z3)	21

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Vorwort

SINUMERIK-Dokumentation

Die SINUMERIK-Dokumentation ist in 3 Ebenen gegliedert:

- Allgemeine Dokumentation
- Anwender-Dokumentation
- Hersteller-/Service-Dokumentation

Eine monatlich aktualisierte Druckschriften-Übersicht mit den jeweils verfügbaren Sprachen finden Sie im Internet unter:

<http://www.siemens.com/motioncontrol>

Folgen Sie den Menüpunkten "Support" → "Technische Dokumentation" → "Druckschriften-Übersicht".

Die Internet-Ausgabe der DOConCD, die DOConWEB, finden Sie unter:

<http://www.automation.siemens.com/doconweb>

Informationen zum Trainingsangebot und zu FAQs (frequently asked questions) finden Sie im Internet unter:

<http://www.siemens.com/motioncontrol> und dort unter Menüpunkt "Support"

Zielgruppe

Die vorliegende Druckschrift wendet sich an:

- Projektoren
- Technologen (von Maschinenherstellern)
- Inbetriebnehmer (von Systemen/Maschinen)
- Programmierer

Nutzen

Das Funktionshandbuch beschreibt die Funktionen, so dass die Zielgruppe die Funktionen kennt und auswählen kann. Es befähigt die Zielgruppe, die Funktionen in Betrieb zu nehmen.

Standardumfang

In der vorliegenden Dokumentation ist die Funktionalität des Standardumfangs beschrieben. Ergänzungen oder Änderungen, die durch den Maschinenhersteller vorgenommen werden, werden vom Maschinenhersteller dokumentiert.

Es können in der Steuerung weitere, in dieser Dokumentation nicht erläuterte Funktionen ablauffähig sein. Es besteht jedoch kein Anspruch auf diese Funktionen bei der Neulieferung bzw. im Servicefall.

Ebenso enthält diese Dokumentation aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht sämtliche Detailinformationen zu allen Typen des Produkts und kann auch nicht jeden denkbaren Fall der Aufstellung, des Betriebes und der Instandhaltung berücksichtigen.

Aufbau des Funktionshandbuchs

Das vorliegende Funktionshandbuch ist wie folgt aufgebaut:

- Innentitel (Seite 3) mit dem Titel des Funktionshandbuchs, den SINUMERIK Steuerungen sowie der Software und Version, für die diese Ausgabe des Funktionshandbuchs gültig ist, und der Übersicht der einzelnen Funktionsbeschreibungen.
- Die Beschreibung einer Funktion ist jeweils ein eigenständiges Buch.
- Anhang mit Abkürzungs- und Begriffsverzeichnis.

Eine Übersicht der in diesem Funktionshandbuch beschriebenen Funktionen finden Sie auf der dritten Seite. Die Funktionen sind dabei in alphanumerischer Reihenfolge ihrer Kurzzeichen (z. B. A2, A3, etc.) aufgeführt. In dieser Reihenfolge sind auch die Bücher der Funktionsbeschreibungen im Funktionshandbuch enthalten.

Eine Funktionsbeschreibung enthält folgende Kapitel:

- Kurzbeschreibung
- Ausführliche Beschreibung
- Randbedingungen
- Beispiele
- Datenlisten

Hinweis

Ausführliche Daten- und Alarm-Beschreibungen finden sich:

- für Maschinen- und Settingdaten:
nur elektronisch auf DOConCD oder DOConWEB
 - für NC/PLC-Nahtstellensignale:
/FB1/ NC/PLC-Nahtstellensignale (Z1)
/FB2/ NC/PLC-Nahtstellensignale (Z2)
/FB3/ NC/PLC-Nahtstellensignale (Z3)
 - für Alarme:
/DA/ Diagnosehandbuch
-

Technische Hinweise

In dieser Dokumentation gelten folgende Schreibweisen:

Signal/Datum	Schreibweise	Beispiel
NC/PLC-Nahtstellensignale	... NC/PLC-Nahtstellensignal: Signaldatum (Signalname)	Ist die neue Getriebestufe eingelegt, dann werden vom PLC-Programm die folgenden NC/PLC-Nahtstellensignale gesetzt: DB31, ... DBX16.0-16.2 (Istgetriebestufe A bis C) DB31, ... DBX16.3 (Getriebe ist umgeschaltet)
Maschinendatum	... Maschinendatum: <Typ><Nummer> <Vollständiger Bezeichner> (<Bedeutung>)	Masterspindel ist die abgelegte Spindel im Maschinendatum: MD20090 \$MC_SPIND_DEF_MASTER_SPIND (Löschstellung Masterspindel im Kanal).
Settingdatum	... Settingdatum: <Typ><Nummer> <Vollständiger Bezeichner> (<Bedeutung>)	Die logische Masterspindel ist enthalten im Settingdatum: SD42800 \$SC_SPIND_ASSIGN_TAB[0] (Spindelnummernumsetzer).

Datentypen

In der Steuerung werden die folgenden elementaren Datentypen verwendet:

Typ	Bedeutung	Wertebereich
INT	Ganzzahlige Werte mit Vorzeichen	-2147483646 ... +2147483647
REAL	Zahlen mit Dezimalpunkt nach IEEE	$\pm(2,2 \cdot 10^{-308} \dots 1,8 \cdot 10^{+308})$
BOOL	Wahrheitswerte: TRUE/FALSE	TRUE $\neq$ 0; FALSE = 0
CHAR	1 ASCII-Zeichen, entsprechend Code	0 ... 255
STRING	Zeichenkette, Zeichenzahl in [...], maximal 200 Zeichen	Folge von Werten mit 0 ... 255
AXIS	Achsbezeichner	Achsbezeichner aller Kanalachsen
FRAME	Geometrische Angaben für Verschieben, Drehen, Skalieren, Spiegeln	

Arrays können nur aus gleichen elementaren Datentypen gebildet werden. Es sind maximal 2-dimensionale Arrays möglich.

Mengengerüst

Erläuterungen bezüglich der NC/PLC-Nahtstelle gehen von der absoluten maximalen Anzahl folgender Komponenten aus:

- Betriebsartengruppen (DB11)
- Kanäle (DB21, ...)
- Achsen/Spindeln (DB31, ...)

Technical Support

Bei technischen Fragen wenden Sie sich bitte an folgende Hotline:

	Europa / Afrika	Asien / Australien	Amerika
Telefon	+49 180 5050 222	+86 1064 719 990	+1 423 262 2522
Fax	+49 180 5050 223	+86 1064 747 474	+1 423 262 2289
Internet	http://www.siemens.com/automation/support-request		
E-Mail	mailto:adsupport@siemens.com		

Hinweis

Landesspezifische Telefonnummern für technische Beratung finden Sie im Internet:

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

Fragen zur Dokumentation

Bei Fragen zur Dokumentation (Anregungen, Korrekturen) senden Sie bitte ein Fax oder eine E-Mail an folgende Adresse:

Fax: +49 (0) 9131 / 98 - 63315

E-Mail: <mailto:docu.motioncontrol@siemens.com>

Eine Faxvorlage finden Sie am Schluss dieses Dokuments.

Internetadresse für SINUMERIK

<http://www.siemens.com/sinumerik>

EG-Konformitätserklärung

Die EG-Konformitätserklärung zur EMV-Richtlinie finden/erhalten Sie

- im Internet:

<http://www.ad.siemens.de/csinfo>

unter der Produkt-/Bestellnummer 15257461

- bei der zuständigen Zweigniederlassung des Geschäftsgebiets A&D MC der Siemens AG

SINUMERIK

**SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D**
Sonderfunktionen:
3- bis 5-Achs-Transformation (F2)
Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
1.1	5-Achs-Transformation	1-1
1.2	3- und 4-Achs-Transformation	1-3
1.3	Orientierungstransformation mit schwenkbarer Linearachse	1-4
1.4	Kardanischer Fräskopf.....	1-6
1.5	Orientierungsachsen.....	1-7
1.6	Kartesisches Handverfahren.....	1-8
1.7	Kartesisches PTP-Fahren.....	1-8
1.8	Generische 5-Achstransformation	1-8
1.9	Online-Werkzeuglängenkorrektur	1-9
1.10	Aktivierung über Teileprogramm/Softkey.....	1-9
1.11	Komprimierung der Orientierung.....	1-9
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	5-Achs-Transformation	2-1
2.1.1	Kinematische Transformation	2-1
2.1.2	Maschinentypen für 5-Achs-Transformation.....	2-2
2.1.3	Konfiguration einer Maschine für 5-Achs-Transformation	2-3
2.1.4	Werkzeugorientierung.....	2-8
2.1.5	Singuläre Stellen und ihre Behandlung	2-13
2.2	3- und 4-Achs-Transformationen	2-15
2.3	Transformation mit geschwenkter Linearachse	2-17
2.4	Kardanischer Fräskopf.....	2-23
2.4.1	Grundlagen kardanischer Fräskopf	2-23
2.4.2	Parametrierung	2-25
2.4.3	Verfahren des kardanischen Fräskopfes im JOG-Betrieb	2-27
2.5	Aufruf und Anwendung der 3- bis 5-Achs-Transformation	2-27
2.6	Generische 5-Achs-Transformation und Varianten	2-29
2.6.1	Funktionalität.....	2-29
2.6.2	Beschreibung der Maschinenkinematik	2-30
2.6.3	Generische Orientierungstransformations-Varianten	2-31
2.6.4	Daten orientierbarer Werkzeugträger parametrieren.....	2-33
2.6.5	Erweiterung der Generischen Transformation auf 6 Achsen.....	2-38
2.6.6	Kartesisches Handverfahren bei generischer Transformation	2-42
2.7	Einschränkungen für Kinematiken und Interpolationen	2-44
2.7.1	Singularitäten der Orientierung.....	2-45
2.8	Orientierung	2-47
2.8.1	Grundorientierung	2-47

2.8.2	Orientierungsbewegungen mit Achsgrenzen	2-50
2.8.3	Komprimierung der Orientierung	2-51
2.8.4	Bahnrelative Orientierung	2-55
2.8.5	Programmierung von Orientierungspolynomen	2-59
2.8.6	Werkzeugorientierung bei 3-/4-/5-AchsTransformationen	2-62
2.8.7	Orientierungsvektoren bei 6-Achs-Transformationen	2-63
2.9	Orientierungsachsen	2-64
2.9.1	Betriebsart JOG	2-66
2.9.2	Programmierung bei Orientierungstransformation	2-67
2.9.3	Programmierbarer Offset für Orientierungsachsen	2-69
2.9.4	Orientierungstransformation und orientierbare Werkzeugträger	2-70
2.10	Orientierungsvektoren	2-71
2.10.1	Polynominterpolation von Orientierungsvektoren	2-71
2.10.2	Drehungen des Orientierungsvektors	2-75
2.10.3	Erweiterte Interpolationen von Orientierungen	2-80
2.11	Online-Werkzeuglängenkorrektur	2-85
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
4.1	Beispiel für eine 5-Achs-Transformation	4-1
4.2	Beispiel für eine 3- und 4-Achs-Transformation	4-4
4.2.1	Beispiel für eine 3-Achs-Transformation	4-4
4.2.2	Beispiel für eine 4-Achs-Transformation	4-4
4.3	Beispiel Kardanischer Fräskopf	4-5
4.4	Beispiel für Orientierungsachsen	4-6
4.5	Beispiele zu Orientierungsvektoren	4-8
4.5.1	Beispiel für Polynominterpolation von Orientierungsvektoren	4-8
4.5.2	Beispiel für Drehungen des Orientierungsvektors	4-9
4.6	Beispiel für generische 5-Achstransformation	4-10
4.6.1	Beispiel für eine Generische 6-Achs-Transformation	4-11
4.6.2	Beispiel für die Modifikation der Rundachsbewegung	4-12
4.7	Beispiel Kompressor für Orientierung	4-13
5	Datenlisten	5-1
5.1	Maschinendaten	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten	5-1
5.1.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
5.2	Settingdaten	5-5
5.2.1	Allgemeine Settingdaten	5-5
5.2.2	Kanal-spezifische Settingdaten	5-5
5.3	Signale	5-6
5.3.1	Signale von Kanal	5-6
	Index	Index-1

Tabellen

Tabelle 2-1	MD \$MC_TRAFO_TYPE_n.....	2-25
Tabelle 2-2	Übersicht über die Maschinentypen für die generische 5-Achs-Transformation.....	2-30
Tabelle 2-3	Maschinentypen für die generische 5-Achs-Transformation	2-34
Tabelle 2-4	Übersicht über die Maschinentypen für die generische 6-Achs-Transformation.....	2-38
Tabelle 2-5	Lage des Orientierungskordinatensystems	2-41

Kurzbeschreibung

1.1 5-Achs-Transformation

Funktion

Das Bearbeitungspaket "5-Achs-Transformation" ist für die Bearbeitung räumlich gekrümmter Flächen vorgesehen, die außer den drei Linearachsen X, Y und Z noch über zwei Rundachsen verfügen. Damit kann ein rotationssymmetrisches Werkzeug (Fräser, Laserstrahl) im Bearbeitungsraum beliebig zum Werkstück orientiert werden.

Die Programmierung der Bahn und der Bahngeschwindigkeit erfolgt wie bei der 3-Achs-Programmierung. Die Werkzeugausrichtung wird in den Bewegungssätzen zusätzlich programmiert.

Die Echtzeit-Transformation übernimmt die Berechnung der resultierenden Bewegungen aller 5 Achsen. Damit sind die erstellten Bearbeitungsprogramme maschinenunabhängig. Der Einsatz kinematikspezifischer Postprozessoren für die 5-Achs-Bearbeitung entfällt.

Zur Anpassung der Steuerung an verschiedene Maschinenkinematiken besteht die Auswahl aus verschiedenen Transformationen. Zwischen zwei bei der Inbetriebnahme parametrisierten Transformationen kann zur Laufzeit über Teileprogrammbefehle umgeschaltet werden.

Damit werden die drei möglichen, grundlegenden Maschinenkonfigurationen abgedeckt, die sich in der Orientierung von Werkzeug und Werkstück unterscheiden:

- Orientierung von Werkzeug mit Zweiachsen-Schwenkkopf (Maschinentyp 1)
- Orientierung von Werkstück mit Zweiachsen-Drehtisch (Maschinentyp 2)
- Orientierung von Werkstück und Werkzeug mit Einachs-Drehtisch und -Schwenkkopf (Maschinentyp 3)

Bei der Bearbeitung wird eine Werkzeuglängenkorrektur eingerechnet.

Durch die Ablage der Orientierung zur Werkstückoberfläche in einem eigenen FRAME ist auch ein senkrecht zum Werkstück orientierter Werkzeugrückzug möglich.

Werkzeug-Orientierung

Die Werkzeugorientierung kann auf zwei Arten angegeben werden:

- **Maschinenbezogene Orientierung**

Die maschinenbezogene Orientierung ist von der Maschinenkinematik abhängig.

- **Werkstückbezogene Orientierung**

Die werkstückbezogene Orientierung ist unabhängig von der Maschinenkinematik.

Sie wird programmiert mit:

- Eulerwinkeln
- RPY-Winkeln
- Vektorkomponenten

Mit der werkstückbezogenen Orientierung wird die Richtung des Werkzeugs im Werkstückkoordinatensystem beschrieben. Es kann eine bestimmte Komponente des Werkzeugs in ihrer Ausrichtung zum Werkstück programmiert werden. In den meisten Fällen wird dies eine Längsachse des Werkzeugs mit der Werkzeugspitze (TCP-Tool Center Point) sein, was auch unter dem Begriff der TCP-Programmierung bekannt ist.

Systemvariablen für die Orientierung

Teileprogramme und Synchronaktionen können lesend auf die Systemvariablen zugreifen, die Auskunft geben über:

- Endorientierung des Satzes (Vorlaufwert)
- Sollorientierung
- Istorientierung
- Winkel zwischen Soll- und Istorientierung
- Status für die Variable der Istorientierung

Sonderfälle der 5-Achs-Transformation

Die folgenden Transformationen sind als Sonderfälle der allgemeinen 5-Achs-Transformation aufzufassen:

- **3- und 4-Achs-Transformation**

Es existieren 2 oder 3 Linearachsen und eine Rundachse.

- **Schwenkbare Linearachse**

Eine der Rundachsen dreht die 3. Linearachse.

- **Kardanischer Fräskopf**

Die beiden Rundachsen stehen in einem projektierbaren Winkel zueinander.

Für all diese Transformationen werden die Kenntnisse der allgemeinen 5-Achs-Transformation vorausgesetzt.

1.2 3- und 4-Achs-Transformation

Funktion

Die 3- und 4-Achstransformationen zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

Transformation	Merkmale
3-Achs-Transformation	2 translatorische Achsen 1 rotatorische Achse
4-Achs-Transformation	3 translatorische Achsen 1 rotatorische Achse

Beide Transformationsarten gehören zu den Orientierungstransformationen. Die Orientierung des Werkzeuges muss explizit programmiert werden. Die Orientierung des Werkzeuges erfolgt in einer Ebene senkrecht zur rotatorischen Achse.

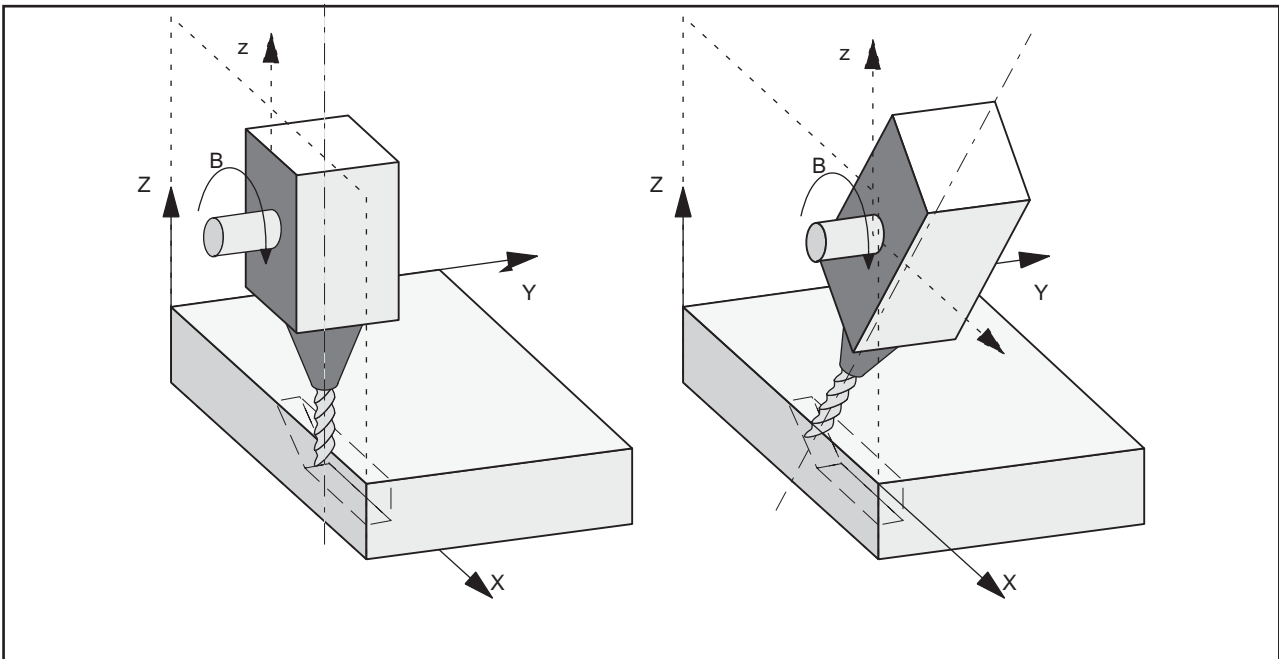


Bild 1-1 Schematische Darstellung einer 3-Achs-Transformation

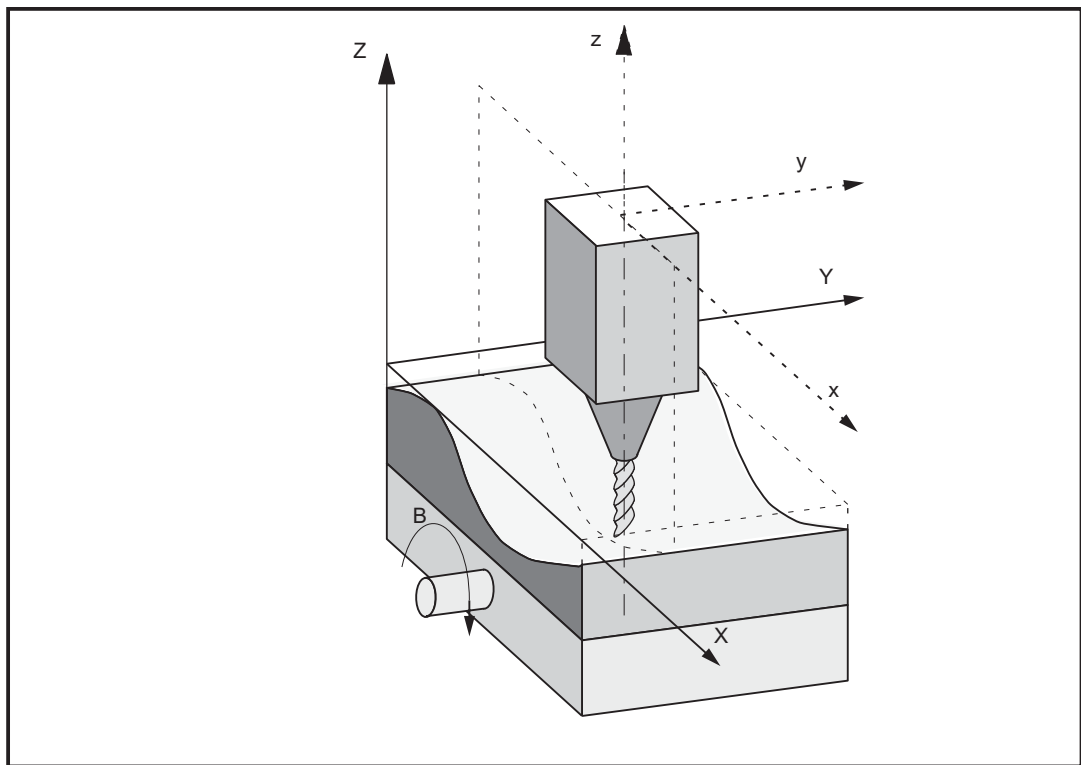


Bild 1-2 Schematische Darstellung einer 4-Achs-Transformation mit beweglichem Werkstück

1.3 Orientierungstransformation mit schwenkbarer Linearachse

Funktion

Die Orientierungstransformation mit schwenkbarer Linearachse ähnelt der 5-Achstransformation für Maschinentyp 3, jedoch steht die 3. Linearachse nicht immer senkrecht auf der durch die anderen beiden Linearachsen aufgespannten Ebene.

Merkmale der Kinematik

- Kinematik mit drei Linearachsen und zwei orthogonalen Rundachsen
- Die Rundachsen sind parallel zu zwei der drei Linearachsen
- Die erste Rundachse wird von zwei kartesischen Linearachsen bewegt. Sie dreht die dritte Linearachse, welche das Werkzeug bewegt. Das Werkzeug ist parallel zur dritten Linearachse ausgerichtet.
- Die zweite Rundachse dreht das Werkstück.
- Es ist eine Kinematik mit bewegtem Werkstück und bewegtem Werkzeug.

Das folgende Bild verdeutlicht die Zusammenhänge für eine der zulässigen Achsfolgen, für welche die Transformation möglich ist.

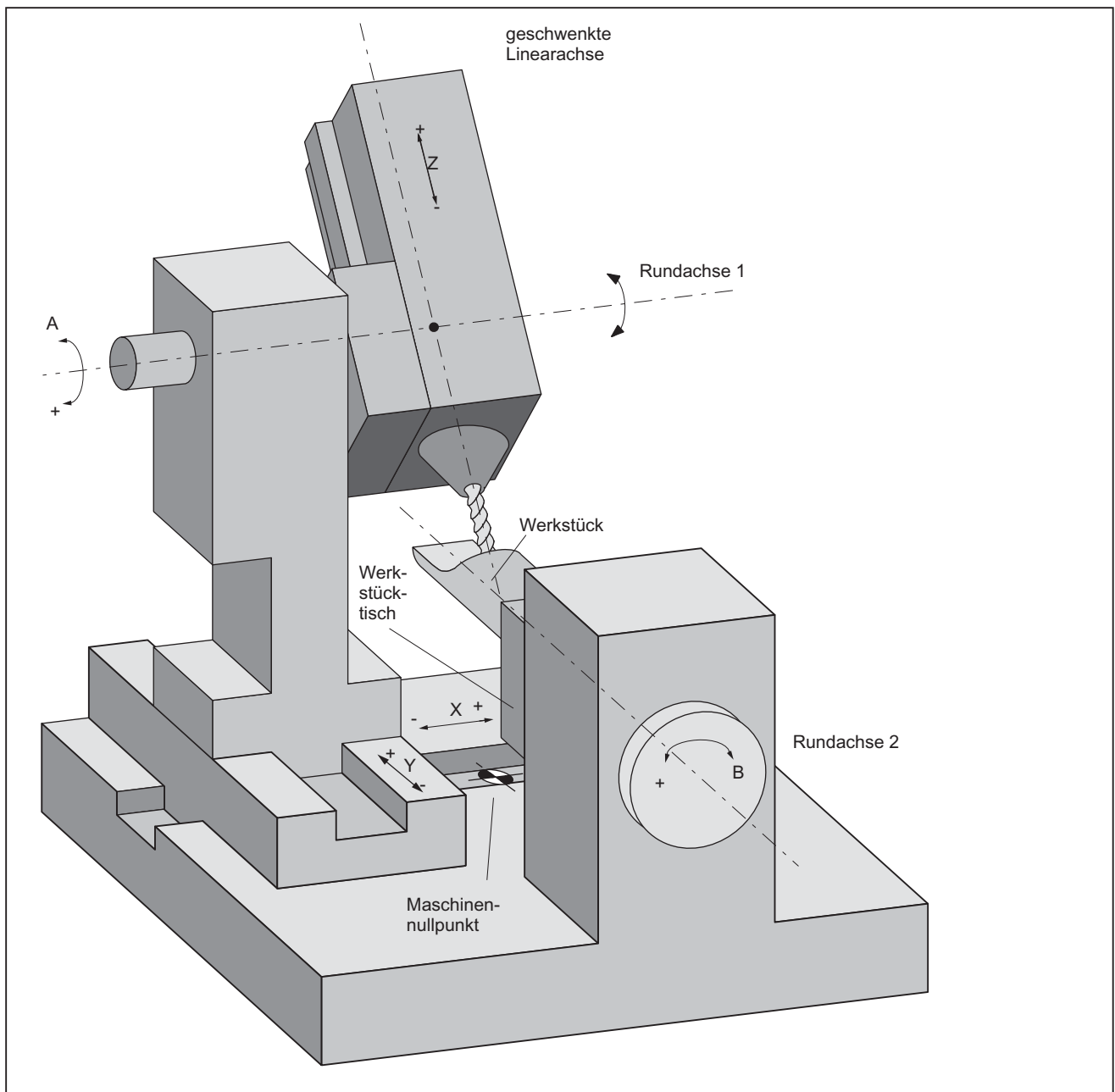


Bild 1-3 Schematisierte Darstellung einer Maschine mit schwenkbarer Linearachse

1.4 Kardanischer Fräskopf

Funktion

Eine Werkzeugmaschine mit kardanischem Fräskopf hat mindestens 5 Achsen:

- 3 translatorische Achsen
 - für geradlinige Bewegungen [X, Y, Z]
 - bewegen den Arbeitspunkt an jede beliebige Position im Arbeitsraum
- 2 rotatorische Schwenkachsen
 - sind unter einem projektierbaren Winkel (meist 45 Grad) angeordnet
 - ermöglichen dem Werkzeug, Orientierungen im Raum einzunehmen (beschränken sich bei einer 45-Grad-Anordnung auf eine Halbkugel)

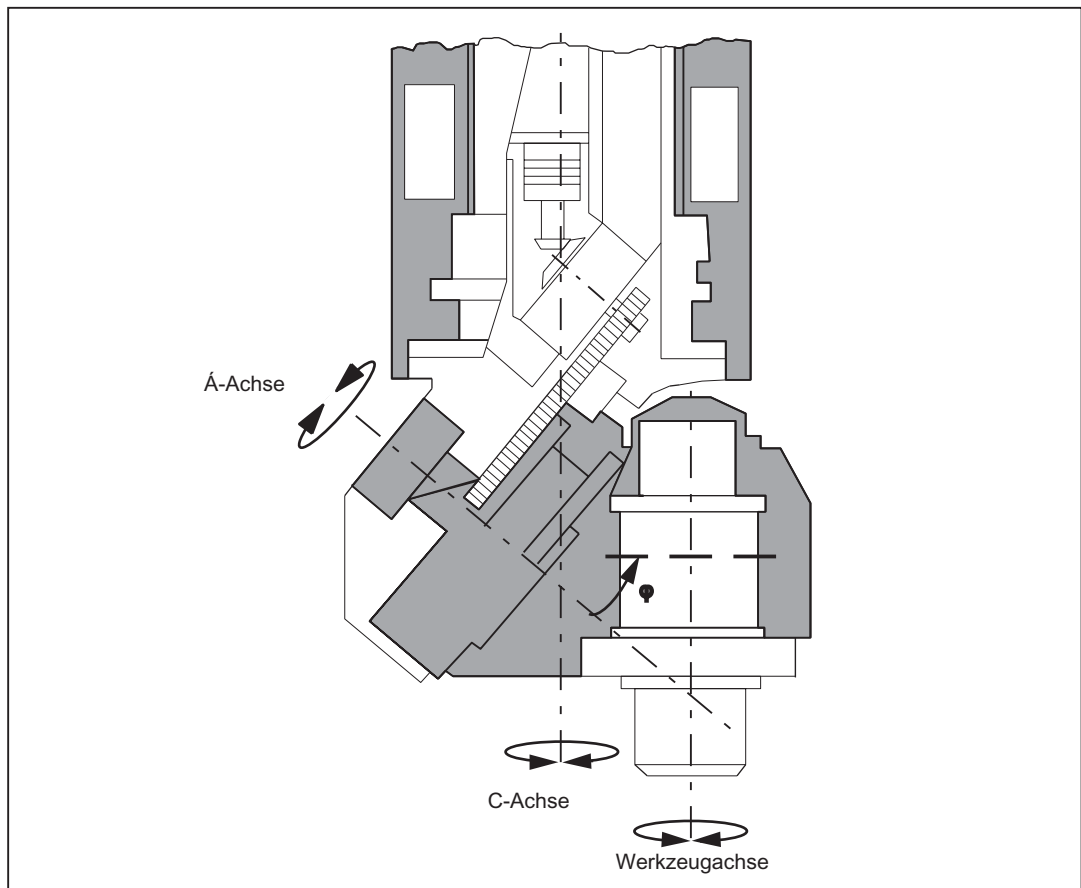


Bild 1-4 Schematische Darstellung einer Werkzeugmaschine mit kardanischem Fräskopf

1.5 Orientierungsachsen

Modell zur Beschreibung der Orientierungsänderung

Bei Roboter-, Hexapoden- oder Nutatorkinematiken existiert kein derart einfacher Zusammenhang zwischen Achsbewegung und Orientierungsänderung wie es bei konventionellen 5-Achs-Maschinen der Fall ist.

Deshalb wird ein Modell zur Beschreibung der Orientierungsänderung geschaffen, das unabhängig von der tatsächlichen Maschine ist. Dieses Modell definiert drei virtuelle Orientierungsachsen, die man sich als Drehungen um die Koordinatenachsen eines rechtwinkligen Koordinatensystems vorstellen kann.

Für die 6-Achs-Transformation wird ein weiterer dritter Freiheitsgrad für die Orientierung eingeführt, der die Drehung des Werkzeugs um sich selbst beschreibt.

Echtzeittransformation

Über die Echtzeittransformation werden die kartesischen Koordinaten vom Basiskoordinatensystem ins Maschinenkoordinatensystem umgerechnet.

Die kartesischen Koordinaten bestehen aus:

- **Geometrieachsen**
Geometrieachsen beschreiben den Arbeitspunkt.
- **Orientierungsachsen**
Orientierungsachsen beschreiben die Orientierung des Werkzeugs im Raum.

Orientierung des Werkzeugs

Die Orientierung des Werkzeugs im Raum kann durch Lineare Interpolation, Großkreisinterpolation und mittels Orientierungsvektoren wie folgt definiert werden:

- Direkte Programmierung der Rundachspositionen A, B, C
Bei 5-Achs-Transformation durch Programmierung:
 - der Euler- oder RPY-Winkel in Grad über $A2, B2, C2$
oder
 - des Richtungsvektors über $A3, B3, C3$
- Programmierung über Voreilwinkel **LEAD** und Seitwärtswinkel **TILT**

1.6 Kartesisches Handverfahren

Funktion

Mit der Funktion "Kartesisches Handverfahren" ist es möglich, als Bezugssystem für die JOG-Bewegung eines der folgenden Koordinatensysteme einzustellen (sowohl für die Translation als auch für die Orientierung getrennt):

- Basiskoordinatensystem (BKS)
- Werkstückkoordinatensystem (WKS)
- Werkzeugkoordinatensystem (TKS)

1.7 Kartesisches PTP-Fahren

Funktion

Mit der Funktion "Kartesisches PTP-Fahren" [PTP = Punkt zu Punkt Bewegung (**P**oint to **P**oint)] ist es möglich, eine Position in einem kartesischen Koordinatensystem (Werkstückkoordinatensystem) zu programmieren. Die Bewegung der Maschine erfolgt jedoch in Maschinenkoordinaten.

Die Funktion kann beispielsweise beim Durchfahren einer Singularität angewendet werden. Kartesische Positionen, welche ein CAD-System liefert, müssen nicht in Maschinenachswerte umgerechnet werden.

Außerdem ist das Verfahren der Achsen im kartesischen Koordinatensystem mit aktiver Transformation und programmierten Vorschub zeitintensiver als das direkte Verfahren der Maschinenachsen.

1.8 Generische 5-Achstransformation

Funktion

Die "Generische 5-Achstransformation" unterscheidet sich von bisher verfügbaren 5-Achstransformationen dadurch, dass sie keinen Einschränkungen mehr bezüglich der Richtungen der Rundachsen unterliegt.

Die Grundorientierung des Werkzeugs ist im Gegensatz zu den bisher realisierten Orientierungstransformationen nicht mehr durch Maschinendaten fest vorgegeben, sondern frei programmierbar.

1.9 Online-Werkzeuglängenkorrektur

Funktion

Über die Systemvariable \$AA_TOFF[] können die effektiven Werkzeuglängen dreidimensional in Echtzeit überlagert werden. Diese Korrekturen sind bei einer aktiven Orientierungstransformation (TRAORI) oder einem aktiven Werkzeugträger in den jeweiligen Werkzeugrichtungen wirksam.

Bei einer Orientierungsänderung des Werkzeugs werden die aufgebauten Werkzeuglängenkorrekturen mitgedreht, so dass sich der Drehpunkt für die Orientierungsbewegung immer auf die korrigierte Werkzeugspitze bezieht.

1.10 Aktivierung über Teileprogramm/Softkey

Die für die kinematischen Transformationen relevanten Maschinendaten werden bisher größtenteils über POWER ON wirksam gesetzt.

Transformations-Maschinendaten können auch über Teileprogramm/Softkey wirksam gesetzt werden, wodurch das Booten der Steuerung entfallen kann.

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Kinematische Transformationen (M1), Kapitel: Kartesisches PTP-Fahren

1.11 Komprimierung der Orientierung

Bei der Abarbeitung von NC-Programmen, die Sätze mit relativ kurzen Verfahrenswegen enthalten, kann es abhängig vom eingestellten Interpolationstakt zu einer Reduzierung der Bahngeschwindigkeit mit entsprechender Verlängerung der Bearbeitungszeit kommen.

COMPON, COMPCURV, COMPCAD

Durch die Aktivierung einer der "Kompressoren" COMPON, COMPCURV oder COMPCAD können auch NC-Programme mit kurzen Verfahrenswegen ohne Reduzierung der Bahngeschwindigkeit abgearbeitet werden. Weiterhin werden durch den Kompressor die programmierten Bewegungen geglättet, was zu einem glatteren Verlauf der Bahngeschwindigkeit führt.

Programmierung von Richtungsvektoren

Eine Programmierung der Werkzeugorientierung, die von der Kinematik unabhängig ist, erreicht man durch Programmierung von Richtungsvektoren. NC-Programme mit solchen Richtungsvektoren können mit den Kompressoren COMPON, COMPCURV und COMPCAD abgearbeitet werden.

Ausführliche Beschreibung

Hinweis

Für die im Folgenden beschriebenen Transformationen müssen die während aktiver Transformation vergebenen Maschinenachsnamen, Kanalachsnamen und Geometrieachsnamen unterschiedlich sein. Vgl. Maschinendaten:

MD10000 \$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB (Maschinenachsname)

MD20080 \$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB (Kanalachsname im Kanal)

MD20060 \$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB (Geometrieachsname im Kanal)

Sonst sind keine eindeutigen Zuordnungen gegeben.

2.1 5-Achs-Transformation

2.1.1 Kinematische Transformation

Aufgabe der Orientierungstransformation

Aufgabe der Orientierungstransformation ist es, Bewegungen der Werkzeugspitze, die sich aus Orientierungsänderungen ergeben, durch entsprechende Ausgleichsbewegungen der Geometrieachsen zu kompensieren. Die Orientierungsbewegung wird dadurch von der Bewegung auf der Werkstückkontur entkoppelt. Die unterschiedlichen Maschinenkinematiken benötigen jeweils eine eigene Orientierungstransformation.

Einsatzgebiet

Das Bearbeitungspaket "5-Achs-Transformation" ist für Werkzeugmaschinen vorgesehen, die außer über drei Linearachsen X, Y und Z über zwei zusätzliche Rundachsen (Drehung um die Linearachsen) verfügen: Damit kann ein rotationssymmetrisches Werkzeug (Fräser, Laserstrahl) in jedem Punkt des Bearbeitungsraumes beliebig zum Werkstück orientiert werden.

Das Werkstück wird immer im rechtwinkligen Werkstückkoordinatensystem programmiert, eventuell programmierte oder eingestellte Frames drehen und verschieben dieses System auf das Basissystem. Die kinematische Transformation setzt diese Informationen dann in Bewegungsvorgaben der realen Maschinenachsen um.

Die kinematische Transformation benötigt Angaben über den Aufbau (Kinematik) der Maschine, die in Maschinendaten hinterlegt sind.

Die kinematische Transformation wirkt nicht auf Positionierachsen.

2.1.2 Maschinentypen für 5-Achs-Transformation

Kinematik von Maschinen für die 5-Achs-Transformation

5-Achs-Maschinen sind in der Regel mit drei translatorischen und zwei rotatorischen Achsen ausgestattet, wobei die letzteren als Zwei-Achsen-Schwenkkopf, Zwei-Achsen-Drehtisch oder auch als Kombination von jeweils einachsigen Drehtisch und Schwenkkopf realisiert sein können. Derartige Maschinen sind gekennzeichnet durch:

1. Drei Linearachsen bilden ein rechtshändiges kartesisches Koordinatensystem
2. Rundachsen sind parallel zur Verfahrrichtung einer der Linearachsen
Beispiel:
 - A parallel zu X
 - B parallel zu Y
 - C parallel zu Z
3. Rundachsen stehen senkrecht aufeinander
4. Rundachsen drehen
 - Werkzeug mit Zweiachsen-Schwenkkopf (Maschinentyp 1)
 - Werkstück mit Zweiachsen-Drehtisch (Maschinentyp 2)
 - Werkzeug und Werkstück mit Einachs-Drehtisch und -Schwenkkopf (Maschinentyp 3)
5. Für Maschinentyp 1 und 2 gilt:
 - Rundachse 1 gilt als 4. Maschinenachse der Transformation
 - Bewegung der 1. Rundachse verändert die Orientierung der 2. Rundachse.
 - Rundachse 2 gilt als 5. Maschinenachse der Transformation
 - Bewegung der 2. Rundachse verändert die Orientierung der 1. Rundachse nicht.
6. Für Maschinentyp 3 gilt:
 - 1. Rundachse (4. Maschinenachse der Transformation) dreht das Werkzeug
 - 2. Rundachse (5. Maschinenachse der Transformation) dreht das Werkstück
7. Werkzeug-Grundstellung:
 - in negativer Z-Richtung.

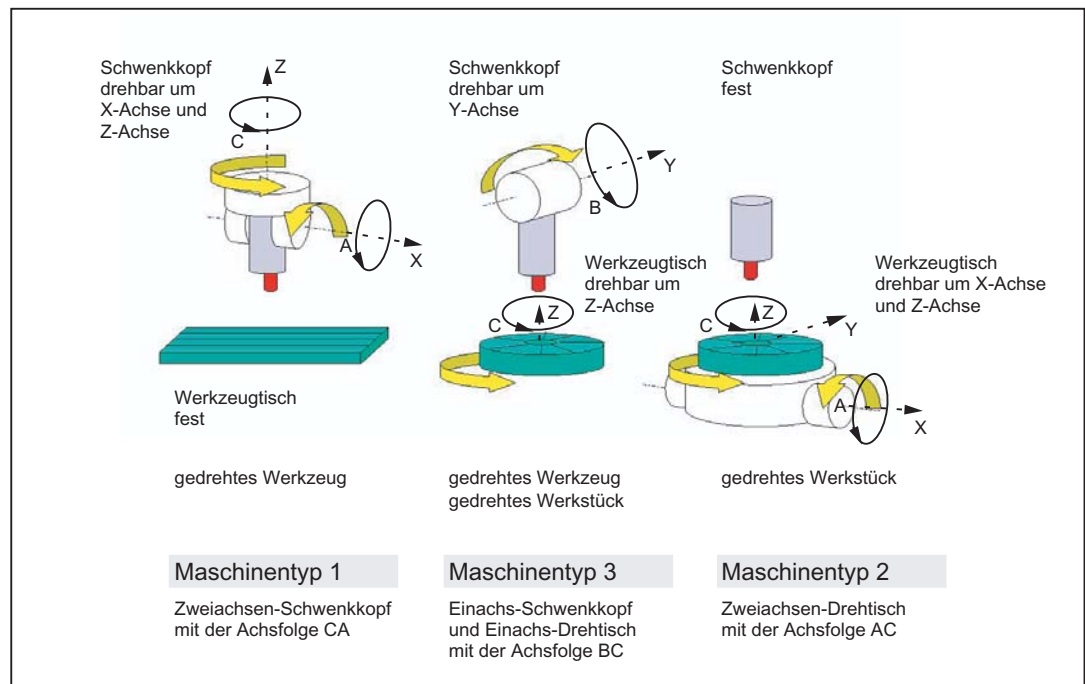


Bild 2-1 Maschinentypen für 5-Achs-Transformation

Hinweis

Transformationen, die nicht alle hier genannten Bedingungen erfüllen (3- und 4-Achs-Transformationen, Orientierungstransformation mit schwenkbarer Linearachse, Kardanischer Fräskopf) sind in eigenen Unterkapiteln beschrieben.

2.1.3 Konfiguration einer Maschine für 5-Achs-Transformation

Damit die 5-Achs-Transformation die programmierten Werte in Achsbewegungen umrechnen kann, sind einige Informationen über die mechanische Ausführung der Maschine notwendig, die in Maschinendaten abgelegt werden:

- Typ der Maschine
- Achszuordnung
- Geometrie-Informationen
- Drehrichtungs-Zuordnung

Typ der Maschine

Der Typ der Maschine ist bereits einleitend kurz als Maschinentyp 1 bis 3 gekennzeichnet worden und wird in den folgenden Maschinendaten als zweistellige Zahl gespeichert:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)

...

MD24480 \$MC_TRAFO_TYPE_10 (Definition der Transformation 10 im Kanal)

In der folgenden Tabelle sind die sinnvollen Maschinenarten für die 5-Achs-Transformation zusammengestellt.

Achsfolge	Maschinentyp 1 mit schwenk-/drehbarem Werkzeug	Maschinentyp 2 mit schwenk-/drehbarem Werkstück	Maschinentyp 3 mit schwenk-/drehbarem Werkzeug/Werkstück
AB	16	32	48
AC	x	33	49
BA	18	34	50
BC	x	35	51
CA	20	x	x
CB	21	x	x

Mit x sind nicht sinnvolle Kombinationen gekennzeichnet, deren C-Achse einer Drehung des Werkzeugs um seine Längsachse (Symmetrieachse) entspricht.

Kennzeichnung der Achsfolge

Die Kennzeichnung der Achsfolge erfolgt auf folgende Weise:

- AB bedeutet: A ist 4. Achse, B ist 5. Achse der Transformation
- bei Maschinentyp 3 ist die Schwenkachse des Werkzeugs die 4. Achse und die Drehachse des Werkstücks die 5. Achse der Transformation.

Achszuordnung

Die Achszuordnung am Eingang der 5-Achs-Transformation legt fest, welche Achse von der Transformation intern auf eine Kanalachse abgebildet wird. Sie wird in den folgenden Maschinendaten festgelegt:

MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1 (Achszuordnung für Transformation 1)

...

MD24482 \$MC_TRAFO_AXES_IN_10 (Achszuordnung für Transformation 10)

Geometrie-Informationen

Für die Berechnung der Achswerte durch die 5-Achs-Transformation sind Angaben über die Geometrie der Maschine notwendig. Sie finden sich in den Maschinendaten (hier für die erste Transformation im Kanal):

MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1 (Werkstückorientierte Verschiebung)

- für Maschinentyp 1 (Zweiachsen-Schwenkkopf)

Vektor vom Maschinenbezugspunkt zum Nullpunkt des Tisches (i. A. Nullvektor)
- für Maschinentyp 2 (Zweiachsen-Drehtisch)

Vektor vom letzten Drehgelenk des Tisches zum Nullpunkt des Tisches

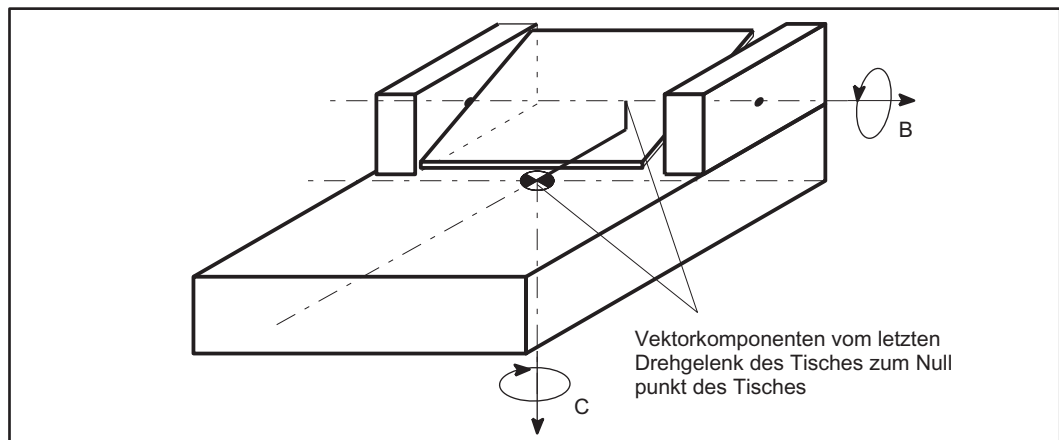


Bild 2-2 Maschinendatum MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1 für Maschinentyp 2

- für Maschinentyp 3 (Einachsen-Schwenkkopf und Einachsen-Drehtisch)

Vektor vom Drehgelenk des Drehtisches zum Nullpunkt des Tisches
- MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1 (Vektor des kinematischen Versatzes der 5-Achstransformation 1)
- Vektor vom ersten zum zweiten Drehgelenk (Maschinentyp 1 und 2)
- Vektor vom Maschinennullpunkt zum Drehgelenk des Tisches (Maschinentyp 3).
- MD24510 \$MC_TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_1 (Positionsoffset der Rundachsen 1/2/3 für die 5-Achstransfor. 1) Winkeloffset der ersten oder zweiten Rundachse

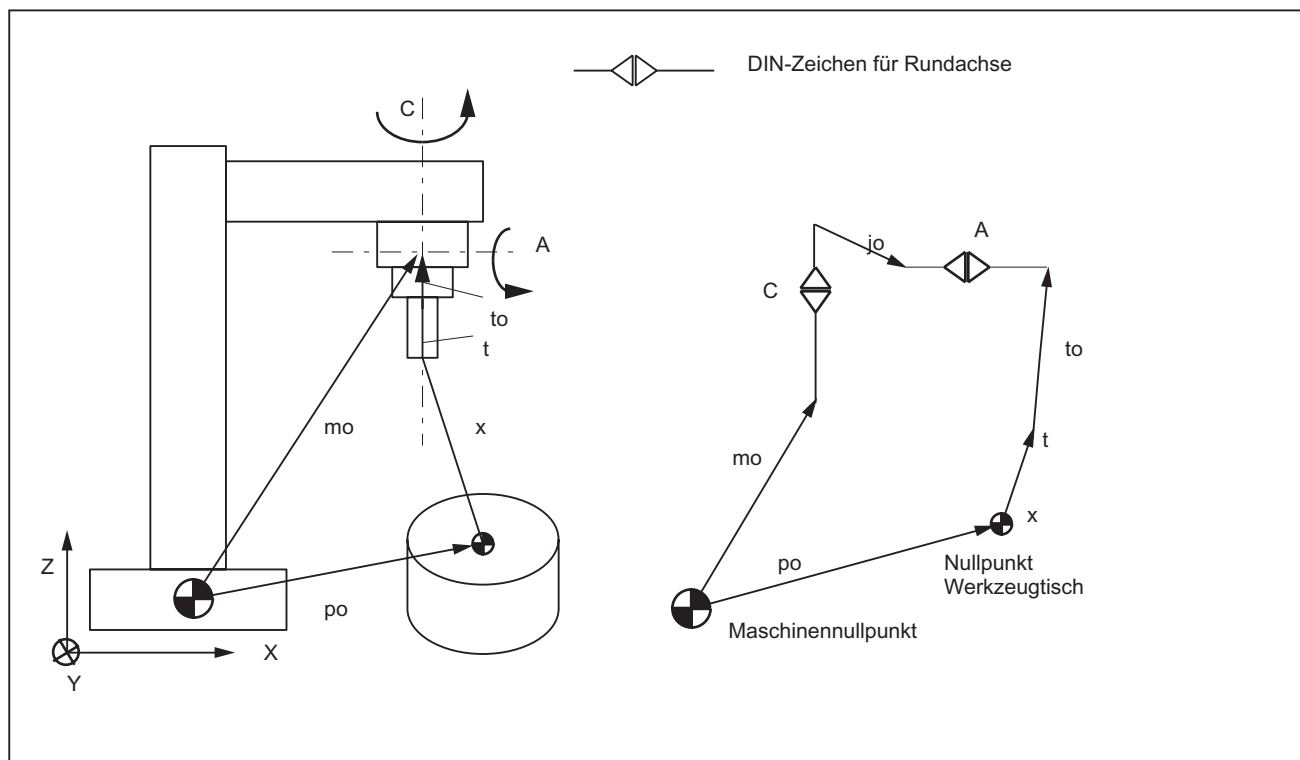


Bild 2-3 Schematische Darstellung einer CA-Kinematik, bewegtes Werkzeug

mo	Positionsvektor im MKS
po	<code>\$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_n[0 ..2]</code>
x	Vektor der programmierten Position im BKS
t	Werkzeugkorrekturvektor
to	<code>\$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_n[0 .. 2]</code>
jo	<code>\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_n[0 .. 2]</code>

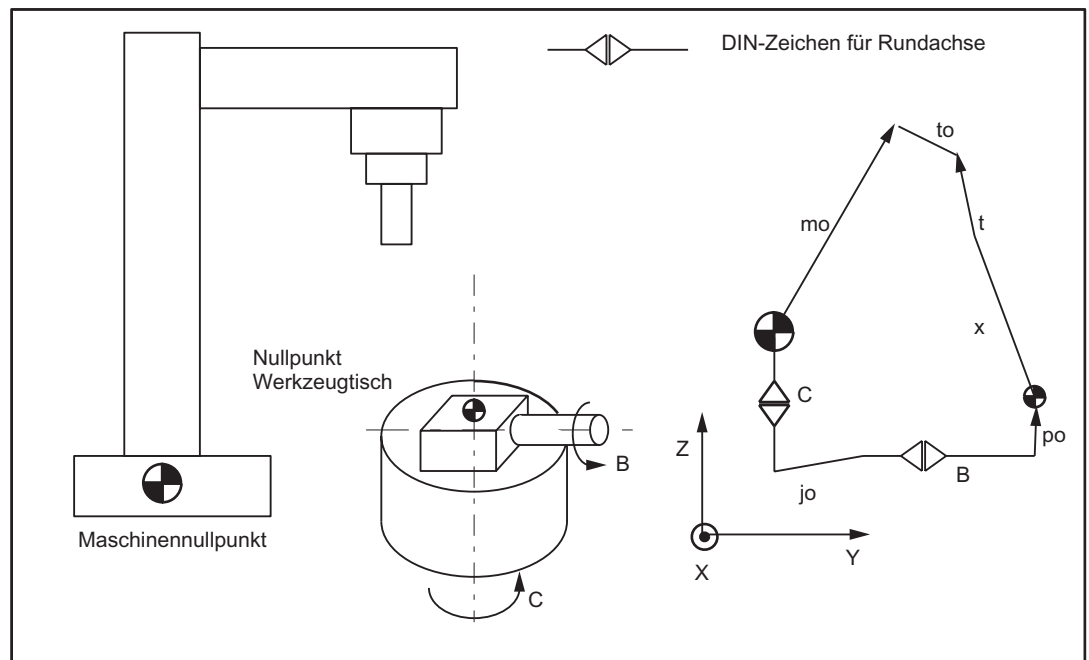


Bild 2-4 Schematische Darstellung einer CB-Kinematik, bewegtes Werkstück

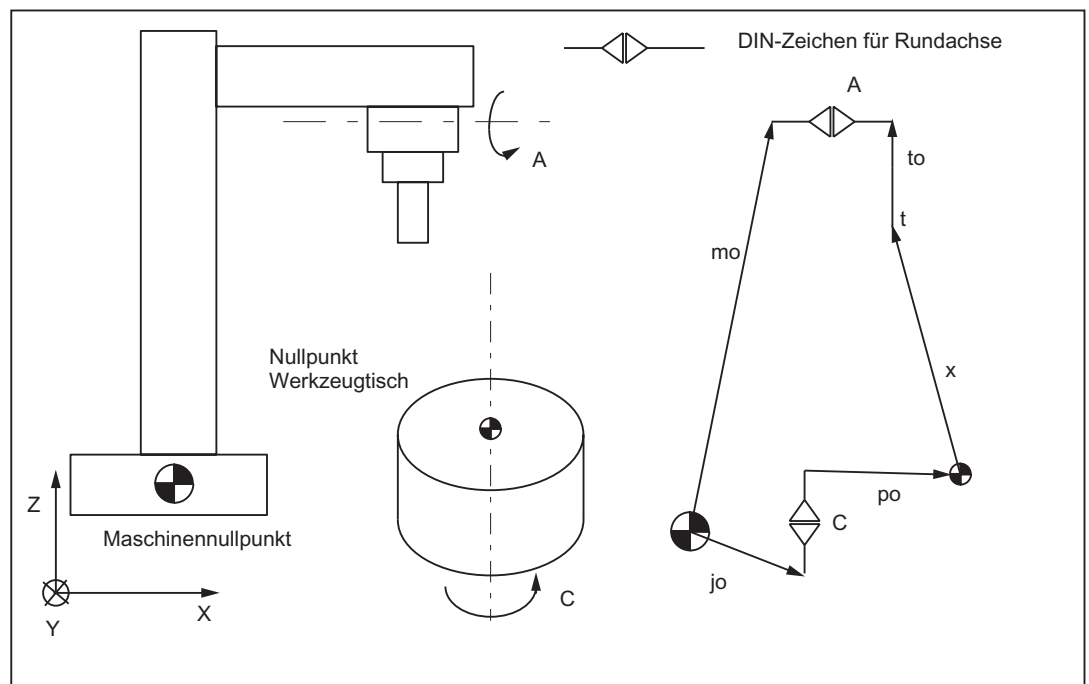


Bild 2-5 Schematische Darstellung einer AC-Kinematik, bewegtes Werkzeug, bewegtes Werkstück

Drehrichtungs-Zuordnung

Die Vorzeichenbehandlung einer Rundachse wird in den Maschinendaten Vorzeichen für die 5-Achs-Transformationen niedergelegt.

MD24520 \$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1[n] (Vorzeichen der Rundachse 1/2/3 für die 5-Achstransformation 1)

MD24620 \$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_2[n] (Vorzeichen der Rundachse 1/2/3 für die 5-Achstransformation 2)

Transformationsarten

Pro Kanal können zehn Transformationsarten über die folgenden Maschinendaten jeweils eingestellt werden:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 ... MD24480 \$MC_TRAFO_TYPE_10 (Definition der Transformation 1 im Kanal... Definition der Transformation 10 im Kanal)

Von diesen acht Transformationsarten können maximal zwei 5-Achs-Transformationen sein.

Aktivierung

Die Aktivierung der 5-Achs-Transformationen ist in Unterkapitel "Aufruf u. Anwendung der 3- bis 5-Achs-Transformation" beschrieben.

2.1.4 Werkzeugorientierung

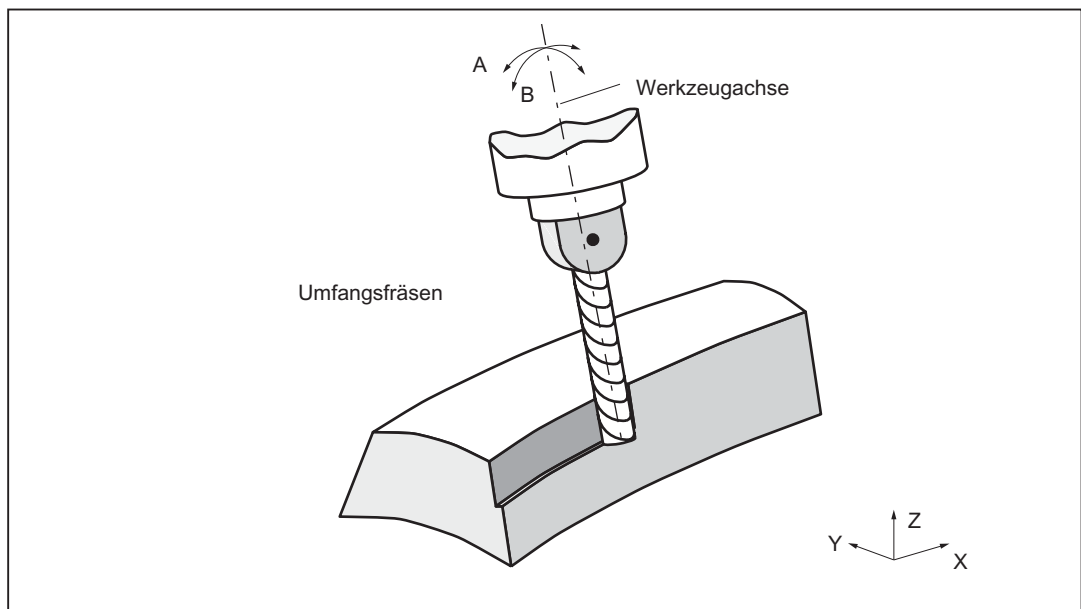


Bild 2-6 Bearbeiten von Werkstücken mit 5-Achs-Transformation

Programmierung

Die Orientierung des Werkzeugs kann in einem Satz direkt durch Angabe der Rundachsen oder indirekt durch Euler-, RPY-Winkel sowie Richtungsvektor programmiert werden. Folgende Möglichkeiten sind vorgesehen:

- direkt als Rundachsen A, B, C
- indirekt bei 5-Achs-Transformation
über Euler- oder RPY-Winkel in Grad über A2, B2, C2
- indirekt bei 5-Achs-Transformation über Richtungsvektor A3, B3, C3

Die Bezeichner von Eulerwinkel und Richtungsvektoren sind über Maschinendaten einstellbar:

Eulerwinkel über:

MD10620 \$MN_EULER_ANGLE_NAME_TAB (Name der Eulerwinkel)

Richtungsvektor über:

MD10640 \$MN_DIR_VECTOR_NAME_TAB (Name der Richtungsvektoren)

Die Werkzeugorientierung kann in einem beliebigen Satz stehen. Insbesondere kann sie auch alleine stehen, was zu einer Orientierungsänderung um die in Bezug auf das Werkstück feststehende Werkzeugspitze führt.

Euler oder RPY

Über das folgende Maschinendatum kann zwischen Euler- und RPY-Eingabe umgeschaltet werden:

MD21100 \$MC_ORIENTATION_IS_EULER (Winkeldefinition bei Orientierungsprogrammierung)

Bezug der Orientierung

Die Überführung einer Werkzeugorientierung am Satzanfang in eine Orientierung am Satzende kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen:

- im Werkstück-Koordinatensystem mit dem Befehl ORIWKS
- im Maschinen-Koordinatensystem mit dem Befehl ORIMKS

Befehl ORIWKS

Die Werkzeugorientierung wird programmiert im Werkstück-Koordinatensystem und ist damit nicht von der Maschinenkinematik abhängig.

Bei Orientierungsänderung mit raumfester Werkzeugspitze bewegt sich das Werkzeug auf einem Großkreis in der vom Anfangs- zum Endvektor aufgespannten Ebene.

Befehl ORIMKS

Die Werkzeugorientierung wird programmiert im Maschinen-Koordinatensystem und ist damit abhängig von der Maschinenkinematik.

Bei Orientierungsänderung mit raumfester Werkzeugspitze wird zwischen den Rundachspalten linear interpoliert.

Eine Anwahl der Orientierung erfolgt über die Befehle ORIWKS und ORIMKS der NC-Sprache.

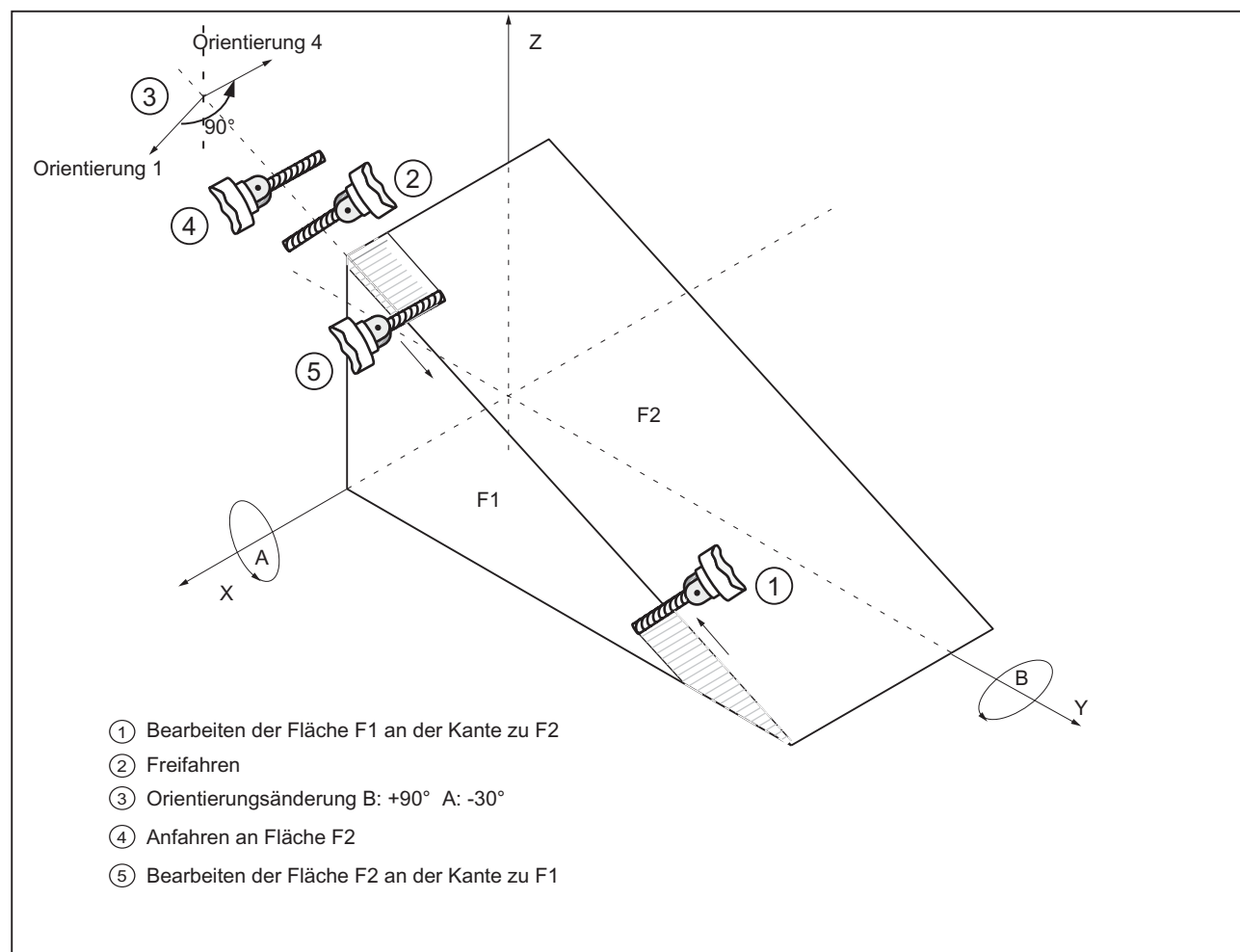


Bild 2-7 Orientierungsänderung des Fräasers bei der Bearbeitung von schrägen Kanten

Grundstellung ist ORIMKS

MD20150 MC_GCODE_RESET_VALUES (Löschstellung der G-Gruppen)

MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES [24] = 2 ⇒ ORIMKS ist Grundstellung

Wird die Werkzeugorientierung in Verbindung mit den folgenden Funktionen programmiert, dann kommt es bei Eulerwinkel und Richtungsvektoren zum Alarm 12130 "Unzulässige Werkzeugorientierung" und das NC-Programm hält an (dieser Alarm kann auch in Verbindung mit G331, G332 und G63 auftreten).

- Zur Abhilfe lässt sich die Werkzeugorientierung mit Achsendwerten programmieren.

Bei G74 und G75 werden die Alarme 17630 bzw. 17620 ausgegeben, wenn eine Transformation aktiv ist und die zu verfahrenen Achsen an der Transformation beteiligt sind. Dies gilt unabhängig von einer Orientierungsprogrammierung.

Sind bei aktivem ORIWKS der Start- und Endvektor antiparallel, dann ist für die Orientierungsprogrammierung keine eindeutige Ebene definiert und Alarm 14120 wird ausgelöst.

Wird bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur eine Transformationsumschaltung (Einschalten, Ausschalten oder Wechsel der Transformation) vorgenommen, dann wird der Alarm 14400 ausgelöst.

Der umgekehrte Fall, dass die Werkzeugradiuskorrektur bei aktiver Transformation an- oder abgewählt wird, führt zu keiner Alarmmeldung.

Werkzeug-Orientierung mehrfach eingeben

In einem Satz nach DIN 66025 darf jeweils nur eine Werkzeugorientierung eingegeben werden, z. B. mit Richtungsvektoren:

```
| N50          A3=1 B3=1 C3=1
```

Wird die Werkzeugorientierung mehrfach eingegeben, z. B. mit Richtungsvektoren und mit Eulerwinkeln, dann erfolgt die Fehlermeldung 12240 "Kanal X Satz Y Werkzeugorientierung xx mehrfach definiert" und das NC-Teilprogramm hält an:

```
| N60          A3=1 B3=1 C3=1          A2=0 B2=1 C2=3
```

Werkzeugorientierung mittels Orientierungsvektoren

Zusätzlich können für die Änderung des Orientierungsvektors Polynome programmiert werden.

Diese Methode führt an den Rundachsen zu sehr stetigen Geschwindigkeits- und Beschleunigungänderungen an den Satzübergängen, wenn die Werkzeugorientierung über mehrere Sätze programmiert werden muss.

Die Interpolation von Orientierungsvektoren kann mit Polynomen bis maximal 5. Grades programmiert werden. Die Polynominterpolation von Orientierungsvektoren ist im Kapitel "Polynominterpolation von Orientierungsvektoren" beschrieben.

Hinweis

Weitere Erläuterungen zur Werkzeugorientierung mittels Orientierungsvektoren und deren Nutzung an Werkzeugmaschinen entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundmaschine, Werkzeugkorrektur, Orientierbare Werkzeugträger (W1)

2.1.5 Singuläre Stellen und ihre Behandlung

Extreme Geschwindigkeitsüberhöhung

Wenn die Bahn in der Nähe eines Pols (Singularität) verläuft, dann kann es vorkommen, dass eine oder mehrere Achsen mit sehr hoher Geschwindigkeit fahren.

Dann wird der Alarm 10910 "Irregulärer Geschwindigkeitsverlauf in einer Bahnachse" ausgelöst. Die programmierte Geschwindigkeit wird soweit reduziert, dass die maximale Achsgeschwindigkeit nicht überschritten wird.

Verhalten am Pol

Das unerwünschte Verhalten schneller Ausgleichsbewegungen lässt sich durch geeignete Wahl der folgenden Maschinendaten beeinflussen (siehe nachfolgendes Bild):

MD24530 \$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_1 (Definition des Polbereichs für 5-Achstransformation 1)

MD24630 \$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_2 (Definition des Polbereichs für 5-Achstransformation 2)

MD24540 \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_1 (Endwinkeltoleranz b. Interpolation durch Pol f. 5-Achstransform)

MD24640 \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_2 (Endwinkeltol. b. Interpolation durch Pol f. 5-Achstransform)

Hinweis

Ab SW-Stand 5.2 ändert sich die Behandlung der Singularitäten: Es gibt nur noch ein relevantes Maschinendatum \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT (siehe Kapitel "Singularitäten der Orientierung" bzw. Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung [PGA]).

\$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT

Dieses Maschinendatum kennzeichnet einen Grenzwinkel für die fünfte Achse der ersten MD24530 \$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_1 oder der zweiten MD24630 \$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_2 5-Achs-Transformation mit folgenden Eigenschaften:

Läuft die Bahn unterhalb dieses Winkels am Pol vorbei, wird durch den Pol gefahren.

Bei der 5-Achs-Transformation spannen die beiden Orientierungsachsen des Werkzeugs ein Koordinatensystem aus Längen- und Breitenkreisen auf einer Kugeloberfläche auf.

Führt bei einer Orientierungsprogrammierung (d. h. der Orientierungsvektor liegt in einer Ebene) die Bahn so dicht am Pol vorbei, dass der mit diesem MD definierte Winkel unterschritten wird, dann wird von der vorgegebenen Interpolation in der Weise abgewichen, dass die Interpolation durch den Pol verläuft.

\$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT

Dieses MD kennzeichnet einen Grenzwinkel für die fünfte Achse der ersten MD24540 \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_1 oder der zweiten MD24640 \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_2 5-Achs-Transformation mit folgenden Eigenschaften:

Bei der Interpolation durch den Polpunkt bewegt sich nur die fünfte Achse, die vierte Achse behält ihre Startposition bei. Wird eine Bewegung programmiert, die nicht exakt durch den Polpunkt, aber innerhalb des durch folgendes Maschinendatum gegebenen Bereichs in der Nähe des Pols verlaufen soll, wird von der vorgegebenen Bahn abgewichen, da die Interpolation exakt durch den Polpunkt verläuft:

\$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT

Dadurch ergibt sich im Endpunkt der vierten Achse (der Polachse) eine Positionsabweichung gegenüber dem programmierten Wert.

Dieses Maschinendatum gibt den Winkel an, um den die Polachse bei der 5-Achs-Transformation vom programmierten Wert abweichen kann, wenn von der programmierten Interpolation auf die Interpolation durch den Polpunkt umgeschaltet wird. Ergibt sich eine größere Abweichung, wird eine Fehlermeldung ausgegeben und die Interpolation nicht durchgeführt.

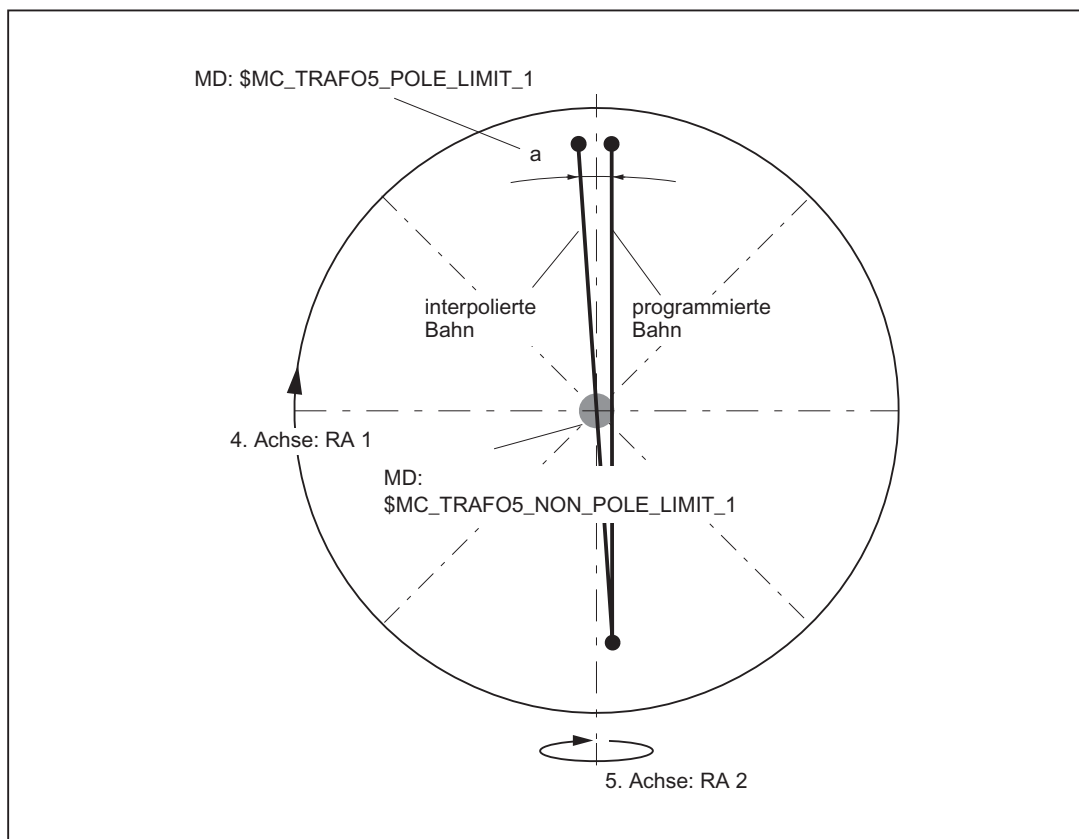


Bild 2-9 5-Achs-Transformation; Orientierungsweg in Polnähe. Beispiel für Maschinentyp 1: 2-Achsen-Schwenkopf mit der Rundachse RA 1 (4. Achse der Transformation) und der Rundachse RA 2 (5. Achse der Transformation)

MD21108 \$MC_POLE_ORI_MODE

Mit dem folgenden Maschinendatum kann das Verhalten bei Grosskreisinterpolation in Polposition wie folgt eingestellt werden:

MD21108 \$MC_POLE_ORI_MODE (Verhalten bei Großkreisinterpolation in Polposition)

Die Behandlung der Orientierungsänderung bei Grosskreisinterpolation wird erst dann definiert, wenn die Startorientierung gleich der Polorientierung ist oder dieser nahe kommt und die Endorientierung des Satzes außerhalb des durch das in folgendem Maschinendatum definierten Toleranzkreises liegt:

TRAFO5_NON_POLE_LIMIT1/2

In der Polposition ist die Position der Polachse beliebig. Für die Grosskreisinterpolation wird aber eine bestimmte Orientierung dieser Achse benötigt.

Das folgende Maschinendatum ist dezimal kodiert:

MD21108 \$MC_POLE_ORI_MODE

Die **Einerstellen** definieren das Verhalten, wenn die Startorientierung exakt mit der Polorientierung übereinstimmt, und die **Zehnerstellen** das Verhalten, wenn die Startorientierung innerhalb des durch das folgende Maschinendatum definierten Toleranzkreises liegt:

\$ MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT1/2

Alle Einstellwerte sind in "Kanalspezifische Maschinendaten" beschrieben.

2.2 3- und 4-Achs-Transformationen

Einführung

Die 3 und 4-Achs-Transformationen sind Sonderformen der anfangs beschriebenen 5-Achs-Transformationen. Die Orientierung des Werkzeugs ist nur in der Ebene, die senkrecht zu der rotatorischen Achse ist, möglich. Die Transformation unterstützt die Maschinentypen mit beweglichem Werkzeug und beweglichem Werkstück.

Varianten der Kinematik

Die in der folgenden Tabelle dargestellten Varianten gelten sowohl für die 3-Achs- als auch für die 4-Achs-Transformation.

Varianten der 3-Achs- und 4-Achs-Transformationen					
Maschinen- typ	schwenkbar/ drehbar	rot. Achse ist parallel	Orientierungs- ebene	MD: \$MC_TRAFO_T YPE_n	Werkzeug- orientierung in Nullstellung
1	Werkzeug	X	Y - Z	16	Z
		Y	X - Z	18	
		Z	X - Y	20	Y
		Z	X - Y	21	X
		beliebig	beliebig *	24	beliebig

Varianten der 3-Achs- und 4-Achs-Transformationen					
2	Werkstück	X	Y - Z	32, 33	Z
		Y	X - Z	34, 35	
		beliebig	beliebig *	40	beliebig

*Anmerkung: zu den Typen 24 und 40 *

Bei den Transformationstypen 24 und 40 können die Drehachse und die Werkzeugorientierung so eingestellt werden, dass die Orientierungsänderung nicht in einer Ebene, sondern auf einem Kegelmantel erfolgen.

Nullstellung

Die Werkzeugorientierung in Nullstellung ist die Stellung des Werkzeugs bei aktiver Arbeitsebene G17 und Stellung der rotatorischen Achse bei 0 Grad.

Achszuordnungen

Die drei translatorischen Achsen, die in die Transformation eingehen, werden über die Maschinendaten \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[0..2] und \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[0..2] beliebigen Kanalachsen zugeordnet. Für die Zuordnung der Kanalachsen zu den Geometrieachsen für die Transformation muss gelten:

\$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[0] = \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[0]

\$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[1] = \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[1]

\$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[2] = \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[2]

Es sind die jeweiligen Achsen mit dem gleichen Index einander zuzuordnen.

Vorgehen bei der Parametrierung

- Geben Sie den Transformationstyp gemäß vorheriger Tabelle als Maschinendatum ein:
\$MC_TRAFO_TYPE_n
- Ordnen Sie den Geometrieachsen der Transformation Kanalachsen zu.
- Setzen Sie bei 3-Achs-Transformation die Werte für die nicht benötigte Achse:
 - \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[geoax] = 0
 - \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[geoax] = 0
 - \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[4] = 0; → es gibt keine 2. rotatorische Achse
- Setzen Sie bei 4-Achs-Transformation für die 3 Linearachsen
 - \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[geoax] = ...
 - \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[geoax] = ...
 - \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[4] = 0; → es gibt keine 2. rotatorische Achse

Vollständige Beispiele finden Sie im Kapitel "Beispiel für eine 3- und 4-Achs-Transformation".

2.3 Transformation mit geschwenkter Linearachse

Anwendungen

Die Transformation mit geschwenkter Linearachse kann eingesetzt werden, wenn eine Kinematik wie im Kapitel "Orientierungstransform. mit schwenkbare Linearachse" beschrieben vorliegt und wenn nur ein kleiner Schwenkbereich ($\ll \pm 90$ Grad) von der ersten Rundachse überstrichen wird.

Varianten der Kinematik

Die Orientierungstransformation mit schwenkbarer Linearachse bildet eine eigene Transformationsgruppe. Sie wird im Maschinendatum \$MC_TRAFO_TYPE_n (n = 1, 2, 3, 4) durch folgende Werte angegeben:

Trafotyp	1. Rundachse	2. Rundachse	geschwenkte Linearachse
64	A	B	Z
65	A	C	Y
66	B	A	Z
67	B	C	X
68	C	A	Y
69	C	B	X

Pol

Die zugehörige Transformation besitzt einen Pol bei einer Werkzeugorientierung parallel zur zweiten Rundachse. In der Polstellung tritt eine Singularität auf, da die dritte Linearachse parallel zur Ebene der ersten beiden Linearachsen steht und daher Ausgleichsbewegungen senkrecht zu dieser Ebene nicht möglich sind.

Parametrierungen

Zur Anpassung der Transformationsgleichungen an die Maschine werden folgende Maschinendaten mit den folgenden Bedeutungen benützt (n=1,2):

\$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_n	Vektor von der zweiten Rundachse zum Nullpunkt des Werkstücktisches
\$MC_TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_n	Achspositionen der beiden Rundachsen bei Maschinengrundstellung
\$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_n	Vorzeichen, mit welchem die Rundachspositionen in die Transformation eingehen
\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_n	Vektor vom Maschinennullpunkt zur zweiten Rundachse
\$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_n	Vektor von der Werkzeugaufnahme (Flansch) zur ersten Rundachse (gemessen bei Maschinengrundstellung)

$\$MC\_TRAF05\_TOOL\_ROT\_AX\_OFFSET\_n$	Vektor vom Maschinennullpunkt zur ersten Drehachse (gemessen bei Maschinengrundstellung)

Bestimmung der erforderlichen Werte

Als Hilfe für die Bestimmung der Werte für oben genannte Maschinendaten werden zwei Skizzen angeboten, welche die Zusammenhänge zwischen den Vektoren grundsätzlich verdeutlichen.

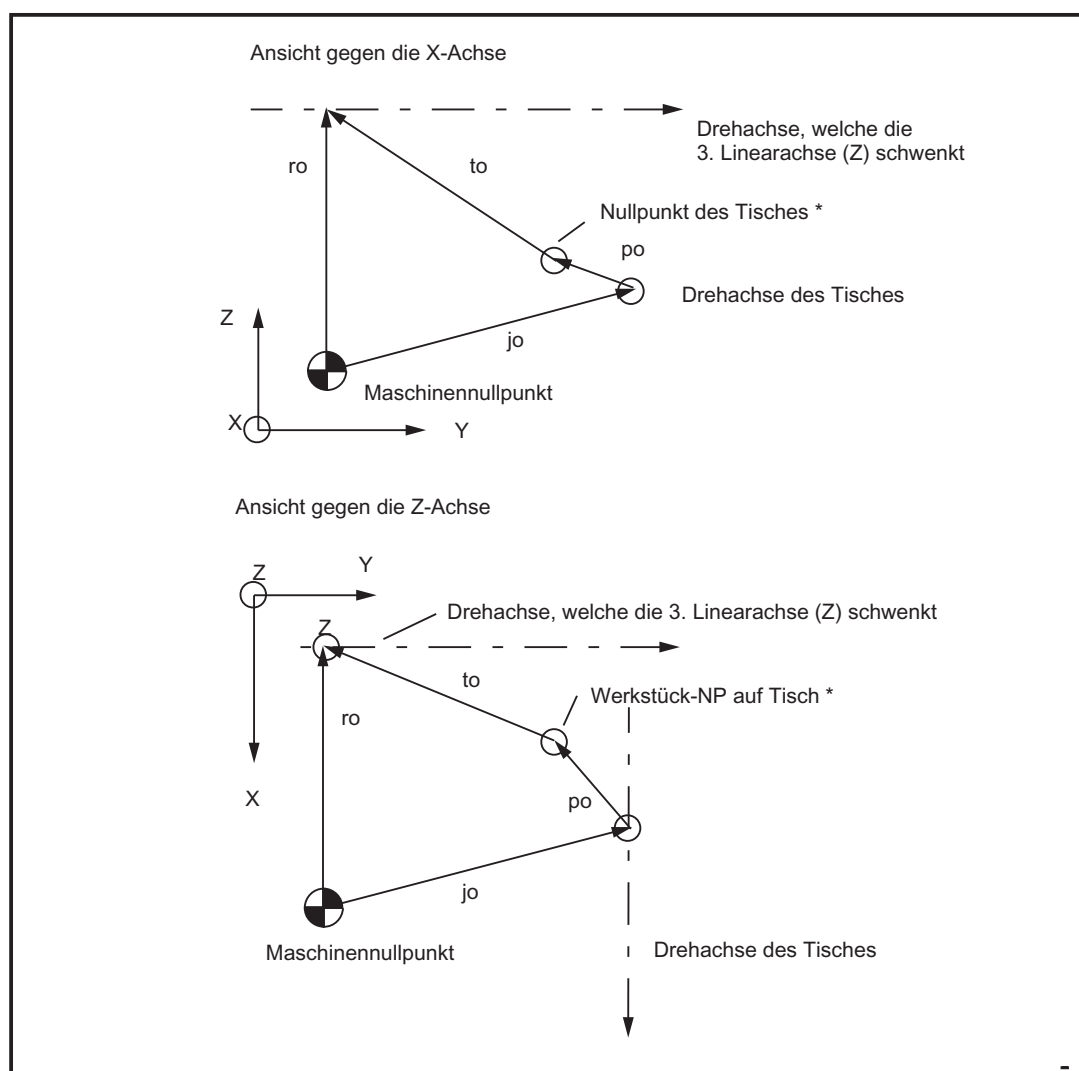


Bild 2-10 Projektionen der in MD einzustellenden Vektoren

Bedeutungen der Vektorbezeichnungen:

- \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_n: **po**
- \$MC_TRAFO5_TOOL_ROT_AX_OFFSET_n: **ro**
- \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_n: **jo**
- \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_n: **to**

Hinweis

Für das im vorhergehenden Bild dargestellte Schema ist angenommen, dass die Maschine so verfahren wurde, dass der Werkzeugaufnahmeflansch mit dem Nullpunkt des Tisches (markiert durch *) übereinstimmt. Ist dies aus geometrischen Gründen nicht realisierbar, so sind die Werte für **to** um die Abweichungen zu korrigieren.

Im Bild "Beispielhafte Bezeichnung der Vektoren für MD-Einstellungen" werden die Vektoranteile für die im Bild "Maschine mit schwenkbarer Linearachse in Nullstellung" (Kap. "Orientierungstransformation mit schwenkbarer Linearachse") dargestellte Maschine gezeigt und entsprechend bezeichnet.

Hinweis

Für beide Ansichten muss der physisch gleiche Punkt auf der 1. Rundachse (z. B. Schnittpunkt der Werkzeugachse mit der 1. Rundachse) angenommen werden.

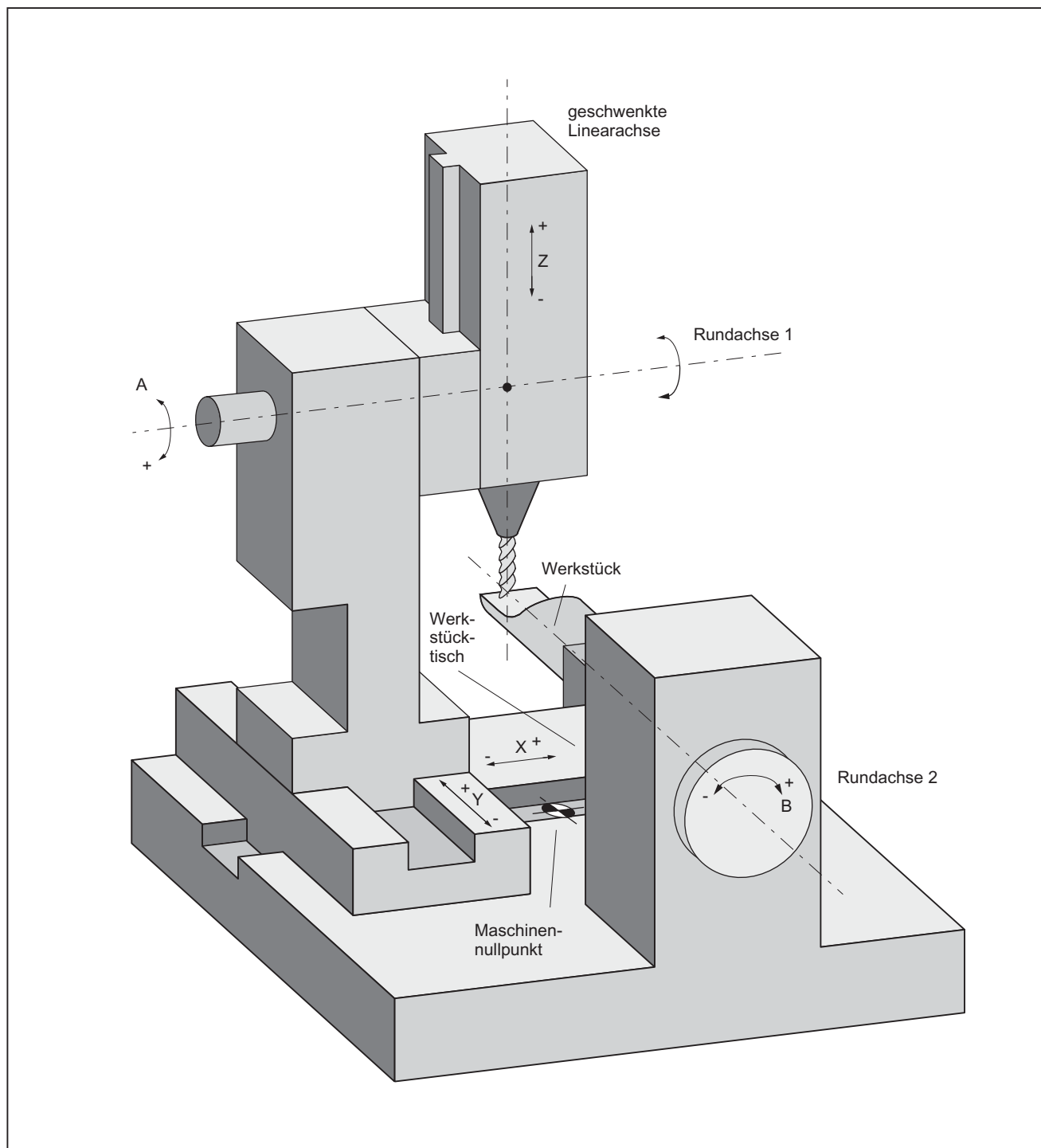


Bild 2-11 Maschine mit schwenkbarer Linearachse in Nullstellung

Die folgende Umsetzung der Geometrie in die anzugebenden Maschinendaten basiert beispielhaft auf Bild "Maschine mit schwenkbarer Linearachse in Nullstellung".

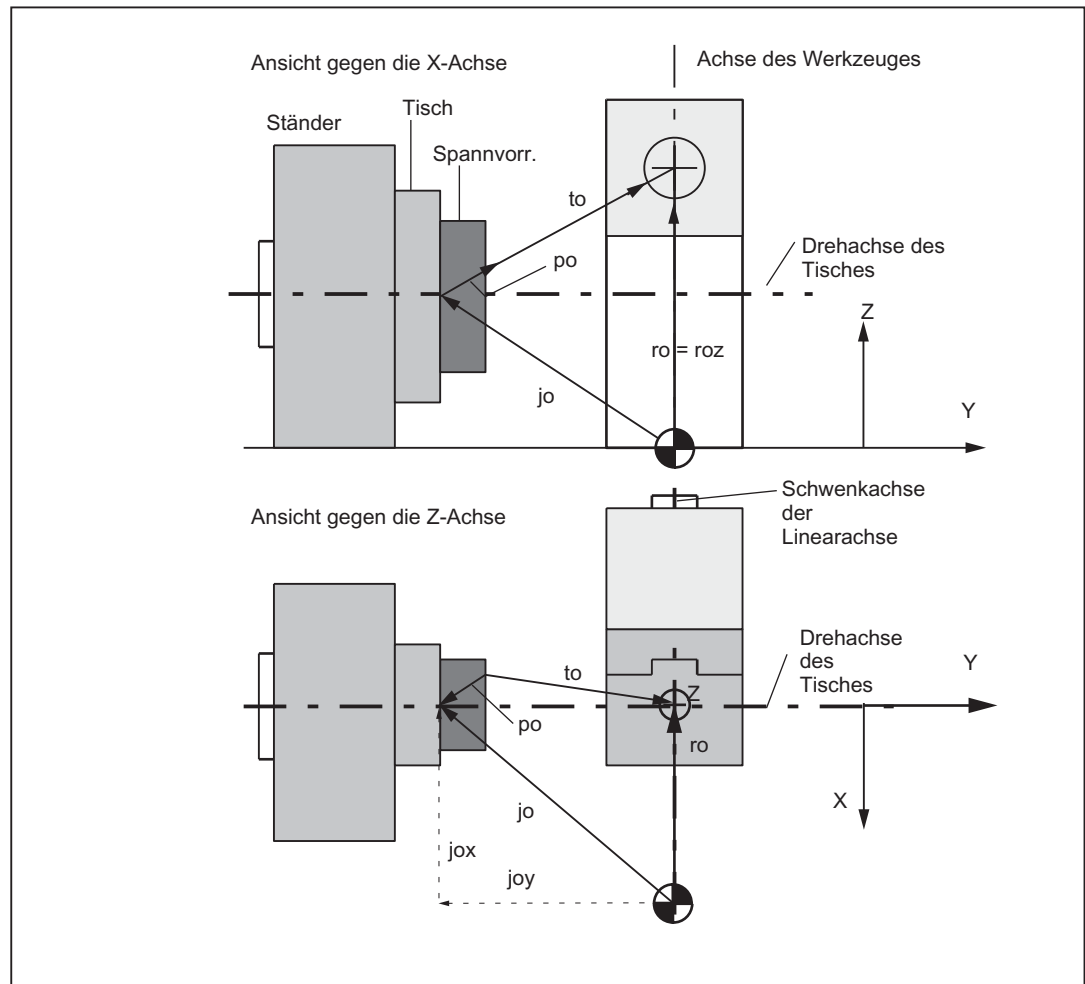


Bild 2-12 Beispielhafte Bezeichnung der Vektoren für MD-Einstellungen zu Bild "Maschine mit schwenkbarer Linearachse in Nullstellung"

Vorgehensweise MD-Besetzungen

Führen Sie folgende Schritte durch:

- Ermitteln Sie, wie im unteren Teilbild " Beispielhafte Bezeichnung der Vektoren für MD-Einstellungen zu Bild "Maschine mit schwenkbarer Linearachse in Nullstellung" für Vektor $\mathbf{j}_0$ gezeigt, die x- und y-Anteile der angegebenen Vektoren.
- Ermitteln Sie, wie im oberen Teilbild für $\mathbf{ro}_z$ skizziert, die z-Anteile der entsprechenden Vektoren.
- Stellen Sie die 4 Maschinendaten entsprechend ein:

\$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_n

\$MC_TRAFO5_TOOL_ROT_AX_OFFSET_n

\$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_n

\$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_n

Das angegebene Verfahren ist für alle unter "Varianten der Kinematik" genannten Kinematiken anwendbar. Beachten Sie die zum Bild "Projektionen der in MD einzustellenden Vektoren" gegebenen Hinweise.

Null-Anteile

Bei entsprechender Geometrie oder Lage des Maschinennullpunktes können einzelne Komponenten oder ganze Vektoren zu Null werden.

Maschinentyp

Die skizzierte Maschine in Bild " Projektionen der in MD einzustellenden Vektoren" entspricht Variante 1. Demzufolge ist im folgenden Maschinendatum Transformationstyp 64 zu setzen (niederwertige 4 Bits im MD):

\$MC_TRAFO_TYPE_n

Aktivierung

Die Aktivierung der Transformation für geschwenkte Linearachse erfolgt wie für die übrigen 5-Achs-Transformationen. Die Details sind in Kapitel "Aufruf und Anwendung der 3- bis 5-Achs-Transformation" beschrieben.

Werkzeugorientierung

Bezüglich der Werkzeugorientierung gilt das in Kapitel "Werkzeugorientierung" Beschriebene sinngemäß.

2.4 Kardanischer Fräskopf

2.4.1 Grundlagen kardanischer Fräskopf

Hinweis

Für das Verständnis der Transformation für den kardanischen Fräskopf wird die Kenntnis der allgemeinen 5-Achs-Transformation gemäß Kapitel "5-Achs-Transformation" vorausgesetzt. Wo im folgenden Kapitel keine spezifischen Aussagen für den kardanischen Fräskopf erfolgen, gelten die Aussagen der allgemeinen 5-Achs-Transformation.

Anwendungen

Die Anwendung des kardanischen Fräskopfes liegt in der Bearbeitung von Konturen von räumlich geformten Teilen bei hohen Vorschubgeschwindigkeiten. Durch die hohe Steifigkeit des Kopfes wird eine hohe Arbeitsgenauigkeit erreicht.

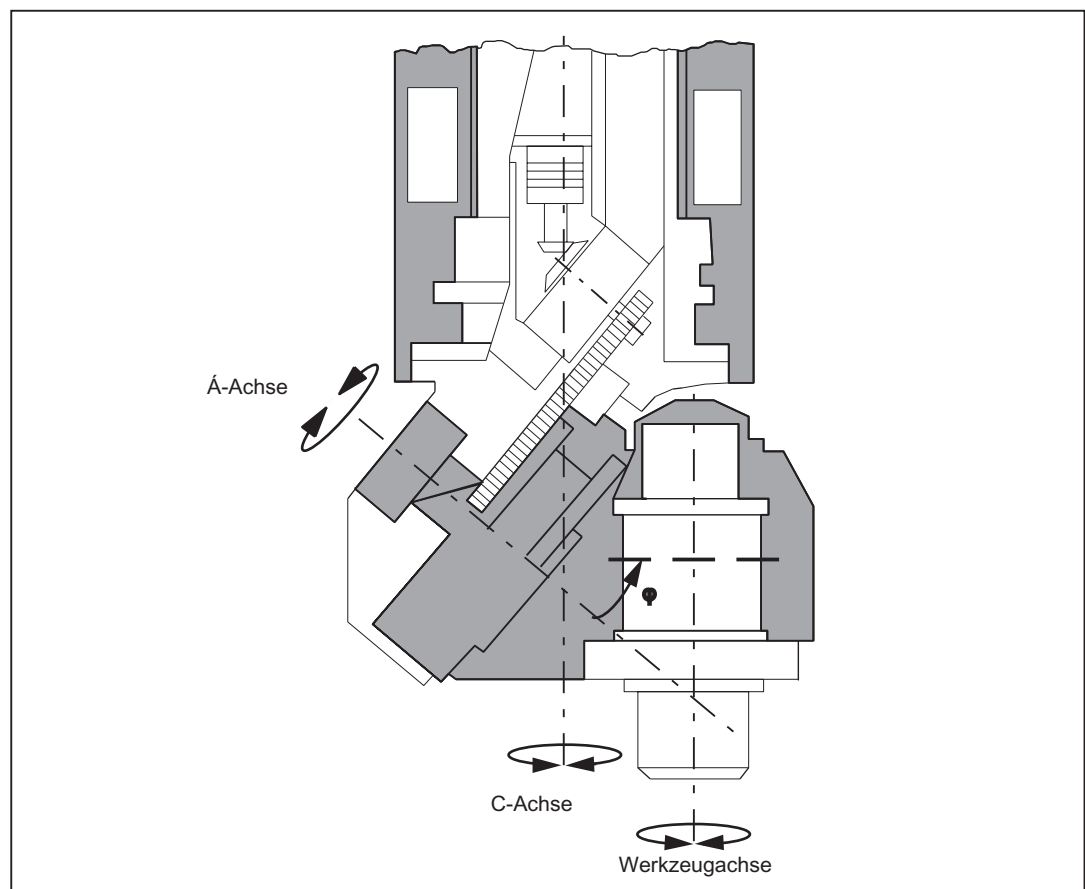


Bild 2-13 Kardanischer Fräskopf

Projektion Nutatorwinkel φ

Der Winkel der schrägen Achse kann über ein Maschinendatum projiziert werden:

\$MC_TRAFO5_NUTATOR_AX_ANGLE_1: für die erste Orientierungstransformation

\$MC_TRAFO5_NUTATOR_AX_ANGLE_2: für die zweite Orientierungstransformation

Der Winkel muss im Bereich von 0 Grad bis +89 Grad liegen.

Werkzeugorientierung

Die Werkzeugorientierung in Nullstellung kann wie folgt angegeben werden:

- parallel der 1. rotatorischen Achse oder
- senkrecht dazu und in der Ebene der angegebenen Achsfolge

Kinematiktypen

Die Achsfolgen der rotatorischen Achsen und die Orientierungsrichtung des Werkzeugs in Nullstellung für die vorhandenen Kinematiktypen werden mit Hilfe des folgenden Maschinendatums eingestellt:

\$MC_TRAFO_TYPE_1 ... \$MC_TRAFO_TYPE_10

Benennungsschema der Achsen

Es gilt, wie bei den anderen 5-Achs-Transformationen folgendes:

die rotatorische Achse ...

...A ist parallel zu X: A' liegt unter dem Winkel φ zur X-Achse

...B ist parallel zu Y: B' liegt unter dem Winkel φ zur Y-Achse

...C ist parallel zu Z: C' liegt unter dem Winkel φ zur Z-Achse

Winkeldefinition

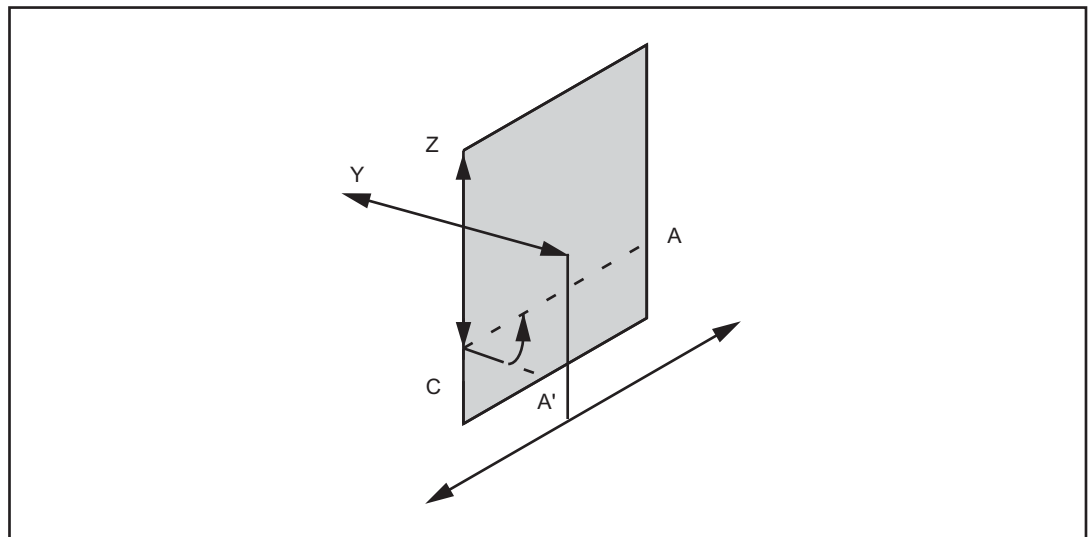


Bild 2-14 Lage der Achse A'

Die Achse A' liegt in der Ebene, die durch die rechtwinkligen Achsen der bezeichneten Achsfolge aufgespannt wird. Ist die Achsfolge CA', so liegt z. B. die Achse A' in der Ebene Z-X. Der Winkel ϕ ist dann der Winkel zwischen der Achse A' und der X-Achse.

2.4.2 Parametrierung

Einstellung des Transformationstyps

Anhand der folgenden Tabelle können die erforderlichen Einstellungen des nachfolgenden Maschinendatums für eine gegebene Maschinenkinematik abgelesen werden (allgemeines Konzept):

\$MC_TRAFO_TYP_n

Tabelle 2-1 MD \$MC_TRAFO_TYPE_n

Bit	Dezimal	Beschreibung
8	128	Bit zur Kennzeichnung der Transformationsart: 1: Transformation für kardanischen Fräskopf
7	0	00: bewegliches Werkzeug
6	32	01: bewegliches Werkstück
	64	10: bewegliches Werkzeug und Werkstück
5		Orientierung des Werkzeugs in Nullstellung
4	0	00: X-Richtung
	8	01: Y-Richtung
	16	10: Z-Richtung

Bit	Dezimal	Beschreibung
3		Achsfolge
2	0	000: AB'
1	1	001: AC'
	2	010: BA'
	3	011: BC'
	4	100: CA'
	5	101: CB'

Aus der Menge der im obigen allgemeinen Konzept angegebenen Möglichkeiten sind die in der folgenden Tabelle fett markierten Möglichkeiten in Softwarestand 3.1 realisiert, die übrigen ab Softwarestand 3.2.

Realisierungen

In der nachfolgenden Tabelle stehen die Werte für \$MC_TRAFO_TYPE_n für die konfigurierbaren Achsfolgen und für die Orientierungsrichtung des Werkzeugs in Nullstellung untergliedert für bewegliches Werkzeug, Werkstück oder Werkzeug und Werkstück. Die Tabellenelemente, die nicht vorbesetzt sind, werden von der Transformation nicht unterstützt.

	Orientierungsrichtung des Werkzeugs in Nullstellung								
	Werkzeug			Werkstück			Werkzeug/Werkstück		
Achsfolge	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
AB'	128	136							
AC'	129		145						
BA'	130	138							
BC'		139	147						
CA'	132		148						
CB'		141	149						

Beispiel Transformationstyp

\$MC_TRAFO_TYPE = 148 bedeutet z. B.:

Die 1. rotatorische Achse ist parallel zur Z-Achse,

die 2. rotatorische Achse ist eine schräge X-Achse und die Werkzeugorientierung in Nullstellung zeigt in Z-Richtung.

Nur das Werkzeug wird von den beiden rotatorischen Achsen bewegt.

Bit 8 = 1: Kardanischer Fräskopf

Bit 6 und 7 = 00: Bewegliches Werkzeug

Bit 5 und 4 = 10: Orientierung in Nullstellung Z-Richtung

Bit 3 - 1 = 100: Achsfolge CA'

Aktive Arbeitsebene

Da die Werkzeugorientierung in Nullstellung nicht nur in Z-Richtung eingestellt werden kann, muss der Anwender darauf achten, dass er die aktive Arbeitsebene so einstellt, dass die Werkzeuglängenkorrektur in Richtung der Werkzeugorientierung wirksam wird. Die aktive Arbeitsebene sollte immer die Ebene sein, nach der die Werkzeugorientierung in Nullstellung eingestellt wird.

Sonstige Einstellungen

Die Geometrie-Informationen für die Berechnung der Achswerte durch die Transformation für den kardanischen Fräskopf werden analog wie bei den anderen 5-Achs-Transformationen eingestellt.

2.4.3 Verfahren des kardanischen Fräskopfes im JOG-Betrieb

JOG

Bei Jog können die linearen Achsen normal verfahren werden. Es ist jedoch schwierig, durch Verfahren der linearen Achsen die Orientierung korrekt einzustellen.

Aktivierung kardanischer Fräskopf

Die Aktivierung der Transformation für kardanischen Fräskopf im Programm erfolgt wie im folgenden Unterkapitel beschrieben.

2.5 Aufruf und Anwendung der 3- bis 5-Achs-Transformation

Einschalten

Die 3- bis 5-Achs-Transformationen (einschließlich der Transformationen für geschwenkte Linearachse und kardanischen Fräskopf) werden mit dem Befehl `TRAORI (n)` eingeschaltet, wobei `n` die Nummer der Transformation (`n=1` oder `2`) kennzeichnet.

Wenn der Befehl `TRAORI (n)` abgearbeitet wurde und damit die Transformation aktiviert ist, geht das folgende Nahtstellensignal auf "1":

DB21, ... DBX33.6 (Transformation aktiv)

Sind die Maschinendaten für einen aufgerufenen Transformationsverbund nicht definiert, hält das NC-Programm an und die Steuerung gibt den Alarm 14100 "Orientierungstransformation nicht vorhanden" aus.

Ausschalten

Mit `TRAFOOF` oder `TRAFOOF ()` wird die gerade aktive 3- bis 5-Achs-Transformation ausgeschaltet. Damit geht das folgende Nahtstellensignal auf "0":

DB21, ... DBX33.6 (Transformation aktiv)

Umschalten

Von einer aktiven Transformation kann auf eine andere in dem Kanal mögliche Transformation umgeschaltet werden. Dazu wird ein erneuter Befehl `TRAORI (n)` mit einem neuen Wert für n gegeben.

Reset/Programmende

Das Verhalten der Steuerung bezüglich der 3- bis 5-Achs-Transformationen nach dem Hochlauf, Programmende oder RESET richtet sich nach Maschinendatum:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung na)

Bit 7: Resetverhalten "aktive kinematische Transformation"

Bit 7=0:

Grundstellung für die aktive Transformation nach Teileprogrammende oder RESET gemäß MD20140 \$MC_TRAFO_RESET_VALUE (Transformationsdatensatz Hochlauf (Reset/TP-Ende)) wird festgelegt mit folgender Bedeutung:

0: Nach RESET ist keine Transformation aktiv

1 bis 8: Die eingestellte Transformation gemäß Maschinendatum MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal) bis Maschinendatum MD24460 \$MC_TRAFO_TYPE_8 (Transformation 8 im Kanal) ist aktiv.

Bit 7=1:

Die aktuelle Einstellung für die aktive Transformation bleibt über RESET oder Teileprogrammende erhalten.

Option

Die Funktion "5-Achs-Transformation" und ihre in diesem Funktionshandbuch beschriebenen Sonderformen sind nur über eine Option verfügbar. Wenn diese in der Steuerung nicht implementiert ist und dennoch mit dem Befehl `TRAORI` eine entsprechende Transformation aufgerufen wird, dann erscheint die Fehlermeldung 14780 "Im Satz wird eine nicht freigegebene Option verwendet" und das NC-Programm hält an.

Ist die 3- bis 5-Achs-Transformation im Maschinendatum:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal) ...

MD24460 \$MC_TRAFO_TYPE_8 (Transformation 8 im Kanal)

nicht angegeben, dann löst die Programmierung von `TRAORI` (1 oder 2) den Alarm 14100 "Kanal x Satz y Orientierungstransformation nicht vorhanden" aus.

Wird das folgende Maschinendatum gesetzt, ohne dass die Option 5-Achs-Transformation freigegeben ist, dann kommt kein Alarm:

\$MC_TRAFO_TYPE_n

2.6 Generische 5-Achs-Transformation und Varianten

2.6.1 Funktionalität

Funktionsumfang

Die generische 5-Achstransformation deckt mit ihrem Funktionsumfang die realisierten 5-Achstransformationen (siehe Kapitel "5-Achs-Transformation") für rechtwinklig angeordnete Rundachsen sowie die Transformationen für den Kardanischen Fräskopf (eine Rundachse parallel zu einer Linearachse, die zweite Rundachse in einem beliebigen Winkel dazu, siehe Kapitel "Kardanischer Fräskopf") ab.

Anwendungsbereich

In bestimmten Fällen kann die herkömmliche Transformation Maschinenungenauigkeiten nicht kompensieren, z. B. wenn:

- die Rundachsen nicht exakt senkrecht aufeinander stehen oder
- eine oder beide Rundachsen nicht exakt parallel zu den Linearachsen stehen.

In solchen Fällen kann die generische 5-Achs-Transformation zu besseren Ergebnissen führen.

Programmierbeispiel

für die generische 5-Achs-Transformation ist im Kapitel "Beispiel für generische 5-Achstransformation" dargestellt.

Aktivierung

Eine generische 5-Achstransformation kann wie jede andere Orientierungstransformation auch mit dem Befehl `TRAORI ( )` bzw. `TRAORI (n)` aktiviert werden (wobei `n` die Nummer der Transformation ist). Zusätzlich kann beim Aufruf in drei weiteren Parametern die Grundorientierung übergeben werden, z. B. `TRAORI (1, 1.1, 1.5, 8.9)`.

Die Abwahl erfolgt implizit bei Anwahl einer anderen Transformation oder explizit durch `TRAFOOF`.

2.6.2 Beschreibung der Maschinenkinematik

Maschinentypen

Bei der generischen 5-Achstransformation wird ebenso wie bei den bisherigen 5-Achstransformationen zwischen den folgenden drei Varianten unterschieden:

1. Maschinentyp: Drehbares Werkzeug
Beide Rundachsen verändern die Orientierung des Werkzeugs. Die Orientierung des Werkstücks ist fest.
2. Maschinentyp: Drehbares Werkstück
Beide Rundachsen verändern die Orientierung des Werkstücks. Die Orientierung des Werkzeugs ist fest.
3. Maschinentyp: Drehbares Werkzeug und drehbares Werkstück jeweils eine Rundachse verändert die Orientierung von Werkzeug und Werkstück.

Konfigurationen

Die Maschinenkonfigurationen sind wie bisher (siehe Kapitel "Konfiguration einer Maschine für 5-Achs-Transformation") in den folgenden Maschinendaten festgelegt:

\$MC_TRAFO_TYPE_1, ..., _8

Für die generische 5-Achstransformation wurden zusätzliche Typen eingeführt:

Tabelle 2-2 Übersicht über die Maschinentypen für die generische 5-Achs-Transformation

Maschinentyp	1	2	3
schwenk-/drehbar:	Werkzeug	Werkstück	Werkzeug/Werkstück
Trafotypen	24	40	56

Rundachsen-Richtung

Die Richtung der Rundachsen wird durch die folgenden Maschinendaten festgelegt:

\$MC_TRAFO5_AXIS1_n (1. Rundachse) und

\$MC_TRAFO5_AXIS2_n (2. Rundachse)

n ist dabei 1 oder 2 für die erste bzw. zweite 5-Achstransformation im System. Die genannten Maschinendaten sind Felder mit drei Werten, mit denen die Achsrichtung vektoriell beschrieben wird (analog zur Beschreibung der Rundachsen beim orientierbaren Werkzeugträger). Der Betrag der Vektoren ist unerheblich; Bedeutung hat nur die definierte Richtung.

Beispiel:

1. Rundachse ist A-Achse (parallel zur x-Richtung):

MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[0] = 1.0 (Richtung 1. Rundachse)

MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[1] = 0.0

MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[2] = 0.0

2. Rundachse ist B-Achse (parallel zur y-Richtung):

MD24572 \$MC_TRAFO5_AXIS2_1[0] = 0.0 (Richtung 2. Rundachse)

MD24572 \$MC_TRAFO5_AXIS2_1[1] = 1.0

MD24572 \$MC_TRAFO5_AXIS2_1[2] = 0.0

2.6.3 Generische Orientierungstransformations-Varianten

Erweiterung

Die generische Orientierungstransformation für 5-Achs-Transformationen wird für die 3- und 4-Achstransformation mit den folgenden Varianten erweitert:

Variante 1

4-Achstransformationen

Eine 4-Achstransformation wird dadurch gekennzeichnet, dass nur die erste Rundachse als Eingangsachse der Transformation vorhanden ist. Es gilt:

MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[4] = 0 (Achszuordnung für Transformation 1) bzw.

MD24210 \$MC_TRAFO_AXES_IN_2[4] = 0 (Achszuordnung für Transformation 2)

Variante 2

3-Achstransformationen

Bei einer 3-Achstransformation fehlt zusätzlich eine der Geometrieachsen, indem eine Null im Feld eingetragen wird:

MD24120 \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[n] (Zuordnung GEOachse zu Kanalachse für Transformation 1) bzw.

MD24220 \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_2[n] (Zuordnung GEOachse zu Kanalachse für Transformation 2)

Transformation-Typen

Die beiden Varianten der generischen 3- bzw. 4.-Achstransformation, werden durch folgenden Transformationstypen beschrieben:

- 3-bzw. 4-Achstransformation mit drehbarem Werkzeug
\$MC_TRAFO_TYPE_n = 24
- 3-bzw. 4-Achstransformation mit drehbarem Werkstück
\$MC_TRAFO_TYPE_n = 40

Bei den herkömmlichen 3- bzw. 4-Achs-Transformationen legte der Transformationstyp außer der Lage der Drehachse auch die Werkzeuggrundorientierung fest, die dann nicht mehr beeinflusst werden konnte.

Auswirkungen auf die Orientierungen

Die generische 3- bzw. 4-Achstransformation wirkt sich auf die verschiedenen Orientierungen wie folgt aus:

Die resultierende Werkzeugorientierung wird nach der für die generische 5-Achs-Transformation vorgeschriebenen Hierarchie festgelegt.

Priorität:

- hoch: Programmierte Orientierung,
- mittel: Werkzeugorientierung und
- niedrig: Basisorientierung

Insbesondere werden hierbei folgende Orientierungen berücksichtigt:

- Eine gegebenenfalls programmierte Werkzeugorientierung
- Eine durch orientierbare Werkzeugträger modifizierte Werkzeuggrundorientierung

Hinweis

Weitere Informationen zur programmierbaren Werkzeugorientierung und zur Werkzeuggrundorientierung entnehmen Sie Bitte:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundmaschine, Werkzeugkorrektur, Orientierbare Werkzeugträger (W1)

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

Gegenüberstellung

Gegenüber der bereits vorhandenen 3- und 4-Achs-Transformationen aus Kapitel "3- und 4-Achs-Transformation" sind die folgenden Unterschiede zu beachten:

- Lage der Drehachse:
 - Kann beliebig sein
 - Muss nicht parallel zu einer Linearachse sein
- Richtung der Drehachse
 - Muss mit den folgenden Maschinendaten definiert werden:
 MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[n] (Richtung 1. Rundachse) bzw.
 MD24670 \$MC_TRAFO5_AXIS1_2[n] (Richtung 1. Rundachse)
- Grundorientierung des Werkzeugs
 - Muss mit den folgenden Maschinendaten definiert werden:
 MD24574 \$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_1[n] (Werkzeuggrundorientierung) bzw.
 MD24674 \$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_2[n] (Werkzeuggrundorientierung)
- Anwahl einer generischen 3-/4-Achstransformation
 - Kann wie bei der generischen 5-Achs-Transformation optional eine Werkzeugorientierung übergeben werden.

2.6.4 Daten orientierbarer Werkzeugträger parametrieren

Anwendung

Maschinentypen, bei denen der Tisch oder das Werkzeug drehbar sind, können alternativ als echte 5-Achs-Maschinen oder als konventionelle Maschinen mit orientierbarem Werkzeugträger betrieben werden. In beiden Fällen wird die Kinematik der Maschine durch gleiche Daten bestimmt, die bisher aufgrund der unterschiedlichen Parameter, bei orientierbaren Werkzeugträger über Systemvariable und bei Transformationen mittels Maschinendaten doppelt eingegeben werden mussten. Mit den neuen Trafotyp 72 kann festgelegt werden, dass diese beiden Maschinentypen auf identische Daten zugreifen.

Trafotyp 72

Mit den folgenden Maschinendaten wird für den Trafotyp 72 eine generische 5-Achs-Transformation festgelegt, deren Kinematikdaten aus denen eines orientierbaren Werkzeugträgers gelesen werden:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal) bzw.

MD24200 \$MC_TRAFO_TYPE_2 (Definition der Transformation 2 im Kanal)

Aus dessen Nummer werden die Daten über die Maschinendaten MD24582 \$MC_TRAFO5_TCARR_NO_1 (TCARR-Nummer für die 1. 5-Achs-Trafo) für die erste bzw. MD24682 \$MC_TRAFO5_TCARR_NO_2 (TCARR-Nummer für die 2. 5-Achs-Trafo) für die zweite Orientierungstransformation bereitgestellt. Der entsprechende Trafotyp ergibt sich dann aus den Inhalt vom Kinematiktyp mit dem Parameter \$TC_CARR23, siehe nachfolgende Tabelle.

Tabelle 2-3 Maschinentypen für die generische 5-Achs-Transformation

Maschinentyp	1	2	3	4
schwenk-/drehbar:	Werkzeug	Werkstück	Werkzeug/Werkstück	Typ 3 oder orientierbarer Werkzeugträger
Kinematiktyp:	T	P	M	T, P, M
Trafotyp:	24	40	56	72 aus Inhalt \$TC_CARR23

Hinweis

Eine Übernahme erfolgt nur dann, wenn auch der betreffende orientierbare Werkzeugträger vorhanden ist, und der Wert von \$TC_CARR23 einen gültigen Eintrag für den Kinematiktyp nur M, P, T in Groß- oder Kleinschreibung enthält.

Die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Transformationsmaschinendaten der ersten Orientierungstransformation gelten genauso für die zweite Orientierungstransformation. Alle weiteren Maschinendaten, die das Verhalten der Transformation beeinflussen können und in den folgenden Tabellen **nicht** aufgeführt sind, bleiben weiterhin gültig und wirksam:

MD24110/MD24210 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1/2 (Achszuordnung für Transformation) oder MD24574/MD24674 \$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_1/2 (Werkzeuggrundorientierung)

Wenn in den nachfolgenden Tabellen bei den Parametern des orientierbaren Werkzeugträgers in Klammern ein zweiter additiver Parameter aufgeführt ist (z. B. \$TC_CARR24 (+ \$TC_TCARR64)), so ist die Summe beider Werte nur dann wirksam, wenn bei der Übernahme der Daten aus dem orientierbaren Werkzeugträger die Feinverschiebung gemäß folgendem Settingdatum aktiv ist:

SD42974 \$SC_TOCARR_FINE_CORRECTION = TRUE (Feinverschiebung TCARR ein/aus)

Aktivierung

Die für eine Transformation maßgebenden Parameterwerte eines orientierbaren Werkzeugträgers werden jeweils im Teileprogramm mit NEWCONFIG wirksam. Alternativ dazu, können die betreffenden Maschinendaten für den Trafotyp 72 über die HMI-Bedienoberfläche wirksam gesetzt werden.

Zuordnungen für alle Trafotypen

Die Zuordnungen zwischen den Werkzeugträgerdaten zur Beschreibung der linearen Offsets und den entsprechenden Maschinendaten der kinematischen Transformationen sind vom Transformationstyp abhängig. Folgende Zuordnung aller übrigen Parameter ist für alle drei möglichen Transformationstypen gleich:

Zuordnung für alle Transformationstypen gemeinsam gleich			
MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)	24	\$TC_CARR23 =	T
	40		P
	56		M
MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[0] (Richtung 1. Rundachse)		\$TC_CARR7	
MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[1]		\$TC_CARR8	
MD24570 \$MC_TRAFO5_AXIS1_1[2]		\$TC_CARR9	
MD24572 \$MC_TRAFO5_AXIS2_1[0] (Richtung 2. Rundachse)		\$TC_CARR10	
MD24572 \$MC_TRAFO5_AXIS2_1[1]		\$TC_CARR11	
MD24572 \$MC_TRAFO5_AXIS2_1[2]		\$TC_CARR12	
MD24510 \$MC_TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_1[0] (Positionsoffset der Rundachsen 1/2/3 für die 5-Achstransfor. 1)		\$TC_CARR24 (+\$TC_TCARR64)	
MD24510 \$MC_TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_1[1]		\$TC_CARR25 (+\$TC_TCARR65)	
MD24520 \$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1[0] (Vorzeichen der Rundachse 1/2/3 für die 5-Achstransformation 1)		TRUE*	
MD24520 \$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1[1]		TRUE*	

*) Die Maschinendaten MD24520/MD24620 \$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1/2 sind redundant. Sie dienen dazu, den Drehsinn der zugeordneten Rundachse zu invertieren. Das gleiche Ziel kann aber auch erreicht werden, wenn die Richtung des Achsvektors \$MC_TRAFO5_AXIS1/2_1/2 umgekehrt wird. Beim orientierbaren Werkzeugträger existiert deshalb kein entsprechender Parameter. Damit dieser Fall eindeutig beschreiben wird, muss das folgende Maschinendatum ignoriert werden:

MD24520/MD24620 TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1/2

Zuordnungen für Trafotyp 24

Vom Transformationstyp 24 abhängige Zuordnungen der Werkzeugträgerdaten

Transformationstyp "T" (entspricht MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 = 24)	
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[0] (Verschiebungsvektor der 5-Achstransformation 1)	\$TC_CARR1 (+\$TC_TCARR41)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[1]	\$TC_CARR2 (+\$TC_TCARR42)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[2]	\$TC_CARR3 (+\$TC_TCARR43)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[0] (Vektor des kinematischen Versatzes der 5-Achstransformation 1)	\$TC_CARR4 (+\$TC_TCARR44)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[1]	\$TC_CARR5 (+\$TC_TCARR45)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[2]	\$TC_CARR6 (+\$TC_TCARR46)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[0] (Vektor d. Basiswerkzeugs b. Aktivier. der 5-Achstransform. 1)	\$TC_CARR15 (+\$TC_TCARR55)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[1]	\$TC_CARR16 (+\$TC_TCARR56)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[2]	\$TC_CARR17 (+\$TC_TCARR57)

Zuordnungen für Trafotyp 40

Vom Transformationstyp 40 abhängige Zuordnungen der Werkzeugträgerdaten

Transformationstyp "P" (entspricht MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 = 40)	
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[0]	\$TC_CARR4 (+\$TC_TCARR44)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[1]	\$TC_CARR5 (+\$TC_TCARR45)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[2]	\$TC_CARR6 (+\$TC_TCARR46)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[0]	\$TC_CARR15 (+\$TC_TCARR55)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[1]	\$TC_CARR16 (+\$TC_TCARR56)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[2]	\$TC_CARR17 (+\$TC_TCARR57)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[0]	\$TC_CARR18 (+\$TC_TCARR58)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[1]	\$TC_CARR19 (+\$TC_TCARR59)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[2]	\$TC_CARR20 (+\$TC_TCARR60)

Zuordnungen für Trafotyp 56

Vom Transformationstyp 56 abhängige Zuordnungen der Werkzeugträgerdaten

Transformationstyp "M" (entspricht MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 = 56)	
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[0] (Vektor des kinematischen Versatzes der 5-Achstransformation 1)	\$TC_CARR1 (+\$TC_TCARR41)
MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[1]	\$TC_CARR2 (+\$TC_TCARR42)
MD24560: TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[2]	\$TC_CARR3 (+\$TC_TCARR43)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[0]	\$TC_CARR4 (+\$TC_TCARR44)
MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[1]	\$TC_CARR5 (+\$TC_TCARR45)
MD 24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[2]	\$TC_CARR6 (+\$TC_TCARR46)
MD24558 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_1[0]	\$TC_CARR15 (+\$TC_TCARR55)
MD24558 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_1[1]	\$TC_CARR16 (+\$TC_TCARR56)
MD24558 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_1[2]	\$TC_CARR17 (+\$TC_TCARR57)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[0]	\$TC_CARR18 (+\$TC_TCARR58)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[1]	\$TC_CARR19 (+\$TC_TCARR59)
MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[2]	\$TC_CARR20 (+\$TC_TCARR60)

Beispiel für eine Parametrierung

Die erste 5-Achs-Transformation soll ihre Daten aus den Maschinendaten erhalten und die zweite 5-Achs-Transformation soll dagegen mit Hilfe der Daten des 3. orientierbaren Werkzeugträgers parametrieren werden.

```
MD24100 $MC_TRAFO_TYPE_1 = 24          ; erste 5-Achs-Transformation
MD24200 $MC_TRAFO_TYPE_2 = 72          ; zweite 5-Achs-Transformation
MD24682 $MC_TRAFO5_TCARR_NO_2 = 3;    ; Daten des 3. orientierbaren
                                        ; Werkzeugträgers parametrieren
```

2.6.5 Erweiterung der Generischen Transformation auf 6 Achsen

Anwendung

Mit den maximal 3 Linearachsen und 2 Rundachsen kann bei der generischen 5-Achs Transformation die Bewegung und Richtung des Werkzeugs im Raum vollständig beschrieben. Drehungen des Werkzeugs um sich selbst, wie sie bei einem nicht rotationssymmetrischen Werkzeug oder Robotern bedeutsam sind, erfordern hierfür eine weitere Rundachse. Die bisherige generische 5-Achs Transformation wird daher um eine 3. Rundachse erweitert und um weitere Funktionen ergänzt.

- Erweiterung auf 3 Linearachsen und 3 Rundachsen also 6 Achsen.
- Allgemeine Verwendung der generischen Orientierungstransformation bei unveränderter Parametrierung von Maschinendaten.
- Kartesisches Handverfahren auch für die generische Transformation.

Kinematik bei der 6-Achs-Transformation

Die 6-Achs-Transformation baut auf der generischen 5-Achs-Transformation auf und wird um den Transformationstyp 57 erweitert. Damit existieren vier verschiedene Maschinenkinematiken, die durch Angabe des Trafotyps im folgenden Maschinendatum unterschieden werden:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 = Trafotyp (Definition der Transformation 1 im Kanal)

Tabelle 2-4 Übersicht über die Maschinentypen für die generische 6-Achs-Transformation

Maschinentyp	1	2	3	4
schwenk-/drehbar	Werkzeug	Werkstück	Werkzeug/ Werkstück	Werkzeug/ Werkstück
Trafotypen	24	40	56	57
Orientierung im Raum Drehung der Achsen	unverändert Alle 3 Achsen drehen das Werkzeug	unverändert Alle 3 Achsen drehen das Werkstück	Werkzeug von 2 Achsen Werkstück von einer Rundachse	Werkzeug von einer Achse, Werkstück von 2 Rundachs en

In allen vier Fällen ist die erste Rundachse diejenige, welche am nächsten beim Werkstück liegt, und die dritte Rundachse diejenige, die in der kinematischen Kette am nächsten beim Werkzeug liegt.

Hinweis

Mit den genannten 4 Trafotypen sind nur solche Kinematiken abgedeckt, bei denen die drei Linearachsen ein rechtwinkeliges Koordinatensystem bilden, d. h. es werden keine Kinematiken erfasst, bei denen in der kinematischen Kette zwischen zwei Linearachsen mindestens eine Rundachse liegt.

Für jede allgemeine Transformation bzw. für jede Orientierungstransformation existieren eigene Maschinendaten, die sich durch die Endungen _1, _2 usw. voneinander unterscheiden (z. B. MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1, MD24200 \$MC_TRAFO_TYPE_2 usw.). Im Folgenden werden jeweils nur die Namen für die erste Transformation, d. h. die mit den Endungen _1 angegeben. Soll eine andere als die erste Transformation parametrisiert werden, müssen die entsprechend modifizierten Namen verwendet werden.

Konfiguration

Zur Konfiguration **einer 6-Achs-Transformation** sind die Erweiterungen der folgenden Maschinendaten notwendig:

- In folgendem Maschinendatum muss der Kanalachsindex der 3. Rundachse eingetragen werden:
MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[5] (Achszuordnung für Transformation)
- Die Richtung der 3. Rundachse muss in folgendem Maschinendatum spezifiziert werden:
MD24573 \$MC_TRAFO5_AXIS3_1[0..2] (Richtung 3. Rundachse)
- Im Maschinendatum MD24576 \$MC_TRAFO6_BASE_ORIENT_NORMAL_1[0..2] (Werkzeugnormalenvektor) muss ein Orientierungsnormalenvektor mit einer Länge ungleich Null angegeben werden, der nicht parallel oder antiparallel zu dem Maschinendatum MD24574 \$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_1[0..2] (Werkzeuggrundorientierung) definierten Orientierungsvektor ist.

Die **bisherigenOffsets (Vektor)**:

- MD24550 \$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[0..2]
(Vektor d. Basiswerkzeugs b. Aktivier. der 5-Achstransform. 1)
- MD24560 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[0..2]
(Vektor des kinematischen Versatzes der 5-Achstransformation 1)
- MD24558 \$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_1[0..2]
(Vektor kinematischer Versatz im Tisch)
- MD24500 \$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[0..2]
(Verschiebungsvektor 5-Achs-Transformation 1)

Als **neuer Offset (Vektor)** kommt das folgende Maschinendatum hinzu, das den Offset zwischen der zweiten und der dritten Rundachse beschreibt:

- MD24561 \$MC_TRAFO6_JOINT_OFFSET_2_3_1[0..2]
(Vektor kinematischer Versatz)

Hinweis

Bestehende Maschinendatensätze sind kompatibel übertragbar, ohne dass irgendeine Änderung an den Maschinendaten vorgenommen werden muss. Die neu eingeführten Maschinendaten müssen daher bei einer 3-/4-/5-Achs Transformation nicht angegeben werden.

Programmierung der Orientierung

Mit der Erweiterung der generischen Orientierungstransformation auf 6 Achsen können alle drei Freiheitsgrade der Orientierung frei gewählt werden. Sie lassen sich eindeutig durch die Lage eines rechtwinkligen, kartesischen Koordinatensystems bestimmen. Dabei bestimmt eine Achsrichtung, die der dritten Achse, (typischerweise in Z-Richtung) die Orientierung.

Für die Festlegung dieser Richtung werden zwei Freiheitsgrade benötigt. Der dritte Freiheitsgrad wird bestimmt durch **eine Drehung** um diese Richtung, z. B. durch die Angabe eines Winkels THETA oder eines Richtungsvektors für eine der beiden weiteren Achsen des Koordinatensystems, siehe Kapitel "Drehungen des Orientierungsvektors".

Mit den neu eingeführten Adressen AN3, BN3, CN3 wird die Richtung der zweiten Achse, des Koordinatensystems (typischerweise die Y-Achse) des Orientierungsnormalenvektors bestimmt. Der programmierte Orientierungsnormalenvektor soll senkrecht auf der Orientierung stehen und ist nur möglich, wenn die beiden programmierten Vektoren nicht parallel bzw. antiparallel sind. Anderenfalls wird der Alarm 4342 ausgelöst.

Die Richtung der ersten Achse, der X-Achse, ist dann eindeutig bestimmt.

Grundstellung des Orientierungsnormalenvektors

Die Grundeinstellung des Orientierungsnormalenvektors in der Transformation kann ebenso wie die Grundeinstellung der Orientierung auf eine von drei Arten bestimmt werden:

Angabe bei der **Aktivierung der Transformation**

1. Die Vektorkomponenten werden dabei als Parameter 8 bis 10 übergeben:

Parameter 1: Trafonummer,

Parameter 2 - 4: Orientierungsvektor,

Parameter 5 - 7: Rundachsoffsets

2. Wurde **kein** Orientierungsnormalenvektor angegeben und es ist **ein** Werkzeug aktiv, wird der Vektor aus den Werkzeugdaten übernommen.
3. Wurde **kein** Orientierungsnormalenvektor angegeben und es ist auch **kein** Werkzeug aktiv, wird der im folgenden Maschinendatum definierte Vektor verwendet:

MD24567 \$MC_TRAFO6_BASE_ORIENT_NORMAL_1[0..2] (Werkzeugnormalenvektor)

Die Lage des Orientierungskordinatensystems eines Standardwerkzeugs ist abhängig von der **aktiven Ebene** G17, G18, G19 laut nachfolgender Tabelle:

Tabelle 2-5 Lage des Orientierungskordinatensystems

	G17	G18	G19
Richtung des Orientierungsvektors	Z	Y	X
Richtung des Orientierungsnormalevektors	Y	X	Z

Hinweis

Der Orientierungsvektor eines Werkzeugs kann abweichend vom Standard auch mit Hilfe der Systemvariablen \$TC_DPV bzw. \$TC_DPV3 - \$TC_DPV5 in den Werkzeugdaten definiert werden, siehe /FB1/ Funktionshandbuch Grundmaschine, Werkzeugkorrekturen (W1), "Summen- und Einrichtkorrekturen".

Diese Möglichkeit wird erweitert zur Angabe des Orientierungsnormalevektors mit Hilfe der Systemvariablen \$TC_DPVN3 - \$TC_DPVN5. Dabei ist die Bedeutung der Vektorkomponenten analog zu der Bedeutung der Komponenten der Werkzeugorientierung:

\$TC_DPVN3 ist die Komponente in Richtung der Werkzeuglänge L1,

\$TC_DPVN4 die Komponente in Richtung der Werkzeuglänge L2 und

\$TC_DPVN5 die Komponente in Richtung der Werkzeuglänge L3.

Damit die neuen Werkzeugparameter verwendet werden können, muss das folgende Maschinendatum den Wert 3 haben:

MD18114 \$MN_MM_ENABLE_TOOL_ORIENT (Werkzeugschneiden Orientierung zuordnen)

Durch die Programmierung einer Drehung des Werkzeugs mit AN3, BN3, CN3 bzw. THETA wird das Koordinatensystem nicht gedreht.

Programmierbeispiel

Ein Programmierbeispiel für die generische 6-Achs-Transformation ist im Kapitel "Beispiel für generische 5-Achs-Transformation" dargestellt.

Randbedingungen

Die generische 6-Achs-Transformation benötigt 6 Achsen und ist daher nur auf Systemen mit mindestens 6 Achsen verfügbar.

2.6.6 Kartesisches Handverfahren bei generischer Transformation

Funktionalität

Die Funktion "Kartesisches Handverfahren" ermöglicht als Bezugssystem für die Betriebsart JOG, Achsen in den kartesischen Koordinatensystemen unabhängig voneinander einzustellen:

- Basiskoordinatensystem (BKS)
- Werkstückkoordinatensystem (WKS)
- Werkzeugkoordinatensystem (TKS)

Mit dem folgenden Maschinendatum wird sowohl die Funktion aktiviert, als auch die erlaubten Koordinatensysteme eingestellt:

MD21106 \$MC_CART_JOG_SYSTEM (Koordinatensysteme beim kart. JOG)

Für die JOG-Bewegung kann eines der drei Bezugssysteme sowohl für die Translation/Bewegung der Geometrieachsen als auch für die Werkzeugorientierung/Bewegung der Orientierungsachsen über das Settingdatum SD42650 \$SC_CART_JOG_MODE (Koordinatensystem für Kart. Handverfahren) getrennt voneinander eingestellt werden.

Aktivierung

Mit dem folgenden Maschinendatum wird sowohl die Funktion aktiviert, als auch die erlaubten Koordinatensysteme eingestellt:

MD21106 \$MC_CART_JOG_SYSTEM (Koordinatensysteme beim kart. JOG)

Mit dem folgenden Settingdatum wird die für die Verfahrbewegungen der Orientierung verwendete virtuelle Kinematik eingestellt:

SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE (Definition virtueller Kinematik für JOG)

Im Unterschied zur generischen 5-/6-Achs Transformation können dabei nur Kinematiken eingestellt werden, bei denen die Drehachsen senkrecht aufeinander stehen.

Die Verfahrbewegungen der Geometrie- und Orientierungsachsen erfolgen über die VDI-Nahtstellensignale der Geometrie- bzw. Orientierungsachsen.

Translationen

Mit einer translatorischen Bewegung kann die Werkzeugspitze (TCP) 3-dimensional parallel zu den Achsen des eingestellten Bezugssystems bewegt werden. Die Verfahrbewegung erfolgt hierbei über die VDI-Nahtstellensignale der Geometrieachsen.

Hinweis

Weitere Informationen zur Darstellung der Translationen beim Kartesischen Handverfahren in den entsprechenden Koordinatensystemen siehe:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch, Erweiterungsfunktionen, "Kartesisches Handverfahren (810D powerline)" (M1)

Orientierung des Werkzeugs

Über eine Orientierungsbewegung kann das Werkzeug zur Werkstückoberfläche ausgerichtet werden. Die Bewegung der Orientierungsachsen werden vom PLC über die VDI-Nahtstellensignale der Orientierungsachsen ausgelöst. Die virtuellen Orientierungsachsen führen hierbei Drehungen um die feststehenden Richtungen des jeweiligen Bezugssystems aus. Die virtuelle Kinematik wird mit dem folgenden Settingdatum durch die aktive Transformation festgelegt:

SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE = 0

Drehungen der Orientierungen

Durch weitere Einstellungen des folgenden Settingsdatums werden die Drehungen der Orientierungsachsen festgelegt:

SD42660 \$MC_ORI_JOG_MODE

Es gibt dabei folgende Möglichkeiten:

Drehungen bei JOG

Bei JOG können die Drehungen um die festgelegten Richtungen des jeweiligen Bezugssystems entweder mit Eulerwinkel oder RPY-Winkel verfahren werden.

SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE = 1: Beim Joggen werden **Eulerwinkel** verfahren, d. h.:

die 1. Achse dreht um die z-Richtung,

die 2. Achse dreht um die x-Richtung und

die evtl. vorhandene 3. Achse dreht um die neue z-Richtung.

SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE = 2: Beim Joggen werden **RPY-Winkel** verfahren mit der Drehreihenfolge XYZ, d. h.:

die 1. Achse dreht um die x-Richtung,

die 2. Achse um die y-Richtung und

die evtl. vorhandene 3. Achse dreht um die neue z-Richtung.

SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE = 3: Beim Joggen werden **RPY-Winkel** verfahren mit der Drehreihenfolge ZYX, d. h.:

die 1. Achse dreht um die z-Richtung,

die 2. Achse um die y-Richtung und

die evtl. vorhandene 3. Achse dreht um die neue x-Richtung.

Drehfolge der Rundachsen

Die Drehfolge der Rundachsen wird über folgende Settingdaten eingestellt:

- **SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE = 4:**

über das Maschinendatum MD21120 \$MC_ORIAX_TURN_TAB_1
(Bezugsachsensdefinition für ORI-Achsen)

- **SD42660 \$SC_ORI_JOG_MODE = 5:**

über das Maschinendatum MD21130 \$MC_ORIAX_TURN_TAB_2
(Bezugsachsensdefinition für ORI-Achsen)

Weitere Erläuterungen zu Orientierungsbewegungen siehe Kapitel "Orientierung" und Kapitel "Orientierungsachsen".

Hinweis

Weitere Informationen zur Programmierung der Drehungen siehe:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch, Arbeitsvorbereitung, Transformation (Programmierung der Werkzeugorientierung)

2.7 Einschränkungen für Kinematiken und Interpolationen

Weniger als 6 Achsen

Es sind nicht alle Freiheitsgrade für die Orientierung vorhanden. Dadurch gelten besondere Festlegungen.

5-Achs-Kinematik

Diese besitzt nur zwei Freiheitsgrade für die Orientierung. Die Zuordnung der Orientierungsachsen und die Richtung des Werkzeugvektors sind so zu wählen, dass die Drehung um den Werkzeugvektor selbst entfällt. Deshalb sind nur zwei Orientierungswinkel zur Beschreibung der Orientierung nötig. Wird mit `ORIVECT` verfahren, wird eine reine Schwenkbewegung des Werkzeugvektors ausgeführt.

3- und 4-Achs-Kinematik

Bei 3-Achs-Kinematiken und bei 4-Achs-Kinematiken ist nur ein Freiheitsgrad für die Orientierung vorhanden. Um welchen Orientierungswinkel gedreht werden soll, ist von der jeweiligen Transformation abhängig.

Hier ist es nur sinnvoll, die Orientierungsachse mit `ORIAXES` zu verfahren. Damit wird die Orientierungsachse direkt linear interpoliert.

Interpolation über mehrere Sätze

Werkzeugmaschinen mit Kinematik eines orientierbaren Werkzeugträgers sind fähig, das Werkzeug im Raum zu orientieren. Die Orientierung des Werkzeugs wird fast immer in jedem Satz programmiert. Dabei gibt es z. B. die Möglichkeit, die Werkzeugorientierung direkt durch die Rundachsstellungen anzugeben.

Werden Orientierungen eines Werkzeugs über mehrere aufeinanderfolgenden Sätzen hinweg interpoliert, so erhält man unerwünschte abrupte Änderungen des Orientierungsvektors an den Satzübergängen. Dies führt zu nichtstetigen Geschwindigkeits- und Beschleunigungsänderungen der Rundachsen an den Satzübergängen.

Mittels der Großkreisinterpolation kann somit keine geschwindigkeitsstetige und beschleunigungsstetige Bewegung der Orientierungsachsen über mehrere Sätze hinweg generiert werden. Die Orientierungsachsen verhalten sich wie normale Linearachsen, wenn nur G1-Sätze interpoliert werden.

Bei Linearachsen wird eine beschleunigungsstetige Bewegung erreicht, indem Polynome zur Interpolation der Achsen verwendet werden.

Werkzeugorientierung mittels Orientierungsvektoren

Eine wesentlich bessere Methode besteht darin, die Orientierung des Werkzeuges im Raum mittels Orientierungsvektoren zu programmieren.

Dabei sind die in Kapitel "Polynominterpolation von Orientierungsvektoren" beschriebenen Eigenschaften der Polynominterpolation von Orientierungsvektoren zu berücksichtigen.

Weitere Erläuterungen zur Werkzeugorientierung mittels Orientierungsvektoren bei Werkzeugmaschinen sind im Kapitel "Polynominterpolation von Orientierungsvektoren" und auch in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

2.7.1 Singularitäten der Orientierung

Problemstellung

Wie im Kapitel "Singuläre Stellen und ihre Behandlung" bereits beschrieben, sind Singularitäten (Pole) solche Konstellationen, bei denen die Werkzeugorientierung parallel zur ersten Rundachse wird. Wird bei oder nahe bei einer solchen Orientierung die Orientierungsänderung vorgegeben (wie das bei der Großkreisinterpolation ORIWKS der Fall ist), so werden für kleine Orientierungsänderungen Große Änderungen der Rundachspositionen nötig. Im Extremfall müsste die Rundachsposition springen.

Eine derartige Situation wird wie folgt behandelt:

Es gibt nur noch ein relevantes Maschinendatum, das wie bisher einen Kreis um den Pol beschreibt:

MD24540 \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_1 (Endwinkeltoleranz b. Interpolation durch Pol f. 5-Achstransformation)

bzw.

MD24640 \$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_2 (Endwinkeltol. b. Interpolation durch Pol f. 5-Achstransformation)

Weitere Informationen zur Behandlung singulärer Stellungen siehe:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung, Transformationen, Kartesisches PTP-Fahren

Beispiel für Maschinentyp 1

Drehbares Werkzeug

Beide Rundachsen verändern die Orientierung des Werkzeugs. Die Orientierung des Werkstücks ist fest.

2-Achsen-Schwenkkopf mit der Rundachse RA 1 (4. Achse der Transformation) und der Rundachse RA 2 (5. Achse der Transformation).

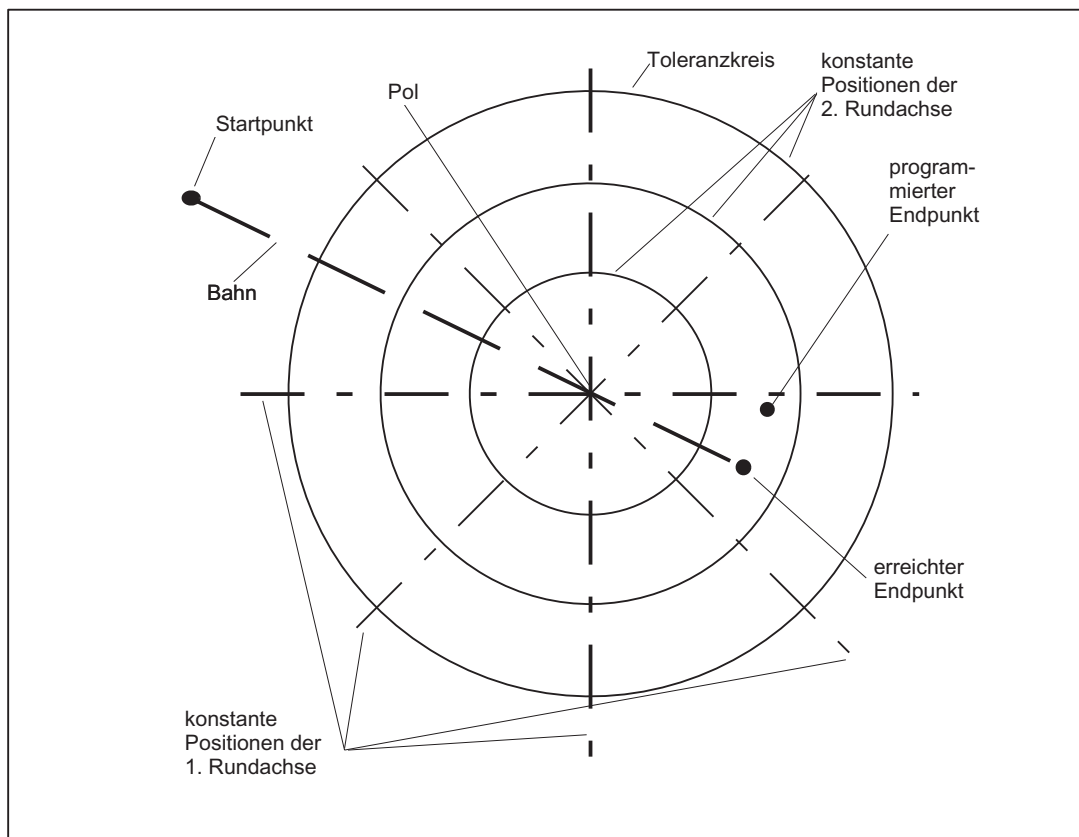


Bild 2-15 Generische 5-Achs-Transformation; Endpunkt der Orientierung innerhalb des Toleranzkreises.

Endpunkt innerhalb des Kreises

Liegt der Endpunkt innerhalb des Kreises, so bleibt die erste Achse stehen, und es fährt nur die zweite Achse, und zwar so weit, dass die Differenz zwischen Soll- und Istorientierung minimal wird. Da die erste Rundachse nicht bewegt wird, wird die Orientierung aber im allgemeinen vom programmierten Wert abweichen (siehe vorheriges Bild). Es wird aber damit erreicht, dass die programmierte Orientierung zumindest dann exakt erreicht wird, wenn die erste Rundachse zufälligerweise richtig steht.

Hinweis

Im vorherigen Bild ist die resultierende Bahn eine Gerade, da auf ihr die Position der ersten Rundachse konstant ist. Diese Darstellung ist immer richtig, unabhängig davon, in welchem Winkel die beiden Rundachsen zueinander stehen. Der Orientierungsvektor bewegt sich jedoch nur dann in einer Ebene, wenn die beiden Rundachsen und die Grundorientierung jeweils aufeinander senkrecht stehen. In allen anderen Fällen beschreibt der Orientierungsvektor einen Kegelmantel.

Endpunkt außerhalb des Kreises

Würde die Orientierungsinterpolation durch den Kreis hindurchführen, während der Endpunkt außerhalb des Kreises liegt, wird der Endpunkt mit Achsinterpolation angefahren. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn der Startpunkt der Interpolation innerhalb des Kreises liegt. Dadurch ergeben sich auf der Bahn zwangsläufig Abweichungen von der programmierten Sollorientierung.

2.8 Orientierung

2.8.1 Grundorientierung

Unterschiede zu bisherigen 5-Achs-Transformationen

Bei den bisher realisierten 5-Achstransformationen war die Grundorientierung des Werkzeugs durch den Transformationstyp festgelegt.

Mit der generischen 5-Achstransformation ist es möglich, beliebige Grundorientierungen des Werkzeugs zuzulassen, d. h. die Orientierung des Werkzeugs im Raum bei Grundstellung der Achsen ist beliebig.

Wird eine Orientierung mit Hilfe von Euler-Winkeln, RPY-Winkeln (A2, B2, C2) oder mittels Vektoren (A3, B3, C3) programmiert, wird die Grundorientierung berücksichtigt, d. h. die Rundachsen stellen sich so ein, dass ein in Grundorientierung ausgerichtetes Werkzeug in die programmierte Orientierung überführt wird.

Werden die Rundachsen direkt programmiert, so hat die Grundorientierung darauf keinen Einfluss.

Definition

Für die Definition der Grundorientierung sind drei verschiedene Arten möglich:

1. beim Aufruf der Transformation
2. über die Orientierung des aktiven Werkzeugs
3. über ein Maschinendatum

Beim Aufruf der Transformation

Zu 1.:

Beim Aufruf der Transformation kann der Richtungsvektor der Grundorientierung im Aufruf angegeben werden, z. B. `TRAORI(0, 0., 1., 5.)`. Der Richtungsvektor wird dabei durch die Parameter 2 bis 4 definiert; im Beispiel hat er deshalb den Wert (0., 1., 5.).

Der erste Parameter gibt die Transformationsnummer an. Soll die erste Transformation aktiviert werden, kann die Nummer auch weggelassen werden. Bei Angabe einer Orientierung müssen aber die Parameter hierbei eindeutig bleiben, so dass für die Transformationsnummer ein leerer Platz vorgesehen wird, z. B. `TRAORI(, 0., 1., 5.)`.

Hinweis

Die Orientierungsangabe gilt absolut; sie wird durch einen eventuell aktiven Frame nicht modifiziert.

Der Betrag des Vektors ist unerheblich; nur die Richtung ist von Bedeutung. Nicht programmierte Vektorkomponenten werden auf Null gesetzt.

Sind insbesondere alle drei Vektorkomponenten Null (entweder weil sie explizit so programmiert oder weil sie nicht angegeben wurden), wird die Grundorientierung nicht durch Angaben im Aufruf von `TRAORI(. . .)`, sondern durch eine der beiden im folgenden beschriebenen Möglichkeiten definiert.

Wird die Grundorientierung in der beschriebenen Weise definiert, kann sie während einer aktiven Transformation nicht mehr verändert werden. Eine Änderung ist nur durch eine Neuanwahl der Transformation möglich.

Über die Orientierung des aktiven Werkzeugs

Zu 2.:

Die Grundorientierung wird durch das Werkzeug festgelegt,

- wenn sie nicht durch Angabe eines Richtungsvektors bei der Transformationsanwahl definiert wurde,
- und wenn ein Werkzeug aktiv ist.

Die Orientierung eines Werkzeugs hängt von der angewählten Ebene ab. Sie ist bei G17 parallel zu Z, bei G18 parallel zu Y und bei G19 parallel zu X.

Sie kann durch orientierbare Werkzeugträger beliebig modifiziert werden, siehe:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundmaschine, Werkzeugkorrektur, Orientierbare Werkzeugträger (W1)

Wird bei aktiver Transformation das Werkzeug gewechselt, so wird auch die Grundorientierung aktualisiert. Gleiches gilt, wenn sich die Orientierung eines Werkzeugs aufgrund eines Ebenenwechsels ändert (ein Ebenenwechsel ist gleichbedeutend mit einem Werkzeugwechsel, da sich dadurch auch die Zuordnung der Werkzeuglängskomponenten zu den einzelnen Achsen ändert).

Wird das Werkzeug abgewählt, so dass auch keine Werkzeugorientierung mehr definiert ist, wird die Grundorientierung aus den Maschinendaten wirksam.

Über ein Maschinendatum

Zu 3.:

Wird die Grundorientierung durch keine der beiden zuvor beschriebenen Varianten definiert, wird sie aus dem folgenden Maschinendatum entnommen:

`$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_n` (Werkzeuggrundorientierung)

Dieses Maschinendatum muss vom Nullvektor verschieden sein, da sonst beim Steuerungshochlauf bei aktiver Transformation ein Alarm erzeugt wird.

Ist bei einer aktiven Transformation die Grundorientierung durch das Maschinendatum `$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_n` festgelegt und wird ein Werkzeug aktiviert, so wird die Grundorientierung durch das Werkzeug neu definiert.

Hinweis

Der Bereich der einstellbaren Orientierungen hängt von den Richtungen der beteiligten Rundachsen und der Grundorientierung ab. Nur wenn diese jeweils aufeinander senkrecht stehen, sind alle denkbaren Orientierungen erreichbar. Bei Abweichungen von dieser Bedingung gibt es "tote" Bereiche.

Beispiele:

1. Extrembeispiel: Eine Maschine mit drehbarem Werkzeug hat als erste Rundachse eine C-Achse und als zweite Rundachse eine A-Achse. Wird die Grundorientierung parallel zur A-Achse definiert, kann die Orientierung nur noch in der X-Y-Ebene verändert werden (bei Drehung der C-Achse), d. h. eine Orientierung mit einem Z-Anteil ungleich Null ist dann nicht möglich. Eine Drehung der A-Achse verändert die Orientierung nicht.
2. Realistisches Beispiel: Eine Maschine mit Nutatorkinematik (kardanischer Kopf) mit einer schrägen Achse unter 45° unter einer Grundorientierung parallel zur Z-Achse kann nur Orientierungen innerhalb einer Halbkugel abdecken: die obere Halbkugel bei Grundorientierung in Richtung +Z bzw. die untere bei Grundorientierung in Richtung -Z.

2.8.2 Orientierungsbewegungen mit Achsgrenzen

Rundachsposition berechnen

Wird bei einer 5-Achs-Transformation die Endorientierung in einem Satz indirekt, durch Euler-, RPY-Winkel oder Richtungsvektor programmiert, so müssen die Rundachspositionen berechnet werden, bei denen sich die gewünschte Orientierung ergibt. Diese Berechnung ist nicht eindeutig.

Es gibt immer mindestens zwei wesentlich verschiedene Lösungen. Dazu kommen beliebig viele weitere Lösungen, die sich daraus ergeben, dass die Rundachspositionen um beliebige Vielfache von 360 Grad modifiziert werden.

Die Steuerung wählt unter den möglichen Lösungen diejenige aus, die unter Berücksichtigung des programmierten Interpolationstyps der Orientierung vom aktuellen Startpunkt aus auf dem kürzesten Weg zu erreichen ist.

Zulässige Achsgrenzen ermitteln

Immer wenn das Anfahren der gewünschten Achsstellung auf dem kürzesten Wege zu einer Verletzung der Achsgrenzen führen würde, versucht die Steuerung eine andere zulässige Lösung zu bestimmen. Zunächst wird die zweite Lösung untersucht, und falls auch diese Lösung die Achsgrenzen verletzt, werden für beide Lösungen die Achspositionen um Vielfache von 360 modifiziert, mit dem Ziel eine gültige Position zu finden.

Damit die Achsbegrenzungen einer Rundachse überwacht und die zu ermittelnde Endpositionen gegebenenfalls modifiziert werden, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Eine generische 5-Achs-Transformation vom Trafotyp 24, 40 oder 56 muss aktiv sein.
- Die Achse muss referiert sein.
- Die Achse darf keine Modulo-Rundachse sein
- Das folgende Maschindatum muss ungleich Null sein:

MD21180 \$MC_ROT_AX_SWL_CHECK_MODE (Check Softwarelimits für Ori.-Achsen)

Mit dem folgenden Maschinendatum wird festgelegt, wann eine Veränderung der Rundachspositionen zulässig ist:

MD21180 \$MC_ROT_AX_SWL_CHECK_MODE

Wert 0: Keine Veränderung zulässig (Default, entspricht dem bisherigen Verhalten).

Wert 1: Veränderung ist nur zulässig, wenn Achsinterpolation aktiv ist (ORIAxes bzw. ORIMKS).

Wert 2: Veränderung ist immer zulässig, auch wenn ursprünglich Vektorinterpolation (Großkreis-, Kegelmantelinterpolation usw.) aktiv war.

Umschalten auf Achsinterpolation

Müssen die Achspositionen gegenüber dem ursprünglich ermittelten Wert verändert werden, wird grundsätzlich auf Achsinterpolation der Rundachsen umgeschaltet, da der ursprünglich vorgesehene Interpolationsweg, z. B. durch Großkreisinterpolation oder Kegelmantelinterpolation, nicht mehr eingehalten werden kann.

Beispiel

Ein Beispiel für die Modifikation der Rundachsbewegung einer 5-Achs-Maschine mit drehbarem Werkzeug ist im Kapitel "Beispiel für generische 5-Achstransformation" dargestellt.

2.8.3 Komprimierung der Orientierung

Einführung

Bis SW-Stand 6.2 unterlag die Nutzung der Kompressoren Einschränkungen bezüglich der Orientierung. Diese werden durch die im Folgenden beschriebenen Möglichkeiten verringert.

Erweiterte Funktion

Die Kompressoren COMPON, COMPCURV und COMPCAD sind so erweitert, dass auch NC-Programme, in denen die Orientierung mittels Richtungsvektoren programmiert ist, unter Einhaltung einer vorgebbaren Toleranz komprimiert werden können.

Voraussetzungen

Die Funktion "Kompressor für Orientierungen" gibt es nur, falls die Option Orientierungstransformation verfügbar ist.

Bisherige Funktion

Der Kompressor wird nur aktiv für Linearsätze (G1). Der Kompressionsvorgang wird unterbrochen durch jede andere NC-Anweisung, z. B. eine Hilfsfunktionsausgabe, nicht jedoch durch Parameterrechnungen. Die zu komprimierenden Sätze dürfen nur Folgendes enthalten:

- Satznummer,
- G1,
- Achsadressen,
- Vorschub,
- Kommentar.

```
| N... G1 X... Y... Z... A... B... F... ; Kommentar
```

Funktion ab SW 6.3

Die Positionswerte müssen nicht direkt programmiert werden, sondern sie können über Parameterzuweisungen angegeben werden. In der allgemeinen Form:

N... G1 X=<...> Y=<...> Z=<...> A=<...> B=<...> F=<...> ; Kommentar

In <...> können beliebige Parameterausdrücke stehen, z. B. $X=R1*(R2+R3)$.

Programmiermöglichkeiten

Bei 5-Achs Maschinen kann die Werkzeugorientierung u.a. folgendermaßen (kinematikunabhängig) programmiert werden, falls eine Orientierungstransformation (TRAORI) aktiv ist:

1. Programmierung des Richtungs**v**ektors über:

A3=<...> B3=<...> C3=<...>

2. Programmierung der Euler**w**inkel bzw. RPY-**W**inkel über:

A2=<...> B2=<...> C2=<...>

Komprimierung bei Großkreisinterpolation

Die Orientierungsbewegung wird nur dann komprimiert, falls Großkreisinterpolation aktiv ist, d. h. die Änderung der Werkzeugorientierung erfolgt in der Ebene, die von Start- und Endorientierung aufgespannt wird.

Eine Großkreisinterpolation wird unter den folgenden Bedingungen durchgeführt:

1. Für folgendes Maschinendatum, wenn ORIWKS aktiv ist, und die Orientierung als Vektor programmiert ist (mit A3, B3, C3 bzw. A2, B2, C2):

MD21104 \$MC_ORI_IPO_WITH_G_CODE = 0 (G-Code für Orientierungsinterpolation)

2. Für folgendes Maschinendatum, wenn ORIVECT bzw. ORIPLANE aktiv ist:

MD21104 \$MC_ORI_IPO_WITH_G_CODE = 1

Die Werkzeugorientierung kann entweder als Richtungsvektor oder mit Rundachspalten programmiert sein. Ist einer der G-Codes ORICON_{xxx} oder ORICURVE aktiv oder sind Polynome für die Orientierungswinkel (PO[PHI] und PO[PSI]) programmiert, wird keine Großkreisinterpolation durchgeführt.

Drehung des Werkzeuges

Bei **6-Achs** Maschinen kann zusätzlich zur Werkzeugorientierung noch die Drehung des Werkzeugs programmiert werden.

Die Programmierung des Drehwinkels erfolgt mit dem Bezeichner THETA. (THETA=<...>).

NC-Sätze, in denen zusätzlich eine Drehung programmiert ist, sind nur dann komprimierbar, falls sich der Drehwinkel **linear** ändert. D. h. für den Drehwinkel darf kein Polynom mit PO[THT]=(...) programmiert sein.

Allgemeine Form eines NC-Satzes, der komprimierbar ist:

N... X=<...> Y=<...> Z=<...> A3=<...> B3=<...> C3=<...> THETA=<...> F=<...>

bzw.

N... X=<...>Y=<...> Z=<...> A2=<...> B2=<...> C2=<...> THETA=<...> F=<...>

Wird dagegen die Werkzeugorientierung durch Rundachspositionen angegeben, z. B. in der folgenden Form, dann wird die Komprimierung auf zwei unterschiedliche Arten durchgeführt, abhängig davon ob eine Großkreisinterpolation durchgeführt wird oder nicht:

N... X=<...> Y=<...> Z=<...> A=<...> B=<...> THETA=<...> F=<...>

Im Fall, dass keine Rundachsinterpolation stattfindet, wird die komprimierte Orientierungsänderung durch axiale Polynome für die Rundachsen in üblicher Weise dargestellt.

Genauigkeit

NC-Sätze sind nur dann komprimierbar, falls man Abweichungen der interpolierten Kontur von der programmierten Kontur zulässt bzw. der interpolierten Orientierung vom programmierten Orientierungslauf.

Die maximale erlaubte Abweichung ist durch Kompressor-Toleranzen einstellbar. Je größer die erlaubten Toleranzen sind, umso mehr Sätze können komprimiert werden. Jedoch weicht die interpolierte Kontur bzw. Orientierung umso mehr von den programmierten Werten ab.

Achsgenauigkeit

Der Kompressor erzeugt für jede Achse eine Spline-Kurve, die maximal um den mit dem folgenden Maschinendatum eingestellten Wert von den programmierten Endpunkten jeder Achse abweicht:

MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL (Maximale Abweichung bei Kompression)

Konturgenauigkeit

Es werden die maximalen Abweichungen nicht für jede Achse getrennt vorgegeben, sondern es werden die maximale geometrische Abweichung der Kontur (Geo-Achsen) und der Werkzeugorientierung kontrolliert.

Dies erfolgt mit den Settingdaten:

1. SD42475 \$SC_COMPRESS_CONTUR_TOL
(Maximale Konturabweichung beim Kompressor)
2. SD42476 \$SC_COMPRESS_ORI_TOL
(Maximale Winkelabweichung für die Werkzeugorientierung Kompressor)
3. SD42477 \$SC_COMPRESS_ORI_ROT_TOL
(Maximale Winkelabweichung für den Drehwinkel des Werkzeugs) (nur bei 6-Achs Maschinen verfügbar)

Settingdaten benutzen

Mit dem folgenden Maschinendatum kann eine bestimmte Art der Toleranzvorgabe eingestellt werden:

MD20482 \$MC_COMPRESSOR_MODE (Mode des Kompressors)

- Wert 0: Axiale Toleranzen mit Maschinendatum MD33100
\$MA_COMPRESS_POS_TOL (Maximale Abweichung bei Kompression) für alle Achsen (Geo-Achsen und Orientierungsachsen).
- Wert 1: Vorgabe der Konturtoleranz mit Maschinendatum SD42475
\$SC_COMPRESS_CONTUR_TOL (Max. Konturabweichung beim Kompressor), Toleranz für die Orientierung über axiale Toleranzen mit MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL (Maximale Abweichung bei Kompression).
- Wert 2: Vorgabe der maximalen Winkelabweichung für:
- Werkzeugorientierung mit Settingdatum
SD42476 \$SC_COMPRESS_ORI_TOL (Max. Abw. d. WZ-orientierung Kompressor)
 - Toleranz für die Kontur über axiale Toleranzen mit Maschinendatum MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL.
- Wert 3: Vorgabe der Konturtoleranz mit Settingdatum SD42475
\$SC_COMPRESS_CONTUR_TOL und Vorgabe der maximalen Winkelabweichung für die Werkzeugorientierung mit Settingdatum SD42476 \$SC_COMPRESS_ORI_TOL.

Die Vorgabe einer maximalen Winkelabweichung der Werkzeugorientierung ist nur dann möglich, wenn eine Orientierungstransformation ($TRAORI$) aktiv ist.

Aktivierung

Die Aktivierung des Orientierungskompressors erfolgt einem der G-Codes COMPON, COMPCURV und COMPCAD.

Programmierbeispiel

Für die Komprimierung eines Kreises, der durch einen Polygonzug angenähert wird, siehe Kapitel "Beispiel für Orientierungsachsen".

2.8.4 Bahnrelative Orientierung

Funktionalität

Die bisherige Programmierung der Werkzeugorientierung wird unabhängig von bestimmten technologischen Anwendungen dahingehend verbessert, dass die programmierte relative Orientierung bezogen auf die gesamte Bahn eingehalten wird. Die dabei notwendigen Abweichungen vom idealen Orientierungsverlauf, können vorgegeben werden, falls z. B. eine Ecke in der Kontur auftritt.

Die Werkzeugorientierung kann sowohl über projektierbare Maschinendaten als auch über neue Sprachbefehle im Teileprogramm verändert werden. Dadurch ist es möglich, die relative Orientierung zur Bahn nicht nur am Satzende, sondern über den gesamten Bahnverlauf einzuhalten. Die gewünschte Orientierung wird erreicht:

- Durch einstellbare Orientierungsarten bei `ORIPATH`, wie relativ zur Bahn interpoliert werden soll.
- Ob die Werkzeugorientierung entweder immer stetig mit vorgebbaren Abweichungen vom idealen bahnrelativen Orientierungsverlauf an einem Satzübergang verlaufen soll, **oder** ob der Sprung der Orientierung in einem eigenen, eingefügten Zwischensatz geglättet werden soll. In diesem Fall wird dann die Bahnbewegung in der Konturecke gestoppt.
- Bei 6-Achs-Transformationen gibt es zwei Möglichkeiten:
 - Die Werkzeugorientierung als auch die Drehung der Orientierung wird relativ zur Bahn interpoliert (`ORIPATH`, `ORIPATHS`).
 - Der Orientierungsvektor wird wie üblich programmiert und interpoliert. Die Drehung des Orientierungsvektors wird bei `ORIOTC` relativ zur Bahntangente angestellt.

Hinweis

Die bahnrelative Orientierungsinterpolation mit `ORIPATH` bzw. `ORIPATHS` und `ORIOTC`, kann **nicht zusammen** mit der Funktion "Orientierungsglättung" verwendet werden. Hierfür muss im Teileprogramm `OSOF` aktiv sein. Anderenfalls wird der Alarm 10980 "Orientierungsglättung nicht möglich" ausgegeben.

Bahnrelative Orientierung aktivieren

Die erweiterte Funktion "Bahnrelative Orientierung" wird mit dem folgenden Maschinendatum aktiviert:

MD21094 \$MC_ORIPATH_MODE > 0 (Einstellung für bahnrelative Orientierung `ORIPATH`)

Durch Programmierung von `ORIPATH` wird die Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn im Teileprogramm aktiviert. Mit `ORIPATH` kann ein Knick im Orientierungsverlauf, wie er z. B. an einer Ecke der Kontur entstehen kann, geglättet werden.

Orientierung am Satzübergang

Im Fall des folgenden Maschinendatums verläuft die Werkzeugorientierung immer stetig an einem Satzübergang:

MD21094 \$MC_ORIPATH_MODE = 0

Bei folgendem Maschinendatum kann ein Sprung der Werkzeugorientierung an einem Satzübergang auftreten:

MD21094 \$MC_ORIPATH_MODE > 0

Ein Sprung der Orientierung tritt immer dann auf, wenn an einem Satzübergang sich entweder die Bahntangente oder der Flächennormalvektor nicht stetig ändert.

Abweichung von der gewünschten Orientierung

Während der Interpolation des Satzes kann die Orientierung mehr oder weniger stark von der gewünschten relativen Orientierung abweichen. Es wird die im Vorgängersatz erreichte Orientierung mittels Großkreisinterpolation in die programmierte Endorientierung überführt. Die dadurch bedingte Abweichung von der gewünschten relativen Orientierung hat zwei wesentliche Ursachen:

1. Die **Endorientierung des Vorgängersatzes** bezieht sich auf die Tangente und dem Normalenvektor am Ende des Vorgängersatzes. Beide können am Anfang des aktuellen Satzes davon abweichen. Damit hat im aktuellen Satz die Startorientierung nicht die gleiche Ausrichtung im Bezug zur Tangente und zum Normalenvektor wie am Ende des Satzes.
2. Sowohl die Tangente als auch der Normalenvektor können sich **über den ganzen Satz ändern**. Dies ist dann der Fall, wenn für die Geoachsen Kreise, Splines oder Polynome programmiert werden, oder wenn für den Normalenvektor sowohl ein Start- als auch ein Endwert programmiert wird. In diesem Fall muss sich die Werkzeugorientierung während der Interpolation des Satzes geeignet ändern, um in jedem Bahnpunkt denselben Bezug zur Bahntangente und zum Flächennormalenvektor zu haben.

Bahnrelative Orientierungsart einstellen

Mit dem folgenden Maschinendatum wird eingestellt, auf welche Weise die Orientierung relativ zur Bahn interpoliert werden soll:

MD21094 \$MC_ORIPATH_MODE (Einstellung für bahnrelative Orientierung ORIPATH)

Das Verhalten der bahnrelativen Interpolation der Werkzeugorientierung kann bei ORIPATH für unterschiedliche Funktionen aktiviert werden:

Bedeutung der **Einerstelle**

echte bahnrelative Orientierung aktivieren

0: Die Werkzeugorientierung hat nur am Satzende den mit LEAD und TILT programmierten Bezug zur Bahntangente und dem Normalenvektor, während des Satzes folgt die Orientierung nicht der Bahntangente (bisheriges Verhalten).

1: Der mit LEAD/TILT programmierte Bezug der Werkzeugorientierung zur Bahntangente und dem Flächennormalenvektor wird **über den ganzen Satz** hinweg eingehalten.

Bedeutung der **Zehnerstelle**

Interpretation des Drehwinkels TILT

0: LEAD = Drehung um Richtung senkrecht zur Tangente und Normalenvektor (Vorwärtswinkel)

TILT = Drehung der Orientierung um **Normalenvektor**

1: LEAD = Drehung um Richtung senkrecht zur Tangente und Normalenvektor (Vorwärtswinkel)

TILT = Drehung der Orientierung um **Richtung der Bahntangente** (Seitwärtswinkel)

Bedeutung der **Hunderterstelle**

Abhebebewegung bei Umoorientierungen

0: Es erfolgt keine Abhebebewegung

Es erfolgt eine Abhebebewegung im Werkzeugkoordinatensystem, d. h. die durch den Abhebevektor programmierte Richtung wird in einem Koordinatensystem interpretiert, das folgendermaßen festgelegt wird:

1: **aktuelleWerkzeugrichtung** (z-Koordinate) und die Orientierungsänderung (x-Koordinate)

2: **aktive Ebene** (z-Koordinate ist Normalenvektor zur aktiven Ebene) und die Orientierungsänderung (x-Koordinate)

Glättung des Orientierungssprungs ORIPATHS

Die Glättung des Orientierungssprungs erfolgt innerhalb einer durch das Settingdatum SD42670 \$SC_ORIPATH_SMOOTH_DIST (Wegstrecke zur Glättung der Orientierung) vorgegebenen Wegstrecke. Innerhalb dieser Strecke wird dann der programmierte Bezug der Orientierung zur Bahntangente und Normalenvektor nicht mehr eingehalten. Wird diese Wegstrecke zu klein eingestellt, muss gegebenenfalls die Bahngeschwindigkeit beträchtlich reduziert werden.

Ein Geschwindigkeitssprung der Orientierungsachsen kann ebenso geglättet werden. Im Fall, dass der Orientierungsverlauf zwar keinen Sprung ausführt, dessen 1. Ableitung jedoch nicht stetig verläuft, kann der daraus resultierende Geschwindigkeitssprung geglättet werden. Mit dem Settingdatum SD42672 \$SC_ORIPATH_SMOOTH_TOL > 0 (Toleranz zur Glättung der Orientierung) wird dabei festgelegt, wie stark die Orientierung von der "tangentialen" Ausrichtung abweichen darf. Diese Orientierungsglättung wird nur dann ausgeführt, wenn der G-Code ORIPATHS aktiv ist und das Settingdatum SD42672 SC_ORIPATH_SMOOTH_TOL > 0 ist.

Einfügen von Zwischensätzen zur Glättung des Orientierungsverlaufs

Wird das folgende Settingdatum gesetzt, wird zur Glättung des Orientierungsverlaufs ein eigener Zwischensatz eingefügt:

SD42670 \$SC_ORIPATH_SMOOTH_DIST = 0.0 (Wegstrecke zur Glättung der Orientierung)

Dies bedeutet, dass dann die Bahnbewegung in einer Ecke der Kontur stehen bleibt und dann erst dann der Sprung in der Werkzeugorientierung ausgefahren wird. Die Orientierungsänderung erfolgt nur dann beschleunigungsstetig, falls ORIPATHS aktiv ist. Anderenfalls wird die Orientierung mittels linearer Großkreisinterpolation von der Start- zur Endorientierung übergeführt.

Abhebebewegung des Werkzeugs durchführen

Während dieser Umoorientierung kann eine Abhebebewegung des Werkzeugs durchgeführt werden. Die Richtung und Weglänge der Abhebebewegung wird durch den Vektor mit den Komponenten A8=x, B8=y, C8=z programmiert. Ist die Länge dieses Vektors gleich Null erfolgt keine Abhebebewegung.

In welchem Koordinatensystem der Abhebevektor des Werkzeuges interpretiert wird, hängt vom Wert des folgenden Maschinendatums ab:

MD21094 \$MC_ORIPATH_MODE (Einstellung für bahnrelative Orientierung ORIPATH)

Damit wird festgelegt, in welchem Koordinatensystem der Abhebevektor interpretiert wird:

1. Werkzeugkoordinatensystem: z-Koordinate durch aktuelle Werkzeugrichtung definiert.
2. Werkstückkoordinatensystem: z-Koordinate durch aktive Ebene definiert.

Normalerweise erfolgt die Abhebebewegung simultan zur Orientierungsänderung. Mit dem Bezeichner ORIPLF = r kann ein Faktor programmiert werden, der einen "Sicherheitsabstand" definiert. Damit ändert sich die Werkzeugorientierung erst dann, wenn das Werkzeug sich um $r \cdot \text{Abhebeweg}$ abgehoben hat. Der programmierte Abhebefaktor muss im Intervall $0 \leq r < 1$ sein, um den Alarm14126 zu vermeiden.

Bahnrelative Interpolation der Drehung ORIOTC

Bei **6-Achs-Transformationen** gibt es neben der kompletten bahnrelativen Interpolation der Werkzeugorientierung und der Drehung des Werkzeugs, die Möglichkeit, dass **nur die Drehung** des Werkzeugs relativ zur Bahntangente interpoliert wird. Die Werkzeugorientierung kann unabhängig davon programmiert und interpoliert werden. Dies wird durch den G-Code `ORIOTC` in der 54. G-Code Gruppe aktiviert. Die Orientierungsrichtung des Werkzeugs kann dabei wie gewohnt mit Richtungsvektoren, Euler- bzw. RPY-Winkel programmiert werden. Dessen Interpolationsart kann wie bisher üblich mit den G-Codes `ORIVECT`, `ORIAxes`, `ORICONxx`, `ORICURVE` festgelegt werden, siehe Kapitel "Drehungen des Orientierungsvektors".

2.8.5 Programmierung von Orientierungspolynomen

Funktionalität

Die Orientierungspolynome und auch Achspolynome können unabhängig davon, welche Polynominterpolation gerade aktiv ist, mit unterschiedlichen Polynomarten programmiert sein. Dies lässt sich anwenden auf:

- Linearinterpolation mit dem G-Code `G01`
- Polynominterpolation mit dem G-Code `POLY`
- Kreisinterpolation mit dem G-Code `G02`, `G03` oder `CIP`
- Evolventeninterpolation mit dem G-Code `INVCW` oder `INVCCW`

Damit ist es möglich, für eine Kontur **gleichzeitig** mehrere Polynome zu programmieren.

Hinweis

Weitere Informationen zur Programmierung von Achspolynomen mit `PO[X]`, `PO[Y]`, `PO[Z]` und Orientierungspolynomen wie `PO[PHI]`, `PO[PSI]`, `PO[THT]` sowie `PO[XH]`, `PO[YH]`, `PO[ZH]` entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung

Es werden zwei verschiedene Typen von Orientierungspolynomen definiert:

1. Polynome für Winkel in Bezug auf die Ebene, die von Start- und Endorientierung aufgespannt wird (Orientierungspolynome vom Typ 1).
2. Polynome für Koordinaten der Raumkurve eines Bezugspunktes auf dem Werkzeug (Orientierungspolynome vom Typ 2).

Polynome vom Typ 1

Orientierungspolynome vom Typ 1 sind Polynome **für Winkel**

PO[PHI]:	in der Ebene zwischen Start- und Endorientierung
PO[PSI]:	der die Auskippung der Orientierung aus der Ebene zwischen Start- und Endorientierung beschreibt

Polynome vom Typ 2

Orientierungspolynome vom Typ 2 sind Polynome **für Koordinaten**

PO[XH]:	x-Koordinate des Bezugpunktes auf dem Werkzeug
PO[YH]:	y-Koordinate des Bezugpunktes auf dem Werkzeug
PO[ZH]:	z-Koordinate des Bezugpunktes auf dem Werkzeug

Polynome für Drehwinkel und Drehvektoren

Bei **6-Achstransformationen** kann zur Werkzeugorientierung die Drehung des Werkzeugs um sich selbst programmiert werden. Diese Drehung einer dritten Rundachse wird entweder durch einen Drehwinkel oder durch einen Drehvektor, der in der Ebene senkrecht zur Werkzeugrichtung liegt, beschrieben.

Zusätzlich kann in den drei Fällen ein Polynom **für die Drehung** mit PO[THT] des Orientierungsvektors programmiert werden. Dies ist immer dann möglich, wenn die jeweilige kinematische Transformation auch Drehwinkel unterstützt.

Drehwinkel mit ORIPATH und ORIPATHS

Bei **bahnrelativer Orientierungsinterpolation** mit ORIPATH bzw. ORIPATHS kann die zusätzliche Drehung durch Programmierung des Winkels THETA=<...> erfolgen. Zusätzlich können für diesen Drehwinkel mit PO[THT]=(...) Polynome maximal 5. Grades programmiert werden.

Die 3 möglichen Winkel, wie Voreilwinkel, Seitwärtswinkel und Drehwinkel, haben bezogen auf die Drehwirkung folgende Bedeutung:

LEAD	Winkel relativ zum Flächennormalenvektor, in der von Bahntangente und Flächennormalenvektor aufgespannten Ebene.
TILT	Drehung der Orientierung um z-Richtung bzw. Drehung um die Bahntangente.
THETA	Drehung um die Werkzeugrichtung. Ist nur möglich, falls die Werkzeugorientierung insgesamt 3 Freiheitsgrade hat, siehe "Erweiterung der Generischen Transformation auf 6 Achsen".

Wie der Winkel **LEAD** und **TILT** interpretiert werden soll, kann mit dem folgenden Maschinendatum unterschiedlich eingestellt werden:

MD21094 \$MC_ORIPATH_MODE (Einstellung für bahnrelative Orientierung ORIPATH)

Zusätzlich zu den mit **LEAD** und **TILT** programmierten konstanten Winkeln, können für den Voreilwinkel und für den Seitwärtswinkel Polynome programmiert werden. Die Polynome werden mit den Winkeln **PHI** und **PSI** programmiert:

$PO[PHI] = (a2, a3, a4, a5)$

Polynom für den Voreilwinkel **LEAD**

$PO[PSI] = (b2, b3, b4, b5)$

Polynom für den Seitwärtswinkel **TILT**

Für beide Winkel können Polynome maximal 5. Grades programmiert werden. Die Werte der Winkel am Satzende werden dabei mit den NC-Adressen **LEAD**= <...> bzw. **TILT** = <...> programmiert.

Bei der Programmierung können die höheren Polynomkoeffizienten, die Null sind, weggelassen werden. Zum Beispiel wird mit **PO[PHI] = (a2)** eine Parabel für den Voreilwinkel **LEAD** programmiert.

Drehungen der Drehvektoren mit ORIOTC

Der Drehvektor wird relativ zur Bahntangente mit einem durch den Winkel **THETA** programmierbaren Offset interpoliert.

Dabei kann für den Offsetwinkel auch mit $PO[THT] = (c2, c3, c4, c5)$ ein Polynom maximal 5. Grades programmiert werden.

Hinweis

Ist ORIAXES aktiv, d. h. die Werkzeugorientierung wird über Achsinterpolation interpoliert, wird die bahnrelative Anstellung des Drehvektors nur am Satzende erfüllt.

Weitere Informationen zur Programmierung entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch, Arbeitsvorbereitung, Transformationen, Interpolationsart (ORIPATH, ORIPATHS)

Randbedingungen

Orientierungspolynomen können nur bei bestimmten Interpolationsarten, die sowohl die Kontur als auch der Orientierung beeinflussen sinnvoll programmiert werden. Zur Vermeidung unerlaubter Programmierungen sind dann einige Randbedingungen zu berücksichtigen:

Orientierungspolynome können nicht programmiert werden,

- wenn Splineinterpolationen ASPLINE, BSPLINE, CSPLINE aktiv sind.

Polynome für Orientierungswinkel vom Typ 1 sind für jede Interpolationsart außer Spline d. h. bei Linearinterpolation mit Eilgang G00 bzw. mit Vorschub G01 und Polynominterpolation POLY und Kreis- bzw. Evolventeninterpolation G02, G03, CIP, CT, INVCW und INVCCW möglich.

Orientierungspolynome vom Typ 2 sind dagegen nur möglich, wenn Linearinterpolation mit Eilgang G00 bzw. mit Vorschub G01 oder Polynominterpolation POLY aktiv ist.

- wenn die Orientierung mittels Achsinterpolation ORIAXES interpoliert wird.

In diesem Fall können direkt Polynome mit PO[A] und PO[B] für die Orientierungsachsen A und B programmiert werden.

Ist `ORICURVE` aktiv, werden die kartesischen Komponenten des Orientierungsvektors interpoliert, und nur Orientierungspolynome vom Typ 2 sind möglich. Orientierungspolynome vom Typ 1 sind dagegen nicht erlaubt.

Bei Großkreisinterpolation und Kegelinterpolation mit `ORIVECT`, `ORIPLANE`, `ORICONxxx` sind nur Orientierungspolynome vom Typ 1 möglich. Dagegen sind Orientierungspolynome vom Typ 2 nicht erlaubt.

Alarmer

Ein unerlaubterweise programmierter Orientierungspolynom, wird mit folgenden Alarmen gemeldet:

Alarm 14136:	Orientierungspolynom ist generell nicht erlaubt.
Alarm 14137:	Polynome PO[PHI] und PO[PSI] sind nicht erlaubt.
Alarm 14138:	Polynome PO[XH], PO[YH], PO[ZH] sind nicht erlaubt.
Alarm 14139:	Polynom für Drehwinkel PO[THT] ist nicht erlaubt.

2.8.6 Werkzeugorientierung bei 3-/4-/5-AchsTransformationen

Die Werkzeugrichtung kann mit folgenden Systemvariablen gelesen werden:

<code>\$P_TOOLO[n]</code>	Im Interpreter aktive Werkzeugorientierung nicht in Synchronaktionen anwendbar
<code>\$AC_TOOLO_ACT[n]</code>	Im Interpolator aktive Soll-Orientierung
<code>\$AC_TOOLO_END[n]</code>	Endorientierung des aktiven Satzes
<code>\$AC_TOOLO_DIFF</code>	Restwinkel der Werkzeugorientierung im aktiven Satz
<code>\$VC_TOOLO[n]</code>	Ist-Orientierungsausrichtung
<code>\$VC_TOOLO_DIFF</code>	Winkel zwischen Ist- und Soll-Orientierungsrichtung
<code>\$VC_TOOLO_STAT</code>	Status der Berechnung der Ist-Orientierungsrichtung

2.8.7 Orientierungsvektoren bei 6-Achs-Transformationen

Die komplette Orientierung bei 6-Achs-Transformationen wird durch Vektoren beschrieben, die senkrecht aufeinander stehen.

- Der **erste** Vektor zeigt in Richtung des Werkzeugs (siehe oben), während
- der **zweite** Vektor in der Ebene senkrecht dazu liegt und Drehungen des Werkzeugs um sich selber beschreibt.

Beide Vektoren können sowohl über Systemvariablen als auch über die BTSS-Schnittstelle gelesen werden.

Mit den folgenden Systemvariablen kann der Drehrichtungsvektor nur sinnvoll bei einer 6-Achs-Transformation gelesen werden.

\$P_TOOLROT[n]	Im Interpreter aktiver Drehrichtungsvektor nicht in Synchronaktionen anwendbar
\$AC_TOOLR_ACT[n]	Im Interpolator aktiver Drehrichtungsvektor
\$AC_TOOLR_END[n]	Enddrehrichtungsvektor des aktiven Satzes
\$AC_TOOLR_DIFF	Restwinkel des Drehrichtungsvektors im aktiven Satz in Grad
\$VC_TOOLR[n]	Istwert des Drehrichtungsvektors
\$VC_TOOLR_DIF	Winkel zwischen Ist- und Sollwert des Drehrichtungsvektors in Grad
\$VC_TOOLR_STAT	Status der Berechnung des Istwertes des Drehrichtungsvektors

Literatur: /PGA/ LHB Systemvariablen

Weitere Erläuterung zur Programmierung von Polynomen für Achsbewegungen mit Orientierungsvektoren siehe Kapitel "Orientierungsvektoren".

2.9 Orientierungsachsen

Richtung

Die Richtungen, um die gedreht wird, werden durch die Achsen des Bezugssystems festgelegt. Das Bezugssystem wird durch die Befehle ORIMKS und ORIWKS festgelegt:

- ORIMKS: Bezugssystem = Basiskoordinatensystem
- ORIWKS: Bezugssystem = Werkstückkoordinatensystem

Reihenfolge der Drehungen

Die Reihenfolge, in der die Orientierungsachsen drehen, ist durch das folgende Maschinendatum festgelegt:

MD21120 \$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[0..2] (Bezugsachsensdefinition für ORI-Achsen)

1. Erste Drehung um die im folgenden Maschinendatum angegebene Achse des Bezugssystems:

MD21120 \$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[0]

2. Zweite Drehung um die im folgenden Maschinendatum angegebene verdrehte Achse des Bezugssystems:

MD21120 \$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[1]

3. Dritte Drehung um die im folgenden Maschinendatum angegebene verdrehte Achse des Bezugssystems:

MD21120 \$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[2]

Richtung des Werkzeugvektors

Die Richtung des Werkzeugvektors in der Grundstellung der Maschine wird durch die folgenden Maschinendaten festgelegt:

MD24580 \$MC_TRAFO5_TOOL_VECTOR_1 (Orientierungsvektorrichtung) bzw.

MD24680 \$MC_TRAFO5_TOOL_VECTOR_2 (Orientierungsvektorrichtung)

Zuordnung zu den Kanalachsen

Über die Maschinendaten MD24585 \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[0..2] (ORI/Kanalachszuordnung Transformation 1) werden die bis zu 3 virtuellen Orientierungsachsen dem Kanal zugeordnet, welche als Eingangsgrößen laut den Maschinendaten \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[4..6] (Achszuordnung für Transformation n) eingehen.

Für die Zuordnung der Kanalachsen zu den Orientierungsachsen gilt:

- \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_n[0] = \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[4]
- \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_n[1] = \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[5]
- \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_n[2] = \$MC_TRAFO_AXES_IN_n[6]

Orientierungs-Transformation 1:

MD24585 \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[n] n = Kanalachse [0..2]

Orientierungs-Transformation 2:

MD24685 \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_2[n] n = Kanalachse [0..2]

Transformation [1..4]

MD24110 \$MC_TRAFO5_AXES_IN_1[n] n = Achsindex [0..7]
(Achszuordnung für Transformation)

bis

MD24410 \$MC_TRAFO5_AXES_IN_4[n]
(Achszuordnung für Transformation 4)

Transformation [5..8]

MD24432 \$MC_TRAFO5_AXES_IN_5[n] n = Achsindex [0..7]
(Achszuordnung für Transformation 5)

bis

MD24462 MC_TRAFO5_AXES_IN_8[n] (Achszuordnung
für Transformation 8)

Beispiel

Für Orientierungsachsen siehe Kapitel "Beispiel für Orientierungsachsen"

2.9.1 Betriebsart JOG

Die **Orientierungsachsen** können erst dann in der Betriebsart JOG verfahren werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die Orientierungsachse muss als solche definiert sein, d. h. im folgenden Maschinendatum muss ein Wert gesetzt sein:
MD24585 \$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB (ORI/Kanalachszuordnung Transformation 1)
- Eine Transformation muss aktiv sein (Befehl TRAORI)

Verfahren über Verfahrtaasten

Beim kontinuierlichen und inkrementellen Verfahren über Verfahrtaasten ist zu beachten, dass simultan nur **eine** Orientierungsachse verfahren werden kann.

Wird mehr als eine Orientierungsachse verfahren, wird der Alarm 20062 "Kanal 1 Achse 2 bereits aktiv" ausgegeben.

Verfahren über Handräder

Über die Handräder können die Orientierungsachsen auch gleichzeitig verfahren werden.

Vorschub im JOG

Für das Handverfahren von Orientierungsachsen wirkt der kanalspezifische Vorschub-Korrekturschalter bzw. der Eilgangkorrekturschalter bei Eilgangüberlagerung.

Bisher wurden die Geschwindigkeiten beim Verfahren in JOG immer von den Geschwindigkeiten der Maschinenachsen abgeleitet. Bei Geometrie- und Orientierungsachsen besteht jedoch nicht unbedingt eine direkte Zuordnung zu einer Maschinenachse.

Deshalb werden für Geometrieachsen und Orientierungsachsen neue Maschinendaten eingeführt, die eine separate Geschwindigkeitsvorgabe ermöglichen

- MD21150 \$MC_JOG_VELO_RAPID_ORI[n]
(Konventioneller Eilgang für ORI-Achsen)
- MD21155 \$MC_JOG_VELO_ORI[n]
(Konventionelle ORI-Achsgeschwindigkeit)
- MD21160 \$MC_JOG_VELO_RAPID_GEO[n]
(Konventioneller Eilgang fuer GEO-Achsen)
- MD21165 \$MC_JOG_VELO_GEO[n]
(Konventionelle GEO-Achsgeschwindigkeit)

In diesen Maschinendaten müssen sinnvolle Werte für die Geschwindigkeiten programmiert werden.

Beschleunigung

Mit dem folgenden Maschinendatum kann die Beschleunigung für die Orientierungsachsen eingestellt werden:

MD21170 \$MC_ACCEL_ORI[n] (Beschleunigung für Orientierungsachsen)

2.9.2 Programmierung bei Orientierungstransformation

Die Programmierung ist nur in Verbindung mit einer Orientierungstransformation erlaubt.

Programmierung der Orientierung

Die Programmierung der Orientierungsachsen erfolgt über die Achsbezeichner **A2**, **B2** und **C2**.

Die Unterscheidung Euler-/RPY-Winkel erfolgt durch die G-Gruppe 50:

- **ORIEULER:**
Orientierungsprogrammierung über Euler-Winkel (Standard)
- **ORIRPY:**
Orientierungsprogrammierung über RPY-Winkel
- **ORIVIRT1:**
Orientierungsprogrammierung über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 1)
- **ORIVIRT2:**
Orientierungsprogrammierung über virtuelle Orientierungsachsen (Definition 2)

Die Unterscheidung der Art der Interpolation erfolgt durch die G-Gruppe 51:

- **ORIAxes:**
Orientierungsprogrammierung der Linearen Interpolation von Orientierungsachsen oder Maschinenachsen
- **ORIVECT:**
Orientierungsprogrammierung der Großkreisinterpolation von Orientierungsachsen (Interpolation des Orientierungsvektors)

Mit Maschinendatum MD21102 \$MC_ORI_DEF_WITH_G_CODE (Def. der ORI-Achsen über G-Code) wird festgelegt, ob das MD21100 \$MC_ORIENTATION_IS_EULER (Winkeldefinition bei Orientierungsprogrammierung) wirksam ist (Standard) oder die G-Gruppe 50.

Folgende vier Varianten stehen für die Programmierung der Orientierung zur Verfügung:

1. A, B, C:

Angabe der Maschinenachseposition

2. A2, B2, C2:

Winkelprogrammierung virtueller Achsen

3. A3, B3, C3:

Angabe der Vektorkomponenten

4. LEAD, TILT:

Angabe von Voreil- und Seitwärtswinkel bezogen auf Bahn und Oberfläche

Literatur:

/PG/, Programmierhandbuch Grundlagen

Hinweis

Die vier Varianten der Orientierungsprogrammierung schließen sich gegenseitig aus. Wenn gemischte Werte programmiert werden, wird Alarm 14130 oder Alarm 14131 ausgegeben.

Ausnahme:

Bei 6-Achs-Kinematiken mit einem 3. Freiheitsgrad für die Orientierung ist es zulässig, bei Variante 3 und 4 zusätzlich C2 zu programmieren. Mit C2 wird in diesem Fall die Verdrehung des Orientierungsvektors um seine Achse beschrieben.

Beispiel

Von Orientierungsachsen für eine Kinematik mit 6 bzw. 5 transformierten Achsen siehe Kapitel "Beispiel für Orientierungsachsen".

Interpolationsart

Über das folgende Maschinendatum wird festgelegt, welche Interpolationsart verwendet wird:

MD21104 \$MC_ORI_IPO_WITH_G_CODE (G-Code für Orientierungsinterpolation):

- ORIMKS oder ORIWKS (Beschreibung siehe Kapitel "Werkzeugorientierung")
- G-Code-Gruppe 51 mit den Befehlen ORIAXES bzw. ORIVECT

– ORIAXES:

Lineare Interpolation der Maschinenachsen oder Orientierungsachsen.

– ORIVECT:

Die Orientierungsführung erfolgt durch Schwenken des Orientierungsvektors in der durch den Start- und Zielvektor aufgespannten Ebene (Großkreisinterpolation). Bei 6 transformierten Achsen erfolgt zusätzlich zur Schwenkbewegung eine Drehung um den Orientierungsvektor.

Bei ORIVECT werden die Orientierungsachsen immer auf kürzestem Weg verfahren.

Wertebereich

Wertebereich für Orientierungsachsen:

- $180 \text{ Grad} < A2 < 180 \text{ Grad}$
- $90 \text{ Grad} < B2 < 90 \text{ Grad}$
- $180 \text{ Grad} < C2 < 180 \text{ Grad}$

Mit diesem Wertebereich sind alle möglichen Drehungen darstellbar. Werte außerhalb dieses Bereiches werden von der Steuerung in den oben genannten Bereich normiert.

Vorschub bei der Programmierung von ORIAxes

Der Vorschub für eine Orientierungsachse kann über die FL[]-Anweisung begrenzt werden (feed limit).

2.9.3 Programmierbarer Offset für Orientierungsachsen

Wirkungsweise des programmierbaren Offsets

Der zusätzlich programmierbare Offset für Orientierungsachsen wirkt additiv zum bereits bestehenden Offset und wird bei Aktivierung der Transformation festgelegt. Danach kann dieser additive Offset nicht mehr verändert werden und bewirkt auch keine Nullpunktverschiebung der Orientierungsachsen bei einer Orientierungstransformation.

Es bestehen zwei Möglichkeiten den programmierbaren Offsets festzulegen.

1. Der Offset wird bei der Aktivierung der Transformation mit `TRAORI ( )` direkt programmiert.
2. Der Offset wird automatisch aus der bei Aktivierung der Transformation aktiven Nullpunktverschiebung für die Orientierungsachsen übernommen. Diese automatische Übernahme wird über Maschinendaten projiziert.

Offset direkt programmieren

Bei der Aktivierung der Transformation kann der Offset direkt in der Form `TRAORI (n, x, y, z, a, b)` programmiert werden. Folgende Parameter stehen optional zur Verfügung:

n:	Nummer der Transformation n = 1 oder 2
x, y, z:	Komponenten des Vektors der Grundorientierung des Werkzeugs (nur bei generischer 5-Achs Transformation).
a, b:	Offset für die Rundachsen

Diese optionalen Parameter können weggelassen werden. Im Falle einer Programmierung muss jedoch die richtige Reihenfolge eingehalten werden. Soll z. B. nur ein Offset der Rundachsen eingegeben werden, so wird z. B. `TRAORI ( , , , , a, b)` programmiert.

Weitere Informationen zur Programmierung entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung, Kap. "Transformationen"

Offset automatisch programmieren

Da der Offset aus der momentan aktiven Nullpunktverschiebung der Orientierungsachsen automatisch übernommen wird, sind die Auswirkungen einer Nullpunktverschiebung für die Rundachsen mit und ohne aktiver Transformation immer gleich. Die automatische Übernahme des Offsets aus der Nullpunktverschiebung wird über die Maschinendaten MD24590 \$MC_TRAFO5_ROT_OFFSET_FROM_FR_1 = TRUE (Offset der Trafo-Rundachsen aus NPV) für die erste bzw. Maschinendatum MD24690 \$MC_TRAFO5_ROT_OFFSET_FROM_FR_2 = TRUE (Offset der Trafo-Rundachsen aus NPV) für die zweite Transformation im Kanal, ermöglicht.

Hinweis

Eine Nullpunktverschiebung der Orientierungsachsen, die bei aktiver Transformation programmiert wird, unterscheidet sich gegenüber der bisherigen nicht.

Ist die automatische Übernahme des Offsets aktiviert, und wird gleichzeitig ein Offset der Rundachsen programmiert, so wird der programmierte Offsetwert vorrangig wirksam.

Orientierbare Werkzeugträger mit additiven Offset

Beim orientierbaren Werkzeugträger kann der Offset der beiden Rundachsen mit den Systemvariablen \$TC_CARR24 und \$TC_CARR25 programmiert werden. Dieser Offset der Rundachsen kann aus der zum Zeitpunkt der Aktivierung des orientierbaren Werkzeugträgers wirksamen Nullpunktverschiebung automatisch übernommen werden.

Die automatische Übernahme des Offsets aus der Nullpunktverschiebung wird durch das folgende Maschinendatum ermöglicht:

MD21186 \$MC_TOCARR_ROT_OFFSET_FROM_FR = TRUE (Offset der TOCARR-Rundachsen aus NPV)

Hinweis

Weitere Informationen zu orientierbare Werkzeugträger entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundmaschine, Werkzeugkorrektur (W1)

2.9.4 Orientierungstransformation und orientierbare Werkzeugträger

Hinweis

Orientierungstransformation und Orientierbare Werkzeugträger können kombiniert werden.

Die resultierende Orientierung des Werkzeugs ergibt sich durch Verkettung von Orientierungstransformation und den Orientierbarem Werkzeugträger.

2.10 Orientierungsvektoren

2.10.1 Polynominterpolation von Orientierungsvektoren

Polynomprogrammierung für Achsbewegungen

Bei Orientierungsänderungen mittels Rundachsinterpolation werden normalerweise die Rundachsen linear interpoliert. Es ist jedoch möglich auch hier in üblicher Weise Polynome für die Rundachsen zu programmieren. Damit lassen sich im allgemeinen homogenere Achsbewegungen erreichen.

Hinweis

Weitere Informationen zur Programmierung der Polynom-Interpolation mit POLY und zur Interpolation von Orientierungsvektoren sind beschrieben in:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch, Arbeitsvorbereitung

Mit einem Satz mit POLY wird die Polynom-Interpolation interpoliert. Ob die programmierten Polynome dann auch als Polynom interpoliert werden, hängt davon ab, ob der G-Code POLY aktiv ist oder nicht:

- Der G-Code ist **nicht aktiv**: Es werden die programmierten Achsendpunkte linear verfahren.
- Der G-Code ist **aktiv**: Die programmierten Polynome werden auch als Polynom interpoliert.

MD10674

Durch das Maschinendatum MD10674 \$MN_PO_WITHOUT_POLY = **FALSE** (Polynomprogrammierung ohne G-Funktion POLY programmierbar) kann eingestellt werden, ob die folgende Programmierung möglich ist:

- PO[...] bzw. PO(...) ist nur dann möglich, falls POLY aktiv ist, **oder**
- PO[] bzw. PO() Polynome sind auch ohne aktivem G-Code POLY möglich.

Standardmäßig ist MD 10674: PO_WITHOUT_POLY = FALSE eingestellt und mit MD10674 \$MN_PO_WITHOUT_POLY = **TRUE** ist die folgende Programmierung immer möglich:

- PO[...] = (...), unabhängig davon ob POLY aktiv ist oder nicht.

Orientierungspolynome können mit verschiedenen Interpolationsarten zusammen programmiert werden und sind im Kapitel "Programmierung von Orientierungspolynomen" beschrieben.

POLYPATH

Zusätzlich zu der modalen G-Funktion POLY kann mit dem vordefinierten Unterprogramm POLYPATH(Argument) die Polynominterpolation für verschiedene Achsgruppen selektiv aktiviert werden. Zur Aktivierung der Polynominterpolation sind folgende Argumente zulässig:

("AXES"):	Für alle Bahnachsen und Zusatzachsen
("VECT"):	Für Orientierungsachsen
("AXES", "VECT"):	Für Bahnachsen, Zusatzachsen und Orientierungsachsen
(ohne Argument):	deaktiviert die Polynominterpolation für alle Achsgruppen

Standardmäßig ist die Polynominterpolation für alle Achsgruppen aktiviert.

Programmierung von Orientierungsvektoren

In jedem Satz kann ein Orientierungsvektor programmiert werden. Werden Polynome für die Orientierung programmiert, liegt im allgemeinen der interpolierte Orientierungsvektor nicht mehr in der Ebene zwischen Start- und Endvektor, sondern kann beliebig aus dieser Ebene gedreht werden.

Die Orientierungsvektoren können auf folgende Weise programmiert werden:

1. Programmierung der Rundachspositionen mit A, B und C bzw. mit den tatsächlichen Rundachsbezeichnern.
2. Programmierung in Eulerwinkel oder RPY-Winkel über A2, B2, C2
3. Programmierung des Richtungsvektors über A3, B3, C3.
4. Programmierung über Voreilwinkel `LEAD` und Seitwärtswinkel `TILT`.

Auswahl der Art der Interpolation

Die Interpolationsart der Orientierungsachsen wird mittels des G-Codes der Gruppe 51 ausgewählt und ist unabhängig von der Art der Programmierung des Endvektors:

- `ORIXES`: Lineare Interpolation der Maschinenachsen bzw. mittels Polynomen bei aktivem POLY oder
- `ORIVECT`: Interpolation des Orientierungsvektor mittels Großkreisinterpolation

Bei aktivem `ORIXES` kann die Interpolation der Rundachsen auch mittels Polynomen wie Polynom-Interpolation von Achsen mit `POLY` erfolgen.

Ist dagegen `ORIVECT` aktiv, so wird eine "normale" Großkreisinterpolation durch lineare Interpolation des Winkels des Orientierungsvektors in der Ebene, die von Start- und Endvektor aufgespannt wird, durchgeführt.

Polynome für 2 Winkel

Durch zusätzliche Programmierung von Polynomen für 2 Winkel, die den Startvektor in den Endvektor überführen, können auch bei ORIVECT komplexere Orientierungsänderungen programmiert werden.

Beide Winkel PHI und PSI werden in Grad angegeben.

POLY	Einschalten der Polynominterpolation für alle Achsgruppen.
POLYPATH ()	Einschalten der Polynominterpolation für alle Achsgruppen. Mögliche Gruppen sind "AXES" und "VECT".

Die Koeffizienten a_n und b_n werden in Grad angegeben.

PO[PHI]=(a ₂ , a ₃ , a ₄ , a ₅)	Der Winkel PHI wird gemäß $\text{PHI}(u) = a_0 + a_1 \cdot u + a_2 \cdot u^2 + a_3 \cdot u^3 + a_4 \cdot u^4 + a_5 \cdot u^5$ interpoliert.

PO[PSI]=(b ₂ , b ₃ , b ₄ , b ₅)	Der Winkel PSI wird gemäß $\text{PSI}(u) = b_0 + b_1 \cdot u + b_2 \cdot u^2 + b_3 \cdot u^3 + b_4 \cdot u^4 + b_5 \cdot u^5$ interpoliert.

PL	Länge des Parameterintervalls auf dem die Polynome definiert sind. Das Intervall beginnt immer bei 0.

Theoretischer Wertebereich für PL: 0,0001 ... 99999,9999.

Der PL-Wert gilt für den Satz, in dem er steht. Ist kein PL programmiert, wirkt PL = 1.

Drehung des Orientierungsvektors

Orientierungsänderungen bei ORIVECT sind unabhängig von der Art der Programmierung des Endvektors möglich. Es gelten folgende Fälle:

Beispiel 1: Es werden direkt die Komponenten des Endvektors programmiert.

N... POLY A3=a B3=b C3=c PO[PHI] = (a₂, a₃, a₄, a₅) PO[PSI] = (b₂, b₃, b₄, b₅)

Beispiel 2: Der Endvektor wird durch die Positionen der Rundachsen bestimmt.

N... POLY Aa Bb Cc PO[PHI] = (a₂, a₃, a₄, a₅) PO[PSI] = (b₂, b₃, b₄, b₅)

Der Winkel PHI beschreibt die Drehung des Orientierungsvektors in der Ebene zwischen Start- und Endvektor (Großkreisinterpolation, siehe Bild "Drehung des Orientierungsvektors in der Ebene zwischen Start- u. Endvektor"). Die Interpolation des Orientierungsvektor erfolgt dabei genauso wie im Beispiel 1.

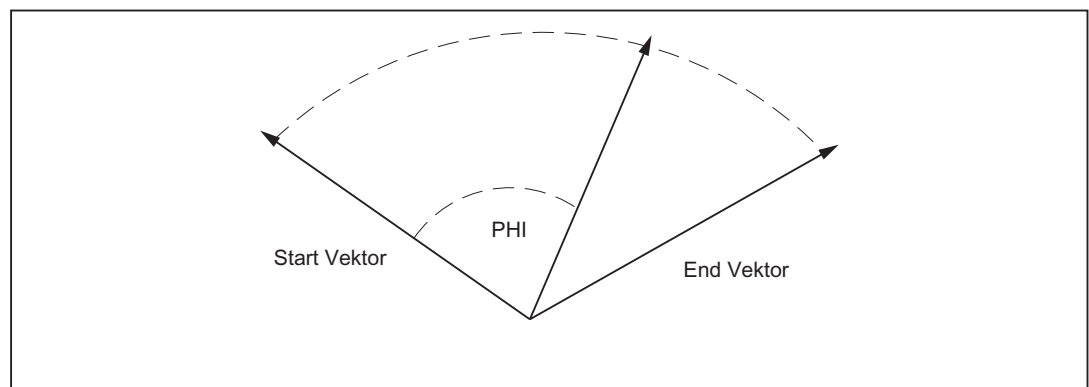


Bild 2-16 Drehung des Orientierungsvektors in der Ebene zwischen Start- u. Endvektor

Winkel PHI und PSI

Die Programmierung von Polynomen für die beiden Winkel $\text{PO}[\text{PHI}]$ und $\text{PO}[\text{PSI}]$ ist immer möglich. Ob die programmierten Polynome für PHI und PSI auch tatsächlich interpoliert werden, ist abhängig von:

- `POLYPATH("VECT")` und `ORIVECT` sind **aktiv**, so werden die Polynome interpoliert.
- `POLYPATH("VECT")` und `ORIVECT` sind **nicht aktiv**, so werden die programmierten Orientierungsvektoren am Satzende durch eine "normale" Großkreisinterpolation angefahren. Das heißt die Polynome für die beiden Winkel PHI und PSI werden in diesem Fall ignoriert.

