

SINAMICS G120

Frequenzumrichter

SINAMICS G120

SINAMICS G120D

Funktionshandbuch · 08/2011



SINAMICS

Answers for industry.

SIEMENS

SIEMENS

SINAMICS

SINAMICS G120, SINAMICS G120D Frequenzumrichter

Funktionshandbuch

<u>Einführung</u>	1
<u>Sicherheitsanweisungen</u>	2
<u>Produktfamilie</u>	3
<u>Parametrierung / Adressierung</u>	4
<u>BICO-Technik</u>	5
<u>Allgemeine Umrichterfunktionen</u>	6
<u>Nur bei Umrichtern G120 vorhandene Funktionen</u>	7
<u>Fehlersichere Funktionen</u>	8
<u>Power Module-abhängige Funktionen</u>	9
<u>Abkürzungsverzeichnis</u>	A

Ausgabe 08/2011, Firmware-Version V3.2

Rechtliche Hinweise

Warnhinweiskonzept

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 zu dieser Dokumentation zugehörige Produkt/System darf nur von für die jeweilige Aufgabenstellung **qualifiziertem Personal** gehandhabt werden unter Beachtung der für die jeweilige Aufgabenstellung zugehörigen Dokumentation, insbesondere der darin enthaltenen Sicherheits- und Warnhinweise. Qualifiziertes Personal ist auf Grund seiner Ausbildung und Erfahrung befähigt, im Umgang mit diesen Produkten/Systemen Risiken zu erkennen und mögliche Gefährdungen zu vermeiden.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch von Siemens-Produkten

Beachten Sie Folgendes:

 WARNUNG
Siemens-Produkte dürfen nur für die im Katalog und in der zugehörigen technischen Dokumentation vorgesehenen Einsatzfälle verwendet werden. Falls Fremdprodukte und -komponenten zum Einsatz kommen, müssen diese von Siemens empfohlen bzw. zugelassen sein. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Produkte setzt sachgemäßen Transport, sachgemäße Lagerung, Aufstellung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung voraus. Die zulässigen Umgebungsbedingungen müssen eingehalten werden. Hinweise in den zugehörigen Dokumentationen müssen beachtet werden.

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	Einführung	7
1.1	Dokumente für den Umrichter	7
1.2	Beschreibung der Dokumentklassen	8
2	Sicherheitsanweisungen	9
3	Produktfamilie	13
3.1	Allgemeine Systemübersicht	13
3.2	Funktionsübersicht	13
4	Parametrierung / Adressierung	19
4.1	Parameterübersicht	19
4.2	Schreibbare Parameter	20
4.3	Überwachungsparameter	20
4.4	Parameterattribute	21
5	BICO-Technik	27
5.1	BICO-Technik, Übersicht	27
5.2	Verwendung der BICO-Technik	27
6	Allgemeine Umrichterfunktionen	31
6.1	Motordatenerfassung	31
6.2	Motorpotentiometer (MOP)	34
6.3	Positionierende Rücklauframpe	38
6.4	JOG-Betrieb	41
6.5	Überwachungsfunktionen	44
6.5.1	Allgemeine Überwachungsfunktionen und -meldungen	44
6.5.2	Lastmomentüberwachung	47
6.5.3	Schutz des Power Module	49
6.5.3.1	Allgemeine Überlastüberwachung	49
6.5.3.2	Temperaturüberwachung des Power Module	50
6.5.4	Thermischer Motorschutz und Überlastverhalten	52
6.5.4.1	Thermischer Motorschutz ohne Sensor	55
6.5.4.2	Thermischer Motorschutz mit einem Kaltleiter	57
6.5.4.3	Thermischer Motorschutz mit KTY84-Sensor	57
6.5.4.4	Thermischer Motorschutz mit ThermoClick-Sensor	58
6.6	Wiedereinschaltfunktionen	59
6.6.1	Automatischer Wiederanlauf	59
6.6.2	Fangen	62
6.7	Datensätze	66

6.8	Elektromechanische Bremsen	74
6.8.1	Motor-Haltembremse	75
6.8.2	Sofortbremse.....	80
6.9	Sollwertkanal	82
6.9.1	Summierung und Modifizierung des Frequenzsollwertes	83
6.9.2	Hochlaufgeber	86
6.9.3	OFF/Bremsfunktionen	90
6.9.4	Manuelle und automatische Bedienung	94
6.9.5	FFB und Schnelle FFB	96
6.9.6	Wobbelgenerator.....	105
6.10	Regelungsfunktionen	108
6.10.1	Steuerung und Regelung - Übersicht.....	108
6.10.2	U/f-Regelung	108
6.10.2.1	Spannungsanhebung	113
6.10.2.2	Schlupfkompensation.....	116
6.10.2.3	U/f-Resonanzdämpfung	117
6.10.2.4	U/f-Regelung mit FCC.....	118
6.10.2.5	Strombegrenzung (Imax-Regler)	120
6.10.3	Vektorregelung.....	122
6.10.3.1	Vektorreglung ohne Drehzahlgeber	124
6.10.3.2	Vektorreglung mit Drehzahlgeber	132
6.10.3.3	Drehzahl-Regler	138
6.10.3.4	Drehmomentregelung	143
6.10.3.5	Drehmomentregelung (SLVC)	145
6.10.3.6	Umschalten von Frequenzregelung auf Drehmomentregelung	147
6.10.3.7	Begrenzung des Drehmomentsollwertes	149
7	Nur bei Umrichtern G120 vorhandene Funktionen.....	153
7.1	2-/3-Leiter-Steuerung	153
7.1.1	Siemens-Standardsteuerung (P0727 = 0)	155
7.1.2	2-Leiter-Steuerung (P0727 = 1)	157
7.1.3	Dreileiter-Steuerung (P0727 = 2)	158
7.1.4	3-Leiter-Steuerung (P0727 = 3)	159
7.2	Sollwert über Festfrequenzen	161
7.3	PID-Regler.....	165
7.3.1	Tänzerwalzen-PID-Regelung	170
7.3.2	PID-Motorpotentiometer	174
7.3.3	Sollwert über PID-Festfrequenzen	175
7.4	Digitaleingänge (DI)	178
7.5	Digitalausgänge (DO).....	181
7.6	Analogeingänge (A/D-Umsetzer)	183
7.7	Analogausgänge (D/A-Umsetzer)	185
8	Fehlersichere Funktionen	187
8.1	Überblick über die fehlersicheren Funktionen.....	187
8.1.1	Zulässige Anwendungen für die fehlersicheren Funktionen	189
8.1.2	Anwendungsbeispiele für fehlersichere Funktionen	191
8.1.3	Abhängigkeit von fehlersicheren und Off- (AUS-) Befehlen	193

8.2	Überwachung der fehlersicheren Funktionen	194
8.3	Grenzwerte für SS1 und SLS.....	196
8.4	Sichere Drehmomentabschaltung	203
8.5	Sicherer Halt 1	207
8.6	Sicher begrenzte Geschwindigkeit.....	212
8.6.1	Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 0.....	216
8.6.2	Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 1.....	224
8.6.3	Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 2.....	232
8.6.4	Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 3.....	237
8.7	Sichere Bremsenansteuerung	245
9	Power Module-abhängige Funktionen	247
9.1	Elektronische Bremsen	247
9.1.1	DC-Bremung	248
9.1.2	Compound-Bremung.....	252
9.2	Dynamische Bremsen.....	254
9.2.1	Dynamische Bremsung.....	254
9.2.2	Generatorisches Bremsen	259
9.3	Zwischenkreis-Spannungsregler.....	261
9.3.1	VDC-Regelung	261
9.3.2	VDC_max-Regler	262
9.3.3	Kinetische Pufferung.....	263
A	Abkürzungsverzeichnis.....	265
A.1	Abkürzungen	265
	Index.....	269

Einführung

1.1 Dokumente für den Umrichter

Verfügbare technische Dokumentation

Umfangreiche Informationen und Support-Tools stehen auf der Service-und-Support-Internet-Seite zur Verfügung:

- <http://support.automation.siemens.com>

Dort finden Sie folgende Dokumentationen:

- Getting Started
- Betriebsanleitung
- Montagehandbuch
- Funktionshandbuch
- Listenhandbuch
- Produktinformation

Weitere Internet-Adressen

Die entsprechenden Dokumentationen für Ihren Umrichter können unter folgenden Links heruntergeladen werden:

- SINAMICS G110
<http://www.siemens.com/sinamics-g110>
- SINAMICS G120
<http://www.siemens.com/sinamics-g120>
- SINAMICS G120D
<http://www.siemens.com/sinamics-g120d>

Anwendungsbeispiele

Unter folgendem Link finden Sie zahlreiche Anwendungsbeispiele für die Umrichter:

- <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/20208582/136000>

1.2 Beschreibung der Dokumentklassen

Beschreibung der Dokumente

Im folgenden Abschnitt werden die verfügbaren Dokumenttypen für Ihren Umrichter beschrieben:

Broschüre

Bei der Broschüre handelt es sich um eine Werbeschrift zur Markteinführung des Produkts. Sie enthält eine allgemeine Beschreibung und einen kurzen Überblick über die technischen Möglichkeiten des Produkts.

Katalog

Der Katalog enthält Informationen, anhand derer der Kunde einen geeigneten Umrichter mit allen erhältlichen Optionen auswählen kann. Er enthält ausführliche technische Spezifikationen sowie Bestell- und Preisinformationen, die der Kunde zur Bestellung der geeigneten Komponenten für seine Anwendung oder seine Anlage benötigt.

Getting Started

Die Anleitung "Getting Started" enthält Warnungen, Maßzeichnungen und eine kurze Aufbau-Anweisung für den Kunden.

Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung beschreibt die Funktionen und Merkmale des Umrichters. Sie enthält ausführliche Informationen zu folgenden Themen: Inbetriebnahme, Regelungsarten, Systemparameter, Fehlersuche und -behebung, technische Spezifikationen sowie die für das Produkt verfügbaren Optionen.

Montagehandbuch

Das Montagehandbuch beschreibt die Funktionen und Merkmale des Power Module. Es enthält ausführliche Informationen zu folgenden Themen: Montage, technische Spezifikationen, Maßzeichnungen sowie die für das Produkt verfügbaren Optionen.

Funktionshandbuch

Das Funktionshandbuch enthält ausführliche Informationen zu den Funktionen des Umrichters. Es enthält Beschreibungen der internen Komponenten, Module und Ansteuerungen sowie Verwendungsbeispiele. Außerdem werden zugehörige Parameter und verschiedene Verknüpfungen der Steuerungen angegeben.

Listenhandbuch

Das Listenhandbuch enthält eine ausführliche Beschreibung aller Parameter, die zur Anpassung des Umrichters an spezifische Anwendungen modifiziert werden können. Darüber hinaus enthält das Listenhandbuch eine Reihe von Funktionsdiagrammen, in denen die Art und das Zusammenwirken der Systemparameter veranschaulicht werden.

Sicherheitsanweisungen

Sicherheitsanweisungen

Die nachstehenden Warnungen, Sicherheitshinweise und Anmerkungen werden als Sicherheitsmaßnahmen für den Anwender angegeben sowie als Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden an dem Produkt oder an Teilen der angeschlossenen Maschinen. Im vorliegenden Abschnitt sind Warnungen, Sicherheitshinweise und Anmerkungen zusammengefaßt, die bei der Arbeit mit dem Umrichter allgemein gültig sind; sie sind in allgemeine Angaben, Angaben für Transport und Lagerung, für die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Reparatur sowie Demontage und Entsorgung eingeteilt.

Besondere Warnungen, Hinweise und Anmerkungen, die sich auf besondere Tätigkeiten/Arbeiten beziehen, sind am Anfang der jeweiligen Abschnitte des Handbuchs aufgelistet und werden an kritischen Stellen dieser Abschnitte wiederholt oder ergänzt.

Bitte lesen Sie diese Informationen sorgfältig, da diese für Ihre persönliche Sicherheit aufgenommen wurden und Ihnen auch dazu verhelfen, die Einsatzlebensdauer Ihres Umrichters und der an diesen angeschlossenen Maschinen zu verlängern.

Allgemeines



WARNUNG

Diese Geräte enthalten gefährliche Spannungen und steuern drehende mechanische Teile, die ggf. gefährlich sein können. Die Nichtbeachtung der Warnungen oder das Nichtbefolgen der Anweisungen in diesem Handbuch können zu Lebensgefahr, schweren Körperverletzungen oder erheblichen Sachschäden führen.

Schutz bei direkter Berührung über SELV / PELV ist nur in Bereichen mit Potenzialausgleich und in trockenen Innenräumen zulässig. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so sind andere Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, z. B. Schutzisolierung, zu ergreifen.

An diesen Geräten darf nur entsprechend qualifiziertes Personal arbeiten, das sich zuvor mit sämtlichen Sicherheitsanweisungen, Installations-, Bedienungs- und Wartungsanweisungen gemäß diesem Handbuch vertraut gemacht hat. Der erfolgreiche und sichere Betrieb dieser Geräte hängt von deren ordnungsgemäßer Handhabung, Installation, Bedienung und Wartung ab.

Da der Fehlerstrom für dieses Produkt größer als 3,5 mA AC sein kann, ist eine feste Erdverbindung erforderlich und die Mindestgröße des Schutzleiters muss den lokalen Sicherheitsbestimmungen für Ausrüstungen mit hohem Kriechstrom entsprechen.

Ist eine RCD eingebaut (auch als ELCB oder RCCB bezeichnet), dann arbeitet das Power Module ohne unerwünschte Abschaltungen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Es wird eine RCD vom Typ B verwendet.
- Der Ansprechgrenzstrom der RCD beträgt 300 mA.
- Der Nullleiter des Netzes ist geerdet.
- Über jede RCD wird nur ein Power Module gespeist.
- Die Ausgangsleitungen sind kürzer als 15 m (geschirmt) bzw. 30 m (ungeschirmt).

Die Netz-, Gleichstrom- und Motorklemmen sowie die Brems- und Thermistorkabel können gefährliche Spannungen führen, auch wenn der Umrichter außer Betrieb ist. Nach dem Unterbrechen der Netzversorgung mindestens 5 Minuten warten, bis sich das Gerät entladen hat. Erst dann Montagearbeiten ausführen.

Es ist streng verboten, motorseitig Netztrennungen vornehmen; eine Netztrennung muss immer an der Netzseite des Umrichters erfolgen.

Bei Anschluss der Stromversorgung des Umrichters ist sicherzustellen, dass der Klemmenkasten des Motors geschlossen ist.

Dieses Gerät ist darauf ausgelegt, einen internen Motorüberlastschutz gemäß UL508C zu gewährleisten. Siehe P0610 und P0335; i²t ist standardmäßig auf ON gestellt.

Wenn beim Umschalten einer Funktion von EIN nach AUS eine LED oder ähnliche Anzeige nicht aufleuchtet oder aktiv ist, bedeutet dies nicht, dass die Einheit ausgeschaltet oder stromlos ist.