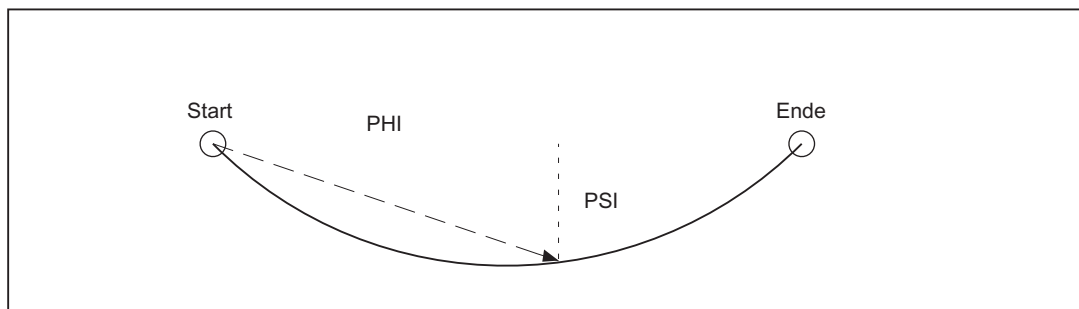


Bild 2-17 Bewegung des Orientierungsvektors in der Draufsicht

Mit Hilfe des Winkels PSI können Bewegungen des Orientierungsvektors senkrecht zur Großkreisinterpolations-Ebene erzeugt werden (siehe vorheriges Bild).

Maximal Polynome 5. Grades zulässig

Für die Winkel PHI und PSI können maximal quintische Polynome (5. Grades) programmiert werden. Dabei wird jeweils der konstante und lineare Koeffizient durch den Anfangswert bzw. Endwert des Orientierungsvektors festgelegt.

In der Liste der Koeffizienten (... , ...) können Koeffizienten höherer Ordnung weggelassen werden, falls diese alle gleich Null sind.

Mit PL kann zusätzlich die Länge des Parameterintervalls programmiert werden, auf dem die Polynome definiert sind.

Besonderheiten

Wird für den Winkel **PSI kein Polynom** programmiert, verläuft die Interpolation des Orientierungsvektors immer in der Ebene, die vom Start- und Endvektor aufgespannt wird.

Der Winkel PHI in dieser Ebene wird gemäß dem programmierten Polynom für PHI interpoliert. Damit wird vorrangig erreicht, dass der Orientierungsvektor durch eine "normale" Großkreisinterpolation in der Ebene zwischen Start- und Endvektor bewegt wird und dabei aber abhängig von dem programmierten Polynom eine mehr oder weniger ungleichförmige Bewegung durchführt.

Auf diese Weise ist der Geschwindigkeits- und Beschleunigungsverlauf der Orientierungsachsen innerhalb eines Satzes zum Beispiel beeinflussbar.

Hinweis

Weitere Informationen zur Polynominterpolation für Achsbewegungen und zur allgemeinen Programmierung von Polynomen sind beschrieben in:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch, Arbeitsvorbereitung

Randbedingungen

Die Polynominterpolation von Orientierungsvektoren ist nur bei Steuerungsvarianten möglich, bei denen Folgendes zum Funktionsumfang gehört:

- sowohl eine Orientierungstransformation
- als auch die Polynom-Interpolation.

2.10.2 Drehungen des Orientierungsvektors

Funktionalität

Änderungen der Orientierung des Werkzeugs werden programmiert, indem in jedem Satz ein Orientierungsvektor angegeben wird, der am Satzende erreicht werden soll. Die Programmierung der Endorientierung jedes Satzes kann folgendermaßen durchgeführt werden:

1. direkte Programmierung des Vektors oder
2. Programmierung der Rundachspositionen.

Die zweite Möglichkeit ist von der Kinematik der Maschine abhängig. Zusätzlich kann noch durch Programmierung von Polynomen die Interpolation des Orientierungsvektors zwischen Start- und Endwert modifiziert werden.

Programmierung von Orientierungsrichtung

Zur Programmierung der Werkzeugorientierung gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Direkte Programmierung der Rundachspeditionen (der Orientierungsvektor folgt aus der Kinematik der Maschine).
2. Programmierung in Eulerwinkel über A2, B2, C2 (der Winkel C2 hat keine Bedeutung).
3. Programmierung in RPY-Winkel über A2, B2, C2.
4. Programmierung des Richtungsvektors über A3, B3, C3 (die Länge des Vektors ist ohne Bedeutung).

Die Umschaltung zwischen Euler- und RPY-Winkel Programmierung erfolgt über das folgende Maschinendatum oder kann über die G-Codes `ORIEULER` und `ORIRPY` ausgewählt werden:

MD21100 \$MC_ORIENTATION_IS_EULER (Winkeldefinition bei Orientierungsprogrammierung)

Programmierung von Orientierungsrichtung und Drehung

Während bei der Programmierung der Orientierung mittels RPY-Winkel die Drehrichtung bereits festgelegt wird, sind bei den anderen Orientierungen zusätzliche Angaben zur Festlegung der Drehrichtung notwendig:

1. Direkte Programmierung der Rundachspeditionen
Eine zusätzliche Rundachse für die Drehrichtung muss festgelegt werden.
2. Programmierung in Eulerwinkel über A2, B2, C2
Es muss der Winkel C2 zusätzlich programmiert werden. Damit wird die vollständige Orientierung einschließlich Drehung des Werkzeugs festgelegt.
3. Programmierung in RPY-Winkel über A2, B2, C2
Zusätzliche Angaben sind nicht erforderlich.
4. Programmierung des Richtungsvektors über A3, B3, C3
Der Drehwinkel wird mittels `THETA=<Wert>` programmiert.

Hinweis

Die folgenden Fälle berücksichtigen eine programmierte Drehung nicht:

Mehrfache Programmierung der Drehrichtung sind nicht erlaubt und führen zu einem Alarm. So wird bei gleichzeitiger Programmierung des Eulerwinkels C2 und des Drehwinkels `THETA` die programmierte Drehung nicht ausgeführt.

Falls durch die Kinematik der Maschine bedingt, das Werkzeug nicht gedreht werden kann, wird eine eventuell programmierte Drehung ignoriert. Dies ist zum Beispiel bei einer normalen 5-Achs Werkzeugmaschine der Fall.

Drehung des Orientierungsvektors

Durch direkte Programmierung des Vektors bestehen folgende Möglichkeiten eine Drehung des Orientierungsvektors zu interpolieren:

- Linear interpoliert, d. h. der Winkel zwischen dem aktuellen Drehvektor und dem Startvektor ist eine lineare Funktion des Bahnparameters.
- Nicht linear durch die zusätzliche Programmierung eines Polynoms für den Drehwinkel q von maximal 5. Grades in der Form:

$$PO[THT] = (d_2, d_3, d_4, d_5)$$

Interpolation des Drehwinkels

In der Liste der Koeffizienten (... , ...) können Koeffizienten höherer Ordnung weggelassen werden, falls diese alle gleich Null sind.

Der Endwert des Winkels sowie der konstante und lineare Koeffizient d_h des Polynoms können hierbei nicht direkt programmiert werden.

Der lineare Koeffizient d_h wird durch den Endwinkel q_e festgelegt und in Grad angegeben.

Der Endwinkel q_e bestimmt sich aus der Programmierung des Drehvektors.

Der Startwinkel q_s bestimmt sich aus dem Startwert des Drehvektors, der sich aus den Endwert des vorhergehenden Satzes ergibt. Durch den Startwinkel wird der konstante Koeffizient des Polynoms festgelegt.

Der Drehvektor ist immer senkrecht zur aktuellen Orientierung des Werkzeugs und bildet mit dem Basis-Drehvektor den Winkel θ_{THETA} .

Hinweis

Bei der Maschinenkonfiguration kann festgelegt werden, in welche Raumrichtung der Drehvektor bei einem bestimmten Drehwinkel zeigt, wenn das Werkzeug die Grundorientierung einnimmt.

Formel

Allgemein wird der Drehwinkel mit einem Polynom 5. Grades interpoliert:

$$\theta_u = \theta_s + d_1 u + d_2 u^2 + d_3 u^3 + d_4 u^4 + d_5 u^5 \quad (14)$$

Für das Parameterintervall 0 ... 1 ergibt sich daraus für den linearen Koeffizienten:

$$d_1 = \theta_e - \theta_s - d_2 - d_3 - d_4 - d_5 \quad (15)$$

Interpolation des Drehvektors

Der programmierte Drehvektor kann mit den modal wirkenden G-Codes auf folgende Art interpoliert werden:

- **ORIROTA (orientation rotation absolute):**

Der Drehwinkel **THETA** wird bezüglich einer absolut festgelegten Richtung im Raum interpretiert. Die Festlegung der Grunddrehrichtung erfolgt mittels Maschinendaten.

- **ORIROTR (orientation rotation relative):**

Der Drehwinkel **THETA** wird relativ zur Ebene, die von Start- und Endorientierung aufgespannt wird, interpretiert.

- **ORIROTT (orientation rotation tangential):**

Der Drehwinkel **THETA** wird relativ zur Orientierungsänderung interpretiert. Das heißt der Drehvektor wird für **THETA=0** tangential zur Orientierungsänderung interpoliert.

Dies gibt nur dann einen Unterschied zu **ORIROTR**, falls die Orientierungsänderung nicht in einer Ebene abläuft. Dies ist der Fall, wenn für die Orientierung mindestens ein Polynom für den "Kippwinkel" **PSI** programmiert wurde. Durch einen zusätzlich programmierten Drehwinkel **THETA** kann dann z. B. der Drehvektor so interpoliert werden, dass er immer einen bestimmten Winkel zur Orientierungsänderung bildet.

Aktivierung der Drehung

Eine Drehung des Orientierungsvektors wird mit dem Bezeichner **THETA** programmiert. Dabei gibt es folgende Möglichkeiten der Programmierung:

THETA=<Wert>	Programmierung eines Drehwinkels, der am Satzende erreicht wird.
THETA = q_e	Programmierte Winkel q_e kann sowohl absolut (G90 ist aktiv) als auch relativ (G91 ist aktiv Kettenmaß) interpretiert werden.
THETA = AC(...)	Satzweise auf Maßangabe absolut umschalten
THETA = IC(...)	Satzweise auf Kettenmaßangabe umschalten
PO[THT] = (...)	Programmierung eines Polynoms für den Drehwinkel THETA .

Die Programmierung des Winkels **THETA** erfolgt in Grad.

Mit den modalen G-Codes wird die Interpolation des Drehvektors festgelegt:

ORIROTA	Drehwinkel zu einer absolut vorgegebenen Drehrichtung
ORIROTR	Drehwinkel relativ zur Ebene zwischen Start- und Endorientierung
ORIROTT	Drehwinkel relativ zur Änderung des Orientierungsvektors tangentialer Drehvektor zur Orientierungsänderung
ORIROTC	Drehwinkel relativ zur Änderung des Orientierungsvektors tangentialer Drehvektor zur Bahntangente
PL	Länge des Parameterintervalls auf dem die Polynome definiert sind. Das Intervall beginnt immer bei 0. Ist kein PL programmiert, wirkt PL = 1.

Diese G-Codes legen die Bezugsrichtung des Drehwinkels fest. Damit ändert sich auch die Bedeutung des programmierten Drehwinkels.

Randbedingungen

Nur wenn die Interpolationsart `ORIROTA` aktiv ist, kann der Drehwinkel bzw. Drehvektor auf alle vier Arten programmiert werden.

1. Rundachspositionen
2. Eulerwinkel über `A2`, `B2`, `C2`
3. RPY-Winkel über `A2`, `B2`, `C2`
4. Richtungsvektor über `A3`, `B3`, `C3`

Falls `ORIROTR` oder `ORIROTT` aktiv sind, kann der Drehwinkel nur noch direkt mit `THETA` programmiert werden.

Die anderen Möglichkeiten der Programmierung müssen hier ausgeschlossen werden, da damit eine absolute Drehrichtung festgelegt wird, die im Widerspruch zur Interpretation des Drehwinkels in diesen Fällen steht. Die möglichen Kombinationen zur Programmierung werden überwacht, und gegebenenfalls ein Alarm ausgegeben.

Eine Drehung kann auch allein in einem Satz programmiert werden, ohne dass eine Orientierungsänderung stattfindet. Dabei haben `ORIROTR` und `ORIROTT` keine Bedeutung. In diesem Fall wird der Drehwinkel immer in Bezug zur absoluten Richtung interpretiert (`ORIROTA`).

Eine programmierbare Drehung des Orientierungsvektors ist nur möglich, wenn eine Orientierungstransformation (`TRAORI`) aktiv ist.

Nur für Maschinenkinematiken, die eine Drehung der Werkzeugorientierung ermöglichen (z. B. 6-Achs-Maschinen), wird eine programmierte Drehung der Orientierung tatsächlich interpoliert.

2.10.3 Erweiterte Interpolationen von Orientierungen

Funktionalität

Zur Ausführung von Orientierungsänderungen entlang sich einer im Raum befindlichen Kegelmantelfläche, ist eine erweiterte Interpolation des Orientierungsvektors erforderlich. Dabei muss der Vektor bekannt sein, um den die Werkzeugorientierung gedreht werden soll. Außerdem müssen die Start- und Endorientierung vorgegeben werden. Die Startorientierung ist durch den vorhergehenden Satz gegeben und die Endorientierung muss entweder programmiert werden, oder durch andere Bedingungen festgelegt werden.

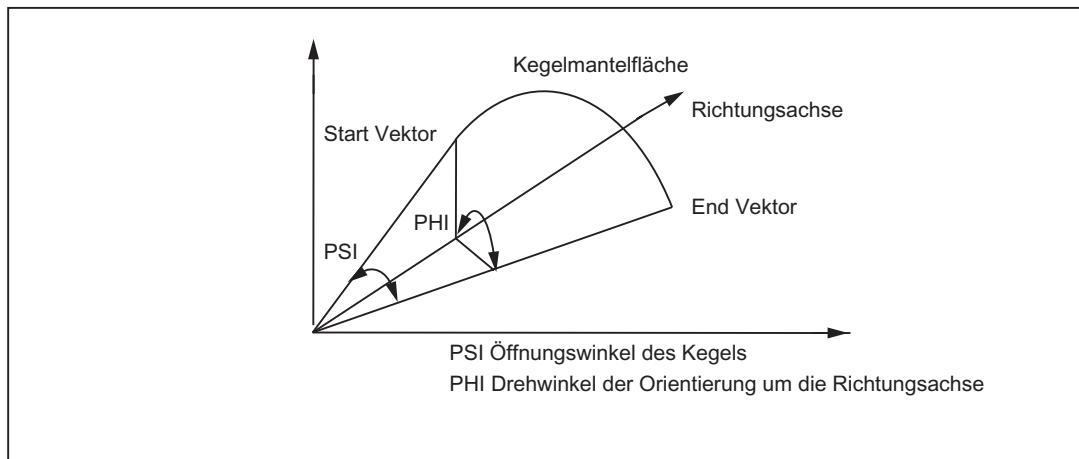


Bild 2-18 Orientierungsänderung auf einer im Raum befindlichen Kegelmantelfläche

Notwendige Festlegungen

Generell sind folgende Angaben notwendig:

- Die **Startorientierung** wird durch die Endorientierung des vorhergehenden Satzes festgelegt.
- Die **Endorientierung** wird entweder durch Angabe des Vektors (mit A3, B3, C3), der Euler- bzw. RPY-Winkel (mit A2, B2, C2) oder durch Programmierung der Rundachspositionen (mit A, B, C) festgelegt.
- Die **Drehachse des Kegels** wird als (normierter) Vektor mit A6, B6, C6 programmiert.
- Der **Öffnungswinkel des Kegels** wird mit dem Bezeichner NUT (**nutation angle**) in Grad programmiert.

Der **Wertebereich** dieses Winkels ist auf das Intervall 0 Grad bis 180 Grad beschränkt. Dabei dürfen die Werte 0 Grad und 180 Grad nicht programmiert werden. Wird ein Winkel außerhalb des gültigen Intervalls programmiert erscheint ein Alarm.

Für den Spezialfall NUT = 90 Grad wird der Orientierungsvektor in einer Ebene senkrecht zum Richtungsvektor interpoliert (Großkreisinterpolation).

Mit dem Vorzeichen des programmierten Öffnungswinkel wird festgelegt, ob der Verfahrwinkel größer oder kleiner als 180 Grad sein soll.

Zur Festlegung des Kegels muss entweder dessen **Richtungsvektor** oder dessen **Öffnungswinkel** programmiert werden. Beide Angaben gleichzeitig sind nicht erlaubt.

- Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass eine **Zwischenorientierung**, die zwischen Start- und Endorientierung liegt programmiert wird.

Programmierung

ORIPANE	orientation interpolation in a plane: Interpolation in einer Ebene (Großkreisinterpolation)
ORICONCW	orientation interpolation on a cone clockwise: Interpolation auf einer Kegelmantelfläche im Uhrzeigersinn
ORICONCCW	orientation interpolation on a cone counter clockwise: Interpolation auf einer Kegelmantelfläche gegen den Uhrzeigersinn.

Die Programmierung des **Richtungsvektors** erfolgt mit den Bezeichnern A6, B6, C6 und wird als (normierter) Vektor angegeben.

Hinweis

Die Programmierung einer Endorientierung ist hierbei **nicht unbedingt** erforderlich. Ist keine Endorientierung angegeben, dann wird ein voller Kegelmantel mit 360 Grad interpoliert.

Die Programmierung des **Öffnungswinkel des Kegels** erfolgt mit NUT= <winkel>, wobei die Angabe des Winkels in Grad erfolgt.

Hinweis

Hierbei ist die Angabe einer Endorientierung **zwingend** erforderlich. Ein vollständiger Kegelmantel mit 360 Grad kann auf diese Weise nicht interpoliert werden. Mit dem Vorzeichen des Öffnungswinkels wird festgelegt, ob der Verfahrenswinkel größer oder kleiner als 180 Grad sein soll.

Dabei bedeuten:

NUT = +...	Verfahrenswinkel kleiner oder gleich 180 Grad
NUT = -...	Verfahrenswinkel größer oder gleich 180 Grad

Ein positives Vorzeichen kann bei der Programmierung weggelassen werden.

Angaben bei Zwischenorientierung

ORICONIO

orientation interpolation on a cone with intermediate orientation: Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit Angabe einer Zwischenorientierung

Ist dieser G-Code aktiv, dann ist die Angabe einer **Zwischenorientierung** mit A7, B7, C7 erforderlich, und wird als (normierter) Vektor angegeben.

Hinweis

Die Programmierung der Endorientierung ist hierbei **zwingend** erforderlich.

Die **Orientierungsänderung** und die **Drehrichtung** wird eindeutig durch die drei Vektoren Start-, End- und Zwischenorientierung festgelegt.

Alle drei Vektoren müssen hierbei voneinander unterschiedlich sein. Falls die programmierte Zwischenorientierung parallel zur Start- oder Endorientierung ist, wird eine lineare Großkreisinterpolation der Orientierung in der Ebene, die von Start- und Endvektor aufgespannt wird, durchgeführt.

Drehwinkel und Öffnungswinkel

Zusätzlich können hierbei für die beiden Winkel des Kegels programmiert werden:

PHI

Drehwinkel der Orientierung um die Richtungsachse

PSI

Öffnungswinkel des Kegels

Außerdem können Polynome von maximal 5.Grades wie folgt programmiert werden:

PO[PHI] = (a2, a3, a4, a5)

Die konstanten und linearen Koeffizienten werden jeweils durch die Start- bzw. Endorientierung bestimmt.

PO[PSI] = (b2, b3, b4, b5)

Weitere Interpolationsmöglichkeiten

Es besteht die Möglichkeit, die Orientierung auf einem Kegel zu interpolieren, der tangential an die vorhergehende Orientierungsänderung anschließt. Diese Orientierungsinterpolation wird durch Programmierung des G-Codes `ORICONTO` erreicht.

`ORICONTO`

orientation interpolation on a cone with tangential orientation: Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit tangentialem Übergang

Eine weitere Möglichkeit der Orientierungsinterpolation besteht darin, dass die Orientierungsänderung durch die Bahn eines 2. Kontaktpunktes auf dem Werkzeug beschrieben wird.

`ORICURVE`

orientation interpolation with a second curve: Interpolation der Orientierung mit Vorgabe der Bewegung zweier Kontaktpunkte des Werkzeugs.

Hierbei ist die Angabe der Koordinaten der Bewegung des 2. Kontaktpunktes des Werkzeugs notwendig. Diese zusätzliche Raumkurve wird programmiert mit `XH`, `YH`, `ZH`.

Außer den jeweiligen Endwerten können auch zusätzliche Polynome in der folgenden Form programmiert werden:

`PO[XH]` = (x_e, x_2, x_3, x_4, x_5): (x_e, y_e, z_e) der Endpunkt der Kurve, und

`PO[YH]` = (y_e, y_2, y_3, y_4, y_5): x_i, y_i, z_i sind die Koeffizienten der Polynome

`PO[ZH]` = (z_e, z_2, z_3, z_4, z_5): von maximal 5. Grades.

Bei dieser Interpolationsart können für die beiden Raumkurven Punkte (G1) bzw. Polynome (POLY) programmiert werden.

Hinweis

Es sind insbesondere keine Kreise und Evolventen zulässig. Zusätzlich kann aber eine Splineinterpolation mit `BSPLINE` aktiviert werden. Dabei werden die programmierten Endpunkte beider Raumkurven als Knotenpunkte interpretiert.

Die anderen Splinearten (`ASPLINE` und `CSPLINE`) sowie die Aktivierung eines Kompressors (`COMPON`, `COMPCURV`, `COMPCAD`) sind hierbei nicht erlaubt.

Randbedingungen

Die erweiterte Interpolation von Orientierungen erfordert die Beachtung aller notwendigen Orientierungstransformationen, da diese zum Funktionsumfang gehören.

Aktivierung

Die Orientierungsänderungen auf einer beliebig im Raum befindlichen Kegelmantelfläche wird mit den G-Codes der Gruppe 51 durch erweiterte Interpolation des Orientierungsvektors mit folgenden Befehlen aktiviert:

ORIPLANE	Interpolation in einer Ebene, Angabe der Endorientierung (entspricht ORIVECT)
ORICONCW	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche im Uhrzeigersinn Angabe der Endorientierung und der Kegelrichtung bzw. Öffnungswinkel des Kegels.
ORICONCCW	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche gegen den Uhrzeigersinn. Angabe der Endorientierung und der Kegelrichtung bzw. Öffnungswinkel des Kegels.
ORICONIO	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit Angabe der Endorientierung und einer Zwischenorientierung.
ORICONTO	Interpolation auf einer Kegelmantelfläche mit tangentialem Übergang, Angabe der Endorientierung.
ORICURVE	Interpolation der Orientierung mit Vorgabe der Bewegung zweier Kontaktpunkte des Werkzeugs.
ORIPATH	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn.
ORIPATHS	Werkzeugorientierung bezogen auf die Bahn, wenn z. B. ein nick im Orientierungsverlauf z. B. an einer Ecke der Kontur geglättet werden soll, siehe Kapitel "Bahnrelative Orientierung".

Beispiele

Im folgenden Programmbeispiel werden unterschiedliche Orientierungsänderungen programmiert:

```

...
N10 G1 X0 Y0 F5000
N20 TRAORI ; Orientierungstransformation aktiviert.
N30 ORIVECT ; WZ-Orientierung als Vektor interpolieren
N40 ORIPLANE ; Großkreisinterpolation auswählen
N50 A3=0 B3=0 C3=1
N60 A3=0 B3=1 C3=1 ; Orientierung in der Y/Z-Ebene um 45
; Grad gedreht, am Satzende wird die
; Orientierung (0, 1 / (Wurzel aus 2),
; 1 / (Wurzel aus 2) erreicht.
N70 ORICONCW : der Orientierungsvektor wird auf einem
; Kegelmantel mit der Richtung;
N80 A6=0 B6=0 C6=1 A3=1 B3=0 C3=1; (0, 0, 1) bis zur Orientierung
; (1 / (Wurzel aus 2), 0, 1 / (Wurzel aus 2)
; im Uhrzeigersinn interpoliert,
; der Drehwinkel beträgt hierbei 270 Grad.
; Die WZ-Orientierung durchläuft eine volle
N90 A6=0 B6=0 C6=1 ; Umdrehung auf demselben Kegelmantel.
...

```

2.11 Online-Werkzeuglängenkorrektur

Funktionalität

Mit der Online-Werkzeuglängenkorrektur können die effektiven Werkzeuglängen in Echtzeit so verändert werden, dass diese Längenänderungen auch bei Orientierungsänderungen des Werkzeugs berücksichtigt werden. Über die Systemvariable \$AA_TOFF[] werden Werkzeuglängenkorrekturen 3-dimensional, entsprechend den drei Werkzeugrichtungen aufgeschaltet.

Grundsätzlich werden keine Werkzeugparameter verändert. Die eigentliche Korrektur erfolgt intern über Transformationen mittels einer orientierbaren Werkzeuglängenkorrektur.

Als Index werden die Geometrieachsbezeichner verwendet. Es können nur so viele Korrekturrichtungen aktiv sein, wie Geometrieachsen aktiv sind. Alle Korrekturen können gleichzeitig aktiv sein.

Anwendung

Die Funktion Online-Werkzeuglängen-Korrektur ist anwendbar bei:

- Orientierungstransformationen (TRAORI)
- Orientierbarer Werkzeugträger (TCARR)

Hinweis

Die Online-Werkzeuglängenkorrektur ist eine Option, die vorher freigeschaltet werden muss. Nur in Verbindung mit einer aktiven Orientierungstransformation oder einem aktiven Orientierbaren Werkzeugträger ist diese Funktion sinnvoll.

Literatur:

/FB/ Funktionshandbuch Grundmaschine, Werkzeugkorrektur, Orientierbare Werkzeugträger (W1)

Satzaufbereitung

Bei der Satzaufbereitung im Vorlauf wird der aktuelle im Hauptlauf wirksame Werkzeuglängenoffset mit berücksichtigt. Um die maximal zulässigen Achsgeschwindigkeiten weitestgehend auszunutzen, ist es erforderlich, die Satzaufbereitung mit einem Vorlaufstop (STOPRE) anzuhalten, während ein Werkzeugoffset aufgebaut wird.

Der Werkzeugoffset ist zum Vorlaufzeitpunkt auch immer dann bekannt, wenn die Werkzeuglängenkorrekturen nach Programmstart nicht mehr verändert werden, oder wenn nach einer Veränderung der Werkzeuglängenkorrekturen mehr Sätze abgearbeitet wurden als der IPO-Buffer zwischen Vorlauf und Hauptlauf aufnehmen kann. Damit wird bei kurzen Sätzen die korrekte Berücksichtigung der Achsgeschwindigkeiten schnell wirksam.

Das Maß für die Differenz zwischen der aktuell im Interpolator wirksamen Korrektur und der Korrektur, die zum Zeitpunkt der Satzaufbereitung wirksam war, kann in der Systemvariable \$AA_TOFF_PREP_DIFF[] abgefragt werden.

Hinweis

Die Veränderung der effektiven Werkzeuglängen durch die Online-Werkzeuglängenkorrektur führt bei Orientierungsänderungen zu veränderten Ausgleichsbewegungen der an der Transformation beteiligten Achsen. Die resultierenden Geschwindigkeiten können dabei abhängig von der Maschinenkinematik und den aktuellen Achspositionen sowohl größer als auch kleiner werden.

MD21190 \$MC_TOFF_MODE (Wirkungsweise Korrektur in Werkzeugr.)

Über das folgende Maschinendatum kann eingestellt werden, ob der Inhalt der Synchronaktionsvariable \$AA_TOFF[] als absoluter Wert angefahren werden soll, oder ob ein integrierendes Verhalten erfolgen soll:

MD21190 \$MC_TOFF_MODE

Durch das integrierende Verhalten von \$AA_TOFF[] ist eine 3D-Abstandsregelung möglich. Der aufintegrierte Wert steht über die Systemvariable \$AA_TOFF_VAL[] zu Verfügung.

Zur Projektierung der Online-Werkzeuglängenkorrektur stehen folgende Maschinendaten und Settingdaten zur Verfügung:

Maschinendaten/Settingdatum	Bedeutung für Online-Werkzeuglängenkorrektur
MD21190 \$MC_TOFF_MODE	Der Inhalt von \$AA_TOFF[] wird als absoluter Wert herausgefahren oder aufintegriert
MD21194 \$MC_TOFF_VELO (Geschw. Online Korrektur in Werkzeugr.)	Geschwindigkeit der Online-WZL-Korrektur
MD21194 \$MC_TOFF_ACCEL (Beschl. Online Korrektur in Werkzeugr.)	Beschleunigung der Online-WZL-Korrektur
SD42970 \$SC_TOFF_LIMIT (Obergr. d. Korrekturw. \$AA_TOFF)	Obergrenze des Werkzeuglängenkorrekturwertes

Bei der Beschleunigungsreserve wird 20 Prozent für die überlagerte Bewegung der Online-Werkzeuglängenkorrektur vorgesehen, die über das folgende Maschinendatum veränderbar ist:

MD20610 \$MC_ADD_MOVE_ACCEL_RESERVE (Beschleunigungsreserve für überlagerte Bewegungen)

Aktivierung

Mit der Anweisung TOFFON kann die Online-Werkzeuglängenkorrektur für mindestens eine Werkzeugrichtung bei verfügbarer Option vom Teileprogramm aus aktiviert werden. Bei der Aktivierung kann für die entsprechende Korrekturrichtung ein Offsetwert angegeben werden, der sofort herausgefahren wird.

Beispiel: TOFFON(Z, 25).

Eine wiederholte Programmierung der Anweisung TOFFON() mit einem neuen Offsetwert führt dazu, dass der neue Offsetwert herausgefahren wird. Der Offsetwert wird hierbei als absoluter Wert zur Variablen \$AA_TOFF[] addiert.

Hinweis

Weitere Informationen zur Programmierung mit Beispielen entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/PGA/ Kapitel "Transformationen"

Solange die Online-Werkzeuglängenkorrektur aktiv ist, wird das VDI-Signal der Schnittstelle NCK → PLC in folgendem Nahtstellensignal auf 1 gesetzt:

DB21, ... DBX318.2 (TOFF aktiv)

Während eine Korrekturbewegung aktiv ist, wird das VDI → Signal in folgendem Nahtstellensignal auf 1 gesetzt:

DB21, ... DBX318.3 (TOFF Bewegung aktiv)

Rücksetzen

Die Korrekturwerte können mit dem Befehl TOFFOF() rückgesetzt werden. Diese Anweisung löst einen Vorlaufstop aus.

Die aufgebauten Werkzeuglängenkorrekturen werden abgelöscht und ins Basiskoordinatensystem übernommen. Der Vorlauf synchronisiert sich auf die aktuelle Position im Hauptlauf. Da hierbei keine Achsen verfahren werden, ändern sich die Werte von \$AA_IM[] nicht. Es werden nur die Werte der Variablen \$AA_IW[] und \$AA_IB[] verändert. Diese enthalten nun den abgewählten Anteil der Werkzeuglängenkorrektur.

Nach der Abwahl der "Online-Werkzeuglängenkorrektur" für eine Werkzeugrichtung ist der Wert der Systemvariablen \$AA_TOFF[] bzw. \$AA_TOFF_VAL[] für diese Werkzeugrichtung Null. Das folgende Nahtstellensignal wird auf 0 gesetzt:

DB21, ... DBX318.2 (TOFF aktiv)

Alarm 21670

Ein vorhandener Werkzeuglängenoffset muss vorher über TOFFOF() gelöscht werden, damit der Alarm 21670 "Kanal %1 Satz %2 unzulässige Änderung der Werkzeugrichtung wegen \$AA_TOFF aktiv" unterdrückt wird:

- Beim Abschalten der Transformation mit TRAFOOF
- Wenn von CP nach PTP-Fahren umgeschaltet wird.
- Wenn beim Geo-Achstausch ein Werkzeuglängenoffset in Richtung der Geometrieachse vorhanden ist.
- Wenn beim Ebenenwechsel ein Werkzeuglängenoffset vorhanden ist.
- Beim Wechsel von achsspezifisches Handverfahren in der Betriebsart JOG auf PTP solange eine Werkzeuglängenkorrektur aktiv ist. Der Wechsel nach PTP wird nicht ausgeführt.

Betriebsartenwechsel

Die Werkzeuglängenkorrektur bleibt auch beim Betriebsartenwechsel aktiv und kann in allen Betriebsartenausgeführt werden.

Wird beim Betriebsartenwechsel eine Werkzeuglängenkorrektur aufgrund von \$AA_TOFF[] interpoliert, kann die Betriebsartenumschaltung erst erfolgen, wenn die Interpolation der Werkzeuglängenkorrektur beendet ist. Es wird der Alarm 16907 "Kanal %1 Aktion %2 <ALNX> nur im Stop-Zustand möglich" gemeldet.

Verhalten bei REF und Satzsuchlauf

Beim Anfahren des Referenzpunktes REF in der Betriebsart JOG wird die Werkzeuglängenkorrektur nicht berücksichtigt.

Die Anweisungen TOFFON() und TOFFOF() werden beim Satzsuchlauf nicht mit aufgesammelt und in einem Aktionssatz ausgegeben.

Systemvariable

Bei der Online-Werkzeuglängenkorrektur stehen dem Anwender folgende Systemvariable zur Verfügung:

Systemvariable	Bedeutung für Online-Werkzeuglängenkorrektur
\$AA_TOFF[]	Positionsoffset im Werkzeugkoordinatensystem
\$AA_TOFF_VAL[]	Integrierter Positionsoffset im WKS
\$AA_TOFF_LIMIT[]	Abfrage, ob sich der Werkzeuglängenkorrekturwert im Grenzbereich befindet
\$AA_TOFF_PREP_DIFF[]	Größe der Differenz zwischen dem aktuell wirksamen Wert von \$AA_TOFF[] und dem Wert, als der aktuelle Bewegungssatz präpariert wurde.

Literatur:

/PGA1/ LHB Systemvariablen

Randbedingungen

Die Funktion Online-Werkzeuglängenkorrektur ist eine Option und steht standardmäßig bei der "Generischen 5-Achs-Transformation" und bei dem "Orientierbaren Werkzeugträger" zur Verfügung.

Steht das Werkzeug bei der Bearbeitung nicht senkrecht auf der Werkstückoberfläche, oder enthält die Kontur Krümmungen, deren Radius kleiner ist als das Korrekturmaß, ergeben sich Abweichungen von der eigentlichen Offsetfläche. Die Erzeugung exakter Offsetflächen ist mit einer Werkzeuglängenkorrektur allein nicht möglich.

Randbedingungen

Es sind keine Randbedingungen zu beachten.

Beispiele

4.1 Beispiel für eine 5-Achs-Transformation

```
CHANDATA(1)
```

```
$MA_IS_ROT_AX[AX5] = TRUE
```

```
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX5] = 0
```

```
$MA_ROT_IS_MODULO[AX5] = 0
```

```
-----
;
; Allgemeine 5-Achs-Transformation
;
; Kinematik:
;
; 1. Rundachse ist parallel zu Z
; 2. Rundachse ist parallel zu X
;
; Bewegliches Werkzeug
;
-----
```

```
$MC_TRAFO_TYPE_1 = 20
```

```
$MC_ORIENTATION_IS_EULER = TRUE
```

```
$MC_TRAFO_AXES_IN_1[0] = 1
```

```
$MC_TRAFO_AXES_IN_1[1] = 2
```

```
$MC_TRAFO_AXES_IN_1[2] = 3
```

```
$MC_TRAFO_AXES_IN_1[3] = 4
```

```
$MC_TRAFO_AXES_IN_1[4] = 5
```

```
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[0]=1
```

```
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[1]=2
```

```
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[2]=3
```

```

$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[0] = 0
$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[1] = 0
$MC_TRAFO5_PART_OFFSET_1[2] = 0
$MC_TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_1[0] = 0
$MC_TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_1[1] = 0

$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1[0] = TRUE

$MC_TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1[1] = TRUE
$MC_TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_1 = 2.0

$MC_TRAFO5_POLE_LIMIT_1 = 2.0
$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[0] = 0.0
$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[1] = 0.0
$MC_TRAFO5_BASE_TOOL_1[2] = 5.0

$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[0] = 0.0
$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[1] = 0.0
$MC_TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[2] = 0.0

```

CHANDATA(1)

M17

Beispielprogramm zur allgemeinen 5-Achs-Transformation:

```

; Definition des Werkzeugs T1
$TC_DP1[1,1] = 10 ; Typ
$TC_DP2[1,1] = 0
$TC_DP3[1,1] = ; z Längenkorrekturvektor G17
$TC_DP4[1,1] = 0. ; y
$TC_DP5[1,1] = 0. ; x
$TC_DP6[1,1] = 0. ; Radius
$TC_DP7[1,1] = 0
$TC_DP8[1,1] = 0
$TC_DP9[1,1] = 0
$TC_DP10[1,1] = 0
$TC_DP11[1,1] = 0
$TC_DP12[1,1] = 0

```

Ausgangsstellung anfahren:

```

N100 G1 x1 y0 z0 a0 b0 F20000 G90 G64 T1 D1 G17 ADIS=.5 ADISPOS=3

```

Orientierungsvektorprogrammierung:

```
N110 TRAORI(1)
N120 ORIWKS
N130 G1 G90
N140 a3 = 0 b3 = 0 c3 = 1 x0
N150 a3 = 0 b3 = -1 c3 = 0
N160 a3 = 1 b3 = 0 c3 = 0
N170 a3 = 1 b3 = 0 c3 = 1
N180 a3 = 0 b3 = 1 c3 = 0
N190 a3 = 0 b3 = 0 c3 = 1
```

Eulerwinkelprogrammierung:

```
N200 ORIMKS
N210 G1 G90
N220 a2 = 0 b2 = 0 x0
N230 a2 = 0 b2 = 90
N240 a2 = 90 b2 = 90
N250 a2 = 90 b2 = 45
N260 a2 = 0 b2 = -90
N270 a2 = 0 b2 = 0
```

Achsprogrammierung:

```
N300 a0 b0 x0
N310 a45
N320 b30
```

TOFRAME:

```
N400 G0 a90 b90 x0 G90
N410 TOFRAME
N420 z5
N430 x3 y5
N440 G0 a0 b0 x1 y0 z0 G90

N500 TRAFOOF
m30
```

4.2 Beispiel für eine 3- und 4-Achs-Transformation

4.2.1 Beispiel für eine 3-Achs-Transformation

Beispiel: Für die im Bild "Schematische Darstellung einer 3-Achs-Transformation" (siehe Kapitel "3- und 4-Achs-Transformation", Kurzbeschreibung) schematisch dargestellte Maschine kann die 3-Achs-Transformation folgendermaßen projiziert werden:

```
$MC_TRAFO_TYPE_n = 18
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[0] = 1      ; Zuweisung der Kanalachsen zu Geo-
                                           Achsen
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[1] = 0
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[2] = 3
$MC_TRAFO_AXES_IN_n[0] = 1                ; x-Achse ist Kanalachse 1
$MC_TRAFO_AXES_IN_n[1] = 0                ; y-Achse wird nicht verwendet
$MC_TRAFO_AXES_IN_n[2] = 3                ; z-Achse ist Kanalachse 3
$MC_TRAFO_AXES_IN_n[4] = 0                ; es gibt keine 2. rotatorische Achse
```

4.2.2 Beispiel für eine 4-Achs-Transformation

Beispiel: Für die im Bild "Schematische 4-Achs-Transformation mit beweglichem Werkstück" (siehe Kapitel "3- und 4-Achs-Transformation", Kurzbeschreibung) schematisch dargestellte Maschine, jedoch mit einer zusätzlichen Achse (Y), kann die 4-Achs-Transformation folgendermaßen projiziert werden:

```
$MC_TRAFO_TYPE_n = 18

$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[0] = 1
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[1] = 2
$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_n[2] = 3

$MC_TRAFO_AXES_IN_n[0] = 1                ; x-Achse ist Kanalachse 1
$MC_TRAFO_AXES_IN_n[1] = 2                ; y-Achse ist Kanalachse 2
$MC_TRAFO_AXES_IN_n[2] = 3                ; z-Achse ist Kanalachse 3

$MC_TRAFO_AXES_IN_n[4] = 0                ; es gibt keine 2. rotatorische Achse
```

4.3 Beispiel Kardanischer Fräskopf

Allgemeines

Die folgenden Ausschnitte geben die wesentlichen Aktionen wieder, die im Zusammenhang mit der Aktivierung einer Transformation für den kardanischen Fräskopf erforderlich sind.

Maschinendaten

; Maschinenkinematik CA' mit Orientierung des Werkzeugs in Nullstellung in Z-Richtung

\$MC_TRAFO_TYPE_1 = 148

\$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[0] = 1

\$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[1] = 2

\$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[2] = 3

; Winkel der 2. rotatorischen Achse

\$MC_TRAFO5_NUTATOR_AX_ANGLE_1 = 45

Programm

```
; Definition des Werkzeugs T1
$TC_DP1[1,1] = 120;                               Typ
$TC_DP2[1,1] = 0;
$TC_DP3[1,1] = 20;                                Z Längenkorrekturvektor G17
$TC_DP4[1,1] = 8.;                                Y
$TC_DP5[1,1] = 5.;                                X

TRAORI(1);                                         Aktivierung der Transformation
ORIMKS;                                           Bezug der Orientierung auf das MKS
G0 X1 Y0 Z0 A0 B0 F20000 G90 G64 T1 D1 G17
;Programmierung des Richtungsvektors
G1 G90
a3 = 0 b3 = 1 c3 = 0
;Programmierung in Eulerwinkeln
G1 G90
a2 = 0 b2 = 0 X0

;Programmierung der Bewegung der Rundachsen
G1 X10 Y5 Z20 A90 C90

m30
```

Literatur:

/PA/ Programmierhandbuch Grundlagen

4.4 Beispiel für Orientierungsachsen

Beispiel 1:

3 Orientierungsachsen für die 1. Orientierungstransformation für eine Kinematik mit 6 transformierten Achsen. Die Drehung soll in dieser Reihenfolge ablaufen:

- zuerst um die Z-Achse,
- danach um die Y-Achse und
- anschließend wieder um die Z-Achse.

Der Werkzeugvektor soll in X-Richtung zeigen.

```
CHANDATA(1)

$MC_TRAFO5_TOOL_VECTOR_1=0           ; Werkzeugvektor in X-Richtung
$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[0]=4   ; Kanalindex 1. Orient.achse
$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[1]=5   ; Kanalindex 2. Orient.achse
$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[2]=6   ; Kanalindex 3. Orient.achse
$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[0]=3             ; Z-Richtung
$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[1]=2             ; Y-Richtung
$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[2]=3             ; Z-Richtung

CHANDATA(1)
M17
```

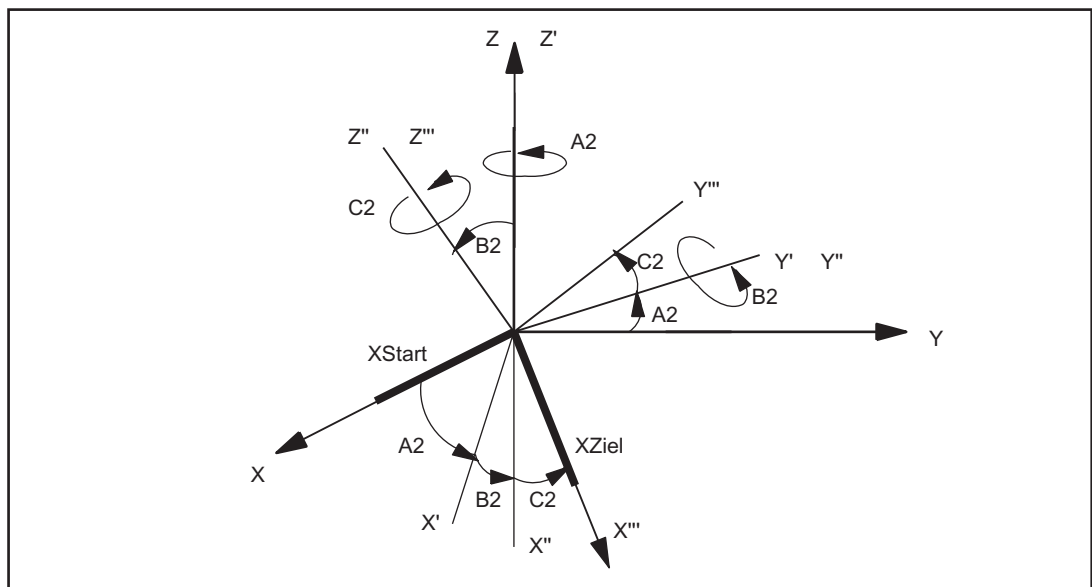


Bild 4-1 3 Orientierungsachsen für die 1. Orientierungstransformation für eine Kinematik mit 6 transformierten Achsen

Beispiel 2:

3 Orientierungsachsen für die 2. Orientierungstransformation für eine Kinematik mit 5 transformierten Achsen. Die Drehung soll in dieser Reihenfolge ablaufen:

- zuerst um die X-Achse,
- danach um die Y-Achse und
- anschließend um die Z-Achse.

Der Werkzeugvektor soll in Z-Richtung zeigen.

```

CHANDATA (1)
$MC_TRAFO5_TOOL_VECTOR_2=2           ; Werkzeugvektor in Z-Richtung
$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[0]=4   ; Kanalindex 1. Orient.achse
$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[1]=5   ; Kanalindex 2. Orient.achse
$MC_TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[2]=0   ; Kanalindex 3. Orient.achse
$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[0]=1             ; X-Richtung
$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[1]=2             ; Y-Richtung
$MC_ORIAX_TURN_TAB_1[2]=3             ; Z-Richtung

CHANDATA (1)
M17

```

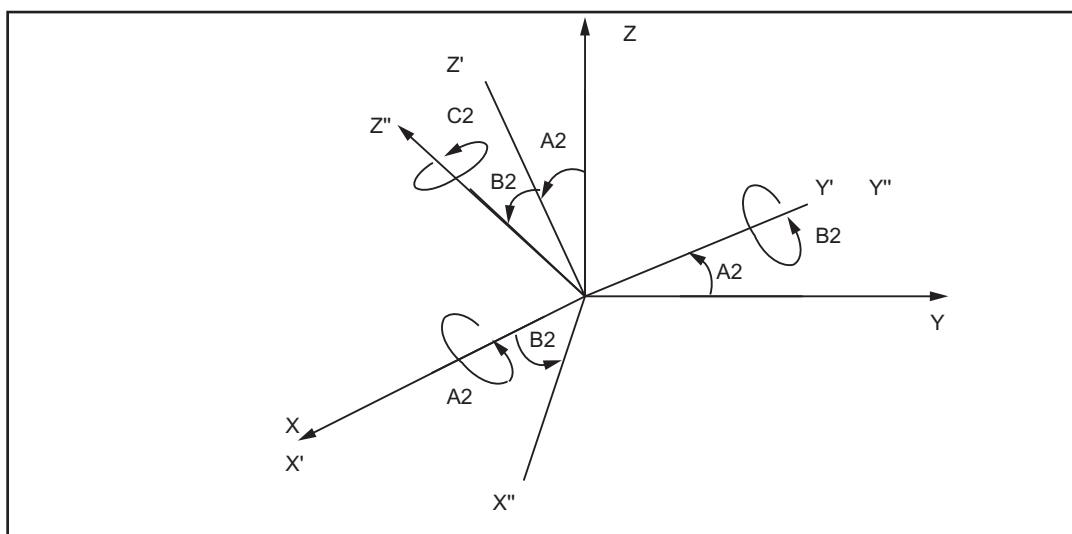


Bild 4-2 3 Orientierungsachsen für die 2. Orientierungstransformation für eine Kinematik mit 5 transformierten Achsen

Die Drehung um den Winkel C2 um die Z''-Achse entfällt in diesem Fall, da sich die Orientierung des Werkzeugvektors allein aus den Winkeln A2 und B2 bestimmen lässt und kein weiterer Freiheitsgrad an der Maschine vorhanden ist.

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung

4.5 Beispiele zu Orientierungsvektoren

4.5.1 Beispiel für Polynominterpolation von Orientierungsvektoren

Orientierungsvektor in Z-X Ebene

In den nachfolgenden Beispielen wird der Orientierungsvektor direkt programmiert. Die sich daraus ergebenden Bewegungen der Rundachsen hängen von der jeweiligen Kinematik der Maschine ab.

```
N10 TRAORI
N20 POLY ; Polynominterpolation wird ermöglicht.
N30 A3=0 B3=0 C3=1 ; Orientierung in +Z-Richtung
                    (Startvektor)
N40 A3=1 B3=0 C3=0 ; Orientierung in +X-Richtung (Endvektor)
```

In N40 wird der Orientierungsvektor in der Z-X Ebene, die vom Start- und Endvektor aufgespannt wird, gedreht. Dabei wird der Winkel PHI in dieser Ebene zwischen den Werten 0 und 90 Grad linear interpoliert (Großkreisinterpolation).

Die zusätzliche Angabe der Polynome für die beiden Winke PHI und PSI bewirkt, dass der interpolierte Orientierungsvektor beliebig zwischen dem Start- und Endvektor liegen kann.

Winkel PHI mittels des Polynoms PHI

Im Unterschied zum obigen Beispiel wird der Winkel PHI mittels des Polynoms $\text{PHI}(u) = (90 - 10)u + 10 \cdot u^2$ zwischen den Werten 0 und 90 Grad interpoliert.

Der Winkel PSI ist ungleich Null und wird gemäß folgendem Polynom interpoliert:

$$\text{PSI}(u) = -10 \cdot u + 10 \cdot u^2$$

Die maximale "Auskipfung" des Orientierungsvektors aus der Ebene zwischen Start- und Endvektor erhält man in der Mitte des Satzes ($u = 1/2$).

```
N10 TRAORI
N20 POLY ; Polynominterpolation wird ermöglicht.
N30 A3=0 B3=0 C3=1 ; Orientierung in +Z-Richtung (Startvektor)
N40 A3=1 B3=0 C3=0 PO[PHI]=(10) ; in +X-Richtung (Endvektor)
                    PO[PSI]=(10)
```


4.5.2 Beispiel für Drehungen des Orientierungsvektors

Drehungen mit dem Drehwinkel THETA

Im folgenden Beispiel wird der Drehwinkel vom Startwert 0 Grad zum Endwert 90 Grad linear interpoliert. Der Drehwinkel ändert gemäß einer Parabel oder es kann auch eine Drehung ohne eine Orientierungsänderung ausgeführt werden. Die Werkzeugorientierung wird von der Y-Richtung in die X-Richtung gedreht.

```

N10 TRAORI                                ; Aktivierung Orientierungstransformation
N20 G1 X0 Y0 Z0 F5000                      ;
                                           ; Orientierung des Werkzeugs
N30 A3=0 B3=0 C3=1 THETA=0                 ; in Z-Richtung mit Drehwinkel 0
N40 A3=1 B3=0 C3=0 THETA=90               ; in X-Richtung und Drehung
                                           ; um 90 Grad
N50 A3=0 B3=1 C3=0 PO[THT]=(180,90)       ; in Y-Richtung und Drehung
                                           ; auf 180 Grad
N60 A3=0 B3=1 C3=0 THETA=IC(-90)          ; bleibt konstant und Drehung
                                           ; auf 90 Grad.
N70 ORIOTT                                ; Drehwinkel relativ zur
                                           ; Orientierungsänderung.
N80 A3=1 B3=0 C3=0 THETA=30               ; Drehvektor im Winkel
                                           ; 30 Grad zur X-Y Ebene.

```

N40 Interpolation der Drehwinkel vom Startwert 0 Grad zum Endwert 90 Grad linear interpoliert.

N50 Der Drehwinkel ändert sich von 90 Grad auf 180 Grad gemäß der Parabel

$$\theta(u) = 90 + u^2$$

N60 Es kann auch eine Drehung ausgeführt werden, ohne dass eine Orientierungsänderung stattfindet.

N80 wird die Werkzeugorientierung von der Y-Richtung in X-Richtung gedreht. Dabei liegt die Orientierungsänderung in der X-Y Ebene und der Drehvektor bildet zu dieser Ebene einen Winkel von 30 Grad.

4.6 Beispiel für generische 5-Achstransformation

Im folgenden wird von einer Maschine mit drehbarem Werkzeug ausgegangen, deren erste Rundachse eine C-Achse und deren zweite Rundachse eine B-Achse ist (CB-Kinematik, siehe Bild). Die in den Maschinendaten definierte Grundorientierung ist die Winkelhalbierende zwischen der X- und der Z-Achse.

Die relevanten Maschinendaten sehen aus wie folgt:

CHANDATA (1)

\$MC_TRAFO_TYPE_1 = 24 ; Allgemeine 5-Achstransformation
; drehbares Werkzeug

\$MC_TRAFO5_AXIS1_1[0] = 0.0
\$MC_TRAFO5_AXIS1_1[1] = 0.0
\$MC_TRAFO5_AXIS1_1[2] = 1.0 ; 1. Rundachse ist parallel zu Z.
\$MC_TRAFO5_AXIS2_1[0] = 0.0
\$MC_TRAFO5_AXIS2_1[1] = 1.0
\$MC_TRAFO5_AXIS2_1[2] = 0.0 ; 2. Rundachse ist parallel zu Y.
\$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_1[0] = 1.0
\$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_1[1] = 0.0
\$MC_TRAFO5_BASE_ORIENT_1[2] = 1.0
M30

Beispielprogramm:

```
N10      $TC_DP1[1,1]=120      ; Schaftfräser
N20      $TC_DP3[1,1]= 0      ; Längenkorrekturvektor
N30
N40
N50      $TC_CARR7[1] = 1      ; Definition des Werkzeugträgers
      ; Komponente der 1. Drehachse
      ; in X-Richtung
N60      $TC_CARR11[1] = 1     ; Komponente der 2. Drehachse
      ; in Y-Richtung
N70      $TC_CARR13[1] = -45   ; Drehwinkel der 1. Achse
N80      $TC_CARR14[1] = 0     ; Drehwinkel der 2. Achse
N90
N100     X0 Y0 Z0 B0 C0 F10000 ORIWKS G17
N110     TRAORI()              ; Anwahl der Trafo-Grundorientierung
      ; aus Maschinendaten
N120     C3=1                  ; Orientierung parallel zu Z
      ; einstellen → B-45 C0
N130     T1 D1                 ; Grundorientierung ist jetzt parallel Z
N140     C3=1                  ; Orientierung parallel zu Z
      ; einstellen → B0 C0
N150     G19                   ; Grundorientierung ist jetzt parallel X
N160     C3=1                  ; Orientierung parallel zu Z
      ; einstellen → B-90 C0
```

```

N170      G17 TCARR=1 TCOABS      ; Grundorientierung ist jetzt Winkel-
                                         ; halbierende Y-Z
N180      A3=1                    ; Orientierung parallel zu X
                                         ; einstellen → B-90 C-135
N190      B3=1 C3=1              ; Orientierg. parallel zur
                                         ; Grundorientierg. → B0 C0
N200      TRAORI(,2.0, 3.0, 6.0)  ; Grundorientierung in Aufruf übergeben
N210      A3=2 B3=3 C3=6         ; Orientierung parallel zur
                                         ; Grundorientierg. → B0 C0
N220      TOFRAME                ; Z-Achse zeigt in Richtung
                                         ; der Orientierung
N230      G91 Z7                 ; 7 mm in neue Z-Richtung
                                         ; verfahren → X2 Y3 Z6
N240      C3=1                   ; Orientierg. parallel zur
                                         ; neuen Z-Achse → B0 C0
N250      M30

```

4.6.1 Beispiel für eine Generische 6-Achs-Transformation

Aktivierung einer 6-Achs-Transformation mit anschließenden Orientierungsänderungen und Verfahrbewegungen:

```

N10      A0 B0 X0 Y0 Z0          ;
N20      TRAORI(1, , , , 0,0,0,  ; Übergabe des Orientierungsvektors
          0,1,0)                 ; und des Orientierungsnormalenvektors,
                                         ; Trafoanwahl
N30      T1 D1 X10 Y20 Z30 A3=0.5 ; Orientierungsänderung, Drehung
          C3=1 BN3=1 ORIPLANE ORIWKS ; und Verfahrbewegung
N40      B3=0.5 C3=1 AN3=-1       ; Drehung programmiert,
                                         ; Orientierung konstant
N50      M30

```

Im folgenden Beispiel wird ein Werkzeug definiert, bei dem die Orientierung vom Standard abweicht. Der Orientierungsvektor liegt bei G17 in der X-Z-Ebene und ist gegen die Z-Achse um 26.565 Grad geneigt wegen $\tan(26.565) = 0.5 = \$TC\_DPV3[2,2] / \$TC\_DPV5[2,2]$.

Der Orientierungsnormalenvektor ist ebenfalls angegeben. Da nur $\$TC\_DPV4[2,2]$ ungleich Null ist, zeigt er in Y-Richtung. Orientierungsvektor und Orientierungsnormalenvektor stehen senkrecht aufeinander.

Eine Orthogonalisierung ist deshalb **nicht notwendig**, und der programmierte Orientierungsnormalenvektor wird deshalb nicht modifiziert.

```

N100      $TC_DP1[2,2]=120        ; Schaftfräser
N110      $TC_DP3[2,2]= 20        ; Längskorrekturvektor
N120      $TC_DPV[2,2]= 0         ; Werkzeugschneidenorientierung
N130      $TC_DPV3[2,2]= 1        ; X- Komponente Werkzeugschneidenorientg.
N140      $TC_DPV4[2,2]= 0        ; Y- Komponente Werkzeugschneidenorientg.

```

4.6 Beispiel für generische 5-Achstransformation

```

N150      $TC_DPV5[2,2]= 0.5      ; Z- Komponente Werkzeugschneidenorientg.
N160      $TC_DPVN3[2,2]= 0       : X- Komponente Orientierungsnormalenvekt.
N170      $TC_DPVN4[2,2]= 1       ; Y- Komponente Orientierungsnormalenvekt.
N180      $TC_DPVN5[2,2]= 0       ; Z- Komponente Orientierungsnormalenvekt.
N200      TRAORI ( )              ; Grundorientierung in Aufruf übergeben
N210      A3=5 C3=10 BN3=1        ; Rundachsen in Grundstellung bringen
N220      C3=1                    ; Orientierung in Z-Richtung → Werkzeug
                                   ; dreht um 26.565 Grad
N230      THETA=IC(90)            ; Orientierungsnormalenvektor
                                   ; inkrementell um 90 Grad
                                   ; drehen. Vektor zeigt in negative
                                   ; X-Richtung
N240      M30

```

4.6.2 Beispiel für die Modifikation der Rundachsbewegung

Es sei eine 5-Achs-Maschine vom Maschinentyp 1 (Zweiachsen-Schwenkkopf mit CA-Kinematik) gegeben, bei der beide Rundachsen das Werkzeug drehen (Trafotyp 24). Die erste Rundachse ist eine Modulo-Achse parallel zu Z (C-Achse), die zweite Rundachse ist parallel zu Y (B-Achse) und hat einen Verfahrbereich von -5 Grad bis +185 Grad.

Damit eine Veränderung immer zulässig ist, hat das folgende Maschinendatum den Wert 2: MD21180 \$MC_ROT_AX_SWL_CHECK_MODE (Check Softwarelimits für Ori.-Achsen)

```

N10 X0 Y0 Z0 B0 C0
N20 TRAORI ( )              ; Grundorientierung 5-Achs-Transformation
N30 B-1 C10                 ; Rundachspalten B-1 und C10
N40 A3=-1 C3=1 ORIWKS       ; Großkreisinterpolation im WKS
N50 M30

```

Im Beispielpogramm steht die Maschine am Anfang des Satzes N40 auf den Rundachspalten B-1 C10. Die programmierte Endorientierung ist mit den beiden Achsstellungen B-45 C0 (1. Lösung) oder B45 C180 (2. Lösung) zu erreichen.

Zunächst wird die erste Lösung ausgewählt, da sie der Ausgangsorientierung am nächsten liegt und im Gegensatz zur zweiten Lösung mittels Großkreisinterpolation (ORIWKS) erreichbar ist. Diese Position ist aber wegen der Achsgrenzen der B-Achse **nicht** erreichbar.

Es wird deshalb die zweite Lösung verwendet, d. h. die Endposition ist B45 C180. Die Endorientierung wird mittels Achsinterpolation erreicht. Die programmierte Orientierungsbahn kann nicht eingehalten werden.

4.7 Beispiel Kompressor für Orientierung

Aufgabe

Im nachfolgenden Programmbeispiel wird ein Kreis, der durch einen Polygonzug angenähert ist, komprimiert. Die Werkzeugorientierung bewegt sich dabei synchron dazu auf einem Kegelmantel. Obwohl die aufeinanderfolgenden programmierten Orientierungsänderungen unstetig verlaufen, generiert der Kompressor einen glatten Verlauf der Orientierung.

```

DEF INT ANZAHL = 60
DEF REAL RADIUS = 20
DEF INT COUNTER
DEF REAL WINKEL
N10 G1 X0 Y0 F5000 G64

$SC_COMPRESS_CONTUR_TOL = 0.05           ; maximale Abweichung
                                           ; der Kontur 0.05 mm
$SC_COMPRESS_ORI_TOL = 5                 ; maximale Abweichung
                                           ; der Orientierung 5 Grad

TRAORI
COMPCURV

                                           ; Es wird ein Kreis gefahren,
                                           ; der aus Polygonen gebildet wird.
                                           ; Die Orientierung bewegt sich
                                           ; dabei auf einem Kegel um die
                                           ; Z-Achse mit einem Öffnungswinkel
                                           ; von 45 Grad.

N100 X0 Y0 A3=0 B3=-1 C3=1
N110 FOR COUNTER = 0 TO ANZAHL
N120 WINKEL = 360 * COUNTER/ANZAHL
N130 X=RADIUS*cos(WINKEL) Y=RADIUS*sin(WINKEL)
A3=sin(WINKEL) B3=-cos(WINKEL) C3=1
N140 ENDFOR

```


Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10620	EULER_ANGLE_NAME_TAB	Name der Eulerwinkel oder Namen der Orientierungsachsen
10630	NORMAL_VECTOR_NAME_TAB	Name der Normalvektoren
10640	DIR_VECTOR_NAME_TAB	Name der Richtungsvektoren
10642	ROT_VECTOR_NAME_TAB	Name der Drehvektoren
10644	INTER_VECTOR_NAME_TAB	Name der Zwischenvektor-Komponente
10646	ORIENTATION_NAME_TAB	Bezeichner für die Programmierung einer zweiten Orientierungsbahn
10648	NUTATION_ANGLE_NAME	Name des Orientierungswinkels
10670	STAT_NAME	Name der Stellungsinformation
10672	TU_NAME	Name der Stellungsinformation der Achsen
10674	PO_WITHOUT_POLY	Erlaubt die Programmierung von PO[] ohne dass POLY aktiv ist

5.1.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
20150	GCODE_RESET_VALUES[n]	Löschstellung der G-Gruppen
20152	GCODE_RESET_MODE[n]	Einstellung nach Reset/Teileprogrammende
20482	COMPRESS_MODE	Mode des Kompressors
20621	HANDWH_ORIAX_MAX_INCR_SIZE	Begrenzung Handrad Inkrement
20623	HANDWH_ORIAX_MAX_INCR_VSIZE	Orientierungsgeschwindigkeitsüberlagerung
21094	ORIPATH_MODE	Einstellung für bahnrelative Orientierung
21100	ORIENTATION_IS_EULER	Winkeldefinition bei der Orientierungsprogrammierung

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
21102	ORI_DEF_WITH_G_CODE	Definition der Orientierungswinkel A2, B2, C2
21104	ORI_IPO_WITH_G_CODE	Definition der Interpolationsart für die Orientierung
21106	CART_JOG_SYSTEM	Koordinatensystem beim Kartesischen JOG
21108	POLE_ORI_MODE	Verhalten bei Großkreisinterpolation in Polposition
21120	ORIAX_TURN_TAB_1[n]	Zuordnung der Drehung der Orientierungsachsen um die Bezugsachsen Definition 1 [n = 0..2]
21130	ORIAX_TURN_TAB_2[n]	Zuordnung der Drehung der Orientierungsachsen um die Bezugsachsen Definition 2 [n = 0..2]
21150	JOG_VELO_RAPID_ORI[n]	Konventioneller Eilgang für Orientierungsachsen im Kanal [n = 0..2]
21155	JOG_VELO_ORI[n]	Konventionelle Orientierungsachsgeschwindigkeit [n = 0..2]
21160	JOG_VELO_RAPID_GEO[n]	Konventioneller Eilgang für Geometrieachsen im Kanal [n = 0..2]
21165	JOG_VELO_GEO[n]	Konventionelle Geometrieachsgeschwindigkeit [n = 0..2]
21170	ACCEL_ORI[n]	Beschleunigung für Orientierungsachsen [n = 0..2]
21180	ROT_AX_SWL_CHECK_MODE	Check Softwarelimits für Orientierungsachsen
21186	TOCARR_ROT_OFFSET_FROM_FR	Offset der TOCARR-Rundachsen
21190	TOFF_MODE	Wirkungsweise Online-Korrektur in Werkzeugrichtung
21194	TOFF_VELO	Geschwindigkeit Online-Korrektur in Werkzeugrichtung
21196	TOFF_ACCEL	Beschleunigung Online-Korrektur in Werkzeugrichtung
24100	TRAFO_TYPE_1	Definition der Transformation 1 im Kanal
24110	TRAFO_AXES_IN_1[n]	Achszuordnung für Transformation 1 [Achsisindex]
24120	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 1 [Geometrie-Nr.]
24200	TRAFO_TYPE_2	Definition der Transformation 2 im Kanal
24210	TRAFO_AXES_IN_2[n]	Achszuordnung für Transformation 2 [Achsisindex]
24220	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_2[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 2 [Geometrie-Nr.]
24300	TRAFO_TYPE_3	Definition der Transformation 3 im Kanal
24310	TRAFO_AXES_IN_3[n]	Achszuordnung für Transformation 3 [Achsisindex]
24320	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_3[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 3 [Geometrie-Nr.]
24400	TRAFO_TYPE_4	Definition der Transformation 4 im Kanal
24410	TRAFO_AXES_IN_4[n]	Achszuordnung für Transformation 4 [Achsisindex]
24420	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_4[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 4 [Geometrie-Nr.]
24430	TRAFO_TYPE_5	Definition der Transformation 5 im Kanal
24432	TRAFO_AXES_IN_5[n]	Achszuordnung für Transformation 5 [Achsisindex]
24434	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_5[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 5 [Geometrie-Nr.]
24440	TRAFO_TYPE_6	Definition der Transformation 6 im Kanal
24442	TRAFO_AXES_IN_6[n]	Achszuordnung für Transformation 6 [Achsisindex]

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
24444	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_6[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 6 [Geometrie-Nr.]
24450	TRAFO_TYPE_7	Definition der Transformation 7 im Kanal
24452	TRAFO_AXES_IN_7[n]	Achszuordnung für Transformation 7 [Achsisindex]
24454	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_7[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 7 [Geometrie-Nr.]
24460	TRAFO_TYPE_8	Definition der Transformation 8 im Kanal
24462	TRAFO_AXES_IN_8[n]	Achszuordnung für Transformation 8 [Achsisindex]
24464	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_8[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 8 [Geometrie-Nr.]
24470	TRAFO_TYPE_9	Definition der Transformation 9 im Kanal
24472	TRAFO_AXES_IN_9[n]	Achszuordnung für Transformation 9 [Achsisindex]
24474	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_9[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 9 [Geometrie-Nr.]
24480	TRAFO_TYPE_10	Definition der Transformation 10 im Kanal
24482	TRAFO_AXES_IN_10[n]	Achszuordnung für Transformation 10 [Achsisindex]
24484	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_10[n]	Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse für Transformation 10 [Geometrie-Nr.]
24500	TRAFO5_PART_OFFSET_1[n]	Verschiebungsvektor der 5-Achs-Transformation 1 [n = 0.. 2]
24510	TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_1[n]	Positionsoffset der Rundachse 1/2 für die 5-Achs-Transformation 1 [Achsis-Nr.]
24520	TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_1[n]	Vorzeichen der Rundachse 1/2 für die 5-Achs-Transformation 1 [Achsis-Nr.]
24530	TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_1	Definition des Polbereichs für 5-Achs-Transformation 1
24540	TRAFO5_POLE_LIMIT_1	Endwinkeltoleranz bei Interpolation durch den Pol für 5-Achs-Transformation 1
24550	TRAFO5_BASE_TOOL_1[n]	Vektor des Basiswerkzeugs bei Aktivierung für die 5-Achs-Transformation 1 [0.. 2]
24558	TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_1[n]	Vektor kinematischer Versatz im Tisch für die 5-Achs-Transformation 1 [n = 0.. 2]
24560	TRAFO5_JOINT_OFFSET_1[n]	Vektor des kinematischen Versatzes der 5-Achs-Transformation 1 [n = 0.. 2]
24561	TRAFO6_JOINT_OFFSET_2_3_1[n]	Vektor des kinematischen Versatzes der 6-Achs-Transformation 2_3_1
24562	TRAFO5_TOOL_ROT_AX_OFFSET_1[n]	Offset des Schwenkpunktes der 1. 5-Achs-Transformation mit geschwenkter Linearachse
24564	TRAFO5_NUTATOR_AX_ANGLE_1	Winkel der 2. drehenden Achse für den kardanischen Fräskopf.
24570	TRAFO5_AXIS1_1[n]	Vektor für die erste Rundachse und die erste Orientierungstransform. [n = 0.. 2]
24572	TRAFO5_AXIS2_1[n]	Vektor für die zweite Rundachse und die erste Transformation [n = 0.. 2]
24673	TRAFO5_AXIS3_1[n]	Richtung dritte Rundachse bei der allgemeinen 6-Achs-Transformation (Trafotyp 24, 40, 56, 57)

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
24574	TRAFO5_BASE_ORIENT_1[n]	Grundorientierung für die erste Transformation [n = 0.. 2]
24576	TRAFO6_BASE_ORIENT_NORMAL_1[n]	Werkzeugnormalenvektor für die erste Transformation [n = 0.. 2]
24580	TRAFO5_TOOL_VECTOR_1	Richtung des Werkzeugvektors für die erste 5-Achs-Transformation 1
24582	TRAFO5_TCARR_NO_1	TCARR-Nummer für die erste 5-Achs- Transformation 1
24585	TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_1[n]	Zuordnung der Orientierungsachsen zu den Kanalachsen für die Orientierungstransformation 1 [n = 0.. 2]
24590	TRAF5_ROT_OFFSET_FROM_FR_1	Offset der Trafo-Rundachsen aus NPV
24600	TRAFO5_PART_OFFSET_2[n]	Verschiebungsvektor der 5-Achs-Transformation 2 [n = 0.. 2]
24610	TRAFO5_ROT_AX_OFFSET_2[n]	Positionsoffset der Rundachse 1/2 für die 5-Achs-Transformation 2 [Achse-Nr.]
24620	TRAFO5_ROT_SIGN_IS_PLUS_2[n]	Vorzeichen der Rundachse 1/2 für die 5-Achs-Transformation 2 [Achse-Nr.]
24630	TRAFO5_NON_POLE_LIMIT_2	Definition des Polbereichs für 5-Achs-Transformation 2
24640	TRAFO5_POLE_LIMIT_2	Endwinkeltoleranz bei Interpolation durch den Pol für 5-Achs-Transformation 2
24650	TRAFO5_BASE_TOOL_2[n]	Vektor des Basiswerkzeugs bei Aktivierung für die 5-Achs-Transformation 2 [n = 0.. 2]
24658	TRAFO5_JOINT_OFFSET_PART_2[n]	Vektor kinematischer Versatz im Tisch für die 5-Achs-Transformation 2 [n = 0.. 2]
24660	TRAFO5_JOINT_OFFSET_2[n]	Vektor des kinematischen Versatzes der 5-Achs-Transformation 2 [n = 0.. 2]
24661	TRAFO6_JOINT_OFFSET_2_3_2[n]	Vektor des kinematischen Versatzes der 6-Achs-Transformation 2_3_2
24662	TRAFO5_TOOL_ROT_AX_OFFSET_2[n]	Offset des Schwenkpunktes der 2. 5-Achs-Transformation mit geschwenkter Linearachse
24664	TRAFO5_NUTATOR_AX_ANGLE_2	Winkel der 2. drehenden Achse für den kardanischen Fräskopf.
24670	TRAFO5_AXIS1_2[n]	Vektor für die erste Rundachse und die zweite Orientierungstransform. [n = 0.. 2]
24672	TRAFO5_AXIS2_2[n]	Vektor für die zweite Rundachse u. die zweite Transformation [n = 0.. 2]
24673	TRAFO5_AXIS3_2[n]	Richtung dritte Rundachse bei der allgemeinen 6-Achs-Transformation (Typ 24, 40, 56, 57)
24674	TRAFO5_BASE_ORIENT_2[n]	Grundorientierung für die zweite Transformation [n = 0.. 2]
24676	TRAFO6_BASE_ORIENT_NORMAL_2[n]	Werkzeugnormalenvektor für die zweite Transformation [n = 0.. 2]
24680	TRAFO5_TOOL_VECTOR_2	Richtung des Werkzeugvektors für die zweite 5-Achs-Transformation 2
24682	TRAFO5_TCARR_NO_2	TCARR-Nummer für die zweite 5-Achs-Transformation 2

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
24685	TRAFO5_ORIAX_ASSIGN_TAB_2[n]	Zuordnung der Orientierungsachsen zu den Kanalachsen für die Orientierungstransformation 2 [n = 0.. 2]
24590	TRAF5_ROT_OFFSET_FROM_FR_2	Offset der Trafo-Rundachsen aus NPV
28580	MM_ORIPATH_CONFIG	Konfiguration für bahnrelative Orientierung ORIPATH

5.2 Settingdaten

5.2.1 Allgemeine Settingdaten

Nummer	Bezeichner: \$SN_	Beschreibung
41110	JOG_SET_VELO	Geometrieachsen
41130	JOG_ROT_AX_SET_VELO	Orientierungsachsen

5.2.2 Kanal-spezifische Settingdaten

Nummer	Bezeichner: \$SC_	Beschreibung
42475	COMPRESS_CONTOUR_TOL	Max. Konturabweichung beim Kompressor
42476	COMPRESS_ORI_TOL	Max. Winkelabweichung der Werkzeugorientierung beim Kompressor
42477	COMPRESS_ORI_ROT_TOL	Max. Winkelabweichung der Drehung des Werkzeugs beim Kompressor
42650	CART_JOG_MODE	Koordinatensystem für Kartesisches Handverfahren
42660	ORI_JOG_MODE	Definition einer virtuellen Kinematik für JOG
42670	ORIPATH_SMOOTH_DIST	Wegstrecke zur Glättung der Orientierung
42672	ORIPATH_SMOOTH_TOL	Toleranz zur Glättung der Orientierung
42970	TOFF_LIMIT	Obergrenze des Korrekturwertes \$AA_TOFF

5.3 Signale

5.3.1 Signale von Kanal

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
21, ...	29.4	PTP-Fahren aktivieren
21, ...	33.6	Transformation aktiv
21, ...	232	Nummer der aktiven G-Funktion der G-Funktionsgruppe 25
21, ...	317.6	PTP-Fahren aktiv
21, ...	318.2	Online-Werkzeuglängenkorrektur aktivieren
21, ...	318.3	Korrekturbewegung aktivieren

Index

2

2-Achsen-Schwenkkopf, 2-46

3

3- und 4-Achs-Transformationen, 2-15

3-5-Achs-Transformation

Aufruf und Anwendungen, 2-27

3-Achs-Kinematiken, 2-44

3-Achstransformationen, 2-31

3- und 4-Achs-Transformation, 1-3

4

4-Achs-Kinematiken, 2-44

4-Achs-Transformation, 1-3

4-Achstransformationen, 2-31

5

5-Achs-Kinematik, 2-44

5-Achs-Transformation

Geometrie der Maschine, 2-5

Konfiguration einer Maschine, 2-3

Maschinentypen, 2-2

Singuläre Stellen, 2-13

Werkzeugorientierung, 2-9

A

Aktivierung, 2-29

Aktivierung der Drehung, 2-78

Auswahl der Art der Interpolation, 2-72

Auswirkungen auf die Orientierungen, 2-32

B

Bahnrelative Orientierung, 2-55

D

DB21, ...

DBX318.2, 2-87

DBX318.3, 2-87

DB21, ...

DBX33.6, 2-27

Drehachse des Kegels, 2-80

Drehrichtung, 2-82

Drehung des Orientierungsvektors, 2-77

Drehungen des Orientierungsvektors, 2-75

Drehwinkel, 2-82

E

Einschränkungen für Kinematiken und

Interpolationen, 2-44

Endorientierung, 2-80

Erweiterte Interpolationen von Orientierungen, 2-80

Eulerwinkel, 2-9

G

G91 Erweiterung

Nullpunktverschiebung, 2-71

Generische 5-Achs-Transformation und Varianten,
2-29

Generische Orientierungstransformations-Varianten,
2-31

geschwenkte Linearachse

Anwendung, 2-17

Pol, 2-17

Geschwenkte Linearachse

Maschinentyp, 2-22

Parametrierung, 2-17

Varianten der Kinematik, 2-17

Grenzwinkel für die fünfte Achse, 2-14

Grundorientierung, 2-47

I

Interpolation des Drehvektors, 2-78

Interpolation des Drehwinkels, 2-77
Interpolation über mehrere Sätze, 2-45

K

Kardanischer Fräskopf, 1-6, 2-23
 Anwendungen, 2-23
 JOG, 2-27
 Parametrierung, 2-25
Kartesisches Handverfahren, 1-8
Kennzeichnung der Achsfolge, 2-4
Kinematik
 schwenkbare Linearachse, 1-4
Kinematik von Maschinen, 2-2
Kinematische Transformation, 2-1
Komprimierung der Orientierung, 2-51

L

Lage des Orientierungskoordinatensystem
 Generische Transformation mit 6 Achsen, 2-41

M

Maschinenkinematik, 2-30
Maschinentypen, 2-2, 2-4, 2-34
 5-Achs-Transformation, 2-30
 6-Achs-Transformation, 2-38
MD10000, 2-1
MD10620, 2-9
MD10640, 2-9
MD10674, 2-71
MD18114, 2-41
MD20060, 2-1
MD20080, 2-1
MD20110, 2-28
MD20140, 2-28
MD20150, 2-11
MD20482, 2-54
MD20610, 2-86
MD21094, 2-56, 2-58, 2-61
MD21100, 2-9, 2-67, 2-76
MD21102, 2-67
MD21104, 2-68
MD21106, 2-42
MD21108, 2-15
MD21120, 2-43, 2-64
MD21130, 2-44
MD21150, 2-66
MD21155, 2-66
MD21160, 2-66

MD21165, 2-66
MD21180, 2-50, 4-12
MD21186, 2-70
MD21190, 2-86
MD21194, 2-86
MD24100, 2-4, 2-8, 2-28, 2-34, 2-35, 2-36, 2-37, 2-38, 2-39
MD24110, 2-4, 2-34, 2-39, 2-65
MD24200, 2-34, 2-37, 2-39
MD24210, 2-34
MD24410, 2-65
MD24432, 2-65
MD24460, 2-28
MD24462, 2-65
MD24480, 2-4, 2-8
MD24482, 2-4
MD24500, 2-5, 2-36, 2-37, 2-39
MD24510, 2-5, 2-35
MD24520, 2-8, 2-35
MD24530, 2-13
MD24540, 2-13, 2-45
MD24550, 2-36, 2-37, 2-39
MD24558, 2-37, 2-39
MD24560, 2-5, 2-36, 2-37, 2-39
MD24561, 2-39
MD24567, 2-40
MD2457, 2-33
MD24570, 2-31, 2-35
MD24572, 2-31, 2-35
MD24573, 2-39
MD24574, 2-33, 2-34, 2-39
MD24576, 2-39
MD24580, 2-64
MD24582, 2-34
MD24585, 2-65, 2-66
MD24590, 2-70
MD24620, 2-8, 2-35
MD24630, 2-13
MD24640, 2-13, 2-45
MD24670, 2-33
MD24674, 2-34
MD24680, 2-64
MD24682, 2-34, 2-37
MD24690, 2-70
MD33100, 2-53, 2-54

O

Öffnungswinkel, 2-82
Öffnungswinkel des Kegels, 2-80
Online-Werkzeuglängenkorrektur, 2-85
ORICONCCW, 2-81, 2-84

ORICONCW, 2-81, 2-84
ORICONIO, 2-82, 2-84
ORICONTO, 2-83
ORICURVE, 2-83
Orientierung, 2-47
Orientierung des Werkzeugs, 1-7
Orientierung im WKS und MKS, 2-9
Orientierungsachsen, 1-7, 2-64
Orientierungsänderung, 2-82
Orientierungsbewegungen mit Achsbegrenzungen, 2-50
Orientierungsprogrammierung, 2-9
Orientierungsrichtung, 2-76
Orientierungsrichtung und Drehung, 2-76
Orientierungstransformation, 2-1
 Programmierung, 2-67
Orientierungstransformation und orientierbare Werkzeugträger, 2-70
Orientierungsvektoren, 2-72
ORIMKS, 2-10
ORIPLANE, 2-81, 2-84
ORIWKS, 2-9

P

Pol, 2-13
Polynom 5. Grades, 2-77
Polynome für 2 Winkel, 2-73
Polynominterpolation, 2-73
Polynominterpolation von Orientierungsvektoren, 2-71
POLYPATH, 2-72
Programmierung von Polynomen, 2-71

R

Raumfeste Werkzeugspitze, 2-9, 2-10
Richtungsvektors, 2-81
RPY-Winkel, 2-9
Rundachsp position berechnen, 2-50

S

Schwenkbare Linearachse, 1-4

SD42475, 2-54
SD42476, 2-54
SD42477, 2-54
SD42650, 2-42
SD42660, 2-42, 2-43
SD42670, 2-58
SD42672, 2-58
SD42970, 2-86
SD42974, 2-34
Singularitäten, 2-13
Singularitäten, 2-45
Startorientierung, 2-80
Systemvariable
 für Orientierung, 1-2

T

Transformation aktiv, 2-27
Transformationsarten, 2-8
Transformationsverbund, 2-27

U

Umschalten auf Achsinterpolation, 2-51

V

Verhalten am Pol, 2-13

W

Werkzeugorientierung mittels Orientierungsvektoren, 2-12, 2-45
Werkzeugträger, orientierbare
 Programmierung, 2-45

Z

Zulässige Achsgrenzen ermitteln, 2-50
Zwei-Achsen-Schwenkkopf, 2-2
Zwischenorientierung, 2-82

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Gantry-Achsen (G1)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiel

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Funktion "Gantry-Achsen".....	2-1
2.2	Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen	2-6
2.2.1	Einführung.....	2-6
2.2.2	Automatisches Synchronisieren.....	2-12
2.2.3	Besonderheiten	2-13
2.3	Inbetriebnahme der Gantry-Achsen.....	2-15
2.4	PLC-Nahtstellensignale bei Gantry-Achsen	2-21
2.5	Sonstiges bei Gantry-Achsen	2-23
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiel	4-1
4.1	Gantry-Verband erstellen.....	4-1
4.2	Einstellung der NCK-PLC Nahtstelle	4-2
4.3	Beginn der Inbetriebnahme.....	4-4
4.4	Warn- und Fehlergrenzen einstellen.....	4-6
5	Datenlisten	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
5.2	Signale	5-2
5.2.1	Signale von BAG.....	5-2
5.2.2	Signale von Kanal	5-2
5.2.3	Signale an Achse/Spindel	5-2
5.2.4	Signale von Achse/Spindel	5-2
	Index	Index-1

Tabellen

Tabelle 2-1	Beispiele für Definition des Gantry-Achsverbundes	2-16
Tabelle 2-2	Zuordnung der Gantry-PLC-Nahtstellensignale zu Führungs- und Gleichlaufachse	2-21
Tabelle 2-3	Wirkung der Nahtstellensignale von PLC an Achse bzgl. Führungs- und Gleichlaufachse	2-22

Kurzbeschreibung

Gantry-Achsen

Gantry-Achsen sind mechanisch verbundene Maschinenachsen. Aufgrund dieser mechanischen Kopplung werden Gantry-Achsen immer gemeinsam verfahren. Die Steuerung erfolgt über die Funktion "Gantry-Achsen".

Diejenige Maschinenachse, die explizit verfahren wird, heißt Führungssachse. Diejenigen Maschinenachsen, die synchron dazu verfahren werden, heißen Gleichlaufachsen. Führungssachse und Gleichlaufachsen bilden zusammen einen Gantry-Achsverbund.

Die Differenz der Istpositionen von Führungssachse und Gleichlaufachsen wird kontinuierlich überwacht. Bei zu großer Lageistwertabweichung der Gleichlaufachsen von der Führungssachse werden alle Achsen des Gantry-Verbunds automatisch von der Steuerung stillgesetzt (zur Vermeidung von Maschinenschäden).

Anwendung

Bei großen Portalfräsmaschinen mit verfahrbarem Portal (Gantry) sind zum Verfahren des Portals zwei Vorschubantriebe erforderlich (d. h. je ein Antrieb mit eigenem Lagemesssystem auf jeder Seite). Bedingt durch die mechanische Zwangskopplung müssen beide Antriebe absolut synchron angesteuert werden, um ein Verkanten der Mechanik zu verhindern.

Konfigurationen

Es können insgesamt acht Gantry-Verbindungen definiert werden.

Ein Gantry-Verbund besteht aus einer Führungssachse und bis zu zwei Gleichlaufachsen.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Funktion "Gantry-Achsen"

Anwendung

Bei großen Portalfräsmaschinen werden verschiedene Achseinheiten (z. B. Portal oder Querbalken) von jeweils mehreren voneinander unabhängigen Antrieben bewegt. Jeder Antrieb besitzt sein eigenes Messsystem und bildet somit ein vollständiges Achssystem. Beim Verfahren dieser mechanisch starr gekoppelten Achsen müssen beide Antriebe **absolut synchron** angesteuert werden, um ein Verkanten der Mechanik (bewirkt eine Kraft-/Momentenübertragung) zu verhindern.

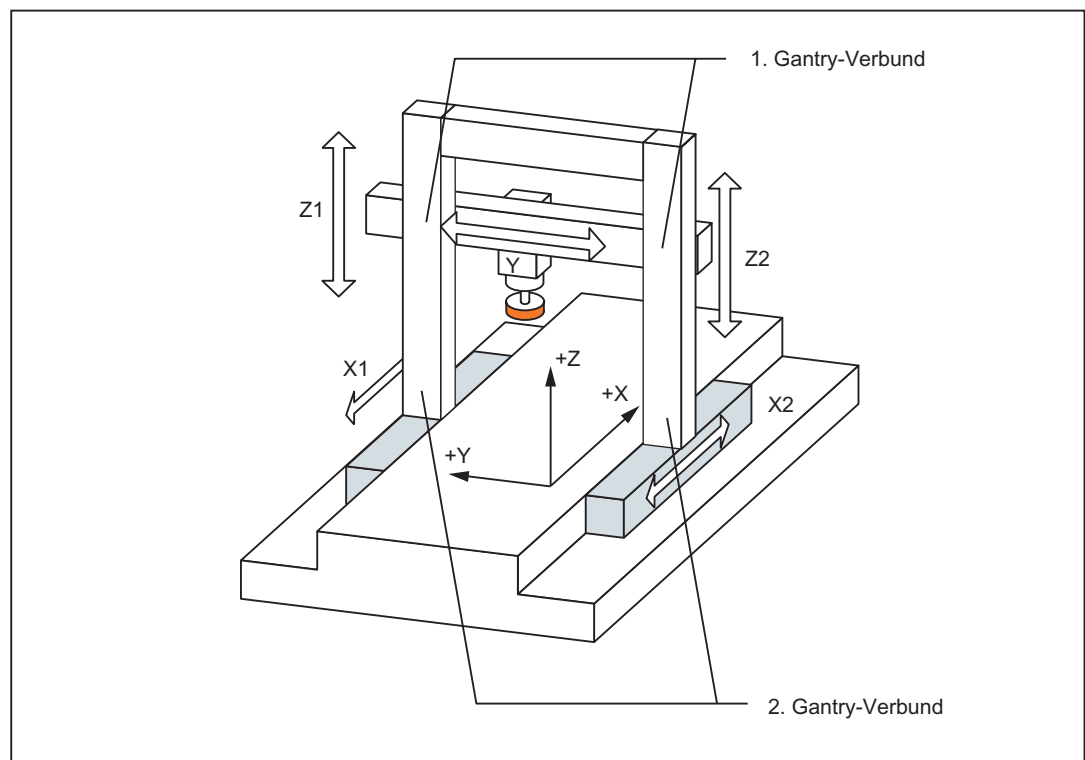


Bild 2-1 Beispiel: Portalfräsmaschine mit 2 Gantry-Verbindungen

Die Funktion "Gantry-Achsen" übernimmt die Führung und Überwachung dieser starr gekoppelten Maschinenachsen.

Begriffe

Folgende Begriffe werden in der vorliegenden Funktionsbeschreibung häufig verwendet:

Gantry-Achsen

Gantry-Achsen bestehen aus mindestens einem Achsenpaar, Führungsachse und Gleichlaufachse, die mechanisch zwangsgekoppelt sind und somit von der NC immer gleichzeitig verfahren werden müssen. Die Differenz der Istpositionen wird dabei stets überwacht. Die Achsen eines Gantry-Verbundes sind entweder alle Linearachsen oder alle Rundachsen.

Gantry-Achsverbund

Durch den Gantry-Achsverbund wird über Maschinendaten festgelegt, welche Gleichlaufachsen von welcher Führungsachse beeinflusst werden. Führungsachse und Gleichlaufachsen sind nicht getrennt verfahrbar.

Führungsachse

Die Führungsachse ist die Gantry-Achse, die aus Sicht des Bedieners und des Programmiers vorhanden und damit entsprechend wie eine normale NC-Achse beeinflussbar ist. Der Achsname der Führungsachse kennzeichnet alle Achsen des Gantry-Verbundes.

Gleichlaufachse

Die Gleichlaufachse ist die Gantry-Achse, deren Sollposition stets von der Verfahrbewegung der Führungsachse abgeleitet und damit synchron verfahren wird. Aus Sicht des Bedieners und des Programmiers ist die Gleichlaufachse "nicht vorhanden".

Achsdefinition

MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition)

Mit diesem axialen Maschinendatum ist Folgendes festzulegen:

- Zu welchem **Gantry-Verbund** gehört die Achse.
- Ist die Achse innerhalb des Gantry-Verbundes als **Führungs-** oder als **Gleichlaufachse** definiert.

Insgesamt können bis zu 8 Gantry-Verbindungen definiert werden. Ein Gantry-Verbund besteht jeweils aus **einer** Führungsachse und **ein oder zwei** Gleichlaufachsen.

Bedingungen für den Gantry-Verbund

- Im Gantry-Verbund darf keine Spindel sein.
- Eine Gleichlaufachse darf keine konkurrierende POS-Achse sein.
- Eine Gleichlaufachse darf nicht durch eine Transformation angesprochen werden.
- Eine Gleichlaufachse darf nicht Folgeachse einer anderen Art von Achskopplung sein.
- Eine Gleichlaufachse darf nicht als Führungsachse einer anderen Achskopplung definiert werden.

Hinweis

Jede Achse des Gantry-Verbundes muss so eingestellt sein, dass sie jederzeit die Rolle der Führungssachse übernehmen kann. Übereinstimmung in Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Dynamikeinstellungen.

Die Achsdefinition wird von der Steuerung auf Plausibilität überprüft.

Funktionseinheiten

Die Funktion "Gantry-Achsen" kann in folgende Funktionseinheiten untergliedert werden:

1. Sollwertbildung der Gleichlaufachse
2. Überwachung der Istwertdifferenz
3. Referenzieren und Synchronisieren der Führungssachse und Gleichlaufachsen

Sollwertbildung der Gleichlaufachse

Aus Sicht des Bedieners werden alle gekoppelten Gantry-Achsen so verfahren, als ob nur eine Achse, nämlich die Führungssachse, in der NC vorhanden sei. Analog wird im Teileprogramm ebenfalls nur die Führungssachse programmiert. Die Kommandos und Forderanforderungen vom Bediener, von PLC-Nahtstelle oder über Teileprogramm gelten somit gemeinsam für alle Achsen des Gantry-Verbunds.

Bei der Funktion "Gantry-Achsen" wird in allen Betriebsarten der Sollwert der Gleichlaufachse direkt aus dem Sollwert der Führungssachse gebildet und zeitsynchron verfahren.

Hinweis

Die Regeldynamik von Führungs- und Gleichlaufachsen muss identisch eingestellt werden.

Überwachung der Istwertdifferenz

Die Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachse werden ständig im Interpolationstakt miteinander verglichen und daraufhin überwacht, ob sie noch im zulässigen Toleranzbereich liegen.

Mit Hilfe von Maschinendaten können folgende Grenzwerte für Warnmeldung und Abschaltung der Verfahrbewegung achsspezifisch vorgegeben werden:

Gantry-Warngrenze

Die Warnung "Warngrenze überschritten" wird an den Bediener weitergegeben, wenn die Lageistwertdifferenz die Gantry-Warngrenze überschreitet:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

Desweiteren wird das folgende Nahtstellensignal an die PLC ausgegeben:

DB31, ... DBX101.3 (Gantry-Warngrenze überschritten)

Bei Unterschreitung der Warngrenze werden Meldung und Nahtstellensignal automatisch wieder zurückgenommen.

Mit MD37110 = 0 wird die Meldung unterdrückt.

Gantry-Abschaltgrenze

Der Alarm 10653 "Fehlergrenze überschritten" wird gemeldet bei Überschreitung der für die Maschine maximal zulässigen Lageistwertabweichung:

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze)

Um Schaden an der Maschinenmechanik zu verhindern, werden die Gantry-Achsen sofort über die Bremsrampe stillgesetzt.

Der Wert aus MD37120 wird benutzt, wenn der Gantry-Verbund synchronisiert ist.

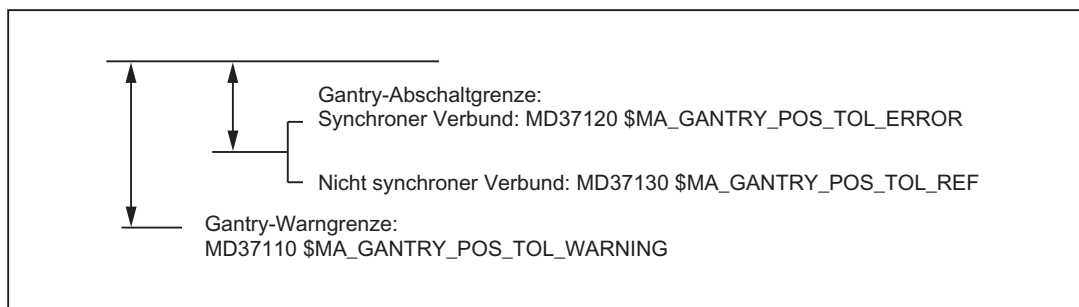
Der Alarm muss mit "RESET" quittiert werden.

Desweiteren wird an die PLC das folgende Nahtstellensignal ausgegeben:

DB31, ... DBX101.2 (Gantry-Abschaltgrenze überschritten)

Falls der Gantry-Achsverbund noch nicht synchronisiert ist, wird der Grenzwert für die Gantry-Abschaltgrenze abgeleitet aus dem Maschinendatum:

MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF (Gantry-Abschaltgrenze beim Referenzieren)



Abschaltgrenze überschritten kommt auch, wenn der Gantry-Verbund geklemmt ist (keine Reglerfreigabe, Gantry-Verbund im "Halten").

Die Überwachungen sind inaktiv, solange sich der Gantry-Verbund im "Nachführen" befindet.

Erweiterte Überwachung

Eine erweiterte Überwachung kann aktiviert werden mit dem Maschinendatum:

MD37150 \$MA_GANTRY_FUNCTION_MASK (Gantry-Funktionen)

Wirkung:

Ein im Nachführen oder Break_Up 1 entstandener Versatz zwischen Master und Folgeachse wird in der Synchronlaufdifferenz berücksichtigt und führt beim Erreichen der entsprechenden Warn- bzw. Fehlergrenzen zur Alarmausgabe.

Die erweiterte Überwachung ist nach Hochlauf mit dem ersten Referenzpunkt setzen bzw. Synchronisieren (Absolutwertgeber) wirksam, unabhängig vom weiteren Achs-Zustand: z. B. RFG, NF, Referenzieren, ...

Referenzieren und Synchronisieren der Gantry-Achsen

Wie am Beispiel "Portalfräsmaschine" ersichtlich, muss die Zwangskopplung bei Gantry-Achsen in allen Betriebsarten und auch sofort nach POWER ON eingehalten werden. Falls bei der Führungs- oder der Gleichlaufachse ein inkrementelles Messsystem verwendet wird, muss zunächst nach Einschalten der Maschine der Referenzpunkt unter Beibehaltung der Achskopplung angefahren werden.

Nachdem jede Achse des Gantry-Verbundes ihren Referenzpunkt angefahren hat, muss anschließend eine eventuelle Schiefstellung der Gantry-Achsen untereinander ausgeglichen werden (sogenannter Gantry-Synchronisationslauf). Sobald dies erfolgt ist, wird folgendes Nahtstellensignal zur PLC gemeldet:

DB31, ... DBX101.5 (Gantry-Verbund ist synchronisiert)

Der Ablauf für das Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen ist unter dem Thema "Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen" detailliert beschrieben.

Regelung

Die Regeldynamik der gekoppelten Gantry-Achsen muss gleich eingestellt werden (siehe Thema "Inbetriebnahme der Gantry-Achsen"). Dadurch werden bei Normalbetrieb die Führungs- und Gleichlaufachsen auch in den Beschleunigungs- und Bremsphasen lagesynchron verfahren.

Belastungseinflüsse werden vom jeweiligen Antrieb der Führungs- bzw. Gleichlaufachse ausgeregelt.

Störverhalten

Bei Störungen, die beispielsweise durch Wegnahme der Reglerfreigabe ein Stillsetzen einer Gantry-Achse bewirken (Beispiel: Not-Halt), werden auch die gekoppelten Gantry-Achsen stillgesetzt.

Zwangskopplung auftrennen

In bestimmten Fällen (z. B. bei einer Gantry-Achse ging die Referenz aufgrund eines Geberausfalls verloren) kann die Notwendigkeit bestehen, die Schiefelage der Gantry-Achsen vor dem Referenzieren auszugleichen bzw. zu verkleinern. Dazu muss die Führungs- oder die Gleichlaufachse **von Hand ohne Kopplung** verfahren werden können.

Die Auftrennung der Zwangskopplung bei Gantry-Achsen wird mit folgender MD-Einstellung und anschließendem RESET erreicht:

MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP = 1 (Gantry-Verbund lösen)

Danach können die Gantry-Achsen einzeln im Handbetrieb verfahren werden, die Überwachungen auf Warn- und Abschaltgrenze sind unwirksam.



Vorsicht

Falls die Gantry-Achsen weiterhin mechanisch verbunden sind, kann in diesem Betriebszustand beim Verfahren der Führungs- oder Gleichlaufachse die Maschine beschädigt werden!

2.2 Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen

2.2.1 Einführung

Schiefelage beim Einschalten

Beim Einschalten der Maschine kann die Idealstellung zwischen Führungssachse und Gleichlaufachse verschoben sein (z. B. Schiefelage eines Portals). In der Regel ist diese Verschiebung relativ klein, so dass damit die Gantry-Achsen referenziert werden können.

In Sonderfällen (z. B. Gantry-Achsen wurden durch eine Störung, Netzausfall oder NOT-AUS stillgesetzt) muss vor dem Verfahren der Maßversatz auf zulässige Toleranzwerte überprüft und ggf. eine Ausgleichsbewegung vorgenommen werden.

Für diesen Vorgang muss der Gantry-Verbund mit dem folgenden Maschinendatum aufgelöst werden:

MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP (Gantry-Verbund lösen)

Gantry-Synchronisationslauf

Alle Gantry-Achsen müssen nach dem Einschalten der Steuerung zunächst referenziert und anschließend synchronisiert werden. Beim Gantry-Synchronisationslauf fahren alle Gantry-Achsen **ohne Achskopplung** die **Bezugsposition des Gantry-Verbundes** an. Die Bezugsposition des Gantry-Verbundes ist beim Referenzieren der Gantry-Achsen die **Referenzposition der Führungssachse**:

MD34100 \$MA_REFP_SET_POS (Referenzpunkt看/Zielpunkt bei abstandskodiertem System)

Ansonsten ist die Bezugsposition die **aktuelle Istposition der Führungssachse**.

Diese Vorgänge für das Referenzieren und Synchronisieren der Gantry-Achsen laufen automatisch nach einem speziellen Ablaufschema ab.

Referenziervorgang

Folgendes Ablaufschema ergibt sich beim Referenziervorgang von Gantry-Achsen bei einem inkrementellen Messsystem:

Abschnitt 1:

Referenzieren der Führungssachse

Das achsspezifische Referenzieren der Gantry-Achsen wird mit dem Nahtstellensignal der Führungssachse vom PLC-Anwenderprogramm bei aktiver Maschinenfunktion REF gestartet:

DB31, ... DBX4.7/4.6 (Verfahrtaste plus/minus).

Die Führungssachse fährt den Referenzpunkt an (Ablauf entsprechend Referenzpunktfahren).

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Referenzpunktfahren (R1)

Die zugehörigen Gleichlaufachsen verfahren synchron mit. Das Erreichen des Referenzpunktes wird mit Nahtstellensignal "Referenziert/Synchronisiert" der Führungssachse angezeigt.

Abschnitt 2:

Referenzieren der Gleichlaufachsen

Sobald die Führungssachse ihren Referenzpunkt angefahren hat, wird **automatisch** die Gleichlaufachse referenziert (entsprechend Referenzpunktfahren).

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Referenzpunktfahren (R1)

Für diese Phase wird die Abhängigkeit zwischen Führungs- und Gleichlaufachse steuerungsintern umgeschaltet, so dass jetzt die Führungssachse synchron mit der Gleichlaufachse verfährt. Das Erreichen des Referenzpunktes wird mit NST "Referenziert/Synchronisiert" der Gleichlaufachse angezeigt. Damit ist wieder die bisherige Gantry-Achsabhängigkeit wirksam. Falls im Gantry-Verbund eine weitere Gleichlaufachse definiert ist, wird diese ebenfalls in entsprechender Weise referenziert.

Abschnitt 3:

Gantry-Synchronisationslauf

Nachdem alle Achsen des Gantry-Verbundes referenziert sind, müssen diese auf die festgelegte Bezugsposition synchronisiert werden. Es wird zunächst für jede Gleichlaufachse ein Vergleich der Istposition mit der festgelegten Referenzposition der Führungssachse durchgeführt.

Abhängig von der ermittelten Istwertdifferenz zwischen Führungs- und Gleichlaufachse werden folgende Fälle unterschieden:

- Differenz ist **kleiner** als Gantry-Warngrenze:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

Der Gantry-Synchronisationslauf wird **automatisch** gestartet. Dabei wird die Meldung "Synchronisation läuft Gantry-Verbund x" angezeigt.

Alle Gantry-Achsen fahren auf einen bestimmten Positionswert **ohne Achskopplung** mit der eingestellten Geschwindigkeit im Maschinendatum:

MD34040 \$MA_REFP_VELO_SEARCH_MARKER (Abschaltgeschwindigkeit)

Der Positionswert wurde festgelegt bei der Führungssachse:

MD34100 \$MA_REFP_SET_POS (Referenzpunkt/Zielpunkt bei abstandskoordiniertem System)

Bei Absolutgebern und abstandscodierten Gebern der Führungssachse wird wahlweise auf die momentane Istlage der Führungssachse oder auf den Referenzpunktwert gefahren, eingestellt durch das folgende Maschinendatum:

MD34330 \$MA_REFP_STOP_AT_ABS_MARKER (Abstandscodiertes Längenmesssystem ohne Zielpunkt)

Die dabei verwendete Geschwindigkeit entspricht der Referenzpunkteinfahrtgeschwindigkeit:

MD34070 \$MA_REFP_VELO_POS (Referenzpunkteinfahrtgeschwindigkeit)

Sobald alle Gantry-Achsen ihre Zielposition (Ideallage) erreicht haben, wird das NST "Gantry-Verbund ist synchronisiert" auf 1-Signal gesetzt und die Gantry-Achskopplung wieder aktiviert. Der Lageistwert muss nun bei allen Achsen des Gantry-Verbundes identisch sein. Damit ist der Gantry-Synchronisationslauf beendet.

- Bei mindestens einer Gleichlaufachse ist die Differenz **größer** als die Gantry-Warngrenze:
Es wird das NST "Gantry-Synchronisationslauf startbereit" auf 1-Signal gesetzt und die Meldung "Warte auf Synchronisations-Start des Gantry-Verbunds x" ausgegeben. Der Gantry-Synchronisationslauf wird in diesem Fall nicht automatisch gestartet, sondern muss vom Bediener bzw. vom PLC-Anwenderprogramm explizit gestartet werden. Der Anstoß erfolgt durch das NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" bei der Führungsachse. Das Signal wird bei der Führungsachse gesetzt. Der Ablauf ist analog wie oben beschrieben.

Im nachfolgenden Ablaufplan ist der Referenzier- und Synchronisationsvorgang graphisch dargestellt.

2.2 Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen

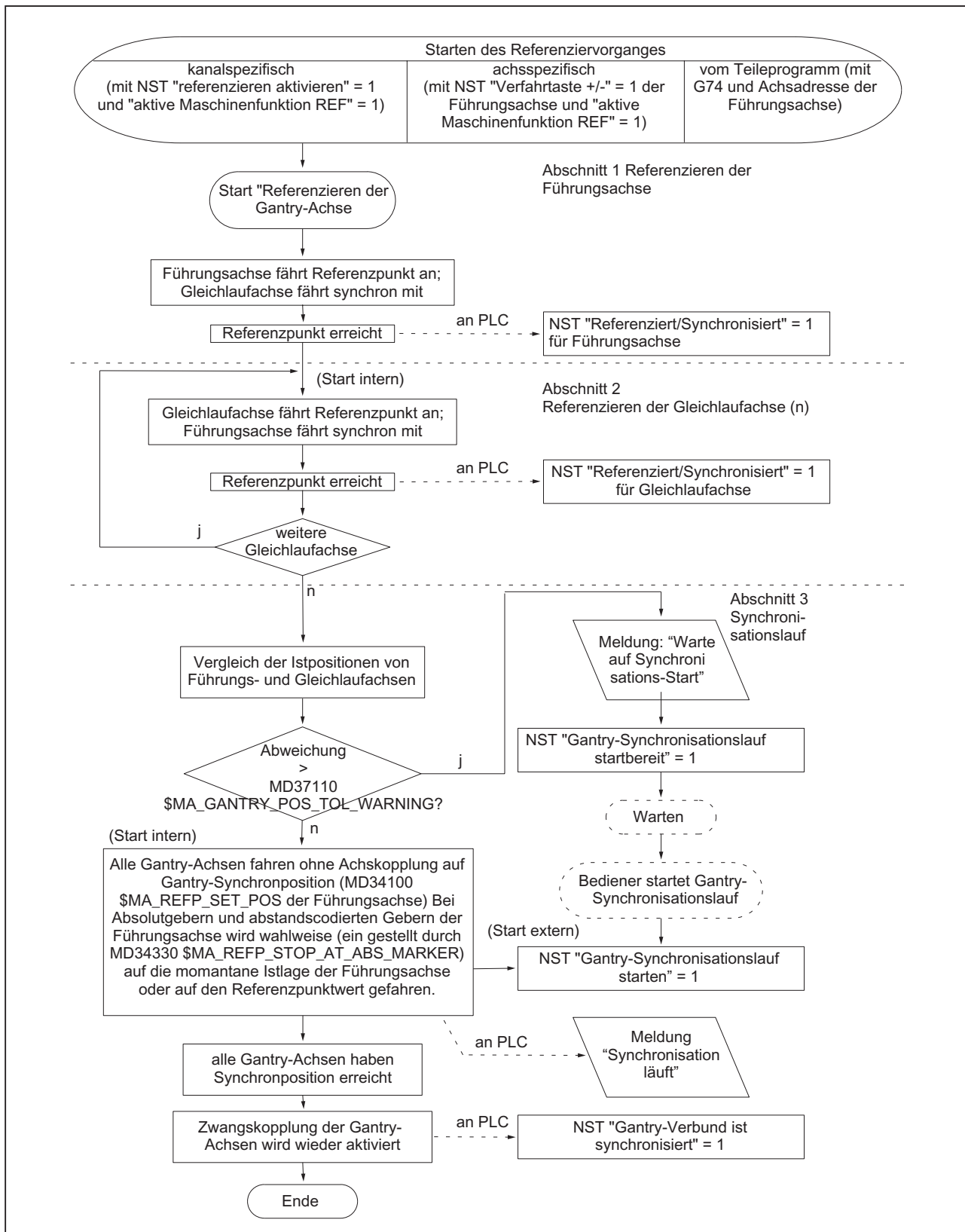


Bild 2-2 Ablaufplan für Referenzier- und Synchronisationsvorgang von Gantry-Achsen

Synchronisationslauf

Ein Synchronisationslauf ist in folgenden Fällen immer nötig:

- nach dem Referenzpunktfahren aller zum Verbund gehörigen Achsen,
- wenn die Synchronisation verloren geht (s unten).

Ablaufunterbrechung

Falls der o. g. Referenziervorgang aufgrund von Störungen bzw. RESET unterbrochen wird, ist wie folgt zu verfahren:

- **Abbruch innerhalb von Abschnitt 1 oder 2:**

Mit Führungssachse erneut Referenzpunkt anfahren (siehe Abschnitt 1)

- **Abbruch bei Abschnitt 3:**

Sofern die Gantry-Achsen noch referenziert sind (NST "Referenziert/Synchronisiert" = 1), kann der Gantry-Synchronisationslauf mit dem NST "Gantry-Verbund synchronisieren" erneut angestoßen werden.

Gantry-Synchronisationslauf erneut starten

Die Synchronisation der Gantry-Achsen kann mit dem NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" nur unter folgenden Bedingungen gestartet werden:

- Die Maschinenfunktion JOG/REF muss aktiv sein. Das folgende Nahtstellensignal muss gesetzt sein:
DB11, DBX5.2 (aktive Maschinenfunktion REF)
- DB31, ... DBX 101.5 = 0 (Gantry-Verbund ist synchronisiert)
- Alle Achsen des Verbundes befinden sich innerhalb des Toleranzfensters:
DB31, ... DBX 101.4 ("Gantry-Synchronisationslauf startbereit")= 1
- Im jeweiligen NC-Kanal wird keine Achse referenziert
DB21, ... DBX33.0 = 0 (Referenzieren aktiv)

Wird der Gantry-Synchronisationslauf **nicht aus dem Referenziervorgang** mit dem NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" gestartet, so wird für die Gleichlaufachsen als Zielposition nicht folgende Referenzposition vorgegeben:

MD34100 \$MA_REFP_SET_POS (Referenzpunkt/Zeitpunkt bei abstandskodiertem System)

Sondern **die aktuelle Istposition der Führungssachse** wird als Zielposition vorgegeben und ohne Achskopplung angefahren.

Hinweis

Das automatische Synchronisieren kann bei der Führungsachse durch das folgende Nahtstellensignal verriegelt werden:

DB31, ... DBX29.5 (Automatisches Synchronisieren sperren)

Das ist immer dann sinnvoll, wenn die Achsen noch keine Achsfreigabe haben. In diesem Fall sollte auch der Synchronisationslauf gezielt gestartet werden mit dem Nahtstellensignal:

DB31, ... DBX29.4 = 1 (Startsynchronisation Gantry)

Verlust der Synchronisation

Die Synchronisation des Gantry-Verbunds geht verloren (NST "Gantry-Verbund ist synchronisiert" → 0), wenn

- die Gantry-Achsen im "Nachführen" waren
- die Referenzposition einer Gantry-Achse verloren geht z. B. bei "Parken" (kein Messsystem aktiv)
- eine Gantry-Achse erneut referenziert werden (NST "referenziert/synchronisiert" wird 0)
- der Gantry-Verbund aufgelöst war:

MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP (Gantry-Achsverbund lösen)

Falls die Synchronisation des Gantry-Verbundes während des Betriebes aufgrund einer Störung verloren ging, so kann der Gantry- Synchronisationslauf direkt mit dem NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" erneut gestartet werden (Voraussetzung: das NST "Referenziert/synchronisiert" = 1 für alle Achsen des Gantry-Verbunds). In diesem Fall verfahren die Gleichlaufachsen ohne Achskopplung auf die aktuelle Istposition der Führungsachse.

Wird bei einem fahrendem Gantryverband ein Notaus gegeben und wieder aufgehoben, und die beiden Achsen sind weniger als die Stillstandstoleranz der Folgeachsen auseinander gedriftet, so synchronisiert sich der Gantryverband automatisch. Es muss nicht mehr in die BA REFP gegangen werden. Das automatische Synchronisieren kann mit dem Nahtstellensignal DBxx.DBX29.5 der Leitachse unterbunden werden.

Wahl des Referenzpunktes

Um beim Referenzieren der Gantry-Achsen möglichst kurze Wege zu verfahren, sollten die Referenzpunktwerte von Führungs- und Gleichlaufachsen gleich sein im Maschinendatum:

MD34100 \$MA_REFP_SET_POS (Referenzpunktwert/Zielpunkt bei abstandskodiertem System)

Distanzabweichungen zwischen der Nullmarke und dem Referenzpunkt sind achsspezifisch zu berücksichtigen über die Maschinendaten:

MD34080 \$MA_REFP_MOVE_DIST (Referenzpunktabstand)

MD34090 \$MA_REFP_MOVE_DIST_CORR
(Referenzpunktverschiebung/Absolutverschiebung)

Wahl der Richtung für Referenzieren

Die Nullmarkensuchrichtung der Folgeachse kann festgelegt werden über das Maschinendatum:

MD37150 \$MA_GANTRY_FUNCTION_MASK Bit 1

Bit	Wert	Bedeutung
1	0	Nullmarkensuchrichtung der Folgeachse analog zu Maschinendatum: MD34010 \$MA_REFP_CAM_DIR_IS_MINUS
	1	Nullmarkensuchrichtung der Folgeachse gleich wie Leitachse

Innerhalb des Referenziervorgangs wird bei der Synchronisations-Ausgleichsbewegung für alle Achsen des Gantry-Verbunds als Zielposition der Referenzpunkt der Führungssachse vorgegeben und ohne Achskopplung verfahren. Bei Absolutgebern und abstandscodierten Gebern der Führungssachse wird wahlweise auf die momentane Istlage der Führungssachse oder auf den Referenzpunkt gefahren, eingestellt durch das Maschinendatum:

MD34330 \$MA_REFP_STOP_AT_ABS_MARKER (Abstandscodiertes Längenmesssystem ohne Zielpunkt)

Falls für die Führungs- und Gleichlaufachsen nur ein Referenznocken verwendet wird, muss dies vom PLC-Anwenderprogramm berücksichtigt werden.

2.2.2 Automatisches Synchronisieren

Automatisches Synchronisieren kann erfolgen:

- im Referiermodus (siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung", "Einführung")
- in anderen Modi, wie im Folgenden beschrieben.

Wird ein Gantry-Verbund ins Nachführen geschaltet, so ist die Überwachung der Istwerte zwischen Führungssachse und Gleichlaufachsen nicht aktiv. Daher ist der Verbund nicht mehr synchron. Unabhängig von den Positionen der Achsen wird das folgende Nahtstellensignal auf 0 gesetzt (von Führungssachse)

DB31, ... DBX101.5 (Gantry-Verbund ist synchron)

Wird der Gantry-Verbund aus dem Nachführen kommend in Lageregelung geschaltet, so wird die Synchronität automatisch wiederhergestellt werden, falls bei der Überwachung der Istwerte zwischen den Positionen von Führungssachse und Gleichlaufachse(n) eine kleinere Differenz festgestellt wird als im Maschinendatum:

MD36030 \$MA_STANDSTILL_POS_TOL (Stillstandstoleranz)

In diesem Fall wird den Gleichlaufachse(n) ohne Interpolation ein neuer Sollwert vorgegeben. Die vorher festgestellte Differenz wird dann vom Lageregler ausgeregelt. Dabei bewegen sich nur die Gleichlaufachse(n).

Der Bewegungsablauf der Gleichlaufachse(n) ist analog zu der Situation, wenn aus dem Zustand "Halten" kommend die Lageregelung eingeschaltet wird. In diesem Fall wird die vor dem Halten gegebene Position vom Lageregler wieder eingestellt, falls nicht zwischenzeitlich von der Stillstandsüberwachung ein Alarm 25040 (mit Nachführen als Alarmreaktion) ausgelöst worden ist.

Bei dieser Art des automatischen Synchronisierens wird das gleiche Toleranzfenster verwendet wie bei der Stillstandsüberwachung:

MD36030 \$MA_STANDSTILL_POS_TOL (Stillstandstoleranz)

Parametersatzabhängig beaufschlagt mit dem Maschinendatum:

MD36012 \$MA_STOP_LIMIT_FACTOR (Faktor Genauhalt grob/fein und Stillstand)

Hinweis

Das folgende Nahtstellensignal blockiert das automatische Synchronisieren in jeder Betriebsart, außer im Referiermodus:

DB31, ... DBX29.5 (Kein automatischer Synchronisationslauf)

Soll das automatische Synchronisieren hier aktiviert werden, so ist das folgende Nahtstellensignal vorzugeben:

DB31, ... DBX29.5 = 0 (Kein automatischer Synchronisationslauf)

Danach ist eine der Achsen im Gantry-Verband aus dem Nachführbetrieb in den lagegeregelten Betrieb zu schalten. Dies wird erreicht mit den Nahtstellensignalen:

DB31, ... DBX1.4 = 1 (Nachführbetrieb)

DB31, ... DBX2.1 = 1 (Reglerfreigabe)

2.2.3 Besonderheiten

2. Lagemesssysteme je Gantry-Achse

An den Gantry-Achsen eines Verbundes können unterschiedliche Lagemesssysteme angebaut sein. Des Weiteren kann jede Gantry-Achse auch zwei Lagemesssysteme verarbeiten, zwischen denen jederzeit umgeschaltet werden kann:

DB31, ... DBX1.5 (Lagemesssystem 1)

DB31, ... DBX1.6 (Lagemesssystem 2)

Die maximale Toleranz bei Lageistwertumschaltung sollte kleiner als die Gantry-Warngrenze gewählt werden:

MD36500 \$MA_ENC_CHANGE_TOL (Toleranz bei Lageistwertumschaltung)

Zuvor müssen allerdings die beiden Lagemesssysteme referenziert worden sein. Vor dem Referenzvorgang ist das jeweilige Messsystem anzuwählen. Der Ablauf ist analog wie oben beschrieben.

Kanalspezifisches Referenzieren

Gantry-Achsen können mit dem folgenden Nahtstellensignal auch kanalspezifisch referenziert werden:

DB21, ... DBX1.0 (Referenzieren aktivieren)

Für die Achsreihenfolge beim kanalspezifischen Referenzieren wird der Wert des axialen Maschinendatums der Führungssachse verwendet:

MD34110 \$MA_REFP_CYCLE_NR (Achsenreihenfolge beim kanalspezifischen Referenzieren)

Nach Erreichen des Referenzpunktes der Führungssachse werden wie oben beschrieben zunächst die Gleichlaufachsen referenziert.

Referenzieren vom Teileprogramm aus mit G74

Der Referenzier- und Synchronisationsvorgang der Gantry-Achsen kann auch vom Teileprogramm mit dem Befehl G74 angestoßen werden. Dabei darf nur der Achsname der Führungssachse programmiert werden. Der Ablauf ist analog wie beim achsspezifischen Referenzieren beschrieben.

Lagemesssystem mit abstandscodierten Referenzmarken

Damit beim Referenzpunktfahren nicht große Wege abgefahren werden müssen, besteht die Möglichkeit als alleiniges bzw. als 2. Messsystem ein Lagemesssystem mit abstandscodierten Referenzmarken bei Gantry-Achsen zu verwenden. Dadurch wird erreicht, dass das Messsystem bereits nach einem kurzen Verfahrweg (z. B. 20 mm) referenziert ist. Die Vorgehensweise beim Referenzieren der Gantry-Achsen ist die gleiche wie beim normalen inkrementellen Messsystem.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Referenzpunktfahren (R1)

Absolutgeber

Bei der Synchronisations-Ausgleichsbewegung verfahren auch hier alle Achsen des Gantry-Achsverbundes ohne Achskopplung auf den Referenzpunktwert der Führungssachse, festgelegt mit dem Maschinendatum:

MD34100 \$MA_REFP_SET_POS (Referenzpunktwert/Zielpunkt bei abstandskodiertem System)

Bei Absolutgebern und abstandscodierten Gebern der Führungssachse wird wahlweise auf die momentane Istlage der Führungssachse oder auf den Referenzpunktwert gefahren, eingestellt durch das Maschinendatum:

MD34330 \$MA_REFP_STOP_AT_ABS_MARKER (Abstandscodiertes Längenmesssystem ohne Zielpunkt)

Aktivierung von Achs-Kompensationen

Sowohl bei der Führungs- als auch bei den Gleichlaufachsen können Kompensationsfunktionen aktiviert werden. Die Kompensationswerte werden für jede Gantry-Achse getrennt berücksichtigt. Bei der Inbetriebnahme sind daher die Kompensationswerte für die Führungs- und die Gleichlaufachse zu bestimmen und einzugeben.

Die Kompensationen werden steuerungsintern erst wirksam, wenn die Achse referenziert bzw. der Gantry-Verbund synchronisiert ist. Dabei gilt:

Kompensationsart	Wirksamkeit wenn	PLC-Nahtstellensignal
Losekompensation	Achse referenziert ist	"Referenziert/Synchronisiert"
SSFK	Achse referenziert ist	"Referenziert/Synchronisiert"

Durchhangkompensation	Gantry-Verbund synchronisiert ist	"Gantry-Verbund ist synchronisiert"
Temperaturkompensation	Gantry-Verbund synchronisiert ist	"Gantry-Verbund ist synchronisiert"

Wenn eine aktive Kompensation die Ursache ist für eine Bewegung der Gleichlaufachse(n), wird für die Gleichlaufachse(n) ein Fahrbefehl unabhängig von der Führungsachse angezeigt.

Überwachungen wirksam

Bei Gantry-Achsen werden analog wie bei normalen NC-Achsen die nachfolgenden Überwachungen erst mit Erreichen des Referenzpunktes (NST "Referenziert/Synchronisiert") wirksam:

- Arbeitsfeldbegrenzungen
- Softwareendschalter
- Schutzbereiche

Als Überwachungsgrenzwerte werden auch bei den Gleichlaufachsen die axialen Maschinendatenwerte verwendet.

Satzsuchlauf mehrkanalig

Mit dem kanalübergreifenden Satzsuchlauf im Modus Programmtest (SERUPRO "Search-Run by Programmtest") können Gantry-Achsverbände simuliert verfahren werden.

Hinweis

Weitere Informationen zum mehrkanaligen Satzsuchlauf SERUPRO entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, BAG, Kanal, Programmbetrieb (K1), Kap. Programmtest

2.3 Inbetriebnahme der Gantry-Achsen

Allgemeines

Bedingt durch die in der Regel bei Gantry-Achsen vorhandene Zwangskopplung zwischen Führungs- und Gleichlaufachsen muss die Inbetriebnahme des Gantry-Achsverbundes wie eine Achseinheit vorgenommen werden. Daher sind stets die axialen Maschinendaten für Führungs- und Gleichlaufachsen gemeinsam festzulegen und einzutragen.

Wird die Gleichlaufachse aufgrund verminderter Dynamik durch die Führungsachse überlastet, so wird dies mit dem Alarm 10656 quittiert.

Literatur:

/IAD/ Inbetriebnahmehandbuch

Nachfolgend wird auf die **Besonderheiten** bei der Inbetriebnahme von Gantry-Achsen eingegangen.

Achsen-Verfahrrichtung

Bei der Inbetriebnahme der Gantry-Achsen muss kontrolliert werden, ob die Drehrichtung des Motors mit der gewünschten Verfahrrichtung der Achse übereinstimmen. Korrektur mit dem axialen Maschinendatum:

MD32100 \$MA_AX_MOTION_DIR (Verfahrrichtung).

Aktivierung des Achsverbundes

MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition)

Dieses Maschinendatum legt für die Gantry-Achse Folgendes fest:

- welchen Gantry-Verbund (1, 2 oder 3) sie angehören soll,
- ob sie als Führungssachse (MD-Wert nur eindekadig) oder als Gleichlaufachse wirken soll.

Hinweis

Es ist zu beachten, dass ein Gantry-Verbund, der kanal- oder NCU-übergreifend bekannt ist, nicht mit bereits vergebenen Gantry-Verbund-Nummern kollidiert. Die Gantry-Verbund-Nummern müssen in diesem Fall kanal- und NCU-übergreifend eindeutig vergeben werden. Ist dies nicht der Fall, so wird Alarm 10651 mit Beanstandungsgrund 40XX ausgegeben. XX ist der beanstandete Gantry-Verbund.

Bei der Inbetriebnahme ist zu beachten, dass die Achsen eines Gantry-Verbundes entweder alle als Linear- oder alle als Rundachsen definiert sind:

MD30300 \$MA_IS_ROT_AX (Rundachse/Spindel)

Tabelle 2-1 Beispiele für Definition des Gantry-Achsverbundes

MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE	Gantry-Achse	Gantry-Verbund
0	keine	-
1	Führungssachse	1
11	Gleichlaufachse	1
2	Führungssachse	2
12	Gleichlaufachse	2
3	Führungssachse	3
13	Gleichlaufachse	3
...		
8	Führungssachse	8
18	Gleichlaufachse	8

Gantry-Abschaltgrenzen eingeben

Für die Überwachung der Lageistwertabweichung der Gleichlaufachse zur Istposition der Führungsachse sind die Grenzwerte für Abschaltung sowohl bei der Führungs- als auch bei der Gleichlaufachse entsprechend den Angaben des Maschinenherstellers einzugeben:

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze)

MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF (Gantry-Abschaltgrenze beim Referieren)

Hinweis

Anschließend muss die Steuerung aus- und wieder eingeschaltet werden, da die Gantry-Achsdefinition und die Gantry-Abschaltgrenzwerte erst mit Wiederanlauf (POWER ON) wirksam werden.

Führungs- und Störverhalten

Aufgrund des guten Führungs- und Störverhaltens der digitalen 611D-Antriebe kann auf eine Ausgleichsregelung zwischen den Gantry-Achsen verzichtet werden. Voraussetzung für einen exakten Gleichlauf der Gantry-Achsen ist allerdings, dass die Parameter für die Regelkreise von Führungsachse und Gleichlaufachse **dynamisch gleich** eingestellt werden.

Um den bestmöglichen Gleichlauf zu erzielen, müssen Führungs- und Gleichlaufachse für das **Führungsverhalten die gleiche Dynamik** aufweisen. Die axialen Regelkreise (Lage-, Drehzahl- und Stromregler) sollten jeweils **optimal** eingestellt werden, um Störungen möglichst schnell und effizient ausregeln zu können. Zur Anpassung von unterschiedlichen Achsdynamiken ohne Verlust von Regelgüte dient die **Dynamikanpassung** im Sollwertzweig.

Folgende Regelungsparameter sind für Führungs- und Gleichlaufachse jeweils axial optimal einzustellen:

- MD32200 \$MA_POSCTRL_GAIN (KV-Faktor)
- MD32620 \$MA_FFW_MODE (Vorsteuerungsparameter)
- MD32610 \$MA_VELO_FFW_WEIGHT (Vorsteuerfaktor für Geschwindigkeits-/Drehzahlvorsteuerung)
- MD32650 \$MA_AX_INERTIA (Trägheit für Drehmomentvorsteuerung)
- MD32800 \$MA_EQUIV_CURRCTRL_TIME (Ersatzzeitkonstante Stromregelkreis für Vorsteuerung)
- MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME (Ersatzzeitkonstante Drehzahlregelkreis für Vorsteuerung)

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Kompensationen (K3)

Folgende Regelungsparameter müssen für Führungs- und Gleichlaufachse gleich eingestellt werden:

- MD33000 \$MA_FIPO_TYPE (Feininterpolatortyp)
- MD32400 \$MA_AX_JERK_ENABLE (Axiale Ruckbegrenzung)
- MD32410 \$MA_AX_JERK_TIME (Zeitkonstante für den axialen Ruckfilter)

- MD32420 \$MA_JOG_AND_POS_JERK_ENABLE (Grundeinstellung der axialen Ruckbegrenzung)
- MD32430 \$MA_JOG_AND_POS_MAX_JERK (Axialer Ruck)

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundmaschinen, Geschwindigkeiten/Soll-/Istwertsysteme, Regelung (G2)

Dynamik-Anpassung

Die Führungssachse und die gekoppelten Gleichlaufachsen müssen für das Führungsverhalten die gleiche Dynamik aufweisen. Gleiche Dynamik heißt: die Schleppabstände sind bei gleicher Drehzahl gleich groß.

Mit der Dynamikanpassung im Sollwertzweig lässt sich eine sehr gute Angleichung des Führungsverhaltens von dynamisch unterschiedlichen Achsen (Regelkreise) erzielen. Als Zeitkonstante der Dynamikanpassung ist die Differenz der Ersatzzeitkonstanten zwischen der dynamisch "schwächsten" Achse zu der jeweiligen anderen Achse einzugeben.

Beispiel

Bei aktiver Drehzahlvorsteuerung wird die Dynamik im Wesentlichen durch die Ersatzzeitkonstanten des "langsamsten" Drehzahlregelkreises bestimmt.

Führungssachse:

MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME [n] = 5ms (Ersatzzeitkonstante Drehzahlregelkreis für Vorsteuerung)

Gleichlaufachse:

MD32810 \$MA_EQUIV_SPEEDCTRL_TIME [n] = 3ms

- Zeitkonstante der Dynamikanpassung für Gleichlaufachse:

MD32910 \$MA_DYN_MATCH_TIME [n] = 5ms - 3ms = 2ms (Zeitkonstante der Dynamikanpassung)

Die Dynamikanpassung muss aktiviert werden axial mit dem Maschinendatum:

MD32900 \$MA_DYN_MATCH_ENABLE (Dynamikanpassung)

Kontrolle der Dynamikanpassung:

Die Schleppabstände von Führungs- und Gleichlaufachse müssen bei gleicher Geschwindigkeit gleich groß sein!

Zur Feinabstimmung kann es notwendig sein, K_V -Faktoren oder Vorsteuerparameter geringfügig anzugleichen, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

Gantry-Achsen referenzieren

Zunächst sind die Positionen der Referenzpunkte von Führungs- und Gleichlaufachsen näherungsweise identisch einzustellen.

Damit die Synchronisations-Ausgleichsbewegung der Gantry-Achsen nicht automatisch gestartet wird, ist bei der Erstinbetriebnahme vor dem Referenzieren die Gantry-Warngrenze auf 0 zu setzen:

MD37100 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Achsdefinition)

Dadurch ist während der Verfahrbewegung die Warnmeldung unwirksam.

Falls die momentane Schiefelage zwischen Führungs- und Gleichlaufachsen ein zu hohes zusätzliches Moment auf die Antriebe bewirkt, muss der Gantry-Verbund vor der Verfahrbewegung ausgerichtet werden. Danach ist das Referenzieren der Gantry-Achsen vorzunehmen entsprechend Kapitel "Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen" und:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Referenzpunktfahren (R1)

Nachdem Führungs- und Gleichlaufachsen referenziert sind, ist die Differenz zwischen diesen zu ermitteln (Vergleich der Lageistwert-Anzeige im Bild "Service Achsen" des Bedienbereichs Diagnose) und als Referenzpunktverschiebung zu berücksichtigen:

MD34080 \$MA_REFP_MOVE_DIST (Referenzpunkt Abstand)

MD34090 \$MA_REFP_MOVE_DIST_CORR
(Referenzpunktverschiebung/Absolutverschiebung)

Des Weiteren sind für jede Gantry-Achse die Distanzabweichungen zwischen der Nullmarke und dem Referenzpunkt zu ermitteln. Sie sind über die folgenden Maschinendaten so anzupassen, dass die Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachsen nach der Ausgleichsbewegung identisch sind:

MD34080 \$MA_REFP_MOVE_DIST (Referenzpunkt Abstand)

MD34090 \$MA_REFP_MOVE_DIST_CORR
(Referenzpunktverschiebung/Absolutverschiebung)

Gantry-Achsen synchronisieren

Der Gantry-Synchronisationslauf ist mit dem NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" zu aktivieren (siehe Kapitel "Referenzieren und Synchronisieren von Gantry-Achsen"). Nach Beendigung des Synchronisationsvorganges (NST "Gantry-Verbund ist synchronisiert" = 1) ist zu kontrollieren, dass der Maßversatz zwischen Führungs- und Gleichlaufachsen gleich 0 ist. Gegebenenfalls sind Korrekturen in den o. g. Maschinendaten vorzunehmen.

Gantry-Warngrenze eingeben

Nachdem die Referenzpunktwerte für Führungs- und Gleichlaufachsen optimal eingestellt sind, so dass die Gantry-Achsen nach dem Synchronisationsvorgang ohne Schiefelage gegenüberstehen, ist für Führungs- und Gleichlaufachse der Warngrenzwert im folgenden Maschinendatum einzugeben:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

Dabei ist der Wert stufenweise so lange zu erhöhen, dass gerade keine Meldung (Grenze überschritten) erscheint. Vor allem sind die Beschleunigungsphasen zu kontrollieren.

Mit diesem Grenzwert wird auch festgelegt, bei welcher Lageabweichung der Gantry-Synchronisationslauf steuerungsintern automatisch gestartet wird.

Kompensationen ermitteln und aktivieren

Falls bei den Gantry-Achsen Kompensationen (Lose-, Durchhang-, Temperatur- oder Spindelsteigungsfehler-Kompensation) erforderlich sind, müssen die Korrekturwerte für Führungs- **und** Gleichlaufachse ermittelt und in die entsprechenden Parameter bzw. Tabellen eingegeben werden.

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Kompensationen (K3)

Funktionsgenerator/Messfunktion

Die Aktivierung von Funktionsgenerator und Messfunktion wird auf der Gleichlaufachse mit Fehlermeldung abgebrochen.

Wenn ein Anregen der Gleichlaufachse unbedingt benötigt wird (z. B. um die Maschine zu vermessen), müssen Führungs- und Gleichlaufachse vorübergehend getauscht werden.

Hinweis

Generell führt der Start von Funktionsgenerator, Messfunktionen und AM-Setup für virtuelle Achsen zum Abbruch mit Fehlerkennung.

Sonderfälle

Wenn eine Anregung **einzelner** Achsen benötigt wird, muss der Gantry-Verbund vorübergehend aufgelöst werden. Da dann die andere Achse nicht mehr synchron mitfährt, muss sichergestellt werden, dass die angeregte Achse nicht mehr als die Positionstoleranz bewegt wird.

Das bedeutet bei aufgelöstem Gantry-Verbund:

- Verfahrbereichsgrenzen immer aktivieren und sehr knapp einstellen (Positionstoleranz)
- Möglichst zuerst den Gantry-Verbund synchronisieren und dann einen POWER-ON-RESET machen, **ohne** nochmals zu referenzieren. Dadurch beziehen sich die Verfahrbereichsgrenzen immer auf die gleiche Position (die beim POWER ON).
- Sprungfunktion meiden. Nur Lagesprünge sind zulässig, wenn sie kleiner als die Toleranz bleiben.
- Bei Funktionsgenerator und Messfunktion immer Offset 0 verwenden, entgegen den Empfehlungen für gewöhnliche Achsen.
- Amplituden für Funktionsgenerator und Messfunktion so klein wählen, dass die angeregte Achse weniger als die Positionstoleranz verfährt. Zur Kontrolle immer die Verfahrbereichsgrenzen aktivieren (s. o.).

Literatur:

/FBA/ Funktionsbeschreibung Antriebsfunktionen, Drehzahlregelkreis (DD2)

Hinweis

Als Ergänzung zu den hier mehr in allgemeiner Form angegebenen Inbetriebnahmegesichtspunkten und Gesichtspunkten der Regeldynamik der Antriebe wird im Kapitel "Beispiel" am Beispiel einer konkreten Konstellation - beschrieben durch ihre Maschinendaten - ein komplettes Beispiel bereitgestellt.

Inbetriebnahme-Unterstützung von Gantry-Verbänden

Die Inbetriebnahmefunktionen Funktionsgenerator und Messen werden über PI-Dienste parametrieren. Die Verfahrensbewegung startet für alle parametrisierten Achsen mit der Betätigung der MSTT-Taste NC-Start in der Betriebsart JOG.

In der Bedienoberfläche "Messfunktion und Funktionsgenerator im Gantry-Verbund" blendet die Bedienoberfläche ein Bild auf, in dem zwei Amplitudenwerte und je ein Offset und eine Bandbreite einzugeben sind. Der erste Amplitudenwert gilt für die Messachse, der zweite für die restlichen gekoppelten Achsen.

2.4 PLC-Nahtstellensignale bei Gantry-Achsen

Spezielle Nahtstellensignale für Gantry-Achsen

Die speziellen PLC-Nahtstellensignale der gekoppelten Gantry-Achsen werden über die axiale PLC-Nahtstelle der Führungs- oder Gleichlaufachse geführt. In der nachfolgenden Tabelle sind alle speziellen Gantry- PLC-Nahtstellensignale sowie die Kennzeichnung, ob das NST bei der Führungs- oder Gleichlaufachse ausgewertet wird, dargestellt.

Tabelle 2-2 Zuordnung der Gantry-PLC-Nahtstellensignale zu Führungs- und Gleichlaufachse

PLC-Nahtstellensignal	PLC\$NCK	DB31, ... DBX...	Führungsachse	Gleichlaufachse
Gantry-Synchronisationslauf starten	!	29.4	X	
Kein automatischer Synchronisationslauf	!	29.5	X	
Gantry-Achse	z	101.7	1	1
Gantry-Führungsachse	z	101.6	1	0
Gantry-Verbund ist synchronisiert	z	101.5	X	
Gantry-Synchronisationslauf startbereit	z	101.4	X	
Gantry-Warngrenze überschritten	z	101.3		X
Gantry-Abschaltgrenze überschritten	z	101.2		X

Wirkung der axialen Nahtstellensignale bei Gantry-Achsen

a) axiale Nahtstellensignale von PLC an Achse (PLC → NCK)

Grundsätzlich werden die axialen Nahtstellensignale von PLC an Achse immer auf alle Gantry-Achsen des Gantry-Verbundes bezogen. Dabei ist jede Gantry-Achse (Führungs- und Gleichlaufachse) gleichberechtigt.

Es werden beispielsweise alle Achsen des Gantry-Verbundes zum gleichen Zeitpunkt stillgesetzt, wenn von der Führungsachse das folgende Nahtstellensignal auf "0" gesetzt wird:

DB31, ... DBX2.1 (Reglerfreigabe)

In der nachfolgenden Tabelle ist die Wirkung einzelner NST (von PLC an Achse) bei Gantry-Achsen dargestellt:

Tabelle 2-3 Wirkung der Nahtstellensignale von PLC an Achse bzgl. Führungs- und Gleichlaufachse

PLC-Nahtstellensignal	DB31, ... DBX ...	Wirksamkeit bei	
		Führungsachse	Gleichlaufachse
Achsen-/Spindelsperre	1.3	auf alle Achsen des Gantry-Verbunds	ohne Wirkung
Lagemesssystem 1/2	1.4 und 1.5	axial ¹⁾	axial ¹⁾
Reglerfreigabe	2.1	auf alle Achsen des Gantry-Verbunds ²⁾	
Restweg löschen (axial)	2.2	axial	ohne Wirkung
Klemmvorgang läuft	2.3	axial	axial
Referenzpunktwert 1 - 4	2.4 - 2.7	axial	axial
Vorschub Halt	4.4	auf alle Achsen des Gantry-Verbunds	
Hardwareendschalter plus / minus	12.0 und 12.1	Alarm axial; Bremsanforderung auf alle Achsen des Gantry-Verbunds	
2. Softwareendschalter plus / minus	12.2 und 12.3	axial	axial
Hochlaufgeber-Schnellstopp (HLGSS)	20.1	auf alle Achsen des Gantry-Verbunds	
Anwahl Antriebsparametersatz	21.0 - 21.2	axial	axial
Impulsfreigabe	21.7	axial	axial
DB31, ... DBX1.5 und 1.6 (Lagemesssystem 1/2) Die Umschaltung zwischen den Lagemess-Systemen 1 und 2 wird bei jeder Gantry-Achse einzeln berücksichtigt. Jedoch wird ein Inaktivschalten beider Lagemess-Systeme (sog. Parkstellung) bei allen Gantry-Achsen gemeinsam berücksichtigt. DB31, ... DBX2.1 (Reglerfreigabe) Bei Wegnahme der Reglerfreigabe einer Gantry-Achse werden alle Achsen des Gantry-Verbunds gleichzeitig stillgesetzt. Die Art des Stillsetzens (z. B. mit Schnellstopp) ist identisch für alle Gantry-Achsen.			

Für alle Gantry-Achsen wird entweder der Zustand "Nachführen" (Nahtstellensignal einer Gantry-Achse = 1) oder "Halten" (Nahtstellensignale aller Gantry-Achsen = 0) aktiviert abhängig vom Nahtstellensignal:

DB31, ... DBX1.4 (Nachfuhrbetrieb)

b) axiale Nahtstellensignale von Achse an PLC (NCK → PLC)

Grundsätzlich werden die axialen Nahtstellensignale von Achse an PLC für die Gleichlaufachse und die Führungsachse jeweils achsspezifisch gesetzt und an die PLC ausgegeben.

Beispiel:

DB31, ... DBX60.4 bzw. 60.5 (Referenziert/Synchronisiert 1/2).

Ausnahme:

Beim Verfahren der Führungsachse werden auch bei der Gleichlaufachse die Nahtstellensignale gesetzt:

DB31, ... DBX64.6 und 64.7 (Fahrbefehl plus bzw. minus)

2.5 Sonstiges bei Gantry-Achsen

Handfahren

Eine Gleichlaufachse kann nicht direkt von Hand in der Betriebsart JOG verfahren werden. Bei Betätigung der Verfahrtasten der Gleichlaufachse werden diese steuerungsintern ignoriert. Ebenso bleibt ein Verdrehen des Handrades bei der Gleichlaufachse ohne Wirkung.

Handradüberlagerung

Eine überlagerte Bewegung durch Handrad kann im gekoppelten Achsbetrieb nur auf die Führungsachse angewendet werden. Die Gleichlaufachsen fahren dabei synchron mit.

DRF-Verschiebung

Eine DRF-Verschiebung kann nur auf die Führungsachse angewendet werden. Die Gleichlaufachsen fahren dabei synchron mit.

Programmierung im Teileprogramm

Im Teileprogramm darf nur die Führungsachse eines Gantry-Achsbundes programmiert werden. Bei Programmierung einer Gleichlaufachse wird ein Alarm generiert.

PLC- oder Kommandoachsen

Nur die Führungsachse des Gantry-Verbundes kann von PLC mittels FC18 oder als Kommandoachsen durch Synchronaktionen gefahren werden.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, PLC-Grundprogramm (P3)

/FBSY/ Funktionshandbuch Synchronaktionen

PRESET

Die PRESET-Funktion kann nur auf die Führungsachse angewendet werden. Steuerungsintern werden mit PRESET alle Achsen des Gantry-Verbundes neu bewertet. Die Gantry-Achsen verlieren damit ihre Referenz und auch die Synchronisation (NST "Gantry-Verbund synchronisiert" = "0")

Achstausch

Mit RELEASE (Führungsachse) werden automatisch alle Achsen des Gantry-Verbunds freigegeben.

Ein Achstausch der Masterachse eines geschlossenen Gantry-Verbands ist nur möglich, wenn im aufnehmenden Kanal alle Achsen des Verbands bekannt sind, andernfalls wird der Alarm 10658 gemeldet.

Achsen eines Gantry-Verbands müssen nicht in allen Kanälen bekannt sein. Die Überprüfung erfolgt nicht bereits im Hochlauf, sondern erst beim Versuch, die Masterachse in den Kanal zu tauschen.

Es wird kein automatischer Achstausch und keine automatische Anpassung der Achszustände der Gantry-Achsen vorgenommen wenn versucht wird versucht einen mit dem folgenden Maschinendatum aufgelösten Gantry-Verband zu schließen:

MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP (Gantry-Achsverbund lösen)

Der Anwender ist selbst dafür verantwortlich. Es erfolgt allerdings eine Überprüfung der Achszustände nach Breakup und bei Bedarf ein entsprechender Alarm 10658. Soll ein Gantry-Verband wieder geschlossen werden, so hat der Anwender dafür zu sorgen, dass alle Achsen des Verbands mit einem entsprechenden Achszustand in einem Kanal sind.

MD30450 \$MA_IS_CONCURRENT_POS_AX=1 (Voreinstellung bei Reset: neutrale Achse/Kanalachse)

Das MD wird bei aktivem Gantryverband bei den Slaveachsen ignoriert. Es wird der Zustand der Masterachse angenommen. Der Anwender wird durch einen Anzeigalarm 4300 auf die nicht sinnvolle Projektierung hingewiesen.

Anzeigedaten

Bei der Lageistwert-Anzeige werden die Istwerte der Führungssachse als auch die der Gleichlaufachsen angezeigt. Entsprechendes gilt auch für die Service-Anzeigewerte im Bedienbereich "Diagnose".

SW-Endschalter

Die SW-Endschalterüberwachung wird nur für die Führungssachse bearbeitet. Beim Überschreiten werden alle Achsen des Gantry-Verbundes abgebremst.

Unterschiede zur Funktion "Mitschleppen"

Folgende wesentliche Unterschiede sind zwischen den Funktionen "Gantry-Achsen" und "Mitschleppen" vorhanden:

- Die Achskopplung der Gantry-Achsen muss stets bestehen. Eine Auftrennung der Achskopplung per Teileprogramm ist somit bei "Gantry-Achsen" nicht möglich. Dagegen kann der Mitschleppverbund per Teileprogramm aufgelöst und die Achsen getrennt verfahren werden.
- Bei "Gantry-Achsen" wird die Differenz der Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachse stets überwacht und bei unzulässigen Abweichungen die Verfahrbewegung stillgesetzt. Bei "Mitschleppen" erfolgt keine Überwachung.
- Gantry-Achsen müssen auch beim Referenzieren gekoppelt bleiben. Deshalb existieren spezielle Ablaufvorgänge für das Referenzpunktfahren der Gantry-Achsen. Mitschlepp-Achsen werden dagegen getrennt referenziert.
- Damit die "Gantry-Achsen" ohne mechanischen Versatz verfahren, müssen die Gleichlaufachsen regeldynamisch gleich eingestellt werden wie die Führungssachse. Beim "Mitschleppen" sind dagegen auch Achsen mit unterschiedlicher Regeldynamik möglich.

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Mitschleppen (M3)

Mehrere Kanäle

Es ist zu beachten, dass für einen Gantry-Verband, dessen Masterachse in mehreren Kanälen bekannt ist, auch dessen Slaveachsen in diesen Kanälen bekannt sind.

Ist dies nicht der Fall, so wird der Alarm 10651 mit Beanstandungsgrund 60XX ausgegeben. XX ist der beanstandete Gantry-Verbund.

Randbedingungen

Es sind keine Randbedingungen zu beachten.

Beispiel

4.1 Gantry-Verband erstellen

Einführung

Das Einrichten eines Gantry-Verbands, das Referieren seiner Achsen, das Ausrichten eventueller Verschiebungen und schließlich das Synchronisieren der beteiligten Achsen ist ein aufwendigerer Vorgang. Die erforderlichen einzelnen Schritte werden im Folgenden an einer Beispielkonstellation beschrieben.

Konstellation

Maschinenachse 1 = Gantry Führungssachse, Messsystem inkrementell

Maschinenachse 3 = Gantry Gleichlaufachse, Messsystem inkrementell

Maschinendaten

Die folgenden MD beschreiben die Ausgangswerte zu Beginn der Prozedur. Einzelne Werte sind später noch nach den unten folgenden Vorgaben zu korrigieren bzw. zu ergänzen.

Gantry Maschinendaten

Achse 1

MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE = 1 (Gantry-Achsdefinition)

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING = 0 (Gantry-Warngrenze)

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR = z. B. 1 mm (Gantry-Abschaltgrenze)

MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF = z. B. 100 mm (max. Schiefelage)
(Gantry-Abschaltgrenze beim Referieren)

MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP = 0 (Gantry-Achsverbund lösen)

Achse 3

MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE= 11

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING = 0

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR = z. B. 1mm

MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF = z. B. 100mm (max. Schiefelage)

MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP = 0

Referenzpunktmaschinendaten (jeweils für den ersten Geber)

Achse 1

MD34000 \$MA_REFP_CAM_IS_ACTIVE = TRUE

MD34010 \$MA_REFP_CAM_DIR_IS_MINUS = z. B. FALSE

MD34020 \$MA_REFP_VELO_SEARCH_CAM =

MD34030 \$MA_REFP_MAX_CAM_DIST = entspricht max. Verfahrstrecke

MD34040 \$MA_REFP_VELO_SEARCH_MARKER =

MD34050 \$MA_REFP_SEARCH_MARKER_REVERSE = z. B. FALSE

MD34060 \$MA_REFP_MAX_MARKER_DIST = Differenz zw. Nockenflanke und 0-Marke

MD34070 \$MA_REFP_VELO_POS =

MD34080 \$MA_REFP_MOVE_DIST = 0

MD34090 \$MA_REFP_MOVE_DIST_CORR = 0

MD34092 \$MA_REFP_CAM_SHIFT = 0

MD34100 \$MA_REFP_SET_POS = 0

MD34200 \$MA_ENC_REFP_MODE = 1

Die Referenzpunktmaschinendaten (für den ersten Geber) der Achse 3 sind sinngemäß anzugeben.

4.2 Einstellung der NCK-PLC Nahtstelle

Einführung

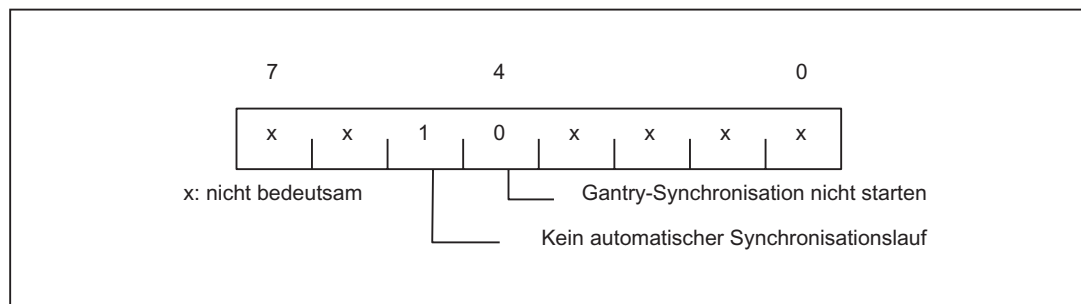
Ein automatischer Synchronisationslauf beim Referieren der Achsen muss zunächst unterdrückt werden, um zu vermeiden, dass ein ggf. unausgerichteter Verband zerstört wird.

Verhinderung automatischer Synchronisation

Das Anwender-PLC-Programm setzt Folgendes für den Achsdatenbaustein der Achse 1:

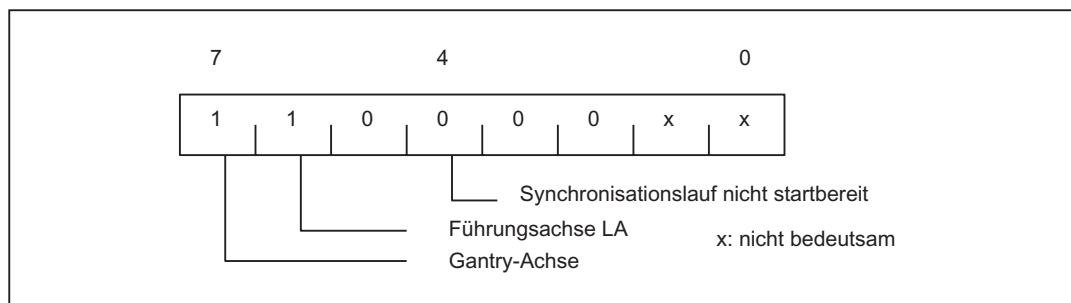
DB31, ... DBX29.4 = 0

DB31, ... DBX29.5 = 1



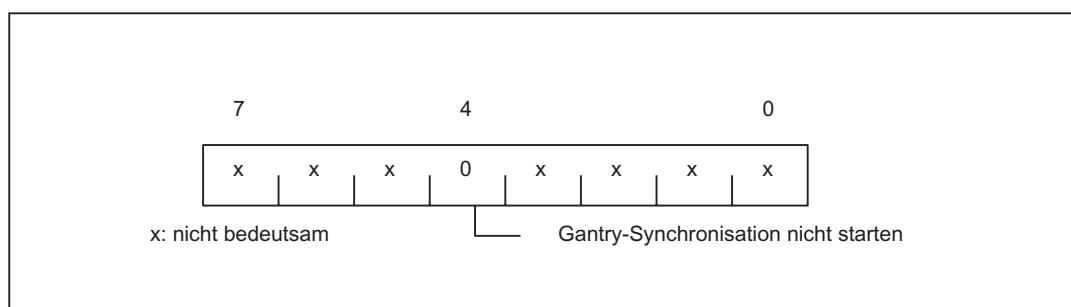
Der NCK setzt als Bestätigung im Achsbaustein der Achse 1:

DB31, ... DBB101:



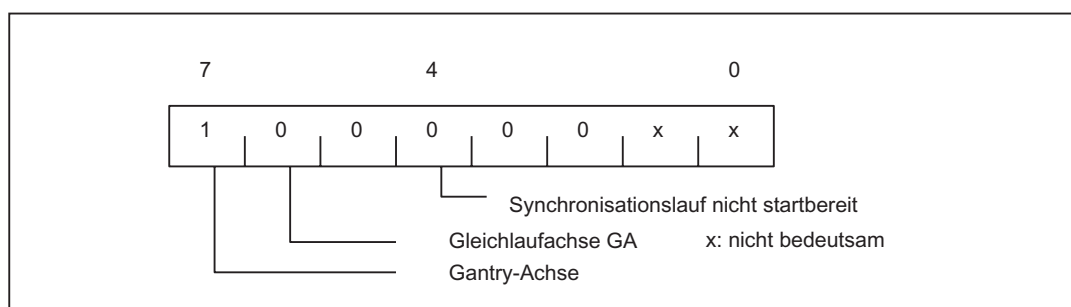
Das Anwender-PLC-Programm setzt für den Achsdatenbaustein der Achse 3:

DB31, ... DBX29.4 = 0



Der NCK setzt als Bestätigung im Achsbaustein der Achse 3:

DB31, ... DBB101:



4.3 Beginn der Inbetriebnahme

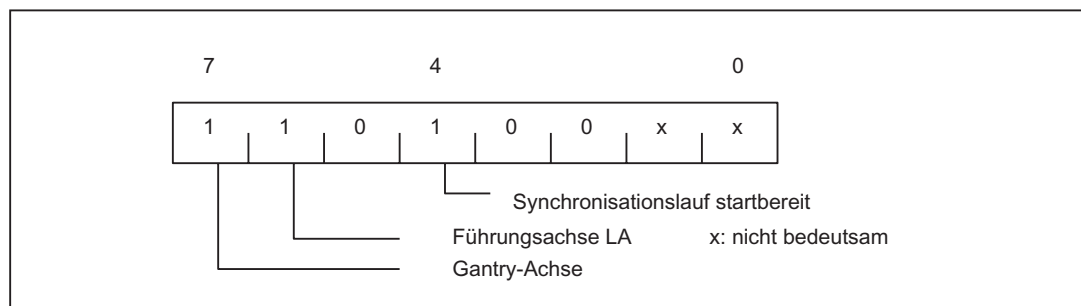
Referieren

Folgende Schritte sind auszuführen:

- Betriebsart "REF" anwählen
- Referieren für Achse 1 (Masterachse) starten
- Warten bis Meldung "10654 Kanal 1 Warte auf Synchronisationsstart" erscheint.

Zu diesem Zeitpunkt hat der NCK die Synchronisationsbereitschaft für Achse 1 hergestellt und meldet dies am Nahtstellensignal:

DB31, ... DBB101 mit:



Im Weiteren sind folgende Schritte auszuführen:

- RESET
- Ablesen der Werte im Maschinenkoordinatensystem:
z. B.
X = 0.941
Y = 0.000
XF = 0.000
- Tragen Sie den X-Wert der Masterachse 1 mit umgekehrtem Vorzeichen in das Maschinendatum der Folgeachse 3 ein:
MD34090 \$MA_REFP_MOVE_DIST_CORR = - 0.941
(Referenzpunktverschiebung/Absolutverschiebung)

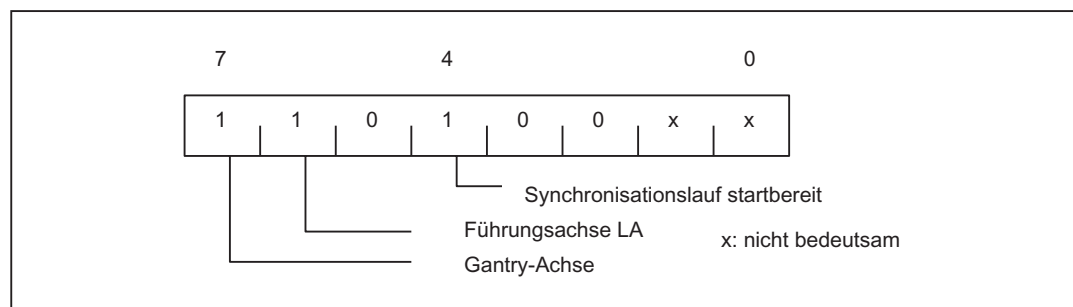
Hinweis

Dieses MD ist POWER-On wirksam. Um vorab einen POWER-On zu vermeiden, kann dieser Wert auch in das folgende Maschinendatum eingetragen werden:

MD34080 \$MA_REFP_MOVE_DIST (Referenzpunktstand)

Dieses MD ist nach RESET gültig.

- Erneut Referieren für Achse 1 (Masterachse) mit den modifizierten Maschinendaten starten
- Warten, bis Meldung "10654 Kanal 1 Warte auf Synchronisationsstart" erscheint
- Zu diesem Zeitpunkt hat der NCK die Synchronisationsbereitschaft für Achse 1 hergestellt und meldet dies am Nahtstellensignal:
DB31, ... DBB101(Gantry)



- Istpositionen der Maschine betrachten. Es können die Fälle A oder B vorliegen:

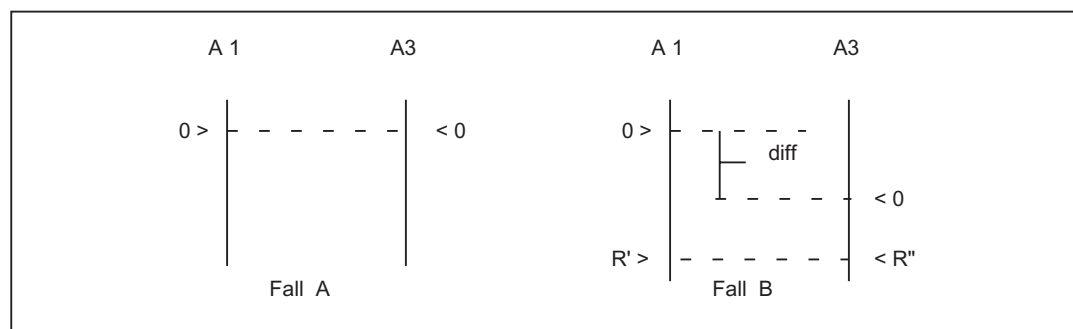


Bild 4-1 Mögliche Ergebnisse nach Referieren Achse 1 (Masterachse)

Liegt Fall A vor, kann sofort der Synchronisationslauf gestartet werden. Siehe Schritt "Synchronlauf starten". Liegt Fall B vor, muss der Versatz "diff" ermittelt und berücksichtigt werden:

- Messen von diff
- Durch zwei rechtwinklig angebrachte Referenzpunkte R' und R" im Maschinenbett (rechts im Bild) kann die Positionsdivergenz im JOG abgefahren werden. Der Versatz diff kann dann als Unterschied der Positionsanzeige abgelesen werden. Der Versatz diff muss eingetragen werden in das Maschinendatum der Achse 3 (Gleichlaufachse):
MD34100 \$MA_REFP_SET_POS
Weiter mit 1. Schritt (siehe oben).
- Synchronisationslauf starten. PLC setzt:
DB31, ... DBX29.4= 1 (Start Synchronisation Gantry)

4.4 Warn- und Fehlergrenzen einstellen

Sobald der Gantry-Verbund eingestellt und synchronisiert ist, müssen jetzt noch die folgenden Maschinendaten sinnvoll eingestellt werden:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze)

Vorgehensweise

- Stellen Sie das Maschinendatum für alle Achsen zunächst groß ein:

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze)

- Belegen Sie mit einem sehr kleinen Wert das Maschinendatum:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

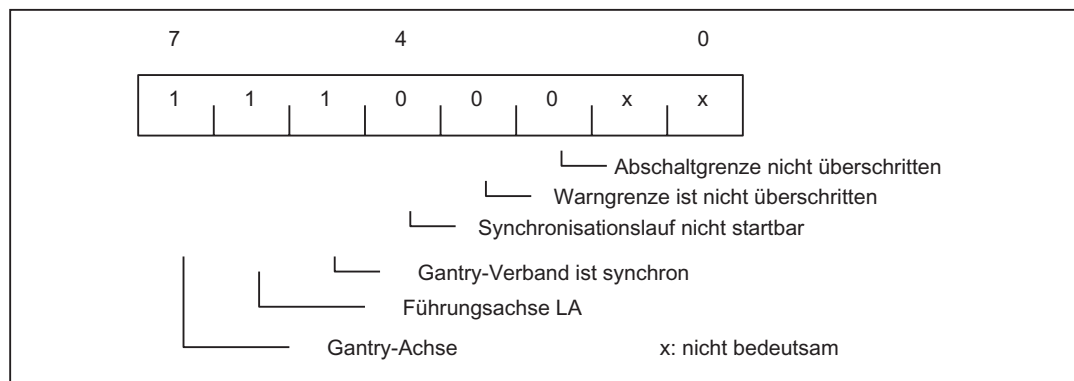
Wenn Sie jetzt die Achsen dynamisch stark belasten, müsste immer wieder der selbstlöschende Alarm "10652 Kanal %1 Achse %2 Gantry-Warngrenze überschritten" ausgegeben werden.

- Erhöhen Sie jetzt das folgende Maschinendatum:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

Tun Sie dies solange, bis der Alarm nicht mehr erscheint. Die Nahtstelle zeigt den unten angegebenen Zustand. (Das muss in einem für die Produktion sinnvollem Fenster geschehen.)

Falls die Überwachung nur noch sehr sporadisch anschlägt, kann man sich im Anwender PLC-Programm einen Flankenmerker programmieren.



Tragen Sie den für die Warngrenze erhaltenen Wert + einen kleinen Sicherheitsaufschlag in das folgende Maschinendatum ein:

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze)

Fehlergrenzwerte

In folgenden Maschinendaten wurden Werte hinterlegt:

MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze)

MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF (Gantry-Abschaltgrenze beim referieren)

Diese sollten am Abschluss des Anpassvorganges die folgenden Größenverhältnisse haben:

	MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING
	MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR
	MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF

Hinweis

Bei der Inbetriebnahme eines Gantry-Verbands, bei dem die verbundenen Achsen von **Linearmotoren** und zugehörigen Messsystemen betrieben werden, ist sinngemäß zu verfahren.

Die eingegebenen Fehlergrenzen in den Maschinendaten MD37110 und MD37120 verstehen sich, wenn das Nahtstellenbit "Gantry ist synchron" nicht ansteht, als zusätzliche Toleranz der Istwertdifferenz von Leit und Folgeachse (z. B. nach dem Löschen von Alarmen ohne Gantry neu zu synchronisieren).

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
30300	IS_ROT_AX	Rundachse
32200	POSCTRL_GAIN	K _v -Faktor
32400	AX_JERK_ENABLE	Axiale Ruckbegrenzung
32410	AX_JERK_TIME	Zeitkonstante für axialen Ruckfilter
32420	JOG_AND_POS_JERK_ENABLE	Grundeinstellung der axialen Ruckbegrenzung
32430	JOG_AND_POS_MAX_JERK	Axialer Ruck
32610	VELO_FFW_WEIGHT	Vorsteuerfaktor für Drehzahlvorsteuerung
32620	FFW_MODE	Vorsteuerungsart
32650	AX_INERTIA	Trägheitsmoment für Drehmomentvorsteuerung
32800	EQUIV_CURRCTRL_TIME	Ersatzzeitkonst. Stromregelkreis für Vorsteuerung
32810	EQUIV_SPEEDCTRL_TIME	Ersatzzeitkonst. Drehzahlregelkreis für Vorsteuerung
32900	DYN_MATCH_ENABLE	Dynamikanpassung
32910	DYN_MATCH_TIME	Zeitkonstante für Dynamikanpassung
33000	FIPO_TYPE	Feininterpolatortyp
34040	REFP_VELO_SEARCH_MARKER	Abschaltgeschwindigkeit
34070	REFP_VELO_POS	Referenzpunkteinfahrtgeschwindigkeit
34080	REFP_MOVE_DIST	Referenzpunktabstand
34090	REFP_MOVE_DIST_CORR	Referenzpunktverschiebung
34100	REFP_SET_POS	Referenzpunktwert
34110	REFP_CYCLE_NR	Achsreihenfolge beim kanalspezifischen Referieren
34330	REFP_STOP_AT_ABS_MARKER	Abstandscodiertes Längenmesssystem ohne Zielpunkt
36012	STOP_LIMIT_FACTOR	Faktor Genauhalt grob/fein und Stillstand
36030	STANDSTILL_POS_TOL	Stillstandstoleranz
36500	ENC_CHANGE_TOL	Maximale Toleranz bei Lageistwertumschaltung
37100	GANTRY_AXIS_TYPE	Gantry-Achsdefinition
37110	GANTRY_POS_TOL_WARNING	Gantry-Warngrenze
37120	GANTRY_POS_TOL_ERROR	Gantry-Abschaltgrenze

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
37130	GANTRY_POS_TOL_REF	Gantry-Abschaltgrenze beim Referieren
37140	GANTRY_BREAK_UP	Gantry-Achsverbund lösen

5.2 Signale

5.2.1 Signale von BAG

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
11, ...	5.2	Aktive Maschinenfunktion REF

5.2.2 Signale von Kanal

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
21, ...	33.0	Referieren aktiv

5.2.3 Signale an Achse/Spindel

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
31, ...	29.4	Gantry-Synchronisationslauf starten
31, ...	29.5	Kein automatischer Synchronisationslauf

5.2.4 Signale von Achse/Spindel

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
31, ...	60.4, 60.5	Referiert/Synchronisiert 1, Referiert/Synchronisiert 2
31, ...	101.2	Gantry-Abschaltgrenze überschritten
31, ...	101.3	Gantry-Warngrenze überschritten
31, ...	101.4	Gantry-Synchronisationslauf startbereit
31, ...	101.5	Gantry-Verbund ist synchronisiert
31, ...	101.6	Gantry-Führungssachse
31, ...	101.7	Gantry-Achse

Index

D

DB11
 DBX5.2, 2-10
DB21, ...
 DBX1.0, 2-13
DB21, ... DBX33.0, 2-10
DB31, ...
 DBB101, 4-3, 4-4, 4-5
 DBX1.4, 2-13, 2-22
 DBX1.5, 2-13, 2-22
 DBX1.6, 2-22
 DBX101.2, 2-4, 2-21
 DBX101.3, 2-3, 2-21
 DBX101.4, 2-10, 2-21
 DBX101.5, 2-5, 2-10, 2-12, 2-21
 DBX101.6, 2-21
 DBX101.7, 2-21
 DBX2.1, 2-13, 2-22
 DBX29.4, 2-21, 4-2, 4-3, 4-5
 DBX29.5, 2-11, 2-13, 2-21, 4-2
 DBX4.7/4.6, 2-6
 DBX60.4, 2-22
 DBX60.5, 2-22
 DBX64.6, 2-22
 DBX64.7, 2-22
DB31, ... DBX29.4, 2-11
DB31, ...
 DBX1.6, 2-13

F

Führungssachse, 2-2

G

Gantry-Achsen

Begriffe, 2-2
Unterschiede zum Mitschleppen, 2-24
Gleichlaufachse, 2-2

M

MD30300, 2-16
MD32100, 2-16
MD32200, 2-17
MD32400, 2-17
MD32410, 2-17
MD32420, 2-18
MD32430, 2-18
MD32610, 2-17
MD32620, 2-17
MD32650, 2-17
MD32800, 2-17
MD32810, 2-17, 2-18
MD32900, 2-18
MD32910, 2-18
MD33000, 2-17
MD34040, 2-7
MD34070, 2-7
MD34080, 2-11, 2-19, 4-4
MD34090, 2-11, 2-19, 4-4
MD34100, 2-6, 2-7, 2-10, 2-11, 2-14, 4-5
MD34110, 2-14
MD34330, 2-7, 2-12, 2-14
MD36012, 2-13
MD36030, 2-12
MD36500, 2-13
MD37100, 2-2, 2-16, 2-19, 4-1
MD37110, 2-3, 2-7, 2-19, 4-1, 4-6, 4-7
MD37120, 2-4, 2-17, 4-1, 4-6, 4-7
MD37130, 2-4, 2-17, 4-1, 4-7
MD37140, 2-5, 2-6, 2-11, 2-24
MD37150, 2-4, 2-12

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Taktzeiten (G3)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiel

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Allgemeines zu den Taktzeiten	2-1
2.2	SINUMERIK 810D und 840D.....	2-2
2.3	SINUMERIK 840Di mit PROFIBUS-DP	2-3
2.3.1	Beschreibung eines DP-Zyklus.....	2-4
2.3.2	Taktzeiten und Lagereglertakt-Verschiebung	2-6
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiel	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten.....	5-1
5.1.2	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

Die vorliegende Beschreibung erklärt die Zusammenhänge und Maschinendaten der verschiedenen Systemtakte der NC:

- Systemgrundtakt
- Interpolatortakt
- Lagereglertakt

810D und 840D

Bei SINUMERIK 840D und SINUMERIK 810D wird der Lageregler- und Interpolatortakt (IPO-Takt) vom Systemgrundtakt, der in den Maschinendaten der NC eingestellt wird, abgeleitet.

840Di

Bei SINUMERIK 840Di wird der Lageregler- und Interpolatortakt vom Systemgrundtakt abgeleitet. Der Systemgrundtakt wird nicht über Maschinendaten der NC eingestellt, sondern gleich dem im S7-Projekt bei der Erstellung der Konfiguration eingestellten äquidistanten DP-Zyklus T_{DP} gesetzt.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Allgemeines zu den Taktzeiten

Festlegungen

Mit den folgenden Maschinendaten werden der Systemgrundtakt, der Lageregel- und Interpolatortakt festgelegt.

MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME (Systemgrundtakt)

MD10060 \$MN_POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO (Faktor für Lageregeltakt)

MD10070 \$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO (Faktor für Interpolatortakt)

Mit dem MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME wird der Systemgrundtakt der Systemsoftware in Sekunden eingestellt. Die anderen Zeittakte ergeben sich durch Multiplikation mit dem Systemgrundtakt.

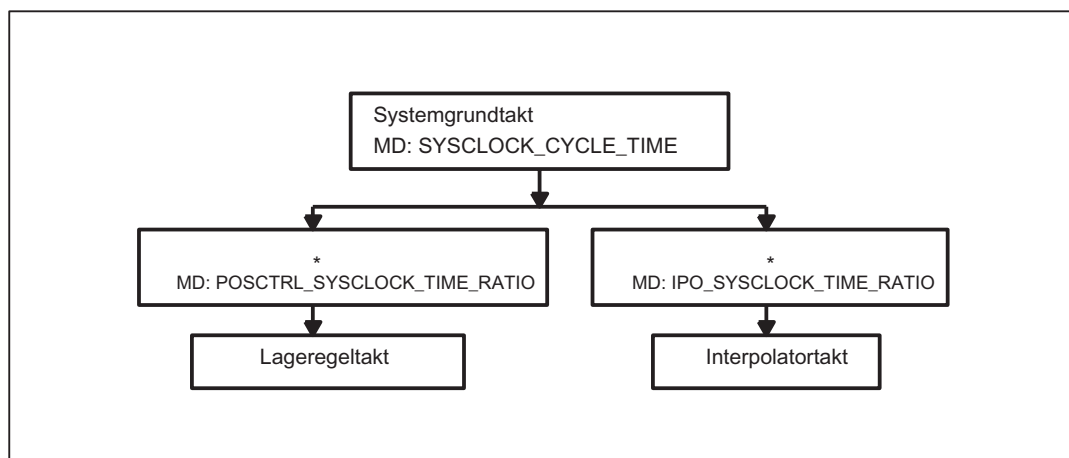


Bild 2-1 Ableitung der Taktzeiten

Hinweis

MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME:

Der Systemgrundtakt wird in s eingegeben.

MD10060 \$MN_POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO:

Der Lageregeltakt wird als Faktor bezogen auf den Systemgrundtakt eingegeben.

MD10070 \$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO:

Der Interpolatortakt wird als Faktor bezogen auf den Systemgrundtakt eingegeben.

Taktzeiten Standardwerte

Die Vorbesetzung stellt sicher, dass eine Konfiguration mit Maximalausbau sicher hochläuft. Die Taktzeiten, z. B. bei der **NCU 573**, können im Regelfall kleiner eingestellt werden.

Standardmäßig gibt es folgende Taktzeiten:

Takt	810D CCU	840D NCU 571	840D NCU 572	840D NCU 573	Einstellung über MD
Systemgrundtakt	2,5 ms	6 ms	4 ms	4*/8# ms	SYSCLOCK_CYCLE_TIME
Lageregeltakt	2,5 ms	6 ms	4 ms	4*/8# ms	POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO
Interpolatortakt	10 ms	18 ms	12 ms	12*/40# ms	IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO

* mit 2 Kanälen und 12 Achsen

mit > 2 Kanälen

Allgemeines Beispiel für Takteinstellungen

Die Maschinendaten für Taktzeiten sind wie folgt belegt:

Wenn MD ... = ...	Dann ist der ... = ...
SYSCLOCK_CYCLE_TIME = 0.002	Systemgrundtakt = 2 ms
POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO = 1	Lageregeltakt = 2 ms (1 2 ms)
IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO = 3	Interpolatortakt = 6 ms (3 2 ms)

2.2 SINUMERIK 810D und 840D

Interpolatortakt

Der Interpolatortakt gibt die Zykluszeit an, mit der die Sollwertschnittstelle zu den Lagereglern aktualisiert wird. Der Interpolatortakt ist bei normaler Verarbeitung in zweierlei Hinsicht wichtig:

- Das Produkt aus Geschwindigkeiten und Interpolatortakt bestimmt die geometrische Auflösung der zu interpolierenden Kontur. Ein längerer Interpolatortakt verursacht einen großen Bahnfehler an gekrümmten Konturen. Dieser Fehler wird allerdings im Verhältnis Interpolatortakt/Lageregeltakt mit der kubischen Feininterpolation MD33000 \$MA_FIPO_TYPE verringert.
- Der Interpolatortakt bestimmt die mögliche Feinheit der Geschwindigkeitsprofile. Er muss an die Dynamik der Antriebe angepasst sein, damit die Maschinenachsen gleichmäßig verfahren bzw. beschleunigen (d. h. Lageregeltaktzeit $\leq$ Interpolatortakt $\ll$ Beschleunigungszeitkonstante).

Lageregeltakt

Der Lageregeltakt ist die Zeit, mit der die Steuerung den Istwert verrechnet und einen neuen Drehzahlsollwert an den Drehzahlregler übergibt.

Blockzykluszeit

Die Blockzykluszeit ist die Summe aus Satzwechselzeit und Satzaufbereitungszeit. Sie ist mindestens so groß wie der Takt, in dem die Lagesollwerte den Servos vorgegeben werden - im Normalbetrieb also gleich dem Interpolatortakt.

Die Blockzykluszeit ist ein gängiges Maß, um zu beurteilen, ob sich eine Steuerung dafür eignet, eine quasi punktförmig vorgegebene Kontur abzufahren (häufiges Problem beim 3- und 5-achsigen Fräsen). Sie legt die maximal mögliche Geschwindigkeit fest, mit der ein vorgegebenes Punktraster abgefahren werden kann (max. Vorschub = mittlerer Punktabstand/Blockzykluszeit).

Einstellung von IPO- und Lageregeltakt

Die Einstellung von Interpolator- und Lageregeltakt erfolgt in ganzzahligen Vielfachen des Systemgrundtaktes mit den folgenden Maschinendaten:

$\text{POSCTRL\_SYSCLOCK\_TIME\_RATIO} = \frac{\text{Lageregeltakt}}{\text{Systemgrundtakt}}$

$\text{IPO\_SYSCLOCK\_TIME\_RATIO} = \frac{\text{Interpolatorakt}}{\text{Systemgrundtakt}}$

Anzustreben ist ein möglichst kleiner Lageregel- und Interpolatortakt.

Abgesehen von Sonderanwendungen, in denen das folgende Maschinendatum größer als 1 eingestellt wird, entspricht der Lageregeltakt dem Systemgrundtakt:

MD10060 \$MN_POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO

Das Verhältnis zwischen Interpolator- und Lageregelertakt muss ganzzahlig und größer oder gleich 1 sein. Ist dies nicht der Fall, erfolgt eine automatische Korrektur und es wird ein Alarm angezeigt:

Alarm: "4102 IPO-Takt auf [] ms vergrößert"

$\frac{\text{Interpolatorakt}}{\text{Lageregeltakt}} \geq 1$

2.3 SINUMERIK 840Di mit PROFIBUS-DP

Weitere Informationen zur SINUMERIK 840Di finden sich in:

Literatur:

/HBI/ SINUMERIK 840Di Handbuch, PROFIBUS-DP Kommunikation

2.3.1 Beschreibung eines DP-Zyklus

Istwerte

Zum Zeitpunkt T_I werden von allen äquidistanten Antrieben (DP-Slaves) die aktuellen Lageistwerte eingelesen. Im nächsten DP-Zyklus werden in der Zeit T_{DX} die Istwerte zum DP-Master übertragen.

Lageregler

Zum Zeitpunkt T_M , mit $T_M > T_{DX}$, wird der NC-Lageregler gestartet und berechnet mittels der übertragenen Lageistwerte, die neuen Drehzahlswerte.

Sollwerte

Zu Beginn des nächsten DP-Zyklus werden in der Zeit T_{DX} die Drehzahlswerte vom DP-Master an die DP-Slaves (Antriebe) übertragen.

Zum Zeitpunkt T_O werden die Drehzahlswerte von allen Antriebsregelungen als neue Vorgabe übernommen.

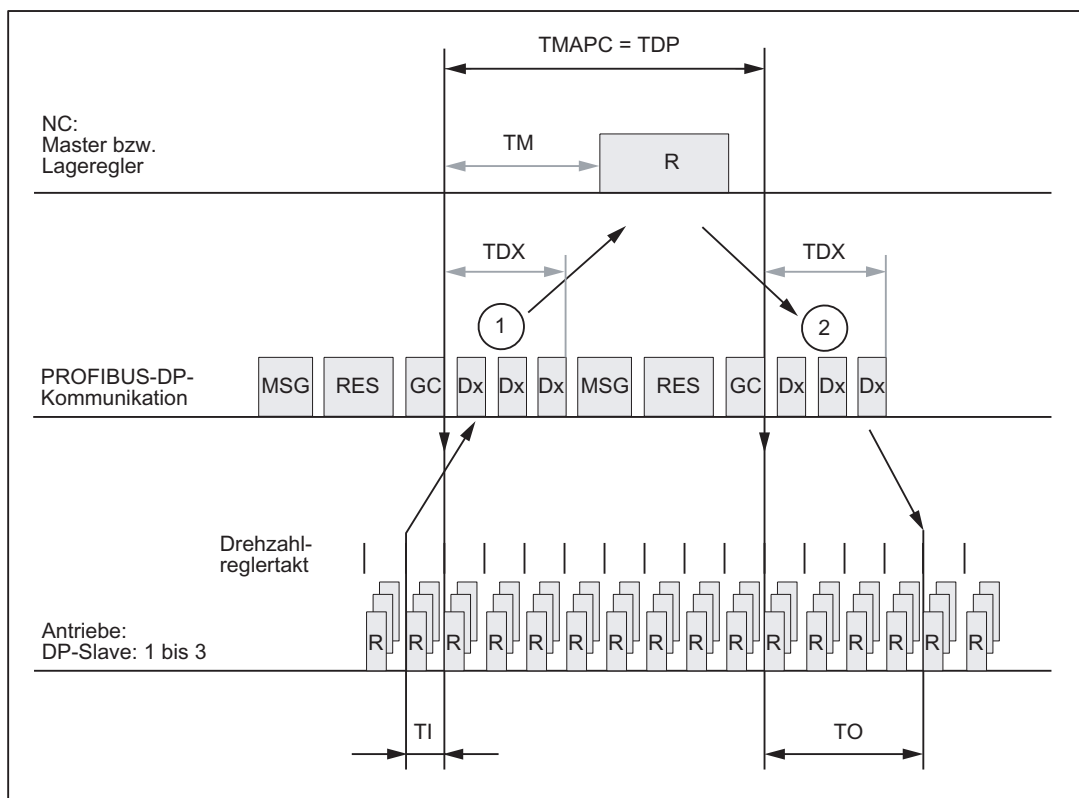


Bild 2-2 Optimierter DP-Zyklus mit 3 DP-Slave am Beispiel eines SIMODRIV 611 universal

Erläuterungen zu obigem Bild:

- T_{MAPC} :
Master-Application-Cycle: NC-Lagereglertakt bei SINUMERIK 840Di gilt immer:
 $T_{MAPC} = T_{DP}$
- T_{DP} :
DP-Cycle-Time: DP-Zykluszeit
- T_{DX} :
Data Exchange-Time: Summe der Übertragungszeiten aller DP-Slaves
- T_M :
Master-Time: Verschiebung des Startzeitpunktes der NC-Lageregelung
- T_I :
Input-Time: Zeitpunkt der Istwerterfassung
- T_O :
Output-Time: Zeitpunkt der Sollwertübernahme
- GC:
Global-Control-Telegramm (Broadcast-Telegramm) zur zyklischen Synchronisation der Äquidistanz zwischen DP-Master und DP-Slaves
- R:
Rechenzeit Drehzahl- bzw. Lageregler
- Dx:
Nutzdatabaustausch zwischen DP-Master und DP-Slaves
- MSG:
azyklische Dienste (z. B. DP/V1, Tokenweitergabe)
- RES:
Reserve: "aktive Pause" bis zum Ablauf des Äquidistanzzyklus
- ①:
die Istwerte für den aktuellen DP-Zyklus/Lagereglertakt werden von den DP-Slave-Antrieben an den NC-Lageregler übertragen
- ②:
die vom NC-Lageregler berechneten Sollwerte werden an die DP-Slave-Antriebe übertragen

2.3.2 Taktzeiten und Lagereglertakt-Verschiebung

Taktzeiten

Die NC leitet die Taktzeiten, Systemgrund-, Lageregler- und Interpolationstakt, vom äquidistanten PROFIBUS-DP-Takt ab, der bei der PROFIBUS-Konfiguration im SIMATIC S7-Projekt eingestellt wurde.

Systemgrundtakt

Der Systemgrundtakt ist fest auf das Verhältnis von 1:1 bezüglich des PROFIBUS-DP-Taktes eingestellt. Eine Änderung ist nicht möglich.

- MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME (Systemgrundtakt)

Lagereglertakt

Der Lagereglertakt ist fest auf das Verhältnis von 1:1 bezüglich des Systemgrundtaktes eingestellt. Eine Änderung ist nicht möglich.

- MD10061 \$MN_POSCTRL_CYCLE_TIME (Lagereglertakt)

Interpolationstakt

Der Interpolationstakt kann in ganzzahligen Vielfachen des Lagereglertaktes frei gewählt werden.

- MD10070 \$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO (Faktor für Interpolationstakt)

Lagereglertakt

Die Lagereglertakt-Verschiebung (T_M) wird abhängig von den nachfolgend beschriebenen Bedingungen innerhalb eines PROFIBUS-DP/Systemtaktes und der zyklischen Kommunikation mit den DP-Slaves eingestellt.

- MD10062 \$MN_POSCTRL_CYCLE_DELAY (Lagereglertakt-Verschiebung)

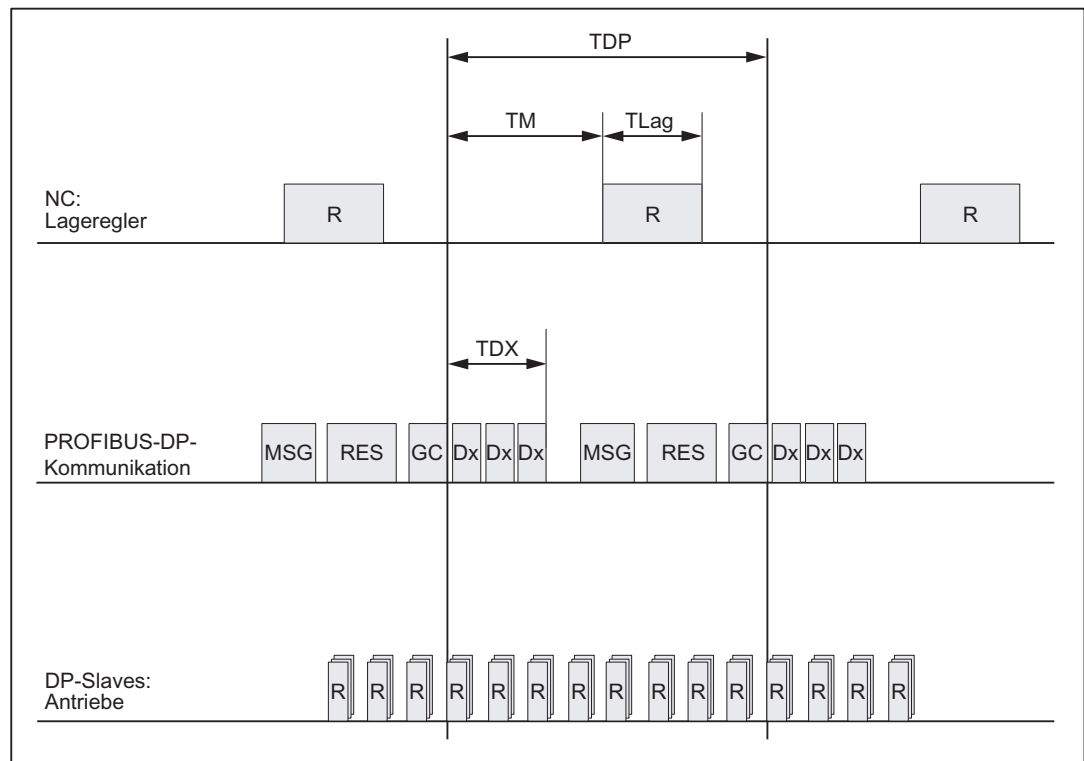


Bild 2-3 Lagereglertakt-Verschiebung gegenüber dem PROFIBUS-DP-Takt

Erläuterungen zu obigem Bild:

- TLag:
Rechenzeitbedarf des Lagereglers
- TDP:
DP-Cycle-Time: DP-Zykluszeit
- TDX:
Data Exchange-Time: Summe der Übertragungszeiten aller DP-Slaves
- TM:
Master-Time: Verschiebung des Startzeitpunktes der NC-Lageregelung
- GC:
Global-Control: Broadcast-Telegramm zur zyklischen Synchronisation der Äquidistanz zwischen DP-Master und DP-Slaves
- R:
Rechenzeit
- Dx:
Nutzdatabaustausch zwischen DP-Master und DP-Slaves
- MSG:
azyklische Dienste (z. B. DP/V1, Tokenweitergabe)
- RES:
Reserve: "aktive Pause" bis zum Ablauf des Äquidistanzzyklus

Bedingungen und Empfehlungen für MD10062

MD10062 \$MN_POSCTRL_CYCLE_DELAY (Lageregeltakt-Verschiebung)

Die Lagereglertakt-Verschiebung (T_M) muss so eingestellt werden, dass innerhalb eines PROFIBUS-DP/Systemtaktes folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Die zyklische Kommunikation mit den DP-Slaves (Antrieben) muss abgeschlossen sein, bevor der Lageregler gestartet wird.

Bedingung: $T_M > T_{DX}$

- Der Lageregler muss beendet sein, bevor der PROFIBUS-DP/Systemtakt beendet ist.

Bedingung: $T_M + T_{Lag} < T_{DP}$

Als Richtwert der Lageregeltakt-Verschiebung wird folgende Einstellung empfohlen:

$$T_M = T_{DP} - 3 \cdot T_{\max \text{Lageregler}}$$

- T_{DP}

Lagereglertakt bzw. PROFIBUS-DP-Takt

- $T_{\max \text{Lageregler}}$

Hinweis

HMI Advanced

Die Lageregler-Maximalzeit wird im Dialog: **NC-Auslastung** unter **Menübereichsumschaltung > Diagnose > Serviceanzeigen > Systemressourcen** angezeigt.

Fehlerreaktion

- Alarm: "380005 PROFIBUS-DP: Bus-Zugriffskonflikt, Typ t, Zähler z"

Fehlerursachen/Fehlerbehebung

- $t = 1$

Die Lagereglertakt-Verschiebung wurde zu klein gewählt. Die zyklische PROFIBUS-DP-Kommunikation mit den Antrieben war mit dem Start des Lagereglers noch nicht abgeschlossen.

Vergrößern der Lagereglertakt-Verschiebung.

- $t = 2$

Die Lagereglertakt-Verschiebung wurde zu groß gewählt. Die zyklische PROFIBUS-DP-Kommunikation mit den Antrieben begann, bevor der Lageregler beendet war. Der Lageregler benötigt mehr Rechenzeit, als ihm innerhalb des PROFIBUS-DP-Taktes zur Verfügung steht.

– Verkleinern der Lagereglertakt-Verschiebung

oder

– Vergrößern des PROFIBUS-DP-Taktes.

Das Einstellen des PROFIBUS-DP-Taktes muss im SIMATIC S7- Projekt vorgenommen werden.

MD10059

MD10059 \$MN_PROFIBUS_ALARM_MARKER (PROFIBUS-Alarm-Merker)

Alarmforderungen bei einem Konflikt im Hochlauf

- In diesem Maschinendatum werden über einen Reboot hinweg Alarmforderungen der PROFIBUS-Schicht gespeichert.

Wenn im Hochlauf ein Konflikt zwischen den Maschinendaten

- MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME (Systemgrundtakt)
 - MD10060 \$MN_POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO (Fakt. Lageregeltakt)
 - MD10070 \$MN_IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO (Faktor f. Interpolationstakt)
- und den
- Daten im PROFIBUS-SDB

gefunden wird, werden die Maschinendaten entsprechend diesem SDB angepasst und beim nächsten Hochlauf ein entsprechender Alarm gesetzt. Diese Alarmforderungen werden hier abgelegt.

Besonderheiten

Folgende Besonderheiten sind bezüglich der taktbezogenen Maschinendaten zu beachten:

- MD10050 \$MN_SYSCLOCK_CYCLE_TIME (Systemgrundtakt)

Das Maschinendatum dient nur zur Anzeige. Der Systemtakt ist immer gleich dem äquidist. PROFIBUS-DP-Takt.

- MD10060 \$MN_POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO

(Faktor für Lageregeltakt)

Der Faktor für Lageregeltakt ist fest auf 1 eingestellt und kann nicht verändert werden.



Vorsicht

Prüfen Sie bei Veränderung der Taktzeiten vor Abschluss der Inbetriebnahme das korrekte Verhalten der Steuerung in allen Betriebsarten.

Hinweis

Je kleiner die Taktzeiten (PROFIBUS-DP-Takt) gewählt werden, desto größer ist die Regelgüte des Antriebes und die Oberflächengüte am Werkstück.

Randbedingungen

Es sind keine Randbedingungen zu beachten.

Beispiel

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10050	SYSCLOCK_CYCLE_TIME	Systemgrundtakt
10059	PPOFIBUS_ALARM_MARKER	PROFIBUS-Alarm-Merker (nur intern)
10060	POSCTRL_SYSCLOCK_TIME_RATIO	Faktor für Lageregeltakt
10061	POSCTRL_CYCLE_TIME	Lageregeltakt
10062	POSCTRL_CYCLE_DELAY	Lageregeltakt-Verschiebung
10070	IPO_SYSCLOCK_TIME_RATIO	Faktor für Interpolatortakt
10071	IPO_CYCLE_TIME	Interpolatortakt
10080	SYSCLOCK_SAMPL_TIME_RATIO	Teilungsfaktor des Lagereglertaktes für die Istwerterfassung
11250	PPOFIBUS_SHUTDOWN_TYPE	PROFIBUS-DP Shutdownhandling

5.1.2 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
33000	FIPO_TYPE	Feininterpolatortyp
37600	PPOFIBUS_ACTVAL_LEAD_TIME	Istwerterfassungszeit (Profibus Ti)
37602	PPOFIBUS_OUTVAL_DELAY_TIME	Sollwertverzögerungszeit (Profibus To)

Index

B

Beschleunigungszeitkonstante, 2-2
Blockzykluszeit, 2-3

D

Data Exchange-Time, 2-5
DP-Zykluszeit, 2-5
Dx, 2-5

G

GC, 2-5
Global-Control-Telegramm, 2-5

I

Input-Time, 2-5
Interpolartakt, 2-2
Interpolationstakt
 840Di, 2-6
IPO-Takt, 2-3

L

Lageregeltakt, 2-2
Lagereglertakt
 840Di, 2-6

M

Master-Application-Cycle, 2-5
Master-Time, 2-5
MD10050, 2-1, 2-6, 2-9
MD10059, 2-9
MD10060, 2-1, 2-3, 2-9
MD10061, 2-6
MD10062, 2-6, 2-8
MD10070, 2-1, 2-6, 2-9
MD33000, 2-2

O

Output-Time, 2-5

S

Systemgrundtakt, 2-1
 840Di, 2-6

T

Taktzeiten|Beispiel, 2-2
Taktzeiten|Standardwerte, 2-2
TDP, 2-5
TDX, 2-5
TI, 2-5
TM, 2-5
TMAPC, 2-5
TO, 2-5

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D
Sonderfunktionen:
Konturtunnel-Überwachung (K6)
Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
1.1	Konturtunnel-Überwachung	1-1
1.2	Programmierbare Konturgenauigkeit.....	1-2
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Konturtunnel-Überwachung	2-1
2.2	Programmierbare Konturgenauigkeit.....	2-2
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
4.1	Programmierbare Konturgenauigkeit.....	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
5.1.2	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
5.2	Settingdaten	5-1
5.2.1	Kanal-spezifische Settingdaten.....	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

1.1 Konturtunnel-Überwachung

Funktion

Es wird die absolute Bewegung der Werkzeugspitze im Raum überwacht. Die Funktion arbeitet kanalspezifisch.

Modell

Über der programmierten Bahn einer Bearbeitung wird ein runder Tunnel definiert, dessen Durchmesser vorgegeben werden kann. Achsbewegungen werden optional angehalten, wenn Bahnabweichungen der Werkzeugspitze durch Achsfehler größer als der definierte Tunnel werden.

Reaktion

Bei erkannter Abweichung reagiert das System schnellstmöglich. Es vergeht jedoch mindestens ein Interpolationstakt, bevor eine der beiden folgenden Reaktionen erfolgt:

- Das Verlassen des Tunnels löst einen Alarm aus und die Achsen fahren weiter.
- Das Verlassen des Tunnels löst einen Alarm aus und die Achsbewegungen werden abgebremst.

Bremsmethoden

Wenn der Überwachungstunnel verlassen wird, kann wahlweise über eine der beiden folgenden Methoden abgebremst werden:

- Bremsrampe
- Drehzahlsollwert Null und Nachführbetrieb

Einsatz

Die Funktion kann bei 2D- und 3D-Bahnen eingesetzt werden. Bei 2D ist die Überwachungsfläche durch parallele Linien zur programmierten Bahn definiert. Der Überwachungsbereich wird durch 2 oder 3 Geometrieachsen bestimmt.

Die Überwachung von Synchronachsen, Positionierachsen usw., die nicht Geometrieachsen sind, erfolgt direkt auf Maschinenachsebene mit der "Konturüberwachung".

Beispiel

Das folgende Bild zeigt schematisch an einem einfachen Beispiel die Gestalt des Überwachungsbereichs.

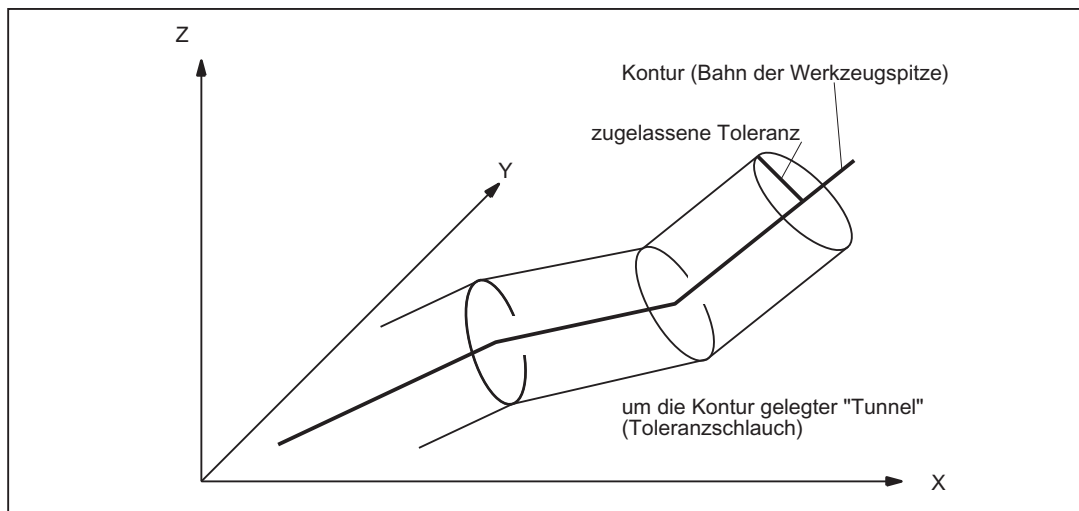


Bild 1-1 Lage des Konturtunnels um programmierte Bahn

Solange die errechnete Ist-Position der Werkzeugspitze innerhalb des skizzierten Tunnels bleibt, wird die Bewegung normal fortgesetzt. Verlässt die errechnete Ist-Position den Tunnel, wird (in der Standardeinstellung) ein Alarm ausgelöst und die Achsen werden mit "Rampenstopp" stillgesetzt. Über Maschinendaten lässt sich die Reaktion beim Verlassen des Tunnels auch abschalten (Alarm, aber Bewegung fortsetzen) oder verschärfen (Schnellstopp).

Analyse

Der errechnete Abstand zwischen programmierter Bahn und Ist-Werten kann auf einen Analogausgang gelegt werden, um im normalen Betrieb den Verlauf der Konturfeder analysieren zu können (Qualitätskontrolle).

1.2 Programmierbare Konturgenauigkeit

Funktion

Als Alternative zu der unter "Konturtunnel-Überwachung" beschriebenen Möglichkeit, die Bearbeitungsgenauigkeit zu überwachen und bei zu großen Abweichungen die Bearbeitung abubrechen, steht auch die Möglichkeit zur Verfügung, eine gewählte Genauigkeit in jedem Fall zu erzielen, wobei nötigenfalls die Bahngeschwindigkeit herabgesetzt wird. Die Details zu dieser Funktion finden Sie unter dem Thema "Programmierbare Konturgenauigkeit".

Ausführliche Beschreibung

2.1 Konturtunnel-Überwachung

Überwachungsziel

Ziel der Überwachung ist es, die Bewegung der Achsen still zu setzen, wenn wegen Achsabweichungen die Distanz zwischen Werkzeugspitze (Istwert) und der programmierten Bahn (Sollwert) einen vorgegebenen Wert (Tunnelradius) überschreitet.

Tunnelgröße

Für die Überwachungsfunktion ist die Angabe des Radius des zu überwachenden Konturtunnels um die programmierte Bahn erforderlich.

Der Radius wird eingestellt im Maschinendatum:

MD21050 \$MC_CONTOUR_TUNNEL_TOL (Ansprechschwelle für Konturtunnel-Überwachung)

Wird das Maschinendatum mit 0.0 besetzt, so erfolgt keine Überwachung. Der Wert des Maschinendatums wird von der Steuerung bei Neukonfiguration übernommen.

Parametrierbares Bremsverhalten

Das Bremsverhalten beim Ansprechen der Überwachung kann über das folgende Maschinendatum eingestellt werden:

MD21060 \$MC_CONTOUR_TUNNEL_REACTION
(Reaktion bei Ansprechen der Konturtunnel-Überwachung)

Wert	Bedeutung
0	Alarm anzeigen und die Bearbeitung fortsetzen
1	Bremsen gemäß Bremsrampe (Standardvorbesetzung)
2	Schnellstopp (Drehzahlsollwert = 0)

Geberumschaltung

Die Umschaltung zwischen zwei Gebersystemen ergibt in der Regel eine sprunghafte Veränderung der Ist-Position der Werkzeugspitze. Die Veränderung allein durch die Geberumschaltung darf nicht so groß werden, dass die Werkzeugspitze den Überwachungstunnel durchbricht. Der im MD21050 vorgegebene Radius muss größer sein als die zulässige Toleranz bei der Istwertgeberumschaltung:

MD36500 \$MA_ENC_CHANGE_TOL (Toleranz bei Lageistwertumschaltung)

Aktivierung

Die Überwachung wird nur unter folgenden Bedingungen aktiv:

- Option Konturtunnel-Überwachung ist gesetzt.
- MD21050 ist größer als 0.0.
- Es sind mindestens zwei Geometrieachsen definiert.

Stillsetzen

Die Überwachung kann stillgesetzt werden durch Wirksamsetzen der MD-Einstellung:

MD21050 = 0.0.

Analyse-Ausgang

Die Werte der Abweichung des Istwertes der Werkzeugspitze von der programmierten Bahn können zur Analyse auf einem schnellen Analogausgang ausgegeben werden (Genauigkeitsüberwachung).

Die Parametrierung erfolgt mit dem Maschinendatum:

MD21070 \$MC_CONTOUR_ASSIGN_FASTOUT

(Zuordnung eines Analogausgangs für die Ausgabe des Konturfehlers)

Wert	Bedeutung
0	keine Ausgabe (Standardvorbesetzung)
1	Ausgabe auf Ausgang 1
2	Ausgabe auf Ausgang 2
..	..
8	Ausgabe auf Ausgang 8

Maßstab

Der im MD21050 hinterlegte Tunnelradius entspricht der Spannung 10 V am Ausgang.

2.2 Programmierbare Konturgenauigkeit

Ausgangssituation

Beim Fahren einer Achse ohne Vorsteuerung gibt es zu jedem Zeitpunkt eine geschwindigkeitsabhängige Differenz zwischen Soll- und Istposition. Dieser Nachlauf verfälscht gekrümmte Konturen.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

Funktion

Die Funktion "Programmierbare Konturgenauigkeit" erlaubt, für die Kontur einen maximalen Fehler im NC-Programm angeben zu können, der nicht überschritten werden darf. Die Steuerung berechnet sich dazu den Kv-Faktor (Kreisverstärkungsfaktor) der betroffenen Achsen und begrenzt die maximale Bahngeschwindigkeit so, dass der aus dem Nachlauf resultierende Konturfehler den angegebenen Wert nicht überschreitet. Die Funktion "LookAhead" stellt dann sicher, dass an keiner Stelle der Bahn eine größere Geschwindigkeit gefahren wird, als zur Einhaltung der geforderten Konturgenauigkeit möglich ist.

Anwendung

Die Funktion stellt eine definierte Konturgenauigkeit in Situationen sicher, in denen die Vorsteuerung nicht angewendet werden kann oder soll.

Positionierachsen

Auf die Geschwindigkeiten von Positionierachsen hat die Funktion keinen Einfluss.

Aktive Vorsteuerung

Die Funktion wirkt auch bei aktiver Vorsteuerung, wenn das folgende Maschinendatum den Wert TRUE hat:

MD20470 \$MC_MC_CPREC_WITH_FFW (Programmierbare Konturgenauigkeit)

Die Absenkung der Bahngeschwindigkeit wird bei aktiver Vorsteuerung auf Basis des effektiven Kv-Faktors mit Vorsteuerung berechnet.

Mindestvorschub

Der Vorschub wird zur Vermeidung von Brandflecken auf einen Mindestwert begrenzt:

SD42460 \$SC_MINFEED (Mindestbahnvorschub bei CPRECON)

Aktivierung

Die Funktion kann mit den modalen G-Codes CPRECON und CPRECOF ein- und ausgeschaltet werden (**Contour Precision On/Off**).

Der Wert der Konturgenauigkeit wird angegeben mit dem Settingdatum:

SD42450 \$SC_CONTPREC (Konturgenauigkeit)

Eine Änderung des Settingdatums wird zum Vorlaufzeitpunkt gültig.

RESET/Programmende

Bei RESET/Programmende wird das für die G-Code-Gruppe 39 in den folgenden Maschinendaten eingestellte Verhalten wirksam:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK

(Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Reset/TP-Ende)

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK

(Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)

D. h. für programmierbare Konturgenauigkeit gibt es keine Besonderheiten.

Literatur:

/FB1/ Funktionsbeschreibung Grundmaschine; Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2),
Thema: Werkstücknahes Istwertsystem

Randbedingungen

Mitschleppen

Wird bei aktiver Konturtunnel-Überwachung eine Mitschleppkopplung zwischen zwei Geometrieachsen programmiert, hat dies immer ein Ansprechen der Konturtunnel-Überwachung zur Folge.

Die Konturtunnel-Überwachung muss in diesem Fall vor Programmierung der Mitschleppkopplung ausgeschaltet werden:

MD21050 \$MC_CONTOUR_TUNNEL_TOL = 0.0

Beispiele

4.1 Programmierbare Konturgenauigkeit

Teileprogrammausschnitt

N10 X0 Y0 G0	
N20 CPRECON	; Einschalten der durch MD definierten Konturgenauigkeit
N30 F10000 G1 G64 X100	; Bearbeitung mit 10 m/min im Bahnsteuerbetrieb
N40 G3 Y20 J10	; Automatische Begrenzung des Vorschubs im Kreissatz
N50 G1 X0	; Vorschub wieder 10m/min
N100 CPRECOF	; Ausschalten der programmierten Konturgenauigkeit
N110 G0 ...	

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
20470	CPREC_WITH_FFW	Progr. Konturgenauigkeit
21050	CONTOUR_TUNNEL_TOL	Ansprechschwelle für Konturtunnel-Überwachung
21060	CONTOUR_TUNNEL_REACTION	Reaktion bei Ansprechen der Konturtunnel-Überwachung
21070	CONTOUR_ASSIGN_FASTOUT	Zuordnung eines Analogausganges für die Ausgabe des Konturfehlers

5.1.2 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
36500	ENC_CHANGE_TOL	Maximale Toleranz bei Lageistwertumschaltung

5.2 Settingdaten

5.2.1 Kanal-spezifische Settingdaten

Nummer	Bezeichner: \$SC_	Beschreibung
42450	CONTPREC	Konturgenauigkeit
42460	MINFEED	Mindestbahnvorschub bei CPRECON

Index

A

Aktive Vorsteuerung, 2-3
Aktivierung, 2-2
Analyse, 1-2
Analyse-Ausgang, 2-2

B

Bremsmethoden, 1-1

E

Einsatz, 1-1

G

Geberumschaltung, 2-1

M

MD20110, 2-3
MD20112, 2-4
MD20470, 2-3
MD21050, 2-1, 3-2
MD21060, 2-1
MD21070, 2-2
MD36500, 2-1
Mitschleppen, 3-1

P

Parametrierung
Bremsmethoden, 2-1
Tunnelgröße, 2-1
Programmierbare Konturgenauigkeit
Aktive Vorsteuerung, 2-3
Anwendung, 2-3
Mindestvorschub, 2-3
Programmierbare Konturgenauigkeit
Aktivierung, 2-3

Q

Qualitätskontrolle, 1-2

S

Schnellstopp, 1-2
SD42450, 2-3
SD42460, 2-3
Stillsetzen, 2-2

T

Tunnelgröße, 2-1

U

Überwachungsziel, 2-1

SINUMERIK

**SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D
Sonderfunktionen:
Achskopplungen und ESR (M3)
Funktionshandbuch**

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
1.1	Mitschleppen	1-1
1.1.1	Funktion	1-1
1.1.2	Voraussetzungen	1-2
1.2	Kurventabellen	1-2
1.2.1	Funktion	1-2
1.2.2	Voraussetzungen	1-3
1.3	Leitwertkopplung	1-3
1.3.1	Funktion	1-3
1.3.2	Voraussetzungen	1-4
1.4	Elektronisches Getriebe (EG)	1-4
1.4.1	Funktion	1-4
1.4.2	Voraussetzungen	1-5
1.5	Generische Kopplung	1-6
1.5.1	Funktion	1-6
1.5.2	Voraussetzungen	1-7
1.6	Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen (ESR)	1-10
1.6.1	Funktion	1-10
1.6.2	Voraussetzungen	1-10
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Mitschleppen	2-1
2.1.1	Allgemeine Funktionalität	2-1
2.1.2	Programmierung	2-5
2.1.2.1	Definition und Einschalten eines Mitschleppverbandes (TRAILON)	2-5
2.1.2.2	Ausschalten (TRAILON)	2-6
2.1.3	Wirksamkeit der PLC-Nahtstellensignale	2-7
2.1.4	Kopplungsstatus	2-8
2.1.5	Dynamikbegrenzung	2-9
2.2	Kurventabellen	2-10
2.2.1	Allgemeine Funktionalität	2-10
2.2.2	Speicherorganisation	2-11
2.2.3	Inbetriebnahme	2-13
2.2.3.1	Speicherkonfiguration	2-13
2.2.3.2	Werkzeugradiuskorrektur	2-14
2.2.3.3	Vorgabe des Speichertyps	2-14
2.2.4	Programmierung	2-15
2.2.5	Zugriff auf Tabellenpositionen und Tabellensegmente	2-22
2.2.6	Aktivierung/Deaktivierung	2-26
2.2.7	Sonderfall Modulo-Leitachse	2-27
2.2.8	Verhalten in den Betriebsarten AUTOMATIK, MDA, JOG	2-28
2.2.9	Wirksamkeit der PLC-Nahtstellensignale	2-28
2.2.10	Diagnose und Optimierung der Ressourcennutzung	2-29

2.3	Leitwertkopplung	2-33
2.3.1	Allgemeine Funktionalität	2-33
2.3.2	Programmierung Leitwertkopplung	2-38
2.3.3	Verhalten in den Betriebsarten AUTOMATIK, MDA, JOG	2-41
2.3.4	Wirksamkeit der PLC-Nahtstellensignale	2-43
2.3.5	Besonderheiten der Funktion Achs-Leitwertkopplung	2-43
2.4	Elektronisches Getriebe (EG)	2-44
2.4.1	Leistungsübersicht des EG (Zusammenfassung)	2-52
2.4.2	Definition eines EG-Achsverbandes	2-54
2.4.3	Einschalten eines EG-Achsverbandes	2-56
2.4.4	Ausschalten eines EG-Achsverbandes	2-60
2.4.5	Löschen eines EG-Achsverbandes	2-61
2.4.6	Zusammenwirken des Umdrehungsvorschubs (G95) mit dem Elektronischen Getriebe	2-61
2.4.7	Verhalten bei POWER ON, RESET, BA-Wechsel, Suchlauf	2-62
2.4.8	Systemvariablen für Elektronisches Getriebe	2-62
2.5	Generische Kopplung	2-64
2.5.1	Grundlagen	2-64
2.5.1.1	Koppelmodule	2-64
2.5.1.2	Schlüsselwörter und Kopplungseigenschaften	2-65
2.5.1.3	Systemvariablen	2-68
2.5.2	Koppelmodule anlegen/löschen	2-69
2.5.2.1	Koppelmodul anlegen (CPDEF)	2-69
2.5.2.2	Koppelmodul löschen (CPDEL)	2-70
2.5.2.3	Leitachsen definieren (CPLDEF bzw. CPDEF+CPLA)	2-71
2.5.2.4	Leitachsen löschen (CPLDEL bzw. CPDEL+CPLA)	2-72
2.5.3	Kopplung ein-/ausschalten	2-74
2.5.3.1	Koppelmodul einschalten (CPON)	2-74
2.5.3.2	Koppelmodul ausschalten (CPOF)	2-75
2.5.3.3	Leitachsen eines Koppelmoduls einschalten (CPLON)	2-76
2.5.3.4	Leitachsen eines Koppelmoduls ausschalten (CPLOF)	2-77
2.5.3.5	Implizites Anlegen und Löschen von Koppelmodulen	2-78
2.5.4	Kopplungseigenschaften programmieren	2-79
2.5.4.1	Koppelgesetz (CPLNUM, CPLDEN, CPLCTID)	2-79
2.5.4.2	Kopplungsbezug (CPLSETVAL)	2-81
2.5.4.3	Koordinatenbezug (CPFRS)	2-83
2.5.4.4	Satzwechselverhalten (CPBC)	2-84
2.5.4.5	Synchronposition der Folgeachse beim Einschalten (CPFPOS+CPON)	2-86
2.5.4.6	Synchronposition der Leitachse beim Einschalten (CPLPOS)	2-87
2.5.4.7	Synchronisationsmodus (CPFMSON)	2-88
2.5.4.8	Verhalten der Folgeachse beim Einschalten (CPFMON)	2-90
2.5.4.9	Verhalten der Folgeachse beim Ausschalten (CPFMOF)	2-91
2.5.4.10	Position der Folgeachse beim Ausschalten (CPFPOS+CPOF)	2-92
2.5.4.11	Zustand bei RESET (CPMRESET)	2-93
2.5.4.12	Zustand bei Teileprogrammstart (CPMSTART)	2-94
2.5.5	Kopplungskaskadierung	2-96
2.5.6	Kompatibilität	2-97
2.5.6.1	Anpasszyklen	2-97
2.5.6.2	Kopplungstypen (CPSETTYPE)	2-99
2.5.6.3	Projektierte Kopplung (CPRES)	2-103
2.5.7	Kanalübergreifende Kopplung, Achstausch	2-104
2.5.8	Verhalten bei Rundachsen	2-104
2.5.9	Verhalten bei POWER ON, RESET, ...	2-107
2.6	Dynamikverhalten der Folgeachse	2-108
2.6.1	Parametrierte Dynamikgrenzen	2-108

2.6.2	Programmierte Dynamikgrenzen	2-108
2.6.2.1	Programmierung (VELOLIMA, ACCLIMA).....	2-108
2.6.2.2	Beispiele.....	2-111
2.6.2.3	Systemvariablen	2-112
2.7	Erweitertes Stillsetzen/Rückziehen (ESR).....	2-112
2.7.1	Erweitertes Stillsetzen/Rückziehen (ESR).....	2-112
2.7.2	Steuerungsexterne Reaktionen	2-114
2.7.3	Antriebsautarke Reaktionen.....	2-115
2.7.4	NC-geführtes Erweitertes Stillsetzen	2-117
2.7.5	NC-geführtes Rückziehen.....	2-119
2.7.6	Mögliche Auslösequellen	2-123
2.7.7	Verknüpfungslogik: Quellen-/Reaktionsverknüpfung.....	2-125
2.7.8	Aktivierung	2-125
2.7.9	Netzausfall-Erkennung und Überbrückung	2-126
2.7.10	Generatorbetrieb/Zwischenkreisstützung	2-129
2.7.11	Antriebsautarkes Stillsetzen.....	2-130
2.7.12	Antriebsautarkes Rückziehen	2-131
2.7.13	Projektierungshilfe für ESR.....	2-133
2.7.14	Steuerungsverhalten.....	2-137
2.7.15	Randbedingungen.....	2-139
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Mitschleppen	3-1
3.2	Kurventabellen	3-1
4	Beispiele.....	4-1
4.1	Mitschleppen	4-1
4.2	Kurventabellen	4-3
4.3	Elektronisches Getriebe für Wälzfräsen	4-5
4.3.1	Beispiel lineare Kopplungen	4-5
4.3.2	Erweitertes Beispiel mit nicht linearen Anteilen	4-7
4.4	Generische Kopplung	4-15
4.4.1	Programmierbeispiele	4-15
4.4.2	Anpasszyklus anpassen	4-17
4.5	ESR.....	4-18
4.5.1	Verwendung der antriebsautarken Reaktion	4-18
4.5.2	NC-geführte Reaktionen	4-19
4.5.3	Schnellabheben einer Achse durch Stop beim Gewindeschneiden.....	4-21
4.5.4	Schnellabheben über einen schnellen Eingang mit ASUP	4-22
4.5.5	Schnellabheben mit mehreren Achsen.....	4-23
4.5.6	Schnellabheben im linearen Zusammenhang der Achsen	4-24
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	NC-spezifische Maschinendaten	5-1
5.1.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-2
5.1.3	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-2
5.2	Settingdaten	5-3
5.2.1	Kanal-spezifische Settingdaten.....	5-3
5.3	Systemvariablen	5-3

5.4	Signale	5-6
5.4.1	Signale an Achse/Spindel	5-6
5.4.2	Signale von Achse/Spindel	5-7
Index		Index-1

Tabellen

Tabelle 1-1	Skalierung in der Anzahl der gleichzeitig erlaubten Koppelmodule.....	1-7
Tabelle 1-2	Skalierung in der Verfügbarkeit von Kopplungseigenschaften	1-8
Tabelle 2-1	Systemvariablen, R bedeutet: Lesezugriff möglich.....	2-62
Tabelle 2-2	Nominale und minimale Pufferzeiten in Abhängigkeit für verschiedene E/R-Einheiten	2-134

Kurzbeschreibung

1.1 Mitschleppen

1.1.1 Funktion

Die Funktion "Mitschleppen" ermöglicht die Definition einfacher Achskopplungen von einer Leitachse auf eine Folgeachse unter Berücksichtigung eines Koppelfaktors.

Die Funktion Mitschleppen besitzt folgende Eigenschaften:

- Jede Achse der NC kann als Leitachse definiert werden.
- Jede Achse der NC kann als Mitschleppachse mit einem spezifischen Koppelfaktor definiert werden.
- Leitachse und Mitschleppachse(n) bilden einen Mitschleppverband.
- Einer Leitachse können beliebig viele Mitschleppachsen zugeordnet werden.
- Einer Mitschleppachse können maximal 2 Leitachsen zugeordnet sein.
- Eine Mitschleppachse kann Leitachse eines weiteren Mitschleppverbands sein.
- Verfahrbewegungen der Leitachse werden, bewertet mit dem Koppelfaktor, synchron von allen Folgeachsen ausgeführt.
- Mitschleppachsen können auch bei aktiver Kopplung Verfahrbewegungen unabhängig von der Leitachse ausführen (überlagerte Verfahrbewegungen).
- Die Definition der Leit- und Mitschleppachse(n) eines Mitschleppverbandes sowie das Ein-/Ausschalten der Kopplung erfolgt durch Teileprogrammanweisungen im Teileprogramm oder Synchronaktion.
- Mitschleppen ist auch in den Handbetriebsarten JOG, JOG REF, JOG INC etc. möglich.

1.1.2 Voraussetzungen

Funktion "Mitschleppen"

Die Funktion "Mitschleppen" ist fester Bestandteil der NCK-Software.

Generische Kopplung

Die Mitschleppen-Funktionalität steht auch in der Generischen Kopplung zur Verfügung.

Für die **Grundausführung** der Generischen Kopplung gelten allerdings folgende Einschränkungen:

- Die maximale Anzahl von Mitschleppverbänden ist auf 4 begrenzt.
- Einer Mitschleppachse kann nur 1 Leitachse zugeordnet sein.
- Eine Kaskadierung ist nicht möglich.

Hinweis

Diese Einschränkungen gelten nicht, wenn die NCK-Software mit der entsprechenden optionalen Ausführung der Generischen Kopplung ausgestattet ist (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung" zur Generischen Kopplung).

1.2 Kurventabellen

1.2.1 Funktion

Mit Hilfe der Funktion "Kurventabellen" ist es möglich, in einer Kurventabelle einen komplexen Bewegungsablauf einer Achse zu definieren.

Dabei kann jede beliebige Achse als Leitachse definiert und unter Berücksichtigung einer Kurventabelle eine Folgeachse bewegt werden.

Führungsgröße bei diesen Bewegungsabläufen ist ein abstrakter Leitwert, der von der Steuerung erzeugt oder von einer externen Größe (z. B. der simulierten Position einer Achse) abgeleitet wird.

Das Anlegen von Kurventabellen erfolgt über Teileprogrammsequenzen.

Die Kurventabellen im statischen NC-Speicher bleiben über das Teileprogramm-Ende und auch über POWER DOWN hinaus erhalten.

Die Kurventabellen können zur schnelleren Abarbeitung im dynamischen NC-Speicher abgelegt werden. Hierbei ist zu beachten, dass nach dem Hochlauf die Tabellen erneut eingelesen werden müssen.

Achsverbände mit Kurventabelle müssen unabhängig vom Speicherort der Kurventabelle nach POWER ON neu aktiviert werden.

Lineare Kurventabellensegmente werden in eigenen Bereichen Speicherplatz-sparend abgelegt.

1.2.2 Voraussetzungen

Speicherkonfiguration

Statischer NC-Speicher

Der Speicherplatz für Kurventabellen im statischen NC-Speicher wird definiert mit den Maschinendaten:

18400 \$MN_MM_NUM_CURVE_TABS (Anzahl der Kurventabellen)

18402 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEGMENTS (Anzahl der Kurvensegmente)

18403 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEG_LIN (Anzahl der linearen Kurvensegmente)

18404 \$MN_MM_NUM_CURVE_POLYNOMS (Anzahl der Kurventabellenpolynome)

Dynamischer NC-Speicher

Der Speicherplatz für Kurventabellen im dynamischen NC-Speicher wird definiert mit den Maschinendaten:

18406 \$MN_MM_NUM_CURVE_TABS_DRAM (Anzahl der Kurventabellen)

18408 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEGMENTS_DRAM (Anzahl der Kurvensegmente)

18409 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEG_LIN_DRAM (Anzahl der linearen Kurvensegmente)

18410 \$MN_MM_NUM_CURVE_POLYNOMS_DRAM (Anzahl der Kurventabellenpolynome)

1.3 Leitwertkopplung

1.3.1 Funktion

Mit Hilfe der Funktion "Leitwertkopplung" ist die zyklische Bearbeitung von kurzen Programmen mit enger Kopplung der Achsen untereinander und an einen Leitwert, der intern erzeugt oder auch extern vorgegeben werden kann, möglich.

Der Leitwert kann sich z. B. von einem Transportband oder einer Königswelle ableiten.

Es ist eine Achs- oder Bahn-Leitwertkopplung möglich, die im NC-Teileprogramm oder per Synchronaktion ein- und ausgeschaltet werden kann.

Die Kopplung zum Leitwert ist über eine Kurventabelle definiert.

1.3.2 Voraussetzungen

Für die Nutzung der Funktion wird die Option "Leitwertkopplung und Kurventabellen-Interpolation" oder die entsprechende optionale Ausführung der Generischen Kopplung (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung" zur Generischen Kopplung) benötigt.

1.4 Elektronisches Getriebe (EG)

1.4.1 Funktion

Allgemein

Mit Hilfe der Funktion "Elektronisches Getriebe" ist es möglich, die Bewegung einer Folgeachse abhängig von bis zu fünf Leitachsen zu steuern. Die Zusammenhänge zwischen den Leitachsen und der Folgeachse sind je Leitachse durch den Koppelfaktor definiert. Die aus den einzelnen Leitachsen-Bewegungsanteilen errechneten Folgeachs-Bewegungsanteile wirken additiv.

Die Kopplung kann bezogen werden auf:

- Istwert der Leitachse
- Sollwert der Leitachse

Folgende Funktionen eines Getriebeverbandes sind über Teileprogrammanweisungen programmierbar:

- Definieren
- Einschalten
- Ausschalten
- Löschen

Kurventabellen

Zwischen Leit- und Folgeachsen können über Kurventabellen auch nichtlineare Zusammenhänge realisiert werden.

Kaskadierung

Elektronische Getriebe können kaskadiert werden, d. h. die Folgeachse eines Elektronischen Getriebes kann Leitachse für ein weiteres Elektronisches Getriebe sein.

Synchronposition

Mit einer zusätzlichen Funktion kann bei der Synchronisation der Folgeachse eine Synchronposition gewählt werden:

- Nächste Teilung (Zahnlücke) zeitoptimal anfahren
- Nächste Teilung (Zahnlücke) wegoptimal anfahren
- Anfahren in positiver Achsdrehrichtung absolut
- Anfahren in negativer Achsdrehrichtung absolut
- Zeitoptimiert zur programmierten Synchronposition fahren
- Wegoptimiert zur programmierten Synchronposition fahren

Anwendungsbeispiele:

- Werkzeugmaschinen für die Zahnradfertigung
- Getriebezüge für Produktionsmaschinen

1.4.2 Voraussetzungen

Für die Nutzung der Funktion wird die Option "Elektronisches Getriebe" oder die entsprechende optionale Ausführung der Generischen Kopplung (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung" zur Generischen Kopplung) benötigt.

1.5 Generische Kopplung

1.5.1 Funktion

Funktion

Die "Generische Kopplung" ist eine allgemeine Kopplungsfunktion, in der alle Kopplungseigenschaften der bestehenden Kopplungsarten (Mitschleppen, Leitwertkopplung, Elektronisches Getriebe und Synchronspindel) zusammengefasst sind.

Die Funktion ermöglicht eine flexible Art der Programmierung:

- Der Anwender kann die für seine Applikation notwendigen Kopplungseigenschaften frei auswählen (Baukastenprinzip).
- Jede Kopplungseigenschaft ist einzeln programmierbar.
- Die Kopplungseigenschaften einer definierten Kopplung (z. B. Koppelfaktor) sind änderbar.
- Eine spätere Nutzung weiterer Kopplungseigenschaften ist möglich.
- Das Koordinatenbezugssystem der Folgeachse (Basiskoordinatensystem oder Maschinenkoordinatensystem) ist programmierbar.
- Bestimmte Kopplungseigenschaften können auch in Synchronaktionen programmiert werden.

Literatur:

/FBSY/ Funktionshandbuch Synchronaktionen

Anpasszyklen

Die bisherigen Kopplungsaufrufe für das Mitschleppen (TRAIL*), Leitwertkopplung (LEAD*), Elektronisches Getriebe (EG*) und Synchronspindel (COUP*) werden über Anpasszyklen weiterhin unterstützt (siehe Thema "Kompatibilität").

1.5.2 Voraussetzungen

CP-Ausführungen

Die Generische Kopplung gibt es in einer Grundauführung als festem Bestandteil der NCK-Software und den drei optionalen Ausführungen CP-BASIC, CP-COMFORT und CP-EXPERT.

Dieser Aufteilung liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Von der Grundauführung bis zur optionalen Ausführung CP-EXPERT nehmen der Funktionsumfang und das benötigte Applikationswissen zu.
- Entscheidend für die Wahl der Ausführung ist die gleichzeitig benötigte Anzahl von Kopplungen (Folgeachsen/-spindeln) und deren Eigenschaften.
 - Beispiel für Gleichzeitigkeit:
Wird hintereinander 1 x Synchronspindelpaar für die Teileübergabe von der Haupt- zur Gegenspindel und anschließend 1 x Mehrkantdrehen benötigt, ist die optionale Ausführung CP-BASIC geeignet und ausreichend. Wenn nicht ausgeschlossen werden soll, dass sich die beiden Abläufe auch zeitlich überlappen (Mehrkantdrehen läuft noch während Teileübergabe begonnen wird), ist dagegen die optionale Ausführung CP-COMFORT erforderlich.
 - Beispiel für Eigenschaft:
Wird ein Mitschleppverband mit einer Leitachse benötigt, ist die Grundauführung ausreichend. Für Mitschleppverbände mit zwei Leitachsen ist eine der optionalen Ausführungen erforderlich.
- Die einzelnen Ausführungen sind unabhängig voneinander. Sie können miteinander kombiniert werden und sind gleichzeitig aktivierbar.

Tabelle 1-1 Skalierung in der Anzahl der gleichzeitig erlaubten Koppelmodule

Typ	CP-Ausführungen erlauben ein oder mehrere unterschiedliche CPSETTYPE-Koppelobjekte gleichzeitig:	Grund-ausführung	CP-BASIC	CP-COMFORT	CP-EXPERT
A	Mitschleppen	4	4	4	8
B	o./u. Synchronspindel / Mehrkantdrehen o./u. Leitwertkopplung / Kurventabelleninterpolation o./u. MKS-Kopplung	-	1	4	8
C	o./u. Elektronisches Getriebe "einfach" o./u. Freie Generische Kopplung "einfach"	-	-	1	8
D	o./u. Elektronisches Getriebe o./u. Freie Generische Kopplung	-	-	-	5

o./u. steht für oder/und

Tabelle 1-2 Skalierung in der Verfügbarkeit von Kopplungseigenschaften

Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	
20	13	9	5	Maximale Anzahl an CPSETTYPE-bezogenen Funktionalitäten (pro Typ)
TRAIL - Mitschleppen				
20	13	9	5	Maximale Anzahl Mitschleppverbände mit folgenden Eigenschaften: → siehe CPSETTYPE="TRAIL"
1	2	2	2	Maximale Anzahl Leitwerte
-	+	+	+	Aus Teileprogramm und Synchronaktionen
-	-	-	+	Kaskadierung erlaubt
BCS	BCS / MCS	BCS / MCS	BCS / MCS	Koordinatenbezug (Standard: CPFRS="BCS")
COUP - Synchronspindel / Mehrkantdrehen				
-	13	9	5	Maximale Anzahl Synchronspindel / Mehrkantdrehen mit folgenden Eigenschaften: → siehe CPSETTYPE="COUP"
	1	1	1	Maximale Anzahl Leitwerte
	-	-	-	Aus Teileprogramm und Synchronaktionen
	-	-	-	Kaskadierung erlaubt
	MCS	MCS	MCS	Koordinatenbezug fix (CPFRS="MCS")
LEAD - Leitwertkopplung / Kurventabelleninterpolation				
-	13	9	5	Maximale Anzahl Leitwertkopplung / Kurventabelleninterpolation mit folgenden Eigenschaften: → siehe CPSETTYPE="LEAD"
	1	1	1	Maximale Anzahl Leitwerte
	+	+	+	Aus Teileprogramm und Synchronaktionen
	-	-	+	Kaskadierung erlaubt
	BCS / MCS	BCS / MCS	BCS / MCS	Koordinatenbezug (Standard: CPFRS="BCS")
EG - Elektronisches Getriebe				
-	-	9	5	Maximale Anzahl Elektronisches Getriebe mit folgenden Eigenschaften: → siehe CPSETTYPE="EG"
		3	5	Maximale Anzahl Leitwerte
		-	-	Aus Teileprogramm und Synchronaktionen
		-	+	Kaskadierung erlaubt
		BCS / MCS	BCS / MCS	Koordinatenbezug (Standard: CPFRS="BCS")
		-	+	Nichtlineares Koppelgesetz (CPLCTID) erlaubt
			(max. 2x)	

Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	
CP - Freie Generische Kopplung				
-	-	9	5	Maximale Anzahl Freie Generische Kopplung mit folgenden Eigenschaften: Standard (entspricht CPSETTYPE="CP")
		3	5	Maximale Anzahl Leitwerte
		+	+	Aus Teileprogramm und Synchronaktionen
		-	+	Kaskadierung erlaubt
		BCS / MCS	BCS / MCS	Koordinatenbezug (Standard: CPFRS="BCS")
		-	+	Nichtlineares Koppelgesetz (CPLCTID) erlaubt

Hinweis

Bestehende Kopplungsoptionen (Leitwertkopplung, Elektronisches Getriebe und Synchronspindel) werden von der Generischen Kopplung nicht berücksichtigt. Der gleichzeitige Einsatz von bestehenden Kopplungsoptionen und der Generischen Kopplung ist nur möglich, wenn sich die Kopplungen auf verschiedene Achsen/Spindeln beziehen.

Speicherkonfiguration

Der Speicherplatz, der im dynamischen NC-Speicher für die Generische Kopplung reserviert werden soll, wird definiert mit den Maschinendaten:

18450 \$MN_MM_NUM_CP_MODULES (Maximal zulässige Anzahl der CP-Koppelmodule)

18452 \$MN_MM_NUM_CP_MODUL_LEAD (Maximal zulässige Anzahl der CP-Leitwerte)

Hinweis

Empfehlung: Bereits bei der Inbetriebnahme die zu erwartenden Maximalwerte einstellen, die an dieser Maschine im Maximalausbau jemals gleichzeitig benötigt werden.

Hardware-Voraussetzungen

Die Nutzung der Option "CP-EXPERT" bedingt den Einsatz von:

- Systemen mit mehr als 6 Achsen
- NCUs $\geq$ NCU572 bzw. NCU720

1.6 Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen (ESR)

1.6.1 Funktion

Die Funktion "Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen (ESR)" bietet die Möglichkeit, auf definierte Fehlerquellen flexibel und werkstückschonend zu reagieren:

- **Erweitertes Stillsetzen**

Soweit möglich werden alle an der elektronischen Kopplung beteiligten Achsen geordnet stillgesetzt.

- **Rückziehen**

Das sich im Eingriff befindliche Werkzeug wird schnellstmöglich vom Werkstück zurückgezogen.

- **Generatorbetrieb**

Bei Netz-Ausfall wird die für das Rückziehen benötigte elektrische Energie im Zwischenkreis durch Zusatz-Stütz-Kondensatoren oder durch Rückspeisen der Bremsenergie eines dafür vorgesehenen Antriebs im Generatorbetrieb zur Verfügung gestellt.

NC-geführte Funktionen

Bei NC-geführtem Stillsetzen und Rückziehen bleibt die Kopplung, im Gegensatz zum Antriebs-autarken Stillsetzen und Rückziehen, für eine parametrierbare Zeit erhalten.

Gerade als Rückzugsbahn

Neben dem rein axialen Rückziehen, kann auch eine Gerade als Rückzugsbahn programmiert werden.

1.6.2 Voraussetzungen

Software-Voraussetzungen

Für die Nutzung der Funktion wird die Option "Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen (ESR)" benötigt.

Hardware-Voraussetzungen

Die Option ist nur für SINUMERIK 840D powerline verfügbar.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Mitschleppen

2.1.1 Allgemeine Funktionalität

Die Funktion "Mitschleppen" ermöglicht die Definition einfacher Achskopplungen. Die Kopplung erfolgt von einer Leitachse auf eine oder mehrere Folgeachsen, den so genannten Mitschleppachsen. Für jede Mitschleppachse kann ein eigener Koppelfaktor vorgegeben werden.

Mitschleppverband

Die Leitachse und alle ihr zugeordneten Mitschleppachsen bilden zusammen einen Mitschleppverband. Wird die Leitachse verfahren, verfahren alle Mitschleppachsen entsprechenden ihrer Koppelfaktoren.

Ein Mitschleppverband kann aus einer beliebigen Kombination von Linear- und Rundachsen bestehen.

Leitachsen

Jede Achse der NC, einschließlich simulierten Achsen, kann als Leitachse verwendet werden.

Mitschleppachsen

Jede Achse der NC kann als Mitschleppachse verwendet werden.

Koppelfaktor

Über den Koppelfaktor wird das Verhältnis angegeben, in dem sich die Mitschleppachse in Bezug auf die Leitachse bewegt:

$$\text{Koppelfaktor } K = \frac{\text{Bewegung der Mitschleppachse}}{\text{Bewegung der Leitachse}}$$

Es sind auch negative Koppelfaktoren (gegensinniges Verfahren der Mitschleppachse) zulässig.

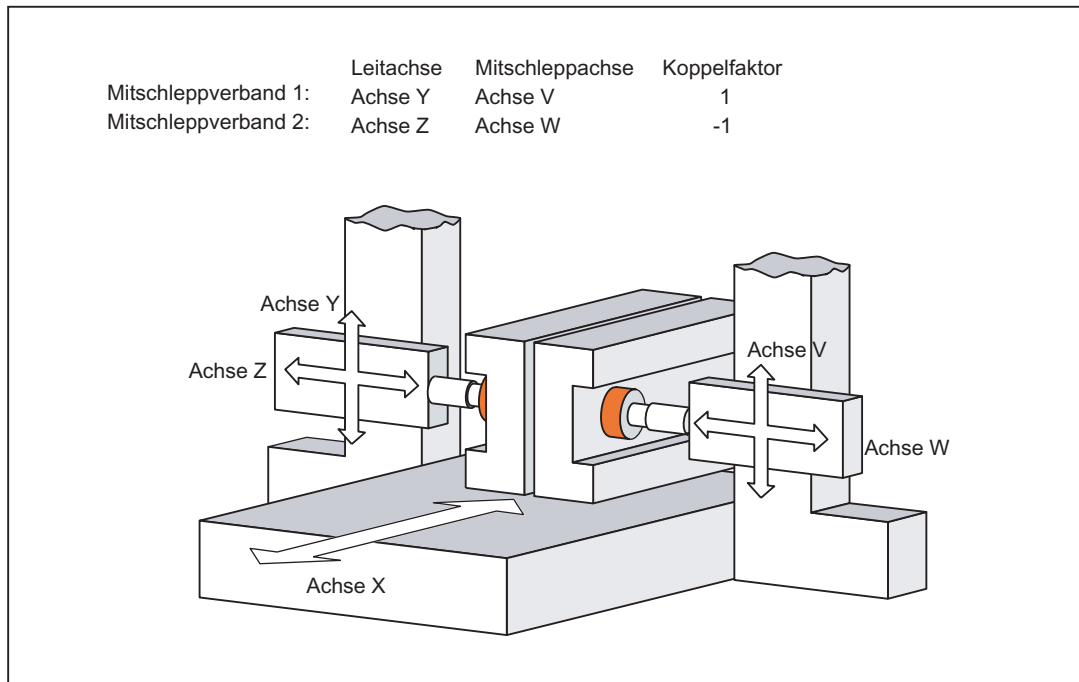


Bild 2-1 Anwendungsbeispiel: Zweiseitenbearbeitung

Mehrfach-Kopplungen

Einer Mitschleppachse können bis zu 2 Leitachsen zugeordnet werden. Die Verfahrbewegung der Mitschleppachse ergibt sich dabei aus der Summe der Verfahrbewegungen der Leitachsen.

Abhängige Mitschleppachse

Eine Mitschleppachse ist "abhängige Mitschleppachse", wenn sie aufgrund einer Leitachsbewegung verfährt.

Unabhängige Mitschleppachse

Eine Mitschleppachse ist "unabhängige Mitschleppachse", wenn sie aufgrund einer direkten Verfahrenweisung verfahren wird. Die resultierende Verfahrbewegung der Mitschleppachse ergibt sich dann aus der Summe der Verfahrbewegungen als "abhängige" und "unabhängige" Mitschleppachse.

Mitschleppachse als Leitachse

Eine Mitschleppachse kann gleichzeitig Leitachse eines anderen Mitschleppverbandes sein.

Koordinatensystem

Das Mitschleppen erfolgt immer im Basiskoordinatensystem (BKS).

Ein-/Ausschalten

Mitschleppen kann gleichermaßen über Teileprogramme und Synchronaktionen ein- und ausgeschaltet werden. Dabei ist zu beachten, dass das Ein- und Ausschalten über die gleiche Programmierung erfolgt:

- Einschalten: Teileprogramm → Ausschalten: Teileprogramm
- Einschalten: Synchronaktion → Ausschalten: Synchronaktion

Fliegende Synchronisation

Erfolgt das Einschalten während die Leitachse in Bewegung ist, wird die Mitschleppachse zunächst auf die der Kopplung entsprechende Geschwindigkeit beschleunigt. Die Position der Leitachse zum Zeitpunkt der Synchronisation der Geschwindigkeiten von Leit- und Mitschleppachse gilt dann als Startposition für das weitere Mitschleppen.

Betriebsarten

Mitschleppen ist in den Betriebsarten AUTOMATIK, MDA und JOG wirksam.

Referenzpunktfahren

Beim Referenzpunktfahren von Achsen eines Mitschleppverbandes gilt:

- Leitachsen

Beim Referenzpunktfahren der Leitachse eines Mitschleppverbandes bleibt die Kopplung zu allen Mitschleppachsen erhalten. Die Mitschleppachsen verfahren entsprechend ihrer Koppelfaktoren synchron zur Leitachse.

- Mitschleppachse: Betriebsart JOG/REF

Beim Referenzpunktfahren einer Mitschleppachse eines Mitschleppverbandes wird die Kopplung zur Leitachse aufgehoben. Das Aufheben der Kopplung wird über folgenden Alarm angezeigt:

Alarm 16772 "Kanal *Kanal-Nr.* Satz *Satz-Nr.* Achse *Achse-Nr.* ist Folgeachse, Kopplung wird geöffnet."

Die Kopplung wird erst mit Verlassen der Betriebsart JOG/REF wieder aktiv.

Die Anzeige des Alarms kann über folgendes Maschinendatum unterdrückt werden:

MD11410 \$MN_SUPPRESS_ALARM_MASK, Bit 29 = 1 (Maske zur Unterstützung spezieller Alarmausgaben)



Vorsicht

Mit dem Referenzpunktfahren der Mitschleppachse wird die Kopplung mit der Leitachse aufgehoben. Wird jetzt sofort, d. h. ohne Wechsel der Betriebsart JOG/REF, ein Referenzpunktfahren mit der Leitachse durchgeführt, verfährt die Mitschleppachse nicht mit der Leitachse.

- Mitschleppachse: Teileprogrammanweisung G74
Referenzpunktfahren einer Mitschleppachse eines Mitschleppverbandes per Teileprogrammanweisung G74 ist nicht möglich.

Restweg: Mitschleppachse

Der Restweg einer Mitschleppachse bezieht sich auf den gesamten zu verfahrenenden Restweg aus abhängiger und unabhängiger Verfahrbewegung.

Restweglöschen: Mitschleppachse

Restweglöschen für eine Mitschleppachse bewirkt nur den Abbruch der von der Leitachse unabhängigen Verfahrbewegung.

Verhalten bei NC-Start

Das Verhalten von Mitschleppverbänden bei NC-Start ist abhängig von der Einstellung im Maschinendatum:

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)

Bit	Wert	Bedeutung
8	0	Mitschleppverbände bleiben bei NC-Start erhalten.
	1	Mitschleppverbände werden bei NC-Start aufgelöst.

Verhalten bei RESET/Teileprogrammende

Das Verhalten von Mitschleppverbänden bei RESET/Teileprogrammende ist abhängig von der Einstellung im Maschinendatum:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach RESET/TP-Ende)

Bit	Wert	Bedeutung
8	0	Mitschleppverbände werden bei RESET/Teileprogrammende aufgelöst.
	1	Mitschleppverbände bleiben über RESET/Teileprogrammende hinweg aktiv.

Hinweis

Wird bei NC-RESET bzw. Teileprogrammende in einem Kanal die Leitachse nicht mit stillgesetzt (kanalübergreifende Kopplung, Kommandoachse, PLC-Achse, etc.), kann der angeforderte RESET nicht abgeschlossen werden.

Aufgrund der Verfahrbewegungen der Leitachse ist für den Kanal, in dem der RESET angefordert ist, die Mitschleppachse weiterhin aktiv. Durch geeignete Maßnahmen (NC-RESET im Kanal der Leitachse, Stillsetzen der Kommando- oder PLC-Achse) muss parallel zur Mitschleppachse auch die Leitachse stillgesetzt werden.

2.1.2 Programmierung

2.1.2.1 Definition und Einschalten eines Mitschleppverbandes (TRAILON)

Definition und Einschalten eines Mitschleppverbandes erfolgen gleichzeitig mit dem Teileprogrammbefehl TRAILON.

Programmierung

Syntax: TRAILON(<Mitschleppachse>, <Leitachse>, [<Koppelfaktor>])

Wirksamkeit: modal

Parameter:

Mitschleppachse Typ: AXIS

: Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Leitachse: Typ: AXIS

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Koppelfaktor: Über den optionalen Koppelfaktor wird das Verhältnis der Verfahrbewegung der Mitschleppachse zur Leitachse angegeben:
Koppelfaktor = Weg der Mitschleppachse/Weg der Leitachse
Ein negativer Koppelfaktor bewirkt ein gegensinniges Verfahren von Leit- und Mitschleppachse.

Typ: REAL

Wertebereich: $\pm (2,2 * 10^{-308} \dots 1,8 * 10^{+308})$

Standardwert: +1.0

Beispiel:

<pre>TRAILON(V,Y,2)</pre>	<pre>; Definition und Einschalten der Kopplung der Mitschleppachse V zur Leitachse Y. Der Koppelfaktor ist 2.</pre>

2.1.2.2 Ausschalten (TRAILON)

Das Ausschalten der Kopplung einer Mitschleppachse zu einer Leitachse erfolgt über den Teileprogrammbehehl `TRAILOF`.

Programmierung

Syntax: `TRAILOF(<Mitschleppachse>, <Leitachse>)`
oder (in verkürzter Form):
`TRAILOF(<Mitschleppachse>)`

Wirksamkeit: modal

Parameter:

Mitschleppachse Typ: AXIS
: Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Leitachse: Typ: AXIS
Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
TRAILOF(V,Y)           ; Ausschalten der Kopplung der Mitschleppachse V zur  
                        Leitachse Y.
```

2.1.3 Wirksamkeit der PLC-Nahtstellensignale

Unabhängige Mitschleppachse

Für die unabhängige Bewegung einer Mitschleppachse sind alle zugehörigen kanal- und achsspezifischen Nahtstellensignale der Mitschleppachse wirksam, z. B.:

- DB21, ... DBX0.3 (DRF aktivieren)
- DB31, ... DBX0.0 - 0.7 (Vorschubkorrektur)
- DB31, ... DBX1.3 (Achsensperre)
- DB31, ... DBX2.1 (Reglerfreigabe)
- DB31, ... DBX4.0 - 4.2 (Handrad aktivieren)
- DB31, ... DBX4.3 (Vorschub Halt)
- ...

Für die unabhängige Bewegung einer Mitschleppachse kann dadurch z. B. über die Vorschubkorrektur die Geschwindigkeit verändert werden oder in den Betriebsarten AUTOMATIK und MDA mit dem Handrad eine DRF-Verschiebung vorgegeben werden.

Abhängige Mitschleppachse

Für die von einer Leitachse abhängige Bewegung einer Mitschleppachse sind nur die Nahtstellensignale der Mitschleppachse wirksam, die zu einem Stopp der Bewegung führen (z. B. achsspezifischer Vorschub Halt, Reglerfreigabe usw.)

Leitachse

Bei einem aktivierten Mitschleppverband wirken die Nahtstellensignale der Leitachse durch die Achskopplung auf die zugehörige Mitschleppachse, d. h.:

- Eine Positionsverschiebung oder Vorschubbeeinflussung der Leitachse bewirkt über den Koppelfaktor eine entsprechende Positionsverschiebung bzw. Vorschubbeeinflussung der Mitschleppachse.
- Ein Stillsetzen der Leitachse durch Nahtstellensignale (z. B. achsspezifischer Vorschub Halt, Reglerfreigabe, usw.) bewirkt ein Stillsetzen der zugehörigen Mitschleppachse.

Lagemesssystem 1/2 (DB31, ... DBX1.5/1.6)

Für einen aktivierten Mitschleppverband ist eine Umschaltung des Lagemesssystems für Leit- und Mitschleppachsen nicht verriegelt. Die Kopplung bleibt dabei erhalten.

Empfehlung: Die Umschaltung bei ausgeschalteter Kopplung vornehmen.

Nachführen (DB31, ... DBX1.4)

Die Aktivierung des Nachführbetriebs für eine Achse erfolgt über das PLC-Anwenderprogramm durch Setzen folgender NC/PLC-Nahtstellensignale:

DB31, ... DBB2.1 = 0 (Reglerfreigabe)

DB31, ... DBX1.4 = 1 (Nachführbetrieb)

Bei der Aktivierung des Nachführbetriebs eines Mitschleppverbandes müssen die genannten NC/PLC-Nahtstellensignale gleichzeitig für alle Achsen (Leit- und Folgeachsen) des Mitschleppverbandes gesetzt werden.

Erfolgt die Aktivierung des Nachführbetriebs nur für die Leitachse, entsteht innerhalb der Kopplung ein permanenter Versatz, der nicht mehr herausgefahren wird.

Ob und welche Achse Leit- oder Folgeachse ist, kann aus folgenden NC/PLC-Nahtstellensignalen und Systemvariablen ermittelt werden:

DB31, ... DBX99.0 (Leitachse/-spindel aktiv)

DB31, ... DBX99.1 (Folgeachse/-spindel aktiv)

\$AA_COUP_ACT [Achshezeichner] (siehe: Status der Kopplung)

2.1.4 Kopplungsstatus

Der Kopplungsstatus einer Achse kann über die folgenden Systemvariablen ermittelt werden:

\$AA_COUP_ACT [Achshezeichner]

Wert	Bedeutung
0	Keine Kopplung aktiv
1, 2, 3	Tangentiales Nachführen
4	Synchronspindelkopplung
8	Mitschleppen aktiv
16	Leitwertkopplung
32	Folgeachse des elektronischen Getriebes

Hinweis

Zu einem Zeitpunkt kann immer nur eine Kopplungsart aktiv sein.

2.1.5 Dynamikbegrenzung

Die Dynamikbegrenzung ist abhängig von der Aktivierung des Mitschleppverbandes:

- Teileprogramm

Erfolgt die Aktivierung im Teileprogramm, wird beim Verfahren der Leitachsen die Dynamik aller Mitschleppachsen so berücksichtigt, dass keine Mitschleppachse überlastet wird.

- Synchronaktion

Erfolgt die Aktivierung in einer Synchronaktion, wird beim Verfahren der Leitachsen die Dynamik der Mitschleppachsen nicht berücksichtigt. Dadurch kann es bei Mitschleppachsen mit einer geringeren als der für die Kopplung benötigten Dynamik zu einer Überlastung kommen.



Vorsicht

Wird ein Mitschleppverband über Synchronaktionen aktiviert, liegt es in der besonderen Verantwortung des Anwenders/Maschinenherstellers, geeignete Maßnahmen vorzusehen, damit es durch die Verfahrbewegungen der Leitachse nicht zu einer Überlastung der Mitschleppachsen kommt.

2.2 Kurventabellen

2.2.1 Allgemeine Funktionalität

Kurventabelle

In der Kurventabelle wird ein funktionaler Zusammenhang zwischen einer Führungsgröße "Leitwert" und einem abstrakten Folgewert beschrieben.

In einem definierten Wertebereich des Leitwerts kann eindeutig zu jedem Leitwert die Folgegröße zugeordnet werden.

Kurvensegment

Der funktionale Zusammenhang kann in einzelne Abschnitte der Leitwertachse, so genannte Kurvensegmente, unterteilt werden.

Innerhalb eines Kurvensegments wird der Zusammenhang zwischen Leit- und Folgewert im Allgemeinen durch ein Polynom bis zu 3. Grades beschrieben. Es sind auch Polynome bis zu 5. Grades zulässig.

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung

Kurvensegmente werden gebraucht, wenn:

- Polynome bzw. Kreise programmiert sind
- Spline aktiv ist
- Kompressor aktiv ist
- Polynome bzw. Kreise intern generiert werden (Fasen/Runden, Überschleifen mit G643, WRK usw.)

Werkzeugradiuskorrektur

Es stehen Kurventabellen zur Verfügung, bei denen in der Tabellendefinition Werkzeugradiuskorrektur auch dann angegeben werden kann, wenn in der Kurventabelle Polynomsätze oder Sätze ohne Bewegung für eine Achse bzw. Sprünge für die Folgeachse vorkommen (G41/G42/G40 in der Tabellendefinition).

Die äquidistante Kurve (Werkzeug-Mittelpunktsbahn der Werkzeugradiuskorrektur) einer aus Polynomen bestehenden Kurve kann nicht mehr exakt durch Polynome dargestellt werden. Daher muss in diesem Fall die zugehörige Kurventabelle stückweise durch Polynome angenähert werden. Dies hat zur Folge, dass in diesem Fall die Anzahl der Segmente der Kurventabelle nicht mehr mit der Anzahl der programmierten Segmente übereinstimmt. Die Anzahl der für die Kurventabelle benötigten Segmente ist durch die Krümmung der Kurve festgelegt. Je größer die Krümmung der programmierten Kurve ist, umso mehr Segmente werden für die Kurventabelle benötigt.

Aufgrund von Werkzeugradiuskorrektur bei Kurventabellen kann Speichermehrbedarf entstehen. Durch Auswahlmöglichkeit des Speichertyps muss das aber nicht zur Verknappung des Speicherplatzes im statischen NC-Speicher führen.

Auswahl des Speichertyps

Bei der Definition einer Kurventabelle kann festgelegt werden, ob die Kurventabelle im statischen oder im dynamischen NC-Speicher angelegt wird.

Hinweis

Tabellendefinitionen im statischen NC-Speicher stehen nach Steuerungshochlauf weiter zur Verfügung. Kurventabellen des dynamischen NC-Speichers müssen nach Steuerungshochlauf neu definiert werden.

2.2.2 Speicherorganisation

Speicherkonfiguration

Der für die Kurventabellen im statischen und dynamischen NC-Speicher zur Verfügung stehende Speicherplatz wird bei der Speicherkonfiguration festgelegt (→ siehe Inbetriebnahme / Speicherkonfiguration).

Speicheroptimierung

Bei einer Kurventabelle mit linearen Segmenten können die linearen Segmente nur dann effizienter im Speicher abgelegt werden, wenn die beiden folgenden Maschinendaten > 0 sind:

MD18403 \$MC_MM_NUM_CURVE_SEG_LIN (Anzahl der linearen Kurvensegmente im statischen NC-Speicher)

MD18409 \$MC_MM_NUM_CURVE_SEG_LIN_DRAM (Anzahl der linearen Kurvensegmente im dynamischen NC-Speicher)

Werden mit diesen Maschinendaten keine Speicherbereiche angelegt, werden lineare Segmente platzverschwendend als Polynom-Segmente gespeichert.

Alarmer bei Speichermangel

Wenn über Maschinendaten sowohl Speicher für Tabellen mit linearen als auch mit Polynom-Segmenten konfiguriert ist und bei der Erzeugung einer linearen Tabelle der Speicher für lineare Segmente ausgeht, dann wird für die linearen Segmente der Speicher für Polynom-Segmente verwendet (sofern verfügbar). Es wird in diesem Fall Speicher "vergeudet", da ein Polynom-Segment zur Speicherung eines linearen Segments unnötig viel Speicher benötigt. Dieser Umstand wird durch einen Alarm mitgeteilt, bei dem auch die Anzahl der unnötig verbrauchten Polynom-Segmente angegeben wird. Der Alarm stellt nur eine **Warnung** dar und führt nicht zur Unterbrechung des Programms bzw. der Erzeugung der Kurventabelle.

Besteht eine Kurventabelle sowohl aus linearen Segmenten als auch aus Polynomen höheren Grades, wird zur Speicherung der Kurventabelle sowohl ein Speicherbereich für lineare Segmente als auch ein Speicherbereich für Polynom-Segmente benötigt. Bei Speichermangel in den entsprechenden Bereichen wird ein Alarm ausgegeben. Über die Alarmparameter ist zu erkennen, welche Ressourcen nicht ausreichen.

Zu wenig Speicher

Kann eine Kurventabelle nicht erzeugt werden, weil nicht ausreichend Speicher zur Verfügung steht, dann wird die neu angelegte Tabelle sofort mit Auftreten des Alarms wieder gelöscht.

Ist der Speicher zu klein, müssen zuerst eine oder mehrere nicht mehr benötigte Tabelle(n) mit `CTABDEL` gelöscht oder der Speicher über Maschinendaten neu konfiguriert werden.

Temporäre Kurventabelle

Beim Erzeugen einer neuen Kurventabelle wird im Speicher zunächst eine temporäre Kurventabelle angelegt und diese Satz für Satz ergänzt. Zum Schluss (`CTABEND`) wird die Tabelle auf Konsistenz geprüft. Nur wenn die Kurventabelle gültig ist, wird aus der temporären Tabelle eine Tabelle, die in einer Kopplung verwendet werden kann.

Gleiche Tabellen-Nr.

Eine zu erzeugende Kurventabelle kann die Nummer einer bereits existierenden Tabelle haben. Die neue Kurventabelle überschreibt dann die existierende Tabelle gleicher Nummer. Dieses wird nur dann gemacht, wenn die neue Kurventabelle keinen Fehler enthält. Bei einem Fehler in der neuen Kurventabelle bleibt die alte Tabelle erhalten.

Wenn der Anwender von der Möglichkeit Gebrauch machen möchte, eine existierende Kurventabelle zu überschreiben ohne diese vorher zu löschen, dann muss er den Tabellenspeicher so dimensionieren, dass er immer eine Reserve im Umfang der zu überschreibenden Tabelle hat.

Kurventabellen überschreiben

Kurventabellen, die nicht an einer Leitwertkopplung aktiv und mit `CTABLOCK()` gesperrt sind, können überschrieben werden.

Kurventabellen löschen

Kurventabellen, die nicht an einer Leitwertkopplung aktiv und mit `CTABLOCK()` gesperrt sind, können gelöscht werden.

2.2.3 Inbetriebnahme

2.2.3.1 Speicherkonfiguration

Für die Kurventabellen steht im statischen und dynamischen NC-Speicher ein definierter Speicherplatz zur Verfügung, der durch die folgenden Maschinendaten festgelegt wird:

Statischer NC-Speicher	
MD18400 \$MN_MM_NUM_CURVE_TABS	Legt die Anzahl der Kurventabellen fest, die im statischen NC-Speicher angelegt werden können.
MD18402 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEGMENTS	Legt die Anzahl der Kurventabellen-Segmente fest, die im statischen NC-Speicher angelegt werden können.
MD18403 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEG_LIN	Legt die maximale Anzahl der linearen Segmente im statischen NC-Speicher fest.
MD18404 \$MN_MM_NUM_CURVE_POLYNOMS	Legt die Anzahl der Kurventabellen-Polynome fest, die im statischen NC-Speicher angelegt werden können.

Dynamischer NC-Speicher	
MD18406 \$MN_MM_NUM_CURVE_TABS_DRAM	Legt die Anzahl der Kurventabellen fest, die im dynamischen NC-Speicher angelegt werden können.
MD18408 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEGMENTS_DRAM	Legt die Anzahl der Kurventabellen-Segmente fest, die im dynamischen NC-Speicher angelegt werden können.
MD18409 \$MN_MM_NUM_CURVE_SEG_LIN_DRAM	Legt die maximale Anzahl der linearen Segmente im dynamischen NC-Speicher fest.
MD18410 \$MN_MM_NUM_CURVE_POLYNOMS_DRAM	Legt die Anzahl der Kurventabellen-Polynome fest, die im dynamischen NC-Speicher angelegt werden können.

Hinweis

Eine Kurventabelle mit linearen Segmenten kann nur dann effizienter im Speicher abgelegt werden, wenn:

MD18403 > 0 bzw. MD18409 > 0

Werden mit diesen Maschinendaten keine Speicherbereiche angelegt, werden lineare Segmente platzverschwendend als Polynom-Segmente gespeichert.

2.2.3.2 Werkzeugradiuskorrektur

MD20900

Bei der Werkzeugradiuskorrektur können Segmente entstehen, bei denen entweder die Folgeachse oder die Leitachse keine Bewegung hat. Eine fehlende Bewegung der Folgeachse stellt in der Regel kein Problem dar. Eine fehlende Bewegung der Leitachse hingegen erfordert eine Angabe, wie derartige Unstetigkeiten behandelt werden sollen, d. h. ob in diesen Fällen eine Kurventabelle erstellt werden soll oder nicht. Diese Angabe erfolgt mit der Einstellung im Maschinendatum:

MD20900 \$MC_CTAB_ENABLE_NO_LEADMOTION (Kurventabellen mit Sprung der Folgeachse)

Wert	Bedeutung
0	Es werden keine Kurventabellen erzeugt, die einen Sprung der Folgeachse enthalten. Es wird der Alarm 10949 ausgegeben und die Programmverarbeitung abgebrochen.
1	Kurventabellen mit einem Sprung der Folgeachse können erzeugt werden. Falls in einem Segment ein Sprung der Folgeachse auftritt, wird der Alarm 10955 ausgegeben, die Programmverarbeitung wird jedoch fortgesetzt.
2	Kurventabellen mit einem Sprung der Folgeachse können angelegt werden, ohne dass ein Alarm ausgegeben wird.

Hinweis

Bei einer Kurventabelle, die Segmente ohne Leitachsbewegung enthält (dies bedeutet, dass die Folgeachse an dieser Stelle einen Sprung macht), kann die Folgeachse den Sprung nur im Rahmen ihrer Dynamik-Grenzen (max. Geschwindigkeit und max. Beschleunigung) nachvollziehen. Dies bedeutet, dass in diesem Fall immer eine Abweichung von der programmierten Kurve auftritt.

2.2.3.3 Vorgabe des Speichertyps

MD20905

Wenn bei der Definition oder beim Löschen einer Kurventabelle keine Speicherangabe erfolgt, wird der Speichertyp durch folgendes Maschinendatum festgelegt:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE (Default-Speichertyp für Kurventabellen)

Wert	Bedeutung
0	Standardmäßig werden Kurventabellen im statischen NC-Speicher angelegt.
1	Standardmäßig werden Kurventabellen im dynamischen NC-Speicher angelegt.

2.2.4 Programmierung

Definition

Folgende modal wirksame Sprachbefehle arbeiten mit Kurventabellen: (Erläuterungen zu den Parametern finden Sie am Ende der Liste der Funktionen.)

- Beginn der Definition einer Kurventabelle:

`CTABDEF(Folgeachse, Leitachse, n, applim, memType)`

- Ende der Definition einer Kurventabelle:

`CTABEND()`

- Löschen von Kurventabelle(n):

`CTABDEL(n)`

; die Kurventabelle n

`CTABDEL(n, m)`

; [n < m], mehrere im Nummernbereich

; Es wird im statischen "SRAM" und dynamischen "DRAM" NC-Speicher gelöscht.

- `CTABDEL(n, m, memType)`

; Löschen mit Speichertyp-Angabe:

Es werden im angegebenen Speichertyp die Kurventabellen mit den Nummern aus dem Bereich gelöscht, die im genannten Speichertyp liegen. Die übrigen bleiben bestehen.

Alle Tabellen in einem bestimmten Speichertyp löschen:

`CTABDEL(, , "DRAM")`

`CTABDEL(, , "SRAM")`

`CTABDEL()`

; alle im DRAM oder

; alle im SRAM:

; alle unabhängig vom Speichertyp

- Lesen des Folgewertes zu einem Leitwert

`CTAB(Leitwert, n, grad, [Folgeachse, Leitachse])`

- Lesen des Leitwertes zu einem Folgewert

`CTABINV(Folgewert, aproxLeitwert, n, grad, [Folgeachse, Leitachse])`

Zugriff auf Kurventabellensegmente

- Lesen des Startwertes (Folgeachswert) eines Tabellensegmentes
`CTABSSV(Leitwert, n, grad, [Folgeachse, Leitachse])`
- Lesen des Endwertes (Folgeachswert) eines Tabellensegmentes
`CTABSEV(Leitwert, n, grad, [Folgeachse, Leitachse])`

Hinweis

Werden die Kurventabellenfunktionen, wie `CTAB()`, `CTABINV()`, `CTABSSV()` usw., in **Synchronaktionen** verwendet, so sind für den Rückgabewert und das Argument "grad" der Funktion nur **Hauptlaufvariable**, z. B. `$AC_PARAM[ ... ]` oder `$R[ ... ]` zulässig.

Beispiel:

ID=1 WHEN TRUE DO \$R1 = `CTABSSV(10, 1, $R2)`

oder

ID=1 WHEN TRUE DO `$AC_PARAM[1] = CTABSSV(10, 1, $AC_PARAM[2])`

Sperrungen setzen/aufheben

Die folgenden Funktionen gestatten es Teileprogrammen, Sperren gegen Löschen und Überschreiben zu setzen oder aufzuheben.

- **Sperrungen gegen Löschen und Überschreiben setzen.**

Allgemeine Form: `CTABLOCK(n, m, memType)`

- **Sperrungen gegen Löschen und Überschreiben aufheben.**

`CTABUNLOCK` gibt die mit `CTABLOCK` gesperrten Tabellen wieder frei. Tabellen, die in einer aktiven Kopplung wirken, bleiben weiterhin gesperrt, d. h. sie können weiterhin nicht gelöscht werden. Die Sperre mit `CTABLOCK` ist allerdings aufgehoben, d. h. sobald die Sperrung durch die aktive Kopplung durch Deaktivierung der Kopplung aufgehoben wird, kann diese Tabelle gelöscht werden. Ein nochmaliger `CTABUNLOCK` Aufruf ist nicht notwendig.

Allgemeine Form: `CTABUNLOCK(n, m, memType)`

Anwendungen in den Formen:

Kurventabelle mit Nummer n

`CTABLOCK(n)`

Kurventabellen im Nummernbereich von n bis m

`CTABLOCK(n, m)`

Alle Kurventabellen ungeachtet des Speichertyps

`CTABLOCK()`

Alle Kurventabellen im angegebenen Speichertyp

`CTABLOCK(, , memType)`

Kurventabelle mit Nummer n

CTABUNLOCK(n)

Kurventabellen im Nummernbereich von n bis m

CTABUNLOCK(n, m)

Alle Kurventabellen ungeachtet des Speichertyps

CTABUNLOCK()

Alle Kurventabellen im angegebenen Speichertyp

CTABUNLOCK(, , memType)

Weitere Befehle zur Ermittlung und Unterscheidung von Kurventabellen für Anwendungen bei einer Diagnose und Optimierung der Ressourcennutzung:

- Anzahl der **definierten** Tabellen **ungeachtet** des Speichertyps

CTABNO()

- Anzahl der **definierten** Tabellen im statischen oder dynamischen NC-Speicher

CTABNOMEM(memType)

- Anzahl der **noch möglichen** Kurventabellen im Speicher memType.

CTABFNO(memType)

- Tabellen-Nummer der **n-ten** Kurventabelle.

Allgemeine Form: CTABID(n, memType)

Liefert die Tabellen-Nummer der n-ten Kurventabelle, im Speichertyp memType.

MitCTABID(1, memType) wird die höchste Kurvennummer (105) vom angegebenen Speichertyp auslesen.

CTABID(n)

Liefert die Tabellen-Nummer der n-ten Kurventabelle im Speicher der durch das folgende Maschinendatum angegeben wird:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE (Default Speichertyp für Kurventabellen)

CTABID(p)

Liefert die ID (Tabellen-Nummer) der Kurventabelle, die im Speicher als p-te Kurventabelle eingetragen ist.

Hinweis

Wird z. B. zwischen aufeinander folgenden Aufrufen von CTABID() die Reihenfolge geändert, so kann mit CTABID(n, ...) eine **andere** Kurventabellen wie vor der Änderung im Speicher geliefert werden.

- Gibt den **Sperrzustand** der Kurventabelle mit der Nummer n zurück.

CTABISLOCK(n)

- **Prüft** die Kurventabelle mit der Nummer n.
CTABEXISTS(n)
- Gibt den **Speicher zurück**, in dem die Kurventabelle mit der Nummer n angelegt ist.
CTABMEMTYP(n)
- Gibt die **Tabellenperiodizität zurück**.
CTABPERIOD(n)
- Anzahl der bereits verwendeten **Kurvensegmente** im Speicher memType.
CTABSEG(memType, segType)
- Anzahl der von der **Kurventabelle** mit der Nummer n verwendeten Kurvensegmente
CTABSEGID(n, segType)
- Anzahl der **noch** möglichen **Kurvensegmente** im Speicher memType.
CTABFSEG(memType, segType)
- Anzahl der **maximal** möglichen **Kurvensegmente** im Speicher memType.
CTABMSEG(memType, segType)
- Anzahl der bereits **verwendeten Polynome** im Speicher memType.
CTABPOL(memType)
- Anzahl der von der Kurventabelle mit der Nummer n verwendeten **Kurvenpolynome**.
CTABPOLID(n)
- Anzahl der **noch** möglichen **Polynome** im Speicher memType.
CTABFPOL(n)
- Anzahl der **maximal** möglichen **Polynome** im Speicher memType.
CTABMPOL(n)

Randwerte von Kurventabellen

Verhalten der Leitachse bzw. Folgeachsen an den Rändern der Kurventabelle:

- Von einer Folgeachse wird der Wert am **Anfang** der Kurventabelle gelesen.
CTABTSV(n, grad, FAchse), Folgewert am Anfang der Kurventabelle
- Von einer Folgeachse wird der Wert am **Ende** der Kurventabelle gelesen.
CTABTEV(n, grad, FAchse), Folgewert am Ende der Kurventabelle
- Von der Leitachse wird der Wert am **Anfang** der Kurventabelle gelesen.
CTABTSP(n, grad, FAchse), Leitwert am Anfang der Kurventabelle
- Von der Leitachse wird der Wert am **Ende** der Kurventabelle gelesen.
CTABTEP(n, grad, FAchse), Leitwert am Ende der Kurventabelle
- Wertebereich des Folgewertes bestimmen.
CTABTMIN(n, FAchse), Minimaler Folgewert der Kurventabelle
CTABTMAX(n, FAchse), Maximaler Folgewert der Kurventabelle

Parameter

- Folgeachse:
Bezeichner der Achse, durch welche die Folgeachse in der Definition programmiert wird.
- Leitachse:
Bezeichner der Achse, durch welchen der Leitwert programmiert wird.
- n, m
Nummern der Kurventabellen.

Die Nummern der Kurventabellen können beliebig vergeben werden. Sie dienen ausschließlich zur eindeutigen Identifizierung einer Kurventabelle.

Für das Löschen eines Bereiches von Kurventabellen mit dem Befehl `CTABDEL(n, m)` muss m größer als n sein.
- p
Eintragsplatz (im Speicherbereich memType)
- applim:
Verhalten an den Rändern der Kurventabelle.
 - 0 nicht periodisch (Tabelle wird nur einmal abgearbeitet, auch bei Rundachsen.)
 - 1 periodisch, modulo (Der Modulowert richtet sich nach den LA Tabellenwerten.)
 - 2 periodisch, modulo (LA- und FA- sind periodisch.)
- Leitwert
Positionswert, zu welchem ein Folgewert bestimmt werden soll.
- Folgewert
Positionswert, zu welchem ein Leitwert berechnet werden soll.
- aproxLeitwert
Positionswert, mit welchem im Falle der mehrdeutigen Umkehrfunktion der Kurventabelle ein eindeutiger Leitwert bestimmt werden kann.
- grad
Parameter, in welchem die Steigung der Tabellenfunktion zurückgegeben wird.
- memType
Optionaler Parameter zur Angabe des Speichertyps, in dem die Kurventabelle angelegt werden soll.

Mögliche Werte:
 "SRAM" Kurventabelle wird im statischen NC-Speicher angelegt.
 "DRAM" Kurventabelle wird im dynamischen NC-Speicher angelegt.
 Wird ein ungültiger memType eingegeben, wird der Wert -2 zurückgegeben.
 Wird der Parameter weggelassen, dann wird der durch das folgende Maschinendatum eingestellte Speichertyp wirksam:
 MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE (Default Speichertyp für Kurventabellen)

- **segType**
Optionaler Parameter zur Angabe der Segmentart
Mögliche Werte:
segType "L" lineare Segmente
segType "P" Polynomsegmente

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Bahnverhalten Kap. Kurventabellen (CTAB)

Einschränkungen

Für die Programmierung gelten folgende Einschränkungen:

- Der NC-Satz darf keinen Vorlaufstop erzeugen.
- In der Bewegung der Leitachse dürfen keine Sprünge auftreten.
- Jeder Satz, der eine Bewegungsanweisung für die Folgeachse enthält, muss auch eine Bewegung für die Leitachse haben.
- Die Bewegungsrichtung der Leitachse darf sich an keiner Stelle des Bewegungsgesetzes umkehren, d. h. die Position der Leitachse muss innerhalb des Bewegungsablaufs immer eindeutig sein.

Die programmierte Kontur darf sich nicht senkrecht zur Leitachse bewegen.

- Achsnamen aus Gantry-Achsverbänden können nicht zur Tabellendefinition benutzt werden (nur Leitachse geht).
- Abhängig vom folgenden Maschinendatum können Sprünge der Folgeachse bei fehlender Bewegung der Leitachse toleriert werden:

MD20900 \$MC_CTAB_ENABLE_NO_LEADMOTION (Kurventabellen mit Sprung der Folgeachse)

Die übrigen oben genannten Einschränkungen gelten weiterhin.

Achszuordnung

Erfolgt erst bei Aktivierung einer Kopplung mit der Kurventabelle.

Hinweis

Eine Prüfung dynamischer Grenzwerte der Bewegungsanweisungen für eine Kurventabelle erfolgt erst bei Aktivierung bzw. bei der Interpolation.

Startwert

Die erste Bewegungsanweisung innerhalb der Definition einer Kurventabelle legt den Startwert für den Leit- und Folgewert fest.

Es müssen alle Anweisungen, die zu einem Vorlaufstop führen, ausgeblendet werden.

Beispiel 1

Ohne Werkzeugradiuskorrektur, ohne Speichertyp

N100 CTABDEF(AX2, AX1, 3,0)	; Beginn der Definition für die nicht- ; periodische Kurventabelle Nummer 3
N110 AX1=0 AX2=0	; 1. Bewegungsanweisung legt den Startwert fest ; Leitwert: 0, Folgewert:0
N110 AX1=20 AX2=0	; 1. Kurvensegment: Leitwert: 0...20, Folgewert: Startwert ...0
N120 AX1=100 AX2=6	; 2. Kurvensegment: Leitwert: 20...100, Folgewert: 0...6
N130 AX1=150 AX2=6	; 3. Kurvensegment: Leitwert: 100...150, Folgewert 6
N130 AX1=180 AX2=0	; 4. Kurvensegment: Leitwert: 150...180, Folgewert: 6...0
N200 CTABEND	; Ende der Definition, die Kurventabelle wird in ihrer ; internen Darstellung erzeugt. Der Vorlauf reorganisiert ; auf den Zustand zu Beginn von N100

Beispiel 2

Beispiel einer Kurventabelle mit aktiver Werkzeugradiuskorrektur:

Vor der Definition einer Kurventabelle mit CTABDEF() darf die Werkzeugradiuskorrektur nicht aktiv sein, sonst wird der Alarm 10942 ausgegeben. Das heißt, die Werkzeugradiuskorrektur **muss innerhalb** der Definition der Kurventabelle aktiviert werden. Ebenso muss diese vor dem Ende der Kurventabellendefinition mit CTABEND wieder deaktiviert werden.

N10 CTABDEF(Y, X, 1, 0)	; Beginn der Definition für die nicht- ; periodische Kurventabelle Nummer 1
N20 X0 Y0	
N30 G41 X10 Y0	; WZR-Korrektur ein
N40 X20 Y20	
N50 X40 Y0	
N60 X60 Y20	
N70 X80 Y0	
N80 G40 X90 Y0	; WZR-Korrektur aus
N90 CTABEND	

Im Satz N30 wird die Werkzeugradiuskorrektur aktiviert, dadurch wird in diesem Satz die Anfahrbewegung der Radiuskorrektur durchgeführt. Ebenso erfolgt im Satz N80 bei der Deaktivierung der Radiuskorrektur die Abfahrbewegung.

Hinweis

Zwischen `CTABDEF` und `CTABEND` müssen Wertepaare für genau die Achsbezeichner angegeben werden, die in `CTABDEF` als Leitachsbezeichner und Folgeachsbezeichner angegeben wurden. Im Fehlerfall können Alarme oder unerwünschte Konturen erzeugt werden.

2.2.5 Zugriff auf Tabellenpositionen und Tabellensegmente

Lesen von Tabellenpositionen

Mit den Programmbefehlen `CTAB` und `CTABINV` kann vom Teileprogramm und von Synchronaktionen aus direkt der Folgewert zu einem Leitwert (`CTAB`) oder die Umkehrung der Kurventabelle, das heißt der Leitwert zu einem Folgewert gelesen werden. Mit Hilfe des Steigungswertes kann der Anwender die Geschwindigkeit der Folge- oder der Leitachse an der gewünschten Tabellenposition berechnen.

Lesen von Segmentpositionen

Die Segmentpositionen einer Kurventabelle bezüglich des Folgeachswertes können mit den Aufrufen `CTABSSV` und `CTABSEV` gelesen werden.

Die Sprachbefehle `CTABSSV` und `CTABSEV` liefern generell die Start- bzw. Endwerte der internen Segmente der Kurventabelle für die Folgeachse. Diese Werte stimmen nur dann mit den programmierten Werten der Kurventabelle überein, wenn sich die programmierten Segmente 1:1 in die internen Segmente der Kurventabelle umwandeln lassen. Dies ist auf jeden Fall gegeben, falls bei der Definition der Kurventabellen nur `G1`-Sätze bzw. Achspolynome verwendet werden, ohne dass weitere Funktionen aktiv sind.

Die programmierten Segmente werden u. U. **nicht** unverändert in die internen Segmente der Kurventabelle umgewandelt, wenn:

1. Kreise oder Evolventen programmiert sind
2. Fasen bzw. Runden ist aktiv (`CHF`, `RND`)
3. Überschleifen mit `G643` aktiv ist
4. Kompressor aktiv ist (`COMPON`, `COMPCURV`, `COMPCAD`)
5. Werkzeugradiuskorrektur bei Polynominterpolation aktiv ist.

In diesen Fällen können die Sprachbefehle `CTABSSV` und `CTABSEV` nicht dazu verwendet werden, die Start- bzw. Endpunkte der programmierten Segmente abzufragen.

CTABINV

Bei der Verwendung der Umkehrfunktion der Kurventabellen `CTABINV` muss beachtet werden, dass die Abbildung vom Folgewert auf den Leitwert ggf. nicht eindeutig ist.

Innerhalb einer Kurventabelle kann der Folgewert für (beliebig) viele Leitwertpositionen den gleichen Wert haben. Um diese Mehrdeutigkeit auflösen zu können benötigt der Programmbefehl `CTABINV` neben dem Folgewert einen weiteren Parameter, mit welchem der "richtige" der möglichen Leitwerte selektiert werden kann. `CTABINV` gibt als Ergebnis immer den Leitwert zurück, der diesem Hilfsparameter am nächsten liegt. Dieser Hilfswert kann zum Beispiel der Leitwert aus dem vorhergehenden Interpolationstakt sein.

Hinweis

Obwohl mit dem Hilfsparameter die Umkehrfunktion der Kurventabelle ein eindeutiges Ergebnis berechnen kann, muss darauf hingewiesen werden, dass Konturen erzeugt werden können, bei denen die Umkehrfunktion auf Grund von numerischen Ungenauigkeiten nicht das Ergebnis liefert, welches sich bei einer Rechnung mit unbegrenzter Genauigkeit ergeben würde.

Optionale Parameter

Die Funktionen `CTAB`, `CTABINV`, `CTABSSV` und `CTABSEV` haben optionale Parameter Leit- oder Folgeachse. Wird einer dieser Parameter programmiert, dann werden der Leitwert und der Folgewert mit den Skalierungsfaktoren der betreffenden Achsen modifiziert.

Dies ist insbesondere wichtig, wenn Achsen in unterschiedlichen Längeneinheiten (inch/metrisch) projiziert sind. Werden die optionalen Parameter nicht programmiert, dann werden der Leit- und der Folgewert bei der Wandlung von der externen zur internen Darstellung wie Bahnpositionen behandelt. Das heißt, die Werte werden entsprechend der projizierten Auflösung (Nachkommastellen) multipliziert und die verbliebenen Nachkommastellen werden abgeschnitten.

Bestimmung des zum Leitwert X gehörigen Segments

Beispiel zum Lesen der Segmentanfangs- und Segmentsendwerte zur Bestimmung des zu dem Leitwert $X = 30$ gehörigen Kurvensegments unter Verwendung von CTABSSV und CTABSEV:

N10 DEF REAL STARTPOS	;Beginn der Definition für die Start- und
	;Anfangsposition der Kurventabelle
N20 DEF REAL ENDPOS	
N30 DEF REAL GRADIENT	
N100 CTABDEF(Y, X, 1, 0)	;Beginn der Tabellendefinition
N110 X0 Y0	;Startposition, 1. Tabellensegment
N120 X20 Y10	Endposition, 1. Tabellensegment = ;Startposition 2. Tabellensegment
N130 X40 Y40	
N140 X60 Y10	;3. Kurvensegment
N150 X80 Y0	;4. Kurvensegment
N160 CTABEND	;Ende der Tabellendefinition
N200 STARTPOS = CTABSSV(30.0, 1, GRADIENT)	;Startposition Y in Segment 2 = 10.
N210 ENDPOS =	;Endposition Y in Segment 2 = 40
CTABSEV(30.0, 1, GRADIENT.)	;Zu LW X = 30.0 gehört Segment 2

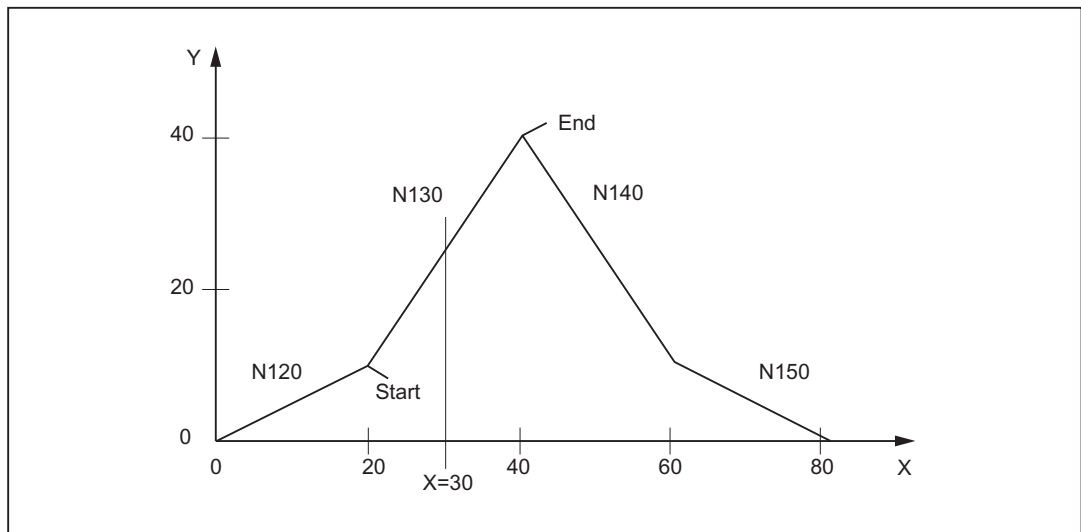


Bild 2-2 Bestimmung des zu dem Leitwert $X = 30$ gehörenden Kurvensegments

Werte am Anfang und Ende lesen

Die Werte der Folgeachsen und auch der Leitachse am Anfang und am Ende einer Kurventabelle können gelesen werden mit den Aufrufen:

R10 =CTABTSV(n. grad, FAchse, Folgewert am Anfang der Tabelle

R10 =CTABTEV(n. grad, FAchse), Folgewert am Ende der Tabelle

R10 =CTABTSP(n. grad, LAchse, Leitwert am Anfang der Tabelle

R10 =CTABTEP(n. grad, LAchse, Leitwert am Ende der Tabelle

Wertebereich des Folgewertes

Die Bestimmung des minimalen und maximalen Wertes der Tabelle unter Verwendung von CTABTMIN und CTABTMAX zeigt folgendes Beispiel:

```

N10 DEF REAL STARTVAL                ;Beginn der Definition für die Start-
                                      und-
N20 DEF REAL ENDVAL                  ;Anfangswerte der Kurventabelle
N30 DEF REAL STARTPARA
N40 DEF REAL ENDPARA
N50 DEF REAL MINVAL
N60 DEF REAL MAXVAL
N70 DEF REAL GRADIENT
...
N100 CTABDEF(Y, X, 1, 0)              ;Beginn der Tabellendefinition
N110 X0 Y10                          ;Startwert, 1. Tabellensegment
N120 X30 Y40                          ;Endposition, 1. Tabellensegment =
                                      ;Startposition 2. Tabellensegment
N130 X60 Y5                          ;Endposition, 2. Tabellensegment ...
N140 X70 Y30                          ;Endposition, 3. Kurvensegment ...
N150 X80 Y20                          ;Endposition, 4. Kurvensegment ...
N160 CTABEND                          ;Ende der Tabellendefinition
...
N200 STARTPOS = CTABTSV(1, GRADIENT)  ;STARTPOS = 10
                                      ;Startposition der Tabelle sowie
N210 ENDPOS = CTABTEV(1, GRADIENT)    ;ENDPOS = 20
                                      ;Endposition der Tabelle
N220 STARTPARA = CTABTSP(1, GRADIENT) ;STARTPARA = 0
                                      ;Leitwert am Anfang der Kurventabelle
N230 ENDPARA = CTABTEP(1, GRADIENT)   ;ENDPARA = 80
                                      ;Leitwert am Ende der Kurventabelle
...
                                      ;vom Wertebereich der Folgeachse lesen
N240 MINVAL = CTABTMIN(1)             ;Minimalwert bei Y = 5 und
N250 MAXVAL = CTABTMAX(1)             ;Maximalwert bei Y = 40

```

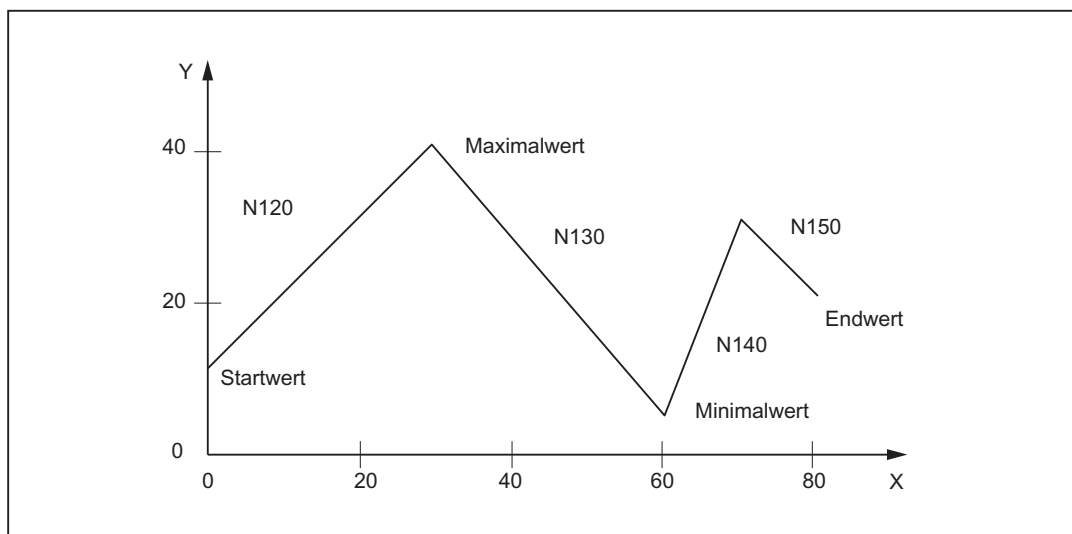


Bild 2-3 Bestimmung des minimalen und maximalen Wertes der Tabelle

2.2.6 Aktivierung/Deaktivierung

Aktivierung

Das Ankoppeln realer Achsen an eine Kurventabelle wird aktiviert mit dem Befehl:

`LEADON (<Folgeachse>, <Leitachse>, <n>)`

mit <n> = Nummer der Kurventabelle

Die Aktivierung ist möglich:

- im Teileprogramm
- bei der Definition einer Synchronaktion

Beispiel:

```
...
N1000 LEADON(A,X,3)      ; die Achse A folgt dem Leitwert X nach den in der
                           Kurventabelle Nummer 3 definierten Bewegungsgesetzen
...
```

Deaktivierung

Das Ausschalten der Kopplung an eine Kurventabelle erfolgt über den Befehl:

`LEADOF (<Folgeachse>, <Leitachse>)`

Die Deaktivierung ist möglich:

- im Teileprogramm
- in Synchronaktionen

Hinweis

Bei der Programmierung von `LEADOF` ist auch die verkürzte Form ohne Angabe der Leitachse möglich.

Beispiel:

...	
N1010 LEADOF(A,X)	; die Kopplung der Achse A an ihren Leitwert wird aufgehoben
...	

Mehrfachnutzung

Eine Kurventabelle kann mehrfach in einem Teileprogramm und für die Kopplung unterschiedlicher Kanalachsen verwendet werden.

2.2.7 Sonderfall Modulo-Leitachse

Position wirkt absolut

Bei einer axialen Leitwertkopplung ist die Position der Folgeachse über eine Kurventabelle eindeutig, d. h. absolut der Leitachse zugeordnet.

Dies bedeutet, dass auch im Falle einer Modulo-Rundachse als Leitachse die Position der Leitachse absolut eingeht. D. h. die in die Kurventabelle eingehende Position der Modulo-Rundachse wird nicht modulo-reduziert, sie wirkt absolut.

Beispiel

Die Position der Modulo-Rundachse bei `LEADON` sei 210°. Die Position 210° dient als Eingangswert in die Kurventabelle. Nach einer Umdrehung der Modulo-Rundachse wird als Achsposition wieder 210° angezeigt. Als Eingangswert in die Kurventabelle wird aber die Absolutposition 570° genommen:

$$210^\circ + 1 \text{ Rund } (360^\circ) = 570^\circ$$

2.2.8 Verhalten in den Betriebsarten AUTOMATIK, MDA, JOG

Wirksamkeit

Eine eingeschaltete Kurventabelle ist in den Betriebsarten AUTOMATIK, MDA und JOG aktiv.

Grundstellung nach Hochlauf

Nach Hochlauf sind keine Kurventabellen aktiv.

2.2.9 Wirksamkeit der PLC-Nahtstellensignale

Abhängige Folgeachse

Für die von einer Leitachse abhängige Bewegung einer Folgeachse sind nur die Nahtstellensignale der Folgeachse wirksam, die zu einem Stopp der Bewegung führen (z. B. achsspezifischer Vorschub Halt, Achsensperre, Reglerfreigabe, usw.).

Leitachse

Bei einem aktivierten Achsverband wirken die Nahtstellensignale der Leitachse durch die Achskopplung auf die zugehörige Folgeachse, d. h.:

- eine Vorschubbeeinflussung der Leitachse bewirkt eine entsprechende Vorschubbeeinflussung der Folgeachse.
- ein Stillsetzen der Leitachse durch NST (z. B. achsspezifischer Vorschub Halt, Achsensperre, Reglerfreigabe, usw.) bewirkt ein Stillsetzen der zugehörigen Folgeachse.

Die Wirkung der Achsensperre der Leitachse auf die Folgeachse kann durch folgende MD-Einstellung verhindert werden:

MD37160 \$MA_LEAD_FUNCTION_MASK, Bit 1 = 1

Lagemesssystem 1/2 (DB31, ... DBX1.5/1.6)

Für einen aktivierten Achsverband ist eine Umschaltung des Lagemesssystems für Leit- und Folgeachsen nicht verriegelt. Die Kopplung bleibt dabei erhalten.

Empfehlung: Die Umschaltung bei ausgeschalteter Kopplung vornehmen.

2.2.10 Diagnose und Optimierung der Ressourcennutzung

Die folgenden Funktionen gestatten es **Teileprogrammen** sich aktuell über die Belegung der Ressourcen für Kurventabellen, Tabellensegmente und Polynome zu Informieren.

Als Folge der Ergebnisse aus den Diagnosefunktionen können die noch verfügbaren Ressourcen **dynamisch** mit den Funktionen unter flexibel benutzt werden ggf. ohne den absoluten Speicherbedarf zu vergrößern. Die Erklärung der Parameter im Kap. "Programmierung Kurventabelle" gilt auch für die folgenden Funktionen.

a) Kurventabellen

- Gesamtanzahl der definierten Tabellen feststellen.

Die Bestimmung erfolgt über alle Speichertypen (siehe auch CTABNOMEM)

CTABNO ()

- Anzahl der definierten Tabellen im statischen oder dynamischen NC-Speicher feststellen.

CTABNOMEM (memType)

Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE (Default Speichertyp für Kurventabellen)

Ergebnis:

>= 0: Anzahl der definierten Tabellen

-2: Speichertyp ungültig

- Anzahl der noch möglichen Kurventabellen im Speichertyp feststellen.

CTABFNO (memType)

Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:

MD220905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE

Ergebnis:

>= 0: Anzahl der noch möglichen Tabellen

-2: Speichertyp ungültig

- Tabellen-Nummer der p-ten Tabelle im optional angegebenen Speichertyp feststellen

CTABID (p, memType)

Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE

Ergebnis:

Tabellennummer oder

Alarm bei ungültigem p oder memType

Bei der Verwendung der Funktion CTABID (p, memType) sollten keinen Annahmen über die Reihenfolge im Speicher der Kurventabellen getroffen werden. Die Funktion CTABID (p, . . .) liefert die ID (Tabellen-Nummer) der Kurventabelle, die im Speicher als p-te Kurventabelle eingetragen ist.

Wird zwischen aufeinander folgenden Aufrufen von `CTABID()` die Reihenfolge der Kurventabellen im Speicher geändert, z. B. durch Löschen von Kurventabellen mit `CTABDEL()`, kann die Funktion `CTABID(p, ...)` mit derselben Nummer eine andere Kurventabelle liefern als vorher.

Soll dies verhindert werden, können die betroffenen Kurventabellen gesperrt werden durch Verwendung des Sprachbefehls `CTABLOCK(...)`. In diesem Fall ist darauf zu achten, dass die betroffenen Kurventabellen mit `CTABUNLOCK()` wieder freigegeben werden.

- **Sperrzustand abfragen**

Tabelle n

`CTABISLOCK(n)`

Ergebnis:

> 0: Tabelle ist gesperrt

Sperrgrund:

1: durch `CTABLOCK()`

2: durch aktive Kopplung

3: durch `CTABLOCK()` und aktive Kopplung

= 0: Tabelle ist nicht gesperrt

- 1: Tabelle existiert nicht

- **Prüfen, ob Kurventabelle existiert**

`CTABEXISTS(n)`

Ergebnis:

1: Tabelle existiert

0: Tabelle existiert nicht

- **Speichertyp einer Kurventabelle feststellen**

`CTABMENTYP(n)`

Ergebnis:

0: Tabelle im statischen NC-Speicher "SRAM"

1: Tabelle im dynamischen NC-Speicher "DRAM"

-1: Tabelle existiert nicht

- **Feststellen, ob Tabelle als periodisch definiert ist**

`CTABPERIOD(n)`

Ergebnis:

0: Tabelle ist nicht periodisch

1: Tabelle ist periodisch in der Leitachse

2: Tabelle ist periodisch in der Leit- und Folgeachse

-1: Tabelle existiert nicht

b) Kurventabellensegmente

- Anzahl der **verwendeten** Kurvensegmente vom Typ segType im Speicherbereich memType feststellen.

- CTABSEG(memType, segType)

- Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE

Ergebnis:

>= 0: Anzahl der Kurvensegmente

-2: Speichertyp ungültig

Ist segType nicht angegeben, dann wird die Summe über Linear- und Polynom-Segmente im Speichertyp ausgegeben.

-2: segType ungleich "L" oder "P"

- Anzahl der verwendeten Kurvensegmente vom Typ segType einer bestimmte Kurventabelle feststellen

CTABSEGID(n, segType)

Ergebnis:

>= 0: Anzahl der Kurvensegmente

-1: Kurventabelle mit der Nummer n existiert nicht

-2: segType ungleich "L" oder "P"

- Anzahl der **freien** Kurvensegmente vom Typ segType des Speichertyps feststellen

CTABFSEG(memType, segType)

Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE

Ergebnis:

>= 0: Anzahl der noch freien Kurvensegmente

-2: Speichertyp ungültig, segType ungleich "L" oder "P"

- Anzahl der **maximal** möglichen Kurvensegmente vom Typ segType des Speichertyps feststellen

CTABMSEG(memType, segType)

Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:

MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE

Ergebnis:

>= 0: Anzahl der maximal möglichen Kurvensegmente

-2: Speichertyp ungültig, segType ungleich "L" oder "P"

c) Polynome

- Anzahl der **verwendeten** Polynome des Speichertyps feststellen
CTABPOL (memType)
Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:
MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE
Ergebnis:
>= 0: Anzahl der verwendeten Polynome im Speichertyp
-2: Speichertyp ungültig
- Anzahl der von einer Kurventabelle verwendeten Kurvenpolynome feststellen
CTABPOLID (n)
Ergebnis:
>=0: Anzahl der verwendeten Kurvenpolynome
-1: Kurventabelle mit Nummer n existiert nicht
- Anzahl der noch **freien** Polynome des Speichertyps feststellen
CTABFPOL (memType)
Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:
MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE
Ergebnis:
>= 0: Anzahl der noch freien Kurvenpolynome
-2: Speichertyp ungültig
- Anzahl der **maximal** möglichen Polynome des Speichertyps feststellen
CTABMPOL (memType)
Ist memType nicht angegeben, gilt der im folgenden Maschinendatum gesetzte Speichertyp:
MD20905 \$MC_CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE
Ergebnis:
>= 0: Anzahl der maximal möglichen Kurvenpolynome
-2: Speichertyp ungültig

2.3 Leitwertkopplung

2.3.1 Allgemeine Funktionalität

Einführung

Leitwertkopplungen gliedern sich in Achs- und Bahn-Leitwertkopplungen. In beiden Fällen werden Achs- bzw. Bahnpositionen abhängig von Leitwerten (z. B. Positionen einer weiteren Achse) von der Steuerung bestimmt.

Achs-Leitwertkopplung

Die Achs-Leitwertkopplung ist eine Achskopplung mit Bewegungsgesetzen, die intern als eindimensionale reelle Funktion, als Kurventabelle, dargestellt werden.

Leitwertobjekt

Ist die Eingangsgröße für die Kurventabelle.

Als Position des Leitwertobjekts kann definiert sein:

- die Achs-Ist-Position (Istwert vom Geber gemessen) oder
- die Sollposition (vom Interpolator berechnet).
- Wenn die Leitachse von gleicher NCU interpoliert wird, liefert die Sollwertkopplung ein besseres Folgeverhalten als bei Istwertkopplung möglich (im selben IPO-Takt).
- Wenn die Leitachse nicht von der gleichen NCU interpoliert wird, kann der in der NCU für diese Leitachse existierende Interpolator zur Leitwertsimulation benutzt werden. Dazu ist das folgende Maschinendatum zu setzen:

MD30132 \$MA_IS_VIRTUAL_AX=1 (Achse ist virtuelle Achse)

Hinweis

Sollwertkopplung ist Standard-Vorbesetzung für Leitwertobjekt.

Virtuelle Leitachse/Simulierter Leitwert

Beim Umschalten auf simulierten Leitwert kann die Simulation abhängig vom zuletzt gelesenen Istwert programmiert werden, während der Verlauf des Istwerts in der Regel außerhalb der Kontrolle der NCU liegt.

Wird zwecks Leitwertsimulation das Leitwertobjekt von Istwertkopplung auf Sollwertkopplung umgeschaltet und wird im gleichen Interpolationstakt ein Fahrbefehl für die Leitachse abgesetzt, so wird vom NCK der Interpolator für die Achse so initialisiert, dass ein in der ersten Ableitung stetiger Verlauf des Leitwerts resultiert.

Die Leitwertsimulation ist abhängig vom Maschinendatum:

MD30132 \$MA_IS_VIRTUAL_AX=1

- Trennung von IPO und Servo
- Istwerte der Achse werden erfasst
- Sollwerte werden von IPO erzeugt aber nicht an den Servo übergeben.

Hinweis

Virtuelle Achsen, die zu einem realen Antrieb zugeordnet werden, müssen unverriegelt bleiben.

Mit folgendem Maschinendatum wird durch Sollwertausgabe der Achstyp festgelegt:

MD30130 \$MA_CTRLOUT_TYPE[n] (Ausgabeart des Sollwerts)

0: Simulierte Achse

1: Standard reale Achse

2: Schrittmotor FM-NC

3: nicht belegt

4: Bahnsollwertkopplung (virtuelle Achse) bei externen Achsen

Verschiebung und Skalierung

Der Sollwert für die Folgeachse kann verschoben und skaliert werden.

Dazu dienen die Settingdaten:

- SD43102 \$SA_LEAD_OFFSET_IN_POS (Verschiebung des Leitwertes bei Kopplung zu dieser Achse)
- SD43104 \$SA_LEAD_SCALE_IN_POS (Skalierung des Leitwertes bei Kopplung zu dieser Achse)
- SD43106 \$SA_LEAD_OFFSET_OUT_POS (Verschiebung des Funktionswertes der Kurventabelle)
- SD43108 \$SA_LEAD_SCALE_OUT_POS (Skalierung des Funktionswertes der Kurventabelle)

Wenn (x) eine periodische Kurventabelle ist und man diese als Schwingung betrachtet, können die Verschiebung und Skalierung auch so interpretiert werden:

- SD43102 \$SA_LEAD_OFFSET_IN_POS[Y]
verschiebt die Phase der Schwingung
- SD43104 \$SA_LEAD_SCALE_IN_POS[Y]
wirkt auf die Amplitude
- SD43106 \$SA_LEAD_SCALE_OUT_POS[Y]
wirkt auf die Amplitude
- SD43108 \$SA_LEAD_OFFSET_OUT_POS[Y]
verschiebt den Mittelpunkt der Schwingung

Wenn die Kopplung eingeschaltet und synchron ist, bewirkt Schreiben auf diese Settingdaten sofortiges Herausfahren der neuen Sollposition.

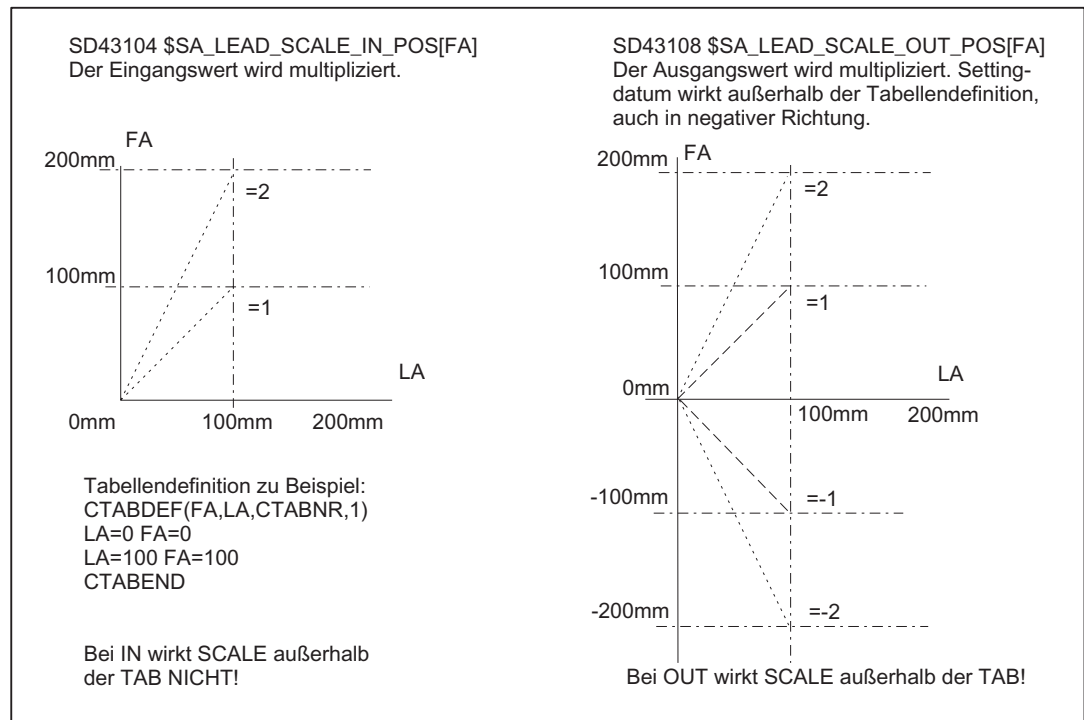


Bild 2-4 Leitwertkopplung Verschieben und Skalieren (multipliziert)

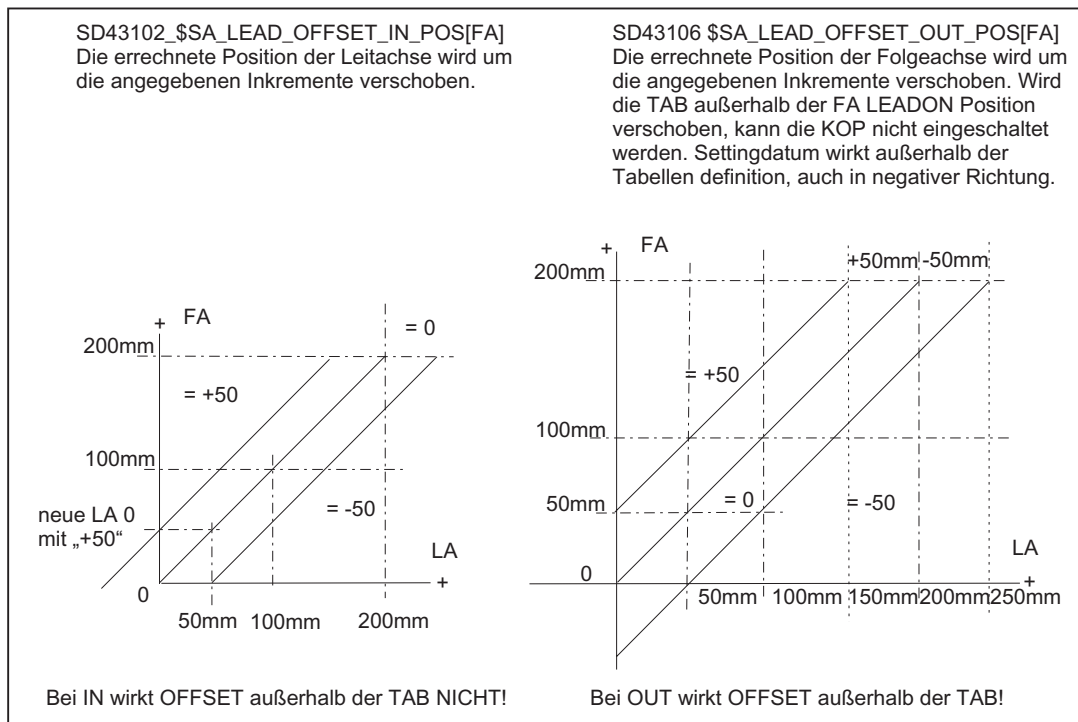


Bild 2-5 Leitwertkopplung Verschieben und Skalieren (mit Inkremente verschieben)

Reaktion auf Stopp

Alle Leitwertgekoppelten Folgeachsen reagieren auf Kanal-Stopp und BAG-Stopp.

Auf Stopp wegen Programmende (M30, M02) reagieren Leitwertgekoppelte Folgeachsen, die nicht durch statische Synchronaktion (IDS=...) eingeschaltet worden sind. (Beachte:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Reset/TP-Ende)

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)

Leitachse und Folgeachse müssen immer im selben Kanal interpolieren. Folgeachse, die sich im anderen Kanal befindet, kann nicht gekoppelt werden (Achstausch).

Mit START und mit Wechsel der Betriebsart wird eine gestoppte Folgeachse der Leitwertkopplung wieder freigegeben.

Mit RESET wird eine gestoppte Folgeachse der Leitwertkopplung ebenfalls wieder freigegeben. Wenn diese Freigabe unerwünscht oder gefährlich ist (z. B. weil die Folgeachse an einen externen Leitwert gekoppelt ist, der nicht von der NC kontrolliert wird), dann soll das folgende Maschinendatum so programmiert werden, dass Leitwertkopplungen bei RESET ausgeschaltet werden (2001H, d. h. Bit 13 auf 1 setzen):

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK

Axiale Funktionen

Bei Istwertkopplung entsteht ein Positionsversatz zwischen der Leit- und Folgeachse. Ursache hierfür ist die lpo-Takt bedingte Totzeit im Lageregler, die zwischen dem Istwert der Leitachse und der Folgeachse liegt.

Standardmäßig wird der Positionsversatz und der Schleppabstand durch eine lineare Extrapolation des Leitwertes um diese Totzeit kompensiert. Mit dem folgenden Maschinendatum wird die Totzeitkompensation bei Leitwertkopplung ausgeschaltet:

MD37160 \$MA_LEAD_FUNCTION_MASK Bit 0 = 0 (Funktionen zur Leitwertkopplung)

Schnittstelle zum Achstausch

Eine Leitwertgekoppelte Folgeachse erhält ihre Sollwerte aus Kurventabellen. **Eine überlagerte Programmierung dieser Achse im Teileprogramm ist nicht möglich.** Damit wird die Leitwertgekoppelte Folgeachse genauso wie beim Achstausch aus dem Kanal abgemeldet. Das erfolgt automatisch, wenn die Kopplung im Teileprogramm eingeschaltet wird.

Wenn die Kopplung mit Synchronaktion eingeschaltet werden soll, muss sie zuvor mit RELEASE dafür vorbereitet werden, sonst wird Alarm 16777 "Kanal %1 Satz %2 Leitwertkopplung: Für Leitachse %4 Folgeachse %3 nicht verfügbar" gemeldet.

Nachdem eine Leitwertkopplung ausgeschaltet worden ist, kann die ehemalige Folgeachse wieder im Teileprogramm programmiert werden.

Spindeln in der Leitwertkopplung

Als Leitwertgekoppelte Folgeachse kann eine Spindel nur dann verwendet werden, wenn sie zuvor in den Achsbetrieb geschaltet worden ist. Es gilt dann der Maschinendaten-Parametersatz des Achsbetriebs.

Beispiel (Einschalten aus Synchronaktion):

<pre> SPOS=0 B=IC(0) RELEASE(Y) ID=1 WHEN (\$AA_IM[X]<-50) DO LEADON(B,X,2) </pre>	<pre> ;Spindel in Achsbetrieb schalten ;für Synchronaktion freischalten ;Y wird mittels Kurventabelle Nr. 2 an X gekoppelt </pre>

2.3.2 Programmierung Leitwertkopplung

Definition und Einschalten

Die Definition und das Einschalten einer Leitwertkopplung erfolgt gleichzeitig mit dem modal wirksamen Sprachbefehl bei:

- Achs-Leitwertkopplung

LEADON(FA, LA, CTABn)

- FA=Folgeachse, als GEO Achsname, Kanal- oder Maschinenachsname (X,Y,Z,...).
- LA=Leitachse, als GEO Achsname, Kanal- oder Maschinenachsname (X,Y,Z,...).

Softwareachse möglich:

MD30130 \$MA_CTRLOUT_TYPE=0 (Ausgabeart des Sollwertes)

- CTABn=Nummer der Kurventabelle 1 bis 999

Beispiel: LEADON(Y,X,1) FA=Y, LA=X, Kurvennummer=1

Zum Einschalten der Kopplung (KOP) sind keine REF.-PKT. nötig. Eine definierte FA kann nicht mit BA JOG verfahren werden (auch nicht wenn die Nahtstellensignale Synchronlauf FEIN/GROB noch nicht anstehen). Eine eingeschaltete Kopplung muss erst mit LEADOF wieder ausgeschaltet werden, bevor diese wieder mit LEADON eingeschalten werden kann, oder beachte:

MD20112 MC_START_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungsgrundstellung nach Reset/TP-Ende)

Fehlermeldung: 16792 "Zu viele Kopplungen für Achse/Spindel"

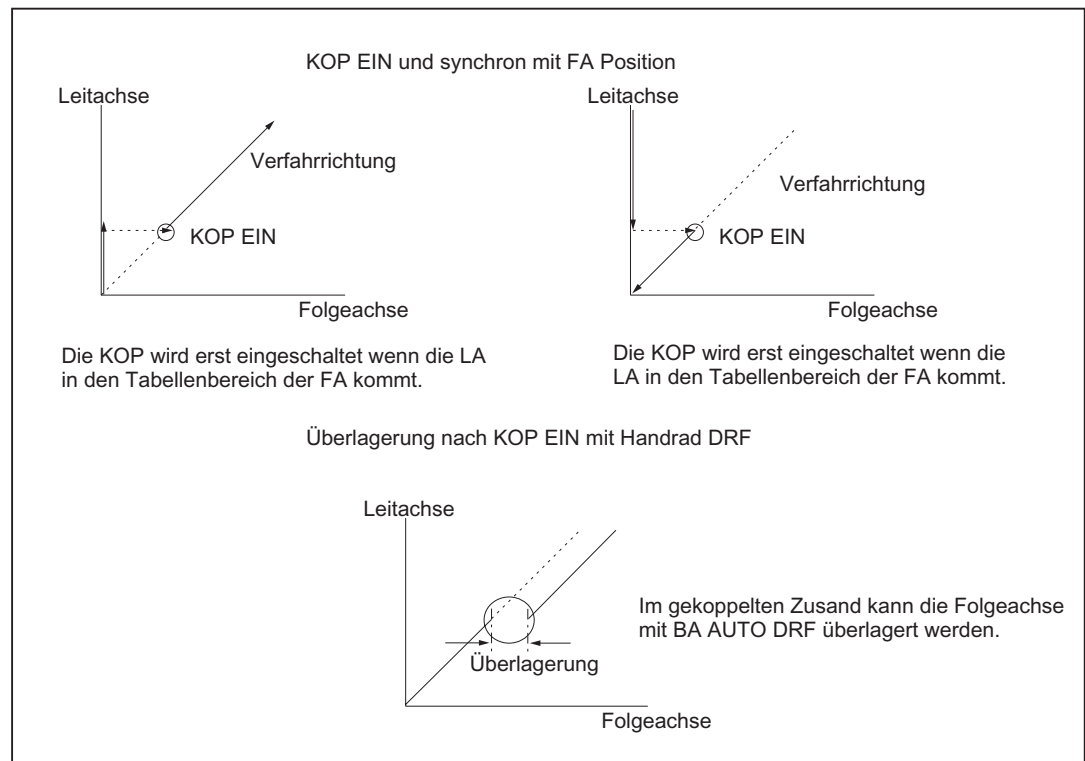


Bild 2-6 Aktivierung Leitwertkopplung

Ausschalten

Das Ausschalten einer Leitwertkopplung erfolgt mit dem Sprachbefehl bei:

- Achsleitwertkopplung

LEADOF(FA, LA)

- FA=Folgeachse, als GEO Achsname, Kanal- oder Maschinenachsname (X,Y,Z,...).
- optional: LA=Leitachse, als GEO Achsname, Kanal- oder Maschinenachsname (X,Y,Z,...).

Softwareachse möglich:

MD30130 \$MA_CTRLOUT_TYPE=0 (Ausgabeart des Sollwertes)

Beispiel: LEADOF(Y,X) FA=Y, LA=X

Beim Ausschalten der Achs-Leitwertkopplung wird die Folgeachse zur Kommandoachse und es wird implizit ein Stopp-Kommando für die Folgeachse erzeugt. Das Stopp-Kommando kann per Synchronaktion durch ein anderes Kommando überschrieben werden.

Hinweis

Ein- und Ausschalten der Achs-Leitwertkopplung mit LEADON, LEADOF ist sowohl im Teileprogramm als auch in Synchronaktion zulässig.

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Synchronaktionen (S5)

Koppelart

Die Koppelart wird festgelegt mit folgendem Settingdatum:

SD43100 \$SA_LEAD_TYPE[LA] (Art des Leitwertes)

Umschalten zwischen Ist- und Sollwertkopplung ist jederzeit möglich, bevorzugt in der Rastphase.

LA: Leitachse als GEO Achsname, Kanalachsname oder Maschinenachsname (X,Y,Z,...)

0: Istwertkopplung (bei externen Leitachsen ist nur diese Koppelart möglich)

1: Sollwertkopplung (Standardeinstellung)

2: Simulierter Leitwert (Beachte virtuelle Achse, für FA nicht bewertet)

Lesbare Systemvariable des Leitwertes

Vom Teileprogramm und aus Synchronaktionen sind die Systemvariablen des Leitwertes lesbar:

- \$AA_LEAD_V[ax] ;Geschwindigkeit der Leitachse
- \$AA_LEAD_P[ax] ;Position der Leitachse
- \$AA_LEAD_P_TURN ;Leitwert-Position; der Anteil, der bei Moduloreaktion abgezogen wird. Die tatsächliche (nicht moduloreduzierte) Position des Leitwerts ist \$AA_LEAD_P_TURN+\$AA_LEAD_P.

Lesbare und schreibbare Leitwertvariablen

Die Geschwindigkeiten und Positionen simulierter Leitwerte (bei \$SA_LEAD_TYPE[ax]=2 können im Teileprogramm und aus Synchronaktionen gelesen und geschrieben werden:

- \$AA_LEAD_SV[ax] ;simulierte Leitwert-Geschwindigkeit pro IPO Takt
- \$AA_LEAD_SP[ax] ;simulierte Position in MKS

Erkennen des Synchronlaufes

Die aus Teileprogramm und Synchronaktion lesbare Systemvariable \$AA_SYNC[ax] zeigt an, ob und wie die Folgeachse FA synchronisiert ist:

0: nicht synchronisiert

1: Synchronlauf grob (gemäß Maschinendatum:)

MD37200 \$MA_COUPLE_POS_TOL_COARSE (Schwellwert für 'Synchronlauf grob')

3: Synchronlauf fein (gemäß Maschinendatum:)

MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_FINE (Schwellwert für 'Synchronlauf fein')

Die Information der Systemvariablen \$AA_SYNC[ax] entspricht den zugeordneten VDI Signalen:

DB31, ... DBX98.0 (Synchronlauf fein)

DB31, ... DBX98.1 (Synchronlauf grob)

Hinweis

Wenn die Folgeachse keine Fahrfreigabe hat, wird sie angehalten und ist nicht mehr synchron.

2.3.3 Verhalten in den Betriebsarten AUTOMATIK, MDA, JOG

Wirksamkeit

Eine Leitwertkopplung ist in Abhängigkeit von den Einstellungen im Teileprogramm und folgenden Maschinendaten aktiv:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Reset/TP-Ende)

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)

Handbetrieb

Bei einer aktivierten Achs-Leitwertkopplung bewirkt ein Verfahren der Leitachse (z. B. mit Eilgang oder Schrittmaß INC1 ... INC10000) ein Verfahren der Folgeachse mit Berücksichtigung der Definition der Kurventabelle.

Referieren

Eine Leitwertgekoppelte Folgeachse soll vor Einschaltung der Kopplung referiert sein. Bei eingeschalteter Kopplung kann die Folgeachse nicht referiert werden.

Restweglöschen

Restweglöschen einer Leitachse bewirkt ein Stillsetzen aller Achsen der zugehörigen aktivierten Leitwertkopplung.

Grundstellung nach Power On

Nach Hochlauf sind keine Leitwertkopplungen aktiv. (Möglichkeiten durch Asup).

Verhalten bei NC-Start/RESET

Folgendes Verhalten ergibt sich abhängig von der Einstellung im Maschinendatum:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Bit 13) (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Reset/TP-Ende)

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK (Bit 13) (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)

- MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK=2001H

&&

MD20112 \$MC_START_MODE_MASK=0H

→ Leitwertkopplung bleibt über RESET und über START erhalten

- MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK=2001H
&&
MD20112 \$MC_START_MODE_MASK=2000H
→ Leitwertkopplung bleibt über RESET erhalten und wird bei START aufgelöst. Per IDS=... eingeschaltete Leitwertkopplung bleibt jedoch erhalten.
- MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK=1H
→ Leitwertkopplung wird bei RESET aufgelöst und zwar unabhängig vom Maschinendatum:
MD20112 \$MC_START_MODE_MASK
Per IDS=... eingeschaltete Leitwertkopplung wird nur bei Bedientafelfront-Reset ausgeschaltet und bleibt bei Programmende/Reset (M30, M02) erhalten.
- MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK=0H
→ Leitwertkopplung bleibt über RESET erhalten und wird bei START aufgelöst, und zwar unabhängig vom Maschinendatum:
MD20112 \$MC_START_MODE_MASK
Per IDS=... eingeschaltete Leitwertkopplung bleibt jedoch erhalten.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Koordinatensysteme, Achstypen, Achskonfigurationen, ... (K2)

Ein-, Ausschalten

Leitwertkopplungen, die durch eine statische Synchronaktion (IDS=...) eingeschaltet worden sind, werden:

- bei Programmstart nicht ausgeschaltet, unabhängig vom Wert der Maschinendaten:
MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Reset/TP-Ende)
und
MD20112 \$MC_START_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)
- bei Programmende-Reset (M30, M02) nicht ausgeschaltet, unabhängig vom Wert des Maschinendatums:
MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK

2.3.4 Wirksamkeit der PLC-Nahtstellensignale

Leitachse

Bei einer aktivierten Leitwertkopplung wirken die NST der Leitachse durch die Achskopplung auf die zugehörige Folgeachse. D. h.:

- eine Vorschubbeeinflussung der Leitachse bewirkt über die Leitwertkopplung eine entsprechende Vorschubbeeinflussung der Folgeachse.
- ein Stillsetzen der Leitachse durch NST (z. B. achsspezifischer Vorschub Halt, Achsensperre, Reglerfreigabe usw.) bewirkt ein Stillsetzen der zugehörigen Folgeachse.

Lagemesssystem 1/2 (DB31, ... DBX1.5/1.6)

Für einen aktivierten Achsverband ist eine Umschaltung des Lagemesssystems für Leit- und Folgeachsen nicht verriegelt. Die Kopplung bleibt dabei erhalten.

Empfehlung: Die Umschaltung bei ausgeschalteter Kopplung vornehmen.

2.3.5 Besonderheiten der Funktion Achs-Leitwertkopplung

Regeldynamik

Für einen Achsverband ist es je nach Anwendung sinnvoll die Lageregler-Parameter von Leit- und Folgeachse (z. B. KV-Faktor) aufeinander abzugleichen. Gegebenenfalls sind für die Folgeachse andere Parametersätze zu aktivieren. Die Folgeachse sollte die gleiche oder bessere Dynamik als die Leitachse haben.

Status der Kopplung

siehe Kapitel "Mitschleppen", "Besonderheiten der Funktion"

Istwertanzeige

Die Anzeige der Istposition wird für alle Achsen eines leitwertgekoppelten Achsverbandes (nur reale Achsen) aktualisiert.

Interpolation

Bei der Interpolation der in der Kurventabelle definierten Bewegung wird zu einem Leitwert und dessen Geschwindigkeit eine Achsposition und Achsgeschwindigkeit berechnet.

Archivierung

Die durch die Definition von Bewegungsabläufen erzeugten Kurventabellen werden im gepufferten Speicher abgelegt.

Kurventabellen bleiben nach dem Ausschalten der Steuerung erhalten.

Diese Funktionen spielen zum einen bei zyklischen Maschinen keine Rolle, weil sie ohne Bedienereingriffe betrieben werden; zum anderen macht es bei externen Leitwerten keinen Sinn, automatische (Re-)Positionierungen durch die NC vorzunehmen.

2.4 Elektronisches Getriebe (EG)

Funktion

Mit Hilfe der Funktion "Elektronisches Getriebe" kann die Bewegung einer **Folgeachse FA** abhängig von bis zu fünf **Leitachsen LA** interpoliert werden. Die Zusammenhänge zwischen den Leitachsen und der Folgeachse sind je Leitachse durch einen Koppelfaktor definiert. Die damit berechneten Folgeachs-Bewegungsanteile aus den einzelnen Leitachsen-Bewegungsanteilen wirken additiv.

$$FA_{\text{Soll}} = \text{SynPosFA} + (LA_1 \cdot \text{SynPosLA}_1) \cdot KF_1 + \dots + (LA_5 \cdot \text{SynPosLA}_5) \cdot KF_5$$

mit:

SynPosFA, SynPosLA_i: aus Aufruf EGONSYN (s. unten)

FA_{Soll}: Teilsollwert der Folgeachse

LA_i: Sollwert oder Istwert der i-ten Leitachse (abhängig vom Kopplungstyp (s. u.))

KF_i: Koppelfaktor der i-ten Leitachse (s. u.)

Alle Wege beziehen sich auf das Basiskoordinatensystem **BKS**.

Bei der Aktivierung eines EG-Achsverbundes kann die Synchronisation von Leitachsen und Folgeachse auf eine definierte Ausgangsposition veranlasst werden.

Ein Getriebeverband kann aus dem Teileprogramm:

- definiert,
- eingeschaltet,
- ausgeschaltet,
- gelöscht werden.

Erweiterungen

Der Einfluss jeder der bis zu 5 Leitachsen kann alternativ zu einem Übersetzungsverhältnis (KF=Zähler/Nenner) durch eine **Kurventabelle** angegeben werden.

Für jede Kurve (ungleich Sonderfall Gerade) ist damit die Möglichkeit vorhanden, in **nicht linearer** Weise auf die Folgeachse von der Leitachse einzuwirken. Die Funktion kann nur mit EGONSYN benutzt werden.

Die Funktion EG ist mit Kurventabellen mit EGON aktivierbar.

Die Funktion EGONSYNE zum Anfahren der Synchronposition der Folgeachse unter Vorgabe von Anfahrmodus ist verfügbar.

Für besondere Anwendungen kann es sinnvoll sein, den Lageregler als **PI-Regler** zu projektieren.



Vorsicht

Für die Nutzung dieser Funktion sind regeltechnische Fachkenntnisse und Messungen mit Servo Trace unumgänglich.

Literatur:

/IAD/. Inbetriebnahmeanleitung, /FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen;
Geschwindigkeiten, Soll-/ Istwertsysteme, Regelung (G2)

Kopplungstyp

Die Folgeachsbewegung kann wahlweise abgeleitet werden von den:

- Sollwerten der Leitachsen
- Istwerten der Leitachsen

Die Festlegung erfolgt mit dem Definitionsaufzuruf für den EG-Achsverband:

EGDEF

(siehe Kap. "Definition eines EG-Achsverbandes")

Koppelfaktor

Der Koppelfaktor wird je Leitachse des Koppelverbandes benötigt. Er ist definiert durch Zähler/Nenner.

Die Koppelfaktorwerte Zähler und Nenner werden je Leitachse in folgenden Aktivierungsaufzurufen angegeben:

EGON

EGONSYN

EGONSYNE

(siehe Kap. "Einschalten eines EG-Achsverbandes")

Anzahl der EG-Achsverbände

Zu einem Zeitpunkt können mehrere EG-Achsverbände definiert werden. Die maximale Anzahl der EG-Achsverbände wird durch das folgende Maschinendatum festgelegt:

MD11660 \$MN_NUM_EG

Es sind maximal 31 EG-Achsverbände zulässig.

Hinweis

Die Option muss freigeschaltet sein.

EG-Kaskadierung

Die Folgeachse eines EGs kann Leitachse eines anderen EGs sein. Ein ausführlicheres Beispiel hierzu finden Sie im Kapitel "Beispiele".

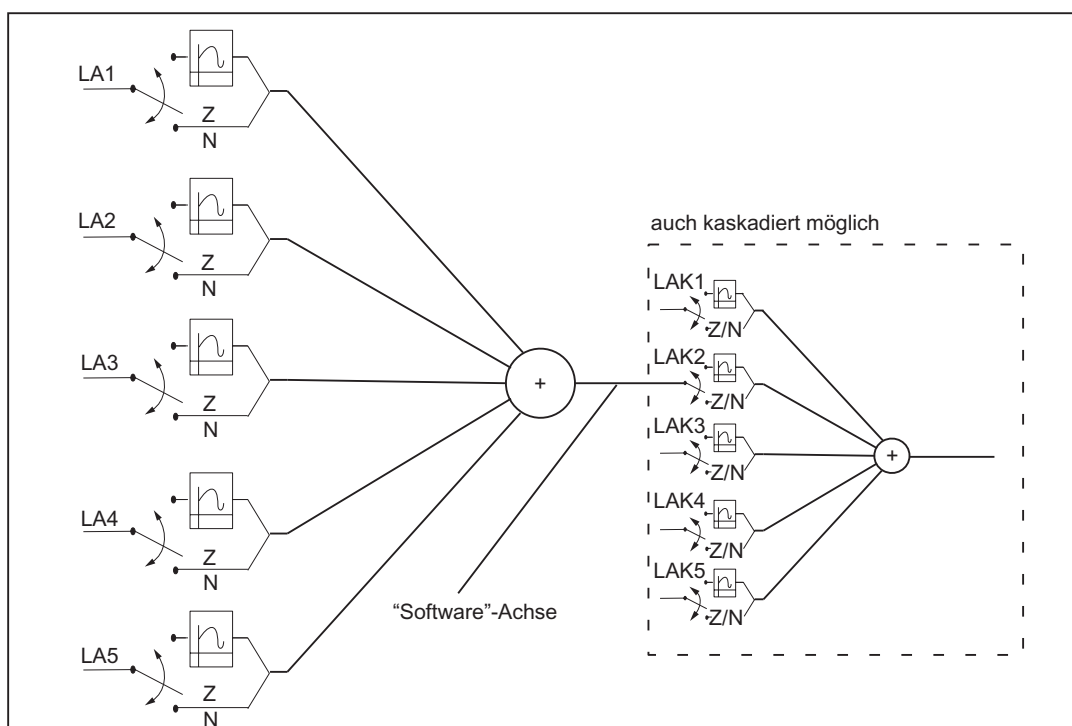


Bild 2-7 Blockschaltbild eines Elektronischen Getriebes

Synchronpositionen

Für den Anlauf des EG-Achsverbandes kann für die Folgeachse zunächst das Anfahren definierter Positionen angefordert werden.

Die Synchronpositionen werden festgelegt mit:

EGONSYN (Details siehe unten)

EGONSYNE (Erweiterter Aufruf EGONSYN)

Synchronisierung

Wenn ein Getriebe mit EGON() oder EGONSYN() bzw. EGONSYNE() s. u. eingeschaltet wird, dann ist nur in dem Fall, dass der Teileprogrammentwickler dafür sorgt, zu diesem Zeitpunkt die Ist-Position der Folgeachse genau identisch ihrer durch das Bewegungsgesetz des Getriebes aus den Positionen der Leitachsen vorgegebenen Sollposition. Die Steuerung sorgt dann durch die Bewegung der Folgeachse dafür, dass bei weiterer Bewegung der Leitachsen schnellstmöglich eine Übereinstimmung von Soll- und Ist-Position der Folgeachse erreicht wird. Dieser Vorgang wird Synchronisation genannt. Nach dem Synchronisieren der Folgeachse spricht man von einem **synchronen** Getriebe.

Einschaltvarianten

Ein elektronisches Getriebe kann auf zwei Arten aktiviert werden:

1. Aus den Achspositionen heraus, die im bisherigen Bearbeitungsverlauf erreicht wurden, wird der Befehl zur Aktivierung des EG Achsverbandes ohne Angabe von Synchronisierungspositionen für die einzelnen Achsen gegeben.

EGON (siehe Kap. "Einschalten eines EG-Achsverbandes")

2. Mit dem Befehl zur Aktivierung des EG Achsverbandes werden je Achse Synchronpositionen vorgegeben. Ab dem Zeitpunkt, an dem diese Positionen erreicht sind, soll das EG synchron sein.

EGONSYN (siehe Kap. "Einschalten eines EG-Achsverbandes")

3. Mit dem Befehl zur Aktivierung des EG Achsverbandes werden je Achse Synchronpositionen und der Anfahrmodus vorgegeben. Ab dem Zeitpunkt, an dem diese Positionen erreicht sind, soll das EG synchron sein.

EGONSYNE (siehe Kap. "Einschalten eines EG-Achsverbandes")

Synchronisation bei EGON

Bei EGON() werden keine Vorgaben für die Positionen gemacht, an denen die Folgeachse synchron sein soll. Die Steuerung schaltet das EG ein und meldet "Synchronposition erreicht".

Synchronisation bei EGONSYN

1. Bei EGONSYN() werden die Positionen der Leitachsen und die Synchronisationsposition der Folgeachse durch den Befehl vorgegeben.
 - Die Steuerung fährt dann die Folgeachse mit der gerade ausreichenden Beschleunigung und Geschwindigkeit an die vorgegebene Synchronisationsposition, so dass die Folgeachse mit den Leitachsen an ihrer Synchronisationsposition ist.
 - Wenn die Folgeachse **steht**: Ist für die Folgeachse das NST "Vorschub Halt/Spindel Halt" DB31, ... DBX4.3 gesetzt, dann wird die Folgeachse auch **nicht** mit EGON oder EGONSYN in Bewegung gesetzt. Es wird ein Fahrbefehl für die Folgeachse abgesetzt und der Satzwechsel ist so lange blockiert, bis der achsspezifische Vorschub freigegeben wird. EGOSYN wird durch RESET abgebrochen und in EGON umgewandelt. Die programmierten Synchronpositionen gehen damit verloren.
 - Wenn die Folgeachse **nicht steht**: Das NST "Vorschub Halt/Spindel Halt" DB31, ... DBX4.3 hat keinen unmittelbaren Einfluss auf das Elektronische Getriebe. Es wirkt wie bisher indirekt auf die Leitachsen, soweit diese sich im gleichen Kanal befinden. .
 - Für die **kanalspezifische** Vorschubfreigabe und für den Override wird nichts implementiert. Der Override hat weiterhin keinen unmittelbaren Einfluss auf das Elektronische Getriebe. Es wird die **achsspezifische** Vorschubfreigabe abhängig von der aktuellen Override-Stellung gesetzt.

Synchronisation bei EGONSYNE

Bei EGONSYNE() werden die Positionen der Leitachsen und die Synchronisationsposition der Folgeachse durch den Befehl vorgegeben.

Die Steuerung fährt die Folgeachse abhängig vom programmierten Anfahrmodus auf die Synchronposition.

Abbruch der Synchronisation bei EGONSYN und EGONSYNE

1. Unter folgenden Bedingungen wird der EGONSYN/EGONSYNE-Befehl abgebrochen und in einen EGON-Befehl gewandelt:
 - RESET
 - Achse geht ins Nachführen

Die definierten Synchronisationspositionen werden nicht mehr beachtet. Die Synchronlaufüberwachung berücksichtigt die Synchronisationspositionen weiterhin.

Der Abbruch der Positionssynchronisation verursacht den Alarm 16774.

Der Alarm selbst kann mit folgendem Maschinendatum unterdrückt werden:

MD11410 \$MN_SUPPRESS_ALARM_MASK Bit31 = 1

Synchronlauf-Überwachung

In jedem Interpolationstakt wird die Synchronität des Getriebes anhand der Istwerte der Folgeachse und der Leitachsen überwacht. Dazu wird das Bewegungsgesetz der Kopplung mit den Istwerten nachgerechnet. Die **Synchronlaufdifferenz** ist die Differenz des Istwerts der Folgeachse zu dem Wert, der sich nach dem Bewegungsgesetz der Kopplung aus den Istwerten der Leitachsen ergäbe. Die Synchronlaufdifferenz kann vom Teileprogramm aus abgefragt werden. Siehe unten.

Änderungen der Synchronlaufdifferenz

Aufgrund von Massenträgheit der Achssysteme beim Beschleunigen kann es dynamisch zu Schwankungen in der Synchronlaufdifferenz kommen. Die Synchronlaufdifferenz wird ständig überprüft und führt über Toleranzwerte in Maschinendaten zu Nahtstellensignalen.

Die Synchronlaufdifferenz wird verglichen mit folgenden Maschinendaten:

MD37200 \$MA_COUPLE_POS_TOL_COARSE

und

MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_FINE

Abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs werden folgende Signale gesetzt:

NST "Synchronlauf fein" DB31, ... DBX98.0

und

NST "Synchronlauf grob" DB31, ... DBX98.1

Differenz > .. TOL_COARSE

Solange die Synchronlaufdifferenz größer als das folgende Maschinendatum ist, ist das Getriebe nicht synchron und in der Nahtstelle steht weder das NST "Synchronlauf grob" DB31, ... DBX98.1 noch das NST "Synchronlauf fein" DB31, ... DBX98.0 an:

MD37200 \$MN_COUPLE_POS_TOL_COARSE

Stattdessen wird das folgende Nahtstellensignal angezeigt:

NST "Synchronisation läuft" DB31, ... DBX99.4

Differenz < .. TOL_COARSE

Wenn die Synchronlaufdifferenz kleiner als das folgende Maschinendatum dann steht in der Nahtstelle das NST "Synchronlauf Grob" "DB31, ... DBX98.1 an und das NST "Synchronisation läuft" DB31, ... DBX99.4 wird gelöscht:

MD37200 \$MN_COUPLE_POS_TOL_COARSE

Differenz > .. TOL_FINE

Wenn die Synchronlaufdifferenz kleiner als das folgende Maschinendatum ist, dann steht in der Nahtstelle das NST "Synchronlauf fein" DB31, ... DBX98.0 an:

MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_FINE

Synchronlaufdifferenz bei EG-Kaskaden

Synchronlaufdifferenz bei EG-Kaskaden ist die Abweichung der Folgeachs-Istposition von der aus dem Bewegungsgesetz resultierenden Sollposition in Abhängigkeit von den beteiligten realen Achsen.

Beispiel:

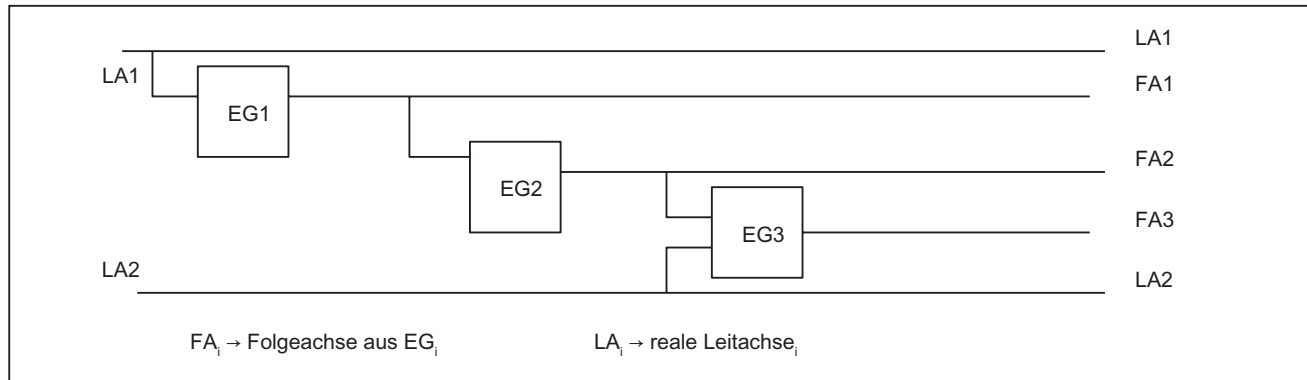


Bild 2-8 Dreistufige EG-Kaskade

Die Synchronlaufdifferenz von Folgeachse FA3 des vorstehenden Beispiels wird nach der vorn gegebenen Definition bestimmt durch den Folgeachsenistwert $FA3_{Ist}$ und die Leitachsenistwerte $FA2_{Ist}$ und $LA2_{Ist}$, nicht jedoch durch $LA1_{Ist}$ und $FA1_{Ist}$.

Wenn FA2 keine reale Achse ist, dann steht der Istwert $FA2_{Ist}$ nicht zur Verfügung. In diesem Fall muss anstatt des Istwertes der **Sollwert** der Achse, der in diesem Fall allein aus dem Leitachsenistwert $FA1_{Ist}$ abgeleitet werden kann, benutzt werden.

Weitere Signale

Beim Eintreten eines EGON(), EGONSYN() oder EGONSYNE() Satzes in den Hauptlauf wird das Signal "Kopplung Aktiv" für die Folgeachse gesetzt. Wird die Folgeachse nur überlagert, so werden die Signale "Kopplung Aktiv" und "Achse wird überlagert" gesetzt. Ist ein EGON(), EGONSYN() oder ein EGONSYNE() aktiv und die Folgeachse wird zusätzlich überlagert, so werden ebenfalls die Signale "Kopplung Aktiv" und "Achse wird überlagert" gesetzt.

NST "Folgespindel aktiv" DB31, ... DBX 99.1: Kopplung Aktiv,

NST "überlagerte Bewegung" DB31, ... DBX98.4: Achse wird überlagert,

NST "Freigabe Folgeachsüberlagerung" DB31, ... DBX26.4

Bei den Befehlen EGONSYN(), EGONSYNE() muss das Signal "Freigabe Folgeachsenüberlagerung" vorliegen, damit das Getriebe sich gemäß der vorgegebenen Folgeachsensynchronisationsposition synchronisieren darf. Liegt es nicht vor, so kommt es zum Alarm 16771 "Überlagerte Bewegung nicht freigegeben". Liegt das Signal an, so fährt die Folgeachse nach ihrer berechneten Beschleunigung und Geschwindigkeit ggf. entsprechend Anfahrmodus die Synchronposition an.

Weitere Überwachungssignale

Mit dem Maschinendatum MD37550 \$MA_EG_VEL_WARNING kann ein %-Satz der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen in den Maschinendaten MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO und MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL bezogen auf die Folgeachse angegeben werden, bei dem die folgenden Nahtstellensignale erzeugt werden:

NST "Geschwindigkeits-Warnschwelle" DB31, ... DBX98.5

NST "Beschleunigungs-Warnschwelle" DB31, ... DBX98.6

Die Überwachungssignale können als Auslösekriterien für Notrückzug verwendet werden. Siehe Kap. "Mögliche Auslösequellen".

Im Maschinendatum MD37560 \$MA_EG_ACC_TOL kann ein %-Satz bezogen auf das Maschinendatum MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL der Folgeachse definiert werden, bei dessen Überschreitung das Signal NST "Achse beschleunigt" DB31, ... DBX99.3 erzeugt wird.

Synchronlaufdifferenz abfragen

1. Das Rechenergebnis der Synchronlaufdifferenz kann mit der Systemvariablen \$VA_EG_SYNCDIFF als Betrag im Teileprogramm gelesen werden. Der entsprechende Wert mit Vorzeichen steht in der Systemvariablen \$VA_EG_SYNCDIFF_S zur Verfügung. Es bedeutet:

- Negativer Wert (bei Leitachse und Folgeachse in positiver Bewegungsrichtung): Die Folgeachse bleibt hinter ihrer errechneten Sollposition zurück.
- Positiver Wert (bei Leitachse und Folgeachse in positiver Bewegungsrichtung): Die Folgeachse ist vor ihrer errechneten Sollposition (Überschwinger).

Der Betrag aus der Synchronlaufdifferenz mit Vorzeichen entspricht der Systemvariablen ohne Vorzeichen aus \$VA_EG_SYNCDIFF.

$\$VA\_EG\_SYNCDIFF[ax] = ABS(\$VA\_EG\_SYNCDIFF\_S[ax])$

Satzwechselmodus

1. Beim Einschalten eines EG-Koppelverbandes kann angegeben werden, unter welchen Bedingungen der Satzwechsel in der Abarbeitung des Teileprogramms ausgelöst werden soll:
2. Die Angaben erfolgen durch Stringparameter mit folgenden Bedeutungen:
3. "NOC": Satzwechsel sofort
4. "FINE": Satzwechsel, wenn "Synchronlauf fein" vorliegt
5. "COARSE": Satzwechsel, wenn "Synchronlauf grob" vorliegt
6. "IPOSTOP": Satzwechsel, wenn "sollwertseitiger Synchronlauf" vorliegt

Hinweis

Bei der Programmierung in den Aktivierungsaufrufen EGON, EGONSYN, EGONSYNE können die angegebenen Strings auf die jeweils ersten beiden Zeichen verkürzt angegeben werden.

War für den EG-Achsverband noch kein Satzwechselmodus definiert und ist auch aktuell keiner angegeben, so gilt "FINE".

2.4.1 Leistungsübersicht des EG (Zusammenfassung)

EG

Ein EG hat:

- max. 5 Leitachsen
- 1 Folgeachse
- max. 5 zugeordnete Kurventabellen oder
- max. 5 zugeordnete Koppelfaktoren (Z/N) oder
- Kombination aus Kurventabellen und Koppelfaktoren für max. 5 Leitachsen

Folgeachse

Eine Folgeachse kann:

- das EG eindeutig identifizieren
- Leitachse eines anderen EG sein (Kaskadierung)
- nicht gleichzeitig Leitachse des gleichen EG sein (keine Rückkopplung)
- nicht Kommandoachse sein

Leitachse

Eine Leitachse kann:

- ein mal im selben EG benutzt werden
- in mehreren EGs als Leitachse benutzt werden
- PLC-Achse sein
- Kommandoachse sein

Leit- und Folgeachse

Als Leit- und Folgeachse sind erlaubt:

reale	simulierte
Linearachse	
Rundachse	
modulo korrigierte Rundachse	

Koppeltyp

Das EG kann sich je Leitachse beziehen auf:

- den Istwert oder
- den Sollwert

Bezugssystem

Die Berechnungen erfolgen im Basiskoordinatensystem BKS.

Synchronaktionen

Synchronaktionen (s. **Literatur:** /FBSY/) werden nicht unterstützt.

Satzsuchlauf

Bei Satzsuchlauf werden EG-Befehle ignoriert.

Betriebsartenwechsel

Bei Betriebsartenwechsel bleibt:

- der EG-Zustand erhalten
- die EG-Konfiguration erhalten

RESET

Bei RESET bleibt:

- der EG-Zustand erhalten
- die EG-Konfiguration erhalten

Teileprogrammende

Bei Teileprogrammende bleibt:

- der EG-Zustand erhalten
- die EG-Konfiguration erhalten

Warmstart und Kaltstart

Bei Warmstart über HMI Bedienung und Kaltstart (Power Off/ Power On) bleibt:

- der EG Zustand **nicht** erhalten
- die EG Konfiguration **nicht** erhalten

Verletzte Synchronlaufbedingung

Bei verletzter Synchronlaufbedingung werden alle Achsen gestoppt. Dabei werden ihre Positionen bis zum Haltepunkt durch die Steuerung kontrolliert. In dieser Situation kann Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen (ESR) aktiv werden, siehe Kap. "Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen (ESR)".

Einschaltbedingungen des EG

Das EG kann eingeschaltet werden:

- an den aktuellen Achspositionen (EGON) oder
- an vorzugebenden Synchronpositionen (EGONSYN)
- an vorzugebenden Synchronpositionen mit Angabe eines Anfahrmodus (EGONSYNE)

Satzwechselverhalten

In den EG-Aktivierungsbefehlen (EGON, EGONSYN, EGONSYNE) kann angegeben werden, bei welcher Bedingung (bezüglich des Synchronlaufes) der nächste Satz des Teileprogramms abgearbeitet werden soll. Möglichkeiten:

- NOC: keine Bedingung
- FINE: Summe der Differenz der Soll- von den Istpositionen aller Achsen geringer als das Maschinendatum:
MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_FINE
- COARSE: Summe der Differenz der Soll- von den Istpositionen aller Achsen geringer als das Maschinendatum:
MD37200 \$MA_COUPLE_POS_TOL_COARSE
- IPOSTOP: Beim Erreichen aller vorgegebenen Endpositionen der Achsen

2.4.2 Definition eines EG-Achsverbandes

Hinweis

Die folgenden Definitionsbefehle und Schaltanweisungsbefehle des Elektronischen Getriebes müssen in einem Teileprogramm **allein in einem Satz stehen**.

Alle Befehle des Elektronischen Getriebes lösen **Vorlaufstop** aus, mit Ausnahme der Aktivierungsbefehle:

- EGON
 - EGONSYN
 - EGONSYNE
-

Definition und Aktivierung

Die nachfolgend beschriebene Definition und die Aktivierung sind eigenständige Vorgänge. Eine Aktivierung ohne vorherige Definition ist nicht möglich.

Definition eines EG-Achsverbandes

Ein EG-Achsverband wird durch die Angabe der Folgeachse und mindestens einer, höchstens fünf Leitachsen mit dem jeweiligen Kopplungstyp festgelegt:

EGDEF(Folgeachse, Leitachse1, Kopplungstyp1, Leitachse2, Kopplungstyp2,...)

Der Kopplungstyp muss nicht für alle Leitachsen gleich sein und ist daher für jede Leitachse einzeln anzugeben.

Kopplungstyp:

Istwert der Leitachse auswerten: 0

Sollwert der Leitachse auswerten: 1

Die Koppelfaktoren werden bei der Definition des EG-Kopplungsverbandes mit Null vorbesetzt. Damit tritt bis zur Aktivierung noch keine Einwirkung auf die Folgeachse auf. (Siehe EGON, EGONSYN, EGONSYNE).

Voraussetzung für eine EG-Achsverbands-Definition:

Für die Folgeachse darf noch keine Achskopplung definiert sein. (Ggf. muss eine bestehende vorher mit EGDEL gelöscht werden.)

EGDEF löst Vorlaufstop mit Fehlermeldung aus.

Ein Beispiel zur Anwendung des EG-Getriebes beim Wälzfräsen finden Sie im Kapitel "Beispiele", "Elektronische Getriebe für Wälzfräsen".

EGDEF

Die Getriebedefinition mit EGDEF ist auch dann unverändert zu verwenden, wenn eine oder mehrere Leitachsen über Kurventabelle auf die Folgeachse einwirken.

Die um nichtlineare Kopplung mittels Kurventabellen erweiterte Variante finden Sie in einem erweiterten Beispiel im Kapitel "Erweitertes Beispiel mit nicht linearen Anteilen".

2.4.3 Einschalten eines EG-Achsverbandes

Ohne Synchronisation

Der EG-Koppolverband wird **ohne Synchronisationselektiv** eingeschaltet mit:

EGON(FA, Satzwechselmodus, LA1, Z1, N1, LA2, Z2, N2,..LA5, Z5, N5.)

Die Kopplung wird sofort aktiviert.

Mit:

FA: Folgeachse

Je nach Satzwechselmodus wird der nächste Satz weitergeschaltet:

"NOC": Satzwechsel erfolgt sofort

"FINE": Satzwechsel erfolgt bei "Synchronlauf fein"

"COARSE": Satzwechsel erfolgt bei "Synchronlauf grob"

"IPOSTOP": Satzwechsel erfolgt bei sollwertseitigem Synchronlauf

LA_i: Achsbezeichner der Leitachse i

Z_i: Zähler für den Koppelfaktor der Leitachse i

N_i: Nenner für den Koppelfaktor der Leitachse i

Es dürfen nur die Leitachsen programmiert werden, die zuvor mit EGDEF spezifiziert worden sind. Es muss mindestens eine Leitachse programmiert werden.

Die Positionen der Leitachsen sowie der Folgeachse zum Zeitpunkt des Einschaltens werden gespeichert als "Synchronpositionen". Die "Synchronpositionen" können mit den Systemvariablen \$AA_EG_SYN gelesen werden.

Mit Synchronisation

Der EG-Koppolverband wird **mit Synchronisation selektiv** eingeschaltet mit:

1. EGONSYN

EGONSYN(FA, Satzwechselmodus, SynPosFA, LA_i, SynPosLA_i, Z_{LA_i}, N_{LA_i})

Mit:

FA: Folgeachse

Satzwechselmodus:

"NOC": Satzwechsel erfolgt sofort

"FINE": Satzwechsel erfolgt bei "Synchronlauf fein"

"COARSE": Satzwechsel erfolgt bei "Synchronlauf grob"

"IPOSTOP": Satzwechsel erfolgt bei sollwertseitigem Synchronlauf

SynPosFA: Synchronposition der Folgeachse

LA_i: Achsbezeichner der Leitachse i

SynPosLA_i: Synchronposition der Leitachse i

Zi: Zähler für den Koppelfaktor der Leitachse i

Ni: Nenner für den Koppelfaktor der Leitachse i

Hinweis

Die mit i indizierten Parameter müssen mindestens für eine Leitachse und dürfen höchstens für fünf Leitachsen angegeben werden.

Es dürfen nur Leitachsen programmiert werden, die zuvor mit EGDEF spezifiziert worden sind.

Durch die programmierten "Synchronpositionen" für die Folgeachse (SynPosFA) und für die Leitachsen (SynPosLA) werden Positionen definiert, in denen der Koppelverband als *synchron* gilt. Sofern sich das elektronische Getriebe beim Einschalten nicht in synchronem Zustand befindet, fährt die **Folgeachse** auf ihre definierte Synchronposition.

Die Positionsangabe der Synchronpositionen erfolgt unabhängig von der programmierbaren Maßangabe (G70/G71) im eingestellten Grundsystem.

Wenn Moduloachsen im Koppelverband sind, werden ihre Positionswerte im modulo reduziert. Damit wird erreicht, dass die schnellstmögliche Synchronposition angefahren wird. (Sog. *relative Synchronisation*, z. B. die nächste Zahnücke nach "Einmitten".)

Wenn für die Folgeachse nicht das folgende Nahtstellensignal gegeben ist, wird nicht auf die Synchronposition gefahren:

DB31, ... DBX26.4 (Freigabe Folgeachsüberlagerung)

Stattdessen wird das Programm beim EGONSYN-Satz angehalten und es wird der selbstlöschende Alarm 16771 so lange gemeldet, bis das o. g. Signal gesetzt wird.

2. EGONSYNE

EGONSYNE(FA, Satzwechselmodus, SynPosFA, Anfahrmodus, LA_i, SynPosLA_i, Z_LA_i, N_LA_i)

mit:

"FA": Folgeachse

Satzwechselmodus:

"NOC": Satzwechsel erfolgt sofort

"FINE": Satzwechsel erfolgt bei "Synchronlauf fein"

"COARSE": Satzwechsel erfolgt bei "Synchronlauf grob"

"IPOSTOP": Satzwechsel erfolgt bei sollwertseitigem Synchronlauf

SynPosFA: Synchronposition der Folgeachse

Anfahrmodus:

"NTGT": NextToothGapTime optimized, nächste Zahnücke wird zeitoptimiert angefahren (Vorbesetzungswert wirkt, wenn nichts angegeben ist.)

"NTGP": NextToothGapPath optimized, nächste Zahnücke wird wegoptimiert angefahren

"ACN": AbsolutCoordinateNegativ, Absolutmaßangabe, Rundachse verfährt in negativer Achsdrehrichtung

"ACP": AbsolutCoordinatePositiv, Absolutmaßangabe, Rundachse verfährt in positiver Achsdrehrichtung

"DCT": DirectCoordinateTime optimized, Absolutmaßangabe, Rundachse verfährt zeitoptimiert zur programmierten Synchronposition

"DCP": DirectCoordinatePath optimized, Absolutmaßangabe, Rundachse verfährt wegoptimiert zur programmierten Synchronposition

LA_i: Achsbezeichner der Leitachse i

SynPosLA_i: Synchronposition der Leitachse i

Z_i: Zähler für den Koppelfaktor der Leitachse i

N_i: Nenner für den Koppelfaktor der Leitachse i

Hinweis

Die mit i indizierten Parameter müssen mindestens für eine Leitachse und dürfen höchstens für fünf Leitachsen angegeben werden.

Die Funktion wirkt nur auf Modulo-Folgeachsen, die an Modulo-Leitachsen gekoppelt sind.

Zahnabstand

Der Zahnabstand ergibt sich aus $360 \text{ Grad} \cdot Z_i / N_i$

Beispiel:

EGONSYNE(A, "FINE", FASysPos, "Verfahrmodus", B, 0, 2, 10)

Zahnabstand: $360 \cdot 2 / 10 = 72 \text{ (Grad)}$

Anfahrverhalten bei stehender FA

In diesem Fall sind die Verfahrmodi zeitoptimiert und wegoptimiert identisch.

Die folgende Tabelle zeigt die Zielpositionen und gefahrenen Wege mit Richtungskennzeichnung (in Klammern) abhängig vom Anfahrmodus:

Programmierte Synchronposition FaSysPos	Position der Folgeachse vor EGONSYNE	Verfahrmodus NTGT/NTGP	Verfahrmodus DCT/DCP	Verfahrmodus ACP	Verfahrmodus ACN
110	150	182 (+32)	110 (-40)	110 (+320)	110 (-40)
110	350	326 (-24)	110 (+120)	110 (+120)	110 (-240)
130	0	346 (-14)	130 (+130)	130 (+130)	130 (-230)
130	30	58 (+28)	130 (+100)	130 (+100)	130 (-260)
130	190	202 (+12)	130 (-60)	130 (+300)	130 (-60)
190	0	334 (-26)	190 (-170)	190 (+190)	190 (-170)
230	0	14 (+14)	230 (-130)	230 (+230)	230 (-130)

Anfahrverhalten bei fahrender FA

Die Folgeachse bewege sich bei Aktivierung der Kopplung durch EGONSYSNE annähernd mit ihrer maximalen Achsgeschwindigkeit in positiver Richtung. Die programmierte Synchronposition der Folgeachse sei 110, die aktuelle Position 150. Damit ergeben sich die zwei alternativen Synchronpositionen 110 und 182 (siehe obige Tabelle).

Mit dem Verfahrensmodus NTGP (wegoptimiert), wird unabhängig von der aktuellen Geschwindigkeit die Synchronposition 182 ausgewählt. Diese hat den kürzesten Abstand zur aktuellen Position der Folgeachse. Mit Verfahrensmodus NTGT (zeitoptimiert) wird die aktuelle Geschwindigkeit der Folgeachse berücksichtigt und aufgrund der Begrenzung durch die maximale Geschwindigkeit der Achse, ein Abbremsen realisiert, um in möglichst kürzester Zeit Synchronlauf zu erreichen (siehe Bild).

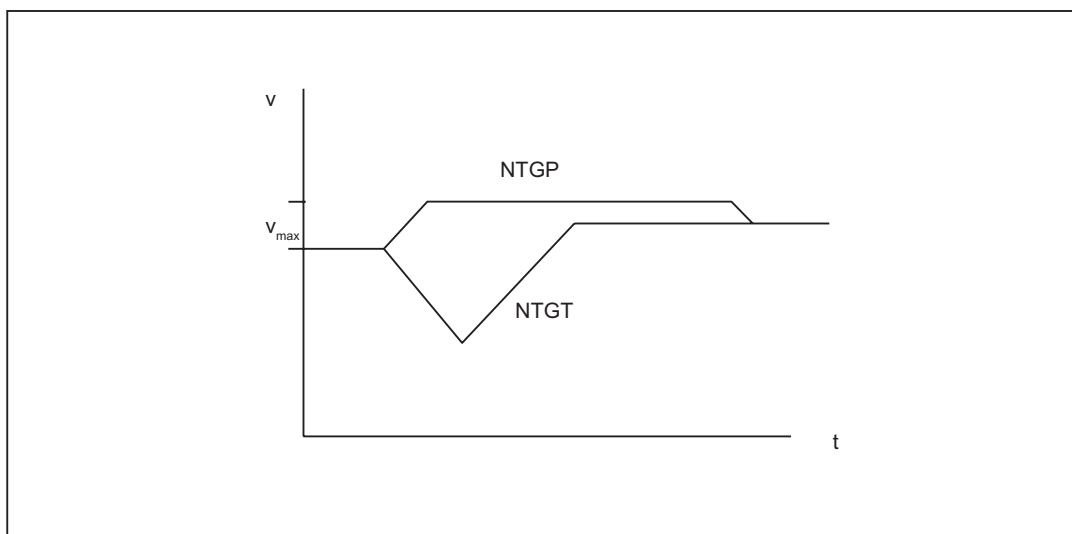


Bild 2-9 Erreichen der nächsten Zahnflanke FA wegoptimiert (oben) vs. zeitoptimiert (unten)

Beispielnotationen

EGONSYSNE(A, "FINE", 110, "NTGT", B, 0, 2, 10)

kopple A an B, Synchronposition A = 110, B = 0, Kopplungsfaktor 2/10, Anfahrmodus = NTGT

EGONSYSNE(A, "FINE", 110, "DCT", B, 0, 2, 10)

kopple A an B, Synchronposition A = 110, B = 0, Kopplungsfaktor 2/10, Anfahrmodus = DCT

EGONSYSNE(A, "FINE", 110, "NTGT", B, 0, 2, 10, Y, 15, 1, 3)

kopple A an B und Y, Synchronposition A = 110, B = 0, Y = 15,

Kopplungsfaktor zu B = 2/10, Kopplungsfaktor zu Y = 1/3,

Anfahrmodus = NTGT

Mit Synchronisation

Es gilt die oben angegebene Syntax mit folgenden Bedeutungsabweichungen. Wird für eine der Leitachsen eine **Kurventabelle** verwendet, so muss:

N_i: der Nenner des Koppelfaktors linearer Kopplungen auf 0 gesetzt werden. (Nenner 0 wäre für lineare Kopplungen unzulässig). Nenner Null ist für die Steuerung das Kennzeichen, dass

Z_i: als Nummer der zu verwendenden Kurventabelle interpretiert werden soll. Die Kurventabelle mit der angegebenen Nummer muss zum Einschaltzeitpunkt bereits definiert sein gemäß Kap. "Kurventabellen".

LA_i: Die Angabe der Leitachse entspricht der Leitachsangabe bei Kopplung über Koppelfaktor (lineare Kopplung).

2.4.4 Ausschalten eines EG-Achsverbandes

Variante 1

Für das Ausschalten eines aktiven EG-Achsverbandes gibt es verschiedene Möglichkeiten.

EGOFS(Folgeachse)

Das elektronische Getriebe wird ausgeschaltet. Die Folgeachse wird zum Stillstand abgebremst. Der Aufruf löst Vorlaufstop aus.

Variante 2

Die folgende Parametrierung des Befehls erlaubt **selektiv** den Einfluss einzelner Leitachsen auf die Bewegung der Folgeachse zu unterbinden.

EGOFS(Folgeachse, Leitachse 1, ... Leitachse 5)

Hinweis

Es muss wenigstens eine Leitachse angegeben werden.

Der Einfluss der angegebenen Leitachsen auf die Folgeachse wird gezielt ausgeschaltet. Der Aufruf löst Vorlaufstop aus.

Verbleiben noch aktive Leitachsen, so läuft die Folgeachse unter deren Einfluss weiter. Sind alle Leitachseneinflüsse auf diese Weise ausgeschaltet, so wird die Folgeachse zum Stillstand abgebremst.

Wird der Befehl EGONSYN selektiv ausgeschaltet, wird keine Achsbewegung ausgeführt.

Variante 3

EGOFC(Folgespindel)

Das elektronische Getriebe wird ausgeschaltet. Die Folgespindel läuft mit der zum Ausschaltzeitpunkt aktuellen Drehzahl/Geschwindigkeit weiter. Der Aufruf löst Vorlaufstop aus.

Hinweis

Aufruf nur für Folge-**Spindeln** verfügbar. Bei EGOFC muss ein Spindelbezeichner programmiert werden.

2.4.5 Löschen eines EG-Achsverbandes

Ein EG-Achsverband muss ausgeschaltet sein gemäß Kapitel "Ausschalten eines EG-Achsverbandes", bevor seine Definition gelöscht werden kann.

EGDEL(Folgeachse)

Die Kopplungsdefinition des Achsverbandes wird gelöscht. Es wird bis zum Erreichen der maximalen Anzahl von gleichzeitig aktivierten Achsverbänden wieder möglich, weitere Achsverbände mit EGDEF neu zu definieren.

Der Aufruf löst Vorlaufstop aus.

2.4.6 Zusammenwirken des Umdrehungsvorschubs (G95) mit dem Elektronischen Getriebe

Mit dem Teileprogrammbefehl FPR() kann auch die Folgeachse eines Elektronischen Getriebes als vorschubbestimmende Achse des Umdrehungsvorschubes angegeben werden. Für diesen Fall gilt folgendes Verhalten:

- Der Vorschub ist abhängig von der Sollgeschwindigkeit der Folgeachse des Elektronischen Getriebes.
- Die Sollgeschwindigkeit wird berechnet aus den Geschwindigkeiten der Leitspindeln und Modulo-Leitachsen (die nicht Bahnachsen sind) und deren zugeordneten Koppelfaktoren.
- Geschwindigkeitsanteile von anderen Leitachsen und überlagerte Bewegungen der Folgeachse werden nicht berücksichtigt.

Literatur:

/V1/, Vorschübe

2.4.7 Verhalten bei POWER ON, RESET, BA-Wechsel, Suchlauf

Nach Power On ist **keine** Kopplung aktiv.

Aktive Kopplungen bleiben über Reset und Betriebsartenwechsel erhalten.

Weitere Einzelheiten zu Sonderzuständen finden Sie unter "Leistungsübersicht des Elektronischen Getriebes".

Satzsuchlauf bei bestimmten Simulationen

Bestimmte aktive Achskopplungen können im Satzsuchlauf simuliert werden. Da dies nicht für alle möglichen Kopplungsarten zutrifft, besteht zusätzlich die Möglichkeit, suchunfähige Bereiche mit einem "Automatischen Unterbrechungszeiger" zu umgehen. Das elektronische Getriebe kann unter folgenden Bedingungen bei allen Satzsuchlauftypen simuliert werden:

- Es wird immer mit Sollwertkopplung simuliert.
- Alle kanalübergreifenden Leitachsen dürfen keiner Sperre unterliegen.
- Achsbewegungen von denen alle realen Positionen der NC bekannt sind.

Literatur:

/K1/, BAG, Kanal, Programmbetrieb, Reset-Verhalten

2.4.8 Systemvariablen für Elektronisches Getriebe

Anwendung

Mit Hilfe der folgenden Systemvariablen kann das Teileprogramm aktuelle Zustände eines EG-Achsverbandes ermitteln und ggf. darauf reagieren:

Tabelle 2-1 Systemvariablen, R bedeutet: Lesezugriff möglich

Name	Typ	Zugriff		Vorlaufstop		Bedeutung, Wert	Bed. Index
		Teile-prog.	Sync Akt.	Teile-prog.	Sync Akt.		
\$AA_EG_TYPE[a,b] (ab SW 5.2)	INT	R		R		Art der Kopplung: 0: Istwertkopplung 1: Sollwertkopplung	Achsbezeichner a: Folgeachse b: Leitachse
\$AA_EG_NUMERA[a,b] (ab SW 5.2) ----- (ab SW 6)	REAL	R		R		Zähler des Koppelfaktors KF KF = Zähler/Nenner Voreinstellung: 0 ----- Nummer der Kurventabelle, wenn \$AA_EG_DENOM[a,b] 0 ist.	Achsbezeichner a: Folgeachse b: Leitachse

Name	Typ	Zugriff		Vorlaufstop		Bedeutung, Wert	Bed. Index
		Teile- prog.	Sync Akt.	Teile- prog.	Sync Akt.		
\$AA_EG_DENOM[a,b] (ab SW 5.2) ----- (ab SW 6)	REAL	R		R		Nenner des Koppelfakt. KF KF = Zähler/Nenner Voreinstellung: 1 Nenner muss positiv sein. ----- Nenner ist 0, wenn statt Zähler \$AA_EG_NUMERA[a,b] die Nummer einer Kurventabelle angegeben ist.	Achsbezeichner a: Folgeachse b: Leitachse
\$AA_EG_SYN[a,b] (ab SW 5.2)	REAL	R		R		Synchronposition für die angegebene Leitachse Voreinstellung: 0	Achsbezeichner a: Folgeachse b: Leitachse
\$AA_EG_SYNFA[a] (ab SW 5.2)	REAL	R		R		Synchronposition für die angegebene Folgeachse Voreinstellung: 0	Achsbezeichner a: Folgeachse
\$P_EG_BC[a]	STRING	R		R		Satzwechselkriterium für EG-Aktivierungsaufrufe: EGON, EGONSYN: "NOC": sofort "FINE": Synchronlauf fein "COARSE": Synchronlauf grob "IPOSTOP": sollwertseitiger Synchronlauf	Achsbezeichner a: Folgeachse
\$AA_EG_NUM_LA[a]	INT	R		R		Anzahl der mit EGDEF definierten Leitachsen. 0, wenn keine Achse mit EGDEF als Folgeachse festgelegt wurde.	Achsbezeichner a: Folgeachse
\$AA_EG_AX[n,a]	AXIS	R		R		Achsbezeichner der Leitachse, deren Index n angegeben wurde.	Achsbezeichner n: Index der Leitachse im EG-Verband 0 ... 4 a: Folgeachse
\$AA_EG_ACTIVE[a,b] (ab SW 5.2)	BOOL	R		R		Einschaltzustand einer Leitachse feststellen: 0: ausgeschaltet 1: eingeschaltet	Achsbezeichner a: Folgeachse b: Leitachse
\$VA_EG_SYNCDIFF[a]	REAL	R	R	R		Istwert der Synchronlaufdifferenz. Der Vergleich mit den Maschinendaten MD37200 \$MA_COUPLE_POS_TOL_ COARSE und MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_ FINE liefert Nahtstellensignale.	Achsbezeichner a: Folgeachse

2.5 Generische Kopplung

2.5.1 Grundlagen

2.5.1.1 Koppelmodule

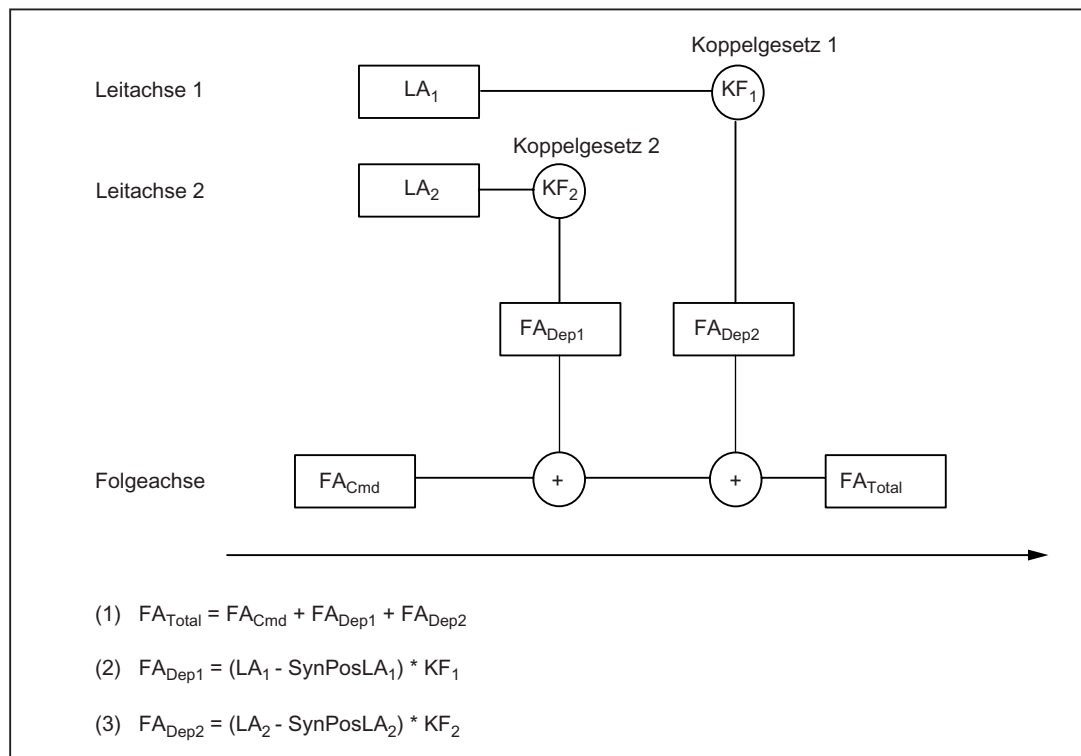
Koppelmodul

Mit Hilfe eines Koppelmoduls kann die Bewegung einer Achse ($\rightarrow$ Folgeachse) abhängig von anderen Achsen ($\rightarrow$ Leitachsen) interpoliert werden.

Koppelgesetz

Die Zusammenhänge zwischen den Leitachsen/-werten und der Folgeachse sind je Leitachse/-wert durch ein Koppelgesetz (Koppelfaktor oder Kurventabelle) definiert. Die einzelnen Bewegungsanteile aus den einzelnen Leitachsen/-werten wirken additiv.

Der Zusammenhang soll anhand des folgenden Beispiels (Folgeachse mit zwei Leitachsen) veranschaulicht werden:



FA_{Total}

Gesamtsollwert der Folgeachse

FA_{Cmd}

Im Teileprogramm gesetzter Sollwert

LA ₁	Soll- oder Istwert der 1-ten Leitachse/-wert
LA ₂	Soll- oder Istwert der 2-ten Leitachse/-wert
SynPosLA ₁	Synchronposition der 1-ten Leitachse/-wert
SynPosLA ₂	Synchronposition der 2-ten Leitachse/-wert
KF ₁	Koppelfaktor der 1-ten Leitachse/-wert
KF ₂	Koppelfaktor der 2-ten Leitachse/-wert

Die Folgeachsposition ergibt sich aus Überlagerung (Summation) aus den abhängigen Bewegungsanteilen (FA_{DEP1} und FA_{DEP2}), die sich aus den einzelnen Koppelbeziehungen zu den Leitachsen ergeben, und aus dem unabhängigen Bewegungsanteil (FA_{Cmd}) der Folgeachse.

Die Bewegungsanteile der Folgeachse ergeben sich wie folgt:

Abhängiger Bewegungsanteil von der Leitachse 1:	$(LA_1 - \text{SynPosLA}_1) * KF_1$
Abhängiger Bewegungsanteil von der Leitachse 2:	$(LA_2 - \text{SynPosLA}_2) * KF_2$
Unabhängiger Bewegungsanteil der Folgeachse:	FA _{Cmd}

Folgeachsüberlagerung

Die Überlagerung der abhängigen und unabhängigen Bewegungsanteile der Folgeachse wird Folgeachsüberlagerung genannt.

Der unabhängige Bewegungsanteil der Folgeachse kann mit allen zur Verfügung stehenden Bewegungsbefehlen programmiert werden.

2.5.1.2 Schlüsselwörter und Kopplungseigenschaften

Schlüsselwörter

Die Programmierung bei den bestehenden Achskopplungen erfolgt über Sprachbefehle, z. B. Mitschleppen mit `TRAILON(X, Y, 2)`. Bei der Generischen Kopplung werden die Sprachbefehle durch Schlüsselwörter ersetzt.

Dies hat folgende Vorteile:

- Kopplungseigenschaften können einzeln programmiert werden (siehe nachfolgendes Beispiel).
- Programmierungen für mehrere Kopplungen können in einem Satz erfolgen (da Schlüsselwörter keinen eigenen Satz benötigen).

Vorteil: Reduktion der Abarbeitungszeit

Beispiel:

Die mit dem bestehenden Kopplungsaufwurf `TRAILON (X, Y, 2)` gesetzten Eigenschaften (Folgeachse, Leitachse und Koppelfaktor) werden in der Generischen Kopplung durch die folgenden Schlüsselwörter definiert:

`CPON = (X1)` `CPLA [X1] = (X2)` `CPLNUM [X1, X2] = 2`

<code>CPON = (X1)</code>	Kopplung zur Folgeachse X1 einschalten.
<code>CPLA [X1] = (X2)</code>	Achse X2 als Leitachse definieren.
<code>CPLNUM [X1, X2] = 2</code>	Zähler des Koppelfaktors auf 2 setzen.

Schreibweise

Zur eindeutigen Zuordnung sind die Schlüsselwörter mit dem Präfix "CP" gekennzeichnet (für Coupling). Je nach Bedeutung und Einsatzort wird ein dritter Buchstabe verwendet:

Schlüsselwort-Präfix	Bedeutung	Beispiel
CP*	Beschreibt eine Eigenschaft der gesamten Kopplung.	CPON
CPF*	Beschreibt eine Eigenschaft der Folgeachse (Following axis).	CPFPOS
CPL*	Beschreibt eine Eigenschaft bezogen auf die Leitachse (Leading axis) bzw. das Kopplungsgesetz.	CPLON, CPLNUM
CPM*	Beschreibt eine Eigenschaft der gesamten Kopplung bei besonderen Zuständen.	CPMRESET (Verhalten der Kopplung bei RESET)

Übersicht aller Schlüsselwörter und Kopplungseigenschaften

Die folgende Tabelle stellt eine Übersicht aller Schlüsselwörter der Generischen Kopplung und der damit programmierbaren Kopplungseigenschaften dar:

Schlüsselwort	Kopplungseigenschaft / Bedeutung	Standardeinstellung (CPSETTYPE="CP")
CPDEF	Anlegen eines Koppelmoduls	
CPDEL	Löschen eines Koppelmoduls	
CPLDEF	Definition einer Leitachse und Anlegen eines Koppelmoduls	
CPLDEL	Löschen einer Leitachse eines Koppelmoduls	
CPON	Einschalten eines Koppelmoduls	
CPOF	Ausschalten eines Koppelmoduls	
CPLON	Einschalten einer Leitachse eines Koppelmoduls	
CPLOF	Ausschalten einer Leitachse eines Koppelmoduls	
CPLNUM	Zähler des Koppelfaktors	1.0
CPLDEN	Nenner des Koppelfaktors	1.0

Schlüsselwort	Kopplungseigenschaft / Bedeutung	Standardeinstellung (CPSETTYPE="CP")
CPLCTID	Nummer der Kurventabelle	nicht gesetzt
CPLSETVAL	Kopplungsbezug	CMDPOS
CPFRS	Koordinatenbezugssystem	BCS
CPBC	Satzwechselkriterium	NOC
CPFPOS + CPON	Synchronposition der Folgeachse beim Einschalten	nicht gesetzt
CPLPOS + CPON	Synchronposition der Leitachse beim Einschalten	nicht gesetzt
CPFMSON	Synchronisationsmodus	CFAST
CPFMON	Verhalten der Folgeachse beim Einschalten	STOP
CPFMOF	Verhalten der Folgeachse beim vollständigen Ausschalten	STOP
CPFPOS + CPOF	Ausschaltposition der Folgeachse beim Ausschalten	nicht gesetzt
CPMRESET	Kopplungsverhalten bei RESET	MD20110
CPMSTART	Kopplungsverhalten beim Teileprogrammstart	MD20112
CPSETTYPE	Kopplungstyp	CP

Hinweis

Kopplungseigenschaften, die nicht explizit programmiert werden (im Teileprogramm oder in Synchronaktionen), werden mit ihren Standardeinstellungen wirksam (siehe rechte Spalte in der Tabelle).

Abhängig von der Einstellung des Schlüsselworts CPSETTYPE können statt der Standardeinstellungen (CPSETTYPE = "CP") auch voreingestellte Kopplungseigenschaften wirksam werden (siehe "Kopplungstypen").

2.5.1.3 Systemvariablen

Systemvariablen

Der aktuelle Zustand einer mittels Schlüsselwort gesetzten Kopplungseigenschaft kann durch die entsprechende Systemvariable gelesen und beschrieben werden.

Hinweis

Beim Schreiben im Teileprogramm wird Vorlaufstopp erzeugt.

Schreibweise

Die Namen der Systemvariablen ergeben sich i. d. R. aus den Namen der entsprechenden Schlüsselwörter und dem Voranstellen eines entsprechenden Präfixes.

Der 1. Buchstabe des Präfixes beschreibt den Zugriffsort beim Lesen:

Systemvariablen-Präfix	Zugriffsort beim Lesen	Merkmale
\$PA_CP	Lesen von kanalbezogenen achsspezifischen Kopplungseigenschaften in der Satzaufbereitung (Preparation)	Verwendung in Synchronaktionen ist nicht möglich. Erzeugt keinen impliziten Vorlaufstopp.
\$AA_CP	Lesen des aktuellen Zustands des Koppelmoduls (kanalübergreifend).	Verwendung im Teileprogramm und in Synchronaktionen möglich. Erzeugt bei Verwendung im Teileprogramm einen impliziten Vorlaufstopp.

Hinweis

Der Vorlaufwert einer Systemvariablen \$PA_CP... unterscheidet sich nur bei aktiver Teileprogrammabarbeitung von den Werten der entsprechenden Systemvariablen \$AA_CP....

Bei Programmende bzw. Abbruch erfolgt eine entsprechende Synchronisation des Vorlaufs auf die Hauptlaufzustände.

Systemvariablen-Liste

Eine Liste aller in der Generischen Kopplung verwendbaren Systemvariablen befindet sich in den Datenlisten zum Teilbuch M3.

Eine ausführliche Beschreibung der Systemvariablen findet sich in:

Literatur:

/PGA1/ Listenhandbuch Systemvariablen

2.5.2 Koppelmodule anlegen/löschen

2.5.2.1 Koppelmodul anlegen (CPDEF)

Ein axiales Koppelmodul wird durch die Definition der Folgeachse angelegt.

Programmierung

Syntax: CPDEF= (<Folgeachse/-spindel>)

Bezeichnung: **Coupling Definition**

Funktionalität: Definition eines Koppelmoduls. Die Kopplung wird nicht aktiviert.

Folgeachse/
-spindel: Typ: AXIS

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

CPDEF=(X2)	; Ein Koppelmodul wird angelegt mit der Achse X2 als Folgeachse.

Randbedingungen

- Die maximale Anzahl der Koppelmodule ist begrenzt (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung").
- Die Anwendung von CPDEF auf ein bereits angelegtes Koppelmodul ist möglich und wird nicht mit einem Alarm quittiert.

2.5.2.2 Koppelmodul löschen (CPDEL)

Ein mit CPDEF angelegtes Koppelmodul kann mit CPDEL wieder gelöscht werden.

Programmierung

Syntax: CPDEL= (<Folgeachse/-spindel>)

Bezeichnung: **Coupling Delete**

Funktionalität: Löschen eines Koppelmoduls. Mit dem Koppelmodul werden alle Leitachsmodule gelöscht und der reservierte Speicher wieder freigegeben.

Folgeachse/
-spindel: Typ: AXIS

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
| CPDEL=(X2) ; Löschen des Koppelmoduls mit der Folgeachse X2.
```

Randbedingungen

- Der Schaltbefehl CPDEL löst bei aktiver Kopplung einen Vorlaufstopp aus.
Ausnahme: bei CPSETTYPE="COUP" erfolgt kein Vorlaufstopp
- Die Anwendung von CPDEL auf ein in der Satzaufbereitung aktives Koppelmodul bewirkt ein implizites Deaktivieren dieser Kopplung.
- Die Anwendung von CPDEL auf ein nicht definiertes Koppelmodul ist ohne Wirkung.

2.5.2.3 Leitachsen definieren (CPLDEF bzw. CPDEF+CPLA)

Die Leitachsen/-spindeln für ein definiertes Koppelmodul können mit dem Schlüsselwort **CPLDEF** oder mit dem Schlüsselwort **CPLA** in Verbindung mit **CPDEF** programmiert/angelegt werden.

Programmierung mit CPLDEF

Syntax: `CPLDEF[FAx] = (<Leitachse/-spindel>)`

Bezeichnung: **Coupling Lead Axis Definition**

Funktionalität: Definition einer Leitachse/-spindel zur Folgeachse/-spindel FAx. Im Koppelmodul wird ein Leitachs/-spindel-Modul angelegt. Wenn das Koppelmodul der Folgeachse/-spindel FAx noch nicht angelegt ist, wird das Koppelmodul implizit angelegt.

Leitachse/-spindel: Typ: **AXIS**

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
| CPLDEF[X2]=(X1) ; Definition der Leitachse X1 zur Folgeachse X2.
```

Programmierung mit CPLA und CPDEF

Syntax: `CPLA[FAx] = (<Leitachse/-spindel>)`

Bezeichnung: **Coupling Lead Axis**

Funktionalität: Definition einer Leitachse/-spindel zur Folgeachse/-spindel FAx..

Leitachse/-spindel: Typ: **AXIS**

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
| CPDEF=(X2) CPLA[X2]=(X1) ; Definition der Leitachse X1 zur Folgeachse X2.
```

Randbedingungen

- **CPLDEF** ist nur in Sätzen ohne **CPDEF/CPON/CPOF/CPDEL** erlaubt.
(Diese Einschränkung gilt nur für den Fall, dass sich die Schlüsselwörter auf das gleiche Koppelmodul beziehen.)
- Die maximale Anzahl der Leitachsmodul pro Koppelmodul ist begrenzt (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung").
- Definieren von Leitachsen auf ein bereits definiertes oder aktives Koppelmodul ist möglich. Die neu definierten Leitachsen und deren Eigenschaften (z. B. Koppelfaktor) werden nicht sofort aktiv. Zur Aktivierung ist ein entsprechender Einschaltbefehl (**CPON** oder **CPLON**) notwendig.

2.5.2.4 Leitachsen löschen (CPLDEL bzw. CPDEL+CPLA)

Definierte Leitachsen können mit **CPLDEL** oder mit **CPLA** in Verbindung mit **CPDEL** wieder gelöscht werden, d. h. aus dem Koppelmodul entfernt werden.

Programmierung mit CPLDEL

Syntax: `CPLDEL [FAX] = (<Leitachse/-spindel>)`

Bezeichnung: **Coupling Lead Axis Delete**

Funktionalität: Löschen einer Leitachse/-spindel der Kopplung zur Folgeachse/-spindel FAX. Das Leitachs/-spindel-Modul wird gelöscht und der entsprechende Speicher freigegeben. Besitzt das Koppelmodul keine Leitachse/-spindel mehr, so wird auch das Koppelmodul gelöscht und der Speicher freigegeben.

Leitachse/
-spindel: Typ: **AXIS**

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
CPLDEL[X2]=(X1) ; Löschen der Leitachse X1 der Kopplung zur  
Folgeachse X2.
```


Programmierung mit CPLA und CPDEL

Syntax: `CPLA [FAx] = (<Leitachse/-spindel>)`

Bezeichnung: **Coupling Lead Axis**

Funktionalität: Löschen einer Leitachse/-spindel. Das Leitachs/-spindel-Modul wird gelöscht und der entsprechende Speicher freigegeben. Besitzt das Koppelmodul keine Leitachse/-spindel mehr, so wird auch das Koppelmodul gelöscht und der Speicher freigegeben.

Leitachse/-
spindel: Typ: **AXIS**

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
CPDEL=(X2) CPLA[X2]=(X1)      ; Löschen der Leitachse X1 der Kopplung zur  
                               Folgeachse X2.
```

Randbedingungen

- **CPDEL** ist nur in Sätzen ohne **CPDEF/CPON/CPOF/CPDEL** erlaubt.
(Diese Einschränkung gilt nur für den Fall, dass sich die Schlüsselwörter auf das gleiche Koppelmodul beziehen.)
- Wird eine aktive Leitachse gelöscht, so wird die Kopplung zu dieser Leitachse implizit deaktiviert.
- Mit dem Löschen der letzten Leitachse wird das gesamte Koppelmodul gelöscht.

2.5.3 Kopplung ein-/ausschalten

2.5.3.1 Koppelmodul einschalten (CPON)

Mit dem Schaltbefehl `CPON` wird ein definiertes Koppelmodul aktiviert.

Zusammen mit dem Einschaltbefehl können Kopplungseigenschaften wie z. B. Koppelbezug und Koppelgesetz über eigene Schlüsselwörter programmiert werden (siehe Thema "Kopplungseigenschaften programmieren").

Ohne Programmierung wird ein Mitschleppverband bzw. Synchronspindelpaar auf Basis einer Sollwertkopplung (Standardeinstellung für `CPSETVAL`) mit dem Koppelgesetz 1:1 (Standardeinstellung für `CPLNUM/CPLDEN`) wirksam.

Programmierung

Syntax: `CPON= (<Folgeachse/-spindel>)`

Bezeichnung: **Coupling On**

Funktionalität: Aktiviert die Kopplung der Folgeachse zu allen definierten Leitachsen.

Folgeachse/
-spindel: Typ: **AXIS**

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
| CPON= (X2) ; Die Kopplung der Folgeachse X2 wird aktiviert.
```

Randbedingungen

Die Anwendung von `CPON` auf eine bereits aktivierte Kopplung bewirkt eine Neusynchronisation. Damit werden auch gegebenenfalls geänderte Kopplungseigenschaften wirksam. Eine eventuell verloren gegangene Synchronisation (Folgeachse war z. B. im Nachführen) wird wieder hergestellt.

2.5.3.2 Koppelmodul ausschalten (CPOF)

Eine aktivierte Kopplung kann mit dem Schaltbefehl `CPOF` deaktiviert werden. Das Deaktivieren, d. h. das Aufheben der Kopplung zu den Leitachsen, erfolgt entsprechend der gesetzten Ausschalteigenschaft (siehe `CPFMOF`).

Programmierung

Syntax: `CPOF= (<Folgeachse/-spindel>)`

Bezeichnung: **Coupling Off**

Funktionalität: Deaktiviert die Kopplung der Folgeachse zu allen definierten Leitachsen.

Folgeachse/
-spindel: Typ: **AXIS**

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
| CPOF=(X2) ; Die Kopplung der Folgeachse X2 wird deaktiviert.
```

Randbedingungen

- Der Schaltbefehl `CPOF` löst bei aktiver Kopplung einen Vorlaufstopp aus.
Ausnahme: bei `CPSETTYPE="COUP"` erfolgt kein Vorlaufstopp
- Ein `CPOF`-Schaltbefehl auf ein bereits deaktiviertes bzw. gelöscht Koppelmodul ist ohne Wirkung.
- `CPOF` ist auch in Synchronaktionen programmierbar.

2.5.3.3 Leitachsen eines Koppelmoduls einschalten (CPLON)

CPLON aktiviert die Kopplung einer Leitachse zu einer Folgeachse. Sind mehrere Leitachsen für ein Koppelmodul definiert, werden diese separat mit CPLON aktiviert.

Programmierung

Syntax: `CPLON [FAx] = <Leitachse/-spindel>`

Bezeichnung: **Coupling Lead Axis On**

Funktionalität: Aktiviert die Kopplung einer Leitachse/-spindel zur Folgeachse/-spindel FAx.

Leitachse/
-spindel: Typ: AXIS

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Achs- und Spindelbezeichner

Beispiel:

```
CPLON[X2]=(X1) ; Die Kopplung der Leitachse X1 zur Folgeachse X2  
                wird aktiviert.
```

Randbedingungen

CPLON ist auch in Synchronaktionen programmierbar.

2.5.3.4 Leitachsen eines Koppelmoduls ausschalten (CPLOF)

CPLOF deaktiviert die Kopplung einer Leitachse zu einer Folgeachse. Sind mehrere Leitachsen für ein Koppelmodul definiert, werden diese separat mit CPLOF deaktiviert.

Programmierung

Syntax: CPLOF [FAx] = <Leitachse/-spindel>

Bezeichnung: Coupling Lead Axis Off

Funktionalität: Deaktiviert die Kopplung einer Leitachse/-spindel zur Folgeachse/-spindel FAx.

Leitachse/
-spindel: Typ: AXIS

Wertebereich: Achsen des Kanals

Beispiel:

```
CPLOF[X2]=(X1) ; Die Kopplung der Leitachse X1 zur Folgeachse X2  
wird deaktiviert.
```

Randbedingungen

CPLOF ist auch in Synchronaktionen programmierbar.

2.5.3.5 Implizites Anlegen und Löschen von Koppelmodulen

Einschaltkommandos können auch zum Anlegen von Koppelmodulen benutzt werden (ohne vorherige Definition mit `CPDEF`).

Programmierbeispiel

`CPON= (X2) CPLA [X2] = (X1)` ; Legt ein Koppelmodul für die Folgeachse X2 mit der
oder
`CPLON [X2] = (X1)`

`CPOF= (X2)` ; Das implizit angelegte Koppelmodul wird nach dessen
Deaktivierung wieder gelöscht.

Randbedingungen

- Implizit (über Einschaltkommandos) angelegte Koppelmodule werden mit ihrer vollständigen Deaktivierung (`CPOF`) auch gleichzeitig gelöscht.
Vorteil: Das Löschen mit `CPDEL/CPLDEL` ist überflüssig.
Nachteil (evtl.): Alle gesetzten Kopplungseigenschaften gehen bei `CPOF` verloren.
- Implizit angelegte Koppelmodule können durch eine nachfolgende Anweisung `CPDEF/CPLDEF` in explizite Koppelmodule umgewandelt werden. Dadurch wird das Koppelmodul bei `CPOF` nicht gelöscht und die Daten bleiben erhalten.

2.5.4 Kopplungseigenschaften programmieren

2.5.4.1 Koppelgesetz (CPLNUM, CPLDEN, CPLCTID)

Der Funktionszusammenhang zwischen Leitwert und Folgewert wird je Leitachse/-spindel durch ein Koppelgesetz festgelegt. Dieser funktionale Zusammenhang kann linear durch einen Koppelfaktor oder nichtlinear durch eine Kurventabelle definiert werden. Die damit berechneten Folgewertanteile aus den einzelnen Leitwerten wirken additiv.

Programmierung: Koppelfaktor

Mit der Programmierung eines Koppelfaktors wird ein zuvor aktiviertes nichtlineares Koppelverhältnis (Kurventabelle) deaktiviert.

Der Koppelfaktor wird durch Zähler und Nenner programmiert.

Im Standardzustand, d. h. ohne explizite Programmierung nach Neuanlage eines Koppelmoduls, wird der Zähler und Nenner jeweils mit 1 vorbelegt.

Wird nur der Zähler programmiert, wirkt dieser als Faktor, da der Nenner 1 ist.

Genauere, lineare Verhältnisse können durch die Programmierung von Zähler und Nenner definiert werden.

Zähler des Koppelfaktors

Syntax: `CPLNUM[FAx, LAx] = <Wert>`

Bezeichnung: **Coupling Lead Numerator**

Funktionalität: Definiert den Zähler des Koppelfaktors für das Koppelgesetz der Folgeachse/-spindel FAx zur Leitachse/-spindel LAx.

Wert: Typ: REAL

Wertebereich: -2^{31} bis $+2^{31}$

Standardwert: +1.0

Beispiel:

<code>CPLNUM[X2,X1]=1.3</code>	; Der Zähler des Koppelfaktors der Kopplung der Folgeachse X2 zur Leitachse X1 soll 1.3 sein.

Nenner des Koppelfaktors

Syntax: `CPLDEN [FAx, LAx] = <Wert>`

Bezeichnung: **Coupling Lead Denominator**

Funktionalität: Definiert den Nenner des Koppelfaktors für das Koppelgesetz der Folgeachse/-spindel FAx zur Leitachse/-spindel LAx.

Wert: Typ: REAL

Wertebereich: -2^{31} bis $+2^{31}$

Standardwert: +1.0

Beispiel:

<code>CPLDEN[X2,X1]=2</code>	; Der Nenner des Koppelfaktors der Kopplung der Folgeachse X2 zur Leitachse X1 soll 2 sein.

Programmierung: Kurventabelle

Mit der Programmierung einer Tabellennummer wird ein zuvor aktiviertes lineares Koppelverhältnis (Koppelfaktor) deaktiviert.

Zum Leitwert der Leitachse/-spindel wird mittels der angegebenen Kurventabelle der leitachs/-spindel-spezifische Koppelanteil berechnet.

Syntax: `CPLCTID [FAx, LAx] = <Wert>`

Bezeichnung: **Coupling Lead Curve Table Id**

Funktionalität: Gibt die Nummer der Kurventabelle an, mit deren Hilfe berechnet wird, wie die Leitachse/-spindel LAx auf die Folgeachse/-spindel FAx einwirken soll.

Wert: Typ: INT

Wertebereich: -2^{15} bis $+2^{15}$

Beispiel:

<code>CPLCTID[X2,X1]=5</code>	; Der leitachsspezifische Koppelanteil der Kopplung der Folgeachse X2 zur Leitachse X1 wird mit Kurventabelle Nr. 5 berechnet.

Randbedingungen

- Ein Koppelfaktor Null (`CPLNUM=0`) ist ein zulässiger Wert. In diesem Fall liefert die Leitachse/-spindel keine Weganteile für die Folgeachse/-spindel, ist aber noch Teil der Kopplung. Die Leitachse/-spindel hat also im Gegensatz zum ausgeschalteten Zustand noch Einfluss auf die Folgeachse/-spindel. Dies wirkt sich z. B. bei Reaktionen auf Fehlern, Endschaltern und NC/PLC-Nahtstellensignalen aus.
- `CPLDEN=0` ist kein gültiger Wert und wird mit Alarm abgewiesen.
- `CPLNUM`, `CPLDEN` und `CPLCTID` sind auch in Synchronaktionen programmierbar.
- Die Verfügbarkeit nichtlinearer Koppelverhältnisse (`CPLCTID`) ist optionsabhängig (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung").

2.5.4.2 Kopplungsbezug (CPLSETVAL)

Der Folgewert kann wahlweise abgeleitet werden von:

- der Sollposition der Leitachse
- der Sollgeschwindigkeit / Drehzahl der Leitachse
- der Istposition der Leitachse

Dementsprechend können folgende Kopplungen programmiert werden:

- Sollwertkopplung
- Geschwindigkeitskopplung
- Istwertkopplung

Programmierung

Syntax: `CPLSETVAL[FAx, LAx] = "<Kopplungsbezug>"`

Bezeichnung: **Coupling Lead Set Value**

Funktionalität: Legt den Abgriff der Leitachse/-spindel LAx und den Einwirkungspunkt auf die Folgeachse/-spindel FAx fest.

Kopplungsbezug: Typ: STRING

Wertebereich:

"CMDPOS"	Commanded Position	Sollwertkopplung
"CMDVEL"	Commanded Velocity	Geschwindigkeitskopplung
"ACTPOS"	Actual Value	Istwertkopplung

Standardwert: "CMDPOS"

Beispiel:

```
CPLSETVAL[X2,X1]="CMDPOS"
```

; Die Kopplung der Folgeachse X2 zur Leitachse X1 wird vom Sollwert abgeleitet.

Randbedingungen

Für ein Koppelmodul kann Geschwindigkeitskopplung nicht gleichzeitig mit Soll- oder Istwertkopplung für eine andere Leitachse aktiviert werden.

2.5.4.3 Koordinatenbezug (CPFRS)

Der Koordinatenbezug der Folgeachse/-spindel legt fest, in welchem Koordinatenbezugssystem der sich aus der Kopplung ergebende Kopplungsanteil wirksam wird: im Basiskoordinatensystem oder im Maschinenkoordinatensystem.

Außerdem wird festgelegt, welchen Koordinatenbezug die Leitwerte der Leitachse/-spindel haben müssen. Bei aktiver Transformation und wenn das Maschinenkoordinatensystem als Koordinatenbezug angegeben ist (CPFRS="MCS"), werden die Werte am Ausgang der Transformation als Leitwerte verwendet.

Programmierung

Syntax: CPFRS [FAX] = "<Koordinatenbezug>"

Bezeichnung: **Coupling Following Relation System**

Funktionalität: Legt das Koordinatenbezugssystem für das Koppelmodul der Folgeachse/-spindel FAX fest.

Koordinaten-
bezug: Typ: STRING

Wertebereich:

"BCS"	Basis Coordinate System	Basiskoordinatensystem
"MCS"	Machine Coordinate System	Maschinenkoordinatensystem

Standardwert: "BCS"

Beispiel:

CPFRS[X2]="BCS"	; Koordinatenbezug für das Koppelmodul mit der Folgeachse X2 ist das Basiskoordinatensystem.

Randbedingungen

- Der Koordinatenbezug muss beim Anlegen des Koppelmoduls angegeben werden, ansonsten wirkt der Standardwert. Ein nachträgliches Ändern ist nicht möglich.
- Eine gleichzeitig über RESET aktive Transformation und Kopplung wird nicht unterstützt.
Lösung: Kopplung mit CPMRESET="OF" bei RESET ausschalten und mit CPMSTART="ON" beim Teileprogrammstart wieder einschalten.
- Der gleichzeitige Einsatz der bisherigen Funktion "Axiale Kopplung im Maschinenkoordinatensystem (MKS-Kopplung)" und der Generischen Kopplung wird nicht unterstützt.

2.5.4.4 Satzwechselerhalten (CPBC)

Mit dem Satzwechselkriterium kann angegeben werden, unter welchen Bedingungen der Satzwechsel bei aktivierter Kopplung in der Abarbeitung des Teileprogramms erlaubt werden soll. Der Zustand der Kopplung beeinflusst somit das Satzwechselerhalten. Ist die angegebene Bedingung nicht erfüllt, so wird der Satzwechsel gesperrt. Das Satzwechselkriterium wird nur bei aktiver Kopplung ausgewertet.

Das Satzwechselkriterium kann mit dem Schlüsselwort `CPBC` oder mit dem Programmierbefehl `WAITC` definiert werden. Die zuletzt programmierte Anweisung ist gültig.

Programmierung mit CPBC

Syntax: `CPBC [FAx] = "<Satzwechselkriterium>"`

Bezeichnung: **Coupling Block Change Criterium**

Funktionalität: Legt das Satzwechselkriterium bei aktivierter Kopplung fest.

Satzwechsel-
kriterium: Typ: `STRING`

Wertebereich:

"NOC"	Satzwechsel erfolgt unabhängig vom Kopplungszustand.
"IPOSTOP"	Satzwechsel erfolgt beim sollwertseitigen Synchronlauf.
"COARSE"	Satzwechsel erfolgt beim istwertseitigen Synchronlauf "Grob".
"FINE"	Satzwechsel erfolgt beim istwertseitigen Synchronlauf "Fein".

Standardwert: `"NOC"`

Beispiel:

<code>CPBC[X2]="IPOSTOP"</code>	<code>; Der Satzwechsel beim Abarbeiten des Teileprogramms erfolgt beim sollwertseitigen Synchronlauf (bei aktivierter Kopplung zur Folgeachse X2).</code>

Programmierung mit WAITC

Syntax:	WAITC (FAx1,BC)		
Bezeichnung:	Wait for Coupling Condition		
Funktionalität:	Legt das Satzwechselkriterium bei aktivierter Kopplung fest.		
Parameter:	FAx	Bezeichnet die Folgeachse und damit das Koppelmodul.	
	BC	Bestimmt das gewünschte Satzwechselkriterium.	
FAx:	Typ:	STRING	
	Wertebereich:	Achsen des Kanals	
BC:	Typ:	STRING	
	Wertebereich:		
	"NOC"	Satzwechsel erfolgt unabhängig vom Kopplungszustand.	
	"IPOSTOP"	Satzwechsel erfolgt beim sollwertseitigen Synchronlauf.	
	"COARSE"	Satzwechsel erfolgt beim istwertseitigen Synchronlauf "Grob".	
	"FINE"	Satzwechsel erfolgt beim istwertseitigen Synchronlauf "Fein".	
	Standardwert:	"NOC"	

Beispiel:

	WAITC (X2, "IPOSTOP")	; Der Satzwechsel beim Abarbeiten des Teileprogramms erfolgt beim sollwertseitigen Synchronlauf (bei aktivierter Kopplung zur Folgeachse X2) .

Randbedingungen

WAITC kann im Unterschied zum Schlüsselwort CPBC nur alleine im Satz stehen.

2.5.4.5 Synchronposition der Folgeachse beim Einschalten (CPFPOS+CPON)

Beim Einschalten der Kopplung (CPON) kann für die Folgeachse das Anfahren einer definierten Synchronposition programmiert werden.

Die Synchronposition beim Einschalten wird sofort wirksam. Die Gesamtposition, die sich aus der Synchronposition und dem Koppelgesetz ergibt, wird entsprechend dem gesetzten Synchronisationsmodus (CPFMSON) unter Beachtung der Dynamikgrenzen angefahren.

Programmierung

Syntax: CPON=FAx CPFPOS [FAx] = <Wert>

Bezeichnung: **Coupling Following Position**

Funktionalität: Legt die Synchronposition der Folgeachse beim Einschalten fest. Bei der Positionsangabe ist nur AC optional möglich.

Wert: Typ: REAL

Wertebereich: Alle Positionen innerhalb der Verfahrbereichsgrenzen

Beispiel:

<pre>CPON=X2 CPFPOS[X2]=100</pre>	<pre>; Die Kopplung zur Folgeachse X2 wird aktiviert. Als Synchronposition der Folgeachse X2 wird 100 genommen.</pre>

Randbedingungen

- CPFPOS ist nur mit dem Einschaltkommando CPON/CPLON als Synchronposition wirksam.
Mit dem Ausschaltkommando CPOF wird CPFPOS als Ausschaltposition gewertet (siehe Thema "Position der Folgeachse beim Ausschalten").
- Bei CPFPOS ohne Einschaltkommando erfolgt ein Alarm.
- Wird die Synchronposition der Folgeachse beim Einschalten nicht gesetzt, wird die aktuelle Position der Folgeachse als Synchronposition wirksam.
Mit Hilfe der Programmanweisung IC kann die aktuelle Position noch verschoben werden.
- Unabhängig von der programmierbaren Maßangabe (G70/G71) erfolgt die Positionsangabe im eingestellten Grundsystem.

Teileprogrammausschnitt (Beispiel)

CPON=(X2) CPFPOS[X2]=100	; Die Kopplung zur Folgeachse X2 wird aktiviert. Als Synchronposition der Folgeachse wird 100 genommen.
..	
G00 X2=123	; Folgeachse X2 wird auf Position 123 verfahren.
CPON=(X2)	; Als Synchronposition der Folgeachse wird die aktuelle Position (=123) genommen. Die vorab aktive Synchronposition 100 wird dadurch unwirksam.

2.5.4.6 Synchronposition der Leitachse beim Einschalten (CPLPOS)

Die als Leitwert eingehende aktuelle Leitachseposition kann verschoben werden. Die Synchronposition der Leitachse definiert somit den Nullpunkt der Eingangsgröße.

Programmierung

Syntax: CPLPOS [FAX, LAX] = <Wert>

Bezeichnung: **Coupling Lead Position**

Funktionalität: Legt die Synchronposition der Leitachse beim Einschalten fest.
Bei der Positionsangabe sind IC und AC möglich.

Wert: Typ: REAL

Wertebereich: Alle Positionen innerhalb der Verfahrbereichsgrenzen

Beispiel:

CPLPOS[X2,X1]=200	; Als Synchronposition der Leitachse X1 der Kopplung zur Folgeachse X2 wird 200 genommen.

Randbedingungen

- CPLPOS kann nur mit dem Einschaltkommando CPON/CPLON gesetzt werden. Bei CPLPOS ohne Einschaltkommando erfolgt ein Alarm.
- Wird die Synchronposition der Leitachse beim Einschalten (CPON) nicht gesetzt, wird die aktuelle Position der Leitachse als Synchronposition und damit als Nullpunkt der Eingangsgröße wirksam.
- Unabhängig von der programmierbaren Maßangabe (G70/G71) erfolgt die Positionsangabe im eingestellten Grundsystem.

Teileprogrammausschnitt (Beispiel)

<pre>CPON=(X2) CPFPOS[X2]=100 CPLPOS[X2,X1]=200 .. N20 X1=280 F1000 CPON=(X2)</pre>	<pre>; Die Kopplung zur Folgeachse X2 ; wird aktiviert. Als ; Synchronposition der Folgeachse ; wird 100, als Synchronposition ; der Leitachse X1 wird 200 ; genommen. ; Leitachse X1 wird auf Position ; 280 verfahren. ; Als Synchronposition der ; Leitachse wird die aktuelle ; Position X1=280 genommen. Die ; vorab aktive Synchronposition ; der Leitachse (200) wird dadurch ; unwirksam.</pre>

2.5.4.7 Synchronisationsmodus (CPFMSON)

Der Synchronisationsmodus bestimmt das Synchronisationsverhalten beim Einschalten der Kopplung.

Programmierung

Syntax: CPFMSON [FAx] = "<Synchronisationsmodus>"

Bezeichnung: **Coupling Following Mode Strategy On**

Funktionalität: Legt den Synchronisationsmodus beim Einkoppeln fest.

Synchronisations Typ: STRING
modus:

Wertebereich:

"CFAST"	Closed Coupling Fast	Die Kopplung wird zeitoptimiert geschlossen.
"CCOARSE"	Closed If Gab Coarse	Die Kopplung wird erst eingeschaltet, wenn sich die gemäß Koppelgesetz geforderte Folgeachseposition im Bereich der aktuellen Folgeachseposition befindet.
"NTGT"	Next Tooth Gap Time Optimized	Die nächste Zahnücke wird wegoptimiert angefahren.

"ACN"	Absolute Coordinate Negative	Nur bei Rundachsen! Die Rundachse verfährt in negativer Achsrichtung die Synchronposition an. Die Synchronisation erfolgt sofort.
"ACP"	Absolute Coordinate Positive	Nur bei Rundachsen! Die Rundachse verfährt in positiver Achsrichtung die Synchronposition an. Die Synchronisation erfolgt sofort.
"DCT"	Direct Coordinate Time Optimized	Nur bei Rundachsen! Die Rundachse verfährt zeitoptimiert zur programmierten Synchronposition an. Die Synchronisation erfolgt sofort.
"DCP"	Direct Coordinate Path Optimized	Nur bei Rundachsen! Die Rundachse verfährt wegoptimiert zur programmierten Synchronposition an. Die Synchronisation erfolgt sofort

Standardwert: "CFAST"

Beispiel:

CPFMSON[X2]="CFAST"	; Als Synchronisationsmodus der Kopplung zur Folgeachse X2 wird CFAST genommen.

2.5.4.8 Verhalten der Folgeachse beim Einschalten (CPFMON)

Das Verhalten der Folgeachse/-spindel beim Einschalten der Kopplung kann mit dem Schlüsselwort `CPFMON` programmiert werden.

Programmierung

Syntax: `CPFMON [FAx] = "<Einschaltverhalten>"`

Bezeichnung: **Coupling Following Mode On**

Funktionalität: Legt das Verhalten der Folgeachse/-spindel beim Einschalten der Kopplung fest.

Einschaltverhalten: Typ: `STRING`

Wertebereich:

"STOP" **Stop**

Nur bei Spindeln!

Eine aktive Bewegung der Folgespindel wird vor dem Einschalten gestoppt.

"CONT" **Continue**

Nur bei Spindeln und Hauptlaufachsen!

Die aktuelle Bewegung der Folgeachse/-spindel wird in die Kopplung als Startbewegung übernommen.

"ADD" **Additional**

Nur bei Spindeln!

Die Bewegungsanteile der Kopplung wirken zusätzlich zur aktuellen überlagerten Bewegung, d. h. die aktuelle Bewegung der Folgeachse/-spindel wird als überlagerte Bewegung beibehalten.

Standardwert: `"STOP"`

Beispiel:

`CPFMON[X2]="CONT"`

; Die aktuelle Bewegung der Folgeachse X2 wird als Startbewegung übernommen.

2.5.4.9 Verhalten der Folgeachse beim Ausschalten (CPFMOF)

Das weitere Verhalten der Folgeachse/-spindel beim vollständigen Ausschalten einer aktiven Kopplung kann mit dem Schlüsselwort `CPFMOF` programmiert werden.

Programmierung

Syntax: `CPFMOF[FAx] = "<Ausschaltverhalten>"`

Bezeichnung: **Coupling Following Mode Off**

Funktionalität: Legt das Verhalten der Folgeachse/-spindel beim vollständigen Ausschalten der Kopplung fest.

Ausschalt-
verhalten: Typ: **STRING**

Wertebereich:

"STOP"	Stop	Stopp der Folgeachse/-spindel. Eine aktive überlagerte Bewegung wird zum Stillstand abgebremst. Danach wird die Kopplung geöffnet (deaktiviert).
"CONT"	Continue	Nur bei Spindeln und Hauptlaufachsen! Die Folgespindel läuft mit der zum Ausschaltzeitpunkt aktuellen Drehzahl/Geschwindigkeit weiter.

Standardwert: **"STOP"**

Beispiel:

<pre>CPFMOF[S2]="CONT"</pre>	<pre>; Die Folgespindel S2 läuft mit der zum Ausschaltzeitpunkt aktuellen Drehzahl/Geschwindigkeit weiter.</pre>

2.5.4.10 Position der Folgeachse beim Ausschalten (CPFPOS+CPOF)

Beim Ausschalten einer Kopplung (CPOF) kann für die Folgeachse das Anfahren einer bestimmten Position gefordert werden.

Programmierung

Syntax: CPOF= (FAx) CPFPOS [FAx] = <Wert>

Funktionalität: Legt die Ausschaltposition der Folgeachse FAx fest.

Wert: Typ: REAL

Wertebereich: Alle Positionen innerhalb der Verfahrbereichsgrenzen

Beispiel:

```
CPOF=(X2) CPFPOS[X2]=100 ; Die Kopplung zur Folgeachse X2 wird deaktiviert.  
                          Die gesetzte Ausschaltposition der Folgeachse (100)  
                          wird angefahren.
```

Randbedingungen

- CPFPOS ist nur mit dem Ausschaltkommando CPOF als Ausschaltposition wirksam.
Mit dem Schaltkommando CPON wird CPFPOS als Einschaltposition gewertet (siehe Thema "Synchronposition der Folgeachse beim Einschalten").
- Das Setzen einer Ausschaltposition ist nur zulässig mit dem Ausschaltmodus:
CPFMOF=STOP
- Die Ausschaltposition wird mit maximaler Dynamik angefahren.
- Das Satzwechselverhalten ist abhängig von der Parametrierung des Schlüsselwortes CPBC.

2.5.4.11 Zustand bei RESET (CPMRESET)

Bei RESET kann die Kopplung aktiviert, deaktiviert oder der aktuelle Zustand erhalten bleiben. Das Verhalten ist für jedes Koppelmodul getrennt einstellbar.

Programmierung

Syntax: CPMRESET [FAx] = "<Reset-Verhalten>"

Bezeichnung: Coupling Mode RESET

Funktionalität: Legt das Verhalten einer Kopplung bei RESET fest.

Reset-Verhalten: Typ: STRING

Wertebereich:

"NONE"	Der aktuelle Zustand der Kopplung bleibt erhalten.
"ON"	Ist das entsprechende Koppelmodul angelegt, so wird die Kopplung eingeschaltet. Es werden alle definierten Leitachsbeziehungen aktiviert. Dies erfolgt auch, wenn bereits alle oder Teile dieser Leitachsbeziehungen aktiv sind, d. h. auch bei einer vollständig aktivierten Kopplung erfolgt eine Neusynchronisation.
"OF"	Eine aktive überlagerte Bewegung wird zum Stillstand abgebremst. Danach wird die Kopplung ausgeschaltet. Wurde das entsprechende Koppelmodul ohne explizite Definition (CPDEF) angelegt, so wird das Koppelmodul gelöscht. Im anderen Fall bleibt es weiterhin angelegt, d. h. es kann weiterhin verwendet werden.
"OFC"	Nur bei Spindeln möglich! Die Folgespindel läuft mit der zum Ausschaltzeitpunkt aktuellen Drehzahl/Geschwindigkeit weiter. Die Kopplung wird ausgeschaltet. Wurde das entsprechende Koppelmodul ohne explizite Definition (CPDEF) angelegt, so wird das Koppelmodul gelöscht. Im anderen Fall bleibt es weiterhin angelegt, d. h. es kann weiterhin verwendet werden.
"DEL"	Eine aktive überlagerte Bewegung wird zum Stillstand abgebremst. Danach wird die Kopplung deaktiviert und anschließend gelöscht.
"DELC"	Nur bei Spindeln möglich! Die Folgespindel läuft mit der zum Ausschaltzeitpunkt aktuellen Drehzahl/Geschwindigkeit weiter. Die Kopplung wird deaktiviert und anschließend gelöscht.

Beispiel:

<code>CPMRESET[X2]="DEL"</code>	; Bei RESET wird die Kopplung zur Folgeachse X2 deaktiviert und anschließend gelöscht.

Randbedingungen

- Die mit `CPMRESET` gesetzte Kopplungseigenschaft bleibt solange erhalten, bis das Koppelmodul gelöscht wird (`CPDEL`).
- Bei nicht gesetzter Kopplungseigenschaft `CPMRESET` oder bei gesetztem Kopplungstyp (`CPSETTYPE`) wird das Verhalten bei RESET durch das folgende Maschinendatum bestimmt:

MD20110 \$MN_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Reset/TP-Ende)

2.5.4.12 Zustand bei Teileprogrammstart (CPMSTART)

Beim Teileprogrammstart kann eine Kopplung aktiviert, deaktiviert oder der aktuelle Zustand erhalten bleiben. Das Verhalten ist für jedes Koppelmodul getrennt einstellbar.

Programmierung

Syntax: `CPMSTART [FAx] = <Wert>`

Bezeichnung: **Coupling Mode Start**

Funktionalität: Legt das Verhalten einer Kopplung beim Teileprogrammstart fest.

Wert: Typ: **STRING**

Wertebereich:

"NONE"

Der aktuelle Zustand der Kopplung bleibt erhalten.

"ON"

Ist das entsprechende Koppelmodul angelegt, so wird die Kopplung eingeschaltet. Es werden alle definierten Leitachsbeziehungen aktiviert. Dies erfolgt auch, wenn bereits alle oder Teile dieser Leitachsbeziehungen aktiv sind, d. h. auch bei einer vollständig aktivierten Kopplung erfolgt eine Neusynchronisation.

"OF"	Die Kopplung wird ausgeschaltet. Wurde das entsprechende Koppelmodul ohne explizite Definition (CPDEF) angelegt, so wird das Koppelmodul gelöscht. Im anderen Fall bleibt es weiterhin angelegt, d. h. es kann weiterhin verwendet werden.
"DEL"	Die Kopplung wird deaktiviert und anschließend gelöscht.

Beispiel:

<code>CPMSTART[X2]="ON"</code>	; Beim Teileprogrammstart wird die Kopplung zur Folgeachse X2 eingeschaltet.

Randbedingungen

- Die mit CPMSTART gesetzte Kopplungseigenschaft bleibt solange erhalten, bis das Koppelmodul gelöscht wird (CPDEL).
- Bei nicht gesetzter Kopplungseigenschaft CPMSTART oder bei gesetztem Kopplungstyp (CPSETTYPE) wird das Verhalten bei Teileprogrammstart durch das folgende Maschinendatum bestimmt:
MD20112 \$MN_START_MODE_MASK
(Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei NC-START)
Oder bei speziellen Starts (z. B. Suchlauf via Programmtest) durch das Maschinendatum:
MD22620 \$MN_START_MODE_MASK_PRT
(Festlegung der Steuerungs-Grundstellung bei speziellen Starts)

2.5.5 Kopplungskaskadierung

Kopplungskaskade

Koppelmodule können hintereinander geschaltet werden. Die Folgeachse/-spindel eines Koppelmoduls ist dann die Leitachse/-spindel eines anderen Koppelmoduls. Damit entsteht eine Kopplungskaskade.