Der Umrichter muss grundsätzlich geerdet sein.

Vor dem Herstellen oder Ändern von Anschlüssen an dem Gerät ist die Netzversorgung abzutrennen.

Stellen Sie sicher, dass der Umrichter für die richtige Versorgungsspannung konfiguriert ist. Der Umrichter darf nicht an eine höhere Versorgungsspannung angeschlossen werden.

Statische Entladungen auf Flächen oder Schnittstellen, die nicht allgemein zugänglich sind (z. B. Klemmen oder Steckerstifte) können Fehlfunktionen oder Defekte verursachen.

Deshalb sollten bei Arbeiten mit Umrichtern bzw. Umrichterkomponenten die EGB-Schutzmaßnahmen beachtet werden.

Die allgemeinen und regionalen Installations- und Sicherheitsbestimmungen für Arbeiten an Anlagen mit gefährlichen Spannungen (z. B. EN 50178) sowie die einschlägigen Bestimmungen bezüglich der richtigen Verwendung von Werkzeugen und Personalschutzeinrichtungen (Personal Protective Equipment, PPE) sind besonders zu beachten.



 **VORSICHT**

Kindern und anderen nicht befugten Personen ist der Zugang zu den Geräten zu untersagen!

Diese Geräte dürfen nur für den vom Hersteller angegebenen Zweck verwendet werden. Unbefugte Änderungen und die Verwendung von Ersatzteilen und Zubehörteilen, die nicht vom Hersteller des Gerätes vertrieben oder empfohlen werden, können zu Bränden, elektrischen Schlägen und zu Verletzungen führen.

ACHTUNG

Das vorliegende Handbuch ist in der Nähe der Geräte aufzubewahren und muss allen Anwendern leicht zugänglich sein.

Müssen am spannungsführenden Gerät Messungen oder Prüfungen vorgenommen werden, dann sind die Bestimmungen der Sicherheitsvorschrift BGV A2 zu beachten, insbesondere § 8 "Zulässige Abweichungen bei der Arbeit an spannungsführenden Teilen". Es sind geeignete elektronische Werkzeuge zu verwenden.

Vor der Installation und Inbetriebnahme bitte diese Sicherheitsanweisungen und Warnungen sorgfältig lesen, ebenso die an den Geräten angebrachten Warnschilder. Es ist dafür zu sorgen, dass die Warnschilder in einem lesbaren Zustand gehalten werden; fehlende oder beschädigte Schilder sind zu ersetzen.

Produktfamilie

3.1 Allgemeine Systemübersicht

Umrichterfamilien

In diesem Funktionshandbuch werden die Funktionen folgender Umrichterfamilien beschrieben:

- SINAMICS G120
- SINAMICS G120D

Sämtliche Umrichter sind modular aufgebaut. Das bedeutet, dass es innerhalb einer Serie eine bestimmte Reihe von Control Units gibt, die mit verschiedenen Ausführungen der Power Modules kombiniert werden können.

Power Modules und Control Units verschiedenerer Reihen dürfen nicht miteinander vertauscht werden.

3.2 Funktionsübersicht

Dieser Abschnitt enthält einen Überblick über die Funktionen der verschiedenen Typen von Frequenzumrichtern.

Allgemeine Umrichterfunktionen

Die Umrichter bieten folgende Funktionen:

- Motordatenidentifikation
- Motorpotentiometer
- JOG-Funktion

- Überwachungsfunktionen
 - Allgemeine Überwachungsfunktionen und -meldungen
 - Lastmomentüberwachung
 - Schutz des Power Module
 - Allgemeine Überlastüberwachung
 - Temperaturüberwachung des Power Module
 - Thermischer Motorschutz und Überlastverhalten
 - Thermisches Motormodell
 - Motortemperaturidentifikation nach dem Wiederanlauf
 - Temperaturregeber
- Wiedereinschaltfunktionen
 - Wiedereinschaltautomatik
 - Fangen
- Datensätze
- Elektromechanische Bremsfunktionen
 - Motorhaltebremse
 - Sofortbremse
- BICO-Technik
- Sollwertkanal
 - Summierung und Modifizierung des Frequenzsollwertes
 - Hochlaufgeber
 - OFF/Bremsfunktionen
 - Manuelle und automatische Bedienung
 - FFB und Schnelle FFB
 - Wobbelgenerator

- Positionierende Rücklauftrampe
- Regelungsfunktionen
 - U/f-Regelung
 - Spannungsanhebung
 - Schlupfkompensation
 - U/f-Resonanzdämpfung
 - U/f-Regelung mit FCC
 - Strombegrenzung (Imax-Regler)
 - Vektorregelung
 - Vektorregelung ohne Drehzahlgeber
 - Vektorregelung mit Drehzahlgeber
 - Drehzahlregler
 - Drehzahlregler (SLVC)
 - Drehmomentregelung
 - Drehmomentregelung (SLVC)
 - Umschalten von Frequenzregelung auf Drehmomentregelung
 - Begrenzung des Drehmomentsollwertes

Nur bei Umrichtern G120 vorhandene Funktionen

- 2-/3-Leiter-Steuerung
- Festfrequenzen
- PID-Regler
 - Tänzerwalzen-PID-Regelung
 - PID-Motorpotentiometer
 - Sollwert über PID-Festfrequenzen
- Digitaleingangsfunktionen
- Digitalausgangsfunktionen
- Analogeingangsfunktionen
- Analogausgangsfunktionen

Fehlersichere Funktionen

Tabelle 3- 1 Fehlersichere Funktionen

	SINAMICS G120				SINAMICS G120D	
	CU240S	CU240S DP	CU240S DP-F	CU240S PN	CU240D DP	CU240D DP-F
STO	---	---	X	---	---	X
SS1	---	---	X	---	---	X
SLS	---	---	X	---	---	X
SBC	---	---	X	---	---	---

Power Module-Funktionen

Tabelle 3- 2 Funktionen im Zusammenhang mit Power Modules

	SINAMICS G120			SINAMICS G120D
	PM240	PM250	PM260	PM250D
VDC-Regelung	X	---	---	---
Elektronische Bremsen	X	---	---	---
Dynamische Bremsung über Braking Resistor	X	---	---	---
Dynamische Bremsung über generatorische Bremsung	---	X	X	X
VDC-Regler	X	---	---	---

Anschaltungen

In folgender Tabelle werden die ausführbaren Funktionsquellen für jedes Gerät angegeben.

Tabelle 3- 3 Kommunikationsschnittstellen für Control Units

	SINAMICS G120				SINAMICS G120D	
	CU240S	CU240S DP	CU240S DP-F	CU240S PN	CU240D DP	CU240D DP-F
Option Port (BOP/STARTER) über r0019	X	X	X	X	---	---
USS an RS232 über r2032	--	X	X	X	X	X
USS an RS485 über r2036	X	---	---	---	---	---
PROFIBUS DB über r2090	---	X	X	---	X	X
PROFINet über r8890	---	---	---	X	---	---

Tabelle 3- 4 Schnittstellen für Control Units

	SINAMICS G120				SINAMICS G120D	
	CU240S	CU240S DP	CU240S DP-F	CU240S PN	CU240D DP	CU240D DP-F
MMC	X	X	X	X	X	X
Digitaleingänge	9	9	6	6	6	6
Sichere Digitaleingänge	---	---	2	---	---	---
Digitalausgänge	3	3	3	3	2	2
Analogeingänge	2	2	2	2	---	---
Analogausgänge	2	2	2	2	---	---
Geber	X	X	X	X	X	X
Kaltleiter/KTY	X	X	X	X	---	---

Tabelle 3- 5 Power Module-Schnittstellen

	SINAMICS G120			SINAMICS G120D
	PM240	PM250	PM260	PM250D
Kaltleiter/KTY im Motorkabel	---	---	---	X
Elektromechanische Bremse 24 V	X	X	X	---
Elektromechanische Bremse 180 V	---	---	---	X
DC+ / DC- -Klemmen (Gleichstromklemmen +/-)	X	---	---	---
Bremschopper	X	---	---	---

Parametrierung / Adressierung

4.1 Parameterübersicht

Parameterübersicht

Der Umrichter wird mit Hilfe der entsprechenden Parameter an eine bestimmte Anwendung angepasst. Jeder Parameter ist durch eine Parameternummer und durch spezifische Attribute gekennzeichnet (z. B. Überwachungsparameter, Schreibparameter, BICO-Attribut, Gruppen-Attribut usw). Innerhalb jedes einzelnen Umrichtersystems ist die Parameternummer eindeutig.

Der Zugriff auf die Parameter ist über folgende Bediengeräte möglich:

- BOP
- PC-basiertes Inbetriebnahme-Tool STARTER.

Es gibt zwei Haupttypen von Parametern: solche, die geändert werden können, und solche, die lediglich gelesen werden können.

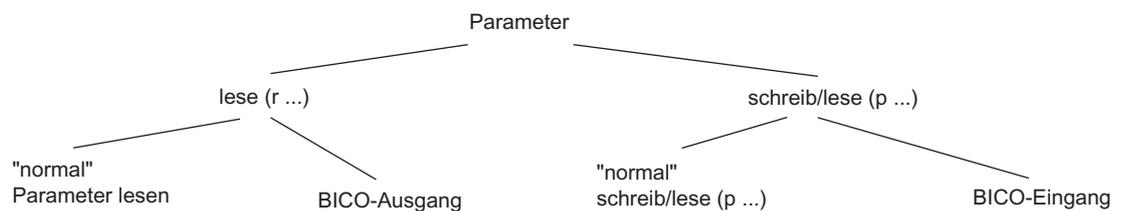


Bild 4-1 Parametertypen

4.2 Schreibbare Parameter

Beschreibung

Parameter, die geschrieben und angezeigt werden können, sind durch das Präfix "P" gekennzeichnet.

Solche Parameter beeinflussen direkt das Verhalten einer Funktion. Der Betrag dieses Parameters wird in einem nichtflüchtigen Speicher (EEPROM) abgelegt, sofern die entsprechende Option gewählt wurde (nichtflüchtige Datenspeicherung). Anderenfalls werden diese Werte im flüchtigen Speicher (RAM) des Prozessors abgelegt und gehen nach einem Netzausfall oder nach Aus-/Einschaltvorgängen verloren.

Nachstehend sind Beispiele für die Standardschreibweise angegeben, die in unseren Handbüchern grundsätzlich verwendet wird.

Beispiele für die Schreibweise:

P0970	Parameter 970
P0748.1	Parameter 748, Bit 01
P0819[1]	Parameter 819 Index 1
P0013[0 ... 19]	Parameter 13 mit 20 Indizes (Indizes 0 ... 19)

4.3 Überwachungsparameter

Beschreibung

Parameter, die nur überwacht werden können, sind durch den Vorsatz "r" gekennzeichnet.

Diese Parameter werden für die Anzeige interner Größen verwendet, z.B. von Zuständen oder Istwerten.

Beispiele für die Schreibweise:

r0002	Überwachungsparameter 2
r0052.3	Überwachungsparameter 52, Bit 03
r0947[2]	Überwachungsparameter 947 Index 2
r0964[0 ... 4]	Überwachungsparameter 964 mit 5 Indices (Indices 0 bis 4)

4.4 Parameterattribute

Überblick

Im Listenhandbuch zeigt die Kopfzeile jedes Parameters sämtliche Attribute und Gruppen für den jeweiligen Parameter. Nachstehendes Bild zeigt die Einzelheiten für Parameter P0700 und r1515.

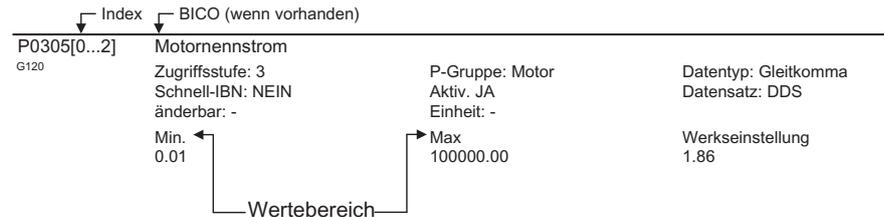


Bild 4-2 Beschreibung der Attribute für Parameter P0700

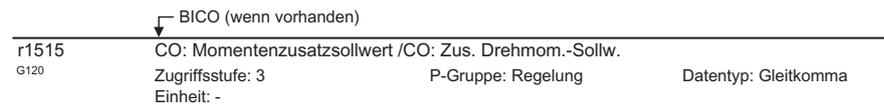


Bild 4-3 Beschreibung der Attribute für Parameter r1515

Index

Mit Hilfe des Index wird ein Parameter (z.B. P0013[20]) mit mehreren Folgeelementen definiert (im vorliegenden Fall 20). Jeder einzelne Index wird mittels eines numerischen Wertes definiert.

Bezogen auf einen Parameter bedeutet dies, dass ein indizierter Parameter mehrere Werte aufweisen kann. Die Werte werden unter Verwendung der Parameternummer einschließlich des Indexwertes adressiert (z.B. p0013[0], p0013[1], p0013[2], p0013[3], p0013[4], ...).

Indizierte Parameter werden z.B. verwendet für:

- Antriebsdatensätze (DDS, Drive Data Sets)
- Befehlsdatensätze (CDS, Command Data Sets)
- Unterfunktionen.

BICO

Die folgenden Typen von verknüpfbaren Parametern sind verfügbar. Das Kapitel "BICO-Technik" enthält eine Beschreibung dieser Technik.

Tabelle 4- 1 Parameterattribute - BICO

BICO	Beschreibung
BI	Binektoreingang
BO	Binektorausgang
CI	Konnektoreingang
CO	Konnektorausgang
CO/BO	Konnektorausgang/Binektorausgang

Zugriffsstufe

Die Zugriffsstufe wird mittels Parameter P0003 bestimmt. In einem solchen Fall sind an dem BOP nur solche Parameter sichtbar, bei denen die Zugriffsstufe kleiner oder gleich ist als/wie der im Parameter P0003 zugewiesene Wert. Andererseits sind für STARTER nur die Zugriffsstufen 0 und 3 relevant. Parameter mit Zugriffsstufe 3 können z.B. nicht geändert werden, wenn nicht die entsprechende Zugriffsstufe eingestellt worden ist.

Folgende Zugriffsstufen sind in den Umrichtern implementiert:

Tabelle 4- 2 Parameterattribute - Zugriffsstufe

Zugriffsstufe	Beschreibung
0	Anwenderdefiniertes Listenhandbuch (siehe P0013)
1	Standardzugriff auf die am häufigsten verwendeten Parameter
2	Erweiterter Zugriff, z. B. auf E/A-Funktionen des Umrichters.
3	Expertenzugriff nur für erfahrene Anwender
4	Wartungszugriff nur für berechtigtes Wartungspersonal - mit Passwortschutz.