Es sind auch mehrere Kopplungskaskaden hintereinander möglich. Die interne Rechenreihenfolge der einzelnen Koppelmodule erfolgt so, dass es zu keinem Positionsversatz im Kopplungszusammenhang kommt. Dies gilt auch für eine kanalübergreifende Kaskadierung.

Beispiel:

Es werden zwei neue Koppelmodule angelegt. Für das Koppelmodul mit der Folgeachse X2 wird die Leitachse X1 definiert. Für das Koppelmodul mit der Folgeachse A2 werden die Leitachsen X2 und A1 definiert.

Programmierung:

```
| CPDEF=(X2) CPLA[X2]=(X1) CPDEF=(A2) CPLA[A2]=(X2) CPLA[A2]=(A1)
```

Randbedingungen

- Die Verfügbarkeit der Kaskadierung ist optionsabhängig (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung").
- Kaskaden zwischen Kopplungen bestehender Kopplungsfunktionen und Kopplungen der Generischen Kopplung sind nicht möglich.
- Eine Ringkopplung ist nicht erlaubt. Sie wird mit Alarm 16778 abgewiesen:
"Ringkopplung bei Folgeachse Fx und Leitachse Lx nicht erlaubt"
(Eine Ringkopplung entsteht, wenn eine Folgeachse wiederum Leitachse ihres eigenen Koppelmoduls oder Leitachse in einem vorangeschalteten Koppelmodul ist.)

2.5.6 Kompatibilität

2.5.6.1 Anpasszyklen

Anpasszyklen

Durch die Bereitstellung der Anpasszyklen als festem Bestandteil der NCK-Software wird eine syntaktische und funktionale Kompatibilität zu den Kopplungsaufrufen der bestehenden Kopplungsarten (Mitschleppen, Leitwertkopplung, Elektronisches Getriebe und Synchronspindel) sichergestellt. D. h. solange der Maschinenhersteller / Anwender keine neuen Kopplungseigenschaften benötigt, muss er seine bisherigen Kopplungsaufrufe und davon abhängigen Applikationsanteile (z. B. in PLC-Auswertung von Kopplungssignalen) nicht modifizieren.

Zuordnung zu bestehenden Kopplungskommandos

Die Anzahl der Anpasszyklen entspricht der Anzahl der bestehenden Kopplungskommandos. Die Zuordnung ist wie folgt:

Kopplungskommando	Anpasszyklus
TRAILON	cycle700
TRAILOF	cycle701
LEADON	cycle702
LEADOF	cycle703
COUPDEF	cycle704
COUPON	cycle705
COUPONC	cycle706
COUPOF	cycle707
COUPOFS	cycle708
COUPDEL	cycle709
COUPRES	cycle710
EGDEF	cycle711
EGON	cycle712
EGONSYN	cycle713
EGONSYNE	cycle714
EGOFC	cycle715
EGOFS	cycle716
EGDEL	cycle717

Speicherort

Die Anpasszyklen liegen im Verzeichnis "CST".

Anwenderspezifische Anpasszyklen

Bei Bedarf (funktionelle Ergänzung) kann der Anwender einen Anpasszyklus in das Verzeichnis "CMA" oder "CUS" kopieren und dort seine Änderungen/Erweiterungen vornehmen. Beim Einlesen der Anpasszyklen wird die Reihenfolge CUS → CMA → CST beachtet und die zuerst gefundene Zyklusvariante übernommen, d. h. die vom Anwender in das Verzeichnis CMA / CUS kopierten Anpasszyklen werden vorrangig ausgewählt.

Hinweis

Bei einer Hochrüstung der NCK-Software wird im Verzeichnis "CST" eine Protokolldatei (Changelog-Datei) abgelegt, in der auf notwendige Änderungen der Anpasszyklen hingewiesen wird.

2.5.6.2 Kopplungstypen (CPSETTYPE)

Kopplungstypen

Wird eine Voreinstellung der Kopplungseigenschaften entsprechend den bestehenden Kopplungsarten (Mitschleppen, Leitwertkopplung, Elektronisches Getriebe und Synchronspindel) gewünscht, ist beim Anlegen des Koppelmoduls (CPON/CPLON oder CPDEF/CPLDEF) zusätzlich das Schlüsselwort CPSETTYPE zu verwenden.

Programmierung

Syntax: CPSETTYPE[FAx] = <Wert>

Bezeichnung: **Coupling Set Type**

Funktionalität: Legt die Voreinstellungen der Kopplungseigenschaften fest (Kopplungstyp).

Wert: Typ: STRING

Wertebereich:

"CP"	Freie Programmierbarkeit
"TRAIL"	Kopplungstyp "Mitschleppen"
"LEAD"	Kopplungstyp "Leitwertkopplung"
"EG"	Kopplungstyp "Elektronisches Getriebe"
"COUP"	Kopplungstyp "Synchronspindel"

Standardwert: "CP"

Beispiel:

CPON[X2] = (X1) CPSETTYPE[X2] = "LEAD"	; Legt ein Koppelmodul für die Folgeachse X2 mit der Leitachse X1 an und aktiviert das Koppelmodul. Die Kopplungseigenschaften sind so gesetzt, dass sie der bestehenden Kopplungsart Leitwertkopplung entsprechen.

Voreinstellungen

Die Voreinstellungen der programmierbaren Kopplungseigenschaften für die verschiedenen Kopplungstypen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Schlüsselwort	Mitschleppen (TRAIL)	Leitwertkopplung (LEAD)	Elektronisches Getriebe (EG)	Synchronspindel (COUP)
CPDEF	-	-		
CPDEL	-	-		
CPLDEF	-	-		
CPLDEL	-	-		
CPON				
CPOF				
CPLON				
CPLOF				
CPLNUM	1.0	-	1.0	1.0
CPLDEN	1.0	-	1.0	1.0
CPLCTID	-	-	nicht aktiv	-
CPSETVAL	CMDPOS	CMDPOS	CMDPOS	CMDPOS
CPFRS	BCS	BCS	BCS	MCS
CPBC	NOC	NOC	NOC	IPOSTOP
CPFPOS + CPON	-	0.0	nicht aktiv	nicht aktiv
CPFPOS + CPOF	-	-	-	nicht aktiv
CPFMSON	CFAST	CCOARSE	CFAST	CFAST
CPFMON	VL ³⁾ : STOP HL ⁴⁾ : CONT	VL ³⁾ : STOP HL ⁴⁾ : CONT	STOP	CONT
CPFMOF	VL ³⁾ : STOP HL ⁴⁾ : CONT	CONT	STOP	CONT
CPLPOS + CPON	-	0.0	nicht aktiv	nicht aktiv
CPMRESET	MD20110	MD20110	MD20110	MD20110
CPMSTART	MD20112 / MD22620 ⁵⁾	MD20112 / MD22620 ⁵⁾	MD20112 / MD22620 ⁵⁾	MD20112 / MD22620 ⁵⁾

- 1) Vorlauf
- 2) Hauptlauf
- 3) zusätzlich abhängig von MD22621
- nicht relevant bzw. nicht zugelassen

Weitere Eigenschaften

Die Wertebereiche bzw. Verfügbarkeiten weiterer Eigenschaften bei gesetztem Kopplungstyp (CPSETTYPE) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

	Standard (CP)	Mitschleppen (TRAIL)	Leitwertkopplung (LEAD)	Elektronisches Getriebe (EG)	Synchronspindel (COUP)
Anzahl Leitachsen	≤ 5	≤ 2	1	≤ 5	1
Achstyp Folgeachse	Achse/Spindel	Achse/Spindel	Achse/Spindel	Achse/Spindel	Spindel
Def. / Löschen Koppelmodul	CPDEF/CPDEL oder CPON/CPOF	CPON/CPOF	CPON/CPOF	CPDEF/CPDEL	CPDEF/CPDEL
Def. / Löschen Leitachse	CPLDEF/CPLDEL oder CPLON/CPLOF	CPLON/CPLOF	CPLON/CPLOF	CPLDEF/CPLDEL	CPLDEF/CPLDEL
Kaskadierung	+	+	+	+	-
Dynamikbetrachtung der Leitspindel	-	-	-	-	+
Implizite An- / Abwahl der Lageregelung ¹⁾	-	-	-	-	+

- ¹⁾ siehe auch:
/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Synchronspindel (S3)
- nicht relevant bzw. nicht zugelassen

Die Verfügbarkeiten der angegebenen Eigenschaften sind abhängig von der zur Verfügung stehenden Ausführung (siehe Thema "Voraussetzungen" in der "Kurzbeschreibung").

Beispiel:

Der Kopplungstyp Mitschleppen (CPSETTYPE="TRAIL") erlaubt maximal zwei Leitachsen und Kaskadierung. Dies steht aber nicht in der Grundausrüstung zur Verfügung, sondern setzt die Option CP-Expert voraus.

Randbedingungen

- CPSETTYPE ist auch in Synchronaktionen programmierbar.
- Bei gesetztem Kopplungstyp (CPSETTYPE) sind bestimmte Kopplungseigenschaften voreingestellt und nicht mehr änderbar. Das nachträgliche Ändern mittels Schlüsselwort führt zu einem Fehler und wird mit einem Alarm abgewiesen:

CPSETTYPE=	TRAIL	LEAD	EG	COUP
CPDEF	Alarm 16686	Alarm 16686		
CPDEL	Alarm 16686	Alarm 16686		
CPLDEF				
CPLDEL				
CPON			Alarm 16686	Alarm 16686
CPLON				
CPOF			Alarm 16686	Alarm 16686
CPLOF				
CPRES	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686	
CPLNUM	Alarm 16686	Alarm 16686		
CPLDEN	Alarm 16686	Alarm 16686		
CPCTID	Alarm 16686			Alarm 16686
CPSETVAL	Alarm 16686 bei CMDVEL	Alarm 16686 bei CMDVEL	Alarm 16686 bei CMDVEL	
CPFRS				Alarm 16686 bei BCS
CPBC	Alarm 16686	Alarm 16686		
CPFPOS + CPON	Alarm 16686	Alarm 16686		
CPFPOS + CPOF	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686	
CPFMSON	Alarm 16686	Alarm 16686		Alarm 16686
CPFMON	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686 bei STOP
CPFMOF	Alarm 16686	Alarm 16686 bei ADD/STOP	Alarm 16686 bei ADD	Alarm 16686 bei ADD
CPLPOS + CPON	Alarm 16686	Alarm 16686		Alarm 16686
CPMRESET	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686
CPSTART	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686	Alarm 16686
Anzahl Leitachsen ($\sum$ LA)	Alarm 16672 bei $\sum$ LA > 2	Alarm 16672 bei $\sum$ LA > 1	Alarm 16672 bei $\sum$ LA > 5	Alarm 16672 bei $\sum$ LA > 1
Achstyp Folgeachse				Alarm 14092 bei Achse

2.5.6.3 Projektierte Kopplung (CPRES)

Bei gesetztem Kopplungstyp "Synchronspindel" (siehe CPSETTYPE) können anstatt der programmierten Kopplungseigenschaften die in Maschinen- und Settingdaten hinterlegten Kopplungsparameter aktiviert werden.

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Synchronspindel (S3);
Kap.: Programmierung von Synchronspindelkopplungen

Programmierung

Syntax: CPRES= (<Folgespindel>)

Bezeichnung: **Coupling Restore**

Funktionalität: Aktiviert die projizierten Daten der Synchronspindelkopplung zur Folgespindel FAx.

Folgespindel: Typ: AXIS

Wertebereich: Alle im Kanal definierten Spindelbezeichner

Beispiel:

<pre>CPLON[S2]=(S1) CPSETTYPE[S2]="COUP" ... CPRES=(S2)</pre>	<pre>; Legt ein Koppelmodul für die Folgespindel S2 mit der Leitspindel S1 an und aktiviert das Koppelmodul. Die Kopplungseigenschaften sind so gesetzt, dass sie der bestehenden Kopplungsart Synchronspindel entsprechen. ; Aktiviert die projizierten Daten der Synchronspindelkopplung zur Folgespindel S2.</pre>

Randbedingungen

- CPRES ist nur zugelassen bei gesetztem Kopplungstyp "Synchronspindel" (CPSETTYPE="COUP").
- Die Anwendung von CPRES auf eine bereits aktivierte Kopplung bewirkt eine Neusynchronisation.
- Die Anwendung von CPRES auf ein nicht definiertes Koppelmodul ist ohne Wirkung.

2.5.7 Kanalübergreifende Kopplung, Achstausch

Folge- und Leitachsen müssen dem aufrufenden Kanal bekannt sein.

Folgeachse

Die Folgeachse wird beim Anlegen des Koppelmoduls im Teileprogramm je nach Achstauschprojektierung (MD30552) zum Tausch in den Kanal angefordert oder mit dem Sprachbefehl `GETD` in den aufrufenden Kanal geholt.

Der Achstausch der Folgeachse ist danach nur noch im Kanal erlaubt. Ein Tausch vom Kanal in den Hauptlauf und umgekehrt ist also weiterhin möglich, ein Achstausch über Kanalgrenzen nicht. Es gelten die Randbedingungen und Eigenschaften für den Achstausch.

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; BAGs, Kanäle, Achstausch (K5)

Leitachsen

Der Achstausch der Leitachsen ist unabhängig vom Zustand der Kopplung möglich.

2.5.8 Verhalten bei Rundachsen

Rundachsen als Folge- oder Leitachsen

Es ist möglich, Rundachsen zu einer Linearachse zu koppeln und umgekehrt. Dabei ist zu beachten, dass über das Koppelgesetz eine direkte Zuordnung von Grad zu mm erfolgt.

Programmierbeispiel:

A = Rundachse, X = Linearachse

```
N10 G0 A0 X0
```

```
N20 CPON=(A) CPLA[A]=(X) CPLNUM[A,X]=2
```

```
N30 X100
```

; Verfahrbewegung:

X = 0 mm, A = 0 Grad

; Ein Koppelmodul für die Rundachse A mit der Linearachse X als Leitachse wird angelegt und aktiviert. Der Koppelfaktor hat den Wert 2.

; Verfahrbewegung:

X = 100 mm, A = 200 Grad (= 100*2)

Moduloreduzierte Rundachsen als Leitachsen

Bei moduloreduzierten Rundachsen als Leitachsen wird die Eingangsgröße bei der Reduktion der Leitachse nicht mit reduziert. Als Eingangsgröße wird weiterhin die nicht reduzierte Position genommen, d. h. es wird der zurückgelegte Weg betrachtet.

Programmierbeispiel:

A = Moduloreduzierte Rundachse, X = Linearachse

N10 G0 A0 X0	; Verfahrbewegung: A = 0 Grad, X = 0 mm
N20 CPON=(X) CPLA[X]=(A) CPLNUM[X,A]=0.5	Ein Koppelmodul für die Linearachse X mit der Rundachse A als Leitachse wird angelegt und aktiviert. Der Koppelfaktor hat den Wert 0.5.
N30 A200	; Verfahrbewegung: A=200 Grad, X=100 mm (= 200*0.5)
N40 A=IC(200)	; A verfährt um 200 Grad in positiver Richtung auf 400 Grad, Anzeige A = 40. X verfährt um 100 mm auf 200.
N50 A=IC(100)	; A verfährt von 40 Grad auf 140 Grad, X verfährt um weitere 50 mm auf 250.
N60 A=ACP(80)	; A verfährt in positiver Richtung auf 50 Grad, der Verfahrweg beträgt 300 Grad in positiver Richtung. X verfährt entsprechend um 150 mm in positiver Richtung. Endposition ist somit X = 400.

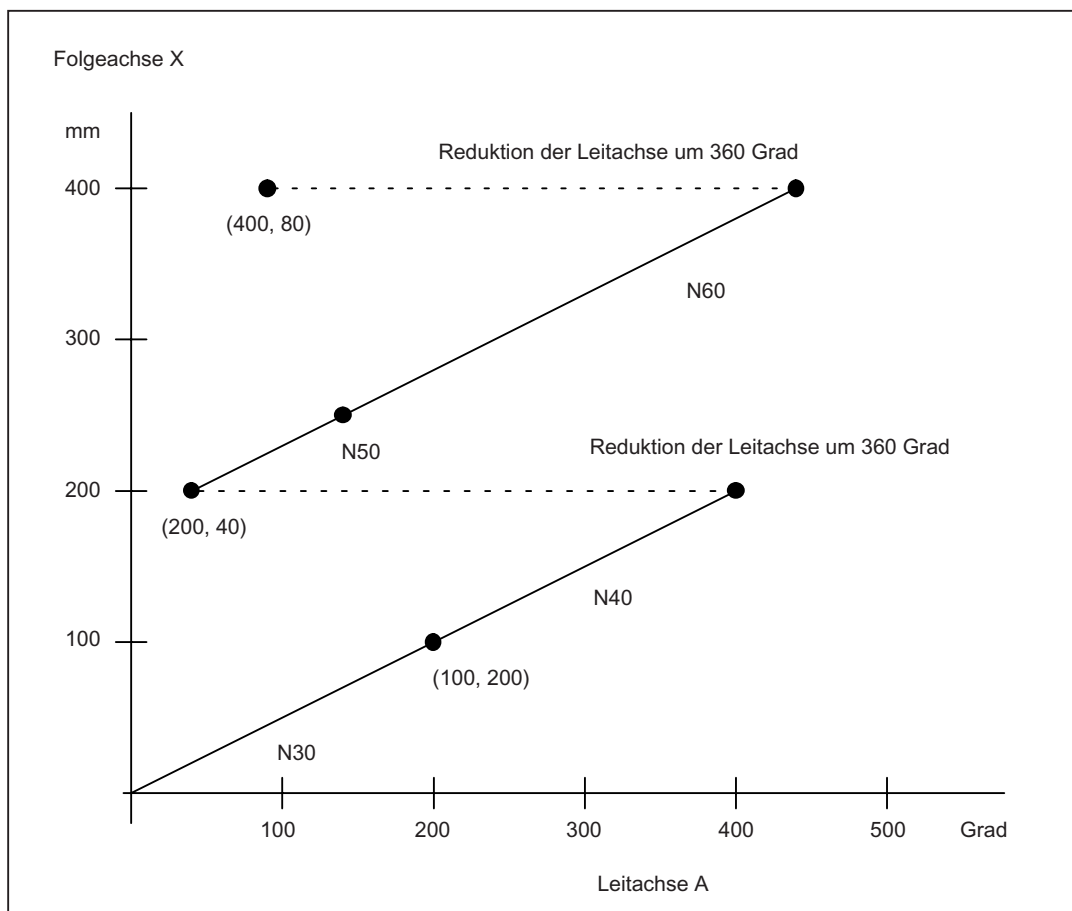


Bild 2-10 Beispiel: Moduloreduzierte Rundachse an Linearachse

(...) Positionsanzeige für X, A

2.5.9 Verhalten bei POWER ON, RESET, ...

Power On

Bei Power On ist keine Kopplung aktiv. Koppelmodule sind nicht vorhanden.

RESET

Das Verhalten bei RESET ist für jedes Koppelmodul getrennt einstellbar (siehe CPMRESET). Die Kopplung kann aktiviert, deaktiviert oder der aktuelle Zustand erhalten bleiben.

Betriebsartenwechsel

Bei Betriebsartenwechsel bleibt die Kopplung aktiv. Lediglich in der Betriebsart JOG-REF erfolgt beim Referenzieren einer Folgeachse die Unterdrückung der Kopplung (keine Abwahl!).

Referenzpunktfahren

G74 der Folgeachse ist bei aktiver Kopplung nicht möglich. Es wird ein Alarm ausgegeben.

Wird die Betriebsart JOG-REF angewählt und die Folgeachse verfahren, so wird die Kopplung unterdrückt. Die Kopplung wird erst nach dem Verlassen der Betriebsart JOG-REF wieder ausgeführt.

SERUPRO

Der SERUPRO-Vorgang wird die Generische Kopplung simulieren und Werte zum Wiederanfahren liefern.

Bei axialen Kopplungen erfolgt die Simulation stets unter der Annahme von Sollwertkopplung, d. h. es wird bei Istwertkopplung während des SERUPRO-Vorgangs auf Sollwertkopplung umgeschaltet. Dies kann bedeuten, dass die Simulation nicht korrekt erfolgt.

Weitere Abweichungen zum realen Ablauf können durch die erhöhte Simulationsgeschwindigkeit und durch die aufgehobenen Achsdynamikbegrenzungen entstehen.

2.6 Dynamikverhalten der Folgeachse

2.6.1 Parametrisierte Dynamikgrenzen

Die Dynamik der Folgeachse wird durch folgende MD-Werte begrenzt:

MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO (Maximale Achsgeschwindigkeit)

MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL (Maximale Achsbeschleunigung)

2.6.2 Programmierte Dynamikgrenzen

2.6.2.1 Programmierung (VELOLIMA, ACCLIMA)

Dynamikgrenzen reduzieren oder überhöhen

Die über MD32000 und MD32300 angegebenen Dynamikbegrenzungen der Folgeachse (FA) können mit Sprachbefehlen aus dem **Teileprogramm** heraus reduziert oder überhöht werden:

Befehl	Bedeutung
VELOLIMA [FA]	Maximale Achsgeschwindigkeit reduzieren oder überhöhen
ACCLIMA [FA]	Maximale Achsbeschleunigung reduzieren oder überhöhen

Die bei der Programmierung von VELOLIMA [FA] und ACCLIMA [FA] angegebenen Werte sind **Prozentwerte**. Sie legen fest, mit welchem Anteil die parametrisierten Dynamikgrenzen (MD32000 und MD32300) berücksichtigt werden sollen:

Wertebereich	Bedeutung
$1 \leq \text{Wert} < 100$	bewirkt eine Reduzierung der Dynamikgrenze
$100 < \text{Wert} \leq 200$	bewirkt eine Überhöhung der Dynamikgrenze

Die Dynamikgrenzen für die Geschwindigkeit und die Beschleunigung der Folgeachse berechnen sich dann wie folgt:

Maximale Achsgeschwindigkeit = MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO * VELOLIMA[FA]

Maximale Achsbeschleunigung = MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL * ACCLIMA[FA]

Hinweis

Die Reduzierung / Überhöhung wirkt auf die gesamte Dynamik der Achse, also auf die Summe der Achsanteile aus Überlagerung und Kopplung.

Programmierung in Synchronaktionen

Die Möglichkeit der Programmierung von VELOLIMA [FA] und ACCLIMA [FA] in **Synchronaktionen** ist vom Kopplungstyp abhängig:

Kopplungstyp	Teileprogramm	Synchronaktionen
Tangentiale Nachführung	x	
Mitschleppen	x	x
Leitwertkopplung	x	x
Elektronisches Getriebe	x	
Synchronspindel	x	
Generische Kopplung	x	x

Synchronisation zwischen Folge- und Leitachsen

Durch das eingestellte Beschleunigungsverhalten und die eingestellten Dynamikkorrekturen wird die Zeitdauer für die Synchronisation zwischen Folge- und Leitachsen bei Beschleunigungsvorgängen wie folgt verändert:

Dynamikkorrektur	Wirkung
Dynamikreduktion	Verlängert die Synchronlaufdifferenz. Die Überwachung von Leit- zu Folgewert kann eine längere Zeit den zulässigen Bereich überschreiten.
Dynamiküberhöhung	Verkürzt die Synchronlaufdifferenz. Die Überwachung von Leit- zu Folgewert kann eine kürzere Zeit den zulässigen Bereich überschreiten.

Hinweis

Der Anwender hat die technologische Synchronisation zwischen Bearbeitung und Synchronlaufdifferenz wieder herzustellen.

Beschleunigungsmodus

Für die Folgeachse steht nur **BRISKA**, d. h. sprungförmige Achsbeschleunigung, zur Verfügung. Die Beschleunigungsmodi **SOFTA** und **DRIVEA** sind für die beschriebenen Folgeachsen nicht verfügbar.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Lageregler als PI-Regler zu konfigurieren.



Vorsicht

Diese Möglichkeit ist nur in Verbindung mit Servo-Trace und mit regeltechnischem Fachwissen einsetzbar.

Literatur:

/IAD/ Inbetriebnahmehandbuch 840D/611D
/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen;
Geschwindigkeiten, Soll-/Istwertsysteme, Regelung (G2)

POWER ON

Bei **POWER ON** werden die Werte für **VELOLIMA** und **ACCLIMA** auf 100% initialisiert.

Betriebsartenwechsel

Beim Betriebsartenwechsel **AUTO** → **JOG** behalten die Dynamikkorrekturen ihre Gültigkeit.

RESET

Die Gültigkeiten der Dynamikkorrekturen (**VELOLIMA** und **ACCLIMA**) nach **RESET** sind abhängig von der Einstellung im kanalspezifischen Maschinendatum:

MD22410 \$MC_F_VALUES_ACTIVE_AFTER_RESET (F-Funktion über **RESET** hinaus wirksam)

Wert	Bedeutung
0	Die Werte für VELOLIMA[FA] und ACCLIMA[FA] werden nach RESET auf 100% gesetzt.
1	Die zuletzt programmierten Werte für VELOLIMA[FA] und ACCLIMA[FA] sind auch nach RESET wirksam.

Dieses Verhalten gilt auch für Dynamikkorrekturen, die durch statische Synchronaktionen gesetzt wurden. Soll dies trotz MD22410 = 0 nicht der Fall sein, muss per IDS-Synchronaktion ein erneutes bzw. ständiges Schreiben der Dynamikkorrektur erfolgen.

Literatur:

/FBSY/ Funktionshandbuch Synchronaktionen

2.6.2.2 Beispiele

Elektronisches Getriebe

Die Achse 4 wird über eine EG-Kopplung an X gekoppelt. Das Beschleunigungsvermögen der Folgeachse wird auf 70% der maximalen Beschleunigung begrenzt. Die maximal zulässige Geschwindigkeit wird auf 50% der maximalen Geschwindigkeit begrenzt. Nach dem Einschalten wird die maximal zulässige Geschwindigkeit wieder auf 100% gesetzt.

```
...  
N120 ACCLIMA[AX4]=70  
N130 VELOLIMA[AX4]=50 ; Reduzierte Geschwindigkeit  
N150 EGON(AX4,"FINE",X,1,2)  
N200 VELOLIMA[AX4]=100 ; Volle Geschwindigkeit  
...
```

Leitwertkopplung

Die Achse 4 wird über eine Leitwertkopplung an X gekoppelt. Das Beschleunigungsvermögen der Folgeachse wird auf 80% der maximalen Beschleunigung begrenzt.

```
...  
N120 ACCLIMA[AX4]=80 ; 80%  
N130 LEADON(AX4,X,2) ; Kopplung einschalten  
...
```

Leitwertkopplung mit Synchronaktion

Die Achse 4 wird mittels Leitwertkopplung an X gekoppelt. Das Beschleunigungsverhalten wird per statische Synchronaktion 2 ab Position 100 auf 80% begrenzt.

```
...  
N120 IDS=2 WHENEVER $AA_IM[AX4] > 100 DO ACCLIMA[AX4]=80  
N130 LEADON(AX4,X,2)  
...
```

2.6.2.3 Systemvariablen

Für die Achstypen Geometrieachse, Kanalachse, Maschinenachse und Spindel stehen im Teileprogramm und in Synchronaktionen folgende lesbaren Systemvariablen zur Verfügung:

Bezeichner	Datentyp	Bedeutung	Einheit
Im Vorlauf			
\$PA_ACCLIMA[n]	REAL	Mit ACCLIMA[Ax] gesetzte Beschleunigungskorrektur	%
\$PA_VEOLIMA[n]	REAL	Mit VEOLIMA[Ax] gesetzte Geschwindigkeitskorrektur	%
Im Hauptlauf			
\$AA_ACCLIMA[n]	REAL	Mit ACCLIMA[Ax] gesetzte Beschleunigungskorrektur	%
\$AA_VEOLIMA[n]	REAL	Mit VEOLIMA[Ax] gesetzte Geschwindigkeitskorrektur	%

Hinweis

Das Lesen der Hauptlaufvariablen löst implizit Vorlaufstopp aus.

2.7 Erweitertes Stillsetzen/Rückziehen (ESR)

2.7.1 Erweitertes Stillsetzen/Rückziehen (ESR)

Die Funktion "Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen" ESR (Extended Stopping and Retract) bietet die Möglichkeit, auf wählbare Fehlerquellen flexibel, werkstückschonend und zum Schutz von Mensch und Maschine zu reagieren.

Einführung

Im Unterschied zu üblicher Fräsen/Drehen/Schleifen-Bearbeitung existiert bei Verzahnungs-Bearbeitung eine "elektronische Kopplung" zwischen mehreren Achsen, die **nicht** durch eine entsprechende "mechanische Kopplung" gestützt wird bzw. abgelöst werden kann, trotzdem aber lebenswichtig für die fehlerfreie Herstellung des zu produzierenden Werkstücks ist. Anders als z. B. ein einfacher rotierender Fräser, der ohne Achs-Vorschubbewegungen keine Späne mehr wegnimmt, rollen bei der Verzahnung ein zu fertigendes Zahnrad (Rohling) und ein Wälzfräser (schneckenförmiges Werkzeug) so aufeinander ab, dass bei Ausfall der elektronischen Kopplung die Zähne des Wälzfräasers voll ins Material "trudeln" würden.

Speziell bei der Zahnrad-Bearbeitung (Wälzfräsen, Wälzschleifen, Wälzstoßen) sind teure Werkzeuge und Werkstücke miteinander im Eingriff, die auch in einem solchen Fehlerfall nicht zerstört werden dürfen. Gleichzeitig erhöht sich auch der Schutz für Mensch und Maschine, wenn herumfliegende Bruchstücke von vornherein vermieden werden.

Lösungskonzept

In der Steuerung werden zu programmierende Gefahrenbedingungen zyklisch überprüft (Störungs-*Quellen*) und verknüpft (Synchronaktionen). Beim Erkennen von Auslösegründen für Trennung von Werkzeug und Werkstück unter den Randbedingungen der temporären Aufrechterhaltung der Kopplung der Achsen im Elektronischen Getriebe werden Aktionen ausgelöst. Diese Aktionen können eine oder mehrere der im Folgenden beschriebenen ESR-Reaktionen sein.

ESR-Reaktionen

Das "Erweiterte Stillsetzen und Rückziehen" stellt bis SW-Stand 5 folgende drei Teil-Reaktionen zur Verfügung:

- "Erweitertes Stillsetzen"
(antriebsautark bzw. extern gesteuert) ist ein definiertes, zeitlich verzögertes Stillsetzen.
- "Rückziehen"
(antriebsautark bzw. extern gesteuert) bedeutet eine "Flucht" aus der Bearbeitungsebene in eine sichere Rückzugsposition. Hiermit soll eine vorhandene Kollisionsgefahr zwischen Werkzeug und Werkstück vermieden werden.
- "Generatorbetrieb"
(antriebsautark) Für die Fälle, in denen die Energie des Zwischenkreises nicht für einen sicheren Rückzug ausreicht, ist ein Generatorbetrieb möglich. Er stellt als eigenständige Antriebs-Betriebsart bei Netzstörungen o.ä. die notwendige Energie für den Antriebs-Zwischenkreis zur Verfügung, die für ein geordnetes "Stillsetzen" und "Rückziehen" benötigt wird.
- "Erweitertes Stillsetzen" (**NC-geführt**) ist ein definiertes, "zeitlich verzögertes" und "konturschonendes" Stillsetzen.
- "Rückziehen" (**NC-geführt**) bedeutet eine "Flucht" aus der Bearbeitungsebene in eine sichere Rückzugsposition. Hiermit soll eine vorhandene Kollisions-Gefahr zwischen Werkzeug und Werkstück umgangen werden. Bei Zahnrad-Bearbeitung z. B. ist darunter ein "Herausziehen aus gerade bearbeiteten Zahnücken" zu verstehen.

Alle Reaktionen sind unabhängig voneinander und auch im Zusammenhang mit anderen Fertigungen als Verzahnung nutzbar. Rückzugsvorgänge und temporäre Fortführung von Achskopplungen vor dem Stillsetzen können so projektiert werden, dass sie zeitlich parallel ausgeführt werden. Dabei kann eine weitere Achse im Generatorbetrieb die Spannung des Zwischenkreises aufrechterhalten.

Zusammenwirken der NC-geführten Reaktionen mit ...

NC-geführte Reaktionen werden mittels der kanalspezifischen Systemvariablen \$AC_ESR_TRIGGER ausgelöst. (Nicht zu verwechseln mit der nc-globalen Systemvariablen für antriebsautarken Rückzug \$AN_ESR_TRIGGER).

Mit \$AC_ESR_TRIGGER wird ein schonendes interpolatorisches *Stillsetzen* auf der Bahn bzw. Kontur möglich. Das NC-geführte *Rückziehen* wird zeit-synchron dazu durch die Rückzugsachsen im **Kanal** durchgeführt. Um Verwirrung und Bedienfehler zu vermeiden, sind Rückzugsachsen immer genau **einem** NC-Kanal zuzuordnen und dürfen nicht zwischen den Kanälen getauscht werden.

Beim NC-geführten *Stillsetzen* wird die Bahninterpolation ebenso wie eine elektronische Kopplung über einen vorgebbaren Zeitraum (MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1) weiterbearbeitet, obwohl z. B. ein Alarm mit Bewegungsstopp ansteht. Danach wird sie wie bei NC-STOP auf der Bahn abgebremst.

Beim NC-geführten Rückziehen wird **LIFTFAST/LFPOS** wie beim Gewindeschneiden genutzt.

Um auch außerhalb des AUTOMATIK-Betriebs ein Rückziehen durchführen zu können, wird die Auslösung dieser Funktionalität an die Systemvariable \$AC_ESR_TRIGGER geknüpft. Durch \$AC_ESR_TRIGGER ausgelöstes Rückziehen ist gegen Mehrfach-Rückzug verriegelt.

Hinweis

Für die Technologie "Verzahnung" müssen alle Reaktionen zwingendermaßen Hand in Hand wirken: Beispielsweise soll die elektronische Kopplung für eine gewisse Zeit bei konstanter Bewegung aufrechterhalten werden und dann erst stillgesetzt werden. Parallel arbeiten eine Rückzugsachse an der Trennung der Bearbeitung, und eine weitere Achse im Generatorbetrieb liefert im Falle des Spannungsausfalls die notwendige Energie in den Zwischenkreis (entsprechende Projektierung vorausgesetzt).

Der NCK löst keinen **NOTAUS** eigenmächtig aus. Da das NOTAUS-Signal von PLC an NCK eingespeist wird, kann die PLC bei Bedarf (z. B. per \$A_DBB) zunächst aktiv ein ESR auslösen und die Weiterleitung der eigentlichen NOTAUS-Anforderung an den NCK um die entsprechende Zeit selbst verzögern.

2.7.2 Steuerungsexterne Reaktionen

Als "steuerungsexterne" Reaktion wird die Ausgabe entsprechender Schaltsignale an digitale Ausgänge (Systemvariable \$A_OUT) im IPO-Takt bezeichnet. An einen solchen Digitalausgang kann z. B. eine hydraulische Rückzugsachse angeschlossen werden. Die weitere Reaktionsverarbeitung liegt dann in den Händen des Maschinenbauers bzw. Inbetriebnehmers.

2.7.3 Antriebsautarke Reaktionen

Antriebsautarke Reaktionen werden axial definiert, d. h. jeder Antrieb bearbeitet im Aktivierungsfall seine Stillsetzen-/Rückziehen-Anforderung autark. Eine interpolatorische bzw. bahntreue Verkopplung der Achsen beim Stillsetzen oder Rückziehen ist **nicht** gegeben (nur bei Steuerungsführung). Ein Bezug zu den Achsen läuft zeitgesteuert ab.

Während und nach Durchführung antriebsautarker Reaktionen gehorcht der jeweilige Antrieb nicht mehr den NC-Freigaben bzw. NC-Fahrbefehlen und deshalb ist ein Power-Off/Power-On erforderlich. Der Alarm 26110 "Antriebsautarkes Stillsetzen/Rückziehen ausgelöst" weist darauf hin.

Hinweis

Wird der Rückzug im Antrieb 611digital ausgelöst, erfolgt kein Alarm 26110.

Hinweis

Antriebsautarkes Stillsetzen und Rückziehen werden "automatisch" ausgelöst (wie bei Kommunikationsausfall).

Diese antriebsseitigen Reaktionen sind damit **kanalübergreifend**. D. h. wenn in einem Kanal antriebsautarkes Stillsetzen und Rückziehen ausgelöst wird, produzieren auch die Antriebe eines anderen Kanals ihre projektierte (und gerade freigegebene) antriebsautarke Stillsetz- bzw. Rückzugsreaktion.

Antriebsautarker Generatorbetrieb ESR_REACTION = 10

Der Generatorbetrieb wird

- konfiguriert, (MD37500 \$MA_ESR_REACTION=10; die Konfiguration ist in dem achsspezifischen Maschinendatum der entsprechenden Achse vorzunehmen),
- freigegeben (\$AA_ESR_ENABLE) und
- aktiviert: im Antrieb abhängig von der Einstellung der Antriebs-Maschinendaten bei Unterschreiten der Spannung im Zwischenkreis.

Antriebsautarkes Rückziehen ESR_REACTION = 11

Das antriebsautarke Rückziehen wird

- konfiguriert (MD37500 \$MA_ESR_REACTION=11; Zeitangabe und Rückzugsgeschwindigkeit erfolgt über MD; siehe "Beispiel: Verwendung der antriebsautarken Reaktion" im Kapitel "Beispiele", "ESR"),
- freigegeben: Systemvariable \$AA_ESR_ENABLE
- gestartet: Systemvariable \$AN_ESR_TRIGGER.

Antriebsautarkes Stillsetzen ESR_REACTION = 12

Das antriebsautarke Stillsetzen wird

- konfiguriert (MD37500 \$MA_ESR_REACTION=12),
- freigegeben (\$AA_ESR_ENABLE) und
- gestartet: Systemvariable \$AN_ESR_TRIGGER.

Hinweis

Für antriebsautarke Reaktionen kann das Verhalten je Achse individuell bestimmt werden.

Beispiel

Ein Beispiel für die Verwendung der antriebsautarken Reaktion finden Sie im Kapitel "Beispiele", "ESR".

Antriebsautarker Generatorbetrieb mit NC-geführten Stillsetzen ESR_REACTION = 13

Antriebsseitig ist wie bei ESR_REAKTION=10 Generatorbetrieb aktiv.

Der Generatorbetrieb wird

- konfiguriert (Konfiguration: MD37500 \$MA_ESR_REACTION=13),
- freigegeben (\$AA_ESR_ENABLE) und
- aktiviert mit Systemvariable \$AC_ESR_TRIGGER für "Erweitertes Stillsetzen (NC-geführt)".

Hinweis

Im Gegensatz zu ESR_REAKTION=10 erfolgt kein Schnellbremsen der Generatorachse, sondern ein NC-geführtes Erweitertes Stillsetzen siehe Kap. 7.16.3 ESR_REAKTION=22.

Antriebsseitig bleibt Generatorbetrieb aktiv. Fällt die Zwischenkreisspannung am Antrieb unter den im folgenden Antriebsmaschinendatum eingetragenen Wert, so wird der Generatorbetrieb zur Zwischenkreisstützung aktiviert:

MD1631 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_ON

2.7.4 NC-geführtes Erweitertes Stillsetzen

Verhalten

Der Zeitplan für erweitertes Stillsetzen ist durch die beiden folgenden Maschinendaten gegeben:

MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1

und

MD21381 \$MC_ESR_DELAY_TIME2

Für die Dauer der Zeitspanne im folgenden Maschinendatum interpoliert die Achse ungestört weiter wie programmiert:

MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1

Nach Ablauf der Zeitspanne im folgenden Maschinendatum wird interpolatorisch geführtes Bremsen eingeleitet (Rampenstopp):

MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1

Für das interpolatorisch geführte Bremsen steht dann maximal die Zeitspanne im folgenden Maschinendatum zur Verfügung, nach Ablauf dieser Zeitspanne wird Schnellbremsen mit anschließendem Nachführen eingeleitet:

MD21381 \$MC_ESR_DELAY_TIME2

Dieser Zeitplan gilt, falls für mindestens eine von der NCU beaufschlagte Achse gilt:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION > 20

Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, so werden die Alarmreaktionen nicht verzögert. Falls in dem den Alarm bearbeitenden Takt kein ESR aktiviert ist, werden die o.g. Alarmreaktionen um einen IPO-Takt verzögert. (Die Prüfung, ob ESR aktiviert ist, dauert einen IPO-Takt.)

Für alle anderen nicht genannten Achsen mit dem folgenden Maschinendatum wird schon zu Beginn des erweiterten Stillsetzen (\$AC_ESR_TRIGGER = 1) Schnellbremsen eingeleitet mit anschließendem Nachführen:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION = 0

Die Bearbeitung aller Kommandos, insbesondere auch solcher, die ein Stoppen der Achsen zur Folge haben (z. B. Reset, Stop, Stopall, StopByAlarm), sowie der Standard-Alarmreaktionen STOPBYALARM und NOREADY, wird um die Summe der Zeiten ESR_DELAY_TIME1 und ESR_DELAY_TIME2 verzögert.

Ein NC-geführtes Stillsetzen wirkt zusammen mit dem Elektronischen Getriebes (vgl. Kapitel "Elektronisches Getriebe (EG)"). Es beinhaltet die (selektive) Umschaltung des elektronischen Getriebes auf Istwertkopplung bei gestörten Leitachsen, sowie die Aufrechterhaltung der Interpolation und Freigaben ("Weiterfahrt") während einer durch folgendes Maschinendatum vorgebbaren Zeitspanne:

MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1.

Zeiten T1 und T2

Die Zeiten T1 und T2 werden parametrierbar über die Maschinendaten:

MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1.

und

MD21381 \$MC_ESR_DELAY_TIME2

Das zeitliche Verhalten für NC-geführtes Erweitertes Stillsetzen kann dem unteren Bild entnommen werden.

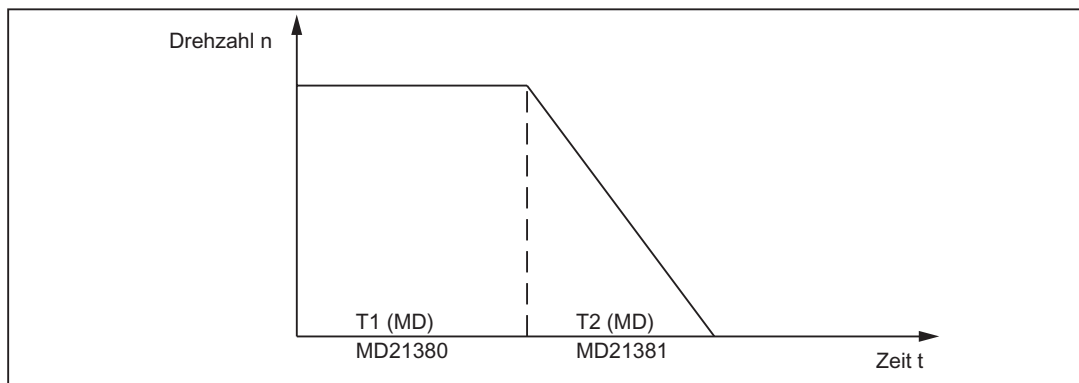


Bild 2-11 Parametrierbares/Programmierbares steuerungsgeführtes Stillsetzen

Hinweis

Die Summenzeit T1 und T2 sollte aus Sicherheitsgründen einen Maximalwert von z. B. 1 sec nicht überschreiten.

Auswirkungen von ESR_REACTION = 22

Auswirkungen für eine Bahnachse

Falls das folgende Maschinendatum für eine Bahnachse ist, so überträgt sich das Verhalten "erweitertes Stillsetzen" auf **alle Bahnachsen** des Kanals:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION = 22

Auswirkungen für eine Leitachse

Falls das folgende Maschinendatum für eine Leitachse ist, so überträgt sich das Verhalten "erweitertes Stillsetzen" auf **alle Folgeachsen** des Kanals:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION = 22

Hinweis

Eine Folgeachse des Elektronischen Getriebes folgt während beider Phasen des Erweiterten Stillsetzens gemäß Bewegungsgesetz den Leitachsen. D. h. Es ist kein eigenständiges Bremsen beim Übergang von der Maschinendatum-Phase MD21380 \$MC_DELAY_TIME1 zur Maschinendatum-Phase MD21381 \$MC_ESR_DELAY_TIME2 möglich.

Voraussetzung für bestimmungsgemäß funktionierendes ESR ist, dass die Freigabesignale gesetzt sind und bleiben.

2.7.5 NC-geführtes Rückziehen

Ausgangsbedingungen

Für NC-geführtes Rückziehen sind von Bedeutung:

- die mit POLFMASK und POLFMLIN ausgewählten Achsen
- die mit POLF definierten achsspezifischen Positionen
- die Zeitfenster ESR_DELAY_TIME1 und ESR_DELAY_TIME2
- der Anstoß durch Systemvariable \$AC_ESR_TRIGGER
- die vereinbarte ESR-Reaktion MD37500 \$MA_ESR_REACTION
- G-Code LFPOS der modalen 46. G-Codegruppe angesprochen

Verhalten von ESR_REACTION = 21

Wenn die Systemvariable \$AC_ESR_TRIGGER = 1 gesetzt wird, und wenn in diesem Kanal eine Rückzugsachse mit dem folgenden Maschinendatum konfiguriert und für diese Achse \$AA_ESR_ENABLE=1 gesetzt ist, dann wird in diesem Kanal **LIFTFAST** aktiviert:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION = 21

Voraussetzung:

Im Teileprogramm muss die Rückzugsposition programmiert worden sein. Für die Rückzugbewegung müssen die Freigabesignale gesetzt sein und gesetzt bleiben.

Das Schnellabheben auf die mit **POLF** definierte Position wird über den G-Code **LFPOS** der modalen 46. G-Codegruppe angesprochen.

Die mit **LFPOS**, **POLF** konfigurierte Abhebebewegung der mit **POLFMASK** oder **POLFMLIN** selektierten Achse(n) ersetzt die für diese Achsen im Teileprogramm festgelegte Bahnbewegung.

Während des Rückzuges werden die in

- POLFMASK angegebenen Achsen unabhängig voneinander auf die mit POLF angegebenen Positionen gefahren.
- POLFMLIN angegebenen Achsen im **linearen** Zusammenhang auf die mit POLF angegebenen Positionen gefahren.

Die Erweiterte Rückzugbewegung (d. h. durch \$AC_ESR_TRIGGER ausgelöstes LIFTFAST/LFPOS) ist **nicht unterbrechbar** und kann nur durch NOT AUS vorzeitig beendet werden.

Begrenzungen bezüglich Geschwindigkeit und Beschleunigung der am Rückzug beteiligten Achsen werden überwacht während der Rückzugsbewegung. Die Abhebbewegung erfolgt mit BRISK, d. h. ohne Ruckbegrenzung.

Für den Rückzug steht maximal die Summe der folgenden Maschinendatenzeiten zur Verfügung:

MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1

und

MD21381 \$MC_ESR_DELAY_TIME2

Nach Ablauf dieser Zeitspanne wird auch für die Rückzugachse Schnellbremsen eingeleitet mit anschließendem Nachführen.

Randbedingungen

Schnellabheben wird *nicht* ausgeführt für folgende Achsen:

- die (wegen Achstausch, Einzelachszustand odgl.) nicht unter der Kontrolle durch den Kanal sind,
- die sich im drehzahlgesteuerten Betrieb befinden (Spindeln),
- die als positionierende Spindeln (SPOS/SPOSA) interpoliert werden.

Modulorundachsen verhalten sich beim Schnellabheben folgendermaßen:

- Bei inkrementeller Programmierung der Zielposition wird diese ohne Modulokorrektur angefahren.
- Bei absoluter Programmierung wird die Zielposition unter Verwendung von Modulokorrekturen zeitoptimal angefahren. Dies entspricht weitestgehend einer Positionierung auf kürzestem Weg.

Die Abhebbewegung wird unter Ausnutzung der maximalen Beschleunigung und Geschwindigkeit der beteiligten Achsen in POLFLIN linear interpoliert.

Im **Kanal** kann jeweils nur **ein lineares** Abheben erfolgen. D. h. es können im Kanal nicht mehrere Achsverbände gebildet werden, die im linearen Zusammenhang ihre Abhebpositionen anfahren.

Parallel zum linearen Abheben können zusätzliche Achsen mittels **POLFMASK** eine unabhängige, axiale Abhebbewegung auf ihre programmierte Abhebposition durchführen.

Werden Achsen sowohl in POLFMASK als auch in POLFMLIN verwendet, so ist zu beachten, dass immer der zuletzt programmierte Zustand im Falle einer Abhebbewegung aktiv ist. D. h., eine Achse die zuvor mit POLFMLIN aktiviert wurde, wird nach der Programmierung in POLFMASK aus dem linearen Zusammenhang entfernt und die Abhebbewegung würde jetzt als unabhängige Bewegung erfolgen (siehe Beispiele im Kapitel "Schnellabheben im linearen Zusammenhang der Achsen").

Für die Abhebbewegung sind die zum **Zeitpunkt der Auslösung** gültigen Parameter bestimmend. Ändert sich einer dieser Parameter (POLF, POLFMASK, POLFMLIN, Frame...) während der Abhebbewegung (z. B. durch Satzwechsel), so hat diese Änderung keinen Einfluss auf die bereits gestartete Abhebbewegung.

Reaktionen auf Stop- und Achsfreigabesignale

Das Stopverhalten der Abhebbewegung bei den Signalen "Axiales Vorschub-Halt" und bei "Vorschub-Sperre" wird mit dem folgenden kanalspezifischen Maschinendatum festgelegt:

MD21204 \$MC_LIFTFAST_STOP_COND

Bit0: Axiales VDI-Signal Vorschub-Halt DB31 DBB4.3

=0 Stop der Abhebbewegung beim axialem Vorschub-Halt

=1 kein Stop der Abhebbewegung beim axialem Vorschub-Halt

Bit1: Vorschub-Sperre im Kanal DB21 DBB6.0

=0 Stop der Abhebbewegung bei Vorschub-Sperre im Kanal

=1 kein Stop der Abhebbewegung bei Vorschub-Sperre im Kanal

Der Stop-Signal "Axiales Vorschub-Halt" wirkt auf die gesamte Abhebbewegung, d. h. alle mit POLFMASK und POLFMLIN definierte Achsbewegungen werden gestoppt.

Die Abhebbewegung wird durch Zurücknehmen der Signale wieder gestartet.

Das Signal "NC-Stop", DB21 DBB7.3, hat keinen Einfluss auf die Abhebbewegung.

Programmierung

Die Zielposition der Rückzugsachse wird programmiert mit dem Sprachbefehl:

POLF

POLF[Geoachsname | Maschinenachsname] (POsition LiftFast)

POLF ist modal wirksam.

POLF kann auch inkrementell programmiert werden. Wird diese Programmierung mit einer **Geometrieachse** vorgenommen, so wird hier die Position als Position im Werkstückkoordinatensystem WKS interpretiert.

Es wird der zum Zeitpunkt der Aktivierung des Schnellabhebens gültige Frame berücksichtigt. Wichtig: Frames mit Drehung beeinflussen über **POLF** auch die Richtung, in welche abgehoben wird.

Wird **POLF** mit einer **Kanal-/Maschinenachse** programmiert, so ist die Position im Maschinenkoordinatensystem MKS anzugeben. Frames mit Drehung beeinflussen dabei nicht die Position, auf die zurückgezogen wird.

Bei gleichen Bezeichnern für Geoachse und Kanal-/Maschinenachse wird im Werkstückkoordinatensystem zurückgezogen.

POLFMASK

Der Sprachbefehl **POLFMASK([achsname1], [achsname2], ...)** erlaubt es, die Achsen auszuwählen, die bei einer Aktivierung des Schnellabhebens **unabhängig** voneinander auf ihre mit **POLF** definierte Position fahren sollen. Durch eine variable Parameterliste können beliebig viele Achsen für das Schnellabheben ausgewählt werden, jedoch müssen alle Achsen sich im **gleichen Koordinatensystem** befinden (also z. B. nur Geoachsen).

POLFMLIN

Der Sprachbefehl **POLFMLIN**([**achsname1**], [**achsname2**], ...) erlaubt es, die Achsen auszuwählen, die bei einer Aktivierung des Schnellabhebens auf ihre mit **POLF** definierte Position im **linearen Zusammenhang** fahren sollen. Durch eine variable Parameterliste können beliebig viele Achsen für das Schnellabheben ausgewählt werden, jedoch müssen alle Achsen sich im **gleichen Koordinatensystem** befinden (also z. B. nur Geoachsen). Zwischen dem Einleiten des Rückzuges und dem Erreichen des linearen Zusammenhangs wird eine Bahn gefahren, die von der programmierten Bahn bereits abweicht, die aber den linearen Zusammenhang noch nicht erreicht. Bei ungünstiger Konstellation kann dieser Übergang bis zu den mit **POLF** programmierten Endpunkten dauern. Die Steuerung optimiert auf kürzest möglichen Übergang.

Allgemein

Die folgenden Abschnitte gelten für **POLFMASK** und **POLFMLIN** gleichermaßen.

Für die Abhebbewegung sind die zum Zeitpunkt der Auslösung gültigen Parameter bestimmend. Ändert sich einer dieser Parameter (G-Code, **POLF**, **POLFMASK** oder **POLFMLIN**, Frame, ...) während der Abhebbewegung (Satzwechsel), so hat diese Änderung keinen Einfluss auf die bereits gestartete Abhebbewegung.

Bevor über **POLFMASK** oder **POLFMLIN** das Schnellabheben auf eine feste Position freigegeben werden kann, muss für die ausgewählten Achsen eine Position mit **POLF** programmiert worden sein. Es ist kein Maschinendatum für die Vorbelegung der Werte von **POLF** vorgesehen.

Bei der Interpretation von **POLFMASK** oder **POLFMLIN** wird ein Alarm 16016 abgesetzt, wenn **POLF** noch nicht programmiert worden ist.

Ist der Rückzug freigegeben, so kann die Position, auf die zurückgezogen wird, noch geändert werden. Eine Änderung des Koordinatensystems ist jedoch nicht mehr möglich, und wird mit einem Alarm 16015 abgelehnt.

Wird nach dem Freigeben des Rückzugs nochmals **POLF** programmiert, so muss die Position in dem Koordinatensystem angegeben werden, in dem auch die erste Programmierung dieser Achse erfolgte.

Wechsel des Koordinatensystems

Soll das Koordinatensystem gewechselt werden, so muss zuerst eine Deaktivierung des Schnellabhebens durch **POLFMASK()** oder **POLFMLIN()** erfolgen, und dann erst die Programmierung mit **POLF** im neuen Koordinatensystem.

Schnellabheben deaktivieren

POLFMASK() oder **POLFMLIN()** ohne Angabe einer Achse **deaktiviert** das Schnellabheben für alle Achsen, die im jeweiligen Freigabeaufruf aktiviert wurden.

Wechselwirkungen POLFMASK/POLFMLIN

Die für eine bestimmte Achse in einer der beiden Anweisungen zuletzt gemachte Angabe gilt. Zum Beispiel:

```
N200 POLFLIN(X, Y, Z)      ; Rückzug im linearen Zusammenhang
                           ; für Achsen X, Y und Z aktiviert
...
N300 POLFMASK(Z)           ; Unabhängiger Rückzug der Achse Z wird
                           ; aktiviert. Achse Z wird aus den linearen
                           ; Rückzugsverband mit X und Y entfernt.
N500 POLFMLIN(X, Z)        ; Rückzug im linearen Zusammenhang
                           ; erfolgt für X und Z, der zuvor mit
                           ; POLFMASK aktivierte unabhängige
                           ; Rückzug der Achse Z wird damit
                           ; gelöscht. Der zuvor mit POLFMLIN
                           ; aktivierte Rückzug der Achse Y wird
                           ; ebenfalls gelöscht.
                           ; D. h. nur noch X und Z führen eine
                           ; Abhebbewegung aus.
```

Teileprogrammstart

Die mit **POLF** programmierten Positionen und die Aktivierung durch **POLFMASK** und **POLFMLIN** werden bei Teileprogrammstart gelöscht. Das heißt, der Anwender *muss* in jedem Teileprogramm die Werte für **POLF** und die selektierten Achsen (**POLFMASK**, **POLFMLIN**) programmieren.

Beispiele

Anwendungsbeispiele für die Parametrierung mit mehreren Achsen und inkrementeller Programmierung finden Sie im Kapitel "Beispiele", "ESR".

2.7.6 Mögliche Auslösequellen

Die Auslösequellen müssen durch Auswertung der angegebenen Systemvariablen unterschieden werden. Als Fehlerquellen stehen alle Systemvariablen zur Verfügung, die in **Synchronaktionen** lesbar sind. Zum Beispiel:

- Digital-Ein-/Ausgänge (\$A_IN, \$A_OUT)
- Synchronlaufabweichungen (\$VA_EG_SYNCDIFF)
- Kanalzustand (\$AC_STAT) ...

Die Zustände des Antriebes sind in \$AA_ESR_STAT ablesbar:

Bit 0: Generatorbetrieb ist ausgelöst

Bit 1: Rückziehen ist ausgelöst

Bit 2: Erweitertes Stillsetzen ist ausgelöst

Literatur:

/PGA/, Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung

Nachfolgende Fehlerquellen für einen Start von "Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen" sind möglich:

Allgemeine Quellen

Allgemeine Quellen (NC-extern/global oder BAG-/kanalspezifisch):

- Digitale Eingänge (z. B. auf NCU-Baugruppe bzw. Terminalblock) bzw. das steuerungsinterne, rücklesbare Abbild digitaler Ausgänge (\$A_IN, \$A_OUT)
- Kanalzustand (\$AC_STAT)
- VDI-Signale
- Zugriff über \$A_DBB. Dieser Weg wird aber **nicht bei zeitkritischen Signalen** empfohlen, da hier die PLC-Zykluszeit in die Gesamt-Reaktionszeit eingeht. Als Einflussmöglichkeit der PLC auf den Ablauf bzw. die **Freigabe** des Erweiterten Stillsetzen und Rückziehens ist dieser Weg aber sinnvoll. Weiterhin ist eine solche Einknüpfung von PLC-Zuständen sinnvoll, soweit diese **ausschließlich von der PLC** eingespeist/vorgegeben werden (z. B. NOTAUS, Reset-Taste, Stop-Taste)
- Sammelmeldungen einer Anzahl von Alarmen (\$AC_ALARM_STAT)

Axiale Quellen

- Notrückzugsschwelle der Folgeachse (Synchronlaufdifferenz der elektronischen Kopplung, \$VA_EG_SYNCDIFF[Folgeachse])
- Antrieb: Die Systemvariable \$AA_ESR_STAT[Achse] "Status für Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen" zeigt an: Bit 3: Zwischenkreis-Unterspannung/ Generatorbetrieb)
- Antrieb: Die Systemvariable \$AA_ESR_STAT[Achse] "Status für Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen" zeigt an: Bit 4: Generator Minimaldrehzahl)

Hinweis

Wenn **NC-geführtes ESR** konfiguriert ist, dauert die Bearbeitung der Alarmreaktionen NOREADY und STOPBYALARM einen IPO-Takt. In diesem Takt wird geprüft, ob der Alarm Quelle für ESR ist. Die Reaktion "ESR auslösen" oder Standard-Reaktion (ohne ESR) erfolgt im nächsten IPO-Takt. Durch den selbstlöschenden Alarm 21600 wird dieser Zustand angezeigt, dass diese Prüfungszeit in die Alarm-Reaktionszeit eingeht. **Die Anzeige des Alarm 21600 kann mit \$MN_SUPPRESS_ALARM_MASK Bit16 unterdrückt werden.**

2.7.7 Verknüpfungslogik: Quellen-/Reaktionsverknüpfung

Die flexiblen Verknüpfungsmöglichkeiten der **statischen Synchronaktionen** können genutzt werden, um aufgrund von Quellen bestimmte Reaktionen auszulösen. Die Verknüpfung aller relevanten Quellen mit Hilfe statischer Synchronaktionen liegt in den Händen des Anwenders/Maschinenherstellers. Er kann die Quellen-Systemvariablen als Ganzes oder mit Hilfe von Bit-Masken auch selektiv auswerten und hieran seine gewünschten Reaktionen knüpfen. Die statischen Synchronaktionen sind in allen Betriebsarten wirksam. Eine ausführliche Beschreibung der Verwendung der Synchronaktionen finden Sie in:

Literatur:

/FBSY/ Funktionshandbuch Synchronaktionen

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung (Synchronaktionen, Systemvariablen)

Die Verknüpfung axialer Quellen mit globalen bzw. kanalspezifischen Quellen werden bei Bedarf z. B. mit Hilfe von \$AA_TYP (Achstyp) variabel konfiguriert.

2.7.8 Aktivierung

Funktionsfreigabe

\$AA_ESR_ENABLE

Die Funktionen Generatorbetrieb, Stillsetzen, Rückziehen werden durch Setzen des zugehörigen Steuersignals (\$AA_ESR_ENABLE[Achse]) **freigegeben**. Dieses Steuersignal kann von Synchronaktionen, dem Teileprogramm und (indirekt) von der PLC verändert werden.

Durch Schreiben per \$A_DBB kann die PLC weitgehenden Einfluss auf die Abarbeitung der ESR-Reaktionen nehmen, wenn entsprechende Zugriffe auch in den Synchronaktionen eingebunden werden. Die PLC hat damit indirekt Einfluss auf das ESR-Verhalten.

Funktionsauslösung

\$AN_ESR_TRIGGER (antriebsautark)

- Der Generatorbetrieb wird "automatisch" im Antrieb bei Erkennung drohender Zwischenkreis-Unterspannung aktiv.
- Antriebsautarkes Stillsetzen und/oder Rückziehen werden aktiv bei Erkennung eines Kommunikationsausfalls (zwischen NC und Antrieb) sowie bei Erkennung einer Zwischenkreis-Unterspannung im Antrieb (Konfiguration und Freigabe vorausgesetzt).
- Antriebsautarkes Stillsetzen und/oder Rückziehen können zusätzlich auch von Teileprogrammen/Synchronaktionen ausgelöst werden durch das Setzen der Systemvariablen \$AN_ESR_TRIGGER (Kommando an **alle** Antriebe). Voraussetzung: Freigabe.

\$AC_ESR_TRIGGER (NC-geführt)

- NC-geführtes Stillsetzen wird bei entsprechender Parametrierung des folgenden Maschinendatums durch Setzen des Steuersignals "\$AC_ESR_TRIGGER" aktiviert:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION = 22

Voraussetzung: Freigabe.

- NC-geführtes Rückziehen wird bei entsprechender Parametrierung des folgenden Maschinendatums und **POLF** und **POLFMASK** im Teileprogramm durch Setzen des Steuersignals "\$AC_ESR_TRIGGER" aktiviert:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION = 21

Voraussetzung: Freigabe.

2.7.9 Netzausfall-Erkennung und Überbrückung

Erkennung

Ein Netzausfall kann erkannt werden, wenn über Klemme 73 des E/R-Moduls von SIMODRIVE 611D die Netzüberwachung des angeschlossenen Stellers als externe Quelle genutzt wird (z. B. externe Quellen: NCU-Eingang bzw. Terminalblock).

Verzögerung

Die Zeit bis zum Anziehen des Netzüberwachungs-Relais beträgt ca. 10 - 15 ms.

Nach dem Anziehen des Relais vergeht bestenfalls 1/2 IPO-Takt, schlechtestenfalls 3 IPO-Takte. Daraus ergibt sich die Zeit für Netzausfallerkennung:

Schlechtester Fall: ca. 120 ms

Bester Fall: ca. 15 ms

Grenzen der Zwischenkreisüberspannung

Auf folgende Spannungsgrenzen wird der Zwischenkreis (ZK) überwacht:

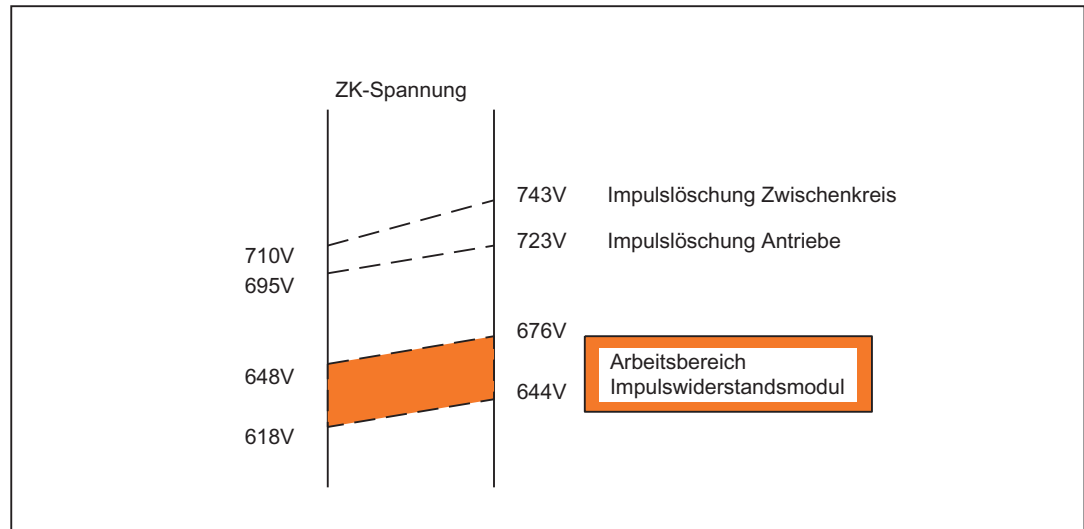


Bild 2-12 Spannungspiegel des Zwischenkreises SIMODRIVE 611D

Bei bestimmten Spannungspegeln werden die Impulse der Antriebe und des Zwischenkreises gelöscht. Dies führt automatisch zum Austrudeln der Antriebe.

Wird dieses Verhalten nicht gewünscht, kann der Anwender durch Verwendung eines Widerstandsmoduls die überschüssige Energie ableiten. Dieses Widerstandsmodul arbeitet in dem im Bild schraffierten Bereich und liegt somit unterhalb der kritischen Spannungspegel.

Hinweis

Die Impulsleistung des Widerstandsmoduls ist größer als die E/R-Leistung.

Überwachung der Zwischenkreisunterspannung

Die Zwischenkreisspannung kann auf eine vom Anwender parametrierbare Schwelle (MD1634 \$MD_LINK_VOLTAGE_RETRACT) überwacht werden.

Das Unterschreiten der im folgenden Achsmaschinendatum parametrierten Spannungsschwelle kann als interne Fehlerquelle für das Rückziehen herangezogen werden:

MD1634 LINK_VOLTAGE_RETRACT

Hiermit kann vermieden werden, dass ohne Trennung von Werkstück und Werkzeug die Antriebs-HW bei Unterschreitung der minimalen Zwischenkreisspannung von 280V abgeschaltet wird.

Für eine/mehrere Achse(n) (sinnvoll für eine Achse pro E/R-Bereich) kann zusätzlich parametrierbar werden, ob beim Unterschreiten der Zwischenkreisspannungsschwelle (MD1634) ein Rückziehen ausgelöst werden soll. Voraussetzung dafür ist, dass die Synchronaktions-Verknüpfung von der Systemvariablen \$AA_ESR_STAT abhängig ist. Daraus folgt, dass das evtl. parametrierbare und programmierte ESR durchgeführt wird, wenn dies über die Systemvariable \$AA_ESR_ENABLE freigegeben ist.

Dem Zwischenkreis kann zum ESR benötigte Energie durch paralleles, generatorisches Bremsen zugeführt werden: siehe Zwischenkreisstützung.

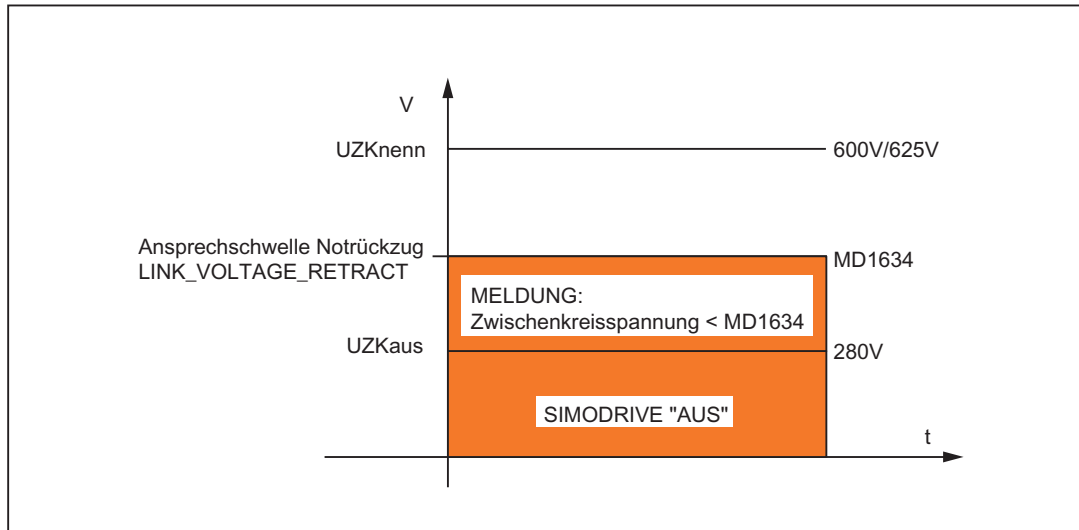


Bild 2-13 Zwischenkreisspannungsüberwachung SIMODRIVE 611D

Kommunikations-/ Steuerungsausfall

Beim Ansprechen der NC-Lebenszeichenüberwachung wird am Antriebsbus ein Kommunikations-/ Steuerungsausfall erkannt und bei entsprechend projektiertem Verhalten ein antriebsautarkes ESR durchgeführt.

Hinweis

Durch Ändern des Vorbesetzungswertes von 600 V auf 0 V wird die Messung der ZK-Spannung standardmäßig aktiviert.

Um die fehlerfreie Ibm älterer HW ohne Zwischenkreismessung zu ermöglichen, wird bei diesen HW-Versionen bei "Reglerdaten berechnen" das folgende Maschinendatum gesetzt:

MD1161 \$MD_FIELDVAL_FIXED_LINK_VOLTAGE = 600 V

2.7.10 Generatorbetrieb/Zwischenkreisstützung

Zwischenkreisstützung

Durch Projektierung von Antriebs-MD und entsprechender Programmierung der Systemvariablen \$AA_ESR_ENABLE über statische Synchronaktionen können kurzzeitige Zwischenkreisspannungseinbrüche kompensiert werden. Die überbrückbare Zeit hängt von der gespeicherten Energie des Generators ab, der zur Zwischenkreisstützung herangezogen wird, und der benötigten Energie zur Aufrechterhaltung der momentanen Bewegungen (Zwischenkreisstützung und Überwachung auf Generatordrehzahlgrenze).

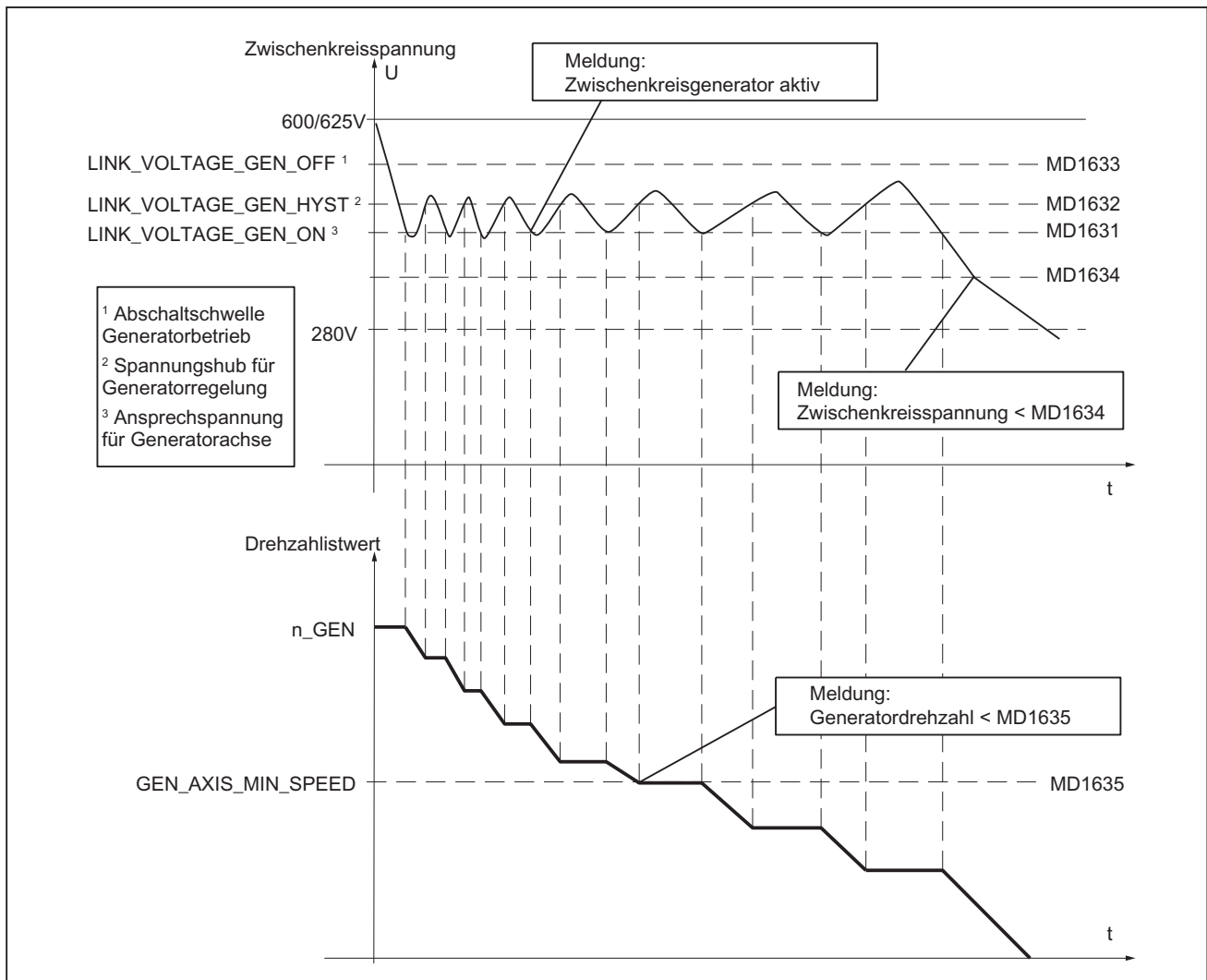


Bild 2-14 Generatorbetrieb

Bei Unterschreitung der Zwischenkreisspannungs-Unterschwelle (MD1631 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_ON) geht die betreffende Achse/Spindel vom lage- oder drehzahlgeregelten Betrieb in einen zwischenkreisspannungsgeregelten Betrieb über. Durch Abbremsen des Antriebs (Vorgabe Drehzahlsollwert = 0) wird Energie in den Zwischenkreis zurückgespeist. Der Antrieb misst zyklisch (im Lageregeltakt) die Zwischenkreisspannung. Steigt die Spannung über den Wert der folgenden Achsmaschinendaten wird der Zweipunktregler ausgeschaltet, d. h. der momentane Drehzahlwert als Drehzahl-Sollwert vorgegeben:

MD1631 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_ON

und

MD1632 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_HYST

Während des aktiven Generatorbetriebs wird das Bit 3 "Zwischenkreisgenerator aktiv" in der Systemvariablen \$AA_ESR_STAT ausgegeben.

Das Zweipunktverhalten des Generators ist maschinen- und anwendungsspezifisch.

Steigt die Spannung über den Wert des folgenden Maschinendatums wird der Generatorbetrieb verlassen und zurück in den drehzahlgeregelten Betrieb geschaltet:

MD1633 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_OFF

Dies ist nicht der Fall, wenn die Achse/Spindel vorher im lagegeregelten Betrieb war. In diesem Fall ist ein Reset des Antriebs notwendig (POWER ON).

Überwachung der Generatordrehzahlminimalgrenze

Zusätzlich zum Generatorbetrieb zur Zwischenkreisstützung wird der Drehzahlwert der Achse/Spindel im Generatorbetrieb auf Unterschreiten einer über das folgende Achsmaschinendatum parametrierbaren Drehzahlminimalgrenze überwacht:

MD1635 \$MD_GEN_AXIS_MIN_SPEED

Mit Unterschreiten dieser Drehzahlminimalgrenze wird das Bit 4 "Generatordrehzahl < MD1635" in der Systemvariable \$AA_ESR_STAT ausgegeben.

Darüber hinaus kann analog zur Erkennung auf Unterschreitung der Zwischenkreisspannung (MD1634 \$MD_LINK_VOLTAGE_RETRACT) dieses Signal als interne Fehlerquelle für das ESR definiert werden.

2.7.11 Antriebsautarkes Stillsetzen

Die Antriebe eines zuvor gekoppelten Verbundes können durch zeitgesteuerte Abschaltverzögerung mit möglichst geringen Abweichungen zueinander stillgesetzt werden, wenn dies steuerungsseitig nicht möglich ist.

Das antriebsautarke Stillsetzen wird über das folgende Maschinendatum konfiguriert, mit der Systemvariablen \$AA_ESR_ENABLE freigegeben und nach der Verzögerungszeit T1 (s.u.) mit der Systemvariablen \$AN_ESR_TRIGGER gestartet:

MD37500 \$MA_ESR_REACTION=12

T1 wird im folgenden Achsmaschinendatum festgelegt:

MD1637 \$MD_GEN_STOP_DELAY

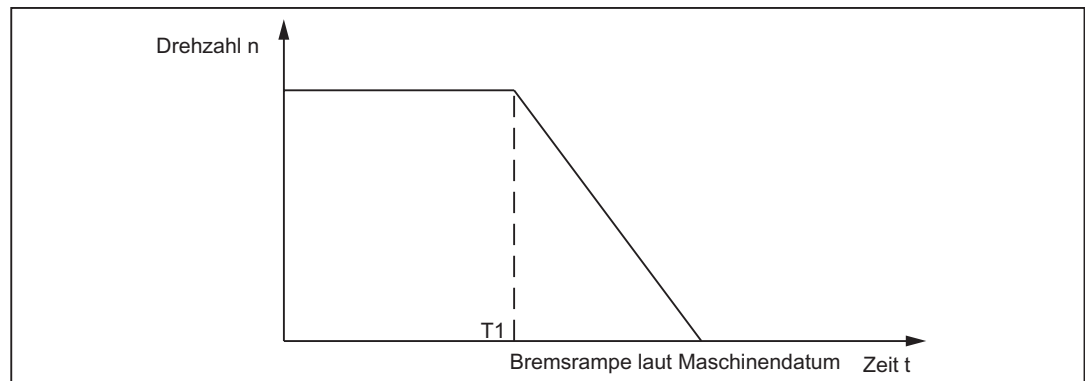


Bild 2-15 Antriebsautarkes Stillsetzen SIMODRIVE 611D

Reaktionen

Für die Zeit $T1$ wird der im Fehlerfall gerade aktive Drehzahlsollwert weiter ausgegeben. Hierdurch wird versucht, die vor dem Ausfall wirkende Bewegung aufrechtzuerhalten, solange bis der Formschluss aufgehoben bzw. die parallel in anderen Antrieben initiierte Rückzugsbewegung abgeschlossen ist. Dies kann für alle Leit-/Folgeantriebe oder für in Kopplung oder im Verbund befindliche Antriebe sinnvoll sein.

Nach dieser Zeit $T1$ werden alle Achsen mit Drehzahlsollwert Null-Aufschaltung an der Stromgrenze stillgesetzt und bei Erreichen des Stillstands werden die Impulse gelöscht.

2.7.12 Antriebsautarkes Rückziehen

Achsen mit digitalen 611D-Antrieben können (wenn projektiert und freigegeben) in folgenden Situationen selbsttätig eine Rückzugsbewegung ausführen:

- bei Ausfall der Steuerung (Lebenszeichenausfall-Erkennung)
- bei Abfall der Zwischenkreisspannung unter eine Warnschwelle
- bei Auslösung durch die Systemvariable `$AN_ESR_TRIGGER`

Die Rückzugsbewegung erfolgt autark durch 611D.

Ab dem Beginn der Rückzugsphase hält der Antrieb seine Freigaben selbständig auf den zuvor gültigen Werten. Der Notrückzug wird nur durchgeführt, wenn zum Zeitpunkt der Auslösung auch Impuls- und Reglerfreigabe (und Systemvariable `$AA_ESR_ENABLE`) gesetzt waren, **der betroffene Antrieb also freigegeben war**.

Bei Steuerungsausfall genügt die gesetzte Impulsfreigabe. In diesem Fall generiert der 611D-Antrieb - wenn noch funktionsfähig - seine Reglerfreigabe selbständig (Teilfunktionalität für den "Rückzug mit geklemmten Achsen"). Für die Beschaltung evtl. geklemmter Achsen hat der Anwender selbst zu sorgen.

Externe Sicherheitslogik

Die externe Sicherheitslogik eines Steuerungs-Antriebs-Gespanns mit Antriebsnotrückzug muss derart ausgeführt sein, dass bei Steuerungsausfall (z. B. PLC-Stop und NC-READY-Ausfall) die Antriebseinheit noch fahrfähig bleibt (Projektiertung der jeweiligen Maschinen-Sicherheits-Verknüpfung).

Messsystem

Der Antrieb hat keinen Bezug zum NC-Geometriesystem. NC-seitig ist das Einheitensystem des **Motormesssystems** nur bekannt, wenn dieses **als Lagemesssystem** verwendet wird.

Rückzugsweg

Die Vorgabe des Rückzugsweges an den Antrieb erfolgt deshalb mit folgenden geometrieneutralen Daten:

- Drehzahlsollwert, Richtung (Vorzeichen):

MD1639 \$MD_RETRACT_SPEED

- Fahrzeit:

MD1638 \$MD_RETRACT_TIME

Der Antrieb fährt dementsprechend den programmierten "Rückzugsweg" über eine antriebsinterne zeitgesteuerte Drehzahlvorgabe.

Freigabe muss gegeben werden durch Systemvariable \$AA_ESR_ENABLE und Auslösen mit \$AN_ESR_TRIGGER.

Der tatsächlich im Fehlerfall zurückgelegte "Rückzugsweg" ist abhängig von der aktuellen Ist-Drehzahl im Zeitpunkt des Beginns des Notrückzugs und kann geringfügig vom programmierten Weg abweichen, da der Antrieb keine Wegbilanz überwacht (keine Interpolation).

Nach diesem Ablauf wird auch für die Rückzugsachsen Drehzahlsollwert Null vorgegeben und an der Stromgrenze stillgesetzt (vgl. antriebsautarkes Stillsetzen).

Hinweis

Der antriebsautarke Notrückzug ist nur wirksam, wenn in den folgenden Achsmaschinendaten das Bit "Impulslöschung" auf AUS gesetzt ist:

MD1612 \$MD_ALARM_REACTION_POWER_ON

und

MD1613 ALARM_REACTION_RESET

Bei aktivem Notrückzug ist ein Parametrieren des Notrückzugs nicht möglich. Daten werden zwar in den Antrieb übertragen, aber nicht übernommen. Es erfolgt dabei keine Meldung an den Anwender.

2.7.13 Projektierungshilfe für ESR

Spannungsausfall

Folgende HW- und SW-Komponenten werden vorausgesetzt:

- HW-Komponenten
 - SINUMERIK 840D mit z. B. NCU 573 und HMI Advanced
 - SIMODRIVE 611D mit den Antriebsregelungen 6SN1 118-0DG... oder 6SN1 118-0DH...
 - Geregeltes E/R-Modul (ab 16kW) mit passendem Pulswiderstandsmodul und evtl. zusätzlichen Kondensatoren für den Zwischenkreis.
 - Kondensatormodul (6FX2 006-1AA00) zur Pufferung der Stromversorgung AC 115-230 V für das Zentralgerät und der Bedientafelfront oder alternativ die Stromversorgung DV 24 V.
- SW-Komponenten
 - System-SW: SW 5
 - Option ESR

Folgende Punkte sind bei der Projektierung zu beachten:

1. Die Elektronikversorgung der Antriebsregelungen muss aus dem Zwischenkreis erfolgen. Hierfür ist bei den E/R-Modulen die Verbindung zum Zwischenkreis vom Anwender vorzunehmen (siehe Inbetriebnahmeanleitung 611D).
2. NC und Bedientafelfront müssen durch geeignete Maßnahmen gepuffert werden; z. B. Kondensatormodul für 230V-Stromversorgung oder Akku für 24V-Stromversorgung.
3. Die Versorgung der PLC-Peripherie bzw. der NCK-Terminalblock-Peripherie muss durch geeignete Maßnahmen, z. B. durch Akku gestützt werden.

Zwischenkreisstützung

Die im Zwischenkreis der Antriebsgeräte zur Verfügung stehende Energie errechnet sich bei Netzausfall zu:

$$E = 1/2 * C * (U_{zk}^2 - U_{min}^2)$$

Dabei ist:

E= Energie in Wattsekunden [Ws]

C= Gesamtkapazität des Zwischenkreises in Farad [F]

U_{zk} = Inhalt des Achsmaschinen datums MD1634 \$MD_LINK_VOLTAGE_RETRACT

U_{min} = Untergrenze für einen sicheren Betrieb (mit Berücksichtigung des motorspezifischen EMK, in jedem Fall aber oberhalb der Ausschaltswelle von 280V)

Beispiel:

Für

$C = 6000\mu\text{F}$ (s. Tabelle, 1. Zeile) - 20% = 4800 μF

$U_{Zk} = 550\text{V}$ (MD1634)

$U_{\min} = 350\text{V}$ (Annahme)

ergibt sich:

$$E = 1/2 * 4800\mu\text{F} * ((550\text{V})^2 - (350\text{V})^2) = 432\text{Ws}$$

Diese Energie steht bei Belastung für eine Zeit von

$$t_{\min} = E / P_{\max} * \eta$$

zur Verfügung, um den Notrückzug einzuleiten.

Dabei ist

$t_{\min}$ = Pufferzeit in Millisekunden [ms]

$P_{\max}$ = Leistung in Kilowatt [kW]

η = Wirkungsgrad des Antriebsgerätes

Für obiges Beispiel mit:

$$E = 432\text{Ws}$$

$P_{\max} = 16\text{kW}$ (s. Tabelle "Nominale und minimale Pufferzeiten in Abhängigkeit für verschiedene E/R-Einheiten", 1. Zeile)

$$\eta = 0,90$$

ergibt sich:

$$t_{\min} = 432\text{Ws} / 16\text{kW} * 0,9 = 24,3\text{ms}$$

als minimale Stützdauer für den Notrückzug.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte für unterschiedliche E/R-Einheiten zusammengefasst. Hierbei werden nominale und minimale Kapazität berücksichtigt. Die maximal mögliche Kapazität (Ladegrenze) setzt sich zusammen aus der Summe der Kapazität des E/R-Moduls und der Achs-/Spindelmodule, sowie externen Zusatzkondensatoren (vom Anwender beizustellen). Die in der Tabelle eingesetzte minimale Kapazität berücksichtigt eine Bauteiletoleranz von -20% (schlechtester Fall).

Tabelle 2-2 Nominale und minimale Pufferzeiten in Abhängigkeit für verschiedene E/R-Einheiten

Leistung $P_{\max}$ der E/R-Einheit [kW]	max. mögl. Kapazität $C_{\max}$ [mF]	Energie-Inhalt ($C_{\max}$) [Ws]	Energie-Inhalt ($C_{\min}$) [Ws]	Pufferzeit t_n bei $P_{\max}$ [ms]	Pufferzeit $t_{\min}$ bei $P_{\max}$ [ms]
16	6000	540	432	30,38	24,30
36	20000	1800	1440	45,00	36,00
55	20000	1800	1440	29,46	23,56
80	20000	1800	1440	20,25	16,20
120	20000	1800	1440	13,50	10,80

Energiebilanz

Bei der Projektierung des Notrückzugs muss in jedem Fall eine Energiebilanz aufgestellt werden, um Aussagen darüber zu erhalten, ob auf eine zusätzliche Kondensatormodule oder eine Generatorachse/-spindel (mit entsprechend dimensionierter Schwungmasse) verzichtet werden kann.

Stillsetzen als Energielieferant

Ab dem ca. dritten Interpolationstakt erfolgen Änderungen der Drehzahlsollwerte der projektierten Stillsetz- oder Rückzugsachsen/-spindeln. Nach dieser Zeit beginnt die Bremsphase (wenn kein antriebsautarkes Stillsetzen in dieser Achse projektiert ist).

Sobald der Bremsvorgang einsetzt, steht die dabei freiwerdende Energie für die Rückzugsbewegung zur Verfügung. Über eine Energiebilanz muss sichergestellt werden, dass die kinetische Energie der bremsenden Achsen für den Rückzug ausreicht.

Anhand der Energiebilanz kann festgestellt werden, welche Interpolationstaktzeit maximal eingestellt werden kann, um einen sicheren Notrückzug durchführen zu können.

Beispiel:

Bei einer 16 kW-Einheit unter maximaler Last und minimaler Zwischenkreiskapazität soll ein Notrückzug ohne Generatorbetrieb möglich sein. Dafür darf die Interpolationstaktzeit theoretisch höchstens 4,86 ms betragen, d. h. in diesem Fall können maximal 4 ms eingestellt werden.

Bei Bedarf muss auf eine leistungsfähigere NC-CPU ausgewichen werden, um optimale Bedingungen zu erreichen.

Antriebsautarkes Stillsetzen/Rückziehen

Das antriebsautarke Stillsetzen und Rückziehen, ausgelöst durch die NC, ist dann vorzusehen, wenn eine sehr schnelle Reaktion notwendig ist. Der Antrieb reagiert in diesem Fall innerhalb von einem Interpolationstakt mit der Ausgabe eines Sollwerts für die konfigurierten Achsen/Spindeln.

Hinweis

Nach antriebsautarkem Stillsetzen und Rückziehen ist ein POWER ON erforderlich.

Bei Unterbrechung des Antriebsbusses zwischen NC und Antrieb (Lebenszeichenausfall) kann ein Stillsetzen und Rückziehen ausschließlich durch den Antrieb erfolgen. Dieser Fall tritt normalerweise nicht zusammen mit Netzausfall auf.

Generatorbetrieb

Für Fälle, in denen die Energie des Zwischenkreises nicht für einen sicheren Rückzug (für eine Zeit von mind. 3 IPO-Takten) ausreicht, ist der Generatorbetrieb vorgesehen. Hierbei wird auf die mechanische Energie einer Spindel oder Achse zugegriffen und diese optimal in den Zwischenkreis zurückgespeist. Die Zwischenkreisspannung wird hierbei über einen Zweipunkt-Spannungsregler innerhalb der über MD parametrierbaren Grenzen gehalten.

Die als Generator parametrierte Achse/Spindel misst in diesem Falle die Zwischenkreisspannung bei Unterschreitung des parametrierten Wertes im ms-Takt. Somit erfolgt innerhalb von 2 ms ein Stützen des Zwischenkreises. (Unter Normalbedingungen Messung alle 4 ms.)

Die in dem Antrieb gespeicherte Energie

$$E = 1/2 \cdot \Theta \cdot \omega^2$$

mit

Θ = gesamtes Massenträgheitsmoment

ω = Winkelgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Umschaltung auf Generatorbetrieb

wird mit einem Wirkungsgrad von ca. 90% zurückgespeist.

Für den Generatorbetrieb empfiehlt sich, besonders bei größeren Maschinen mit E/R-Einheiten von hoher Leistung (55, 80, 120 kW), ein separater Antrieb mit Schwungmasse, der nach der Beschleunigung auf Maximalgeschwindigkeit nur noch die Reibungsverluste aufbringen muss.

Selbstverständlich kann auch jeder beliebige Antrieb dafür genutzt werden, sofern er nicht direkt am geführten Stillsetzen/Rückziehen beteiligt ist.

Achsen, die an Getriebekopplungen beteiligt sind, die gezielt aufrecht erhalten werden müssen, sind dafür nicht geeignet.

Hinweis

Zusätzlich kann auch eine Drehzahlminimalgrenze des Generators (\$AA_ESR_STAT, Bit 4) die Quelle für das Rückzugverhalten sein. Dies ist z. B. sinnvoll, wenn mit dem Generatorbetrieb kurzzeitige Spannungsunterbrechungen überbrückt werden sollen.

Um zu verhindern, dass bei Einsetzen der Bremsung die Zwischenkreisspannung zu groß wird und der Antrieb mit Impulslöschung reagiert (was ein unkontrolliertes Austrudeln zur Folge hätte), müssen hinreichend bemessene Impulswiderstandsmodule verwendet werden.

2.7.14 Steuerungsverhalten

POWER OFF/POWER ON

Ist die Rückzugslogik in Bewegungssynchronaktionen hinterlegt, so sind diese bei POWER ON noch nicht aktiv. Eine Verknüpfungslogik, die nach POWER ON aktiv sein soll, muss in einem von der PLC gestarteten ASUP aktiviert werden. Wurde ein antriebsautarkes Stillsetzen bzw. Rückziehen ausgelöst, benötigt die Antriebs-Software nachfolgend einen POWER OFF/POWER ON.

Ab Softwarestand 6 kann anstelle des o.g. ASUP die Funktion "Ereignisgesteuerte Programmaufrufe" verwendet werden.

Betriebsartenwechsel, NC-Stop

Für die Verknüpfungslogik können **statische** Synchronaktionen verwendet werden (Schlüsselwort IDS). Auf diese hat ein Betriebsartenwechsel bzw. ein NC-Stop/Reset keinen Einfluss.

Positionierungen einer Kommandoachse/-spindel werden mit Kanalstop abgebrochen.

ESR ist verfügbar in Betriebsart AUTO, JOG, MDA.

Reset

Statische Synchronaktionen bleiben über Reset hinaus erhalten.

Bei RESET werden die für **POLF** programmierten Werte und die Aktivierung durch **POLFMASK** nicht gelöscht.

Teileprogrammstart

Bei Teileprogrammstart werden die für **POLF** programmierten Werte und die Aktivierung durch **POLFMASK** gelöscht.

Zweck des Rücksetzens der programmierten Werte **POLF/POLFMASK** ist, dass der ESR-Anwender genauso wie die anderen Anwender des Schnellabhebens gezwungen ist, in jedem Teileprogramm die zum dort programmierten Werkstück passende Rückzugsposition explizit zu programmieren, und nicht darauf vertraut, dass von einem früher abgelaufenen Bearbeitungsvorgang noch eine geeignete Rückzugsposition gespeichert ist.

Alarmverhalten

- Fehler in einer Achse außerhalb des EG-Achsverbandes:
Diese Achse schaltet "normal" ab. Stillsetzen und Rückziehen arbeiten "ungestört" weiter bzw. werden durch solche Fehler ausgelöst.
- Fehler in einer Leitachse (LA):
selektive Umschaltung auf Istwertkopplung bereits während des Stillsetzens, ansonsten wie zuvor.
- Fehler in einer Folgeachse (FA):
 - Rückziehen durchführen: Rückzugsachse darf nicht Folgeachse sein, d. h. kein Konflikt.
 - Stillsetzen durchführen: Es kann sein, dass die Folgeachse unkontrolliert reagiert. Die Rettung von Werkstück/Werkzeug muss dann dem Rückziehen überlassen werden, das Stillsetzen soll aber zumindest keine weiteren Störungen in den Ablauf einbringen.
- Fehler in der Rückzugsachse: es gibt keinen Rückzug.
- NOT AUS
Ein NOT AUS ist aus Steuerungssicht kein Fehlerfall, sondern wird wie jedes andere Steuersignal behandelt. NOT AUS bricht aus Sicherheitsgründen die Interpolation und alle Fahrbewegungen ab und löst durch Wegnahme der Reglerfreigaben auch die elektronische Kopplung auf.
Bei Anwendungsfällen, in denen es auch bei NOT AUS auf die Aufrechterhaltung der Kopplung und Fahrbewegungen ankommt, muss dieser NOT AUS von der **PLC** entsprechend lange **verzögert** werden, bis die geforderten NC- bzw. antriebsseitigen Reaktionen ablaufen können.
Als Rückmeldesignal an die PLC steht das folgende Nahtstellensignal zur Verfügung:
NST "ESR-Reaktion ist ausgelöst" DB31, ... DBX98.7
Wenn während der aktiven Phase des ESR ein Alarm auftritt mit kanalübergreifender NOREADY-Reaktion (d. h. NOREADY | NCKREACTIONVIEW | BAGREACTIONVIEW), dann hat das zur Folge, dass in **allen** Kanälen ESR ausgelöst wird.

Satzsuchlauf, Repos

Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen hat auf Satzsuchlauf oder Repos-Bewegungen keinen Einfluss.

2.7.15 Randbedingungen

Funktionsfähigkeit der Komponenten

Die am "Erweiterten Stillsetzen und Rückziehen" beteiligten Achs-/Spindel-Komponenten "Antriebe, Motoren, Geber" müssen funktionsfähig sein. Bei Ausfall einer dieser Komponenten ist die beschriebene Reaktion nicht mehr in vollem Umfang erfüllt. Achsspezifische Servo- oder Antriebsalarme, die erkennbar den Ausfall einer dieser Komponenten beschreiben, melden damit implizit gleichzeitig, dass die projektierte Stillsetz- oder Rückzugsreaktion der betroffenen Achse(n)/Spindel(n) nicht mehr oder nur teilweise verfügbar ist.

Bewegungs-Synchronaktionen

Bewegungs-Synchronaktionen werden im Interpolationstakt abgearbeitet. Viele Bewegungs-Synchronaktionen erhöhen die Laufzeit der Steuerung für Bearbeitung der zyklischen Interpretation der Bedingungen in den Synchronaktionen. Die ausgewählten Quellen und die zugeordneten Reaktionen können "nur" im Interpolationstakt ausgewertet bzw. ausgelöst werden.

Priorität

Jede **antriebsautarke Reaktion** hat Priorität vor der entsprechenden NC-geführten Reaktion (Grund: Bei Broadcast-Aktivierung des Antriebs wird jede antriebsautarke Reaktion unmittelbar aktiv).

POWER ON

Wurde ein antriebsautarkes Stillsetzen bzw. Rückziehen ausgelöst, benötigt die Antriebs-Software nachfolgend einen POWER-OFF/POWER-ON (Antriebsverhalten wie bei schweren Fehlern, vgl. Kommunikationsausfall).

Randbedingungen

3.1 Mitschleppen

Regeldynamik

Es wird empfohlen, innerhalb eines Mitschleppverbandes die Lageregler-Parameter von Leitachse und Mitschleppachse aufeinander abzustimmen.

Hinweis

Das Abstimmen der Lageregler-Parameter von Leitachse und Mitschleppachse kann dynamisch über eine Parametersatzumschaltung vorgenommen werden.

3.2 Kurventabellen

Transformationen

Transformationen sind in Kurventabellen nicht zulässig. Ausgenommen ist TRAANG.

TRAANG

Wenn TRAANG programmiert ist, wird das im Basiskoordinatensystem programmierte Bewegungsgesetz in das zugehörige Maschinenkoordinatensystem transformiert. Auf diese Weise kann eine Kurventabelle für eine Maschine mit schrägen Linearachsen kartesisch programmiert werden.

Die Bedingung "die Bewegungsrichtung der Leitachse darf sich an keiner Stelle des Bewegungsgesetzes umkehren" muss dann im Maschinenkoordinatensystem erfüllt sein. Es ist zu beachten, dass diese Bedingung im Basiskoordinatensystem nicht das gleiche bedeutet wie im Maschinenkoordinatensystem, da die Konturtangenten durch die Transformation verändert werden.

Externe Leitwertachsen

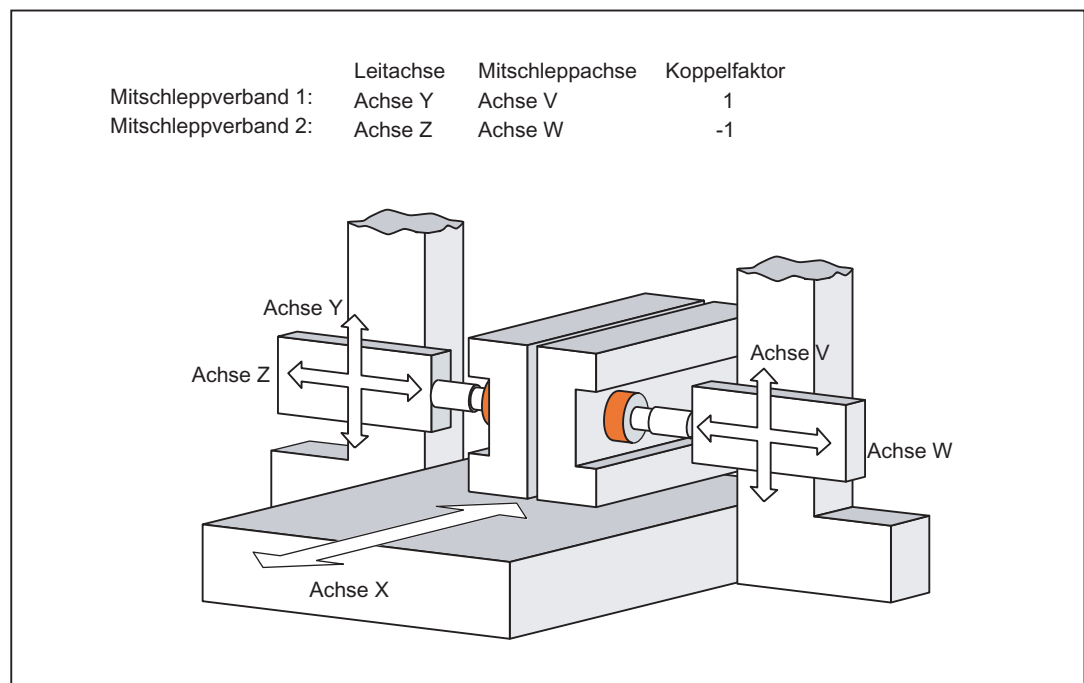
Bei Verwendung der Teileprogrammanweisungen REPOS bzw. REPOSA ist im Zusammenhang mit externen Leitwertachsen darauf zu achten, dass diese zuvor durch die Teileprogrammanweisungen RELEASE vom Kanal freigegeben bzw. in den "neutralen Zustand" versetzt werden.

Ohne Freigabe der Achse wird beim Versuch des Repositionierens die Meldung "Warten: Vorschub Stop aktiv" angezeigt und die Bearbeitung des Teileprogramms nicht fortgesetzt.

Beispiele

4.1 Mitschleppen

Anwendungsbeispiel: Zweiseitenbearbeitung



Beispiel 1

Beispiel für ein NC-Teileprogramm für die im Bild dargestellte Achskonstellation:

```

TRAILON (V, Y, 1)           ; Einschalten des 1. Mitschleppverbandes
TRAILON (W, Z, -1)          ; Einschalten des 2. Mitschleppverbandes
G0 Z10                      ; Zustellung der Z- und W-Achse in entgegengesetzter
                           ; Achsrichtung
G0 Y20                      ; Zustellung der Y- und V-Achse in gleicher Achsrichtung
G1 Y22 V25                  ; Überlagerung einer abhängigen und unabhängigen Bewegung
                           ; der Mitschleppachse "V"
TRAILOF (V, Y)              ; Ausschalten des 1. Mitschleppverbandes
TRAILOF (W, Z)              ; Ausschalten des 2. Mitschleppverbandes
  
```

Beispiel 2

Beim Mitschleppen addieren sich die abhängige und die unabhängige Bewegung einer Mitschleppachse. Der abhängige Anteil kann dabei als eine Koordinatenverschiebung bezüglich der Mitschleppachse betrachtet werden.

```
N01 G90 G0 X100 U100      ;
N02 TRAILON(U,X,1)        ; Einschalten Mitschleppverband
N03 G1 F2000 X200         ; Abhängige Bewegung von U,  $U_{pos}=200$ ,  $U_{Trail}=100$ 
N04 U201                  ; Unabhängige Bewegung  $U_{pos}=U201+U_{Trail}=301$ 
N05 X250                  ; Abhängige Bewegung von U,  $U_{Trail}=U_{Trail}(100)+50=150$ ,  $U_{pos}=351$ 
N06 G91 U100              ; Unabhängige Bewegung,  $U_{pos}(351)+U100=451$ 
N07 G90 X0                ; Abhängige Bewegung von U,  $U_{pos}=U_{pos}(451)-U_{Trail}(250)=201$ 
N10 TRAILOF(U,X)
```


4.2 Kurventabellen

Definition einer Kurventabelle mit Linearsätzen

```
% N_TAB_1_NOTPERI_MPF
; $PATH=/_N_WKS_DIR/_N_KURVENTABELLEN_WPD
; Def.TAB1 0-100mm Kue1/1 notperio.
N10 CTABDEF(YGEO,XGEO,1,0) ; FA=Y LA=X Kurvennr.=1 Nicht
                             period.
N1000 XGEO=0 YGEO=0 ; Startwerte
N1010 XGEO=100 YGEO=100
CTABEND
M30
```

Definition einer Kurventabelle mit Polynomsätzen

```
% N_TAB_1_NOTPERI_MPF
; $PATH=/_N_WKS_DIR/_N_KURVENTABELLEN_WPD
; Def.TAB1 0-100mm Kue1/1 notperio.
N10 CTABDEF(Y,X,1,0) ; FA=Y LA=X Kurven-
                      Nr.=1 Nicht period.
N16 G1 X0.000 Y0.000
N17 POLY PO[X]=(31.734,0.352,-0.412)
      PO[Y]=(3.200,2.383,0.401)
N18 PO[X]=(49.711,-0.297,0.169) PO[Y]=(7.457,1.202,-0.643)
N19 PO[X]=(105.941,1.961,-0.938) PO[Y]=(11.708,-6.820,-1.718)
N20 PO[X]=(132.644,-0.196,-0.053) PO[Y]=(6.815,-2.743,0.724)
N21 PO[X]=(147.754,-0.116,0.103) PO[Y]=(3.359,-0.188,0.277)
N22 PO[X]=(174.441,0.578,-0.206) PO[Y]=(0.123,1.925,0.188)
N23 PO[X]=(185.598,-0.007,0.005) PO[Y]=(-0.123,0.430,-0.287)
N24 PO[X]=(212.285,0.040,-0.206) PO[Y]=(-3.362,-2.491,0.190)
N25 PO[X]=(227.395,-0.193,0.103) PO[Y]=(-6.818,-0.641,0.276)
N26 PO[X]=(254.098,0.355,-0.053) PO[Y]=(-11.710,0.573,0.723)
N26 PO[X]=(254.098,0.355,-0.053) PO[Y]=(-11.710,0.573,0.723)
N27 PO[X]=(310.324,0.852,-0.937) PO[Y]=(-7.454,11.975,-1.720)
N28 PO[X]=(328.299,-0.209,0.169) PO[Y]=(-3.197,0.726,-0.643)
N29 PO[X]=(360.031,0.885,-0.413) PO[Y]=(0.000,-3.588,0.403)
CTABEND
N30 M30
```

Definition einer periodischen Kurventabelle

Tabellennummer: 2

Leitwertbereich: 0 - 360

Die Folgeachse führt von N70 bis N90 eine Bewegung von 0 nach 45 und wieder zurück nach 0 aus.

N10 DEF REAL DEPPOS

N20 DEF REAL GRADIENT

N30 CTABDEF(Y,X,2,1)

N40 G1 X=0 Y=0

N50 POLY

N60 PO[X]=(45.0)

N70 PO[X]=(90.0) PO[Y]=(45.0,135.0,-90)

N80 PO[X]=(270.0)

N90 PO[X]=(315.0) PO[Y]=(0.0,-135.0,90)

N100 PO[X]=(360.0)

N110 CTABEND

N130 G1 F1000 X0

; Test der Kurve durch eine Kopplung
von Y an X

N140 LEADON(Y,X,2)

N150 X360

N160 X0

N170 LEADOF(Y,X)

N180 DEPPOS = CTAB(75.0,2,GRADIENT)

; Lesen der Tabellenposition beim
Leitwert 75.0 aus der Kurventabelle
mit der Tabellennummer 2

N190 G0 X75 Y=DEPPOS

; Positionieren von Leit- und
Folgeachse

N200 LEADON(Y,X,2)

; nach dem Einschalten der Kopplung
ist kein Synchronisieren der
Folgeachse nötig

N210 G1 X110 F1000

N220 LEADOF(Y,X)

N230 M30

4.3 Elektronisches Getriebe für Wälzfräsen

4.3.1 Beispiel lineare Kopplungen

Benutzung der Achsen

Im folgenden Bild ist die Konfiguration einer typischen Wälzfräsmaschine dargestellt. Die Maschine umfasst fünf numerisch geregelte Achsen und eine gesteuerte Hauptspindel. Es sind dies:

- die Drehbewegung von Werkstücktisch (C) und Wälzfräser (B)
- die Axialachse (Z) zur Erzeugung der Vorschubbewegung über die gesamte Werkstückbreite
- die Tangentialachse (Y) zur Verschiebung des Wälzfräasers längs seiner Achse
- die Radialachse (X) für die Zustellung des Fräasers auf Zahntiefe
- die Fräzerschwenkachse (A) für die Einstellung des Wälzfräasers zum Werkstück abhängig vom Fräsersteigungswinkel und dem Zahnschrägungswinkel

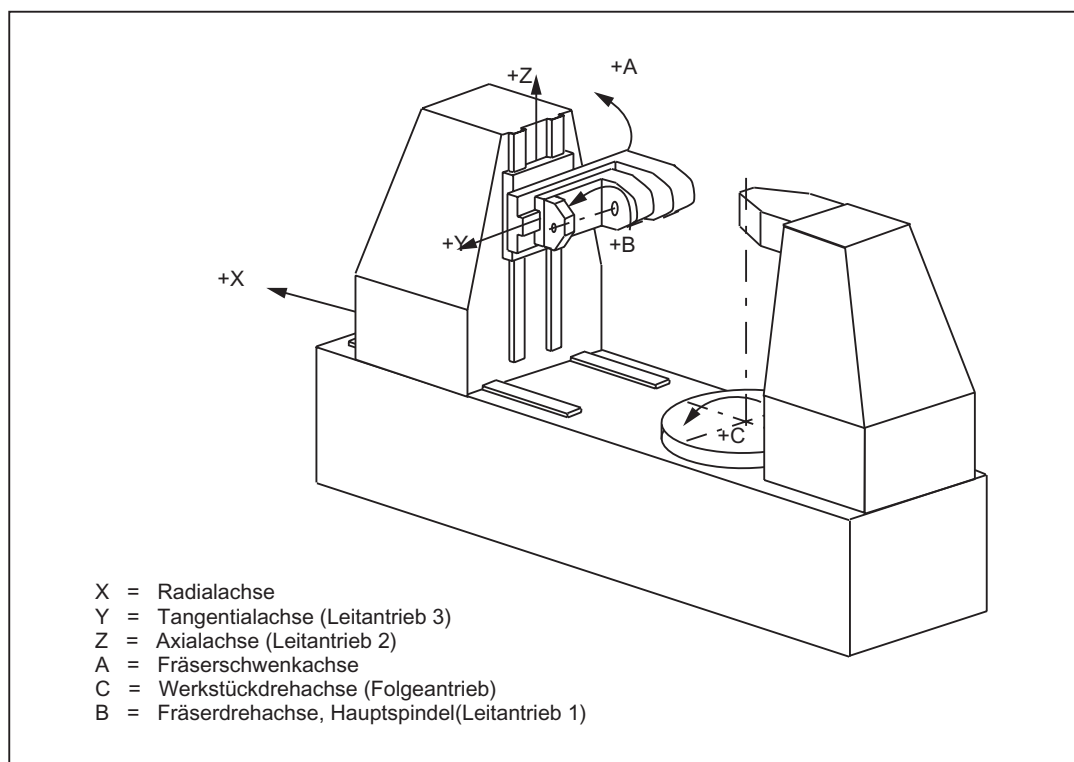
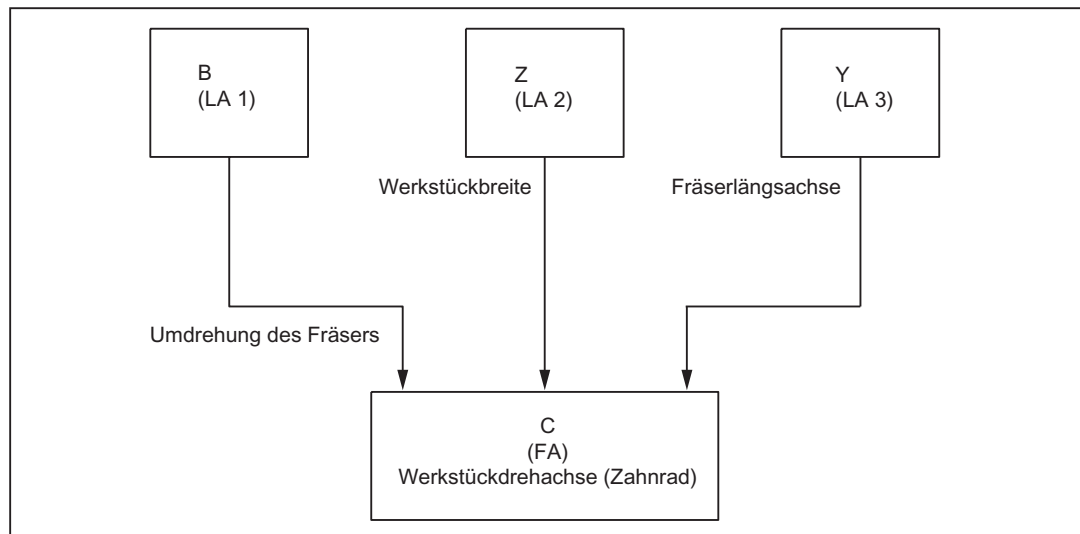


Bild 4-1 Achsdefinition einer Wälzfräsmaschine (Beispiel)

Für die Wälzfräsmaschine ergibt sich folgender Funktionszusammenhang:



Die Werkstücktischachse (C) ist hierbei die Folgeachse, die in diesem Beispiel von drei Leitantrieben beeinflusst wird.

Der Sollwert der Folgeachse wird zyklisch mit folgender Verknüpfungsgleichung ermittelt:

$$n_c = n_b \cdot (z_0 / z_2) + v_z \cdot (u_{dz} / z_2) + v_y \cdot (u_{dy} / z_2)$$

n_c : Drehzahl der Werkstückachse (C)

n_b : Drehzahl der Fräerspindel (B)

z_0 : Gangzahl des Wälzfräasers

z_2 : Zähnezahl des Werkstücks

v_z : Vorschubgeschwindigkeit der Axialachse (Z)

v_y : Vorschubgeschwindigkeit der Tangentialachse (Y)

u_{dz} : Axial-Differential-Konstante

u_{dy} : Tangential-Differential-Konstante

Einflüsse auf den Sollwert der Werkstückachse C

Der erste Summand der obigen Gleichung bestimmt das Drehzahlverhältnis von Werkstücktisch und Fräser und damit die Zähnezahl des Werkstücks.

Der zweite Summand bewirkt bei Schrägverzahnungen die notwendige Zusatzdrehung der C-Achse in Abhängigkeit der axialen Vorschubbewegung des Fräasers zur Erzeugung der Zahnschräge.

Mit dem dritten Anteil wird ebenfalls eine Zusatzdrehung der C-Achse berücksichtigt, die die Tangentialbewegung des Fräasers zum Werkstück ausgleicht. Damit kann eine gleichmäßige Beanspruchung des Werkzeugs über seine gesamte Länge erreicht werden.

Werkstück-/Werkzeugparameter

Die Werte z_0 , z_2 , u_{dz} und u_{dy} sind werkstück- bzw. werkzeugabhängig und werden vom NC-Bediener bzw. im Teileprogramm vorgegeben.

Differentialkonstanten

Mit den Differentialkonstanten u_{dz} und u_{dy} werden die Zahnschräge des Werkstücks sowie die Geometrie des Fräasers berücksichtigt. Die Ermittlung der Differentialkonstanten kann in anwenderspezifischen Zyklen erfolgen.

$$u_{dz} = (\sin \beta^\circ / m_n \cdot \pi) \cdot 360$$

[Grad / mm]

$$u_{dy} = (\cos \gamma^\circ / m_n \cdot \pi) \cdot 360$$

[Grad / mm]

mit:

m_n = Normalmodul (in mm)

β° = Schrägungswinkel des Zahnrades

γ° = Steigungswinkel des Wälzfräasers

Teileprogrammausschnitt

```
; Definition des EG-Achsverbundes mit
; Sollwertkopplung (1) von B, Z, Y auf C (Folgeachse)
EGDEF(C, B, 1, Z, 1, Y, 1)
; Kopplung einschalten
EGON(C, "FINE", B, z0, z2, Z, udz, z2, Y, udy, z2)
```

4.3.2 Erweitertes Beispiel mit nicht linearen Anteilen

Einführung

Das folgende Beispiel erweitert das Beispiel von Bild "Achsendefinition einer Wälzfräsmaschine" im Kap. "Beispiel lineare Kopplungen" um Folgendes:

- Maschinenfehlerkompensationen, die von der Z-Achse nicht linear abhängig sind, und
- eine von der Z-Achse abhängige Komponente bei der Zahngeometrie.

Mit dieser kann z. B. die Zahnfläche in der Zahnradmitte leicht ballig gestaltet werden, so dass im Betrieb die Zahnmitte mehr belasten wird als die Zahnränder.

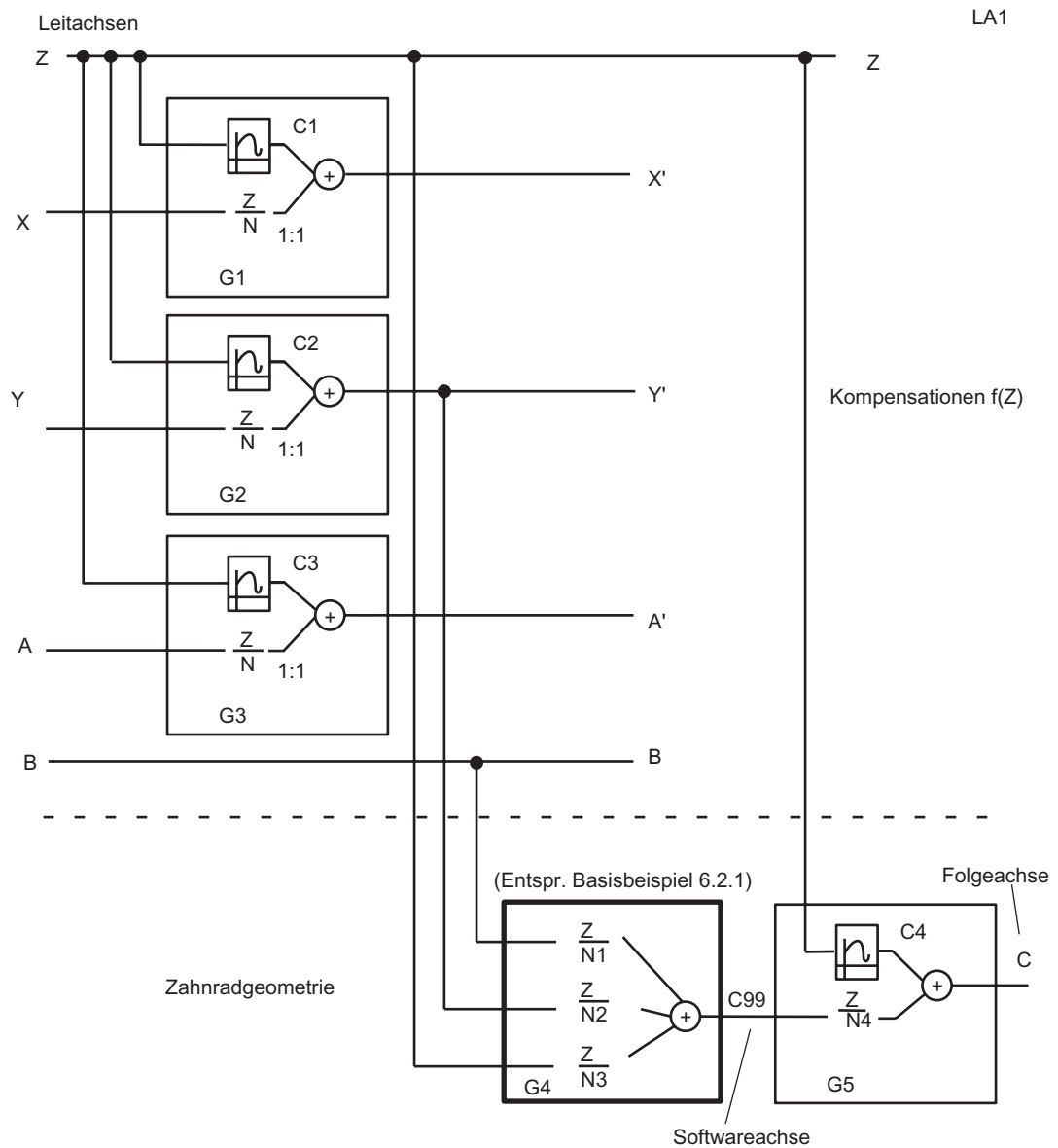


Bild 4-2 Erweitertes Beispiel mit nichtlinearen Maschinenfehlerkompensationen und nicht linearer Komponente an der Zahngeometrie

Der folgende Teileprogrammausschnitt ist als allgemeines Konzept zu verstehen, bei dem konkrete Ergänzungen von Kurventabellen und Zahnrad-/Maschinenparametern noch vorgenommen werden müssen. Zu ergänzende Anteile sind durch < ... > notiert. Auch konkret notierte Parameter müssen ggf. geändert werden z. B. Koppelfaktoren.

```

N100          CTABDEF(X, Z, 1, 0)    ; Deklaration und Spezifikation der nicht
                                     periodischen Kurventabelle C1
N110    < ...                        ; Vorgabe der Kurventabelle: Kurvenpunkte
                                     >                                oder Polynomsätze
N190          CTABEND
N200          CTABDEF(Y, Z, 2, 0)    ; Deklaration und Spezifikation einer nicht
                                     periodischen Kurventabelle C2
N210    < ...                        ; Vorgabe der Kurventabelle: Kurvenpunkte
                                     >                                oder Polynomsätze
N290          CTABEND
N300          CTABDEF(A, Z, 3, 0)    ; Deklaration und Spezifikation einer nicht
                                     periodischen Kurventabelle C3
N310    < ...                        ; Vorgabe der Kurventabelle: Kurvenpunkte
                                     >                                oder Polynomsätze
N390          CTABEND
N400          CTABDEF(C, Z, 4, 0)    ; Deklaration und Spezifikation einer nicht
                                     periodischen Kurventabelle C4
N410    < ...                        ; Vorgabe der Kurventabelle: Kurvenpunkte
                                     >                                oder Polynomsätze
N490          CTABEND
N500          EGDEF(X, Z, 1)         ; Deklaration von Pfad über C1,
                                     Sollwertkopplung
N510          G1 F1000 X10           ; Deklaration des Kommandoanteils von X
N520          EGONSYN(X, "NOC",      ; Einschalten von Pfad über C1
<SynPosX>, Z,
<SynPosX_Z>, 1, 0)
N600          EGDEF(Y, Z, 1)         ; Deklaration von Pfad über C2,
                                     Sollwertkopplung
N610          G1 F1000 Y10           ; Deklaration des Kommandoanteils von Y
N620          EGONSYN(Y,            ; Einschalten von Pfad über C2
"COARSE",
<SynPosY>, Z,
<SynPosY_Z>, 2, 0)
N700          EGDEF(A, Z, 1)         ; Deklaration von Pfad über C3,
                                     Sollwertkopplung
N710          G1 F1000 A10           ; Deklaration des Kommandoanteils von A
N720          EGONSYN(A, "FINE",     ; Einschalten von Pfad über C3
<SynPosA>, Z,
<SynPosA_Z>, 3, 0)
; 1. Getriebestufe, C99 ist die Softwareachse zwischen den zwei Elektronischen
Getrieben
N800          EGDEF(C99, Y, 1, Z,
1, B, 1 )

```

```

N810      EGONSYN(C99, "NOC",      ; Einschalten von Leitachse B
          <SynPosC99>, B,
          <SynPosC99_B>, 18,
          2, &
          Y, <SynPosC99_Y>,      ; Einschalten von Leitachse Y
          R1 * π, 1, &
          Z, <SynPosC99_Z>,      ; Einschalten von Leitachse Z
          10, 1)

          ; Zeichen & bedeutet: Befehlsfortsetzung in
          ; Folgezeile kein LF und Kommentar im Programm
          ; erlaubt

; 2. Getriebestufe
N900      EGDEF(C, C99, 1, Z,      ; Deklaration der Folgeachse C99 von Stufe 1
          1)                      als Leitachse von Stufe 2,
          ; Sollwertkopplung
N910      ; Deklaration von Pfad über C4,
          ; Sollwertkopplung
N920      EGONSYN(C, "NOC",      ; Einschalten von Softwareachse C99
          <SynPosC>, C99,
          <SynPosC_C99>, 1,
          1, &
          Z, <SynPosC_Z>, 4,      ; und von Leitachse Z über C4
          0)
N999      M30

```

Maschinendaten

Es ist nur ein Ausschnitt angegeben, der über die notwendige Konfiguration von Geometrie-/Kanal- und Maschinenachsparemtern hinausgeht.

\$MN_NUM_EG = 5	; Maximale Anzahl von Getrieben
\$MN_MM_NUM_CURVE_TABS = 5	; Maximale Anzahl von Kurventabellen
\$MN_MM_NUM_CURVE_SEGMENTS = 50	;Max. Anzahl von Kurvensegmenten
\$MN_MM_NUM_CURVE_POLYNOMS = 100	;Max. Anzahl von Kurvenpolynomen

Settingdaten

Falls von der im Kap. "Elektronisches Getriebe (EG)". beschriebenen Skalierung Gebrauch gemacht wird, entsprechend bei Verschiebung:

MD43108 \$SD_LEAD_SCALE_OUT_POS[4] = 1.2 ; Skalierung für Tabelle C4

Systemvariablen

Aufgrund der oben angegebenen Definitionen werden in den zugeordneten Systemvariablen durch die Steuerung die folgenden Werte eingetragen. Über die Zugriffsmöglichkeiten auf diese Systemvariablen gibt die Literatur ab SW 7.1 Auskunft:

Literatur:

/PGA1/ Listenhandbuch Systemvariablen

Die nachfolgend aufgelisteten Systemvariablen sind insgesamt nur **als Kommentar** zu verstehen!

```

, ***** Getriebe X (G1)
$AA_EG_TYPE[X, Z] = 1           ; Sollwertkopplung
$AA_EG_NUMERA[X, Z] = 1         ; Kurventabellen Nr. = 1
$AA_EG_DENOM[X, Z] = 0         ; Nenner = 0 →es gilt Kurventabelle
$P_EG_BC[X] = "NOC"            ; Satzwechselkriterium
$AA_EG_NUM_LA[X] = 1           ; Anzahl der Leitachsen
$AA_EG_AX[0, X] = Z            ; Bezeichner der Leitachse
$AA_EG_SYN[X, Z] = <SynPosX_Z> ; Synchronposition der Leitachse Z
$AA_EG_SYNFA[X] = <SynPosX>    ; Synchronposition der Folgeachse
, ***** Getriebe Y (G2)
$AA_EG_TYPE[Y, Z] = 1           ; Sollwertkopplung
$AA_EG_NUMERA[Y, Z] = 2         ; Kurventabellen Nr. = 2
$AA_EG_DENOM[Y, Z] = 0         ; Nenner = 0 →es gilt Kurventabelle
$P_EG_BC[Y10] = "COARSE"       ; Satzwechselkriterium
$AA_EG_NUM_LA[Y] = 1           ; Anzahl der Leitachsen
$AA_EG_AX[0, Y] = Z            ; Bezeichner der Leitachse
$AA_EG_SYN[Y, Z] = <SynPosY_Z> ; Synchronposition der Leitachse Z
$AA_EG_SYNFA[Y] = <SynPosY>    ; Synchronposition der Folgeachse
, ***** Getriebe A (G3)
$AA_EG_TYPE[A, Z] = 1           ; Sollwertkopplung
$AA_EG_NUMERA[A, Z] = 3         ; Kurventabellen Nr. = 3
$AA_EG_DENOM[A, Z] = 0         ; Nenner = 0 →es gilt Kurventabelle
$P_EG_BC[A10] = "FINE"         ; Satzwechselkriterium
$AA_EG_NUM_LA[A] = 1           ; Anzahl der Leitachsen
$AA_EG_AX[0, A] = Z            ; Bezeichner der Leitachse
$AA_EG_SYN[A, Z] = <SynPosA_Z> ; Synchronposition der Leitachse Z
$AA_EG_SYNFA[A] = <SynPosA>    ; Synchronposition der Folgeachse
, ***** Getriebe C99 (G4)
$AA_EG_TYPE[C99, Y] = 1         ; Sollwertkopplung
$AA_EG_NUMERA[C99, Y] = 18      ; Zähler für Koppelfaktory
$AA_EG_DENOM[C99, Y] = 2       ; Nenner für Koppelfaktory
$AA_EG_TYPE[C99, Z] = 1         ; Sollwertkopplung
$AA_EG_NUMERA[C99, Z] = R1 * π ; Zähler für Koppelfaktorz

```

\$AA_EG_DENOM[C99, Z] = 1	; Nenner für Koppelfaktor _z
\$AA_EG_TYPE[C99, B] = 1	; Sollwertkopplung
\$AA_EG_NUMERA[C99, B] = 10	; Zähler für Koppelfaktor _b
\$AA_EG_DENOM[C99, B] = 1	; Nenner für Koppelfaktor _b
\$P_EG_BC[C99] = "NOC"	; Satzwechselkriterium
\$AA_EG_NUM_LA[C99] = 3	; Anzahl der Leitachsen
\$AA_EG_AX[0, C99] = Y	; Bezeichner der Leitachse Y
\$AA_EG_AX[1, C99] = Z	; Bezeichner der Leitachse Z
\$AA_EG_AX[2, C99] = B	; Bezeichner der Leitachse B
\$AA_EG_SYN[C99, Y] = <SynPosC99_Y>	; Synchronposition der Leitachse Y
\$AA_EG_SYN[C99, Z] = <SynPosC99_Z>	; Synchronposition der Leitachse Z
\$AA_EG_SYN[C99, B] = <SynPosC99_B>	; Synchronposition der Leitachse B
\$AA_EG_SYNFA[C99] = <SynPosC99>	; Synchronposition der Folgeachse
; ***** Getriebe C (G5)	
\$AA_EG_TYPE[C, Z] = 1	; Sollwertkopplung
\$AA_EG_NUMERA[C, Z] = 4	; Kurventabellen Nr. = 4
\$AA_EG_DENOM[C, Z] = 0	; Nenner = 0 → es gilt Kurventabelle
\$AA_EG_TYPE[C, C99] = 1	; Sollwertkopplung
\$AA_EG_NUMERA[C, C99] = 1	; Zähler für Koppelfaktor _{C99}
\$AA_EG_DENOM[C, C99] = 1	; Nenner für Koppelfaktor _{C99}
\$P_EG_BC[C] = "NOC"	; Satzwechselkriterium
\$AA_EG_NUM_LA[C] = 2	; Anzahl der Leitachsen
\$AA_EG_AX[0, C] = Z	; Bezeichner der Leitachse Z
\$AA_EG_AX[1, C] = C99	; Bezeichner der Leitachse C99
\$AA_EG_SYN[C, Z] = <SynPosC_Z>	; Synchronposition der Leitachse Z
\$AA_EG_SYN[C, C99] = <SynPosC_C99>	; Synchronposition der Leitachse C99
\$AA_EG_SYNFA[C] = <SynPosC>	; Synchronposition der Leitachse C

Maschinendaten

Auszug aus den MD:

```
, ***** Kanal 1
CHANDATA(1)
, ***** Achse 1, "X"
$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB[0] = "X"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[0] = "X"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[0] = 1
$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB[0] = "X1"
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX1] = 0
$MA_IS_ROT_AX[AX1] = FALSE
, ***** Achse 2, "Y"
$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB[1] = "Y"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[1] = "Y"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[1] = 2
$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB[1] = "Y1"
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX2] = 0
$MA_IS_ROT_AX[AX2] = FALSE
, ***** Achse 3, "Z"
$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB[2] = "Z"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[2] = "Z"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[2] = 3
$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB[2] = "Z1"
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX3] = 0
$MA_IS_ROT_AX[AX3] = FALSE
, ***** Achse 4, "A"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[3] = "A"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[3] = 4
$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB[3] = "A1"
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX4] = 0
$MA_IS_ROT_AX[AX4] = TRUE
$MA_ROT_IS_MODULO[AX4] = TRUE
, ***** Achse 5, "B"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[4] = "B"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[4] = 5
$MC_SPIND_DEF_MASTER_SPIND = 1
```

```
$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB[4] = "B1"
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX5] = 1
$MA_IS_ROT_AX[AX5] = TRUE
$MA_ROT_IS_MODULO[AX5] = TRUE
; ***** Achse 6, "C"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[5] = "C"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[5] = 6
$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB[5] = "C1"
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX6] = 0
$MA_IS_ROT_AX[AX6] = TRUE
$MA_ROT_IS_MODULO[AX6] = TRUE
; ***** Achse 10, "C99"
$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[9] = "C99"
$MC_AXCONF_MACHAX_USED[9] = 10
$MA_SPIND_ASSIGN_TO_MACHAX[AX10] = 0
$MA_IS_ROT_AX[AX10] = TRUE
$MA_ROT_IS_MODULO[AX10] = TRUE
```

4.4 Generische Kopplung

4.4.1 Programmierbeispiele

Direktes Ein- / Ausschalten mit einer Leitachse

Ein Koppelmodul mit der Folgeachse X2 und der Leitachse X1 wird angelegt und aktiviert. Der Koppelfaktor ist 2.

```
CPON=(X2) CPLA[X2]=(X1) CPLNUM[X2,X1]=2
...
CPOF=(X2) ; Mit CPOF wird die Kopplung deaktiviert und
           das angelegte Koppelmodul gelöscht.
```

Direktes Ein- / Ausschalten mit zwei Leitachsen

Ein Koppelmodul mit der Folgeachse X2 und den Leitachsen X1 und Z wird angelegt und aktiviert. Der Koppelfaktor bzgl. Leitachse X1 ist 2, der Koppelfaktor bzgl. Leitachse Z ist 3.

```
CPON=(X2) CPLA=(X1) CPLNUM[X2,X1]=2 CPLA=(Z) CPLNUM[X2,Z]=3
...
CPOF=(X2) ; Mit CPOF wird die Kopplung deaktiviert und
           das angelegte Koppelmodul gelöscht.
```

Selektives Ausschalten mit zwei Leitachsen

Ein Koppelmodul mit der Folgeachse Y und den Leitachsen X und Z wird angelegt und aktiviert. Der Koppelfaktor bzgl. Leitachse X ist 2, der Koppelfaktor bzgl. Leitachse Z ist 1.2.

```
CPON=(X2) CPLA[X2]=(X1) CPLNUM[X2,X1]=2 CPLA[X2]=(Z) CPLNUM[X2,Z]=1.2
...
CPOF=(X2) CPLA[X1]=(Z) ; Mit CPOF wird die Kopplung mit der Leitachse
                       Z deaktiviert, die Kopplung mit der Leitachse
                       X1 bleibt aktiv. Das angelegte Koppelmodul
                       bleibt angelegt.
```

Selektives Ein- / Ausschalten mit drei Leitachsen

Ein Koppelmodul mit der Folgeachse X2 und den Leitachsen X1, Z und A wird angelegt.

N10	CPDEF=(X2) CPLA[X2]=(X1) CPLA[X2]=(Z) CPLA[X2]=(A)	
N20	CPON=(X2)	; Alle Leitachsen werden aktiv, d. h. alle liefern gemäß Koppelgesetz einen Positionsbeitrag (Kopplungsbeitrag) zur Achse X2.
N30	CPOF=(X2)	; Alle Leitachsen werden deaktiviert.
N40	CPLON[X2]=(X1)	; Leitachse X1 wird aktiviert, nur diese liefert einen Kopplungsbeitrag. Die Leitachsen Z und A bleiben deaktiviert.
N50	CPLON[X2]=(A)	; Leitachse X1 bleibt aktiv, Leitachse A wird aktiviert, X1 und A liefern Kopplungsbeiträge (→ selektives Einschalten wirkt additiv, der Zustand der anderen Leitachsen bleibt erhalten).
N60	CPLON[X2]=(Z) CPLOF[X2]=(A)	; Leitachse Z wird aktiviert, Leitachse A deaktiviert. Es sind jetzt die Leitachsen X1 und Z aktiv.
N70	CPLOF[X2]=(X1)	; Leitachse X1 wird deaktiviert. Leitachse Z bleibt aktiv.

Definition / Löschen eines Koppelmoduls

Mit CPDEF wird ein Koppelmodul mit der Folgeachse X2 und den Leitachsen X1 und Z angelegt. Die Kopplung wird nicht aktiviert. Die Folgeachse X2 befolgt das Koppelgesetz nicht!

```
CPDEF=(X2) CPLA[X2]=(X1) CPLNUM[X2,X1]=2 CPLA[X2]=(Z) CPLNUM[X2,Z]=3
...
```

Die Aktivierung kann mit CPON erfolgen, die Deaktivierung mit CPOF.

Nach erfolgter Deaktivierung der Koppelbeziehung zu allen Leitachsen kann das Koppelobjekt gelöscht werden. Der reservierte Speicher wird freigegeben:

```
CPDEL=(X2)
```

4.4.2 Anpasszyklus anpassen

Ziel

Das Mitschleppen im Maschinenkoordinatensystem soll mit dem bestehenden Kopplungskommando `TRAILON` möglich sein. Dazu wird der Anpasszyklus für `TRAILON` mit der Kopplungseigenschaft "Koordinatenbezug" (`CPFRS`) ergänzt.

Vorgehen

1. Anpasszyklus `cycle700` aus dem Verzeichnis "CST" in das Verzeichnis "CMA" kopieren.
2. Anpasszyklus `cycle700` um folgenden Eintrag ergänzen:
`CPFRS[_FA]="MCS"`
3. Änderung im Zyklus kommentieren (z. B. durch Anwenderversionsnummer und Änderungsdatum).
4. Zyklus speichern.

```

;*CHANGE : 07.01.02.00 Mar 08, 2006
; $PATH=/_N_CST_DIR/_N_CYCLE700_SPF
;*ANWENDER V1.1 Mar 22, 2006
;classic TRAILON(FA,LA,Factor)
PROC CYCLE700(AXIS _CPF=NO_AXIS, AXIS _CPL=NO_AXIS, REAL _CPLF=1) IPTRLOCK SBLOF DISPLOF ICYCOF
;*IF _CPLF==0 GOTOF _CPOF
CPLON[_CPF]=(_CPL) CPSETTYPE[_CPF]="TRAIL" CPLNUM[_CPF,_CPL]=(_CPLF) CPFRS[_CPF]="MCS"
RET
_CPOF:
IF ($P_TECCYCLE==TRUE)
  IF ($AA_CPSETTYPE[_CPF]<>"TRAIL") GOTOF _EXIT
ELSE
  IF ($PA_CPSETTYPE[_CPF]<>"TRAIL") GOTOF _EXIT
ENDIF
IF _CPL==NO_AXIS
  CPSETTYPE[_CPF]="TRAIL" CPOF=(_CPF)
ELSE
  CPSETTYPE[_CPF]="TRAIL" CPLOF[_CPF]=(_CPL)
ENDIF
_EXIT: RET

;* SysFehler 500918 deshalb IF Satz auskommentiert

```

Bild 4-3 Cycle700 nach Anpassung. Die Änderungen sind durch einen farbigen Balken gekennzeichnet.

4.5 ESR

4.5.1 Verwendung der antriebsautarken Reaktion

Beispiel-Konfiguration

- Achse A (Spindel) soll als Generatorantrieb arbeiten,
- Achse X soll im Fehlerfall mit maximaler Geschwindigkeit um 10 mm zurückziehen und
- die Achsen Y und Z sollen um 100 ms verzögert stillgesetzt werden, damit die Rückzugsachse Zeit hat, die mechanische Kopplung aufzuheben.

Parametrierung

1. Optionen "Erw. Stillsetzen und Rückziehen" und "statische Synchronaktionen" freigeben.
2. Funktionszuordnung:
\$MA_ESR_REACTION[X]=11
\$MA_ESR_REACTION[Y]=12
\$MA_ESR_REACTION[Z]=12
\$MA_ESR_REACTION[A]=10
3. Antriebs-Konfiguration:
MD1639 \$MD_RETRACT_SPEED[X]=400000 ; max. Geschw. in HEX-Darst.
(Notrückzugsdrehzahl)
MD1638 \$MD_RETRACT_TIME[X]=10 ; mm/max.Geschw. in ms (Notrückzugszeit)
MD1637 \$MD_GEN_STOP_DELAY[Y]=100 ; in ms (Verzögerung gen. Bremsen)
MD1637 \$MD_GEN_STOP_DELAY[Z]=100 ; in ms
MD1635 \$MD_GEN_AXIS_MIN_SPEED[A]= 1 ; Generator-Min.Drehzahl in U/min
(Minimaldrehzahl Generatorachse)
4. Funktionsfreigabe (von Teileprogramm oder Synchronaktionen aus) durch Setzen der Systemvariablen:
\$AA_ESR_ENABLE[X]=1
\$AA_ESR_ENABLE[Y]=1
\$AA_ESR_ENABLE[Z]=1
\$AA_ESR_ENABLE[A]=1
5. Generatorantrieb auf "Schwung"-Drehzahl bringen (z. B. im Spindelbetrieb:
M03 S1000 ; Rechts drehen, 1000 U/min)

6. Trigger-Bedingung als statische Synchronaktion(en) formulieren, z. B.:

- abhängig vom Eingreifen der Generatorachse:

```
IDS=01 WHENEVER $AA_ESR_STAT[A]>0 DO $AN_ESR_TRIGGER=1
```

- und/oder abhängig von Alarmen, die Nachführbetrieb auslösen (Bit13=2000H):

```
IDS=02 WHENEVER ($AC_ALARM_STAT B_AND 'H2000')>0 DO  
$AN_ESR_TRIGGER=1
```

- und abhängig von EG-Synchronlaufüberwachung (wenn z. B. Y als EG-Folgeachse definiert ist und die maximal zulässige Synchronlaufabweichung 100 mm sein soll):

```
IDS=03 WHENEVER ABS($VA_EG_SYNCDIFF[Y])>0.1 DO $AN_ESR_TRIGGER=1
```

- oder (zusammengefasst) abhängig von allen drei vorangestellten Auslösebedingungen + PLC + Eingang:

```
IDS=01 WHENEVER ($AA_ESR_STAT[A] > 0) AND  
(($AC_ALARM_STAT B_AND 'H2000')> 0) AND  
(ABS($VA_EG_SYNCDIFF[Y]) > 0.1) OR  
($A_DBB[0] > 0) OR  
($A_PBB[0] > 0) DO $AN_ESR_TRIGGER=1
```

4.5.2 NC-geführte Reaktionen

Beispiel unter Verwendung der NC-geführten Reaktionen. Es werden ausschnittsweise wesentliche Details angegeben.

Aufgabe

Die Achse A soll als Generatorantrieb arbeiten, Achse X soll im Fehlerfall mit maximaler Geschwindigkeit um 10 mm zurückziehen und die Achsen Y und Z sollen um 100 ms verzögert stillgesetzt werden, damit die Rückzugsachse Zeit hat, die mechanische Kopplung aufzuheben.

Voraussetzungen

Die Optionen "Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen", "statische Synchronaktionen" und "ASUP" müssen vorhanden sein.

Parametrierung

Für das Beispiel notwendige Parametrierung bzw. Programmierung:

\$MC_ASUP_START_MASK = 7	; MD11602
;Funktionszuordnungen	
\$MA_ESR_REACTION[X]=21 \$MA_ESR_REACTION[Y]=22 \$MA_ESR_REACTION[Z]=22 \$MA_ESR_REACTION[A]=10	; MD37500
;Antriebs-Konfiguration für antriebsautarke Reaktionen	
\$MD_RETRACT_SPEED[X]=400000H \$MD_RETRACT_TIME[X]=10 \$MD_GEN_STOP_DELAY[Y]=100 \$MD_GEN_STOP_DELAY[Z]=100 \$MD_GEN_AXIS_MIN_SPEED[A]= ...	; MD1639, ; max. Geschwindigk. ; MD1638, ms/max. Notrückzugszeit. ; MD1637, ms verzögertes Stillsetzen ; MD1637, ms verzögertes Stillsetzen ; MD1635, Generator ; min. Drehzahl (U/min)
;Konfiguration des NC-geführten Rückzug	
LFPOS POLF[X]=IC(10) POLFMASK(X)	; Axiales Abheben auf ein Position ; 46. G-Gruppe ; Rückzugszielposition ; Rückzug freigeben
;Konfiguration des NC-geführten Stillsetzens	
\$MC_ESR_DELAY_TIME1=0.1 \$MC_ESR_DELAY_TIME2=0.04	; MD21380, Fortdauer der ; Bahn-Interpolation in Sekunden ; MD21381, Bremsdauer in Sekunden
;Funktionsfreigabe (von Teileprogramm oder Synchronaktionen aus):	
\$AA_ESR_ENABLE[X]=1 \$AA_ESR_ENABLE[Y]=1 \$AA_ESR_ENABLE[Z]=1 \$AA_ESR_ENABLE[A]=1	; Systemvariablen setzen
Generatorantrieb auf "Schwung"-Drehzahl bringen (z. B. im Spindelbetrieb M03 S1000)	

Synchronaktionen

Trigger-Bedingung als **statische Synchronaktion(en)** formulieren, z. B.:

; abhängig vom Eingreifen der Generatorachse:

```
IDS=01 WHENEVER $AA_ESR_STAT[A]>0 DO $AC_ESR_TRIGGER=1
```

; und/oder abhängig von Alarmen, die Nachführbetrieb

; auslösen (Bit13=2000H):

```
IDS=02 WHENEVER ($AC_ALARM_STAT B_AND 'H2000')>0 DO $AC_ESR_TRIGGER=1
```

; sowie abhängig von ELG-Synchronlaufüberwachung (wenn z. B. Y als ELG-Folgeachse definiert ist und die max. zulässige Synchronlaufabweichung 100 mm sein soll):

```
IDS=03 WHENEVER $VA_EG_SYNCDIFF[Y]>0.1 DO $AC_ESR_TRIGGER=1
```

4.5.3 Schnellabheben einer Achse durch Stop beim Gewindeschneiden

Bahninterpolation einer Achse unterdrücken

Während des Gewindeschneidens wird bei einem Stopp die Bahninterpolation von X unterdrückt und stattdessen eine Bewegung mit maximaler Geschwindigkeit auf die Position POLF[X] interpoliert. Die Bewegung der anderen Achsen wird weiterhin durch die programmierte Kontur bzw. die Gewindesteigung und die Spindeldrehzahl bestimmt.

```
N10    G0 G90 X200 Z0 S200 M3      ;
N20    G0 G90 X170                  ;
N22    POLF[X]=210                  ;
      LFPOS                          ; Abhebmodus
      POLFMASK(X)                   ; Aktivieren des Schnellabheben von X Achse
      LFON                          ; Unterbrechg. von Gewindeschn. EINN25
      G33 X100 I10                  :
N30    X130 Z-45 K10                ;
N40    X155 Z-128 K10              ;
N50    X145 Z-168 K10              ;
N55    X120 I10                    ;
N60    G0 Z0LFOF                   ; Unterbrechung von Gewindeschneiden AUS
N70    POLFMASK( )                 ; Abheben für alle Achsen sperren
M30
```

4.5.4 Schnellabheben über einen schnellen Eingang mit ASUP

Aktivierung

Aktivierung über einen Schnellen Eingang mit ASUP

N10	SETINT (1) PRIO=1 ABHEB_Y LIFTFAST	; ASUP-Aktivierung durch Liftfast ; mit schnellen Eingang 1
N30	LFPOS	; Abhebmodus selektieren
N40	POLF[X]=19.5 POLF[Y]=33.3	; Abhebpositionen für X und Y programmieren
N50	POLF[Z]=100	; Abhebpositionen für Z programmieren
N60	X0 Y0 G0	
N70	POLFMASK(X, Y)	; Rückzug der X-Achse und Y-Achse wählen
N80	Z100 G1 F1000	; Ein Abheben würde die X-Achse auf 19.5 mm ; und Y-Achse auf 33.3 mm positionieren
N90	POLFMASK(Z)	; Rückzug der X-Achse und Y-Achse abwählen, ; Rückzug der Z-Achse wählen
N100	Y10	; Ein Abheben würde die Z-Achse ; auf 100 mm positionieren
N110	POLFMASK()	; Rückzug der Z-Achse abwählen, keine Achse ; fährt eine Rückzugs- bzw. Abhebbewegung

4.5.5 Schnellabheben mit mehreren Achsen

Parametrierung mit mehreren Achsen und inkrementeller Programmierung

N10	\$AA_ESR_ENABLE[X1]=1	Aktivierung durch ESR
N12	\$AA_ESR_ENABLE[Z]=1	
N14	\$AA_ESR_ENABLE[A1]=1	
N30	LFPOS	; Abhebmodus für Schnellabheben selektieren
N40	POLF[X1]=IC(3.0) POLF[A1]=--4.0	; Abhebpositionen für Maschinenachse X1 und A1 programmieren
N50	POLF[Z]=100	; Abhebpositionen für Z programmieren
N60	X0 Y0 A0 G0	
N70	POLFMASK(X1, A1)	; Rückzug der X-Achse und Achse A1 wählen
N80	Z100 G1 F1000	; Ein Abheben würde die Maschinenachse X1 um inkrementell 3.0 mm und die Achse A1 absolut auf -4.0 mm positionieren
N82	POLF[X1]=10	; Zielposition von X1 auf 10.0 mm absolut ändern
N80	Y0 G1 F1000	; Ein Abheben würde die Maschinenachse X1 absolut auf 10.0 mm und die Achse A1 absolut auf -4.0 mm positionieren
N90	POLFMASK(Z)	; Rückzug der X1 und Achse A1 abwählen, Rückzug der Z-Achse wählen
N100	Y10	; Ein Abheben würde die Z-Achse auf 100 mm positionieren
N110	POLFMASK()	; Rückzug der Z-Achse abwählen, keine Achse führt Rückzugs- bzw. Abhebbewegung aus.

4.5.6 Schnellabheben im linearen Zusammenhang der Achsen

Rückzug im linearen Zusammenhang

Beispiel für eine Aktivierung über einen schnellen Eingang mit Asup:

N10	\$AA_ESR_ENABLE[X]=1	Aktivierung durch ESR
N12	\$AA_ESR_ENABLE[Y]=1	
N14	\$AA_ESR_ENABLE[Z]=1	
N30	LFPOS	; Abhebmodus selektieren
N40	POLF[X]=19.5 POLF[Y]=33.3	; Abhebpositionen für X und Y
N50	POLF[Z]=100	; Abhebpositionen für Z programmieren
N60	X0 Y0 G0	
N70	POLFMLIN(X, Y)	; Rückzug im linearen Zusammenhang ; der X und Y Achse wählen
N80	Z100 G1 F1000	; Abheben würde die X-Achse auf 19.5 ; und Y-Achse auf 33.3 fahren lassen.
N90	POLFMLIN(Y, Z)	; Rückzug der X Achse abwählen, ; Rückzug im linearen Zusammenhang der ; Y- und Z-Achse wählen
N100	Y10	
N110	POLFMLIN()	; linearen Rückzug abwählen

Rückzug im linearen Zusammenhang und unabhängig

Beispiel für die Parametrierung mit mehreren Achsen und **inkrementeller** Programmierung:

N10	\$AA_ESR_ENABLE[X1]=1	Aktivierung durch ESR
N12	\$AA_ESR_ENABLE[Y]=1	
N14	\$AA_ESR_ENABLE[A1]=1)	
N30	LFPOS	; Abhebmodus selektieren
N40	POLF[X]=IC(3.0) POLF[A1]=-4.0	Abhebpositionen für
	;	; Achse X und A1
N50	POLF[Y]=100	; Abhebpositionen für Z programmieren
N60	X0 Y0 A0 G0	
N70	POLFMLIN(X, Y)	; Rückzug im linearem Zusammenhang
	;	; der X und Y Achse wählen
N75	POLFMASK(A1)	; Rückzug der Achse A1 wählen
N80	Z100 G1 F1000	; Abheben würde die X- und Y-Achse im
		; linearem Zusammenhang verfahren.
		; Achse X um 3.0 und die
		; Achse Y absolut auf 100.
		; Die Achse A1 würde, unabhängig von X
		; und Y, auf -4.0 fahren
N90	POLF[X]=10	; Änderung der Zielposition von X
		; auf 10.0 absolut
N95	Y0 G1 F1000	; Abheben würde die X und Y im linearem
		; Zusammenhang verfahren. Achse X auf
		; 10.0 und die Achse Y auf 100.
		; Die Achse A1 würde unabhängig von X
		; und Y auf -4.0 fahren
N100	POLFMLIN()	; Rückzug der X und Y Achse abwählen,
		; Fortsetzung Beispiel
N110	Y10	; Abheben würde die A1-Achse
		; auf -4.0 fahren lassen
N120	POLFMASK()	; Rückzug der A1 Achse abwählen, keine
		; Achse macht eine Rückzugs-
		; (bzw. Abhebe-)Bewegung

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 NC-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
11410	SUPPRESS_ALARM_MASK	Maske zur Unterstützung spezieller Alarmausgaben
11660	NUM_EG	Anzahl der möglichen Elektronischen Getriebe
11750	NCK_LEAD_FUNCTION_MASK	Funktionen zur Leitwertkopplung
11752	NCK_TRAIL_FUNCTION_MASK	Funktionen zum Mitschleppen
18400	MM_NUM_CURVE_TABS	Anzahl Kurventabellen (SRAM)
18402	MM_NUM_CURVE_SEGMENTS	Anzahl Kurvensegmente (SRAM)
18403	MM_NUM_CURVE_SEG_LIN	Anzahl linearer Kurvensegmente (SRAM)
18404	MM_NUM_CURVE_POLYNOMS	Anzahl Kurventabellenpolynome (SRAM)
18406	MM_NUM_CURVE_TABS_DRAM	Anzahl Kurventabellen im DRAM
18408	MM_NUM_CURVE_SEGMENTS_DRAM	Anzahl Kurvensegmente im DRAM
18409	MM_NUM_CURVE_SEG_LIN_DRAM	Anzahl linearer Kurvensegmente (DRAM)
18410	MM_NUM_CURVE_POLYNOMS_DRAM	Anzahl Kurventabellenpolynome im DRAM
18450	MM_NUM_CP_MODULES	Maximal zulässige Anzahl der CP-Koppelmodule
18452	MM_NUM_CP_MODUL_LEAD	Maximal zulässige Anzahl der CP-Leitwerte

5.1.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
20110	RESET_MODE_MASK	Festlegung der Steuerungsgrundstellung nach Hochlauf und RESET/Teileprogrammende
20112	START_MODE_MASK	Festlegung der Steuerungsgrundstellung nach Hochlauf und bei RESET
20900	CTAB_ENABLE_NO_LEADMOTION	Kurventabellen mit Sprung der Folgeachse
20905	CTAB_DEFAULT_MEMORY_TYPE	Default Speichertyp für Kurventabellen
21204	LIFTFAST_STOP_COND	Stoppverhalten beim Schnellabheben
21300	COUPLE_AXIS_1	Projektion Synchronspindelpaar
21380	ESR_DELAY_TIME1	Verzögerungszeit (STOPBYALARM, NOREAD) für ESR-Achsen
21381	ESR_DELAY_TIME2	Zeit für interpolatorisches Bremsen für ESR-Achsen

5.1.3 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
30130	CTRLOUT_TYPE	Ausgabeart des Sollwertes
30132	IS_VIRTUAL_AX	Achse ist virtuelle Achse
35040	SPIND_ACTIVE_AFTER_RESET	Eigener Spindel-RESET
37160	LEAD_FUNCTION_MASK	Funktionen zur Leitwertkopplung
37200	COUPLE_POS_TOL_COARSE	Schwellwert für "Synchronlauf grob"
37210	COUPLE_POS_TOL_FINE	Schwellwert für "Synchronlauf fein"
30455	MISC_FUNCTION_MASK	Achsfunktionen
37500	ESR_REACTION	Reaktions-Definition beim Erweiterten Stillsetzen und Rückziehen
37550	EG_VEL_WARNING	Schwellwert Geschwindigkeits-Warnschwelle
37560	EG_ACC_TOL	Schwellwert für das Signal "Achse beschleunigt"

5.2 Settingdaten

5.2.1 Kanal-spezifische Settingdaten

Nummer	Bezeichner: \$SC_	Beschreibung
43100	LEAD_TYPE	Festlegung des Leitwerttyps
43102	LEAD_OFFSET_IN_POS	Leitwert - Offset
43104	LEAD_SCALE_IN_POS	Leitwert - Skalierung
43106	LEAD_OFFSET_OUT_POS	Kurventabelle - Offset
43108	LEAD_SCALE_OUT_POS	Kurventabelle - Skalierung

5.3 Systemvariablen

Elektronisches Getriebe EG und Leitwertkopplung

Bezeichner	Bedeutung
\$AA_EG_ACTIVE	Koppelung für die Leitachse b ist aktiv, d. h. eingeschaltet
\$AA_EG_AX	Bezeichner für n-te Leitachse
\$AA_EG_DENOM	Nenner des Koppelfaktors für die Leitachse b
\$AA_EG_NUMERA	Zähler des Koppelfaktors für die Leitachse b
\$AA_EG_NUMLA	Anzahl der mit EGDEF definierten Leitachsen
\$AA_EG_SYN	Synchronposition der Leitachse b
\$AA_EG_SYNFA	Synchronposition der Folgeachse a
\$AA_EG_TYPE	Art der Kopplung für die Leitachse b
\$AA_LEAD_P	aktueller Leitwert - Position (moduloreduziert).
\$AA_LEAD_P_TURN	aktueller Leitwert - Positionsanteil, der durch Moduloreduktion verloren geht.
\$AA_LEAD_SP	simulierter Leitwert - Position in MKS
\$AA_LEAD_SV	simulierter Leitwert - Geschwindigkeit
\$AA_LEAD_V	aktueller Leitwert - Geschwindigkeit
\$AA_SYNC	Kopplungszustand der Folgeachse bei Leitwertkopplung.
\$P_EG_BC	Satzwechselkriterium für EG-Aktivierungsaufrufe: EGON, EGONSYN. WAITC => sofort, Synchronlauf fein bzw. grob und sollwertseitiger Synchronlauf.
\$VA_EG_SYNCDIFF	Synchronlaufdifferenz

Generische Kopplung

Bezeichner	Bedeutung
\$AA_ACCLIMA	Mit ACCLIMA gesetzte Beschleunigungskorrektur HL
\$AA_COUP_ACT	Kopplungstyp einer Folgeachse/-spindel
\$AA_COUP_CORR	Folgespindel - Korrekturwert bei Synchronspindelkopplung
\$AA_COUP_OFFS	Sollwertseitiger Positions-Offset
\$AA_CPACTFA	Achsname der aktiven Folgeachse
\$AA_CPACTLA	Achsname der aktiven Leitachse
\$AA_CPBC	Satzwechselkriterium
\$AA_CPDEFLA	Achsname der definierten Leitachse
\$AA_CPFACT	Kopplungsart der Folgeachse/-spindel
\$AA_CPFCDPT	Achssollposition über alle Koppelanteile
\$AA_CPFCDVT	Achssollgeschwindigkeit über alle Koppelanteile
\$AA_CPFMOF	Verhalten der Folgeachse beim Ausschalten
\$AA_CPFMON	Verhalten der Folgeachse beim Einschalten
\$AA_CPFMSON	Synchronisationsmodus
\$AA_CPFERS	Bezugssystem der Kopplung
\$AA_CPLCMDP	Achssollpositionsanteil der Leitachse
\$AA_CPLCMDV	Achssollgeschwindigkeitsanteil der Leitachse
\$AA_CPLCTID	Tabellennummer der aktiven Kurventabelle
\$AA_CPLDEN	Nenner des Koppelfaktors
\$AA_CPLNUM	Zähler des Koppelfaktors
\$AA_CPLSETVAL	Kopplungsbezug der Leitachse
\$AA_CPLSTATE	Zustand der Kopplung
\$AA_CPLTYPE	Kopplungsart
\$AA_CPMRESET	Zustand der Kopplung nach RESET
\$AA_CPMSTART	Zustand der Kopplung nach Programmstart
\$AA_CPNACTFA	Anzahl der aktiven Folgeachsen
\$AA_CPNACTLA	Anzahl der aktiven Leitachsen
\$AA_CPNDEFLA	Anzahl der definierten Leitachsen
\$AA_CPSETTYPE	Voreingestellter Kopplungstyp
\$AA_EG_ACTIVE	Koppelung für die Leitachse b ist aktiv
\$AA_EG_AX	Bezeichner für n-te Leitachse
\$AA_EG_BC	Satzwechselkriterium
\$AA_EG_DENOM	Nenner des Koppelfaktors
\$AA_EG_NUMERA	Zähler des Koppelfaktors
\$AA_EG_NUM_LA	Anzahl der mit EGDEF definierten Leitachsen
\$AA_EG_SYN	Synchronposition der Leitachse
\$AA_EG_SYNFA	Synchronposition der Folgeachse
\$AA_EG_TYPE	Art der Kopplung
\$AA_IN_SYNC[FA]	Synchronisationszustand der Folgeachse

Bezeichner	Bedeutung
\$AA_JERKLIMA	Mit JERKLIMA gesetzte Ruckkorrektur HL
\$AA_LEAD_SP	Simulierter Leitwert - Position bei LEAD
\$AA_LEAD_SV	Simulierter Leitwert - Geschwindigkeit bei LEAD
\$AA_LEAD_P_TURN	Aktueller Leitwert - Positionsanteil, der durch Moduloreduktion verloren geht
\$AA_LEAD_P	Aktueller Leitwert - Position (moduloreduziert)
\$AA_LEAD_V	Aktueller Leitwert - Geschwindigkeit
\$AA_SYNC	Kopplungszustand der Folgeachse bei Leitwertkopplung.
\$AA_SYNCDIFF[FA]	Synchronlaufdifferenz sollwertseitig
\$AA_SYNCDIFF_STAT[FA]	Status der Synchronlaufdifferenz sollwertseitig
\$AA_TYP/TYPE	Achstyp
\$AA_VEOLIMA	Mit VEOLIMA gesetzte Geschwindigkeitskorrektur HL
\$PA_ACCLIMA	Mit ACCLIMA gesetzte Beschleunigungskorrektur VL
\$PA_CPFACT	Kopplungsart der Folgeachse/-spindel
\$PA_CPFOSSTAT	Gültigkeit der Synchron- und Stopp-Position
\$PA_CPSETTYPE	Voreingestellter Kopplungstyp
\$PA_JERKLIMA	Mit JERKLIMA gesetzte Ruckkorrektur VL
\$PA_VEOLIMA	Mit VEOLIMA gesetzte Geschwindigkeitskorrektur VL
\$VA_COUP_OFFS[S2]	Istwertseitiger Positions-Offset der Synchronspindel
\$VA_EG_SYNCDIFF	Synchronlaufdifferenz
\$VA_EG_SYNCDIFF_S	Synchronlaufdifferenz mit Vorzeichen
\$VA_SYNCDIFF[FA]	Synchronlaufdifferenz istwertseitig
\$VA_SYNCDIFF_STAT[FA]	Status der Synchronlaufdifferenz
\$P_COUP_OFFS[S2]	Programmierter Positions-Offset der Synchronspindel
\$P_EG_BC	Satzwechselkriterium

Folgeachsdynamik

Bezeichner	Bedeutung
\$AA_ACCLIMA	Mit ACCLIMA gesetzte Beschleunigungskorrektur im Hauptlauf
\$AA_VEOLIMA	Mit VEOLIMA gesetzte Geschwindigkeitskorrektur im Hauptlauf
\$PA_ACCLIMA	Mit ACCLIMA gesetzte Beschleunigungskorrektur im Vorlauf
\$PA_VEOLIMA	Mit VEOLIMA gesetzte Geschwindigkeitskorrektur im Vorlauf

Erweitertes Stillsetzen / Rückziehen (ESR)

Bezeichner	Bedeutung
\$A_DBB	Datenbyte (8Bit) von/an PLC lesen/schreiben
\$A_IN	digitaler Eingang NC
\$A_OUT	digitaler Ausgang NC
\$AA_ESR_ENABLE[Achse]	1 = (axiale) Freigabe der Reaktion(en) des "Erweiterten Stillsetzen und Rückziehen"
\$AA_ESR_STAT[Achse]	(axiale) Status-Rückmeldungen des "Erweiterten Stillsetzen und Rückziehen"
\$AA_TYP[Achse]	Achstyp
\$AC_ALARM_STAT	!=0: Alarmer stehen an, die codierten zugehörigen Alarm-Reaktionen können als Quelle für das "Erweiterte Stillsetzen und Rückziehen" genutzt werden.
\$AC_ESR_TRIGGER	kanalspezifisches Steuersignal "Stillsetzen/Rückziehen starten" NC-geführt
\$AC_STAT	Kanalzustand: ungültig, im Reset, unterbrochen und aktiv
\$AN_ESR_TRIGGER	(globales) Steuersignal "Stillsetzen/Rückziehen starten" antriebsautark

5.4 Signale**5.4.1 Signale an Achse/Spindel**

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
31, ...	0.0-0.7	Vorschubkorrektur
31, ...	1.3	Achsensperre
31, ...	2.1	Reglerfreigabe
31, ...	4.0-4.2	Handrad aktivieren
31, ...	4.3	Vorschub Halt
31, ...	26.4	Freigabe Folgeachsüberlagerung
31, ...	31.4	Folgespindel synchronisieren
31, ...	31.5	Synchronisation sperren
31, ...	31.6	Synchronlauf nachführen

5.4.2 Signale von Achse/Spindel

DB-Nummer	Byte.Bit	Name
31, ...	83.1	Begrenzung DiffDrehzahl
31, ...	83.5	Spindel im Sollbereich DiffDrehzahl
31, ...	83.6	Drehzahlgrenze überschritten Summendrehzahl
31, ...	83.7	Istdrehrichtung rechts Summendrehzahl
31, ...	84.4	Synchronbetrieb
31, ...	98.0	Synchronlauf fein
31, ...	98.1	Synchronlauf grob
31, ...	98.2	Istwertkopplung
31, ...	98.4	Überlagerte Bewegung
31, ...	98.5	Geschwindigkeitswarnschwelle
31, ...	98.6	Beschleunigungswarnschwelle
31, ...	98.7	ESR-Reaktion ist ausgelöst
31, ...	99.0	Leitspindel aktiv
31, ...	99.1	Folgespindel aktiv
31, ...	99.3	Folgeachse beschleunigt
31, ...	99.4	Synchronisation läuft
31, ...	99.5	Maximale Geschwindigkeit erreicht
31, ...	99.6	Maximale Beschleunigung erreicht

Index

\$

\$AA_COUP_ACT, 2-8

1

18400, 1-3
18402, 1-3
18403, 1-3
18404, 1-3
18406, 1-3
18408, 1-3
18409, 1-3
18410, 1-3

A

Abhängige Mitschleppachse, 2-2
ACCLIMA[FA], 2-108
Achsen-Leitwertkopplung, 2-33
Achsaustausch, 2-104
Achsenzuordnung, 2-20
Allgemeine Quellen, 2-124
Antriebsautarke Reaktionen, 2-115
Antriebsautarker Generatorbetrieb, 2-115, 2-116
Antriebsautarkes Rückziehen, 2-115, 2-131
Antriebsautarkes Stillsetzen, 2-116, 2-130
Archivierung, 2-43
Ausführungen, 1-7
Ausschalten, 2-39
Axiale Quellen, 2-124

B

Beschleunigungsmodus, 2-110

C

CP-BASIC, 1-7
CPBC, 2-84
CP-COMFORT, 1-7
CPDEF, 2-69

CPDEF+CPLA, 2-71
CPDEL, 2-70
CPDEL+CPLA, 2-73
CP-EXPERT, 1-7
CPFMOF, 2-91
CPFMON, 2-90
CPFMSON, 2-88
CPFPOS, 2-86
CPFRS, 2-83
CPLDEF, 2-71
CPLDEL, 2-72
CPLDEN, 2-80
CPLNUM, 2-79
CPLOF, 2-77
CPLON, 2-76
CPLPOS, 2-87
CPLSETVAL, 2-82
CPMRESET, 2-93
CPMSTART, 2-94
CPOF, 2-75
CPOF+CPFPOS, 2-92
CPON, 2-74
CPRES, 2-103
CPSETTYPE, 2-99

D

DB21, ...
 DBX0.3, 2-7
DB31, ...
 DBX 99.1, 2-50
 DBX0.0, 2-7
 DBX0.1, 2-7
 DBX0.2, 2-7
 DBX0.3, 2-7
 DBX0.4, 2-7
 DBX0.5, 2-7
 DBX0.6, 2-7
 DBX0.7, 2-7
 DBX1.3, 2-7
 DBX1.4, 2-8
 DBX1.5, 2-7, 2-28, 2-43
 DBX1.6, 2-7, 2-28, 2-43
 DBX2.1, 2-7, 2-8
 DBX26.4, 2-50, 2-57

DBX4.0, 2-7
DBX4.1, 2-7
DBX4.2, 2-7
DBX4.3, 2-7, 2-48
DBX98.0, 2-40, 2-49
DBX98.1, 2-40, 2-49
DBX98.4, 2-50
DBX98.5, 2-51
DBX98.6, 2-51
DBX98.7, 2-138
DBX99.0, 2-8
DBX99.1, 2-8
DBX99.3, 2-51
DBX99.4, 2-49
DB31, ... DBX1.4, 2-8
Definition
 EG-Achsverband, 2-54
Definition und Einschalten, 2-38
Diagnose und Optimierung der Ressourcennutzung,
2-29
Dynamikgrenzen, 2-108

E

EG-Achsverband
 - ausschalten, 2-60
 - definieren, 2-54
 - einschalten, 2-56
 - löschen, 2-61
EG-Achsverbände, 2-46
Einführung, 2-33
Einschränkungen, 2-20
Elektronisches Getriebe, 1-4, 2-44
 Systemvariablen, 2-62
Erkennen des Synchronlaufes, 2-40
Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen, 2-112
ESR, 2-112
 Aktivierung, 2-125
 Auslösequellen, 2-123
 Verknüpfungslogik, 2-125

F

Folgeachsüberlagerung, 2-65

G

Generatorbetrieb, 2-129, 2-136
Grundaufführung, 1-7

H

Hardware-Voraussetzungen, 1-9

I

Interpolation, 2-43
Istwertanzeige, 2-43

K

Koordinatenbezug, 2-83
Koordinatensystem, 2-2
Koppelart, 2-40
Koppelfaktor, 2-79
 Nenner, 2-80
 Zähler, 2-79
Koppelgesetz, 2-64, 2-79
Koppelmodul, 2-64
 Anlegen, 2-69
 Löschen, 2-70
Kopplung
 Ausschalten, 2-75
Kopplungsbezug, 2-81, 2-82
Kopplungstypen, 2-99
Kurvensegment, 2-10
Kurventabelle, 2-80
Kurventabellen, 1-2
 Aktivierung, 2-26
 Deaktivierung, 2-27
 Löschen, 2-12
 Mehrfachnutzung, 2-27
 Nahtstellensignale, 2-28
 Programmierung, 2-15
 Speichermangel, 2-11
 Speicheroptimierung, 2-11
 Speichertyp, 2-11
 Standard-Speichertyp, 2-14
 Transformationen, 3-1
 Überschreiben, 2-12
 Verhalten in den Betriebsarten, 2-28
 Werkzeugradiuskorrektur, 2-10

L

Leitachs/-spindel-Modul, 2-71
Leitachse
 Ausschalten, 2-77
 Einschalten, 2-76
Leitachsen
 Definieren, 2-71

Löschen, 2-72
 Leitwertkopplung, 1-3
 Achstypen, 2-33
 Nahtstellensignale, 2-43
 Programmierung, 2-38
 Verhalten in den Betriebsarten, 2-41
 Leitwertobjekt, 2-33
 Lesbare Systemvariable des Leitwertes, 2-40
 Lesbare und schreibbare Leitwertvariablen, 2-40
 Lesen von Tabellenpositionen, 2-22

M

Maximale Achsbeschleunigung, 2-108
 Maximale Achsgeschwindigkeit, 2-108
 MD11410, 2-3
 MD11410 \$MN_SUPPRESS_ALARM_MASK Bit31, 2-48
 MD11602, 4-20
 MD1161 \$MD_FIELDVAL_FIXED_LINK_VOLTAGE, 2-128
 MD11660 \$MN_NUM_EG, 2-46
 MD1612 \$MD_ALARM_REACTION_POWER_ON, 2-132
 MD1613 ALARM_REACTION_RESET, 2-132
 MD1631 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_ON, 2-116, 2-130
 MD1632 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_HYST, 2-130
 MD1633 \$MD_LINK_VOLTAGE_GEN_OFF, 2-130
 MD1634, 2-128, 2-134
 MD1634 \$MD_LINK_VOLTAGE_RETRACT, 2-127, 2-130, 2-133
 MD1634 LINK_VOLTAGE_RETRACT, 2-127
 MD1635, 4-18, 4-20
 MD1635 \$MD_GEN_AXIS_MIN_SPEED, 2-130
 MD1637, 4-18, 4-20
 MD1637 \$MD_GEN_STOP_DELAY, 2-130
 MD1638, 4-18, 4-20
 MD1638 \$MD_RETRACT_TIME, 2-132
 MD1639, 4-18, 4-20
 MD1639 \$MD_RETRACT_SPEED, 2-132
 MD18400, 2-13
 MD18402, 2-13
 MD18403, 2-13
 MD18404, 2-13
 MD18406, 2-13
 MD18408, 2-13
 MD18409, 2-13
 MD18410, 2-13
 MD20110, 2-4, 2-36, 2-38, 2-41, 2-42
 MD20112, 2-4, 2-36, 2-38, 2-41, 2-42
 MD20900, 2-14, 2-20

MD20905, 2-14, 2-17, 2-19, 2-29
 MD21204 \$MC_LIFTFAST_STOP_COND, 2-121
 MD21380, 4-20
 MD21380 \$MC_DELAY_TIME1, 2-119
 MD21380 \$MC_ESR_DELAY_TIME1, 2-114, 2-117, 2-118, 2-120
 MD21381, 4-20
 MD21381 \$MC_ESR_DELAY_TIME2, 2-117, 2-118, 2-119, 2-120
 MD22410, 2-110
 MD30130, 2-34, 2-38, 2-39
 MD30132, 2-33
 MD30132 \$MA_IS_VIRTUAL_AX, 2-34
 MD32000, 2-108
 MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO, 2-51
 MD32300, 2-108
 \$MA_MAX_AX_ACCEL, 2-51
 MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL, 2-51
 MD37160, 2-28, 2-37
 MD37200, 2-40
 MD37200 \$MA_COUPLE_POS_TOL_COARSE, 2-49, 2-54, 2-63
 MD37200 \$MN_COUPLE_POS_TOL_COARSE, 2-49
 MD37210, 2-40
 MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_FINE, 2-49
 MD37210 \$MA_COUPLE_POS_TOL_FINE, 2-49, 2-54, 2-63
 MD37500, 4-20
 MD37500 \$MA_ESR_REACTION, 2-115, 2-116, 2-117, 2-118, 2-119, 2-126, 2-130
 MD37550 \$MA_EG_VEL_WARNING, 2-51
 MD37560 \$MA_EG_ACC_TOL, 2-51
 MD43108, 4-10
 Mitschleppachse als Leitachse, 2-2
 Mitschleppachsen, 2-1
 Mitschleppen, 1-1
 Dynamikbegrenzung, 2-9
 Ein/Ausschalten, 2-3
 Nahtstellensignale, 2-7
 Programmierung, 2-5
 Regeldynamik, 3-1
 Restweg, 2-4
 Mitschleppverband, 2-1
 Ausschalten, 2-6
 Definition und Einschalten, 2-5
 Modulo-Leitachse, 2-27

N

NC-geführtes Erweitertes Stillsetzen, 2-117
 NC-geführtes Rückziehen, 2-119
 Netzausfall-Erkennung, 2-126

P

PI-Regler, 2-110

R

Reaktion auf Stopp, 2-36
Regeldynamik, 2-43
Rückziehen, 1-10
Rückziehen und Stillsetzen, 2-112

S

Satzwechselkriterium, 2-84
Schlüsselwörter, 2-65
Schnittstelle zum Achstausch, 2-37
SD43100, 2-40
SD43102, 2-34
SD43104, 2-34
SD43106, 2-34
SD43108, 2-34
Speicherkonfiguration
 Generische Kopplung, 1-9
 Kurventabelle, 1-3
Spindeln in der Leitwertkopplung, 2-37
Startwert, 2-21
Status der Kopplung, 2-8, 2-43
Stillsetzen, 1-10
Stillsetzen und Rückziehen, 2-112
Synchronisation, 2-109
 Folgeachse, 1-5
Synchronisationsmodus, 2-88
Synchronlaufdifferenz, 2-49
 - abfragen, 2-51
Synchronposition
 Folgeachse, 2-86
 Leitachse, 2-87

Systemvariablen, 2-68

T

Temporäre Kurventabelle, 2-12
TRAANG, 3-1
TRAILOF, 2-6
TRAILON, 2-5

U

Unabhängige Mitschleppachse, 2-2

V

VELOLIMA[FA], 2-108
Verschiebung und Skalierung, 2-34
Virtuelle Leitachse/Simulierter Leitwert, 2-34

W

WAITC, 2-85
Werte am Anfang und Ende lesen, 2-25

Z

Zugriff auf Tabellenpositionen und
Tabellensegmente, 2-22
Zwischenkreis
 Energiebilanz, 2-135
 -Stützung, 2-133
Zwischenkreisstützung, 2-129

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Sollwertumschaltung (S9)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Funktion	2-1
2.2	Nahtstellensignale.....	2-4
2.3	Alarmer	2-6
2.4	Lageregelkreis.....	2-6
2.5	Referenzpunkte.....	2-6
2.6	Unterschiede zur Technologiekarte	2-7
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

Funktion

Die Funktion "Sollwertumschaltung" kommt bei Anwendungen zum Einsatz, die den gleichen Motor zum Verfahren unterschiedlicher Maschinenachsen verwenden.

Einsatzbedingung

Die im Folgenden beschriebene Funktion löst für Systeme mit NCK-SW-Ständen ≥ 7.1 die Technologiekarten-Funktion "Sollwertumschaltung" (TE5) ab.

Für die Funktion wird eine Option benötigt.

Kompatibilität

Die Migration auf NCK-SW-Stand 7.1 erfordert Anpassungen von Maschinendaten und dem PLC-Anwenderprogramm.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Funktion

Die Funktion "Sollwertumschaltung" wird benötigt, wenn nur ein Motor zum Antrieb mehrerer Achsen/Spindeln benutzt werden soll, wie z. B. bei Fräsköpfen, wo der Spindelmotor sowohl zum Werkzeugantrieb als auch zur Fräskopforientierung verwendet wird.

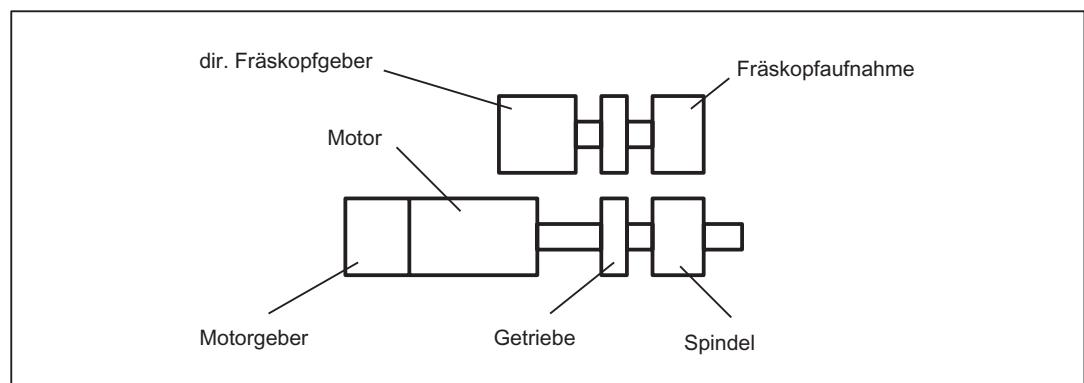


Bild 2-1 Beispiel 1: 1 Motorgeber, Extrageber für Fräskopf

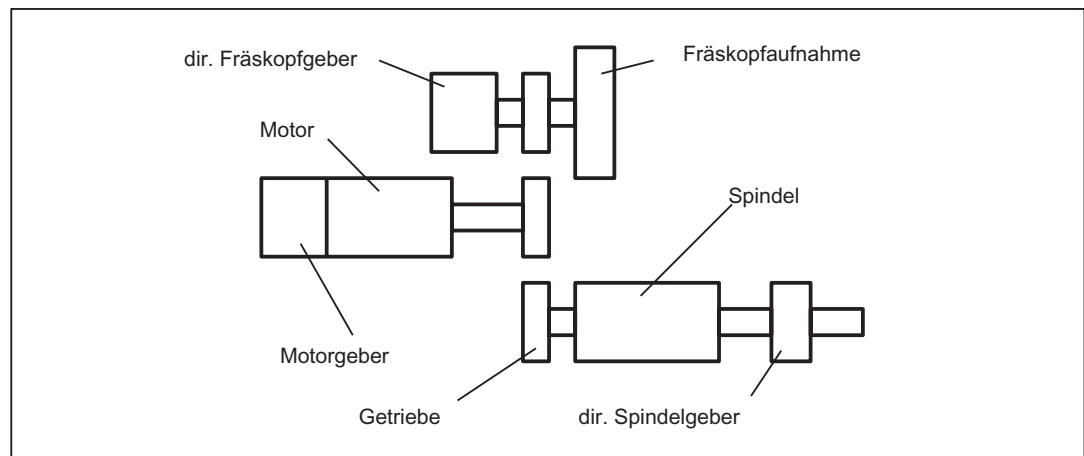


Bild 2-2 Beispiel 2: 1 Motorgeber, separater Fräskopfgeber und Spindelgeber

Projektierung

Die Sollwertumschaltung erlaubt mehreren Achsen eine gemeinsame Nutzung desselben Antriebs.

Zur Festlegung der Achsen, die an der Sollwertumschaltung teilnehmen, wird der gleiche Sollwertkanal dieses Antriebs mehrfach zugeordnet. Hierfür muss das folgende Maschinendatum für jede Achse mit der logischen Nummer dieses Antriebs gleich vorbesetzt werden:

MD30110 \$MA_CTRLOUT_MODULE_NR (Sollwertzuordnung: Baugruppennummer)

Hinweis

Bei fehlender Option wird der Alarm 26018 ausgegeben.

Die Geberzuordnung erfolgt achsspezifisch im Maschinendatum:

MD30230 \$MA_ENC_INPUT_NR

(Istwertzuordnung: Eingang auf Antriebsmodul/Messkreiskarte)

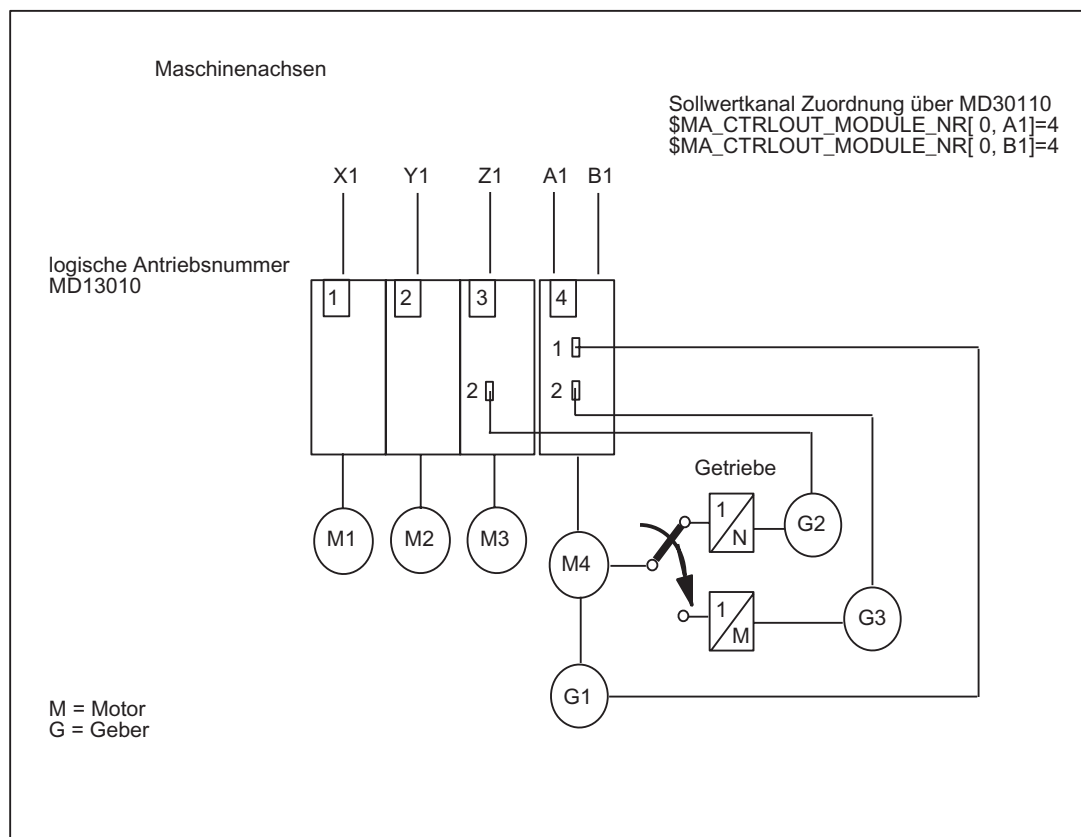


Bild 2-3 Sollwertumschaltung mit 2 Achsen

Aktivierung

Der Umschaltvorgang und die Auswertung zugehöriger Nahtstellensignale erfolgt im PLC-Anwenderprogramm.

Hinweis

Wegen geänderter Bedeutung von Nahtstellensignalen gegenüber der Technologiekartenlösung ist es evtl. erforderlich, ein bestehendes PLC-Anwenderprogramm anzupassen.

Die Kontrolle über den Sollwertkanal des Antriebs kann zu einem Zeitpunkt nur bei einer der Maschinenachsen mit der passenden logischen Antriebsnummer liegen.

Die Anforderung zur Übernahme der Antriebskontrolle erfolgt über das NC/PLC-Nahtstellensignal:

DB31-..., DBX24.5 (Sollwertausgabebezuordnung ändern)

Der aktuelle Zustand der Antriebskontrolle wird angezeigt im NC/PLC-Nahtstellensignal:

DB31, ... DBB96.5 (Sollwertausgabebezuordnung)

Die Zugriffsrechte auf den gemeinsamen Antrieb sind im PLC Anwenderprogramm zu verwalten.

Übernahmebedingungen

- Achsstillstand aller beteiligten Achsen.
- Sonderfunktionen wie Referenzpunktfahren, Messen, Fahren auf Festanschlag, Funktionsgenerator, Stern-/Dreieckumschaltung, Antriebsparametersatzumschaltung sind in der Achse mit Antriebskontrolle inaktiv.
- Beim Profibusantrieb kein Lebenszeichenfehler und keine Störung vorhanden.

Die PLC-Nahtstelle gibt dauernd Auskunft über den aktuellen Zustand der Umschaltung. Zu jedem Zeitpunkt gibt es immer eine Achse, die über die Antriebskontrolle DB31, ... DBX96.5=1 verfügt.

Für die Dauer der Umschaltung werden Reglerfreigaben aller beteiligten Achsen automatisch durch die Steuerung weggenommen.

Achsen ohne vorhandene Antriebskontrolle sind nicht in Regelung. Für hängende Achsen sollte daher eine Bremsensteuerung realisiert werden.

Sonderfälle

Bei mehreren gleichzeitigen Übernahmeanforderungen findet keine Umschaltung statt. Die Kontrolle über den Antrieb verbleibt bei der zuletzt verwendeten Achse. Das Fehlen von Übernahmeanforderungen hat die gleiche Auswirkung.

Bei fehlenden Übernahmeanforderungen im Einschaltvorgang der Maschine wird die Antriebskontrolle der ersten gefundenen Maschinenachse mit der gleichen logischen Antriebsnummer zugewiesen. Die Suche erfolgt in aufsteigender Reihenfolge der logischen Antriebsnummern.

MD30110 \$MA_CTRLOUT_MODULE_NR[0,AX1] = 1

MD30110 \$MA_CTRLOUT_MODULE_NR[0,AX2] = 2

MD30110 \$MA_CTRLOUT_MODULE_NR[0,AX3] = 3

MD30110\$MA_CTRLOUT_MODULE_NR[0,AX4] = 4 ; Antriebskontrolle im Einschaltvorgang

MD30110 \$MA_CTRLOUT_MODULE_NR[0,AX5] = 4

2.2 Nahtstellensignale

Achsspezifische Signale

Die Benutzung von achsspezifischen NC/PLC-Nahtstellensignalen bleibt trotz der Zuordnung eines einzelnen Antriebs zu mehreren Achsen unverändert.

Das bedingt eine explizite Koordination der Zugriffe im PLC-Anwenderprogramm.

Durch die Verwendung desselben Antriebs werden Statussignale aus DB31, ... DBB92-95 in allen an der Umschaltung beteiligten Achsen gleich angezeigt.

Dagegen hat die Vorgabe der Steuersignale DB31, ... DBB20-21 ausschließlich in der Achse mit exklusiver Kontrolle über den Antrieb zu erfolgen. Die Reglerfreigabe DB31, ... DBB2.1 ist nur wirksam beim gesetzten NC/PLC-Nahtstellensignal:

DB31, ... DB24.5 (Sollwertausgabebezuordnung ändern)

Achsen ohne die entsprechende Antriebskontrolle stellen nur eine eingeschränkte Funktionalität zur Verfügung und werden deshalb im Nachführbetrieb betrieben. Zu diesem Zweck werden automatisch von der Steuerung die Reglerfreigaben gelöscht.

PLC-Programm schematisch

Das folgende Beispiel zeigt einen möglichen Ablauf einer Sollwertumschaltung.

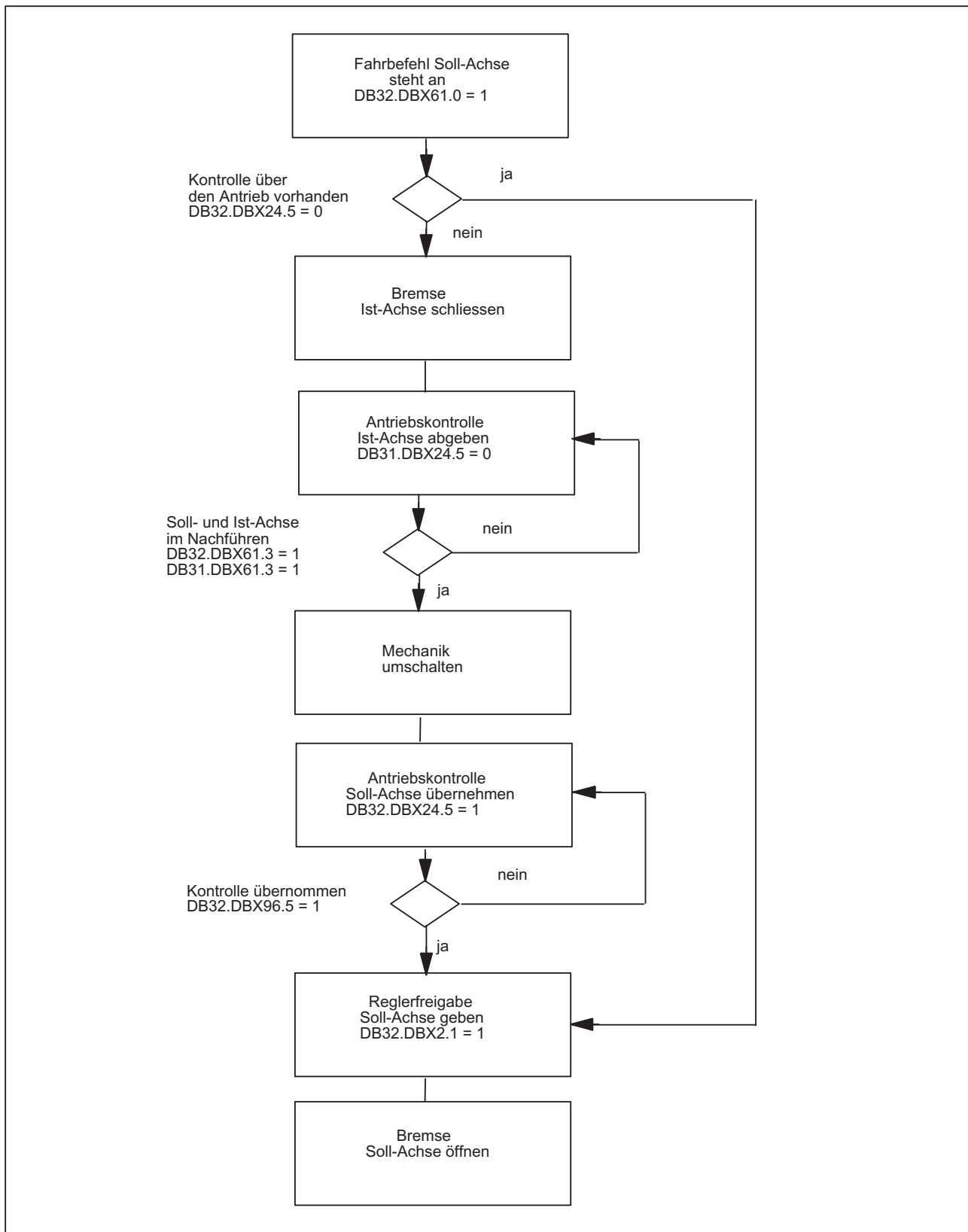


Bild 2-4 PLC-gesteuerter Ablauf einer Sollwertumschaltung zwischen AX1 → AX2

2.3 Alarmer

Antriebsalarmer werden nur von Achsen mit vorhandener Antriebskontrolle angezeigt.

2.4 Lageregelkreis

Während der Sollwertumschaltung wird der Antriebsstrang und damit auch der Lageregelkreis getrennt. Um Instabilitäten zu vermeiden, wird die Umschaltung nur im Stillstand und mit gelöschten Reglerfreigaben durchgeführt.

Durch die Benutzung eines einzelnen Antriebs kann zum selben Zeitpunkt nur einer der Regelkreise geschlossen sein. Achsen ohne Antriebskontrolle werden mit offenem Lageregler und nachgeführten Positionen betrieben.

2.5 Referenzpunkte

Beim Einsatz lastseitiger Geber bleiben axiale Referenzpunkte von einer Sollwertumschaltung unberührt.

Im Gegensatz dazu kann bei einer lastseitigen Position, die sich ausschließlich aus dem Motorgeber herleitet, der mechanische Bezug zur Last nach einer Sollwertumschaltung verloren gehen. Solche Achsen sind nach jeder Sollwertumschaltung erneut zu referenzieren.

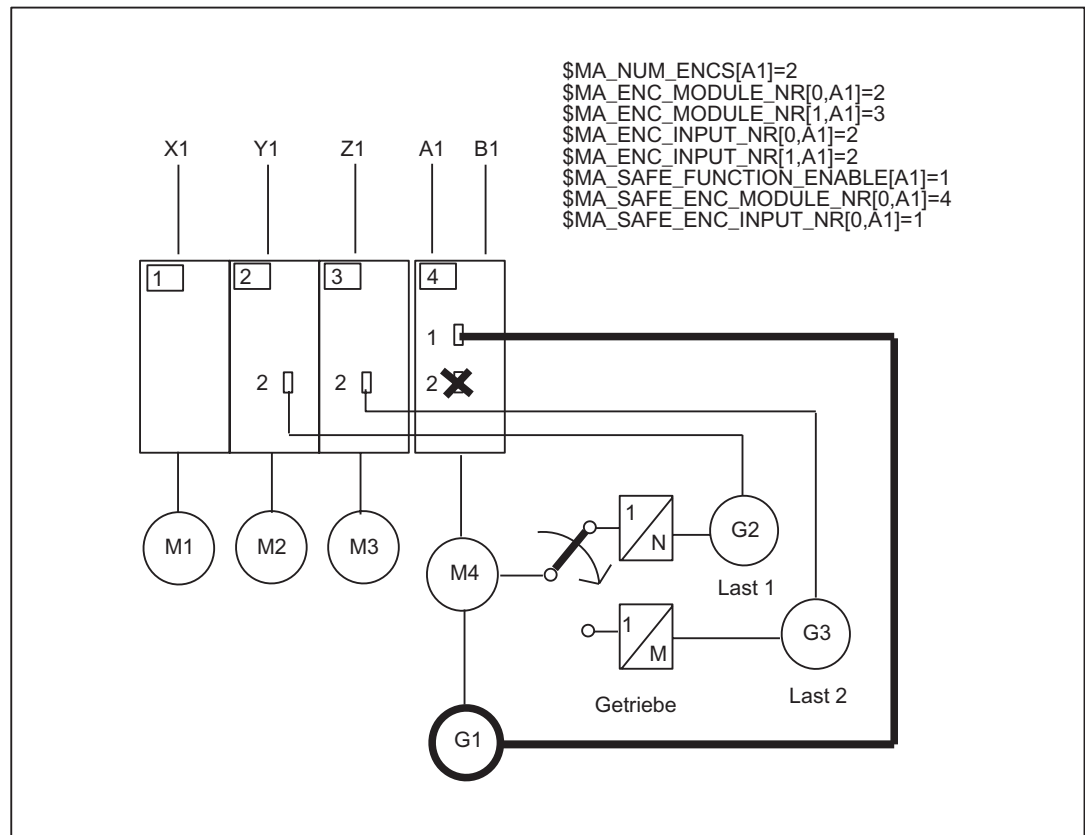


Bild 2-5 Sollwertumschaltung in Kombination mit 1-Geber Safety Integrated System

2.6 Unterschiede zur Technologiekarte

Die ab NCK-SW-Stand 7.1 realisierte Sollwertumschaltung weist im Vergleich zu der in TE5 beschriebenen Compile-Zyklen-Lösung folgende Unterschiede auf, die bei Inbetriebnahme und bei der Erstellung des PLC-Anwenderprogramms berücksichtigt werden müssen:

- Das Maschinendatum MD63750 entfällt.
- Die Bedeutungen zugehöriger Nahtstellensignale wurden geändert. Damit müssen PLC-Anwenderprogramme entsprechend aktualisiert werden.
- Die Alarmer 70451 und 70452 entfallen.
- Sollwertumschaltung mit simulierten Achsen (MD30130=0) wird nicht mehr unterstützt.
- Bekannte Einschränkungen der Technologiekartenfunktion entfallen.

Randbedingungen

Verfügbarkeit

Die Sollwertumschaltung ist ab SW-Stand 7.1 verfügbar.

MD30100

Die Sollwertumschaltung ist nur möglich in Verbindung mit 611D- und Profibusantrieben mit:
MD30100 \$MA_CTRL_OUT_SEGMENT_NR=1, 5 oder 6.

Alle anderen Einstellungen führen zum Alarm 26018.

Betriebszustand "Parken"

Der Betriebszustand "Parken" kann nur über die Achse mit vorhandener Antriebskontrolle verlassen werden.

Serviceanzeige Antrieb

Das HMI-Diagnosebild "Serviceanzeige Antrieb" berücksichtigt nicht die wechselnde Zuordnung zwischen Achse und Antrieb.

SinuComNc

Die Inbetriebnahme der Sollwertumschaltung über SinuComNc ist nur über die Expertenliste möglich. Ein Dialog wird nicht unterstützt.

Safety Integrated

Randbedingungen zum "Safety Integrated"-Einsatz in Kombination mit Sollwertumschaltung siehe:

Literatur:

/FBSI/ Funktionsbeschreibung Safety Integrated (ab 11.02)

Beispiele

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
30130	CTRL_OUT_TYPE	Ausgabeart des Sollwertes
30200	NUM_ENCS	Anzahl der Geber
30220	ENC_MODULE_NR	Istwertzuordnung: Antriebsnummer / Messkreisnummer
30230	ENC_INPUT_NR	Istwertzuordnung: Eingang auf Antriebsmodul / Messkreiskarte

Index

M

MD30100, 3-1

MD30110, 2-2

MD30230, 2-2

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Tangentialsteuerung (T3)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Eigenschaften der tangentialen Nachführung.....	2-1
2.2	Benutzung der tangentialen Nachführung	2-2
2.2.1	Zuordnung der Leitachsen und Folgeachse	2-4
2.2.2	Aktivierung der Nachführung	2-4
2.2.3	Einschalten des Eckenverhaltens	2-5
2.2.4	Beendigung der Nachführung	2-6
2.2.5	Ausschalten der Zwischensatzerzeugung	2-6
2.2.6	Löschen der Definition der Nachführ-Achszuordnung.....	2-6
2.3	Grenzwinkel	2-8
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
5.2	Systemvariablen	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

Tangentialsteuerung

Die Funktion Tangentialsteuerung gehört zur Kategorie der NC-Funktionen mit gekoppelten Achsen. Sie zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Es gibt zwei führende Achsen, welche unabhängig über normale Verfahrensanweisungen bewegt werden (Leitachsen). Dazu existiert eine Folgeachse, deren Position abhängig vom Zustand dieser Leitachsen (Position, Tangente) bestimmt wird.
- Die Kopplung zwischen Leitachsen und Folgeachse besteht nur zeitweise, d. h. sie kann durch Programmanweisungen ein- und ausgeschaltet werden.
- Tangentialsteuerung ist für das Basiskoordinatensystem/Werkstückkoordinatensystem definiert.
- Die Leitachsen sind als Geometrieachsen definiert, die Folgeachse als Rundachse.
- Die gekoppelten Achsen gehören dem gleichen Kanal an.
- Die Position der nachgeführten Achse kann Eingangswert für eine Transformation sein.
- Die Tangentialsteuerung ist nur in den Betriebsarten AUTOMATIK und MDA aktiv.

Ecken im Bahnverlauf

Weist die durch die führenden Achsen bestimmte Kontur eine Ecke auf, so müssen für die nachgeführte Rundachse folgende Punkte beachtet werden. Es kann zwischen zwei verschiedenen Verhalten gewählt werden:

- Die Bahngeschwindigkeit wird soweit abgesenkt, dass die nachgeführte Achse ihre Zielposition synchron mit den anderen Achsen erreicht.
- Wenn TLIFT programmiert ist, so wird bei einer Ecke, deren Winkel größer dem folgenden Maschinendatum ist, ein Zwischensatz eingefügt:

MD37400 \$MA_EPS_TLIFT_TANG_STEP (Tangentenwinkel für Eckenerkennung)

In diesem Zwischensatz wird die Rundachse auf die der Tangente nach der Ecke entsprechende Position schnellstmöglich bewegt. Die für diese Achse gesetzten Grenzwerte werden eingehalten.

Löschen des Nachführverbandes

Die Definition eines Nachführverbandes kann gelöscht werden, um die Folgeachse abhängig von neuen Leitachsen nachführen zu können.

Anwendungen

Für folgende Anwendungsbereiche ist Tangentialsteuerung unter anderen einsetzbar:

- Tangentiales Anstellen eines drehbaren Werkzeuges beim Nibbeln.
- Nachführen der Werkstückausrichtung bei einer Bandsäge.
- Anstellen eines Abrichtwerkzeuges an eine Schleifscheibe.
- Anstellen eines Schneidrädchens zur Glas- oder Papierverarbeitung.
- Tangentiale Zuführung eines Drahtes beim 5-achsigen Schweißen.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Eigenschaften der tangentialen Nachführung

Aufgabenstellung

Eine nachzuführende Rundachse ist von der Steuerung so zu steuern, dass sie auf der programmierten Bahn der zwei Leitachsen stets in einem vorgegebenen Winkel steht.

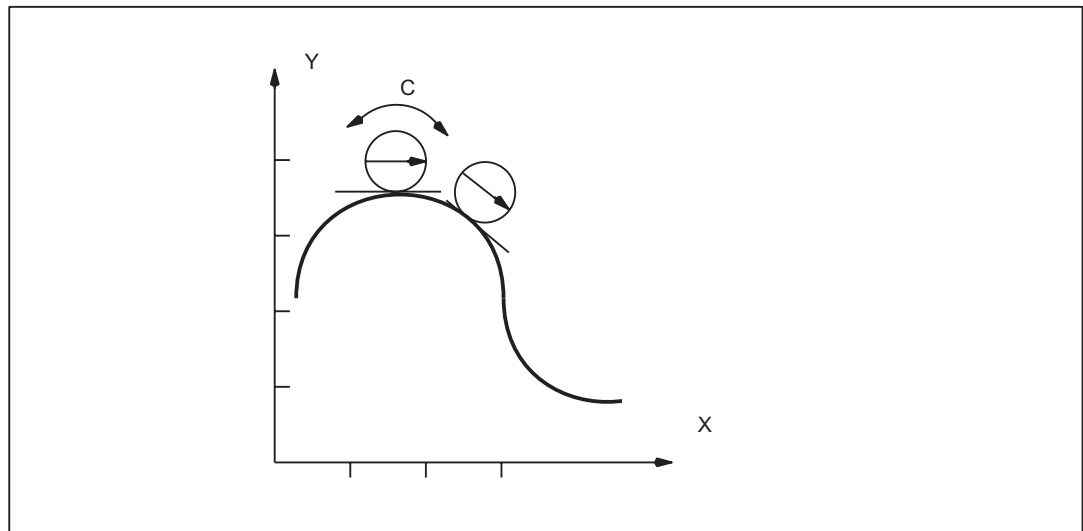


Bild 2-1 Tangentialsteuerung, Offsetwinkel zur Bahntangente Null Grad

Im Bild sind X und Y die Leitachsen, in denen die Bahn programmiert wird, C ist die Folgeachse, deren Position abhängig von den Leitachsenwerten und dem gewünschten Offsetwinkel zwischen Tangente und Ausrichtung in C von der Steuerung bestimmt wird.

Voraussetzung für die Tangentialsteuerung ist, dass die Leitachsen als Bahnachsen benutzt werden. Eine Leitachse, die als Positionierachse programmiert wird (POS oder POSA) macht für die Nachführung keine Vorgabe.

Verhalten bei der Nachführung

Folgende Fälle sind zu unterscheiden:

- Ohne Zwischensatz (TLIFT)

Die Bahngeschwindigkeit der führenden Achsen wird soweit abgesenkt, dass die nachgeführte Achse ihre Zielposition synchron mit den anderen Achsen erreicht.

- Mit Zwischensatz (TLIFT), ohne G641 Verrunden

Der Zwischensatz erzeugt die erforderliche Drehung der tangential nachgeführten Achse. Er wird so interpoliert, dass die nachgeführte Achse mit ihrer Grenzgeschwindigkeit verfährt. Der Zwischensatz wird nicht überschliffen. Zu Beginn des Zwischensatzes ist die Bahngeschwindigkeit der führenden Achsen Null.

Sonderfälle

- G641 Überschleifen ist möglich zwischen zwei Sätzen, die beide mindestens eine der beiden Leitachsen der tangential nachgeführten Achse bewegen.
- G641 Überschleifen ist möglich zwischen zwei Sätzen, die beide keine Leitachse der tangential nachgeführten Achse bewegen.

In beiden Fällen wird kein Zwischensatz für die tangential nachgeführte Achse erzeugt. Ein Zwischensatz ist nicht nötig, weil der Vorlauf die abgerundete Überschleifkontur kennt und die Grenzwerte für die nachgeführte Achse berechnet.

- Versteckte Ecke im Raum

Es kann eine für das tangentiale Nachführen relevante Ecke im Raum versteckt sein. (Relevant ist die Projektion der Kontur auf die durch die beiden Leitachsen definierte Ebene).

Bei einer im Raum versteckten Ecke wird vor dem Satz (hier N6), der den Tangentensprung verursacht, ein Zwischensatz eingefügt, der die nachgeführte Achse auf die neue Position fährt. Bei diesem Satzübergang wird nicht überschliffen.

N1 TANG (C, X, Y, 1)

N2 TLIFT (C)

N3 G1 G641 X0 Y0 F1000

N4 TANGON (C)

N5 X10

N6 Y10 ; vor Abarbeiten dieses Satzes wird die Rundachse neu positioniert.

N7 M3001.97

2.2 Benutzung der tangentialen Nachführung

Aktivierung

Die Ausrichtung der Folgeachse setzt voraus, dass:

- die Zuordnung von Leitachsen und Folgeachse dem System bekannt gemacht wird (TANG)
- die Nachführung explizit aktiviert wird (TANGON)
- das Verhalten an Bahneckern bei Bedarf angegeben wird (TLIFT).

Weitere Funktionen

Die weiteren Funktionen dienen:

- der Beendigung der Nachführung der Folgeachse (TANGOF)
- Ausschalten des besonderen Verhaltens an Bahneckern (TANG()) ohne folgendes TLIFT)
- Aufhebung der Definition eines Nachführverbandes (TANGDEL).

Einfluss auf Transformation

Die Position der nachgeführten Rundachse kann Eingangswert für eine Transformation sein.

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Kinematische Transformation (M1)

Hinweis

Dem Anwender wird empfohlen, TLIFT zu programmieren, wenn die Tangentialsteuerung zusammen mit einer Transformation verwendet wird. TLIFT verhindert einen Nachlauf der nachgeführten Achse und schützt vor heftigen Ausgleichsbewegungen.

Explizite Programmierung der Nachführachse

Wird eine ihren Leitachsen nachgeführte Folgeachse explizit positioniert, so wirkt die Positionsangabe additiv zum Offsetwinkel, der in der Aktivierungsanweisung TANGON angegeben wurde. Siehe Kapitel "Aktivierung der Nachführung". Es sind die Bewegungsbefehle (AC, IC, DC, POS,) zulässig.

Referenzpunktfahren

Die Nachführung wird beim Referenzpunktfahren der Folgeachse ausgeschaltet.

Mehrkanaliger Satzsuchlauf

Mit dem kanalübergreifenden Satzsuchlauf im Modus Programmtest (SERUPRO "Serch-Run by Programmtest") kann die tangentiale Nachführung von Achsen simuliert werden.

Weitere Informationen zum mehrkanaligen Satzsuchlauf SERUPRO:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; BAG, Kanal, Programmbetrieb (K1), Kapitel: Programmtest

2.2.1 Zuordnung der Leitachsen und Folgeachse

Programmierung

Die Programmierung erfolgt über das vordefinierte Unterprogramm TANG. Der Steuerung werden folgende Parameter übergeben:

Folgeachse (Zusatzrundachse)	hier C
Leitachse1 (Geometrieachse)	hier X
Leitachse2 (Geometrieachse)	hier Y
Koppelfaktor	default 1
Kennung des Koordinatensystems	default "B"
"B" = Basiskoordinatensystem, "W" □ Werkstückkoordinatensystem ist nicht verfügbar.	

Für die Angabe der Achsen werden die entsprechenden Achsbezeichner verwendet.
Der Koppelfaktor ist in der Regel 1.

Der Koppelfaktor kann entfallen.

TANG(C, X, Y)

2.2.2 Aktivierung der Nachführung

Programmierung

Die Programmierung erfolgt über das vordefinierte Unterprogramm TANGON. Bei der Aktivierung der Tangentialsteuerung wird der Steuerung die nachzuführende Folgeachse angegeben. Die Angabe bezieht sich auf die zuvor mit TANG getroffene Zuordnung von Leitachsen und Folgeachse. Siehe Kapitel "Zuordnung der Leitachsen und Folgeachse". Wahlweise kann bei der Aktivierung ein Winkel zwischen Tangente und Position der nachgeführten Achse angegeben werden. Dieser wird von der Steuerung so lange eingehalten wie die Folgeachse nachgeführt wird. Der Winkel addiert sich zu dem im folgenden Maschinendatum hinterlegten Winkel:

MD37402 \$MA_TANG_OFFSET (Voreinstellungswinkel für tangentiale Nachführung)

Ist der Winkel sowohl in TANGON als auch im MD gleich Null, so nimmt die nachgeführte Achse die Tangentenrichtung ein.

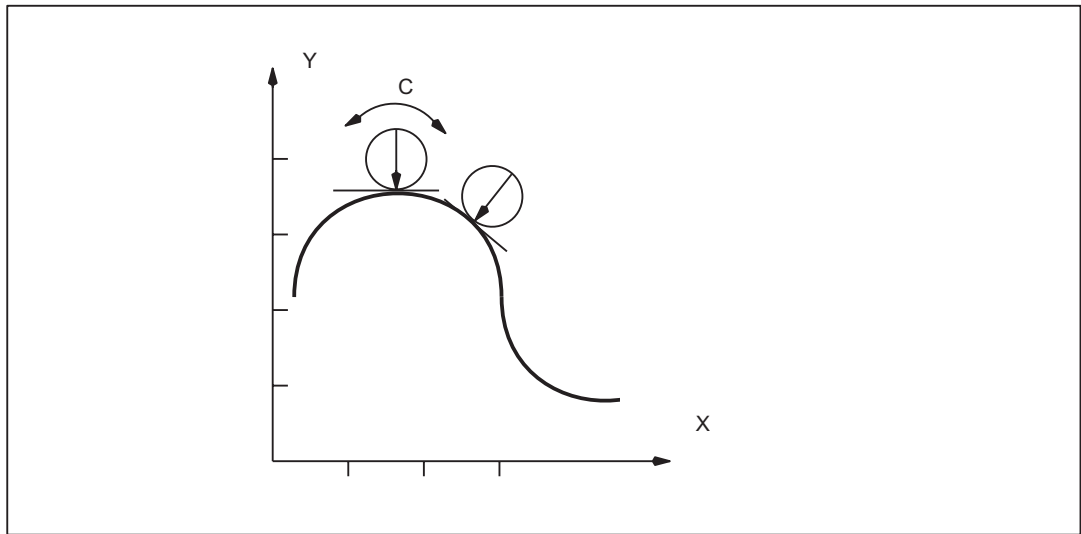


Bild 2-2 Tangentialsteuerung, Offsetwinkel zur Bahntangente 90°

Für das obige Beispiel und einen Offsetwinkel 90° lautet die Aktivierung:

TANGON(C, 90)

Bei jeder Bewegung in den Bahnachsen X, Y wird die Folgeachse C in eine 90°-Position zur Bahntangente gedreht.

2.2.3 Einschalten des Eckenverhaltens

Im Anschluss an die Achsenzuordnung mit TANG() muss die TLIFT()-Anweisung geschrieben werden, wenn das Eckenverhalten mit Zwischensatz gewünscht wird.

TLIFT (C)

Die Steuerung betrachtet für die tangential nachgeführte Achse C das Maschinendatum:

MD37400 \$MA_EPS_TLIFT_TANG_STEP (Tangentenwinkel für Eckenerkennung)

Ist der Sprung des Tangentenwinkels größer als der im MD eingestellte Winkel (Betrag), so wird auf "Ecke" erkannt und die neue Position der nachgeführten Achse über einen Zwischensatz angefahren.

Systemvariable \$AC_TLIFT_BLOCK

Die Systemvariable \$AC_TLIFT_BLOCK gibt Auskunft darüber, ob der aktuelle Satz ein von TLIFT erzeugter Zwischensatz ist. Hat die Systemvariable den Wert 1, so wurde der aktuelle Satz durch TLIFT als Zwischensatz eingefügt.

2.2.4 Beendigung der Nachführung

Programmierung

Die Programmierung erfolgt über das vordefinierte Unterprogramm TANGOF. Der Steuerung muss in Verbindung mit dem Unterprogrammnamen TANGOF die Folgeachse mitgeteilt werden, die bei der weiteren Bearbeitung nicht mehr an ihre Leitachsen angekoppelt sein soll.

Mit Bezug auf das Beispiel im Kapitel "Zuordnung der Leitachsen und Folgeachse" lautet die Beendigung:

TANGOF (C)

Der mit TANGON begonnene Nachführvorgang wird beendet.

Die Beendigung der Nachführung löst einen Stop der steuerungsinternen Vorbearbeitung aus (Vorlaufstop).

RESET/Teileprogrammende

Eine aktive Tangentialsteuerung kann für weitere Bearbeitungen beibehalten werden. Siehe hierzu:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Koordinatensysteme, Achstypen, Achskonfigurationen (K2)

Kapitel: Werkstücknahes Istwertsystem

Kapitel: Externe Nullpunktverschiebung

Hinweis

Die mit TANG(. . .) getroffene Zuordnung zwischen 2 Leitachsen und einer Folgeachse wird durch TANGOF nicht aufgehoben. Siehe Kapitel "Löschen der Definition der Nachführ-Achszuordnung".

2.2.5 Ausschalten der Zwischensatzerzeugung

Um das Erzeugen des Zwischensatzes an Ecken während des Programms bei aktiver tangentialer Nachführung wieder zu unterbinden, muss der Satz TANG () ohne folgendes TLIFT () wiederholt werden.

2.2.6 Löschen der Definition der Nachführ-Achszuordnung

Eine mit TANG () getroffene Nachführ-Achszuordnung bleibt über TANGOF hinaus bestehen. Dies verhindert ggf. den Ebenenwechsel bzw. eine Geometrieachsumschaltung.

Mit dem vordefinierten Unterprogramm TANGDEL wird die Definition einer Nachführ-Achszuordnung gelöscht, um die Folgeachse mit einer neuen Definition der Nachführ-Achszuordnung abhängig von neuen Leitachsen betreiben zu können.

TANGDEL (C)

Die bisherige Festlegung im Beispiel TANG(A, X, Y) wird aufgehoben.

Beispiel Ebenenwechsel

```
N10 TANG(A, X, Y, 1)
N20 TANGON(A)
N30 X10 Y20
...
N80 TANGOF(A)
N90 TANGDEL(A)           ; definierte Kopplung von A zu X und Y als Leitachsen
                          löschen
...
N120 TANG(A, X, Z)       ; A kann an neuen Leitachsen gekoppelt werden
N130 TANGON(A)
...
N200 M30
```

Beispiel Geometrieachsumschaltung

Ohne Löschen der Definition der Nachführ-Achszuordnung wird der Versuch einer Geometrieachs-Umschaltung mit Alarm unterbunden.

```
N10 GEOAX(2, Y1)
N20 TANG(A, X, Y)
N30 TANGON(A, 90)
N40 G2 F8000 X0 Y0 I0 J50
N50 GEOAX(2, Y2)         ; Alarm 14415, zu löschende Geoachse ist noch
                          ; Leitachse der Nachführ-Achszuordnung
```

Geometrieachsumschaltung mit TANGDEL

Das folgende Beispiel zeigt, wie TANGDEL im Zusammenhang mit Achsumschaltung korrekt eingesetzt wird.

```
N10 GEOAX(2, Y1)           ; Geoachsgruppe ist festgelegt
N20 TANG(A,X, Y)           ; Kanalachse Y1 wird zugeordnet
N30 TANGON(A, 90)          ; Nachführverband mit Y1 wird aktiviert
N40 G2 F8000 X0 Y0 I0 J50  ; Bewegungssatz für die Leitachsen
N50 TANGOF(A)              ; Deaktivierung der Nachführung
N60 TANGDEL(A)             ; Löschen der Definition der Nachführ-Achszuordnung
N70 GEOAX(2, Y2)           ; Geometrieachsumschaltung möglich
N80 TANG(A, X, Y)           ; Neudef. Nachführ-Achsverband
N90 TANGON(A, 90)          ; Nachführverband mit Y2 wird aktiviert
...
```

2.3 Grenzwinkel

Problemstellung

Bei hin und her geführten Bahnbewegungen springt die Tangente im Umkehrpunkt der Bahn um 180° um. Dieses Verhalten ist für diese Bearbeitungen (z. B. Schleifen einer Kontur) in der Regel nicht sinnvoll. Vielmehr soll die Rückbewegung mit dem gleichen Offsetwinkel (negativ) wie die Hinbewegung abgefahren werden.

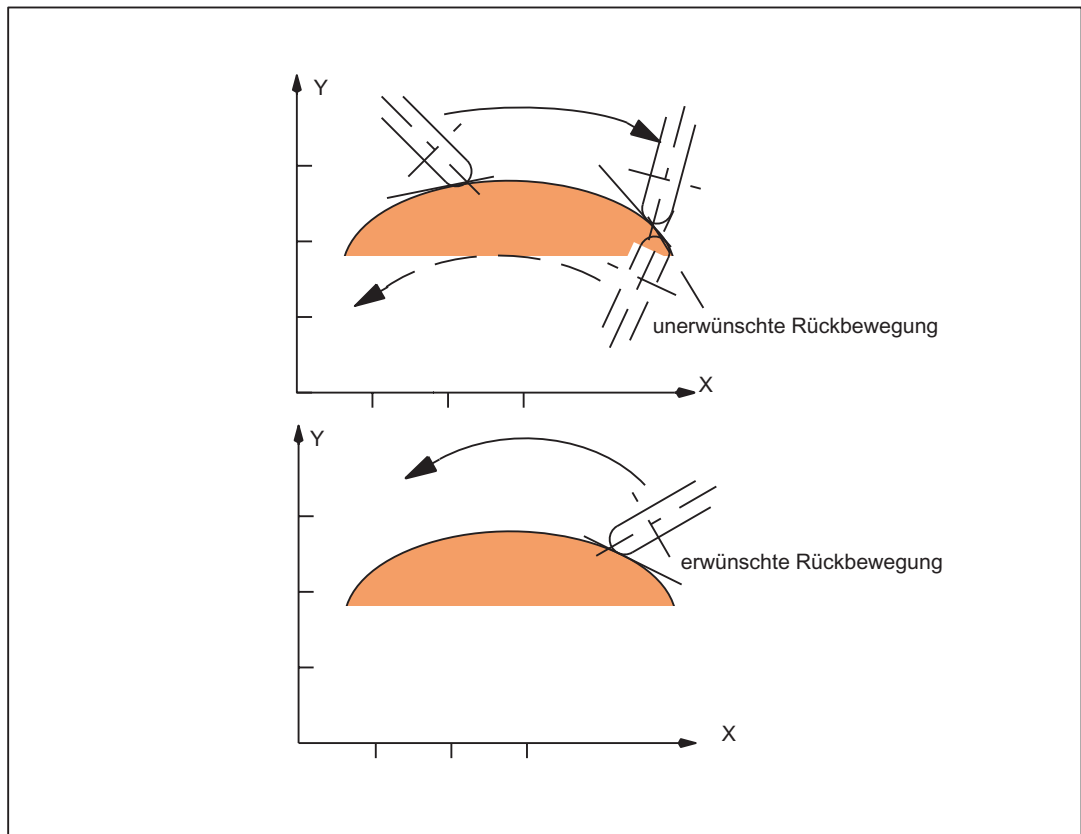


Bild 2-3 Hin- und Herbewegung auf der Bahn

Programmierung

Der Steuerung wird mit G25 und G26 ein minimaler und ein maximaler Wert für die Position der nachgeführten Achse (im Beispiel C) bezogen auf das Basiskoordinatensystem angegeben. Diese Arbeitsfeldbegrenzungen werden mit WALIMON aktiviert und mit WALIMOF wieder deaktiviert. Zum Zeitpunkt der Bahnumkehr muss die Arbeitsfeldbegrenzung aktiv sein.

Literatur:

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

Wirkung

Wenn der aktuelle Offsetwinkel außerhalb der aktiven Arbeitsfeldbegrenzung für die Folgeachse liegt, wird versucht mit dem negativen Offsetwinkel wieder in den zulässigen Arbeitsbereich zu kommen. Das Verhalten entspricht dem unteren Teilbild in obiger Grafik.

Randbedingungen

Verfügbarkeit

Die Funktion "Tangentialsteuerung" ist eine Option und verfügbar bei

- SINUMERIK 840D mit NCU 572/573

Es steht das besondere Verhalten an Bahnecken, gesteuert durch TLIFT (), zur Verfügung.

Beispiele

Anstellen des Werkstückes

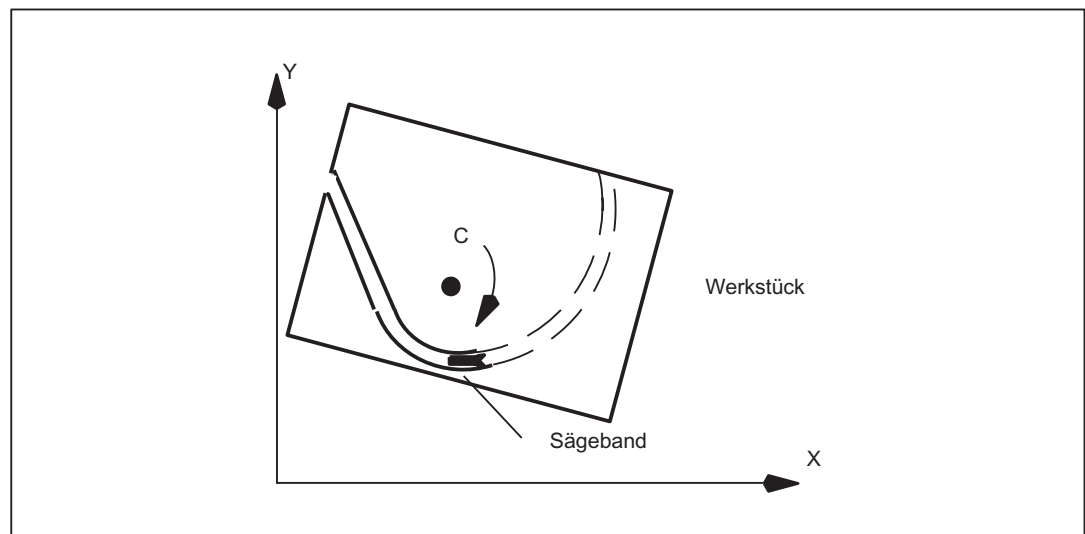


Bild 4-1 Tangentiales Anstellen eines Werkstückes an eine Bandsäge

Anstellen des Werkzeuges

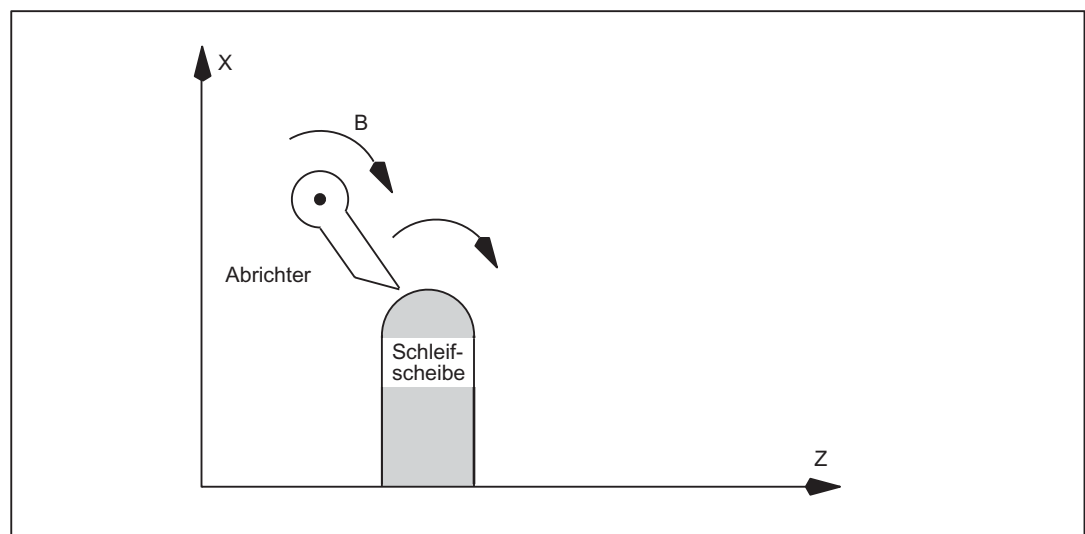


Bild 4-2 Anstellen eines Abrichtwerkzeuges an eine Schleifscheibe

Beispiel Ecke im Raum

```
TANG(A, X, Y, 1.0, "B")
TLIFT(A)
G1 G641 X0 Y0 Z0 A0
TANGON(A, 0)
N4 X10
N5 Z10
N6 Y10
M30
```

Hier ist zwischen N4 und N6 eine Ecke im Raum versteckt. N6 verursacht einen Tangentensprung. Deswegen wird zwischen N5 und N6 nicht überschiffen und ein Zwischensatz für die nachgeführte Achse eingefügt.

Bei einer im Raum versteckten Ecke wird vor dem Satz, der den Tangentensprung verursacht, ein Zwischensatz eingefügt. Der Zwischensatz fährt die nachgeführte Achse auf die neue Tangentenposition.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
37400	EPS_TLIFT_TANG_STEP	Tangentenwinkel für Eckenerkennung
37402	TANG_OFFSET	Voreinstellwinkel für tangentiale Nachführung

5.2 Systemvariablen

Bezeichner	Beschreibung
\$AC_TLIFT_BLOCK	Aktueller Satz ist von TLIFT erzeugter Zwischensatz

Index

E

Ecke, 1-1
Ecke im Raum, 4-2

M

MD37400, 1-1, 2-5
MD37402, 2-4

T

Tangentialsteuerung, 1-1
 Anwendungen, 1-2
TANGON, 2-5

Z

Zwischensatz, 1-1

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl
NCU Systemsoftware für 840D/840DE
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE
NCU Systemsoftware für 810D/810DE

Version

1.4
1.0
7.4
3.3
7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
1.1	Kurzbeschreibung (840D)	1-1
1.2	Kurzbeschreibung (840Di)	1-3
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Ladbare Compile-Zyklen 840D/840D sl.....	2-1
2.1.1	Laden eines Compile-Zyklus mit HMI Advanced	2-2
2.1.2	Laden eines Compile-Zyklus mit HMI Embedded.....	2-3
2.1.3	Laden eines Compile-Zyklus von einem externen Rechner mit WinSCP3.....	2-4
2.1.4	Kompatibilität der Interfaceversionen	2-4
2.1.5	Software-Version eines Compile-Zyklus.....	2-6
2.1.6	Aktivieren der Technologiefunktionen im NCK	2-7
2.1.7	Funktionsspezifische Inbetriebnahme	2-8
2.1.8	Anlegen von Alarmtexten.....	2-8
2.1.8.1	Alarmtexte anlegen mit HMI sl	2-8
2.1.8.2	Alarmtexte anlegen mit HMI Advanced	2-9
2.1.8.3	Alarmtexte anlegen mit HMI Embedded	2-10
2.2	Konzept für 840Di/840Di sl	2-10
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Übergang auf neuere NCK-Versionen (840D).....	3-1
3.1.1	Sicherungsarchiv erstellen.....	3-2
3.1.2	Neue PC-Card stecken	3-2
3.1.3	Laden der Compile-Zyklen.....	3-3
3.1.4	NCU-RESET	3-3
3.1.5	Aktivierung der Technologiefunktion.....	3-3
3.1.6	Erneut NCU-RESET aktivieren	3-3
3.1.7	Archivkonvertierung	3-4
3.1.8	Laden des konvertierten Archivs.....	3-4
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	NC-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

1.1 Kurzbeschreibung (840D)

Ziel der Beschreibung

Im Folgenden wird beschrieben, wie Technologiefunktionen in Form ladbarer Compile-Zyklen installiert und aktiviert werden. Die Beschreibung gilt übergreifend für die folgenden von Siemens erhältlichen Technologiefunktionen:

- Abstandsregelung 1D/3D im Lagereglertakt
Bestellnummer: 6FC5 251-0AC05-0AA0
Compile-Zyklus: CCCLC.ELF
Literatur: /FB3/ Abstandsregelung (TE1)
- Transformationspaket Handling
Bestellnummer: 6FC5 251-0AD07-0AA0
Compile-Zyklus: CCRCTRA.ELF
Literatur: /FB3/ Transformationspaket Handling (TE4)
- Sollwertumschaltung
Bestellnummer: 6FC5 251-0AC05-0AA0
Compile-Zyklus: CCSETP.ELF
Literatur: /FB3/ Sollwertumschaltung (S9)
- Axiale Kopplung im Maschinenkoordinatensystem (MCS-Kopplung)
Bestellnummer: 6FC5 251-0AD11-0AA0
Compile-Zyklus: CCMCSC.ELF
Literatur: /FB3/ MKS-Kopplung (TE6)
- Wiederaufsetzen auf die Kontur (Retrace-Support)
Bestellnummer: 6FC5 251-0AE72-0AA0
Compile-Zyklus: CCRESU
Literatur: /FB3/ Wiederaufsetzen-Retrace Support (TE7)
- Schnelle Laserschaltsignal
Bestellnummer: 6FC5 251-0AE74-0AA0
Compile-Zyklus: CCHSLC.ELF
Literatur: /FB3/ Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe (TE8)

- Achspaar Kollisionsschutz
Bestellnummer: 6FC5 397-7CB10-0AA0
Compile-Zyklus: CCPROT.ELF
Literatur: /FB3/ Achspaar Kollisionsschutz (TE9)

und gleichermaßen für anwenderspezifische Technologiefunktionen.

Folgende Technologiefunktionen sind nicht mehr in Form von Compile-Zyklen verfügbar:

- Analoge Achse
Der Compile-Zyklus steht jetzt als Hardware-Lösung zur Verfügung.
- Drehzahl-/Drehmomentkopplung
Der Compile-Zyklus ist ab SW 6.4 eine allgemein verfügbare Funktion.

Ausgangsmaterial

Bis einschließlich SW 6.3 wurden die Technologiefunktionen in Form von Compile-Zyklen auf der Technologie-PC-Card bereitgestellt. Je PC-Card waren ggf. mehrere Technologiefunktionen gespeichert, von denen normalerweise nur einzelne benutzt wurden. Mit SW 6.4 werden die Technologiefunktionen einzeln als ladbare Compile-Zyklen bereitgestellt.

Nutzungshinweise

In den nachfolgenden Kapiteln werden das Laden, die Aktivierung und die erforderlichen Einstellungen in Maschinendaten des NCK beschrieben.

Gehen Sie gemäß der ausführlichen Beschreibung vor, wenn Sie bisher keine Compile-Zyklen im Einsatz hatten.

Arbeiten Sie nach der Anleitung im Kapitel "Randbedingungen", wenn Sie über ein Archiv einer in Betrieb genommenen Steuerung mit Compile-Zyklen von Technologie-PC-Card verfügen und diese durch neuere Versionen als ladbare Compile-Zyklen ersetzen wollen.

Voraussetzungen

Für die Installation ist eins der folgenden Programme erforderlich:

- SinuCom NC
- SinuCopy FFS
- HMI Advanced

Darüber hinaus muss ein PG/PC mit MPI-Verbindung zur NCU verfügbar sein.

Hinweis

Für die Systeminbetriebnahme sind folgende Anleitungen zu beachten:

- /IAD/ Inbetriebnahmehandbuch
 - /HMI/ Inbetriebnahmehandbuch HMI Advanced
 - Aktuelle Standard-Hochrüstanleitung
-

1.2 Kurzbeschreibung (840Di)

Die Beschreibung zum Laden und Aktivieren von Compile-Zyklen in Zusammenhang mit SINUMERIK 840Di findet sich in:

Literatur:

/HBI/ SINUMERIK 840Di Handbuch; NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced,
Kapitel: "Ladbare Compile-Zyklen"

Ausführliche Beschreibung

2.1 Ladbare Compile-Zyklen 840D/840D sl

Allgemein

Compile-Zyklen sind funktionale Erweiterungen der NCK-Systemsoftware, die vom Maschinenhersteller und/oder von Siemens erstellt und nachträglich in die Steuerung eingebracht werden können.

Im Rahmen der offenen NCK-Systemarchitektur haben Compile-Zyklen über definierte Software-Schnittstellen umfangreichen Zugriff auf Daten und Funktionen der NCK-Systemebene. Somit lässt sich über Compile-Zyklen die Funktionalität des NCK umfangreich erweitern.

Das Einbringen eines Compile-Zyklus in die NCK-Systemsoftware erfolgt durch Laden des Compile-Zyklus in das Filesystem des NCK. Das Laden des Compile-Zyklus kann zu einem beliebigen Zeitpunkt erfolgen.

Siemens Compile-Zyklen

Als Compile-Zyklen stehen von Siemens unter anderem folgende Technologiefunktionen zur Verfügung:

- 1D/3D-Abstandsregelung im Lagereglertakt
Bestellnummer: 6FC5251-0AC05-0AA0
Literatur:
/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Abstandsregelung (TE1)
- Wiederaufsetzen auf die Kontur (Retrace Support)
Bestellnummer: 6FC5251-0AE72-0AA0
Literatur:
/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Wiederaufsetzen-Retrace Support (TE7)
- Schnelles Laserschaltssignal
Bestellnummer: 6FC5251-0AE74-0AA0
Literatur:
/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe TE8

Mit der Bestellung einer der genannten Technologiefunktionen erhalten Sie nur die entsprechende Software-Lizenznummer. Um den Compile-Zyklus selbst in Form einer ladbaren Datei (Erweiterung .ELF für executable and linking format) zu erhalten, wenden Sie sich bitte an Ihren regionalen Siemens-Vertriebspartner.

Hinweis

Von Siemens erstellte Compile-Zyklen sind Optionen, die jeweils explizit aktiviert und lizenziert werden müssen.

Literatur: Bestellunterlage Katalog NC 60/61

2.1.1 Laden eines Compile-Zyklus mit HMI Advanced

Voraussetzung

Zur Übertragung des Compile-Zyklus auf die Steuerung muss folgende Voraussetzung erfüllt sein:

An der PCU ist ein Speichermedium (z. B. USB-FlashDrive) angeschlossen, auf dem sich der Compile-Zyklus befindet.

Durchführung

Führen Sie folgende Bedienhandlung zum Laden eines Compile-Zyklus von einem USB-FlashDrive in den NCK aus:

1. Stecken Sie das USB-FlashDrive in die PCU 50/70.
2. Öffnen Sie das USB-FlashDrive als lokales Laufwerk:
Bedienbereichsumschaltung > Dienste > Daten verwalten > USB lokal
Wird der Softkey "USB lokal" gegraut dargestellt, wurde das USB-FlashDrive noch nicht erkannt. Warten Sie bis HMI Advanced das USB-FlashDrive erkannt hat.
3. Wählen Sie den Compile-Zyklus an und kopieren Sie ihn:
vertikaler Softkey "Kopieren"
4. Wechseln Sie in das OEM-Verzeichnis der NC-Card:
etc-Taste ">" > NC-Card > Verzeichnis: "cc" oder "Ladbare-Compile-Zyklen"
5. Fügen Sie den Compile-Zyklus in das OEM-Verzeichnis der NC-Card ein:
vertikaler Softkey "Einfügen"
6. Lösen Sie zum Laden des Compile-Zyklus in die NCK-Systemsoftware einen NCK-Reset aus.

2.1.2 Laden eines Compile-Zyklus mit HMI Embedded

Voraussetzung

Zur Übertragung des Compile-Zyklus auf die Steuerung muss folgende Voraussetzung erfüllt sein:

An der PCU ist ein Speichermedium (z. B. USB-FlashDrive) angeschlossen, auf dem sich der Compile-Zyklus befindet.

Durchführung

Führen Sie folgende Bedienhandlung zum Laden eines Compile-Zyklus von einem USB-FlashDrive in den NCK aus:

1. Stecken Sie das USB-FlashDrive in die PCU 20.
2. Öffnen Sie das USB-FlashDrive als lokales Laufwerk:
Bedienbereichsumschaltung > Dienste > USB Front
Wird der Softkey "USB lokal" grau dargestellt, wurde das USB-FlashDrive noch nicht erkannt. Warten Sie bis HMI Embedded das USB-FlashDrive erkannt hat.
3. Wählen Sie den Compile-Zyklus an und kopieren Sie ihn:
vertikaler Softkey "Kopieren"
4. Öffnen Sie das Verzeichnis "Compilezyklen" und fügen Sie den Compile-Zyklus ein:
vertikaler Softkey "Einfügen"
5. Lösen Sie zum Laden des Compile-Zyklus in die NCK-Systemsoftware einen NCK-Reset aus.

2.1.3 Laden eines Compile-Zyklus von einem externen Rechner mit WinSCP3

Voraussetzung

Zur Übertragung des Compile-Zyklus auf die Steuerung müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Der externe Rechner (PG/PC) auf dem sich der Compile-Zyklus befindetet, ist über eine Netzwerkverbindung (TCP/IP) mit der PCU verbunden.
- Das Programm "WinSCP3" ist auf dem externen Rechner (PG/PC) installiert.
- Der Hostname oder die IP-Adresse der PCU sind bekannt.
- Benutzername und Passwort für das Login auf der PCU sind bekannt.

Durchführung

Führen Sie folgende Bedienhandlung zum Laden eines Compile-Zyklus von einem externen Rechner in den NCK aus:

1. Starten Sie auf dem externe Rechner (PG/PC) das Programm "WinSCP3"
2. Verbinden Sie sich über Auswahl eines entsprechenden Profils oder über Angabe von Hostname oder IP-Adresse, Benutzername und Passwort mit der PCU.
3. Kopieren Sie den Compile-Zyklus vom externen Rechner (PG/PC) in folgendes Verzeichnis der PCU: /card/oem/sinumerik/data/cc
Der Dateiname des Compile-Zyklus darf im Verzeichnis der PCU keine Großbuchstaben enthalten.
4. Lösen Sie zum Laden des Compile-Zyklus in die NCK-Systemsoftware einen NCK-Reset aus.

2.1.4 Kompatibilität der Interfaceversionen

Die Kommunikation zwischen Compile-Zyklus und NCK-Systemsoftware erfolgt über ein SINUMERIK-spezifisches Interface. Die Interfaceversion eines geladenen Compile-Zyklus muss kompatibel zur Interfaceversion der NCK Systemsoftware sein.

Interfaceversion

Die jeweiligen Interfaceversionen werden angezeigt unter:

- Interfaceversion der NCK-Systemsoftware

HMI Advanced:

Diagnose > Serviceanzeige > Version > NCU Version

Anzeige (Ausschnitt):

CC Interface Version:

@NCKOPI@Interfaces=<1. Stelle>.<2. Stelle>

Loaded Compile Cycles:

. . . .

- Interfaceversion eines noch nicht geladenen Compile-Zyklus

HMI Advanced (Ausschnitt):

Dienste > <Medium> > Softkey: "Eigenschaften"

Anzeige:

Inhalt: Ladbare-Compile-Zyklus

Interface:@Interfaces=<1. Stelle>.<2. Stelle>

- Interfaceversion eines geladenen Compile-Zyklus

HMI Advanced:

Diagnose > Serviceanzeige > Version > NCU Version

Anzeige (Ausschnitt):

CC Interface Version:

@NCKOPI

Loaded Compile Cycles:

<Bezeichner> <Version> <Generierdatum>

CC start address

N<Bezeichner><Version>IF<1. Stelle><2. Stelle>_ELF . . .

Beispiel:

_N_CLC407IF003001_ELF entspricht Interfaceversion: 3.1

Abhängigkeiten

Zwischen den Interfaceversionen eines Compile-Zyklus und der NCK-Systemsoftware bestehen folgende Abhängigkeiten:

- 1. Stelle der Interfaceversionsnummer
Die 1. Stelle der Interfaceversionsnummer eines Compile-Zyklus und der NCK-Systemsoftware müssen **gleich** sein.
- 2. Stelle der Interfaceversionsnummer
Die 2. Stelle der Interfaceversionsnummer eines Compile-Zyklus muss **kleiner gleich** der 2. Stelle der NCK-Systemsoftware sein.

Vorsicht

Wird nach dem Hochlauf der NC ein Alarm 7200 angezeigt, wurde **kein** Compile-Zyklus geladen!

2.1.5 Software-Version eines Compile-Zyklus

Die SW-Version eines Compile-Zyklus wird angezeigt unter:

HMI Advanced:

Diagnose > Serviceanzeige > Version > NCU Version

Anzeige (Ausschnitt):

```
-----  
CC Interface Version:  
@NCKOPI . . . .  
Loaded Compile Cycles:  
<Bezeichner> <Version> <Generierdatum>  
CC start address  
_N_<Bezeichner><Version>IF<1. Stelle>.<2. Stelle>_ELF . . .  
Code=<Adresse> Data=<Adresse> . . .  
-----
```

Beispiel:

_N_CLC**407**IF003001_ELF entspricht SW-Version 4.7

Hinweis

Die Anzeige der Startadressen von Code- und Datenbereich eines Compile-Zyklus erfolgt zu Diagnosezwecken und ist im Normalbetrieb ohne Bedeutung.

2.1.6 Aktivieren der Technologiefunktionen im NCK

Option

Vor dem im weiteren Verlauf beschriebenen Aktivieren einer Technologiefunktion ist die entsprechende Option zu setzen.

Ist das Optionsdatum nicht gesetzt, wird nach jedem NCK-Hochlauf folgender Alarm angezeigt und die Technologiefunktion nicht aktiviert:

Alarm 7202 "XXX_ELF_option_bit_missing: <Bitnummer>"

Aktivierung

Jede per Compile-Zyklus geladene Technologiefunktion legt ein funktionsspezifisches globales NCK-Maschinendatum nach folgendem Schema im Nummernbereich 60900 bis 60999 an:

\$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_<Bezeichner>[n], mit n = 0, 1

Beispiel:

\$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_MCSQ[0]

\$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_MCSQ[1]

Aktivieren für den 1. NC-Kanal

Das Aktivieren der Technologiefunktionen im ersten NC-Kanal erfolgt über:

\$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_<Bezeichner>[0], Bit0 = 1

Die Bedeutung der Maschinendatenbits Bit1 - Bit31 ist der jeweiligen Funktionsbeschreibung (TE1- TEn) zu entnehmen.

Nach dem nächsten NCK-Hochlauf werden die aktivierten Technologiefunktionen in die Systemsoftware eingebunden.



Vorsicht

SINUMERIK powerline

Mit dem erstmaligen Setzen eines Bits in einem der funktionsspezifischen NCK-Maschinendaten:

\$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_XXXX[0]

wird folgender Alarm angezeigt:

Alarm 4400 "MD-Aenderung bewirkt Reorganisation des gepufferten Speichers (Datenverlust)"

Der Alarm kündigt ein Löschen aller Anwenderdaten (Teileprogramme, Werkzeugdaten, etc.) beim nächsten Hochlauf an.

Gegebenenfalls muss **nach** dem Setzen des Datums und **vor** dem Auslösen von NCK-RESET ein Archiv erstellt werden.

2.1.7 Funktionsspezifische Inbetriebnahme

Die weitere funktionsspezifische Inbetriebnahme ist der entsprechenden Funktionsbeschreibung (TE1-TE_n) zu entnehmen.

2.1.8 Anlegen von Alarmtexten

Die Alarmtexte für die Technologie-Funktionen sind im System hinterlegt. Sollte ein neuer Alarm notwendig sein, können die Alarmtexte entsprechend ergänzt werden. Das genaue Vorgehen ist abhängig von der vorhandenen Bedienoberfläche.

2.1.8.1 Alarmtexte anlegen mit HMI sl

Die Alarmtexte der Technologie-Funktionen sollen um den folgenden Alarm ergänzt werden:
075999 0 0 "Kanal %1 Satz %2 Aufrufparameter ist ungültig"

Vorgehensweise

1. Kopieren Sie die Datei "oem_alarms_deu.ts" aus dem Verzeichnis "/siemens/sinumerik/hmi/lng" in das Verzeichnis "/oem/sinumerik/hmi/lng".
2. Benennen Sie die Datei um ("xxx_deu.ts").
3. Öffnen Sie die Datei im Editor und fügen Sie die neue Alarmnummer und den neuen deutschen Alarmtext ein:

```
<message>  
<source>075999/NCK</source>  
<translation>Kanal %1 Satz %2 Aufrufparameter ist ungültig</translation>  
</message>
```

Hinweis

Jeder Alarm beginnt mit dem Tag <message> und endet mit dem Tag </message>. Das Tag <source> enthält die Alarmnummer und das Source-URL. Das Tag <translation> enthält den Alarmtext.

4. Zum Erstellen einer fremdsprachigen Alarmtextdatei kopieren Sie die gerade geänderte Datei und verändern im Dateinamen das Sprachkürzel (z. B. "xxx_eng.ts für Englisch").
5. Öffnen Sie die fremdsprachige Alarmtextdatei im Editor und tragen Sie den übersetzten Alarmtext im Tag <translation> ein.
6. Kopieren Sie die Muster-Konfigurationsdatei "oem_slaesvcadapconf.xml" aus dem Verzeichnis "/siemens/sinumerik/hmi/base" in das Verzeichnis "/oem/sinumerik/hmi/cfg".

7. Benennen Sie die Datei in "slaesvcadapconf.xml" um.
8. Öffnen Sie die Datei "slaesvcadapconf.xml" im Editor und tragen Sie den neuen Basename (Dateiname der neu erstellten Alarmtextdateien ohne Sprachkürzel und Postfix) ein, z. B.:

```
<BaseNames>  
  <BaseName_02 type="QString" value="xxx"/>  
</BaseNames>
```

9. Starten Sie HMI sl neu.

Weiterführende Informationen zum Anlegen von Alarmtexten mit HMI sl finden Sie in:

Literatur:

/IAM/ SINUMERIK 840D sl Inbetriebnahmehandbuch; Kapitel: Anwender-Alarmtexte konfigurieren

2.1.8.2 Alarmtexte anlegen mit HMI Advanced

Die Alarmtexte der Technologie-Funktionen sollen um den folgenden Alarm ergänzt werden:

075999 0 0 "Kanal %1 Satz %2 Aufrufparameter ist ungültig"

Vorgehensweise

1. Kopieren Sie die Datei "mbdde.ini" aus dem Verzeichnis "F:\mmc2" in das Verzeichnis "F:\oem".
2. Fügen Sie in der Datei "mbdde.ini" die beiden folgenden Zeilen ein:
[TextFiles]
UserCZYK=F:\oem\alc_
3. Legen Sie im Verzeichnis "F:\oem" die sprachabhängigen Textdateien "alc_XX.com" an, z. B.:
"alc_GR.com" für Deutsch
"alc_UK.com" für Englisch
4. Fügen Sie in den sprachabhängigen Textdateien den neuen Alarmtext ein, z. B.:
075999 0 0 "Kanal %1 Satz %2 Aufrufparameter ist ungültig"
in die deutsche Textdatei.
5. Starten Sie HMI Advanced neu.

Weiterführende Informationen zum Anlegen von Alarmtexten mit HMI Advanced finden Sie in:

Literatur:

/IAM/ SINUMERIK 840D sl/840Di sl/840D/840Di/810D Inbetriebnahme CNC Teil 2 (HMI); Inbetriebnahme HMI-Advanced (IM4), Kapitel: Anwender-Alarmtexte erstellen

Hinweis

HMI-Neuinstallation

Ergänzte Alarmtexte in den Textdateien im Verzeichnis F:\oem bleiben auch nach einer Neuinstallation des HMI erhalten.

2.1.8.3 Alarmtexte anlegen mit HMI Embedded

Die Alarmtexte der Technologie-Funktionen sollen um den folgenden Alarm ergänzt werden:

075999 0 0 "Kanal %1 Satz %2 Aufrufparameter ist ungültig"

Vorgehensweise

1. Legen Sie im Verzeichnis "/oem/sinumerik/hmi/Ing" die benötigten sprachabhängigen Unterverzeichnisse an, z. B.:

"deu" für Deutsch

"eng" für Englisch

2. Legen Sie in den Sprachverzeichnissen die Textdatei "alc.txt" an.
3. Fügen Sie in die sprachabhängigen Textdateien den neuen Alarmtext ein, z. B.:

075999 0 0 "Kanal %1 Satz %2 Aufrufparameter ist ungültig"

in die deutsche Textdatei.

4. Starten Sie HMI Embedded neu.

Weiterführende Informationen zum Anlegen von Alarmtexten mit HMI Embedded finden Sie in:

Literatur:

/IAM/ SINUMERIK 840D sl/840Di sl/840D/840Di/810D Inbetriebnahme CNC Teil 2 (HMI);
Inbetriebnahme HMI-Embedded (IM2), Kapitel: Eigene Texte anlegen

2.2 Konzept für 840Di/840Di sl

Die Beschreibung zum Laden und Aktivieren von Compile-Zyklen in Zusammenhang mit SINUMERIK 840Di bzw. 840Di sl finden Sie in:

Literatur:

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di bzw.

/HBIsI/ Handbuch SINUMERIK 840Di sl

Kapitel: NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Ladbare Compile-Zyklen

Randbedingungen

3.1 Übergang auf neuere NCK-Versionen (840D)

Um Technologiefunktionen aus einem bestehenden Archiv im Zusammenhang mit neueren NCK-Versionen (ab NCK 06.03.23) verwenden zu können, muss das Archiv vor dem Laden in die NC zuerst aktualisiert werden.

Voraussetzungen

Zum Aktualisieren eines Archivs sind folgenden Voraussetzungen erforderlich:

- eine PC-Card mit einem SINUMERIK 840D Standard-System ab Version NCK 06.03.23
- die ELF-Dateien der zu aktivierenden Technologiefunktionen
- das Konvertierungsprogramm arc4elf.exe (Archivkonvertierung)

Aktualisierung

Zur Aktualisierung eines Archivs ist folgendermaßen vorzugehen:

- Sicherungsarchive erstellen
 - Standardvorgehen
 - oder
 - Vorgehen mit Optimierung der Nutzung des statischen NC-Speichers
- Neue PC-Card stecken
- Einspielen der ELF-Dateien
- NCU-RESET
- Aktivierung der Technologiefunktion
- Erneut NCU-RESET aktivieren
- Archivkonvertierung mittels arc4elf.exe
- Laden des konvertierten Archivs

3.1.1 Sicherungsarchiv erstellen

Standard

Das standardmäßige Erstellen eines Archivs zur Sicherung der Anwenderdaten ist beschrieben in:

Literatur:

/IAD/ Inbetriebnahmehandbuch 840D/SIMODRIVE 611D; Kapitel: "Datensicherung"

Optimiert

Eine Datensicherung mit Optimierung der Nutzung des statischen NC-Speichers ist nur dann nötig, wenn ein Archiv einer NCK-Version 6.3.xx verwendet wird und der statische NC-Speicher dabei optimal ausgenutzt werden soll.

Zur Freigabe des bisher explizit für Technologiefunktionen angeforderten statischen NC-Speichers ist das folgende speicherkonfigurierende Maschinendatum zurückzusetzen:

MD18238 \$MN_MM_CC_MD_MEM_SIZE = 1

Ein explizites Anfordern des statischen NC-Speichers ist nicht mehr notwendig, da mittels ELF-Dateien geladene Technologiefunktionen den benötigten statischen NC-Speicher funktionspezifisch von der NC-Speicherverwaltung anfordern.

Das Rücksetzen des oben genannten Maschinendatums bewirkt eine Reorganisation des statischen NC-Speichers im nächsten NCK-Hochlauf mit einem damit verbundenen Datenverlust aller Anwenderdaten.

In diesem Zustand muss VOR einem weiteren NCK-RESET ein zweites Archiv erstellt werden.

Arbeiten Sie die folgenden Punkte in den Kapiteln "Neue PC-Card stecken" bis "Laden des konvertierten Archivs" der Reihe nach ab.

3.1.2 Neue PC-Card stecken

Vorgehensweise

1. Ersetzen Sie die bisherige PC-Card durch diejenige mit dem neuen System.

2. Veranlassen Sie das Löschen des statischen NC-Speichers mit:

NCU-RESET mit NCU-Schalter S3 in Stellung 1

Nach diesem Hochlauf steht der Alarm 4060 "Standard-Maschinendaten wurden geladen" an.

3.1.3 Laden der Compile-Zyklen

Siehe Kapitel:

"Laden eines Compile-Zyklus mit HMI Advanced"

"Laden eines Compile-Zyklus mit HMI Embedded"

"Laden eines Compile-Zyklus von einem externen Rechner mit WinSCP3"

3.1.4 NCU-RESET

Im Hochlauf nach einem NCU-Reset des NCK werden die Compile-Zyklen in die NCK-Systemsoftware geladen.

Die Versionsangaben der geladenen Compile-Zyklen können überprüft werden (siehe Kapitel "Laden eines Compile-Zyklus ...").

3.1.5 Aktivierung der Technologiefunktion

Option

Die Optionsbits für die geladenen ELF-Dateien können gesetzt werden (siehe Kapitel "Aktiveren der Technologiefunktionen im NCK")

Kanalaktivierung

In Kapitel "Aktiveren der Technologiefunktionen im NCK" wird beschrieben, wie die für die einzelnen Technologien zugelassenen Kanalangaben in den folgenden Maschinendaten gesetzt werden müssen:

MD... \$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_XXX[0]

und

MD... \$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_XXX[1]

Die zugehörige MD-Nummer ergibt sich aus der Ladefolge (siehe Kapitel: "NCU-RESET").

3.1.6 Erneut NCU-RESET aktivieren

Es wird ein Hochlauf durchgeführt, der ohne Alarm ablaufen sollte.

3.1.7 Archivkonvertierung

Das im Standardvorgehen bzw. mit Optimierung der Nutzung des statischen NC-Speichers erstellte Archiv (siehe Kapitel "Sicherungsarchiv erstellen") muss konvertiert werden. Hierzu wird das Programm **arc4elf.exe** (Bezug bei E-Support) verwendet.

Hilfe zur Benutzung dieses Programms erhalten Sie mit dem Aufruf **arc4elf -h**.

Die allgemeine Form des Aufrufes ist:

arc2elf ORIGINAL.ARC CONVERTED.ARC

Vorgehensweise

1. Ersetzen Sie im Kommando ORIGINAL:ARC und CONVERTED.ARC durch die tatsächlichen Archivnamen.

Das konvertierte Archiv wird im gleichen Verzeichnis erzeugt, in dem das Originalarchiv liegt.

3.1.8 Laden des konvertierten Archivs

Vorgehensweise

1. Laden Sie das konvertierte Archiv.

Literatur:

/BAD/ Betriebshandbuch HMI Advanced

2. Aktivieren Sie alle eingelesenen Daten durch NC-RESET.

Beispiele

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 NC-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
60900 + i mit: i = 0, 1, 2, 3, ...	CC_ACTIV_IN_CHAN_XXXX[n] mit: XXXX = Funktionskürzel n = 0 oder 1	n = 0: Aktivierung der Technologiefunktion in den NC- Kanälen n = 1: Zusätzliche Funktionen innerhalb der Technologiefunktion

Index

A

Alarmtexte, 2-8

C

Compile-Zyklen, ladbare, 2-1

Compile-Zyklus

- Interfaceversionen, 2-4

- Laden mit HMI Embedded, 2-3

- Laden mit HMI-Advanced, 2-2

- Laden von einem externen Rechner, 2-4

- Software-Version, 2-6

- SW-Version, 2-6

I

Interfaceversionen, 2-5

S

SW-Version, 2-6

T

Technologiefunktionen, Aktivieren, 2-7

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Simulation von Compile-Zyklen (TE02)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl 1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE 7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE 3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE 7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
1.1	Funktion	1-1
1.2	Voraussetzungen	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	OEM-Transformationen	2-1
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

1.1 Funktion

Werden auf der SINUMERIK-Bedienoberfläche (z. B. HMI Advanced) Teileprogramme simuliert, die Compile-Zyklen verwenden, führt dies mit entsprechenden Fehlermeldungen zum Abbruch der Simulation. Ursache dafür ist die HMI-seitig aktuell noch nicht realisierte Compile-Zyklen-Unterstützung.

Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen zeigen auf, wie die Ablaufumgebung der Simulation einzustellen ist, so dass auch Teileprogramme, die Compile-Zyklen verwenden, ohne Fehlermeldungen simuliert werden.

1.2 Voraussetzungen

OEM-Transformationen

Um zur Simulation von Teileprogrammen die Funktionen von OEM-Transformationen zu verwenden, wird mindestens folgende Software-Version benötigt: SW 6.2.12

Ausführliche Beschreibung

2.1 OEM-Transformationen

Bei Verwendung von OEM-Transformationen muss die Ablaufumgebung der Simulation eingestellt werden.

Vorgehensweise

1. Legen Sie auf dem Rechner, auf dem die HMI-Applikation (z. B. HMI Advanced) installiert ist, in der Verzeichnisstruktur der HMI-Applikation neben dem standardmäßig vorhandenen Verzeichnis "<Installationspfad>/MMC2" ein neues Verzeichnis "<Installationspfad>/OEM" an.
2. Legen Sie im Verzeichnis "OEM" die Datei "DPSIM.TEA" mit folgendem Inhalt an:

```
$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[196]="TRAORI"
$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[197]="_TRAORI"
$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[198]="TRACON"
$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[199]="_TRACON"
CHANDATA(1)
$MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB[0]=1
$MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB[1]=2
$MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB[2]=3
$MC_TRAFO_RESET_VALUE=0
; Transformationstypen 4096 - 4101 unbedingt löschen
$MC_TRAFO_TYPE_1=0
$MC_TRAFO_TYPE_2=0
$MC_TRAFO_TYPE_3=0
; Transformationsverkettungen mit OEM-Transformationen löschen
$MC_TRACON_CHAIN_1[0]=0
$MC_TRACON_CHAIN_1[1]=0
; ACHTUNG! Keine Leerzeichen nach M30
M30
```

3. Legen Sie im Verzeichnis "OEM" die Datei "DPSIM.INI" mit folgendem Inhalt an:
[PRELOAD]
CYCLES=1
CYCLEINTERFACE=0
4. Beenden Sie die HMI-Applikation.
5. Starten Sie die HMI-Applikation.
6. Legen Sie im Verzeichnis der Hersteller-Zyklen die Datei "TRAORI.SPF" mit folgendem Inhalt an:
PROC TRAORI(INT II)
RET
7. Legen Sie im Verzeichnis der Hersteller-Zyklen die Datei "TRACON.SPF" mit folgendem Inhalt an:
PROC TRACON(INT II)
RET

Hinweis

Die unter 6. und 7. erstellten Hersteller-Zyklen "TRAORI.SPF" und "TRACON.SPF" dürfen nicht in die NC geladen werden.

8. Starten Sie die Simulation.
9. Führen Sie nach dem Hochlauf der Simulation einen Datenabgleich bezüglich der Zyklen durch:
 - HMI Advanced: **Datenabgleich > Zyklen abgleichen**

Hinweis

Für den Datenabgleich wird mindestens das Passwort der Schutzstufe 3 "Endanwender: Service" benötigt.

Randbedingungen

Es sind keine Randbedingungen zu beachten.

Beispiele

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

Für die Funktion werden keine Signale oder Maschinendaten benötigt.

Index

O

OEM-Transformationen
Voraussetzungen, 1-1

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Abstandsregelung (TE1)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Funktionsbeschreibung	2-1
2.2	Abstandsregelung	2-3
2.2.1	Regeldynamik	2-3
2.2.2	Geschwindigkeitsvorsteuerung	2-5
2.2.3	Regelkreisstruktur	2-7
2.2.4	Kompensationsvektor	2-8
2.3	Technologische Eigenschaften der Abstandsregelung	2-11
2.4	Sensor-Kollisionsüberwachung	2-12
2.5	Inbetriebnahme	2-13
2.5.1	Aktivieren der Technologiefunktion	2-13
2.5.2	Speicherkonfiguration durchführen	2-13
2.5.3	Parametrierung der Eingangssignale (840D)	2-14
2.5.4	Parametrierung der Eingangssignale (840Di)	2-15
2.5.5	Parametrierung des programmierbaren Kompensationsvektors	2-16
2.5.6	Parametrierung der Abstandsregelung	2-17
2.5.7	Inbetriebnahme der Abstandsregelung	2-19
2.6	Programmierung	2-21
2.6.1	Ein- und Ausschalten der Abstandsregelung (CLC)	2-21
2.6.2	Regelkreisverstärkung (CLC_GAIN)	2-26
2.6.3	Begrenzung des Regelbereichs (CLC_LIM)	2-28
2.6.4	Richtungsabhängiges Sperren der Verfahrbewegung	2-30
2.6.5	Satzweise vorgebbbarer Spannungsoffset (CLC_VOFF)	2-31
2.6.6	Per Synchronaktion vorgebbbarer Spannungsoffset	2-32
2.6.7	Auswahl der aktiven Sensorkennlinie (CLC_SEL)	2-33
2.7	Funktionsspezifische Anzeigedaten	2-34
2.7.1	Kanalspezifische GUD-Variable	2-34
2.7.2	BTSS-Variable	2-36
2.8	Funktionsspezifische Alarmtexte	2-37
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Peripheriebaugruppen	3-1
3.1.1	Peripheriebaugruppen (840D)	3-1
3.1.2	Peripheriebaugruppen (840Di)	3-2
3.1.3	Externe Glättungsfiler	3-3
3.2	Funktionsspezifische Randbedingungen	3-3
4	Beispiele	4-1

5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Antriebs-spezifische Maschinendaten (840D)	5-1
5.1.2	Antriebs-spezifische Maschinendaten (840Di).....	5-1
5.1.3	NC-spezifischen Maschinendaten	5-1
5.1.4	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-2
5.1.5	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-3
5.2	Signale	5-3
5.2.1	Signale an Kanal	5-3
5.2.2	Signale von Kanal	5-3
	Index.....	Index-1

Tabellen

Tabelle 2-1	Kanalspezifische GUD-Variable.....	2-34
Tabelle 2-2	Kanalspezifische BTSS-Variable	2-36

Kurzbeschreibung

Funktionsbeschreibung

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" dient zur Aufrechterhaltung eines technologisch erforderlichen ein- (1D) bzw. dreidimensionalen (3D) Abstandes innerhalb eines definierten Bearbeitungsprozesses. Der dabei aufrecht zu haltenden Abstand ist z. B. die Entfernung eines Werkzeuges von der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche.

Funktionskürzel

Das Kürzel der Technologiefunktion "Abstandsregelung" für funktionsspezifische Bezeichner von Programmbefehlen, Maschinendaten etc. ist:

CLC = Clearance Control

Verfügbarkeit

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" ist für folgende Systeme verfügbar:

- SINUMERIK 840D
- SINUMERIK 840Di

Compile-Zyklus

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" ist ein Compile-Zyklus.

Die Beschreibung der systemspezifischen Verfügbarkeit und Handhabung von Compile-Zyklen findet sich in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen;

Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01)

/Hbi/ Handbuch SINUMERIK 840Di; NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced,

Kapitel: "Ladbare Compile-Zyklen"

Ausführliche Beschreibung

2.1 Funktionsbeschreibung

Die weitere Beschreibung der Funktionalität der Technologiefunktion "Abstandsregelung" erfolgt beispielhaft anhand der Technologie: Laserschneiden.

Laserschneiden

Beim Laserschneiden wird ein aufgeweiteter, paralleler Laserstrahl über Lichtwellenleiter oder Spiegel auf eine im Laser-Bearbeitungskopf montierte Sammellinse geführt. Die Sammellinse fokussiert den Laserstrahl in ihrem Brennpunkt. Typische Brennweiten sind dabei ca. 5 bis 20 cm.

Die relative Lage des Brennpunktes zum Werkstück ist beim Laserschneiden ein extrem kritischer Prozess-Parameter, der innerhalb einer Toleranz von $\leq 100 \mu\text{m}$ konstant gehalten werden muss.

Der prozesstechnisch wichtige Abstand zwischen Brennpunkt und Werkstück wird üblicherweise mit Hilfe eines schnellen kapazitiven Abstandssensors gemessen. Die analoge Ausgangsspannung des Abstandssensors ist näherungsweise proportional zum Abstand des Sensors von der Werkstückoberfläche.

Über eine analoge Peripheriebaugruppe wird die Ausgangsspannung des Abstandssensors als digitaler Eingangswert in die Steuerung übertragen und erzeugt dort bei Abweichungen vom Sollabstand einen zusätzlichen Geschwindigkeitssollwert für die Bewegungsachsen des Bearbeitungskopfes.

Systemüberblick (840D)

Einen Überblick über die zur Abstandregelung benötigten Systemkomponenten im Zusammenhang mit SINUMERIK 840D gibt folgendes Bild:

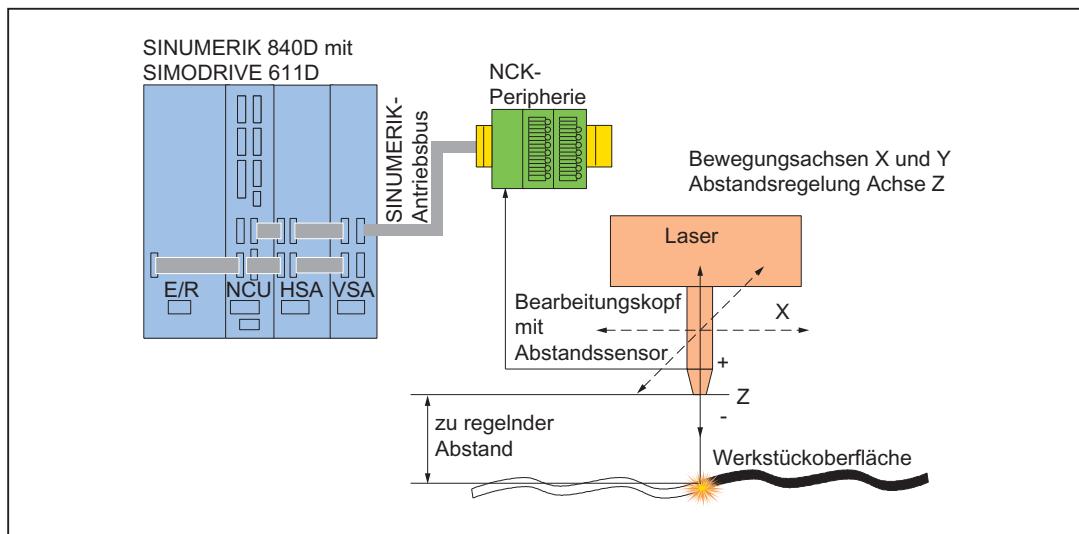


Bild 2-1 Systemkomponenten zur Abstandsregelung mit SINUMERIK 840D

Systemüberblick (840Di)

Einen Überblick über die zur Abstandregelung benötigten Systemkomponenten im Zusammenhang mit SINUMERIK 840Di gibt folgendes Bild:

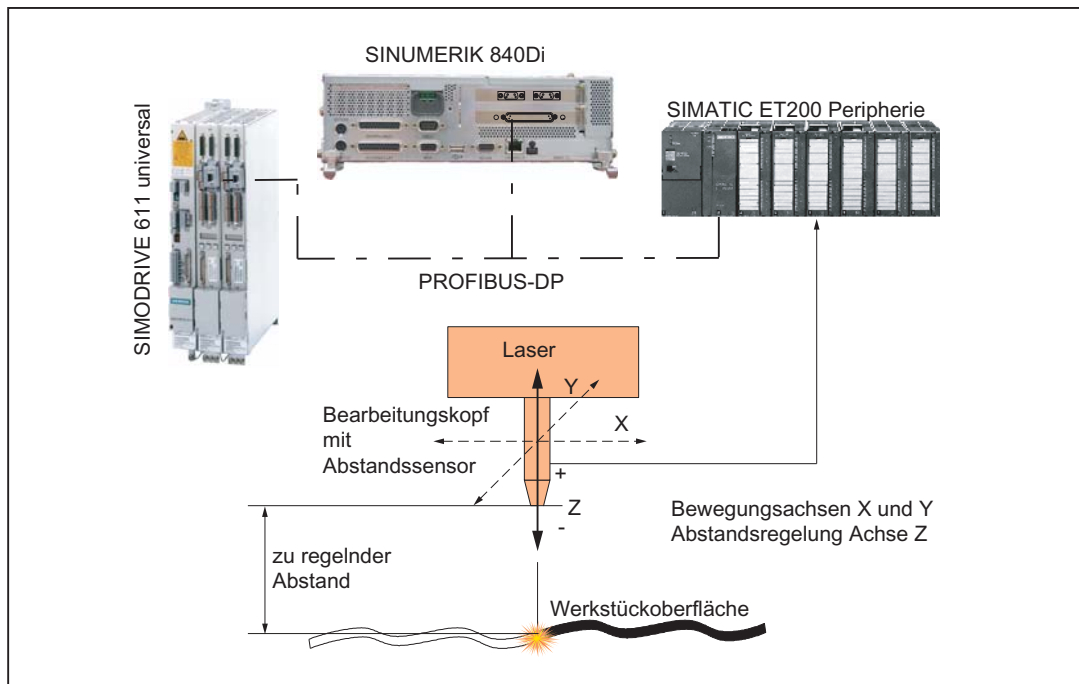


Bild 2-2 Systemkomponenten zur Abstandsregelung mit SINUMERIK 840Di

1D-/3D-Bearbeitungen

Die Abstandsregelung kann sowohl bei 1D-, als auch bei 3D-Bearbeitungen mit bis zu fünf interpolierenden Achsen eingesetzt werden.

- 1D-Bearbeitung

Bei der 1D-Bearbeitung wird nur eine Achse durch die Abstandsregelung beeinflusst. Z. B. Achse Z, wie in den unter Systemüberblick für das jeweilige SINUMERIK System aufgezeigte Maschinen-Konfigurationsbeispiel (siehe oben Bild "Systemkomponenten zur Abstandsregelung mit SINUMERIK 840D" und Bild "Systemkomponenten zur Abstandsregelung mit SINUMERIK 840Di"). Die Abstandsregelung wirkt dabei nur in Richtung der Achse Z.

- 3D-Bearbeitung

Die Positionierung des Werkzeugs erfolgt durch 3 Linearachsen. Die Orientierung des Werkzeugvektors durch eine oder zwei Rundachsen (5-Achs-Bearbeitung). Durch die Abstandsregelung werden bis zu 3 Linearachsen beeinflusst. Die Richtung der Ausgleichsbewegung ist wahlweise vorgebar in Richtung:

- des Vektors der Werkzeugorientierung (Standardfall)
- des programmierbaren Kompensationsvektors

2.2 Abstandsregelung

2.2.1 Regeldynamik

Regelkreisverstärkung K_v

Die Dynamik des geschlossenen Regelkreises (Sensor-Steuerung-Achse) wird bestimmt von der max. einstellbaren Regelkreisverstärkung K_v .

Die Regelkreisverstärkung K_v ist definiert als:

$$K_v = \frac{\text{Geschwindigkeit [m/min]}}{\text{Schleppabstand [mm]}} ; \quad \text{in } \left[\frac{\text{[m/min]}}{\text{[mm]}} \right]$$

Kennlinien der Abstandsregelung

Die Abstandsregelung basiert auf den beiden im nachfolgenden Bild dargestellten Kennlinien:

- Kennlinie des Abstandssensors (Sensor-Eigenschaft)
- Kennlinie der Abstandsregelung (über Maschinendaten parametrierbar)

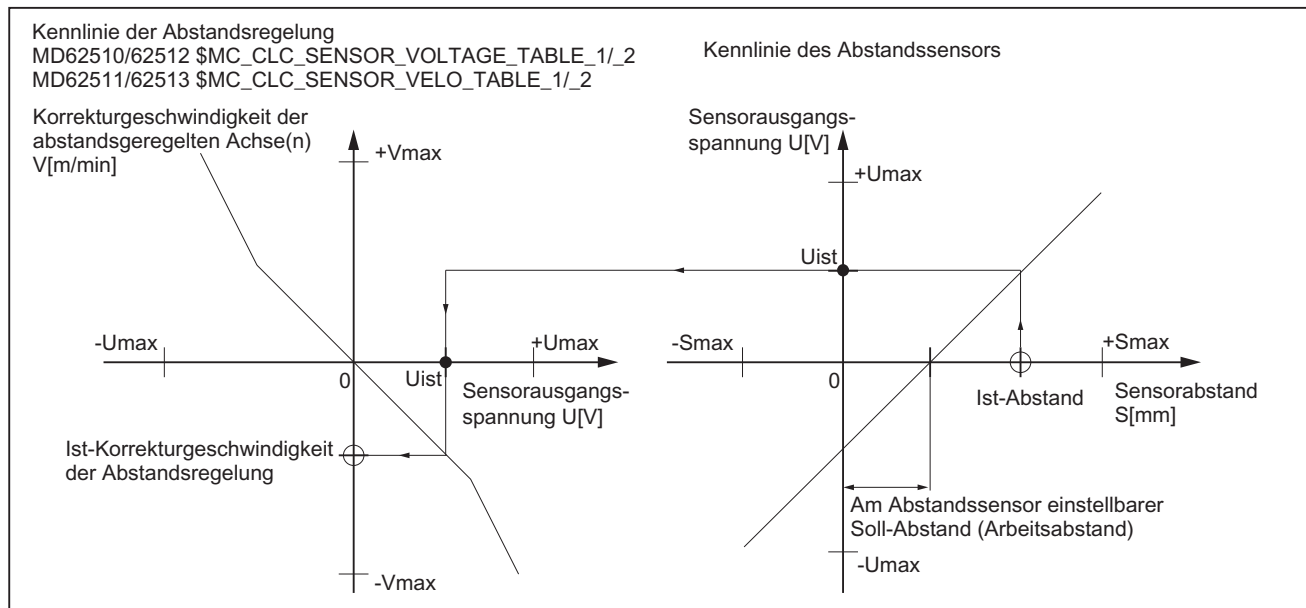


Bild 2-3 Zusammenhang der Kennlinien: Abstandssensor und Abstandsregelung

- Der Abstandssensor erfasst den Ist-Abstand zur Werkstückoberfläche und liefert als Ausgangsgröße eine dem Abstand annähernd direkt proportionale Spannung in Volt.
- Die Abstandsregelung ermittelt anhand der parametrisierten Spannungs-/Geschwindigkeits-Kennlinie aus der vom Abstandssensor gelieferten Spannung, die dem Abstand entsprechende Korrekturgeschwindigkeit für die abstandsgeregelten Achsen.

Aus Sicht der Steuerung hat die Regelkreisverstärkung die Einheit [(mm/min)/Volt]. Die Normierung auf [(mm/min)/mm] kann ebenso wie die Normierung des Sollabstandes in [mm] nur unter Einbeziehung der Sensor-Elektronik erfolgen.

Max. Regelkreisverstärkung

Die maximal erreichbare Regelkreisverstärkung wird von den folgenden Verzögerungs- und Reaktionszeiten des Gesamtsystems bestimmt:

1. Reaktionszeit des Sensors
2. Verzögerungszeit des A/D-Wandlers
3. Verzögerungs-/Totzeiten der Signalverarbeitung
4. Reaktionszeit des Lagereglers
5. Reaktionszeiten von Drehzahl- und Stromregler
6. Zeitkonstanten von Motor und Mechanik

In der Praxis relevant, sind jedoch nur die Punkte 3 und 4.

In Summe ergeben die aufgeführten Einflussgrößen eine effektive Zeitkonstante. Eine, bezogen auf diese Zeitkonstante, zu groß eingestellte Regelkreisverstärkung führt zu Eigenschwingungen der zu regelnden Achse/Achsen im Bereich einiger Hertz.

Die Inbetriebnahme der Abstandregelung hat das Ziel, die entscheidenden Zeitkonstanten in der Weise zu minimieren, dass die prozesstechnisch erforderliche Regelkreisverstärkung ohne Auftreten von Eigenschwingungen eingestellt werden kann.

Totzeiten

Um ein hochdynamisches Regelverhalten zu erreichen, findet die Abstandsregelung auf der höchstpriorären Lageregler-Ebene des NCK statt. Aufgrund systembedingter Unterschiede in der Anschaltung von Peripheriebaugruppen und Antrieben, ergeben sich folgende unterschiedliche Totzeiten.

(840D)

Für SINUMERIK 840D mit am SINUMERIK Antriebsbus angeschlossenen Peripheriebaugruppen und SIMODRIVE 611D-Antrieben ergibt sich eine Totzeit T_{tot} von:

$$T_{\text{tot}} = 2 * \text{Lagereglertakt} + 2 * \text{Drehzahlreglertakt}$$

(840Di)

Für SINUMERIK 840Di mit über PROFIBUS-DP angeschlossenen Peripheriebaugruppen und Antrieben ergibt sich eine Totzeit T_{tot} von:

$$T_{\text{tot}} = 2 * \text{Lagereglertakt} + 2 * \text{Drehzahlreglertakt} + \text{Wandlungszeit} + \text{Kanalzykluszeit} + 2 * \text{"PROFIBUS-DP-Takt"} + T_o$$

- Wandlungszeit, Kanalzykluszeit:

Bei ET 200S mit analogem Elektronikmodul "2 AI U High Speed" ergeben sich folgende Zeiten:

- Wandlungszeit: 0,1 ms
- Kanalzykluszeit: 1 ms (beide Kanäle)
→ regelungstechnisch mittlere Totzeit von 0,5 ms

- T_o

T_o ist die in SIMATIC S7: HW-Konfig parametrisierte Sollwertübernahmezeit des Antriebs.

2.2.2 Geschwindigkeitsvorsteuerung

Eliminieren der Verzögerungszeit

Die für den Lageregler eingestellte Regelkreisverstärkung K_v entspricht einer Verzögerungszeit Δt . Die Verzögerungszeit Δt ist dabei die Zeit, die vergeht bis die zu regelnde Achse bei einer Geschwindigkeitsvorgabe v mit ihrer Istposition der Sollposition gefolgt ist.

$$\text{Mit } \Delta t = \frac{1}{K_v}$$

und einer Regelkreisverstärkung K_v in Sekunden:

$$K_v \text{ in } \left[\frac{\text{m/min}}{\text{mm}} \right] = \left[\frac{1000 \text{ mm/60 s}}{\text{mm}} \right] = 16,667 \left[\frac{1}{\text{s}} \right]$$

ergibt sich bei einer angenommenen Regelkreisverstärkung $K_v = 4$, die entsprechende Verzögerungszeit Δt zu:

$$\Delta t = \frac{1}{4 * 16,667 \left[\frac{1}{\text{s}} \right]} = 14,999 \text{ ms}$$

Optimierung des Regelverhaltens

Falls das Regelverhalten der Achse durch die Geschwindigkeitsvorsteuerung zu hart wird, kann das Regelverhalten mit folgenden achsspezifischen NC-Maschinendaten optimiert werden:

- MD32410 \$MA_AX_JERK_TIME (Zeitkonstante für den axialen Ruckfilter)
- MD32610 \$MA_VELO_FFW_WEIGHT (Vorsteuerfaktor der Drehzahlvorsteuerung)

(840D)

Zusätzliche Dämpfungsmöglichkeiten bieten die Geschwindigkeitsfilter des Antriebs SIMODRIVE 611D:

- MD1502 \$MD_SPEED_FILTER_1_TIME (Zeitkonstante Drehzahlsollwertfilter 1)
- MD1503 \$MD_SPEED_FILTER_2_TIME (Zeitkonstante Drehzahlsollwertfilter 2)

(840Di)

Zusätzliche Dämpfungsmöglichkeiten bieten die Geschwindigkeitsfilter der Antriebe SIMODRIVE 611 universal/E, bzw. POSMO SI, CD, CA:

- Parameter 1502: (Zeitkonstante Drehzahlsollwertfilter 1)
- Parameter 1503: (Zeitkonstante Drehzahlsollwertfilter 2)



Vorsicht

Jede dämpfende Maßnahme ergibt einen zusätzlichen Beitrag zur Vergrößerung der Gesamtzeitkonstante des Regelkreises!

Die vollständige Beschreibung zur Geschwindigkeitsvorsteuerung findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Kompensationen (K3), Schleppfehler-Kompensation (Vorsteuerung)

2.2.3 Regelkreisstruktur

Die folgenden Bilder geben einen Überblick über die Einbettung der Abstandsregelung in die Regelkreisstruktur des NC-Lagereglers und den internen Aufbau der Abstandsregelung.

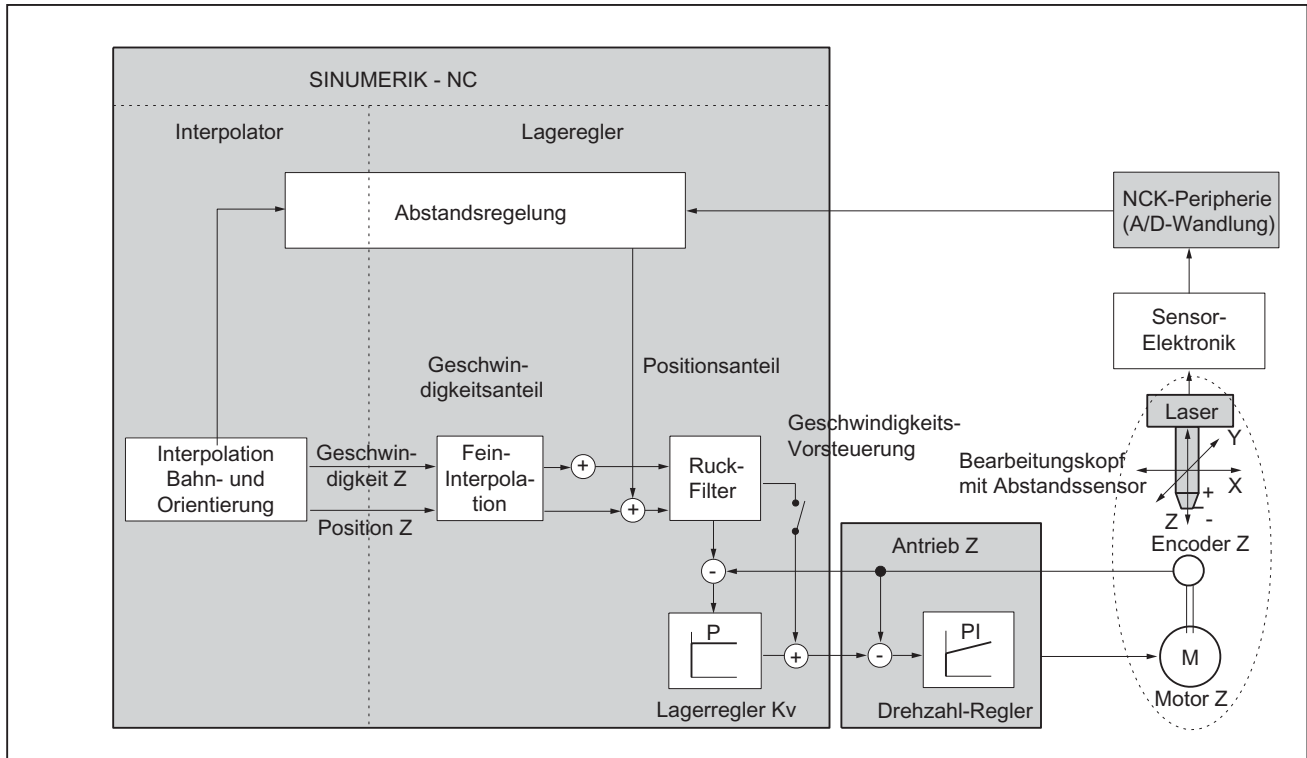


Bild 2-4 Regelstruktur Lageregler mit Abstandsregelung (Prinzip)

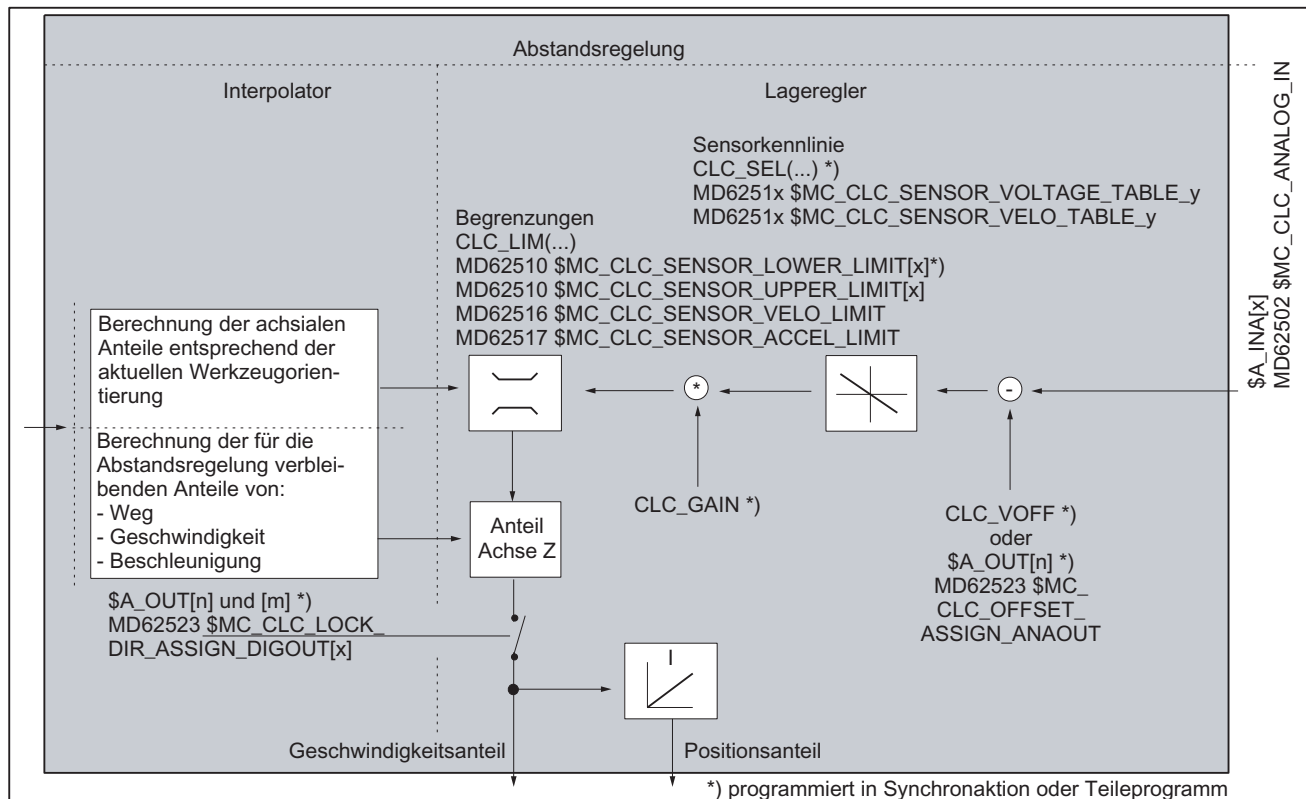


Bild 2-5 Regelstruktur Abstandsregelung (Prinzip)

2.2.4 Kompensationsvektor

Standard-Kompensationsvektor

Im Standardfall sind der Kompensationsvektor der Abstandsregelung und der Vektor der Werkzeugorientierung identisch. Demzufolge erfolgt die Ausgleichsbewegung der Abstandsregelung im Standardfall immer in Richtung der Werkzeugorientierung.

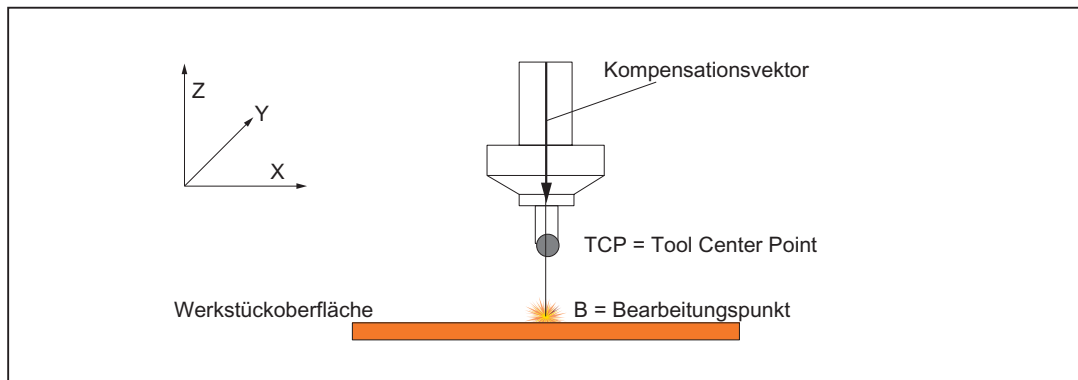


Bild 2-6 Abstandsregelung mit Standard-Kompensationsvektor

Hinweis

Die zur Bearbeitung des Werkstücks erforderliche Verfahrbewegung des Bearbeitungskopfes erfolgt in allen Bildern dieses Kapitels in Richtung der Y-Koordinate, d. h. senkrecht zur Zeichenebene.

Solange die Werkzeugorientierung und damit auch der Kompensationsvektor senkrecht zur Werkstückoberfläche ist, ergibt sich bei Ausgleichsbewegungen der Abstandsregelung kein nachteiliges Verhalten für den Bearbeitungsprozess.

Wird aus technologischen Gründen ein Werkzeuganstellwinkel erforderlich, so dass die Werkzeugorientierung nicht mehr senkrecht zur Werkstückoberfläche ist, ergibt sich bei Ausgleichsbewegungen der Abstandsregelung entlang des Standard-Kompensationsvektors ein Versatz des Bearbeitungspunktes auf der Werkstückoberfläche.

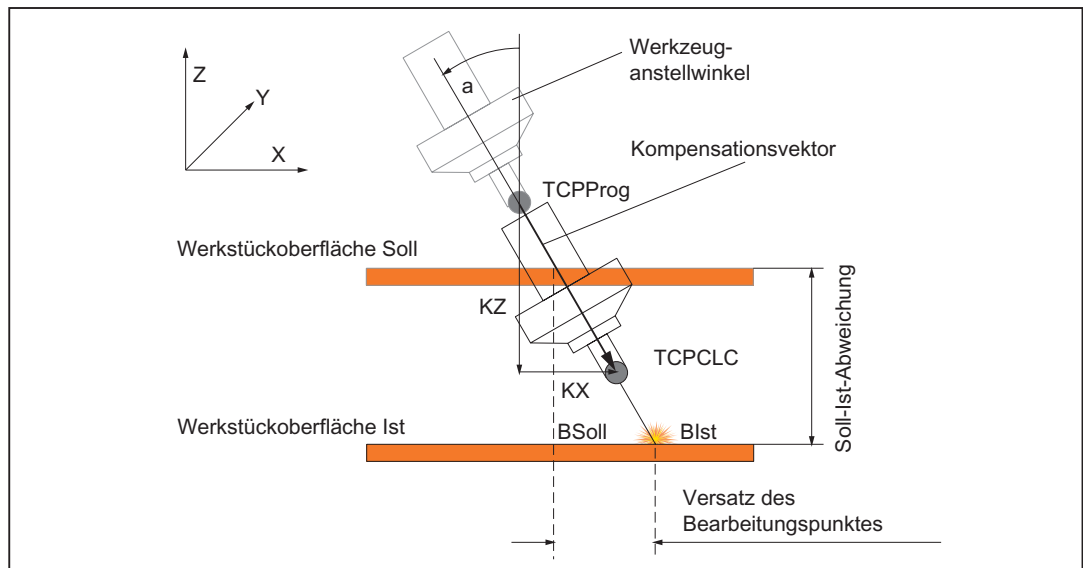


Bild 2-7 Standard-Kompensationsvektor

Die Ursache für den Versatz des Bearbeitungspunktes ist der X-Anteil (K_x) des Kompensationsvektors parallel zur Werkstückoberfläche. Um diesen Anteil verschiebt sich der TCP des Werkzeugs und damit der Bearbeitungspunkt B.

Programmierbarer Kompensationsvektor

Bei Verwendung des programmierbaren Kompensationsvektors erfolgt die Ausgleichsbewegungen der Abstandsregelung nicht in Richtung der Werkzeugorientierung, sondern in Richtung des programmierten Vektors.

Durch Vorgabe des programmierbaren Kompensationsvektors senkrecht zur Werkstückoberfläche, entfällt der oben genannte X-Anteil (K_x). Dadurch entsteht kein Versatz des Bearbeitungspunktes (B) durch die Ausgleichsbewegung der Abstandregelung.

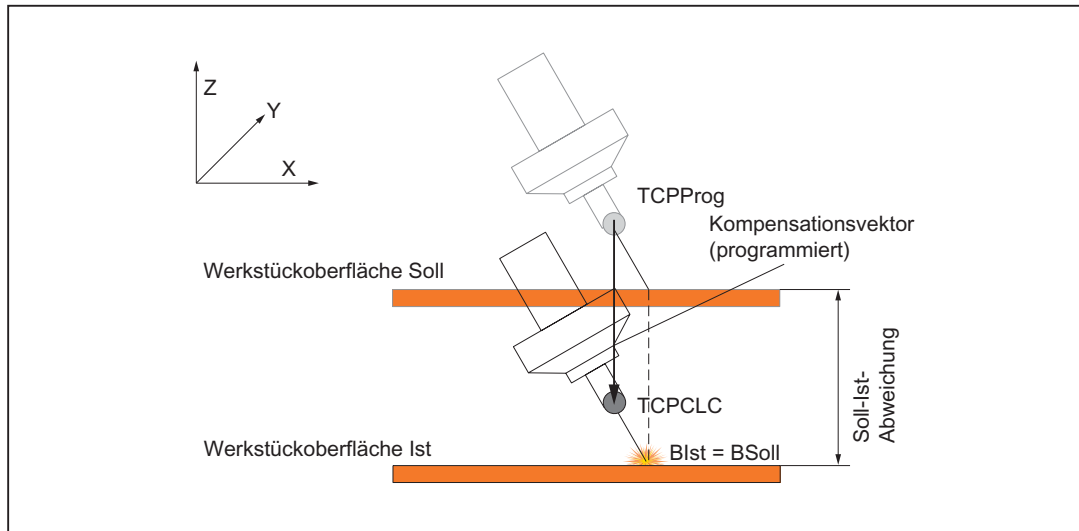


Bild 2-8 Programmierbarer kompensationsvektor

Orientierungsänderungen

Entsprechend den oben gemachten Aussagen, entsteht auch bei einer Orientierungsänderung des Bearbeitungskopfes mit aktiver Abstandsregelung ein unterschiedliches Verhalten.

Im folgenden Bild links der Standardfall (Kompensationsvektor == Vektor der Werkzeugorientierung); rechts mit programmiertem kompensationsvektor.

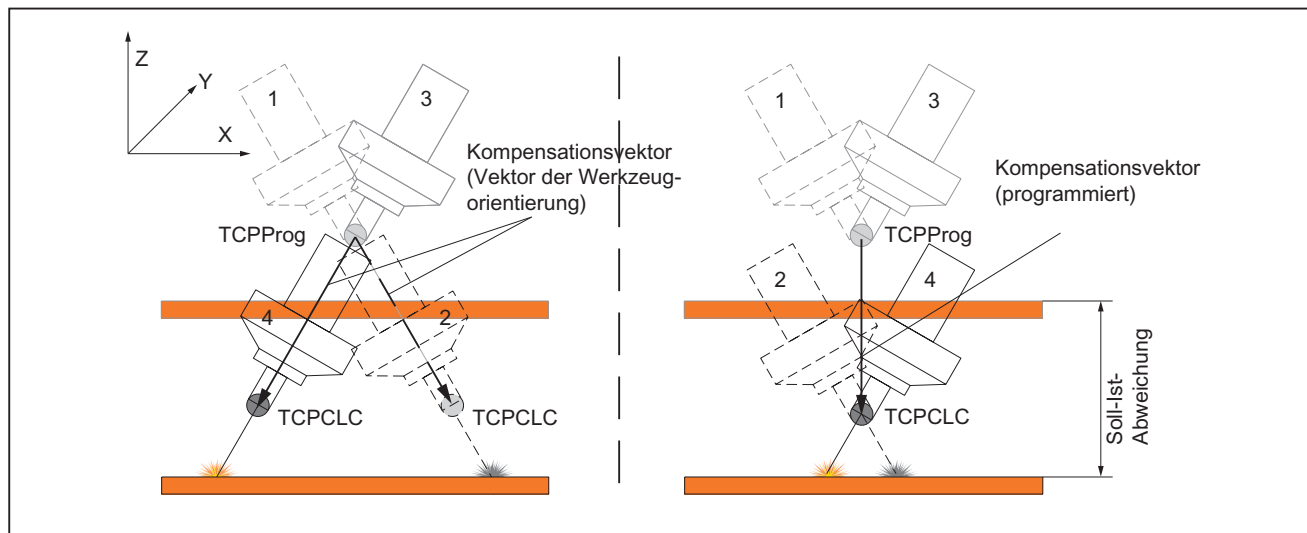


Bild 2-9 Orientierungsänderung des Bearbeitungskopfes

Die einzelnen Positionen des Bearbeitungskopfes bedeuten:

1. Programmierte Position des Bearbeitungskopfes
2. Tatsächliche Position des Bearbeitungskopfes mit aktiver Abstandsregelung vor der Orientierungsänderung

3. Tatsächliche programmierte Position des Bearbeitungskopfes nach der Orientierungsänderung

4. Position des Bearbeitungskopfes mit aktiver Abstandregelung nach der Orientierungsänderung

Die an der Maschine sichtbare Bewegung des Bearbeitungskopfes erfolgt bei der Orientierungsänderung direkt von Position 2 nach Position 4.

2.3 Technologische Eigenschaften der Abstandsregelung

Die Abstandsregelung ist durch folgende technologische Eigenschaften gekennzeichnet:

- **Dynamik**

Die überlagerte Sensor-Bewegung nutzt die aktuell von der programmierten Achsbewegung verbleibende Rest-Dynamik (Geschwindigkeit und Beschleunigung) aus. Der von der Rest-Beschleunigung zu nutzende Anteil kann als Prozentwert über ein Maschinendatum eingestellt werden.

- **Sensor-Kennlinie**

Die Verstärkungskennlinie eines Sensors kann mit bis zu 10 Stützpunkten vorgegeben werden.

- **Sensoren**

Es können zwei Sensoren mit unterschiedlichen Verstärkungskennlinien (z. B. ein mechanischer und ein kapazitiver Sensor) verwendet werden. Die aktive Sensorkennlinie ist durch einen Sprachbefehl im Teileprogramm Satz-synchron umschaltbar.

- **Regelkreisverstärkung der Abstandsregelung**

Die per NC-Maschinendaten parametrisierte Regelkreisverstärkung der Abstandsregelung ist durch einen Sprachbefehl im Teileprogramm Satz-synchron änderbar.

- **Bewegungsbegrenzung**

Die per NC-Maschinendaten parametrisierte untere und obere Begrenzung der durch die Abstandsregelung erzeugten Achsbewegungen ist durch einen Sprachbefehl im Teileprogramm Satz-synchron änderbar.

Das Erreichen einer Begrenzung wird durch einen Alarm angezeigt. Die Alarmreaktion (Stop aller Verfahrbewegungen oder nur Anzeige) ist parametrierbar. Über ein PLC-Signal kann der aktuelle Positionsoffset eingefroren werden.

- **Ausschaltverhalten**

Das Ausschaltverhalten der Abstandsregelung kann wahlweise programmiert werden mit Synchronisation auf die aktuellen Achspositionen (keine Ausgleichsbewegung) oder mit Ausgleichsbewegung der Achsen auf die zuletzt programmierten Achspositionen (Achspositionen ohne Abstandsregelung).

- **Programmierbarer Sollabstand**

Um den an der Sensor-Elektronik eingestellten Soll-Abstand satzbezogen zu verändern, kann ein zusätzlicher Spannungswert programmiert werden.

- **Einflussmöglichkeiten über die PLC-Nahtstelle**

An der PLC-Nahtstelle sind folgende Signale verfügbar:

Zustandssignale:

- Regelung aktiv
- überlagerte Bewegung im Stillstand
- untere Begrenzung erreicht
- obere Begrenzung erreicht

Steuersignale:

- Bahnoverride für Sensorbewegung wirksam

- **Zustandsdaten der Abstandsregelung**

Sowohl die aktuellen als auch die Min/Max-Werte des Sensorsignals und des Positionsoffsets sind als GUD- und/oder BTSS-Variablen verfügbar.

- **Sensor-Signal**

Das Sensor-Signal kann über ein PT1-Filter mit einstellbarer Zeitkonstante geglättet werden.

2.4 Sensor-Kollisionsüberwachung

Sensor-Signal

Verfügt der verwendete Abstandssensor über ein zusätzliches Signal "Sensor-Kollision" zur Erkennung einer Kollision des Sensors mit dem bearbeitenden Werkstück, kann dieses Signal über einen digitalen NCK-Peripherieeingang der Abstandsregelung zur Verfügung gestellt werden.

Als Reaktion auf dieses Signal führt die Abstandsregelung eine Rückzugsbewegung in allen abstandsgeregelten Achsen durch. Die Rückzugsbewegung wird dabei unabhängig vom aktuellen Wert des Geschwindigkeits-Overrides mit maximaler Verfahrgeschwindigkeit in positiver Regelrichtung bis zum Erreichen der aktuell gültigen oberen Begrenzung des Regelbereiches durchgeführt. Gleichzeitig erfolgt ein Stopp der Bahnbewegung.

Nach dem Stopp aller Verfahrbewegungen kann die Teileprogrammbearbeitung mit NC-START fortgesetzt werden.

Parametrierung

Der digitale Peripherieeingang, auf den das Signal "Sensor-Kollision" verdrahtet ist, wird der Abstandsregelung über folgendes Maschinendatum zugeordnet:

MD62504 \$MC_CLC_SENSOR_TOUCHED_INPUT (digitaler Peripherieeingang für Signal "Sensor-Kollision")

Die Angabe des digitalen Peripherieeingangs erfolgt dabei über die Eingangsnummer, analog der Angabe für die Systemvariablen der digitalen I/O-Peripherie \$A_IN/\$A_OUT mit \$A_IN[Eingangsnummer].

Eine negative Eingangsnummer bewirkt, dass das Signal "Sensor-Kollision" von der Abstandsregelung intern invertiert verarbeitet wird (Drahtbruchsicherung).

2.5 Inbetriebnahme

Compile-Zyklus

Vor Inbetriebnahme der Technologiefunktion ist sicherzustellen, dass der entsprechende Compile-Zyklus geladen und aktiviert ist.

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Installation von Compile-Zyklen (TE01)

/HBI/ SINUMERIK 840Di Handbuch, NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced,
Kap. Ladbare Compile-Zyklen

2.5.1 Aktivieren der Technologiefunktion

Die Technologiefunktion wird aktiviert über das Maschinendatum:

MD60940 \$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_CLC[0], Bit n = 1

n = Kanal-Nummer - 1; Bit0 = 1. Kanal, Bit1 = 2. Kanal, usw.

Hinweis

Die Technologiefunktion kann für mehrere Kanäle gleichzeitig aktiviert werden.

2.5.2 Speicherkonfiguration durchführen

Speicher-Konfiguration

Die Technologiefunktion benötigt zusätzliche Daten im NCK-internen Satzspeicher. Folgende speicherkonfigurierende kanalspezifischen Maschinendaten sind zu parametrieren:

- MD28090 \$MC_MM_NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS = x + 4 ¹⁾
(Anzahl Satzelemente für Compile-Zyklen)
- MD28100 \$MN_MM_NUM_CC_BLOCK_USER_MEM = x + 20 ¹⁾
(Größe des Satzspeichers für Compile-Zyklen (DRAM) in kByte)
- 1) Siehe Hinweis:

Hinweis

Die angegebenen Werte sind additiv zum bereits vorhandenen Maschinendatenwert x einzugeben.

2.5.3 Parametrierung der Eingangssignale (840D)

Folgende Eingangssignale sind in den Maschinendaten zu parametrieren:

- Eingangsspannung des Abstandssensors
 - 1 analoger Eingang
- Eingangssignal "Sensor-Kollision (Optional)"
 - 1 digitaler Eingang

Analoger Eingang

Folgende Maschinendaten sind für den analogen Eingang zu parametrieren:

- MD10300 \$MN_FASTIO_ANA_NUM_INPUTS (Anzahl der aktiven analogen NCK-Eingänge)
- MD10362 \$MN_HW_ASSIGN_ANA_FASTIN (pro Analog-Modul) (Hardwarezuordnung der schnellen analogen NCK-Eingänge)

Die Spezifikation der physikalischen Adresse aktiviert das analoge Eingangsmodul

- MD10384 \$MN_HW_CLOCKED_MODULE_MASK (pro Terminalblock) (Taktsynchrone Bearbeitung der externen NCK-Peripherie)

Der Steckplatz des analogen Eingangsmoduls auf dem Terminalblock muss auf taktsynchronen Betrieb eingestellt werden. Dazu ist das Maschinendaten-Bit mit der Bit-Nummer des Modulsteckplatzes des analogen Eingangsmoduls im Terminalblock zu setzen. (Beispiel: Steckplatz 5 → MD10384 = 10Hex)

- MD10380 \$MN_HW_UPDATE_RATE_FASTIO (pro Terminalblock) (Aktualisierungsrate der taktsynchronen externen NCK-Peripherie)

Synchronisation des A/D-Wandlers auf den Lageregler-Takt

MD10380 = 2

Digitaler Eingang

Folgende Maschinendaten sind für den digitalen Eingang zu parametrieren:

- MD10350 \$MN_FASTIO_DIG_NUM_INPUTS (Anzahl der aktiven digitalen NCK-Eingangsbytes)
- MD10366 \$MN_HW_ASSIGN_DIG_FASTIN (pro Digital-Modul) (Hardwarezuordnung der externen digitalen NCK-Eingänge)

Die Spezifikation der physikalischen Adresse aktiviert das digitale Eingangsmodul.

Die vollständige Beschreibung der analogen und digitalen Eingänge findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Digitale und analoge NCK-Peripherie (A4)

2.5.4 Parametrierung der Eingangssignale (840Di)

Folgende Eingangssignale sind in den Maschinendaten zu parametrieren:

- Eingangsspannung des Abstandssensors
 - 1 analoger Eingang
- Eingangssignal "Sensor-Kollision (Optional)"
 - 1 digitaler Eingang

Analoger Eingang

Folgende Maschinendaten sind für den analogen Eingang zu parametrieren:

- MD10300 \$MN_FASTIO_ANA_NUM_INPUTS (Anzahl der aktiven analogen NCK-Eingänge)
- MD10362 \$MN_HW_ASSIGN_ANA_FASTIN (Hardwarezugänge der schnellen analogen NCK-Eingänge)

E/A-Adresse der Peripheriebaugruppe

Digitaler Eingang

Die nachfolgende Parametrierung entfällt, falls ein Digitaleingang der MCI-Board-Extension Baugruppe (Option) verwendet wird.

Wird für den Digitaleingang eine Peripheriebaugruppe am PROFIBUS-DP verwendet, sind folgende Maschinendaten zu parametrieren:

- MD10350 \$MN_FASTIO_DIG_NUM_INPUTS (Anzahl der aktiven digitalen NCK-Eingangsbytes)
- MD10366 \$MN_HW_ASSIGN_DIG_FASTIN (Hardwarezuordnung der externen digitalen NCK-Eingänge)

E/A-Adresse der Peripheriebaugruppe

Die vollständige Beschreibung zur Parametrierung von analoger und digitaler I/O-Peripherie an einer SINUMERIK 840Di findet sich in:

Literatur:

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di, NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Kap. Digitale und analoge I/O-Peripherie

Die vollständige Beschreibung der analogen und digitalen Eingänge findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Digitale und analoge NCK-Peripherie (A4)

2.5.5 Parametrierung des programmierbaren Kompensationsvektors

Bezugs-Koordinatensystem

Über den programmierbaren Kompensationsvektor wird die Richtung vorgegeben, in der die Kompensationsbewegung der Abstandsregelung erfolgt. Der Kompensationsvektor bezieht sich immer auf das Basiskoordinatensystems (Maschinenkoordinatensystem).

Die Anfangskoordinaten $[X_a, Y_a, Z_a]$ des Kompensationsvektors entsprechen dem Koordinatenursprung des Basiskoordinatensystems und sind daher immer gleich $[0, 0, 0]$.

Die Endkoordinaten $[X_e, Y_e, Z_e]$ des Kompensationsvektor werden durch die Istpositionen von 3 Kanalachsen, den sogenannten Richtungsachsen gebildet.

Richtungsachsen

Die Richtungsachsen müssen folgende Bedingungen erfüllen:

1. Die Richtungsachsen müssen Kanalachsen des Kanals sein in dem die Abstandsregelung aktiviert wird.
2. Die Richtungsachsen müssen Linearachsen sein.

Hinweis:

Da die Richtungsachsen nur zur Interpolation der Richtungskomponenten eingesetzt werden, benötigen sie keine mechanischen Achsen und können deshalb als Simulationsachsen parametriert werden.

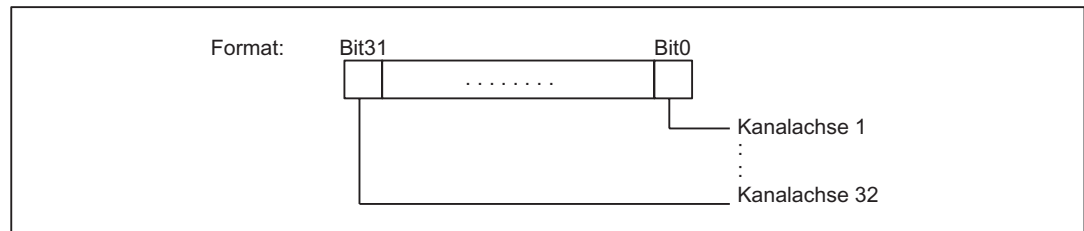
3. Als Maßeinheit der Richtungsachsen muss [mm] oder [inch] angewählt sein.
4. Die Richtungsachsen dürfen nicht Bestandteil einer Achskopplung wie z. B. Transformation, elektronisches Getriebe etc. sein.
5. Um sicherzustellen, dass die Bahndynamik nicht aufgrund der Achsdynamik der Richtungsachsen begrenzt wird, sind folgenden Maschinendaten der Richtungsachsen gleich oder höher als die entsprechenden Werte der Geometrieachsen des Kanals einzustellen:
 - MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO[x] (Maximale Achsgeschwindigkeit)
 - MD32200 \$MA_POSCTRL_GAIN[x] (KV-Faktor)
 - MD32230 \$MA_MAX_AX_ACCEL[x] (Konfiguration Lageregler-Struktur)

x = Achsnummer

Die Festlegung welche Kanalachse Richtungsachse ist, erfolgt über das Maschinendatum:

- MD62528 \$MC_CLC_PROG_ORI_AX_MASK (Progr. Orientierungsvektor: Achsmaske)

Jedes Maschinendatenbit entspricht einer Kanalachse.



- Koordinate X = Kanalachse entsprechend Bit a
 - Koordinate Y = Kanalachse entsprechend Bit b
 - Koordinate Z = Kanalachse entsprechend Bit c
- mit $a < b < c$

Aktueller Differenzwinkel

Der Differenzwinkel ist der Winkel zwischen dem Vektor der Werkzeugorientierung und dem Kompensationsvektor. Soll der aktuelle Differenzwinkel von der Abstandsregelung in eine Systemvariable \$AC_PARAM[n] ausgegeben werden, ist der Index n der Systemvariablen in folgendes Maschinendatum einzutragen:

MD65530 \$MC_CLC_PROG_ORI_ANGLE_AC_PARAM ()

Zulässiger Grenzwinkel

Über den zulässigen Grenzwinkel wird der maximal erlaubte Differenzwinkel zwischen dem Vektor der Werkzeugorientierung und dem Kompensationsvektor vorgegeben. Der Grenzwinkel wird über das folgende Maschinendatum parametrier:

MD65520 \$MC_CLC_PROG_ORI_MAX_ANGLE ()

2.5.6 Parametrierung der Abstandsregelung

Teilprogramm-Bezeichner

Zur Deklaration der funktionspezifischen Teilprogramm-Bezeichner CLC_GAIN und CLC_VOFF sind folgende Maschinendaten zu parametrieren:

- MD10712 \$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[0] = "OMA1"
(Liste umprojektierter NC-Codes)
- MD10712 \$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[1] = "CLC_GAIN"
- MD10712 \$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[2] = "OMA2"
- MD10712 \$MN_NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB[3] = "CLC_VOFF"

1D-/3D-Abstandsregelung

Die Auswahl zwischen 1D- oder 3D-Abstandsregelung erfolgt über das Maschinendatum:

- MD62500 \$MC_CLC_AXNO = x (Achszuordnung der Abstandsregelung)
 - x > 0: 1D-Abstandsregelung mit x = Achsnummer der abstandsgeregelten Kanalachse
 - x = -1: 1. im Kanal konfigurierte 5-Achstransformation
 - x = -2: 2. im Kanal konfigurierte 5-Achstransformation

Eingangssignale

Die oben parametrisierten Eingangssignale des Abstandssensors:

- 840D: Kapitel "Parametrierung der Eingangssignale (840D)"
- 840Di: Kapitel "Parametrierung der Eingangssignale (840Di)"

werden über folgende Maschinendaten der Abstandsregelung bekannt gemacht:

- MD62502 \$MN_CLC_ANALOG_IN = x (Analogeingang für die Abstandsregelung)
x = Eingangsnummer, analog der Adressierung der Systemvariablen \$A_INA[x]
- MD62504 \$MN_CLC_SENSOR_TOUCHED_INPUT = x (Zuordnung eines Eingangsbits für das Signal "Sensor-Kollision")
x = Eingangsnummer, analog der Adressierung der Systemvariablen \$A_IN[x]

Genauhalt

Um eine programmierte Satzwechselbedingung "Genauhalt grob/fein erreicht" (G601/G602) erfüllen zu können, muss die von der Abstandsregelung erzeugte Verfahrgeschwindigkeit in den abstandsgeregelten Achsen mindestens für die Dauer der Stillstand-Verzögerungszeit kleiner als die Stillstand-Geschwindigkeitstoleranz sein.

Zur Optimierung der Satzwechselzeit sind folgende Maschinendaten anzupassen:

- MD36000 \$MA_STOP_LIMIT_COARSE[x] (Genauhalt grob)
- MD36010 \$MA_STOP_LIMIT_FINE[x] (Genauhalt fein)
- MD36020 \$MA_POSITIONING_TIME [x] (Verzögerungszeit Genauhalt fein)
- MD36040 \$MA_STANDSTILL_DELAY_TIME[x] (Verzögerungszeit Stillstandsüberwachung)
- MD36060 \$MA_STANDSTILL_VELO_TOL[x] (Schwellgeschwindigkeit/Drehzahl "Achse/Spindel steht")
x = Achsnummer der abstandsgeregelten Maschinenachse

Vollständige Parametrierung

Die weitere Parametrierung der Abstandsregelung ist gemäß den Daten- und Signalbeschreibungen der gleich lautenden Kapitel durchzuführen.

2.5.7 Inbetriebnahme der Abstandsregelung

Abstandssensor

Die Ausgänge des Abstandssensors sind an den Peripheriebaugruppen anzuschließen, die aktiviert wurden durch die Maschinendaten:

- MD10362 \$MN_HW_ASSIGN_ANA_FASTIN (E/A-Adr. der Peripheriebaugr.)
(Hardwarezuordnung der schnellen analogen NCK-Eingänge)
- MD10366 \$MN_HW_ASSIGN_DIG_FASTIN (E/A-Adr. der Peripheriebaugr.)
(Hardwarezuordnung der externen digitalen NCK-Eingänge)

Zu Peripheriebaugruppen siehe Kapitel Randbedingungen, "Peripheriebaugruppen".

Regelsinn testen

Zum Testen des Regelsinns der Abstandsregelung kann folgendermaßen vorgegangen werden:

- Einschalten der Anstandsregelung über ein Teileprogramm mit CLC(1) (siehe Kapitel "Ein- und Ausschalten der Abstandsregelung (CLC)")
- Generieren einer Eingangsspannung z. B. durch folgende Synchronaktion:

```
N100  $AC_TIMER[1]=2.5
N110  ID = 1 EVERY $AC_TIMER[1] >= 2.5 DO $AC_TIMER[1]=0
N120  ID = 2 WHENEVER $AC_TIMER[1] < 2.0 DO $A_OUTA[6] = 100000.0
      * ($AC_TIMER[1] - 1.0)
N130  ID = 3 WHENEVER $AC_TIMER[1] >= 2.0 DO $A_OUTA[6] = 0.0
```

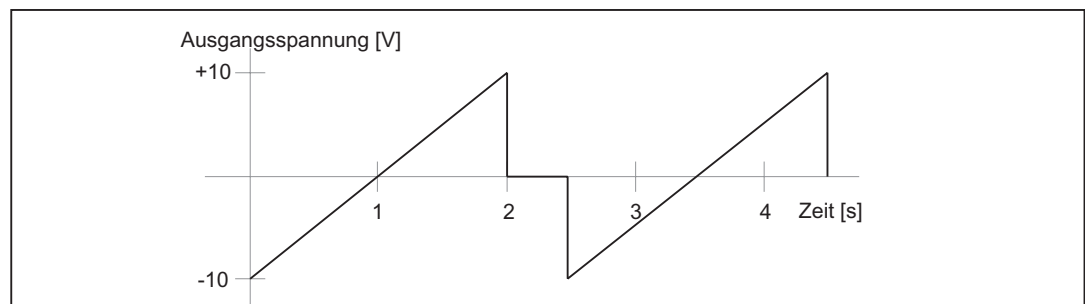


Bild 2-10 Ausgangsspannung der Synchronaktion

Die Spannungsvorgabe über den in der Synchronaktion verwendeten analogen Ausgang \$A_OUTA[6] wird von der Abstandsregelung von der Eingangsspannung des Abstandssensors subtrahiert, hat also die entgegengesetzte Polarität des Eingangssignals.

Damit die Abstandsregelung den Analogausgang 6 (\$A_OUTA[6]) als zusätzlichen, den Sensoreingang überlagernden Eingang verwendet, ist folgendes Maschinendatum zu setzen:

MD10366 \$MN_CLC_OFFSET_ASSIGN_ANAOUT = 6 (Hardwarezuordnung der externen digitalen NCK-Eingänge)

Hinweis

Vor dem erstmaligen Einschalten der Abstandsregelung ist darauf zu achten, dass Kollisionsfreiheit im gesamten für die Abstandsregelung freigegebenen Arbeitsraum besteht:

- MD62505 \$MC_CLC_SENSOR_LOWER_LIMIT (Untere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)
 - MD62506 \$MC_CLC_SENSOR_UPPER_LIMIT (Obere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)
-

Ein falscher Regelsinn kann durch jeweils eine der folgenden Maßnahmen korrigiert werden:

- Umpolung des Analogeingangs
- Vorzeichenänderung aller Werte in den Maschinendaten:
 - MD62511 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_TABLE_1 (Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 1)
 - MD62513 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_TABLE_2 (Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 2)

Sensorsignal

Eine Überprüfung der Qualität des analogen Eingangssignals kann mittels der in Kapitel "Funktionsspezifische Anzeigedaten" beschriebenen funktionsspezifischen Anzeigedaten vorgenommen werden.

Funktionsspezifische Alarmtexte

Zur Anzeige der funktionsspezifischen Alarmtexte müssen diese zuerst in die entsprechende HMI-Datenhaltung eingebracht werden. Eine entsprechende Beschreibung findet sich in dem Kapitel "Anlegen von Alarmtexten".

Abschluss

Es wird empfohlen, nach Abschluss der Inbetriebnahme eine Datensicherung durchzuführen.

Literatur:

/IAD/ Inbetriebnahmehandbuch SINUMERIK 840D/611D, Datensicherung

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di, Anwenderdatensicherung/Serieninbetriebnahme

Hinweis

Es wird empfohlen, nach Abschluss der Inbetriebnahme eine Datensicherung durchzuführen.

2.6 Programmierung

2.6.1 Ein- und Ausschalten der Abstandsregelung (CLC)

Syntax

CLC(*Mode*)

Mode

- Format: Integer
- Wertebereich: -1, 0, 1, 2, 3

CLC(...) ist ein Prozedur-Aufruf und muss daher in einem eigenen Teileprogramm-Satz programmiert werden.

Funktionalität

Zum Ein-/Ausschalten der Abstandsregelung stehen folgende Modi zur Verfügung:

- CLC(1)
Einschalten der Abstandsregelung mit Kompensationsvektor in Richtung der Werkzeugorientierung
Die Auswertung des Sensor-Kollisionssignals ist ausgeschaltet.
- CLC(2)
Einschalten der Abstandsregelung mit Kompensationsvektor in Richtung der Werkzeugorientierung
Die Auswertung des Sensor-Kollisionssignals ist eingeschaltet.
- CLC(3)
Einschalten der Abstandsregelung mit programmiertem Kompensationsvektor
Die Auswertung des Sensor-Kollisionssignals ist ausgeschaltet.
- CLC(0)
Ausschalten der Abstandsregelung ohne Herausfahren des Positionsoffsets.
Wenn sich die abstandsgeregelten Achsen aufgrund des Sensorsignals zum Ausschaltzeitpunkt noch bewegen, werden sie gestoppt. Das Werkstückkoordinatensystem (WKS) wird anschließend auf die entsprechenden Stillstandpositionen synchronisiert. Dabei wird ein automatischer Vorlaufstopp ausgeführt.
- CLC(-1)
Ausschalten der Abstandsregelung mit Herausfahren des Positionsoffsets.
Wenn sich die abstandsgeregelten Achsen aufgrund des Sensorsignals zum Ausschaltzeitpunkt noch bewegen, werden sie gestoppt. Ein Positionsoffset zur zuletzt programmierten Position wird mit dem Ausschaltbefehl automatisch herausgefahren.

RESET-Verhalten

Bei Reset (NC-RESET oder Programmende) wird implizit CLC(0) ausgeführt.

Parametrierbares RESET-Verhalten

Das Restverhalten einer 1D-Abstandsregelung kann festgelegt werden über das kanalspezifische NCK-OEM Maschinendatum:

- MD62524 \$MC_CLC_ACTIVE_AFTER_RESET (Restverhalten bei aktiver CLC)

Folgendes Verhalten ist parametrierbar:

- MD62524 \$MC_CLC_ACTIVE_AFTER_RESET = 0

Die Abstandsregelung verhält sich bei Reset wie beim Ausschalten mit CLC(0) (siehe oben: Ein-/Ausschalt-Modi).

- MD62524 \$MC_CLC_ACTIVE_AFTER_RESET = 1

Der aktuelle Zustand der Abstandsregelung bleibt erhalten.



Vorsicht

Nur im Zusammenhang mit einer 1D-Abstandsregelung ist das folgende kanalspezifische NCK-OEM-Maschinendatum wirksam:

- MD62524 \$MC_CLC_ACTIVE_RESET (Restverhalten bei aktiver CLC)

Bei einer 3D-Abstandsregelung wird bei Reset immer CLC(0) wirksam.

Randbedingungen

Folgende Randbedingungen sind zu beachten:

Bahnsteuerbetrieb

Ein-/Ausschalten der Abstandsregelung (CLC(*Mode*)) während aktivem Bahnsteuerbetriebes (G64/G64x) führt zu einem Geschwindigkeitseinbruch der Bahnbewegungen. Zur Vermeidung derartiger Geschwindigkeitseinbrüche, ist die Abstandsregelung vor einem Bahnabschnitt mit konstanter Bahngeschwindigkeit einzuschalten. Während des entsprechenden Bahnabschnittes kann dann gegebenenfalls über den programmierbaren Verstärkungsfaktor der Abstandsregelung (CLC_GAIN) die Abstandsregelung blockiert und wieder freigegeben werden.

Satzwechsel mit Genauhalt

Ist Genauhalt zum Satzende (G60/G09 mit G601/G602) aktiv, kann der Satzwechsel aufgrund von Achsbewegungen, ausgelöst durch das Sensorsignal der Abstandsregelung, verzögert werden.

Sensorkollisionsüberwachung

Ein digitaler Eingang für ein zusätzliches Kollisionssignal kann vom Sensor mit dem folgenden Maschinendatum konfiguriert werden:

MD62504 \$MC_CLC_SENSOR_TOUCHED_INPUT (Zuordnung eines Eingangssignals für das Signal "Sensor-Kollision")

Diese Kollisionsüberwachung kann durch abwechselnde Programmierung von CLC(1)/CLC(2) satzsynchron ein- und ausgeschaltet werden.

Als Reaktion auf das Kollisionssignal des Sensors fährt die Abstandsregelung unabhängig von der Feedrate-Override-Einstellung mit maximaler Geschwindigkeit in Plus-Richtung, bis sie die aktuell gültige obere Begrenzung erreicht. Gleichzeitig wird die Bahnbewegung gestoppt.

Mit NC-START ist das Fortsetzen der Bearbeitung möglich.

3D-Abstandsregelung und 5-Achs-Transformation

Wird eine 3D-Abstandsregelung eingeschaltet, bevor die zur Abstandsregelung in Richtung der Werkzeugorientierung benötigte 5-Achs-Transformation aktiviert wurde, arbeitet die Abstandsregelung abhängig von der aktiven Arbeitsebene (G17/G18/G19):

- G17: Richtung der Abstandsregelung = Z
- G18: Richtung der Abstandsregelung = Y
- G19: Richtung der Abstandsregelung = X

Einschalten der 5-Achs-Transformation

Beim Einschalten der 5-Achs-Transformation muss die durch die Rundachspositionen vorgegebene Werkzeugorientierung mit der bei Einschalten der Abstandsregelung durch die aktive Arbeitsebene festgelegten Regelrichtung übereinstimmen.

Stimmen Werkzeugorientierung der 5-Achs-Transformation und Regelrichtung der Abstandsregelung nicht überein, wird folgender CLC-Alarm angezeigt:

- Alarm "75016 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* CLC: Orientierung geändert bei TRAFOOF."

Ausschalten der 5-Achs-Transformation

Wird bei aktiver Abstandsregelung die 5-Achs-Transformation ausgeschaltet, wird die letzte Regelrichtung vor dem Ausschalten der 5-Achs-Transformation beibehalten.

Werkzeugradius-Korrektur

Eine 3D-Abstandsregelung darf nur ausgeschaltet werden, wenn zum Ausschaltzeitpunkt keine Werkzeugradiuskorrektur im Kanal aktiv ist (G40). Bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur (G41/G42) wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75015 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* CLC(0) bei aktiver WRK."

Kompensationsvektor

Istposition der Richtungsachsen

Wird die Abstandsregelung mit programmierbarem Kompensationsvektor bei einer Position von 0 in allen 3 Richtungsachsen eingeschaltet, kann daraus kein Kompensationsvektor berechnet werden. Es wird dann folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75019 Kanal *Nummer*, Fehler-ID: 1, Winkel 0.0"

Referenzieren der Richtungsachsen

Vor dem Aktivieren der Abstandsregelung mit programmierbarem Kompensationsvektor CLC(3) müssen die Richtungsachsen referenziert werden.

Nahtstellensignale der Richtungsachsen

Vor dem Aktivieren der Abstandsregelung mit programmierbarem Kompensationsvektor CLC(3) sind durch das PLC-Anwenderprogramm für alle 3 Richtungsachsen folgende Nahtstellensignale zu setzen:

- DBX31, ... DBX1.5 = 1 (Lagemesssystem 1)
- DBX31, ... DBX2.1 = 1 (Reglerfreigabe)
- DBX31, ... DBX21.7 = 1 (Impulsfreigabe)

x = Achsnummer

Umschalten der Abstandsregelung

Ein direktes Umschalten der Abstandsregelung von CLC(1) oder CLC(2) nach CLC(3) oder umgekehrt ist nicht möglich. Eine derartige Umschaltung wird ohne Rückmeldung ignoriert. Wird eine Umschaltung notwendig, ist die Abstandsregelung mit CLC(0) oder CLC(-1) zuerst auszuschalten und dann im gewünschten Mode wieder einzuschalten.

Interpolation des Kompensationsvektors

Soll der Kompensationsvektor bezüglich seiner Orientierung einer nichtlinearen Werkstückoberfläche z. B. Kreisbogen folgen, kann dies durch entsprechende Programmierung der Richtungsachsen erreicht werden.

Beispiel

Orientierung des Kompensationsvektors senkrecht zu einer halbkreisförmigen Werkstückoberfläche. Die Programmierung der Verfahrbewegung ist nicht berücksichtigt.

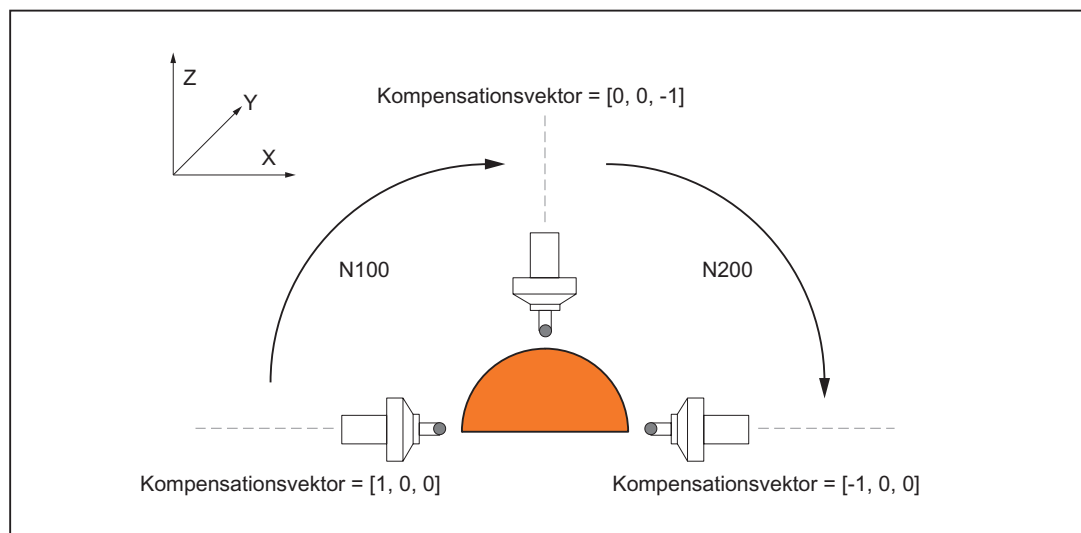


Bild 2-11 Interpolation des Kompensationsvektors

Vor dem Teileprogrammsatz N100 ist der Kompensationsvektor durch Programmierung der Richtungsachsen auf $[1, 0, 0]$ orientiert worden. Im Teileprogrammsatz N100 wird die Endposition des Kompensationsvektors durch Programmierung der Richtungsachsen auf $[0, 0, -1]$ orientiert.

Die Zwischenwerte entstehen durch Bahninterpolation aller im Teileprogrammsatz programmierten Achsen:

- Geometrieachsen für die Bewegung des Bearbeitungskopfes
- Richtungsachsen des Kompensationsvektors

Eine Zerlegung der Bewegung in die Teileprogrammsätze N100 und N200 ist notwendig, da sich ansonsten eine antiparallele Orientierung des Kompensationsvektors von $[1, 0, 0]$ am Anfang der Bewegung und $[-1, 0, 0]$ am Ende der Bewegung (Halbkreis) ergäbe. Der Interpolator würde in diesem Fall nur die X-Koordinate des Kompensationsvektors interpolieren und die Orientierung des Kompensationsvektors würde sich nicht ändern.

Antiparallele Orientierung des Kompensationsvektors

Wird in einem Teileprogrammsatz eine antiparallele Orientierung des Kompensationsvektors programmiert, wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75018 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* CLC in programmierbare Richtung, Fehler-ID: 1"

Hinweis

Interpolation des Kompensationsvektors

Die Interpolation des Kompensationsvektors ist wie oben beschrieben keine echte Vektorinterpolation, sondern entsteht durch Interpolation der Istpositionen der Richtungsachsen.

Dies hat zur Folge, dass bei einer Änderung des Kompensationsvektors aufgrund der Werkstückkontur, die Interpolation der Richtungsachsen mit in die Bahninterpolation der Geometrieachsen eingeht. Um den Einfluss der Richtungsachsen auf die Bahninterpolation möglichst gering zu halten, wird empfohlen, die Dynamik der Richtungsachsen mindestens gleich groß oder größer (ca. Faktor 10) als die Dynamik der Geometrieachsen zu parametrieren.

Weiter ist bei einer Umorientierung (Drehung) des Kompensationsvektors das Verhältnis des programmierten Fahrweges zur parametrisierten Dynamik der Richtungsachsen zu beachten. Das Verhältnis sollte so gewählt werden, dass der programmierte Fahrweg aufgrund der Achsdynamik nicht in einem bzw. einigen wenigen Interpolationstakten abgefahren wird. Dies führt zu hohen Belastungen an der Maschine und unter Umständen zu axialen Alarmen mit Abbruch der Teileprogrammbearbeitung.

Beispiel

Drehung des Kompensationsvektors und damit des Bearbeitungskopfes um 90° :

- Ausgangsorientierung: Parallel zur Koordinatenachse X
- Zielorientierung Parallel zur Koordinatenachse Y

Ungünstige Programmierung der Umorientierung:

- $[1, 0, 0] \rightarrow [0, 1, 0]$

Vorteilhafte Programmierung der Umorientierung:

- $[100, 0, 0] \rightarrow [0, 100, 0]$

Drehung des Werkstückkoordinatensystems

Der Kompensationsvektor bezieht sich, wie oben beschrieben, immer auf das Basiskoordinatensystem (Maschinenkoordinatensystem). Erfolgt zur Bearbeitung des Werkstücks eine Transformation des Werkstückkoordinatensystems (Drehung, Spiegelung) so, dass die Koordinatenachsen der beiden Koordinatensysteme nicht mehr parallel und gleichorientiert verlaufen, ist eine entsprechende Transformation für den Kompensationsvektor vorzunehmen.



Vorsicht

Erfolgt eine Transformation des Werkstückkoordinatensystems so, dass die Koordinatenachsen des Basis- und Werkstückkoordinatensystems nicht mehr parallel und gleichorientiert verlaufen, liegt die entsprechende Transformation des Kompensationsvektors in der alleinigen Verantwortung des Anwenders.

2.6.2 Regelkreisverstärkung (CLC_GAIN)

Syntax

CLC_GAIN = *Faktor*

Faktor

- Format: Real
- Wertebereich: y 0.0

CLC_GAIN ist eine NC-Adresse und kann daher zusammen mit anderen Anweisungen in einem Teileprogrammsatz geschrieben werden.

Bei Programmierung eines negativen Faktors wird ohne Alarm der Betragswert verwendet.

Funktionalität

Die aktuelle Regelkreisverstärkung der Abstandsregelung ergibt sich aus der aktiven, über Maschinendaten vorgegebenen Kennlinie:

- MD62510 \$MC_CLC_SENSOR_VOLTAGE_TABLE1 (Koordinate Spannung der Stützpunkte Sensorkennlinie 1)
- MD62511 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_TABLE1 (Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 1)

bzw.

- MD62512 \$MC_CLC_SENSOR_VOLTAGE_TABLE2 (Koordinate Spannung der Stützpunkte Sensorkennlinie 2)
- MD62513 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_TABLE2 (Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 2)

Über CLC_GAIN kann die Regelkreisverstärkung der Kennlinie multiplikativ mit einem programmierbaren Faktor beaufschlagt werden.



Vorsicht

Ein Vergrößern der Verstärkung ($\text{CLC\_GAIN} > 1.0$) kann zu Schwingungen der geregelten Achsen führen!

Aktivierungszeitpunkt

Die geänderte Regelkreisverstärkung wird in dem Teileprogrammsatz wirksam, in dem CLC_GAIN programmiert wurde, bzw. wenn dieser Satz keine ausführbaren Anweisungen enthält, im nächsten Teileprogrammsatz mit ausführbaren Anweisungen.

Verhalten bei Kennlinienumschaltung

Der programmierte Faktor bleibt auch nach einem Umschalten der Verstärkungskennlinie (CLC_SEL) wirksam, d. h. er wirkt sofort auf die neu angewählte Kennlinie.

Verhalten bei $\text{CLC\_GAIN}=0.0$

Wird die Regelkreisverstärkung der Abstandsregelung mit $\text{CLC\_GAIN}=0.0$ ausgeschaltet, bleibt der zum Ausschaltzeitpunkt vorhandene CLC -Positionsoffset unverändert erhalten. Dies kann z. B. beim Laserschneiden von Blechen dazu verwendet werden, um ohne einzusinken bereits herausgefallene Blechausschnitte zu "überfliegen".

Wird bei aktiver 3D-Abstandsregelung und ausgeschalteter Regelkreisverstärkung ($\text{CLC\_GAIN}=0.0$) die Werkzeugorientierung verändert, wird der CLC -Offsetvektor mitgedreht. Dies führt in der Regel zu einer Verschiebung des CLC -Arbeitspunktes auf der Werkstückoberfläche (siehe folgendes Bild).

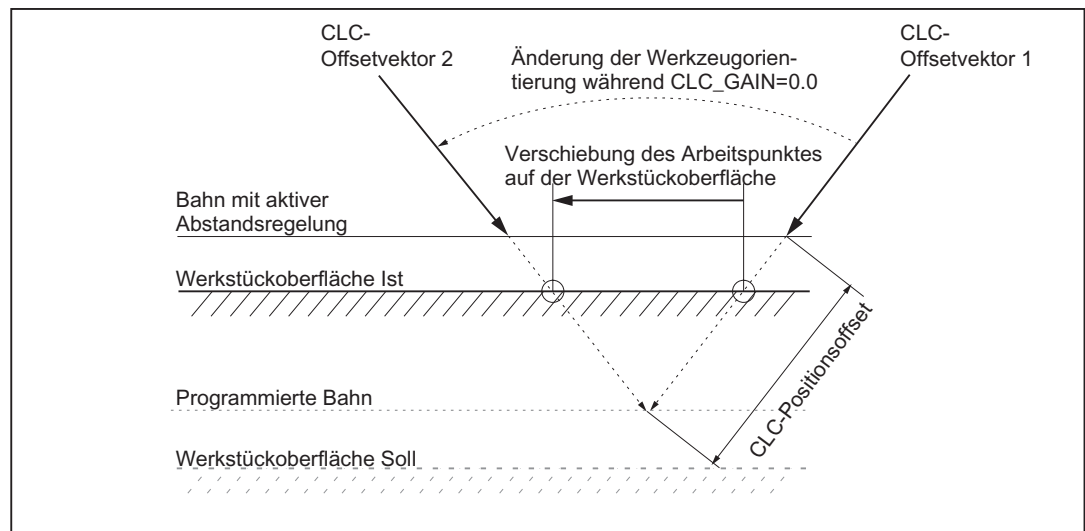


Bild 2-12 Verhalten des CLC -Versatzvektors während $\text{CLC\_GAIN}=0.0$

Rücksetzen

Innerhalb eines Teileprogramms muss ein geänderter Verstärkungsfaktor durch explizite Programmierung von CLC_GAIN=1.0 rückgesetzt werden.

RESET-Verhalten

Nach Power-On-Reset, NC-RESET oder Programmende ist CLC_GAIN=1.0 wirksam.

2.6.3 Begrenzung des Regelbereichs (CLC_LIM)

Syntax

CLC_LIM(*Untergrenze, Obergrenze*)

Untergrenze, Obergrenze

Format und Wertebereich wie Maschinendaten:

- MD62505 \$MC_CLC_SENSOR_LOWER_LIMIT[n] (Untere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)
- MD62506 \$MC_CLC_SENSOR_UPPER_LIMIT[n] (Obere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)

CLC_LIM(...) ist ein Prozedur-Aufruf, und muss daher in einem eigenen Teileprogramm-Satz programmiert werden.

Funktionalität

Der maximale Regelbereich der Abstandsregelung kann über CLC_LIM satzspezifisch angepasst werden. Begrenzt wird die maximal programmierbare Unter- bzw. Obergrenze durch den im jeweiligen Maschinendatum vorgegebenen Grenzwert:

- MD62505 \$MC_CLC_SENSOR_LOWER_LIMIT[1] (Untere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)
- MD62506 \$MC_CLC_SENSOR_UPPER_LIMIT[1] (Obere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)

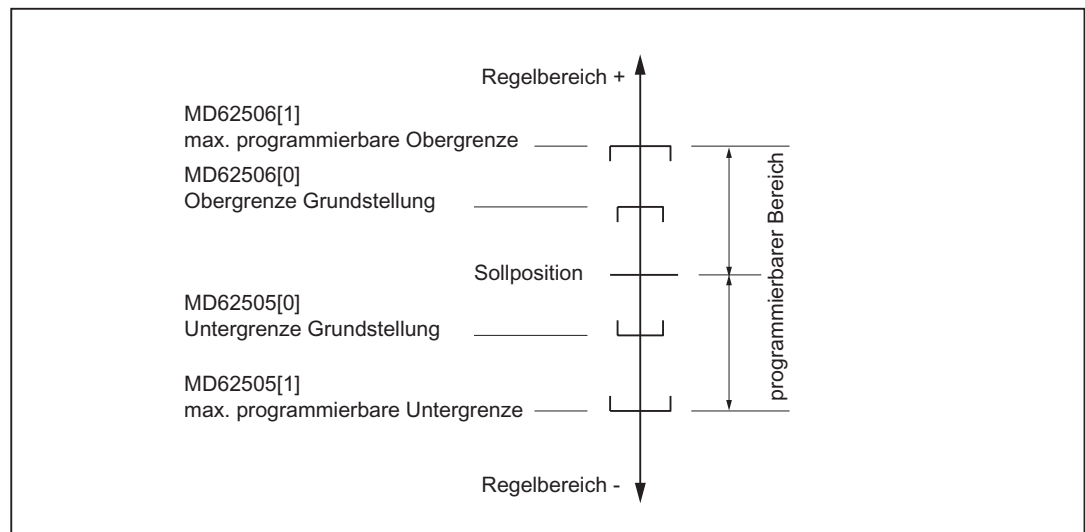


Bild 2-13 Wertebereichsgrenzen für Unter- und Obergrenze

Die Begrenzung des Regelbereiches wirkt relativ zur aktuell programmierten Sollposition der Achse. Werden die Begrenzungen so verändert, dass die Istposition außerhalb der Begrenzung liegt, wird von der Abstandsregelung automatisch in den Begrenzungsbereich zurückgefahren.

Rücksetzen

Innerhalb eines Teileprogramms kann eine veränderte Begrenzung des Regelbereiches durch explizite Programmierung von CLC_LIM ohne Argumente "CLC_LIM()" rückgesetzt werden. Anschließend sind wieder die Begrenzungen aus den folgenden Maschinendaten wirksam:

- MD62505 \$MC_CLC_SENSOR_LOWER_LIMIT[0] (Untere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)
- MD62506 \$MC_CLC_SENSOR_UPPER_LIMIT[0] (Obere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung)

RESET-Verhalten

Nach Power-On-Reset, NC-RESET und Programmende wird die Voreinstellung aus den oben aufgeführten Maschinendaten wirksam.

Fehlermeldungen

Folgende Programmierfehler werden mit einem Alarm angezeigt:

- Programmierung von mehr als 2 Argumenten
 - CLC-Alarm "75005 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* CLC_LIM: allgemeiner Programmierfehler"
- Programmierung von Argumenten außerhalb der zulässigen Grenzen
 - CLC-Alarm "750010 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* CLC_LIM Wert größer als MD-Grenze"

2.6.4 Richtungsabhängiges Sperren der Verfahrbewegung

Syntax

$\$A\_OUT[Nummer] = Freigabesignal$

Nummer

Nummer des parametrisierten digitalen Ausganges (siehe unten: Parametrierung)

- Format: Integer
- Wertebereich: 1, 2, . . . max. Anzahl digitaler Ausgänge

Freigabesignal

Invertierbares Freigabesignal (siehe unten: Parametrierung)

- Format: Integer
- Wertebereich: 0, 1

Die Systemvariable $\$A\_OUT[n]$ kann satzsynchron in Teileprogramm oder asynchron über Synchronaktionen gesetzt werden.

Funktionalität

Über parametrierbare digitale Ausgänge (Systemvariable $\$A\_OUT$), lässt sich die durch die Abstandsregelung erzeugte Verfahrbewegung (Stellgröße) richtungsabhängig sperren. So lange z. B. die negative Verfahrrichtung gesperrt ist, verfahren die abstandsgeregelten Achsen aufgrund des Sensorsignals nur in positiver Verfahrrichtung.

Dies kann z. B. beim Laserschneiden von Blechen dazu verwendet werden, um ohne einzusinken bereits herausgefallene Blechausschnitte zu "überfliegen".

Parametrierung

Die Parametrierung der digitalen Ausgänge erfolgt über das Maschinendatum:

- MD62523 $\$MC\_CLC\_LOCK\_DIR\_ASSIGN\_DIGOUT[n]$ (Zuordnung der Digitalausgänge für Verriegelung der CLC-Bewegung)

$n = 0 \rightarrow$ digitaler Ausgang zum Sperren der negativen Verfahrrichtung

$n = 1 \rightarrow$ digitaler Ausgang zum Sperren der positiven Verfahrrichtung

Beispiel

Folgende digitale Ausgänge sollen verwendet werden:

- $\$A\_OUT[3]$ zum Sperren der negativen Verfahrrichtung
- $\$A\_OUT[4]$ zum Sperren der positiven Verfahrrichtung

Parametrierung in den Maschinendaten:

- MD62523 $\$MC\_CLC\_LOCK\_DIR\_ASSIGN\_DIGOUT[0] = 3$ (Zuordnung der Digitalausgänge für Verriegelung der CLC-Bewegung)
- MD62523 $\$MC\_CLC\_LOCK\_DIR\_ASSIGN\_DIGOUT[1] = 4$

Wirkung:

- \$A_OUT[3] = 0 → Die negative Fahrtrichtung ist freigegeben
- \$A_OUT[3] = 1 → Die negative Fahrtrichtung ist gesperrt
- \$A_OUT[4] = 0 → Die positive Fahrtrichtung ist freigegeben
- \$A_OUT[4] = 1 → Die positive Fahrtrichtung ist gesperrt

Invertierung der Auswertung

Durch Eingabe der negativen Nummer des digitalen Ausgangs, wird das digitale Ausgangssignal invertiert ausgewertet:

Parametrierung in den Maschinendaten:

- MD62523 \$MC_CLC_LOCK_DIR_ASSIGN_DIGOUT[0] = -3 (Zuordnung der Digitalausgänge für Verriegelung der CLC-Bewegung)
- MD62523 \$MC_CLC_LOCK_DIR_ASSIGN_DIGOUT[1] = -4

Wirkung:

- \$A_OUT[3] = 0 → Die negative Fahrtrichtung ist gesperrt
- \$A_OUT[3] = 1 → Die negative Fahrtrichtung ist freigegeben
- \$A_OUT[4] = 0 → Die positive Fahrtrichtung ist gesperrt
- \$A_OUT[4] = 1 → Die positive Fahrtrichtung ist freigegeben

2.6.5 Satzweise vorgebbare Spannungsoffset (CLC_VOFF)

Syntax

CLC_VOFF = *Spannungsoffset*

Spannungsoffset

- Format: Real
- Einheit: Volt
- Wertebereich: keine Einschränkungen

CLC_VOFF ist eine NC-Adresse und kann daher zusammen mit anderen Anweisungen in einem Teileprogrammsatz geschrieben werden.

Funktionalität

Über CLC_VOFF kann der Abstandsregelung ein konstanter Spannungsoffset vorgegeben werden, der von der Eingangsspannung des Abstandssensors subtrahiert wird. Der programmierte Spannungsoffset bewirkt somit eine Änderung des Sollabstandes zwischen Wertstück und Abstandssensor bzw. eine Verschiebung des Arbeitspunktes der Abstandsregelung.

Der quantitative Einfluss des Spannungsoffsets ist abhängig von den weiteren Parametern der Abstandsregelung und kann daher nicht allgemeingültig normiert werden.

Aktivierungszeitpunkt

Der Spannungsoffset wird in dem Teileprogrammsatz wirksam, in dem CLC_VOFF programmiert wurde, bzw. wenn dieser Satz keine ausführbaren Anweisungen enthält, im nächsten Teileprogrammsatz mit ausführbaren Anweisungen.

Rücksetzen

Innerhalb eines Teileprogramms muss ein Spannungsoffset durch explizite Programmierung von CLC_VOFF =0.0 rückgesetzt werden.

RESET-Verhalten

Nach Power-On-Reset, NC-RESET oder Programmende ist CLC_VOFF =0.0 wirksam.

2.6.6 Per Synchronaktion vorgebbarer Spannungsoffset

Syntax

$\$A\_OUTA[Nummer] = \text{Spannungsoffset}$

Nummer

Nummer des parametrisierten analogen Ausgangs (siehe unten: Parametrierung)

- Format: Integer
- Wertebereich: 1, 2, . . . max. Anzahl analoger Ausgänge

Spannungsoffset

Wie Spannungsoffset bei CLC_VOFF (siehe Kapitel "Satzweise vorgebbare Spannungsoffset (CLC_VOFF)").

Funktionalität

Über einen parametrierbaren analogen Ausgang (Systemvariable \$A_OUTA), lässt sich der Abstandsregelung ein Spannungsoffset vorgeben, der wie CLC_VOFF von der Eingangsspannung des Abstandssensors subtrahiert wird.

Durch Programmierung des analogen Ausgangs innerhalb einer Synchronaktion kann der Spannungsoffset im Interpolations-Takt angepasst werden.

Parametrierung

Die Parametrierung des analogen Ausgangs erfolgt über das Maschinendatum:

MD62522 \$MC_CLC_OFFSET_ASSIGN_ANAOUT (Änderung des Soll-Abstands durch Überlagerung des Sensorsignals)

Beispiel

Am analogen Eingang \$A_INA[3] liegt eine externe Spannung Uext, die als kontinuierlich veränderbarer Spannungsoffset z. B. zu Test- oder Inbetriebnahmezwecken der Sensorspannung überlagert werden soll. Als analoger Ausgang für den Spannungsoffset der Abstandsregelung wird \$A_OUTA[2] verwendet.

Parametrierung des analogen Ausgangs für den Spannungsoffset der Abstandsregelung:

MD62522 \$MC_CLC_OFFSET_ASSIGN_ANAOUT = 2 (Änderung des Soll-Abstands durch Überlagerung des Sensorsignals)

Die Zuweisung des analogen Eingangs \$A_INA[3] auf den analogen Ausgang der Abstandsregelung \$A_OUTA[2] erfolgt innerhalb einer Synchronaktion:

ID=1 DO \$A_OUTA[2] = \$A_INA[3]

2.6.7 Auswahl der aktiven Sensorkennlinie (CLC_SEL)

Syntax

CLC_SEL(*Kennliniennummer*)

Kennliniennummer

- Format: Integer
- Wertebereich: 1, 2

CLC_SEL(...) ist ein Prozedur-Aufruf und muss daher in einem eigenen Teileprogramm-Satz programmiert werden.

Mit *Kennliniennummer* = 2 wird die Kennlinie 2 ausgewählt. Bei jedem anderen Wert wird ohne Alarm die Kennlinie 1 ausgewählt.

Funktionalität

Mit CLC_SEL kann zwischen den in den Maschinendaten definierten Sensorkennlinien umgeschaltet werden.

- Kennlinie 1:
 - MD62510 \$MC_CLC_SENSOR_VOLTAGE_TABLE_1 (Koordinate Spannung der Stützpunkte Sensorkennlinie 1)
 - MD62511 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_TABLE_1 (Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 1)
- Kennlinie 2:
 - MD62512 \$MC_CLC_SENSOR_VOLTAGE_TABLE_2 (Koordinate Spannung der Stützpunkte Sensorkennlinie 2)
 - MD62513 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_TABLE_2 (Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 2)

RESET-Verhalten

Nach Power-On-Reset, NC-RESET oder Programmende ist Kennlinie 1 wirksam.

2.7 Funktionsspezifische Anzeigedaten

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" stellt spezifische Anzeigedaten zur Unterstützung der Inbetriebnahme bzw. zu Service-Zwecken bereit.

Anwendungsmöglichkeiten

Anwendungsmöglichkeiten der Anzeigedaten sind z. B.:

- Ermittlung der Formabweichungen und kurzzeitig auftretender Regelfehler über die Variablen für den maximalen und minimalen Positionsoffset bzw. der Sensoreingangsspannung.
- Ermittlung des vom A/D-Wandlers erfasste Spannungsrauschens über die Variablen für die maximale und minimale Sensoreingangsspannung. Voraussetzungen sind dabei ein konstanter Abstand des Abstandssensors von der Werkstückoberfläche und das Ausschalten der Abstandsregelung mittels $CLC\_GAIN = 0.0$.

Die Erfassung der minimalen und maximalen Werte erfolgt im Lagereglertakt.

Variablen-Typen

Die Anzeigedaten stehen sowohl als kanalspezifische GUD- (Global User Data) als auch als BTSS-Variable zur Verfügung.

2.7.1 Kanalspezifische GUD-Variable

Als Anzeigedaten stellt die Technologiefunktion "Abstandsregelung" folgende kanalspezifische GUD-Variable für die HMI-Applikationen zur Verfügung:

- SINUMERIK HMI Advanced
- SINUMERIK HMI Embedded

Tabelle 2-1 Kanalspezifische GUD-Variable

GUD-Variable	Bezeichnung	Einheit	Zugriff
CLC_DISTANCE[0]	aktueller Positionsoffset	mm	nur lesen
CLC_DISTANCE[1]	absolutes Minimum des Positionsoffsets	mm	lesen/schreiben
CLC_DISTANCE[2]	absolutes Maximum des Positionsoffsets	mm	lesen/schreiben
CLC_VOLTAGE[0]	aktuelle Sensoreingangsspannung	V	nur lesen
CLC_VOLTAGE[1]	absolutes Minimum der Sensoreingangsspannung	V	lesen/schreiben
CLC_VOLTAGE[2]	absolutes Maximum der Sensoreingangsspannung	V	lesen/schreiben

Nach erfolgter Inbetriebnahme der Technologiefunktion werden die genannten GUD-Variablen nicht automatisch auf der HMI-Oberfläche angezeigt.

HMI Advanced

Zum Anlegen und Anzeigen der GUD-Variablen sind bei HMI Advanced folgende Bedienhandlungen durchzuführen.

1. Kennwort setzen

Es ist das Kennwort der Schutzstufe 1: (Maschinenhersteller) einzugeben.

2. Anzeige der "Definitionen" aktivieren

Bedienbereichsumschaltung > Dienste > Datenauswahl

3. Falls noch keine SGUD.DEF Datei vorhanden ist:

Bedienbereichsumschaltung > Dienste > Daten verwalten > Neu...

- Name: SGUD
- Typ: GlobaleDaten/System

mit **OK** bestätigen.

Die Datei wird daraufhin im Editor geöffnet.

1. GUD-Variablen-Definitionen editieren

DEF CHAN REAL CLC_DISTANCE[3] ; Array of real, 3 elements

DEF CHAN REAL CLC_VOLTAGE[3] ; Array of real, 3 elements

M30

2. Datei speichern und Editor schließen

3. Datei SGUD.DEF aktivieren

Die GUD-Variablen der Abstandsregelung werden jetzt angezeigt unter:

Bedienbereichsumschaltung > Parameter > Anwenderdaten > Kanal Anw.Daten

HMI Embedded

Zum Anlegen und Anzeigen der GUD-Variablen sind bei HMI Embedded folgende Bedienhandlungen durchzuführen.

1. Kennwort setzen

Es ist das Kennwort der Schutzstufe 1: (Maschinenhersteller) einzugeben.

2. Falls noch keine SGUD.DEF Datei vorhanden ist:

Bedienbereichsumschaltung > Dienste > Daten verwalten > Programme/Daten:
Cursor auf Definitionen stellen > **Neu...**

- Name: SGUD
- Typ: DEF

mit **OK** bestätigen.

Die Datei wird daraufhin im Editor geöffnet.

1. GUD-Variablen-Definitionen editieren

DEF CHAN REAL CLC_DISTANCE[3] ; Array of real, 3 elements

DEF CHAN REAL CLC_VOLTAGE[3] ; Array of real, 3 elements

M30

2. Datei speichern und Editor schließen

3. Datei SGUD.DEF aktivieren

Die GUD-Variablen der Abstandsregelung werden jetzt angezeigt unter:

Bedienbereichsumschaltung > Parameter > Anwenderdaten > Kanalsp. Anw.Daten

SINUMERIK NCK

Die neu angelegten und bereits angezeigten GUD-Variablen werden von der Abstandsregelung erst nach einem NCK-POWER ON-RESET erkannt und mit aktuellen Werten versorgt.

Hinweis

Nach dem Anlegen der GUD-Variablen muss ein NCK-POWER ON-RESET ausgelöst werden, damit die Abstandsregelung die GUD-Variablen aktualisiert.

2.7.2 BTSS-Variable

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" stellt folgende kanalspezifische BTSS-Variable als Anzeigedaten für die HMI-Applikation zur Verfügung:

- SINUMERIK HMI Advanced

Tabelle 2-2 Kanalspezifische BTSS-Variable

BTSS-Variable	Bezeichnung	Einheit	Zugriff
CLC[0]	aktueller Positionsoffset	mm	nur lesen
CLC[1]	absolutes Minimum des Positionsoffsets	mm	lesen/schreiben
CLC[2]	absolutes Maximum des Positionsoffsets	mm	lesen/schreiben
CLC[3]	aktuelle Sensoreingangsspannung	V	nur lesen
CLC[4]	absolutes Minimum der Sensoreingangsspannung	V	lesen/schreiben
CLC[5]	absolutes Maximum der Sensoreingangsspannung	V	lesen/schreiben
CLC[6]	1. Komponente des normierten Werkzeugorientierungsvektors	-	nur lesen
CLC[7]	2. Komponente des normierten Werkzeugorientierungsvektors	-	nur lesen
CLC[8]	3. Komponente des normierten Werkzeugorientierungsvektors	-	nur lesen

Nach erfolgter Inbetriebnahme der Technologiefunktion steht die BTSS-Variable nicht automatisch zur Verfügung.

BTSS-Variable

Zum Definieren der BTSS-Variablen sind die im Folgenden aufgeführten Bedienhandlungen durchzuführen.

1. Anlegen der CLC-spezifischen Definitions-Datei: **CLC.NSK**

Hinweis:

Es wird empfohlen, die Datei nicht im Verzeichnis \MMC2 sondern unter \OEM anzulegen, damit sie nicht durch die Installation eines neuen Softwarestandes überschrieben wird.

2. Definieren der CLC-spezifischen BTSS-Variablen

In die Datei CLC.NSK ist folgende Zeile einzufügen:

```
LINK("CLC",200,"2 1 1 1 1F# /NC 5 0 1",100)
```

3. Anlegen bzw. Erweitern der Anwender-spezifischen Definitions-Datei: **USER.NSK**

Siehe Punkt 1.: Hinweis

4. In der Datei USER.NSK ist der Aufruf der CLC-spezifischen Definitions-Datei: CLC.NSK zu ergänzen. Dazu ist folgende Zeile einzufügen:

```
CALL(CLC.NSK)
```

LinkItem verwenden

Zur Verwendung der BTSS-Variablen in einem DDE-Control, muss die Eigenschaft "LinkItem" des DDE-Controls gemäß dem folgenden Beispiel gesetzt werden:

```
label1.LinkItem = "CLC[u1,1,9](!d%15.4lf")"
```

Der Format-String kann gegebenenfalls angepasst werden.

Die folgenden Code-Zeilen zeigen beispielhaft die Verteilung der durch den NCDDE-Zugriff gelieferten Variablen auf ein Feld von Labels:

```
For i = 0 To 8
```

```
label2.Caption[ i ] = Trim$(Mid$(label1.Caption, 1 + 15 * i, 15) )
```

```
Next
```

2.8 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

Randbedingungen

3.1 Peripheriebaugruppen

Die analoge Ausgangsspannung des Abstandssensors muss zur A/D-Wandlung über eine Peripheriebaugruppe mit analogem Eingang an die NC angeschlossen werden.

3.1.1 Peripheriebaugruppen (840D)

Der Anschluss der analogen Peripheriebaugruppe (DMP-Kompaktmodul) erfolgt über einen NCU-Terminal-Block am Antriebsbus.

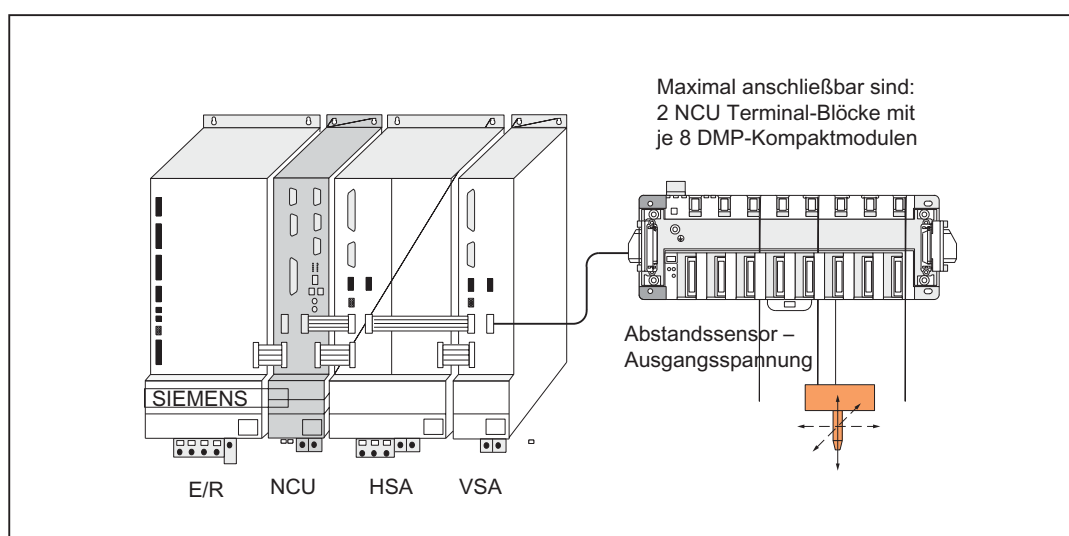


Bild 3-1 Abstandssensor-Anschluss über analoges DMP-Moduls

Geeignete Peripheriebaugruppen

Da die A/D-Wandlungszeit direkt in die Totzeit des Regelkreises der Abstandsregelung eingeht, darf nur eine Peripheriebaugruppe mit kleiner Wandlungszeit verwendet werden.

Eine für die Abstandsregelung geeignete Peripheriebaugruppe ist:

- DMP-Kompakt-Modul 1E NC-Analog
Wandlungszeit: 75 μ s
Bestellnummer (MLFB): 6FC5 211-0AA10-0AA0

Anschluss der Peripheriebaugruppen

Die Beschreibung zum Anschluss der Peripheriebaugruppen findet sich in:

Literatur:

/PHD/ SINUMERIK 840D Handbuch Projektierung NCU, Terminalblock,
Kap. NCU-Terminal-Block (6FC5 211-0AA00-0AA0)

/PHD/ SINUMERIK 840D Handbuch Projektierung NCU, DMP-Kompaktmodule,
Kap. 1E NC-Analog (6FC5 211-0AA10-0AA0)

3.1.2 Peripheriebaugruppen (840Di)

Der Anschluss der analogen Peripheriebaugruppe erfolgt bei SINUMERIK 840Di über den PROFIBUS-DP.

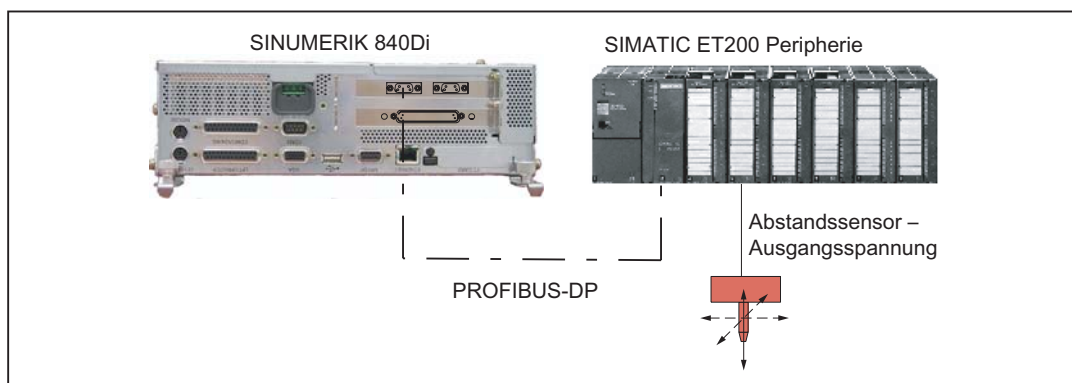


Bild 3-2 Abstandssensor-Anschluss über analoge S7 Peripheriebaugruppe

Geeignete Peripheriebaugruppen

Da die A/D-Wandlungszeit direkt in die Totzeit des Regelkreises der Abstandsregelung eingeht, darf nur eine Peripheriebaugruppe mit kleiner Wandlungszeit verwendet werden.

Eine für die Abstandsregelung geeignete SIMATIC S7 Peripheriebaugruppe ist:

- Analoges Peripheriemodul 2 AI, U, High Speed für ET 200S

Wandlungszeit je Kanal (max. 2): 100 μ s

Zykluszeit für beide Kanäle: 1 ms

Bestellnummer (MLFB): 6ES7 134-4FB50-0AB0

Anschluss der Peripheriebaugruppen

Die Beschreibung zum Anschluss der Peripheriebaugruppen findet sich in:

Literatur:

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di, PROFIBUS-DP Kommunikation,
Kap. SIMATIC S7 Peripheriegeräte

3.1.3 Externe Glättungsfilter

Soll zur Glättung der Ausgangsspannung des Abstandssensors vor der A/D-Wandlung der Ausgangsspannung durch die Peripheriebaugruppe ein externer Filter zwischengeschaltet werden, ist dabei sicherzustellen, dass die resultierende Zeitkonstante klein gegenüber dem Lagereglertakt der NC ist.

Hinweis

Es ist regelungstechnisch günstiger ein großes Signal-Rausch-Verhältnis über elektromagnetische Abschirmmaßnahmen zu erzielen, als durch die Verwendung von Glättungsfiltern im Signalpfad.

3.2 Funktionsspezifische Randbedingungen

NC-Stop von PLC

Soll im Zusammenhang mit NC-Stop nicht nur die programmierte Bahnbewegung, sondern auch die Verfahrbewegung der abstandsgeregelten Achsen gestoppt werden, so ist dazu neben dem Nahtstellensignal "NC-Stop" zusätzlich das Nahtstellensignal "NC-Stop Achsen und Spindeln" zu setzen:

- DB21, ... DBX7.3 (NC-Stop)
- DB21, ... DBX7.4 (NC-Stop Achsen und Spindeln)

Nachführen

Wird eine abstandsgeregelte Achse als Alarmreaktion oder über das entsprechende Nahtstellensignal von PLC in den Zustand "Nachführen" geschaltet, erfolgt auch keine Sollwertausgabe seitens der Abstandsregelung mehr an diese Achse.

Fahren ohne Software-Endschalter

Sollen die abstandsgeregelten Achsen unreferiert verfahren werden (Fahren ohne Software-Endschalter), so müssen dennoch für die achsspezifischen Software-Endschalter Werte außerhalb des benutzten Verfahrbereichs eingetragen werden in den entsprechenden Maschinendaten:

- MD36100 \$MA_POS_LIMIT_MINUS (1. Softwareendschalter minus)
- MD36110 \$MA_POS_LIMIT_PLUS (1. Softwareendschalter plus)
- MD36120 \$MA_POS_LIMIT_MINUS2 (2. Softwareendschalter minus)
- MD36130 \$MA_POS_LIMIT_PLUS2 (2. Softwareendschalter plus)

Die Abstandsregelung berücksichtigt die Maschinendaten auch im unreferierten Zustand einer Achse.

Digital-/Analog-Eingänge sperren

Sowohl der Analogeingang für die Eingangsspannung des Abstandssensors als auch der Digitaleingang den die Abstandsregelung im Rahmen der Sonderfunktion "Schnellabheben im Lagereglertakt" verwendet, sind von der PLC aus nicht beeinflussbar (sperrbar):

DB10, DBB0 (Sperrung der digitalen NCK-Eingänge)

DB10, DBB146 (Sperrung der analogen NCK-Eingänge)

Siehe dazu auch die Beschreibung zum Maschinendatum:

- MD62508 \$MC_CLC_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 4 und 5 (Spezielle Funktionen und Betriebsarten der Abstandsregelung)

Gantry-Achsen

Nur eine der abstandsgeregelten Achsen darf als Leitachse eines Gantry-Verbundes konfiguriert sein, definiert über das Maschinendatum:

MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition)

Die Verwendung von Folgeachsen eines Gantry-Verbundes im Rahmen der Abstandsregelung ist nicht zulässig.

Anzeige der Achspositionen

Die tatsächliche aktuelle Achsposition einer abstandsgeregelten Achse als Summe aus interpolatorischer Achsposition und dem aktuellen Positionsoffset der Abstandsregelung wird im Maschinen-Grundbild einer SINUMERIK Standard-HM nicht angezeigt:

- SINUMERIK HMI Advanced
- SINUMERIK HMI Embedded

Die tatsächliche aktuelle Achsposition wird bei genannten HMIs im Service-Bild **Bedienbereichsumschaltung > Diagnose > Service Anzeigen > Achse/Spindel** als "Lageistwert" angezeigt.

NC-Kanäle

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" ist auch bei Steuerungen mit mehr als einem NC-Kanal nur im ersten NC-Kanal anwendbar.

- Als abstandsgeregelte Achsen dürfen nur Kanalachsen des ersten NC-Kanals verwendet werden.
- Die Verwendung von CLC-Teileprogrammbefehlen ist nur in Teileprogrammen erlaubt, die im ersten NC-Kanal abgearbeitet werden.

Konflikt mit anderen Maschinendaten

Nicht zulässig ist die Verwendung des Maschinendatums:

MD30132 \$MA_IS_VIRTUAL_AX = 1 (Achse ist virtuelle Achse)

Hinweis

Die Technologiefunktion "Abstandsregelung" ist nur im **ersten** NC-Kanal anwendbar!

Rechenzeitbedarf

An Steuerungen, bei denen die parametrisierten Taktzeiten von Interpolations- und Lageregeltakt gegenüber der jeweiligen Standardeinstellung stark optimiert wurde, ist der zusätzliche Rechenzeitbedarf der Technologiefunktion "Abstandsregelung" zu berücksichtigen.

Der zusätzliche Rechenzeitbedarf entsteht dabei ab der Aktivierung der Abstandsregelung im Teileprogramm (CLC(x)). Bei Überschreitung des Interpolations- oder Lageregeltaktes wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm: "4240 Rechenzeitüberlauf auf der IPO- oder Lagereglerebene, IP *Teileprogrammstelle*"

Die Bearbeitung des Teileprogramms wird abgebrochen.

Beispiele

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Antriebs-spezifische Maschinendaten (840D)

Maschinendaten Antrieb (SIMODRIVE 611D)

Nummer	Bezeichner: \$MD_	Beschreibung
1502	SPEED_FILTER_1_TIME[n]	Zeitkonstante, Solldrehzahl Filter 1
1503	SPEED_FILTER_2_TIME[n]	Zeitkonstante, Solldrehzahl Filter 2

5.1.2 Antriebs-spezifische Maschinendaten (840Di)

Parameter Antrieb (SIMODRIVE 611D; POSMO SI/CD/CA)

Nummer	Bezeichner: \$MD_	Beschreibung
1502	SPEED_FILTER_1_TIME[n]	Zeitkonstante, Solldrehzahl Filter 1
1503	SPEED_FILTER_2_TIME[n]	Zeitkonstante, Solldrehzahl Filter 2

5.1.3 NC-spezifischen Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10300	FASTIO_ANA_NUM_INPUTS	Anzahl der aktiven analogen NCK-Eingänge
10350	FASTIO_DIG_NUM_INPUTS	Anzahl der aktiven digitalen NCK-Eingangsbytes
10362	HW_ASSIGN_ANA_FASTIN	Hardware-Zuordnung der externen analogen NCK-Eingänge: 0...7
10380	HW_UPDATE_RATE_FASTIO	Update-Takt der synchron getakteten externen NCK Ein/Ausgangsmodule
10382	HW_LEAD_TIME_FASTIO	Vortriggerzeit der synchron getakteten externen NCK Ein/Ausgänge. Terminal Block: 0...3

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10384	HW_CLOCKED_MODULE_MASK	Synchrone Bearbeitung der einzelnen externen Ein/Ausgangsmodule. Terminal Block: 0...3
10712	NC_USER_CODE_CONF_NAME_TAB	Liste der umbenannten NC-Bezeichner

5.1.4 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
28090	MM_NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS	Anzahl der Compile-Zyklen-Satzelemente (DRAM)
28100	MM_NUM_CC_BLOCK_USER_MEM	Speicherplatz für Compile-Zyklen-Satzelemente (DRAM) in kB
28254	MM_NUM_AC_PARAM	Anzahl Parameter für Synchronaktionen

Abstandsregelung

62500	CLC_AXNO	Achszuordnung für die Abstandsregelung
62502	CLC_ANALOG_IN	Analogeingang für die Abstandsregelung
62504	CLC_SENSOR_TOUCHED_INPUT	Zuordnung eines Eingangsbits für das Signal "Sensor-Kollision"
62505	CLC_SENSOR_LOWER_LIMIT	Untere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung
62506	CLC_SENSOR_UPPER_LIMIT	Obere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung
62508	CLC_SPECIAL_FEATURE_MASK	Spezielle Funktionen und Betriebsarten der Abstandsregelung
62510	CLC_SENSOR_VOLTAGE_TABLE_1	Koordinate Spannung der Stützpunkte Sensorkennlinie 1
62511	CLC_SENSOR_VELO_TABLE_1	Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 1
62512	CLC_SENSOR_VOLTAGE_TABLE_2	Koordinate Spannung der Stützpunkte Sensorkennlinie 2
62513	CLC_SENSOR_VELO_TABLE_2	Koordinate Geschwindigkeit der Stützpunkte Sensorkennlinie 2
62516	CLC_SENSOR_VELO_LIMIT	Geschwindigkeit der Abstandsregelbewegung
62516	CLC_SENSOR_ACCEL_LIMIT	Beschleunigung der Abstandsregelbewegung
62520	CLC_SENSOR_STOP_POS_TOL	Positionstoleranz für die Zustandsmeldung "Stillstand Abstandsregelung"
62521	CLC_SENSOR_STOP_DWELL_TIME	Wartezeit für die Zustandsmeldung "Stillstand Abstandsregelung"
62522	CLC_OFFSET_ASSIGN_ANAOUT	Änderung des Soll-Abstands durch Überlagerung des Sensorsignals
62523	CLC_LOCK_DIR_ASSIGN_DIGOUT	Zuordnung der Digitalausgänge für Verriegelung der CLC-Bewegung
62524	CLC_ACTIVE_AFTER_RESET	Abstandsregelung bleibt nach RESET weiterhin aktiv
62525	CLC_SENSOR_FILTER_TIME	Zeitkonstante der PT1-Filterung des Sensorsignals
62528	CLC_PROG_ORI_AX_MASK	Progr. Orientierungsvektor: Achsmaske

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
62529	CLC_PROG_ORI_MAX_ANGLE	Progr. Orientierungsvektor: Maximaler Differenzwinkel
62530	CLC_PROG_ORI	Progr. Orientierungsvektor: Index der \$AC_PARAM-Variablen zur Ausgabe des aktuellen Differenzwinkels

5.1.5 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
32070	CORR_VELO	Achsgeschwindigkeit für Handrad, externe Nullpunktverschiebung, SA-Abstandsregelung
32410	AX_JERK_TIME	Zeitkonstante für axiales Rückfilter
32610	VELO_FFW_WEIGHT	Vorsteuerfaktor für die Geschwindigkeitsvorsteuerung
36000	STOP_LIMIT_COARSE	Genauhalt grob
36010	STOP_LIMIT_FINE	Genauhalt fein
36040	STANDSTILL_DELAY_TIME	Verzögerungszeit Stillstandsüberwachung
36060	STANDSTILL_VELO_TOL	Geschwindigkeit für Achse/Spindel gestoppt
36750	AA_OFF_MODE	Art der Werte-Verrechnung bei axialer Positionsüberlagerung

5.2 Signale

5.2.1 Signale an Kanal

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
21, ...	1.4	Stopp CLC-Bewegung
21, ...	1.5	Feedrate-Override wirkt auf CLC

5.2.2 Signale von Kanal

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
21, ...	37.3	CLC ist aktiv
21, ...	37.4-5	CLC-Bewegung ist im Stillstand
21, ...	37.4	CLC-Bewegung an unterer Bewegungsgrenze
21, ...	37.5	CLC-Bewegung an oberer Bewegungsgrenze

Index

A

Abstandsregelung

- Ausführliche Beschreibung, 2-1
- Inbetriebnahme, 2-13
- Kollisionsüberwachung, 2-12
- Kompensationsvektor, 2-8
- Programmierung, 2-21
- Randbedingungen, 3-1
- Regeldynamik, 2-3
- Regelkreisstruktur, 2-7

Abstandsreglung, 2-3

- Geschwindigkeitsvorsteuerung, 2-5
- Technologische Eigenschaften, 2-11

D

DB10

- DBB0, 3-4
- DBB146, 3-4

DB21, ...

- DBX7.3, 3-3
- DBX7.4, 3-3

DBX31, ...

- DBX1.5, 2-24
- DBX2.1, 2-24
- DBX21.7, 2-24

L

Laserschneiden

- Abstandsregelung, 2-1

M

MD10300, 2-14, 2-15

MD10350, 2-14, 2-15

MD10362, 2-14, 2-15, 2-19

MD10366, 2-14, 2-15, 2-19

MD10380, 2-14

MD10384, 2-14

MD10712, 2-17

MD1502, 2-6

MD1503, 2-6

MD28090, 2-13

MD28100, 2-13

MD30132, 3-4

MD32000, 2-16

MD32200, 2-16

MD32230, 2-16

MD32410, 2-6

MD32610, 2-6

MD36000, 2-18

MD36010, 2-18

MD36020, 2-18

MD36040, 2-18

MD36060, 2-18

MD36100, 3-3

MD36110, 3-3

MD36120, 3-3

MD36130, 3-3

MD37100, 3-4

MD60940, 2-13

MD62500, 2-18

MD62502, 2-18

MD62504, 2-12, 2-18, 2-23

MD62505, 2-20, 2-28, 2-29

MD62506, 2-20, 2-28, 2-29

MD62508, 3-4

MD62510, 2-26, 2-33

MD62511, 2-20, 2-26, 2-33

MD62512, 2-26, 2-33

MD62513, 2-20, 2-26, 2-33

MD62522, 2-32, 2-33

MD62523, 2-30, 2-31

MD62524, 2-22

MD62528, 2-16

MD65520, 2-17

MD65530, 2-17

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D
Sonderfunktionen:
Analoge Achse (TE2)
Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl 1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE 7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE 3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE 7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Allgemeines.....	2-1
2.2	Hardware-Aufbau.....	2-2
2.3	Konfiguration.....	2-3
2.4	Sollwert	2-4
2.5	Istwert.....	2-6
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Maschinendatenwirksamkeit.....	3-1
3.2	Sollwerte in NCK-GUD anzeigen.....	3-1
3.3	Funktionsspezifische Alarmtexte	3-2
4	Beispiele	4-1
4.1	Allgemeine Inbetriebnahme einer Compile-Zyklen-Funktion.....	4-1
4.2	Inbetriebnahme der analogen Achse.....	4-2
4.3	Konfigurationsbeispiel einer analogen Achse.....	4-3
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten.....	5-1
5.1.2	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

840D

Die Funktion "Analoge Achse" wurde bis SW 6 als Compile-Zyklus angeboten. Inzwischen kann die Funktion mit Hilfe des Hydraulik-Moduls realisiert werden. Als Compile-Zyklus entfällt sie deshalb.

840Di

Bei 840Di wird die Funktion "Analoge Achse" mittels ADI4-Board realisiert.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Allgemeines

Mit der Funktion "Analoge Achse" können bis zu 8 verfügbare NC-Achsen über eine ± 10 V Drehzahlschnittstelle mit einem analogen Antrieb (z. B. SIMODRIVE 611A) geregelt werden. Die Funktion ist für einzelne Motoren an einer Maschine gedacht, die nicht mit den digitalen Antrieben geregelt werden können, wie beispielsweise große Spindelmotoren oder einzelne Motoren für Werkzeugwechsler.

Anzahl der analogen Achsen

Die maximale Anzahl der analogen Achsen ist von der maximalen Anzahl der verfügbaren NC-Achsen abhängig.

Die analog geregelten Achsen zählen zu den maximal vorhandenen NC-Achsen im System und reduzieren damit die Anzahl der digitalen Achsen.

	NC Achsen	analoge Achsen
NCU2	12	3
NCU3s	12	3
NCU3	31	8

Funktion

Hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten bestehen bei den analogen Achsen keine Einschränkungen gegenüber den digitalen Achsen. Es besteht auch keine Abhängigkeit zu den Kanälen, d. h. die analogen Achsen können in unterschiedlichen Kanälen liegen, auch der Achstausch zwischen den Kanälen ist möglich. Für die analogen Achsen stehen alle Funktionen der normalen NC-Achsen/Spindeln zur Verfügung wie:

- Programmierung aus Teileprogrammen
- Verfahren von PLC
- Verfahren von Hand usw.

Drehzahl-Sollwert

Der Drehzahlsollwert einer analogen Achse steht auf einem DMP-Modul auf dem NCU-Terminalblock an, und wird von dort zum analogen Antrieb geführt.

Lageistwert

Der Lageistwert der Achse wird von einem Rohsignalgeber erfasst. Als Messeingang wird ein freier Messwerteingang für direktes Messsystem eines aktiven digitalen Antriebs genutzt.



Vorsicht

Bei einem Interpolationsverbund mit analogen und digitalen Achsen ist das unterschiedliche Dynamikverhalten der Antriebe zu beachten (Schleppabstand, Drift).

2.2 Hardware-Aufbau

Das folgende Bild zeigt den Hardwareaufbau einer analogen Achse:

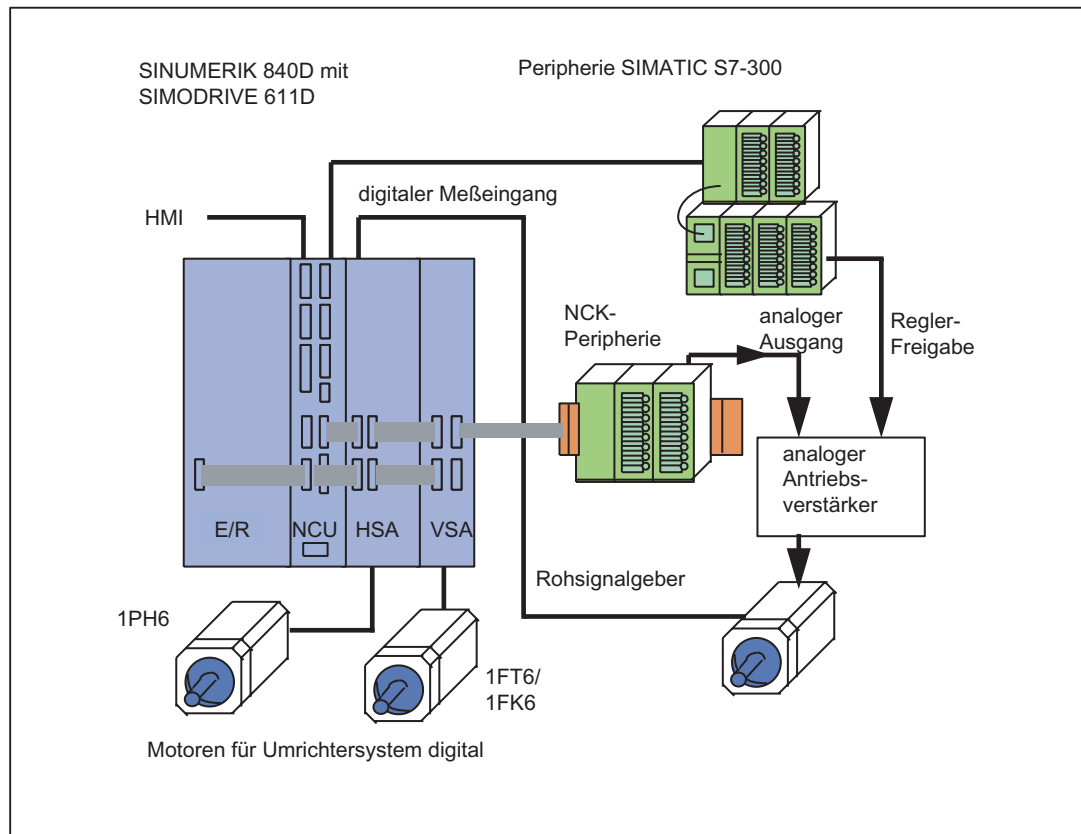


Bild 2-1 Hardwareaufbau einer analogen Achse

Benötigte Hardware

Im Folgenden sind alle notwendigen Hardwarekomponenten genannt:

- NCU-Terminalblock (6FC5211-0AA00-0AA0)
- DMP-Ausgangsmodul (6FC5111-0CA05-0AA0) pro analog Achse
- Kabel für Sollwert vom DMP-Ausgangsmodul zum analogen Antrieb
- analoger Antriebsverstärker, z. B. SIMODRIVE 611A
- Rohsignalgeber am Motor
- Istwertkabel für direktes Messsystem (15-poliger Stecker)
- aktiver SIMODRIVE 611D Antrieb mit freiem Istwerteingang für direktes Messsystem (Buchse X422) und Submodul für direktes Messsystem

2.3 Konfiguration

Im Folgenden wird gezeigt wie eine NC-Achse über Maschinendaten so konfiguriert wird, dass sie mit einem analogen Antriebsverstärker geregelt werden kann.

Achse als analoge Achse erklären

Jede NC-Achse kann als analoge Achse betrieben werden. Die maximale Anzahl ist von der Anzahl der NC-Achsen abhängig.

Über das folgende axiale Maschinendatum wird eine NC-Achse zur analogen Achse erklärt:

MD63530 \$MA_ANALOG_AXIS

Eingabewert ist die Modulnummer des DMP-Moduls auf dem NCU-Terminalblock, wobei Modulnummer 1- 8 möglich ist. Mit dem Eingabewert 0 wird die analoge Achse deaktiviert.

Alarmer bei falscher Konfiguration

Werden mehr analoge Achsen als zulässig sind aktiviert, so steht nach dem Hochlauf Alarm 75100 "Zu viele analoge Achsen konfiguriert" an.

Wird das gleiche DMP-Modul von mehr als einer analogen Achse belegt, so führt dies zu Alarm 75101 "DMP-Modul Nr. %1 mehrmals belegt".

Die DMP-Module dürfen nicht von anderen System Funktionen der Steuerung (z. B. Synchronaktionen) benutzt werden, da dies die Servoausgabe stören würde. DMP-Module werden über das folgende globale Maschinendatum vom Interpolator belegt:

MD10310 \$MN_FASTIO_ANA_NUM_OUTPUTS

Die Nummer der DMP-Module für die analogen Achsen müssen daher größer sein als der Inhalt von Maschinendatum 10310, ansonsten steht Alarm 75102 "DMP-Modul Nr.: %1 von Systemfunktionen genutzt" an.

Maschinendaten zur Konfiguration des Analog-Moduls

Folgende System-Maschinendaten sind für das korrekte Ausgeben des Drehzahlsollwertes über das Analog-Modul bedeutsam:

- MD10364 \$MN_HW_ASSIGN_ANA_FASTOUT (pro Analog-Modul)
Spezifikation seiner physikalischen Adresse aktiviert das Analog-Modul.
- MD10384 \$MN_HW_CLOCKED_MODULE_MASK (pro Terminalblock)
Der Steckplatz, in dem das Analog-Ausgangsmodul auf dem Terminalblock gesteckt ist, muss auf taktsynchronen Betrieb eingestellt werden.
Dies geschieht durch Setzen des Bits, das dem Steckplatz des Moduls auf dem Terminalblock entspricht (z. B. 5. Steckplatz: 10Hex)
- MD10380 \$MN_HW_UPDATE_RATE_FASTIO (pro Terminalblock)
Auswahl des Taktes, auf den der D/A-Wandler synchronisiert wird
2 = Lageregeltakt für die analoge Achse.

2.4 Sollwert

Sollwert Hardware

In jedem Lageregeltakt wird der Drehzahlsollwert einer analogen Achse auf einen Digital-Analogwandler geschrieben und steht dort als Signal im Bereich +/- 10 V an.

Pro analoger Achse wird ein Digital- Analogwandler benötigt, der als DMP-Ausgangsmodul auf dem NCU-Terminalblock sitzt. Auf einem NCU-Terminalblock befinden sich max. 8 DMP-Module.

Der Sollwert wird an den analogen Antriebsverstärker (z. B. SIMODRIVE 611A) geführt, der den Motor ansteuert.

Reglerfreigabe

Weitere Signale, wie Reglerfreigabe oder NC-Ready, die der analoge Antriebsverstärker benötigt, stehen am NCU-Terminalblock nicht an, sondern müssen von der SIMATIC Peripherie abgeleitet werden.

Sollwert konfigurieren

Analoge Achsen geben keinen internen Sollwert an einen digitalen Antrieb. Daher sind diese Achsen sollwertseitig als simulierte Achsen zu konfigurieren. Hierzu werden die Maschinendaten 30100 bis 30130 verwendet.

MD30100 \$MA_CTRL_OUT_SEGMENT_NR = 1: Bussegment 840D

MD30110 \$MA_CTRL_OUT_MODULE_NR =: Hier muss trotz simuliertem Sollwertausgang die Modulnummer eines nicht belegten Moduls stehen. Dieses Modul muss als Hardware nicht vorhanden sein.

MD30120 \$MA_CTRL_OUT_NR = 1: immer 1 bei 840D

MD30130 \$MA_CTRL_OUT_TYPE = 0: simulierter Sollwert

Sollwert normieren

Mit den folgenden axialen Maschinendaten wird die Ausgangsspannung normiert und begrenzt:

MD32250 \$MA_RATED_OUTVAL und

MD32260 \$MA_RATED_VELO

In MD32260 \$MA_RATED_VELO wird die maximale Motordrehzahl in U/min eingetragen. Der Prozentwert in MD32260 \$MA_RATED_VELO gibt die Spannung bei maximaler Motordrehzahl bezogen auf +/- 10 V an. Die Eingabe 80% bedeutet bei maximaler Motordrehzahl +/- 8V am DMP-Modul. Der Prozentwert muss an den verwendeten analogen Antriebsverstärker angepasst werden.

Beispiel:

maximale Motordrehzahl 6000 U/min: MD32260 \$MA_RATED_VELO = 6000

8V bei Motordrehzahl 6000 U/min: MD32250 \$MA_RATED_OUTVAL = 80

Bei Motordrehzahl 3000 U/min stehen 4V am DMP Modul an.

Hinweis

Änderungen in den folgenden Maschinendaten werden nicht mit NewConfig aktiv, sondern erst mit Reset:

MD32250 \$MA_RATED_OUTVAL und

MD32260 \$MA_RATED_VELO

Das gilt nur im Bezug auf die Funktion analoge Achse.

Driftabgleich

In jedem analogen Antrieb gibt es eine Drift, die vom Lageregler kompensiert werden muss. Die Funktion "analoge Achse" bietet für die Drift zwei unterschiedliche Kompensationen. Die eine Kompensation besteht aus einem konstanten Driftwert der in das Maschinendatum MD36720 \$MA_DRIFT_VALUE eingegeben wird. Dieser Wert wird in jedem Lagereglertakt zum Sollwert des Lagereglers addiert und ausgegeben.

Die zweite Kompensation ist eine automatische Driftkompensation. Diese wird mit dem Maschinendatum MD36700 \$MA_DRIFT_ENABLE = 1 aktiviert. Im Maschinendatum MD36710 \$MA_DRIFT_LIMIT wird ein maximaler Driftwert für die automatische Kompensation vorgegeben. Sobald die analoge Achse in Regelung ist, keine Sollwerte vom Ipo anstehen und die Achse steht, wird die Drift automatisch kompensiert. Wird die Achse wieder verfahren, so wird der letzte Kompensationswert eingefroren und in jedem Lagereglertakt zum Sollwert addiert. Wird der Kompensationswert größer als der Wert im Maschinendatum MD36710 \$MA_DRIFT_LIMIT so wird der Alarm 75110 "Achse X1 hat Drift Limit erreicht" gesetzt und der Driftwert wird begrenzt.

Hinweis

Änderungen der Maschinendaten MD36700 \$MA_DRIFT_ENABLE, MD36710 \$MA_DRIFT_LIMIT, MD36720 \$MA_DRIFT_VALUE wirken nicht bei NewConfig, sondern erst bei Reset. Das gilt nur im Bezug auf die Funktion analoge Achse.

2.5 Istwert

Istwert Hardware

Der Lageistwert der analogen Achse wird mit einem Rohsignalgeber erfasst. Als Messwerteingang wird ein freier Messwerteingang für direktes Messsystem auf einem aktiven digitalen Antrieb (SIMODRIVE 611D) genutzt. Auf dem digitalen Antrieb ist das der untere 15-polige Messwerteingang mit der Bezeichnung X422.

Beispielsweise hat eine Maschine 3 digitale und eine analoge Achse. Der Istwert der analogen Achse kann auf einen direkten Messwerteingang der 3 digitalen Antriebe geführt werden. Dieser digitale Antrieb muss mit einem Submodul für direktes Messsystem bestückt sein. Für jede analoge Achse ist also ein aktiver digitaler Antrieb notwendig.

Istwert konfigurieren

Istwertseitig muss die analoge Achse so konfiguriert werden, dass der Istwert auf einen freien Messwerteingang für direktes Messsystem eines aktiven digitalen Antriebs gelegt wird. Da die analoge Achse nur ein Lagemesssystem hat, wird in den Maschinendaten auch nur ein Messsystem aktiviert. Hierzu werden die Maschinendaten 30200 bis 30240 verwendet.

MD30200 \$MA_NUM_ENCS = 1: analoge Achse hat ein Messsystem

MD30210 \$MA_ENC_SEGMENT_NR = 1: Bussegment 840D

MD30220 \$MA_ENC_MODULE_NR =: Modulnummer des aktiven digitalen Antriebs

MD30230 \$MA_ENC_INPUT_NR[0] = 2: direktes Messsystem

MD30240 \$MA_ENC_TYPE[0] = 1: Gebertyp Rohsignalgeber

Mit dem PLC-Signal an Achse DB31- 48, DBX1.5 wird das erste Messsystem aktiviert. Umschaltung auf das Messsystem 2 ist nicht möglich und wird ignoriert.

Randbedingungen

NCU 572.2

Bei Verwendung der Hardware NCU 572.2 ist eine kundenspezifische Freigabe Voraussetzung für die Benutzung der Funktion Analoge Achse.

SINUMERIK 840Di

Der Betrieb von analogen Achsen über den PROFIBUS-DP der SINUMERIK 840Di ist in Vorbereitung.

Die Compile-Zyklen-Funktion der SINUMERIK 840D sind für die SINUMERIK 840Di zum derzeitigen Zeitpunkt nur auf Anfrage erhältlich.

3.1 Maschinendatenwirksamkeit

Bei folgenden Maschinendaten sind die Änderungen nicht bei NewConfig wirksam, sondern erst bei Reset:



Vorsicht

MD32250 \$MA_RATED_OUTVAL

MD32260 \$MA_RATED_VELO

MD36700 \$MA_DRIFT_ENABLE

MD36710 \$MA_DRIFT_LIMIT

MD36720 \$MA_DRIFT_VALUE

Das gilt nur im Bezug auf die Funktion analoge Achse.

3.2 Sollwerte in NCK-GUD anzeigen

Zur Unterstützung der Inbetriebnahme können die Spannungen der einzelnen analogen Achsen auf der Bedientafelfront im Anzeigebereich "Parameter - Anwenderdaten" angezeigt werden.

Dazu müssen die entsprechenden GUDs angelegt werden. Eine genaue Beschreibung des nötigen Vorgehens finden Sie in der Dokumentation "SINUMERIK 840D/810D Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung" im Kapitel "Datei und Programmverwaltung".

Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Erzeugen Sie einen Sicherungsfile INITIAL.INI.
2. Schreiben Sie auf einem externen PC einen Text-File, der die folgenden Zeilen enthält:

```
% N SGUD_DEF  
: $PATH=/ N DEF DIR  
DEF NCK REAL ANALOG_AXIS_VOLTAGE[n]  
M30
```

n = Anzahl der analogen Achsen

3. Laden Sie diesen File in die NC.
4. Laden Sie den gesicherten INITIAL.INI -File in die NC.

Nach dem nächsten Power On werden die Spannungen der maximal 3 analogen Achsen in dem Array der GUDs normiert auf maximal +/- 10 V angezeigt.

3.3 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

Beispiele

4.1 Allgemeine Inbetriebnahme einer Compile-Zyklen-Funktion

Voraussetzung

- Der HMI-Softwarestand muss 3.5 oder höher sein.
- Eine NCK-Technologiekarte mit der Funktion "analoge Achse" muss verfügbar sein.

SRAM Inhalt sichern

Als erster Schritt der Installation einer Compile-Zyklen-Funktion wird die in der NCU gesteckte Original-Karte gegen die Technologie-Karte getauscht. Dieser Schritt entspricht dem Vorgehen bei einer normalen Hochrüstung auf ein neueren Softwarestand und erfordert wie diese das Löschen des statischen (batterie-gestützten) Speichers der Steuerung. Um den damit verbundenen kompletten Datenverlust zu vermeiden, müssen als erstes alle im SRAM gespeicherten Daten gesichert werden. Eine detaillierte Beschreibung finden Sie in der Hersteller/Service-Dokumentation "SINUMERIK 840D/SIMODRIVE 611D Inbetriebnahmeanleitung":

1. Stellen Sie das Maschinen-Hersteller-Kennwort ein.
2. Wechseln Sie in den Bedienbereich "Dienste".
3. Drücken Sie den Softkey "Serien-IBN".
4. Wählen Sie als zu sichernden Bereiche "NC" und "PLC" aus und geben Sie einen Namen für das auf der Festplatte zu erstellende Archiv-File ein. Schließen Sie mit der Input-Taste ab.

5. Wenn die Steuerung maschinenspezifische Kompensationsdaten enthält, müssen diese in ein eigenes Archivfile gesichert werden:

Drücken Sie den Softkey "Daten aus" und wählen Sie unter dem Punkt "NC aktive Daten" nach Ihrem Bedarf die folgenden Daten aus:

"Messsystem-Kompensationen",

"Durchhang/Winkligkeits-Kompensation" und

"Quadrantenfehler-Kompensation".

Sichern Sie diese Daten durch Drücken des Softkeys "Archiv..." und Angabe eines weiteren Filenamens auf ein 2. Archivfile.

Bewahren Sie die so erstellten Archivfiles gut auf, da Sie die Rückkehr zum Original-Zustand ermöglichen.

PC- Karte stecken

- Steuerung ausschalten
- PC-Karte mit der neuen Firmware (Technologie-Karte) in den PCMCIA-Steckplatz der NCU stecken
- Fahren Sie fort mit folgenden Schritten:
 1. Drehen Sie den Schalter S3 auf der Frontplatte der NCU auf 1
 2. Schalten Sie die Steuerung wieder ein.
 3. Beim Hochlauf wird die Firmware von der PC-Karte in den Speicher der NCU kopiert.
 4. Warten Sie bis die Ziffer "6" auf der NCU-Ziffern-Anzeige erscheint (etwa eine Minute).
 5. Drehen Sie Schalter S3 zurück auf Null.

Hinweis

Wenn die Ziffer "6" nicht angezeigt wird, ist ein Fehler aufgetreten.

- Fehlerhafte PC-Karte (z. B. Karte für NCU2 in einer NCU3-Hardware)
 - Hardware der Karte defekt.
-

SRAM Inhalt zurückspeichern

Um die gesicherten Daten in die Steuerung zurückzuspeichern, gehen Sie vor wie beschrieben im Abschnitt Serien-Inbetriebnahme. Bitte beachten Sie alle Hersteller-Hinweise zu neuen Software-Versionen.

- Setzen Sie das Maschinen-Hersteller-Kennwort.
- Drücken Sie "Daten ein" und "Archiv...". Laden Sie anschließend gegebenenfalls das Archiv mit den gesicherten Kompensationsdaten.

4.2 Inbetriebnahme der analogen Achse

Die Inbetriebnahme der Funktion "analoge Achse" erfordert als nächsten Schritt das Aktivieren des Compile-Zykluses.

Optionsdatum für Compile-Zyklen

- Setzen Sie die Option für die Compile-Zyklusapplikation 2
- **Lösen Sie einen weiteren Hochlauf aus.** Danach sollte am Ende der axialen-Maschinendaten-Liste das Maschinendatum 63530 sichtbar sein (nach "ANALOG_AXIS" oder "63530" suchen).

Analog-Ausgang

Nehmen Sie das DMP Modul für den analogen Sollwert mit dem folgenden Maschinendatum in Betrieb:

MD10362 \$MN_HW_ASSIGN_NUM_INPUTS

Alarmer

Tragen Sie die Alarmtexte in die entsprechenden sprachspezifischen Textdateien ein.

GUD

Eventuell GUD "ANALOG_AXIS_VOLTAGE" zur Kontrolle der Spannungsausgabe anlegen.

Analoge Achse

Achse mit dem folgenden Maschinendatum als analoge Achse erklären und die achsialen Maschinendaten für Sollwertausgang und Istwerteingang der analogen Achse setzen:

MD63530 \$MA_ANALOG_AXIS

4.3 Konfigurationsbeispiel einer analogen Achse

Bei folgender Maschine soll eine Achse mit einem analogen Antrieb geregelt werden.

- Kanal 1: Maschinenachse AX1, AX2, AX3
- Kanal 2: Maschinenachse AX4, AX5
- Die Achsen 1 - 4 sind digitale Achsen, Antrieb 5 ist der NCU-Terminalblock.
- Die Achse AX5 soll analog betrieben werden. Analogwert soll an DMP-Modul 2 anstehen. Dieses Modul hat den Steckplatz 3 auf dem NCU-Terminalblock.
- Als Istwerteingang wird das direkte Messsystem vom digitalen Antrieb 3 genutzt.
- Die maximale Motordrehzahl beträgt 3000 U/min.
- Die maximale Motordrehzahl wird mit +/- 8 V erreicht.

Die Maschinendaten für das DMP-Modul, den Sollwertausgang und den Istwerteingang sind folgendermaßen zu setzen:

Achsspezifische Maschinendaten Achse 5

63530 \$MA_ANALOG_AXIS = 2

DMP-Modulnummer

Sollwerte

30100 \$MA_CTRLOUT_SEGMENT_NR = 1	Bussegment 840D
30110 \$MA_CTRLOUT_MODULE_NR= 6	freies Modul (muss nicht vorhanden sein)
30120 \$MA_CTRLOUT_NR = 1	immer 1 bei 840D
30130 \$MA_CTRLOUT_TYPE = 0	simulierter Sollwert
32250 \$MA_RATED_OUTVAL = 80	80% Nennspannung bei max. Motordrehzahl
32260 \$MA_RATED_VELO = 3000	max. Motordrehzahl

Istwerte

30200 \$MA_NUM_ENCS = 1	analoge Achse hat ein Messsystem
30210 \$MA_ENC_SEGMENT_NR = 1	Bussegment 840D
30220 \$MA_ENC_MODULE_NR = 3	Modulnummer 3
30230 \$MA_ENC_INPUT_NR[0] = 2	direktes Messsystem
30240 \$MA_ENC_TYPE[0] = 1	Gebertyp: Rohsignalgeber

Globale Maschinendaten

10310 \$MN_FASTIO_ANA_NUM_INPUTS = 0 oder 1	von Systemfunktionen belegte DMP-Module
10364 \$MN_HW_ASSIGN_ANA_FASTOUT[1]= 1090301	2. DMP-Modul Platz 3 auf dem NCU-Terminalblock zuordnen, siehe auch A4
10383 \$MN_HW_CLOCKED_MODULE_MASK=8H	DMP-Modul auf taktsynchronen Betrieb stellen (3.Steckplatz)
10380 \$MN_HW_UPDATE_RATE_FASTIO = 2	Lagereglertakt

Nach Power On

Mit den axialen Maschinendaten 36700 bis 36720 den Driftabgleich an der 5. Achse durchführen.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10310	FASTIO_ANA_NUM_OUTPUTS	Anzahl der aktiven NCK-Ausgänge
10364	HW_ASSIGN_ANA_FASTOUT	Hardware-Zuordnung der externen analogen NCK-Ausgänge: 0...7
10380	HW_UPDATE_RATE_FASTIO	Update-Takt der synchron getakteten externen NCK Ein/Ausgangs-Module
10384	HW_CLOCKED_MODULE_MASK	Synchrone Bearbeitung der einzelnen externen Ein/Ausgangs-Module. Terminal Block: 0...3

5.1.2 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
30100	CTRLOUT_SEGMENT_NR	Sollwertzuordnung Antriebtyp
30110	CTRLOUT_MODULE	Sollwertzuordnung Antriebsnummer
30120	CTRLOUT_NR	Sollwertausgang auf Antriebsmodul
30130	CTRLOUT_TYPE	Ausgabeart des Sollwerts
30200	NUM_ENCS	Anzahl der Geber
30210	ENC_SEGMENT_NR	Istwerteingang Antriebtyp
30220	ENC_MODULE_NR	Istwerteingang Antriebsnummer
30230	ENC_INPUT_NR	Istwerteingang auf Antriebsmodul
30240	ENC_TYPE	Art der Istwerterfassung
32250	RATED_OUTVAL	Nennausgangsspannung
32260	RATED_VELO	maximale Motordrehzahl
36700	DRIFT_ENABLE	automatischer Driftabgleich
36710	DRIFT_LIMIT	Driftgrenzwert für aut. Driftabgleich
36720	DRIFT_VALUE	Driftgrundwert
63530	ANALOG_AXIS	Konfiguration einer analogen Achse

Index

A

Analoge Achse
 Hardware-Aufbau, 2-2
 Randbedingungen, 3-1

B

Beispiel
 Tangentialsteuerung, 4-1

D

DB31- 48, DBX1.5, 2-6

M

MD10310, 2-3

MD10362, 4-3
MD10364, 2-4
MD10380, 2-4
MD10384, 2-4
MD30100, 2-4
MD30110, 2-4
MD30120, 2-4
MD30130, 2-4
MD30200, 2-6
MD30210, 2-6
MD30220, 2-6
MD30230, 2-6
MD30240, 2-6
MD32250, 2-5, 3-1
MD32260, 2-5, 3-1
MD36700, 2-5, 3-1
MD36710, 2-5, 3-1
MD36720, 2-5, 3-1
MD63530, 2-3, 4-3

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Drehzahl-/Drehmomentkopplung, Master-Slave (TE3)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Drehzahl-/Drehmomentkopplung (ab SW 6)	2-1
2.1.1	Allgemeines	2-1
2.1.2	Kopplungsschaltbild	2-3
2.1.3	Konfiguration einer Kopplung	2-4
2.1.4	Momentenausgleichsregler	2-5
2.1.5	Verspannmoment	2-6
2.1.6	Aktivierung einer Kopplung	2-7
2.1.7	Ein-/Ausschaltverhalten	2-9
2.1.8	Axiale Nahtstellensignale	2-12
2.1.9	Axiale Überwachungen	2-12
2.1.10	Verhalten im Zusammenhang mit anderen Funktionen	2-13
2.1.11	Kompatibilität des SW-Standes 6.4 gegenüber früheren Ständen	2-18
2.1.12	Randbedingungen mit SW-Stand ab 6.4	2-19
2.2	Drehzahl-/Drehmomentkopplung (bis SW 5.x)	2-19
2.2.1	Allgemeines	2-19
2.2.2	Regelstruktur	2-20
2.2.3	Konfiguration einer Kopplung	2-21
2.2.4	Momentenregler	2-24
2.2.5	Vorbesetzung von Antriebsmaschinendaten	2-28
2.2.6	Aktivieren und Deaktivieren einer Kopplung	2-28
2.2.7	Verhalten bei einer aktiven Kopplung	2-30
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Drehzahl-/Drehmomentkopplung (ab SW 6)	3-1
3.2	Drehzahl-/Drehmomentkopplung (bis SW 5.x)	3-3
3.2.1	Achstausch	3-3
3.2.2	Rundachsen Modulo, Spindeln	3-3
3.2.3	Master-Slave gleichzeitig mit der Funktion Abstandsregelung	3-3
3.2.4	Momente und Reglerausgang in NCK-GUD anzeigen	3-4
3.2.5	Servo Trace	3-5
3.2.6	Reglerdaten auf Analogausgang	3-7
3.2.7	Funktionsspezifische Alarmtexte	3-8
4	Beispiele	4-1
4.1	Drehzahl-/Drehmomentkopplung	4-1
4.1.1	Master-Slave-Kopplung zwischen AX1=Master und AX2=Slave	4-1
4.1.2	Kopplung schließen über PLC	4-2
4.1.3	Kopplung schließen/trennen über Teileprogramm	4-2
4.1.4	Mechanische Bremse öffnen	4-3
5	Datenlisten	5-1
5.1	Maschinendaten	5-1
5.1.1	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1

5.2	Systemvariablen.....	5-2
5.3	Signale	5-3
5.3.1	Signale an Achse/Spindel	5-3
5.3.2	Signale von Achse/Spindel	5-3
Index		Index-1

Kurzbeschreibung

Ab SW 6

Die Funktion Drehzahl/Drehmomentkopplung (Master-Slave) wird hauptsächlich zur Leistungsverstärkung von mechanisch gekoppelten Antrieben eingesetzt. Eine weitere Anwendung ist die Kompensation von Getriebe- und Zahnflankenspiel durch gegenseitige Verspannung der Antriebe.

Drehzahl/Drehmomentkopplung (Master-Slave) ist eine Drehzahl Sollwertkopplung zwischen einer Master- und einer Slaveachse unter Einsatz eines Momentenausgleichsreglers zur gleichmäßigen Momentenaufteilung. Zu jeder Slaveachse gehört genau eine Masterachse. Umgekehrt kann eine Masterachse aber zu mehreren Slaveachsen gehören, indem man mehrere Master-Slave-Beziehungen mit jeweils derselben Masterachse projiziert. Eine projizierte Slaveachse darf keine Masterachse in einer anderen Master-Slave Beziehung sein.

Unterschiede zur bisherigen Lösung (bis SW 5.x)

- Wird für eine bereits gekoppelte Slaveachse eine Verfahrbewegung programmiert, erscheint ein Alarm.
- Die Sollposition der gekoppelten Slaveachse entspricht der aktuellen Istposition.
- Auf Anforderung wird die Kopplung unabhängig vom Kanalzustand im nächsten Achsstillstand geschlossen bzw. getrennt. Damit ist es möglich den Kopplungszustand auch während einer Teileprogrammabarbeitung zu verändern.
- Bei der Bremsenansteuerung sollte das Nahtstellensignal "Master-Slave Kopplungszustand aktiv" verwendet werden.
- Wird eine Masterachse gleichzeitig als eine Slaveachse projiziert, erscheint ein Alarm. Eine Kaskadierung ist damit nicht möglich.
- Bei angeforderter und bei geschlossener Kopplung leiten sich die Reglerfreigaben für die Slaveachse direkt von der Masterachse ab.
- Bei geschlossener Kopplung wird die Slaveachse drehzahl geregelt, das Statussignal DB3x.DBX61.5 "Lageregler aktiv" wird damit nicht gesetzt.

Weitere Informationen zu den Unterschieden entnehmen Sie bitte dem Kapitel "Randbedingungen".

Ab SW 6.4

Die Funktionalität der Drehzahl/Drehmomentkopplung ist um folgende Möglichkeiten erweitert:

- Koppeln und Trennen von **drehenden, drehzahlgesteuerten Spindeln**
- Dynamische Konfiguration von Kopplungen

Für die Umkehrung der Richtung der Slaveachse im gekoppelten Zustand steht ein eigenes Maschinendatum zur Verfügung.

Bis SW 5.x

Die Funktion Drehzahl-/Drehmomentkopplung (Master-Slave) wird bei mechanisch gekoppelten Achsen eingesetzt, die von zwei separaten Motoren angetrieben werden. Diese Funktion wurde bis SW 5 nur über Technologiekarte angeboten und war nicht im Standard enthalten.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Drehzahl/Drehmomentkopplung (ab SW 6)

2.1.1 Allgemeines

Drehzahl/Drehmomentkopplung (Master-Slave) ist eine Drehzahlsollwertkopplung zwischen einer Master- und einer Slave-Achse unter Einsatz eines Momentenausgleichsreglers zur gleichmäßigen Momentenaufteilung.

Diese Funktion wird hauptsächlich zur Leistungsverstärkung von mechanisch gekoppelten Antrieben eingesetzt. Weitere Anwendung: Kompensation von Getriebe- und Zahnflankenspiel durch gegenseitige Verspannung der Antriebe.

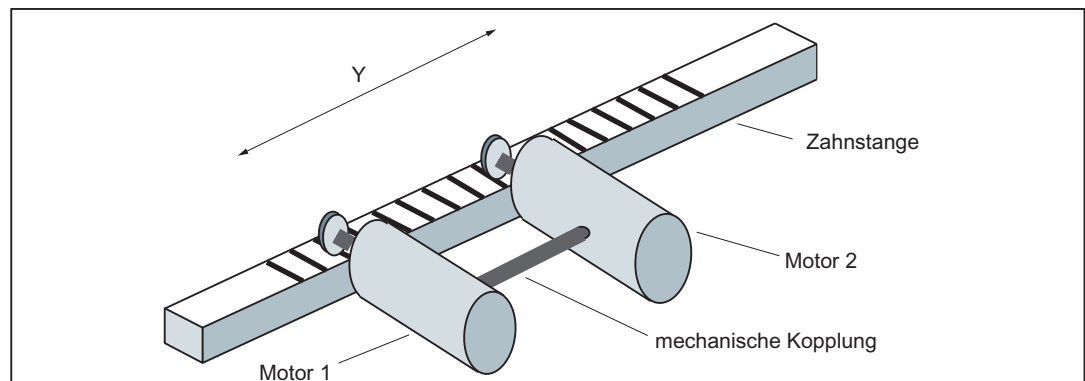


Bild 2-1 Permanente mechanische Kopplung

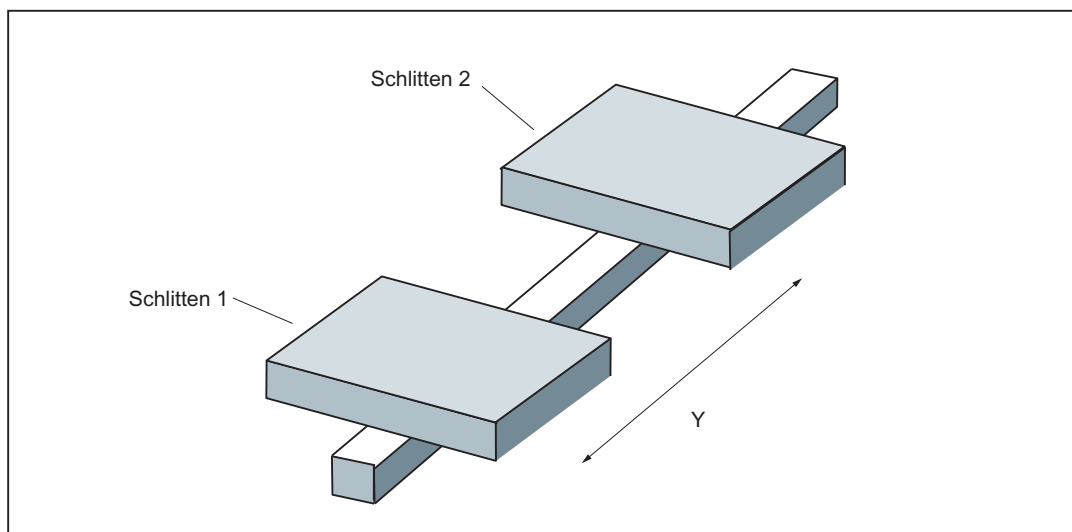


Bild 2-2 Temporär koppelbare Schlitten (Linearmotor)

Zu jeder Slaveachse gehört genau eine Masterachse.