Hinweis

Unter STARTER werden sämtliche Anwenderparameter (Zugriffsstufe 3) immer unter Verwendung der Expertenliste angezeigt, und zwar unabhängig davon, ob die Einstellung für P0003 = 0, 1, 2 oder 3 lautet.

Bei Änderung von Parametern mit STARTER oder über ein übergeordnetes Steuersystem werden Änderungen von Parameterwerten immer sofort wirksam.

Änderbar

"P"-Parameter können nur in Abhängigkeit vom Zustand des Umrichters verändert werden. Der Parameterwert wird zurückgewiesen, wenn der aktuelle Zustand nicht in dem Parameterattribut "Änderbar" aufgelistet ist. Zum Beispiel kann der Parameter für Schnell-Inbetriebnahme P0010 mit dem Attribut "CT" nur in der Schnell-Inbetriebnahme "C" oder im Bereitschaftszustand "T" verändert werden, nicht dagegen bei Betrieb "U".

Tabelle 4- 3 Parameterattribute - Änderbar

Zustand	Beschreibung
C	Schnellinbetriebnahme
U	Betrieb (Antrieb läuft)
T	Antrieb startbereit

Datentypen

Der Datentyp eines Parameters legt den größtmöglichen Wertebereich fest. Bei dem Umrichter werden fünf Datentypen verwendet. Sie stellen entweder einen ganzzahligen Wert ohne Vorzeichen (U16, U32) dar, oder einen Gleitkommawert (float). Der Wertebereich wird häufig durch einen Minimum- und einen Maximumwert (min., max.) begrenzt, oder unter Verwendung von Größen des Umrichters/Motors.

Tabelle 4- 4 Parameterattribute - Datentypen

Datentyp	Beschreibung
U16	Ganzzahliger Wert ohne Vorzeichen, 16 Bit
U32	Ganzzahliger Wert ohne Vorzeichen, 32 Bit
I16	Ganzzahliger Wert mit Vorzeichen, 16 Bit
I32	Ganzzahliger Wert mit Vorzeichen, 32 Bit
Float	Ein Gleitkommabetrag einfacher Genauigkeit nach dem IEEE-Standardformat max. Wertebereich: -3,39e+38 – +3,39e+38

4.4 Parameterattribute

Einheit

Die Parameterwerte unterstützen folgende Einheiten:

Tabelle 4- 5 Parameterattribute - Einheit

Einheit	Beschreibung	Einheit	Beschreibung
-	dimensionslos	m/s	Meter pro Sekunde
%	Prozent	Nm	Newtonmeter
A	Ampere	W	Watt
V	Volt	kW	Kilowatt
Ohm	Ohm	hp	Horse power (Pferdestärken)
us	Mikrosekunden	kWh	Kilowattstunden
ms	Millisekunden	°C	Grad Celsius
s	Sekunden	m	Meter
Hz	Hertz	kg	Kilogramm
kHz	Kilohertz	°	Grad (Winkelgrade)
1/min	Umdrehungen pro Minute (U/min.)		

Gruppeneinteilung

Die Parameter sind entsprechend ihrer Funktionalität in Gruppen unterteilt. Dadurch wird die Transparenz erhöht und eine schnellere und effizientere Suche nach spezifischen Parametern ermöglicht. Ferner kann Parameter P0004 zum Steuern der spezifischen Gruppe von Parametern verwendet werden, die auf dem BOP angezeigt werden.

Tabelle 4- 6 Parameterattribute - Gruppeneinteilung

Gruppeneinteilung	Beschreibung	Parameter-Hauptbereich:
IMMER	0 Alle Parameter	
UMRICHTER	2 Umrichter-Parameter	0200 ... 0299
MOTOR	3 Motorparameter	0300 ... 0399 und 0600 ... 0699
GEBER	4 Drehzahlgeber	0400 ... 0499
TECH_ANW	5 Technische Anwendungen/Einheiten	0500 ... 0599
BEFEHLE	7 Steuerbefehle, digitale E/A	0700 ... 0749 und 0800 ... 0899
ANSCHLUSS	8 Analogein-/ausgänge	0750 ... 0799
SOLLWERT	10 Sollwertkanal und Hochlaufgeber	1000 ... 1199
Safety Integrated	11 Fehlersichere Funktionen	9000 ... 9999
FUNKT	12 Umrichterfunktionen	1200 ... 1299
STEUERUNG	13 Motor-Steuerung/-Regelung	1300 ... 1799
DATENÜBERTRAGUNG	20 Datenübertragung	2000 ... 2099
ALARME	21 Fehler, Warnungen, Überwachungsfunktionen	0947 ... 2199
TECHNOLOGIE	22 Technologie-Regler (PID-Regler)	2200 ... 2399

Aktiv

Dieses Attribut ist nur in Verbindung mit einem BOP von Bedeutung. Das Attribut "Ja" zeigt an, dass dieser Wert bei einer Änderung sofort übernommen wird. Insbesondere die für Optimierungsfunktionen verwendeten Parameter weisen diese Eigenschaft auf (z.B. Konstantspannungserhöhung P1310 oder Filter-Zeitkonstanten). Andererseits wird bei Parametern mit dem Attribut "Zuerst bestätigen" der Wert erst nach dem Drücken der Taste **P** übernommen. Dazu gehören beispielsweise Parameter, deren Betrag verschiedene Einstellungen/Bedeutungen haben kann (z. B. Auswahl der Frequenz-Sollwertquelle P1000).

Tabelle 4- 7 Parameterattribute - Aktiv

Aktiv	Beschreibung
Ja	Der Wert wird sofort gültig.
Zuerst bestätigen	Der Wert wird nach Drücken von P gültig.

Hinweis

Parameterwerte, die mit STARTER oder einer Higher-Level-Steuerung verändert werden, müssen nicht bestätigt werden.

Schnellinbetriebnahme

Dieses Parameter-Attribut gibt an, ob der Parameter in der Schnellinbetriebnahme (QC, Quick Commissioning) enthalten ist (P0010 = 1).

Tabelle 4- 8 Parameterattribute - Schnellinbetriebnahme

QC	Beschreibung
Nein	Der Parameter ist in der Schnellinbetriebnahme nicht enthalten
Ja	Der Parameter ist in der Schnellinbetriebnahme enthalten

Wertebereich

Der Wertebereich, der zunächst durch den Datentyp vorgegeben ist, wird durch Mindest- und Höchstwerte in Abhängigkeit von den Größen des Umrichters/Motors eingeschränkt. Die Mindest- und Höchstwerte sind im Umrichter dauerhaft gespeichert und können vom Anwender nicht verändert werden. Zur Unterstützung der Inbetriebnahme verfügt jeder schreibbare Parameter über einen Standardwert, der als Werkseinstellung bezeichnet wird.

Tabelle 4- 9 Parameterattribute - Wertebereich

Wertebereich	Beschreibung
-	Kein Wert eingegeben (z. B.: "r-Parameter")
Min	Mindestwert
Max	Höchstwert
Def	Standard-Wert

Datensätze

Eine genauere Beschreibung der Datensätze befindet sich in dem zugehörigen Abschnitt.

Tabelle 4- 10 Datensätze

BICO	Beschreibung
CDS	Befehlsdatensatz
DDS	Antriebsdatensatz

BICO-Technik

5.1 BICO-Technik, Übersicht

Verschalten von Signalen (BICO)

Ein dem neuesten Stand der Technik entsprechender Umrichter muss die Möglichkeit bieten, interne und externe Signale (Sollwerte oder Istwerte und Steuer- sowie Zustandssignale) zu verschalten. Diese Verschaltungsfunktionalität muss einen hohen Flexibilitätsgrad aufweisen, um den Umrichter an neue Applikationen anpassen zu können. Ferner ist eine breite Einsatzmöglichkeit erforderlich, die auch die Standardapplikationen abdeckt. Für diese Anforderungen wird die BICO-Technik und schnelle Parametrierung über die Parameter P0700/P1000 eingesetzt.

5.2 Verwendung der BICO-Technik

Beschreibung

Mit Hilfe der BICO-Technik können die Prozessdaten unter Verwendung der "Standard"-Parametrierung des Umrichters frei verschaltet werden.

Hierbei werden alle **Werte**, die frei verschaltbar sind, als "**Konnektoren**" definiert, z. B. Frequenzsollwert, FrequenzIstwert, aktueller Istwert usw.

Alle **digitalen Signale**, die frei verschaltbar sind, werden als "**Binektoren**" definiert, z. B. Status eines digitalen Eingangs, ON/OFF, Meldungsfunktion bei Über-/Unterschreitung eines Grenzwerts usw.

In einem Umrichter befinden sich zahlreiche Eingangs- und Ausgangsgrößen sowie Größen innerhalb der Regelung, die verschaltet werden können. Es ist möglich, den Umrichter mit Hilfe der BICO-Technik an die unterschiedlichen Anforderungen anzupassen.

Binektoren

Ein Binektor ist ein digitales (binäres) Signal ohne Einheit, das den Wert 0 oder 1 annehmen kann. Binektoren beziehen sich immer auf Funktionen. Sie sind in Binektoreingänge und Binektorausgänge unterteilt (siehe folgende Tabelle). In diesem Fall ist der Binektoreingang immer mit einem "P"-Parameter gekennzeichnet (z.B. P0840 BI: ON/OFF1), während der Binektorausgang immer mit einem "r"-Parameter dargestellt wird (z.B. r1025 BO: FF Status).

Wie aus den vorstehenden Beispielen ersichtlich, weisen die Binektor-Parameter vor der Parameterbezeichnung folgende Abkürzungen auf:

BI: Binektoreingang, Signalsenke ("P"-Parameter)

Der BI-Parameter kann mit einem Binektorausgang als Quelle verschaltet werden, indem die Parameternummer des Binektorausgangs (BO-Parameter) als Wert in den BI-Parameter eingetragen wird.

BO: Binektorausgang, Signalquelle ("r"-Parameter)

Der BO-Parameter kann als Quelle für BI-Parameter verwendet werden. Für eine bestimmte Verschaltung muss die Nummer des BO-Parameters in den BI-Parameter eingegeben werden.

Beispiel

Kombination des Befehls ON/OFF1 mit Wahl einer Festfrequenz.

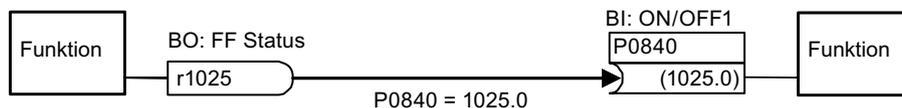


Bild 5-1 Binektorausgang (BO) ==> Binektoreingang (BI)

Bei Wahl einer Festfrequenz wird das Festfrequenz-Zustandsbit (r1025) intern von 0 auf 1 gesetzt.

Die Quelle für den Befehl ON/OFF1 ist Parameter P0840 (Standard DI0). Wenn das Festfrequenz-Zustandsbit als Quelle für P0840 (P0840 = 1025) angeschlossen wird, startet der Umrichter, indem er eine Festfrequenz aktiviert, und stoppt mit OFF1 mit Deaktivierung.

Binektor-Symbole

Tabelle 5- 1 Binektor-Symbole

Abkürzung und Symbol	Bezeichnung	Funktion
BI	Binektor-Eingang (Signalsenke)	Datenfluss
BO	Binektorausgang (Signalquelle)	Datenfluss

Anschlüsse

Ein Konnektor hat einen Wert (16 oder 32 Bit), der eine normierte Größe (dimensionslos) oder auch eine Größe mit zugeordneten Maßeinheiten enthalten kann. Konnektoren beziehen sich immer auf Funktionen. Sie sind in Konnektoreingänge und Konnektorausgänge unterteilt. Im Wesentlichen gilt dasselbe wie bei Binektoren: die Konnektoreingänge sind durch einen "P"-Parameter gekennzeichnet (z.B. P0771 CI: AO (Analogausgang)), während die Konnektorausgänge immer mit einem "r"-Parameter dargestellt werden (z.B. r0021 CO: Istfrequenz).

Wie aus den vorstehenden Beispielen ersichtlich, weisen die Konnektor-Parameter vor der Parameterbezeichnung folgende Abkürzungen auf:

CI: Konnektoreingang, Signalsenke ("P"-Parameter)

Der CI-Parameter kann mit einem Konnektorausgang als Quelle verschaltet werden, indem die Parameternummer des Konnektorausgangs (CO-Parameter) als Wert in den CI-Parameter eingetragen wird.

CO: Konnektorausgang, Signalquelle

Der CO-Parameter kann als Quelle für CI-Parameter verwendet werden. Für eine bestimmte Verschaltung muss die Nummer des CO-Parameters in den CI-Parameter eingegeben werden.

Beispiel

Assoziierung des Parameters r0755 (Anzeige Analogeingang, skaliert mit ASP_{min} und ASP_{max}) mit einem internen Wert (Haupt-Frequenzsollwert) zur Berechnung des intern skalierten Werts. Dazu den CO-Parameter r0755 (skalierter Analogeingang) mit dem CI-Parameter P1070 (Haupt-Sollwert) verschalten.

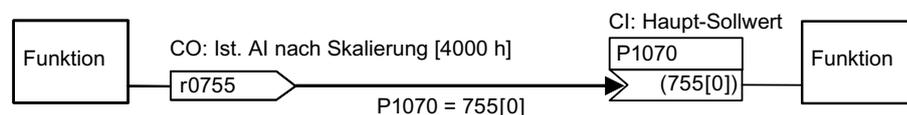
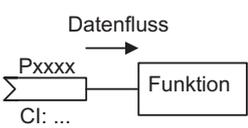
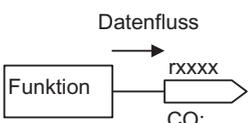


Bild 5-2 Konnektorausgang (CO) ==> Konnektoreingang (CI)

Konnektor-Symbole

Tabelle 5- 2 Konnektor-Symbole

Abkürzung und Symbol	Bezeichnung	Funktion
CI 	Konnektor-Eingang (Signalsenke)	Datenfluss 
CO 	Konnektorausgang (Signalquelle)	Datenfluss 

Konnektor- und Binectorausgänge

Darüber hinaus gibt es "r"-Parameter, wobei mehrere Binectorausgänge in einem Wort zusammengefasst werden (z.B. r0052 CO/BO: Zustandswort 1). Diese Eigenschaft verringert einerseits die Anzahl von Parametern und vereinfacht andererseits die Parametrierung mit Hilfe der seriellen Schnittstelle (Datentransfer). Diese Parameter sind außerdem durch die Tatsache gekennzeichnet, dass sie keine Maßeinheiten aufweisen und dass jedes Bit ein digitales (binäres) Signal darstellt.

Wie aus den vorstehenden Parameter-Beispielen ersichtlich, weisen diese zusammengesetzten Parameter vor der Parameterbezeichnung folgende Abkürzungen auf:

CO/BO: Konnektorausgang/Binectorausgang, Signalquelle ("r")

Die CO/BO-Parameter können als Quelle für CI-Parameter und BI-Parameter verwendet werden:

- Um sämtliche CO/BO-Parameter verschalten zu können, muss die Parameternummer in den zugehörigen CI-Parameter eingegeben werden (z.B. P2016[0] = 52).
- Beim Verschalten eines einzelnen digitalen Signals muss zusätzlich zur Nummer des CO/BO-Parameters in den CI-Parameter auch die Bit-Nummer eingegeben werden (z.B. P0731 = 52.3).