Umgekehrt kann eine Masterachse aber zu mehreren Slaveachsen gehören, indem man mehrere Master-Slave-Beziehungen mit jeweils derselben Masterachse projiziert. Eine projizierte Slaveachse darf keine Masterachse in einer anderen Master-Slave-Beziehung sein.

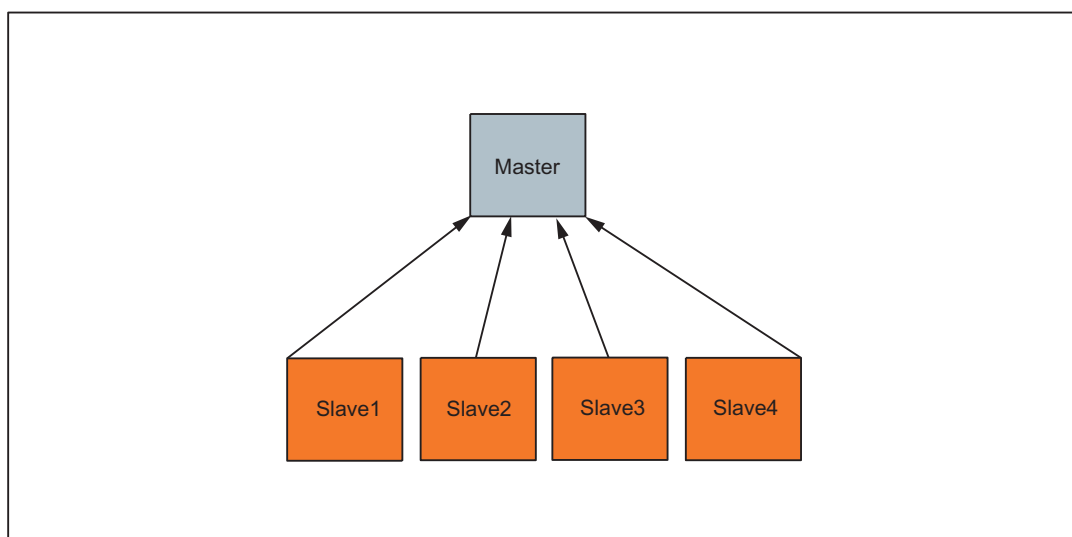


Bild 2-3 Vier Kopplungsbeziehungen mit derselben Masterachse

2.1.2 Kopplungsschaltbild

Bei geschlossener Kopplung wird die Slaveachse ausschließlich über den lastseitigen Drehzahlsollwert der Masterachse verfahren. Sie ist damit nur drehzahl- und nicht lagegeregelt.

Zwischen der Master- und der Slaveachse erfolgt keine Differenzlageregelung. Über einen Momentenausgleichsregler wird das Moment zwischen der Master- und der Slaveachse gleichmäßig aufgeteilt.

Über ein Zusatzmoment kann eine Verspannung zwischen der Master- und der Slaveachse erreicht werden.

Beim Einsatz unterschiedlicher Motoren kann über individuelle Wichtungsfaktoren die Momentenaufteilung angepasst werden.

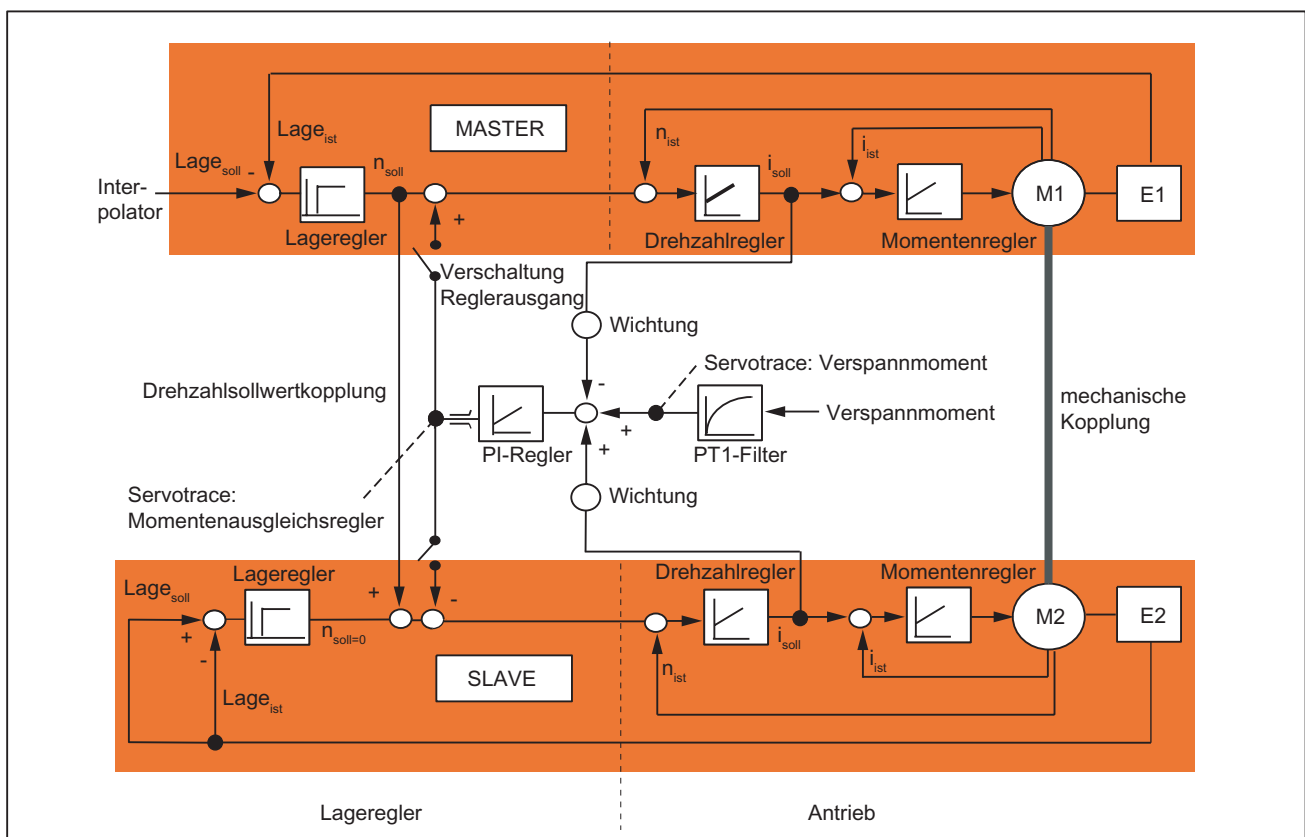


Bild 2-4 Reglerstruktur

2.1.3 Konfiguration einer Kopplung

Statisch

Eine Master-Slave-Kopplung wird nur in der Slaveachseprojektiert.

Diese muss einem der Kanäle fest zugeordnet sein. Jeder Slaveachse wird eine Masterachse für die Drehzahlsollwertkopplung und eine für die Momentenausgleichsregelung zugeordnet.

In der Standardvoreinstellung wird für die Momentenausgleichsregelung die gleiche Masterachse verwendet wie für die Drehzahlsollwertkopplung.

Die in den folgenden Maschinendaten durchgeführte Zuordnung wird automatisch in jedem Steuerungshochlauf wirksam:

MD37252 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTR

MD37250 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_SPEED_CMD

Dynamisch

Mit den Programmbefehlen MASLDEF und MASLDEL kann die Zuordnung aus dem Teileprogramm dynamisch verändert werden. Diese Art der Projektierung kann die statische Konfiguration verändern, hat aber keine Rückwirkung auf die zugehörigen Maschinendaten.

Die folgende Anweisung ordnet einer Masterachse eine oder mehrere Slaveachsen zu:

MASLDEF (slv1, slv2, ..., Masterachse)

Die folgende Anweisung hebt die Zuordnung der Slaveachsen zur Masterachse auf und trennt gleichzeitig, analog zu MASLOF die aktuelle Kopplung auf:

MASLDEL (slv1, slv2, ...)

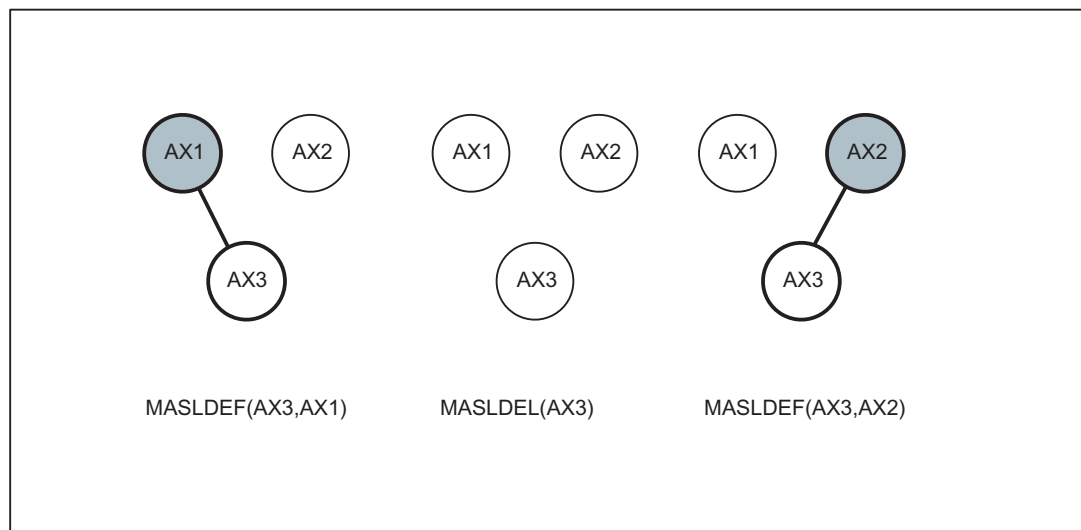


Bild 2-5 Wechselnde Konfiguration der Masterachse

Eine Änderung der Projektierung hat im gekoppelten Zustand keine Auswirkung, die Übernahme erfolgt erst zum nächsten ungekoppelten Zeitpunkt.

Im Gegensatz zur statischen Zuordnung entspricht die Masterachse für die Momentenausgleichsregelung immer der für die Drehzahlsollwertkopplung.

Eine Plausibilitätskontrolle erfolgt erst beim Schließen der Kopplung. Im Fall von Mehrfachzuordnung wird der Alarm 26031 ausgegeben.

Eine mit der Anweisung MASLDEF getroffene Zuordnung bleibt über einen Betriebsartenwechsel, ein Reset oder Teileprogrammende erhalten.

Hinweis

Um eine Standardzuordnung in jedem Reset zu realisieren, kann das Anwenderprogramm PROG_EVENT.SPF um entsprechende MASLDEF und MASLDEL Anweisungen ergänzt werden. Der ereignisgesteuerte Aufruf wird über das MD20108 \$MC_PROG_EVENT_MASK = 4 projektiert.

2.1.4 Momentenausgleichsregler

Ein PI-Regler berechnet aus der Momentendifferenz zwischen der Master- und der Slaveachse einen lastseitigen Zusatzdrehzahlsollwert. Dieser wird standardmäßig in der Master- und in der Slaveachse mit jeweils unterschiedlichen Vorzeichen auf den Führungsdrehzahlsollwert aufgeschaltet.

Beim Einsatz einer Master- und mehrerer Slaveachsen kann diese Aufteilung aber zu Instabilitäten führen. Der Ausgang des Momentenausgleichsreglers sollte in solchen Fällen nur in den Slaveachsen aufgeschaltet werden:

MD37254 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_MODE = 1

Die für die Momentenausgleichsregelung verwendeten Momentensollwerte werden im Antrieb geglättet. Die Eckfrequenz des PT1-Filters wird im folgenden Maschinendatum eingetragen:

MD1252 \$MD_TORQUE_FILTER_FREQUENCY

Der Wert sollte in der Master- und der Slaveachse gleich eingestellt sein.

Der Verstärkungsfaktor MD37256 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN entspricht dem prozentualen Verhältnis der maximalen Achsgeschwindigkeit

MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO zum Antriebsnennmoment = MD1725/8 der Slaveachse.

In der Standardeinstellung ist der I-Anteil abgeschaltet.

Die Nachstellzeit MD37258 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_I_TIME wird in Sekunden eingegeben.

Der Ausgang des Momentenausgleichsreglers wird auf den MD37260 \$MA_MS_MAX_CTRL_VELO aktiv begrenzt.

In der Einstellung MD37256 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_MODE = 3 oder MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN = 0 ist der Momentenausgleichsregler inaktiv.

Die Momentenaufteilung ist über die Eingangsgrößen des Momentenausgleichsreglers parametrierbar. Das Antriebsmoment der Slaveachse wird mit MD37268 \$MA_MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE, das der Masterachse automatisch mit (100 - MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE) gewichtet.

Werden Motoren mit unterschiedlichen Nennmomenten eingesetzt, muss die 50% zu 50 % Standardaufteilung entsprechend angepasst werden.

Eine mechanische Kopplung ist beim Einsatz des Momentenausgleichsreglers unbedingt erforderlich. Anderenfalls könnten die beteiligten Antriebe aus dem Stillstand beschleunigen.

Ein-/Auschalten über die PLC ab SW-Stand 6.4

Der Momentenausgleichsregler kann direkt über das PLC-Nahtstellensignal DB31, ... DBX24.4 ein- und ausgeschaltet werden.

Hierzu muss das folgende Maschinendatum gesetzt werden:

MD37255 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_ACTIVATION=1

Der Einschaltzustand kann im DB31, ... DBX96.4 zurückgelesen werden. Das MD37254 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_MODE wird dann nur zur Projektierung der Momentenaufteilung verwendet.

2.1.5 Verspannmoment

Über die Vorgabe eines Zusatzmoments MD37264 \$MA_MS_TENSION_TORQUE kann beim aktiven Momentenausgleichsregler eine Verspannung zwischen der Master- und der Slaveachse erreicht werden. Das Verspannmoment wird in Prozent des Nennmoments der Slaveachse eingegeben und ist sofort wirksam.

Das Verspannmoment wird über ein PT1-Filter aufgeschaltet. Die Vorgabe einer Filterzeitkonstanten MD37266 \$MA_MS_TENSION_TORQ_FILTER_TIME > 0 aktiviert den Filter.

Das Verspannmoment ist so hoch zu wählen, dass das resultierende Moment auch in Beschleunigungsvorgängen die minimale erforderliche Verspannung nicht unterschreitet. Um unnötige Motorerwärmung zu vermeiden, kann das Verspannmoment für die Zeit des Stillstandes reduziert werden.

Die Vorgabe eines Verspannmoments ohne eine mechanische Kopplung führt zu Achsbewegungen.

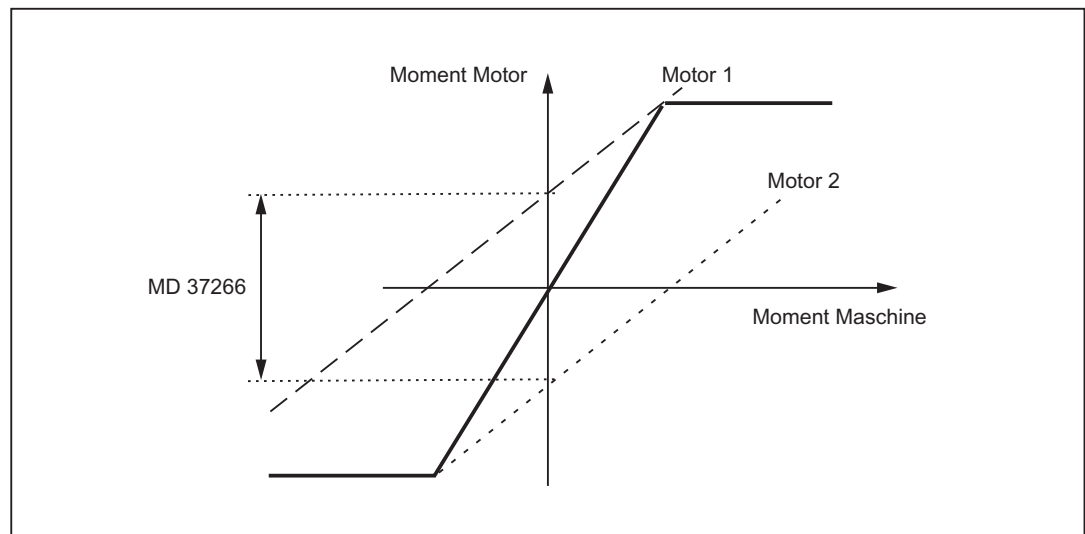


Bild 2-6 Resultierendes Verspannmoment

2.1.6 Aktivierung einer Kopplung

Die Art der Aktivierung einer Master-Slave-Kopplung wird im folgenden Maschinendatum festgelegt:

MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE

Abhängig vom Maschinenaufbau unterscheidet man zwischen einer permanenten und einer temporären Master-Slave-Kopplung.

Nur eine über Maschinendaten projektierte temporäre Master-Slave-Kopplung (MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE = 0) kann mit dem axialen PLC-Nahtstellensignal "Master/Slave Ein" (DB31, ... DBX24.7) und innerhalb eines Teileprogramms auch mit den folgenden Sprachbefehlen geschlossen und getrennt werden:

MASLON(Slaveachse1, Slaveachse2, ...)

MASLOF(Slaveachse1, Slaveachse2, ...)

Der Sollzustand der Kopplung entspricht immer der letzten Anforderung.

Der aktuelle Koppelzustand kann über das PLC-Nahtstellensignal "Master-Slave-Kopplung aktiv" (DB31, ... DBX96.7) in der Slaveachse zurückgelesen werden.

Im Teileprogramm und aus den Synchronaktionen kann der aktuelle Koppelzustand über die **Systemvariable** der Slaveachse \$AA_MASL_STAT ausgelesen werden.

Ab SW-Stand 6.4

Mit der Anweisung MASLOFS(Slv1, Slv2, ...) kann die Kopplung analog zu MASLOF getrennt und die Slavespindel automatisch abgebremst werden.

Hinweis

Eine permanente Kopplung (MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE = 1) bedarf keiner expliziten Aktivierung.

Weitere Informationen wie bei einer permanenten Master-Slave-Kopplung für die Slave Achse der Istwert durch PresetOn auf den gleichen Wert der Master Achse synchronisiert wird, siehe:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung; Kapitel "Master/Slave-Verband"

Beispiel

Ein Beispiel zur Projektierung der Master-Slave-Kopplung zwischen AX1=Master und AX2=Slave entnehmen Sie bitte dem Kapitel "Beispiele", "Drehzahl-/Drehmomentkopplung"

Steuerungsverhalten

Die Steuerung verhält sich bei Power On, Betriebsartenwechsel, Reset, Satzsuchlauf und Repos folgendermaßen:

- Eine über die PLC bzw. über die MASLON-Anweisung aktivierte Master-Slave-Kopplung bleibt über einen Betriebsartenwechsel, ein Reset oder Teileprogrammende erhalten.
- MASLON/MASLOF/MASLOFS wird beim Satzsuchlauf wirksam. Die Positionsänderungen von gekoppelten Slaveachsen und die Spindeldrehzahlen müssen gesondert vom Anwender berechnet werden (siehe "Satzsuchlauf", Kapitel "Verhalten im Zusammenhang mit anderen Funktionen").

2.1.7 Ein-/Ausschaltverhalten

Ein-/Ausschalten im Achsstillstand

Das Ein-/Ausschalten wird erst im nächsten Achsstillstand wirksam. Eine Änderung der Vorgabe führt zum gleichen Ablauf wie beim Achstausch. Die Kopplung wird im Achsstillstand geschlossen. Die gekoppelten Achsen müssen in Regelung sein.

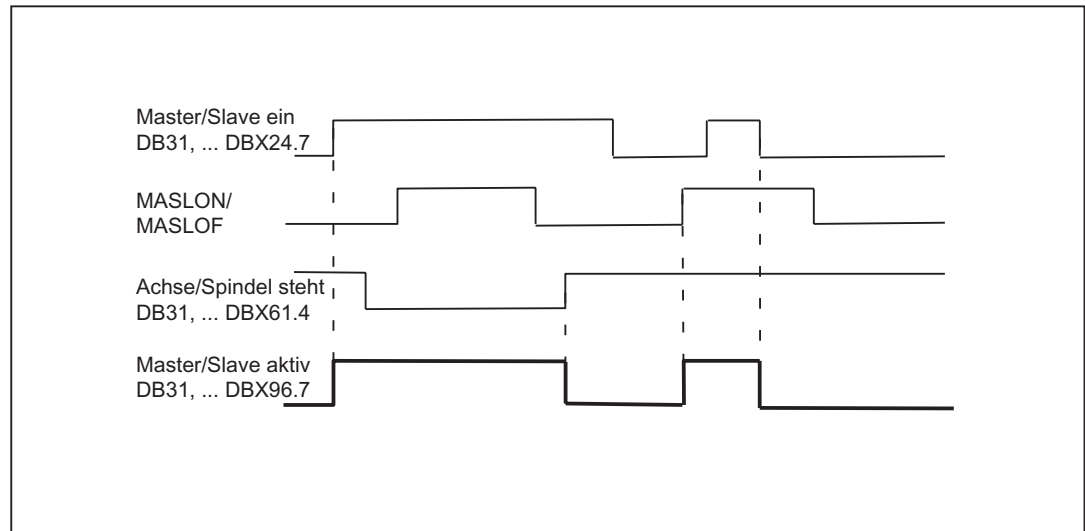


Bild 2-7 Aktivierungsvorgaben

Die Satzfortschaltung wird bei MASLON solange angehalten, bis die Kopplung tatsächlich geschlossen wurde. Am MMC/HMI wird so lange die zugehörige Kanalbetriebsmeldung "Master-Slave Umschaltung aktiv" ausgegeben.

Ein-/Ausschalten in der Bewegung ab SW-Stand 6.4

Das Ein-/Ausschalten der Kopplung in der Bewegung ist nur für Spindeln im Drehzahlsteuerbetrieb realisiert. Bei Achsen und Spindeln im Positionierbetrieb wird die Umschaltung weiterhin im Achsstillstand durchgeführt.

Einschalten in der Bewegung

Der Koppelvorgang mit unterschiedlichen Drehzahlen teilt sich in zwei Phasen.

Phase 1

Mit dem Nahtstellensignal, NST "Master/Slave Ein" (DB31, ... DBX24.7) wird das Schließen der Kopplung angefordert. Die Slavespindel beschleunigt oder bremst rampenförmig mit der ihr zur Verfügung stehenden Dynamik auf die Solldrehzahl der Masterspindel.

Beim Erreichen der Solldrehzahl wird die Kopplung geschlossen und das Nahtstellensignal, NST "Kopplung aktiv" (DB31, ... DBX96.7) gesetzt.

Wird während des Koppelvorgangs die Masterspindel beschleunigt, so verlängert sich die erste Phase entsprechend der vorhandenen Dynamikdifferenz zwischen der Master- und Slavespindel.

Phase 2

In der zweiten Phase werden aus der Ist-Differenzdrehzahl zwischen Master- und Slavespindel(n) die folgenden Synchronlaufsignale generiert:

NST "Drehzahltoleranz grob" (DB31, ... DBX96.3)

NST "Drehzahltoleranz fein" (DB31, ... DBX96.2)

Die zugehörigen Grenzwerte werden über folgende Maschinendaten festgelegt:

MD37270 \$MA_MS_VELO_TOL_COARSE ("Toleranz grob")

MD37272 \$MA_MS_VELO_TOL_FINE ("Toleranz fein").

Hinweis

Mit dem Signal "Toleranz grob" kann eine PLC-Überwachung realisiert werden, die einen gekoppelten Verband auf den Verlust der Drehzahlsynchronität überprüft. Aus dem Signal "Toleranz fein" kann der Zeitpunkt zum mechanischen Schließen der Kopplung und zum Einschalten des Momentenausgleichsreglers direkt abgeleitet werden.

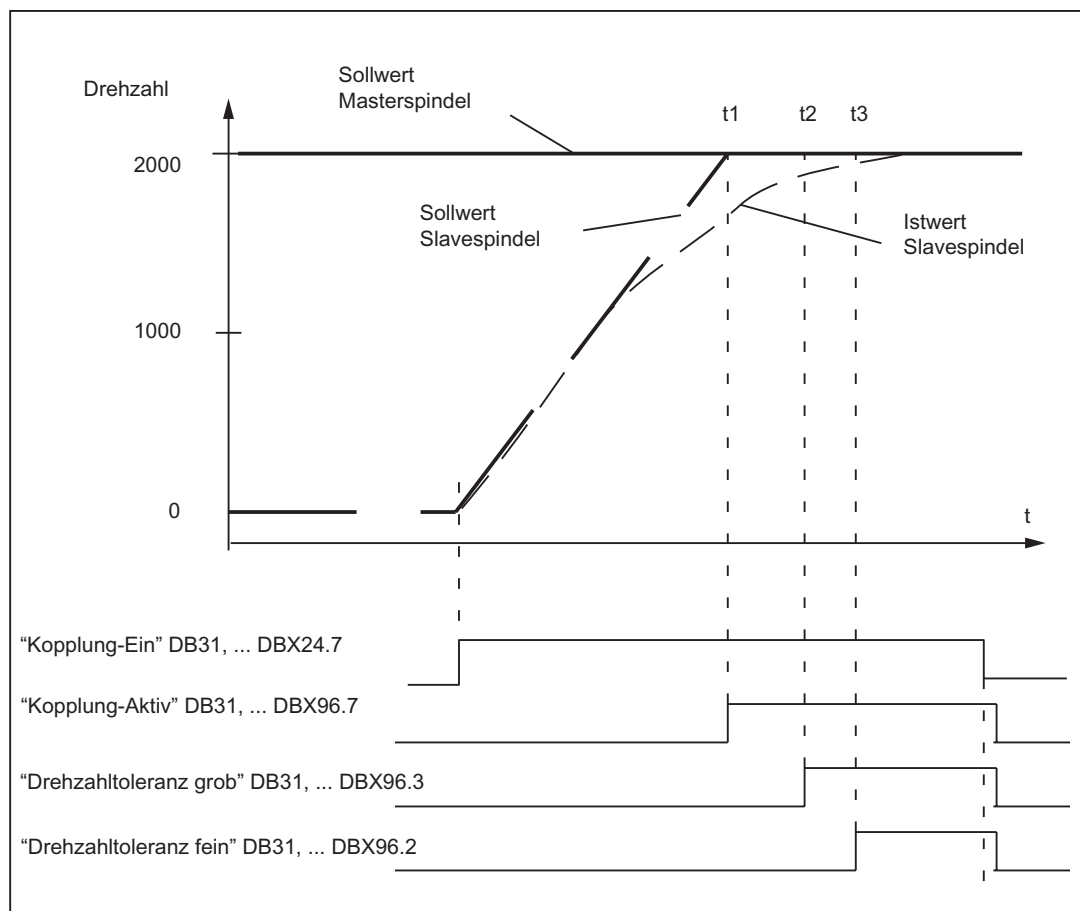


Bild 2-8 Koppelvorgang zwischen zwei Spindeln mit unterschiedlichen Drehzahlen

Ausschalten in der Bewegung

Eine aktive Kopplung wird mit der MASLOF Anweisung getrennt.

Bei Spindeln im Drehzahlsteuerbetrieb wird diese Anweisung unmittelbar ausgeführt. Die zu diesem Zeitpunkt drehenden Slavespindeln behalten Ihre letzten Drehzahlen bis zur erneuten Drehzahlprogrammierung bei.

Um Slavespindeln beim Trennen der Kopplung automatisch abzubremsen kann die Anweisung MASLOFS Anweisung verwendet werden. Bei Achsen und Spindeln im Positionierbetrieb wird die Kopplung weiterhin nur im Stillstand getrennt.

Hinweis

Bei MASLON und MASLOF entfällt der implizite Vorlaufstop. Bedingt durch den fehlenden Vorlaufstop liefern die \$P-Systemvariablen der Slavespindel bis zum Zeitpunkt erneuter Programmierung keine aktualisierten Werte.

Koppelverhalten (ab SW 6.5)

Bei Spindeln im Drehzahlsteuerbetrieb wird das Koppelverhalten von den Anweisungen MASLON, MASLOF, MASLOFS, MASLDEL und PLC mit dem NST "Master/Slave Ein" (DB31, ... DBX24.7) explizit über das folgende Maschinendatum festgelegt:

MD37263 \$MA_MS_SPIND_COUPLING_MODE

MD37263 = 0

Das Koppeln und Trennen erfolgt ausschließlich im Stillstand.

Der aktuelle Kopplungszustand bleibt bis zum tatsächlichen Stillstand aller beteiligten Spindeln erhalten. Die MASLOFS Anweisung ist der MASLOF gleichwertig, ein automatisches Abbremsen der Slavespindel entfällt.

MD37263 = 1

Koppeln und Trennen erfolgt unmittelbar und damit auch in der Bewegung.

Beim Koppeln werden die Slavespindeln automatisch auf die aktuelle Drehzahl der Masterspindel beschleunigt.

Beim Trennen behalten die zu diesem Zeitpunkt drehenden Slavespindeln ihre Drehzahlen bis zur erneuten Drehzahlprogrammierung bei. Dagegen bremst eine mit MASLOFS getrennte Slavespindel automatisch ab.

2.1.8 Axiale Nahtstellensignale

Bei angeforderter Master-Slave-Kopplung leiten sich die PLC-Achsfreigaben "Reglerfreigabe" (DB31, ... DBX2.1) und "Impulsfreigabe" (DB31, ... DBX21.7) der Slaveachse direkt aus den Vorgaben der Masterachse ab. Die eigenen PLC-Achsfreigaben der Slaveachse haben keine Auswirkung.

Die Wegnahme der Reglerfreigabe in der Masterachse führt innerhalb der projektierten Zeit von MD36610 \$MA_AX_EMERGENCY_STOP_TIME auch zum interpolatorischen Abbremsen der Slaveachse. Die zugehörigen Drehzahl- und Stromreglerfreigaben einzelner Achsen werden erst nach Ablauf der Zeit von MD36620 \$MA_SERVO_DISABLE_DELAY_TIME weggenommen.

Um gleiches Bremsverhalten weiterhin sicherzustellen, sollte die im folgenden Maschinendatum eingestellte Zeit nach Möglichkeit in allen gekoppelten Achsen gleich eingestellt sein:

MD36620 \$MA_SERVO_DISABLE_DELAY_TIME

Ähnliches gilt für diese Antriebsmaschinendaten:

MD1403 \$MD_PULSE_SUPPRESSION_SPEED

MD1404 \$MD_PULSE_SUPPRESSION_DELAY

Beim Fehlen der Antriebsstatussignale "Stromregler aktiv" (DB31, ... DBX61.7) oder "Drehzahlregler aktiv" (DB31, ... DBX61.6) in der Master- oder Slaveachse wird das PLC-Nahtstellensignal "Master/Slave aktiv" (DB31, ... DBX96.7) in der Slaveachse im Stillstand zurückgesetzt. Sind die Master- und die Slaveachse wieder in Regelung, wird das NST "Master/Slave aktiv" (DB31, ... DBX96.7) der Slaveachse gesetzt.

Mit den NST (DB31, ... DBX24.4) wird der Momentenausgleichsregler durch die PLC eingeschaltet. In NST "Master/Slave Ausgleich. aktiv" (DB31, ... DBX96.4) kann der Status des Momentenausgleichsreglers gelesen werden.

Hinweis

Bei geschlossener Kopplung wird die Slaveachse drehzahl geregelt; das Statussignal "Lageregler aktiv" (DB31, ... DBX61.5) wird nicht gesetzt.

2.1.9 Axiale Überwachungen

Bis auf die Drehzahl Sollwert- und Istgeschwindigkeitsüberwachung sind axiale Überwachungen wie die Kontur- und die Stillstandsüberwachung in der Slaveachse wegen des fehlenden Lagereglers inaktiv. Die Lageregelkreisparameter wie Verstärkungsfaktor, Vorsteuerung, Symmetrierung können damit in der Master- und Slaveachse unterschiedlich eingestellt sein, ohne dass die Überwachungen ansprechen.

Um im Fehlerfall ein gleiches Bremsverhalten aller gekoppelten Achsen zu erreichen, wird bei aktiver Kopplung der gesamte Kopplungsverband mit der gleichen Alarmreaktion beaufschlagt.

Beim Aufheben von Fehlerzuständen wird ein Repositionieren von Slaveachsen auf die Unterbrechungsstelle unterdrückt.

2.1.10 Verhalten im Zusammenhang mit anderen Funktionen

Funktionsgenerator

Für die Vermessung des Drehzahlregelkreises bei geschlossener Master-Slave-Kopplung sollte in der Slaveachse das MD37268 \$MA_MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE

auf einen kleinen Wert gesetzt werden. Eine mechanisch mitgeschleppte Slaveachse wird in solchem Fall nicht vom Momentenausgleichsregler am Verfahren gehindert.

Referenzpunktfahren

Bei geschlossener Kopplung ist nur die Masterachse referenzierbar. Das Referenzieren von Slaveachsen wird unterdrückt. Die Slaveachse muss dafür nicht explizit aus der Referenzpflicht genommen werden. Der Referenzierstatus von gekoppelten Slaveachsen bleibt unverändert. Die Slaveachseposition ist im Regelfall ungleich der Masterachseposition. Diese Positionsdivergenz ist nicht von Bedeutung. Bei getrennter Kopplung kann jede der Achsen wie gewohnt einzeln referenziert werden.

Kompensationen

Positionskorrekturen der Slaveachse wie Spindelsteigungsfehler-, Lose-, Temperatur- und Durchhangkompensation werden zwar gerechnet; der berechnete Kompensationswert wird aufgrund des fehlenden Lagereglers aber nicht wirksam.

Eine korrekte Verrechnung der Losekompensation setzt voraus, dass die Lose der Slaveachse im gekoppelten Zustand immer durch die Bewegung der Masterachse überfahren wird. Ein Aufheben der Kopplung innerhalb der Lose führt zum falschen Istwert der Slaveachse.

Dynamic Stiffness Control

Der Kv-Faktor der Masterachse wird bei bestehender Kopplung in die Slaveachse kopiert und damit auch im Slaveantrieb wirksam. Es wird damit versucht, ein möglichst gleiches Regelverhalten im Antrieb der Master- und Slaveachse zu erreichen. Das MD32640 \$MA_STIFFNESS_CONTROL_ENABLE muss in allen gekoppelten Achsen gleich projiziert sein.

Drehzahl-/Momentenvorsteuerung

Die Vorsteuerung in der Slaveachse muss nicht explizit aktiviert werden. Es gelten die aktuellen Einstellungen der Masterachse. Der Drehzahlvorsteuerwert der Masterachse ist bereits im Drehzahlsollwert der Slaveachse eingerechnet. Bei aktiver Momentenvorsteuerung wird zusätzlich der lastseitige Momentenvorsteuerwert der Masterachse im Slaveantrieb wirksam.

Im gekoppelten Zustand verändern sich die mechanischen Verhältnisse. Axial vorgenommene Einstellungen müssen entsprechend angepasst werden. Alle gekoppelten Antriebe sollten die gleiche Drehzahlreglerdynamik aufweisen.

Gantry

Wird zur Leistungsverstärkung auf jeder Seite des Gantryverbandes jeweils eine Master-Slave-Beziehung definiert, so dürfen nur die Leit- bzw. die Folgeachse als eine Masterachse betrieben werden.

Fahren auf Festanschlag

Die Funktion Fahren auf Festanschlag ist bei aktiver Kopplung nur in der Masterachse programmierbar und wirkt sich auf die Master- und Slaveachse unterschiedlich aus:

- Der programmierte Wert wird in Prozent des Antriebsnennmoments der Masterachse ausgedrückt. Das Erreichen des Festanschlags wird von der Masterachse erkannt.
- Der programmierte Wert wird ebenfalls in der Slaveachse wirksam, bezieht sich aber auf das eigene Antriebsnennmoment der Slaveachse.

Bei unterschiedlichen Nennmomenten der Master- und der Slaveachse kann eine Angleichung über das folgende Maschinendatum der Slaveachse vorgenommen werden:

MD37014 \$MA_FIXED_STOP_TORQUE_FACTOR

Die Vorgabe vom Faktor < 1 reduziert entsprechend das programmierte Klemmmoment in der Slaveachse.

Folgende Randbedingungen sind zu beachten:

- Eine Momentenaufteilung zwischen der Master- und der Slaveachse ist während der Klemmung nicht möglich, weil der Momentenausgleichsregler hierbei abgeschaltet wird.
- Zustandsänderungen der Master-Slave-Kopplung sind während Fahren auf Festanschlag unwirksam. Erst nach Abschluss der Funktion wird die Vorgabe eines neuen Zustands übernommen.

Safety Integrated

Da die Slaveachse über den Drehzahlsollwert der Masterachse verfahren wird, ist die axiale Sollwertbegrenzung MD36933 \$MA_SAFE_DES_VELO_LIMIT in den gekoppelten Slaveachsen unwirksam. Sämtliche Safety-Überwachungen bleiben dagegen in den Slaveachsen uneingeschränkt wirksam.

Gewichtsausgleich

Das Zusatzmoment für den elektronischen Gewichtsausgleich
MD32460 \$MA_TORQUE_OFFSET

wird unabhängig vom Kopplungszustand auch in der Slaveachse verrechnet.

Getriebestufenwechsel bei aktiver Master/Slave Kopplung

Ein automatischer Getriebestufenwechsel in einer gekoppelten Slavespindel ist nicht möglich und kann nur indirekt mit Hilfe der Masterspindel realisiert werden. Der Zeitpunkt für den Getriebestufenwechsel leitet sich dann von der Masterspindel ab. Die Pendelbewegung der gekoppelten Slavespindel wird implizit durch die Pendelbewegung der Masterspindel erzeugt.

Im Gegensatz zur Masterspindel muss in der gekoppelten Slavespindel explizit der dazugehörige Parametersatz angewählt werden. Um die Parametersatzvorgabe zu ermöglichen, muss das folgende Maschinendatum auf den Wert 2 gesetzt sein:

MD35590 \$MA_PARAMET_CHANGE_ENABLE

Bei Getriebestufenwechsel für die Master/Slave Spindel kann der dazugehörige Parametersatz-Index durch die PLC über die VDI-Nahtstelle aktiviert werden.

Hinweis

Weitere Informationen zum Getriebestufenwechsel und zum Parametersatz beim Wechsel in den Spindelbetrieb siehe:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Spindeln (S1)

/FB1 Funktionshandbuch Grundfunktionen; Diverse Nahtstellensignale (A2)

Nahtstellensignale von/an Achse/Spindel

Achscontainer

Ist eine gekoppelte Slaveachse in einem Achscontainer projektiert, so wird bei der Weiterschaltung des Achscontainers der Alarm "4025 Achscontainer %3 schalten nicht erlaubt: Master-Slave aktiv Kanal %1 Achse %2 " ausgegeben. Wegen der aktiven Kopplung ist eine Achscontainer-Weiterschaltung nicht erlaubt.

Ab SW-Stand 6.4

Das dynamische Konfigurieren kann bei wechselnden Mastern benutzt werden, um jeweils die nach einer Achscontainerdrehung relevante Spindel zur Masterspindel zu machen. Sowohl Master- wie Slavespindel können Containerspindeln sein.

Damit nach der Containerdrehung die Kopplung mit jeweils einer anderen Spindel geschlossen werden kann, muss vor der Drehung die alte Kopplung getrennt, die Projektierung gelöscht und nach der Drehung die neue Kopplung projektiert und geschlossen werden.

Beispiel für eine zyklische Kopplungssequenz (Lage=3/Container=CT1)

MASLDEF(AUX, SPI(3))	; S3 Master für AUX
MASLON(AUX)	; Kopplung ein für AUX
M3=3 S3=4000	; Bearbeitung ...
MASLDEL(AUX)	; Projektierung löschen und
	; trennen der Kopplung
AXCTSWE(CT1)	; Containerdrehung

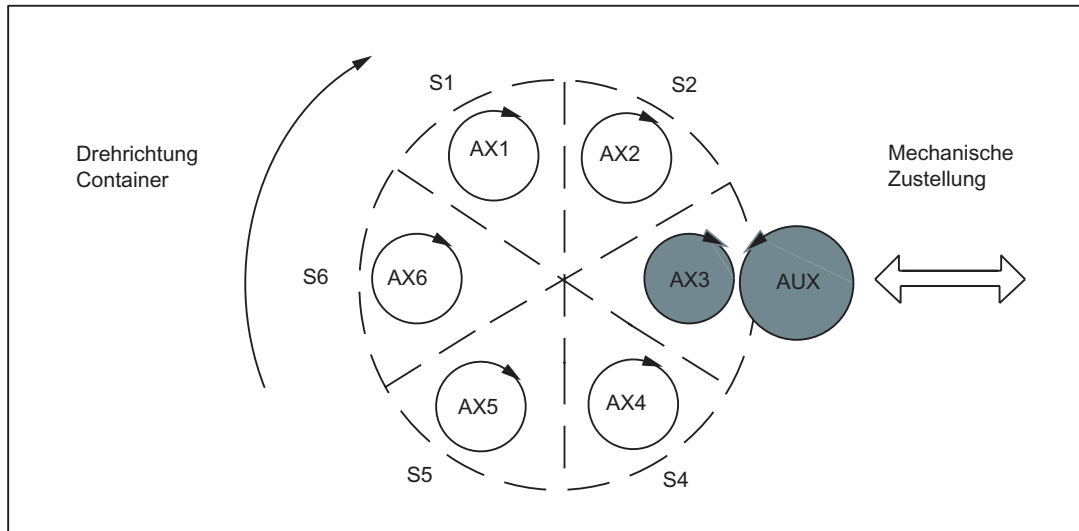


Bild 2-9 Kopplung zwischen Containerspindel S3 und Hilfsmotor AUX (vor der Drehung)

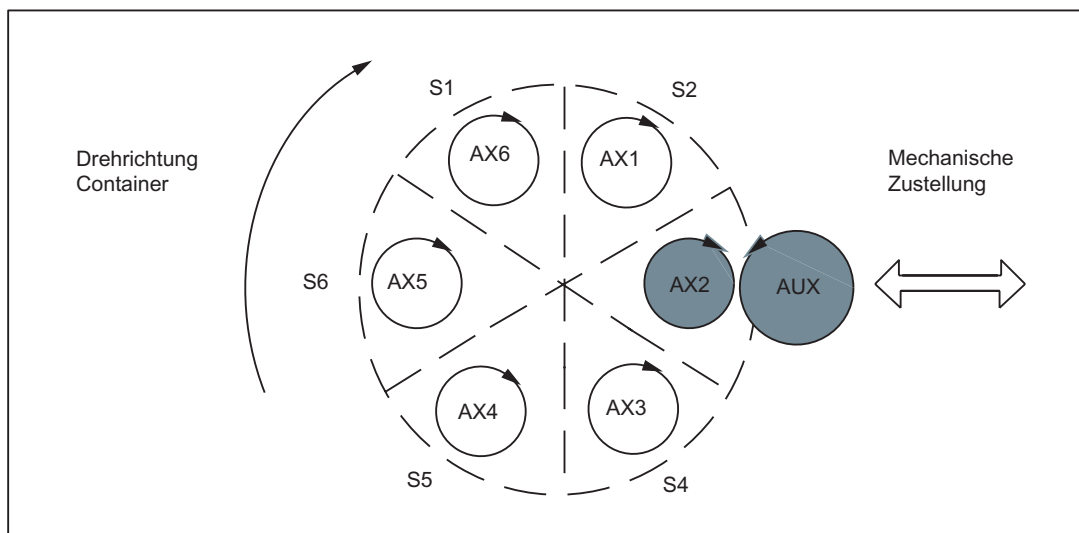


Bild 2-10 Kopplung zwischen Containerspindel S3 und Hilfsmotor AUX (nach der Drehung)

Hardware- und Software-Endschalter

Die Überschreitung von Hard- und Software-Endschaltern wird in den gekoppelten Achsen erkannt; im gekoppelten Zustand wird bei Slaveachsen der Software-Endschalter in der Regel überfahren. Die Alarmausgabe erfolgt jeweils in der Slaveachse, die Bremsung über die Masterachse.

Der nach dem Erkennen des Slave-Software-Endschalters zurückgelegte Weg entspricht der Strecke, die von der Masterachse für die Bremsung benötigt wird.

Das Freifahren vom Endschalter erfolgt über die Masterachse, da die Kopplung erst dann getrennt werden kann, wenn die Ursache nicht mehr ansteht.

Satzsuchlauf

Die Funktion SERUPRO "Satzsuchlauf mit Berechnung" kann uneingeschränkt genutzt werden in Verbindung mit einer permanenten Master-Slave-Kopplung im Maschinendatum: MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE=1 (Dauerhafte Master-Slave Kopplung)

Bei Programmierung der Master-Slave-Kopplung über MASLON- und MASLOF-Befehle gelten folgende Einschränkungen:

- Die gekoppelten Achsen müssen sich zum Zeitpunkt des Satzsuchlaufs im gleichen Kanal befinden. Ist dies nicht der Fall, wird der Satzsuchlauf mit dem Alarm 15395 abgebrochen.
- Die gekoppelten Achsen werden auf derselben NCU betrieben.
- Nach dem Satzsuchlauf müssen über einen System-ASUP (asynchrones Unterprogramm) "PROGEVENT.SPF" der Kopplungszustand, die zugehörigen Achspositionen und Drehzahlen nachträglich vom Anwender beeinflusst werden. Dafür stehen Systemvariablen zur Verfügung.

\$P_PROG_EVENT

Die Variable gibt Auskunft über das Ereignis, welches das Unterprogramm aktiviert hat. Der Wert 5 steht für den Satzsuchlauf.

\$P_SEARCH_MASLC[Slaveachsbezeichner]

Die Variable steht für die Änderung des Kopplungszustands während des Satzsuchlaufs.

\$P_SEARCH_MASLD[Slaveachsbezeichner]

Die Variable gibt den im Satzsuchlauf ermittelten Positionsversatz zwischen der Slave- und der Masterachse zum Schließzeitpunkt der Kopplung wieder.

\$AA_MASL_STAT[Slaveachsbezeichner]

Die Variable gibt den aktuellen Kopplungszustand wieder.

- Das System-ASUP "PROGEVENT.SPF" muss unter /_N_CMA_DIR/_N_PROG_EVENT_SPF abgelegt werden, damit die Steuerung darauf zugreifen kann.

Beispiel 1 für PROGEVENT.SPF:

```

N10 IF $P_PROG_EVENT==5                ; Satzsuchlauf aktiv
N20 IF (($P_SEARCH_MASLC[Y]<>0)          ; Im Satzsuchlauf hat sich der
    AND ($AA_MASL_STAT[Y]<>0))          ; Kopplungszustand verändert und
                                        ; aktueller Zustand ist gekoppelt.
N30 MASLOF(Y)                           ; Kopplung trennen
N40 SUPA Y=$AA_IM[X]-$P_SEARCH_MASLD[Y]
                                        ; Positionsversatz über die
                                        ; Slaveachse herausfahren
N50 MASLON(Y)                           ; Kopplung schließen
N60 ENDIF
N70 ENDIF
N80 REPOSA

```

Beispiel 2 für PROGEVENT.SPF:

```

N10 IF $P_PROG_EVENT==5                ; Satzsuchlauf aktiv

```

```

N20 IF (( $P_SEARCH_MASLC[SPI(2)] <> 0)           ; Im Satzsuchlauf hat sich
    AND ($AA_MASL_STAT[SPI(2)] == 0))           ; der Kopplungszustand der
                                                ; zweiten Spindel verändert und
                                                ; aktueller Zustand ist getrennt.

N30 M2 = $P_SEARCH_SDIR[2]                     ; Drehrichtung aktualisieren
N40 S2 = $P_SEARCH_S[2]                       ; Drehzahl aktualisieren
N50 ENDIF
N60 ENDIF
N70 REPOSA
    
```

- Damit das Unterprogramm PROGEVENT.SPF automatisch gestartet werden kann, müssen folgende Maschinendaten entsprechend parametrisiert werden:
 - MD11450 \$MN_SEARCH_RUN_MODE = H02
 - MD11602 \$MN_ASUP_START_MASK = H03
 - MD11604 \$MN_ASUP_START_PRIO_LEVEL = 100

Weitere Anwendungsbeispiele siehe unter Kapitel "Beispiele".

Hinweis

Weitere Informationen zu Ereignisgesteuerter Programmaufrufe und zum Satzsuchlauf im Modus Programmtest (SERUPRO) entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; K1(BAG, Kanal, Programmbetrieb)

2.1.11 Kompatibilität des SW-Standes 6.4 gegenüber früheren Ständen

Impliziter Vorlaufstop

Beim MASLON, MASLOF entfällt der implizite Vorlaufstopp.

Für Spindeln in Drehzahlsteuerbetrieb ändert sich der Zeitpunkt, in dem die Kopplung geschlossen oder getrennt wird. Es wird sofort, ohne den Stillstand abzuwarten, gekoppelt oder getrennt.

Soll das Ein-/Auschaltverhalten trotz der neuen Funktionalität gleich bleiben, so muss wie im rechten Beispiel ein WAITS vor das MASLOF explizit programmiert werden. Die Kopplung wird dann erst getrennt, wenn alle gekoppelten Spindeln den Stillstand erreicht haben.

Bis SW-Stand 6.4	Ab SW-Stand 6.4
MASLON(S3)	MASLON(S3)
M2=3 S2=1000	M2=3 S2=1000
G4 F4	G4 F4
M2=5	M2=5
MASLOF(S3)	WAITS(2); Wegen der Kompatibilität
	MASLOF(S3)

Mehrfachzuordnung

Der Zeitpunkt für die Ausgabe des Konfigurationsalarms 26031 ändert sich vom Steuerungshochlauf auf den Zeitpunkt, in dem versucht wird, die Kopplung zu schließen. Der Alarm wird mit Reset quittiert.

2.1.12 Randbedingungen mit SW-Stand ab 6.4

Siehe Kapitel Randbedingungen. Zusätzlich:

Die Kopplung wird bei Achsen und Spindeln im Positionierbetrieb weiterhin nur im Stillstand geschlossen und getrennt.

Beschleunigen von Spindeln an der Stromgrenze bietet im gekoppelten Zustand möglicherweise keine Stellreserve für den Momentenausgleichsregler mehr, um die gewünschte Momentenaufteilung zwischen Master und Slave einzuhalten.

Vor einem Getriebewechsel oder einer Stern-Dreieck Umschaltung ist die Master/Slave Kopplung auszuschalten.

Die maximale Futterdrehzahl der Masterspindel im folgenden Maschinendatum ist kleiner bzw. gleich der von den Slavespindeln zu projektieren:

MD35100 \$MA_SPIND_VELO_LIMIT

Die axiale Geschwindigkeitsüberwachung im folgenden Maschinendatum sollte der Futterdrehzahl angepasst werden:

MD36200 \$MA_AX_VELO_LIMIT

Bei der dynamischen Projektierung wird keine Unterscheidung zwischen dem Drehzahl- und Momentenmaster gemacht. Das Verhalten entspricht damit der Standardeinstellung:

MD37252 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTR = 0.

2.2 Drehzahl-/Drehmomentkopplung (bis SW 5.x)

2.2.1 Allgemeines

Die Funktion Drehzahl/Drehmomentkopplung (Master-Slave) wird benötigt, wenn zwei Antriebe mechanisch fest zu einer Achse gekoppelt sind. Bei einer solchen Achse muss ein Momentenregler dafür sorgen, dass jeder Motor exakt das gleiche Moment aufbringt, da die Motoren sonst gegeneinander arbeiten würden.

Master-Slave-Betrieb ist nur mit digitalen Antrieben 611D möglich.

Programmiert wird einer der beiden Antriebe, der "Master", während der andere Antrieb, der "Slave", über die Drehzahlsollwertkopplung mitgeführt wird.

Die Funktion besteht daher im wesentlichen aus:

- einer Drehzahlsollwertkopplung und
- einem Momentenregler zwischen Master-Achse und Slave-Achse.

Ein Master-Slave-Betrieb ohne feste mechanische Kopplung ist nicht sinnvoll, da in diesem Fall keine Momentenaufteilung auf eine gemeinsame mechanische Verbindung stattfinden kann.

Bei Aktivierung einer Master-Slave-Kopplung geht für die NC der Lagebezug der Folgeachse verloren. An der realen Achse bleibt er über die starre mechanische Kopplung erhalten.

Die Funktion ist nicht als Differenz-Lageregelung realisiert, sondern ausschließlich als Kopplung auf Drehzahl/Drehmoment- Ebene. Eine Differenzlageregelung wäre nicht sinnvoll, da die Regler zwischen Master und Slave gegeneinander arbeiten würden.

Mit der Funktion ist es möglich, jeder Achse als Slave einen Master zuzuordnen, so dass mehrere Master-Slave-Kopplungen gleichzeitig existieren können.

Um eine Verspannung zwischen dem Master und dem Slave zu erreichen, kann auf den Momentenregler per Maschinendatum ein einstellbares Verspannmoment aufgeschaltet werden.

Master- und Slave-Achse müssen nicht im selben Kanal liegen. Die Drehzahl-/Drehmomentkopplung erfolgt im Lagereglertakt.

2.2.2 Regelstruktur

Die Regelstruktur einer Master-Slave-Kopplung ist in folgendem Bild dargestellt. Zur besseren Übersicht ist nur eine Master-Slave-Kopplung gezeichnet.

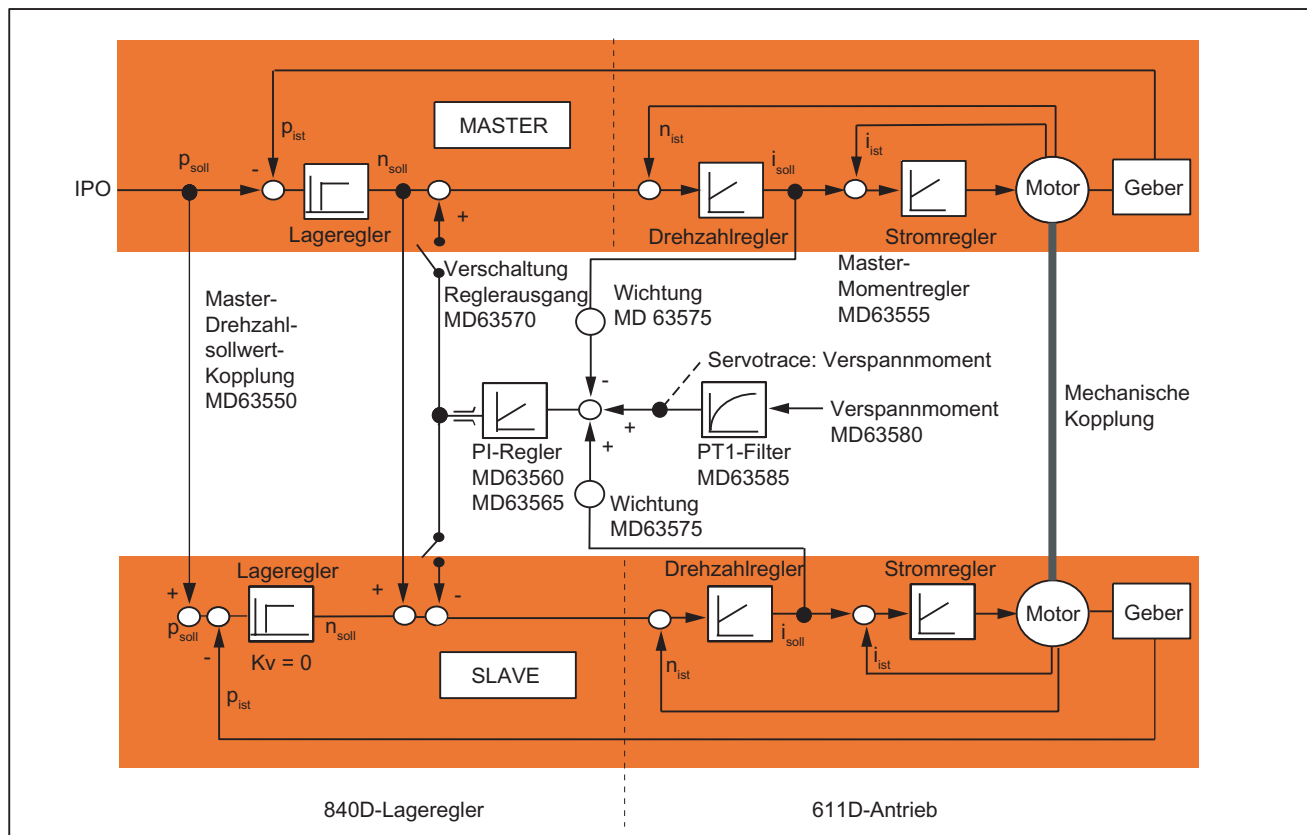


Bild 2-11 Regelstruktur

2.2.3 Konfiguration einer Kopplung

Definition einer Kopplung

Jede Achse, die an einer Master-Slave-Kopplung beteiligt ist, muss als NC-Achse einem Kanal zugeordnet werden. Über die folgenden achsspezifischen Maschinendaten wird jeder potenziellen Slave-Achse eine Master-Achse für Drehzahl Sollwertkopplung und eine Master-Achse für die Momentenregelung zugeordnet:

MD63550 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_SPEED_CMD

MD63555 \$MA_ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTRL

In den meisten Fällen wird der Master für Drehzahl Sollwertkopplung und Momentenregelung gleich sein. Wird in ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTRL der Wert 0 eingetragen, so ist die Master-Achse für den Momentenregler identisch mit der Master-Achse für die Drehzahl Sollwertkopplung.

Mehrere Kopplungen

Es kann jeder Slaveachse eine Masterachse zugeordnet werden, so dass mehrere Kopplungen vorhanden sind. Im einfachen Fall sind die Kopplungen unabhängig voneinander; das heißt jede Achse ist nur an einer Kopplung beteiligt. Beispiel hierfür ist eine Gantryachse, bei der auf jeder Seite jeweils eine Master-Slavekopplung vorhanden ist.

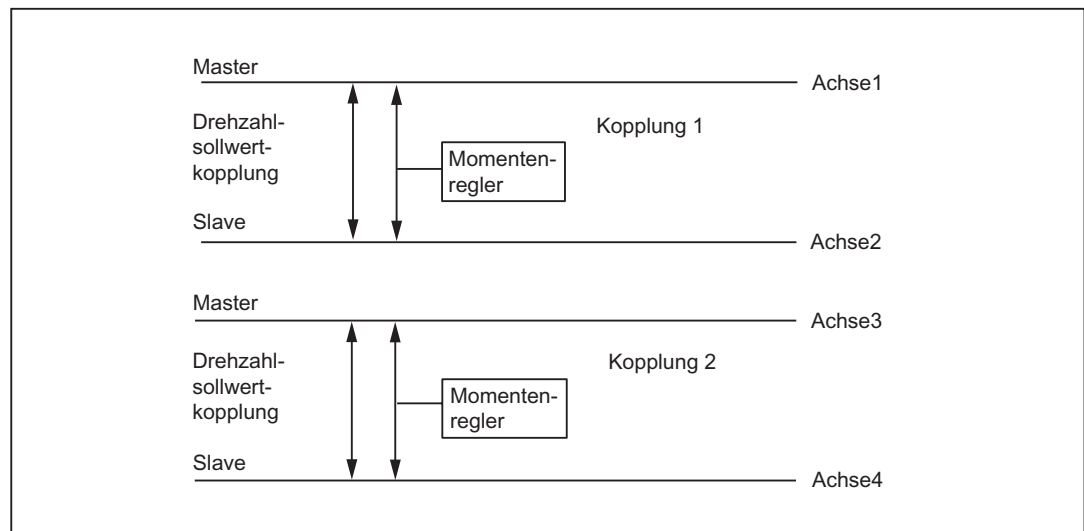


Bild 2-12 Unabhängige Master-Slave-Kopplungen

Ein Master, mehrere Slaves

Möglich sind aber auch Master-Slave-Kopplungen, bei denen eine Achse Masterachse für mehrere Kopplungen ist. In diesem Beispiel ist die Achse 1 Masterachse für die Kopplung 1 und für die Kopplung 2. Hierbei ist folgendes zu beachten:

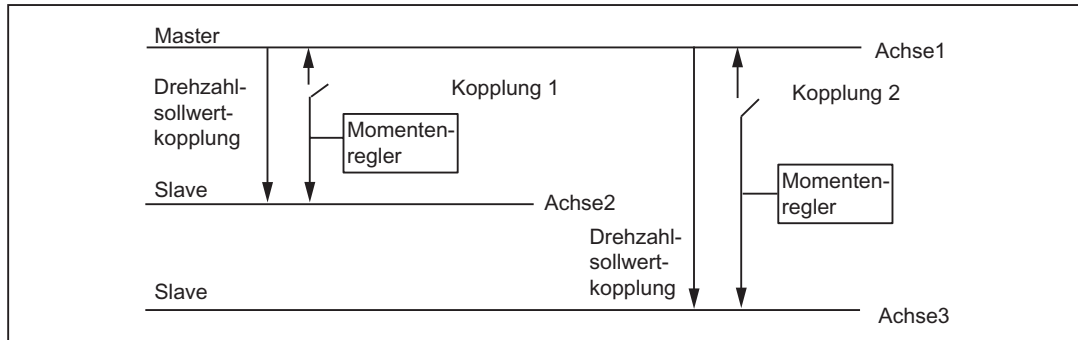


Bild 2-13 Ein Master, zwei Slaves

Der Momentenregler der Kopplung 1 versucht das Moment zwischen der Achse 1 und der Achse 2 gleich zu halten, indem ein Drehzahlsollwert auf die Achse 1 und Achse 2 geschrieben wird. Der Momentenregler der Kopplung 2 versucht ebenfalls, das Moment zwischen der Achse 1 und der Achse 3 gleich zu halten. Beide Regler würden Drehzahlsollwerte auf die Achse 1 schreiben.

Damit ein stabiles System entsteht, müssen beide Regler so parametrierung werden, dass der Reglerausgang nur auf die Slaveachsen (Achse 2 und 3), nicht aber auf die Masterachse (Achse 1) addiert wird. Das wird erreicht, indem für beide Kopplungen das folgende Maschinendatum gleich 1 (Reglerausgang nur auf Slaveachse) gesetzt wird:

MD63570 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_MODE = 1 (Verschaltung des Momentenreglerausgangs)

Beide Momentenregler versuchen jetzt, das Moment der Slaveachse dem Moment der Masterachse anzupassen, ohne Drehzahlsollwerte auf die Masterachse zu addieren.

Achse im Kanal

Bei aktiver Kopplung wird im Automatik-Grundbild die Bewegung der Slave-Achse nicht angezeigt; der Istwert ist eingefroren. Ist eine Kopplung immer aktiv, d. h. wird die Slave-Achse nie einzeln verfahren, so ist es sinnvoll, diese Achse im Automatik-Grundbild als letzte Achse anzuzeigen. Das wird erreicht, indem in folgendem Maschinendatum diese Achse als letzte Achse im Kanal eingetragen wird:

MD20070 \$MC_AXCONF_MACHAX_USED (Maschinenachsnummer gültig im Kanal)

Mehrere Kanäle

Master-Achse und Slave-Achse müssen nicht im selben Kanal liegen. Kanalübergreifende Kopplungen bei mehreren aktiven Kanälen sind möglich.

Achstausch

Ein Achstausch zwischen Kanälen kann vorbereitet sein (MD30550 \$MA_AXCONF_ASSIGN_MASTER_CHAN), kann aber nur mit Einschränkungen durchgeführt werden. Diese Einschränkungen sind im Kapitel "Randbedingungen", "Drehzahl-/Drehmomentkopplung (ab SW 6)" beschrieben.

Spindeln

Eine Master-Slave-Kopplung ist auch mit Spindeln möglich. Die Slave-Achse muss dann immer im Drehzahlsteuerbetrieb sein; der Lageregler ist ausgeschaltet. (DB3x.DBB61.5 = 0).

Die Master-Achse kann dann in allen Spindelbetriebsarten, Steuerbetrieb mit/ohne Lageregler, Pendelbetrieb oder Positionsbetrieb betrieben werden; auch ein Wechsel zwischen den Spindelbetriebsarten ist möglich. Einschränkungen bei der Istwertanzeige sind im Kapitel "Randbedingungen", "Drehzahl-/Drehmomentkopplung (ab SW 6)" beschrieben.

Rundachsen

Master- und Slave-Achsen können auch Rundachsen sein. Dabei sind die Einschränkungen vom Kapitel "Randbedingungen", "Drehzahl-/Drehmomentkopplung (bis SW 5.x)" zu beachten.

Gegensinnig laufende Motoren

Sind die Motoren gegensinnig laufend eingebaut, so wird bei einem der Antriebe die Verfahrrichtung mit dem MD32100 \$MA_MOTION_DIR umgedreht. In diesem Fall werden der Drehzahlsollwert und der Ausgang des Momentenreglers richtig eingerechnet; es muss kein weiteres Maschinendatum gesetzt werden.

Unterschiedliche Motordrehzahlen

Master- und Slave-Achse können zwischen den Motoren und der mechanischen Kopplung unterschiedliche Getriebe-Untersetzungen haben. Bei solchen Achsen drehen dann Master und Slave mit unterschiedlichen Motordrehzahlen. Bei aktiver Kopplung wird intern auf gleiche Lastdrehzahl normiert, so dass unterschiedliche Motordrehzahlen von Master und Slave möglich sind, ohne dass weitere Maschinendaten gesetzt werden müssen.

Drehzahl-Vorsteuerung

Ist in der Masterachse die Drehzahlvorsteuerung aktiv, so muss in der Slaveachse die Drehzahlvorsteuerung ebenfalls aktiviert werden. Nicht aktive Drehzahlvorsteuerung in der Slaveachse führt zu Alarm "Konturüberwachung" in der Slaveachse.

Rechenzeitbelastung

Jede Master-Slavekopplung belastet die Lagereglerebene und die Interpolationsebene. Die Tabelle zeigt die Rechenzeitbelastungen abhängig von der NCU-Hardware.

NCU	Lagereglerebene	Interpolatorebene
572	1. Kopplung 0,120 ms jede weitere Kopplung + 0,050 ms	1. Kopplung 0,100 ms jede weitere Kopplung + 0,020 ms
573	1. Kopplung 0,040 ms jede weitere Kopplung + 0,020 ms	1. Kopplung 0,030 ms jede weitere Kopplung + 0,010 ms

Konfigurationsalarme

Im Hochlauf der Steuerung werden die Konfigurationsmaschinendaten überprüft und gegebenenfalls Alarme gesetzt:

Sind Master-Achse und Slave-Achse für die Drehzahlkopplung identisch, so steht nach Power On der Alarm "75150 Slaveachse AX1 und Masterachse für Drehzahlsollwertkopplung sind gleich" an.

Sind Master-Achse und Slave-Achse für die Momentenregelung identisch, so steht nach Power On der Alarm "75151 Slaveachse AX1 und Masterachse für Momentenregler sind gleich" an.

Alle Achsen der BAG werden nachgeführt; die Alarme können nur mit Power On gelöscht werden.

2.2.4 Momentenregler

Der Momentenregler zwischen Master und Slave sorgt für eine gleichmäßige Momentenverteilung zwischen der Master- und der Slave-Achse. Eingangsgröße des Reglers ist die Momentendifferenz M_{diff} zwischen Master- und Slave-Achse; Ausgang ist ein Drehzahlsollwert n_{soll} , der auf die Master- und die Slave-Achse geführt wird.

Der Regler besteht aus einem P-Anteil und einem I-Anteil. Beide Teile sind getrennt zu parametrieren.

Es ist immer das Maschinendatum der Slave-Achse für die Konfiguration der jeweiligen Master-Slave Momentenregelung relevant.

P-Regler

Der P-Regler errechnet einen Drehzahlsollwert n_{soll} , indem die Momentendifferenz M_{diff} mit einem Verstärkungsfaktor K_p multipliziert wird. Der resultierende Drehzahlsollwert wird auf die Master- und Slave-Achse addiert.

$$n_{soll} = M_{diff} * K_p$$

Die P-Verstärkung K_p des Momentenausgleichsreglers hat die Dimension $[(\text{mm/min})/\text{Nm}]$.

In das axiale MD63560 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN wird die P-Verstärkung eingegeben als %Wert des Verhältnisses:

Antriebsmaximalgeschwindigkeit [mm/min] zu Nennmoment [Nm].

Antriebsmaximalgeschwindigkeit ist der Inhalt des MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO. Das Nennmoment ist das Produkt aus den folgenden Antriebs-Maschinendaten:

MD1113 \$MD_TORQUE_CURRENT_RATIO

MD1118 \$MD_MOTOR_STANDSTILL_CURRENT

Relevant für den Momentenregler sind nur die Daten der Slave-Achse.

Beispiel:	
Antriebsmaximalgeschwindigkeit der Slave-Achse	30000 mm/min
Nennmoment Motor der Slave-Achse	10 Nm
MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN	15%
$K_p: (30000/10) * 15\%$	450 (mm/min)/Nm

I-Regler

Der I-Regler errechnet einen Drehzahlsollwert n_{soll} , indem die Momentendifferenz M_{diff} mit einem Verstärkungsfaktor K_i multipliziert wird:

$$n_{soll} = M_{diff} * K_i$$

Über die Nachstellzeit des Momentenausgleichsreglers I_TIME wird der Verstärkungsfaktor K_i des I-Reglers parametrisiert. K_i kann nur gebildet werden, wenn der Verstärkungsfaktor des P-Reglers $K_p \neq 0$ ist. Der I-Regler ist nur aktiv, wenn auch der P-Anteil aktiviert wird.

$$K_i = 1 / \text{Lagereglertakt} * I\_TIME * K_p$$

In das axiale MD63565 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_I_TIME wird die Nachstellzeit in Sekunden eingegeben.

Mit dem Standardwert 0 ist der I-Anteil abgeschaltet, wenn bereits der P-Anteil eine passende Momentenaufteilung sicherstellt.

Reglerausgang begrenzen

Über das MD63600 \$MA_MS_MAX_CTRL_VELO kann der Ausgang des Reglers auf einen maximalen Wert begrenzt werden. Eingegeben wird ein Prozentwert bezogen auf die maximale Geschwindigkeit der Slaveachse. Voreinstellung ist 100 %. Die Begrenzung wirkt in positiver und negativer Richtung.

Verschaltung des Momentenreglerausgangs

Über eine weiteres MD63570 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_MODE kann der Ausgang des Momentenreglers frei auf die Master- und Slave-Achse verschaltet werden. In den meisten Fällen wird der Ausgangswert auf Master und Slave geführt. Die sinnvolle Parametrierung liegt in der Verantwortung des Anwenders. Relevant ist das MD der Slave-Achse.

Bedeutung:

0: Reglerausgang auf Master und Slave schalten

1: Reglerausgang nur auf Slave schalten

2: Reglerausgang nur auf Master schalten

3: Regler ist abgeschaltet; bei aktiver Kopplung wirkt nur die Drehzahlsollwertkopplung.

Auch wenn der Reglerausgang auf keiner Achse geschaltet wird, wird der Regler gerechnet.

Gewichtung

Mit dem MD63575 \$MA_MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE werden die Eingangsgrößen des Momentenausgleichsreglers gewichtet, um eine parametrierbare Momentenverteilung der beiden Antriebe zu ermöglichen. Beim Einsatz gleicher Motoren mit gleicher Antriebsparametrierung, die beide das gleiche Moment aufbringen sollen, wird die Standardparametrierung 50 % empfohlen. Das MD bezieht sich auf das Moment der Slave-Achse, das Moment der Master-Achse wird mit der Differenz des MD zu 100 % gewichtet.

Beispiel:

Slave-Achse soll mit 30% am Gesamtmoment beteiligt sein. 70 % werden von der Master-Achse geliefert.

MD37268 \$MA_MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE = 30

Verspannung

Über ein axiales MD63580 \$MA_MS_TENSION_TORQUE kann ein konstantes Verspannmoment als Eingang auf den Momentenregler geschaltet werden. Dieses Verspannmoment wird kontinuierlich aufgeschaltet und führt zum gegenseitigen Verspannen der gekoppelten Antriebe.

Für die Verspannung einer Kopplung ist das MD der Slave-Achse relevant.

Das Verspannmoment kann positiv oder negativ sein. Der einzugebende Wert ist ein Prozentwert, bezogen auf das Nennmoment der Slave-Achse. Das Nennmoment wird gebildet aus dem Produkt der folgenden Antriebs-Maschinendaten:

MD1113 \$MD_TORQUE_CURRENT_RATIO

MD1118 \$MD_MOTOR_STANDSTILL_CURRENT

Das Verspannmoment ist nach einer Änderung sofort wirksam. Damit können unterschiedliche Verspannmomente realisiert werden, angepasst an die Bearbeitungssituation.

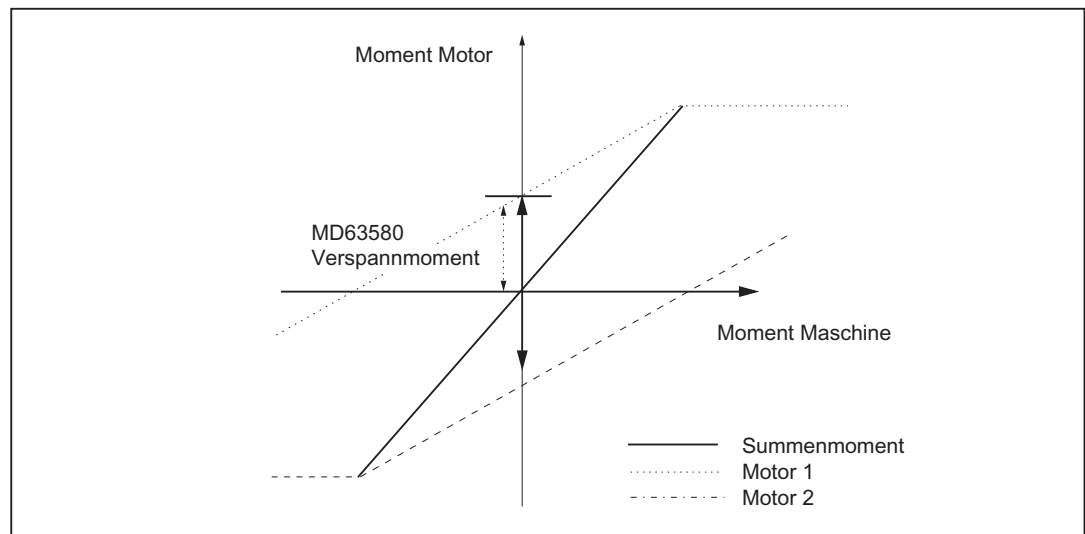


Bild 2-14 Verspannmoment

PT1 Filter

Das Verspannmoment wird über ein PT1-Filter auf den Momentenregler geführt. Der PT1-Filter sorgt bei einer Änderung des Verspannmomentes für einen kontinuierlichen Auf-/Abbau des Verspannmomentes. Ohne den PT1-Filter führt eine Änderung des Verspannmomentes zu einem Drehzahlsollwertsprung am Momentenreglerausgang, wenn der Regler ohne I-Anteil betrieben wird. Parametrierung wird der PT1-Filter mit dem folgenden Maschinendatum:

MD63585 \$MA_MS_TENSION_TORQ_FILTER_TIME

Eingegeben wird eine Zeit in Sekunden. Bei Eingabe von 0 ist der PT1-Filter ausgeschaltet.

Hinweis

Die Funktion stellt eine Aufteilung der momentenbildenden Ströme (I_q) sicher und nicht die Aufteilung der Drehmomente.

Dies bedeutet, dass auch bei VSA-Synchronmotoren (keine Feldschwächung) eine Momentenaufteilung sichergestellt ist. Bei HSA-Asynchronmotoren im Feldschwächbereich ist hingegen nur eine Stromaufteilung sichergestellt. Die Momentenaufteilung ist nur bei gleichen Motortypen und gleichzeitig gleichen aktuellen Drehzahlen sichergestellt. Wenn die HSA-Motoren nicht in der Feldschwächung betrieben werden, dann ist auch bei unterschiedlichen Motoren und Drehzahlen die Momentenaufteilung sichergestellt.

2.2.5 Vorbesetzung von Antriebsmaschinendaten

P-Anteil im Drehzahlregler

Wenn die Achsen einer Master-Slave-Kopplung einzeln in Betrieb genommen wurden, indem eine einzelne Achse die gesamte Last trägt, so muss anschließend der P-Anteil im Drehzahlregler in beiden Achsen halbiert werden. Nur so ist es möglich, die Achse bei aktiver Kopplung ohne Überschwinger zu verfahren.

2.2.6 Aktivieren und Deaktivieren einer Kopplung

Bedingungen zum Aktivieren/Deaktivieren

Eine Kopplung wird nur bei folgenden Bedingungen aktiviert oder deaktiviert:

- Master- und Slave-Achse sind in Lageregelung (DB3x.DBB 61.5) oder bei Spindeln im Drehzahlsteuerbetrieb.
- Master- und Slave-Achse stehen (DB3x.DBB 61.4).
- Die Kanäle der Master- und Slave-Achse sind im Zustand "Reset"
- (DB2x.DBB35.7). Diese Bedingung kann über ein Bit im MD63595 \$MA_TRACE_MODE ein- und ausgeschaltet werden.

Befinden sich Master- und Slave-Achse in unterschiedlichen Kanälen, so müssen beide Kanäle im Zustand "Reset" sein. Bei Achstausch ist der Zustand des Masterkanals relevant:

MD30550 \$MA_AXCONF_ASSIGN_MASTER_CHAN

Ein Kanal befindet sich im Zustand "Reset" nach Programmende (M30) oder "Reset" von der Bedientafel.

Master-Slave- Kopplung nach PowerOn immer aktiv

Über das MD63590 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE wird eine Kopplung als immer aktiv definiert. Sobald nach Power On die Bedingungen für die Aktivierung einer Kopplung erfüllt sind, wird die Kopplung aktiviert. Sie kann nicht mehr deaktiviert werden; d. h. die Antriebe können nicht mehr getrennt verfahren werden.

Für eine Kopplung ist immer das Maschinendatum der Slave-Achse relevant.

Kann eine Kopplung nach Power On nicht aktiviert werden, weil beispielsweise die Achsen sich nicht im Zustand Lageregelung befinden, so wird der Alarm "75160 Slave-Achse AX1, Master-Slave-Kopplung nicht aktiv", ausgegeben. Es wird weiterhin versucht, die Kopplung zu schließen. Wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, wird die Kopplung geschlossen und der Alarm gelöscht.

Master-Slave- Kopplung über PLC Signal aktivieren und deaktivieren

Über ein achspezifisches PLC-Signal "an Achse" wird eine Kopplung aktiviert bzw. deaktiviert. Hierbei ist nur das Signal an die Slave-Achse relevant. Das Signal liegt im Bereich Technologien.

DB3x.DBB24.7	"Master-Slave Kopplung aktivieren"
	1 = Master-Slave Kopplung aktivieren
	0 = Master-Slave Kopplung deaktivieren

Ist eine der Bedingungen zum Aktivieren oder Deaktivieren nicht erfüllt, so reagiert die Slave-Achse nicht auf das PLC Signal, d. h. der Zustand der Kopplung bleibt erhalten. Es wird kein NC-Alarm ausgegeben.

Beispiel:

- Im Kanal 1 wird ein Teileprogramm bearbeitet, Kanalzustand "aktiv".
- Eine Master-Slave Kopplung ist aktiv, Master-Achse und Slave-Achse liegen im Kanal 1, PLC-Signal an Slave-Achse DB3x.DBB24.7 = 1.
- Die Kopplung soll deaktiviert werden, PLC setzt DB3x.DBB24.7 = 0.
- Da der Kanal nicht im Zustand "Reset" ist, wird die Kopplung nicht deaktiviert.
- Erst nachdem das Teileprogramm mit M30 oder Reset beendet wurde, wird die Kopplung deaktiviert.

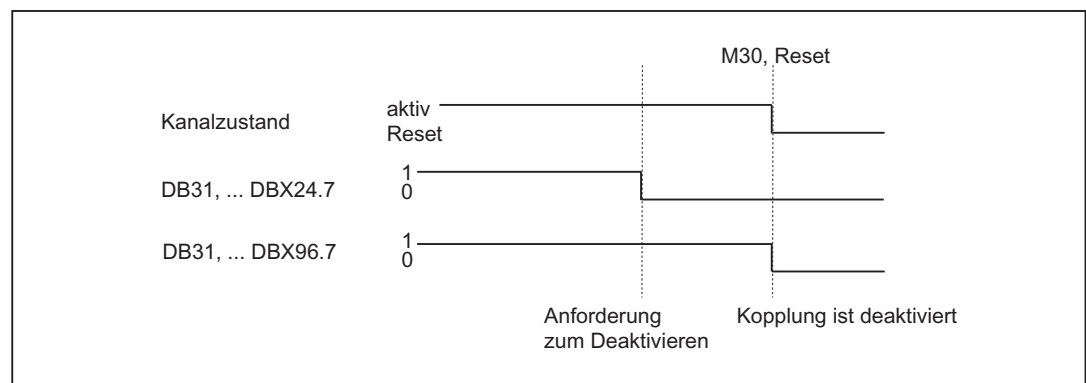


Bild 2-15 Kopplung deaktivieren

PLC-Signal: Zustand einer Master-Slave Kopplung

Der Zustand einer Master-Slave-Kopplung wird in einem achsspezifischen VDI-Signal "von Achse" angezeigt. Relevant für eine Kopplung ist immer das Signal der Slave-Achse. Dieses Signal ist unabhängig davon, ob die Kopplung immer aktiv ist (MD63590) oder über PLC (DB3x.DBB24.7) aktiviert wurde.

DB3x.DBB96.7	"Zustand Master-Slave Kopplung"
	1 = Master-Slave Kopplung aktiv
	0 = Master-Slave Kopplung nicht aktiv

2.2.7 Verhalten bei einer aktiven Kopplung

PLC Signal: Verfahren der Slave-Achse

Wird eine Slave-Achse bei aktiver Kopplung über die Master-Achse verfahren, so werden abhängig von ihrem Fahrzustand folgende PLC-Signale ausgegeben:

DB3x.DBB60.6	"Genauhalt fein"
DB3x.DBB60.7	"Genauhalt grob"
DB3x.DBB61.4	"Achse/Spindel steht"

Weil die Kopplung im Lagereglertakt erfolgt, werden die Fahrbefehlsignale nicht ausgegeben:

DB3x.DBB64.7 "Fahrbefehl +/-"

Alle anderen Signale zeigen den aktuellen Zustand der Achse.

Istwertanzeige

Im Automatikgrundbild wird die Bewegung der Slave-Achse bei aktiver Kopplung nicht angezeigt; der Istwert bleibt eingefroren. Wird die Kopplung deaktiviert, so springt die Istwertanzeige auf die aktuelle Istposition. Mit dem nächsten NC Start erfolgt eine Synchronisation der Slave-Achse mit der NC, so dass die Slave-Achse von dieser Position aus verfahren werden kann.

Im Menü "Dialog", Softkey "Serviceanzeige" wird, auch bei aktiver Kopplung, immer die Bewegung der Slave-Achse angezeigt.

Verfahren der Slave-Achse

Eine Slave-Achse darf bei aktiver Kopplung nicht mehr vom Teileprogramm, von der PLC oder von Hand in JOG verfahren werden. Wird eine Slave-Achse trotzdem verfahren, so führt dies zu dem Resetalarm "75170 Achse AX1 überlagerte Bewegung nicht erlaubt".

Referenzpunkt fahren

Beim Referenzpunktfahren wird nach dem Zustand der Kopplung unterschieden. Das gilt für Referenzieren in der Betriebsart JOG-Ref sowie für das Referenzieren vom Teileprogramm aus (G74).

Ist eine Master-Slave-Kopplung über PLC-Signal aktivierbar (DB3x.DBB24.7), so werden die Master- und die Slave-Achse im Kopplungszustand "nicht aktiv" einzeln referenziert.

Ist eine Master-Slave-Kopplung nach PowerOn immer aktiv (MD63590 = 1), wird nur die Master-Achse referenziert. In diesem Fall wird die Slave-Achse nie referenziert. Da die Kopplung aktiv ist, wird beim Referenzieren der Master-Achse die Slave-Achse mitgeführt.

Das MD34110 \$MA_REFP_CYCLE_NR der Slave-Achse muss auf -1 gesetzt werden, damit der NC-Start ohne Referenzieren der Slave-Achse möglich ist.

Verhalten im Fehlerfall

Bei Fehlerzuständen bei Alarmen mit Alarmreaktion Nachführen in Master oder/und Slave wird jede Achse für sich auf Geschwindigkeit 0 gebremst. Die Master-Slave-Kopplung wird deaktiviert.

Um dabei mechanische Verspannungen zu vermeiden, müssen die folgenden Maschinendaten und Antriebsmaschinendaten bei Master- und Slave-Achse gleich gesetzt werden.

Maschinendaten:

MD36620 \$MA_SERVO_DISABLE_DELAY_TIME

MD36610 \$MA_AX_ENERGY_STOP_TIME

Antriebsmaschinendaten:

MD1403 \$MD_PULSE_SUPPRESSION_SPEED

MD1404 \$MD_PULSE_SUPPRESSION_DELAY

Dies liegt in der Verantwortung des Anwenders. Die Master-Slave-Kopplung wird erst wieder aktiv, wenn nach Kanalreset beide Achsen wieder im Zustand "Regelung aktiv" sind.

Randbedingungen

NCU 572.2

Bei Verwendung der Hardware NCU 572.2 ist eine kundenspezifische Freigabe Voraussetzung für die Benutzung der Funktion Master-Slave für Antriebe.

SINUMERIK 840Di

Die Compile-Zyklen-Funktion der SINUMERIK 840D sind für die SINUMERIK 840Di zum derzeitigen Zeitpunkt nur auf Anfrage erhältlich.

Virtuelle Achse

Im Zusammenhang mit "Master-Slave" ist die Verwendung der Funktion "virtuelle Achse" nicht zulässig im Maschinendatum:

MD30132 \$MA_IS_VIRTUAL_AX (Achse ist virtuelle Achse)

3.1 Drehzahl-/Drehmomentkopplung (ab SW 6)

Option

Die Funktion Drehzahl-/Drehmomentkopplung ist eine Option und nicht in jeder Steuerungsvariante verfügbar.

Die Funktion Master-Slave setzt voraus, dass die Master- und die Slaveachse auf dergleichen NCU betrieben werden.

Hinweis

Die Funktion Master-Slave setzt voraus, dass die Master- und die Slaveachse auf derselben NCU betrieben werden.

- Eine gekoppelte Slaveachse kann nicht über den **Achscontainer** rotiert werden.
 - Das **Schließen und Trennen** der Master-Slave Kopplung erfolgt im Achsstillstand.
 - **Verfahren von Slaveachsen** bei geschlossener Kopplung ist nur über die Masterachse möglich.
 - **Achstausch** von gekoppelten Slaveachsen wird nicht durchgeführt.
 - Beim Schließen der Kopplung über die Slaveachse wird die Masterachse (falls im gleichen Kanal definiert) **automatisch abgebremst**. Das führt zu asymmetrischem Verhalten beim Schließen und Trennen der Kopplung. Im Gegensatz zum Schließen findet beim Trennen kein automatisches Abbremsen statt.
 - **Satzsuchlauf mit Berechnung (SERUPRO)** berücksichtigt die Positionsänderungen von gekoppelten Slaveachsen nach dem Satzsuchlauf nur, wenn ein System-ASUP (asynchrones Unterprogramm) "PROGEVENT.SPF" erstellt wurde, mit dem der Kopplungszustand und die zugehörigen Achspositionen nachträglich beeinflusst werden können, um die Änderungen des Kopplungszustands zu aktualisieren.
-

Unterschiede zur bisherigen Lösung (bis SW 5.x)

- Wird für eine bereits gekoppelte Slaveachse eine Verfahrbewegung programmiert, erscheint der Alarm "14092 Kanal %1 Satz %2 Achse %3 ist falscher Achstyp".
- Die Sollposition der gekoppelten Slaveachse entspricht der aktuellen Istposition.
- Auf Anforderung wird die Kopplung unabhängig vom Kanalzustand im nächsten Achsstillstand geschlossen bzw. getrennt. Damit ist es möglich den Kopplungszustand auch während einer Teileprogrammabarbeitung zu verändern.
- In der Bremsenansteuerungslogik darf bei den Slaveachsen das PLC-Nahtstellensignal DB3x.DBX61.5 "Lageregler aktiv" nicht mehr ausgewertet werden. Dieses wird bei aktiver Kopplung nicht mehr gesetzt. Stattdessen sollte das Nahtstellensignal "Master-Slave Kopplungszustand aktiv" verwendet werden.
- Wird eine Masterachse gleichzeitig als eine Slaveachse projektiert, erscheint der Alarm "26031 Achse %1 Konfigurationsfehler Master-Slave". Eine Kaskadierung ist damit nicht möglich.
- Bei angeforderter und bei geschlossener Kopplung leiten sich die Reglerfreigaben für die Slaveachse direkt von der Masterachse ab.

3.2 Drehzahl/Drehmomentkopplung (bis SW 5.x)

3.2.1 Achstausch

Ein Achstausch zwischen Kanälen kann nur mit folgenden Einschränkungen durchgeführt werden:

Um eine Kopplung zu aktivieren oder zu deaktivieren, müssen die Kanäle der Slave und Master-Achse im Zustand Reset sein. Dabei wird der Zustand der Default-Kanäle der Achsen abgefragt. Zum Zeitpunkt des Aktivierens und Deaktivierens müssen sich also die Achsen im jeweils durch MD30550 zugeordneten Default-Kanal befinden. Zwischenzeitlich ist ein Achstausch, auch bei aktiver Kopplung, möglich.

3.2.2 Rundachsen Modulo, Spindeln

Rundachsen Modulo

Master- und Slave-Achsen können auch Rundachsen sein. Dabei ist folgendes ist zu beachten:

Bei der Slave-Achse läuft der Istwert im Menü "Diagnose" Softkey "Service" über 360° hinaus, auch wenn mit dem folgenden Maschinendatum für die Achse Modulo-Betrieb eingestellt wurde:

MD30310 \$MA_ROT_IS_MODULO

Erst wenn die Kopplung deaktiviert wird, zeigen das Automatik-Grundbild und die Serviceanzeige den Istwert Modulo 360 an.

Spindeln

Wird eine Master-Slave-Kopplung mit Spindeln aktiviert, so ist die Slave Achse im Drehzahlsteuerbetrieb. Auch hierbei läuft der Istwert der Slave Achse in der Serviceanzeige über 360° hinaus. Es ist keine Modularechnung aktiv. Im Automatikgrundbild wird der Wert jedoch Modulo 360° angezeigt.

3.2.3 Master-Slave gleichzeitig mit der Funktion Abstandsregelung

Die Funktionen "Drehzahl-/Drehmomentkopplung (Master-Slave)" und "Abstandsregelung" können mit folgender Einschränkung gleichzeitig betrieben werden:

Eine Achse, die von der Abstandsregelung verfahren wird, darf weder Master noch Slaveachse in der Funktion Master-Slave sein.

3.2.4 Momente und Reglerausgang in NCK-GUD anzeigen

Zur Unterstützung der Inbetriebnahme können die aktuellen axialen Momente in [Nm] sowie die Drehzahlsollwerte in [mm/min] bzw. [U/min] des P-Reglers und des I-Reglers eines Momentenreglers auf der Bedientafelfront im Anzeigebereich "Parameter - Anwenderdaten" angezeigt werden.

Dazu müssen die entsprechenden GUDs angelegt werden. Eine genaue Beschreibung des nötigen Vorgehens finden Sie in der Dokumentation "SINUMERIK 840D/810D/Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung" im Kapitel "Datei und Programmverwaltung".

Gehen Sie folgendermaßen vor:

SGUD anlegen:

- Menü "Dienste"
- Wenn Directory Definitionen nicht angezeigt wird, über Softkey "Datenauswahl" Definitionen auswählen
- Directory Definitionen öffnen
- Softkey "Daten verwalten"
- Softkey "neu"
- Datei anlegen
Name: SGUD
DateiTyp: Globale Daten/System auswählen
- OK
- Datei wird geöffnet. Folgende Zeilen eintragen:
DEF NCK REAL MASTER_SLAVE_TORQUE[Anzahl aktiver Achsen]
DEF NCK REAL TORQUE_CTRL_P[Anzahl aktiver Achsen]
DEF NCK REAL TORQUE_CTRL_I[Anzahl aktiver Achsen]
M30
- Datei schließen und laden

Datei: "Initial.ini" anlegen:

- Menü: Dienste > Softkey "Datenverwalten" > Softkey "neu"
- Neue Directory Typ "NC-Daten Sicherung" anlegen und darin die Datei: "Initial.ini" anlegen
Name: initial
Typ: Initialisierungsprogramm
- OK
- File wird geöffnet. Folgende Ziele eintragen:
M17
- Datei schließen und laden

Danach werden folgende axialen Daten angezeigt:

MASTER_SLAVE_TORQUE[0]	aktuelle Moment in [Nm]
TORQUE_CTRL_P[0]	P-Anteil eines aktiven Momentenreglers in [mm/min] bzw.[U/min]
TORQUE_CTRL_I[0]	I-Anteil eines aktiven Momentenreglers in [mm/min] bzw.[U/min]

3.2.5 Servo Trace

Zur Unterstützung der Inbetriebnahme können die aktuellen Momente sowie der Ausgang des Momentenreglers auf dem MMC in der Funktion Servo Trace angezeigt werden.



Vorsicht

Die bestehende Funktion Servo Trace ist für Master Slave erweitert worden. Die Bedienung der Funktion "Servo Trace" ist im Inbetriebnahmehandbuch beschrieben.

Damit die Daten einer Master Slave Kopplung im Menü im Servo Trace ausgewählt werden können, müssten folgende Files auf dem MMC angelegt werden. Dazu kann die DOS Shell und der Editor "edit" verwendet werden.

File: \ oem \ ibsvt.ini

Inhalt:

[OemSignalList]

Item0 = Type := Title, Signalindex := - 1, Unit := No

Item5 = Type := Signal, Signalindex := 200, Unit := Torque|Force

Item10 = Type := Signal, Signalindex := 201, Unit := Torque|Force

Item15 = Type := Signal, Signalindex := 202, Unit := NcSpeed

File: \ oem \ language \ ibsvt_gr.ini

Inhalt:

[OemComboBoxItemNames]

Item0 = "MASTER-SLAVE"

Item5 = "Moment Master"

Item10 = "Moment Slave"

Item15 = "Reglerausgang"

Diese Datei ist sprachspezifisch und muss für alle verfügbaren Sprachen mit entsprechender Kennung (_uk für englisch) angelegt werden.

Nach dem nächsten MMC Power On können im Menü Servo Trace folgende Signale über das Auswahlmenü Signal angewählt werden.

- Moment Master
- Moment Slave
- Reglerausgang



Vorsicht

Um eine höhere Auflösung der Signale zu erreichen, werden die Daten in folgenden Einheiten angezeigt:

Momente in [milli Nm]

Reglerausgang in [interne Inkremente/s]

Um eine Messung zu aktivieren, müssen keine weiteren Maschinendaten gesetzt werden.

Es können auf einer Messung bis zu 4 Signale aufgezeichnet werden. In der Achsauswahl für die Momente wird die zugehörige Maschinenachse angewählt, für den Reglerausgang wird die Maschinenachse der Slave Achse dieser Regelung angewählt.

Beispiel:

Master Achse: X1

Slave Achse: Y1

Aufgezeichnet werden soll:

Moment Master, Achsauswahl, X1

Moment Slave, Achsauswahl, Y1

Reglerausgang, Achsauswahl, Y1

Es können aber auch bei 4 aktiven Kopplungen alle 4 Momente der Master Achsen oder 4 Reglerausgänge aufgezeichnet werden.

Bei automatischer Skalierung werden immer die gemessenen Kurven eines Bildes übereinandergelegt. Damit die Werte der Kurven richtig verglichen werden können, müssen die Skalierungen für beide Kurven gleich eingestellt sein (siehe Graphik 2 im folgenden Bild). Die Skalierung kann nach der Messung im Menü Skala noch verändert werden.

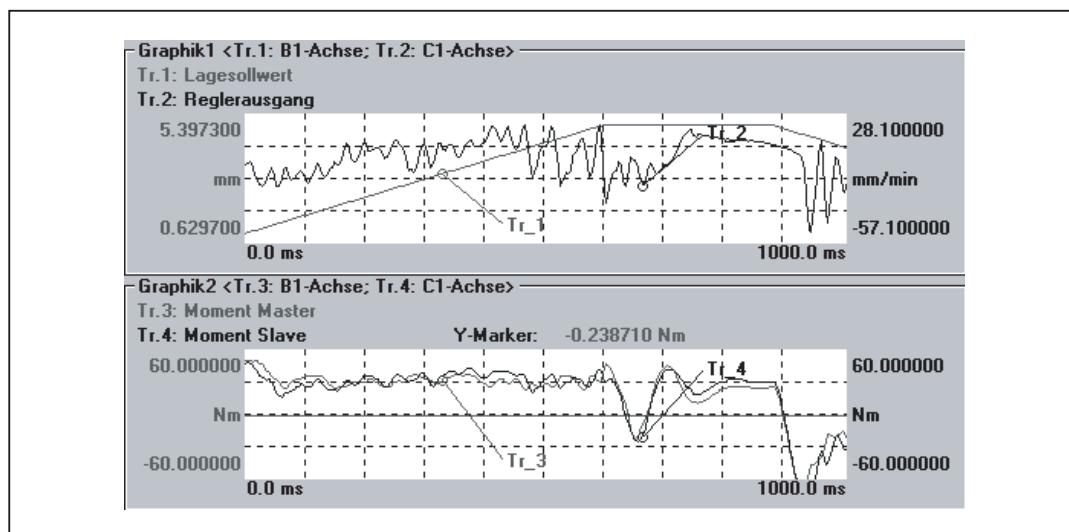


Bild 3-1 Beispiel einer Messung mit 4 Messwerten

3.2.6 Reglerdaten auf Analogausgang

Die Ausgabe der Reglerdaten auf einen Analogausgang kann mit dem folgenden Maschinendatum aktiviert werden:

MD63595 \$MA_TRACE_MODE Bit0 (Traceeinstellung)

Dabei werden folgende Daten auf dem Analogausgang am Terminalblock ausgegeben:

- Moment der Masterachse auf dem Analogwandler 1
- Moment der Slaveachse auf dem Analogwandler 2
- Momentenreglerausgang auf dem Analogwandler 3

Die Momente sind, bezogen auf das Nennmoment, normiert auf 8V, der Momentenreglerausgang ist als mm/min, bezogen auf die max. Geschwindigkeit der Slaveachse, normiert auf 8V.

Welche Steckplätze die Analogwandler auf dem Terminalblock belegen, wird bestimmt mit dem Maschinendatum:

MD10364 \$MN_HW_ASSIGN_ANA_FASTOUT (Hardware-Zuordnung der externen, analogen NCK-Ausgänge)

3.2.7 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

Beispiele

4.1 Drehzahl-/Drehmomentkopplung

4.1.1 Master-Slave-Kopplung zwischen AX1=Master und AX2=Slave

Konfiguration

Master-Slave-Kopplung zwischen AX1=Master und AX2=Slave.

1. Maschinenachsnummer der Masterachse bei Drehzahlsollwertkopplung
MD37250 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_SPEED_CMD[AX2] = 1
2. Masterachse bei Momentenaufteilung gleich der Masterachse bei Drehzahlsollwertkopplung
MD37252 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTR[AX2] = 0
3. Permanente Kopplung
MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE[AX2] = 1
4. Momentenaufschaltung erfolgt sowohl in der Master- wie in der Slaveachse
MD37254 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_MODE[AX2] = 0
5. Momentenaufteilung zwischen der Master- und der Slaveachse jeweils 50% zu 50%
MD37268 \$MA_MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE[AX2] = 50
6. Parameter des Momentenausgleichsreglers
MD37256 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN[AX2] = 0.5
MD37258 \$MA_MS_TORQUE_CTRL_I_TIME[AX2] = 5.0

4.1.2 Kopplung schließen über PLC

Diese Anwendung ermöglicht, eine Master-Slave-Kopplung zwischen den Maschinenachsen AX1=Masterachse und Ax2=Slaveachse im Betrieb schließen und trennen zu können.

Vorbedingungen

- Eine projektierte Masterachse
MD37250 \$MA_MS_ASSIGN_MASTER_SPEED_CMD ≠ 0
- Aktivierung von Master-Slave-Kopplung über
MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE=0
- Die Kopplung ist offen.

Typischer Ablauf

Aktion	Auswirkung/Bemerkung
• Kopplungsposition anfahren	Jede Achse fährt auf die Kopplungsposition.
• Kopplung mechanisch schließen	Beide Achsen werden mechanisch miteinander verbunden.
• Anforderung zum Schließen der Kopplung	Das PLC-Nahtstellensignal "Master/Slave Ein" DB32, ... DBX24.7 wird gesetzt.
• Kopplungszustand rücklesen	Im Achsstillstand wird von der eingekoppelten Slaveachse das PLC-Nahtstellensignal "Master/Slave aktiv" DB32, ... DBX96.7 gesetzt und das "Lageregler aktiv" DB32, ... DBX61.5 gelöscht. Rückmeldung abwarten
• Master-Slave-Verband verfahren	Die Masterachse wird verfahren.

4.1.3 Kopplung schließen/trennen über Teileprogramm

Diese Anwendung ermöglicht, eine Master-Slave-Kopplung zwischen den Maschinenachsen AX1=Masterachse und AX2=Slaveachse über Teileprogramm zu schließen und zu trennen.

Vorbedingungen

- Eine projektierte Masterachse MD37250 0 0.
- Aktivierung von Master-Slave-Kopplung über das Maschinendatum:
MD37262 \$MA_MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE= 0 (Dauerhafte Master-Slave-Kopplung)
- Die Kopplung ist offen.

Teileprogramm

```

N10 G0 AX1=0 AX2=0      ; Kopplungsposition anfahren. Jede der Achsen fährt auf
                        ; die Kopplungsposition.
N20 MASLON (AX2)         ; Kopplung mechanisch schließen. Beide Achsen werden
                        ; mechanisch miteinander verbunden.
N30 AX1=100;             ; Master-Slave Verband verfahren.
                        ; Die Masterachse wird verfahren.
                        ; Gekoppelt über den Drehzahlsollwert folgt die
                        ; Slave- der Masterachse.
N40 MASLOF (AX2)         ; Kopplung öffnen. Die Achsen werden mechanisch
                        ; voneinander getrennt.
N50 AX1=200 AX2=200;     ; Masterachse und Slaveachse verfahren.
                        ; Die Masterachse wird entkoppelt von der
                        ; Slaveachse verfahren.
N60 M30

```

4.1.4 Mechanische Bremse öffnen

Diese Anwendung ermöglicht, eine Bremsensteuerung für die Master-Slave-gekoppelten Maschinenachsen AX1=Masterachse und AX2=Slaveachse zu realisieren.

Vorbedingungen

- Master-Slave-Kopplung projiziert
- Achsen stehen still.
- Reglerfreigaben fehlen.

Typischer Ablauf

Aktion	Auswirkung/Bemerkung
• Anforderung zum Schließen der Kopplung	Gesetzt wird das PLC-Nahtstellensignal: DB31, ... DBX24.7 (Master/Slave Ein)
• Reglerfreigabe setzen	Das PLC-Nahtstellensignal "Reglerfreigabe" DB31, ... DBX2.1 wird für beide Achsen gesetzt.
• Rückmeldungen auswerten	PLC-Nahtstellensignale der Masterachse mit UND verknüpfen: DB31, ... DBX61.7 (Stromregler aktiv) DB31, ... DBX61.6 (Drehzahlregler aktiv) DB31, ... DBX61.5 (Lageregler aktiv) PLC-Nahtstellensignale der Slaveachse mit UND verknüpfen: DB31, ... DBX61.7 (Stromregler aktiv) DB31, ... DBX61.6 (Drehzahlregler aktiv) DB31, ... DBX96.7 (Master/Slave aktiv)
• Bremsen öffnen	Wenn das Ergebnis der UND-Verknüpfungen in der Master- und der Slaveachse $\neq 0$ ist, darf die Bremse gelöst werden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Ab SW 6

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
37250	MS_ASSIGN_MASTER_SPEED_CMD	Maschinenachsnummer der Masterachse bei Drehzahlsollwertkopplung
37252	MS_ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTR	Maschinenachsnummer der Masterachse für Momentenaufteilung
37254	MS_TORQUE_CTRL_MODE	Verschaltung Momentenausgleichsregler
37255	MS_TORQUE_CTRL_ACTIVATION	Aktivierung Momentenausgleichsregler
37256	MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN	Verstärkungsfaktor des Momentenausgleichsreglers
37258	MS_TORQUE_CTRL_I_TIME	Nachstellzeit des Momentenausgleichsreglers
37260	MS_MAX_CTRL_VELO	Begrenzung Momentenausgleichsregler
37262	MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE	Dauerhafte Master-Slave-Kopplung
37263	MS_SPIND_COUPLING_MODE	Koppelverhalten einer Spindel
37264	MS_TENSION_TORQUE	Master-Slave-Verspannmoment
37268	MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE	Momentengewichtung der Slave-Achse
37270	MS_VELO_TOL_COARSE	Master-Slave-Geschwindigkeitstoleranz "grob"
37272	MS_VELO_TOL_FINE	Master-Slave-Geschwindigkeitstoleranz "fein"
37274	MS_MOTION_DIR_REVERSE	Master-Slave-Verfahrrichtung invertieren

Bis SW 5.x

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
34110	REFP_CYC_NR	NC-Start ohne Referieren der Achse R1
36620	SERVO_DISABLE_DELAY_TIME	Abschaltverzögerung Reglerfreigabe A2
36610	AX_ENERGY_STOP_TIME	Zeitdauer der Bremsrampe A3
63550	MS_ASSIGN_MASTER_SPEED_CMD	Master-Achse für Drehzahlsollwertkopplung

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
63555	MS_ASSIGN_MASTER_TORQUE_CTRL	Master-Achse für Momentenregler
63560	MS_TORQUE_CTRL_P_GAIN	P-Verstärkung Momentenregler
63565	MS_TORQUE_CTRL_I_TIME	I-Anteil des Momentenreglers
63570	MS_TORQUE_CTRL_MODE	Verschaltung des Momentenreglerausgangs
63575	MS_TORQUE_WEIGHT_SLAVE	Gewichtung der Momente
63580	MS_TENSION_TORQUE	Verspannmoment
63585	MS_TENSION_TORQ_FILTER_TIME	Zeitkonstante für PT1 Filter Verspannmoment
63590	MS_COUPLING_ALWAYS_ACTIVE	Master-Slave-Kopplung nach Power On aktiv
63595	MS_TRACE_MODE	Trace-Einstellung
63600	MS_MS_MAX_CTRL_VELO	Begrenzung Reglerausgang

5.2 Systemvariablen

Nach dem Satzsuchlauf können über das System-ASUP (asynchrones Unterprogramm) "PROGEVENT.SPF" der Kopplungszustand und die zugehörigen Achspositionen nachträglich beeinflusst werden. Dafür stehen die Systemvariablen \$P_SEARCH_MASL_C, \$P_SEARCH_MASL_D und \$AA_MASL_STAT zur Verfügung, mit denen der Positionsversatz zwischen den gekoppelten Achsen und der Kopplungszustand verändert werden kann:

Bezeichner	Bedeutung
\$P_SEARCH_MASLC[Slaveachsbezeichner]	Die Variable registriert eine Änderung des Kopplungszustands während des Satzsuchlaufes SERUPRO.
\$P_SEARCH_MASLD[Slaveachsbezeichner]	Die Variable gibt den Positionsversatz zwischen der Slave- und der Master-Achse zum Schließzeitpunkt der Kopplung an.
\$AA_MASL_STAT[Slaveachsbezeichner]	Die Variable gibt den aktuellen Kopplungszustand aus. Wert ≠ 0: "Master-Slave-Kopplung aktiv" In diesem Fall enthält er die aktuelle Maschinenachsnummer der Masterachse, bei aktivem NCU-Link (mehrere Bedientafelfronten und NCUs) zusätzlich die NCU-Nr (an der Hunderter-Stelle. Beispiel: 201 für Achse1 auf NCU2.

5.3 Signale

5.3.1 Signale an Achse/Spindel

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
31, ...	24.4	Momentenausgleichsregler aktivieren
31, ...	24.7	Master-Slave Kopplung aktivieren

5.3.2 Signale von Achse/Spindel

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
31, ...	96.2	Differenzdrehzahl "Fein"
31, ...	96.3	Differenzdrehzahl "Grob"
31, ...	96.4	Zustand Momentenausgleichsregler
31, ...	96.7	Zustand Master-Slave Kopplung

Index

A

Achstausch, 2-28

B

Beispiel
Tangentialsteuerung, 4-1

D

DB31, ...
DBX24.7, 4-3
DBX61.5, 4-3
DBX61.6, 4-3
DBX61.7, 4-3
DBX96.7, 4-3
Drehzahlregler, 2-28

G

Getriebestufenwechsel bei aktiver Master/Slave
Kopplung, 2-14

H

Hardware- und Software-Endschalter
Master-Slave, Drehzahlkopplung, 2-16

I

I-Anteil, 2-27

L

Lageregelung, 2-28

M

Masterkanal, 2-28
Master-Slave-Kopplung, 2-29
MD10364, 3-7
MD20070, 2-22
MD30132, 3-1
MD37262, 2-17, 4-2
MD63570, 2-22
MD63595, 3-7

P

PT1-Filter, 2-27

R

Reglerausgang, 2-26

S

Satzsuchlauf
Master-Slave, Drehzahlkopplung, 2-17
Slave-Achse, 2-26, 2-29

T

Tangentialsteuerung (T3)|Beispiele
12104, 12105, 4-1

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Transformationspaket Handling (TE4)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl 1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE 7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE 3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE 7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
1.1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Kinematische Transformation	2-1
2.2	Begriffsbestimmungen	2-2
2.2.1	Einheiten und Richtungen	2-2
2.2.2	Positions- und Orientierungsbeschreibung mit Hilfe von Frames	2-2
2.2.3	Gelenkdefinition	2-3
2.3	Konfiguration der kinematischen Transformation	2-4
2.3.1	Allgemeine Maschinendaten	2-5
2.3.2	Parametrierung über Geometriedaten	2-5
2.4	Kinematikbeschreibungen	2-19
2.4.1	3-Achs-Kinematiken	2-19
2.4.2	4-Achs-Kinematiken	2-27
2.4.3	5-Achs-Kinematiken	2-33
2.4.4	6-Achs-Kinematiken	2-38
2.4.5	Sonderkinematiken	2-38
2.5	Werkzeugorientierung	2-44
2.5.1	Werkzeugorientierung	2-44
2.5.2	Orientierungsprogrammierung bei 4-Achsen	2-47
2.5.3	Orientierungsprogrammierung bei 5-Achsen	2-48
2.6	Singuläre Stellungen und ihre Behandlung	2-49
2.7	Aufruf und Anwendung der Transformation	2-50
2.8	Istwertanzeige	2-52
2.9	Werkzeugprogrammierung	2-52
2.10	Kartesisches PTP-Fahren mit Transformationspaket Handling	2-53
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Funktionsspezifische Alarmtexte	3-1
3.2	Funktionseinschränkungen	3-1
4	Beispiele	4-1
4.1	Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme	4-1
4.2	Inbetriebnahme einer kinematischen Transformation	4-3
5	Datenlisten	5-1
5.1	Maschinendaten	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten	5-1
5.1.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
5.1.3	Kanal-spezifische Maschinendaten für Compile-Zyklen	5-1

5.2	Signale	5-3
5.2.1	Signale von Kanal	5-3
Index		Index-1

Tabellen

Tabelle 2-1	Projektierungsdaten Zentralhand	2-11
Tabelle 2-2	Projektierungsdaten Winkelschräghand (5-Achser)	2-12
Tabelle 2-3	Änderung der Achsreihenfolge	2-15
Tabelle 2-4	Projektierungsdaten 3-Achser CC-Kinematik	2-21
Tabelle 2-5	Projektierungsdaten 3-Achser SC-Kinematik	2-22
Tabelle 2-6	Projektierungsdaten 3-Achser CS-Kinematik	2-23
Tabelle 2-7	Projektierungsdaten 3-Achser NR-Kinematik	2-24
Tabelle 2-8	Projektierungsdaten 3-Achser RR-Kinematik	2-25
Tabelle 2-9	Projektierungsdaten 3-Achser NN-Kinematik	2-26
Tabelle 2-10	Projektierungsdaten 4-Achser CC-Kinematik	2-29
Tabelle 2-11	Projektierungsdaten 4-Achser SC-Kinematik	2-31
Tabelle 2-12	Projektierungsdaten 4-Achser CS-Kinematik	2-32
Tabelle 2-13	Projektierungsdaten 4-Achser NR-Kinematik	2-33
Tabelle 2-14	Projektierungsdaten 5-Achser CC-Kinematik	2-36
Tabelle 2-15	Projektierungsdaten 5-Achser NR-Kinematik	2-37
Tabelle 2-16	Projektierungsdaten Sonderkinematik SC-2-Achser	2-39
Tabelle 2-17	Projektierungsdaten Sonderkinematik SC-3-Achser	2-40
Tabelle 2-18	Projektierungsdaten Sonderkinematik SC-4-Achser	2-42
Tabelle 2-19	Projektierungsdaten Sonderkinematik NR-2-Achser	2-43

Kurzbeschreibung

1.1 Kurzbeschreibung

Funktionalität

Das Transformationspaket Handling ist für den Einsatz bei **Handhabungsmaschinen** und **Robotern** konzipiert. Es handelt sich dabei um eine Art Baukastensystem, bei dem der Kunde die Möglichkeit hat, die Transformation für seine Maschine über Maschinendaten zu konfigurieren, sofern die Kinematik im Transformationspaket Handling enthalten ist.

Aufbau Kapitel 2

Im Kapitel 2 (Ausführliche Beschreibung) werden folgende Themen behandelt:

- Kapitel 2.1 beschreibt das Umfeld der kinematischen Transformation.
- Kapitel 2.2 erläutert grundlegende Begriffe.
- Kapitel 2.3 erläutert die zur Projektierung notwendigen Maschinendaten.
- Kapitel 2.4 stellt die gängigsten 2- bis 5-Achs Kinematiken, die mit dem Transformationspaket Handling konfiguriert werden können, anhand von Projektierungsbeispielen dar.
- Kapitel 2.5 bis Kapitel 2.9 behandeln die Programmierung. Hierbei wird auf die Programmierung der Orientierung, der Angabe der Werkzeugparameter und den Aufruf der Transformation eingegangen.

Abkürzungen

FL	Flansch-Koordinatensystem
HP	Handpunkt-Koordinatensystem
IRO	internes Roboter-Koordinatensystem
p_3, q_3, r_3	Koordinaten der letzten Grundachse
RO	Roboter- bzw. Fußpunkt-Koordinatensystem
WS	Werkstück-Koordinatensystem
WZ	Werkzeug-Koordinatensystem
x_3, y_3, z_3	Koordinaten der ersten Handachse

Ausführliche Beschreibung

2.1 Kinematische Transformation

Aufgabe der Transformation

Aufgabe der Transformation ist es, Bewegungen der Werkzeugspitze, die in einem kartesischen Koordinatensystem programmiert sind, in die Maschinenachspositionen zu transformieren.

Einsatzgebiet

Das hier beschriebene Transformationspaket Handling ist darauf ausgelegt, eine möglichst große Zahl von Kinematiken allein durch Maschinendatenparametrierung abzudecken. Es können zur Zeit Kinematiken mit 2 bis maximal 5 Achsen, die in die Transformation eingehen, betrieben werden. Dies entspricht bis zu fünf räumlichen Freiheitsgraden. Hierbei sind maximal 3 Freiheitsgrade für die Translation und 2 Freiheitsgrade für die Orientierung möglich. Damit kann bei einer 5-Achsen Maschine ein Werkzeug (Fräser, Laserstrahl) in jedem Punkt des Bearbeitungsraumes beliebig zum Werkstück orientiert werden. Das Werkstück wird immer im rechtwinkligen Werkstückkoordinatensystem programmiert, eventuell programmierte oder eingestellte Frames drehen und verschieben dieses System auf das Basissystem. Die kinematische Transformation setzt diese Informationen dann in Bewegungsvorgaben für die realen Maschinenachsen um. Die kinematische Transformation benötigt Angaben über den Aufbau (Kinematik) der Maschine, die in Maschinendaten hinterlegt sind.

Kinematikklassen

Das Transformationspaket Handling gliedert sich in zwei Kinematikklassen, die ausgewählt werden über das Maschinendatum:

MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS (Kinematikkasse)

- STANDARD: Diese Klasse beinhaltet die gängigsten Kinematiken.
- SPECIAL: Sonderkinematiken

2.2 Begriffsbestimmungen

2.2.1 Einheiten und Richtungen

Längen und Winkel

In den Transformationsmaschinendaten werden sämtliche Längen in Millimeter bzw. Inch und sämtliche Winkel, soweit nicht anders vermerkt, in Grad im Intervall [-180°, 180°] angegeben.

Drehrichtung

Bei Winkeln geben Pfeile in den Zeichnungen immer die mathematisch positive Drehrichtung an.

2.2.2 Positions- und Orientierungsbeschreibung mit Hilfe von Frames

Um eine Abgrenzung zum Begriff Frame, wie er in der NC-Sprache definiert ist, vorzunehmen, wird im Folgenden erläutert, welche Bedeutung der Begriff Frame im Bezug auf das Transformationspaket Handling hat.

Frame

Über einen Frame lässt sich ein Koordinatensystem in ein anderes überführen. Hierbei unterscheidet man zwischen Translation und Rotation. Die Translation bewirkt nur eine Verschiebung, die Rotation eine Verdrehung des Koordinatensystems bezüglich des Bezugssystems. Als Bezeichner für die Translation werden die Koordinaten X, Y und Z verwendet. Sie sind so festgelegt, dass das Koordinatensystem ein Rechts-System ergibt.

Translation

Die Translation ist immer bezüglich der Koordinatenrichtungen des Ausgangssystems angegeben. Die Richtungen sind den Maschinendaten folgendermaßen zugeordnet:

- X- Richtung: ..._POS[0]
- Y- Richtung: ..._POS[1]
- Z- Richtung: ..._POS[2]

Rotation

Für die Rotation verwendet man die RPY-Winkel A, B und C (RPY steht für Roll Pitch Yaw). Die positive Drehrichtung wird durch die Rechte-Hand-Regel festgelegt, d. h. zeigt der Daumen der rechten Hand in Richtung der Drehachse, so geben die restlichen Finger die positive Winkelrichtung an. Dabei ist zu beachten, dass A und C im Intervall [-180; +180] und B im Intervall [-90; +90] definiert sind.

Die RPY-Winkel sind folgendermaßen festgelegt:

- Winkel A: 1. Drehung um die Z-Achse des Ausgangssystems
- Winkel B: 2. Drehung um die gedrehte Y-Achse
- Winkel C: 3. Drehung um die 2-fach gedrehte X-Achse

Die RPY-Winkel sind den Maschinendaten folgendermaßen zugeordnet:

- Winkel A: ..._RPY[0]
- Winkel B: ..._RPY[1]
- Winkel C: ..._RPY[2]

Im Bild "Beispiel für Drehung um die RPY-Winkel" ist ein Beispiel für die Drehung um die RPY-Winkel angegeben.

Hierbei wird das Ausgangskordinatensystem X_1, Y_1, Z_1 zuerst um den Winkel A um die Z_1 -Achse gedreht, dann um den Winkel B um die Y_2 -Achse und zuletzt um den Winkel C um die X_3 -Achse.

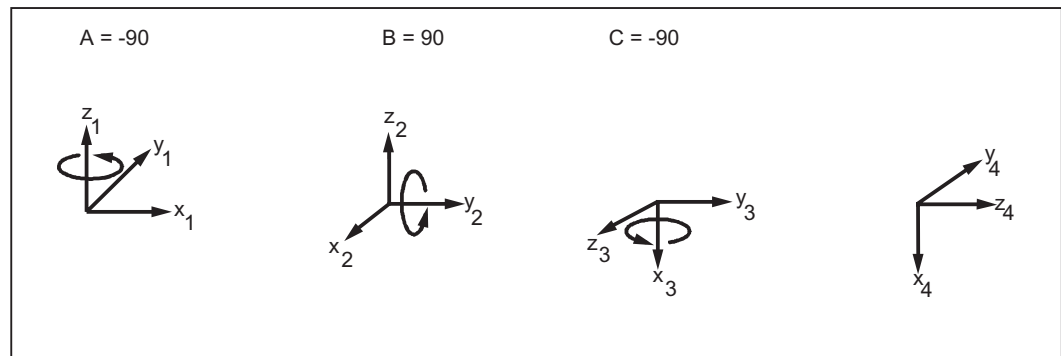


Bild 2-1 Beispiel für Drehung um die RPY-Winkel

2.2.3 Gelenkdefinition

Bedeutung

Unter einem Gelenk versteht man entweder eine translatorische oder eine rotatorische Achse.

Die Grundachskennungen bestimmen sich aus der Anordnung und Reihenfolge der einzelnen Gelenke. Diese werden mit Buchstabenkennungen (S, C, R, N) angegeben, die im Folgenden erläutert werden.

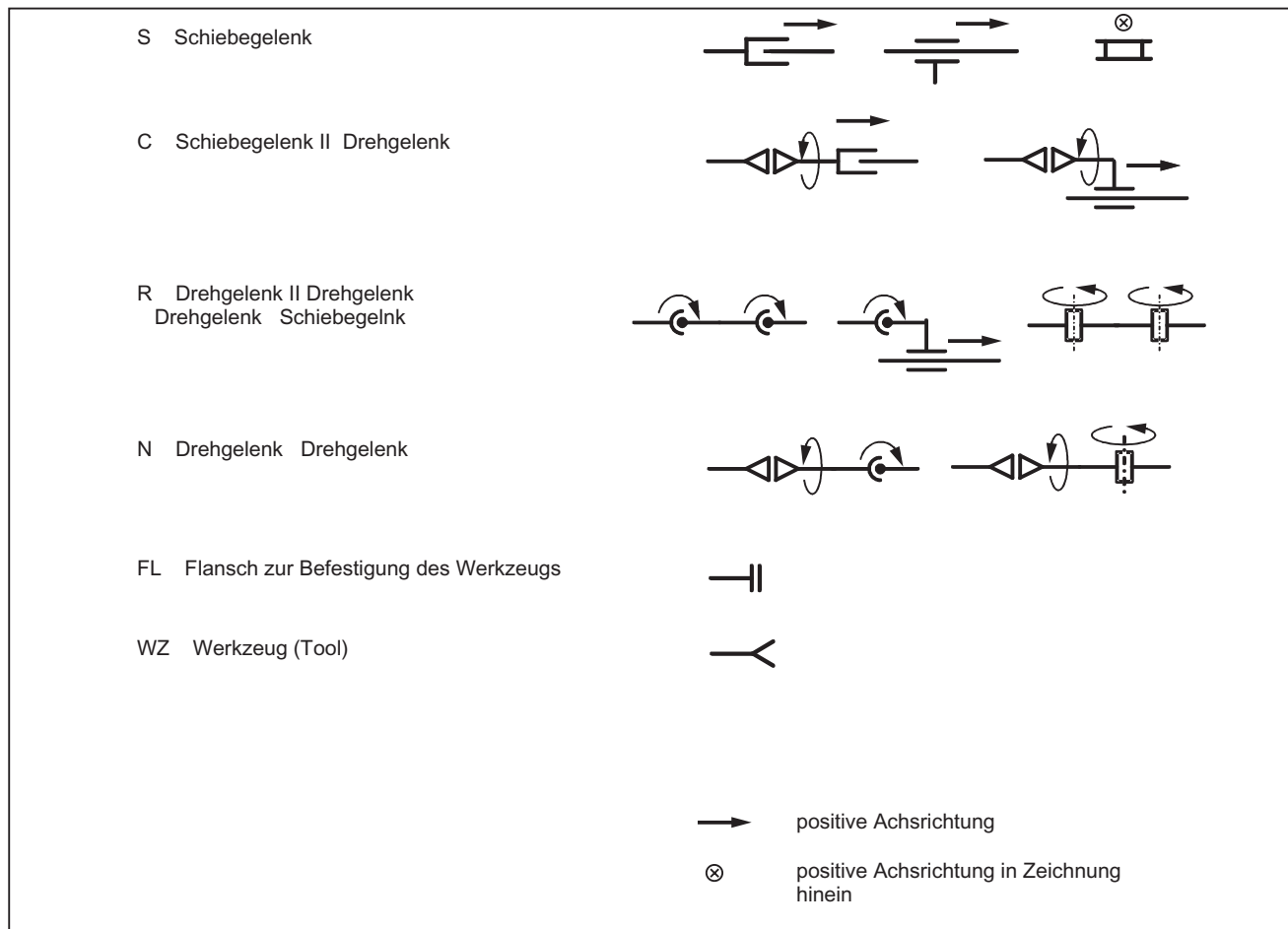


Bild 2-2 Gelenkbezeichnungen

2.3 Konfiguration der kinematischen Transformation

Bedeutung

Damit die kinematische Transformation die programmierten Werte in Achsbewegungen umrechnen kann, sind einige Informationen über die mechanische Ausführung der Maschine notwendig, die in Maschinendaten abgelegt werden:

- Achszuordnungen
- Geometrie-Informationen

2.3.1 Allgemeine Maschinendaten

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)

Hier ist der Wert 4099 für das Transformationspaket Handling einzutragen.

MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1 (Achszuordnung für Transformation)

Die Achszuordnung am Eingang der Transformation legt fest, welche Achse von der Transformation intern auf eine Kanalachse abgebildet wird. Sie wird im Maschinendatum festgelegt:

MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1

Für das Transformationspaket Handling ist die Reihenfolge der Achsen fest vorgegeben. Es müssen die ersten n Kanalachsen den n Transformationsachsen in aufsteigender Reihenfolge zugeordnet werden:

- MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[0] = 1
- MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[1] = 2
- MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[2] = 3
- MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[3] = 4
- MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[4] = 5
- MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[5] = 6

MD24120 \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1 (Zuordnung GEOachse zu Kanalachse für Transformation 1)

Wie viele translatorische Freiheitsgrade für die Transformation vorhanden sind wird eingetragen über das Maschinendatum:

MD24120 \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1

Normalerweise entsprechen die 3 Geometrieachsen den kartesischen Achsrichtungen X, Y und Z.

- MD24120 \$MC_TRAFO_GEO_AX_ASSIGN_TAB_1[0] = 1
- MD24120 \$MC_TRAFO_GEO_AX_ASSIGN_TAB_1[1] = 2
- MD24120 \$MC_TRAFO_GEO_AX_ASSIGN_TAB_1[2] = 3

2.3.2 Parametrierung über Geometriedaten

Baukastenprinzip

Die Parametrierung der Maschinengeometrie erfolgt nach einer Art Baukastenprinzip. Hierbei wird die Maschine sukzessive von ihrem Fußpunkt bis zur Werkzeugschpitze über Geometrie-Parameter projiziert, so dass sich eine geschlossene kinematische Kette bildet. Hierbei werden Frames (siehe Kapitel "Positions- und Orientierungsbeschreibung mit Hilfe

von Frames") zur Beschreibung der Geometrie verwendet. Im Hochlauf der Steuerung werden die Konfigurationsmaschinendaten überprüft und gegebenenfalls Alarmer gesetzt.

Alle Achsen der BAG werden nachgeführt, die Alarmer können nur mit POWER ON gelöscht werden.

Wie aus dem Bild "Kinematische Kette am Beispiel eines Roboters" ersichtlich ist, erfolgt über die kinematische Transformation eine Umrechnung des Arbeitspunktes des Werkzeuges (Werkzeugkoordinatensystem: XWZ, YWZ, ZWZ), der bezüglich des Basiskoordinatensystems (BKS = Roboter-Koordinatensystem: XRO, YRO, ZRO) angegeben ist, in Maschinenachswerte (MKS-Positionen: A1, A2, A3, ..). Der Arbeitspunkt (XWZ, YWZ, ZWZ) wird im Teileprogramm bezüglich dem zu bearbeitenden Werkstück (Werkstückkoordinatensystem WKS: XWS, YWS, ZWS) angegeben. Durch die programmierbaren Frames kann das Werkstückkoordinatensystem WKS bezüglich dem Basiskoordinatensystem BKS verschoben werden.

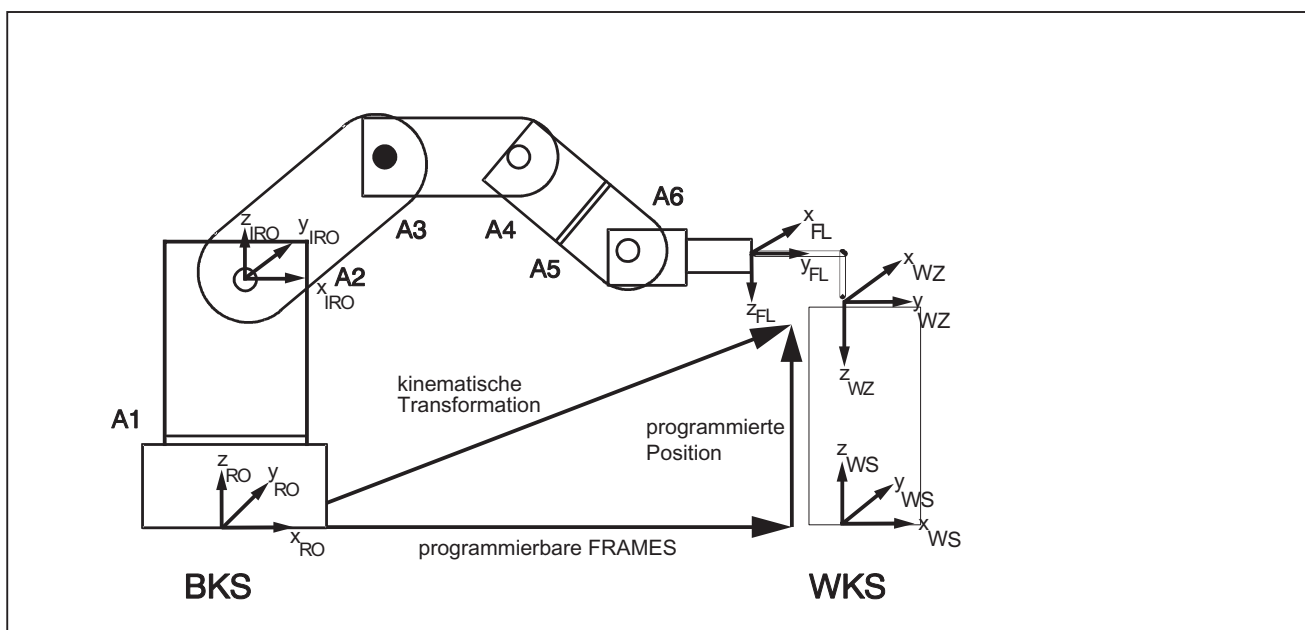


Bild 2-3 Kinematische Kette am Beispiel eines Roboters

Hinweis

Weitergehende Erläuterungen zu Koordinatensystemen entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

Folgende Maschinendaten sind zur Projektierung der kinematischen Transformation vorhanden:

MD62612, MD62613

Das Frame T_IRO_RO verbindet den Fußpunkt der Maschine (BKS = RO) mit dem ersten von der Transformation bestimmten internen Koordinatensystem (IRO).

MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY (Frame zwischen Fußpunkt- und internem Koordinatensystem (Rotationsanteil), n = 0...2)

MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS (Frame zwischen Fußpunkt- und internem Koordinatensystem (Positionsanteil), n = 0...2)

MD62603

Der Typ der Grundachsenanordnung wird spezifiziert mit dem Maschinendatum:

MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES (Grundachsenkennung)

Als Grundachsen bezeichnet man in der Regel die ersten 3 Achsen, die in die Transformation eingehen.

MD62607

Die Grundachslängen A und B werden angegeben mit dem Maschinendatum:

MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB (Grundachslängen A und B, n = 0...1)

Diese sind, wie aus Bild "Übersicht Grundachskonfigurationen" ersichtlich ist, für jeden Grundachstyp speziell festgelegt.

MD62606

Ob die 4. Achse parallel/antiparallel oder senkrecht zur letzten rotatorischen Grundachse montiert ist kennzeichnet das Maschinendatum:

MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR (Achse 4 parallel/antiparallel zu letzter Grundachse)

MD62608, MD62609

Das Frame T_X3_P3 verbindet das letzte Koordinatensystem der Grundachsen mit dem ersten Koordinatensystem der Hand.

MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS (Anbringung der Hand (Positionsanteil], n = 0...2)

MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY (Anbringung der Hand (Rotationsanteil), n = 0...2)

MD62604, MD62616

Mit diesen Parametern wird die Geometrie der Hand beschrieben.

MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES (Handachsenkennung)

MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5.. (Parameter ALPHA zur Projektierung der Hand, n = 0...1)

MD62604

Der Typ der Hand wird spezifiziert mit dem Maschinendatum:

MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES (Handachsenkennung)

Als Handachsen bezeichnet man in der Regel die Achsen vier bis sechs.

MD62610, MD62611

Das Frame T_FL_WP verbindet das letzte Koordinatensystem der Hand mit dem Flanschkoordinatensystem.

MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS (Frame zwischen Handpunkt- und Flanschkoordinatensystem (Positionsanteil), n = 0...2)

MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY (Frame zwischen Handpunkt- und Flanschkoordinatensystem (Rotationsanteil), n = 0...2)

Diese Daten werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

Prinzipiell enthaltene Grundachsen

MD62603

Als Grundachsen werden in der Regel die ersten 3 Achsen bezeichnet, die in die Transformation eingehen. Sie müssen immer parallel oder senkrecht zueinander stehen. Jede der folgenden Grundachsenanordnungen wird mit einer Kennung versehen (siehe Kapitel "Gelenkdefinition"). Die Grundachsenkennung wird eingetragen über das Maschinendatum:

MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES (Grundachsenkennung)

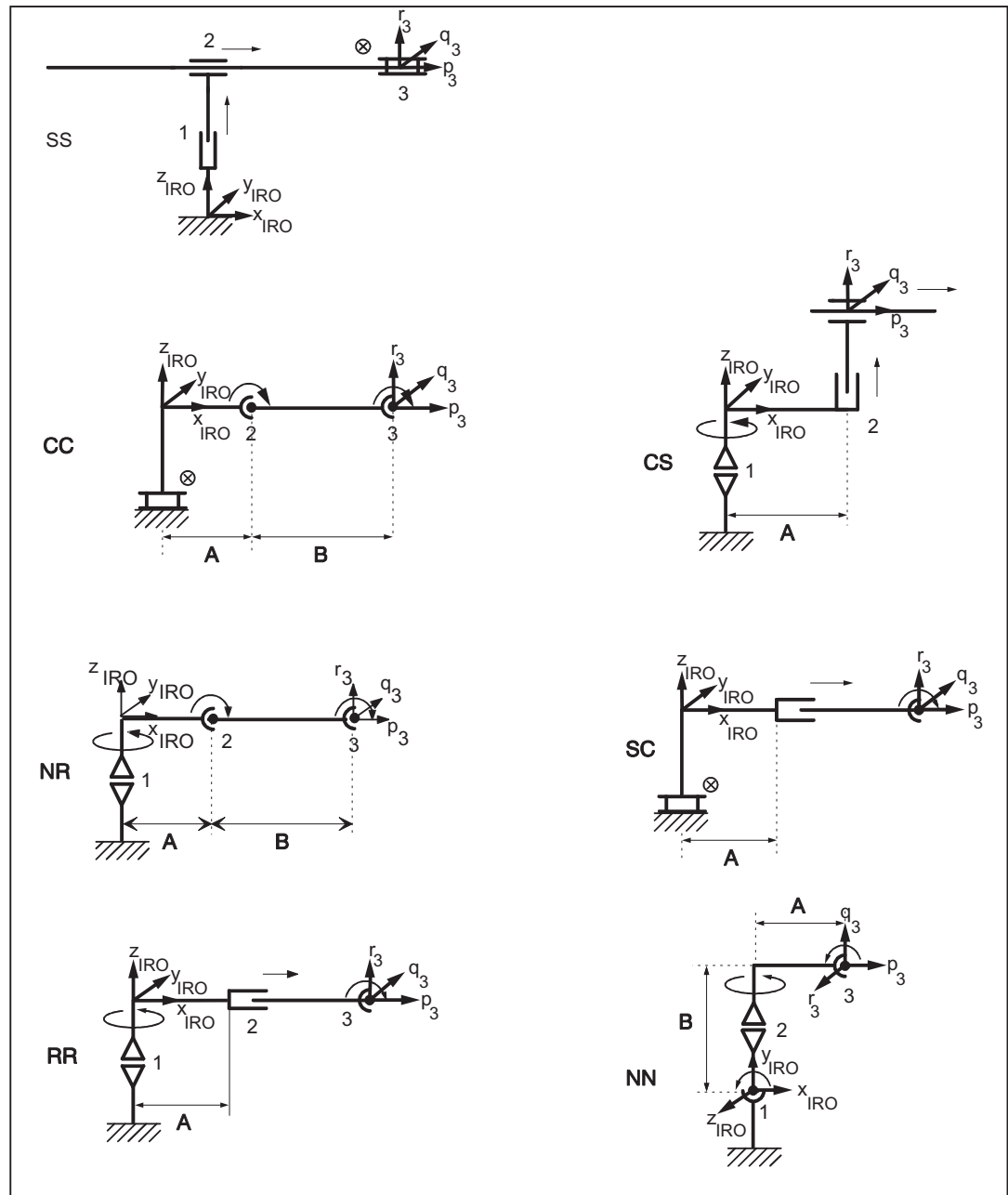


Bild 2-4 Übersicht Grundachskonfiguration

Folgende Grundachskinematiken sind im Transformationspaket Handling enthalten:

- SS: Portal (3 Linearachsen, rechtwinklig)
- CC: Scara (1 Linearachse, 2 Rundachsen (parallel))
- SC: Scara (2 Linearachsen, 1 Rundachse (Schwenkenachse))
- CS: Scara (2 Linearachsen, 1 Rundachse (Drehachse))
- NR: Gelenkarm (3 Rundachsen (2 Achsen parallel))
- NN: Gelenkarm (3 Rundachsen)
- RR: Gelenkarm (1 Linearachse, 2 Rundachsen (senkrecht))

Prinzipiell enthaltene Handachsen

MD62604

Als Hand werden in der Regel alle Achsen ab der vierten Achse bezeichnet. Das Transformationspaket Handling kennt nur Hände mit rotatorischen Achsen. Für dreiachsige Hände wird die Handachskennung eingetragen über das Maschinendatum:

MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES (Handachsenkennung)

Für Hände mit weniger als drei Achsen muss die Kennung für Winkelschräghand oder Zentralhand eingetragen werden ins Maschinendatum:

MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES (Handachsenkennung)

Zur Zeit werden nur die Handachstypen Zentralhand und Winkelschräghand unterstützt.

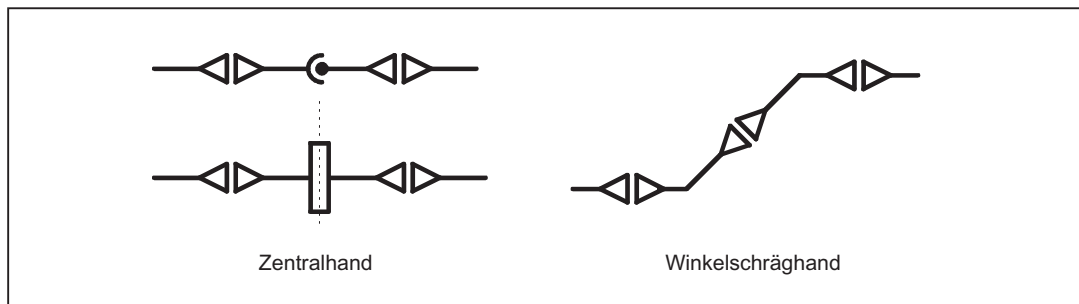


Bild 2-5 Übersicht Handachskonfiguration

Parametrierung der Handachsen

MD62614 - MD62616

Die Parametrierung der Hand erfolgt über die Parameter:

MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A (Parameter A zur Projektierung der Hand, n = 0...1)

MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D (Parameter D zur Projektierung der Hand, n = 0...1)

MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA (Parameter ALPHA zur Projektierung der Hand, n = 0...1)

Diese sind eine spezielle Art von Frames, welche die Lage der Koordinatensysteme in der Hand zueinander beschreiben. Hierbei entsprechen die Maschinendaten gewissen Komponenten eines Frames (siehe Kapitel "Positions- und Orientierungsbeschreibung mit Hilfe von Frames"):

- MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A dem ..._POS[0] (x-Komponente)
- MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D dem ..._POS[2] (z-Komponente)
- MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA dem ..._RPY[2] (C-Winkel)

Die anderen Komponenten des Frames sind dabei Null.

Zentralhand (ZEH)

Bei einer Zentralhand schneiden sich alle Handachsen in einem Punkt. Alle Parameter sind wie aus Tabelle "Projektierungsdaten Zentralhand" ersichtlich einzutragen.



Bild 2-6 Zentralhand

Tabelle 2-1 Projektierungsdaten Zentralhand

Maschinendatum	Wert
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	2
MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A	[0.0, 0.0]
MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D	[0.0, 0.0]
MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA	[-90.0, 90.0]

Winkelschräghand (WSH)

Die Winkelschräghand unterscheidet sich zur Zentralhand dadurch, dass sich die Achsen nicht schneiden und auch nicht senkrecht zueinander. Für diese Hand stehen die Parameter a_4 , d_5 , und a_4 wie aus Tabelle "Projektierungsdaten Zentralhand" ersichtlich zur Verfügung.

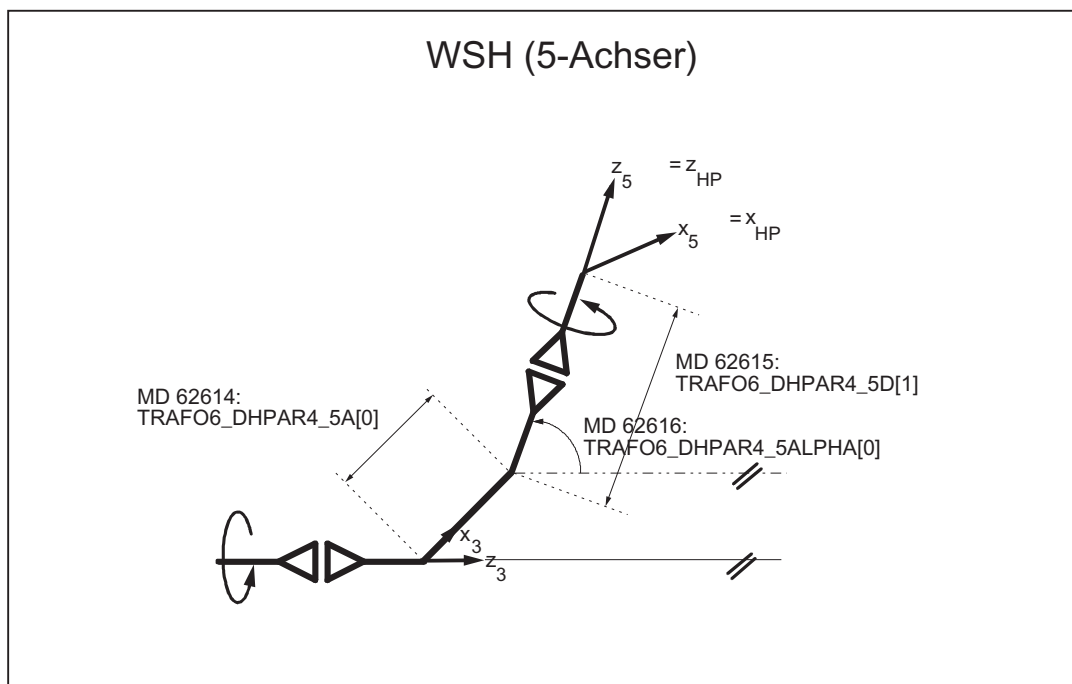


Bild 2-7 Winkelschräghand

Tabelle 2-2 Projektierungsdaten Winkelschräghand (5-Achser)

Maschinendatum	Wert
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	6
MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A	[a4, 0.0]
MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D	[0.0, d5]
MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA	[α4, 0.0]

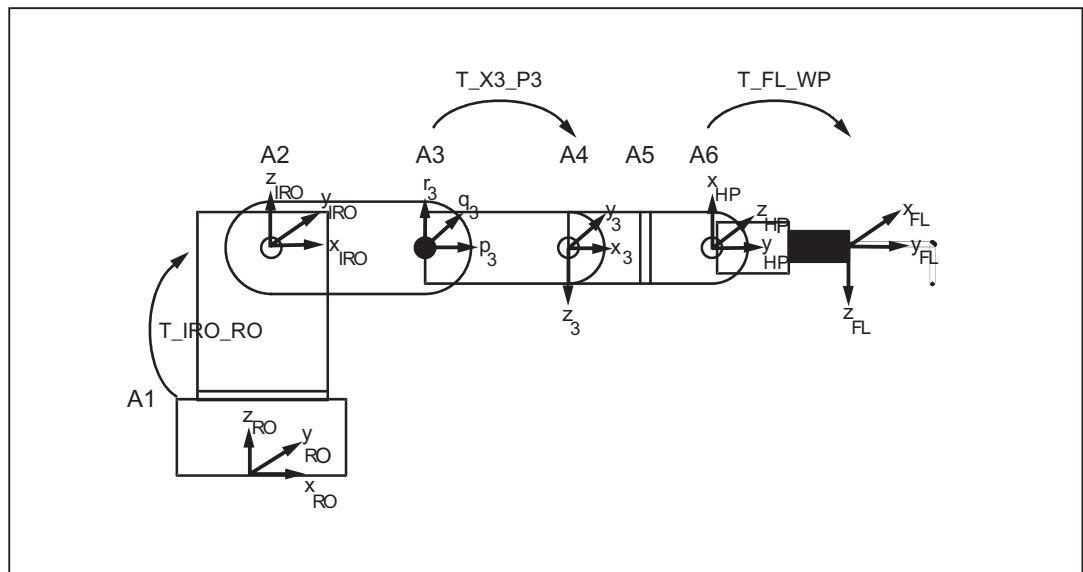


Bild 2-8 Verbindungsframes

T_IRO_RO

Das Frame T_{IRO_RO} verbindet das vom Anwender definierte Fußpunktkoordinatensystem (RO) mit dem internen Roboterkoordinatensystem (IRO). Das interne Roboterkoordinatensystem ist für jeden Grundachstyp über das Transformationspaket Handling fest vorgegeben und in den Kinematikbildern für die Grundachsarrangierungen eingezeichnet. Das Fußpunktkoordinatensystem liegt im kartesischen Nullpunkt der Maschine. Es entspricht dem Basiskoordinatensystem. Wenn keine FRAMES programmiert sind, entspricht das Basiskoordinatensystem dem Werkstückkoordinatensystem.

Hinweis

Weitergehende Erläuterungen zu FRAMES entnehmen Sie bitte:

Literatur:

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

Das Frame T_{IRO_RO} unterliegt keinerlei Einschränkungen für 5-achsige Kinematiken.

Bei 4-Achsern gelten folgende Einschränkungen:

- Die erste rotatorische Achse muss immer parallel/antiparallel zu einer der Koordinatenachsen des Fußpunktkoordinatensystems (RO) sein.
- Bei Grundachsen vom Typ SS gibt es keine weiteren Einschränkungen.
- Bei Grundachsen vom Typ CC, CS oder SC gibt es keine weiteren Einschränkungen, wenn die Achse 4 parallel zur letzten rotatorischen Grundachse ist.
- Bei allen anderen Grundachsen und bei Grundachsen vom Typ CC, CS oder SC, wenn die Achse 4 senkrecht zur letzten rotatorischen Grundachse ist, muss die Z-Achse von RO parallel zur Z-Achse von IRO sein.

T_X3_P3

Das Frame T_X3_P3 beschreibt die Anbringung der Hand an die Grundachsen. Mit dem Frame T_X3_P3 wird das Koordinatensystem der letzten Grundachse (p3_q3_r3-Koordinatensystem) mit dem in die erste Handachse gelegten Koordinatensystem (x3_y3_z3-Koordinatensystem) verbunden. Das p3_q3_r3-Koordinatensystem ist in den Kinematikbildern für die Grundachsenanordnungen eingezeichnet.

Die z3-Achse liegt immer auf der 4. Achse.

Entsprechend der Anzahl der Achsen, die in die Transformation eingehen, unterliegt der Frame T_X3_P3 gewissen grund- und handachsenspezifischen Einschränkungen:

- Für 5-Achser ist das Frame T_X3_P3 in folgenden Fällen frei wählbar:
 - Wenn die Grundachsen vom Typ SS sind.
 - Wenn die Grundachsen vom Typ CC, CS oder SC sind, so muss entweder eine Zentralhand (ZEH) vorliegen, oder die 4. Achse muss parallel zur letzten rotatorischen Grundachse sein.
 - Wenn die Grundachsen vom Typ NR oder RR sind, so muss entweder eine Zentralhand (ZEH) vorliegen, oder die 4. Achse muss parallel zur letzten rotatorischen Grundachse sein und X-Flansch muss die 5. Achse schneiden.
 - Sind die Grundachsen vom Typ NN, so muss eine Zentralhand vorliegen.
- Bei 4-Achsern ist zu beachten, dass die z3-Achse immer parallel/antiparallel oder senkrecht zur letzten Grundachse ist.

T_FL_WP

Mit dem Frame T_FL_WP wird der Flansch mit dem letzten internen, über das Transformationspaket Handling fest vorgegebenen Koordinatensystem (Handpunktkoordinatensystem) verbunden.

Dieser Frame unterliegt für Kinematiken mit weniger als 6 Achsen gewissen Einschränkungen, die bei den jeweiligen Kinematiken erläutert werden.

Sonstige Projektierungsdaten

Anzahl der transformierten Achsen

Wie viele Achsen in die Transformation eingehen wird festgelegt mit dem Maschinendatum:

MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES (Anzahl der transformierten Achsen)

Die Anzahl der transformierten Achsen kann zur Zeit zwischen 2 und 5 Achsen betragen.

Änderung der Achsreihenfolge

MD62620

Hinweis

Bei bestimmten Kinematiken sind Vertauschungen von Achsen möglich, ohne dass sich ein anderes kinematisches Verhalten ergibt. Um diese Kinematiken ineinander überzuführen, gibt es das Maschinendatum:

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ (Umordnung von Achsen)

Dabei sind die Achsen an der Maschine mit 1 bis 5 durchnummeriert und müssen in der internen Reihenfolge eingetragen werden in die:

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ[0] ...[4]

Alle weiteren achsspezifischen Maschinendaten beziehen sich auf die an der Maschine vorhandene Achsreihenfolge.

Tabelle 2-3 Änderung der Achsreihenfolge

Grundachskinematik	Vertauschungsmöglichkeiten
SS, CC	beliebig
SC	1 und 2
CS	2 und 3

Beispiel 1

Es seien zwei Kinematiken wie in Bild "Umordnen von Achsen (Beispiel 1)" zu sehen gegeben. Kinematik 1 ist direkt im Transformationspaket Handling enthalten. Sie entspricht einer CC-Kinematik mit einer Handachse parallel zur letzten rotatorischen Grundachse.

Kinematik 2 ist äquivalent zu Kinematik 1, da es für die resultierende Bewegung des Roboters unerheblich ist, ob die translatorische Achse die Achse 1 oder die Achse 4 ist. In diesem Fall müssen die Daten für Kinematik 2 eingegeben werden im Maschinendatum:

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ (Umordnung von Achsen)

Die Eingabe erfolgt folgendermaßen:

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ[0] = 4

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ[1] = 1

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ[2] = 2

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ[3] = 3

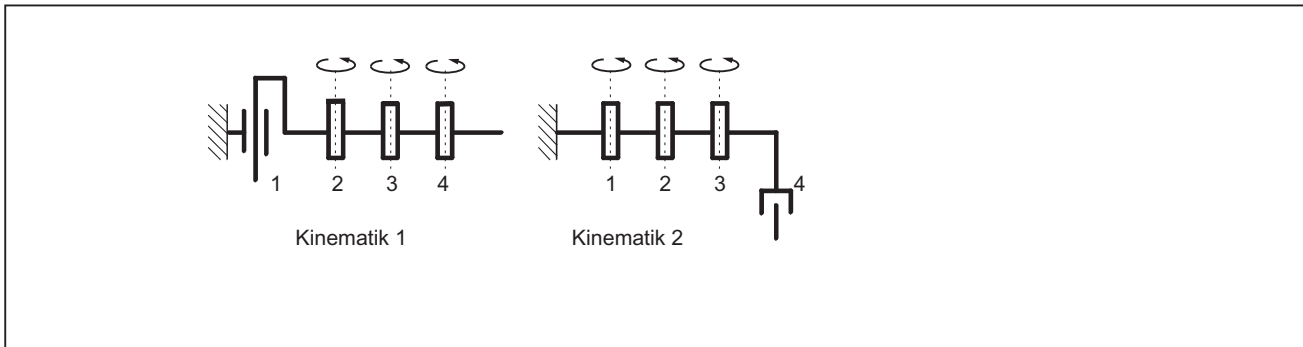


Bild 2-9 Umordnen von Achsen

Beispiel 2

Bei einer SCARA-Kinematik nach Bild "Umordnen von Achsen (Beispiel 2)" können die Achsen beliebig vertauscht werden. Kinematik 1 ist direkt im Transformationspaket Handling enthalten. Sie entspricht einer CC-Kinematik. Es ist für den Fall der Achsvertauschung nicht relevant wie viele Handachsen beteiligt sind.

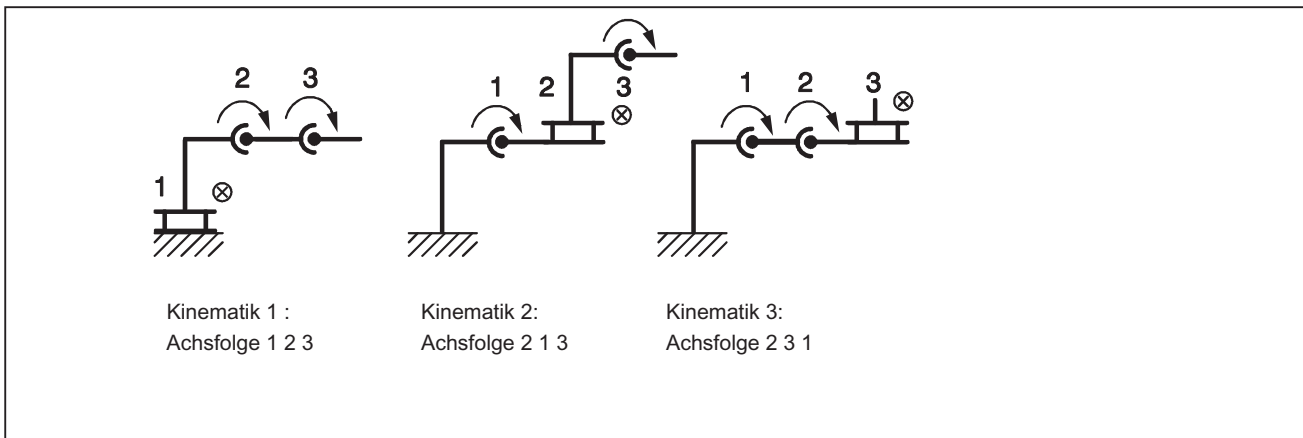


Bild 2-10 Umordnen von Achsen 2

Änderungen der Achsrichtungen

MD62618

Über das Transformationspaket Handling ist für jede Achse eine feste Dreh- oder Verschieberichtung vorgegeben. Diese Richtung stimmt nicht unbedingt mit der entsprechenden Richtung an der Maschine überein. Um sie anzugleichen, muss im folgenden Maschinendatum für die jeweilige Achse eine **-1** eingegeben werden, wenn die Richtung umgedreht werden soll, sonst eine **+1**:

MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR[] (Anpassung der physikalischen und mathematischen Drehrichtung [Achs-Nr.]: 0...5)

Anpassung der Nullpunkte der Achsen

MD62617

Die mathematischen Nullpunkte der Achsen sind über das Transformationspaket Handling fest vorgegeben. Die mathematische Nullstellung stimmt aber nicht immer mit der mechanischen Nullstellung (Justagestellung) der Achsen überein. Um die Nullstellungen einander anzupassen, muss im folgenden Maschinendatum für jede Achse die Abweichung zwischen der mathematischen Nullstellung und dem Justagepunkt eingetragen werden:

MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES[] (Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt [Achse-Nr.]: 0...5)

Hierbei muss die Abweichung ausgehend von der mechanischen Nullstellung bezogen auf die mathematisch positive Drehrichtung der Achse eingetragen werden.

Beispiel

Im Beispiel (Bild "Anpassung an mechanische Nullstellung") ist eine Gelenkarmkinematik dargestellt. Die Achse 2 hat in der mathematischen Nullstellung 90° . Dieser Wert ist einzutragen für Achse 2 in das Maschinendatum:

MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES[1] (Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt)

Achse 3 wird relativ zur Achse 2 gezählt und hat damit in der mathematischen Nullstellung den Wert -90° .

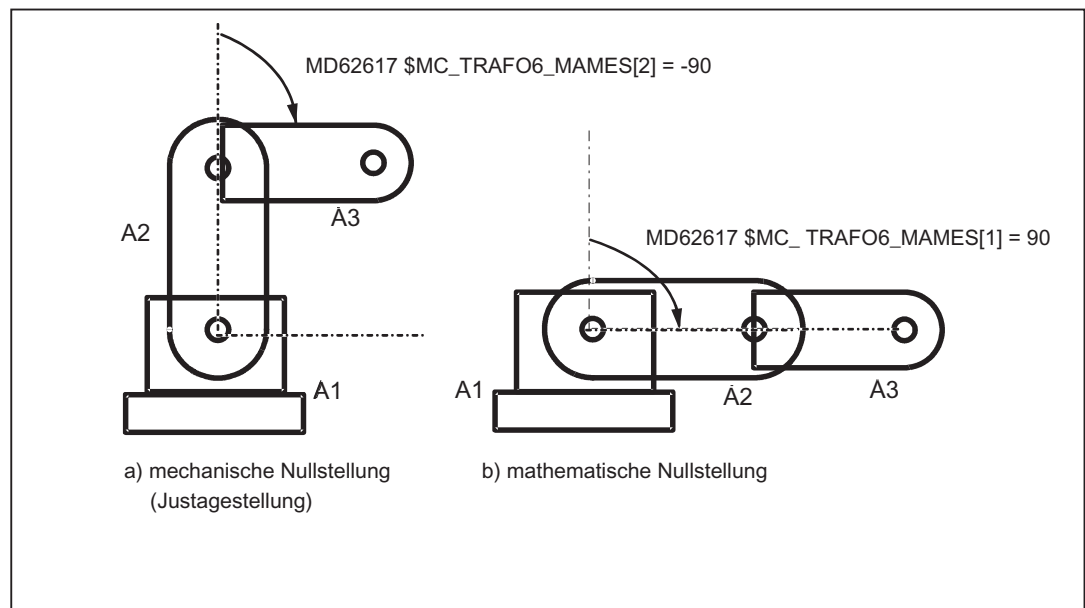


Bild 2-11 Anpassung an mechanische Nullstellung

Achstypen

MD62601

Um welchen Achstyp es sich handelt, wird angegeben mit dem Maschinendatum:

MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE (Achstyp für Transformation [Achse-Nr.]: 0...5)

Die Transformation unterscheidet nach folgenden Achstypen:

- Linearachse
- Rundachse

Geschwindigkeiten und Beschleunigungen

Für das Verfahren der Achsen mit G00 und aktiver Transformation werden eigene Geschwindigkeiten für die kartesischen Bewegungskomponenten eingeführt.

Wenn mit G01 oder mit G02 verfahren wird, wird die Bahngeschwindigkeit über den Bahnvorschub F vorgegeben.

MD62629

Die Geschwindigkeiten für die einzelnen translatorischen Bewegungsrichtungen beim Verfahren mit G00 können vorgegeben werden mit dem Maschinendatum:

MD62629 \$MC_TRAFO6_VELCP[i] (kartesische Geschwindigkeit [Nr.]: 0...2)

Index i = 0 : X-Komponente des Basis-Systems

Index i = 1 : Y-Komponente des Basis-Systems

Index i = 2 : Z-Komponente des Basis-Systems

MD62630

Die Beschleunigungen für die einzelnen translatorischen Bewegungsrichtungen beim Verfahren mit G00 können vorgegeben werden mit dem Maschinendatum:

MD62630 \$MC_TRAFO6_ACCCP[i] (kartesische Beschleunigungen [Nr.]: 0...2)

Index i = 0 : X-Komponente des Basis-Systems

Index i = 1 : Y-Komponente des Basis-Systems

Index i = 2 : Z-Komponente des Basis-Systems

MD62631

Die Geschwindigkeiten für die einzelnen Orientierungsrichtungen beim Verfahren mit G00 können vorgegeben werden mit dem Maschinendatum:

MD62631 \$MC_TRAFO6_VELORI[i] (Orientierungswinkel-Geschwindigkeiten [Nr.]: 0...2)

Index i = 0 : A-Winkel

Index i = 1 : B-Winkel

Index i = 2 : C-Winkel

MD62632

Die Beschleunigungen für die einzelnen Orientierungsrichtungen beim Verfahren mit G00 können vorgegeben werden mit dem Maschinendatum:

MD62632 \$MC_TRAFO6_ACCORI[i] (Orientierungswinkel-Beschleunigungen [Nr.]: 0...2)

Index i = 0 : A-Winkel

Index i = 1 : B-Winkel

Index i = 2 : C-Winkel

2.4 Kinematikbeschreibungen

Die folgenden Kinematikbeschreibungen für 2- bis 5-Achs-Kinematiken beschreiben zuerst das allgemeine Vorgehen bei der Projektierung und erläutern dann anhand eines Projektierungsbeispiels für jeden Kinematiktyp, wie die Maschinendaten projektiert werden müssen. In diesen Beispielen sind nicht alle möglichen Längen und Versätze eingezeichnet. Die Richtungsangaben beziehen sich auf die für die Transformation positiven Verfah- und Drehrichtungen. Die Achsstellungen entsprechen der Nullstellung der Achsen für die jeweilige Transformation.

2.4.1 3-Achs-Kinematiken

3-Achs Kinematiken besitzen normalerweise 3 translatorische Freiheitsgrade. Sie besitzen keinen Freiheitsgrad für die Orientierung. Das heißt, sie besitzen nur Grundachsen.

Projektierung

Folgendes Vorgehen ist zur Projektierung einer 3-Achs Kinematik notwendig:

1. Kinematikklasse "Standard" eintragen in Maschinendatum:
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS (Kinematikklasse)
2. Anzahl der Achsen für die Transformation im Maschinendatum:
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES = 3 (Anzahl der transformierten Achsen)
3. Vergleich der Grundachsen mit dem im Transformationspaket Handling enthaltenen Grundachsen. → Eintragen der Grundachskennung in Maschinendatum:
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES (Grundachsenkennung)
4. Wenn eine zur normalen Achsreihenfolge unterschiedliche Reihenfolge vorliegt, muss sie korrigiert werden im Maschinendatum:
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ (Umordnung von Achsen)
5. Als Kennung für die Handachsen muss das folgende Maschinendatum gleich 1 gesetzt werden (keine Hand):
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES = 1 (Handachsenkennung)
6. Eintragung der Achstypen für die Transformation im Maschinendatum:
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE (Achstyp für Transformation)

7. Vergleich der Drehrichtungen der Achsen mit den durch das Transformationspaket Handling vorgegebenen Drehrichtungen und Korrektur in Maschinendatum:
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR (Anpassung der physikalischen und mathematischen Drehrichtung)
8. Eintragen der mechanischen Nullpunktverschiebung in Maschinendatum:
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES (Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt)
9. Eintragen der Grundachslängen in Maschinendatum:
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB (Grundachslängen A und B)
10. Bestimmung des Frames T_IRO_RO und Eintragung der Verschiebung in Maschinendatum:
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS (Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Positionsanteil))
Eintragen der Verdrehung in Maschinendatum:
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY (Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Rotationsanteil))
11. Bestimmung des Flanschkoordinatensystems. Hierzu ist das p3_q3_r3-Koordinatensystem als Ausgangssystem zu sehen. Die Verschiebung wird eingetragen in Maschinendatum:
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Positionsanteil))
Die Verdrehung wird eingetragen in Maschinendatum:
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Rotationsanteil))

SCARA-Kinematiken

SCARA-Kinematiken zeichnen sich dadurch aus, dass sie sowohl translatorische als auch rotatorische Achsen besitzen. Je nachdem, wie die Grundachsen zueinander stehen, unterteilt man sie in 3 Gruppen.

- CC-Typen
- CS-Typen
- SC-Typen (vgl. Bild "Übersicht Grundachskonfigurationen")

3-Achser CC-Kinematik

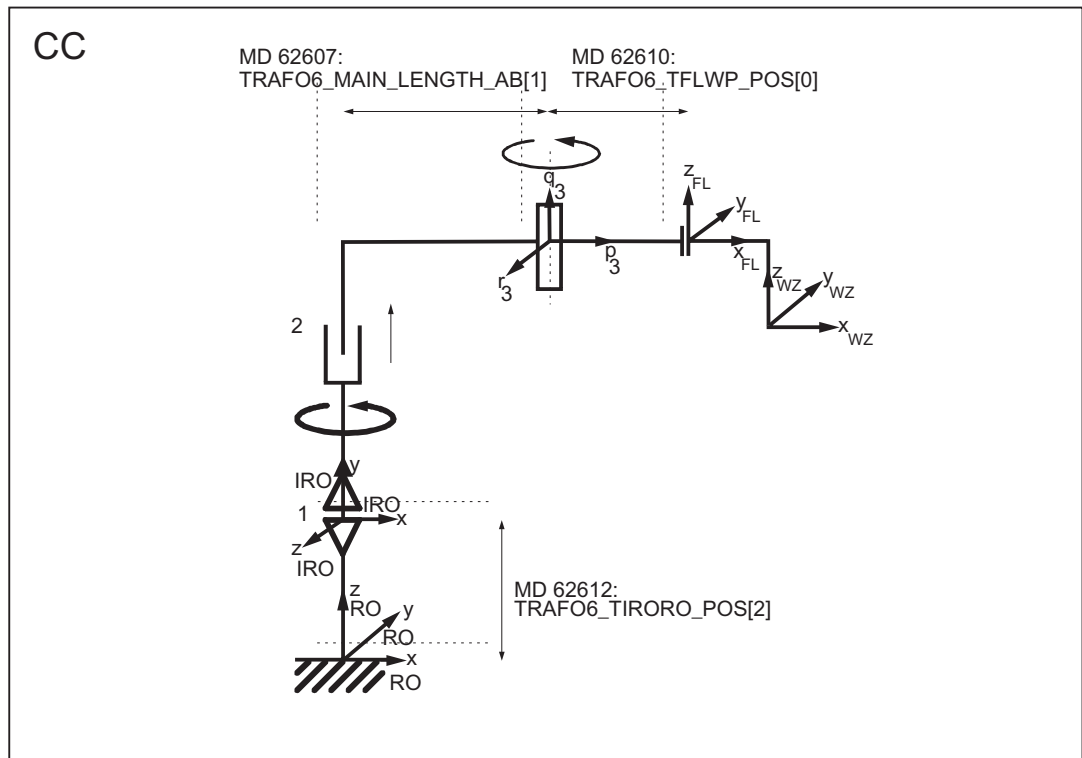


Bild 2-12 3-Achser CC-Kinematik

Tabelle 2-4 Projektierungsdaten 3-Achser CC-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	2
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 1, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[2, 1, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[0.0, 300.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 90.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]

3-Achser SC-Kinematik

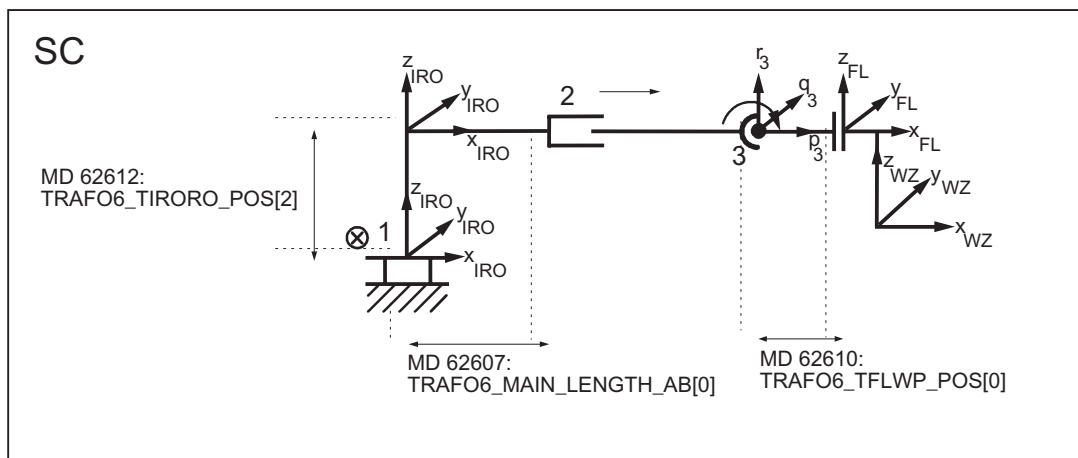


Bild 2-13 3-Achser SC-Kinematik

Tabelle 2-5 Projektierungsdaten 3-Achser SC-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	4
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[1, 1, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[500.0, 0.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[300.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

3-Achser CS-Kinematik

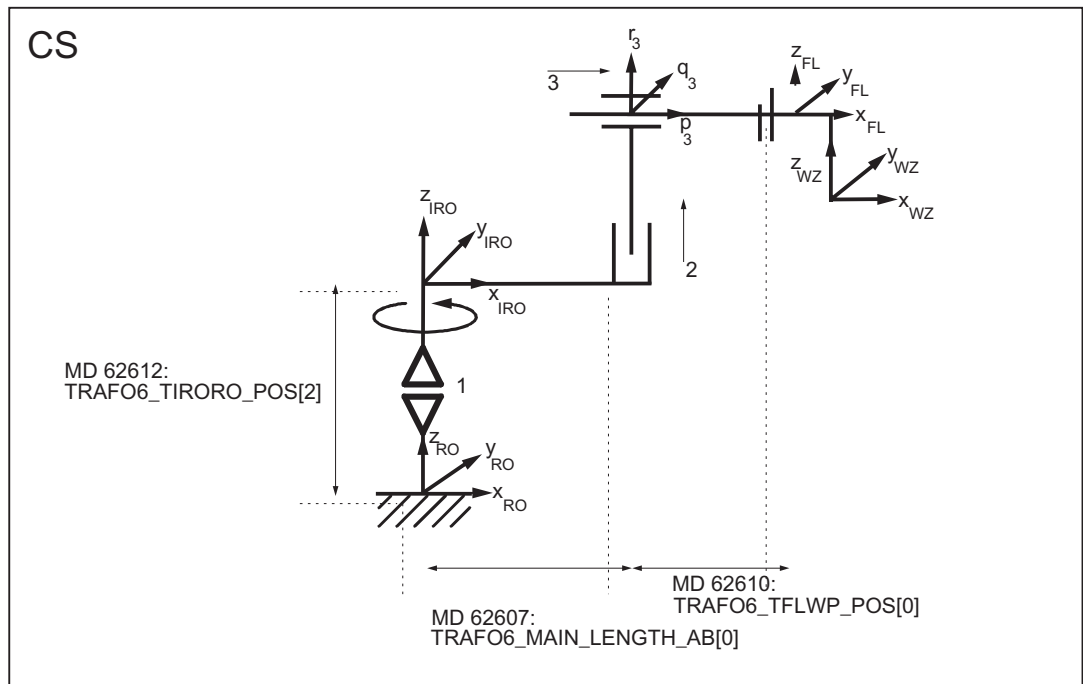


Bild 2-14 3-Achs CS-Kinematik

Tabelle 2-6 Projektierungsdaten 3-Achser CS-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	6
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 1, 1, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[500.0, 0.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[300.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

Gelenkarm-Kinematiken

3-Achser NR-Kinematik

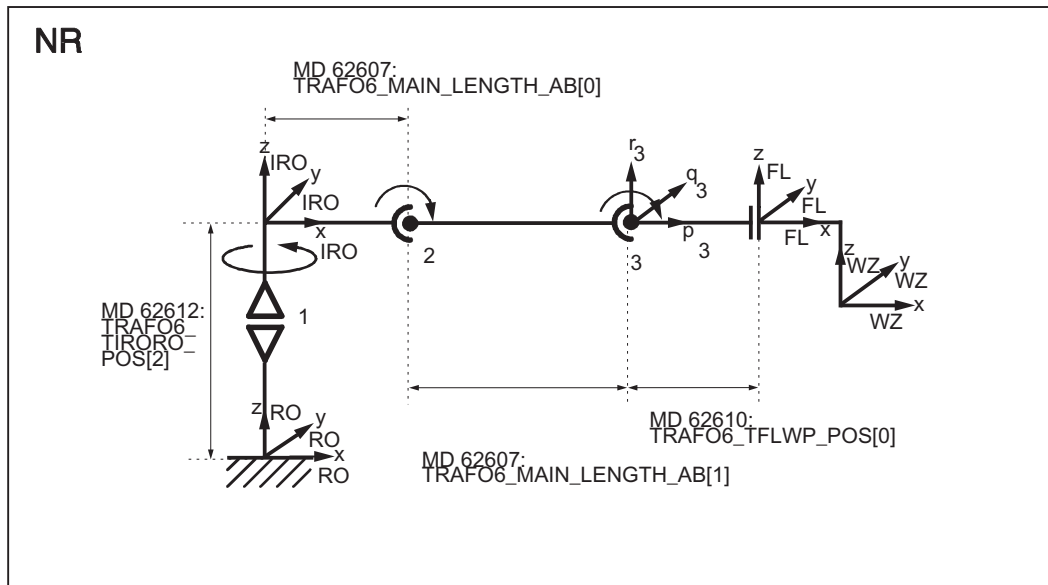


Bild 2-15 3-Achser NR-Kinematik

Tabelle 2-7 Projektierungsdaten 3-Achser NR-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	3
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[300.0, 500.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[300.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

3-Achser RR-Kinematik

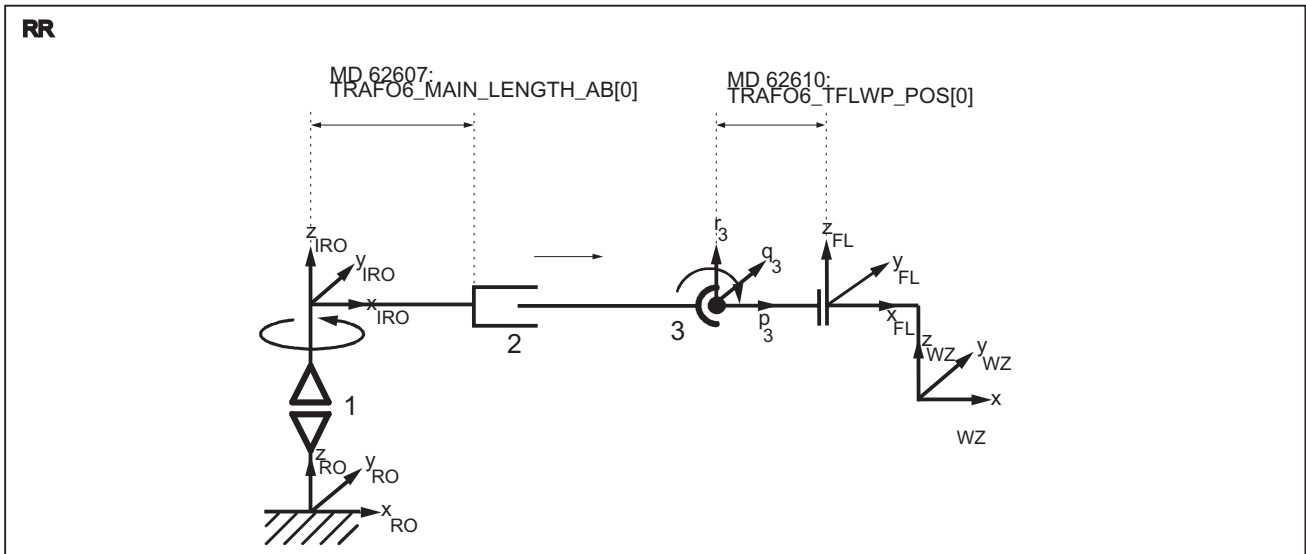


Bild 2-16 3-Achser RR-Kinematik

Tabelle 2-8 Projektierungsdaten 3-Achser RR-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	5
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 1, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[300.0, 0.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 300.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

3-Achser NN-Kinematik

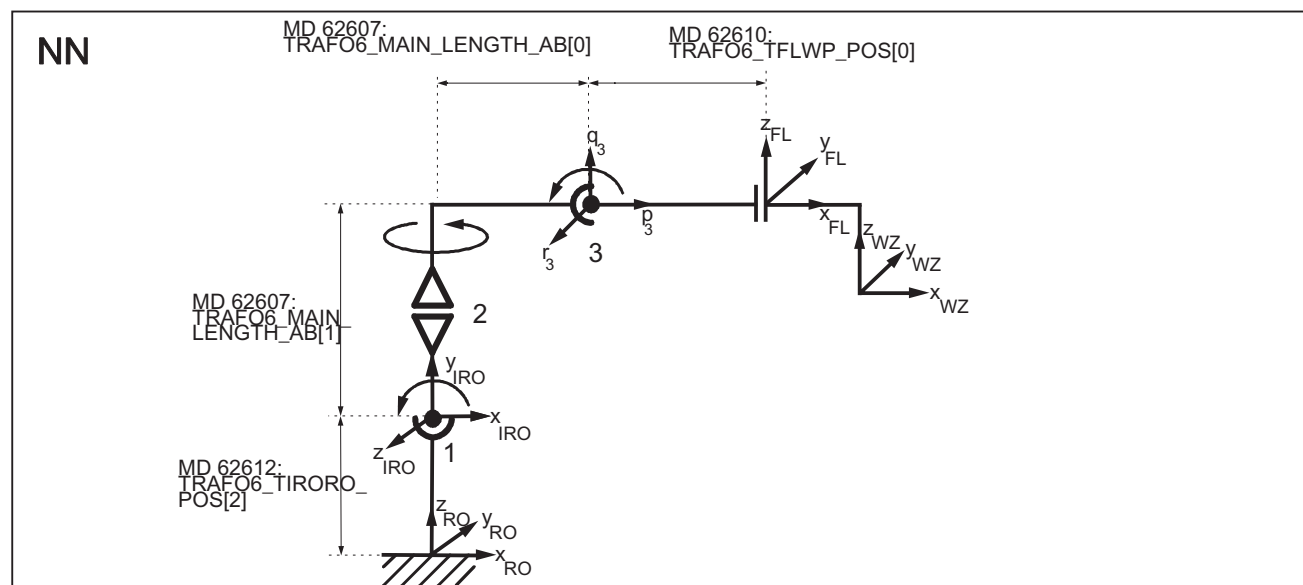


Bild 2-17 3-Achser NN-Kinematik

Tabelle 2-9 Projektierungsdaten 3-Achser NN-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	7
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[300.0, 500.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 300.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 90.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPYFehler! Textmarke nicht definiert.	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[400.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]

2.4.2 4-Achs-Kinematiken

4-Achs Kinematiken besitzen normalerweise 3 translatorische Freiheitsgrade und einen Freiheitsgrad für die Orientierung.

Einschränkungen

Für 4-Achs Kinematiken gelten folgende Einschränkungen:

Das Frame T_FL_WP ist der folgenden Bedingung unterworfen:

- MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY = [0.0, 90.0, 0.0] (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Rotationsanteil))
- X-Flansch und X-Werkzeug müssen parallel zur 4.Achse sein.
- Zwei aufeinander folgende Grundachsen müssen parallel oder orthogonal sein.
- Die 4. Achse darf nur parallel oder orthogonal an die letzte Grundachse montiert werden.

Projektierung

Folgendes Vorgehen ist zur Projektierung einer 4-Achs Kinematik notwendig:

1. Kinematikkategorie "Standard" eintragen in das Maschinendatum:
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS (Kinematikkategorie)
2. Anzahl der Achsen für die Transformation eintragen in das Maschinendatum:
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES=4 (Anzahl der transformierten Achsen)
3. Vergleich der Grundachsen mit dem im Transformationspaket Handling enthaltenen Grundachsen.
 - Eintragen der Grundachsenkennung in Maschinendatum:
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES (Grundachsenkennung)
4. Wenn eine zur normalen Achsreihenfolge unterschiedliche Reihenfolge vorliegt, muss sie korrigiert werden im Maschinendatum:
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ (Umordnung von Achsen)
5. Als Kennung für die Handachsen muss das folgende Maschinendatum gesetzt werden (keine Hand):
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES = 1 (Handachsenkennung)
6. Ob Achse 4 parallel/antiparallel zur letzten rotatorischen Grundachse verläuft wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR (Achse 4 parallel/antiparallel zu letzter Grundachse)
7. Eintragung der Achstypen für die Transformation in Maschinendatum:
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE (Achstyp für Transformation)
8. Vergleich der Drehrichtungen der Achsen mit den durch das Transformationspaket Handling vorgegebenen Drehrichtungen und Korrektur im Maschinendatum:
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR (Anpassung der physikalischen und mathematischen Drehrichtung)

9. Eintragen der mechanischen Nullpunktverschiebung im Maschinendatum:
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES (Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt)
10. Eintragen der Grundachslängen in das Maschinendatum:
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB (Grundachslängen A und B)
11. Bestimmung des Frames T_IRO_RO und Eintragung der Verschiebung in das Maschinendatum:
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS (Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Positionsanteil))
Eintragung der Verdrehung in das Maschinendatum:
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY (Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Rotationsanteil))
12. Bestimmung des Frames T_X3_P3 zur Anbringung der Hand. Hierzu ist das p3_q3_r3-Koordinatensystem als Ausgangssystem zu sehen. Die Verschiebung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS (Anbringung der Hand (Positionsanteil))
Die Verdrehung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY (Anbringung der Hand (Rotationsanteil)) eingetragen.
13. Bestimmung des Flanschkoordinatensystems. Hierzu ist das Handpunkt-Koordinatensystem als Ausgangssystem zu sehen. Die Verschiebung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Positionsanteil))
Die Verdrehung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Rotationsanteil))

SCARA-Kinematiken

4-Achser CC-Kinematik

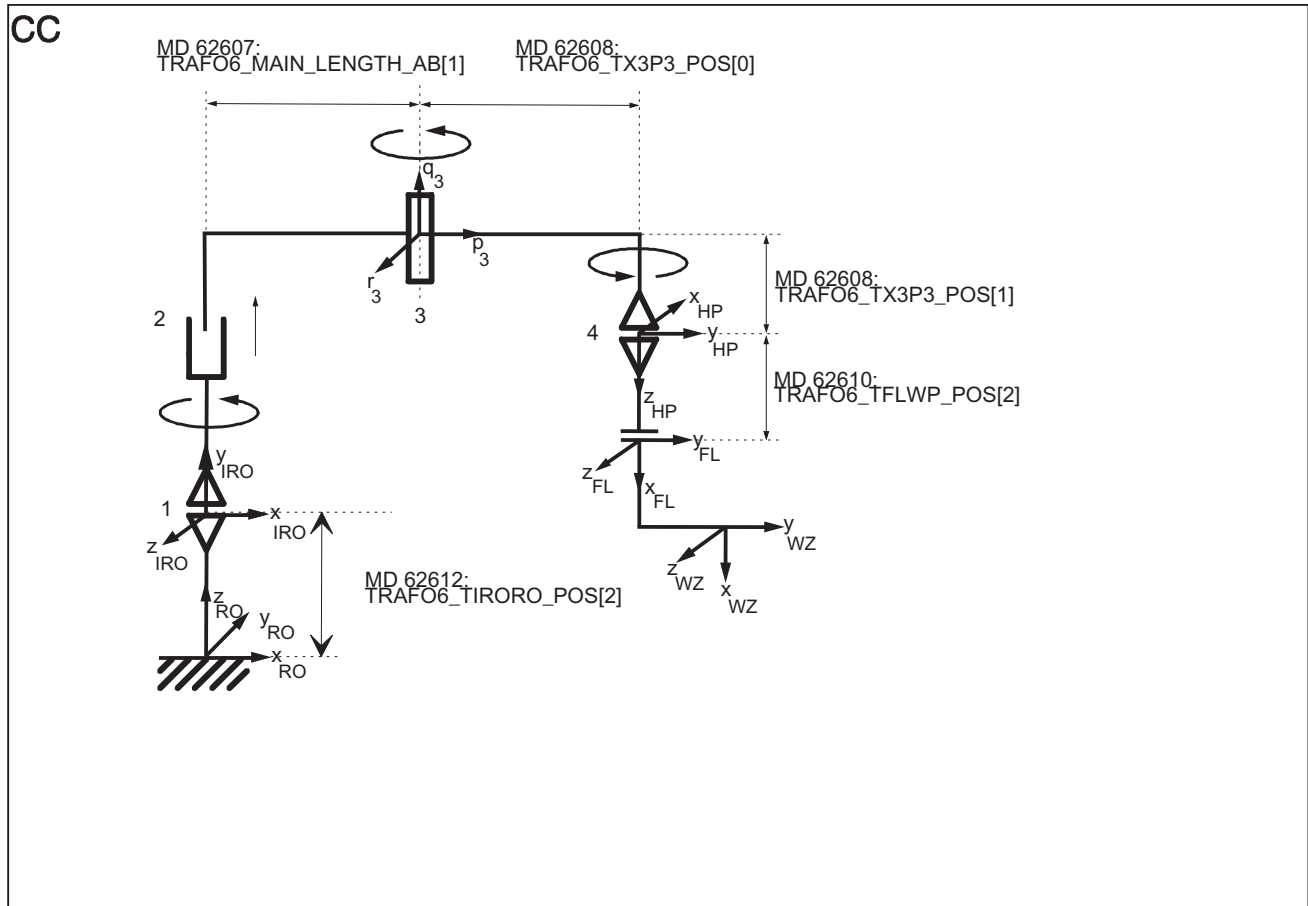


Bild 2-18 4-Achser CC-Kinematik

Tabelle 2-10 Projektierungsdaten 4-Achser CC-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	4
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	2
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 1, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[2, 1, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR)	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[0.0, 300.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 90.0]

Maschinendatum	Wert
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[300.0, 0.0, -200.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[-90.0, 90.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[0.0, 0.0, 200.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, -90.0, 0.0]

4-Achser SC-Kinematik

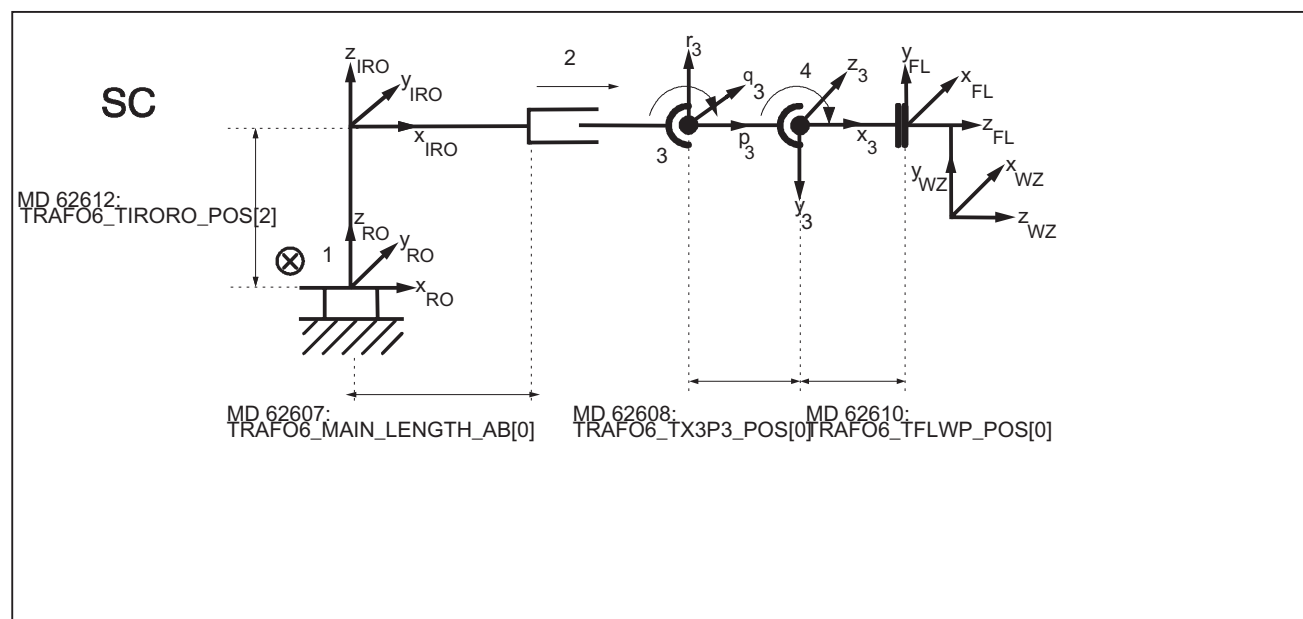


Bild 2-19 4-Achser SC-Kinematik

Tabelle 2-11 Projektierungsdaten 4-Achser SC-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	4
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	4
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[1, 1, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[300.0, 0.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 300.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, -90.0, 180.0]

4-Achser CS-Kinematik

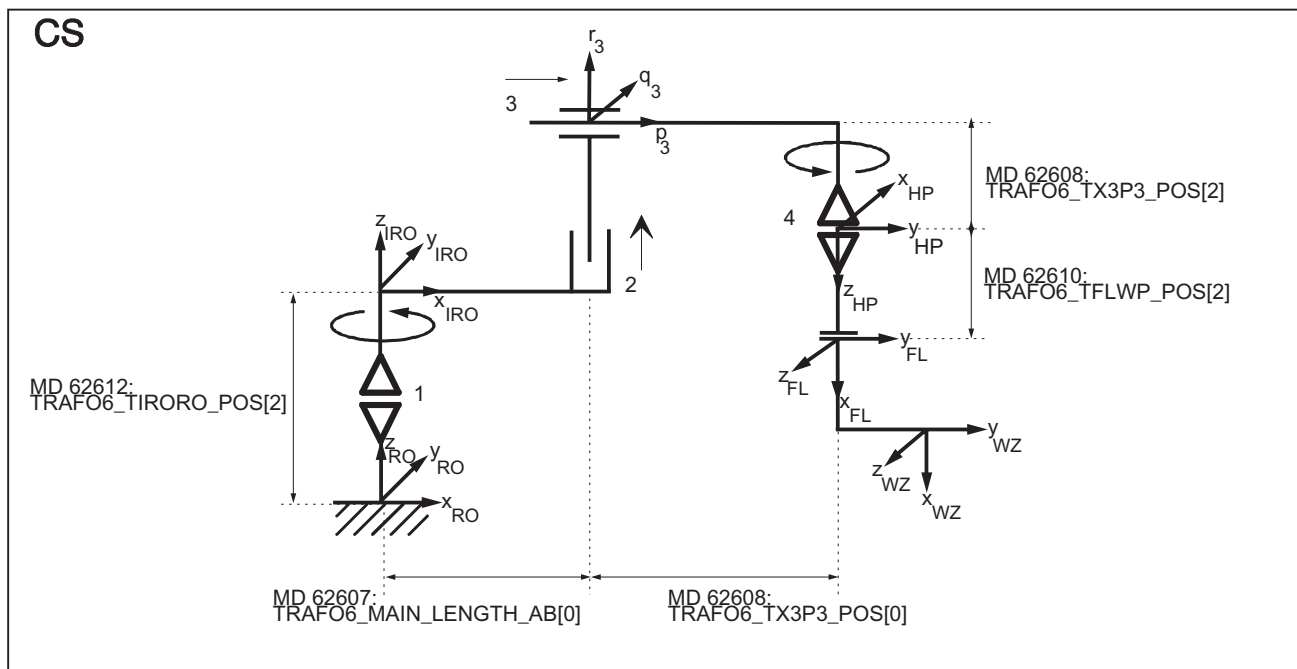


Bild 2-20 4-Achser CS-Kinematik

Tabelle 2-12 Projektierungsdaten 4-Achser CS-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	4
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	6
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 1, 1, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[400.0, 0.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 400.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[500.0, 0.0, -200.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[90.0, 0.0, 180.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, -90.0, 0.0]

Gelenkarm-Kinematiken

4-Achser NR-Kinematik

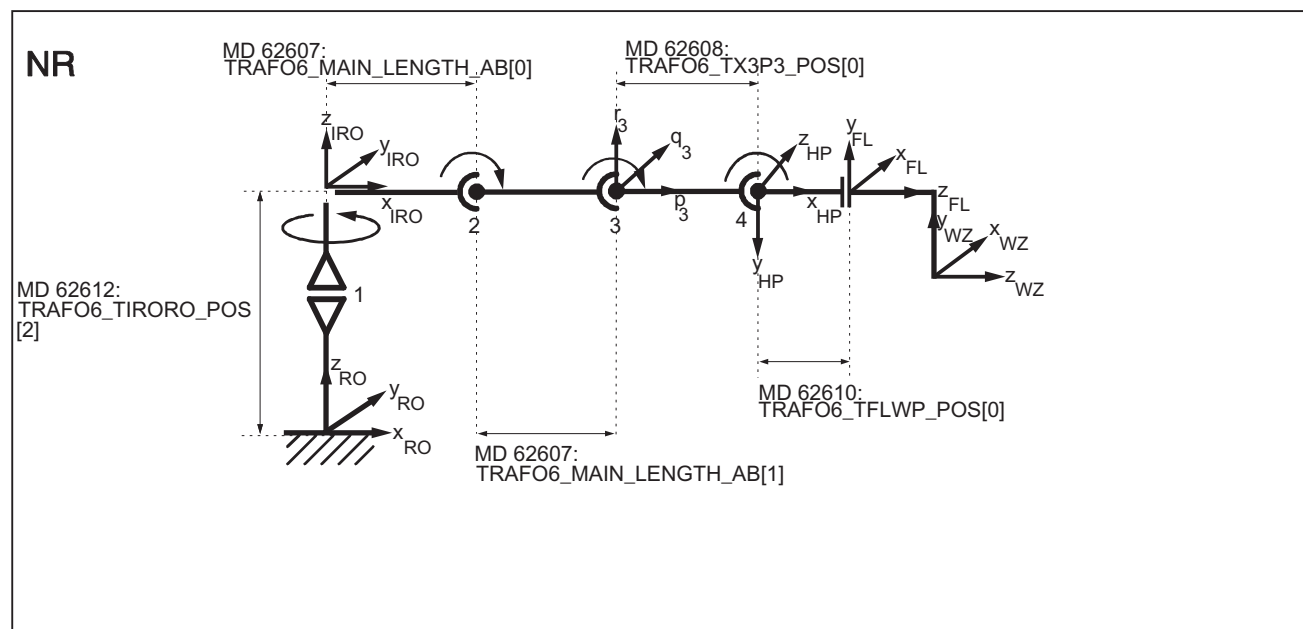


Bild 2-21 4-Achser NR-Kinematik

Tabelle 2-13 Projektierungsdaten 4-Achser NR-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	4
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	3
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 3, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[300.0, 300.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[300.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, -90.0, 180.0]

2.4.3 5-Achs-Kinematiken

5-Achs Kinematiken besitzen normalerweise 3 translatorische Freiheitsgrade und 2 weitere für die Orientierung.

Einschränkungen

Für 5-Achs Kinematiken gelten folgende Einschränkungen:

1. Es gibt Einschränkungen für das Flanschkoordinatensystem dahingehend, dass die X-Flansch-Achse die 5. Achse schneiden muss, aber nicht quasi parallel zu ihr sein darf.
2. Bei 5-Achs Gelenkarm-Kinematiken unterliegt das Frame T_FL_WP der Bedingung:
 - MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS = [0.0, 0.0, Z] (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Positionsanteil))
 - MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY = [A, 0.0, 0.0] (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Rotationsanteil))
3. Es gibt Einschränkungen für das Werkzeug bei 5-Achs Gelenkarm-Kinematiken:
 - 4. Achse parallel zur 3. Achse: 2-dimensionales Werkzeug ist möglich [X, 0.0, Z]
 - 4. Achse senkrecht zur 3. Achse: nur 1-dimensionales Werkzeug ist möglich [X, 0.0, 0.0]
4. Es gibt Einschränkungen für das Werkzeug bei 5-Achs Scara-Kinematiken:
 - 4. Achse senkrecht zur 3. Achse: 1-dimensionales Werkzeug ist möglich [X, 0.0, 0.0]
5. Zwei aufeinander folgende Grundachsen müssen parallel oder orthogonal sein.
6. Die 4. Achse darf nur parallel oder orthogonal an die letzte Grundachse montiert werden.

Projektierung

Folgendes Vorgehen ist zur Projektierung einer 5-Achs Kinematik notwendig:

1. Kinematikkategorie "Standard" eintragen in Maschinendatum:
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS (Kinematikkategorie)
2. Anzahl der Achsen für die Transformation in Maschinendatum:
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES = 5 (Anzahl der transformierten Achsen)
3. Vergleich der Grundachsen mit dem im Transformationspaket Handling enthaltenen Grundachsen.
 - Eintragen der Grundachsenkennung in Maschinendatum:
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES (Grundachsenkennung)
4. Wenn eine zur normalen Achsreihenfolge unterschiedliche Reihenfolge vorliegt, muss sie korrigiert werden im Maschinendatum:
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ (Umordnung von Achsen)
5. Bestimmung der Kennung für die Handachsen. Wenn sich Achse 4 und 5 schneiden liegt eine Zentralhand (ZEH) vor. In allen anderen Fällen muss die Kennung für Winkelschräghand (WSH) eingetragen werden in das Maschinendatum:
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES (Handachsenkennung)
6. Ob Achse 4 parallel/antiparallel zur letzten rotatorischen Grundachse verläuft muss eingetragen werden in das Maschinendatum:
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR (Achse 4 parallel/antiparallel zu letzter Grundachse)
7. Eintragung der Achstypen für die Transformation in Maschinendatum:
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE (Achstyp für Transformation)
8. Vergleich der Drehrichtungen der Achsen mit den durch das Transformationspaket Handling vorgegebenen Drehrichtungen und Korrektur in Maschinendatum:
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR (Anpassung der physikalischen und mathematischen Drehrichtung)
9. Eintragen der mechanischen Nullpunktverschiebung in das Maschinendatum:
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES (Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt)
10. Eintragen der Grundachslängen in Maschinendatum:
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB (Grundachslängen A und B)
11. Bestimmung des Frames T_IRO_RO und Eintragung der Verschiebung in Maschinendatum:
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS (Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Positionsanteil))

Bestimmung des Frames T_IRO_RO und Eintragung der Verdrehung in Maschinendatum:
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY (Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Rotationsanteil))

12. Bestimmung des Frames T_X3_P3 zur Anbringung der Hand. Die Verschiebung wird eingetragen in Maschinendatum:
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS (Anbringung der Hand (Positionsanteil))
Die Verdrehung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY (Anbringung der Hand (Rotationsanteil))
13. Bestimmung der Parameter für die Handachsen. Hierbei sind nur die Parameter für Achse 4 einzutragen in die Maschinendaten:
MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A[0] (Parameter A zur Projektierung der Hand)
MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA[0] (Parameter ALPHA zur Projektierung der Hand)
Alle anderen Parameter sind 0.0 zu setzen.
14. Bestimmung des Flanschkoordinatensystems. Hierzu ist das Handpunktkoordinatensystem als Ausgangssystem zu sehen. Die Verschiebung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Positionsanteil))
Die Verdrehung wird eingetragen in das Maschinendatum:
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY (Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Rotationsanteil))

SCARA-Kinematiken

5-Achser CC-Kinematik

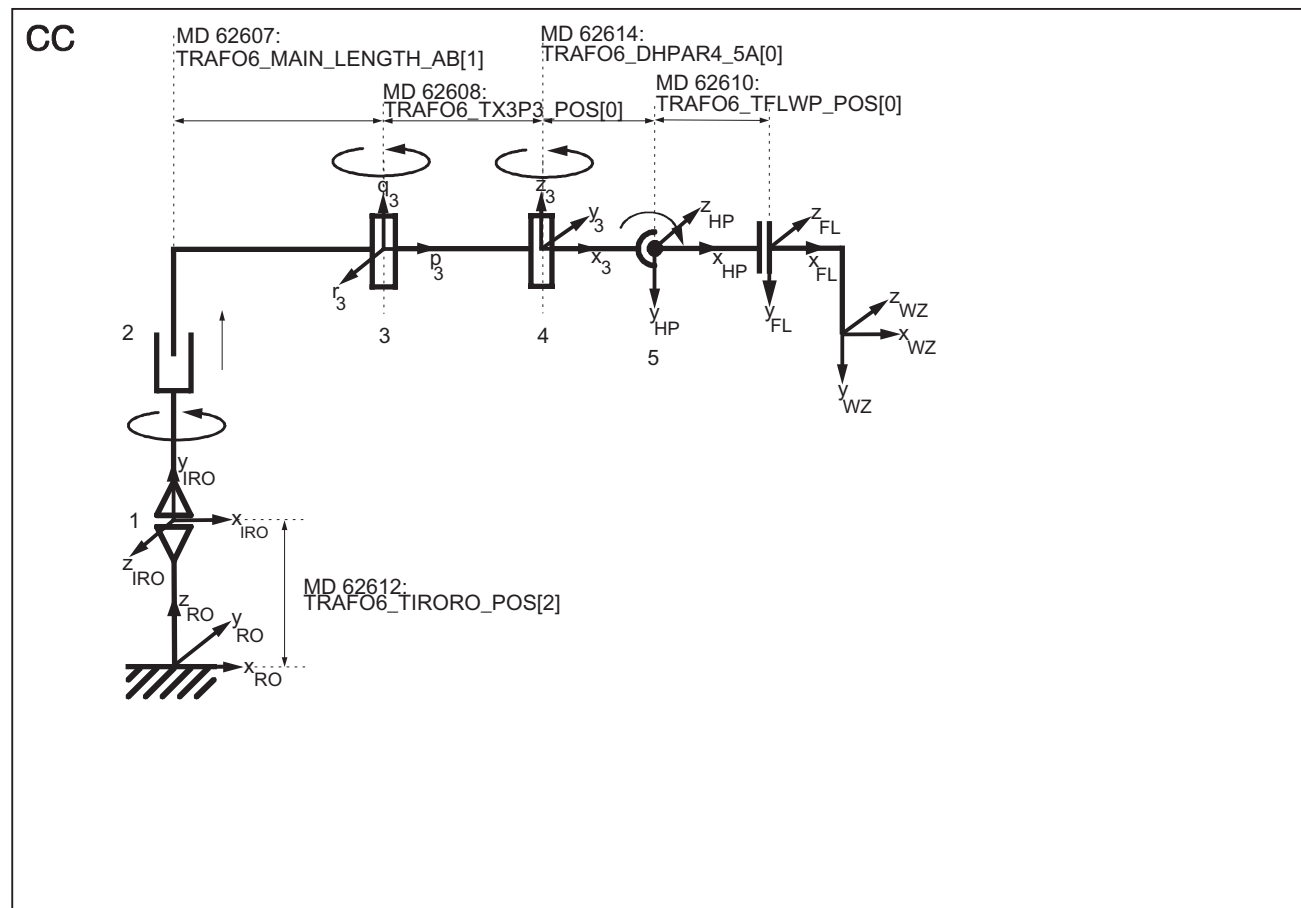


Bild 2-22 5-Achser CC-Kinematik

Tabelle 2-14 Projektierungsdaten 5-Achser CC-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	5
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	2
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	5
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 1, 3, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[2, 1, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[0.0, 500.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 90.0]

Maschinendatum	Wert
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[300.0, 0.0, -200.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A	[200.0, 0.0]
MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D	[0.0, 0.0]
MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA	[-90.0, 0.0]

5-Achser NR-Kinematik

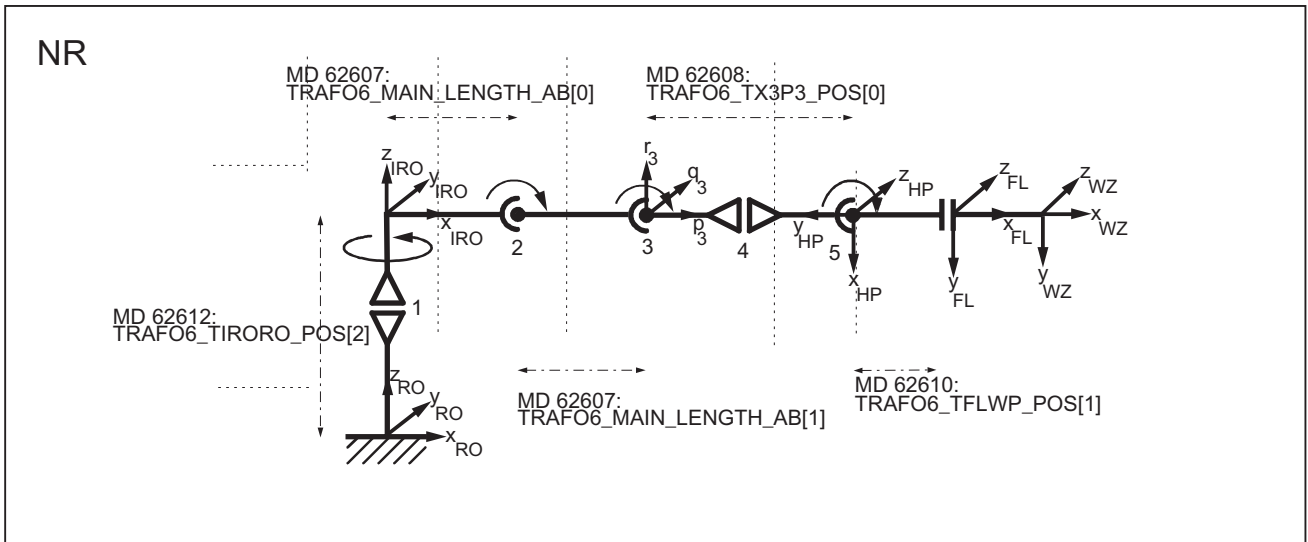


Bild 2-23 5-Achser NR Kinematik

Tabelle 2-15 Projektierungsdaten 5-Achser NR-Kinematik

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	1
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	5
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	3
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	2
MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR	0
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 3, 3, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[30.0, 300.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 500.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

Maschinendatum	Wert
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[500.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 90.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[0.0, -300.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[-90.0, 0.0, 0.0]
MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A	[0.0, 0.0]
MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D	[0.0, 0.0]
MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA	[-90.0, 0.0]

2.4.4 6-Achs-Kinematiken

6-Achs Kinematiken besitzen normalerweise 3 translatorische Freiheitsgrade und drei weitere für die Orientierung, bei dem zur Werkzeugrichtung beliebig im Raum, auch das Werkzeug um eine eigene Achse zur Bearbeitungsfläche gedreht oder mit einen Kippwinkel geneigt zugestellt werden kann.

Dieser Kinematiktyp wird von der Software nur für ganz spezielle Sonderlösungen als Zusatzoption zur eigentlichen Option dieses Transformationspaket Handling unterstützt. Für die 6-Achs Kinematik ist noch kein allgemein umfassender und universell einsetzbarer Softwarestand verfügbar.