Beispiel

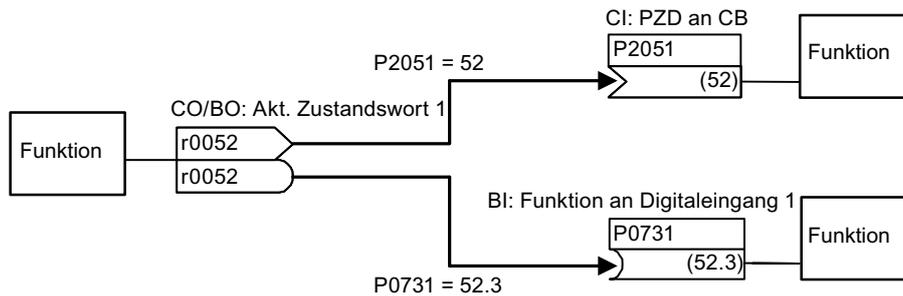
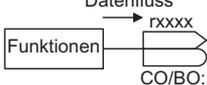


Bild 5-3 Konnektor-Ausgang / Binector-Ausgang (CO/BO)

Konnektor- und Binectorausgang-Symbole

Tabelle 5-3 Konnektor- und Binectorausgang-Symbole

Abkürzung und Symbol	Bezeichnung	Funktion
CO  BO	Binector-/Konnektorausgang (Signalquelle)	Datenfluss 

Zum Verschalten von zwei Signalen muss dem benötigten BICO-Überwachungsparameter (Signalquelle) ein BICO-Einstellparameter (Signalsenke) zugewiesen werden.

Hinweis

BICO-Parameter vom Typ CO, BO oder CO/BO können mehrfach verwendet werden.

Allgemeine Umrichterfunktionen

6.1 Motordatenerfassung

Beschreibung

Der Umrichter weist eine Messmethode auf, die zur Bestimmung der Motorparameter verwendet wird:

Ersatzschaltung (ECD)	→	P1900 = 2
Misst Ersatzschaltung (ECD) + Magnetisierungskennlinie (einschließlich P1900 = 2)	→	P1900 = 3

Aus mit der Regelung zusammenhängenden Gründen ist es wichtig, die Motordatenidentifikation vorzunehmen. Ohne Durchführung der Motordatenidentifikation ist es nur möglich, unter Verwendung der Angaben des Motortypenschildes mit angenäherten ECD-Daten zu arbeiten. Zum Beispiel ist der Ständerwiderstand für die Stabilität der Vektorregelung und für die Spannungsanhebung der U/f-Kennlinie äußerst wichtig. Die Motordatenidentifikation sollte insbesondere dann durchgeführt werden, wenn lange Zuleitungen vorliegen oder Motoren von Fremdherstellern verwendet werden.

Beim erstmaligen Anstoß der Motordatenidentifikation werden folgende Daten bestimmt, beginnend mit den Typenschilddaten (Nennwerten), wobei P1900 = 2 ist:

- ECD-Daten
- Motor-Leitungswiderstand
- Spannung im EIN-Zustand der IGBTs und Kompensation der IGBT-Schaltverzögerungen.

6.1 Motordatenerfassung

Die Typenschilddaten stellen die Initialisierungswerte für die Identifikation dar. Aus diesem Grund ist es erforderlich, bei der Bestimmung der oben genannten Daten die Typenschilddaten richtig einzugeben.

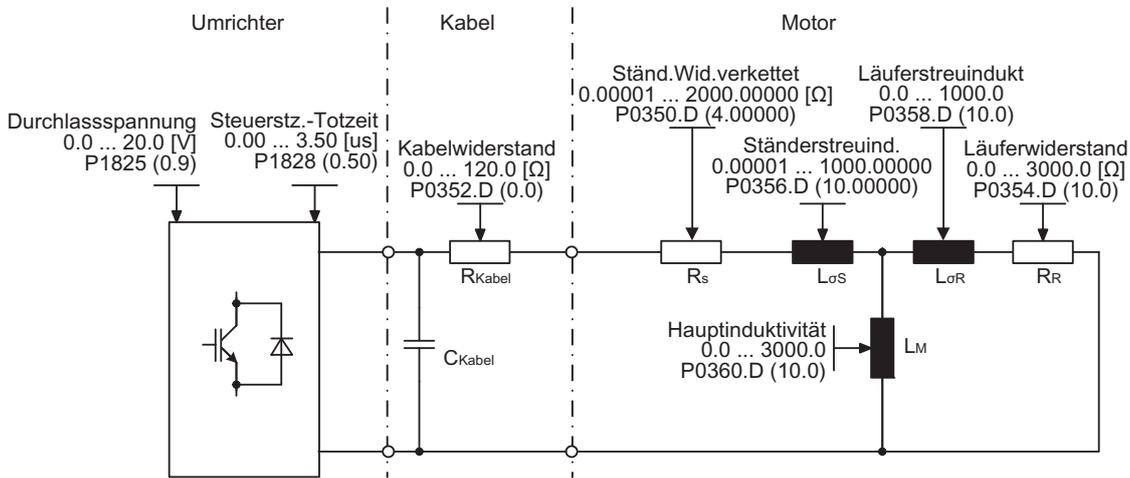


Bild 6-1 Ersatzschaltung (ECD)

Zusätzlich zu den ECD-Daten kann mithilfe der Motordatenidentifikation (P1900 = 3) die Magnetisierungskennlinie des Motors (siehe nachstehendes Bild) bestimmt werden. Wird die Motor-Umrichter-Kombination im Bereich der Feldschwächung betrieben (der oberhalb der Motornennfrequenz liegt), dann muss diese Kennlinie bestimmt werden, insbesondere bei Verwendung der Vektorregelung. Aufgrund dieser Magnetisierungskennlinie kann der Umrichter im Bereich der Feldschwächung genau den im Feld erzeugten Strom berechnen und über diesen eine höhere Drehmomentgenauigkeit erreichen.

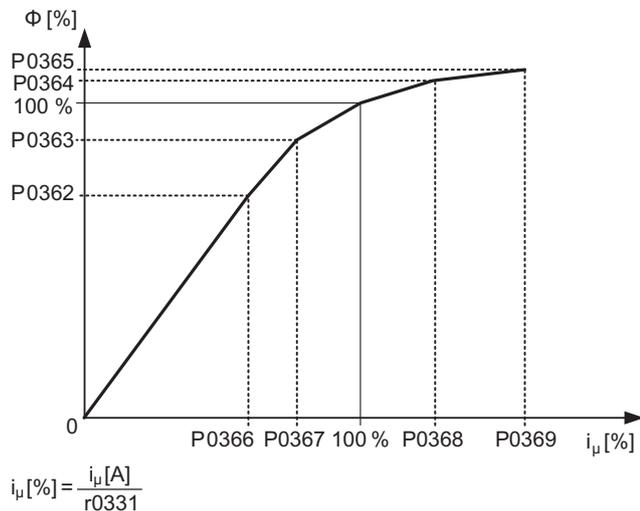


Bild 6-2 Magnetisierungskennlinie

Die Motordatenidentifikation erfolgt bei Stillstand des Motors und nimmt einschließlich der Datenberechnung über die Auswahl (P1900 = 2 oder 3) je nach Motorgröße 20 Sekunden bis 4 Minuten in Anspruch. Während die Motordatenidentifikation aktiv ist, wird A0541 angezeigt.

Die Motordatenidentifikation muss erfolgen, wenn sich der Motor im **kalten** Zustand befindet, damit die gespeicherten Werte des Motorwiderstandes dem Parameter der Umgebungstemperatur P0625 zugeordnet werden können. Nur dann ist die richtige Temperaturanpassung des Widerstandes im Betrieb möglich.

Die Motordatenidentifikation arbeitet mit den Ergebnissen der "vollständigen Parametrierung", P0340 = 1, oder den Daten des Motorersatzschaltbildes, die zuletzt gespeichert worden sind. Die Ergebnisse werden zunehmend besser, wenn die Identifikation mehrmals (bis zu dreimal) durchgeführt wird.

WARNUNG

Die Motoridentifikation darf nicht bei Lasten durchgeführt werden, die potenziell gefährlich sind (z. B. schwebende Lasten bei Kranen). Vor dem Starten der Motordatenidentifikation muss die potenziell gefährliche Last gesichert werden (z.B. durch Absenken auf den Boden oder durch Fixieren der Last mithilfe der Motorhaltebremse).

Zu Beginn der Motordatenidentifikation kann sich der Läufer in eine Vorzugslage bewegen. Dieser Vorgang ist bei größeren Motoren ausgeprägter.

Hinweis

Die Daten der Ersatzschaltung (P0350, P0354, P0356, P0358, P0360) und der Motorkabelwiderstand (P0352) müssen als Werte pro Phase eingegeben werden.

Es ist empfehlenswert, den Widerstand des Motor-Netzkabels (p0352) vor Beginn der Stillstandsmessung (p1900) einzugeben, so dass er berücksichtigt werden kann, wenn der Ständerwiderstand (p0350) berechnet wird.

Die Eingabe des Kabelwiderstands verbessert die Genauigkeit der Temperaturanpassung des Widerstands, besonders bei Verwendung langer Netzkabel. Das bestimmt das Verhalten bei langsamen Geschwindigkeiten, insbesondere bei geberloser Vektorregelung.

Zwar ist es nicht nötig, den Motorrotor zur Motordatenidentifikation zu sperren; wenn möglich, sollte dies allerdings erfolgen, z. B. durch Einlegen der Motorhaltebremse.

Vor Durchführung der Motoridentifikation muss die korrekte Umgebungstemperatur in P0625 eingegeben werden (Voreinstellung 20 °C).

Zur Überprüfung der Richtigkeit der Motor-Typenschilddaten kann folgende Formel verwendet werden:

$$P_N = \sqrt{3} * V_{NY} * I_{NY} * \cos\phi * \eta \approx \sqrt{3} * V_{N\Delta} * I_{N\Delta} * \cos\phi * \eta$$

Darin bedeuten:

P_N	Motornennleistung
$V_{NY}, V_{N\Delta}$	Motornennspannung (Stern/Dreieck)
$I_{NY}, I_{N\Delta}$	Motornennstrom (Stern/Dreieck)
$\cos\phi$	Leistungsfaktor
η	Wirkungsgrad.

Sollten bei aktiver Motordatenidentifikation Probleme auftreten (z. B. durch Schwingen des Stromreglers), sind die Typenschilddaten zu überprüfen und ein annähernd richtiger Magnetisierungsstrom in P0320 einzugeben. Die Motordatenidentifikation ist dann durch Aufrufen von P1900 = 2 oder P1900 = 3 erneut zu veranlassen.

Im Abschnitt "Schnellinbetriebnahme" ist eine schrittweise Beschreibung enthalten.

6.2 Motorpotentiometer (MOP)

Daten

Parameterbereich:	P1031 ... r1050
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP3100

Beschreibung – Betrieb

Die Funktion "Motorpotentiometer" (MOP) bildet ein elektromechanisches Potentiometer zur Eingabe von Sollwerten nach. Der MOP-Wert, dessen Einstellung über die Befehle "MOP UP" (P1035) und "MOP DOWN" (P1036) erfolgt, wird in r1050 gespeichert und kann als Hauptsollwert oder als zusätzlicher Sollwert verschaltet werden.

Die MOP-Funktion kann unter Verwendung von Digitaleingängen, des Operator Panel oder einer seriellen Schnittstelle ausgewählt werden.

Das Verhalten des MOP hängt auch von der Dauer der Befehle "MOP UP" (P1035) und "MOP DOWN" (P1036) ab:

- P1035 / P1036 (MOP UP / MOP DOWN) = 1 bei < 1 s:
Frequenzänderungen in Schritten von 0,1 Hz.
- P1035 / P1036 (MOP UP / MOP DOWN) = 1 bei > 1 s:
Frequenz läuft hoch (zurück) mit der in P1047 (P1048) eingestellten Zeit, aber nicht schneller als 2 s.

Tabelle 6- 1 Übersicht über das MOP-Verhalten

Motorpotentiometer		Funktion
MOP UP	MOP DOWN	
0	0	Sollwert eingefroren
0	1	Verringerung des Sollwerts
1	0	Erhöhung des Sollwerts
1	1	Sollwert eingefroren

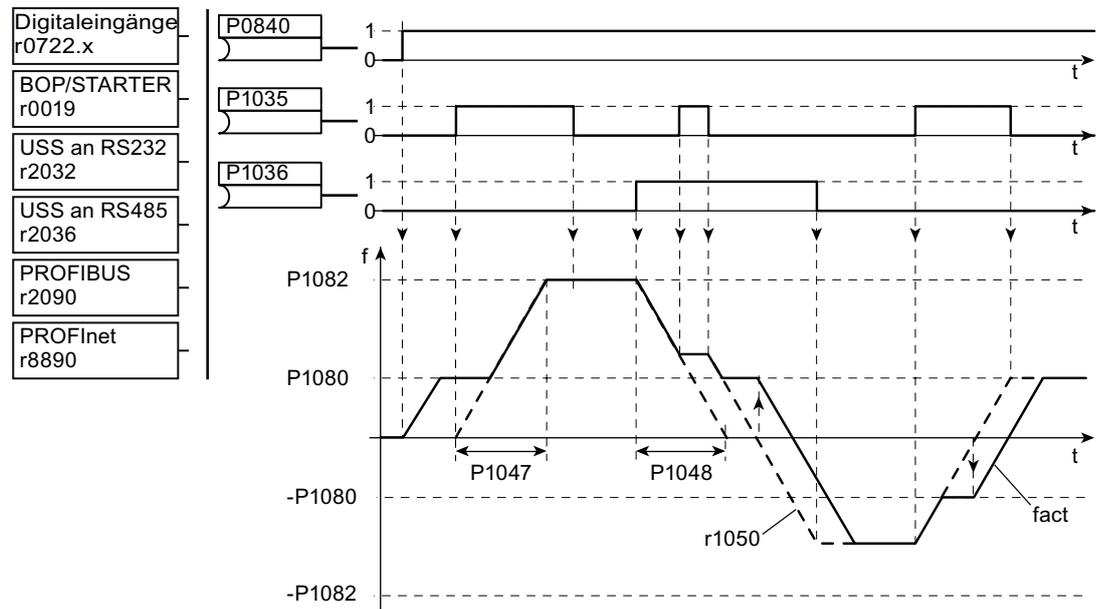


Bild 6-3 Details des MOP-Verhaltens

Eingangswerte

Tabelle 6-2 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1035 = ...	MOP UP mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge), 19.13 (BOP, Standard), 2032.13 (USS an RS232), 2036.13 (USS an RS485), 2091.13 (PROFIBUS DP) r8890.13 (PROFINet)	
P1036 = ...	MOP DOWN mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge), 19.14 (BOP, Standard), 2032.14 (USS an RS232), 2036.14 (USS an RS485), 2091.14 (PROFIBUS DP) r8890.14 (PROFINet)	
P1041 = ...	Auswahl der MOP-Sollwertquelle, 0 = manuell (Standard): MOP-Sollwert über P1035 und P1036, 1 = automatisch (MOP-Sollwert über P1042)	
P1042 = ...	MOP autom. Sollwert Sollwert von automatischem Motorpotentiometer (ausgewählt über P1041) (Standard = 0).	
P1043 = ...	MOP Rampengeber-Sollwert akzeptieren Eine positive Flanke über diesen Parameter stellt die Sollwertquelle für das MOP-Signal auf P1044. 0 = inaktiv (Standard) 1 = aktiv	
P1044 = ...	MOP Rampengeber-Sollwert MOP-Sollwert wird über eine positive Flanke an P1043 aktiviert. Dieser Wert wird am MOP-Ausgang sofort ohne die in P1047 eingestellte Hochlaufzeit (Standard = 0) aktiv.	

Tabelle 6- 3 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1031 = ...	MOP-Modus 0: Letzter MOP-Sollwert nicht in P1040 gespeichert, MOP UP/DOWN erfordert einen ON-Befehl zur Aktivierung (Standard). 1: Letzter MOP-Sollwert in P1040 gespeichert, MOP UP/DOWN erfordert einen ON-Befehl zur Aktivierung. 2: Letzter MOP-Sollwert nicht in P1040 gespeichert, MOP UP/DOWN ohne zusätzlichen ON-Befehl aktiv. 3: Letzter MOP-Sollwert in P1040 gespeichert, MOP UP/DOWN ohne zusätzlichen ON-Befehl aktiv.	
P1032 = ...	Gegendrehrung des MOP sperren 0: Sollwertumkehrung freigegeben (Standard) 1: Sollwertumkehrung gesperrt	
P1040 = ...	Sollwert des MOP -650 ... 650 Hz: Bestimmt den MOP-Sollwert (Standard = 5 Hz).	
P1047 = ...	MOP-Hochlaufzeit 0 ... 1000 s: Stellt die Hochlaufzeit vom Stillstand bis zur maximalen Motorfrequenz für den MOP-Rampengeber ein (Standard = 10 s).	
P1048 = ...	MOP-Rücklaufzeit 0 ... 1000 s: Stellt die Rücklaufzeit von der maximalen Motorfrequenz bis zum Stillstand für den MOP-Rampengeber ein (Standard = 10 s).	

Ausgangswert

r1045	MOP Rampengeber-Eingangsfrequenz Eingangsfrequenz des Rampengebers
r1050	Ist-Ausgangsfrequenz des MOP

Zusätzliche Parameter im Zusammenhang mit der MOP-Funktion

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1080 = ...	Mindestfrequenz 0 (Standard) ... 650 Hz: Untere Grenze der Motorfrequenz, unabhängig vom Frequenzsollwert.	
P1082 = ...	Höchstfrequenz 0 ... 650 Hz, (50 Hz Standard): Obere Grenze der Motorfrequenz, unabhängig vom Frequenzsollwert.	

Beispiele

Tabelle 6- 4 MOP-Sollwertquellen

Funktion	Quelle		
	BOP	Serielle Schnittstelle, z. B. PROFIBUS	Digitaleingänge
P1035 (MOP UP)	= 19.13	= 2090.13	= 722.4 (DI4)
P1036 (MOP DOWN)	= 19.14	= 2090.14	= 722.5 (DI5)

Tabelle 6- 5 MOP-Sollwert als Hauptsollwert oder zusätzlicher Sollwert

Funktion	Quelle
P1070 (Hauptsollwert) P1075 (zusätzlicher Sollwert)	= r1050 (Ausgangsfrequ. MOP)

6.3 Positionierende Rücklauf rampe

Daten

Parameterbereich:	P2480 ... r2489
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Die Positionier-Auslauf rampe kann für Anwendungen eingesetzt werden, bei denen es erforderlich ist, dass ein Restabstand abhängig von einem externen Ereignis (z.B. BERO-Schalter) bis zum Stillstand durchfahren wird. In diesem Fall erzeugt der Umrichter durch die Wahl von OFF1 eine kontinuierliche Bremsrampe, die von der Istdrehzahl und Geschwindigkeit der Last abhängig ist. Der Motor läuft gemäß der berechneten Bremsrampe aus, um die parametrisierte Strecke zurückzulegen (siehe nachstehende Abbildung).

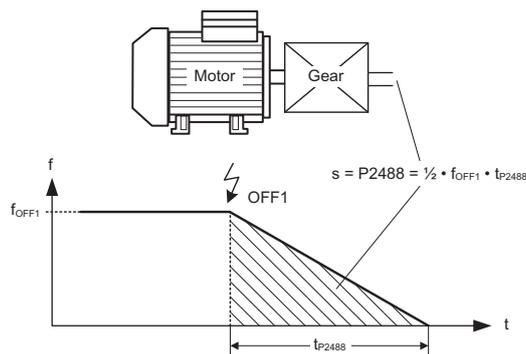


Bild 6-4 Positionierende Rücklauf rampe

Zur Parametrierung der positionierenden Rücklauf rampe muss die zurückzulegende Reststrecke in Bezug auf die Last in P2488 eingegeben werden. Für die Durchführung der Reststreckenberechnung auf der Lastseite muss die mechanische Anordnung der Achse (Getriebeübersetzung, Linear- oder Rundachse) richtig parametrieren werden (siehe nachstehende Abbildung).

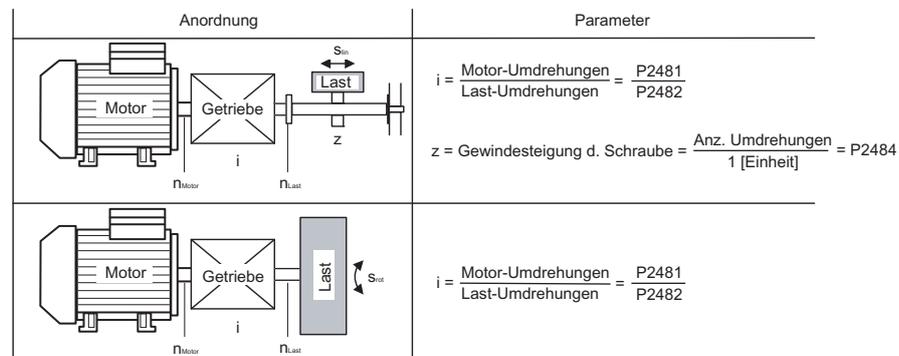


Bild 6-5 Drehende oder lineare Achse

Mit diesen Daten berechnet der Frequenzumrichter das Verhältnis zwischen der Strecke und den Motorumdrehungen und kann daher die Bewegung auf der Lastseite berücksichtigen.

Hinweis

Die "Abschaltfrequenz" (P2167) kann das Ergebnis der endgültigen Positionierung beeinflussen.

Eingangswerte

Tabelle 6- 6 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2480 = ...	Positionierende Rücklauf rampe manuell freigeben Definiert das Quellsignal zur Freigabe/Sperrung der Positionierung	
P2481 = ...	Eingabe Getriebeübersetzung 0,01 ... 9999,99; Standard 1,00 Definiert das Verhältnis zwischen der Anzahl der Umdrehungen der Motorwelle und einer Umdrehung der Getriebeeingangswelle.	
P2482 = ...	Ausgabe Getriebeübersetzung 0,01 ... 9999,99; Standard 1,00 Definiert das Verhältnis zwischen der Anzahl der Umdrehungen der Motorwelle und einer Umdrehung der Getriebeabtriebsschwelle.	
P2484 = ...	Anz. Wellenumdrehungen = 1 Einheit 0,01 ... 9999,99; Standard 1,00 Stellt die Anzahl der Umdrehungen der Motorwelle ein, die erforderlich sind, um 1 Einheit der vom Anwender gewählten Maßeinheit zu bilden.	
P2487 = ...	Positionsfehler-Abgleichwert -99 ... 200, Standard 0 Offsetfehlerkorrektur aufgrund eines mechanischen Fehlers	
P2488 = ...	Strecke / Anzahl Umdrehungen 0,01 ... 9999,99; Anzahl der Einheiten (P2484) für Auslauf (Standard = 1,00) Legt die erforderliche Strecke oder Anzahl an Umdrehungen fest	

Ausgangswert

r2489	Nachführwerte Index: 1: Anzahl verbleibende Wellenumdrehungen 2: Akkumulierte Wellenumdrehungen während der positionierenden Rücklauf rampe 3: Akkumulierte Geberinkremente während der positionierenden Rücklauf rampe
-------	--

6.4 JOG-Betrieb

Daten

Parameterbereich:	P1055 ... P1061
Warnungen:	A0923
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP5000

Beschreibung

Die JOG-Funktion ermöglicht Folgendes:

- Prüfung der Funktionalität von Motor und Umrichter nach beendeter Inbetriebnahme (die erste Verfahrbewegung, Kontrolle der Drehrichtung usw.)
- Positionierung eines Motors oder einer Motorlast in eine bestimmte Lage
- Verfahren eines Motors, z. B. nach einer Programmunterbrechung

Die JOG-Funktion verfügt über die Befehle "Tippbetrieb freigeben", "JOG rechts" und "JOG links". Die Ausführung ist über Digitaleingänge, das BOP oder eine serielle Schnittstelle möglich.

Tabelle 6- 7 Überblick über die JOG-Funktion

Tippbetrieb freigeben	JOG rechts	JOG links	
0	0/1	0/1	Keine Reaktion
1	0	1	Umrichter beschleunigt auf Frequenz für JOG links (P1059)
1	1	0	Umrichter beschleunigt auf Frequenz für JOG rechts (P1058)
1	1	1	Frequenz mit Alarm A0293 bei aktuellem Wert eingefroren

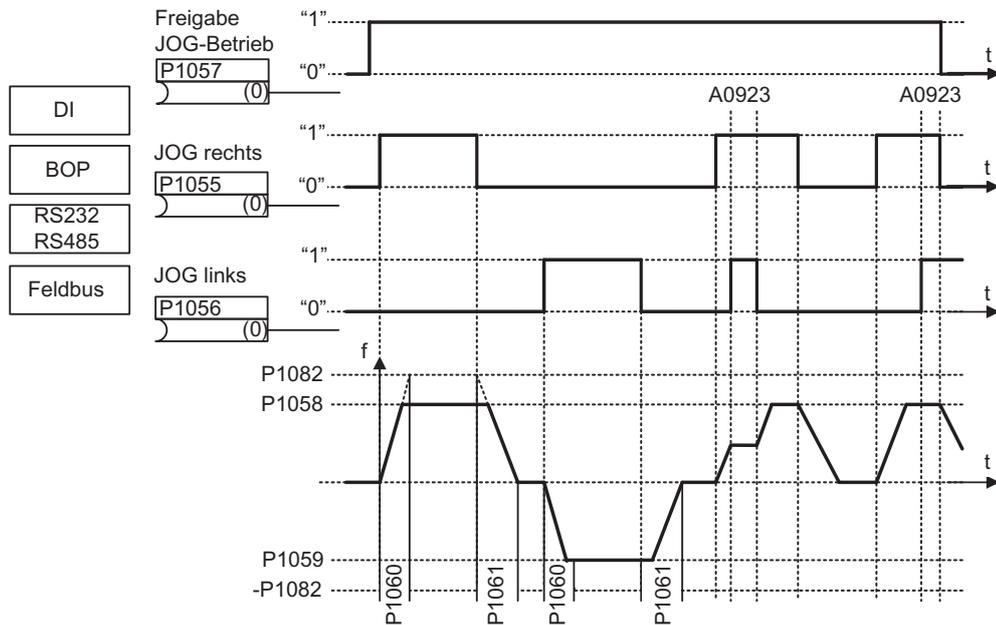


Bild 6-6 JOG recht und JOG links

Nach Drücken der zugehörigen Taste beschleunigt der Motor auf die in P1058 (JOG rechts) oder P1059 (JOG links) eingestellte Frequenz mit der in P1060 eingestellten Rampensteilheit. Nach dem Loslassen der Taste wird der Motor mit der in P1061 eingestellten Rampenzeit abgebremst. Werden die Signale JOG rechts und JOG links gleichzeitig gegeben, dann erfolgt keine Reaktion, und es wird die Warnung A0923 ausgegeben.

Eingangswerte

Tabelle 6- 8 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1055 = ...	JOG rechts freigeben mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2032.8 (Option Port) / r2090.8 (serielle Schnittstelle)	
P1056 = ...	JOG links freigeben mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2032.9 (Option Port) / r2090.9 (serielle Schnittstelle)	
P1057 = ...	Tippbetrieb freigeben 0 gesperrt, 1 freigegeben (Standard)	

Tabelle 6-9 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1058 = ...	Frequenz JOG rechts 0 Hz ... 650 Hz, Standard 5 Hz.	
P1059 = ...	Frequenz JOG links 0 Hz ... 650 Hz, Standard 5 Hz.	
P1060 = ...	JOG Hochlaufzeit 0 s ... 650 s, Standard 10 s	
P1061 = ...	JOG Rücklaufzeit 0 s ... 650 s, Standard 10 s	

Beispiel

JOG-Funktion über Option Port (BOP)

Befehlsquelle über PROFIBUS-Kommunikation
P1055 = 2090.8 JOG rechts über PROFIBUS
P1056 = 2090.9 JOG links über PROFIBUS

Hinweis

Die JOG-Funktion, wie sie im beschriebenen Umrichter verwendet wird, entspricht nicht der Definition im PROFIdrive-Profil.

6.5 Überwachungsfunktionen

6.5.1 Allgemeine Überwachungsfunktionen und -meldungen

Daten

Parameterbereich:	P2150 ... P2180 r0052, r0053, r2197, r2198
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP4100, FP4110

Beschreibung

Der beschriebene Umrichter verfügt über eine umfangreiche Palette an Überwachungsfunktionen und -meldungen, die für die Prozesssteuerung verwendet werden können. Die Steuerung kann entweder im Umrichter selbst oder mit Hilfe einer externen Steuerung (z.B. PLC) implementiert werden. Die Verknüpfungsfunktionen im Umrichter und auch die Ausgangssignale für die externe Steuerung werden mittels BICO-Technik implementiert.