2.4.5 Sonderkinematiken

MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN (Sonderkinematik-Typ)

Sonderkinematiken sind Kinematiken, die nicht direkt im Baukastensystem des Transformationspaket Handling enthalten sind. Sie sind häufig dadurch gekennzeichnet, dass entweder ein Freiheitsgrad fehlt, oder dass mechanische Kopplungen zwischen den Achsen oder auf das Werkzeug vorhanden sind. Für diese Kinematiken ist das folgende Maschinendatum zu setzen:

MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS = 2 (Kinematikklassse)

Um welche Sonderkinematik es sich handelt wird spezifiziert über das Maschinendatum:

MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN (Sonderkinematik-Typ)

2-Achser SC-Sonderkinematik

Diese Sonderkinematik ist dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug über ein mechanisches Gestänge immer in derselben Orientierung gehalten wird. Sie besitzt 2 kartesische Freiheitsgrade. Diese Kinematik besitzt die Kennung Maschinendatum:

MD62602 \$MC_TARFO6_SPECIAL_KIN = 3 (Sonderkinematik-Typ)

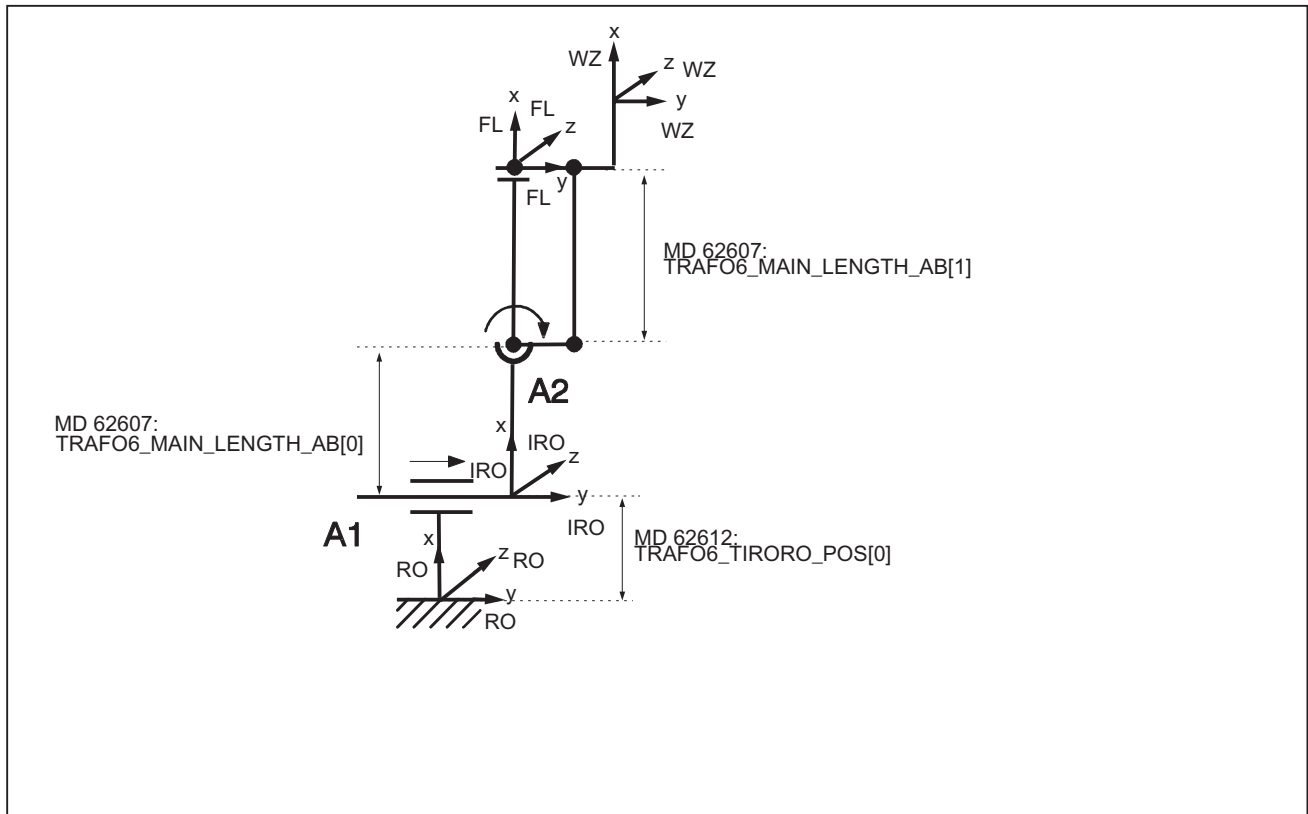


Bild 2-24 2-Achser SC-Sonderkinematik

Tabelle 2-16 Projektierungsdaten Sonderkinematik SC-2-Achser

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	2
MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN	3
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	2
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	2
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[1, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[400.0, 500.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 300.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

3-Achser SC- Sonderkinematik

Diese Sonderkinematik besitzt 2 kartesische Freiheitsgrade und einen Freiheitsgrad für die Orientierung. Sie besitzt die Kennung:

MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN = 4 (Sonderkinematik-Typ)

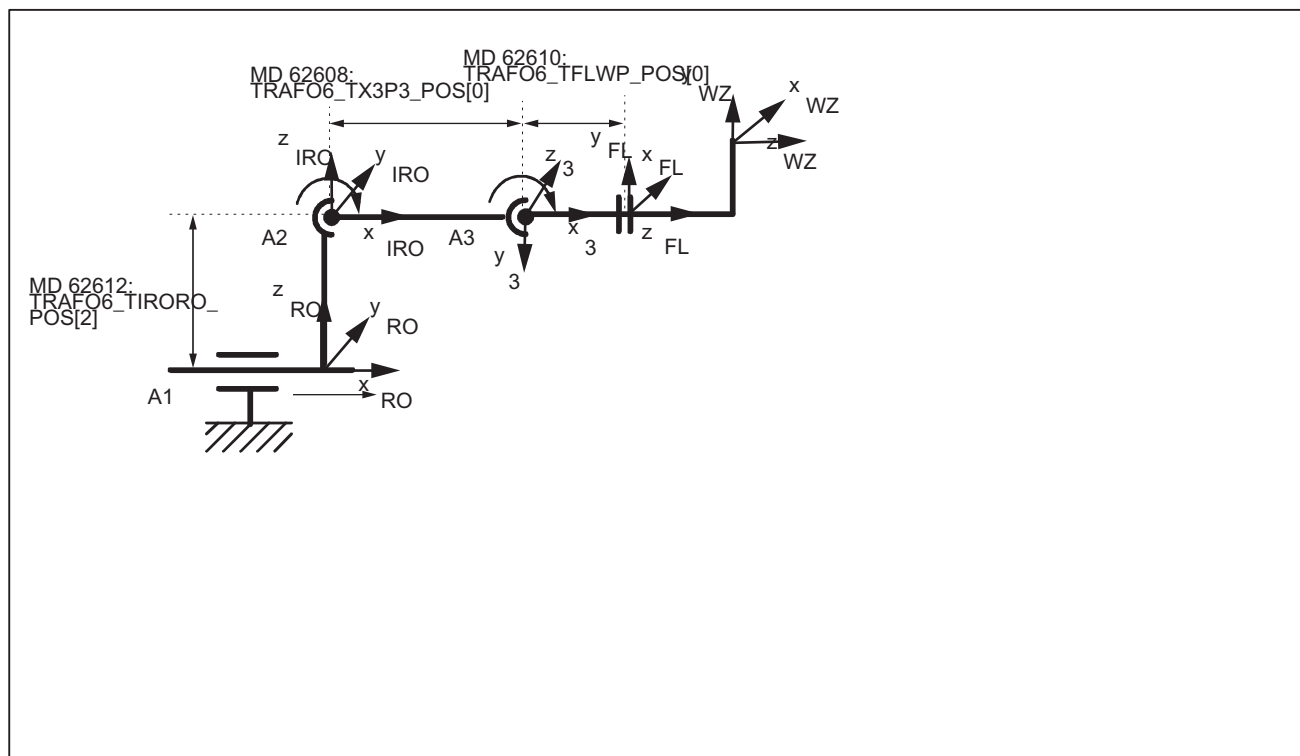


Bild 2-25 3-Achser SC-Sonderkinematik

Tabelle 2-17 Projektierungsdaten Sonderkinematik SC-3-Achser

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	2
MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN	4
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	3
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	2
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[1, 3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[0.0, 0.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[0.0, 0.0, 400.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[400.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]

Maschinendatum	Wert
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[200.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, -90.0, 180.0]

4-Achser SC-Sonderkinematik

Diese Sonderkinematik ist dadurch gekennzeichnet, dass eine mechanische Kopplung zwischen Achse 1 und Achse 2 vorhanden ist. Hierbei wird die Achse 2 beim Schwenken der Achse 1 immer in konstantem Winkel gehalten. Bei dieser Kinematik werden zusätzlich die Achsen 3 und 4 unabhängig von der Stellung der Achsen 1 und 2 immer senkrecht gehalten. Sie besitzt die Kennung:

MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN = 7 (Sonderkinematik-Typ)

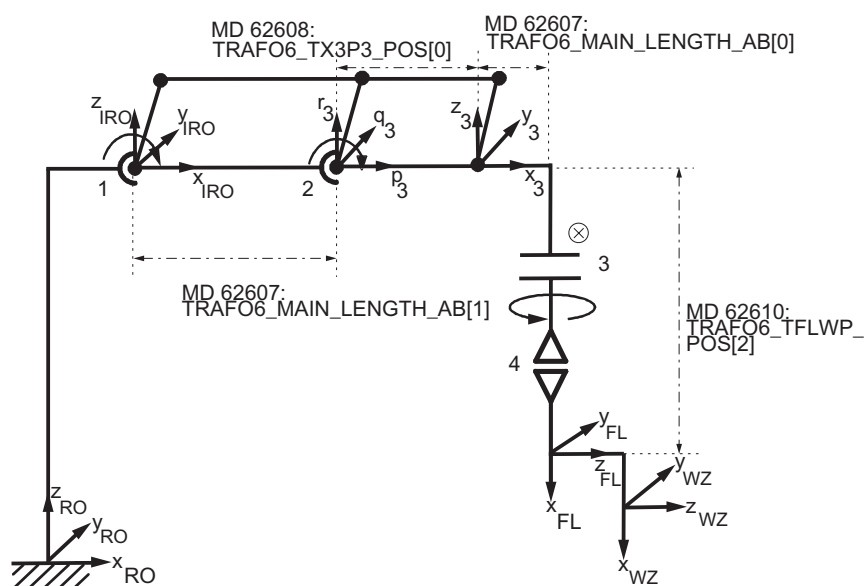


Bild 2-26 4-Achser SC-Sonderkinematik

Tabelle 2-18 Projektierungsdaten Sonderkinematik SC-4-Achser

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	2
MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN	7
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	4
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	2
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 3, 1, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[100.0, 400.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[100.0, 0.0, 1000.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[300.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[0.0, 0.0, -600.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 90.0, 0.0]

2-Achser NR-Sonderkinematik

Diese Sonderkinematik ist dadurch gekennzeichnet, dass eine mechanische Kopplung zwischen Achse 1 und Achse 2 vorhanden ist. Eine weitere Besonderheit stellt das Werkzeug dar. Es behält seine Orientierung im Raum unabhängig von der Stellung der anderen Achsen bei.

Sie besitzt die Kennung:

MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN = 5 (Sonderkinematik-Typ)

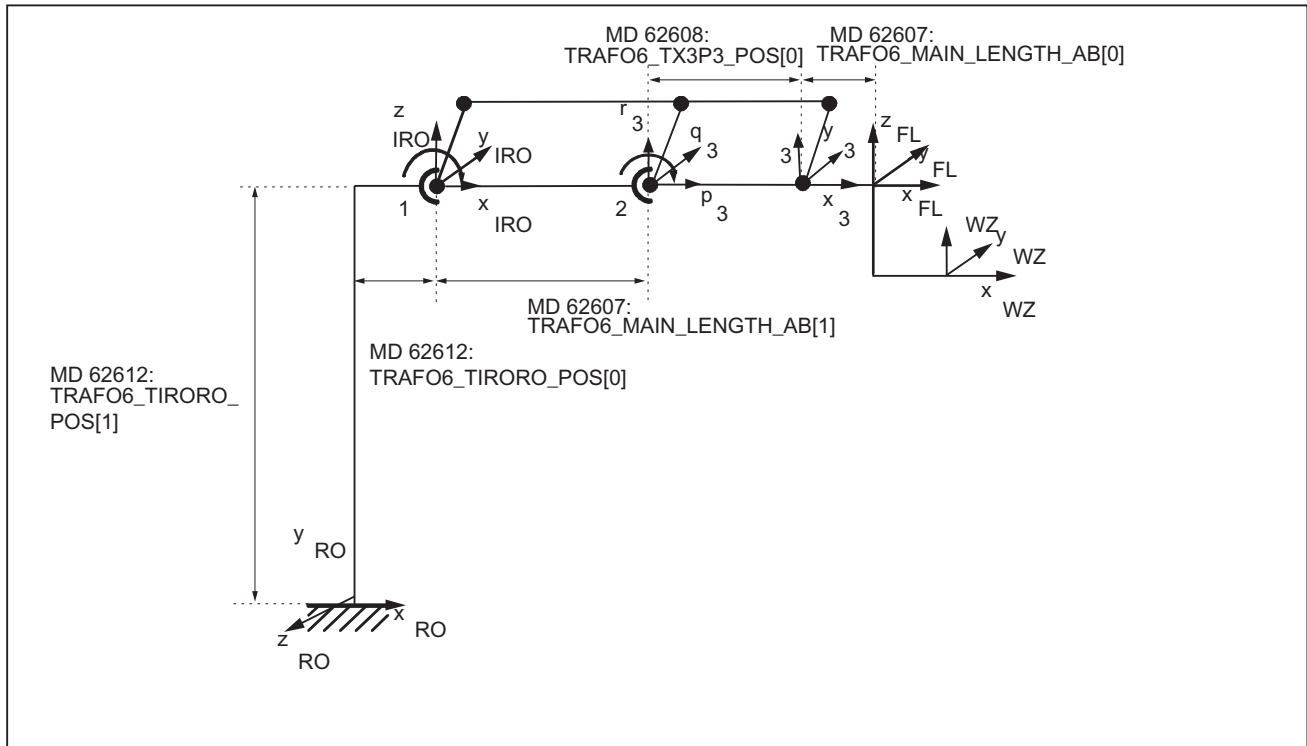


Bild 2-27 2-Achser NR-Sonderkinematik

Tabelle 2-19 Projektierungsdaten Sonderkinematik NR-2-Achser

Maschinendatum	Wert
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS	2
MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN	5
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES	2
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES	3
MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES	1
MD62601 \$MC_TRAFO6_AXES_TYPE	[3, 3, ...]
MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ	[1, 2, 3, 4, 5, 6]
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR	[1, 1, 1, 1, 1, 1]
MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES	[0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	[100.0, 400.0]
MD62612 \$MC_TRAFO6_TIRORO_POS	[100.0, 500.0, 0.0]
MD62613 \$MC_TRAFO6_TIRORO_RPY	[0.0, 0.0, -90.0]
MD62608 \$MC_TRAFO6_TX3P3_POS	[400.0, 0.0, 0.0]
MD62609 \$MC_TRAFO6_TX3P3_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62610 \$MC_TRAFO6_TFLWP_POS	[0.0, 0.0, 0.0]
MD62611 \$MC_TRAFO6_TFLWP_RPY	[0.0, 0.0, 0.0]

2.5 Werkzeugorientierung

2.5.1 Werkzeugorientierung

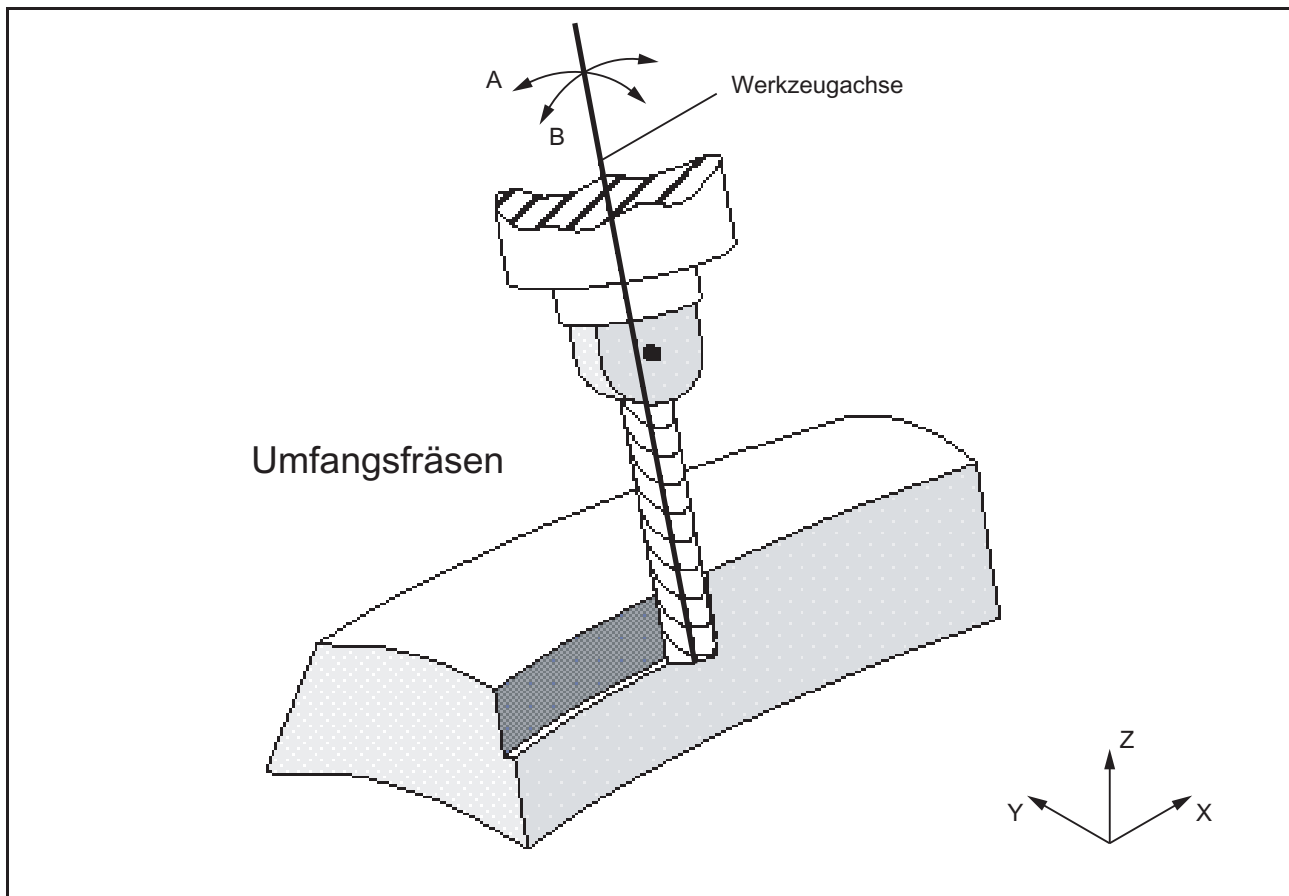


Bild 2-28 Werkstücke mit 5-Achs-Transformation

Programmierung

Für die Orientierungsprogrammierung des Werkzeugs sind 3 Möglichkeiten vorgesehen:

- direkt als "Orientierungsachsen" A, B, C in Grad
- über Euler- oder RPY-Winkel in Grad über A2, B2, C2
- über Richtungsvektor A3, B3, C3

Die Bezeichner von Eulerwinkel und Richtungsvektoren sind über Maschinendaten einstellbar:

Eulerwinkel über Maschinendatum:

MD10620 \$MN_EULER_ANGLE_NAME_TAB (Name der Eulerwinkel)

Richtungsvektor über Maschinendatum:

MD10640 \$MN_DIR_VECTOR_NAME_TAB (Name der Normalvektoren)

Die Werkzeugorientierung kann in einem beliebigen Satz stehen. Insbesondere kann sie auch alleine stehen, was zu einer Orientierungsänderung um die in Bezug auf das Werkstück feststehende Werkzeugspitze führt.

Euler oder RPY

Zwischen Euler- und RPY-Eingabe kann umgeschaltet werden über das Maschinendatum:

MD21100 \$MC_ORIENTATION_IS_EULER (Winkeldefinition bei Orientierungsprogrammierung)

Hinweis

Eine Programmierung über Euler-Winkel, RPY-Winkel oder Richtungsvektor ist nicht möglich für Kinematiken mit weniger als 5 Achsen. Hierbei existiert nur ein Freiheitsgrad für die Orientierung. Dieser Orientierungswinkel kann nur mit dem "Orientierungswinkel" "A" programmiert werden.

Bezug der Orientierung

Die Überführung einer Werkzeugorientierung am Satzanfang in eine Orientierung am Satzende kann nur im Werkstück-Koordinatensystem mit dem Befehl ORIWKS erfolgen.

Befehl ORIWKS

Die Werkzeugorientierung wird programmiert im Werkstück-Koordinatensystem (WKS) und ist damit nicht von der Maschinenkinematik abhängig. Bei Orientierungsänderung mit raumfester Werkzeugspitze bewegt sich das Werkzeug auf einem Großkreis in der vom Anfangs- zum Endvektor aufgespannten Ebene.

Befehl ORIMKS

Die Werkzeugorientierung wird programmiert im Maschinen-Koordinatensystem und ist damit abhängig von der Maschinenkinematik. Bei Orientierungsänderung mit raumfester Werkzeugspitze wird zwischen den Rundachspositionen linear interpoliert.

Hinweis

Eine Orientierungsführung über ORIMKS ist mit dem Transformationspaket Handling nicht möglich. Mit aktiver Transformation werden nicht die Maschinenachswinkel programmiert und verfahren, sondern "Orientierungswinkel" (RPY-Winkel nach Robotik-Definition, siehe Kapitel "Positions- und Orientierungsbeschreibung mit Hilfe von Frames").

Eine Anwahl der Orientierung erfolgt über die Befehle ORIWKS und ORIMKS der NC-Sprache.

Grundstellung ist ORIMKS (ab SW-Stand 2). Die Grundstellung kann geändert werden über das Maschinendatum:

MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES (Lochstellung der G-Gruppen)

GCODE_RESET_VALUES [24] = 1 → ORIWKS ist Grundstellung

GCODE_RESET_VALUES [24] = 2 → ORIMKS ist Grundstellung

GCODE_RESET_VALUES [24] = 3 → ORIPATH

Bei aktivem ORIPATH wird die Orientierung aus Voreil- und Seitwärtswinkel relativ zu Bahntangente und Flächennormalenvektor bestimmt.

Unzulässige Werkzeug-Orientierung

Wird die Werkzeugorientierung in Verbindung mit den Funktionen

- G04 Verweilzeit
- G33 Gewindeschneiden mit konstanter Steigung
- G74 Referenzpunkt anfahren
- G75 Festpunkt anfahren
- REPOS L Wiederanfahren an die Kontur
- REPOS Q Wiederanfahren an die Kontur
- REPOS H Wiederanfahren an die Kontur

programmiert, dann kommt es bei Eulerwinkel und Richtungsvektoren zum Alarm 12130 "Unzulässige Werkzeugorientierung" und das NC-Programm hält an (dieser Alarm kann auch in Verbindung mit G331, G332 und G63 auftreten). Bei G74 und G75 werden die Alarmer 17630 bzw. 17620 ausgegeben, wenn eine Transformation aktiv ist und die zu verfahrenen Achsen an der Transformation beteiligt sind. Dies gilt unabhängig von einer Orientierungsprogrammierung.

Sind bei aktivem ORIWKS der Start- und Endvektor antiparallel, dann ist für die Orientierungsprogrammierung keine eindeutige Ebene definiert und Alarm 14120 wird ausgelöst.

Wird bei aktiver Werkzeugkorrektur die Transformation ein oder ausgeschaltet, dann wird der Alarm 14400 ausgelöst.

Der umgekehrte Fall, dass die Werkzeugkorrektur bei aktiver Transformation an- oder abgewählt wird, führt zu keiner Alarmmeldung.

Werkzeug-Orientierung mehrfach eingeben

In einem Satz nach DIN 66025 darf jeweils nur eine Werkzeugorientierung eingegeben werden, z. B. mit Richtungsvektoren:

N50 A3=1 B3=0 C3=0

Wird die Werkzeugorientierung mehrfach eingegeben, z. B. mit Richtungsvektoren und mit Eulerwinkeln:

N60 A3=1 B3=1 C3=1 A2=0 B2=1 C2=3

dann erfolgt die Fehlermeldung 12240 "Kanal X Satz Y Werkzeugorientierung xx mehrfach definiert" und das NC-Teileprogramm hält an.

2.5.2 Orientierungsprogrammierung bei 4–Achsern

Werkzeug-Orientierung bei 4-Achsern

Bei 4-Achs-Kinematiken existiert nur ein Freiheitsgrad für die Orientierung. Bei Programmierung der Orientierung über RPY-Winkel, Euler-Winkel oder Richtungsvektor, ist es in der Regel nicht immer möglich, die spezifizierte Orientierung anzufahren. Wenn überhaupt, so ist diese Art der Orientierungsprogrammierung nur für bestimmte Kinematiken sinnvoll, bei denen eine Invarianz der Orientierungswinkel gegenüber den Grundachsen besteht. Dies ist zum Beispiel für die Scara- Kinematik der Fall.

Aus diesem Grund wird für Kinematiken mit 4 Achsen nur die Programmierung der Orientierung über den "Orientierungswinkel" A zugelassen. Dieser Winkel entspricht dem RPY-Winkel C der Robotik-Definition. Das heißt einer Drehung um die Z-RO-Achse, wie aus Bild "Orientierungswinkel beim 4-Achser" ersichtlich ist.

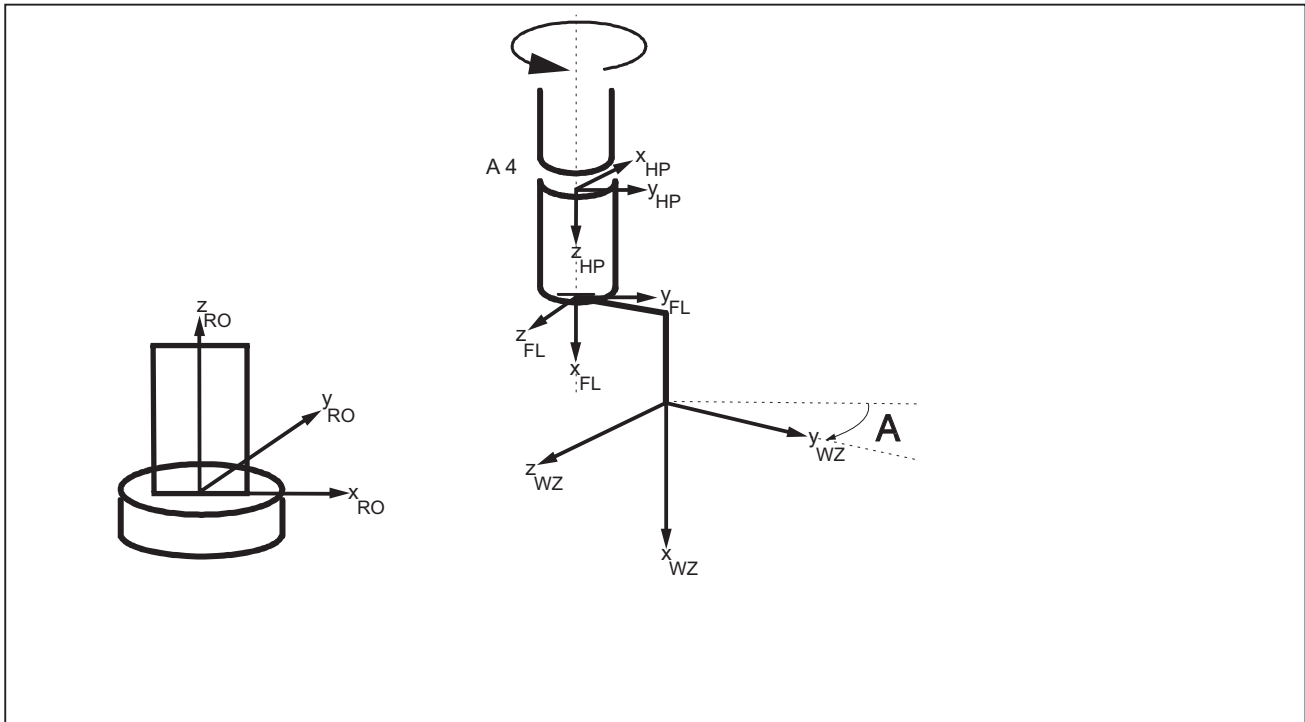


Bild 2-29 Orientierungswinkel beim 4-Achser

2.5.3 Orientierungsprogrammierung bei 5-Achsen

Werkzeug-Orientierung bei 5-Achsen

Bei 5-Achs-Kinematiken wird bei der Programmierung über Orientierungsvektor davon ausgegangen, dass der Orientierungsvektor der x-Komponente des Werkzeugs entspricht.

Bei der Programmierung über Orientierungswinkel (RPY-Winkel nach Robotik-Definition) wird als Ausgangspunkt für die Drehungen die x-Komponente des Werkzeugs herangezogen.

Hierbei wird der Vektor in x-Werkzeugrichtung wie aus Bild "Orientierungswinkel beim 5-Achser" ersichtlich zuerst mit dem Winkel A um die Z-Achse und dann um den Winkel B um die gedrehte Y-Achse gedreht. Die Drehung um den Winkel C ist aufgrund der eingeschränkten Freiheitsgrade für die Orientierung beim 5-Achser nicht möglich.

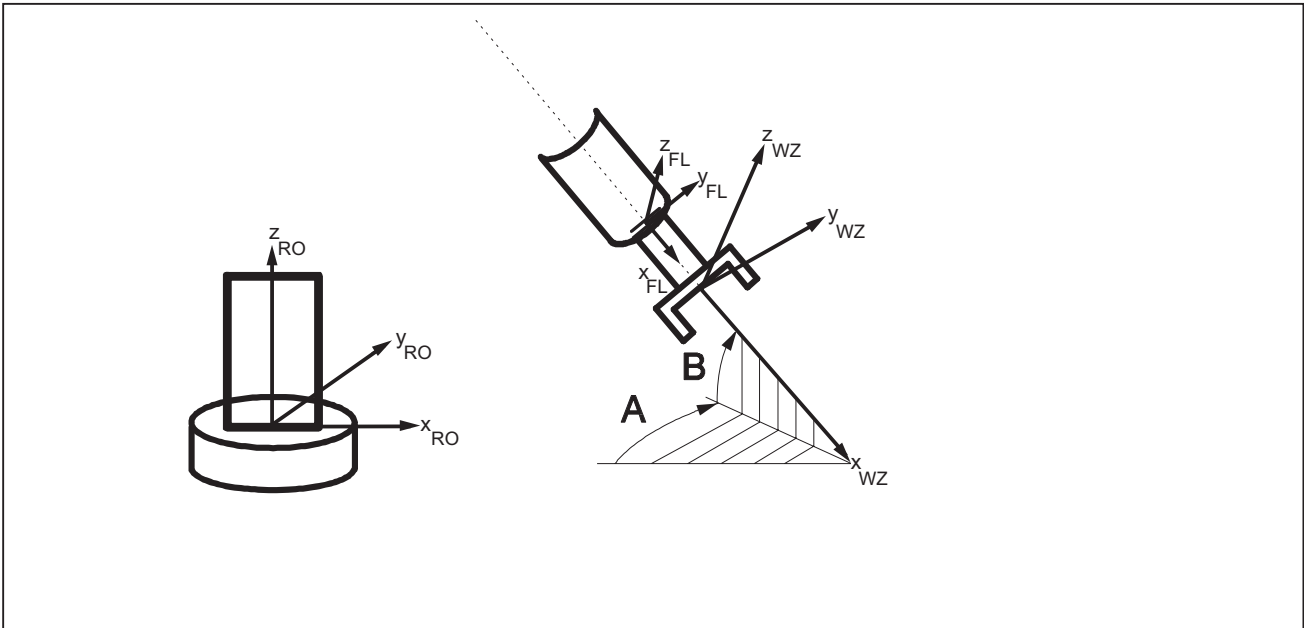


Bild 2-30 Orientierungswinkel beim 5-Achser

Es besteht die Möglichkeit Orientierungsachsen für das Transformationspaket Handling zu definieren.

Hinweis

Weitere Informationen finden Sie in:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Kapitel "Orientierungsachsen"
und

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung, Kapitel "Orientierungsachsen".

2.6 Singuläre Stellungen und ihre Behandlung

Die Berechnung der Maschinenachsen zu einer vorgegebenen Stellung, d. h. Position mit Orientierung, ist nicht immer eindeutig. Abhängig von der Kinematik der Maschine kann es Stellungen geben, die unendlich viele Lösungen besitzen. Diese Stellungen heißen "singulär".

Singuläre Stellungen

- Eine singuläre Stellung ist zum Beispiel dadurch gekennzeichnet, dass die fünfte Achse bei 0° liegt. Die singuläre Stellung ist hier nicht an eine bestimmte Orientierung gekoppelt. In dieser Stellung ist die vierte Achse nicht bestimmt, d. h. die vierte Achse hat keinen Einfluss auf die Position oder Orientierung.
- Bei Gelenkarm- und Scara-Kinematiken liegt auch eine singuläre Stellung vor, wenn die dritte Achse bei 0° oder bei 180° steht. Diese Stellungen nennt man Streck-/Beuge-Singularität.
- Eine weitere singuläre Stellung liegt bei Gelenkarm-Kinematiken vor, wenn der Handpunkt über der Drehachse von Achse 1 steht. Diese Stellung nennt man Überkopfsingularität.

Extreme Geschwindigkeitsüberhöhung

Wenn die Bahn in der Nähe eines Pols (Singularität) verläuft, dann kann es vorkommen, dass eine oder mehrere Achsen mit sehr hoher Geschwindigkeit fahren. Dann wird der Alarm 10910 "Irregulärer Geschwindigkeitsverlauf in einer Bahnachse" ausgelöst.

Verhalten am Pol

Das unerwünschte Verhalten schneller Ausgleichsbewegungen lässt sich durch eine Reduzierung der Geschwindigkeit in Polnähe verbessern. Ein Durchfahren des Pols mit eingeschalteter Transformation ist in der Regel nicht möglich.

2.7 Aufruf und Anwendung der Transformation

Einschalten

Die Transformation wird mit dem Befehl TRAORI (1) eingeschaltet.

Wenn der Befehl TRAORI (1) abgearbeitet wurde und damit die Transformation aktiviert ist, geht das Nahtstellensignal auf "1":

DB21, ... DBX33.6 (Transformation aktiv)

Sind die Maschinendaten für einen aufgerufenen Transformationsverbund nicht definiert, hält das NC-Programm an und die Steuerung gibt den Alarm 14100 "Orientierungstransformation nicht vorhanden" aus.

Weitere Informationen finden Sie unter:

Literatur:

/PGA/ Programmierhandbuch Arbeitsvorbereitung,
Kapitel: 5–Achsbearbeitung

Ausschalten

Mit TRAF00F oder TRAF00F() wird die gerade aktive Transformation ausgeschaltet.

Hinweis

Beim Ausschalten der Transformation "Transformationspaket Handling" wird implizit ein Vorlaufstop und eine Synchronisation des Vorlaufs mit dem Hauptlauf ausgeführt, wenn das folgende Maschinendatum auf 4099 gesetzt ist:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)

Wenn das folgende Maschinendatum auf 4100 gesetzt ist wird kein impliziter Vorlaufstop ausgelöst:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)

Reset/ Programmende

Das Verhalten der Steuerung bezüglich der Transformationen nach dem Hochlauf, Programmende oder RESET richtet sich nach Maschinendatum:

MD20110 \$MC_RESET_MODE_MASK (Festlegung der Steuerungs-Grundstellung na)

Bit 7:	Resetverhalten "aktive kinematische Transformation"										
Bit 7 = 0	Damit wird die Grundstellung für die aktive Transformation nach Teileprogrammende oder RESET gemäß folgendem Maschinendatum festgelegt: MD20140 \$MC_TRAFO_RESET_VALUE (Transformationsdatensatz Hochlauf (Reset/TP-Ende)) Bedeutung: <table border="0"><tr><td>0:</td><td>Nach RESET ist keine Transformation aktiv.</td></tr><tr><td>1 bis 8:</td><td>Die eingestellte Transformation ist aktiv gemäß Maschinendatum:</td></tr><tr><td></td><td>MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)</td></tr><tr><td></td><td>Bis Maschinendatum:</td></tr><tr><td></td><td>MD24460 \$MC_TRAFO_TYPE_8 (Transformation 8 im Kanal)</td></tr></table>	0:	Nach RESET ist keine Transformation aktiv.	1 bis 8:	Die eingestellte Transformation ist aktiv gemäß Maschinendatum:		MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)		Bis Maschinendatum:		MD24460 \$MC_TRAFO_TYPE_8 (Transformation 8 im Kanal)
0:	Nach RESET ist keine Transformation aktiv.										
1 bis 8:	Die eingestellte Transformation ist aktiv gemäß Maschinendatum:										
	MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)										
	Bis Maschinendatum:										
	MD24460 \$MC_TRAFO_TYPE_8 (Transformation 8 im Kanal)										
Bit 7 = 1	Die aktuelle Einstellung für die aktive Transformation bleibt über RESET oder Teileprogrammende erhalten.										

2.8 Istwertanzeige

Maschinenkoordinatensystem MKS

Im Anzeigemodus MKS werden die Maschinenachsen in mm/Inch bzw. Grad angezeigt.

Werkstückkoordinatensystem WKS

Wenn die Transformation eingeschaltet ist, werden im Anzeigemodus WKS die Spitze des Werkzeugs (TCP-Tool-Center-Point) in mm/Inch und die Orientierung durch die RPY-Winkel A, B und C beschrieben. Die Werkzeugrichtung ergibt sich, indem ein Vektor in Z-Richtung zunächst mit A um die Z-Achse, dann mit B um die neue Y-Achse, und zuletzt mit C um die neue X-Achse gedreht wird.

Wenn die Transformation ausgeschaltet ist, werden die Achsen mit den Kanalachsbezeichnungen angezeigt, sonst werden die Geoachsbezeichner angezeigt.

2.9 Werkzeugprogrammierung

Bedeutung

Die Werkzeuglängen werden bezüglich dem Flanschkoordinatensystem angegeben. Es sind nur 3-dimensionale Werkzeugkorrekturen möglich. Je nachdem, um welche Kinematik es sich handelt, gibt es für 5- und 4-achsige Kinematiken zusätzliche Einschränkungen für das Werkzeug. Für eine Kinematik nach Bild "5-Achser NR-Kinematik" ist nur ein 1-dimensionales Werkzeug mit Länge in x-Richtung zugelassen.

Die Richtung des Werkzeugs ist von der Grundstellung der Maschine, die mit den G-Codes G17, G18 und G19 spezifiziert wird, abhängig. Die Werkzeuglängen beziehen sich auf die mit G17 angegebene Nullstellung. Diese sollte im Programm nicht geändert werden.

Beispiel

Als Beispiel sei ein 2-dimensionales Werkzeug gegeben, das an einem 5-Achser Scara (vgl. Bild "5-Achser CC-Kinematik") angebracht ist. Als Kennung für das Werkzeug sollte der Typ 100 (Schneidwerkzeug) angegeben werden. Die Werkzeuglängen bestimmen sich, wie aus Bild "Werkzeuglängen-Programmierung" ersichtlich. X-TOOL muss als Werkzeuglänge x, Y-TOOL als Werkzeuglänge y in den Werkzeugparametern eingegeben werden.

\$TC_DP1[1,1] = 100 ;	Typ Schneidwerkzeug
\$TC_DP3[1,1] = 0.0 ;	(z) Längenkorrekturvektor
\$TC_DP4[1,1] = Y-TOOL ;	(y) Längenkorrekturvektor
\$TC_DP5[1,1] = X-TOOL ;	(x) Längenkorrekturvektor

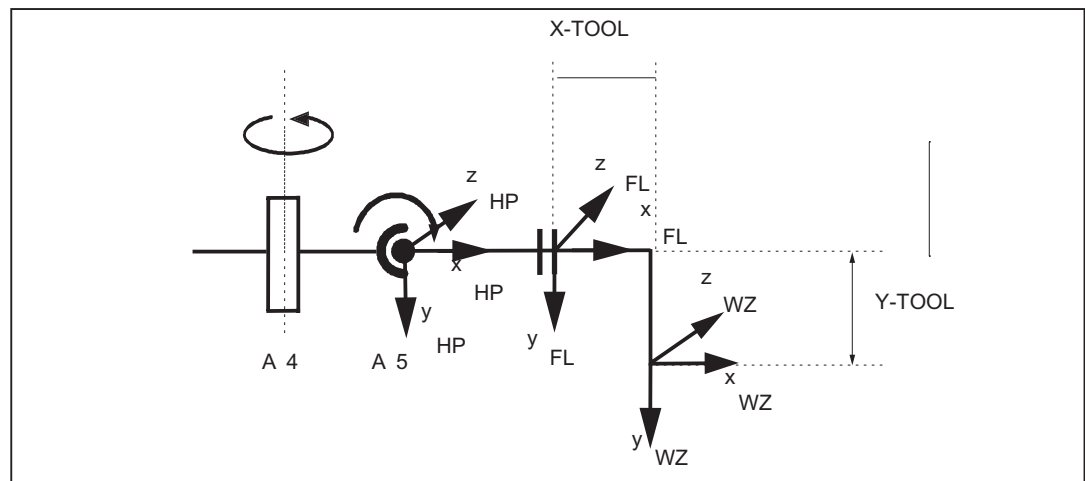


Bild 2-31 Werkzeuglängen-Programmierung

2.10 Kartesisches PTP-Fahren mit Transformationspaket Handling

Es ist möglich mit dem Transformationspaket Handling die Funktion Kartesisches PTP-Fahren zu verwenden. Hierbei muss das folgende Maschinendatum auf 4100 gesetzt werden:

MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)

Hinweis

Weitere Informationen finden Sie in der Funktionsbeschreibung Sonderfunktionen F2 (Teil 3) Kapitel "Kartesisches-PTP-Fahren" sowie in der "Programmieranleitung Arbeitsvorbereitung" Kapitel "Kartesisches PTP-Fahren".

Randbedingungen

3.1 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

3.2 Funktionseinschränkungen

NCU 572.2

Bei Verwendung der Hardware NCU 572.2 ist eine kundenspezifische Freigabe Voraussetzung für die Benutzung der Funktion Transformationspaket Handling.

Abstandsregelung

Das Transformationspaket Handling kann nicht zusammen mit der Technologiefunktion: "Abstandsregelung" betrieben werden, da die drei Grundachsen in der Regel nicht senkrecht zueinander angeordnet sind.

Fahren auf Festanschlag

Das Transformationspaket Handling kann nicht zusammen mit der Funktion "Fahren auf Festanschlag" betrieben werden.

Mehrere Transformationen

Das Transformationspaket Handling kann nur einmal pro Kanal aktiviert werden.

Werkzeugprogrammierung

Für die Eingabe der Werkzeugparameter stehen nur Werkzeuglängen zur Verfügung. Es ist nicht möglich eine Orientierung für das Werkzeug zu programmieren.

Programmierung der Orientierung

Die Programmiermöglichkeiten der Orientierung sind abhängig von der Anzahl der an Maschine vorhandenen Achsen:

Anzahl < 5:

- Orientierungsachswinkel

Anzahl = 5:

- Orientierungsachswinkel
- Orientierungsvektor

Singularitäten

Das Durchfahren eines Pols mit eingeschalteter Transformation ist nicht möglich. In singulären Stellungen kann es zu Achsüberlastungen kommen. Es erfolgt keine automatische Anpassung des Vorschubs. Der Anwender muss an den betreffenden Stellen den Vorschub entsprechenden reduzieren.

Beispiele

4.1 Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme

Hinweis

Die Compile-Zyklen werden als ladbare Module bereitgestellt. Die allgemeine Inbetriebnahme solcher Compile-Zyklen finden Sie beschrieben in TE0. Die spezifischen Inbetriebnahmemaßnahmen dieses Compile-Zyklus' finden Sie ab Kapitel "Inbetriebnahme einer kinematischen Transformation".

Der HMI-Softwarestand muss 3.5 oder höher sein. Für 810D muss eine NCK-Jeidakarte mit der kinematischen Transformation "Transformationspaket Handling" (ab. P2.3) und für 840D muss eine NCK-OEM-Jeidakarte (ab Technologiekarte 2) verfügbar sein.

Die folgenden Schritte müssen nur bei einer 840D durchgeführt werden, da bei der 810D das "Transformationspaket Handling" schon serienmäßig integriert ist.

1. SRAM Inhalt sichern (nur 840D)

Als erster Schritt der Installation einer Compile-Zyklen-Funktion wird bei 840D die in der NCU gesteckte Original-Karte gegen die Technologie-Karte getauscht.

Dieser Schritt entspricht dem Vorgehen bei einer normalen Hochrüstung auf einen neueren Softwarestand und erfordert wie diese das Löschen des statischen (batterie-gestützten) Speichers der Steuerung. Um den damit verbundenen kompletten Datenverlust zu vermeiden, müssen als erstes alle im SRAM gespeicherten Daten gesichert werden. Eine detaillierte Beschreibung finden Sie in der Hersteller/Service-Dokumentation "SINUMERIK 840D/SIMODRIVE 611D Inbetriebnahmeanleitung":

1. Stellen Sie das Maschinen-Hersteller-Kennwort ein.
2. Wechseln Sie in den Bedienbereich "Dienste".
3. Drücken Sie den Softkey "Serien-IBN".
4. Wählen Sie als zu sichernde Bereiche "NC" und "PLC" aus und geben Sie einen Namen für das auf der Festplatte zu erstellende Archiv-File ein. Schließen Sie mit der Input-Taste ab.

5. Wenn die Steuerung maschinenspezifische Kompensationsdaten enthält, müssen diese in ein eigenes Archivfile gesichert werden:
 - Drücken Sie den Softkey "Daten aus2 und wählen Sie unter dem Punkt "NC aktive Daten" nach Ihrem Bedarf die Daten
 - "Messsystem-Kompensationen"
 - "Durchhang/Winkligkeits-Komp."
 - "Quadrantenfehler-Kompensation" aus.
 - Sichern Sie diese Daten durch Drücken des Softkeys "Archiv..." und Angabe eines weiteren Filenamens auf ein 2. Archivfile.

Bewahren Sie die so erstellten Archivfiles gut auf, da Sie die Rückkehr zum Original-Zustand ermöglichen.

2. Stecken der PC- Karte (nur 840D)

- Schalten Sie die Steuerung aus.
- Stecken Sie die PC-Karte mit der neuen Firmware (Technologie-Karte) in den PCMCIA-Steckplatz der NCU.
- Fahren Sie fort mit folgenden Schritten:
 1. Drehen Sie den Schalter S3 auf der Frontplatte der NCU auf 1.
 2. Schalten Sie die Steuerung wieder ein.
 3. Beim Hochlauf wird die Firmware von der PC-Karte in den Speicher der NCU kopiert.
 4. Warten Sie bis die Ziffer "6" auf der NCU-Ziffern-Anzeige erscheint (etwa eine Minute).
 5. Drehen Sie Schalter S3 zurück auf Null.



Vorsicht

Wenn die Ziffer "6" nicht angezeigt wird, ist ein Fehler aufgetreten.

- Fehlerhafte PC-Karte (z.B. Karte für NCU2 in einer NCU3-Hardware)
 - Hardware der Karte defekt.
-

3. SRAM Inhalt zurückspeichern (nur 840D)

Um die gesicherten Daten in die Steuerung zurückzuspeichern, gehen Sie vor wie beschrieben in Kapitel "Datensicherung" (Serien-Inbetriebnahme) der Inbetriebnahmeanleitung (IAD) / SINUMERIK 840D. Bitte beachten Sie alle Hersteller-Hinweise zu neuen Software-Versionen.

- Setzen Sie das Maschinen-Hersteller-Kennwort.
- Drücken Sie "Daten ein" und "Archiv...". Laden Sie anschließend gegebenenfalls das Archiv mit den gesicherten Kompensationsdaten.

4.2 Inbetriebnahme einer kinematischen Transformation

Die Inbetriebnahme der kinematischen Transformation erfordert als nächsten Schritt das Aktivieren der Funktion Transformationspaket Handling (Option).

Optionsdatum für Transformationspaket Handling setzen.

Alarmer

Tragen Sie die Alarmtexte in die entsprechenden sprachspezifischen Textdateien ein.

Optionsdatum für Transformation setzen.

Transformation konfigurieren

1. Tragen Sie den Transformationstyp 4099 oder 4100 (wenn PTP- Fahren aktiv ist) ein in das Maschinendatum:
MD24100 \$MC_TRAFO_TYPE_1 (Definition der Transformation 1 im Kanal)
2. Tragen Sie die Zuordnung der an der Transformation beteiligten Kanalachsen ein in das Maschinendatum:
MD24110 \$MC_TRAFO_AXES_IN_1[0 bis 5] (Achszuordnung für Transformation)
Achsnummern beginnen bei 1.
3. Tragen Sie entsprechend der kartesischen Freiheitsgrade der Maschine die Geometrieachsen ein in das Maschinendatum:
MD24120 \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1[0 bis 2] (Zuordnung GEOachse zu Kanalachsen für Transformation 1)
4. Tragen Sie die Kinematikbezeichnung ein in das Maschinendatum:
MD62600 \$MC_TRAFO6_KINCLASS (Kinematikklasse)
5. Tragen Sie die Kennung für Sonderkinematiken, wenn eine solche Kinematik vorliegt, ein in Maschinendatum:
MD62602 \$MC_TRAFO6_SPECIAL_KIN (Sonderkinematik-Typ)
6. Tragen Sie die Achsanzahl ein in das Maschinendatum:
MD62605 \$MC_TRAFO6_NUM_AXES (Anzahl der transformierten Achsen)
7. Wenn die Verfahrensrichtungen der beteiligten Achsen entgegengesetzt der Transformationsdefinition sind, ändern Sie die Voreinstellung im Maschinendatum:
MD62618 \$MC_TRAFO6_AXES_DIR[] (Anpassung der physikalischen und mathematischen Drehrichtung)
8. Tragen Sie die Daten, welche die Grundachsen beschreiben ein:
 - Grundachskennung in Maschinendatum:
MD62603 \$MC_TRAFO6_MAIN_AXES (Grundachsenkennung)
 - Grundachslängen in Maschinendatum:
MD62607 \$MC_TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB (Grundachslängen A und B)

9. Tragen Sie eventuelle Achsvertauschungen ein in das Maschinendatum:

MD62620 \$MC_TRAFO6_AXIS_SEQ (Umordnung von Achsen)

10. Tragen Sie die Daten, welche die Hand beschreiben ein:

– Handachskennung in das Maschinendatum:

MD62604 \$MC_TRAFO6_WRIST_AXES (Handachsenkennung)

– Parameter für die Hand in das Maschinendatum:

MD62614 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5A (Parameter A zur Projektierung der Hand)

MD62615 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5D (Parameter D zur Projektierung der Hand)

MD62616 \$MC_TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA (Parameter ALPHA zur Projektierung der Hand)

– MD62606 \$MC_TRAFO6_A4PAR (Achse 4 parallel/antiparallel zu letzter Grundachse)

11. Tragen Sie die Geometrieparameter ein:

– Frame T_IRO_RO

– Frame T_X3_P3

– Frame T_FL_WP

12. Tragen Sie die Position in der Kalibrierposition ein in das Maschinendatum:

MD62617 \$MC_TRAFO6_MAMES (Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt)

13. Tragen Sie die kartesischen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen ein.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10620	EULER_ANGLE_NAME_TAB[n]	Name der Euler-Winkel
19410	TRAFO_TYPE_MASK, Bit 4	Optionsdatum für OEM-Transformation

5.1.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
21100	ORIENTATION_IS_EULER	Winkeldefinition bei der Orientierungsprogrammierung
21110	X_AXIS_IN_OLD_X_Z_PLANE	Koordinatensystem bei automatischer FRAME-Definition
24100	TRAFO_TYPE_1	Definition der Transformation
24110	TRAFO_AXES_IN_1	Achszuordnung für Transformation 1
24120	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1	Zuordnung der Geometrieachsen zu den Kanalachsen

5.1.3 Kanal-spezifische Maschinendaten für Compile-Zyklen

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
62600	TRAFO6_KINCLASS	Kinematikkasse
62601	TRAFO6_AXES_TYPE	Achstyp für Transformation
62602	TRAFO6_SPECIAL_KIN	Sonderkinematik-Typ
62603	TRAFO6_MAIN_AXES	Grundachsenkennung

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
62604	TRAFO6_WRIST_AXES	Handachsenkennung
62605	TRAFO6_NUM_AXES	Anzahl der transformierten Achsen
62606	TRAFO6_A4PAR	Achse 4 parallel/antiparallel zu letzter Grundachse
62607	TRAFO6_MAIN_LENGTH_AB	Grundachslängen A und B
62608	TRAFO6_TX3P3_POS	Anbringung der Hand (Positionsanteil)
62609	TRAFO6_TX3P3_RPY	Anbringung der Hand (Rotationsanteil)
62610	TRAFO6_TFLWP_POS	Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Positionsanteil)
62611	TRAFO6_TFLWP_RPY	Frame zwischen Handpunkt und Flansch (Rotationsanteil)
62612	TRAFO6_TIRORO_POS	Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Positionsanteil)
62613	TRAFO6_TIRORO_RPY	Frame zwischen Fußpunkt und internem System (Rotationsanteil)
62614	TRAFO6_DHPAR4_5A	Parameter A zur Projektierung der Hand
62615	TRAFO6_DHPAR4_5D	Parameter D zur Projektierung der Hand
62616	TRAFO6_DHPAR4_5ALPHA	Parameter ALPHA zur Projektierung der Hand
62617	TRAFO6_MAMES	Verschiebung mathematischer zu mechanischer Nullpunkt
62618	TRAFO6_AXES_DIR	Anpassung der physikalischen und mathematischen Drehrichtung
62619	TRAFO6_DIS_WRP	Mittlerer Abstand des Handpunkts zur Singularität
62620	TRAFO6_AXIS_SEQ	Umordnung von Achsen
62621	TRAFO6_SPIN_ON	Dreiecks- oder Trapez-Spindeln vorhanden
62622	TRAFO6_SPIND_AXIS	Achse auf welche die Dreiecksspindel wirkt
62623	TRAFO6_SPINDLE_RAD_G	Radius G für Dreiecksspindel
62624	TRAFO6_SPINDLE_RAD_H	Radius H für Dreiecksspindel
62625	TRAFO6_SPINDLE_SIGN	Vorzeichen für Dreiecksspindel
62626	TRAFO6_SPINDLE_BETA	Winkelversatz für Dreiecksspindel
62627	TRAFO6_TRP_SPIND_AXIS	Über Trapezverbindung angetriebene Achsen
62628	TRAFO6_TRP_SPIND_LEN	Trapezlängen
62629	TRAFO6_VELCP	Kartesische Geschwindigkeiten
62630	TRAFO6_ACCCP	Kartesische Beschleunigungen
62631	TRAFO6_VELORI	Orientierungswinkel-Geschwindigkeiten
62632	TRAFO6_ACCORI	Orientierungswinkel-Beschleunigungen
62633	TRAFO6_REDVELJOG	Reduzierfaktor der kartesischen Geschwindigkeiten in JOG

5.2 Signale

5.2.1 Signale von Kanal

DB-Nummer	Byte.Bit	Beschreibung
21, ...	29.4	PTP-Fahren aktivieren
21, ...	33.6	Transformation aktiv
21, ...	232	Nummer der aktiven G-Funktion der G-Funktionsgruppe 25 (ORIWKS, ORIMKS, ORIPATH)
21, ...	317.6	PTP-Fahren aktiv

Index

D

DB21, ...
DBX33.6, 2-50

M

MD10620, 2-44
MD10640, 2-45
MD20110, 2-51
MD20140, 2-51
MD20150, 2-46
MD21100, 2-45
MD24100, 2-5, 2-51, 2-53, 4-3
MD24110, 2-5, 4-3
MD24120, 2-5, 4-3
MD24460, 2-51
MD62600, 2-1, 2-19, 2-27, 2-34, 2-38, 4-3
MD62601, 2-18, 2-19, 2-27, 2-34
MD62602, 2-38, 2-40, 2-41, 2-42, 4-3

MD62603, 2-7, 2-8, 2-10, 2-19, 2-27, 2-34, 4-3
MD62604, 2-7, 2-8, 2-10, 2-19, 2-27, 2-34, 4-4
MD62605, 2-14, 2-19, 2-27, 2-34, 4-3
MD62606, 2-7, 2-27, 2-34, 4-4
MD62607, 2-7, 2-20, 2-28, 2-34, 4-3
MD62608, 2-7, 2-28, 2-35
MD62609, 2-7, 2-28, 2-35
MD62610, 2-8, 2-20, 2-33, 2-35
MD62611, 2-8, 2-20, 2-27, 2-33, 2-35
MD62612, 2-7, 2-20, 2-28, 2-34
MD62613, 2-7, 2-20, 2-28, 2-34
MD62614, 2-10, 2-35, 4-4
MD62615, 2-10, 4-4
MD62616, 2-7, 2-10, 2-35, 4-4
MD62617, 2-17, 2-20, 2-28, 2-34, 4-4
MD62618, 2-16, 2-20, 2-27, 2-34, 4-3
MD62620, 2-15, 2-19, 2-27, 2-34, 4-4
MD62629, 2-18
MD62630, 2-18
MD62631, 2-18
MD62632, 2-19

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: MKS-Kopplung (TE6)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Allgemeines.....	2-1
2.2	Funktionsbeschreibung MKS-Kopplung	2-2
2.2.1	Kopplungspaare definieren	2-2
2.2.2	Kopplung EIN-/AUS schalten.....	2-2
2.2.3	Toleranzfenster	2-3
2.3	Funktionsbeschreibung Kollisionsschutz	2-4
2.3.1	Schutzpaare definieren	2-4
2.3.2	Kollisionsschutz EIN-/AUSschalten	2-4
2.3.3	Projektierungsbeispiel	2-5
2.4	Anwenderspezifische Projektierungen.....	2-6
2.5	Besondere Betriebszustände	2-7
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
4.1	Allgemeine Inbetriebnahme einer Compile-Zyklen-Funktion.....	4-1
4.2	Update von NCKOEM_CC_0013_01.02.00	4-2
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
5.1.2	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

MKS-Kopplung

In der CompileZyklus Applikation wird eine 1:1 Kopplung im Maschinenkoordinatensystem eingeführt (MKS-Kopplung).

Die an der Kopplung beteiligten Achsen werden über ein axiales Maschinendatum bestimmt. Das Maschinendatum wird mit RESET aktualisiert, damit man die Möglichkeit hat, Achsenpaare während dem Betrieb neu zu bestimmen.

CC_Master, CC_Slave

Es gibt CC_Master und CC_Slave Achsen. Eine CC_Master Achse kann mehrere CC_Slave Achsen haben. Eine CC_Slave Achse kann jedoch keine CC_Master Achse sein (Fehlermeldung).

Die Kopplung dieser Paare wird über einen OEM-spezifischen Sprachbefehl EIN- bzw. AUSgeschaltet, und kann somit in allen Betriebsarten aktiv sein. Ist eine CC_Slave Achse in einem Teileprogramm programmiert, wird entweder ein Alarm ausgegeben oder ein 'GET' ausgelöst, abhängig vom Maschinendatum:

MD30552 \$MA_AUTO_GET_TYPE (Automatisches GET bei Achse holen)

Für eine CC_Slave Achse gelten folgende Einschränkungen:

- sie kann keine PLC-Achse werden,
- sie kann keine Kommandoachse werden,
- sie kann im JOG Betrieb nicht getrennt von ihrer CC_Master Achse verfahren werden.

Zwischen CC_Master und CC_Slave wird über ein axiales Maschinendatum ein Toleranzfenster vorgegeben. Bei aktiver Kopplung dürfen die Istwerte der Achsen dieses Fenster nicht verlassen.

Kollisionsschutz

Um die Bearbeitungsköpfe im nicht gekoppelten Betrieb bzw. bei gespiegelter Kopplung vor Kollision zu schützen, kann über ein Maschinendatum ein Kollisionsschutz eingestellt werden. Er wird wahlweise über ein Maschinendatum bzw. über die VDI-IN-Nahtstelle aktiviert. Die Zuordnung der geschützten Paare ist unabhängig von den CC_Master und CC_Slave-Paaren.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Allgemeines

Hat eine Werkzeugmaschine 2 oder mehr getrennt voneinander verfahrbare Bearbeitungsköpfe (hier K1 (Y/ Z/ C/ A/ W bzw. K2 (Y2/ Z2/ C2/ A2/ W2)), und muss bei der Bearbeitung eine Transformation eingeschaltet werden, können die Orientierungsachsen nicht mit den Standardkopplungsarten (COPON, TRAILON) gekoppelt werden. Die zur Zeit einzige im System verfügbare Kopplung im Maschinenkoordinatensystem (MKS) ist die GANTRY Funktion. Diese kann jedoch nicht in einem Teileprogramm geschaltet werden. Sie erlaubt nur eine 1:1 Kopplung.

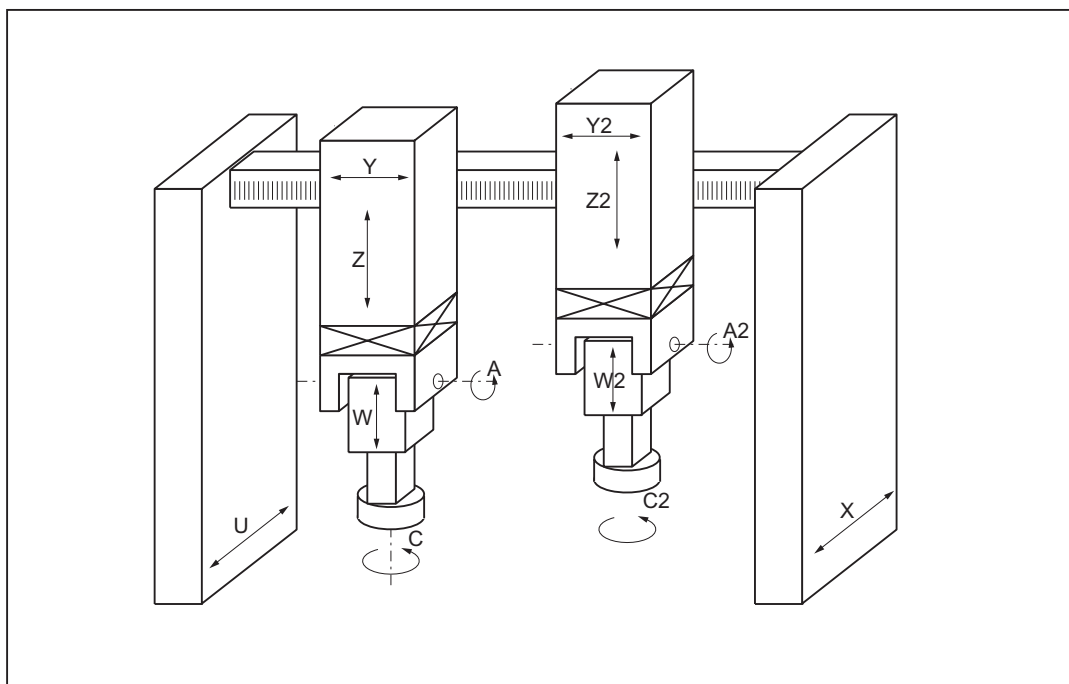


Bild 2-1 Compile-Zyklus Funktion MKS-Kopplung

Mit der Compile-Zyklus-Funktion MKS-Kopplung kann man eine 1:1 bzw. 1:-1 Kopplung im Maschinenkoordinatensystem durch Teileprogrammbefehle schalten.

2.2 Funktionsbeschreibung MKS-Kopplung

2.2.1 Kopplungspaare definieren

Einer CC_SLAVE Achse wird ihre CC_Master Achse über das folgende axiale Maschinendatum zugeordnet:

MD63540 \$MA_CC_MASTER_AXIS (Gibt zu einer CC_Slave Achse die zugehörige CC_Master Achse an)

Die an der Kopplung beteiligten Achsen können nur bei ausgeschalteter Kopplung geändert werden.

Eine CC_Slave Achse wird im folgenden axialen VDI-Out Byte angezeigt:

DB31, ... DBX97.0 (Achse ist Slave Achse)

Voraussetzung

- CC_Master- und CC_Slave-Achse müssen entweder beide Rundachsen oder beide Linearachsen sein.
- Spindeln können nicht gekoppelt werden.
- Weder CC_Master- noch CC_Slave-Achse dürfen eine Tauschachse sein (\$MA_MASTER_CHAN[AXn]=0)

2.2.2 Kopplung EIN-/AUS schalten

CC_COPON()

CC_COPON([A1][A2][A3][A4][A5])

Einschalten der 1:1 Kopplung. Toleranzfensterüberwachung ist aktiv.

CC_COPONM()

CC_COPONM([A1][A2][A3][A4][A5])

Einschalten der 1:-1 Kopplung (Mirror). Toleranzfensterüberwachung ist nicht aktiv.

A1 bis A5 sind Achsnamen. Hier können entweder die Maschinenachsnamen, die Kanalachsnamen oder die Geometrieachsnamen der an einer Kopplung beteiligten Achse programmiert werden. Es können also entweder die CC_Master Achsen oder die CC_Slave Achsen oder beide gleichzeitig programmiert werden. Ist in A1-A5 eine Achse programmiert, die an keiner Kopplung beteiligt ist, wird ein Alarm ausgegeben. Mit CC_COPON() bzw. CC_COPONM() werden alle definierten Kopplungen eingeschaltet. Eine aktive Kopplung wird bei der CC_Slave Achse im folgenden axialen VDI-Out Byte angezeigt:

DB31, ... DBX97.1 (Kopplung aktivieren)

Ist Spiegeln aktiv, wird das zusätzlich angezeigt in:

DB31, ... DBX97.2 (Spiegeln aktivieren)

In dem axialen VDI bei der CC_Slave Achse kann die Kopplung in folgende Byte unterdrückt werden:

DB31, ... DBX24.2 (CC_Slave Achse Kopplung unterdrücken)

Es wird dann kein Alarm ausgegeben.

CC_COPOFF()

CC_COPOFF([A1][A2][A3][A4][A5])

Wie CC_COPON bzw. CC_COPONM() mit dem Unterschied, dass kein Alarm ausgegeben wird falls in A1 bis A5 eine Achse programmiert ist, die an keiner Kopplung beteiligt ist.

Eine bestehende Kopplung kann auch durch das axiale VDI-In Bit bei der CC_Slave Achse ausgeschaltet werden.

Die Kopplung kann nur bei stehenden Achsen EIN- bzw. AUSgeschaltet werden.

2.2.3 Toleranzfenster

Ein Überwachungsfenster wird über ein axiales Maschinendatum vorgegeben:

MD63541 \$MA_CC_POSITION_TOL (Überwachungsfenster)

Die Differenz der Istwerte zwischen CC_Slave Achse und CC_Master Achse darf absolut nie größer als dieser Wert sein. Bei Überschreitung wird der Alarm 70010 ausgegeben.

Die Überwachung ist nicht aktiv:

- wenn der Wert des Maschinendatums 0 ist,
- bei ausgeschalteter Kopplung,
- wenn für eine der Achsen 'Achs-/Spindelsperre' aktiviert ist,
- wenn eine Achse 'nachgeführt' wird,
- bei der 1:-1 Kopplung.

Ändert sich bei aktiver 1:1 Kopplung der zum Einschaltzeitpunkt gespeicherte Offset, wird dies angezeigt an der NC => PLC VDI-SS:

DB31, ... DBX97.3 (Offset nach dem Einschaltzeitpunkt)

Hinweis

Der Offset kann sich ändern:

- wenn bei einer Achse die SW-Limitüberwachung im Hauptlauf aktiv war,
 - wenn eine Achse in Nachführen gebracht wurde,
 - wenn für eine Achse der Kollisionsschutz aktiv war.
-

2.3 Funktionsbeschreibung Kollisionsschutz

2.3.1 Schutzpaare definieren

Einer ProtecSlave Achse (PSlave) wird ihr ProtecMaster (PMaster) über das folgende axiale Maschinendatum zugeordnet:

MD63542 \$MA_CC_PROTECT_MASTER (Gibt zu einer PSlave Achse die zugehörige PMaster Achse an)

Die Paare können somit unabhängig von den Koppelungspaaren definiert werden. Eine PSlave Achse kann für eine andere Achse eine PMaster Achse sein. Die Achsen müssen entweder beide eine Rundachse oder Linearachse sein.

2.3.2 Kollisionsschutz EIN-/AUSschalten

Der Mindestabstand zwischen PSlave und PMaster wird in dem axialen Maschinendatum der PSlave Achse angegeben:

MD63544 \$MA_CC_COLLISION_WIN (Kollisionsschutzfenster)

Bei einem Wert kleiner 0 wird kein Kollisionsschutz eingeschaltet. Den Offset der 0 Position zwischen PSlave und PMaster gibt man in dem axialen Maschinendatum (PSlave-Achse) an:

MD63545 \$MA_CC_OFFSET_MASTER (Nullpunkt-Offset zwischen PSlave und PMaster)

Bevor der Kollisionsschutz eingeschaltet wird, muss man getrennt für jede Achse im folgenden Maschinendatum die Überwachung für die jeweilige Achse freigeben:

MD63543 \$MA_CC_PROTECT_OPTIONS

Im gleichen Maschinendatum der PSlave Achse wird angegeben, ob der Kollisionsschutz immer aktiv ist oder ob er über die VDI-Nahtstelle (PLC => NC) geschaltet wird:

DB31, ... DBX24.3

Ist der Kollisionsschutz aktiv, werden im IPO-Takt die Sollpositionen des nächsten IPO-Taktes von PSlave und PMaster mittels der aktuellen Sollposition und der aktuellen Geschwindigkeit extrapoliert und überwacht.

Wird der Mindestabstand unterschritten, bremsen die Achsen mit der projektierten Maximalbeschleunigung ab:

MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL (Achsbeschleunigung)

Oder mit einer um 20% erhöhten Beschleunigung, festgelegt über das Maschinendatum:

MD63543 \$MA_CC_PROTECT_OPTIONS

Sobald die Achsen stehen, wird ein Alarm ausgegeben.

Hinweis

Da der Kollisionsschutz den Zielpunkt aus der "aktuellen Geschwindigkeit + der maximalen Beschleunigung (bzw. +20%)" extrapoliert, kann es bei reduzierten Beschleunigungen zu nicht erwartetem Auslösen des Überwachungsalarms kommen:

Beispiel:

PMaster = X, PSlave = X2, \$MA_CC_COLLISION_WIN = 10mm

Startpunkt im Teileprogramm: X=0.0 X2=20.0

N50 G0 X100 X2=90

; der Überwachungsalarm wird ausgelöst, weil X und X2 zusammen interpolieren: deshalb ist die Beschleunigung von X2 < der Maximalbeschleunigung.

Abhilfe:

- N50 G0 POS[X]=100 POS[X2]=90
 - oder die Überwachung ausschalten.
-

2.4 Anwenderspezifische Projektierungen

Bearbeitungskopf parken

Parken bedeutet hier, dass der entsprechende Bearbeitungskopf an der Werkstückbearbeitung nicht beteiligt ist. Alle Achsen sind in Lageregelung und stehen im Genauhalt.

Auch wenn nur mit einem Bearbeitungskopf gefertigt wird, sollte die Kopplung aktiv sein! Dies ist vor allem dann zwingend nötig, falls nur mit dem zweiten Kopf (Y2....) gefertigt wird. Für die Achsen des geparkten Kopfes muss dann axial (PLC -> NCK) "Achs-/ Spindelsperre" gesetzt werden.

Hinweis

Bei aktiver Achs-/Spindelsperre kann ein Teileprogramm auch dann abgearbeitet werden, wenn diese Achse nicht in Lageregelung ist.

Spindelfunktionalitäten

Da für die Spindel keine MKS-Kopplung eingeschaltet werden kann, müssen dafür andere Lösungswege projektiert werden.

- Spindel positionieren (SPOS= ...)

Anstelle von SPOS wird ein Zyklus aufgerufen. In diesem Zyklus wird SPOS für alle aktiven Spindeln aufgerufen.

- Drehzahlvorgabe

Drehzahl- und Drehrichtungsvorgabe kann über Synchronaktionen bzw. über PLC erkannt und an alle weiteren aktiven Spindeln weitergegeben werden.

- Synchronspindelfunktion

2.5 Besondere Betriebszustände

Reset

Die Kopplungen können über RESET hinweg aktiv bleiben.

Reorg

Keine vom Standart abweichenden Funktionalitäten.

Satzsuchlauf

Bei Satzsuchlauf wird immer der letzte Satz, der einen OEM-spezifischen Sprachbefehl enthält, gespeichert und dann mit dem letzten Aktionssatz ausgegeben. In nachfolgenden Beispielen soll das veranschaulicht werden. Die Ausgangspositionen der Achsen sind immer 0.

Beispiel 1:

```
N01 M3 S1000
N02 G01 F1000 X10 Y10
N03 CC_COPON( X, Y)
ZIEL:
```

Wird dieses Programm normal gestartet, fahren die Achsen X und Z ungekoppelt nach X10 Z10. Nach Satzsuchlauf auf ZIEL: fahren die Achsen X und Y gekoppelt auf diese Position!

Beispiel 2:

```
N01 M3 S1000
N02 CC_COPON( X)
N03 G01 F1000 X100 Y50
N04 CC_COPOFF( X)
N05 CC_COPON( Y)
N06 Y100
N10 CC_COPOFF( )
ZIEL:
```

Nach Satzsuchlauf auf ZIEL: fahren die Achsen ungekoppelt auf X100 Y100.

Beispiel 3:

```
N01 CC_COPON( X, Y, Z)
N02 ...
...
N10 CC_COPOFF( Z)
ZIEL:
```

Nach Satzsuchlauf auf ZIEL: ist keine Kopplung aktiv!

Einzelatz

Es gibt keine vom Standard abweichenden Funktionalitäten.

Randbedingungen

Gültigkeit

Die Funktion ist nur für den ersten Kanal projektiert.

NCU 572.2

Bei Verwendung der Hardware NCU 572.2 ist eine kundenspezifische Freigabe Voraussetzung für die Benutzung der Funktion MKS-Kopplung.

Abbremsverhalten

Abbremsverhalten am SW-Limit bei Bahnachsen

Der Faktor der programmierbaren Beschleunigung ACC zum Abbremsen am SW-Limit bezieht sich auf Bahnachsen.

Bei der MKS-Kopplung handelt es sich um Hauptachsen, die aufgrund ihrer geometrischen Anordnung als Geometrieachsen bezeichnet werden.

Abbremsen von Geometrieachsen mit Synchronaktionen

Die wie bei Bahnachsen gewünschte höhere Abbremsung, kann bei Geometrieachsen mit einer Synchronaktion wie folgt realisiert werden:

$$ACC[x2] = 190$$

Beispiele

4.1 Allgemeine Inbetriebnahme einer Compile-Zyklen-Funktion

Hinweis

Die Compile-Zyklen werden als ladbare Module bereitgestellt. Die allgemeine Inbetriebnahme solcher Compile-Zyklen finden Sie beschrieben in TE0. Die spezifischen Ergänzungen dieses Compile-Zyklus finden Sie ab Kap. "Update von NCKOEM_CC_0013_01.02.00".

SRAM Inhalt sichern

Als erster Schritt der Installation einer Compile-Zyklen-Funktion wird die in die NCU gesteckte Original-Karte gegen die Technologie-Karte getauscht.

Dieser Schritt entspricht dem Vorgehen bei einer normalen Hochrüstung auf einen neueren Softwarestand und erfordert wie diese das Löschen des statischen (batterie-gestützten) Speichers der Steuerung. Um den damit verbundenen kompletten Datenverlust zu vermeiden, müssen als erstes alle im SRAM gespeicherten Daten gesichert werden.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie das Maschinen-Hersteller-Kennwort ein.
2. Wechseln Sie in den Bedienbereich "Dienste".
3. Drücken Sie den Softkey "Serien-IBN".
4. Wählen Sie als zu sichernde Bereiche "NC" und "PLC" aus und geben Sie einen Namen für das auf der Festplatte zu erstellende Archiv-File ein. Schließen Sie mit der Input-Taste ab.
5. Wenn die Steuerung maschinenspezifische Kompensationsdaten enthält, müssen diese in ein eigenes Archivfile gesichert werden:
 - Drücken Sie den Softkey "Daten aus".
 - Wählen Sie unter "NC aktive Daten" aus:
 - "Meßsystem-Kompensationen"
 - "Durchhang/Winkligkeits-Komp."
 - "Quadrantenfehler-Kompensation".
 - Sichern Sie diese Daten durch Drücken des Softkeys "Archiv...".
 - Geben Sie einen weiteren Filenamen für ein 2. Archivfile ein.

Die so erstellten Archivfiles ermöglichen eine eventuell notwendige Wiederherstellung des Original-Zustandes.

Eine detaillierte Beschreibung finden Sie in:

Literatur:

/IAD/ Inbetriebnahmehandbuch SINUMERIK 840D/SIMODRIVE 611D

PC- Karte stecken

- Steuerung ausschalten
- PC-Karte mit der neuen Firmware (Technologie-Karte) in den PCMCIA-Steckplatz der NCU stecken
- Gehen Sie im Weiteren wie folgt vor:
 - Drehen Sie den Schalter S3 auf der Frontplatte der NCU auf 1.
 - Schalten Sie die Steuerung wieder ein.
 - Beim Hochlauf wird die Firmware von der PC-Karte in den Speicher der NCU kopiert.
 - Warten Sie bis die Ziffer "6" auf der NCU-Ziffern-Anzeige erscheint (ca. 60 s).
 - Drehen Sie Schalter S3 zurück auf Null.

Hinweis

Wenn die Ziffer "6" nicht angezeigt wird, könnten folgende Fehler Ursache sein:

- Fehlerhafte PC-Karte (z. B. Karte für NCU2 in einer NCU3-Hardware)
 - Hardware der Karte ist defekt.
-

SRAM Inhalt zurückspeichern

Um die gesicherten Daten in die Steuerung zurückzuspeichern, gehen Sie wie in Abschnitt Serien-Inbetriebnahme beschrieben vor. Bitte beachten Sie alle Hersteller-Hinweise zu neuen Software-Versionen.

- Setzen Sie das Maschinen-Hersteller-Kennwort.
- Drücken Sie "Daten ein" und "Archiv...".
- Laden Sie gegebenenfalls das Archiv mit den gesicherten Kompensationsdaten.

4.2 Update von NCKOEM_CC_0013_01.02.00

- Erweiterte Funktionalität CC_COPONM und Kollisionsschutz
- Verschobene Maschinendatennummern, Alarmnummern, VDI-Bytes und Bits und neue Compilezyklus-Nr. (Funktion kann auch auf einer Technologiekarte geliefert werden).

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
28090	NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS	Anzahl der Satzelemente für Compile-Zyklen.
28100	NUM_CC_BLOCK_USER_MEM	Gesamtgröße des nutzbaren Satzspeichers für Compile-Zyklen

5.1.2 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
63540	CC_MASTER_AXIS	Gibt zu einer CC_Slave-Achse die zugehörige CC_Master-Achse an.
63541	CC_POSITION_TOL	Überwachungsfenster
63542	CC_PROTEC_MASTER	Gibt zu einer PSlave-Achse die zugehörige PMaster-Achse an.
63543	CC_PROTEC_OPTIONS	
63544	CC_COLLISION_WIN	Kollisionsschutzfenster
63545	CC_OFFSET_MASTER	Nullpunkt-Offset zwischen PSlave und PMaster

Index

A

Abstandsregelung
 Ausführliche Beschreibung, 2-1

D

DB31, ...
 DBX24.2, 2-3
 DBX24.3, 2-4
 DBX66.0, 2-5
 DBX97.0, 2-2
 DBX97.1, 2-2
 DBX97.2, 2-2
 DBX97.3, 2-3

M

MCS-Kopplung
 Kurzbeschreibung, 1-1
 Randbedingungen, 3-1
MD30552, 1-1
MD32300, 2-4
MD63540, 2-2
MD63541, 2-3
MD63542, 2-4
MD63543, 2-4
MD63544, 2-4
MD63545, 2-4

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Wiederaufsetzen - Retrace Support (TE7)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Funktionsbeschreibung	2-1
2.1.1	Begriffsdefinitionen	2-2
2.1.2	Funktionsablauf (Prinzip)	2-3
2.1.3	RESU-fähiger Konturbereich	2-6
2.2	Inbetriebnahme	2-7
2.2.1	Aktivieren der Technologiefunktion	2-7
2.2.2	Speicherkonfiguration: Satzspeicher	2-7
2.2.3	Speicherkonfiguration: Heap-Speicher	2-8
2.2.4	Speicherbereich des RESU-Hauptprogramms	2-9
2.2.5	Ablageort der RESU-Unterprogramme	2-10
2.2.6	ASUP-Freigabe	2-11
2.2.7	PLC-Anwenderprogramm	2-11
2.3	Programmierung	2-12
2.3.1	RESU-Start/Stop/Reset (CC_PREPRE)	2-12
2.4	RESU-spezifische Teileprogramme	2-14
2.4.1	Hauptprogramm (CC_RESU.MPF)	2-15
2.4.2	INI-Programm (CC_RESU_INI.SPF)	2-16
2.4.3	END-Programm (CC_RESU_END.SPF)	2-17
2.4.4	Wiederaufsetz-ASUP (CC_RESU_BS_ASUP.SPF)	2-18
2.4.5	RESU-ASUP (CC_RESU_ASUP.SPF)	2-19
2.5	Wiederaufsetzen	2-19
2.5.1	Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur	2-20
2.5.2	Repositionieren	2-21
2.5.3	Zeitliche Bedingungen bezüglich NC-START	2-21
2.5.4	Satzsuchlauf ab letztem Hauptsatz	2-22
2.6	Funktionsspezifische Anzeigedaten	2-23
2.6.1	Kanalspezifische GUD-Variable	2-23
2.7	Funktionsspezifische Alarmtexte	2-25
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Funktionsspezifische Randbedingungen	3-1
3.1.1	Innerhalb von Unterprogrammen	3-1
3.1.2	Innerhalb von Programmschleifen	3-2
3.1.3	An Vollkreisen	3-2
3.1.4	Automatisch generierte Konturelemente	3-2
3.2	Randbedingungen bezüglich Standardfunktionen	3-3
3.2.1	Achstausch der 1. und 2. Geometrieachse	3-3
3.2.2	Kanalachsen	3-3
3.2.3	Satznummern	3-3
3.2.4	Satzsuchlauf	3-4
3.2.5	Transformationen	3-4

3.2.6	Kompensationen	3-5
3.2.7	Frames	3-5
3.2.8	Werkzeugkorrekturen	3-5
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten	5-1
5.1.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Tabellen

Tabelle 2-1	Kanalspezifische GUD-Variable.....	2-23

Kurzbeschreibung

Funktion

Die Technologiefunktion "Wiederaufsetzen - Retrace Support" (im weiteren Verlauf mit RESU bezeichnet) unterstützt das Wiederaufnehmen von unterbrochenen 2-dimensionalen Bearbeitungsvorgängen, wie z. B. Laserschneiden, Wasserstrahlschneiden etc.

RESU ermöglicht es dem Maschinenbediener, bei einer Störung des Bearbeitungsvorganges, z. B. Ausfall des Laserstrahles, ohne genaue Kenntnis des aktiven Teileprogramms, die Bearbeitung zu unterbrechen und vom Unterbrechungspunkt bis zu einem bearbeitungstechnisch notwendigen Wiederaufsetzpunkt entlang der Kontur zurückfahren.

Nach Erreichen des Wiederaufsetzpunktes löst der Maschinenbediener das Wiederaufsetzen aus. Im Rahmen des Wiederaufsetzens erfolgt implizit ein Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur mit anschließendem Repositionieren an die Kontur und automatischer Wiederaufnahme der Teileprogrammbearbeitung.

Die Möglichkeit zum Wiederaufsetzen wird über Teileprogrammbefehle innerhalb des Bearbeitungsprogramms vorbereitend an- und abgewählt. Innerhalb der so gekennzeichneten Konturbereiche kann der Wiederaufsetzpunkt beliebig gewählt werden.

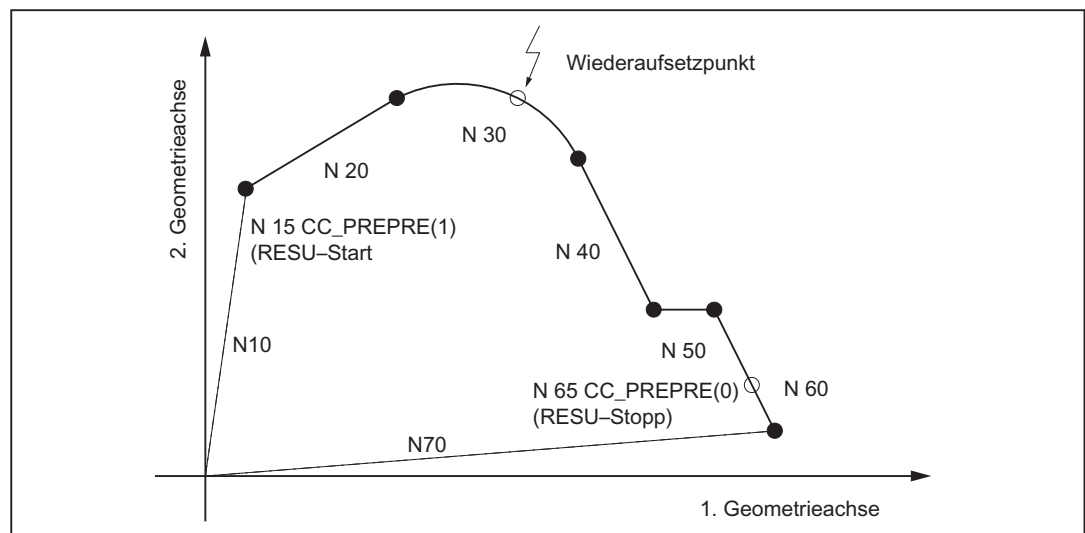


Bild 1-1 Programmierte Kontur mit Wiederaufsetz- und Unterbrechungspunkt

Ein konturgenaues Rückwärtsfahren ist auf allen programmierten Konturen möglich, die sich aus Geraden- und Kreiselementen zusammensetzen. Andere programmierte Konturelemente wie z. B. Splines oder automatisch eingefügte nichtlineare Konturelemente (Kreis, Parabel etc. z. B. durch Werkzeugradiuskorrektur), werden beim Rückwärtsfahren als Geraden durch Anfangs- und Endpunkt des entsprechenden Konturelementes abgebildet und erlauben daher kein konturgenaues Rückwärtsfahren.

Funktionskürzel

Das Kürzel der Technologiefunktion "Wiederaufsetzen - Retrace Support" für funktionsspezifische Bezeichner von Programmbefehlen, Maschinendaten etc. ist:

- RESU= REtrace SUpport

Einschränkungen

Für die Technologiefunktion "Wiederaufsetzen - Retrace Support" gelten folgende Einschränkungen:

Hinweis

Die Technologiefunktion ist nur im **1. Kanal** der NC verfügbar.

Compile-Zyklus

Die Technologiefunktion "Wiederaufsetzen - Retrace Support" ist ein Compile-Zyklus.

Die Beschreibung der System-spezifischen Verfügbarkeit und Handhabung von Compile-Zyklen findet sich in:

(840D)

Literatur:

/FB3/ Funktionsbeschreibung Sonderfunktionen; Installation/Aktivierung von Compilezyklen (TE0)

(840Di)

Literatur:

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di; NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Ladbare Compile-Zyklen

Ausführliche Beschreibung

2.1 Funktionsbeschreibung

Bedeutung

Um an einer bestimmten Stelle eines Teileprogramms mit der unterbrochenen Bearbeitung wieder aufsetzen zu können, besteht die Möglichkeit einen Satzsuchlauf mittels der Standard-Funktion "Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur" zu verwenden. Dazu ist aber die genaue Kenntnis des Teileprogramms notwendig, um die zum Satzsuchlauf erforderliche Satznummer des Teileprogrammsatzes, auf den der Satzsuchlauf erfolgen soll, angeben zu können.

Die Technologiefunktion "Wiederaufsetzen - Retrace Support" (im weiteren Verlauf mit RESU bezeichnet) unterstützt das Wiederaufsetzen des Bearbeitungsvorganges durch einen impliziten Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur, ohne dass der Maschinenbediener den dafür notwendigen Teileprogrammsatz kennen muss.

Ein Wiederaufsetzen ist zum Beispiel erforderlich, wenn beim Laserschneiden der Laserstrahl während des Bearbeitungsvorganges ausfällt und an der Unterbrechungsstelle mit der Bearbeitung wieder aufgesetzt werden soll.

RESU unterstützt das Wiederaufsetzen durch folgende automatisch ablaufende Teilfunktionen:

- Funktionsspezifisches Rückwärtsfahren auf der Kontur bis zum gewünschten Wiederaufsetzpunkt
- Automatische Ermittlung des zum Wiederaufsetzpunkt gehörenden Teileprogrammsatzes
- Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur auf den ermittelten Teileprogrammsatz
- Repositionieren an die Kontur im Wiederaufsetzpunkt
- Fortsetzen der Teileprogrammbearbeitung

Um den erforderlichen Wiederaufsetzpunkt exakt anfahren zu können, ist während des Wiederaufsetzens auch ein mehrfacher Wechsel zwischen Rückwärts- und Vorwärtsfahren auf der Kontur möglich.

RESU wird durch Programmierung des funktionsspezifischen Teileprogrammbefehls CC_PREPRE(1) eingeschaltet. Nur der Konturbereich ist im Sinne von RESU wiederaufsetzfähig (RESU-fähig), der zwischen dem RESU-Start CC_PREPRE(1) und dem Unterbrechungspunkt (NC-STOP) liegt.

Nach RESU-Start werden alle Teileprogrammsätze, in denen Verfahrbewegungen programmiert sind, von RESU zum eventuellen späteren Rückwärtsfahren protokolliert. Konturbereiche für die ein Wiederaufsetzen keinen Sinn macht, können mittels RESU-Stopp CC_PREPRE(0) vom Protokollieren ausgenommen werden.

Nicht protokollierte Konturbereiche werden beim Rückwärts/Vorwärtsfahren durch Geraden zwischen Anfangs- und Endpunkt der protokollierten Konturbereiche überbrückt.

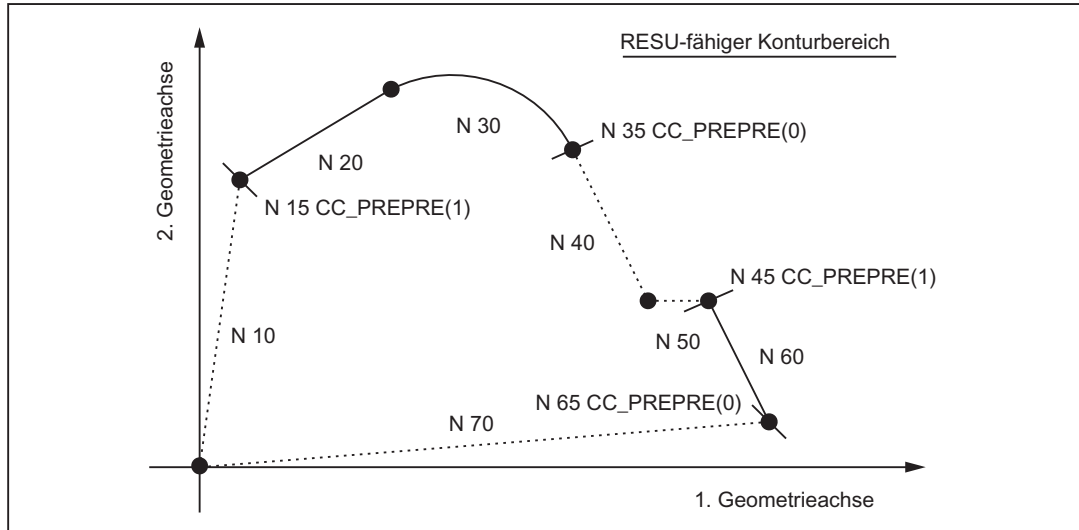


Bild 2-1 RESU-fähige Konturbereiche

Einschränkungen

Für die Anwendung von RESU bestehen folgende Einschränkungen:

1. Wiederaufsetzen bzw. Rückwärtsfahren ist nur für Teileprogrammsätze möglich, die die Konturbereiche der 1. und 2. Geometrieachse des Kanals enthalten.
2. RESU ist nur im 1. Kanal der NC einsetzbar.

2.1.1 Begriffsdefinitionen

Unterbrechungspunkt

Der Unterbrechungspunkt ist der Punkt der Kontur, an dem die Verfahrbewegung nach NC-STOP zum Stillstand kommt und das Rückwärtsfahren ausgelöst wird.

Wiederaufsetzpunkt

Der Wiederaufsetzpunkt ist der Punkt der Kontur, auf dem das Rückwärtsfahren beendet und das Wiederaufsetzen ausgelöst wird.

RESU-fähiger Konturbereich

RESU-fähige Konturbereiche setzen sich aus Verfahransätzen der 1. und 2. Geometrieachse des Kanals zusammen, die im Teileprogramm zwischen dem RESU-Start CC_PREPRE(1) und dem RESU-Stopp-Befehl CC_PREPRE(0) programmiert sind. Siehe Bild: "RESU-fähige Konturbereiche".

2.1.2 Funktionsablauf (Prinzip)

Funktionsablauf

Im Folgenden ist der prinzipielle Ablauf der Funktion RESU zwischen Unterbrechungspunkt, Wiederaufsetzpunkt und dem Fortsetzen der Teileprogrammbearbeitung beschrieben:

1. Voraussetzungen:

Ein Teileprogramm mit Verfahrssätzen in der 1. und 2. Geometrieachse sowie dem Teileprogrammbefehl für den RESU-Start ist im 1. Kanal gestartet.

2. Teileprogrammbearbeitung unterbrechen:

Die Teileprogrammbearbeitung bzw. die Verfahrbewegung kann eine beliebige Anzahl von Verfahrssätzen nach RESU-Start mittels NC-STOP unterbrochen werden.

3. Rückwärtsfahren anwählen:

Die Anwahl des Rückwärtsfahrens erfolgt per PLC-Nahtstellensignal:

DB21, ... DBX0.1 = 1 (Vorwärts/Rückwärts)

4. Rückwärtsfahren:

Mit NC-START wird die Kontur in den ersten beiden Geometrieachsen des Kanals rückwärts abgefahren. RESU wählt dazu an Stelle des aktuellen Bearbeitungsprogramms das automatisch erzeugte RESU-Hauptprogramm an. Zu RESU-Programme siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/RESU-spezifische Teileprogramme".

5. Rückwärtsfahren beenden:

Ist der gewünschte Wiederaufsetzpunkt auf der Kontur erreicht, wird das Rückwärtsfahren mittels NC-STOP beendet.

6. Vorwärtsfahren anwählen (Optional):

Zum Vorwärtsfahren ist das Rückwärtsfahren abzuwählen per PLC-Nahtstellensignal:

DB21, ... DBX0.1 = 0

7. Vorwärtsfahren (Optional):

Mit NC-START wird die Kontur in den ersten beiden Geometrieachsen des Kanals in Vorwärtsrichtung abgefahren.

8. Vorwärtsfahren beenden (Optional):

Ist der gewünschte Wiederaufsetzpunkt auf der Kontur erreicht, wird das Vorwärtsfahren mittels NC-STOP beendet.

9. Wiederaufsetzen:

Das Wiederaufsetzen wird ausgelöst per PLC-Nahtstellensignal:

DB21, ... DBX0.2 = 1 (Wiederaufsetzen starten)

Zum Wiederaufsetzen wählt RESU automatisch das ursprüngliche Bearbeitungsprogramm an und veranlasst einen Satzvorlauf mit Berechnung bis zum Wiederaufsetzpunkt.

10. Fortsetzen der Teileprogrammbearbeitung:

Das Fortsetzen der Teileprogrammbearbeitung ab dem Wiederaufsetzpunkt erfolgt entsprechend der Standardfunktion "Satzvorlauf mit Berechnung" mittels zweier aufeinander folgender NC-START Kommandos.

Mit dem ersten NC-START Kommando werden die Aktionssätze ausgeführt.
Das Wiederaufsetz-ASUP: CC_RESU_BS_ASUP.SPF wird ausgelöst mit Erreichen des letzten Aktionssatzes:

DB21, ... DBX32.7 = 1

Zu ASUP siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/RESU-spezifische Teileprogramme".

Mit dem zweiten NC-START Kommando wird der Anfahrsatz ausgeführt und anschließend die Teileprogrammbearbeitung fortgesetzt.

Hinweis

Die Punkte 3. bis 8. können beliebig oft wiederholt werden.

Nach dem Wiederaufsetzen ist ein erneutes Rückwärtsfahren maximal bis zum letzten Wiederaufsetzpunkt möglich. Siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/Funktionsbeschreibung/RESU-fähiger Konturbereich".

Signalverlauf der Nahtstellensignale

Der prinzipielle Ablauf der Funktion RESU ist im folgenden Bild "Signalverlauf" als Signalverlauf der beteiligten Nahtstellensignale dargestellt:

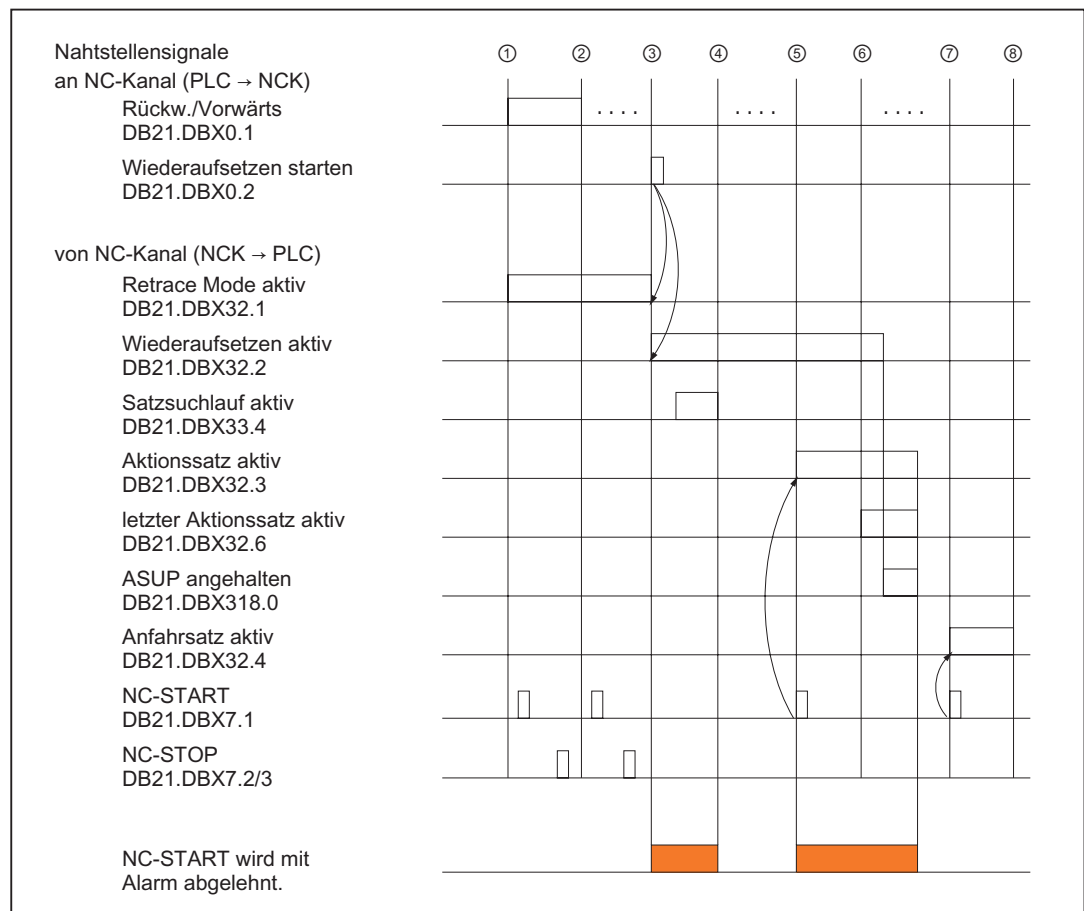


Bild 2-2 Signalverlauf

- ① Rückwärtsfahren wird gestartet
- ② Vorwärtsfahren wird gestartet (Optional)
- ③ Wiederaufsetzen wird gestartet (Satzsuchlauf)
- ④ Suchlaufziel (Zielsatz) wurde gefunden
- ⑤ 1. NC-START → Aktionssätze werden ausgegeben
- ⑥ Letzter Aktionssatz wird aktiv
Mit dem Aktivieren des letzten Aktionssatzes wird das RESU-ASUP
CC_RESU_BS_ASUP.SPF ausgelöst
- ⑦ 2. NC-START → Der Anfahrsatz zum Wiederaufsetzpunkt wird abgefahren
- ⑧ Die Teileprogrammbearbeitung (Zielsatz) wird fortgesetzt

2.1.3 RESU-fähiger Konturbereich

Beim mehrmaligen Wiederaufsetzen innerhalb eines Konturbereiches ist das Rückwärtsfahren auf der Kontur immer nur bis zum letzten Wiederaufsetzpunkt möglich. Beim erstmaligen Rückwärtsfahren nach RESU-Start kann bis zum Anfang des Konturbereiches zurückgefahren werden. (Siehe Bild "Maximaler RESU-fähiger Konturbereich". Die Unterbrechungsstelle (U) sei der Einfachheit halber in beiden Fällen dieselbe.)

1. Rückwärtsfahren

Vor dem erstmaligen Rückwärtsfahren kann maximal bis zum Anfang des ersten Konturelementes (N20) nach RESU-Start (N15) rückwärts gefahren werden ($W1_{max}$). Wird z. B. bis zum Wiederaufsetzpunkt W1 zurückgefahren, legt W1 nach Wiederaufsetzen und Vorwärtsfahren den maximalen RESU- Bereich für ein eventuell weiteres Rückwärtsfahren fest.

2. Rückwärtsfahren

Das 2. Rückwärtsfahren kann jetzt nur noch maximal bis zum letzten Wiederaufsetzpunkt $W2_{max} = W1$ erfolgen. Wird z. B. bis Wiederaufsetzpunkt W2 zurückgefahren, wird der maximale RESU-Bereich weiter eingeschränkt.

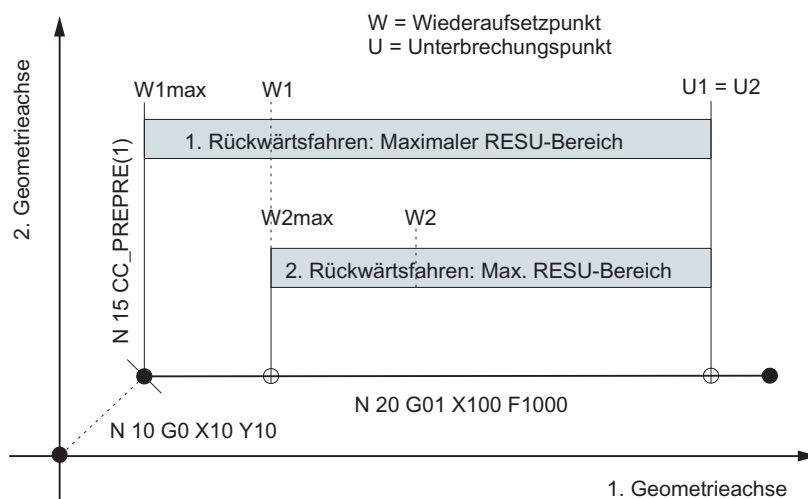


Bild 2-3 Maximaler RESU-fähiger Konturbereich

2.2 Inbetriebnahme

Compile-Zyklus

Vor Inbetriebnahme der Technologiefunktion ist sicherzustellen, dass der entsprechende Compile-Zyklus geladen und aktiviert ist.

(840D)

Literatur:

/FB3/ Funktionsbeschreibung Sonderfunktionen; Installation von Compile-Zyklen (TE0)

(840Di)

Literatur:

/HBI/ SINUMERIK 840Di Handbuch; NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Ladbare Compile-Zyklen

2.2.1 Aktivieren der Technologiefunktion

Die Technologiefunktion wird über folgendes Maschinendatum aktiviert:

- MD60900+i \$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_RESU[0], Bit 0 = 1

Hinweis

Die Technologiefunktion ist nur im **1. Kanal** der NC verfügbar.

2.2.2 Speicherkonfiguration: Satzspeicher

Speicherkonfiguration

RESU benötigt zusätzliche Daten im NCK-internen Satzspeicher. Folgende speicherkonfigurierende kanalspezifische Maschinendaten sind zu parametrieren:

- MD28090 \$MC_MM_NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS = x + 4 ¹⁾ (Anzahl Satzelemente für Compile-Zyklen (DRAM))
- MD28100 \$MC_MM_NUM_CC_BLOCK_USER_MEM (Größe des Satzspeichers für Compile-Zyklen (DRAM) in kByte) = x + 20 ¹⁾

¹⁾ Siehe Hinweis.

Hinweis

Die angegebenen Werte sind additiv zum bereits vorhandenen Maschinendatenwert x einzugeben.

2.2.3 Speicherkonfiguration: Heap-Speicher

Speicherbedarf

RESU benötigt Compile-Zyklen Heap-Speicher für folgende funktionsspezifische Puffer:

- Satzpuffer

Je größer der Satzpuffer (siehe Bild "RESU-Programm-Struktur") ist, desto mehr Teileprogrammsätze können rückwärts gefahren werden. Pro Teileprogrammsatz werden 32 Byte benötigt. Der Satzpuffer ist direkt parametrierbar.

- Satzsuchlaufpuffer

Im Satzsuchlaufpuffer liegen die zur Bearbeitung von Unterprogrammaufrufen im Rahmen von RESU benötigten Informationen. Pro Unterprogrammaufruf werden 180 Bytes benötigt. Für den Satzsuchlaufpuffer werden mindestens 2160 Bytes benötigt (12 Unterprogrammebenen à 180 Bytes). Der Satzsuchlaufpuffer ist nicht direkt parametrierbar. Über eine funktionsspezifische GUD-Variable wird die Größe des Satzsuchlaufpuffers angezeigt.

Zum Anlegen der GUD-Variablen siehe:

Kapitel "Funktionsspezifische Anzeigedaten/Kanalspezifische GUD-Variablen".

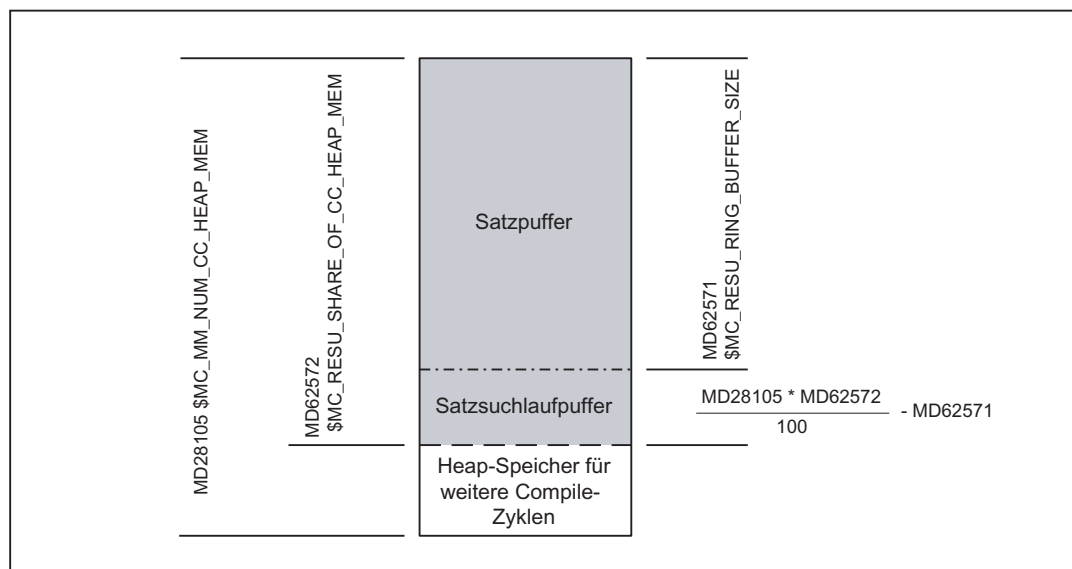


Bild 2-4 Compile-Zyklen Heap-Speicher-Aufteilung

Speicherkonfiguration

Standardmäßig benötigt RESU folgenden Compile-Zyklen Heap-Speicher:

- MD28105 \$MC_MM_NUM_CC_HEAP_MEM = x + **50** (Heap-Speicher in kByte für Compile-Zyklen (DRAM))

Hinweis:

Der angegebenen Werte ist additiv zum bereits vorhandenen Maschinendatenwert x einzugeben.

- MD62571 \$MC_RESU_RING_BUFFER_SIZE = **1000** (Größe des Satzpuffers/Ringpuffers in Teileprogrammsätzen)
- MD62572 \$MC_RESU_SHARE_OF_CC_HEAP_MEM = **100** (RESU-Anteil am gesamten Heap-Speicher)

Fehlermeldungen

Für den Satzsuchlaufpuffer müssen mindestens 2160 Bytes (entsprechend 12 Unterprogrammebenen à 180 Bytes) vorhanden sein. Ansonsten wird im Hochlauf der NC folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75600 Kanal 1 Retrace Support: falsche MD-Konfiguration, Fehler-Nr. 5"

Ist der Satzsuchlaufpuffer zur Laufzeit nicht ausreichend, wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75606 Kanal 1 retrace-fähige Kontur wurde verkürzt"

2.2.4 Speicherbereich des RESU-Hauptprogramms

Bedeutung

Über das folgende Maschinendatum kann der Ablageort des RESU-Hauptprogramms CC_RESU.MPF (siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/RESU-spezifische Teileprogramme/Hauptprogramm (CC_RESU.MPF)") eingestellt werden:

- MD62574 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 1 = **0**
(Zusätzlich RESU-Eigenschaften)

Ablageort = dynamischer Speicherbereich der NC (Voreinstellung)

- MD62574 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 1 = **1**

Ablageort = statischer Speicherbereich der NC

Speicherkonfiguration DRAM

Wird das RESU-Hauptprogramm im dynamischen Speicherbereich der NC angelegt, muss der verfügbare dynamische Speicherbereich der NC vergrößert werden:

- MD18351 \$MN_MM_DRAM_FILE_MEM_SIZE = x + **100** (Größe Teileprogrammspeicher (DRAM))

Hinweis: Die angegebenen Werte sind additiv zum bereits vorhandenen Maschinendatenwert x einzugeben.

Fehlermeldungen

Wird das RESU-Hauptprogramm im dynamischen Speicherbereich der NC angelegt, aber kein DRAM-Speicher angefordert (MD18351 \$MN_MM_DRAM_FILE_MEM_SIZE = 0 (Größe Teileprogrammspeicher (DRAM))), wird im Hochlauf der NC folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75604 Kanal 1 Rückwärtsfahren nicht möglich, Fehler-Nr. 2"

Speicherkonfiguration SRAM

Wird das RESU-Hauptprogramm im dynamischen Speicherbereich der NC angelegt, bleibt es dadurch über POWER OFF hinaus erhalten. Da RESU das RESU-Hauptprogramm aber bei jedem Wiederaufsetzen neu erzeugt, wird diese Parametrierung nicht empfohlen.

2.2.5 Ablageort der RESU-Unterprogramme

Bedeutung

Die folgenden RESU-spezifischen Unterprogramme können als Anwender- oder Hersteller-Zyklen abgelegt werden:

- INI-Programm: CC_RESU_INI.SPF
- END-Programm CC_RESU_END.SPF
- Wiederaufsetz-ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF
- RESU-ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF

Anwender-Zyklen

Die RESU-spezifischen Unterprogramme werden standardmäßig als Anwender-Zyklen abgelegt durch die Voreinstellung des Maschinendatums:

- MD62574 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 2 = 0
(Zusätzlich RESU-Eigenschaften)

Hersteller-Zyklen

Zur Ablage der RESU-spezifischen Unterprogramme als Hersteller-Zyklen ist folgende das Maschinendatum zu setzen:

- MD62574 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 2 = 1
(Zusätzlich RESU-Eigenschaften)

Serieninbetriebnahme

Im erstmaligen Hochlauf der NC nach Aktivierung der Technologiefunktion werden die RESU-spezifischen Unterprogramme, mit ihren voreingestellten Inhalten als Anwender-Zyklen abgelegt, aufgrund der Voreinstellung im Maschinendatum:

MD62574 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 2 = 0
(Zusätzlich RESU-Eigenschaften)

Wird anschließend eingestellt, dass die RESU-spezifischen Unterprogramme als Hersteller-Zyklen abgelegt werden, bleiben die bereits als Anwender-Zyklen angelegten RESU-spezifischen Unterprogramme auch nach einem erneuten Hochlauf erhalten und müssen gelöscht werden.

Zur Unterstützung der Serieninbetriebnahme, kann durch Setzen des folgenden Maschinendatums eingestellt werden, dass als Anwender-Zyklen vorhandene RESU-spezifische Unterprogramme im Hochlauf der NC ohne Nachfrage gelöscht werden:

MD62574 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK, Bit 3 = 1

2.2.6 ASUP-Freigabe

ASUP-Freigabe

Zur Startfreigabe des RESU-spezifischen ASUPs CC_RESU_ASUP.SPF während sich der Kanal im NC-STOP-Zustand befindet, sind folgende Maschinendaten zu parametrieren:

- MD11602 \$MN_ASUP_START_MASK, Bit 0 = 1 (Stoppgründe für ASUP ignorieren)

Hinweis: Der angegebenen Werte ist zusätzlich zum bereits vorhandenen Maschinendatenwert x einzugeben (x verodert mit 'H01').

- MD11604 \$MN_ASUP_START_PRIO_LEVEL = 1
(Prioritäten, ab der "ASUP_START_MASK" wirksam ist)

Fehlermeldungen

Wird keine ASUP-Freigabe während NC-STOP parametriert, wird im Hochlauf der NC folgender Alarm angezeigt:

Alarm 75600 "Kanal 1 Retrace Support: falsche MD-Konfiguration, Fehler-Nr. 6"

2.2.7 PLC-Anwenderprogramm

Bedeutung

Zur Ablaufkoordination von RESU ist im PLC-Anwenderprogramm folgende Funktionalität vorzusehen:

IF	DB21, ... DBX32.2	"Wiederaufsetzen aktiv" == 1
THEN	DB21, ... DBX0.1	"Vorwärts/Rückwärts" = 0
	DB21, ... DBX0.2	"Wiederaufsetzen starten" = 0
IF	DB11, ... DBX0.7	"BAG-Reset" == 1
OR	DB21, ... DBX7.7	"Reset" == 1
THEN	DB21, ... DBX0.1	"Vorwärts/Rückwärts" = 0
	DB21, ... DBX0.2	"Wiederaufsetzen starten" = 0

Zur Sicherheit sollten folgende Signale zurückgesetzt werden:

```
IF      DB21, ... DBX0.2      "Wiederaufsetzen starten" == 1
THEN    DB21, ... DBX0.1      "Vorwärts/Rückwärts" = 0
IF      DB21, ... DBX0.1      "Vorwärts/Rückwärts" == 1
THEN    DB21, ... DBX0.2      "Wiederaufsetzen starten" = 0
```

Programmbeispiel

Der folgende Programmausschnitt realisiert die oben beschriebenen Anforderungen:

```
U      DB21, ... DBX32.2      // IF      Wiederaufsetzen aktiv" == 1
R      DB21, ... DBX0.1      // THEN    "Vorwärts/Rückwärts" = 0
R      DB21, ... DBX0.2      //          "Wiederaufsetzen starten" = 0
O      DB11, ... DBX0.7      // IF      BAG-Reset" == 1
O      DB21, ... DBX7.7      // OR      "Reset" == 1
R      DB21, ... DBX0.1      // THEN    "Vorwärts/Rückwärts" = 0
R      DB21, ... DBX0.2      //          "Wiederaufsetzen starten" = 0
U      DB21, ... DBX0.2      // IF      "Wiederaufsetzen starten" == 1
R      DB21, ... DBX0.1      // THEN    "Vorwärts/Rückwärts" = 0
U      DB21, ... DBX0.1      // IF      "Vorwärts/Rückwärts" == 1
R      DB21, ... DBX0.2      // THEN    "Wiederaufsetzen starten" = 0
```

2.3 Programmierung

2.3.1 RESU-Start/Stop/Reset (CC_PREPRE)

Syntax

CC_PREPRE(*Mode*)

Mode

- Format: Integer
- Wertebereich: -1, 0, 1

CC_PREPRE(...) (Prepare Retrace) ist ein Prozedur-Aufruf und muss daher in einem eigenen Teileprogramm-Satz programmiert werden.

Funktionalität

Zum Starten/Stoppen/Rücksetzen von RESU stehen folgende Modi zur Verfügung:

- **CC_PREPRE(1)**

Startet die Protokollierung der Verfahrssätze.

Die zum Rückwärtsfahren benötigten Informationen werden satzspezifisch in einem RESU-internen Satzpuffer protokolliert. Die Verfahrinformationen beziehen sich dabei auf die 1. und 2. Geometrieachse des Kanals:

MD20050 \$MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB[x]; mit x = 0 und 1
(Zuordnung Geometrieachse zu Kanalachse)

Bzw. bei aktiver Transformation:

MD24120 \$MC_TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB[x]; mit x = 0 und 1
(Zuordnung GEOachsen zu Kanalachsen für Transformation 1)

- **CC_PREPRE(0)**

Stoppt die Protokollierung der Verfahrssätze.

Nicht relevante Konturbereiche können somit von der Protokollierung ausgenommen werden.

Derart ausgesparte Konturbereiche werden beim Rückwärtsfahren durch eine Gerade zwischen Anfangs- und Endpunkt überbrückt.

- **CC_PREPRE(-1)**

Schaltet die Protokollierung der Verfahrssätze aus und löscht den funktionsinternen Satzpuffer. Vor dem Ausschaltzeitpunkt liegende Konturbereiche des Teileprogramms stehen für RESU damit nicht mehr zur Verfügung.

RESET-Verhalten

Bei Reset:

- NCK-POWER-ON-Reset (Warmstart)
- NC-RESET
- Programmende (M30)

wird implizit CC_PREPRE(-1) ausgeführt.

Fehlermeldungen

Folgende Programmierfehler werden erkannt und mit Alarmen angezeigt:

- Ungültiger Mode programmiert:
 - RESU-Alarm "75601 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* Ungültiger Parameter bei CC_PREPRE()"
- Mehr als ein Parameter programmiert:
 - Alarm "12340 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* Parameteranzahl zu groß"

- Technologiefunktion RESU nicht vorhanden

Die Technologiefunktion ist nicht verfügbar. Eventuell ist der Compile-Zyklus nicht geladen oder wurde nicht aktiviert:

- Alarm "12340 Kanal *Nummer* Satz *Nummer* Name CC_PREPRE nicht definiert o. Option nicht vorhanden"

2.4 RESU-spezifische Teileprogramme

RESU verwendet die folgenden, in Kapitel "Ausführliche Beschreibung", "Funktionsablauf (Prinzip)" bereits erwähnten, automatisch generierten und teilweise anpassbaren Teileprogramme:

- Hauptprogramm: CC_RESU.MPF
- INI-Programm: CC_RESU_INI.SPF
- END-Programm CC_RESU_END.SPF
- Wiederaufsetz-ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF
- RESU-ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF

Das folgende Bild gibt einen Überblick über den internen Aufbau der Technologiefunktion und den Zusammenhang der verschiedenen Teileprogramme.

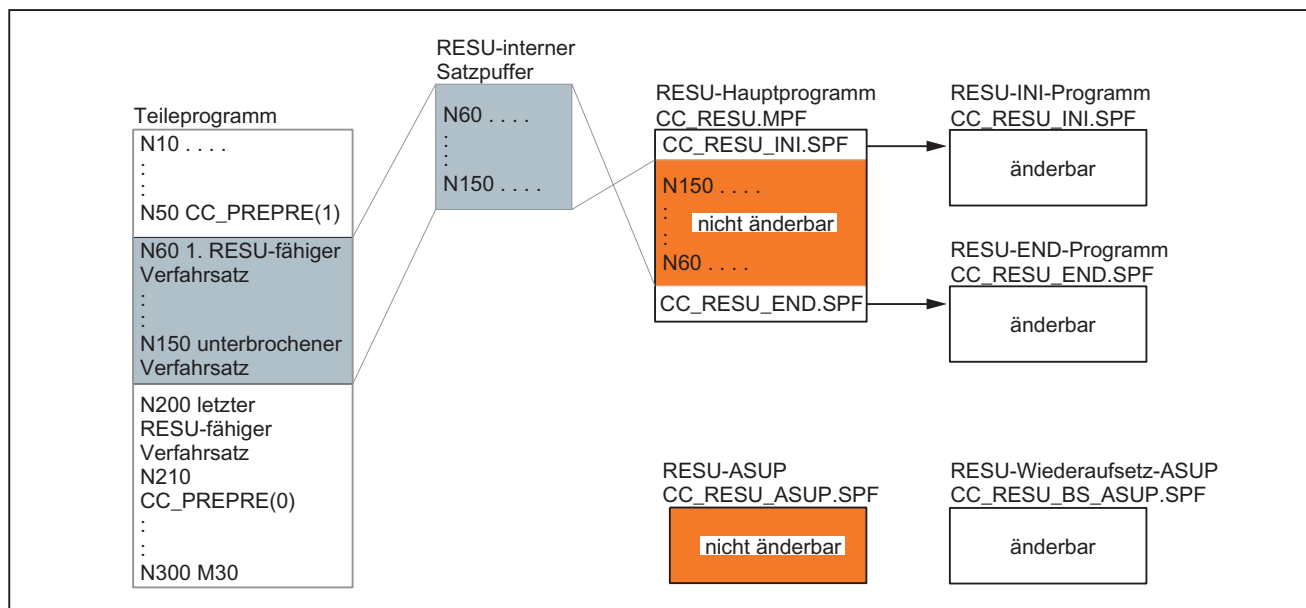


Bild 2-5 RESU-Programm-Struktur

2.4.1 Hauptprogramm (CC_RESU.MPF)

Bedeutung

Das RESU-Hauptprogramm CC_RESU.MPF enthält neben den Aufrufen der RESU-spezifischen Unterprogramme die aus den protokollierten Verfahrssätzen des Satzpuffers erzeugten Verfahrssätze zum Rückwärts-/Vorwärtsfahren auf der Kontur. Es wird von RESU automatisch immer dann neu erzeugt, wenn nach Unterbrechung des Teileprogramms der Status des folgenden Nahtstellensignals wechselt:

- DB21, ... DBX0.1 (Rückwärts/Vorwärts)

Hinweis

CC_RESU.MPF darf nicht verändert werden. Anwenderspezifische Anpassung sind im entsprechenden RESU-spezifischen Unterprogramm durchzuführen.

Fehlermeldung

Standardmäßig generiert RESU Verfahrssätze für den gesamten im Satzpuffer protokollierten RESU-fähigen Konturbereich. Ist zur Generierung aller Verfahrssätze im parametrisierten Speicherbereich des RESU-Hauptprogramms (siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/Inbetriebnahme/Speicherbereich des RESU-Hauptprogramms") zuwenig Speicherplatz vorhanden, reduziert RESU die Anzahl der generierten Verfahrssätze.

Der fehlende Speicher bzw. die Reduzierung der generierten Verfahrssätze wird mit einem Alarm angezeigt:

- RESU-Alarm "75608 Kanal *Nummer* NC-Speichergrenze erreicht, RAM-Typ *Typ*"

RESU-Hauptprogramm im SRAM

Wird das RESU-Hauptprogramm im Teileprogrammspeicher (SRAM) angelegt, wird gleichzeitig mit dem oben genannten RESU-Alarm folgender System-Alarm angezeigt:

- Alarm "6500 NC-Speichergrenze erreicht"

Hinweis

Wird aufgrund fehlenden Speichers die Anzahl der generierten Verfahrssätze reduziert, kann dennoch die gesamte RESU-fähige Kontur zum Wiederaufsetzen abgefahren werden. Dazu ist folgendes Vorgehen notwendig:

- Rückwärtsfahren bis zum Ende des RESU-Hauptprogramms.
- Zweimaliger Wechsel des Nahtstellensignals:
 - DB21, ... DBX0.1 (Rückwärts/Vorwärts)

RESU generiert dadurch, ausgehend von der aktuellen Position als neuer Unterbrechungspunkt, ein neues RESU-Hauptprogramm.

Anschließend kann bis zum Ende des RESU-fähigen Konturbereichs oder bei erneuter Begrenzung bis zum Anfangspunkt des letzten generierbaren Verfahrssatzes gefahren werden. Das beschriebene Vorgehen ist sowohl zum Rückwärts- als auch zum Vorwärtsfahren beliebig oft wiederholbar.

2.4.2 INI-Programm (CC_RESU_INI.SPF)

Das RESU-spezifische Unterprogramm CC_RESU_INI.SPF enthält die für das Rückwärtsfahren notwendigen Voreinstellungen:

- Metrisches Eingabesystem: G71
- Maßangaben absolut: G90
- Ausschalten der einstellbaren Nullpunktverschiebungen/Frames: G500
Siehe Kapitel "Randbedingungen", "Frames"
- Ausschalten der aktiven Werkzeugkorrekturen: T0
Siehe Kapitel "Randbedingungen", "Werkzeugkorrekturen"
- Ausschalten der Werkzeugradiuskorrektur G40
- Verfahrensgeschwindigkeit: F200

CC_RESU_INI.SPF hat folgenden voreingestellten Inhalt:

```
PROC CC_RESU_INI
    G71 G90 G500 T0 G40 F200
    ;vorhandene Systemframes werden deaktiviert
    ;Ist-Wert und Ankratzen
    if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H01'
    $P_SETFRAME = ctrans()
    endif
    ;externe Nullpunktverschiebung
    if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H02'
    $P_EXTFRAME = ctrans()
    endif
    ;Werkzeugtraeger
    if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H04'
    PAROTOF
    endif
```

```
if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H08'  
TOROTOF  
endif  
  
;Werkstueckbezugspunkte  
if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H10'  
$_WPFRAME = ctrans()  
endif  
  
;Zyklen  
if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H20'  
$_CYCFRAME = ctrans()  
endif  
  
;Transformationen  
if $MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK B_AND 'H40'  
$_TRAFRAME = ctrans()  
endif  
  
; Bitmaske fuer globale Basisframes  
$_NCBFRMASK = 0  
;Bitmaske für kanalspezifische Basisframes  
$_CHBFRMASK = 0  
  
;programmierbare Frame  
$_PFRAME = ctrans()
```

M17

Hinweis

CC_RESU_INI.SPF darf verändert werden.

CC_RESU_INI.SPF darf keine RESU-Teileprogrammbefehle CC_PREPRE(x) enthalten.



Vorsicht

Mit der Veränderung des Inhaltes des RESU-spezifischen Unterprogramms CC_RESU_INI.SPF übernimmt der Anwender (Maschinenhersteller) die Verantwortung für den korrekten Ablauf der Technologiefunktion.

2.4.3 END-Programm (CC_RESU_END.SPF)

Das RESU-spezifische Unterprogramm CC_RESU_END.SPF hat die Aufgabe, das Rückwärtsfahren anzuhalten, wenn das Ende der RESU-fähigen Kontur erreicht wurde. Bei geeigneter Parametrierung von RESU wird dieser Fall in der Regel nicht eintreten.

CC_RESU_END.SPF hat folgenden voreingestellten Inhalt:

```
PROC CC_RESU_END  
    M0  
M17
```

Hinweis

CC_RESU_END.SPF darf verändert werden.

CC_RESU_END.SPF darf keine RESU-Teilprogrammbeefhle CC_PREPRE(x) enthalten.



Vorsicht

Mit der Veränderung des Inhaltes des RESU-spezifischen Unterprogramms CC_RESU_END.SPF übernimmt der Anwender (Maschinenhersteller) die Verantwortung für den korrekten Ablauf der Technologiefunktion.

2.4.4 Wiederaufsetz-ASUP (CC_RESU_BS_ASUP.SPF)

Mittels des RESU-spezifischen ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF wird die NC veranlasst, beim Wiederaufsetzen an den aktuellen Bahnpunkt anzufahren:

- Wiederanfahren an den nächstliegenden Bahnpunkt: RMN
- Anfahren auf einer Geraden mit allen Achsen: REPOSA

CC_RESU_BS_ASUP.SPF hat folgenden voreingestellten Inhalt:

```
PROC CC_RESU_BS_ASUP SAVE
    RMN
    REPOSA
M17
```

Hinweis

CC_RESU_BS_ASUP.SPF darf verändert werden.

Anwenderspezifische Anpassungen sind vor dem Teileprogrammsatz RMN einzufügen.



Vorsicht

Mit der Veränderung des Inhaltes des RESU-spezifischen Unterprogramms CC_RESU_BS_ASUP.SPF übernimmt der Anwender (Maschinenhersteller) die Verantwortung für den korrekten Ablauf der Technologiefunktion.

2.4.5 RESU-ASUP (CC_RESU_ASUP.SPF)

Das RESU-spezifische ASUP CC_RESU_ASUP.SPF wird funktionsintern benötigt. Das ASUP wird ausgelöst, wenn im NC-STOP Zustand das folgende RESU-Nahtstellensignal umgeschaltet wird:

DB21, ... DBX0.1 (Vorwärts/Rückwärts)

CC_RESU_ASUP.SPF hat folgenden Inhalt:

```
PROC CC_RESU_ASUP
    ; siemens system asup - do not change
    G4 F0.001
    M0
    REPOSA
M17
```

Hinweis

CC_RESU_ASUP.SPF darf nicht verändert werden.

2.5 Wiederaufsetzen

Bedeutung

Wiederaufsetzen bezeichnet den gesamten Vorgang, vom Auslösen des Wiederaufsetzens, über das folgende Nahtstellensignal, bis zum Fortsetzen der Teileprogrammbearbeitung auf der programmierten Kontur:

DB21, ... DBX0.2 = 1 (Wiederaufsetzen starten)

Voraussetzung

Als Voraussetzung für das Wiederaufsetzen muss der Retrace Mode, ausgelöst durch die Anforderung zum Rückwärtsfahren, im Kanal aktiv sein:

- DB21, ... DBX32.1 == 1 (Retrace Mode aktiv)

Siehe Bild "Signalverlauf" im Kap. "Funktionsablauf", Signalverläufe zwischen den Punkten 1 bis 3.

Teilfunktionen

Die beiden wesentlichen Teilfunktionen des Wiederaufsetzens sind die Standard-NC-Funktionen:

- Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur
- Repositionieren an die Kontur auf kürzestem Weg (REPOS RMN)

2.5.1 Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur

Bedeutung

Der im Rahmen des Wiederaufsetzens implizit von RESU ausgelöste Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur dient dazu:

- Den Programmzeiger auf den Teileprogrammsatz des Teileprogramms zu stellen, auf den mittels Rückwärts/Vorwärtsfahrens zurückpositioniert wurde.
- Zur Berechnung der Achspositionen aufgrund der programmierten Verfahrssätze vom Teileprogrammanfang bis zum Zielsatz.
- Zum Aufsammeln der vom Teileprogrammanfang bis zum Zielsatz programmierten Anweisungen, die im Aktionssatz ausgeführt werden wie z. B.:
 - Hilfsfunktionen
 - Werkzeugwechsel
 - Spindelfunktionen
 - Vorschubprogrammierung

Alle Teileprogrammanweisungen, die nicht im Aktionssatz ausgeführt werden aber zum Wiederaufsetzen im Teileprogramm benötigt werden, müssen manuell in das RESU-spezifische Wiederaufsetz-ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF eingetragen werden, z. B.:

- Synchronaktionen
- M-Funktionen

Die vollständige Beschreibung der Funktion "Satzsuchlauf" findet sich in:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; BAG, Kanal, Programmbetrieb (K1), Programmtest

2.5.2 Repositionieren

Bedeutung

Nach dem Ende des letzten Aktionssatzes (letzter Verfahrssatz vor dem Repositionieren) erfolgt mit NC-START die Ausgabe des Anfahrsatzes zum Repositionieren aller im Teilprogramm bis zum Zielsatz programmierten Kanalachsen.

Geometrieachsen

Im Anfahrsatz verfahren die 1. und 2. Geometrieachse des Kanals auf kürzestem Weg zum Wiederaufsetzpunkt an die Kontur.

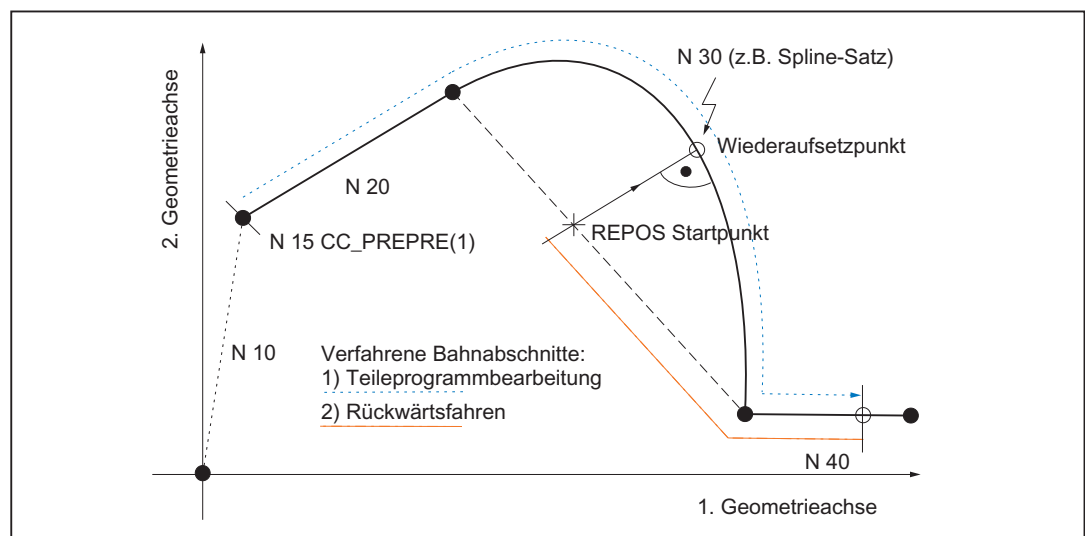


Bild 2-6 RESU-fähige Konturbereiche und REPOS

Anderweitige Kanalachsen

Alle anderen im Teilprogramm programmierten Kanalachsen verfahren auf ihre jeweilige im Satzsuchlauf berechnete Position.

2.5.3 Zeitliche Bedingungen bezüglich NC-START

Im Rahmen des Wiederaufsetzens ist vom Maschinenbediener zweimal NC-START auszulösen. Dabei sind folgende Bedingungen zu beachten:

1. NC-START zum Ausgeben der Aktionssätze

Der Satzsuchlauf muss abgeschlossen sein. Nahtstellensignal:

DB21, ... DBX33.4 == 0 (Satzsuchlauf aktiv)

2. NC-START zum Ausgeben des Anfahrtsatzes

Das RESU-ASUP CC_RESU_BS_ASUP muss beendet sein. Nahtstellensignal:

DB21, ... DBX318.0 == 1 (ASUP angehalten)

Siehe dazu auch den Signalverlauf von "NC-START wird mit Alarm abgelehnt" im Bild "Signalverlauf", Kap. "Funktionsablauf".

2.5.4 Satzsuchlauf ab letztem Hauptsatz

Bedeutung

Wie oben bereits erwähnt, wird im Rahmen des Wiederaufsetzens ein Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur durchgeführt. Auch bei Verwendung der leistungsfähigsten NCUs kann dies bei sehr großen Teileprogrammen zu Rechenzeiten von mehreren Minuten bis zum Erreichen des Zielsatzes führen. Eine signifikante Verkürzung dieser Wartezeit ist durch die Verwendung des Satzsuchlaufs ab dem letzten Hauptsatz möglich.

Funktionalität

Beim Wiederaufsetzen mit Satzsuchlauf ab dem letzten Hauptsatz erfolgt das Auffinden des Zielsatzes in 2 Schritten:

1. Satzsuchlauf ohne Berechnung vom Anfang des Bearbeitungsprogramms bis zum letzten Hauptsatz vor dem Zielsatz. Während dieses Satzsuchlaufs werden keine Unterprogramme berücksichtigt. Diese Suche erfolgt somit ausschließlich im Hauptprogramm.
2. Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur ab dem Hauptsatz bis zum Zielsatz. Dieser Satzsuchlauf berücksichtigt auch Unterprogramme.

Voraussetzung

Voraussetzung dafür, dass zum Wiederaufsetzen ein Satzsuchlauf ab dem letzten Hauptsatz verwendet werden kann, ist die Programmierung mindestens eines Hauptsatzes nach dem RESU-Start CC_PREPRE(1).

Hauptsatz

In einem Hauptsatz müssen alle Anweisungen programmiert sein, die zum Abarbeiten des nachfolgenden Teileprogrammabschnittes erforderlich sind.

Hauptsätze sind durch eine Hauptsatznummer zu kennzeichnen, die aus dem Zeichen ":" und einer positiven ganzen Zahl (Satznummer) besteht.

Eine vollständige Beschreibung zur Anwendung von Hauptsätzen findet sich in:

Literatur:

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen; Grundlagen der NC-Programmierung, Sprachelemente der Programmiersprache

Aktivierung

Das Aktivieren des Satzsuchlauf ab dem letzten Hauptsatz erfolgt über das folgende RESU-spezifische Maschinendatum:

- MD62575 \$MC_RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK_2, Bit 0
(Zusätzlich RESU-Eigenschaften)
 - Bit 0 = 0: Das Wiederaufsetzen erfolgt mittels Satzsuchlauf mit Berechnung an der Kontur
 - Bit 0 = 1: Das Wiederaufsetzen erfolgt mittels Satzsuchlauf ab dem letzten Hauptsatz

Randbedingungen

Damit nach einem Wiederaufsetzen mit Satzsuchlauf ab dem letzten Hauptsatz ein erneutes Wiederaufsetzen erfolgen kann, muss der RESU-Start CC_PREPRE(1) im Wiederaufsetz-ASUP CC_RESU_BS_ASUP.SPF programmiert sein:

Beispiel:

```
PROC CC_RESU_BS_ASUP SAVE
    ; (zum Wiederaufsetzen benötigte
    ; Synchronaktionen, M-Funktionen, etc.)
    CC_PREPRE(1)
    RMN
    REPOSA
M17
```

2.6 Funktionsspezifische Anzeigedaten

2.6.1 Kanalspezifische GUD-Variable

Als Anzeigedatum für die Größe des Satzsuchlaufpuffers stellt RESU folgende kanalspezifischen GUD-Variablen für die HMI-Applikationen zur Verfügung:

- SINUMERIK HMI Advanced
- SINUMERIK HMI Embedded

Tabelle 2-1 Kanalspezifische GUD-Variable

GUD-Variable	Bezeichnung	Einheit	Zugriff
CLC_RESU_LENGTH_BS_BUFFER	Größe des Satzsuchlaufpuffers	Byte	nur lesen

Nach erfolgter Inbetriebnahme der Technologiefunktion werden die genannten GUD-Variablen nicht automatisch auf der HMI-Oberfläche angezeigt.

HMI Advanced

Zum Anlegen und Anzeigen der GUD-Variablen sind bei HMI Advanced folgende Bedienhandlungen durchzuführen.

1. Kennwort setzen

Es ist das Kennwort der Schutzstufe 1: (Maschinenhersteller) einzugeben.

2. Anzeige der "Definitionen" aktivieren

Bedienbereichsumschaltung > Dienste > Datenauswahl

3. Falls noch keine SGUD.DEF Datei vorhanden ist:

Bedienbereichsumschaltung > Dienste > Daten verwalten > Neu...

Name: SGUD

Typ: GlobaleDaten/System

mit **OK** bestätigen.

Die Datei wird daraufhin im Editor geöffnet.

4. GUD-Variablen-Definitionen editieren

```
DEF CHAN REAL CLC_RESU_LENGTH_BS_BUFFER  
M30
```

5. Datei speichern und Editor schließen

6. Datei SGUD.DEF aktivieren

Die GUD-Variablen der Abstandsregelung werden jetzt angezeigt unter:

Bedienbereichsumschaltung > Parameter > Anwenderdaten > Kanal Anw.Daten

HMI Embedded

Zum Anlegen und Anzeigen der GUD-Variablen sind bei HMI Embedded folgende Bedienhandlungen durchzuführen.

1. Kennwort setzen

Es ist das Kennwort der Schutzstufe 1: (Maschinenhersteller) einzugeben.

2. Falls noch keine SGUD.DEF Datei vorhanden ist:

Bedienbereichsumschaltung > Programm > Definit.Daten > Neu

– Name: SGUD

– Typ: DEF

mit **OK** bestätigen.

Die Datei wird daraufhin im Editor geöffnet.

3. GUD-Variablen-Definitionen editieren

```
DEF CHAN REAL CLC_RESU_LENGTH_BS_BUFFER  
M30
```

4. Datei speichern und Editor schließen

5. Datei SGUD.DEF aktivieren

Die GUD-Variablen der Abstandsregelung werden jetzt angezeigt unter:

Bedienbereichsumschaltung > Parameter > Anwenderdaten > Kanalsp. Anw.Daten

SINUMERIK NCK

Die neu angelegte und bereits angezeigte GUD-Variable wird von RESU erst nach einem NCK-POWER ON-RESET erkannt und mit dem aktuellen Wert versorgt.

Hinweis

Nach dem Anlegen der GUD-Variablen muss ein NCK-POWER ON-RESET ausgelöst werden, damit RESU die GUD-Variablen aktualisiert.

2.7 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

Randbedingungen

3.1 Funktionsspezifische Randbedingungen

3.1.1 Innerhalb von Unterprogrammen

Bedeutung

Ein eindeutiges Wiederaufsetzen innerhalb von Unterprogrammen ist davon abhängig, ob der Unterprogrammaufruf außerhalb oder innerhalb einer Programmschleife erfolgt.

Außerhalb

Wird ein Unterprogramm außerhalb einer Programmschleife aufgerufen, ist ein eindeutiges Wiederaufsetzen möglich.

Innerhalb

Wird ein Unterprogramm innerhalb einer Programmschleife aufgerufen, ist unter Umständen kein eindeutiges Wiederaufsetzen möglich.

Siehe dazu Kapitel "Randbedingungen/Funktionsspezifische Randbedingungen/Innerhalb von Programmschleifen".

Durchlaufzahl P

Unterprogramm-Wiederholungen durch Verwendung der Durchlaufzahl P werden beim Wiederaufsetzen berücksichtigt. D. h. das Wiederaufsetzen im Teileprogramm erfolgt mit dem korrekten Bezug von Teileprogrammsatz und Durchlaufzahl P zum Wiederaufsetzpunkt der Kontur.

3.1.2 Innerhalb von Programmschleifen

NC-Hochsprache

Innerhalb der NC-Hochsprache sind Programmschleifen programmierbar mittels:

- LOOP ENDLLOOP
- FOR ENDFOR
- WHILE ENDWHILE
- REPEAT UNTIL
- CASE/IF-ELSE-ENDIF in Zusammenhang mit GOTOB

Bei einem Wiederaufsetzen innerhalb von Programmschleifen erfolgt das Wiederaufsetzen immer im ersten Schleifendurchlauf.

Ist der Wiederaufsetzpunkt an der programmierten Kontur das Ergebnis eines Schleifendurchlaufes ungleich dem ersten Schleifendurchlauf so können sich im weiteren Verlauf der Bearbeitung unter Umständen erhebliche Konturabweichungen ergeben.



Warnung

Ist der Wiederaufsetzpunkt an der programmierten Kontur das Ergebnis eines Schleifendurchlaufes ungleich dem ersten Schleifendurchlauf, so können sich im weiteren Verlauf der Bearbeitung unter Umständen erhebliche Konturabweichungen ergeben, durch die Gefahr für Mensch und Maschine entstehen.

3.1.3 An Vollkreisen

Bei Vollkreisen fallen Satzanfangs- und Endpunkt in einem Konturpunkt zusammen. Da in diesem Fall keine eindeutige Unterscheidung möglich ist, wird bei Wiederaufsetzen an einem derartigen Konturpunkt immer vom Satzanfangspunkt ausgegangen. Der erste Teileprogrammsatz nach Wiederaufsetzen ist dann der Kreissatz.

Um zu Vermeiden, dass nach dem Wiederaufsetzen der Kreissatz gefahren wird, ist als Wiederaufsetzpunkt ein Konturpunkt kurz vor dem Satzendpunkt des Kreissatzes zu wählen.

3.1.4 Automatisch generierte Konturelemente

Die automatische Generierung von nicht linearen/kreisförmigen Konturelementen durch die NC erfolgt z. B. bei Programmierung folgender NC-Funktionen im Teileprogramm:

- RND
- G641/G642
- Werkzeugradiuskorrektur

Für das Rückwärts-/Vorwärtsfahren im Rahmen von RESU, werden diese Konturelemente durch Geraden zwischen Satzanfangs- und Satzendpunkt ersetzt.

3.2 Randbedingungen bezüglich Standardfunktionen

3.2.1 Achstausch der 1. und 2. Geometrieachse

Solange RESU aktiv ist, dürfen die ersten beiden Geometrieachsen des Kanals nicht per Achstausch (RELEASE (x) / GET (x)) an einen anderen Kanal übergeben werden.

RESU ist aktiv:

- Beginn: Teileprogrammbefehl CC_PREPRE(1)
- Ende: Programmende oder Teileprogrammbefehl CC_PREPRE(-1)

3.2.2 Kanalachsen

Andere Kanalachsen außer der 1. und 2. Geometrieachse des Kanals werden durch RESU nicht betrachtet.

Sind zum Wiederaufsetzen bzw. Rückwärtsfahren Verfahrbewegungen in anderen Kanalachsen erforderlich, so können diese entweder vom Maschinenbediener von Hand vorgenommen werden, oder im RESU-spezifischen Unterprogramm CC_RESU_INI.SPF als Verfahratz programmiert werden.



Warnung

Während des gesamten Wiederaufsetzvorgangs im Rahmen der Technologiefunktion RESU ist vom Maschinenbediener die Kollisionsfreiheit der damit verbundenen Verfahrbewegungen sicherzustellen.

3.2.3 Satznummern

Die folgenden RESU-spezifischen Unterprogramme und deren Unterprogramme dürfen keine Satznummern enthalten:

- CC_RESU_INI.SPF
- CC_RESU_END.SPF

Im Fehlerfall wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm "75604 Rückwärtsfahren nicht möglich, Fehler-Nr. *Nummer*"

3.2.4 Satzsuchlauf

Satzsuchlauf mit Berechnung

Im Rahmen der Standardfunktion Satzsuchlauf mit Berechnung (an der Kontur/ am Satzende) gelten bezüglich RESU folgende Randbedingungen:

- Im Zielsatz ist der letzte während des Satzsuchlaufes durchlaufene RESU-Teilprogrammbehl: CC_PREPRE(x) wirksam.
- Der RESU-fähige Konturbereich beginnt mit dem REPOS-Anfahrsatz.

Satzsuchlauf ohne Berechnung

Bei Satzsuchlauf ohne Berechnung werden die RESU-Teilprogrammbehle: CC_PREPRE(x) nicht wirksam.

3.2.5 Transformationen

Bedeutung

RESU kann mit Einschränkungen auch bei aktiver kinematischer Transformation (z. B. 5-Achstransformation) verwendet werden, da die Verfahrbewegungen der ersten beiden Geometrieachsen des Kanals im Basis-Koordinatensystem (BKS) und somit vor der Transformation protokolliert werden.

Transformationswechsel

Während RESU aktiv ist, darf kein Wechsel der Transformation bzw. kein Ein/Ausschalten der Transformation erfolgen.

RESU ist aktiv:

- Beginn: Teilprogrammbehl CC_PREPRE(1)
- Ende: Programmende oder Teilprogrammbehl CC_PREPRE(-1)

Eine vollständige Beschreibung der Transformationen findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Kinematische Transformation (M1)

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Transformationspaket Handling (TE4)

3.2.6 Kompensationen

RESU kann im Zusammenhang mit Kompensationen verwendet werden, da die Verfahrbewegungen der ersten beiden Geometrieachsen des Kanals im Basis-Koordinatensystem (BKS) und somit vor der Kompensation protokolliert werden.

Eine vollständige Beschreibung der Kompensationen findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Kompensationen (K3)

3.2.7 Frames

RESU kann im Zusammenhang mit Frames verwendet werden.

Da die Verfahrbewegungen der ersten beiden Geometrieachsen des Kanals aber im Basis-Koordinatensystem (BKS) und somit nach Einrechnung der Frames protokolliert werden, müssen während des Wiederaufsetzens (Rückwärts/Vorwärtsfahren) die Frame-Korrekturen ausgeschaltet sein.

Das Ausschalten der Frame-Korrekturen während des Wiederaufsetzens erfolgt durch die standardmäßigen Voreinstellungen des RESU-spezifischen Unterprogramms CC_RESU_INI.SPF. Siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/RESU-spezifische Teileprogramme/INI-Programm (CC_RESU_INI.SPF)".

Eine vollständige Beschreibung der Frames findet sich in:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Achsen, Koordinatensysteme, Frames (K2), Werkstücknahes Istwertsystem

3.2.8 Werkzeugkorrekturen

Bedeutung

RESU kann im Zusammenhang mit Werkzeugkorrekturen verwendet werden.

Da die Verfahrbewegungen der ersten beiden Geometrieachsen des Kanals aber im Basis-Koordinatensystem (BKS) und somit nach Einrechnung der Werkzeugkorrekturen protokolliert werden, müssen während des Wiederaufsetzens (Rückwärts/Vorwärtsfahren) die Werkzeugkorrekturen ausgeschaltet sein.

Das Ausschalten der Werkzeugkorrekturen während des Wiederaufsetzens erfolgt durch die standardmäßigen Voreinstellungen des RESU-spezifischen Unterprogramms CC_RESU_INI.SPF. Siehe Kapitel "Ausführliche Beschreibung/RESU-spezifische Teileprogramme/INI-Programm (CC_RESU_INI.SPF)".

Konturabweichungen

In spezifischen Fällen der Werkzeugradiuskorrektur z. B. Korrekturen an Außenecken G450 DISC=x, kann es zu Konturabweichungen zwischen der während des Wiederaufsetzens gefahrenen Kontur und der im Bearbeitungsprogramm programmierten Kontur kommen.

Konturabweichungen ergeben sich immer dann, wenn die Werkzeugradiuskorrektur Konturelemente erzeugt, die nicht linear oder kreisförmig sind. Z. B. erzeugt G450 DISC=x, mit $x > 0$ parabel- oder hyperbelförmige Konturelemente.

Eine vollständige Beschreibung der Werkzeugkorrekturen findet sich in:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Werkzeugkorrektur (W1)

Beispiele

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
11602	ASUP_START_MASK	Ignoriere Stoppgründe, wenn ein Asup läuft.
11604	ASUP_START_PRIO_LEVEL	Legt fest, ab welcher Asup-Priorität das folgende Maschinendatum wirksam ist: MD11602 \$MN_ASUP_START_MASK
18351	MM_DRAM_FILE_MEM_SIZE	Größe des Speichers für Dateien im DRAM des passiven Dateisystems (in kByte).

5.1.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
20050	AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB	Zuordnung Geometrie - Kanalachse
24120	TRAFO_GEOAX_ASSIGN_TAB_1	GEO/Kanalachszuordnung Transformation 1
28090	MM_NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS	Anzahl Blockelemente für CC
28100	MM_NUM_CC_BLOCK_USER_MEM	Größe Satzspeicher für CC in kByte
28105	MM_NUM_CC_HEAP_MEM	Heap-Speicher in kByte für Compile-Zyklus-Applikationen (DRAM)
62571	RESU_RING_BUFFER_SIZE	Größe des Ringpuffers (RESU-interner Satzpuffer)
62572	RESU_SHARE_OF_CC_HEAP_MEM	Anteil am gesamt CC_HEAP_MEM
62573	RESU_INFO_SA_VAR_INDEX	Indizes der benutzten Synchronaktionsvariablen
62574	RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK	Zusätzlich RESU-Eigenschaften
62575	RESU_SPECIAL_FEATURE_MASK_2	Zusätzlich RESU-Eigenschaften

Index

D

DB11, ...
 DBX0.7, 2-11, 2-12
DB21, ...
 DBX0.1, 2-3, 2-11, 2-12, 2-15, 2-16, 2-19
 DBX0.2, 2-3, 2-11, 2-12, 2-19
 DBX318.0, 2-22
 DBX32.1, 2-19
 DBX32.2, 2-11, 2-12
 DBX32.7, 2-4
 DBX33.4, 2-21
 DBX7.7, 2-11, 2-12

K

Kurzbeschreibung
 Wiederaufsetzen - Retrace Support, 1-1

M

MD11602, 2-11
MD11604, 2-11
MD18351, 2-9, 2-10
MD20050, 2-13
MD24120, 2-13
MD28090, 2-7
MD28100, 2-7
MD28105, 2-9
MD60900+i, 2-7
MD62571, 2-9
MD62572, 2-9
MD62574, 2-9, 2-10
MD62575, 2-23

W

Wiederaufsetzen - Retrace Support
 Kurzbeschreibung, 1-1
 Randbedingungen, 3-1

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe (TE8)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl
NCU Systemsoftware für 840D/840DE
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE
NCU Systemsoftware für 810D/810DE

Version

1.4
1.0
7.4
3.3
7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Funktionsbeschreibung	2-1
2.2	Inbetriebnahme	2-4
2.2.1	Aktivieren der Technologiefunktion.....	2-5
2.2.2	Speicherkonfiguration durchführen	2-5
2.2.3	Parametrierung der digitalen Onboard-Ausgänge	2-5
2.2.4	Parametrierung des Schaltsignals	2-6
2.3	Programmierung	2-7
2.3.1	Einschalten (CC_FASTON)	2-7
2.3.2	Ausschalten (CC_FASTOFF).....	2-8
2.4	Funktionsspezifische Alarmtexte	2-9
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Funktionsspezifische Randbedingungen	3-1
3.1.1	Geometrieachsen.....	3-1
3.2	Randbedingungen bezüglich Standardfunktionen	3-1
3.2.1	Satzsuchlauf.....	3-1
3.2.2	Transformationen	3-3
3.2.3	Kompensationen	3-3
3.2.4	Werkzeugradiuskorrektur (WRK)	3-3
3.2.5	Bahnsteuerbetrieb (ADIS).....	3-3
3.2.6	Softwaresnocken	3-4
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten.....	5-1
5.1.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index	Index-1

Kurzbeschreibung

Funktion

Die Technologiefunktion "Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe" dient zur Ausgabe eines digitalen Signals abhängig von folgenden Zuständen innerhalb des 1. Kanals der NC:

- Eilgang G00: aktiv/inaktiv
- Programmierte Vorschub-Schwelle: unter-/überschritten

Die Aktivierung bzw. Auswahl welche der beiden Möglichkeiten zur Steuerung der Ausgabe des digitalen Signals führt, ist per Teileprogrammbefehl programmierbar.

Funktionskürzel

Das Kürzel der Technologiefunktion "Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe" für funktionsspezifische Bezeichner von Programmbefehlen, Maschinendaten etc. ist:

- HSLC = High Speed Laser Cutting

I/O-Peripherie

Als digitale I/O-Peripherie über die das Schaltsignal ausgegeben wird, kann nur die Onboard-Peripherie der jeweiligen NC-Baugruppe verwendet werden.

(840D)

Das Schaltsignal kann nur über einen der 4 digitalen Onboard-Ausgänge der NCU-Baugruppe ausgegeben werden.

(840Di)

Das Schaltsignal kann nur über einen der 4 digitalen Onboard-Ausgänge der MCI-Board-Extension Baugruppe (Option) ausgegeben werden.

Verfügbarkeit

Die Technologiefunktion "Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe" ist für folgende Systeme verfügbar:

- SINUMERIK 840D
- SINUMERIK 840Di

Einschränkungen

Für die Technologiefunktion "Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe" gelten folgende Einschränkungen:

- Die Technologiefunktion ist nur im **1. Kanal** der NC verfügbar.

Hinweis

Die Technologiefunktion ist nur im **1. Kanal** der NC verfügbar.

Compile-Zyklus

Die Technologiefunktion "Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe" ist ein Compile-Zyklus.

Die Beschreibung der System-spezifischen Verfügbarkeit und Handhabung von Compile-Zyklen findet sich in:

(840D)

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Installation von Compile-Zyklen (TE0)

(840Di)

Literatur:

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di, NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Ladbare Compile-Zyklen

Ausführliche Beschreibung

2.1 Funktionsbeschreibung

Die Beschreibung der Funktionalität der Technologiefunktion erfolgt beispielhaft anhand der Technologie "Hochgeschwindigkeits-Laserschneiden" (HSLC, High Speed Laser Cutting).

Ermittlung der Schaltpositionen

Beim Hochgeschwindigkeits-Laserschneiden z. B. bei der Fertigung von Lochblechen, ist es unbedingt erforderlich den Laserstrahl während des Bearbeitungsprozesses exakt an den programmierten Sollpositionen ein- bzw. auszuschalten. Zur Minimierung des Programmieraufwands, werden die Schalt-Positionen von der Technologiefunktion über die im Teileprogrammsatz programmierte Geschwindigkeit der Geometrieachsen ermittelt.

Folgende Kriterien definieren die im Teileprogrammsatz programmierte Sollposition (Satzendposition) als Schaltposition:

1. Ein G0-Flankenwechsel
2. Ein Über- bzw. Unterschreiten eines frei programmierbaren Geschwindigkeits-Schwellwertes

G0-Flankenwechsel

Ist G0 (Eilgang) in einem Teileprogrammsatz aktiv (programmiert oder modal), wird das Schaltsignal ausgeschaltet. Umgekehrt gilt, ist G0 (Eilgang) in einem Teileprogrammsatz nicht aktiv, wird das Schaltsignal eingeschaltet. Der G0-Flankenwechsel markiert dabei die programmierte Satzendposition des vorhergehenden Satzes als Schaltposition.

Beispielsweise die Positionen X30 beim G0-Flankenwechsel von N10 nach N20 und X100 beim G0-Flankenwechsel von N30 nach N40 im folgenden Bild:

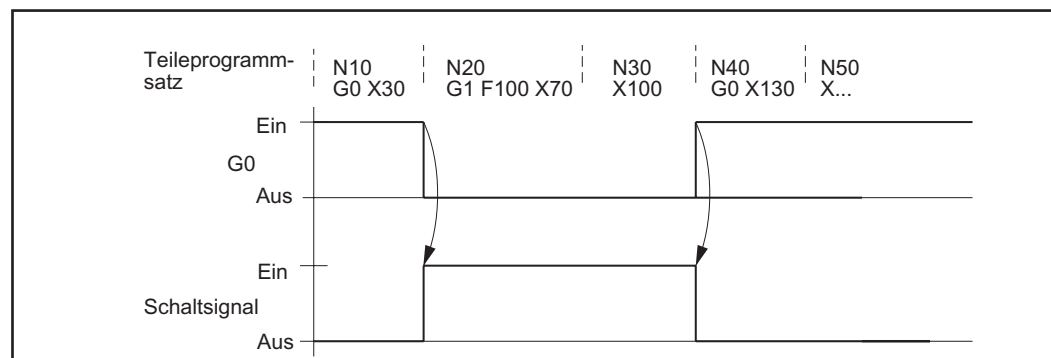


Bild 2-1 Schaltsignal-Zustände und G0-Flankenwechsel

Frei programmierbarer Schwellwert

Über einen frei programmierbaren Geschwindigkeits-Schwellwert wird definiert, ab welcher im Teileprogrammsatz programmierten Sollgeschwindigkeit das Schaltsignal ein- bzw. ausgeschaltet wird.

Liegt die im Teileprogrammsatz programmierte Sollgeschwindigkeit über dem programmierten Schwellwert, wird das Schaltsignal ausgeschaltet. Liegt die Sollgeschwindigkeit auf bzw. unter dem Schwellwert, wird das Schaltsignal eingeschaltet. Der Flankenwechsel markiert dabei die programmierte Satzendposition des vorhergehenden Satzes als Schaltposition.

Beispielsweise die Positionen X30 beim Flankenwechsel von N10 nach N20 und X70 beim Flankenwechsel von N20 nach N30 im folgenden Bild:

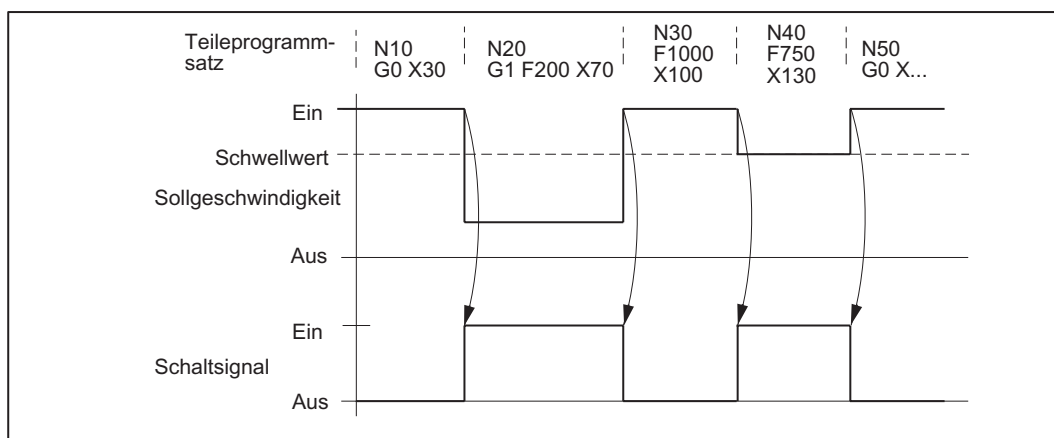


Bild 2-2 Schaltsignal-Zustände mit frei programmierbarem Schwellwert

Hinweis

Durch G0 wird das Schaltsignal, unabhängig vom Schwellwert, immer ausgeschaltet.

Berechnung der Schaltzeitpunkte

Um ein möglichst exaktes Schalten an den ermittelten Schaltpositionen zu erzielen, berechnet die Steuerung in jedem Lagereglertakt die Wegdifferenz zwischen der Istposition der beteiligten Geometrieachsen und der Schaltposition.

Wird die Wegdifferenz kleiner 1,5 Lagereglertakte, rechnet man sie, unter Berücksichtigung der aktuellen Bahngeschwindigkeit und -beschleunigung der Geometrieachsen, in eine Zeitdifferenz um.

Mit der Zeitdifferenz als Vorgabe, wird ein Hardware-Timer gestartet, der dann, unabhängig von Lagereglertakt, exakt zum voraus berechneten Zeitpunkt das Schaltsignal triggert.

Angenäherte Schaltposition

Wird eine Schaltposition nicht exakt erreicht, z. B. bei Bahnsteuerbetrieb und Verfahren in mehr als einer Geometrieachse, wird zu dem Zeitpunkt geschaltet ab dem sich die Wegdifferenz zwischen der Istposition der beteiligten Geometrieachsen und der programmierten Schaltposition wieder vergrößert.

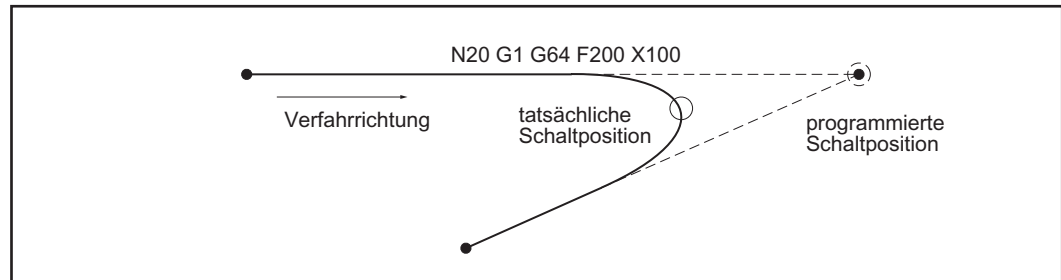


Bild 2-3 Schaltpositionsverschiebung bei Bahnsteuerbetrieb

Schaltpositionsverschiebung

Für beide Schaltvorgänge kann eine wegbezogene Verschiebung der Schaltposition programmiert werden:

- Verschiebungsweg negativ = Vorhalt

Mit einem negativen Verschiebungsweg wird die Schaltposition **vor** die im Teileprogrammsatz programmierten Sollposition verschoben.

Wird ein zu großer negativer Verschiebungsweg programmiert, d. h. beim Erkennen des Flankenwechsels ist Schaltposition bereits überschritten, wird das Schaltsignal sofort geschaltet.

- Verschiebungsweg positiv = Nachhalt

Mit einem positiven Verschiebungsweg wird die Schaltposition **hinter** die im Teileprogrammsatz programmierten Sollposition verschoben.

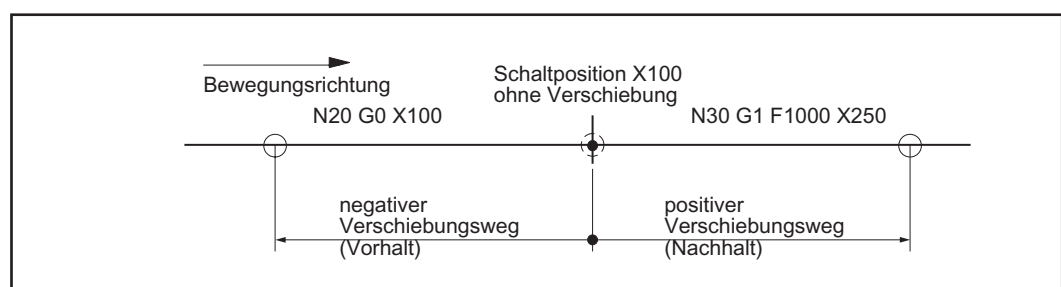


Bild 2-4 Schaltpositionsverschiebung

Bahnbezug

Der Verschiebungsweg ist eine Wegangabe, die sich auf die programmierte Bahn bezieht. Dabei wird vereinfachend von einer linearen Bewegung ausgegangen. Bahnkrümmungen werden nicht unberücksichtigt.

Verhalten bei Einzelsatz und G60

Aufgrund der internen Verfahrlogik wirken negative Verschiebungswege (Vorhalt) im Zusammenhang mit folgenden Standardfunktionen nicht:

- Einzelsatz
- Genauhalt am Satzende (G60)

Hinweis

Negative Verschiebungswege (Vorhalt) wirken **nicht** im Zusammenhang mit den Standardfunktionen "Einzelsatz" und "Genauhalt am Satzende (G60)".

Verhalten bei Teilprogramm-Unterbrechung

Nach einer Unterbrechung des Teileprogramms (NC-STOP) und anschließendem Wechsel in die Betriebsart JOG, wird die Technologiefunktion ausgeschaltet bzw. keine Schaltsignale mehr ausgegeben.

Die Technologiefunktion wird erst wieder eingeschaltet bzw. Schaltsignale ausgegeben, nachdem wieder in die Betriebsart AUTOMATIK gewechselt und das Teileprogramm fortgesetzt wurde (NC-START).

2.2 Inbetriebnahme

Compile-Zyklus

Vor Inbetriebnahme der Technologiefunktion ist sicherzustellen, dass der entsprechende Compile-Zyklus geladen und aktiviert ist.

(840D)

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Installation von Compile-Zyklen (TE0)

(840Di)

Literatur:

/HBI/ SINUMERIK 840Di Handbuch, NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Ladbare Compile-Zyklen

2.2.1 Aktivieren der Technologiefunktion

Die Technologiefunktion wird über folgendes Maschinendatum aktiviert:

MD60900 \$MN_CC_ACTIVE_IN_CHAN_HSLC[0], Bit 0 = 1 (Aktivierung der Technologie im NC-Kanal 1)

Hinweis

Die Technologiefunktion ist nur im **1. Kanal** der NC verfügbar.

2.2.2 Speicherkonfiguration durchführen

Speicherkonfiguration

Die Technologiefunktion benötigt zusätzliche Daten im NCK-internen Satzspeicher. Folgende speicherkonfigurierenden, kanalspezifischen Maschinendaten sind zu parametrieren:

- MD28090 \$MC_MM_NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS (Anzahl Satzelemente für Compile-Zyklen (DRAM)) = $x + 1$ ¹⁾
- MD28100 \$MC_MM_NUM_CC_BLOCK_USER_MEM (Größe des Satzspeichers für Compile-Zyklen (DRAM) in kByte) = $x + 10$ ¹⁾

¹⁾ Siehe Hinweis.

Hinweis

Die angegebenen Werte sind **additiv** zum bereits vorhandenen Maschinen- datenwert x einzugeben.

2.2.3 Parametrierung der digitalen Onboard-Ausgänge

Digitaler Ausgang

Für das Schaltsignal wird ein digitaler Ausgang der lokalen I/O-Peripherie benötigt. Dazu muss über das folgende Maschinendatum mindestens 1 digitales Ausgangbyte parametrieren werden:

MD10360 \$MN_FASTIO_DIG_NUM_OUTPUTS ≥ 1 (Anzahl der aktiven digitalen Ausgangsbytes)

(840D)

Die vollständige Beschreibung der Parametrierung eines digitalen Ausgangs an einer SINUMERIK 840Di findet sich in:

Literatur:

/HBI/ Handbuch SINUMERIK 840Di, NC-Inbetriebnahme mit HMI Advanced, Digitale und analoge I/O-Peripherie

(840D) und (840Di)

Die vollständige Beschreibung der digitalen Ausgänge findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Digitale und analoge NCK-Peripherie (A4)

2.2.4 Parametrierung des Schaltsignals

Ausgangsnummer des Schaltsignals

Nach der Inbetriebnahme des Compile-Zyklus wird folgendes funktionspezifische Maschinendatum in den kanalspezifischen Maschinendaten angezeigt:

MD62560 \$MC_FASTON_NUM_DIG_OUTPUT (Nummer des digitalen Ausgangs des Schaltsignals)

Im Maschinendatum ist die Nummer des Digitalausgangs n, mit n = 1, 2, ... 4 einzugeben, über den das Schaltsignal ausgegeben werden soll.

Eigenschaften des Schaltsignals

Im Rahmen der allgemeinen Eigenschaften von digitalen Ausgangssignalen weist Schaltsignal folgende Eigenschaften auf:

- Die Nummer des digitalen Ausgangs kann vom Teileprogramm aus geändert werden.
- Der digitale Ausgang kann vom PLC-Anwenderprogramm aus gesperrt werden.
- Die Nummer des digitalen Ausgangs kann vom PLC-Anwenderprogramm aus **nicht** geändert werden.

Deaktivierung des Schaltsignals

Wird als Nummer des digitalen Ausgangs n = 0 vorgegeben, wird die Funktion ausgeschaltet. Es erfolgt **keine** Meldung oder Alarm.

Auswirkung auf andere Ausgangssignale

Die Hardwaretimer-gesteuerte Ausgabe des Schaltsignals auf den parametrierten Ausgang bewirkt eine Verzögerung der Signalausgabe für die anderen digitalen Onboard-Ausgänge, z. B. durch Synchronaktionen, von 2 IPO-Takten.

Hinweis

Bei der Ausgabe des Schaltsignals wird die Signalausgabe der anderen digitalen Onboard-Ausgänge um 2 IPO-Takte verzögert.

2.3 Programmierung

2.3.1 Einschalten (CC_FASTON)

Syntax

CC_FASTON(<Parameter 1>, <Parameter 2> [, <Parameter 3>])

CC_FASTON() ist ein Prozedur-Aufruf und muss daher in einem eigenen Teileprogrammsatz programmiert werden.

Funktionalität

Die Parameter der Prozedur CC_FASTON() haben folgende Bedeutung:

- Parameter 1

Länge des Verschiebungsweges für das Einschalten des Schaltsignals. Die Einheit des Parameters entspricht der über folgendes Maschinendatum vorgegebenen Einstellung:

MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC (Grundsystem metrisch)

- Parameter 2

Länge des Verschiebungsweges für das Ausschalten des Schaltsignals. Die Einheit des Parameters entspricht der über folgendes Maschinendatum vorgegebenen Einstellung:

MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC

- Parameter 3

Der Parameter ist optional.

Wird der Parameter im Prozedur-Aufruf nicht angegeben, wird als Schaltkriterium der G0-Flankenwechsel verwendet.

Wird der Parameter im Prozedur-Aufruf angegeben, beinhaltet er als Schaltkriterium den Geschwindigkeits-Schwellwert, bei dessen Unter- bzw. Überschreiten das Schaltsignal ein- bzw. ausgeschaltet wird.

Programmierbeispiel

```
DEF REAL DIFFON= -0.08
DEF REAL DIFFOFF= 0.08
DEF REAL FEEDTOSWITCH= 20000
CC_FASTON( DIFFON, DIFFOFF, FEEDTOSWITCH )
```

Ändern von Parametern

Die Parameter der Prozedur CC_FASTON() könne im Verlauf des Teileprogramms jederzeit geändert werden. Dazu ist der Prozedur-Aufruf mit den neuen Parameterwerten erneut anzugeben. Ein Wechsel des Schaltkriteriums (G0-Flankenwechsel/Geschwindigkeits-Schwellwert) ist dabei ebenfalls erlaubt.

Reset-Verhalten

Bei Reset (NC-RESET oder Programmende) wird die Funktion ausgeschaltet.

Randbedingungen

Folgende Randbedingung ist zu beachten:

Bahnsteuerbetrieb

Obwohl der Prozedur-Aufruf CC_FASTON() in einem eigenen Teileprogrammsatz programmiert werden muss, führt dies während eines aktiven Bahnsteuerbetriebs (G64, G641, . . .) zu keinem Geschwindigkeitseinbruch.

2.3.2 Ausschalten (CC_FASTOFF)

Syntax

CC_FASTOFF()

CC_FASTOFF() ist ein Prozedur-Aufruf und muss daher in einem eigenen Teileprogrammsatz programmiert werden.

Funktionalität

Mit dem Prozedur-Aufruf CC_FASTOFF() wird die Funktion ausgeschaltet.

Randbedingungen

Folgende Randbedingung ist zu beachten:

Bahnsteuerbetrieb

Obwohl der Prozedur-Aufruf CC_FASTON() in einem eigenen Teileprogrammsatz programmiert werden muss, führt dies während eines aktiven Bahnsteuerbetriebs (G64, G641, . . .) zu keinem Geschwindigkeitseinbruch.

2.4 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

Randbedingungen

3.1 Funktionsspezifische Randbedingungen

3.1.1 Geometrieachsen

Die Schaltpositionen werden nur über die programmierten Verfahrbewegungen der Geometrieachsen des 1. Kanals ermittelt. Sind im 1. Kanal keine Geometrieachsen vorhanden, wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm: "75500 Kanal *Kanalnummer*, falsche Konfiguration der Funktion: Taktunabhängige Schaltsignalausgabe"

3.2 Randbedingungen bezüglich Standardfunktionen

3.2.1 Satzsuchlauf

Beschreibung

Erfolgt ein Satzsuchlauf auf einen Teileprogrammsatz, der nach einem Prozedur-Aufruf CC_FASTON() zum Einschalten der Technologiefunktion liegt, wird mit der nächsten Verfahrbewegung das Schaltsignal eingeschaltet. Dies führt insbesondere dazu, dass von der Startposition der Geometrieachsen bis zum Wiederaufsetzpunkt an der Kontur mit eingeschaltetem Schaltsignal verfahren wird.

Beispiel

- Normaler Ablauf: Im normalen Ablauf der Teileprogrammbearbeitung wird das Schaltsignal erstmalig zu Beginn des Teileprogrammsatzes N60 eingeschaltet.

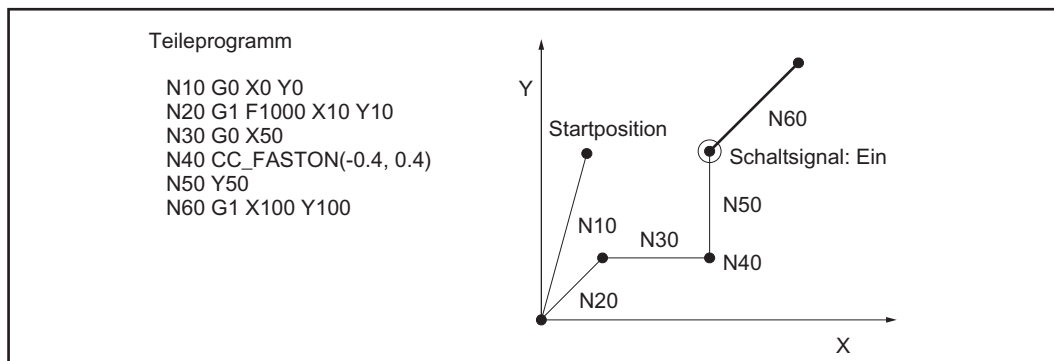


Bild 3-1 Schaltsignal bei Teileprogrammbearbeitung

- Ablauf nach Satzsuchlauf: Wird ein Satzsuchlauf auf den Satzendpunkt des Teileprogrammsatzes N60 ausgeführt, wird das Schaltsignal ab der Startposition der Geometrieachsen eingeschaltet.

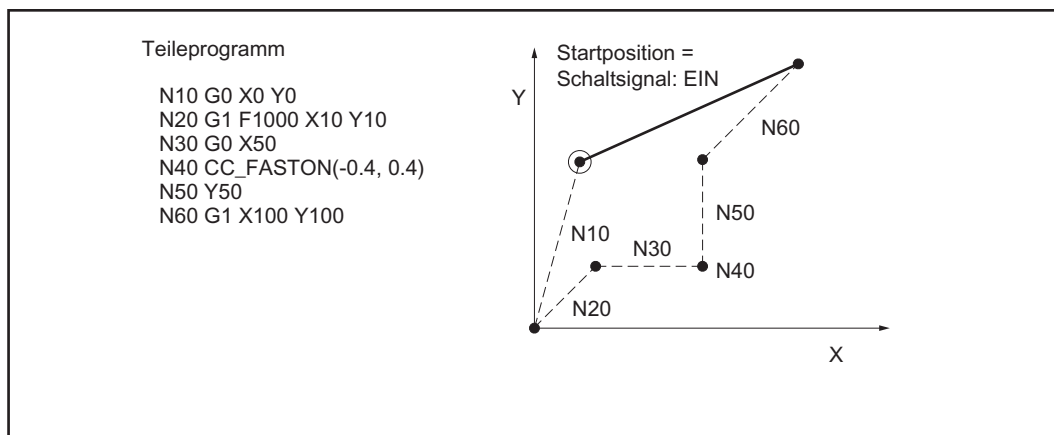


Bild 3-2 Schaltsignal nach Satzsuchlauf

Schaltsignalausgabe im Wiederanfahrstsatz

Um bei oben genannter Konstellation das Einschalten des Schaltsignals im Wiederanfahrstsatz zu unterdrücken, müssen vom Anwender (Maschinenhersteller) geeignete Maßnahmen z. B. Sperren des Schaltsignals, ergriffen werden.

Hinweis

Das Unterdrücken der Schaltsignalausgabe beim Wiederanfahren an die Kontur z. B. nach Satzsuchlauf, liegt in der alleinigen Verantwortung des Anwenders (Maschinenhersteller).

Literatur:

Eine vollständige Beschreibung des Satzsuchlaufs findet sich in:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, BAG, Kanal, Programmbetrieb, Reset-Verhalten (K1), Programmtest

3.2.2 Transformationen

Die Funktion arbeitet nur bei ausgeschalteter Transformation korrekt. Eine Überwachung findet nicht statt.

Eine vollständige Beschreibung der Transformationen findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Kinematische Transformation (M1)

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, Transformationspaket Handling (TE4)

3.2.3 Kompensationen

Sämtliche Kompensationen werden berücksichtigt.

Eine vollständige Beschreibung der Kompensationen findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Kompensationen (K3)

3.2.4 Werkzeugradiuskorrektur (WRK)

Im Rahmen der Werkzeugradiuskorrektur werden steuerungsintern Teileprogrammsätze (Korrektursätze) in das Teileprogramm eingefügt. Ein Korrektursatz wird, bezogen auf die Schaltsignalausgabe, immer dem nächsten programmierten Teileprogrammsatz zugeschlagen.

Eine vollständige Beschreibung der Werkzeugradiuskorrektur findet sich in:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Werkzeugkorrektur (W1),
Werkzeugradiuskorrektur

3.2.5 Bahnsteuerbetrieb (ADIS)

Ein bei Bahnsteuerbetrieb mit programmierbarem Überschleifverhalten (G641 ADIS) steuerungsintern in das Teileprogramm eingefügter Teileprogrammsatz, wird in Bezug auf die ursprüngliche Schaltposition dem vorausgehenden Teileprogrammsatz zugeschlagen. Demzufolge wird das Schaltsignal erst mit Beginn des neuen Teileprogrammsatzes geschaltet.

Eine vollständige Beschreibung des Bahnsteuerbetriebs mit programmierbarem Überschleifverhalten (ADIS) findet sich in:

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen, Bahnsteuerbetrieb, Genauhalt und LookAhead (B1)

3.2.6 Softwarenocken

Da der Hardware-Timer auch für die Funktion "Software Nocken" verwendet wird, ist eine gleichzeitige Nutzung der Funktion "Taktunabhängige Schaltsignalausgabe" mit Software-Nocken nicht möglich.

Im Fehlerfall wird folgender Alarm angezeigt:

- Alarm: "75500 Kanal *Kanalnummer*, falsche Konfiguration der Funktion: Taktunabhängige Schaltsignalausgabe"

Eine vollständige Beschreibung der Softwarenocken findet sich in:

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen, Softwarenocken, Wegschaltsignale (N3)

Beispiele

Es sind keine Beispiele vorhanden.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10360	FASTO_NUM_DIG_OUTPUTS	Anzahl digitaler Ausgangsbytes

5.1.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
28090	MM_NUM_CC_BLOCK_ELEMENTS	Anzahl Blockelemente für CC
28100	MM_NUM_CC_BLOCK_USER_MEM	Größe Satzspeicher für CC
62560	FASTON_NUM_DIG_OUTPUT	Nummer des digitalen Onboard-Ausgangs für das Schaltsignal

Index

B

Bahnsynchrone Schaltsignalausgabe
Kurzbeschreibung, 1-1

M

MD10240, 2-7
MD10360, 2-5

MD28090, 2-5
MD28100, 2-5
MD60900, 2-5
MD62560, 2-6

T

Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe
Kurzbeschreibung, 1-1

SINUMERIK

**SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D
Sonderfunktionen:
Achspaar Kollisionsschutz (TE9)
Funktionshandbuch**

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiel

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl 1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE 7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE 3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE 7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Maschinendaten.....	2-1
2.2	Aktivierung/Deaktivierung des Schutzes	2-2
2.3	Funktionsspezifische Alarmtexte	2-2
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiel.....	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten.....	5-1
5.1.2	Maschinendaten der Compile-Zyklus-Funktion	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

Achspaar Kollisionsschutz

Die Funktion "Achspaar Kollisionsschutz" ermöglicht einen Kollisionsschutz für Achspare, die sich auf einer gleichen Führungsschiene bewegen und somit kollidieren können. Die Achspare müssen sich nicht im selben Kanal befinden.

Hinweis

Die Funktion ist auf 5 Achspare beschränkt.

Ausführliche Beschreibung

PROT

Mit der Funktion "PROT" (Compile-Zyklus-Datei CCPROT.ELF) können mehrere Achspaare definiert werden, die dann vor gegenseitiger Kollision geschützt werden.

2.1 Maschinendaten

CC-Kanal einschalten

Der CC-Kanal (Compile Cycle-Kanal) wird spezifisch eingeschaltet im Maschinendatum:

MD60972 \$MN_CCACTIVE_IN_CHAN_PROT[2]

Achspaare definieren

Alle Achspaare werden definiert im Maschinendatum:

MD61516 \$MN_PROTECT_PAIRS[n]

In der 1er und 10er Dekade wird die erste Achse, und in der 100er und 1000er Dekade die zweite Achse definiert.

"Frei Fahr"-Richtung der Achsen

Die jeweilige "Frei Fahr"-Richtung der Achsen muss eingetragen werden im Maschinendatum:

MD61517 \$MN_CC_PROTECT_SAVE_DIR[n]

Wie bei der Achspaar Bestimmung gilt auch hier:

Die ersten beiden Dekaden gelten für die erste Achse des Paares, die nächsten beiden Dekaden für die zweite Achse.

Ein Wert größer 0 bedeutet "Frei Fahren in Plus-Richtung", der Wert 0 bedeutet "Frei Fahren in Minus-Richtung".

Null-Punkt-Offset

Ein Null-Punkt-Offset zwischen erster und zweiter Achse kann angegeben werden im Maschinendatum:

MD61518 \$MN_CC_PROTECT_OFFSET[n]

Schutzfenster

Das Schutzfenster wird eingetragen im Maschinendatum:

MD61519 \$MN_CC_PROTECT_WINDOW[n]

2.2 Aktivierung/Deaktivierung des Schutzes

Aktivieren/Deaktivieren

Der Schutz ist aktiv:

- sobald ein gültiges Achspaar definiert ist im Maschinendatum:

MD61516 \$MN_PROTECT_PAIRS[n]

- beide Achsen referiert sind.

Befinden sich die beiden Achsen zum Einschaltzeitpunkt schon innerhalb des Schutzfensters, muss der Bediener die Achsen frei fahren. Die SW verhindert in diesem Zustand keine Bewegung aufeinander!

Deaktiviert wird die Funktion durch Löschen der Achspaardefinition im MD61516.

Zustandsanzeige

Wie Eingangs erwähnt, will dieser Compile-Zyklus sehr sparsam mit "globalen Recourcen" umgehen. Deshalb kann der Bediener bestimmen, ob er eine Zustandsanzeige der Paare haben will oder nicht.

_PROTECT_STATUS

Erkennt die Steuerung während des Hochlaufzeitpunkts das NCK-GUD "_PROTECT_STATUS[n]", dann wird darin der aktuelle Status jedes Paares eingetragen:

Wert	Bedeutung
0	nicht aktiv
1	aktiviert aber noch nicht aktiv
2	aktive 3 Achsen bremsen
4	Deaktivieren

2.3 Funktionsspezifische Alarmtexte

Das Vorgehen beim Anlegen von funktionsspezifischen Alarmtexten ist beschrieben in:

Literatur:

/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; Installation und Aktivierung ladbarer Compile-Zyklen (TE01), Kapitel: Anlegen von Alarmtexten

Randbedingungen

Es sind keine Randbedingungen zu beachten.

Beispiel

Beispiel

Die Maschinenachsen A1, A3 und A12 bewegen sich auf einer gemeinsamen Führungsschiene (siehe folgendes Bild).

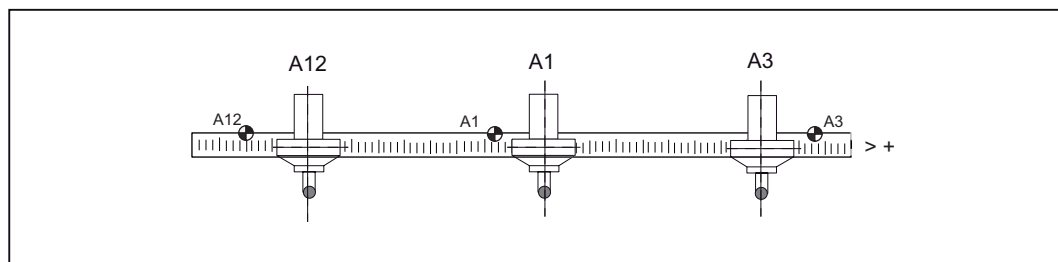


Bild 4-1 Maschinenachsen A1, A3, A12

Unabhängig des zugehörigen Kanals der Achsen, kann ein vollständiger Schutz durch 2 Paare erreicht werden:

Paar1

\$MN_CC_PROTECT_PAIRS[0] = 103

1te Achse = A3

2te Achse = A1

\$MN_CC_PROTECT_SAVE_DIR[0] = 1

frei fahren A3 in + A1 in –

\$MN_CC_PROTECT_OFFSET[0] =

A3 → A1

\$MN_CC_PROTECT_WINDOW[0] =

10.0

Paar2

\$MN_CC_PROTECT_PAIRS[1] = 1201

1te Achse = A1

2te Achse = A12

\$MN_CC_PROTECT_SAVE_DIR[1] = 1

frei fahren A1 in + A12 in –

\$MN_CC_PROTECT_OFFSET[1] =

A1 → A12

\$MN_CC_PROTECT_WINDOW[1] =

10.0

Ergebnis

Die Steuerung berechnet in jedem Interpolationstakt die Positionen der beiden Achsen, wenn sie mit maximaler Beschleunigung (MD63514 \$MA_CC_PROTECT_ACCEL) abgebremst würden.

Befinden sich die Zielpunkte innerhalb des Schutzfensters, wird die Achse gebremst, die sich in Kollisionsrichtung bewegt.

Ist die maximale Bremsbeschleunigung kleiner der aktuellen Beschleunigung der Interpolatoren (MD32200 \$MA_MAX_AX_ACCEL * (MD32433 \$MA_SOFT_ACCEL_FACTOR oder MD32434 \$MA_G00_ACCEL_FACTOR)) schlägt die Überwachung ebenfalls zu!

Achtung

Ein etwaiger Bahnverbund wird aufgehoben. Die Achsen bremsen nicht auf der programmierten Bahn! Sobald die Achsen stehen, wird der Alarm 75653 ausgegeben.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$ON_	Beschreibung
19610	TECHNO_EXTENSION_MASK[3 (6)]	Freigabe der Funktion mittels MD19610 im Bit 4 \$ON_TECHNO_EXTENSION_MASK[2] = ‚H10‘

5.1.2 Maschinendaten der Compile-Zyklus-Funktion

Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
60972	CC_ACTIVE_IN_CHAN_PROT[2]	Mit diesem MD (0 <= xx >= 99) wird der CC_Kanal spezifisch eingeschaltet. Bit0 = 1 => Kanal1 BIT1 = 1 => Kanal2 usw.
61516	CC_PROTECT_PAIRS[5]	Mit diesem MD werden die Achspaare bestimmt. Die 1er und 10er Dekade definieren die Maschinenachsnummer der ersten Achse, und die 100er und 1000er Dekade die Maschinenachsnummer der zweiten Achse. Beispiel: \$MN_CC_PROTECT_PAIRS[0] = 1201 Achse 1 = 1 Achse 2 = 12 Eine Fehlprojektierung wird mit einem Alarm abgelehnt.
61517	CC_PROTECT_SAVE_DIR[5]	Hier wird für beide Achsen die jeweilige frei Fahrriichtung eingetragen. Die 1er und 10er Dekade gelten für die erste Achse, und die 100er und 1000er Dekade für die zweite Achse. Ein Wert > 0 bedeutet frei fahren in + Richtung. 0 bedeutet frei fahren in – Richtung.
61518	CC_PROTECT_OFFSET[5]	Offset der beiden Achsen zueinander.
61519	CC_PROTECT_WINDOW[5]	Minimaler Abstand der von den Achsen eingehalten werden soll.

Achtung

Die Maschinendaten 61517 – 61519 werden nicht bei einem aktiven Paar aktualisiert!

Achs-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
61514	CC_PROTECT_ACCEL	Bremsbeschleunigung der Achse. Im Schutzfall wird die Achse mit dieser Beschleunigung abgebremst.

GUD-Daten

DEF NCK INT_PROTECT_STATUS[5]

Erkennt die Steuerung während des Hochlaufzeitpunkts das NCK-GUD "_PROTECT_STATUS[n]", dann wird darin der aktuelle Status jedes Paares eingetragen.

Hierbei bedeuten:

- 0 → nicht aktiv
- 1 → aktiviert aber noch nicht aktiv
- 2 → aktive 3 Achsen bremsen
- 4 → Deaktivieren

Bemerkung: Muss nicht projiziert werden.

Index

M

MD32200, 4-2
MD32433, 4-2
MD32434, 4-2
MD60972, 2-1

MD61516, 2-1, 2-2
MD61517, 2-1
MD61518, 2-1
MD61519, 2-2
MD63514, 4-2

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Vorverarbeitung (V2)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiel

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl 1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE 7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE 3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE 7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Allgemeine Funktionalität.....	2-1
2.2	Programmhandling.....	2-3
2.3	Programmaufruf	2-6
2.4	Randbedingungen.....	2-8
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiel	4-1
4.1	Vorverarbeitung einzelner Dateien	4-1
4.2	Vorverarbeitung im dynamischen NC-Speicher.....	4-2
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	Allgemeine Maschinendaten.....	5-1
5.1.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

Vorverarbeitung

Die in den Verzeichnissen für Standard- und Anwenderzyklen befindlichen Programme können zur schnellen Abarbeitung vorverarbeitet werden.

Die Vorverarbeitung wird über Maschinendatum aktiviert.

Die Standard- und Anwenderzyklen werden bei Power On vorverarbeitet, d. h. das Teileprogramm wird in einen bearbeitungsoptimalen binären Zwischencode steuerungintern übersetzt (kompiliert).

Alle Programmfehler, die mit Korrektursatz korrigiert werden können, werden bereits zum Zeitpunkt der Vorverarbeitung erkannt. Zusätzlich wird bei Verwendung von Sprüngen und Kontrollstrukturen überprüft, ob die Sprungziele vorhanden sind und ob die Schachtelung von Kontrollstrukturen korrekt ist.

Es steht die volle Steuerungsfunktionalität zur Verfügung:

- Override-Beeinflussung
- Reaktionen auf Daten und Signale, die von der PLC oder Bedienung vorgegeben werden
- Aktuelle Satzanzeige
- Die Programme können im Einzelsatz (SBL1 und SBL2) bearbeitet werden. Satzsuchlauf ist möglich. Das Kompilat kann nicht archiviert werden, es ist dem Anwender verborgen und wird bei Power On jeweils neu erzeugt.

Die Vorverarbeitung ist geeignet für:

- Laufzeitoptimierung von Teileprogrammen mit Hochsprachenanteilen (Sprüngen, Kontrollstrukturen, Bewegungssynchronaktionen)
- Rechenintensive Teileprogramme (z. B. Abspannzyklen)
- Zeitkritische Stellen (z. B. die Programmfortsetzung nach Vorlaufstopp bei schnellem Restweglöschen oder Rückhub oder im Werkzeugwechselzyklus) werden schneller bearbeitet.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Allgemeine Funktionalität

Allgemeines

Die Vorverarbeitung von Standard- und Anwenderzyklen ist möglich. Damit kann die Bearbeitungszeit von Teileprogrammen ohne Einschränkung der Steuerungsfunktionalität reduziert werden.

Die Standard- und Anwenderzyklen werden vorverarbeitet, bei entsprechender Setzung des Maschinendatums:

MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL (Programmvorverarbeitungsstufe)

Die Vorverarbeitung erfolgt programmspezifisch. Die Mischung von vorverarbeiteten und im ASCII-Format interpretierten Teileprogrammen ist möglich. Die Vorverarbeitung dient zur Verkürzung von Nebenzeiten.

Für die Vorverarbeitung von Zyklen wird Speicherplatz benötigt. Zur besseren Speicherausnutzung haben Sie zwei Möglichkeiten:

- Mit dem Befehl `DISPLOF` (Anzeige aus) wird das ausführbare Programm verkürzt.
- Das MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL wurde um Bit 2 und 3 erweitert. Dadurch kann die Zyklen-Vorverarbeitung gezielt für einzelne Verzeichnisse angewählt werden (z. B. Anwenderzyklen).

Das MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL wurde erweitert um Bit 4. Damit kann die Vorverarbeitung der Anwenderzyklen aus dem Directory `_N_CMA_DIR` angewählt werden.

Das MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL wurde erweitert um Bit 5. Damit können einzelne Anwenderzyklen gezielt vorverarbeitet werden, welche den Befehl `PREPRO` nach der PROC-Anweisung haben.

Vorübersetzte Zyklen werden standardmäßig im dynamischen NC-Speicher abgelegt. Das MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL wurde erweitert um Bit 6. Damit kann festgelegt werden, dass die jetzt im dynamischen NC-Speicher abgelegten kompilierten Programme, die dort nicht mehr genug Platz haben, im statischen NC-Speicher abgelegt werden dürfen.

Funktionalität

Die in den Verzeichnissen für Standard- und Anwenderzyklen befindlichen Programme werden bei Power On vorverarbeitet, d. h. das Teileprogramm wird in einen bearbeitungsoptimalen binären Zwischencode übersetzt (kompiliert). Beim Aufruf wird dann das Kompilat bearbeitet.

Laufzeitoptimierung

Die Vorverarbeitung ist vor allem zur Laufzeitoptimierung von Teileprogrammen mit Hochsprachenanteilen (Sprüngen, Kontrollstrukturen, Bewegungssynchronaktionen) geeignet.

Während bei der standardmäßig aktiven Interpretation des ASCII-Teileprogramms Sprünge und Kontrollstrukturen durch Suchen in allen Sätzen (Satzanfang) aufgelöst werden, erfolgt beim vorverarbeiteten Teileprogramm der Sprung direkt auf den Zielsatz.

Somit sind die Laufzeitunterschiede zwischen Sprüngen und Kontrollstrukturen aufgehoben.

Beispiel für Laufzeit einer Vorverarbeitung:

Laufzeitreduzierung um 30 % bei aktivem Kompressor

```
DEF INT ZAEHLER
Ziel: G1 G91 COMPON
G1 X0.001 Y0.001 Z0.001 F100000
ZAEHLER=ZAEHLER +1
ZAEHLER=ZAEHLER -1
ZAEHLER=ZAEHLER +1
IF ZAEHLER<= 100000 GOTOB ZIEL
```

Rechenintensive Programme sowie Programme mit symbolischen Namen werden schneller bearbeitet.

Laufzeitkritische Stellen (z. B. die Fortsetzung der Bearbeitung nach Restweglöschen oder Vorlaufstopp in Zyklen) können schneller bearbeitet werden.

Wenn die Interruptroutine als vorverarbeiteter Zyklus vorliegt, kann die Bearbeitung nach der Programmunterbrechung schneller fortgesetzt werden.

2.2 Programmhandling

Aktivierung/Deaktivierung

Die Vorverarbeitung von Zyklen erfolgt bei Power On, wenn das folgende Maschinendatum gesetzt ist:

MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL, Bit1 (Programmvorverarbeitungsstufe)

Bit	Wert	Bedeutung
0		Keine Vorverarbeitung
	0	Aufrufbeschreibung von Zyklen ist nicht standardmäßig bekannt. Zyklen müssen wie normale Unterprogramme vor dem Zyklenuufruf als Extern erklärt werden. Das ist eine sinnvolle Einstellung, wenn keine Zyklen mit Aufrufparametern verwendet werden.
	1	Im Steuerungshochlauf wird die Aufrufbeschreibung der Zyklen gebildet. Alle Anwenderzyklen (Directory _N_CUS_DIR) und Siemenszyklen (Directory _N_CST_DIR) mit Übergabeparametern können ohne Extern-Erklärung aufgerufen werden. Änderungen an der Zyklen-Aufrufschnittstelle werden erst mit Power On wirksam. Es sind folgende Maschinendaten einzustellen: MD18170 \$MN_MM_NUM_MAX_FUNC_NAMES (Anzahl von Zusatzaktionen) MD18180 \$MN_MM_NUM_MAX_FUNC_PARAM (Anzahl von zusätzlichen Parametern für Zyklen)
1	1	Im Steuerungshochlauf werden alle Zyklen in ein bearbeitungsoptimales Kompilat vorverarbeitet. Alle Anwender-Zyklen (Directory _N_CUS_DIR) und Standard-Zyklen(Directory _N_CST_DIR) werden schnell abgearbeitet. Änderungen an den Zyklen-Programmen werden erst beim nächsten Power On wirksam.
2	1	Im Steuerungshochlauf werden die Standardzyklen aus dem Verzeichnis _N_CST_DIR in ein bearbeitungsoptimales Kompilat vorverarbeitet.
3	1	Im Steuerungshochlauf werden die Anwenderzyklen aus dem Verzeichnis _N_CUS_DIR in ein bearbeitungsoptimales Kompilat vorverarbeitet.
4	1	Vorverarbeitung der Anwenderzyklen aus dem Directory _N_CMA_DIR
5	1	Vorverarbeitung der Anwenderzyklen mit dem Befehl PREPRO in der PROC-Anweisungszeile. Nicht gekennzeichnete Dateien der durch Bit 1-4 bezeichneten Verzeichnisse werden nicht vorverarbeitet. Ist das Bit 0, dann erfolgt die Steuerung des Vorverarbeitens ausschließlich nach den Vorgaben der Bits 0-4.
6	0	Das Kompilat wird im dynamischen NC-Speicher abgelegt, solange noch freier Speicher vorhanden ist. Reicht dieser nicht, so wird die Vorverarbeitung abgebrochen. Bemessung des dynamischen NC-Speichers mit dem Maschinendatum: MD18351 \$MN_MM_DRAM_FILE_MEM_SIZE.

Die durch das Kompilat im dynamischen NC-Speicher belegten Bereiche sind für den Anwender sichtbar.

Kombinationen der Bits sind zulässig.

Kompilieren

Die in den Directories Standard-Zyklen: `_N_CST_DIR`, `_N_CMA_DIR` und Anwender-Zyklen: `_N_CUS_DIR` befindlichen Unterprogramme (Extension `_SPF`) und ggf. die mit `PREPRO` gekennzeichneten Unterprogramme werden kompiliert. Das Kompilat hat den Namen des Original-Zyklus mit Extension `_CYC`.

Hinweis

Programmänderungen an vorkompilierten Programmen werden erst nach dem nächsten Power On wirksam!

Zugriffsrecht

Das vorverarbeitete Programm ist nur ausführbar, nicht les- und schreibbar. Das Kompilat kann nicht verändert oder archiviert werden. Die Original-Zyklen `_SPF` Dateien bleiben erhalten.

Bei Änderung des ASCII-Zyklus wird das Kompilat nicht verändert, d. h. Änderungen werden erst nach dem nächsten Power On wirksam.

Speicherbedarf

Der Speicherbedarf für kompilierte Zyklen ist etwa Faktor 2 zusätzlich zu dem ASCII-Teilprogramm.

Der Speicherbedarf für die in den Teilprogrammen definierte Variable wird über die folgenden bestehenden Maschinendaten festgelegt:

MD28020 \$MC_MM_NUM_LUD_NAMES_TOTAL (Anzahl der lokalen Anwendervariablen)

MD28010 \$MC_MM_NUM_REORG_LUD_MODULES (Anzahl der Bausteine für lokale Anwendervariablen bei REORG)

MD28040 \$MC_MM_LUD_VALUES_MEM (Speichergröße für lokale Anwendervariablen)

MD18242 \$MC_MM_MAX_SIZE_OF_LUD_VALUE (Speicherblockgröße für LUD-/GUD-Werte)

Literatur:

/FB2/ Funktionshandbuch Erweiterungsfunktionen; Speicherkonfiguration (S7)

Der Speicherbedarf zum Zeitpunkt der Vorverarbeitung ist so groß, als würde das vorverarbeitete Programm in der ersten Unterprogrammebene aufgerufen.

Zum Zeitpunkt der Vorverarbeitung bei Power On wird für jedes Sprungziel/Label sowie für jedes Kontrollstrukturelement ein Name wie für eine Variable gezählt und muss in dem folgenden Maschinendatum berücksichtigt werden:

MD28020 \$MC_MM_NUM_LUD_NAMES_TOTAL (Anzahl der lokalen Anwendervariablen)

Beispiel:

```
PROC NAMES                                ; 1 Name
DEF INT VARIABLE, FELD[2]                 ; 2 Namen
ANFANG:                                  ; 1 Name, nur für Vorverarbeitung
FOR VARIABLE = 1 TO 9                     ; 1 Name, nur für Vorverarbeitung
G1 F10 X=VARIABLE*10-56/86EX4+4*SIN(VARIABLE/3)
ENDFOR                                   ; 1 Name, nur für Vorverarbeitung
M17
```

Um dieses Programm normal abzuarbeiten, muss das folgende Maschinendatum mindestens 3 Namen vereinbaren:

MD28020 \$MC_MM_NUM_LUD_NAMES_TOTAL

Um dieses Programm bei Power On zu kompilieren, sind 6 Namen notwendig.

Vorverarbeitete Programme/Zyklen werden im dynamischen NC-Speicher abgelegt. Der Platzbedarf je Programm ist unverändert wie oben skizziert zu überschlagen. Abstimmung auf die Platzbelegung im statischen NC-Speicher ist nur dann erforderlich, wenn Bit 6 = 1 im folgenden Maschinendatum gesetzt ist:

MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL (Programmverarbeitungsstufe)

In diesem Falle werden die Kompilate der Programme, die im dynamischen NC-Speicher keinen Platz mehr vorfinden, im statischen NC-Speicher untergebracht.

Beispiele für entsprechende Maschineneinstellungen finden Sie unter "Beispiele" im Kapitel "Vorverarbeitung im dynamischen NC-Speicher".

2.3 Programmaufruf

Übersicht

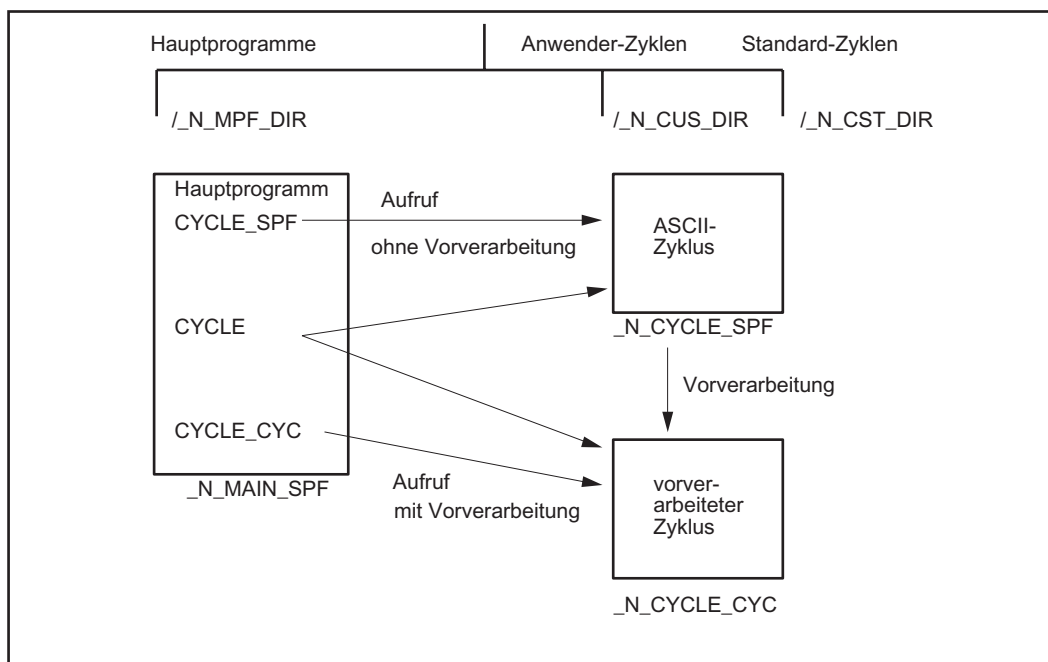


Bild 2-1 Erzeugung und Aufruf vorverarbeiteter Zyklen ohne Parameter

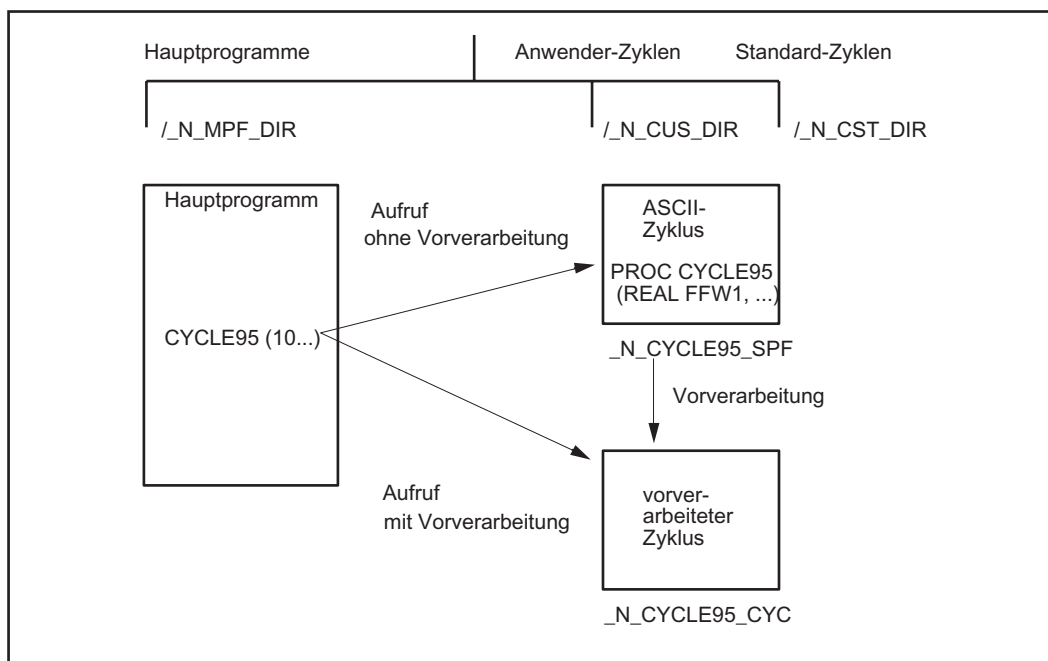


Bild 2-2 Erzeugung und Aufruf vorverarbeiteter Zyklen mit Parameter

Aufruf

- Kompilierter Zyklus: Der Aufruf des kompilierten Zyklus unterscheidet sich nicht vom normalen Unterprogrammaufruf.
Beispiel: CYCLE
- Vorverarbeitung ist aktiviert: Anstelle des ASCII-Zyklus wird der kompilierte Zyklus aufgerufen.
 - Erfolgt der Unterprogrammaufruf explizit mit der Extension `_SPF`, so wird der ASCII-Zyklus aufgerufen, auch wenn ein Kompilat vorhanden ist.
Beispiel: `CYCLE_SPF`; Aufruf des ASCII-Zyklus
 - Erfolgt der Unterprogrammaufruf explizit mit der Extension `_CYC`, so wird der vorverarbeitete Zyklus, sofern vorhanden, aufgerufen. Ist kein Kompilat vorhanden, erfolgt Fehlermeldung.
Beispiel: `CYCLE_CYC`; Aufruf des vorkompilierten Zyklus
 - Wird bei aktiviertem Bit 5 eine Datei, die nicht mit `PREPRO` gekennzeichnet ist, explizit mit der Extension `_CYC` aufgerufen, so erfolgt eine Fehlermeldung mit Alarm 14011.
- Wenn ein Unterprogramm aufgerufen wird ohne explizite Extension, so wird zuerst versucht, das kompilierte Programm zu laden, wenn dies nicht möglich ist (wenn nicht mit `PREPRO` gekennzeichnet), so wird versucht das SPF-Programm zu laden.
- Der Wechsel in den externen Sprachmodus durch `G291` wird mit Alarm abgelehnt. Beim Aufruf eines vorkompilierten Zyklusses wird explizit in den Siemens-Sprachmodus gewechselt.
- Beim Unterprogrammaufruf wird überprüft, ob das Kompilat älter ist als der Zyklus. Wenn dies der Fall ist, so wird das Kompilat gelöscht und ein Alarm abgesetzt, so dass der Anwender die Zyklen neu vorverarbeiten lassen muss.