Die Zustände der einzelnen Überwachungsfunktionen und die Meldungen werden in den nachstehenden CO/BO-Parametern nachgebildet:

r0019	CO/BO: BOP-Steuerwort
r0050	CO/BO: Aktiver Befehlsdatensatz
r0052	CO/BO: Zustandswort 1
r0053	CO/BO: Zustandswort 2
r0054	CO/BO: Steuerwort 1
r0055	CO/BO: Zusatzsteuerwort
r0056	CO/BO: Zustandswort – Motorregelung
r0403	CO/BO: Geber-Zustandswort
r0722	CO/BO: Zustand, Digitaleingänge
r0747	CO/BO: Zustand, Digitalausgänge
r1407	CO/BO: Zustand 2 – Motorregelung
r2197	CO/BO: Meldungen 1
r2198	CO/BO: Meldungen 2
r9722	CO/BO: SI-Zustandswort (nur verfügbar bei fehlersicheren CUs)

Häufig verwendete Überwachungsfunktionen/Meldungen einschließlich der Parameternummer und der Bitnummer sind in nachstehender Tabelle angegeben.

Tabelle 6- 10 Auszug der Überwachungsfunktionen und -meldungen

Funktionen / Zustände	Parameter- / Bit-Nummer	Funktionsdiagramm
Umrichter bereit	52.0	-
Umrichter betriebsbereit	52.1	-
Antrieb in Betrieb	52.2	-
Umrichterstörung steht an	52.3	-
OFF2 aktiv	52.4	-
OFF3 aktiv	52.5	-
Einschaltsperr aktiv	52.6	-
Umrichterwarnung steht an	52.7	-
Abweichung Sollwert - Istwert	52.8	-
PZD-Steuerung	52.9	-
$ f_{ist} \geq P1082 (f_{max})$	52.10 / 2197.6	FP4110
Warnung: Motorstrom- /Drehmomentbegrenzung	52.11	-
Bremse aktiv	52.12	-
Motorüberlastung	52.13	-
Motor Rechtslauf	52.14	-
Umrichterüberlastung	52.15	-
Gleichstrombremse aktiv	53.0	-
$ f_{act} > P2167 (f_{off})$	53.1	FP4110
$ f_{act} > P1080 (f_{min})$	53.2	FP4100
$i_{ist} \geq P2170$	53.3 / 2197.8	FP4110
$f_{ist} > P2155 (f_1)$	53.4 / 2197.2	FP4100
$ f_{ist} \leq P2155 (f_1)$	53.5 / 2197.1	FP4100
$f_{ist} \geq$ Sollwert (f_{set})	53.6 / 2197.4	-
$V_{dc_ist} < P2172$	53.7 / 2197.9	FP4110
$V_{dc_ist} > P2172$	53.8 / 2197.10	FP4110
Rampenende	53.9	-
PID-Ausgang R2294 == P2292 (PID_min)	53.10	FP5100
PID-Ausgang R2294 == P2291 (PID_max)	53.11	FP5100
$ f_{act} \leq P1080 (f_{min})$	2197.0	FP4100
$f_{ist} >$ Null	2197.3	FP4110
$ f_{ist} \leq P2167 (f_{aus})$	2197.5	FP4110
$f_{ist} ==$ Sollwert (f_{set})	2197.7	FP4110
Leerlaufbetrieb	2197.11	-
$ f_{ist} \leq P2157 (f_2)$	2198.0	-
$ f_{ist} > P2157 (f_2)$	2198.1	-
$ f_{ist} \leq P2159 (f_3)$	2198.2	-
$ f_{ist} > P2159 (f_3)$	2198.3	-
$ f_{set} < P2161 (f_{min_set})$	2198.4	-
$f_{set} > 0$	2198.5	-
Motor blockiert	2198.6	-

Funktionen / Zustände	Parameter- / Bit-Nummer	Funktionsdiagramm
Motor gekippt	2198.7	-
i_ist r0068 < P2170	2198.8	FP4100
m_ist > P2174 und Sollwert erreicht	2198.9	-
m_ist > P2174	2198.10	-
Lastmomentüberwachung: Warnung	2198.11	-
Lastmomentüberwachung: Fehler	2198.12	-

Tabelle 6- 11 Meldungen von SI-Zustandswort (nur verfügbar bei fehlersicheren CUs)

Funktionen / Zustände	Parameter- / Bit-Nummer	Funktionsdiagramm
Sicher abgeschaltetes Moment (STO) gewählt	r9772.0	
Sicher abgeschaltetes Moment (STO) aktiviert	r9772.1	
Sicherer Stopp 1 (SS1) gewählt	r9772.2	
Sicherheitsüberwachungsrampe aktiv	r9772.3	
Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS) gewählt	r9772.4	
SLS-Begrenzung erreicht	r9772.5	
passiviertes STO aktiv, Antriebsfehler	r9772.8	
Sicherheitsbremse eingelegt	r9772.14	
Dynamisierung erforderlich	r9772.15	

Hinweis

Auf dem BOP werden die Bitnummern im Hexadezimalformat angezeigt (0..9, A..F).

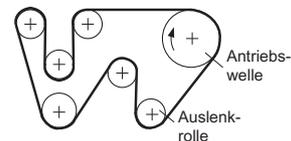
6.5.2 Lastmomentüberwachung

Daten

Parameterbereich:	P2181 bis P2192 r2198
Warnungen:	A0952
Fehler:	F0452
Funktionsplannummer:	–

Beschreibung

Diese Funktion ermöglicht das Überwachen der mechanischen Kraftübertragung zwischen dem Motor und der Motorlast. Zu den typischen Anwendungen gehören z. B. Keilriemen, Flachriemen oder Ketten sowie Zahnradritzeln von Motorwellen, die Umfangsgeschwindigkeiten und Umfangskräfte übertragen (siehe Abbildung).



Wellenantrieb mit Flachriemen

Mit der Lastmoment-Überwachungsfunktion kann festgestellt werden, ob die Motorlast blockiert oder die Kraftübertragung unterbrochen wurde.

Bei der Lastmoment-Überwachungsfunktion wird die tatsächliche Frequenz-/Drehmomentkennlinie mit der programmierten Frequenz-/Drehmomentkennlinie verglichen (siehe P2182 bis P2190). Liegt der aktuelle Wert außerhalb der programmierten Toleranzbandbreite, so wird in Abhängigkeit von dem Parameter P2181 entweder die Warnung A0952 oder die Fehlermeldung F0452 generiert. Zur Verzögerung der Warn- oder Fehlermeldung kann der Parameter P2192 verwendet werden. Dadurch werden falsche Alarme vermieden, die durch kurze Übergangszustände verursacht werden können (siehe nachstehende Abbildung).

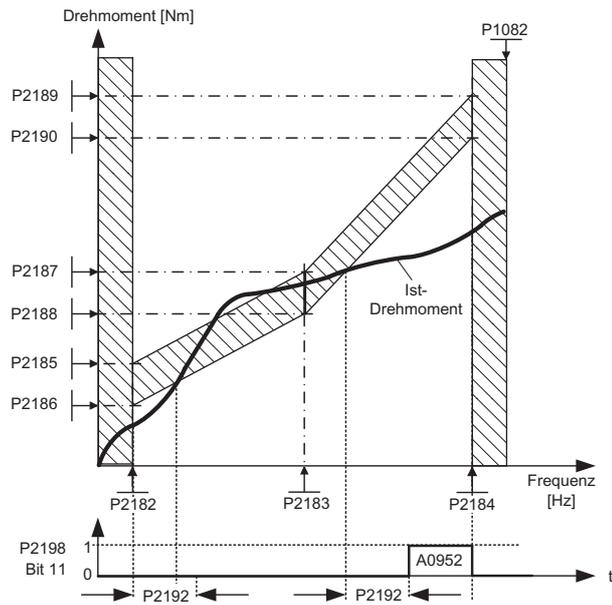


Bild 6-7 Lastmomentüberwachung (P2181 = 1)

In nachstehender Abbildung ist die Frequenz-/Drehmoment-Toleranzbandbreite als grau schraffierte Fläche dargestellt. Die Bandbreite wird durch die Frequenzwerte P2182 bis P2184 bestimmt, einschließlich der max. Frequenz P1082 und der Drehmomentgrenzwerte P2186 bis P2189. Bei der Bestimmung der Toleranzbandbreite muss sichergestellt sein, dass eine bestimmte Toleranz berücksichtigt wird, innerhalb derer die Drehmomentwerte entsprechend der Anwendung variieren dürfen.

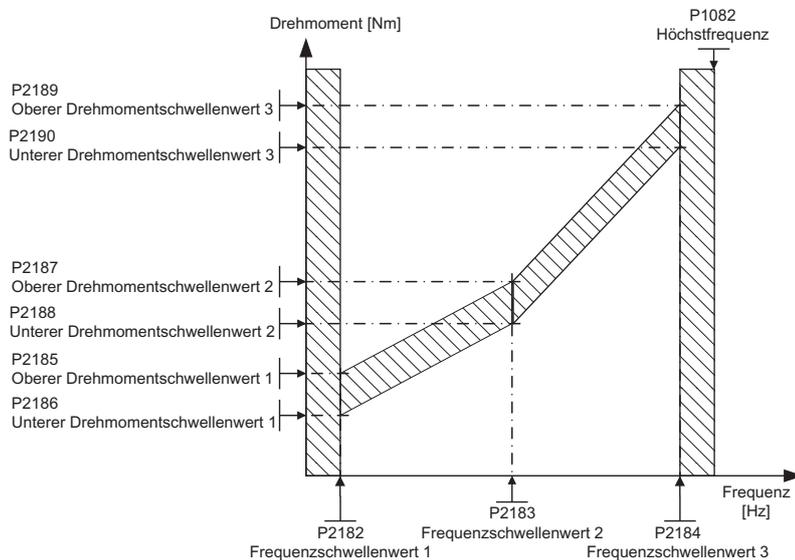


Bild 6-8 Frequenz- und Drehmoment-Toleranzbandbreite

6.5.3 Schutz des Power Modules

6.5.3.1 Allgemeine Überlastüberwachung

Daten

Parameterbereich:	P0640, r0067, r1242, P0210
Warnungen:	A0501, A0502, A0503
Fehler:	F0001, F0002, F0003, F0020
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Neben dem Motorschutz bietet der Umrichter einen umfangreichen Schutz der Leistungskomponenten. Dieses Schutzkonzept ist in zwei Stufen unterteilt:

- Warnmeldung und Reaktion
- Fehler und Abschaltung

Durch Einsatz dieses Konzeptes lässt sich eine hohe Ausnutzung der Power Module-Komponenten ohne sofortige Abschaltung des Umrichters erzielen.

Die Überwachungsgrenzwerte für Fehler und Abschaltungen sind im Umrichter permanent gespeichert und können vom Anwender nicht verändert werden. Andererseits können die Grenzwerte für "Warnmeldung und Reaktion" vom Anwender zwecks Systemoptimierung verändert werden. Diese Werte haben Standardeinstellungen, so dass die Grenzwerte für "Fehler und Abschaltung" nicht reagieren.

6.5.3.2 Temperaturüberwachung des Power Modules

Daten

Parameterbereich:	P0290 ... P0294 r0036 ... r0037
Warnungen:	A0504 ... A0506
Fehler:	F0004 ... F0006, F0012, F0022
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Ähnlich wie bei dem Motorschutz besteht die Hauptfunktion der Power Module-Temperaturüberwachung darin, kritische Zustände zu erkennen. Für den Anwender sind parametrierbare Reaktionen vorgesehen, die den Weiterbetrieb des Antriebssystems an der Leistungsgrenze gestatten, wobei sofortige Abschaltung vermieden wird. Die Möglichkeit der Parameterzuweisung umfasst jedoch nur Eingriffe unter dem Abschaltgrenzwert, der vom Anwender nicht verändert werden kann.

Der beschriebene Umrichter verfügt über folgende Temperatur-Überwachungsfunktionen:

- **i²t-Überwachung**

Die i²t-Überwachung wird zum Schutz von Komponenten verwendet, die im Vergleich zu Halbleitern eine lange thermische Zeitkonstante aufweisen. Eine Überlastung bezüglich i²t liegt vor, wenn die Umrichterausnutzung r0036 einen Wert von mehr als 100% anzeigt (die Ausnutzung in % bezieht sich auf Nennbetrieb).

- **Kühlkörpertemperatur**

Die Kühlkörpertemperatur des Leistungshalbleiters (IGBT) wird in r0037[0] überwacht und angezeigt.

- **Bausteintemperatur**

Zwischen der Sperrschicht des IGBT und dem Kühlkörper können erhebliche Temperaturunterschiede auftreten. Diese Differenzen werden durch die Bausteintemperatur-Überwachung berücksichtigt und in r0037[1] angezeigt.

Tritt bezüglich einer dieser drei Überwachungsfunktionen Überlastung auf, dann wird zunächst eine Warnung ausgegeben. Die Warnschwellen P0294 (i²t-Überwachung) und P0292 (Kühlkörpertemperatur- und Bausteintemperatur-Überwachung) sind im Verhältnis zu den der Abschaltwerten parametrierbar.

Beispiel

Gleichzeitig mit der Ausgabe der Warnung werden die in P0290 parametrisierten Reaktionen angestoßen. (**Werkseinstellung: P0290 = 2**). Mögliche Reaktionen dabei sind:

- **Verringern der Impulsfrequenz (P0290 = 2 oder 3)**

Hier handelt es sich um eine äußerst wirksame Methode zur Verringerung der Verluste im Power Module, da die Schaltverluste einen sehr hohen Anteil der Gesamtverluste darstellen. Bei vielen Anwendungen kann eine vorübergehende Verringerung der Pulsfrequenz zugunsten der Prozessaufrechterhaltung in Kauf genommen werden.

Nachteil

Bei Verringerung der Pulsfrequenz erhöht sich der Oberschwingungsanteil des Stromes. Dies kann zu erhöhter Drehmomentwelligkeit an der Motorwelle (bei kleinen Trägheitsmomenten) führen und zu einer Erhöhung des Geräuschpegels. Eine Herabsetzung der Pulsfrequenz hat keinen Einfluss auf das dynamische Verhalten des Stromregelkreises, da die Abtastzeit der Stromregelung konstant bleibt!

- **Verringern der Ausgangsfrequenz (P0290 = 0 oder 2)**

Dies ist vorteilhaft, wenn eine Reduzierung der Impulsfrequenz nicht erwünscht oder nicht möglich ist, da diese bereits auf den niedrigsten Wert eingestellt ist. Zusätzlich sollte die Last eine Kennlinie ähnlich einer Lüfterkennlinie haben, d.h. eine quadratische Drehmomentkennlinie bei abnehmender Drehzahl. Wird die Ausgangsfrequenz herabgesetzt, dann erfolgt eine signifikante Verringerung des Umrichter Ausgangsstroms und damit eine Verringerung der Verluste im Power Module.

- **Keine Verringerung (P0290 = 1)**

Diese Option muss gewählt werden, wenn weder eine Verringerung der Impulsfrequenz noch des Ausgangsstroms in Betracht gezogen wird. In diesem Fall ändert der Umrichter nach Überschreitung des Warngrenzwertes seinen Arbeitspunkt nicht, so dass der Motor bis zum Erreichen der Abschaltgrenzwerte weiter arbeiten kann. Nach dem Erreichen des Abschaltgrenzwertes wird der Umrichter mit der Fehlermeldung F0004 abgeschaltet. Die Zeit bis zum Abschalten ist jedoch nicht definiert und hängt von der Höhe der Überlastung ab. Nur der Warngrenzwert kann verändert werden, um eine frühere Warnung zu erhalten und bei Bedarf extern in den Motorprozess einzugreifen (z.B. durch Verringern der Last, Herabsetzen der Umgebungstemperatur).

Hinweis

Ein Ausfall des Umrichterlüfters würde indirekt durch die Messung der Kühlkörpertemperatur erkannt werden.

Temperatursensoren werden auch auf Leitungsbruch und Kurzschluss überwacht.

6.5.4 Thermischer Motorschutz und Überlastverhalten

Daten

Parameterbereich:	P0335, P0601 ... P0640 P0344 P0350 ... P0360 r0035
Warnungen:	A0511
Fehler:	F0011, F0015
Funktionsplannummer:	–

Beschreibung

Der thermische Motorschutz schützt den Motor wirksam vor einer Überhitzung und gewährleistet einen hohen Nutzungsgrad des Motors, auch wenn dieser an seiner thermischen Belastungsgrenze betrieben wird. Der Motorschutz kann mit oder ohne Temperatursensor verwendet werden.

Der thermische Motorschutz kann mithilfe einer der folgenden Varianten realisiert werden:

- Verwenden des thermischen Motormodells ohne Sensor (P0601 = 0)
- Verwenden eines Kaltleiters (P0601 = 1)
- Verwenden eines KTY84-Sensors (P0601 = 2)
- Verwenden eines ThermoClick-Sensors (P0601 = 4)

Wenn der Motor bei Nenndrehzahl betrieben und die Motortemperatur nach dem Einschalten berechnet wird (P0621 = 1/2), ist ein thermischer Schutz ohne Sensor möglich.

Wenn der Motor unter seiner Nenndrehzahl betrieben oder die Motortemperatur nach dem Einschalten nicht berechnet wird (P0621 = 0), sollte einer der oben genannten Temperatursensoren verwendet werden.

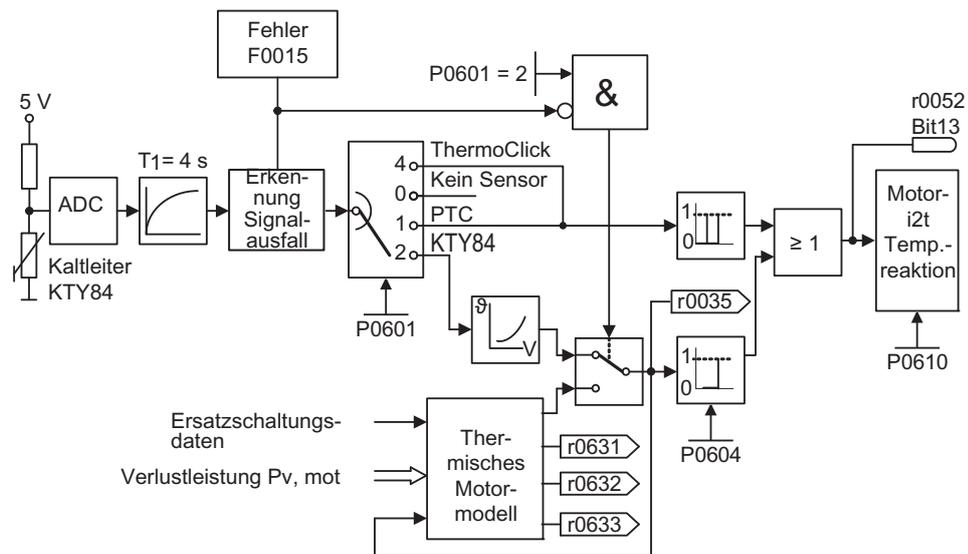


Bild 6-9 Thermischer Motorschutz

Merkmale des thermischen Motorschutzes

Allgemeine Merkmale

- Motorschutz unabhängig von Umrichterschutz
- Getrennte Berechnung der Motortemperatur für jeden Datensatz
- Auswählbare Überhitzungsreaktion über P0610.

Merkmale des thermischen Motorschutzes ohne Sensor

- Berechnung der Motortemperatur mithilfe des thermischen Motormodells
- Anpassbare Temperaturwarnschwelle (Standard: P0604 = 130 °C)
- Anpassbare Abschaltchwelle (P0604 * 1,1)

Merkmale des thermischen Motorschutzes mit Kaltleiter

- Gemessene Abschaltchwelle anstelle berechneter Schwelle

Merkmale des thermischen Motorschutzes mit KTY84-Sensor

- Verbessertes Schutz durch Auswertung des KTY84-Sensors (Vorteil: Nach Netzausfall liegt eine präzise Anfangstemperatur vor.)
- Anpassbare Temperaturwarnschwelle (Standard: P0604 = 130 °C)
- Anpassbare Abschaltchwelle (P0604 * 1,1)

Merkmale des thermischen Motorschutzes mit ThermoClick-Sensor

- Gemessene Abschaltchwelle anstelle berechneter Schwelle

Parameter zur Gewährleistung des thermischen Motorschutzes

Tabelle 6- 12 Hauptparameter für den thermischen Motorschutz

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0601 = ...	Motortemperatursensor 0: Kein Sensor (Standard); 1: Kaltleiter; 2: KTY84; 4: ThermoClick-Sensor	
P0604 = ...	Schwelle der Motortemperatur (0° C ... 200°C, Standard: 130 °C) Warnschwelle für thermischen Motorschutz. Die Abschalttemperatur liegt 10% über dem Wert in P0604. Wenn die tatsächliche Motortemperatur die Abschalttemperatur überschreitet, reagiert der Umrichter wie in P0610 festgelegt. Diese Einstellungen gelten nicht bei einem Kaltleiter oder einem ThermoClick-Sensor.	
P0610 = ...	Motor-I2t-Temperaturreaktion 0: Keine Reaktion, nur Warnung; 1: Warnung und I _{max} -Reduzierung (Ergebnis: niedrigere Frequenz und Abschaltung bei F0011); 2: Meldung und Abschaltung (F0011) (Standard)	
P0621 = ...	Ident. der Motortemp. nach Neustart (0: Keine Identifikation ; 1: Temperaturidentifikation nur nach dem Einschalten; 2: Temperaturidentifikation nach jedem Einschalten (Standard))	
P0625 = ...	Motor-Umgebungstemperatur (-40 °C ... 80 °C, Standard: 20 °C) Motor-Umgebungstemperatur bei Motordatenidentifikation. Nur bei kaltem Motor ändern. Nach dem Ändern muss eine Motordatenidentifikation erfolgen.	

Tabelle 6- 13 Weitere Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
r0035	Motor-Isttemperatur	
p0344	Motorgewicht (1 kg ... 6500 kg, Standard: 9,4 kg) Im thermischen Motormodell verwendet. Normalerweise über P0340 berechnet, kann manuell geändert werden.	
P0622 = ...	Magnetisierungszeit für Temperaturident. nach Start (0 ms ... 2000 ms, Standard: 0 ms) Magnetisierungszeit zur Ständerwiderstandidentifikation.	
p0640 = ...	Motor-Überlastfaktor	

6.5.4.1 Thermischer Motorschutz ohne Sensor

Beschreibung

Wenn die Motortemperatur ohne Sensor ausgewählt ist (P0601 = 0), wird mithilfe der während der Schnellinbetriebnahme eingegebenen Motordaten und der Umgebungstemperatur die Motortemperatur anhand des thermischen Motormodells berechnet. Diese Vorgehensweise ermöglicht bei Standard-Siemens-Motoren einen zuverlässigen und stabilen Betrieb. Bei Motoren von Fremdherstellern kann die Berechnung unter Umständen unter Berücksichtigung des Motorgewichts (P0344) optimiert werden.

Die Abschaltswelle kann über die Warnschwelle geändert werden (P0604, Standard 130 °C, gemäß Erwärmungsklasse B), wobei Folgendes gilt: Abschaltswelle = P0604 * 1,1.

Wenn die Abschaltswelle erreicht wird, reagiert der Umrichter gemäß der Einstellung von P0610.

Weitere Informationen über Erwärmungsklassen

In der Motortechnik spielen Themen der Erwärmung für die Dimensionierung elektrischer Maschinen eine entscheidende Rolle. Für die verschiedenen Werkstoffe, die in elektrischen Motoren eingesetzt werden, gelten unterschiedliche Temperaturgrenzwerte. Abhängig von dem verwendeten Isoliermaterial wird eine Unterscheidung nach Erwärmungsklassen mit definierten Grenztemperaturen getroffen (siehe Motortypenschild). Die Tabelle enthält einen Auszug aus IEC85.

Auszug aus den IEC85-
Erwärmungsklassen:

Erwärmungs- klasse	Maximal zulässige Temperatur
Y	90 °C
A	105 °C
E	120 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C

Berechnung der Motortemperatur mithilfe des thermischen Motormodells

Bei der Temperaturberechnung werden mithilfe eines thermischen Motormodells die Temperaturen an verschiedenen Stellen des Motors berechnet.

Hinweis

Um präzise Werte zu gewährleisten, empfehlen wir stets, nach der Schnellinbetriebnahme eine Motordatenidentifikation durchzuführen und so die elektrischen Ersatzschaltungsdaten zu ermitteln. Dadurch wird eine Berechnung der im Motor auftretenden Verluste ermöglicht, die eine Auswirkung auf die Genauigkeit des thermischen Motormodells haben.

Die Berechnung der Motortemperatur kommt bei jeder Variante des thermischen Motorschutzes zum Einsatz, ausgenommen bei Verwendung eines KTY84-Sensors. In diesem Fall werden unabhängig von den P0621-Einstellungen die vom KTY84-Sensor ermittelten Werte verwendet.

Die Berechnung kann wie folgt mithilfe von P0621 angepasst werden:

- P0621 = 0: Keine Berechnung. Der Wert von P0625 (Motor-Umgebungstemperatur) wird verwendet.
- P0621 = 1: Die Motortemperatur wird berechnet, sobald der Motor nach Einschalten der Energieversorgung erstmals anläuft.
- P0621 = 2: Die Motortemperatur wird bei jedem Anlaufen des Motors berechnet.

Methode zur Temperaturberechnung

Sobald die Versorgungsspannung bereitsteht und ein ON-Befehl für den Motor ausgegeben ist, wird der Motor zunächst magnetisiert. Wenn die Berechnung der Motortemperatur deaktiviert ist (P0621 = 0), beginnt der Motor sofort sich zu drehen. Wenn sie aktiviert ist (P0621 = 1/2), wartet das System, bis die Magnetisierung abgeschlossen und der Motorstrom über einen bestimmten Zeitraum (P0622) konstant ist. Wenn er konstant ist, wird mithilfe dieses Werts der Wicklungswiderstand berechnet. Dieser wird dann in r0623 eingegeben.

Bei kaltem Motor muss der Wert von r0623 ungefähr dem Wert von P0350 entsprechen; er muss entsprechend höher sein, wenn der Motor nicht kalt ist (bei 130 °C ungefähr 150%).

Hinweis

In den folgenden Fällen kann die Motortemperatur nicht berechnet werden, sodass zur Berechnung eine Durchschnittstemperatur von ca. 47 °C verwendet wird:

- U/f-Betrieb
 - Störung bei der Strommessung, beispielsweise ist der Strom nicht ausreichend konstant.
 - Aufgrund eines Wiederanlaufs mit Fangschaltung ist die Drehzahl zu hoch.
-

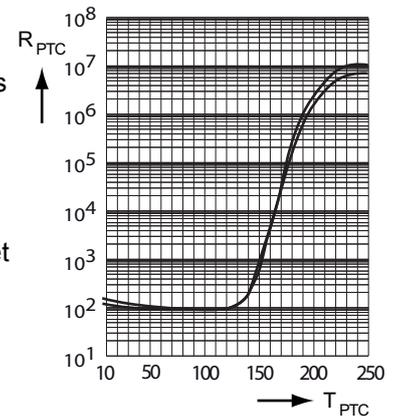
6.5.4.2 Thermischer Motorschutz mit einem Kaltleiter

Beschreibung

Der Kaltleiter wird an die Steuerklemmen 14 und 15 des Umrichters angeschlossen.

Die Kaltleiter-Überwachung wird mithilfe des Parameterwerts $P0601 = 1$ aktiviert. Ist der Widerstandswert zwischen den Klemmen größer als 1500Ω reagiert der Umrichter gemäß der Einstellung von $P0610$.

Wenn der Kaltleiter einen Bruch des Sensorendrahts ($> 2000 \Omega$) oder einen Kurzschluss ($< 10 \Omega$) erkennt, schaltet der Umrichter mit $F0015$ ab.



6.5.4.3 Thermischer Motorschutz mit KTY84-Sensor

Beschreibung

! WARNUNG

Der KTY84-Temperatursensor ist verpolsicher. Daher muss KTY+ an Klemme 14 und KTY- an Klemme 15 des Frequenzumrichters angeschlossen werden.

Andernfalls ist die Wirksamkeit des thermischen Motorschutzes beeinträchtigt. Dies kann zu einer extrem gefährlichen Überhitzung des Motors führen, ohne dass eine Auslösung mit $F0011$ erfolgt, um einen Brand im Motor zu verhindern.

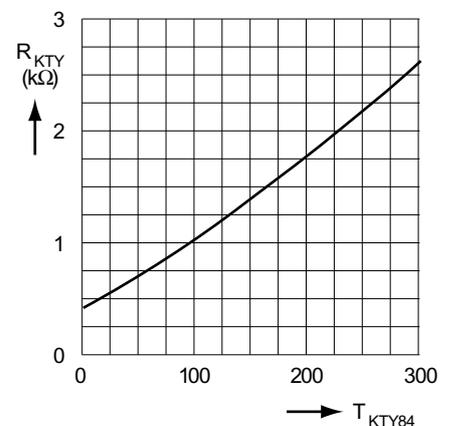
Wenn die Überwachung der Motortemperatur mit KTY84 aktiviert ist ($P0601 = 2$), wird anstelle des vom Motormodell berechneten Werts die Sensortemperatur in Parameter $r0035$ übertragen.

Die Abschaltswelle kann über die Warnschwelle ($P0604$, Standard 130 °C) geändert werden, wobei Folgendes gilt:

$$\text{Abschaltswelle} = P0604 * 1,1.$$

Wenn die Abschaltswelle erreicht wird, reagiert der Umrichter gemäß der Einstellung von $P0610$.

Wenn der KTY84-Sensor einen Bruch des Sensorendrahts oder einen Kurzschluss erkennt, schaltet der Umrichter mit $F0015$ ab.