Hinweis

Der Aufruf von Zyklen mit der Extension `_SPF` oder `_CYC` ist nur für Zyklen ohne Parameter zulässig

In Zyklen die vorverarbeitet werden, dürfen keine PUDs verwendet werden. Die PUDs werden im aufrufenden Hauptprogramm angelegt. Zum Übersetzungszeitpunkt nach Power On sind diese Daten in den Zyklen nicht bekannt.

In der aktuellen Programmanzeige ist erkennbar, ob der aktuelle ASCII-Zyklus oder das Kompilat aufgerufen wurde (Extension `_SPF` oder `_CYC`).

Aufrufbedingung

Wenn Vorverarbeitung aktiviert ist, müssen alle Zyklen in den Zyklendirectories kompiliert sein. Nicht kompilierte Zyklen in `_N_CUS_DIR` und `_N_CST_DIR`, die z. B. erst nach Power On eingespielt wurden, können nur mit expliziter Angabe Extension `_SPF` aufgerufen werden.

Bei aktiver Vorverarbeitung und Bit 5 werden alle Programme, die nicht mit der Proc-Anweisung `PREPRO` beginnen, nicht vorübersetzt.

Syntax-Check

Alle Programmfehler, die mit Korrektursatz korrigiert werden können, werden bereits zum Zeitpunkt der Vorverarbeitung erkannt. Zusätzlich wird bei Verwendung von Sprüngen und Kontrollstrukturen überprüft, ob die Sprungziele vorhanden sind und ob die Schachtelung von Kontrollstrukturen korrekt ist.

Sprungziele/Labels müssen im Programm eindeutig sein.

Nach Korrektur der bei der Vorverarbeitung erkannten Fehler muss die Vorverarbeitung durch NCK Power On erneut gestartet werden.

2.4 Randbedingungen

Sprachumfang

Es steht der volle Sprachumfang der NC-Sprache im Teileprogramm zur Verfügung.

Die Verrechnung gemessener Prozessgrößen und die Reaktion auf Signale aus dem Prozess und aus anderen Kanälen (Override, Restweglöschen, Bewegungssynchronaktionen, Kanalkoordinierung, Interruptbearbeitung usw.) ist uneingeschränkt möglich.

Achsbezeichner

Das Kompilieren von Teileprogrammen erfolgt kanalunabhängig. Deshalb müssen die über die folgenden Maschinendaten eingestellten Geometrie- und Kanalbezeichner in allen Kanälen **gleich** sein, wenn sie in den **vorkompilierten Zyklen direkt verwendet werden**:

MD20060 \$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB (Geometrieachsname im Kanal)

MD20080 \$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB (Kanalachsname im Kanal)

Typischerweise werden in Bearbeitungszyklen Achsbezeichner nicht direkt verwendet, da Zyklen folgendermaßen geschrieben werden:

- kanalunabhängig und
- unabhängig von den an der Maschine definierten Achsbezeichnern.

Die zu verfahrenen Achsen werden indirekt über Maschinendaten angesprochen oder als Parameter übergeben:

- Indirekte Achsprogrammierung:
 - IF \$AA_IM[AXNAME(\$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB[4])] > 5
; Dieser Zweig wird durchlaufen, wenn der Istwert der 5. Kanalachse
; bezogen auf das Maschinenkoordinatensystem größer als 5 ist.
 - G1 AX[AXNAME(\$MC-AXCONF-GEOAX-NAME-TAB[0])] = 10
F1000 G90.
; Verfahre die 1. Geometrieachse auf den Wert 10.
ENDIF
- Übergabe der zu verfahrenen Achse aus dem Hauptprogramm:
 - Zyklendefinition
PROC BOHRE(AXIS BOHRACHSE)
WHILE \$AA_IW[BOHRACHSE] > -10
G1 G91 F250 AX[BOHRACHSE] = -1
ENDWHILE
 - Aufruf aus dem Hauptprogramm
BOHRE(Z)

Randbedingungen

Verfügbarkeit der Funktion "Vorverarbeitung"

Die Funktion ist eine Option und verfügbar bei SINUMERIK 840D.

Beispiel

4.1 Vorverarbeitung einzelner Dateien

```

PROC UP1 PREPRO                                ; Vorverarbeitung, wenn Bit 5 = 1
                                                ; in PREPROCESSING_LEVEL

N1000 DEF INT ZAEHLER
N1010 ZIEL: G1 G91 COMPON
N1020 G1 X0.001 Y0.001 Z0.001 F100000
N1030 ZAEHLER=ZAEHLER+1
N1040 ZAEHLER=ZAEHLER-1
N1050 ZAEHLER=ZAEHLER+1
N1060 IF ZAEHLER <=10 GOTOB ZIEL
N1070 M30
PROC UP2
N2000 DEF INT VARIABLE, FELD[2]
N2010 IF $AN_NCK_Version < 3.4
N2020 SETAL(61000)
N2030 ENDIF
N2040 ANFANG:
N2050 FOR VARIABLE = 1 TO 5
N2060 G1 F1000 X=VARIABLE*10-56/86EX4+4*SIN(VARIABLE/3)
N2070 ENDFOR
N2080 M17
PROC MAIN
N10 G0 X0 Y0 Z0
N20 UP1
N30 G0 X10 Y10 Z10
N40 UP2
N50 G0 X100 Y100
N60 UP3
N70 G0 X10 Y10
N80 M30

```

Beispielkonstellationen:

a) Bit 5 = 1

MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL=45 ; Bit 0, 2, 3, 5

Unterprogramm UP1 wird vorübersetzt, die Aufrufbeschreibung wird gebildet.

Unterprogramm UP2 wird nicht vorübersetzt, die Aufrufbeschreibung wird aber gebildet.

b) Bit 5 = 0

MD10700 \$MN_PREPROCESSING_LEVEL=13 ; Bit 0, 2, 3,

Beide Unterprogramme werden vorübersetzt, die Aufrufbeschreibung wird gebildet.

c) Beispiel für ein **ungültiges** Unterprogramm bei aktiviertem Kompilieren:

```
PROC SUB1 PREPRO
G291                                ; ← Alarm beim Kompilieren, G291 nicht möglich
G0 X0 Y0 Z0
M17
```

4.2 Vorverarbeitung im dynamischen NC-Speicher

Maschinendaten für Vorverarbeitung nur im dynamischen NC-Speicher mit selektiver Auswahl:

```

; Bit 5 =1 Selektive Programmauswahl
; Bit 6 =0 Kein Ausweichen auf
; statischen NC-Speicher, wenn
; dynamischer NC-Speicher voll
N30 $MN_MM_DRAM_FILE_MEM_SIZE = 800 ; Platz vorhalten
N40 $MN_PREPROCESSING_LEVEL = 63    ; Bit 0-5 =1
M17
```

Maschinendaten für Vorverarbeitung im dynamischen NC-Speicher mit Option, den statischen NC-Speicher zu nutzen und mit selektiver Auswahl:

```

; Bit 5 =1 Selektive Programmauswahl
; Bit 6 =1 Ausweichen auf statischen
; NC-Speicher, wenn dynamischer NC-
; Speicher voll
N30 $MN_MM_DRAM_FILE_MEM_SIZE = 800 ; Platz vorhalten
N40 $MN_PREPROCESSING_LEVEL = 127   ; Bit 0-6 = 1
M17
```

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
10700	PREPROCESSING_LEVEL	Programmvorverarbeitungsstufe
18242	MM_MAX_SIZE_OF_LUD_VALUE	Maximale Feldgröße der LUD-Variablen

5.1.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
28010	MM_NUM_REORG_LUD_MODULES	Anzahl der Bausteine für lokale Anwendervariablen bei REORG (DRAM)
28020	MM_NUM_LUD_NAMES_PER_PROG	Anzahl der lokalen Anwendervariablen (DRAM)
28040	MM_LUD_VALUES_MEM	Speichergröße für lokale Anwendervariablen (DRAM)

Index

A

Achsbezeichner, 2-8
Aktivierung/Deaktivierung, 2-3
Allgemeine Funktionalität, 2-1
Allgemeines, 2-1
Aufruf, 2-7
Aufrufbedingung, 2-7
Ausführliche Beschreibung, 2-1

F

Funktionalität, 2-1

K

Kompilieren, 2-4

L

Laufzeitoptimierung, 2-2

M

MD10700, 2-1, 2-3, 2-5
MD18170, 2-3
MD18180, 2-3
MD18242, 2-4
MD18351, 2-3

MD20060, 2-8
MD20080, 2-8
MD28010, 2-4
MD28020, 2-4
MD28040, 2-4

P

Programmhandling, 2-3

R

Randbedingungen, 2-8

S

Speicherbedarf, 2-4
Sprachumfang, 2-8
Syntax-Check, 2-8

V

V2 Vorverarbeitung
Kurzbeschreibung, 1-1

Z

Zugriffsrecht, 2-4

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: 3D-Werkzeugradiuskorrektur (W5)

Funktionshandbuch

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl
NCU Systemsoftware für 840D/840DE
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE
NCU Systemsoftware für 810D/810DE

Version

1.4
1.0
7.4
3.3
7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
1.1	Bearbeitungsarten.....	1-3
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Umfangsfräsen.....	2-1
2.1.1	Ecken für Umfangsfräsen	2-3
2.1.2	Verhalten an Außenecken	2-4
2.1.3	Verhalten an Innenecken	2-8
2.2	Stirnfräsen.....	2-12
2.2.1	Fräsformen.....	2-12
2.2.2	Orientierung	2-14
2.2.3	Korrektur auf der Bahn.....	2-15
2.2.4	Ecken für Stirnfräsen	2-17
2.2.5	Verhalten an Außenecken	2-18
2.2.6	Verhalten an Innenecken	2-19
2.2.7	Überwachung der Bahnkrümmung	2-21
2.3	An-/Abwahl der 3D-WRK	2-21
2.3.1	Anwahl der 3D-WRK.....	2-21
2.3.2	Abwahl der 3D-WRK.....	2-22
3	Randbedingungen	3-1
4	Beispiele	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Allgemeine Maschinendaten.....	5-1
5.2	Kanal-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Tabellen

Tabelle 2-1	Werkzeugformen beim Stirnfräsen	2-12
Tabelle 2-2	Werkzeugparameternummern für die Werkzeugdaten.....	2-13

Kurzbeschreibung

Warum 3D-WRK?

Die 3D-Werkzeugradiuskorrektur dient zur Bearbeitung von Konturen mit Werkzeugen, deren Orientierung unabhängig von der Werkzeugbahn und der Werkzeugform beeinflusst werden kann.

Hinweis

Als Basis für diese Beschreibung gelten die Angaben der 2D-Werkzeugradiuskorrektur.

Literatur:

/FB1/ Funktionshandbuch Grundfunktionen; Werkzeugkorrektur (W1)

Unterschied zwischen 2 $\frac{1}{2}$ D- und 3D-WRK

- Bei der **2 $\frac{1}{2}$ D-WRK** wird nur mit einem raumfesten Werkzeug gerechnet. Beim Umfangsfräsen werden Werkzeuge mit konstanter Orientierung verwendet (zylindrische Werkzeuge).
Bei Verwendung anderer Werkzeuge (z. B.) ist die Orientierung der Bearbeitungsfläche zwar nicht konstant, jedoch durch die Kontur vorgegeben und kann nicht unabhängig davon beeinflusst werden.
- Bei der **3D-WRK** werden Flächen erzeugt, deren Orientierung nicht konstant ist.
Beim Umfangsfräsen muss vorausgesetzt sein, dass die Werkzeugorientierung verändert werden kann, d. h. es werden zusätzlich zu den 3 Freiheitsgraden zur Positionierung des Werkzeuges (in der Regel 3 Linearachsen) zwei weitere Freiheitsgrade (2 Rundachsen) zur Einstellung der Werkzeugorientierung benötigt (5-Achsbearbeitung).
Das Stirnfräsen ist mit 3 oder 5 Freiheitsgraden möglich.

Umfangsfräsen, Stirnfräsen

Folgendes Bild stellt den Unterschied 2 $\frac{1}{2}$ D- und 3D-Werkzeugradiuskorrektur für das Umfangsfräsen dar.

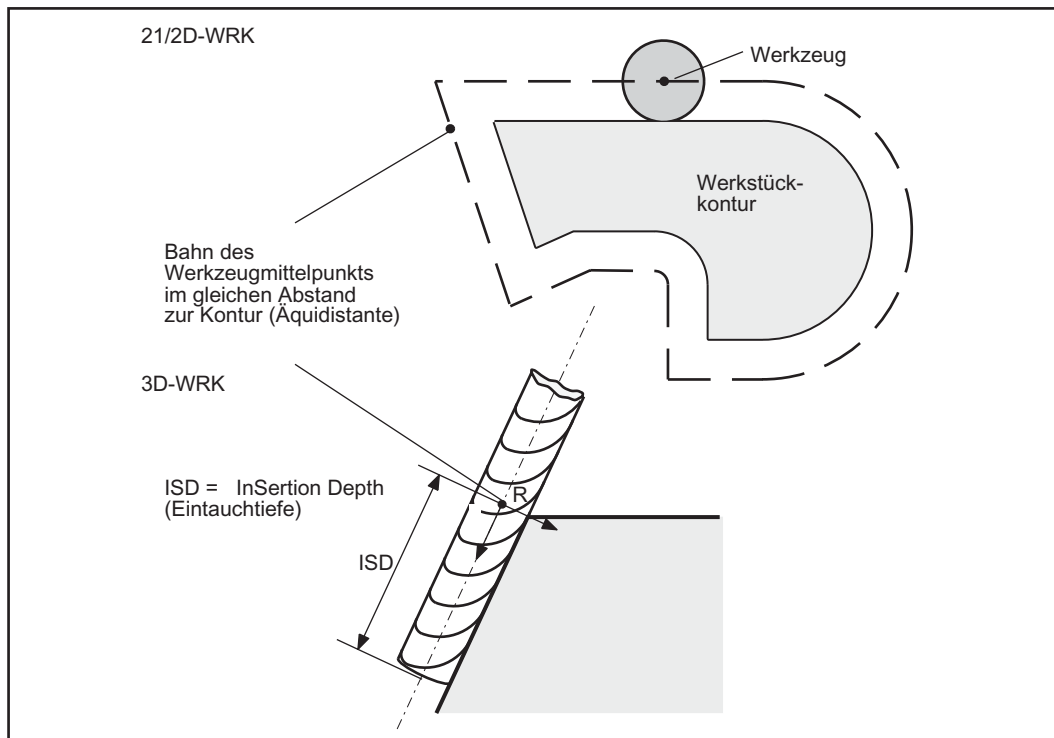


Bild 1-1 21/2D-, 3D-Werkzeugradiuskorrektur

Die Parameter für die Darstellung im Bild "Stirnfräsen" sind im Kapitel "Stirnfräsen" ausführlich beschrieben.

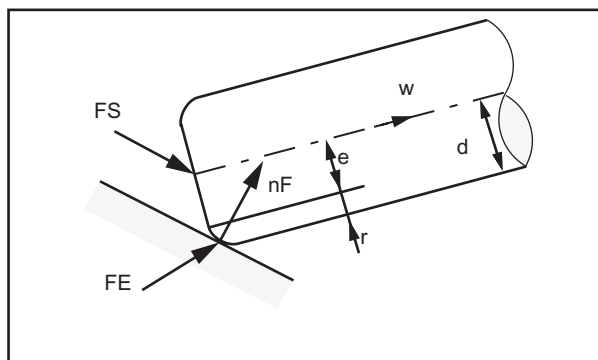


Bild 1-2 Stirnfräsen

Orientierung

Bei der 3D-WRK sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- Werkzeug mit raumfester Orientierung
- Werkzeug mit veränderlicher Orientierung

1.1 Bearbeitungsarten

Beim Fräsen räumlicher Konturen unterscheidet man zwischen zwei Bearbeitungsarten:

- Umfangsfräsen
- Stirnfräsen

Das Umfangsfräsen ist für die Bearbeitung sog. Regelflächen (z. B. Kegel, Zylinder, etc.) und das Stirnfräsen zur Bearbeitung gekrümmter Flächen (Freiformflächen) vorgesehen.

Umfangsfräsen

Beim Umfangsfräsen werden Werkzeuge folgendermaßen eingesetzt:

- mit raumfester Orientierung ($2\frac{1}{2}$ D-WRK) und
- mit veränderlicher Orientierung (3D-WRK)

Deshalb kann beim Umfangsfräsen nur dann eine 3D-WRK eingesetzt werden, wenn die Werkzeugorientierung veränderbar ist.

Zwischensätze, die mathematisch bedingt aus nicht tangentialen Übergängen notwendig sind, können mit dem Schnittpunktverfahren vermieden werden. In diesen Fällen werden die beiden beteiligten Kurven verlängert; der Schnittpunkt der beiden verlängerten Kurven wird angefahren.

Stirnfräsen

Stirnfräsen ist sowohl mit Werkzeugen konstanter Orientierung als auch mit Werkzeugen veränderbarer Orientierung möglich.

Vorteile von Werkzeugen mit veränderbarer Orientierung:

- bessere Approximation der Endkontur
- höhere Spanleistung
- größere Freiheit bei Auswahl der Werkzeugform
- größere Bandbreite bearbeitbarer Oberflächen (Hinterschnitte).

Ausführliche Beschreibung

Im folgenden Kapitel geht die Funktionsbeschreibung ausführlich auf 3D-Werkzeuradiuskorrektur bei folgenden Fräsformen ein:

- Umfangsfräsen und
- Stirnfräsen.

Werkzeugorientierung

Unter Werkzeugorientierung versteht man die geometrische Ausrichtung des Werkzeugs im Raum. Bei einer 5-Achs-Bearbeitungsmaschine ist die Werkzeugorientierung über Programmbefehle einstellbar.

Literatur:

/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

2.1 Umfangsfräsen

Umfangsfräsen

Die hier benutzte Variante des Umfangsfräsens ist durch Vorgabe einer Bahn (Leitlinie) und der zugehörigen Orientierung realisiert. Bei dieser Art der Bearbeitung ist auf der Bahn und den Außenecken die Werkzeugform ohne Bedeutung. Entscheidend ist allein der Radius am Werkzeugeingriffspunkt.

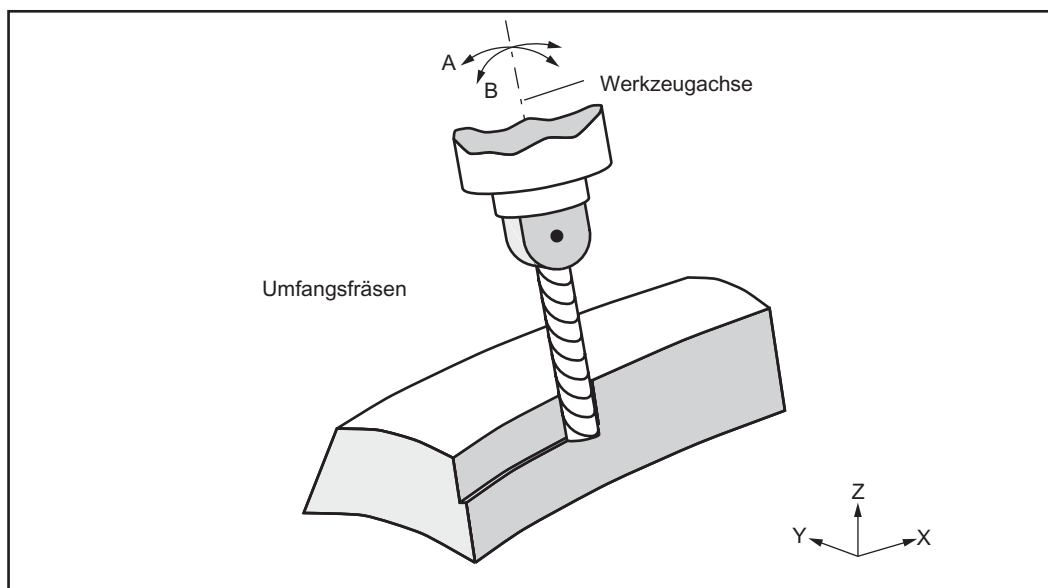


Bild 2-1 Umfangsfräsen

Eintauchtiefe ISD

Mit dem Programmbefehl ISD (InSertionDepth) wird die Eintauchtiefe des Werkzeugs beim Umfangsfräsen programmiert. Damit ist es möglich, die Lage des Bearbeitungspunktes auf der Mantelfläche des Werkzeuges zu verändern.

ISD gibt den Abstand zwischen Fräterspitze FS und dem Fräserhilfspunkt FH an. Der Punkt FH entsteht durch Projektion des programmierten Bearbeitungspunktes auf die Werkzeugachse. ISD wird nur bei aktiver 3D-WRK ausgewertet.

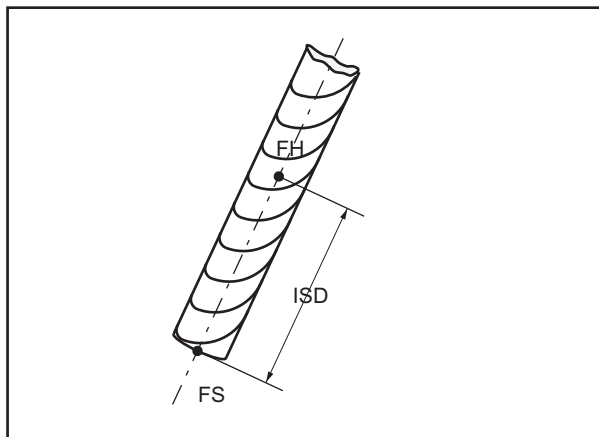


Bild 2-2 Eintauchtiefe

2.1.1 Ecken für Umfangsfräsen

Außenecken/Innenecken

Außen- und Innenecken müssen getrennt behandelt werden. Die Bezeichnung Innen- oder Außenecke ist abhängig von der Werkzeugorientierung. Bei Orientierungsänderungen an einer Ecke kann der Fall auftreten, dass sich der Eckentyp **während** der Bearbeitung ändert. Tritt dieser Fall auf, wird die Bearbeitung mit einer Fehlermeldung abgebrochen.

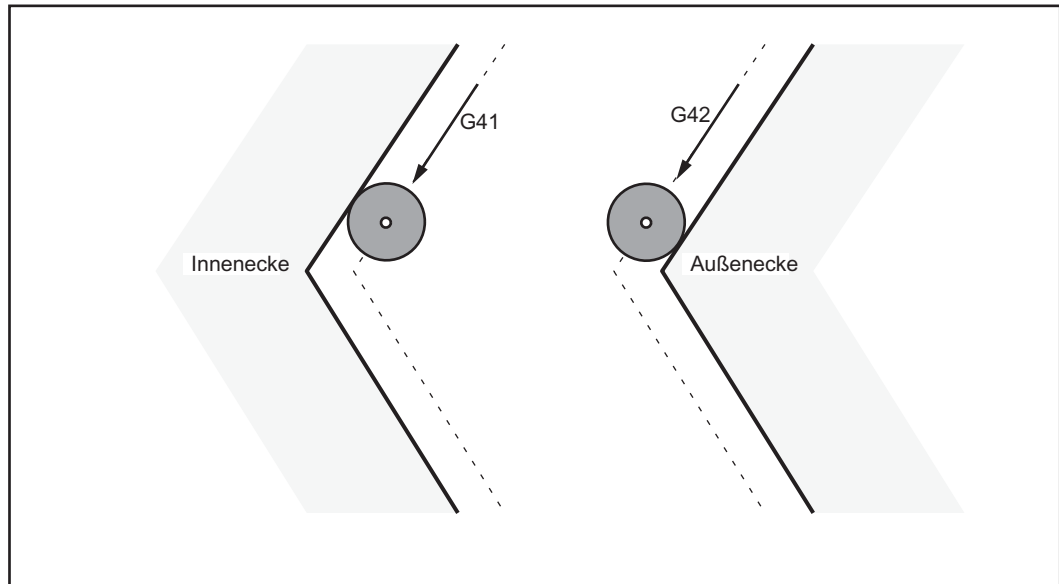


Bild 2-3 Eckentyp

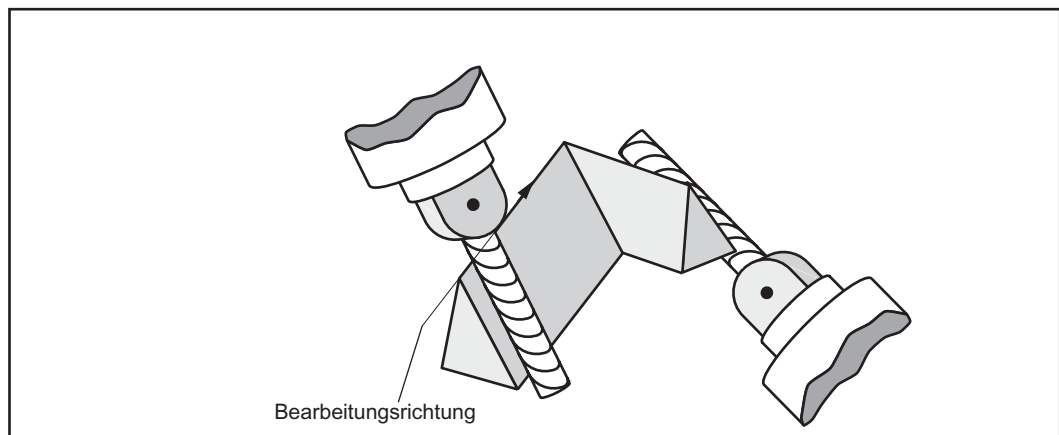


Bild 2-4 Änderung des Eckentyps während der Bearbeitung

2.1.2 Verhalten an Außenecken

An Außenecken wird analog zu den Verhältnissen bei der 21/2-D-Werkzeugradiuskorrektur bei G450 ein Kreis eingefügt bzw. bei G451 der Schnittpunkt der Offsetkurven angefahren.

Bei nahezu tangentialen Übergängen ist das Verhalten auch bei aktivem G450 wie bei G451 (Grenzwinkel ist über MD einstellbar). Umgekehrt wird auch bei aktivem G451 ein Kreis eingefügt (Verhalten wie bei G450), wenn kein Schnittpunkt existiert bzw. wenn der Winkel an der Ecke einen bestimmten Wert übersteigt (MD).

Findet zwischen den beiden Verfahrssätzen eine Orientierungsänderung statt, wird immer ein Kreis eingefügt.

G450

Außenecken werden als Kreise mit dem Radius 0 behandelt, auf denen die Werkzeugradiuskorrektur so wirkt wie auf jede andere programmierte Bahn.

Die Kreisebene wird von der Endtangente des ersten und der Starttangente des zweiten Satzes aufgespannt.

Eine Orientierungsänderung beim Satzübergang ist möglich.

Eine Orientierungsänderung zwischen zwei programmierten Sätzen wird wahlweise vor dem Kreissatz bzw. parallel zu diesem ausgeführt. Es werden immer Kreise eingefügt. Der Befehl DISC wird nicht ausgewertet.

Programmierung

- ORIC: Orientierungsänderung und Bahnbewegung parallel
(**O**RIentation Change **C**ontinuously)
- ORID: Orientierungsänderung und Bahnbewegung nacheinander
(**O**RIentation Change **D**iscontinuously)

Mit dem Programmbefehlen ORIC bzw. ORID kann festgelegt werden, ob Orientierungsänderungen, die zwischen zwei Sätzen programmiert wurden, vor Beginn des eingefügten Kreissatzes oder gleichzeitig mit diesem ausgeführt werden.

Ist an Außenecken eine Orientierungsänderung notwendig, so kann diese wahlweise parallel zur Interpolation oder getrennt von der Bahnbewegung erfolgen. Bei ORID werden zunächst die eingefügten Sätze ohne Bahnbewegung ausgeführt (Sätze mit Orientierungsänderungen, Hilfsfunktionsausgaben usw.). Der Kreissatz wird unmittelbar vor dem zweiten der beiden die Ecke bildenden Verfahrssätze eingefügt.

ORIC

Sind zwischen den Verfahrssätzen zwei oder mehrere Sätze mit Orientierungsänderungen (z. B. A2= B2= C2=) programmiert und ORIC ist aktiv, so wird der eingefügte Kreissatz entsprechend dem Betrag der Winkeländerungen auf diese Zwischensätze aufgeteilt.

Orientierungsänderung

Für die Art der Orientierungsänderung an einer Außenecke ist der Programmbefehl maßgebend, welcher im ersten Verfahrssatz einer Außenecke aktiv ist.

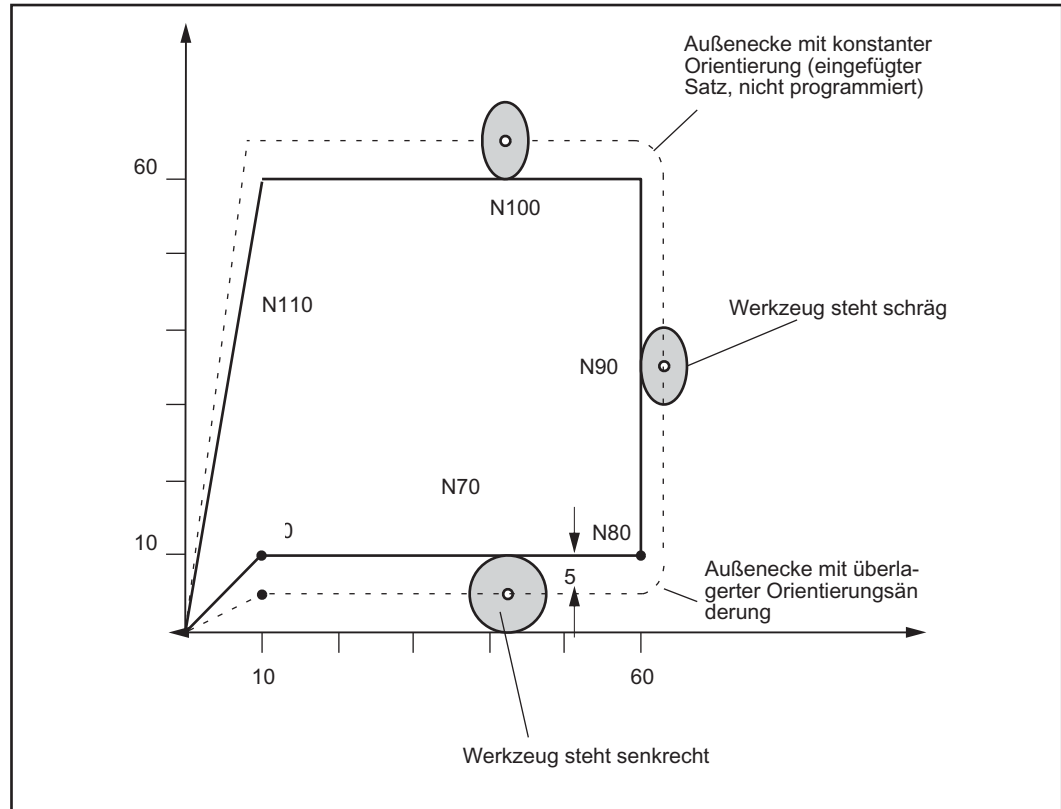


Bild 2-5 ORIC: Orientierungsänderung und Bahnbewegung parallel

Beispiel:

```

N10 A0 B0 X0 Y0 Z0 F5000 ; Radius=5
N20 T1 D1 ; Transformationsanwahl
N30 TRAORI(1) ; 3D-WRK-Anwahl
N40 CUT3DC
N50 ORIC ; WRK-Anwahl
N60 G42 X10 Y10
N70 X60 ; Orientierungsänderung an der von N70
; und N90 gebildeten Außenecke
N80 A3=1 B3=0 C3=1
N90Y60
N100 X10
N110 G40 X0 Y0
N120 M30
    
```

Im Satz N80 werden Kreisbewegung und Orientierungsänderung parallel ausgeführt (ORIC aktiv).

Sonderfall

Zwischensätze ohne Verfahrbewegungen werden an den programmierten Stellen ausgeführt, z. B. Hilfsfunktionen.

Beispiel:

```
N70 X60
N75 M20 ; Hilfsfunktionsaufruf
N80 A3=1 B3=0 C3=1 ; Orientierungsänderung an der von N70
N90 Y60 ; und N90 gebildeten Außenecke
```

Die Sätze N75 und N80 werden nach N70 ausgeführt. Danach wird der Kreissatz mit der aktuellen Orientierung ausgefahren.

ORID

Ist ORID aktiv, so werden alle Sätze zwischen den beiden Verfahrsätzen nach dem Ende des ersten Verfahrsatzes ausgeführt. Der Kreissatz mit konstanter Orientierung wird unmittelbar vor dem zweiten Verfahrsatz ausgeführt.

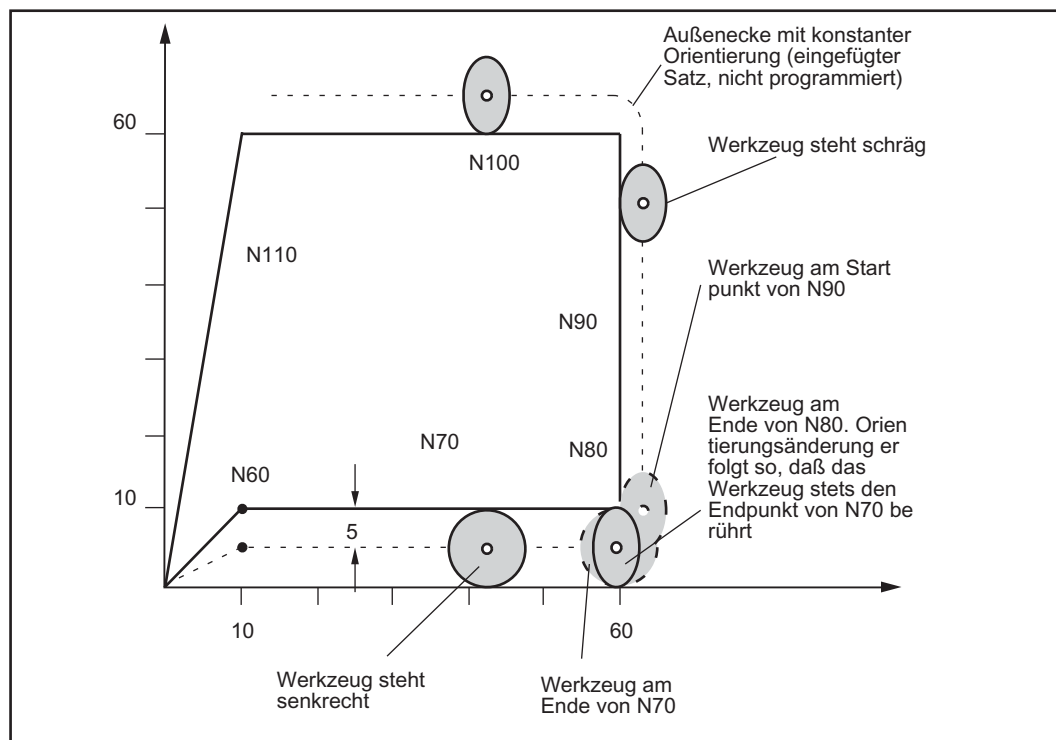


Bild 2-6 ORID: Orientierungsänderung und Bahnbewegung nacheinander

Beispiel:

```

N10 A0 B0 X0 Y0 Z0 F5000
N20 T1 D1 ; Radius=5
N30 TRAORI(1) ; Transformationsanwahl
N40 CUT3DC ; 3D-WRK-Anwahl
N50 ORID
N60 G42 X10 Y10 ; WRK-Anwahl
N70 X60
N80 A3=1 B3=0 C3=1 ; Orientierungsänderung an der von N70
N90 Y60 ; und N90 gebildeten Außenecke
N100 X10
N110 G40 X0 Y0
N120 M30

```

Hinweis

Der Befehl DISC wird nicht ausgewertet.

G451

Der Schnittpunkt wird bestimmt, indem die Offsetkurven der beiden beteiligten Sätze verlängert werden und deren Schnittpunkt in der Ebene senkrecht zur Werkzeugorientierung an der Ecke bestimmt wird. Existiert kein derartiger Schnittpunkt, wird ein Kreis eingefügt.

Wird ein Schnittpunkt in der Ebene senkrecht zum Werkzeug gefunden, bedeutet das nicht, dass sich die Kurven auch im Raum schneiden. Vielmehr werden die Kurven in Richtung der Werkzeuglängsachse betrachtet, die in der Regel einen bestimmten Abstand voneinander haben. Die Positionsdivergenz wird über die gesamte Satzlänge in Werkzeugrichtung herausgefahren.

Die Behandlung dieses Offsets in Werkzeugrichtung an Außenecken entspricht der an Innenecken.

Kein Schnittpunktverfahren

Das Schnittpunktverfahren wird nicht verwendet, wenn zwischen den beteiligten Verfahrssätzen mindestens ein Satz eingefügt ist, der eine Änderung der Werkzeugorientierung enthält. In einem solchen Fall wird an der Ecke immer ein Kreis eingefügt.

Sätze ohne Verfahrinformation

Sätze ohne relevante Verfahrinformationen (weder die Werkzeugorientierung noch die Position der Geometrieachsen werden verändert) sind zulässig. Das Schnittpunktverfahren wird auf die benachbarten Sätze so angewendet, als ob diese Zwischensätze nicht vorhanden wären. Ebenso sind in Zwischensätzen Bewegungen in Werkzeugrichtung zulässig.

2.1.3 Verhalten an Innenecken

Kollisionsüberwachung

Bei der 3D-Korrektur werden für die Schrittpointberechnung immer nur benachbarte Verfahrssätze betrachtet.

Bahnstücke müssen hinreichend lang sein, damit bei einer Orientierungsänderung an einer Innenecke die Berührungspunkte des Werkzeugs nicht über die Satzgrenze hinweg auf andere Sätze wandern.

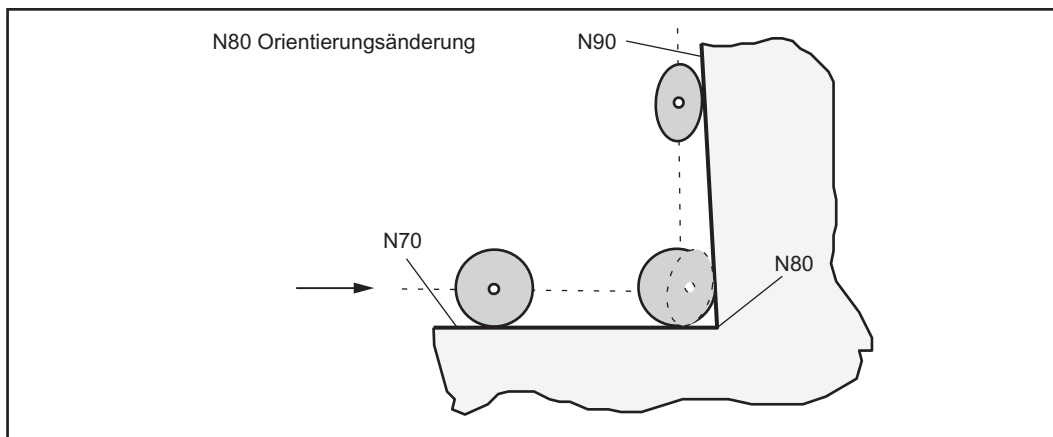


Bild 2-7 Durch eine Orientierungsänderung im Satz N80 dürfen die Berührungspunkte des Werkzeugs nicht über die Satzgrenzen der Sätze N70 bzw. N90 hinauswandern

Beispiel:

```

N10 A0 B0 X0 Y0 Z0 F5000
N20 T1 D1 ; Radius=5
N30 TRAORI(1) ; Transformationsanwahl
N40 CUT3DC ; 3D-WRK-Anwahl
N50 ORID
N60 G42 X10 Y10 ; WRK-Anwahl
N70 X60
N80 A3=1 B3=0 C3=1 ; Orientierungsänderung an der von
N90 X10 ; N70 und N90 gebildeten Innenecke
N100 G40 X0 Y0
N120 M30
    
```

Ohne Orientierungsänderung

Wird die Orientierung an der Satzgrenze nicht verändert, so muss die Kontur nur in der Ebene senkrecht zur Werkzeugachse betrachtet werden. Der Werkzeugquerschnitt ist dann ein Kreis, der die beiden Konturen berührt. Die geometrischen Verhältnisse in dieser Ebene sind identisch mit denen bei der 2^{1/2}D-Korrektur.

Mit Orientierungsänderung

Wird die Orientierung am Satzübergang geändert, wird das Werkzeug in der Innenecke so abgewälzt, dass es zu jedem Zeitpunkt die beiden Sätze, die die Innenecke bilden, berührt.

Bei einer Änderung der Orientierung in einem Satz, der mit einem anderen Satz eine Innenecke bildet, muss von dem programmierten Zusammenhang zwischen Bahnposition und zugehöriger Orientierung abgewichen werden, da die Bahnendposition nicht erreicht wird, die Orientierung aber ihren Endwert erreichen muss. Dieses Verhalten ist völlig analog zum Verhalten von Synchronachsen bei der 2¹/₂D-WRK.

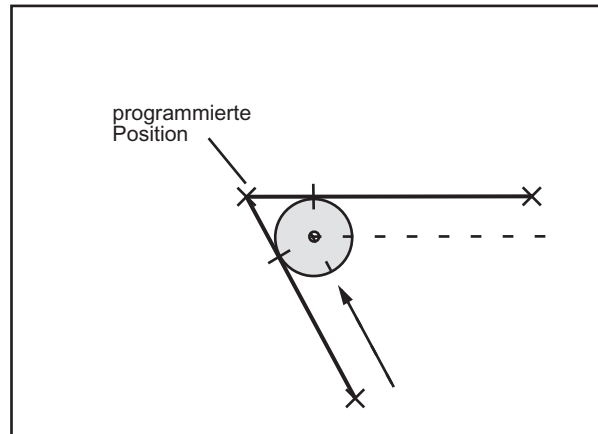


Bild 2-8 Bahnendposition und Orientierungsänderung an Innenecken

Änderung der Eintauchtiefe

Im allgemeinen Fall liegen die Konturelemente, die eine Innenecke bilden, nicht in der Ebene senkrecht zum Werkzeug, so dass die Berührungspunkte der beiden Sätze am Werkzeug unterschiedliche Abstände zur Werkzeugspitze haben.

Daraus folgt: Die Eintauchtiefe (ISD) ändert sich an einer Innenecke sprunghaft vom 1. zum 2. Satz.

Damit diese Tiefendifferenz nicht sprunghaft auftritt, wird sie bei der Interpolation auf die beteiligten Sätze kontinuierlich verteilt. Die Ausgleichsbewegung für die Tiefe erfolgt in der aktuellen Werkzeugrichtung.

Mit dieser Lösung treten bei zylindrischen Werkzeugen keine Konturverletzungen auf, wenn das Werkzeug so lang ist, dass der Fräseingriffspunkt auf dem Fräsermantel den Bereich, in dem eine Bearbeitung möglich ist, nicht verlässt.

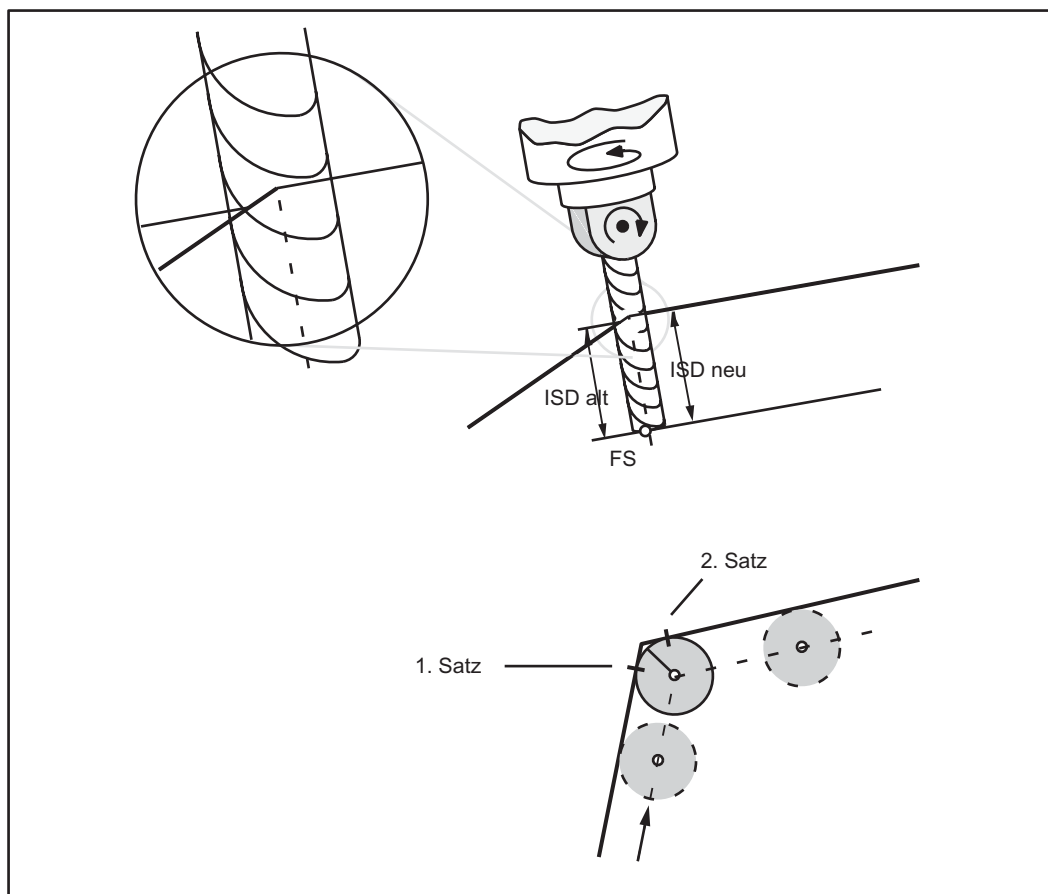


Bild 2-9 Änderung der Eintauchtiefe

Beispiel Innenecken

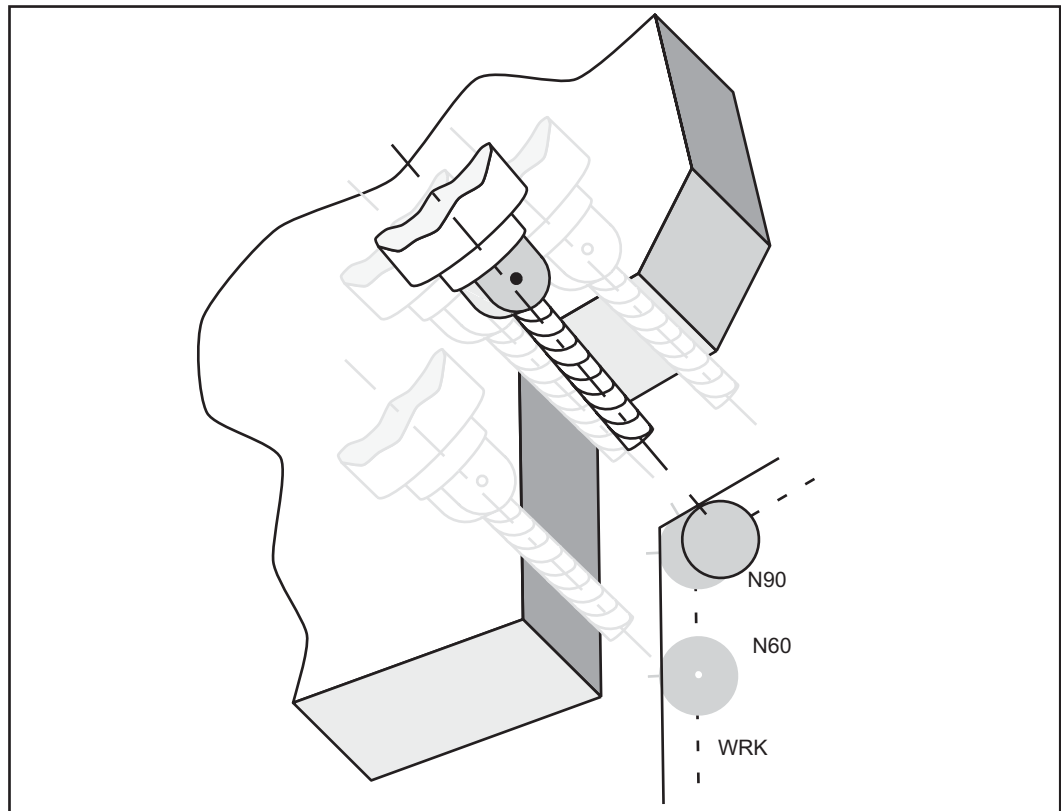


Bild 2-10 Änderung der Orientierung an einer Innenecke

Beispiel:

```

N10 A0 B0 X0 Y0 Z0 F5000
N20 T1 D1 ; Radius=5
N30 TRAORI(1) ; Transformationsanwahl
N40 CUT3DC ; 3D-WRK-Anwahl
N50 ORID
N60 G42 X10 Y10 G451 ; WRK-Anwahl
N70 Y60
N80 A3=1 B3=0 C3=1 ; Orientierungsänderung an der von
N90 X60 Y90 ; N70 und N90 gebildeten Innenecke
N100 G40 X... Y...
...
N190 CD0F
N200 M30

```

2.2 Stirnfräsen

Das Stirnfräsen dient zur Bearbeitung beliebig gekrümmter Oberflächen. Dabei sind Werkzeuglängsachse und Flächennormalenvektor mehr oder weniger parallel, während beim 3D-Umfangsfräsen die Werkzeuglängsachse und der Flächennormalenvektor der zu bearbeitenden Fläche aufeinander senkrecht stehen.

Für das Stirnfräsen ist die Information über die zu bearbeitende Flächen zwingend erforderlich, d. h. die Beschreibung der linienhaften Bahn im Raum allein reicht nicht aus. Für die Werkzeugkorrektur (der Begriff "Werkzeugradiuskorrektur" ist hier nicht mehr angemessen) beim Stirnfräsen muss außerdem die Werkzeugform bekannt sein.

Die Verhältnisse beim Stirnfräsen sind im untenstehenden Bild dargestellt.

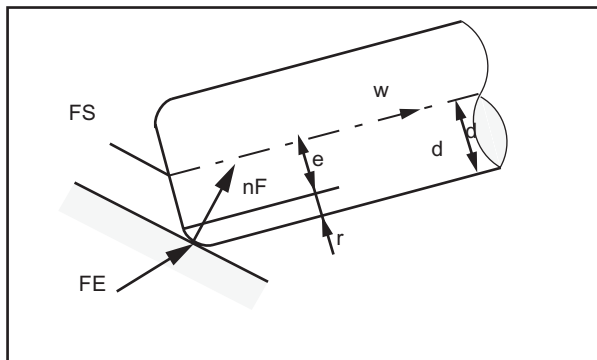


Bild 2-11 Stirnfräsen mit einem Torus

2.2.1 Fräsformen

Die beim Stirnfräsen möglichen Werkzeugformen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst und mit ihrer Vermaßung dargestellt.

Tabelle 2-1 Werkzeugformen beim Stirnfräsen

Fräsertyp	WKZ-Nr.	d	r	a
Kugelpfrräser (zylindrischer Gesenkfräser)	110	>0	X	X
Kugelpfrräser (kegeliger Gesenkfräser)	111	>0	>d	X
Schaftfräser ohne Eckenverrundung	120, 130	>0	X	X
Schaftfräser mit Eckenverrundung (Torusfräser)	121, 131	>r	>0	X
Kegelstumpfräser ohne Eckenverrundung	155	>0	X	>0
Kegelstumpfräser mit Eckenverrundung	156	>r	>0	>0

Wird im NC-Programm eine von vorstehender Tabelle abweichende Werkzeug Nummer verwendet, so wird als Werkzeugtyp ein Kugelpfrräser angenommen (Werkzeugtyp 110). Werkzeugparameter, die in der Werkzeuggeste mit X gekennzeichnet sind, werden nicht ausgewertet. Ein eventuell von Null verschiedener Wert ist für die Werkzeugkorrektur beim Stirnfräsen ohne Bedeutung.

Werden Werkzeugdaten programmiert, die die in vorstehender Tabelle angegebenen Grenzen verletzen, so wird ein Alarm ausgegeben.

Bei allen Werkzeugtypen gilt, dass die Form des Werkzeugschaftes nicht berücksichtigt wird. Deshalb sind beispielsweise auch die beiden Werkzeugtypen 120 (Schafffräser) und 155 (Kegelstumpffräser) in ihrer Wirkung identisch, da ausschließlich der Abschnitt an der Werkzeugspitze berücksichtigt wird. Der Unterschied besteht lediglich in einer anderen Darstellung (Vermaßung) der Werkzeugform.

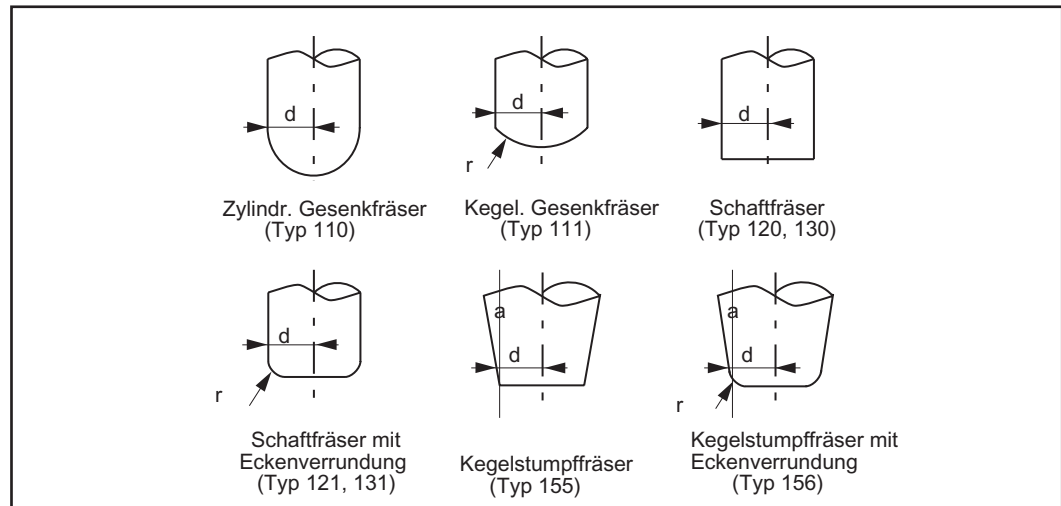


Bild 2-12 Werkzeugtypen für Stirnfräser

Die Werkzeugdaten werden unter folgenden Werkzeugparameternummern abgelegt:

Tabelle 2-2 Werkzeugparameternummern für die Werkzeugdaten

Werkzeugdaten	Geometrie	Verschleiß
d	\$TC_DP6	\$TC_DP15
r	\$TC_DP7	\$TC_DP16
a	\$TC_DP11	\$TC_DP20

Hinweis

Geometrie- und Verschleißwerte eines Werkzeugdatums wirken additiv.

Der Bezugspunkt für die Werkzeuglängenkorrektur (auch als Werkzeugspitze oder TCP-Tool Center Point bezeichnet) ist bei allen Werkzeugtypen der Punkt, an dem die Längsachse des Werkzeugs die Oberfläche durchstößt.

Ein neues Werkzeug mit veränderten Abmessungen darf nur bei der erstmaligen Aktivierung der Werkzeugkorrektur (d. h. beim Übergang von G40 nach G41 oder G42) bzw. bei bereits aktiver Korrektur nur bei erneuter Programmierung von G41 bzw. G42 programmiert werden.

Im Gegensatz zum Umfangsfräsen gibt es deshalb keine veränderlichen Werkzeugabmessungen in einem Satz.

Diese Einschränkung bezieht sich nur auf die Werkzeugform (Werkzeugtyp, Abmessungen d, r und a).

Ein Wechsel des Werkzeugs, bei dem sich nur andere Werkzeugdaten (z. B. die Werkzeuglänge) ändern, ist zulässig, sofern nicht Restriktionen unabhängig von der Funktionalität des Stirnfräsens gelten. Bei einem unzulässigen Werkzeugwechsel wird ein Alarm ausgegeben.

2.2.2 Orientierung

Für das 3-D-Stirnfräsen sind erweiterte Möglichkeiten zur Orientierungsprogrammierung vorgesehen.

Um die Werkzeugkorrektur für das Stirnfräsen berechnen zu können, reicht die Angabe der Bahn (d. h. einer Linie im Raum) nicht aus. Es muss zusätzlich die zu bearbeitende Fläche bekannt sein. Die notwendige Information über die Fläche wird der Steuerung mit dem Flächennormalenvektor zur Verfügung gestellt.

Der Flächennormalenvektor am Satzanfang wird mit A4, B4, C4, der am Satzende mit A5, B5, C5 programmiert. Komponenten der Flächennormalenvektoren, die nicht programmiert sind, werden auf Null gesetzt. Die Länge eines derart programmierten Vektors hat keine Bedeutung. Ein Vektor der Länge Null (alle drei Komponenten Null) wird ignoriert, d. h. eine vorher programmierte Richtung bleibt gültig, es wird kein Alarm erzeugt.

Wird in einem Satz nur der Startvektor programmiert (A4, B4, C4), so bedeutet das, dass der programmierte Flächennormalenvektor während des ganzen Satzes konstant bleibt. Wird nur der Endvektor programmiert (A5, B5, C5), so wird vom Endwert des vorherigen Satzes mittels Großkreisinterpolation zum programmierten Endwert interpoliert. Sind sowohl Start- als auch Endvektor programmiert, so wird zwischen beiden Richtungen ebenfalls mittels Großkreisinterpolation interpoliert. Die Tatsache, dass der Startvektor in einem Satz neu programmiert werden darf bedeutet, dass sich die Richtung des Flächennormalenvektors an einem Satzübergang unstetig ändern kann. Unstetige Übergänge des Flächennormalenvektors treten immer dann auf, wenn die an einem Satzübergang beteiligten Flächen (Ebenen) nicht tangential ineinander übergehen, d. h. wenn sie eine Kante bilden.

Ein einmal programmierter Flächennormalenvektor bleibt solange gültig, bis ein neuer Vektor programmiert wird. Bei Grundstellung wird der Flächennormalenvektor gleich dem Vektor in z-Richtung gesetzt. Diese Grundstellungsrichtung ist unabhängig von der aktiven Ebene (G17 - G19). Ist ORIWS aktiv, beziehen sich Flächennormalenvektoren auf den aktiven Frame, d. h. bei einer Framedrehung werden diese mitgedreht. Dies gilt sowohl für programmierte Orientierungen als auch für solche, die aus der aktiven Ebene abgeleitet wurden. Ist ORIWS aktiv, werden bei Framewechsel die Flächennormalenvektoren mitgeführt. Beim Umschalten von ORIWS nach ORIMKS wird eine durch Framedrehungen modifizierte Orientierung nicht wieder rückgängig gemacht.

Es muss beachtet werden, dass programmierte und intern verwendete Flächennormalenvektoren voneinander abweichen können. Dies ist immer dann der Fall, wenn der programmierte Flächennormalenvektor nicht senkrecht auf der Bahntangente steht. Es wird dann ein neuer Flächennormalenvektor gebildet, der in der von Bahntangente und programmiertem Flächennormalenvektor aufgespannten Ebene liegt, der jedoch auf dem Bahntangentenvektor senkrecht steht. Diese Orthogonalisierung ist erforderlich, da Bahntangentenvektor und Flächennormalenvektor bei einer realen Fläche immer aufeinander senkrecht stehen (müssen). Da die beiden Größen jedoch unabhängig voneinander programmiert werden können, können sie Informationen enthalten, die sich gegenseitig widersprechen. Die Orthogonalisierung bewirkt, dass in diesem Fall der im

Bahntangentenvektor enthaltenen Information der Vorzug vor der im Flächennormalenvektor enthaltenen Information gegeben wird. Es wird ein Alarm ausgegeben, wenn der Winkel zwischen Bahntangentenvektor und programmiertem Flächennormalenvektor den Grenzwert unterschreitet, bestimmt durch das Maschinendatum:

MD21084 \$MC_CUTCOM_PLANE_PATH_LIMIT (minimaler Winkel zw. Flächennormalvek. u. Bahntangentenvektor)

Wird ein Satz verkürzt (Innenecke), so wird auch der Interpolationsbereich des Flächennormalenvektors entsprechend reduziert, d. h. anders als bei Interpolationsgrößen wie z. B. der Position einer zusätzlichen Synchronachse wird der Endwert des Flächennormalenvektors dann nicht erreicht.

Neben den bekannten Möglichkeiten zur Orientierungsprogrammierung, kann die Werkzeugorientierung mit den beiden Adressen LEAD (Voreil- oder Sturzwinkel) und TILT (Seitwärtswinkel) auch auf den Flächennormalenvektor und Bahntangentenvektor bezogen werden. Der Voreilwinkel ist der Winkel zwischen der Werkzeugorientierung und dem Flächennormalenvektor, der Seitwärtswinkel ist der Winkel zwischen der Bahntangente und der Projektion des Werkzeugvektors in die zu bearbeitende Oberfläche. Die Angabe der Winkel relativ zur Flächennormalen ist lediglich eine erweiterte Möglichkeit der Orientierungsprogrammierung am Satzende. Sie impliziert nicht, dass Voreil- und Seitwärtswinkel ihre programmierten Werte bereits vor Erreichen des Bahnendpunktes erreichen.

Aus Bahntangente, Flächennormalenvektor, Voreilwinkel und Seitwärtswinkel am Satzende wird die resultierende Werkzeugorientierung ermittelt. Diese wird am Satzende immer erreicht, insbesondere auch dann, wenn der Satz (an einer Innenecke) verkürzt wird. Ist das entfallende Bahnstück keine Gerade in einer Ebene, weichen im neuen Bahnendpunkt Voreil- und Seitwärtswinkel im allgemeinen von ihren programmierten Werten ab, denn bei gleicher absoluter Orientierung des Werkzeugs wie im ursprünglichen Bahnendpunkt ist die Orientierung relativ zum Flächennormalenvektor bzw. Bahntangentenvektor verändert.

2.2.3 Korrektur auf der Bahn

Werkzeuglängsachse parallel zur Flächennormalen

Beim Stirnfräsen muss der Fall gesondert betrachtet werden, dass der Bearbeitungspunkt auf der Werkzeugoberfläche springt. Dies kann bei einem Torusfräser immer dann der Fall sein, wenn Flächennormalenvektor $\mathbf{n}_F$ und Werkzeugvektor $\mathbf{w}$ kollinear werden (d. h. das Werkzeug steht exakt senkrecht auf der Oberfläche), da dieser Richtung auf dem Werkzeug nicht ein einzelner Punkt entspricht, sondern die gesamte Kreisfläche an der Werkzeugstirnseite. Der Berührungspunkt ist deshalb bei dieser Orientierung nicht definiert. Ein Bahnpunkt, in dem Werkzeuglängsachse und Flächennormale parallel sind, wird im Folgenden als singulärer Punkt oder kurz als Singularität bezeichnet.

Dieser Fall ist auch praktisch von Bedeutung, z. B. dann, wenn mit einem senkrecht stehenden Werkzeug eine konvexe Oberfläche bearbeitet werden soll (z. B. Stirnfräsen mit konstanter Orientierung), deren Flächennormale ebenfalls senkrecht werden kann (z. B. eine Halbkugel). Der Bearbeitungspunkt an der Kontur bleibt dabei fix, die Maschine muss jedoch bewegt werden, um den Bearbeitungspunkt von einer Werkzeugseite zur anderen bringen.

Das beschriebene Problem ist lediglich ein Grenzfall (Voreilwinkel $\beta = 0$ und Seitwärtswinkel $\gamma = 0$). Wird der Voreilwinkel $\beta = 0$ und der Seitwärtswinkel γ hat einen kleinen Wert, so muss das Werkzeug sehr schnell (im Grenzfall sprungartig) bewegt werden, um den durch

die Fräsbedingungen erzwungenen Bearbeitungspunkt nahe der die Stirnfläche bildenden Kreislinie einzuhalten, siehe folgendes Bild.

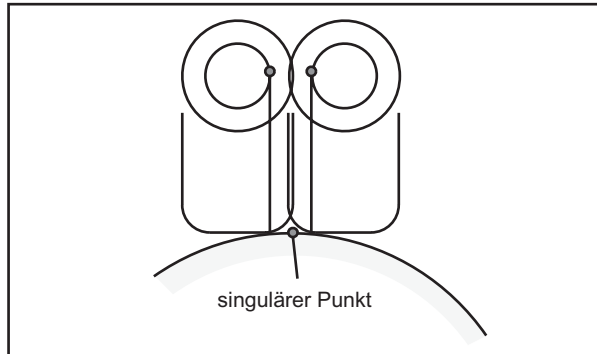


Bild 2-13 Wechsel des Bearbeitungspunktes auf der Werkzeugoberfläche in der Umgebung eines Punktes, in dem Flächennormalenvektor und Werkzeugorientierung parallel sind

Es wird im Grundsatz folgendermaßen gelöst: Ist der Winkel δ zwischen Flächennormalenvektor $\mathbf{n}_F$ und Werkzeugorientierung $\mathbf{w}$ kleiner als ein Grenzwert (Maschinendatum) $\delta_{\min}$, so muss der Seitwärtswinkel γ bei den Werkzeugtypen mit ebener Stirnseite (z. B. Torusfräser oder Zylinderfräser) 0 sein. Bei Werkzeugtypen mit kugelförmiger Stirnfläche (Kugelpopfrräser, Gesenkräser) ist diese Einschränkung nicht erforderlich, da hier Winkeländerungen in der Nähe der Singularität nicht zu sprunghaften Änderungen des Bearbeitungspunktes auf der Werkzeugoberfläche führen. Wird nun $\delta = 0$, d. h. der Voreilwinkel b ändert sein Vorzeichen, springt der Bearbeitungspunkt von dem bisherigen Bearbeitungspunkt auf die gegenüberliegende Seite des Werkzeugs. Diese Bewegung wird in einem eingefügten Linearsatz ausgeführt.

Wird versucht, im nicht zugelassenen Winkelbereich für den Seitwärtswinkel γ zu arbeiten (d. h. es gilt $\delta < \delta_{\min}$ und $\gamma < 0$), wird die Bearbeitung mit einem Alarm abgebrochen.

Das Einfügen von Linearsätzen macht es erforderlich, die Originalsätze an den singulären Punkten aufzuspalten. Die durch diesen Vorgang entstandenen Teilsätze werden wie Originalsätze behandelt. Dies hat unter anderem auch zur Folge, dass eine konkave Bahn, die eine Singularität enthält, wie eine Innenecke behandelt wird, d. h. es kommt in diesem Fall zu keiner Konturverletzung. In jedem neu entstandenen Teilsatz muss mindestens ein Berührungspunkt des Werkzeugs existieren, da für dessen Berechnung stets nur benachbarte Verfahrssätze betrachtet werden.

Singularitäten können nicht nur in isolierten Punkten auftreten, sondern auch über ganze Kurven. Dieser Fall tritt z. B. (aber nicht ausschließlich) dann auf, wenn es sich bei der zu interpolierenden Kurve um eine ebene Kurve (d. h. eine Kurve, deren Schmiegeebene konstant ist) handelt und das Werkzeug konstant parallel zum Binormalenvektor, d. h. senkrecht zur Schmiegeebene ausgerichtet ist. Ein einfaches Beispiel ist ein Kreisbogen in der x-y-Ebene, der mit einem Werkzeug bearbeitet wird, das parallel zur z-Achse ausgerichtet ist. Bei Bahnen dieses Typs reduziert sich die Werkzeugkorrektur auf eine Werkzeuglängenkorrektur, d. h. das Werkzeug wird so geführt, dass seine Spitze FS auf der programmierten Bahn liegt.

Beim Übergang zwischen singulären und nicht singulären Kurven müssen wie bei der Behandlung einzelner Punkte Linearsätze eingefügt werden, damit der Bearbeitungspunkt auf dem Werkzeug von der Werkzeugspitze FS zur Peripherie wandern kann (an Außenecken bzw. konvexen Flächen) bzw. die Bahnen müssen verkürzt werden um Konturverletzungen zu vermeiden (an Innenecken bzw. konkaven Flächen).

2.2.4 Ecken für Stirnfräsen

Zwei Flächen, die nicht tangential ineinander übergehen, bilden eine Kante. Die auf den Flächen definierten Bahnen bilden eine Ecke. Diese Ecke ist ein Punkt der Kante.

Der Eckentyp (Innen- oder Außenecke) wird durch die Flächennormalen der beteiligten Flächen und die auf ihnen definierten Bahnen festgelegt.

An einer Kante kann der Fall auftreten, dass die Flächennormalen der beiden beteiligten Flächen in entgegengesetzten Richtungen der Gesamtflächen zeigen (die Vorderseite der einen Fläche wird mit der Rückseite der zweiten Fläche fortgesetzt), siehe auch das folgende Bild. Derartige Übergänge sind nicht erlaubt und werden mit einem Alarm abgelehnt.

Das Skalarprodukt aus Flächennormalenvektor und (gegebenenfalls veränderlicher) Werkzeugorientierung an einer Ecke oder Bahn muss in jedem Punkt positiv sein, d. h. eine Bearbeitung von der Rückseite der Oberfläche ist nicht zulässig. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, wird ein Alarm ausgegeben. Die grundsätzlich zulässigen Gültigkeitsbereiche der Werkzeugorientierung bei Innen- und Außenecken sind im folgenden Bild veranschaulicht. Diese Bereiche werden weiter durch die Bedingung eingeschränkt, dass der Winkel zwischen den zu bearbeitenden Flächen und der "steilsten" Mantellinie der Werkzeugoberfläche einen über ein Maschinendatum festgelegten Wert nicht überschreiten darf. Die "steilste" Mantellinie ist dabei eine Linie, die um den Winkel α gegen die Werkzeuglängsachse geneigt ist (bei zylindrischen Werkzeugen hat diese Linie die Richtung der Werkzeuglängsachse). Diese Einschränkung ist notwendig, damit der Berührungspunkt auf dem Werkzeug den zulässigen Bereich nicht verlässt.

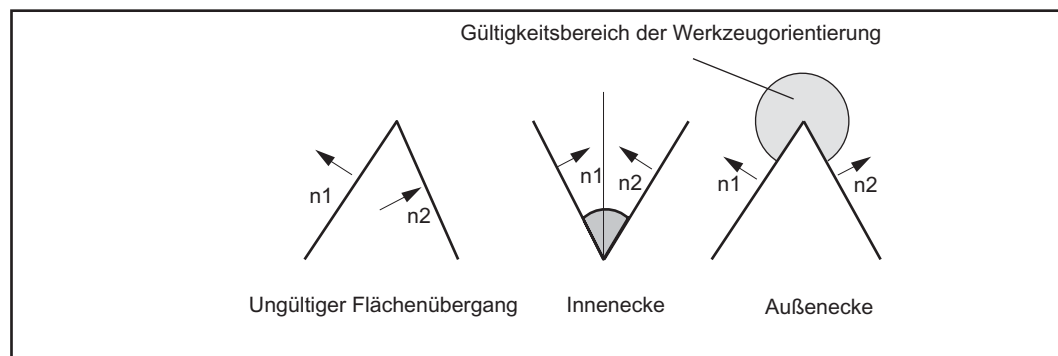


Bild 2-14 Ecken beim Stirnfräsen

Zwischen zwei Sätzen, die eine Bahn enthalten, können Sätze eingefügt sein, die keine Bewegung enthalten (z. B. Hilfsfunktionsausgaben) und/oder die Achsbewegungen der nicht an der Bahn beteiligten Achsen enthalten. Insbesondere können in solchen Sätzen auch Orientierungsänderungen programmiert sein. Eine Ausnahme bildet dabei das Aktivieren und das Deaktivieren der 3D-Werkzeugradiuskorrektur: Zwischen dem Aktivierungssatz und dem ersten korrigierten Satz bzw. zwischen dem letzten korrigierten Satz und dem Deaktivierungssatz sind Zwischensätze mit Orientierungsänderungen nicht zulässig. Andere Zwischensätze sind jedoch erlaubt.

2.2.5 Verhalten an Außenecken

Außenecken werden als Kreise mit dem Radius 0 behandelt, auf denen die Werkzeugradiuskorrektur so wirkt wie auf jede andere programmierte Bahn.

Die Kreisebene wird von der Endtangente des ersten und der Starttangente des zweiten Satzes aufgespannt.

Eine Orientierungsänderung beim Satzübergang ist möglich.

An einer Außenecke wird immer ein Kreissatz eingefügt.

Eine Orientierungsänderung zwischen zwei programmierten Sätzen wird wahlweise vor dem Kreissatz bzw. parallel zu diesem ausgeführt.

Programmierung

- ORIC: Orientierungsänderung und Bahnbewegung parallel
(**OR**ientation Change **C**ontinuously)
- ORID: Orientierungsänderung und Bahnbewegung nacheinander
(**OR**ientation Change **D**iscontinuously)

Mit dem Programmbefehlen ORIC bzw. ORID kann festgelegt werden, ob Orientierungsänderungen, die zwischen zwei Sätzen programmiert wurden, vor Beginn des eingefügten Kreissatzes oder gleichzeitig mit diesem ausgeführt werden.

Ist an Außenecken eine Orientierungsänderung notwendig, so kann diese wahlweise parallel zur Interpolation oder getrennt von der Bahnbewegung erfolgen. Bei ORID werden zunächst die eingefügten Sätze ohne Bahnbewegung ausgeführt (Sätze mit Orientierungsänderungen, Hilfsfunktionsausgaben usw.). Der Kreissatz wird unmittelbar vor dem zweiten der beiden die Ecke bildenden Verfahrssätze eingefügt.

ORIC

Sind zwischen den Verfahrssätzen zwei oder mehrere Sätze mit Orientierungsänderungen (z. B. A2= B2= C2=) programmiert und ORIC ist aktiv, so wird der eingefügte Kreissatz entsprechend dem Betrag der Winkeländerungen auf diese Zwischensätze aufgeteilt.

Orientierungsänderung

Für die Art der Orientierungsänderung an einer Außenecke ist der Programmbefehl maßgebend, welcher im ersten Verfahrssatz einer Außenecke aktiv ist.

Ist die Werkzeugorientierung an einer Außenecke nicht konstant, wird die Orientierungsänderung völlig analog zur der im Kapitel "Verhalten an Außenecken" für das Umfangsfräsen dargestellten Art und Weise ausgeführt.

2.2.6 Verhalten an Innenecken

An einer Innenecke muss die Lage des Werkzeugs gefunden werden, in der dieses die beiden beteiligten Flächen berührt, wobei die Berührungspunkte auf den auf den beiden Flächen definierten Bahnen liegen sollen. Diese Aufgabe ist im Allgemeinen nicht exakt lösbar, denn führt man das Werkzeug auf der Bahn der ersten Fläche, so wird es die zweite Fläche im Allgemeinen in einem Punkt berühren, der nicht auf der Bahn liegt.

Das Werkzeug wird deshalb nicht auf der Bahn der ersten Fläche geführt, sondern es wird in geeigneter Weise so von der Bahn abgewichen, dass in der Position, in der das Werkzeug beide Flächen berührt, die Abweichung der Berührungspunkte von den jeweiligen Konturen minimal wird, siehe auch das folgende Bild.

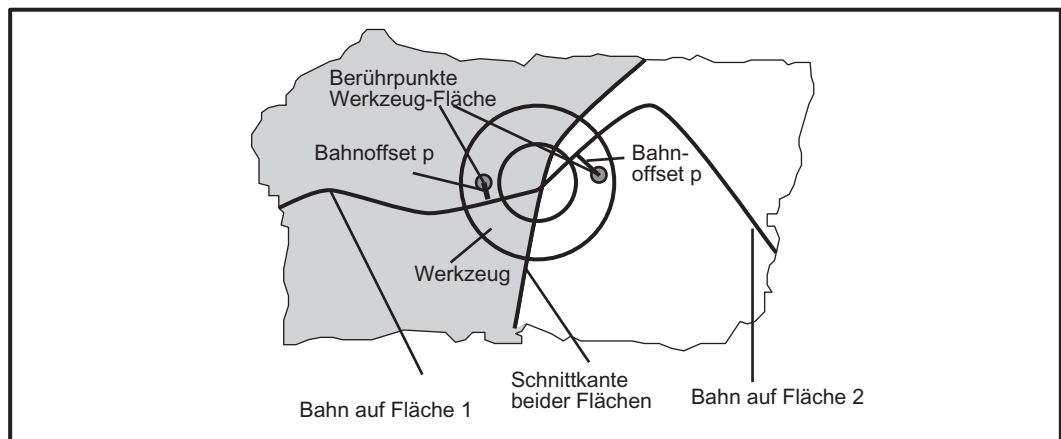


Bild 2-15 Innenecke beim Stirnfräsen (Ansicht in Richtung der Werkzeuglängsachse)

Hinweis

Die Abweichung der Berührungspunkte von der programmierten Kontur wird in der Regel klein sein, da der im Bild zum besseren Verständnis dargestellte Fall, dass der Bearbeitungspunkt an einer Innenecke die Fräserseite "wechselt" (die Winkeldifferenz Ψ um die Werkzeuglängsachse zwischen den beiden Berührungspunkten auf der Werkzeugoberfläche hat ungefähr den Wert 180°), eher die Ausnahme sein wird (siehe auch folgendes Bild, rechts). Im Normalfall wird Ψ nahezu konstant bleiben, so dass sich ein relativ kleiner Abstand der Berührungspunkte auf der Werkzeugoberfläche ergibt (siehe auch folgendes Bild, links).

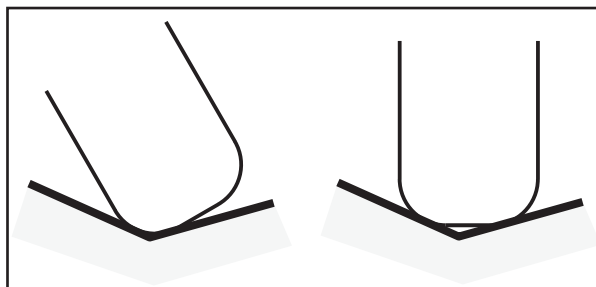


Bild 2-16 Bearbeitung an Innenecken

Die Differenz zwischen programmiertem Punkt auf der Bahn und tatsächlich anzufahrendem Punkt (der Bahnoffset p) wird linear über die gesamte Satzlänge herausgefahren. Differenzen, die sich aus Innenecken an Satzanfang und Satzende ergeben, werden überlagert. Die aktuelle Differenz in einem Bahnpunkt ist dabei immer senkrecht zu Bahn und liegt in der durch den Flächennormalenvektor definierten Oberfläche.

Ist die Werkzeugorientierung an einer Innenecke nicht konstant, wird die Orientierungsänderung analog zur der im Kapitel "Verhalten an Innenecken" für das 3D-Umfangsfräsen dargestellten Art und Weise ausgeführt, d. h. das Werkzeug wird in der Ecke so abgewälzt, dass am Satzanfang, am Satzende und an zwei Punkten bei $\frac{1}{3}$ und bei $\frac{2}{3}$ der Orientierungsänderung die Bedingung erfüllt ist, dass diese die beiden begrenzenden Flächen berührt. Zwischen diesen 4 Punkten wird mit einem Polynom 3. Grades interpoliert.

Eine veränderliche Werkzeugorientierung in einem Satz, der wegen einer Innenecke verkürzt wird, wird ebenfalls in der im Kapitel "Verhalten an Innenecken" für das 3D-Umfangsfräsen dargestellten Art und Weise behandelt, d. h. die gesamte Orientierungsänderung wird im verkürzten Satz ausgeführt. Damit ändert sich auch der funktionale Zusammenhang zwischen Bahntangente, Flächennormale und Werkzeugorientierung. Dies hat zur Folge, dass in dem verkürzten Satz neue, vorher nicht vorhandene Singularitäten oder unzulässige Seitwärtswinkel (in Punkten, die nahezu singulär sind) auftreten können. Tritt bei der Behandlung einer Innenecke eine derartige Situation auf, wird die Bearbeitung mit einem Alarm abgebrochen. Eine Satzaufteilung an den singulären Punkten wird nicht vorgenommen, da die dann erforderlichen Ausgleichbewegungen häufig zu Konturverletzungen führen würden, und der Wechsel der Bearbeitungsseite am Werkzeug vom Anwender in der Regel nicht beabsichtigt und auch nicht vorhersehbar ist. Der Alarm wird bei der Untersuchung einer Innenecke auch dann ausgegeben, wenn die Singularität im zweiten der beiden Sätze auftritt, ohne dass der Übergang zum Folgesatz betrachtet wird. Es wird somit nicht erkannt, wenn ein solcher Satz auch mit seinem Folgesatz eine Innenecke bildet und die Singularität durch die zweite Verkürzung wieder verschwinden würde.

Der Flächennormalenvektor n_F wird durch die Verkürzung eines Satzes nicht beeinflusst. Das bedeutet, dass anders als bei der Werkzeugorientierung die eventuell auszuführende Orientierungsänderung dieses Vektors nicht auf das verkürzte Verfahrintervall abgebildet wird. Dies ist notwendig, weil andernfalls eine andere als die programmierte Fläche bearbeitet würde. Anders als bei der Werkzeugorientierung ist auch eine sprunghafte Änderung der Flächennormalen an einem Satzübergang unproblematisch, da ihr keine Achsbewegungen entsprechen.

Beim Stirnfräsen muss ebenso wie beim 3D-Umfangsfräsen (siehe Kapitel "Verhalten an Innenecken") sichergestellt sein, dass in den beiden Verfahrsätzen, die eine Innenecke bilden, Berührungspunkte gefunden werden. Es erfolgt keine Betrachtung über mehrere Verfahrsätze hinweg (d. h. es gibt keine Flaschenhalserkennung), CDON/CDOF wird nicht ausgewertet. Wird kein Berührungspunkt gefunden, wird die Bearbeitung mit einem Alarm (Kollisionsgefahr) abgebrochen.

2.2.7 Überwachung der Bahnkrümmung

Die Bahnkrümmung wird nicht überwacht, d. h. es wird in der Regel nicht erkannt, wenn versucht wird, eine konkave Fläche zu bearbeiten, die so stark gekrümmt ist, dass eine Bearbeitung mit dem verwendeten Werkzeug nicht möglich ist. Eine Ausnahme können solche Sätze bilden, die auf Grund einer erkannten Singularität aufgeteilt werden, so dass der Übergang zwischen den beiden daraus entstehenden Teilsätzen wie eine Innenecke behandelt wird. Abgesehen von diesen Sonderfällen liegt es in der Verantwortung des Anwenders, nur solche Werkzeuge zu verwenden, mit denen überall auf der Kontur eine Bearbeitung ohne Konturverletzung möglich ist.

2.3 An-/Abwahl der 3D-WRK

Für die An-/Abwahl der 3D-Werkzeugradiuskorrektur gelten folgende Befehle für das Umfangsfräsen bzw. Stirnfräsen:

- CUT3DC (Umfangsfräsen)
- CUT3DFS (Stirnfräsen)
- CUT3DFF (Stirnfräsen)
- CUT3DF (Stirnfräsen)

2.3.1 Anwahl der 3D-WRK

CUT3DC

3D-Radiuskorrektur für das Umfangsfräsen (nur bei aktiver 5-Achs-Transformation).

CUT3DFS

3D-Werkzeugkorrektur für das Stirnfräsen mit konstanter Orientierung. Die Werkzeugorientierung ist durch G17 - G19 festgelegt und wird durch Frames nicht beeinflusst.

CUT3DFF

3D-Werkzeugkorrektur für das Stirnfräsen mit konstanter Orientierung. Die Werkzeugorientierung ist die durch G17 - G19 festgelegte und gegebenenfalls durch einen Frame gedrehte Richtung.

CUT3DF

Dieser Programmierbefehl wählt die 3D-Werkzeugkorrektur für das Stirnfräsen mit Orientierungsänderung (nur bei aktiver 5-Achs-Transformation).

Anwahl WRK

Für die Anwahl der 3D-WRK gelten die gleichen Programmbefehle wie bei der 2D-WRK. Mit G41/G42 wird die Korrektur links bzw. rechts in Bewegungsrichtung angegeben (beim 3D-Stirnfräsen ist das Verhalten bei G41 und bei G42 identisch). Die Werkzeugradiuskorrektur wird mit G40 ausgeschaltet. Das Anfahrverhalten ist immer NORM. Die Aktivierung muss in einem Linearsatz erfolgen.

Beispiel:

```
N10 A0 B0 X0 Y0 Z0 F5000
N20 T1 D1                      ; Radius=5
N30 TRAORI(1)                  ; Transformationsanwahl
N40 CUT3DC                     ; 3D-WRK-Anwahl (Umfangsfräsen)
N50 G42 X10 Y10                ; WRK-Anwahl
N60 X60
N70 ...
```

Zwischensätze

Zwischensätze bei aktiver 3D-WRK sind erlaubt. Es gelten die Festlegungen der 2D-WRK.

2.3.2 Abwahl der 3D-WRK

Abwahl

Die Abwahl der 3D-Werkzeugradiuskorrektur erfolgt in einem Linearsatz G0/G1 mit Geometrieachsen durch G40.

Beispiel:

```
N10 A0 B0 X0 Y0 Z0 F500
N20 T1 D1                      ; Radius=5
N30 TRAORI(1)                  ; Transformationsanwahl
N40 CUT3DC                     ; 3D-WRK-Anwahl
N50 G42 X10 Y10                ; WRK-Anwahl
N60 X60
N70 G40 X100 Y0 Z20            ; 3D-WRK-Abwahl
N80 ...
```

Hinweis

Wird bei aktiver Werkzeugradiuskorrektur D0 programmiert, so erfolgt keine Abwahl. Wird im Satz mit der Abwahl keine Geometrie-Achse der aktuellen Ebene programmiert, findet keine Abwahl statt.

Randbedingungen

Verfügbarkeit der Funktion "3D-Werkzeugradiuskorrektur"

Die Funktion ist eine Option und verfügbar bei

- SINUMERIK 840D mit NCU 572/573

Beispiele

Beispielprogramm zum 3D-Umfangsfräsen:

	; Definition des Werkzeugs D1
\$TC_DP1[1,1]=120	; Typ (Schaftfräser)
\$TC_DP3[1,1]=	; Längenkorrekturvektor
\$TC_DP6[1,1]= 8	; Radius
N10 X0 Y0 Z0 T1 D1 F12000	; Anwahl des Werkzeugs
N20 TRAORI(1)	; Einschalten der Transformation
N30 G42 ORIC ISD=10 CUT3DC G64 X30	; Aktivieren des 3D-Umfangsfräsens, Orientierungsänderungen ; an Außenecken konstant, Eintauchtiefe 10mm.
N40 ORIWKS A30 B15	; Orientierungsänderung an einer Ecke ; durch Angabe von Achspositionen.
N50 Y20 A3=1 C3=1	; Verfahrssatz mit Orientierungsänderung, Angabe ; der Orientierung mit Richtungsvektor
N60 X50 Y30	; Verfahrssatz mit konstanter Orientierung
N70 Y50 A3=0.5 B3=1 C3=5	; Verfahrssatz mit Orientierungsänderung
N80 M63	; Satz ohne Verfahrinformation
N90 X0 ISD=20	; Verfahrssatz mit Änderung der Eintauchtiefe
N100 G40 Y0	;Deaktivieren der Werkzeugradiuskorrektur
N110 M30	

Beispielprogramm zum 3D-Stirnfräsen:

```

N10                                ; Definition des Werkzeugs D1
N20 $TC_DP1[1,1]=121              ; Werkzeugtyp (Torusfräser)
N30 $TC_DP3[1,1]=20               ; Längenkorrektur
N40 $TC_DP6[1,1]=5                ; Radius
N60
N70
N50 $TC_DP7[1,1]=3                ; Verrundungsradius
N80 X0 Y0 Z0 A0 B0 C0 G17 T1 D1 F12000 ; Anwahl des Werkzeugs
N90 TRAORI(1)
N100 B4=-1 C4=1                   ; Definition der Ebene
N110 G41 ORID CUT3DF G64 X10 Y0 Z0 ; Werkzeugkorrektur einschalten
N120 X30
N130 Y20 A4=1 C4=1                ; Außenecke, Neudefinition der Ebene
N140 B3=1 C3=5                    ; Orientierungsänderung mit ORID
N150 B3=1 C3=1                    ; Orientierungsänderung mit ORID
N160 X-10 A5=1 C5=2 ORIC
N170 A3=-2 C3=1                   ; Orientierungsänderung mit ORIC
N180 A3=-1 C3=1                   ; Orientierungsänderung mit ORIC
N190 Y-10 A4=-1 C4=3              ; Neudefinition der Ebene
N200 X-20 Y-20 Z10                ; Innenecke mit Vorgängersatz
N210 X-30 Y10 A4=1 C4=1           ; Innenecke, Neudefinition der Ebene
N220 A3=1 B3=0.5 C3=1.7           ; Orientierungsänderung mit ORIC
N230 X-20 Y30 A4=1 B4=-2 C4=3 ORID
N240 A3 = 0.5 B3=-0.5 C3=1        ; Orientierungsänderung
N250 X0 Y30 C4=1                  ; Bahnbewegung, neue Ebene,
                                   ; Orientierung
                                   ; mit Relativprogrammierung
N260 BSPLINE X20 Z15              ; Splinebeginn, Relativprogrammierung
N270 X30 Y25 Z18                  ; der Orientierung bleibt während
N280 X40 Y20 Z13                  ; Spline aktiv
N290 X45 Y0 PW=2 Z8
N300 Y-20
N310 G2 ORIMKS A30 B45 i-20 X25 Y-40 Z0 ; Helix, Orientierung mit Achsprogr
N320 G1 X0 A3=-0.123 B3=0.456 C3 =2.789 ; Bahnbewegung, Orientierung, nicht konstante Ebene
B4=-1 C4=5 B5=-1 C5=2
N330 X-20 G40                      ; Ausschalten der Werkzeugkorrektur
N340 M30

```

Datenlisten

5.1 Allgemeine Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
18094	MM_NUM_CC_TDA_PARAM	Anzahl der TDA-Daten
18096	MM_NUM_CC_TOA_PARAM	Anzahl der TOA-Daten, die pro Werkzeug angelegt werden und vom CC ausgewertet werden können
18100	MM_NUM_CUTTING_EDGES_IN_TOA	Werkzeugkorrekturen pro TOA-Baustein
18110	MM_NUM_TOA_MODULES	Anzahl der TOA-Bausteine

5.2 Kanal-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
20110	RESET_MODE_MASK	Festlegung der Steuerungs-Grundstellung nach Hochlauf und RESET/Teileprogrammende
20120	TOOL_RESET_VALUE	Festlegung des Werkzeuges, von dem im Hochlauf und bei RESET bzw. Teileprogrammende in Abhängigkeit von MD 20110 die Werkzeuglängenkorrektur angewählt wird
20130	CUTTING_EDGE_RESET_VALUE	Festlegung der Werkzeugschneide, von der im Hochlauf und bei RESET bzw. Teileprogrammende in Abhängigkeit von MD20110 die Werkzeuglängenkorrektur angewählt wird
20140	TRAFO_RESET_VALUE	Festlegung des Transformationssatzes, der im Hochlauf und bei RESET bzw. Teileprogrammende in Abhängigkeit von MD20110 angewählt wird
20210	CUTCOM_CORNER_LIMIT	Maximalwinkel für Ausgleichssätze bei WRK
20220	CUTCOM_MAX_DISC	Verhalten der WRK an Außenecken
20230	CUTCOM_CURVE_INSERT_LIMIT	Minimalwert für Schnittpunktberechnung bei WRK
20240	CUTCOM_MAXNUM_CHECK_BLOCKS	Sätze für vorausschauende Konturberechnung bei WRK
20250	CUTCOM_MAXNUM_DUMMY_BLOCKS	Satzanzahl ohne Verfabrbewegung bei WRK
20270	CUTTING_EDGE_DEFAULT	Angewählte WZ-Schneide nach WZ-Wechsel
20610	ADD_MOVE_ACCEL_RESERVE	Beschleunigungsreserve für überlagerte Bewegungen

Nummer	Bezeichner: \$MC_	Beschreibung
21080	CUTCOM_PARALLEL_ORI_LIMIT	Grenzwinkel zwischen Bahntangente und Werkzeugorientierung bei 3D-Werkzeugradiuskorrektur
21082	CUTCOM_PLANE_ORI_LIMIT	Mindestwinkel zwischen Flächennormale und WKZ-Orientierung bei Seitwärtswinkel ungleich 0
21084	CUTCOM_PLANE_PATH_LIMIT	Mindestwinkel zwischen Flächennormalvektor und Bahntangentenvektor, bei 3D Stirnfräsen
22550	TOOL_CHANGE_MODE	Neue WZK bei M-Funktion
22560	TOOL_CHANGE_M_CODE	M-Funktion für Werkzeugwechsel

Index

A

An-/Abwahl, 2-21
Außen-/Innenecken, 2-3

C

CUT3DC, 2-21
CUT3DF, 2-21
CUT3DFF, 2-21
CUT3DFS, 2-21

E

Eintauchtiefe ändern, 2-9
Eintauchtiefe ISD, 2-2

F

Fräsformen, 2-12

G

G450, 2-4
G451, 2-7

I

ISD, 2-2

M

MD21084, 2-15

O

ORIC, 2-4, 2-18
ORID, 2-6
Orientierungsänderung, 2-5, 2-18

S

Schnittpunktverfahren für 3D-Korrektur, 2-7
Stirnfräsen, 2-12

U

Umfangsfräsen, 2-1

V

Verhalten an Außenecken, 2-18
Verhalten an Innenecken, 2-19

W

Werkzeugorientierung, 2-1

Z

Zwischensätze, 2-22

SINUMERIK

**SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D
Sonderfunktionen:
Weglängenauswertung (W6)
Funktionshandbuch**

Kurzbeschreibung

1

Ausführliche Beschreibung

2

Randbedingungen

3

Beispiele

4

Datenlisten

5

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl 1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl 1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE 7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE 3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE 7.4

Version

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung.....	1-1
1.1	Kundennutzen	1-1
1.2	Merkmale	1-1
1.3	Voraussetzungen	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	Allgemeine Informationen	2-1
2.2	Daten.....	2-2
2.3	Inbetriebnahme	2-2
2.3.1	Parametrierung	2-2
2.3.1.1	Allgemeine Aktivierung	2-2
2.3.1.2	Datengruppen	2-3
2.4	Programmierung	2-3
2.4.1	Programmierung	2-3
3	Randbedingungen	3-1
3.1	Randbedingungen.....	3-1
4	Beispiele	4-1
4.1	Verfahrweg pro Teileprogramm	4-1
5	Datenlisten.....	5-1
5.1	Maschinendaten.....	5-1
5.1.1	NC-spezifische Maschinendaten	5-1
5.1.2	Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten	5-1
	Index.....	Index-1

Kurzbeschreibung

1.1 Kundennutzen

Mit der Funktion "Weglängenauswertung" stellt der NCK ausgewählte Daten einer Maschinenachse als System- und BTSS-Variable zur Verfügung. Beispielsweise:

- Gesamtverfahrweg einer Achse
- Gesamtverfahrzeit einer Achse
- Gesamtsumme des Rucks einer Achse

Die externe Auswertung dieser Daten ermöglicht Rückschlüsse auf die Belastung der Maschinenachsen über einen ausgewählten Zeitraum oder die gesamte bisherige Lebensdauer der Maschine. Über alle Maschinenachsen betrachtet ist es damit möglich, eine Aussage hinsichtlich des Wartungszustandes der Maschine zu machen.

1.2 Merkmale

Um auf die Daten der Funktion: "Weglängenauswertung" zugreifen zu können, muss die Funktion zuerst allgemein aktiviert werden. Desweiteren sind achsspezifisch die Datengruppen zu aktivieren, deren Daten von der Steuerung aufgezeichnet werden sollen.

Die Daten werden in der Steuerung remanent gespeichert und bleiben somit auch über POWER OFF hinaus erhalten.

1.3 Voraussetzungen

Für die Funktion sind keine besonderen Voraussetzungen erforderlich.

Ausführliche Beschreibung

2.1 Allgemeine Informationen

Mit der Funktion "Weglängenauswertung" stellt der NCK spezifische Daten von Maschinenachsen als System- und BTSS-Variable zur Verfügung mit deren Hilfe es möglich ist, die Belastung der Maschinenachsen einzuschätzen und somit eine Aussage über den Wartungszustand der Maschine machen zu können.

Aufgezeichnete Daten

Folgende Daten werden aufgezeichnet:

- Gesamtverfahrweg
- Gesamtverfahrzeit
- Gesamte Anzahl der Verfahrvorgänge
- Gesamtverfahrweg bei grossen Achsgeschwindigkeiten
- Gesamtverfahrzeit bei grossen Achsgeschwindigkeiten
- Anzahl der Verfahrvorgänge bei grossen Achsgeschwindigkeiten
- Gesamtsumme des Rucks
- Verfahrzeit der Achse mit Ruck
- Anzahl der Verfahrvorgänge mit Ruck

Auswertung

Mit Aktivierung der Funktion werden die ausgewählten Daten von der Steuerung automatisch mitgeführt und über System- und BTSS-Variable zur Auswertung im Teileprogramm oder Synchronaktionen bzw. über Anwender-spezifische HMI Funktionen zur Verfügung gestellt.

Bedeutung

Die Daten werden in der Steuerung remanent gespeichert, so dass sie auch nach POWER OFF / ON kontinuierlich weitergeführt werden können. Somit repräsentiert der aktuelle Werte eines Datums die Summe aller Messwerte seit Aktivierung der Funktion.

2.2 Daten

Folgende Daten stehen zu Verfügung:

Systemvariable ¹⁾	BTSS-Variable	Bedeutung
\$AA_TRAVEL_DIST	aaTravelDist	Gesamtverfahrweg: Summe aller Sollpositionsänderungen im MKS ²⁾ in [mm] bzw. [Grad].
\$AA_TRAVEL_TIME	aaTravelTime	Gesamtverfahrzeit: Summe der IPO-Takte von Sollpositionsänderungen im MKS ²⁾ in [s] (Auflösung: 1 IPO-Takt)
\$AA_TRAVEL_COUNT	aaTravelCount	Gesamtanzahl der Verfahrvorgänge: Ein Verfahrvorgang einer Maschinenachse ist durch folgende Zustandsfolge bezogen auf die Sollposition gekennzeichnet: Stillstand > Verfahren > Stillstand
\$AA_TRAVEL_DIST_HS	aaTravelDistHS	Gesamtverfahrweg bei grosser Achsgeschwindigkeit ³⁾ :
\$AA_TRAVEL_TIME_HS	aaTravelTimeHS	Gesamtverfahrzeit bei grosser Achsgeschwindigkeit ³⁾ :
\$AA_TRAVEL_COUNT_HS	aaTravelCountHS	Gesamtanzahl der Verfahrvorgänge bei grosser Achsgeschwindigkeit ³⁾ :
\$AA_JERK_TOT	aaJerkTotal	Gesamtsumme des Rucks der Achse: Summe aller Sollwerte des Rucks in [m/s ³] bzw. [Grad/ s ³].
\$AA_JERK_TIME	aaJerkTime	Gesamtverfahrzeit mit Ruck: Summe der IPO-Takte von Sollwertänderungen des Rucks in [s] (Auflösung: 1 IPO-Takt)
\$AA_JERK_COUNT	aaJerkCount	Gesamtanzahl der Verfahrvorgänge mit Ruck:
1) Die Systemvariablen können aus Teileprogrammen und Synchronaktionen heraus gelesen werden 2) MKS: Maschinen-Koordinatensystem 3) Istgeschwindigkeit der Maschinenachse >= 80% der parametrisierten maximalen Achsgeschwindigkeit: MD32000 MAX_AX_VELO (maximale Achsgeschwindigkeit)		

2.3 Inbetriebnahme

2.3.1 Parametrierung

2.3.1.1 Allgemeine Aktivierung

Die allgemeine Aktivierung der Funktion erfolgt über das NCK-spezifische Maschinendatum:
MD18860 \$MN_MM_MAINTENANCE_MON (Aktivierung der Aufzeichnung von Wartungsdaten)

2.3.1.2 Datengruppen

Die Daten sind in Datengruppen zusammengefasst. Die Aktivierung der Datengruppen erfolgt über das achsspezifische Maschinendatum:

MD33060 \$MA_MAINTENANCE_DATA (Konfiguration der Aufzeichnung von Wartungsdaten)

Bit	Wert	Aktivierung folgender Daten: Systemvariable / BTSS-Variable
0	1	• Gesamtverfahrweg: \$AA_TRAVEL_DIST / aaTravelDist • Gesamtverfahrzeit: \$AA_TRAVEL_TIME / aaTravelTime • Gesamtanzahl der Verfahrvorgänge: \$AA_TRAVEL_COUNT / aaTravelCount
1	1	• Gesamtverfahrweg bei großenGeschwindigkeiten: \$AA_TRAVEL_DIST_HS / aaTravelDistHS • Gesamtverfahrzeit bei großenGeschwindigkeiten: \$AA_TRAVEL_TIME_HS / aaTravelTimeHS • Gesamtanzahl der Verfahrvorgänge bei großenGeschwindigkeiten: \$AA_TRAVEL_COUNT_HS / aaTravelCountHS
2	1	• Gesamtsumme des Rucks: \$AA_JERK_TOT / aaJerkTotal • Verfahrzeit mit Ruck: \$AA_JERK_TIME / aaJerkTime • Gesamtanzahl der Verfahrvorgänge mit Ruck: \$AA_JERK_COUNT / aaJerkCount

2.4 Programmierung

2.4.1 Programmierung

Die Funktion ist nicht programmierbar.

Randbedingungen

3.1 Randbedingungen

Es sind keine Randbedingungen zu beachten.

Beispiele

4.1 Verfahrweg pro Teileprogramm

An einer Maschine sind drei Geometrieachsen AX1, AX2 und AX3 vorhanden. Für die Geometrieachse AX1 soll der im Teileprogramm gefahrene Gesamtverfahrweg, die Gesamtverfahrzeit und die Anzahl der Verfahrvorgänge ermittelt werden.

Parametrierung

Aktivierung der Gesamtfunktion:

MD18860 \$MN_MM_MAINTENANCE_MON = TRUE

Aktivierung der Gruppe: "Gesamtverfahrweg, Gesamtverfahrzeit und Anzahl der Verfahrvorgänge" für die Geometrieachse AX1:

MD33060 \$MA_MAINTENANCE_DATA[AX1] = 1

Teileprogramm

Zur Ermittlung der Werte bezogen auf das Teileprogramm, muss der aktuelle Wert der Systemvariablen am Anfang des Teileprogramms in einer Rechenvariablen gespeichert werden. Die Differenzbildung erfolgt dann am Ende des Teileprogramms.

Teileprogramm (Auszug)

Programmierung	Kommentar
. . .	
	; Aktuelle Werte
R10 = \$AA_TRAVEL_DIST[AX1]	; Gesamtverfahrweg AX1
R11 = \$AA_TRAVEL_TIME[AX1]	; Gesamtverfahrzeit AX1
R12 = \$AA_TRAVEL_NR[AX1]	; Anzahl Verfahrvorgänge AX1
. . .	; Verfahrbewegung der Achsen
	; Differenzbildung
R10 = R10 - \$AA_TRAVEL_DIST[AX1]	; Verfahrweg AX1 im Teileprogramm
R11 = R11 - \$AA_TRAVEL_TIME[AX1]	; Verfahrzeit AX1 im Teileprogramm
R12 = R12 - \$AA_TRAVEL_NR[AX1]	; Anzahl Verfahrvorgänge AX1 im Teileprog.

Datenlisten

5.1 Maschinendaten

5.1.1 NC-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MN_	Beschreibung
18860	MM_MAINTENANCE_MON	Aktivierung der Aufzeichnung von Wartungsdaten

5.1.2 Achs-/Spindel-spezifische Maschinendaten

Nummer	Bezeichner: \$MA_	Beschreibung
33060	MAINTENANCE_DATA	Konfiguration der Aufzeichnung von Wartungsdaten

Index

\$

\$AA_JERK_COUNT, 2-2
\$AA_JERK_TIME, 2-2
\$AA_JERK_TOT, 2-2
\$AA_TRAVEL_COUNT, 2-2
\$AA_TRAVEL_COUNT_HS, 2-2
\$AA_TRAVEL_DIST, 2-2
\$AA_TRAVEL_DIST_HS, 2-2
\$AA_TRAVEL_TIME, 2-2
\$AA_TRAVEL_TIME_HS, 2-2

A

aaJerkCount, 2-2

aaJerkTime, 2-2
aaJerkTotal, 2-2
aaTravelCount, 2-2
aaTravelCountHS, 2-2
aaTravelDist, 2-2
aaTravelDistHS, 2-2
aaTravelTime, 2-2
aaTravelTimeHS, 2-2

M

MD18860, 2-2, 4-1
MD33060, 2-3, 4-1

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/
840D/840Di/810D
Sonderfunktionen:
NC/PLC-Nahtstellensignale (Z3)
Funktionshandbuch

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung	1-1
2	Ausführliche Beschreibung	2-1
2.1	3- bis 5-Achs-Transformation (F2)	2-1
2.1.1	Signale von Kanal (DB21, ...)	2-1
2.2	Gantry-Achsen (G1)	2-3
2.2.1	Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)	2-3
2.2.2	Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)	2-4
2.3	Taktzeiten (G3)	2-7
2.4	Konturtunnel-Überwachung (K6)	2-7
2.5	Achskopplungen und ESR (M3)	2-8
2.5.1	Signale an Achse (DB31, ...)	2-8
2.5.2	Signale von Achse (DB31, ...)	2-8
2.6	Sollwertumschaltung (S9)	2-10
2.6.1	Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)	2-10
2.6.2	Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)	2-10
2.7	Tangentialsteuerung (T3)	2-11
2.7.1	Besondere Reaktion auf Signale	2-11
2.8	Installation von Compile-Zyklen (TE01)	2-11
2.9	Simulation von Compile-Zyklen (TE02)	2-11
2.10	Abstandsregelung (TE1)	2-11
2.10.1	Signale an Kanal (DB21, ...)	2-11
2.10.2	Signale von Kanal (DB21, ...)	2-12
2.11	Analoge Achse (TE2)	2-14
2.12	Drehzahl-/Drehmomentkopplung, Master-Slave (TE3)	2-14
2.12.1	Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)	2-14
2.12.2	Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)	2-15
2.13	Transformationspaket Handling (TE4)	2-16
2.13.1	Signale von Kanal (DB21, ...)	2-16
2.14	MKS-Kopplung (TE6)	2-17
2.14.1	Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)	2-17
2.14.2	Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)	2-18
2.15	Wiederaufsetzen - Retrace Support (TE7)	2-19
2.15.1	Signale an Kanal	2-19
2.15.2	Signale von Kanal	2-20
2.16	Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe (TE8)	2-20
2.17	Achspaar Kollisionsschutz (TE9)	2-20
2.18	Vorverarbeitung (V2)	2-20

2.19	3D-Werkzeugradiuskorrektur (W5)	2-21
2.20	Weglängenauswertung (W6).....	2-21
Index		Index-1

Kurzbeschreibung

Der Teil "NC/PLC-Nahtstellensignale" beinhaltet die ausführliche Beschreibung von funktionsrelevanten NC/PLC-Nahtstellensignalen:

- PLC-Meldungen (DB2)
- NC (DB10)
- BAG (DB11)
- OP (DB19)
- NCK-Kanal (DB21-DB30)
- Achse/Spindel (DB31-DB61)
- Magazin Be-/Entladen (DB71)
- Spindel als Wechselstelle (DB72)
- Revolver (DB73)

Ausführliche Beschreibung

2.1 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

2.1.1 Signale von Kanal (DB21, ...)

DB21, ... DBX29.4	PTP–Fahren aktivieren
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	PTP–Fahren aktivieren.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	CP–Fahren aktivieren.
Signal irrelevant bei ...	Keine Handling-Transformationen aktiv.
weiterführende Literatur	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

DB21, ... DBX33.6	Transformation aktiv
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Aktive Transformation.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Keine Transformation (mehr) aktiv.
Signal irrelevant bei ...	Keine Transformationen benutzt.
weiterführende Literatur	/PG/ Programmierhandbuch Grundlagen

DB21, ... DBB232	Nummer der aktiven G-Funktion der G-Funktionsgruppe 25 (Bezug Werkzeugorientierung)
Flankenauswertung:	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	ORIWKs: Die Werkzeugorientierung erfolgt in einem Werkstück-Koordinatensystem und ist damit nicht von der Maschinenkinematik abhängig. Dies ist die Standardeinstellung.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	ORIMKS: Die Werkzeugorientierung erfolgt in einem Maschinen-Koordinatensystem und ist damit abhängig von der Maschinenkinematik. Dies ist die Standardeinstellung.

DB21, ... DBX317.6	PTP-Fahren aktiv
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	PTP-Fahren aktiv.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	CP-Fahren aktiv.
Signal irrelevant bei ...	Keine Handling -Transformationen aktiv.
weiterführende Literatur	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

DB21, ... DBX318.2	TOFF aktiv
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Online-Werkzeuglängenkorrektur aktivieren.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Online-Werkzeuglängenkorrektur Rücksetzen.
Signal irrelevant bei ...	Option "Generische 5-Achs-Transformation" nicht vorhanden und keine Handling-Transformationen aktiv.
weiterführende Literatur	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

DB21, ... DBX318.3	TOFF Bewegung aktiv
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Korrekturbewegung aktivieren.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Korrekturbewegung deaktivieren.
Signal irrelevant bei ...	Option "Generische 5-Achs-Transformation" nicht vorhanden und keine Handling-Transformationen aktiv.
weiterführende Literatur	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen, 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

2.2 Gantry-Achsen (G1)

2.2.1 Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX29.4	Gantry-Synchronisationslauf starten
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Anforderung von PLC-Anwenderprogramm, die Führungssachse zu synchronisieren mit den zugeordneten Gleichlaufachsen: MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition) (D. h. alle Gantry-Achsen fahren ohne Achskopplung die Bezugsposition des Gantry-Verbunds an.) Die Synchronisation der Gantry-Achsen kann nur unter folgenden Bedingungen gestartet werden: • die Maschinenfunktion REF muss aktiv sein • DB11, ... DBX5.2 (aktive Maschinenfunktion REF) = 1 • DB31, ... DBX101.5 (Gantry-Verbund ist synchronisiert) = 0 • DB31, ... DBX101.4 (Gantry-Synchronisationslauf startbereit) = 1 • im jeweiligen NC-Kanal wird keine Achse referiert: DB21, ... DBX33.0 (Referieren aktiv) = 0
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Vom PLC-Anwenderprogramm kann das Nahtstellensignal beispielsweise dann wieder auf Signalzustand "0" zurückgesetzt werden, wenn der Gantry-Synchronisationslauf abgeschlossen ist (DB31, ... DBX101.5 = 1). Falls das NST ständig auf Signalzustand "1" belassen wird, würde der Gantry-Synchronisationslauf automatisch gestartet werden, sobald die o. g. Bedingungen erfüllt sind.
Signal irrelevant bei ...	Gantry-Gleichlaufachse
Anwendungsbeispiel(e)	Ist nach dem Referieren der Gantry-Achsen die Abweichung der Lageistwerte von der Referenzposition größer als die Gantry-Warnschwelle, so wird der automatische Gantry-Synchronisationslauf nicht gestartet und das NST "Gantry-Synchronisationslauf startbereit" auf "1" gesetzt. Der Synchronisationsvorgang der Gantry-Achsen kann durch den Bediener oder vom PLC-Anwenderprogramm mit dem NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" gestartet werden.
Korrespondierend mit	DB31, ... DBX101.5 (Gantry-Verbund ist synchronisiert) DB31, ... DBX101.4 (Gantry-Synchronisationslauf startbereit) DB11, ... DBX5.2 (aktive Maschinenfunktion REF) DB21, ... DBX33.0 (Referieren aktiv)

DB31, ... DBX29.5	Automatischer Synchronisationslauf
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Kein automatischer Synchronisationslauf.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Der automatische Synchronisationslauf ist aktiv.

2.2 Gantry-Achsen (G1)

DB31, ... DBX29.5	Automatischer Synchronisationslauf
Signal irrelevant bei ...	Gantry-Gleichlaufachse
Anwendungsbeispiel(e)	Der automatische Synchronisationslauf kann durch ein VDI-Signal an der axialen PLC → NC -Schnittstelle der Masterachse verriegelt werden. Dies ist immer dann sinnvoll, wenn die Achsen standardmäßig keine Achsfreigaben haben. In diesem Fall sollte auch der Synchronisationslauf gezielt gestartet werden.

2.2.2 Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX101.2	Gantry-Abschaltgrenze überschritten
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Differenz der Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachse hat den maximal zulässigen Grenzwert überschritten. Die Achsen des Gantry-Verbunds werden steuerungsintern stillgesetzt. Es wird zusätzlich der Alarm 10653 "Fehlergrenze überschritten" ausgegeben. Der überwachte Grenzwert wird abgeleitet von folgenden Maschinendaten: - MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze) ... wenn Gantry-Verbund synchronisiert ist. - MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF (Gantry-Abschaltgrenze beim Referieren) ... wenn Gantry-Verbund noch nicht synchronisiert ist. Hinweis: Das NST "Gantry-Abschaltgrenze überschritten" wird über die PLC-Nahtstelle der Gleichlaufachse an die PLC ausgegeben.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Differenz der Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachse befindet sich noch im zulässigen Toleranzbereich.
Signal irrelevant bei ...	Gantry-Führungsachse
Korrespondierend mit ...	MD37120 \$MA_GANTRY_POS_TOL_ERROR (Gantry-Abschaltgrenze) MD37130 \$MA_GANTRY_POS_TOL_REF (Gantry-Abschaltgrenze beim Referieren) DB31, ... DBX101.5 (Gantry-Verbund ist synchronisiert)

DB31, ... DBX101.3	Gantry-Warngrenze überschritten
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Differenz der Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachse hat den mit dem folgenden Maschinendatum festgelegten Grenzwert überschritten: MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze) Es wird zusätzlich die Meldung "Warngrenze überschritten" ausgegeben. Hinweis: Das NST "Gantry-Warngrenze überschritten" wird über die PLC-Nahtstelle der Gleichlaufachse an die PLC ausgegeben.

DB31, ... DBX101.3	Gantry-Warngrenze überschritten
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Differenz der Lageistwerte von Führungs- und Gleichlaufachse ist kleiner als der festgelegte Grenzwert mit dem Maschinendatum: MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)
Signal irrelevant bei ...	Gantry-Führungsachse
Anwendungsbeispiel(e)	Bei Überschreitung der Gantry-Warngrenze können vom PLC-Anwenderprogramm die notwendigen Maßnahmen (z. B. Programmunterbrechung am Satzende) eingeleitet werden.
Sonderfälle, Fehler, ...	Die Überwachung bzgl. Warngrenze ist unwirksam, wenn im folgenden Maschinendatum der Wert 0 eingegeben wird: MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)
Korrespondierend mit ...	MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze)

DB31, ... DBX101.4	Gantry-Synchronisationslauf startbereit
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Nach dem Referieren der Gantry-Achsen wurde festgestellt, dass die Lageistwert-Abweichung zwischen Führungs- und Gleichlaufachse größer als die Gantry-Warngrenze ist: MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze) Damit kann die automatische Synchronisations-Ausgleichsbewegung der Gantry-Achsen steuerungsintern nicht gestartet werden. Die Ausgleichsbewegung muss vom Bediener bzw. PLC-Anwenderprogramm gestartet werden (NST "Gantry-Synchronisationslauf starten"). Das Signal wird nur für die Gantry-Führungsachse bearbeitet.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Nach Start der Synchronisations-Ausgleichsbewegung von PLC-Anwenderprogramm (NST "Gantry-Synchronisationslauf starten" = "1").
Signal irrelevant bei ...	Gantry-Gleichlaufachse
Korrespondierend mit ...	MD37110 \$MA_GANTRY_POS_TOL_WARNING (Gantry-Warngrenze) DB31, ...DBX29.4 (Gantry-Synchronisationslauf starten) DB31, ...DBX60.4 und 60.5 (Referiert / Synchronisiert 1/2)

DB31, ... DBX101.5	Gantry-Verbund ist synchronisiert
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Der mit dem folgenden Maschinendatum definierte Gantry-Achsverbund ist synchronisiert: MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinitor) Durch den Synchronisationslauf der Gantry-Achsen wird eine eventuelle Schiefelage zwischen Führungs- und Gleichlaufachse (z. B. nach Einschalten der Maschine) ausgeglichen (siehe Kapitel "Inbetriebnahme der Gantry-Achsen"). Der Anstoß für den Synchronisationsvorgang erfolgt entweder automatisch nach dem Referieren der Gantry-Achsen bzw. über das PLC-Anwenderprogramm (NST "Gantry-Synchronisationslauf starten"). Steuerungsintern werden für die Gantry-Achsen die Korrekturwerte für Temperatur- und Durchhang-Kompensation erst dann wirksam, wenn der Gantry-Verbund synchronisiert ist. Hinweis: Das NST "Gantry-Verbund ist synchronisiert" wird über die PLC-Nahtstelle der Führungsachse an die PLC ausgegeben.

DB31, ... DBX101.5	Gantry-Verbund ist synchronisiert
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Der Gantry-Achsverbund, definiert mit dem folgenden Maschinendatum, ist nicht synchronisiert: MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition) Damit stehen u. U. die Positionen von Führungs- und Gleichlaufachse nicht ideal gegenüber (z. B. Schiefelage des Portals). Eine Werkstückbearbeitung mit nicht synchronisiertem Gantry-Achsverbund geht zu Lasten der Bearbeitungsgenauigkeit bzw. Maschinenmechanik. Die Synchronisation des Gantry-Verbunds geht verloren, wenn: • die Gantry-Achsen im "Nachführen" waren • die Referenzposition einer Gantry-Achse verloren geht bzw. diese erneut referiert werden (NST "Referiert/synchronisiert") • der Gantry-Verbund aufgelöst war über das folgende Maschinendatum: MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP (Gantry-Achsverbund lösen)
Signal irrelevant bei ...	Gantry-Gleichlaufachse
Anwendungsbeispiel(e)	Die Bearbeitung sollte nur dann freigegeben werden, wenn die Gantry-Achsen synchronisiert sind. Dies kann vom PLC-Anwenderprogramm durch Verknüpfung von NC-Start mit dem NST "Gantry-Verbund ist synchronisiert" sichergestellt werden.
Korrespondierend mit ...	DB31, ... DBX29.4 (Gantry-Synchronisationslauf starten) DB31, ... DBX60.4 und 60.5 (Referiert/Synchronisiert 1 / 2) MD37140 \$MA_GANTRY_BREAK_UP (Gantry-Achsverbund lösen)

DB31, ... DBX101.6	Gantry-Führungsachse
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Achse ist innerhalb eines Gantry-Achsverbundes als Führungsachse definiert (siehe MD37100). Hinweis: Über die PLC-Nahtstelle der Gantry-Führungsachse werden folgende NST ausgewertet bzw. an die PLC ausgegeben: DB31, ... DBX29.4 (Gantry-Synchronisationslauf starten) DB31, ... DBX101.5 (Gantry-Verbund ist synchronisiert)
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Achse ist innerhalb eines Gantry-Achsverbundes als Gleichlaufachse definiert (siehe MD37100). Eine Gleichlaufachse kann weder direkt von Hand (in Betriebsart JOG) verfahren werden noch in einen Teileprogramm programmiert werden. Hinweis: Über die PLC-Nahtstelle der Gantry-Gleichlaufachse werden folgende Nahtstellensignale an die PLC ausgegeben: DB31, ...DBX101.3 (Gantry-Warngrenze überschritten) DB31, ...DBX101.2 (Gantry-Abschaltgrenze überschritten) Vom NCK werden bei der Gleichlaufachse einzelne axiale PLC-Nahtstellensignale nicht ausgewertet.
Korrespondierend mit ...	MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition) DB31, ...DBX101.7 (Gantry-Achse)

DB31, ... DBX101.7	Gantry-Achse
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Achse ist innerhalb eines Gantry-Achsverbundes als Gantry-Achse definiert (siehe MD37100). Anhand des NST "Gantry-Führungssachse" kann vom PLC-Anwenderprogramm erkannt werden, ob die Achse als Führungs- oder als Gleichlaufachse deklariert ist.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Achse ist nicht als Gantry-Achse definiert (siehe MD37100).
Korrespondierend mit ...	MD37100 \$MA_GANTRY_AXIS_TYPE (Gantry-Achsdefinition) DB31, ... DBX101.6 (Gantry-Führungssachse)

2.3 Taktzeiten (G3)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.4 Konturtunnel-Überwachung (K6)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.5 Achskopplungen und ESR (M3)

2.5.1 Signale an Achse (DB31, ...)

DB31, ... DBX26.4	Freigabe Folgeachsüberlagerung
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Der Folgeachse kann eine zusätzliche Verfahrbewegung überlagert werden. Dieses Signal ist für das fliegende Synchronisieren von Leit- und Folgeachsen erforderlich. Solange das Signal "Freigabe Folgeachsüberlagerung" auf 1 gesetzt bleibt, wird die mit EGONSYN selektierte Folgeachse im EG-Koppelverband auf Synchronisation gefahren. Modulachsen die im EG-Koppelverband sind, reduzieren ihre Positionswerte im modulo. Damit ist sichergestellt, dass die nächstmögliche Synchronisation angefahren wird.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Folgeachse kann nicht überlagert gefahren werden. Wenn für die Folgeachse nicht die "Freigabe Folgeachsüberlagerung" gegeben ist, wird nicht auf Synchronisation gefahren. Stattdessen wird das Programm beim EGONSYN-Satz angehalten und es wird der selbstlöschende Alarm 16771 solange gemeldet, bis das Signal "Freigabe Folgeachsüberlagerung" auf 1 gesetzt.

2.5.2 Signale von Achse (DB31, ...)

DB31, ... DBX98.5	Geschwindigkeitswarnschwelle
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Wenn die Geschwindigkeit der Folgeachse im Achsverbund des elektronischen Getriebes den im Maschinendatum MD37550 eingetragenen %-Satz der Geschwindigkeit, die im Maschinendatum MD32000 eingestellt ist, erreicht oder überschreitet, ist das Signal auf 1 gesetzt.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Geschwindigkeit der Folgeachse im Achsverbund des elektronischen Getriebes unterschreitet den oben beschriebenen Schwellwert.
Signal irrelevant ...	ohne elektronisches Getriebe.
Korrespondierend mit ...	den folgenden Maschinendaten: MD37550 \$MA_EG_VEL_WARNING (Schwellwert Geschwindigkeits-Warnschwelle) MD32000 \$MA_MAX_AX_VELO (Maximale Achsgeschwindigkeit)

DB31, ... DBX98.6	Beschleunigungswarnschwelle
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Wenn die Beschleunigung der Folgeachse im Achsverbund des elektronischen Getriebes den im Maschinendatum MD37550 eingetragenen %-Satz der Beschleunigung, die im Maschinendatum MD32300 eingestellt ist, erreicht oder überschreitet, ist das Signal auf 1 gesetzt.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Beschleunigung der Folgeachse im Achsverbund des elektronischen Getriebes unterschreitet den oben beschriebenen Schwellwert.
Signal irrelevant ...	ohne elektronisches Getriebe.
Korrespondierend mit ...	Den folgenden Maschinendaten: MD37550 \$MA_EG_VEL_WARNING (Schwellwert Geschwindigkeits-Warnschwelle) MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL (Achsbeschleunigung)

DB31, ... DBX98.7	ESR-Reaktion ist ausgelöst
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Statussignal Als Rückmeldesignal an die PLC steht das VDI-Signal "ESR-Reaktion ist ausgelöst" zur Verfügung. Das Signal wird gesetzt, wenn \$AA_ESR_STAT > 0 ist, d. h. wenn: • Generatorbetrieb, Stillsetzen oder Rückziehen arbeitet • Zwischenkreisunterspannung erkannt oder • Generator-Minimaldrehzahl unterschritten
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	ESR ist nicht aktiv.
Anwendungsbeispiel(e)	Not-Halt bricht aus Sicherheitsgründen die Interpolation und alle Fahrbewegungen ab und löst durch Wegnahme der Reglerfreigaben auch die elektronische Kopplung auf. Bei Anwendungsfällen, in denen es auch bei Not-Halt auf die Aufrechterhaltung der Kopplung und Fahrbewegungen ankommt, muss dieser Not-Halt von der PLC entsprechend lange verzögert werden, bis die geforderten NC- bzw. antriebsseitigen Reaktionen ablaufen können. Durch Schreiben per \$A_DBB kann die PLC weitgehenden Einfluss auf die Abarbeitung der ESR-Reaktionen nehmen, wenn entsprechende Zugriffe auch in den Synchronaktionen eingebunden werden. Bei 840D hat die PLC auf das ESR-Verhalten "verriegelnden Einfluss". Durch entsprechende Synchronaktions-Verknüpfung ist bei 840D die Gestaltung der gewünschten Logik möglich.

DB31, ... DBX99.3	Achse beschleunigt
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Wenn die Beschleunigung der Folgeachse im Achsverbund des elektronischen Getriebes den im Maschinendatum MD37560 eingetragenen %-Satz der Beschleunigung, die im Maschinendatum MD32300 eingestellt ist, erreicht oder überschreitet, ist das Signal auf 1 gesetzt.

DB31, ... DBX99.3	Achse beschleunigt
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Beschleunigung der Folgeachse im Achsverbund des elektronischen Getriebes unterschreitet den oben beschriebenen Ansprechwert.
Signal irrelevant ...	ohne elektronisches Getriebe.
Korrespondierend mit ...	Den folgenden Maschinendaten: MD37560 \$MA_EG_ACC_TOL (Schwellwert für "Achse beschleunigen") MD32300 \$MA_MAX_AX_ACCEL (Achsbeschleunigung)

2.6 Sollwertumschaltung (S9)

2.6.1 Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX24.5	Sollwertumschaltung aktivieren
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand = 1	Anforderung an die Achse, die Antriebskontrolle zu übernehmen.
Signalzustand = 0	Anforderung an die Achse, die Antriebskontrolle abzugeben.

2.6.2 Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX96.5	Zustand der Sollwertumschaltung
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1	Die Achse hat die Kontrolle über den Antrieb übernommen.
Signalzustand 0	Die Achse hat die Kontrolle über den Antrieb abgegeben.
Signal relevant für ...	Alle an der Sollwertumschaltung beteiligten Achsen.

2.7 Tangentialsteuerung (T3)

2.7.1 Besondere Reaktion auf Signale

Die Bewegung der tangential nachgeführten Achse zum Ausgleich eines Tangentensprunges an einer Ecke der Bahn (bestimmt durch die Bewegungen der Leitachsen) kann mit den folgenden Signalen (z. B. für Testzwecke) angehalten werden:

- NC-Stop und Override = 0
- Wegnahme der achsspezifischen Vorschubfreigabe

Die Signale sind beschrieben in:

Literatur:

/LIS2/ Listen (Buch 2)

2.8 Installation von Compile-Zyklen (TE01)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.9 Simulation von Compile-Zyklen (TE02)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.10 Abstandsregelung (TE1)

2.10.1 Signale an Kanal (DB21, ...)

DB21, ... DBX1.4	CLC-Stop
Flankenwertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Abstandsregelung wird analog zum Teileprogrammbefehl CLC_GAIN=0.0 ausgeschaltet.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Abstandsregelung ist freigegeben.

DB21, ... DBX1.5	CLC_Override
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Auf die Abstandsregelung wirkt auch der kanalspezifische Override DB21, ... DBB4 (Vorschubkorrektur) Override-Einstellungen < 100% reduzieren entsprechend die durch das folgende Maschinendatum vorgegebene Geschwindigkeitsbegrenzung für die überlagerte Bewegung: MD62516 \$MC_CLC_SENSOR_VELO_LIMIT (Geschwindigkeit der Abstandsregelbewegung) Bei Override-Einstellungen > 100% wirkt der Begrenzungswert aus dem Maschinendatum.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Maximalgeschwindigkeit der Regelbewegung ist unabhängig von der Override-Einstellung
Anwendungsbeispiel	Der Unterschied für den Bediener liegt insbesondere darin, ob die Sensorbewegung bei Override 0 gestoppt wird oder nicht.
Korrespondierend mit	kanalspezifische Override-Einstellung: DB21, ... DBB4 (Vorschubkorrektur) DB21, ... DBX6.7 (Vorschubkorrektur wirksam)

2.10.2 Signale von Kanal (DB21, ...)

DB21, ... DBX37.3	CLC ist aktiv
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Abstandsregelung ist eingeschaltet.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Abstandsregelung ist ausgeschaltet.

DB21, ... DBX37.4	CLC-Bewegung an unterer Bewegungsgrenze
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Verfahrbewegung der abstandsregulierten Achsen aufgrund der Abstandsregelung ist an der im Maschinendatum MD62505 \$MC_CLC_SENSOR_LOWER_LIMIT (Untere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung) eingestellten bzw. mit CLC_LIM(..) programmierten unteren Bewegungsgrenze angehalten worden. Hinweis: Ist gleichzeitig das folgende Signal gesetzt: DB21, ... DBX37.5 (CLC gestoppt Obergrenze) → siehe oben Signal "CLC-Bewegung ist im Stillstand".
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Abstandsregelung hat die untere Begrenzung verlassen.

DB21, ... DBX37.5		CLC-Bewegung an oberer Bewegungsgrenze
Flankenbewertung: nein		Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Verfahrbewegung der abstandsgeregelten Achsen aufgrund der Abstandsregelung ist an der im Maschinendatum MD62506 \$MC_CLC_SENSOR_UPPER_LIMIT (Obere Bewegungsgrenze der Abstandsregelung) eingestellten bzw. mit CLC_LIM(..) programmierten oberen Bewegungsgrenze angehalten worden. Hinweis: Ist gleichzeitig das folgende Signal gesetzt: DB21, ... DBX37.4 (CLC gestoppt Untergrenze) → siehe oben Signal "CLC-Bewegung ist im Stillstand".	
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Abstandsregelung hat die obere Begrenzung verlassen.	

DB21, ... DBX37.4-5		CLC-Bewegung ist im Stillstand
Flankenbewertung: nein		Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Verfahrbewegung der abstandsgeregelten Achsen aufgrund der Abstandsregelung ist im Stillstand. Folgende Bedingungen führen zum Setzen des Signals: Die Stillstandsbedingungen vorgegeben durch folgende Maschinendaten sind erfüllt: MD62520 \$MC_CLC_SENSOR_STOP_POS_TOL (Positionstoleranz für die Zustandsmeldung "Stillstand Abstandsregelung") MD62521 \$MC_CLC_SENSOR_STOP_DWELL_TIME (Wartezeit für die Zustandsmeldung "Stillstand Abstandsregelung") Programmierung von CLC_GAIN=0.0 PLC-Nahtstellensignal: DB21, ... DBX1.4 (Stop CLC-Bewegung) Hinweis: Das Signal "CLC-Bewegung ist im Stillstand" ist nur dann gesetzt, wenn Bit 4 und Bit 5 gleichzeitig gesetzt sind. Ist nur eines von beiden Bits gesetzt → siehe unten.	
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Abstandsregelung führt aktuell zu Verfahrbewegungen in den abstandsgeregelten Achsen. Solange die Achsen aufgrund der Abstandsregelung verfahren, können die achsialen Nahtstellensignale nicht gesetzt werden: DB31, ... DBX60.6/7 (Position erreicht Genauhalt grob/fein)	
Korrespondierend mit	DB3x DBX30.6/7 "Position erreicht, Genauhalt grob/fein"	

2.11 Analoge Achse (TE2)

Keine Signalbeschreibung erforderlich.

2.12 Drehzahl-/Drehmomentkopplung, Master-Slave (TE3)

2.12.1 Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX24.5	Momentenausgleichsregler aktivieren
Flankenbewertung: ja	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Momentenausgleichsregler soll aktiviert werden. Folgende Bedingungen müssen zum Aktivieren erfüllt sein: DB31, ... DBX96.2 (Differenz "Fein" erreicht)
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Momentenausgleichsregler soll deaktiviert werden.

DB31, ... DBX24.7	Master-Slave-Kopplung aktivieren
Flankenbewertung: ja	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Momentenausgleichsregler soll aktiviert werden.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Master-Slave-Kopplung soll deaktiviert werden. Folgende Bedingungen müssen zum Aktivieren und Deaktivieren erfüllt sein: • Master- und Slave-Achse in Lageregelung (DB31, ... DBB61.7) • Master- und Slave-Achse stehen (DB31, ... DBB61.4) • die Kanäle der Master- und Slave-Achse sind im Zustand Reset (DB21, ... DBB35.7) Ist eine Bedingung nicht erfüllt, wird die Kopplung nicht aktiviert oder deaktiviert. Es erscheint kein Alarm, der Zustand der Kopplung bleibt erhalten. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt alle Bedingungen erfüllt sind, wird je nach Zustand des Signals die Kopplung aktiviert oder deaktiviert. Relevant ist das Signal an die Slave-Achse einer Kopplung.

2.12.2 Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX96.2	Differenzdrehzahl "Fein"
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Differenzdrehzahl ist in dem durch das folgende Maschinendatum festgelegten Bereich: MD37272 \$MA_MS_VELO_TOL_FINE
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Differenzdrehzahl hat den im MD37272 festgelegten Bereich nicht erreicht.

DB31, ... DBX96.3	Differenzdrehzahl "Grob"
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Die Differenzdrehzahl ist in dem durch das folgende Maschinendatum festgelegten Bereich: MD37270 \$MA_MS_VELO_TOL_COARSE
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Die Differenzdrehzahl hat den im MD37270 festgelegten Bereich nicht erreicht.

DB31, ... DBX96.4	Zustand des Momentenausgleichsreglers
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Momentenausgleichsregler ist aktiv.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Momentenausgleichsregler ist nicht aktiv. Relevant ist das Signal an die Slave-Achse einer Kopplung.

DB31, ... DBX96.7	Zustand der Master-Slave-Kopplung
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert: zyklisch
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Master-Slave-Kopplung ist aktiv.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Master-Slave-Kopplung ist nicht aktiv. Relevant ist das Signal an die Slave-Achse einer Kopplung.

2.13 Transformationspaket Handling (TE4)

2.13.1 Signale von Kanal (DB21, ...)

DB21, ... DBX29.4		PTP-Fahren aktivieren
Flankenauswertung: ja		Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	PTP-Fahren aktivieren.	
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	CP-Fahren aktivieren.	
Signal irrelevant bei ...	Keine Handling-Transformationen aktiv.	
Weiterführende Literatur:	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)	

DB21, ... DBX33.6		Transformation aktiv
Flankenauswertung: ja		Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Aktive Transformation.	
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	Keine Transformation (mehr) aktiv.	
Signal irrelevant bei ...	Keine Transformationen benutzt.	
Weiterführende Literatur:	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)	

DB21, ... DBB232		Nummer der aktiven G-Funktion der G-Funktionsgruppe 25 (Bezug Werkzeugorientierung)
Flankenauswertung:		Signal(e) aktualisiert:
Bedeutung 1	ORIWS: Die Werkzeugorientierung erfolgt in einem Werkstück-Koordinatensystem und ist damit nicht von der Maschinenkinematik abhängig.	
Bedeutung 2	ORIMKS: Die Werkzeugorientierung erfolgt in einem Maschinen-Koordinatensystem und ist damit abhängig von der Maschinenkinematik. Dies ist die Standardeinstellung.	
Bedeutung 3	ORIPATH: Die Werkzeugorientierung erfolgt mit dem programmierten Voreil- und Seitwärtswinkel relativ zur Bahntangente und Flächennormalen.	

DB21, ... DBX317.6	PTP-Fahren aktiv
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	PTP-Fahren aktiv.
Signalzustand 0 bzw. Flankenwechsel 1 → 0	CP-Fahren aktiv.
Signal irrelevant bei ...	Keine Handling-Transformationen aktiv.
Weiterführende Literatur:	/FB3/ Funktionshandbuch Sonderfunktionen; 3- bis 5-Achs-Transformation (F2)

2.14 MKS-Kopplung (TE6)

2.14.1 Signale an Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX24.2	Kopplung ausschalten bzw. nicht zulassen
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Eine aktive Kopplung wird erst bei stehenden Achsen ausgeschaltet. Wenn CC_COPON für diese Achse programmiert wird, erfolgt keine Fehlermeldung.
Signalzustand 0	Kopplung darf eingeschaltet werden
Signal irrelevant bei ...	
Anwendungsbeispiel(e)	Wird nur bei der CC_Slave-Achse berücksichtigt.

DB31, ... DBX24.3	Kollisionsschutz einschalten
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Kollisionsschutz EIN
Signalzustand 0	Kollisionsschutz AUS
Signal irrelevant bei ...	Dieses Signal wird nur bearbeitet, wenn der Kollisionsschutz nicht über Maschinendatum eingeschaltet ist: MD65543 \$MA_CC_PROTECT_OPTIONS
Anwendungsbeispiel(e)	Wird nur bei der PSlave-Achse berücksichtigt.

2.14.2 Signale von Achse/Spindel (DB31, ...)

DB31, ... DBX66.0	Überwachung aktivieren
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Überwachung ist aktiv. Diese Anzeige muss bei der PSlave-Achse im folgenden Maschinendatum aktiviert werden: MD63543 \$MD_CC_PROTECT_OPTIONS Hinweis: Zusammen mit kundenspezifischen Compile-Zyklen kann es zu Konflikten kommen.
Signalzustand 0	Überwachung ist nicht aktiv.

DB31, ... DBX97.0	Achse ist Slave-Achse
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Achse ist CC_Slave Achse. Die zugehörige CC_Master-Achse kann dem Maschinendatum entnommen werden.
Signalzustand 0	Achse ist keine CC_Slave-Achse

DB31, ... DBX97.1	Kopplung aktivieren
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Kopplung aktiv
Signalzustand 0	Kopplung nicht aktiv
Signal irrelevant bei ...	
Anwendungsbeispiel(e)	Wird nur bei der CC_Slave-Achse angezeigt.

DB31, ... DBX97.2	Spiegeln aktivieren
Flankenauswertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Spiegeln aktiv (1:-1)
Signalzustand 0	1:1 -Kopplung aktiv
Signal irrelevant bei ...	Nur relevant, wenn Kopplung aktiv (DBX97.1 = 1)
Anwendungsbeispiel(e)	Wird nur bei der CC_Slave-Achse angezeigt.

DB31, ... DBX97.3	Offset nach dem Einschaltzeitpunkt
Flankenauswertung: ja	Signal(e) aktualisiert:

DB31, ... DBX97.3	Offset nach dem Einschaltzeitpunkt
Signalzustand 1	Neuer Offset nach dem Einschaltzeitpunkt. Wenn durch einen Vorgang (SW-/HW-Endschalter CC_Slave-Achse) der beim Einschaltzeitpunkt festgehaltene Offset zwischen CC_Master und CC_Slave verändert wird, wird dieses Bit auf 1 geschaltet.
Signalzustand 0	Kein neuer Offset seit dem Einschalten.
Signal irrelevant bei ...	In der RESET-Phase wird das Bit nicht gesetzt.
Anwendungsbeispiel(e)	Wird nur bei der CC_Slave-Achse angezeigt.

2.15 Wiederaufsetzen - Retrace Support (TE7)

2.15.1 Signale an Kanal

DB21, ... DBX0.1	Rückwärts/Vorwärts
Flankenbewertung: ja	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1 bzw. Flankenwechsel 0 → 1	Rückwärtsfahren aktivieren. Das RESU-Hauptprogramm CC_RESU.MPF wird aus den protokollierten Verfahrssätzen des RESU-internen Satzpuffers so erzeugt, dass mit dem nächsten NC-START auf der Kontur rückwärts gefahren wird.
Flankenwechsel 1 → 0	Vorwärtsfahren aktivieren. Das RESU-Hauptprogramm CC_RESU.MPF wird aus den protokollierten Verfahrssätzen des RESU-internen Satzpuffers so erzeugt, dass mit dem nächsten NC-START auf der Kontur vorwärts gefahren wird.
Signalzustand 0	Keine Bedeutung.
Signal irrelevant bei ...	Technologiefunktion RESU nicht geladen oder nicht aktiviert.

DB21, ... DBX0.2	Wiederaufsetzen starten
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Wiederaufsetzen starten: Das ursprüngliche Bearbeitungsprogramm wird wieder angewählt und ein Satzsuchlauf bis zum Wiederaufsetzpunkt wird durchgeführt.
Signalzustand 0	Keine Bedeutung.
Signal irrelevant bei ...	Die NC befindet sich nicht im Retrace Mode oder RESU ist nicht aktiv.

2.15.2 Signale von Kanal

DB21, ... DBX32.1	Retrace Mode aktiv
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Das Signal "Retrace Mode aktiv" steht an, solange man sich im Retrace Mode befindet. Das heißt, vom ersten Setzen des Signals "Rückwärts/Vorwärts" bis zum Setzen des Signals "Wiederaufsetzen starten".
Signalzustand 0	Das Bearbeitungsprogramm wird abgearbeitet.
Signal irrelevant bei ...	Technologiefunktion RESU nicht aktiv.

DB21, ... DBX32.2	Wiederaufsetzen aktiv
Flankenbewertung: nein	Signal(e) aktualisiert:
Signalzustand 1	Das Signal "Wiederaufsetzen aktiv" wird gesetzt, sobald Signalzustand 1 für das Signal "Wiederaufsetzen starten" erkannt wird. Zurückgesetzt wird das Signal "Wiederaufsetzen aktiv" am Ende des Wiederaufsetzens mit Abschluss des letzten Aktionssatzes.
Signalzustand 0	Wiederaufsetzen ist nicht aktiv.
Signal irrelevant bei ...	Technologiefunktion RESU nicht aktiv.

2.16 Taktunabhängige bahnsynchrone Schaltsignalausgabe (TE8)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.17 Achspaar Kollisionsschutz (TE9)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.18 Vorverarbeitung (V2)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.19 3D-Werkzeugradiuskorrektur (W5)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

2.20 Weglängenauswertung (W6)

Keine Signalbeschreibungen erforderlich.

Index

A

Achse beschleunigt, 2-9
Achse ist Slave-Achse, 2-18
Automatischer Synchronisationslauf, 2-3

B

Beschleunigungswarnschwelle, 2-9

D

DB21, ...
 DBB232, 2-1, 2-16
 DBX0.1, 2-19
 DBX0.2, 2-19
 DBX1.4, 2-11
 DBX1.5, 2-12
 DBX29.4, 2-1
 DBX29.4, 2-16
 DBX317.6, 2-17
 DBX32.1, 2-20
 DBX32.2, 2-20
 DBX33.6, 2-1
 DBX33.6, 2-16
 DBX37.3, 2-12
 DBX37.4, 2-12, 2-13
 DBX37.5, 2-13
 DBX6.7, 2-12

DB21, ...
 DBB4, 2-12
 DBX1.4, 2-13
 DBX317.6, 2-2
 DBX318.2, 2-2
 DBX318.3, 2-2
 DBX37.4, 2-13
 DBX37.5, 2-12

DB31, ...
 DBX101.2, 2-4
 DBX101.3, 2-4
 DBX101.4, 2-5
 DBX101.5, 2-5
 DBX101.6, 2-6

DBX101.7, 2-7
DBX24.2, 2-17
DBX24.3, 2-17
DBX24.5, 2-10, 2-14
DBX24.7, 2-14
DBX29.4, 2-3
DBX29.5, 2-3
DBX66.0, 2-18
DBX96.2, 2-15
DBX96.3, 2-15
DBX96.4, 2-15
DBX96.5, 2-10
DBX96.7, 2-15
DBX97.0, 2-18
DBX97.1, 2-18
DBX97.2, 2-18
DBX97.3, 2-18

DB31, ...
 DBX26.4, 2-8
 DBX60.6, 2-13
 DBX60.7, 2-13
 DBX98.5, 2-8
 DBX98.6, 2-9
 DBX98.7, 2-9
 DBX99.3, 2-9
Differenzdrehzahl Fein, 2-15
Differenzdrehzahl Grob, 2-15

E

ESR-Reaktion ist ausgelöst, 2-9

F

Freigabe Folgeachsüberlagerung, 2-8

G

Gantry-Abschaltgrenze überschritten, 2-4
Gantry-Achse, 2-7
Gantry-Führungsachse, 2-6
Gantry-Synchronisationslauf startbereit, 2-5
Gantry-Synchronisationslauf starten, 2-3
Gantry-Verbund ist synchronisiert, 2-5

Gantry-Warngrenze überschritten, 2-4
Geschwindigkeitswarnschwelle, 2-8

K

Kollisionsschutz einschalten, 2-17
Kopplung aktivieren, 2-18
Kopplung ausschalten bzw. nicht zulassen, 2-17

M

Master-Slave-Kopplung aktivieren, 2-14
MD37100, 2-3
MD37120, 2-4
MD37130, 2-4
MD62505, 2-12
MD62506, 2-13
MD62516, 2-12
MD62520, 2-13
MD62521, 2-13
Momentenausgleichsregler aktivieren, 2-14

N

Nummer der aktiven G-Funktion der G-Funktionsgruppe 25, 2-16
Nummer der aktiven G-Funktion der G-Funktionsgruppe 25 (Bezug Werkzeugorientierung), 2-1

O

Offset nach dem Einschaltzeitpunkt, 2-18

P

PTP-Fahren aktiv, 2-2, 2-17
PTP-Fahren aktivieren, 2-1, 2-16

R

Retrace Mode aktiv, 2-20
Rückwärts/Vorwärts, 2-19

S

Sollwertumschaltung aktivieren, 2-10
Spiegeln aktivieren, 2-18

T

TOFF aktiv, 2-2
TOFF Bewegung aktiv, 2-2
Transformation aktiv, 2-1, 2-16

U

Überwachung aktivieren, 2-18

W

Wiederaufsetzen aktiv, 2-20
Wiederaufsetzen starten, 2-19

Z

Zustand der Master-Slave-Kopplung, 2-15
Zustand der Sollwertumschaltung, 2-10
Zustand des Momentenausgleichsreglers, 2-15

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl/840Di sl/ 840D/840Di/810D Sonderfunktionen: Anhang

Funktionshandbuch

Gültig für

Steuerung

SINUMERIK 840D sl/840DE sl
SINUMERIK 840Di sl/840DiE sl
SINUMERIK 840D powerline/840DE powerline
SINUMERIK 840Di powerline/840DiE powerline
SINUMERIK 810D powerline/810DE powerline

Software

Version

NCU Systemsoftware für 840D sl/840DE sl	1.4
NCU Systemsoftware für 840Di sl/DiE sl	1.0
NCU Systemsoftware für 840D/840DE	7.4
NCU Systemsoftware für 840Di/840DiE	3.3
NCU Systemsoftware für 810D/810DE	7.4

11/2006

6FC5397-2BP10-2AA0

Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Hinweise, die Sie zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden beachten müssen. Die Hinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sind durch ein Warndreieck hervorgehoben, Hinweise zu alleinigen Sachschäden stehen ohne Warndreieck. Je nach Gefährdungsstufe werden die Warnhinweise in abnehmender Reihenfolge wie folgt dargestellt.



Gefahr

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **wird**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Warnung

bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten **kann**, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



Vorsicht

mit Warndreieck bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Vorsicht

ohne Warndreieck bedeutet, dass Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

Achtung

bedeutet, dass ein unerwünschtes Ergebnis oder Zustand eintreten kann, wenn der entsprechende Hinweis nicht beachtet wird.

Beim Auftreten mehrerer Gefährdungsstufen wird immer der Warnhinweis zur jeweils höchsten Stufe verwendet. Wenn in einem Warnhinweis mit dem Warndreieck vor Personenschäden gewarnt wird, dann kann im selben Warnhinweis zusätzlich eine Warnung vor Sachschäden angefügt sein.

Qualifiziertes Personal

Das zugehörige Gerät/System darf nur in Verbindung mit dieser Dokumentation eingerichtet und betrieben werden. Inbetriebsetzung und Betrieb eines Gerätes/Systems dürfen nur von **qualifiziertem Personal** vorgenommen werden. Qualifiziertes Personal im Sinne der sicherheitstechnischen Hinweise dieser Dokumentation sind Personen, die die Berechtigung haben, Geräte, Systeme und Stromkreise gemäß den Standards der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Beachten Sie Folgendes:



Warnung

Das Gerät darf nur für die im Katalog und in der technischen Beschreibung vorgesehenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit von Siemens empfohlenen bzw. zugelassenen Fremdgeräten und -komponenten verwendet werden. Der einwandfreie und sichere Betrieb des Produktes setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

Marken

Alle mit dem Schutzrechtsvermerk ® gekennzeichneten Bezeichnungen sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Schrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen kann.

Haftungsausschluss

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten.

Inhaltsverzeichnis

A	Anhang	A-1
	A.1 Liste der Abkürzungen	A-1
	A.2 Publikationsspezifische Information.....	A-9
	A.2.1 Korrekturblatt - Faxvorlage	A-9
	A.2.2 Dokumentationsübersicht	A-10
	Glossar	Glossar-1

Anhang

A

A.1 Liste der Abkürzungen

A	
ADI4	Analog Drive Interface for 4 Axis
AC	Adaptive Control
ALM	Active Line Module
ARM	Asynchroner rotatorischer Motor
AS	Automatisierungssystem
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: Amerikanische Code-Norm für den Informationsaustausch
ASUP	Asynchrones Unterprogramm
AUXFU	Auxiliary Function: Hilfsfunktion

B	
BA	Betriebsart
BAG	Betriebsartengruppe
BCD	Binary Coded Decimals: Im Binärcode verschlüsselte Dezimalzahlen
BERO	Berührungsloser Endschalter
BI	Binector Input
BICO	Binector Connector
BIN	Binary Files: Binärdateien
BHG	Bedienhandgerät
BKS	Basiskoordinatensystem
BO	Binector Output
BOT	Boot-Datei (SIMODRIVE 611D)
BTSS	Bedientafelschnittstelle

C	
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CC	Compile Cycle: Compile-Zyklen
CI	Connector Input

CF-Card	Compact Flash-Card
CNC	Computerized Numerical Control: Computerunterstützte numerische Steuerung
CO	Connector Output
CoL	Certificate of License
COM	Communication
CPA	Compiler Projecting Data: Projektierdaten des Compilers
CU	Control Unit
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: Zentrale Rechneinheit
CR	Carriage Return
CTS	Clear To Send: Meldung der Sendebereitschaft bei seriellen Daten-Schnittstellen
CUTCOM	Cutter Radius Compensation: Werkzeugradiuskorrektur

D	
DAU	Digital-Analog-Umwandler
DB	Datenbaustein (PLC)
DBB	Datenbaustein-Byte (PLC)
DBD	Datenbaustein-Doppelwort (PLC)
DBW	Datenbaustein-Wort (PLC)
DBX	Datenbaustein-Bit (PLC)
DIN	Deutsche Industrie Norm
DIO	Data Input/Output: Datenübertragungs-Anzeige
DIR	Directory: Verzeichnis
DO	Drive Object
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual-Port-RAM
DRAM	Dynamischer Speicher (ungepuffert)
DRF	Differential Resolver Function: Differential-Drehmelder-Funktion (Handrad)
DRIVE-CliQ	Drive Component Link with IQ
DRY	Dry Run: Probelaufvorschub
DSB	Decoding Single Block: Dekodierungseinzelsatz
DSC	Dynamic Servo Control / Dynamic Stiffness Control
DW	Datenwort
DWORD	Doppelwort (aktuell 32 Bit)

E	
ENC	Encoder: Istwertgeber
EFP	Einfach Peripheriemodul (PLC-E/A-Baugruppe)
EGB	Elektronisch gefährdete Baugruppen/Bauelemente
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm

EnDat	Geberschnittstelle
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory (Löschbarer, elektrisch programmierbarer nur Lesespeicher)
EQN	Typbezeichnung eines Absolutwertgebers mit 2048 Sinussignalen/Umdrehung
E/R	Ein-/Rückspeiseeinheit des SIMODRIVE 611(D)
ES	Engineering System
ESR	Erweitertes Stillsetzen und Rückziehen
ETC	ETC-Taste ">"; Erweiterung der Softkeyleiste im gleichen Menü

F	
FB	Funktionsbaustein (PLC)
FC	Function Call: Funktionsbaustein (PLC)
FEPROM	Flash-EPROM: Les- und schreibbarer Speicher
FIFO	First In First Out: Speicher, der ohne Adressangabe arbeitet und dessen Daten in derselben Reihenfolge gelesen werden, in der sie gespeichert wurden.
FIPO	Feininterpolator
FRAME	Koordinatentransformation
FRK	Fräsradiuskorrektur
FST	Feed Stop: Vorschub Halt
FW	Firmware

G	
GC	Global Control (PROFIBUS: Broadcast-Telegramm)
GEO	Geometrie, z.B. Geometrieachse
GIA	Gear Interpolation Data: Getriebeinterpolationsdaten
GND	Signal Ground
GP	Grundprogramm (PLC)
GS	Getriebestufe
GSD	Gerätestammdatei zur Beschreibung eines PROFIBUS Slaves
GSDML	Generic Station Description Markup Language: XML-basierte Beschreibungssprache zur Erstellung einer GSD-Datei
GUD	Global User Data: Globale Anwenderdaten

H	
HEX	Kurzbezeichnung für hexadezimale Zahl
HiFu	Hilfsfunktion
HMI	Human Machine Interface, SINUMERIK Bedienoberfläche
HSA	Hauptspindelantrieb
HW	Hardware
HW-Konfig	SIMATIC S7-Tool zum Konfigurieren und Parametrieren von Hardware-Komponenten innerhalb eines S7-Projektes

HW-Endschalter	Hardware-Endschalter

I	
IBN	Inbetriebnahme
IKA	Interpolatorische Kompensation
INC	Increment: Schrittmaß
IPO	Interpolator

J	
JOG	Jogging: Einrichtbetrieb

K	
K _V	Verstärkungsfaktor des Regelkreises
K _P	Proportionalverstärkung
K _Ü	Übersetzungsverhältnis

L	
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode: Leuchtdiode
LF	Line Feed
LMS	Lagemesssystem
LR	Lageregler
LSB	Least significant Bit, niederwertigstes Bit
LUD	Local User Data: Anwenderdaten (lokal)

M	
MAC	Media Access Control
MB	Megabyte
MCI	Motion Control Interface
MCIS	Motion-Control-Information-System
MCP	Machine Control Panel (Maschinensteuertafel)
MD	Maschinendatum bzw. Maschinendaten
MDA	Manual Data Automatic: Handeingabe
MELDW	Meldungswort
MKS	Maschinenkoordinatensystem
MLFB	Maschinenlesbare Fabrikatbezeichnung
MM	Motor Module

MMC	Man Machine Communication
MPF	Main Program File: NC-Teileprogramm (Hauptprogramm)
MPI	Multi Port Interface: Mehrpunktfähige Schnittstelle
MSTT	Maschinensteuertafel

N	
NC	Numerical Control: Numerische Steuerung
NCK	Numerical Control Kernel
NCU	Numerical Control Unit
NRK	Bezeichnung des Betriebssystems des NCK
NST	Nahtstellensignal
NV	Nullpunktverschiebung
NX	Numerical Extension (Achserweiterungsbaugruppe)

O	
OB	Organisationsbaustein in der PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: Bedieneinrichtung
OPI	Operation Panel Interface: Bedientafel-Anschaltung
OPT	Options: Optionen
OLP	Optical Link Plug: Busstecker für Lichtleiter

P	
PAA	Prozessabbild der Ausgänge
PAE	Prozessabbild der Eingänge
PC	Personal Computer
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association (Speichersteckkarten Normierung)
PCU	PC Unit
PG	Programmiergerät
PKE	Parameterkennung: Teil eines PKW
PKW	Parameter Kennung: Wert: Parametriereteil eines PPO
PLC	Programmable Logic Control: Anpass-Steuerung
PNO	PROFIBUS Nutzerorganisation
PO	Power On
POS	Positionieren: z.B. POS-Achse = Positionierachse = Kanalachse die nicht interpolatorische, d.h. unabhängig von anderen Kanalachsen auf ihre programmierte Position verfahren wird.
POS MO A	Positioning Motor Actuator: Positioniermotor

POSMO CA	Positioning Motor Compact AC: Komplette Antriebseinheit mit integrierter Leistungs- und Reglungsbaugruppe sowie Positioniereinheit und Programmspeicher; Wechselstrom-Einspeisung
POSMO CD	Positioning Motor Compact DC: wie CA, jedoch Gleichstromspeisung
POSMO SI	Positioning Motor Servo Integrated: Positioniermotor; Gleichstromspeisung
PPO	Parameter Prozessdaten Objekt ; Zyklisches Datentelegramm bei der Übertragung mit PROFIBUS-DP und Profil "Drehzahlveränderbare Antriebe"
PROFIBUS	Process Field Bus: Serieller Datenbus
PRT	Programmtest
PSW	Programmsteuerwort
PTP	Point to Point: Punkt zu Punkt
PUD	Program Global User Data: Programmglobale Variable
PZD	Prozessdaten: Prozessdatenteil eines PPO

Q	
QFK	Quadrantenfehler Kompensation

R	
RAM	Random Access Memory: Schreib-/Lese-Speicher
REF	Funktion Referenzpunkt anfahren
REPOS	Funktion Repositionieren
RISC	Reduced Instruction Set Computer: Prozessortyp mit kleinem Befehlssatz und schnellem Befehlsdurchsatz
ROV	Rapid Override: Eingangskorrektur
RP	R-Parameter, Rechenparameter, vordefinierte Anwendervariable
RPY	Roll Pitch Yaw: Drehungsart eines Koordinatensystems
RTL	Rapid Traverse Linear Interpolation: Lineare Interpolation bei Eilgangbewegung
RTCP	Real Time Control Protocol

S	
SBC	Safe Break Control: Sichere Bremsenansteuerung
SBL	Single Block: Einzelsatz
SD	Settingdatum bzw. Settingdaten
SEA	Setting Data Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Settingdaten
SERUPRO	Search-Run by Program Test: Suchlauf via Programmtest
SGE	Sicherheitsgerichteter Eingang
SGA	Sicherheitsgerichteter Ausgang
SH	Sicherer Halt
SIM	Single in Line Module
SK	Softkey

SKP	Skip: Funktion zum Ausblenden eines Teileprogrammsatzes
SLM	Synchroner Linearmotor
SM	Schrittmotor
SMC	Sensor Module Cabinet Mounted
SME	Sensor Module Externally Mounted
SPF	Sub Program File: Unterprogramm
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung = PLC
SRAM	Statischer Speicher (gepuffert)
SRK	Schneidenradiuskorrektur
SRM	Synchron rotatorischer Motor
SSFK	Spindelsteigungsfehlerkompensation
SSI	Synchron Serielles Interface (Schnittstellen-Typ)
SSL	Satzsuchlauf
STW	Steuerwort
SUG	Scheibenumfangsgeschwindigkeit
SW	Software
SW-Endschalter	Software-Endschalter
SYF	System Files: Systemdateien
SYNACT	Synchronized Action: Synchronaktion

T	
TB	Terminal Board (SINAMICS)
TCP	Tool Center Point: Werkzeugspitze
TCP/IP	Transport Control Protocol / Internet Protocol
TCU	Thin Client Unit
TEA	Testing Data Active: Kennung für Maschinendaten
TIA	Totally Integrated Automation
TM	Terminal Module (SINAMICS)
TO	Tool Offset: Werkzeugkorrektur
TOA	Tool Offset Active: Kennzeichnung (Dateityp) für Werkzeugkorrekturen
TRANSMIT	Transform Milling Into Turning: Koordinatentransformation für Fräsbearbeitungen an einer Drehmaschine
TTL	Transistor-Transistor-Logik (Schnittstellen-Typ)

U	
USB	Universal Serial Bus
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung

V	
VDI	Interne Kommunikationsschnittstelle zwischen NCK und PLC

VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
VI	Voltage Input
VO	Voltage Output
VSA	Vorschubantrieb

W	
WKS	Werkstückkoordinatensystem
WKZ	Werkzeug
WLK	Werkzeuglängenkorrektur
WOP	Werkstatt-orientierte Programmierung
WPD	Work Piece Directory: Werkstückverzeichnis
WRK	Werkzeug-Radius-Korrektur
WZ	Werkzeug
WZK	Werkzeugkorrektur
WZV	Werkzeugverwaltung
WZW	Werkzeugwechsel

X	
XML	Extensible Markup Language

Z	
ZOA	Zero Offset Active: Kennung für Nullpunktverschiebungen
ZSW	Zustandswort (des Antriebs)

A.2 Publikationsspezifische Information

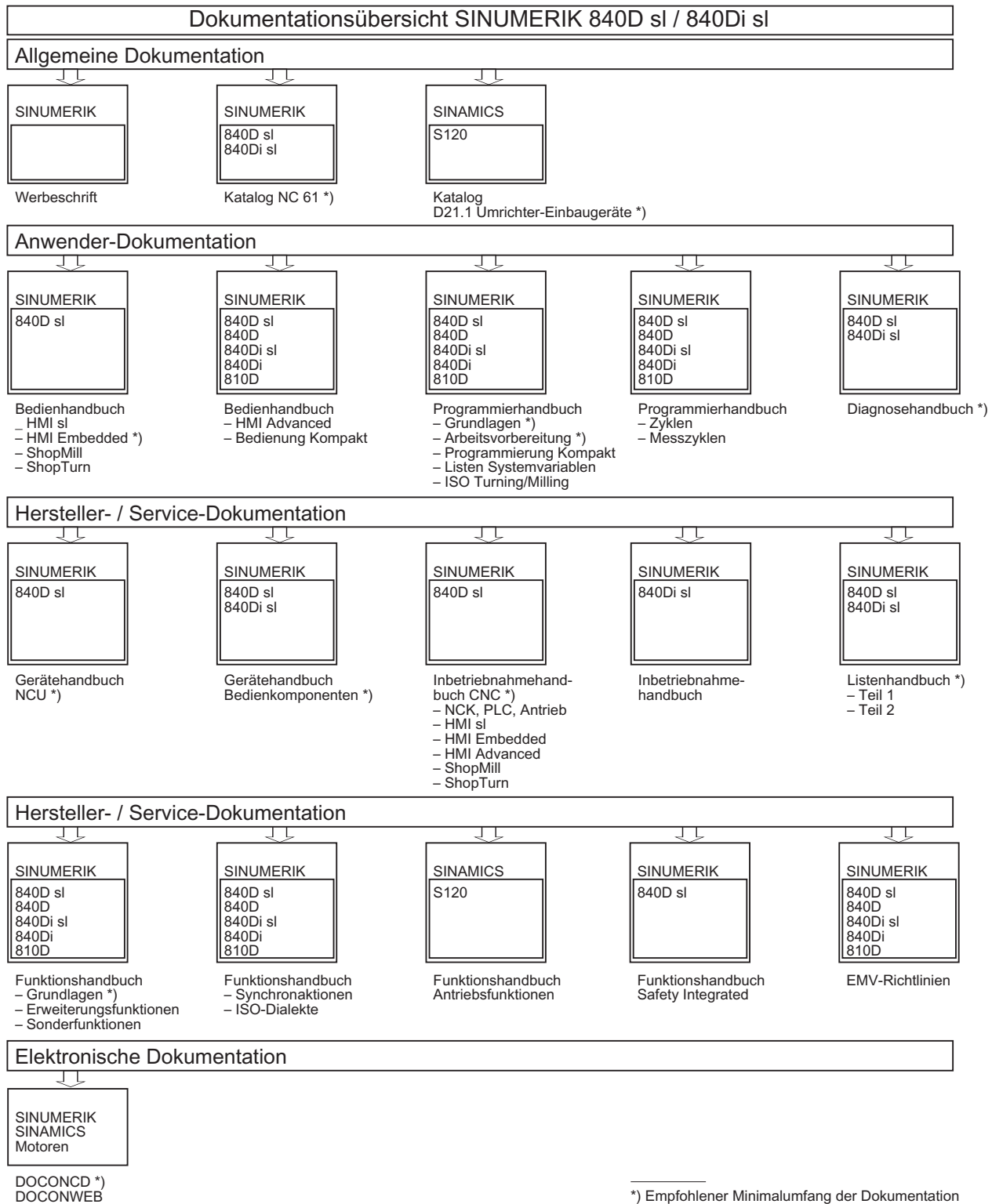
A.2.1 Korrekturblatt - Faxvorlage

Sollten Sie beim Lesen dieser Unterlage auf Druckfehler gestoßen sein, bitten wir Sie, uns diese mit diesem Vordruck mitzuteilen. Ebenso dankbar sind wir für Anregungen und Verbesserungsvorschläge.

An SIEMENS AG A&D MC MS1 Postfach 3180 D-91050 Erlangen Fax.: +49 (0) 9131 / 98 - 63315 (Dokumentation) mailto:docu.motioncontrol@siemens.com http://www.siemens.com/automation/service&support	Absender	
	Name:	
	Anschrift Ihrer Firma/Dienststelle	
	Straße:	
	PLZ:	Ort:
	Telefon:	/
	Telefax:	/

Vorschläge und / oder Korrekturen

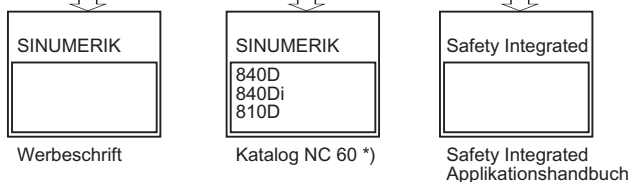
A.2.2 Dokumentationsübersicht



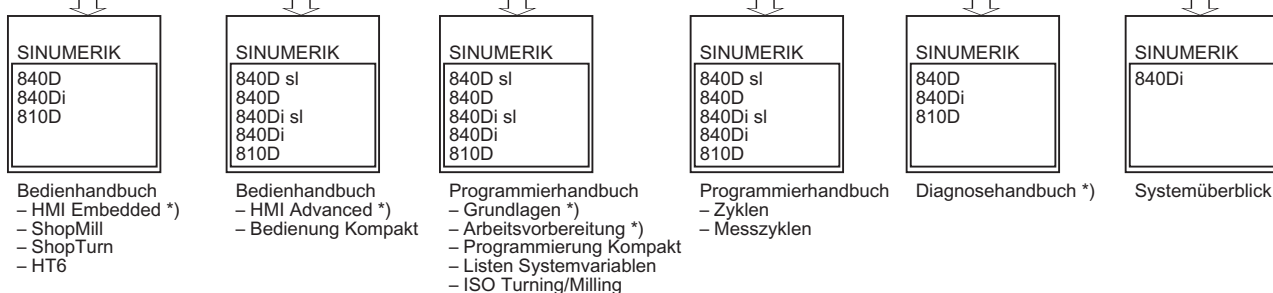
*) Empfohlener Minimalumfang der Dokumentation

Dokumentationsübersicht SINUMERIK 840D / 840Di / 810D

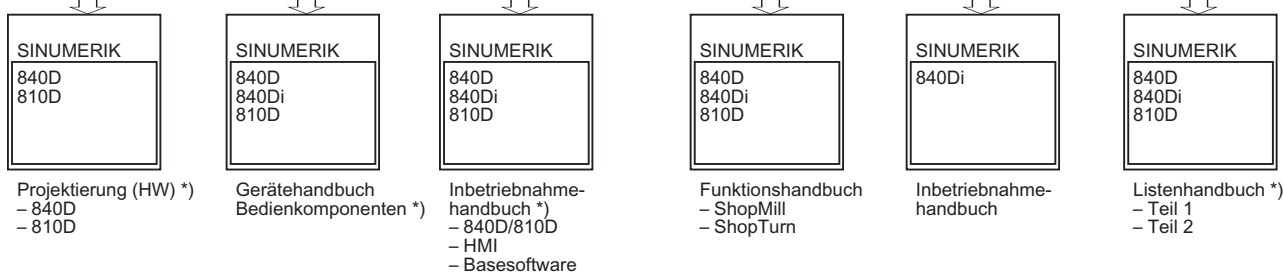
Allgemeine Dokumentation



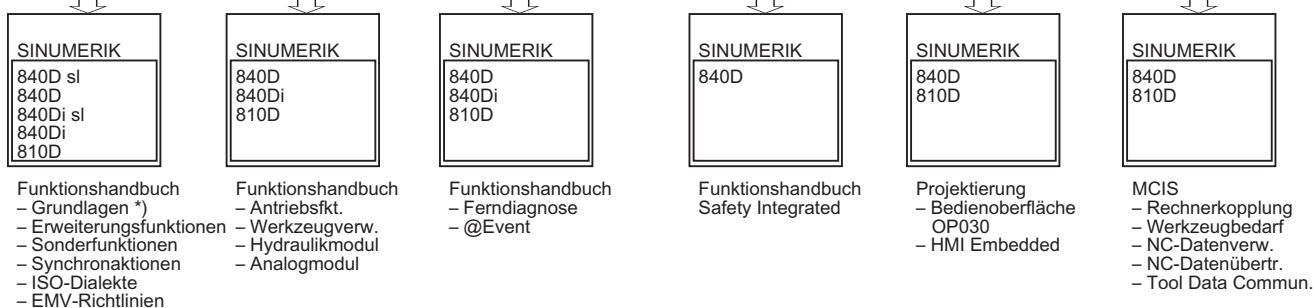
Anwender-Dokumentation



Hersteller- / Service-Dokumentation



Hersteller- / Service-Dokumentation



Elektronische Dokumentation



*) Empfohlener Minimalumfang der Dokumentation

Glossar

Absolutmaß

Angabe des Bewegungsziels einer Achsbewegung durch ein Maß, das sich auf den Nullpunkt des momentan gültigen Koordinatensystems bezieht. Siehe → Kettenmaß.

Achsadresse

Siehe → Achsbezeichner

Achsbezeichner

Achsen werden nach DIN 66217 für ein rechtsdrehendes, rechtwinkliges → Koordinatensystem bezeichnet mit X, Y, Z.

Um X, Y, Z drehende → Rundachsen erhalten die Bezeichner A, B, C. Zusätzliche Achsen, parallel zu den angegebenen, können mit weiteren Adressbuchstaben gekennzeichnet werden.

Achsen

Die CNC-Achsen werden entsprechend ihres Funktionsumfangs abgestuft in:

- Achsen: interpolierende Bahnachsen
- Hilfsachsen: nicht interpolierende Zustell- und Positionierachsen mit achsspezifischem Vorschub. Hilfsachsen sind an der eigentlichen Bearbeitung nicht beteiligt, z. B. Werkzeugzubringer, Werkzeugmagazin.

Achsname

Siehe → Achsbezeichner

Adresse

Eine Adresse ist die Kennzeichnung für einen bestimmten Operanden oder Operandenbereich, z. B. Eingang, Ausgang usw.

Alarme

Alle → Meldungen und Alarme werden auf der Bedientafel im Klartext mit Datum und Uhrzeit und dem entsprechenden Symbol für das Löschkriterium angezeigt. Die Anzeige erfolgt getrennt nach Alarmen und Meldungen.

1. Alarme und Meldungen im Teileprogramm

Alarme und Meldungen können direkt aus dem Teileprogramm im Klartext zur Anzeige gebracht werden.

2. Alarme und Meldungen von PLC

Alarme- und Meldungen der Maschine können aus dem PLC-Programm im Klartext zur Anzeige gebracht werden. Dazu sind keine zusätzlichen Funktionsbaustein-Pakete notwendig.

Antrieb

Das Steuerungssystem SINUMERIK 840D ist über einen schnellen digitalen Parallelbus mit dem Umrichtersystem SIMODRIVE 611 digital verbunden.

Anwenderdefinierte Variable

Anwender können für beliebige Nutzung im → Teileprogramm oder Datenbaustein (globale Anwenderdaten) anwenderdefinierte Variablen vereinbaren. Eine Definition enthält eine Datentypangabe und den Variablennamen. Siehe → Systemvariable.

Anwenderprogramm

Anwenderprogramme für Automatisierungssysteme S7-300 werden mit der Programmiersprache STEP 7 erstellt. Das Anwenderprogramm ist modular aufgebaut und besteht aus einzelnen Bausteinen.

Die grundlegenden Bausteintypen sind:

- Code-Bausteine

Diese Bausteine enthalten die STEP 7-Befehle.

- Datenbausteine

Diese Bausteine enthalten Konstanten und Variablen für das STEP 7-Programm.

Anwenderspeicher

Alle Programme und Daten wie Teileprogramme, Unterprogramme, Kommentare, Werkzeugkorrekturen, Nullpunktverschiebungen/Frames sowie Kanal- und Programmanwenderdaten können in den gemeinsamen CNC-Anwenderspeicher abgelegt werden.

Arbeitsfeldbegrenzung

Mit der Arbeitsfeldbegrenzung kann der Verfahrbereich der Achsen zusätzlich zu den Endschaltern eingeschränkt werden. Je Achse ist ein Wertepaar zur Beschreibung des geschützten Arbeitsraumes möglich.

Arbeitsraum

Dreidimensionaler Raum, in den die Werkzeugspitze aufgrund der Konstruktion der Werkzeugmaschine hineinfahren kann. Siehe → Schutzraum.

Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher ist ein RAM-Speicher in der → CPU, auf den der Prozessor während der Programmbearbeitung auf das Anwenderprogramm zugreift.

Archivieren

Auslesen von Dateien und/oder Verzeichnissen auf ein **externes** Speichergerät.

Asynchrones Unterprogramm

Teilprogramm, das asynchron (unabhängig) zum aktuellen Programmzustand durch ein Interruptsignal (z. B. Signal "schneller NC-Eingang") gestartet werden kann.

Automatik

Betriebsart der Steuerung (Satzfolgebetrieb nach DIN): Betriebsart bei NC-Systemen, in der ein → Teilprogramm angewählt und kontinuierlich abgearbeitet wird.

Bahnachse

Bahnachsen sind alle Bearbeitungsachsen des → Kanals, die vom → Interpolator so geführt werden, dass sie gleichzeitig starten, beschleunigen, stoppen und den Endpunkt erreichen.

Bahngeschwindigkeit

Die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit ist abhängig von der Eingabefeinheit. Bei einer Auflösung von beispielsweise 0,1 mm beträgt die maximal programmierbare Bahngeschwindigkeit 1000 m/min.

Bahnsteuerbetrieb

Ziel des Bahnsteuerbetriebes ist es, ein größeres Abbremsen der → Bahnachsen an den Teilprogramm-Satzgrenzen zu vermeiden und mit möglichst gleicher Bahngeschwindigkeit in den nächsten Satz zu wechseln.

Bahnvorschub

Bahnvorschub wirkt auf → Bahnachsen. Er stellt die geometrische Summe der Vorschübe der beteiligten → Geometrieachsen dar.

Basisachse

Achse, deren Soll- oder Istwert für die Berechnung eines Kompensationswertes herangezogen wird.

Basiskoordinatensystem

Kartesisches Koordinatensystem, wird durch Transformation auf das Maschinenkoordinatensystem abgebildet.

Im → Teileprogramm verwendet der Programmierer Achsnamen des Basiskoordinatensystems. Es besteht, wenn keine → Transformation aktiv ist, parallel zum → Maschinenkoordinatensystem. Der Unterschied zu diesem liegt in den → Achsbezeichnungen.

Baudrate

Geschwindigkeit bei der Datenübertragung (Bit/s).

Baustein

Als Bausteine werden alle Dateien bezeichnet, die für die Programmerstellung und Programmverarbeitung benötigt werden.

Bearbeitungskanal

Über eine Kanalstruktur können durch parallele Bewegungsabläufe Nebenzeiten verkürzt werden, z. B. Verfahren eines Ladeportals simultan zur Bearbeitung. Ein CNC-Kanal ist dabei als eigene CNC-Steuerung mit Dekodierung, Satzaufbereitung und Interpolation anzusehen.

Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche (BOF) ist das Anzeigemedium einer CNC-Steuerung in Gestalt eines Bildschirms. Sie ist mit horizontalen und vertikalen Softkeys gestaltet.

Beschleunigung mit Ruckbegrenzung

Zur Erzielung eines optimalen Beschleunigungsverhaltens an der Maschine bei gleichzeitiger Schonung der Mechanik kann im Bearbeitungsprogramm zwischen sprunghafter Beschleunigung und stetiger (ruckfreier) Beschleunigung umgeschaltet werden.

Betriebsart

Ablaufkonzept für den Betrieb einer SINUMERIK-Steuerung. Es sind die Betriebsarten → Jog, → MDA, → Automatik definiert.

Betriebsartengruppe

Technologisch zusammengehörige Achsen und Spindeln können zu einer Betriebsartengruppe (BAG) zusammengefasst werden. Achsen/Spindeln einer BAG können von einem oder mehreren → Kanälen gesteuert werden. Den Kanälen der BAG ist immer die gleiche → Betriebsart zugeordnet.

Bezeichner

Die Wörter nach DIN 66025 werden durch Bezeichner (Namen) für Variable (Rechenvariable, Systemvariable, Anwendervariable), für Unterprogramme, für Schlüsselwörter und Wörter mit mehreren Adressbuchstaben ergänzt. Diese Ergänzungen kommen in der Bedeutung den Wörtern beim Satzaufbau gleich. Bezeichner müssen eindeutig sein. Derselbe Bezeichner darf nicht für verschiedene Objekte verwendet werden.

Booten

Laden des Systemprogramms nach Power On.

C-Achse

Achse, um die eine gesteuerte Drehbewegung und Positionierung mit der Werkstückspindel erfolgt.

CNC

Siehe → NC

COM

Komponente der NC-Steuerung zur Durchführung und Koordination von Kommunikation.

CPU

Central Processing Unit, siehe → Speicherprogrammierbare Steuerung

C-Spline

Der C-Spline ist der bekannteste und am meisten verwendete Spline. Die Übergänge an den Stützpunkten sind tangential- und krümmungstetig. Es werden Polynome 3. Grades verwendet.

Datenbaustein

1. Dateneinheit der → PLC, auf die → HIGHSTEP-Programme zugreifen können.
2. Dateneinheit der → NC: Datenbausteine enthalten Datendefinitionen für globale Anwenderdaten. Die Daten können bei der Definition direkt initialisiert werden.

Datenübertragungsprogramm PCIN

PCIN ist ein Hilfsprogramm zum Senden und Empfangen von CNC-Anwenderdaten über die serielle Schnittstelle, wie z. B. Teileprogramme, Werkzeugkorrekturen etc. Das PCIN-Programm ist unter MS-DOS auf Standard-Industrie-PCs lauffähig.

Datenwort

Zwei Byte große Dateneinheit innerhalb eines → Datenbausteins.

Diagnose

1. Bedienbereich der Steuerung
2. Die Steuerung besitzt sowohl ein Selbstdiagnose-Programm als auch Testhilfen für den Service: Status-, Alarm- und Serviceanzeigen

DRF

Differential Resolver Function: NC-Funktion, die in Verbindung mit einem elektronischen Handrad eine inkrementale Nullpunktverschiebung im Automatik-Betrieb erzeugt.

Editor

Der Editor ermöglicht das Erstellen, Ändern, Ergänzen, Zusammenschieben und Einfügen von Programmen/Texten/Programmsätzen.

Eilgang

Schnellste Verfahrgeschwindigkeit einer Achse. Sie wird z. B. verwendet, wenn das Werkzeug aus einer Ruhestellung an die → Werkstückkontur herangefahren oder von der Werkstückkontur zurückgezogen wird. Die Eilganggeschwindigkeit wird maschinenspezifisch über Maschinendatum eingestellt.

Externe Nullpunktverschiebung

Von der → PLC vorgegebene Nullpunktverschiebung.

Fertigteilkontur

Kontur des fertig bearbeiteten Werkstücks. Siehe → Rohteil.

Festpunkt-Anfahren

Werkzeugmaschinen können feste Punkte wie Werkzeugwechsellpunkt, Beladepunkt, Palettenwechsellpunkt etc. definiert anfahren. Die Koordinaten dieser Punkte sind in der Steuerung hinterlegt. Die Steuerung verfährt die betroffenen Achsen, wenn möglich, im → Eilgang.

Frame

Ein Frame stellt eine Rechenvorschrift dar, die ein kartesisches Koordinatensystem in ein anderes kartesisches Koordinatensystem überführt. Ein Frame enthält die Komponenten → Nullpunktverschiebung, → Rotation, → Skalierung, → Spiegelung.

Führungssachse

Die Führungssachse ist die → Gantry-Achse, die aus Sicht des Bedieners und des Programmierers vorhanden und damit entsprechend wie eine normale NC-Achse beeinflussbar ist.

Genauhalt

Bei programmierter Genauhalt-Anweisung wird die in einem Satz angegebene Position genau und ggf. sehr langsam angefahren. Zur Reduktion der Annäherungszeit werden für Eilgang und Vorschub → Genauhaltsgrenzen definiert.

Genauhaltgrenze

Erreichen alle Bahnachsen ihre Genauhaltgrenze, so verhält sich die Steuerung als habe sie einen Zielpunkt exakt erreicht. Es erfolgt Satzweitschaltung des → Teileprogramms.

Geometrie

Beschreibung eines → Werkstücks im → Werkstückkoordinatensystem.

Geometrieachse

Geometrieachsen dienen der Beschreibung eines 2- oder 3-dimensionalen Bereichs im Werkstückkoordinatensystem.

Geradeninterpolation

Das Werkzeug wird auf einer Geraden zum Zielpunkt verfahren und dabei das Werkstück bearbeitet.

Geschwindigkeitsführung

Um bei Verfahrbewegungen um sehr kleine Beträge je Satz eine akzeptable Verfahrgeschwindigkeit erreichen zu können, kann vorausschauende Auswertung über mehrere Sätze (→ Look Ahead) eingestellt werden.

Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter

Mit dieser Funktion können Gewinde ohne Ausgleichsfutter gebohrt werden. Durch das interpolierende Verfahren der Spindel als Rundachse und der Bohrachse werden Gewinde exakt auf Endbohrtiefe geschnitten, z. B. Sacklochgewinde (Voraussetzung: Achsbetrieb der Spindel).

Gleichlaufachse

Die Gleichlaufachse ist die → Gantry-Achse, deren Sollposition stets von der Verfahrbewegung der → Führungsachse abgeleitet und damit synchron verfahren wird. Aus Sicht des Bedieners und des Programmierers ist die Gleichlaufachse "nicht vorhanden".

Grenzdrehzahl

Maximale/minimale (Spindel-)Drehzahl: Durch Vorgaben von Maschinendaten, der → PLC oder → Settingdaten kann die maximale Drehzahl einer Spindel begrenzt sein.

Hauptprogramm

Mit Nummer oder Bezeichner gekennzeichnetes → Teileprogramm, in dem weitere Hauptprogramme, Unterprogramme oder → Zyklen aufgerufen werden können.

Hauptsatz

Durch ":" eingeleiteter Satz, der alle Angaben enthält, um den Arbeitsablauf in einem → Teileprogramm starten zu können.

HIGHSTEP

Zusammenfassung der Programmiermöglichkeiten für die → PLC des Systems AS300/AS400.

Hilfsfunktionen

Mit Hilfsfunktionen können in → Teileprogrammen → Parameter an die → PLC übergeben werden, die dort vom Maschinenhersteller definierte Reaktionen auslösen.

Hochsprache CNC

Die Hochsprache bietet: → Anwenderdefinierte Variable, → Systemvariable, → Makrotechnik.

Interpolator

Logische Einheit des → NCK, die nach Angaben von Zielpositionen im Teileprogramm Zwischenwerte für die in den einzelnen Achsen zu fahrenden Bewegungen bestimmt.

Interpolatorische Kompensation

Mit Hilfe der interpolatorischen Kompensation können fertigungsbedingte Spindelsteigungsfehler und Messsystemfehler kompensiert werden (SSFK, MSFK).

Interruptroutine

Interruptroutinen sind spezielle → Unterprogramme, die durch Ereignisse (externe Signale) vom Bearbeitungsprozess gestartet werden können. Ein in Abarbeitung befindlicher Teileprogrammsatz wird abgebrochen, die Unterbrechungsposition der Achsen wird automatisch gespeichert.

JOG

Betriebsart der Steuerung (Einrichtebetrieb): In der Betriebsart JOG kann die Maschine eingerichtet werden. Einzelne Achsen und Spindeln können über die Richtungstasten im Tippbetrieb verfahren werden. Weitere Funktionen in der Betriebsart JOG sind das → Referenzpunktfahren, → Repos sowie → Preset (Istwert setzen).

Kanal

Ein Kanal ist dadurch gekennzeichnet, dass er unabhängig von anderen Kanälen ein → Teileprogramm abarbeiten kann. Ein Kanal steuert exklusiv die ihm zugeordneten Achsen und Spindeln. Teileprogrammabläufe verschiedener Kanäle können durch → Synchronisation koordiniert werden.

Kettenmaß

Auch Inkrementmaß: Angabe eines Bewegungsziels einer Achse durch eine zu verfahrenende Wegstrecke und Richtung bezogen auf einen bereits erreichten Punkt. Siehe → Absolutmaß.

Kompensationsachse

Achse, deren Soll- oder Istwert durch den Kompensationswert modifiziert wird.

Kompensationstabelle

Tabelle von Stützpunkten. Sie liefert für ausgewählte Positionen der Basisachse die Kompensationswerte der Kompensationsachse.

Kompensationswert

Differenz zwischen der durch den Messgeber gemessenen Achsposition und der gewünschten, programmierten Achsposition.

Kontur

Umriss des → Werkstücks

Konturüberwachung

Als Maß für die Konturtreue wird der Schleppfehler innerhalb eines definierbaren Toleranzbandes überwacht. Ein unzulässig hoher Schleppfehler kann sich z. B. durch Überlastung des Antriebs ergeben. In diesem Fall kommt es zu einem Alarm und die Achsen werden stillgesetzt.

Koordinatensystem

Siehe → Maschinenkoordinatensystem, → Werkstückkoordinatensystem

Korrekturspeicher

Datenbereich in der Steuerung, in dem Werkzeugkorrekturdaten hinterlegt sind.

Kreisinterpolation

Das → Werkzeug soll zwischen festgelegten Punkten der Kontur mit einem gegebenen Vorschub auf einem Kreis fahren und dabei das Werkstück bearbeiten.

Ladespeicher

Der Ladespeicher ist bei der CPU 314 der → SPS gleich dem → Arbeitsspeicher.

Linearachse

Die Linearachse ist eine Achse, welche im Gegensatz zur Rundachse eine Gerade beschreibt.

Look Ahead

Mit der Funktion **Look Ahead** wird durch das "Vorausschauen" über eine parametrierbare Anzahl von Verfahrssätzen ein Optimum an Bearbeitungsgeschwindigkeit erzielt.

Losekompensation

Ausgleich einer mechanischen Maschinenlose, z. B. Umkehrlose bei Kugelrollspindeln. Für jede Achse kann die Losekompensation getrennt eingegeben werden.

Makrotechnik

Zusammenfassung einer Menge von Anweisungen unter einem Bezeichner. Der Bezeichner repräsentiert im Programm die Menge der zusammengefassten Anweisungen.

Maschinenachsen

In der Werkzeugmaschine physikalisch existierende Achsen.

Maschinenfestpunkt

Durch die Werkzeugmaschine eindeutig definierter Punkt, z. B. Maschinen-Referenzpunkt.

Maschinenkoordinatensystem

Koordinatensystem, das auf die Achsen der Werkzeugmaschine bezogen ist.

Maschinennullpunkt

Fester Punkt der Werkzeugmaschine, auf den sich alle (abgeleiteten) Messsysteme zurückführen lassen.

Maschinensteuertafel

Bedientafel der Werkzeugmaschine mit den Bedienelementen Tasten, Drehschalter usw. und einfachen Anzeigeelementen wie LEDs. Sie dient der unmittelbaren Beeinflussung der Werkzeugmaschine über die PLC.

Maßangabe metrisch und inch

Im Bearbeitungsprogramm können Positions- und Steigungswerte in inch programmiert werden. Unabhängig von der programmierbaren Maßangabe (G70/G71) wird die Steuerung auf ein Grundsystem eingestellt.

Masse

Als Masse gilt die Gesamtheit aller untereinander verbundenen inaktiven Teile eines Betriebsmittels, die auch im Fehlerfall keine gefährliche Berührungsspannung annehmen können.

MDA

Betriebsart der Steuerung: Manual Data Automatic. In der Betriebsart MDA können einzelne Programmsätze oder Satzfolgen ohne Bezug auf ein Haupt- oder Unterprogramm eingegeben und anschließend über die Taste NC-Start sofort ausgeführt werden.

Meldungen

Alle im Teileprogramm programmierten Meldungen und vom System erkannte → Alarme werden auf der Bedientafel im Klartext mit Datum und Uhrzeit und dem entsprechenden Symbol für das Löschkriterium angezeigt. Die Anzeige erfolgt getrennt nach Alarmen und Meldungen.

Metrisches Messsystem

Genormtes System von Einheiten: für Längen z. B. mm (Millimeter), m (Meter).

NC

Numerical Control: NC-Steuerung umfasst alle Komponenten der Werkzeugmaschinensteuerung: → NCK, → PLC, HMI, → COM.

Hinweis

Für die Steuerungen SINUMERIK 840D wäre CNC-Steuerung korrekter: Computerized Numerical Control.

NCK

Numerical Control Kernel: Komponente der NC-Steuerung, die → Teileprogramme abarbeitet und im Wesentlichen die Bewegungsvorgänge für die Werkzeugmaschine koordiniert.

Nebensatz

Durch "N" eingeleiteter Satz mit Informationen für einen Arbeitsschritt, z. B. eine Positionsangabe.

Netz

Ein Netz ist die Verbindung von mehreren S7-300 und weiteren Endgeräten, z. B. einem PG, über → Verbindungskabel. Über das Netz erfolgt ein Datenaustausch zwischen den angeschlossenen Geräten.

NRK

Numeric Robotic Kernel (Betriebssystem des → NCK)

Nullpunktverschiebung

Vorgabe eines neuen Bezugspunktes für ein Koordinatensystem durch Bezug auf einen bestehenden Nullpunkt und ein → Frame.

1. Einstellbar

SINUMERIK 840D: Es steht eine projektierbare Anzahl von einstellbaren Nullpunktverschiebungen für jede CNC-Achse zur Verfügung. Die über G-Funktionen anwählbaren Verschiebungen sind alternativ wirksam.

2. Extern

Zusätzlich zu allen Verschiebungen, die die Lage des Werkstücknullpunktes festlegen, kann eine externe Nullpunktverschiebung durch Handrad (DRF-Verschiebung) oder von der PLC überlagert werden.

3. Programmierbar

Mit der Anweisung TRANS sind für alle Bahn- und Positionierachsen Nullpunktverschiebungen programmierbar.

NURBS

Die steuerungsinterne Bewegungsführung und Bahninterpolation wird auf Basis von NURBS (**N**on **U**niform **R**ational **B**-**S**plines) durchgeführt. Damit steht bei SINUMERIK 840D steuerungsintern für alle Interpolationen ein einheitliches Verfahren zur Verfügung.

OEM

Für Maschinenhersteller, die ihre eigene Bedienoberfläche erstellen oder technologiespezifische Funktionen in die Steuerung einbringen wollen, sind Freiräume für individuelle Lösungen (OEM-Applikationen) für SINUMERIK 840D vorgesehen.

Orientierter Spindelhalt

Halt der Werkstückspindel in vorgegebener Winkellage, z. B. um an bestimmter Stelle eine Zusatzbearbeitung vorzunehmen.

Orientierter Werkzeugrückzug

RETT00L: Bei Bearbeitungsunterbrechungen (z. B. bei Werkzeugbruch) kann das Werkzeug per Programmbefehl mit vorgegebbarer Orientierung um einen definierten Weg zurückgezogen werden.

Override

Manuelle bzw. programmierbare Eingriffsmöglichkeit, die es dem Bediener gestattet, programmierte Vorschübe oder Drehzahlen zu überlagern, um sie einem bestimmten Werkstück oder Werkstoff anzupassen.

Peripheriebaugruppe

Peripheriebaugruppen stellen die Verbindung zwischen CPU und Prozess her.

Peripheriebaugruppen sind:

- → Digital-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Analog-Ein-/Ausgabebaugruppen
- → Simulatorbaugruppen

PLC

Programmable Logic Control: → Speicherprogrammierbare Steuerung. Komponente der → NC: Anpass-Steuerung zur Bearbeitung der Kontroll-Logik der Werkzeugmaschine.

PLC-Programmierung

Die PLC wird mit der Software **STEP 7** programmiert. Die Programmiersoftware STEP 7 basiert auf dem Standardbetriebssystem **WINDOWS** und enthält die Funktionen der STEP 5 -Programmierung mit innovativen Weiterentwicklungen.

PLC-Programmspeicher

SINUMERIK 840D: Im PLC-Anwenderspeicher werden das PLC-Anwenderprogramm und die Anwenderdaten gemeinsam mit dem PLC-Grundprogramm abgelegt.

Polarkoordinaten

Koordinatensystem, das die Lage eines Punktes in einer Ebene durch seinen Abstand vom Nullpunkt und den Winkel festlegt, den der Radiusvektor mit einer festgelegten Achse bildet.

Polynom-Interpolation

Mit der Polynom-Interpolation können die unterschiedlichsten Kurvenverläufe erzeugt werden, wie **Gerade-, Parabel-, Potenzfunktionen** (SINUMERIK 840D).

Positionierachse

Achse, die eine Hilfsbewegung an einer Werkzeugmaschine ausführt. (z. B. Werkzeugmagazin, Palettentransport). Positionierachsen sind Achsen, die nicht mit den → Bahnachsen interpolieren.

Programmbaustein

Programmbausteine enthalten die Haupt- und Unterprogramme der → Teileprogramme.

Programmierbare Arbeitsfeldbegrenzung

Begrenzung des Bewegungsraumes des Werkzeugs auf einen durch programmierte Begrenzungen definierten Raum.

Programmierbare Frames

Mit programmierbaren → Frames können dynamisch im Zuge der Teileprogramm-Abarbeitung neue Koordinatensystem-Ausgangspunkte definiert werden. Es wird unterschieden nach absoluter Festlegung anhand eines neuen Frames und additiver Festlegung unter Bezug auf einen bestehenden Ausgangspunkt.

Programmierschlüssel

Zeichen und Zeichenfolgen, die in der Programmiersprache für → Teileprogramme eine festgelegte Bedeutung haben.

Pufferbatterie

Die Pufferbatterie gewährleistet, dass das → Anwenderprogramm in der → CPU netzausfallsicher hinterlegt ist und festgelegte Datenbereiche und Merker, Zeiten und Zähler remanent gehalten werden.

Quadrantenfehlerkompensation

Konturfehler an Quadrantenübergängen, die durch wechselnde Reibverhältnisse an Führungsbahnen entstehen, sind mit der Quadrantenfehlerkompensation weitgehend eliminierbar. Die Parametrierung der Quadrantenfehlerkompensation erfolgt durch einen Kreisformtest.

Referenzpunkt

Punkt der Werkzeugmaschine, auf den sich das Messsystem der → Maschinenachsen bezieht.

Rohteil

Teil, mit dem die Bearbeitung eines Werkstücks begonnen wird.

Rotation

Komponente eines → Frames, die eine Drehung des Koordinatensystems um einen bestimmten Winkel definiert.

R-Parameter

Rechenparameter, kann vom Programmierer des → Teileprogramms für beliebige Zwecke im Programm gesetzt oder abgefragt werden.

Rundachse

Rundachsen bewirken eine Werkstück- oder Werkzeugdrehung in eine vorgegebene Winkellage.

Rundungsachse

Rundungsachsen bewirken eine Werkstück- oder Werkzeugdrehung in eine einem Teilungsraster entsprechende Winkellage. Beim Erreichen eines Rasters ist die Rundungsachse "in Position".

Satzsuchlauf

Zum Austesten von Teileprogrammen oder nach einem Abbruch der Bearbeitung kann über die Funktion "Satzsuchlauf" eine beliebige Stelle im Teileprogramm ausgewählt werden, an der die Bearbeitung gestartet oder fortgesetzt werden soll.

Schlüsselschalter

Der Schlüsselschalter auf der → Maschinensteuertafel besitzt 4 Stellungen, die vom Betriebssystem der Steuerung mit Funktionen belegt sind. Zum Schlüsselschalter gehören drei verschiedenfarbige Schlüssel, die in den angegebenen Stellungen abgezogen werden können.

Schlüsselwörter

Wörter mit festgelegter Schreibweise, die in der Programmiersprache für → Teileprogramme eine definierte Bedeutung haben.

Schneidenradiuskorrektur

Bei der Programmierung einer Kontur wird von einem spitzen Werkzeug ausgegangen. Da dies in der Praxis nicht realisierbar ist, wird der Krümmungsradius des eingesetzten Werkzeugs der Steuerung angegeben und von dieser berücksichtigt. Dabei wird der Krümmungsmittelpunkt um den Krümmungsradius verschoben äquidistant um die Kontur geführt.

Schnellabheben von der Kontur

Beim Eintreffen eines Interrupts kann über das CNC-Bearbeitungsprogramm eine Bewegung eingeleitet werden, die ein schnelles Abheben des Werkzeugs von der gerade bearbeiteten Werkstückkontur ermöglicht. Zusätzlich kann der Rückzugwinkel und der Betrag des Weges parametrisiert werden. Nach dem Schnellabheben kann zusätzlich eine Interruptroutine ausgeführt werden (SINUMERIK 840D).

Schnelle digitale Ein-/Ausgänge

Über die digitalen Eingänge können z. B. schnelle CNC-Programmroutinen (Interruptroutinen) gestartet werden. Über die digitalen CNC-Ausgänge können schnelle, programmgesteuerte Schaltfunktionen ausgelöst werden (SINUMERIK 840D).

Schrägenbearbeitung

Bohr- und Fräsbearbeitungen an Werkstückflächen, die nicht in den Koordinatenebenen der Maschine liegen, können mit Unterstützung der Funktion "Schrägenbearbeitung" komfortabel ausgeführt werden.

Schraubenlinien-Interpolation

Die Schraubenlinien-Interpolation eignet sich besonders zum einfachen Herstellen von Innen- oder Außengewinden mit Formfräsern und zum Fräsen von Schmiernuten.

Dabei setzt sich die Schraubenlinie aus zwei Bewegungen zusammen:

- Kreisbewegung in einer Ebene
- Linearbewegung senkrecht zu dieser Ebene

Schrittmaß

Verfahrweglängenangabe über Inkrementanzahl (Schrittmaß). Inkrementanzahl kann als → Settingdatum hinterlegt sein bzw. durch entsprechend beschriftete Tasten 10, 100, 1000, 10000 gewählt werden.

Schutzraum

Dreidimensionaler Raum innerhalb des → Arbeitsraumes, in den die Werkzeugspitze nicht hineinreichen darf.

Serielle Schnittstelle V.24

Für die Dateneingabe/-ausgabe ist auf der PCU 20 eine serielle V.24-Schnittstelle (RS232), auf der PCU 50/70 sind zwei V.24-Schnittstellen vorhanden. Über diese Schnittstellen können Bearbeitungsprogramme sowie Hersteller- und Anwenderdaten geladen und gesichert werden.

Settingdaten

Daten, die Eigenschaften der Werkzeugmaschine auf durch die Systemsoftware definierte Weise der NC-Steuerung mitteilen.

Sicherheitsfunktionen

Die Steuerung enthält ständig aktive Überwachungen, die Störungen in der → CNC, der Anpass-Steuerung (→ PLC) und der Maschine so frühzeitig erkennen, dass Schäden an Werkstück, Werkzeug oder Maschine weitgehend ausgeschlossen werden. Im Störfall wird der Bearbeitungsablauf unterbrochen und die Antriebe werden stillgesetzt, die Störungsursache gespeichert und als Alarm angezeigt. Gleichzeitig wird der PLC mitgeteilt, dass ein CNC-Alarm ansteht.

Skalierung

Komponente eines → Frames, die achsspezifische Maßstabsveränderungen bewirkt.

Softkey

Taste, deren Beschriftung durch ein Feld im Bildschirm repräsentiert wird, das sich dynamisch der aktuellen Bediensituation anpasst. Die frei belegbaren Funktionstasten (Softkeys) werden softwaremäßig definierten Funktionen zugeordnet.

Software-Endschalter

Software-Endschalter begrenzen den Verfahrbereich einer Achse und verhindern ein Auffahren des Schlittens auf die Hardware-Endschalter. Je Achse sind 2 Wertepaare vorgebar, die getrennt über die → PLC aktiviert werden können.

Speicherprogrammierbare Steuerung

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind elektronische Steuerungen, deren Funktion als Programm im Steuerungsgerät gespeichert ist. Aufbau und Verdrahtung des Gerätes hängen also nicht von der Funktion der Steuerung ab. Die speicherprogrammierbare Steuerung hat die Struktur eines Rechners; sie besteht aus CPU (Zentralbaugruppe) mit Speicher, Ein-/Ausgabebaugruppen und internem Bus-System. Die Peripherie und die Programmiersprache sind auf die Belange der Steuerungstechnik ausgerichtet.

Spiegelung

Bei Spiegelung werden die Vorzeichen der Koordinatenwerte einer Kontur bezüglich einer Achse vertauscht. Es kann bezüglich mehrerer Achsen zugleich gespiegelt werden.

Spindelsteigungsfehler-Kompensation

Ausgleich mechanischer Ungenauigkeiten einer am Vorschub beteiligten Kugelrollspindel durch die Steuerung anhand von hinterlegten Messwerten der Abweichungen.

Spline-Interpolation

Mit der Spline-Interpolation kann die Steuerung aus nur wenigen vorgegebenen Stützpunkten einer Sollkontur einen glatten Kurvenverlauf erzeugen.

Standardzyklen

Für häufig wiederkehrende Bearbeitungsaufgaben stehen Standardzyklen zur Verfügung:

- für die Technologie Bohren/Fräsen
- für die Technologie Drehen

Im Bedienbereich "Programm" werden unter dem Menü "Zyklusunterstützung" die zur Verfügung stehenden Zyklen aufgelistet. Nach Auswahl des gewünschten Bearbeitungszyklus werden die notwendigen Parameter für die Wertzuweisung im Klartext angezeigt.

Synchronachsen

Synchronachsen benötigen für ihren Weg die gleiche Zeit wie die Geometrieachsen für ihren Bahnweg.

Synchronaktionen

1. Hilfsfunktionsausgabe

Während der Werkstückbearbeitung können aus dem CNC-Programm heraus technologische Funktionen (→ Hilfsfunktionen) an die PLC ausgegeben werden. Über diese Hilfsfunktionen werden beispielsweise Zusatzeinrichtungen der Werkzeugmaschine gesteuert, wie Pinole, Greifer, Spannfutter etc.

2. Schnelle Hilfsfunktionsausgabe

Für zeitkritische Schaltfunktionen können die Quittierungszeiten für die → Hilfsfunktionen minimiert und unnötige Haltepunkte im Bearbeitungsprozess vermieden werden.

Synchronisation

Anweisungen in → Teileprogrammen zur Koordination der Abläufe in verschiedenen → Kanälen an bestimmten Bearbeitungsstellen.

Systemspeicher

Der Systemspeicher ist ein Speicher in der CPU, in der folgende Daten abgelegt werden:

- Daten, die das Betriebssystem benötigt
- die Operanden Zeiten, Zähler, Merker

Systemvariable

Ohne Zutun des Programmierers eines → Teileprogramms existierende Variable. Sie ist definiert durch einen Datentyp und dem Variablennamen, der durch das Zeichen \$ eingeleitet wird. Siehe → Anwenderdefinierte Variable.

Teileprogramm

Folge von Anweisungen an die NC-Steuerung, die insgesamt die Erzeugung eines bestimmten → Werkstücks bewirken. Ebenso Vornahme einer bestimmten Bearbeitung an einem gegebenen → Rohteil.

Teileprogrammsatz

Teil eines → Teileprogramms, durch Line Feed abgegrenzt. Es werden → Hauptsätze und → Nebensätze unterschieden.

Teileprogrammverwaltung

Die Teileprogrammverwaltung kann nach → Werkstücken organisiert werden. Die Größe des Anwenderspeichers bestimmt die Anzahl der zu verwaltenden Programme und Daten. Jede Datei (Programme und Daten) kann mit einem Namen von maximal 24 alphanumerischen Zeichen versehen werden.

Text-Editor

Siehe → Editor

TOA-Bereich

Der TOA-Bereich umfasst alle Werkzeug- und Magazindaten. Standardmäßig fällt der Bereich bzgl. der Reichweite der Daten mit dem Bereich → Kanal zusammen. Über Maschinendaten kann jedoch festgelegt werden, dass sich mehrere Kanäle eine → TOA-Einheit teilen, so dass diesen Kanälen dann gemeinsame WZV-Daten zur Verfügung stehen.

TOA-Einheit

Jeder → TOA-Bereich kann mehrere TOA-Einheiten enthalten. Die Anzahl der möglichen TOA-Einheiten wird über die maximale Anzahl aktiver → Kanäle begrenzt. Eine TOA-Einheit umfasst genau einen WZ-Daten-Baustein und einen Magazindaten-Baustein. Zusätzlich kann noch ein WZ-Trägerdaten-Baustein enthalten sein (optional).

Transformation

Additive oder absolute Nullpunktverschiebung einer Achse.

Unterprogramm

Folge von Anweisungen eines → Teileprogramms, die mit unterschiedlichen Versorgungsparametern wiederholt aufgerufen werden kann. Der Aufruf des Unterprogramms erfolgt aus einem Hauptprogramm. Jedes Unterprogramm kann gegen nicht autorisiertes Auslesen und Anzeigen gesperrt werden. → Zyklen sind eine Form von Unterprogrammen.

Urlöschen

Beim Urlöschen werden folgende Speicher der → CPU gelöscht:

- → Arbeitsspeicher
- Schreib-/Lesebereich des → Ladespeichers
- → Systemspeicher
- → Backup-Speicher

Variablendefinition

Eine Variablendefinition umfasst die Festlegung eines Datentyps und eines Variablennamens. Mit dem Variablennamen kann der Wert der Variablen angesprochen werden.

Verbindungskabel

Verbindungskabel sind vorgefertigte bzw. vom Anwender selbst anzufertigende 2-Draht-Leitungen mit 2 Anschlusssteckern. Diese Verbindungskabel verbinden die → CPU über die → Mehrpunkt-Schnittstelle (MPI) mit einem → PG bzw. mit anderen CPUs.

Verfahrbereich

Der maximal zulässige Verfahrbereich bei Linearachsen beträgt ± 9 Dekaden. Der absolute Wert ist abhängig von der gewählten Eingabe- und Lageregelfeinheit und dem Einheitensystem (inch oder metrisch).

Vorkoinzidenz

Satzwechsel bereits, wenn Bahnweg um ein vorgegebenes Delta der Endposition nahe gekommen ist.

Vorschub-Override

Der programmierten Geschwindigkeit wird die aktuelle Geschwindigkeitseinstellung über → Maschinensteuertafel oder von der → PLC überlagert (0-200%). Die Vorschubgeschwindigkeit kann zusätzlich im Bearbeitungsprogramm durch einen programmierbaren Prozentfaktor (1-200%) korrigiert werden.

Vorsteuerung, dynamisch

Ungenauigkeiten der → Kontur, bedingt durch Schleppfehler, lassen sich durch die dynamische, beschleunigungsabhängige Vorsteuerung nahezu eliminieren. Dadurch ergibt sich auch bei hohen → Bahngeschwindigkeiten eine hervorragende Bearbeitungsgenauigkeit. Die Vorsteuerung kann achsspezifisch über das → Teileprogramm an- und abgewählt werden.

Werkstück

Von der Werkzeugmaschine zu erstellendes/zu bearbeitendes Teil.

Werkstückkontur

Sollkontur des zu erstellenden/bearbeitenden → Werkstücks.

Werkstückkoordinatensystem

Das Werkstückkoordinatensystem hat seinen Ausgangspunkt im → Werkstücknullpunkt. Bei Programmierung im Werkstückkoordinatensystem beziehen sich Maße und Richtungen auf dieses System.

Werkstücknullpunkt

Der Werkstücknullpunkt bildet den Ausgangspunkt für das → Werkstückkoordinatensystem. Er ist durch Abstände zum → Maschinennullpunkt definiert.

Werkzeug

An der Werkzeugmaschine wirksames Teil, das die Bearbeitung bewirkt (z. B. Drehmeißel, Fräser, Bohrer, LASER-Strahl ...).

Werkzeugkorrektur

Berücksichtigung der Werkzeug-Abmessungen bei der Berechnung der Bahn.

Werkzeugradiuskorrektur

Um eine gewünschte → Werkstückkontur direkt programmieren zu können, muss die Steuerung unter Berücksichtigung des Radius des eingesetzten Werkzeugs eine äquidistante Bahn zur programmierten Kontur verfahren (G41/G42).

Zeitreziproker Vorschub

Bei SINUMERIK 840D kann anstelle der Vorschubgeschwindigkeit für die Achsbewegung die Zeit programmiert werden, die der Bahnweg eines Satzes benötigen soll (G93).

Zoll-Maßsystem

Maßsystem, das Entfernungen in "inch" und Bruchteilen davon definiert.

Zwischensätze

Verfahrbewegungen mit angewählter → Werkzeugkorrektur (G41/G42) dürfen durch eine begrenzte Anzahl Zwischensätze (Sätze ohne Achsbewegungen in der Korrektorebene) unterbrochen werden, wobei die Werkzeugkorrektur noch korrekt verrechnet werden kann. Die zulässige Anzahl Zwischensätze, die die Steuerung vorausliest, ist über Systemparameter einstellbar.

Zyklus

Geschütztes Unterprogramm zur Ausführung eines wiederholt auftretenden Bearbeitungsvorganges am → Werkstück.