6.5.4.4 Thermischer Motorschutz mit ThermoClick-Sensor

Verwenden eines ThermoClick-Sensors (P0601 = 4)

Der ThermoClick-Sensor wird an die Steuerklemmen 14 und 15 des Umrichters angeschlossen.

Die Überwachung mit dem ThermoClick-Sensor wird mithilfe der Parametereinstellung P0601 = 4 aktiviert. Wenn die Schaltschwelle des ThermoClick-Sensors erreicht wird, reagiert der Umrichter gemäß den Einstellungen in P0610.

Mit einem ThermoClick-Sensor können keine Kurzschlüsse entdeckt werden. Ein Drahtbruch wird als Überhitzung des Motors erkannt, woraufhin der Umrichter gemäß der Einstellung in P0610 reagiert.

6.6 Wiedereinschaltfunktionen

6.6.1 Automatischer Wiederanlauf

Daten

Parameterbereich:	P1210, P1211
Fehler:	F0003, F0035
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Die Funktion "Wiedereinschaltautomatik" ermöglicht dem Umrichter, Fehler automatisch zu quittieren und neu zu starten, ohne dass beim nächsten Einschalten ein neuer Laufbefehl erforderlich ist.

Für die Funktion "Wiedereinschaltautomatik" ist ein RUN-Befehl sowohl vor dem Stromausfall als auch beim Einschalten erforderlich.

Die Wiedereinschaltautomatik muss über P1210 (Verhalten bei Wiedereinschaltautomatik) und P1211 (Anzahl Wiedereinschaltversuche) parametrierbar werden. Die Anzahl der Wiedereinschaltversuche kann von 0 ... 10 eingestellt werden (Standard = 3). Die Anzahl wird nach einem erfolglosen Startversuch intern dekrementiert. Wenn alle Versuche ausgeschöpft sind, wird die Wiedereinschaltautomatik mit der Meldung F0035 abgebrochen. Nach einem erfolgreichen Startversuch wird der Zähler auf den Anfangswert zurückgesetzt.

Hinweis

Die Wiedereinschaltautomatik darf nicht verwendet werden, wenn der Umrichter über ein Feldbus-System an eine übergeordnete Steuerung angeschlossen ist. Wenn in diesem Fall eine Netzunterspannung oder ein Netzausfall auftritt, wird empfohlen, den Umrichter aus- und wieder einzuschalten, sobald die Versorgung wieder verfügbar ist.

 VORSICHT
<p>*) Wiedereinschaltautomatik mit externer 24 V-Versorgung</p> <p>Wird die Control Unit über eine externe 24 V-Versorgung gespeist, so bleibt die Control Unit bei Netzausfall aktiv, während das Power Module nicht mehr versorgt wird. Die Control Unit leitet keinen automatischen Wiedereinschaltvorgang ein. Dieser Zustand könnte dazu führen, dass sich der Umrichter in einem undefinierten Zustand befindet und gegebenenfalls nicht erwartungsgemäß reagiert.</p> <p>Befehlsquelle für die Wiedereinschaltautomatik</p> <p>Die Funktion "Wiedereinschaltautomatik" wurde so entwickelt, dass Zeitüberschreitungen der Befehlsquelle nicht berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass z.B. im Falle einer PLC als Befehlsquelle und Zeitüberschreitung bei der PLC ein automatischer Wiederanlauf nicht eingeleitet wird.</p>

Bei Netzausfällen wird zwischen folgenden Situationen unterschieden:

- **Netzunterspannung**

Eine "Netzunterspannung" ist eine extrem kurze Netzspannungsunterbrechung. Ein BOP z.B. - falls installiert - wird nicht dunkel. Die LED SF leuchtet nicht aufgrund einer Netzunterspannung auf.

- **Netzausfall**

Ein "Netzausfall" stellt einen längeren Ausfall der Netzspannungsversorgung dar. Wenn nach einem "Netzausfall" die Netzversorgung wieder verfügbar ist, wird die LED SF eingeschaltet.

Tabelle 6- 14 Überblick über die Funktion "Wiedereinschaltautomatik"

Wiedereinschalt-automatik (P1210)	Anzahl Wiedereinschalt-versuche (P1211)	
0	gesperrt	--
1	gesperrt	Abschaltung quittieren nach Einschalten
2	gesperrt	Neustart nach Netzausfall
3	freigegeben	Neustart nach Netzausfall/Netzunterspannung oder Fehler
4	gesperrt	Neustart nach Netzunterspannung
5	gesperrt	Neustart nach Netzausfall und Fehler
6	freigegeben	Neustart nach Netzausfall/Netzunterspannung oder Fehler

Hinweis

Bei Verwendung eines BOP wird über  ein anstehender automatischer Wiederanlauf angezeigt.

Die Funktion "Wiedereinschaltautomatik" P1210 ist in nachstehender Tabelle als Funktion externer Zustände / Ereignisse dargestellt.

Tabelle 6- 15 Überblick über das Verhalten der Wiedereinschaltautomatik

P1210	ON immer aktiv				Umrichter ON und kein RUN-Befehl	
	Störung F0003 für		Alle anderen Störungen für		Alle Störungen + F0003 für Netzausfall	Kein Netzausfall
	Netzausfall	Netzunterspannung	Netzausfall	Netzunterspannung		
0	Keine Aktion	Keine Aktion				
1	Fehlerquittierung	Keine Aktion	Fehlerquittierung	Keine Aktion	Fehlerquittierung	Keine Aktion
2	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Keine Aktion (siehe Warnung*)	Keine Aktion	Keine Aktion	Keine Aktion	Wiederanlauf
3	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Keine Aktion				
4	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Keine Aktion	Keine Aktion	Keine Aktion	Keine Aktion
5	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Keine Aktion (siehe Warnung*)	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Keine Aktion	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Wiederanlauf
6	Fehlerquittierung + Wiederanlauf	Wiederanlauf				

 WARNUNG
<p>Bei aktivierter Funktion "Wiedereinschaltautomatik" und länger andauerndem Netzausfall (z.B. 5 s oder länger) kann angenommen werden, dass der Umrichter abgeschaltet ist. Sobald jedoch die Netzspannung wiederkehrt, kann der Umrichter auch ohne jeden Bedieneingriff automatisch wieder anlaufen.</p> <p>Wird in einem solchen Zustand der Arbeitsbereich des Motors betreten, dann besteht Lebens- oder schwere Verletzungsgefahr oder die Gefahr von Sachschäden.</p>

Hinweis

Zusätzlich muss die Funktion "Fangen" aktiviert werden, wenn bei einem automatischen Wiederanlauf der Umrichter auf einen bereits drehenden Motor zugeschaltet werden soll.

6.6.2 Fangen

Daten

Parameterbereich:	P1200, P1202, P1203 r1204, r1205
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Die Funktion "Fangen", die durch P1200 aktiviert wird, ermöglicht das Umschalten des Umrichters auf einen sich drehenden Motor. Wird diese Funktion nicht verwendet, kommt es mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem Überstromfehler F0001, da in dem Motor zuerst der Fluss aufgebaut und die U/f-Regelung oder Vektorregelung entsprechend der momentanen Motordrehzahl eingestellt werden muss. Mit Hilfe der Funktion "Fangen" wird die Umrichterfrequenz mit der Motorfrequenz synchronisiert.

Wird der Umrichter auf normale Weise eingeschaltet, dann wird vorausgesetzt, dass der Motor steht und der Umrichter den Motor vom Stillstand aus beschleunigt, wobei die Drehzahl bis zu dem vorgegebenen Sollwert hochgefahren wird. In vielen Fällen sind diese Bedingungen jedoch nicht erfüllt, z. B. bei einem Lüftermotor - wenn der Umrichter abgeschaltet wird, kann die durch den Lüfter strömende Luft dessen Drehung in beliebiger Richtung verursachen.

 **WARNUNG**

Antrieb startet automatisch

Nach Freigabe dieser Funktion müssen alle betreffenden Personen entsprechend informiert werden. Der Antrieb startet automatisch.

Fangen ohne Drehzahlgeber

Abhängig von dem Parameter P1200 beginnt nach Ablauf der Entmagnetisierungszeit P0347 das "Fangen" mit der maximalen Suchfrequenz $f_{\text{such,max}}$ (siehe nachstehende Abbildung).

$$f_{\text{search,max}} = f_{\text{max}} + 2 \cdot f_{\text{slip,standard}} = P1802 + 2 \cdot \frac{r0330}{100} \cdot P0310$$

Dieser Vorgang erfolgt entweder nach Rückkehr der Netzspannung bei aktivierter Funktion "Wiedereinschaltautomatik" oder nach dem letzten Abschalten mit dem Befehl OFF2 (Impulssperre).

- U/f-Kennlinie (P1300 < 20):
Die Suchfrequenz als Funktion des Zwischenkreisstroms verringert sich mit der Suchrate, die sich aus dem Parameter P1203 errechnet. Dabei wird der parametrierbare Suchstrom P1202 eingepreist. Liegt die Suchfrequenz nahe bei der Läuferfrequenz, dann ändert sich der Zwischenkreis-Gleichstrom plötzlich, weil sich der Fluss im Motor aufbaut. Sobald dieser Zustand erreicht ist, wird die Suchfrequenz konstant gehalten, und die Ausgangsspannung wird auf den Wert der U/f-Kennlinie mit der Magnetisierungszeit P0346 geändert (siehe nachstehende Abbildung).
- Geberlose Vektorregelung (SLVC):
Vom Anfangswert ausgehend nähert sich die Suchfrequenz der Motorfrequenz mit dem eingepreisten Strom P1202. Die Motorfrequenz ist gefunden, sobald beide Frequenzen übereinstimmen. Danach wird die Suchfrequenz konstant gehalten, und der Fluss-Sollwert wird mit der Magnetisierungszeitkonstante (von P0346 abhängig) auf den Nennfluss verändert.

Nach Ablauf der Magnetisierungszeit P0346 wird der Hochlaufgeber auf den Drehzahlwert eingestellt und der Motor auf die aktuelle Sollfrequenz hochgefahren.

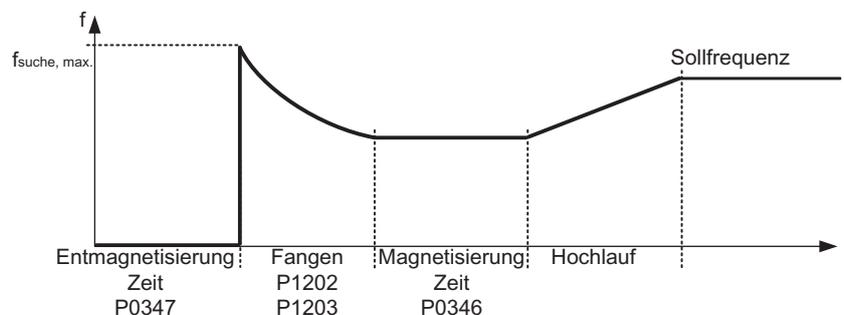


Bild 6-10 Fangen

Wiederanlauf mit Fangen und Drehzahlgeber

Abhängig vom Parameter P1200 beginnt nach Ablauf der Entmagnetisierungszeit P0347 das Fangen mit der maximalen Suchfrequenz $f_{\text{Such,max}}$.

1. Nach Wiederkehr der Netzspannung und aktiver Funktion "Wiedereinschaltautomatik"
2. Nach dem letzten Abschalten mittels des Befehls OFF2 (Impulssperre)
 - U/f-Kennlinie (P1300 < 20):
Bei der U/f-Regelung wird die Ausgangsspannung des Umrichters innerhalb der Magnetisierungszeit P0346 linear von 0 auf den Wert der U/f-Kennlinie erhöht.
 - Vektorregelung mit Drehzahlgeber (VC):
Bei der Vektorregelung wird der erforderliche Magnetisierungsstrom innerhalb der Magnetisierungszeit P0346 aufgebaut.

Nach Ablauf der Magnetisierungszeit P0346 wird der Hochlaufgeber auf den Drehzahlwert eingestellt, und der Motor auf die aktuelle Sollfrequenz hochgefahren.

Tabelle 6- 16 Überblick über die Funktion "Fangen"

P1200	Fangen aktiv	Suchrichtung
0	Gesperrt	-
1	Immer	Anlauf in Sollwertrichtung
2	Bei Netzspannungszuschaltung und Fehler	Anlauf in Sollwertrichtung
3	Bei Fehler und OFF2	Anlauf in Sollwertrichtung
4	Immer	Nur in Sollwertrichtung
5	Bei Netzspannungszuschaltung, Fehler und OFF2	Nur in Sollwertrichtung
6	Bei Fehler und OFF2	Nur in Sollwertrichtung

Eingangswerte

Tabelle 6- 17 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1200 = ...	Fangen 0 gesperrt (Standard), 1 - 6 freigegeben	

Tabelle 6- 18 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1202 = ...	Motorstrom: Fangen 10 % ... 200 %, Standard 100 %	
P1203 = ...	Suchrate: Fangen 10 % ... 200 %, Standard 100 %	

 WARNUNG
<p>Wird "Fangen" aktiviert (P1200 > 0), obwohl sich der Motor im Stillstand befindet und der Sollwert 0 ist, dann ist es möglich, dass der Motor infolge des Suchstroms beschleunigt wird!</p> <p>Wird in diesem Zustand der Arbeitsbereich des Motors betreten, dann besteht Lebens- oder schwere Verletzungsgefahr oder die Gefahr der Sachbeschädigung.</p>

Hinweis

Wird für die Suchgeschwindigkeit P1203 ein höherer Wert eingegeben, dann ergibt sich dadurch eine flachere Suchkurve und daher eine längere Suchzeit. Ein niedrigerer Wert hat den gegenteiligen Effekt.

Beim "Fangen" wird ein Bremsmoment erzeugt, das bei Motoren mit kleinem Trägheitsmoment ein Bremsen zur Folge hat.

Bei Motoren von Gruppenantrieben sollte das "Fangen" wegen der unterschiedlichen Auslaufkennlinien der einzelnen Motoren nicht aktiviert werden.

6.7 Datensätze

Beschreibung

Bei vielen Anwendungen ist es von Vorteil, wenn mehrere Parameter im Betrieb oder im Bereit-Zustand mittels eines externen Signals gleichzeitig geändert werden können.

Diese Funktionalität lässt sich mit Hilfe indizierter Parameter elegant herstellen. In diesem Fall sind bezüglich der Funktionalität die Parameter so zusammengefasst, dass sie Gruppen/Datensätze bilden und indiziert sind. Durch Verwendung der Indizierung können mehrere unterschiedliche Einstellungen für jeden Parameter gespeichert und durch Wechseln des Datensatzes (d.h. Hin- und Herschalten zwischen den Indizes) aktiviert werden.

Es gibt folgende Datensätze:

- Befehlsdatensatz (CDS, Command Data Set)
- Antriebsdatensatz (DDS, Drive Data Set)

Für jeden Datensatz sind drei unabhängige Einstellungen möglich. Diese Einstellungen können über den Index des jeweiligen Parameters getroffen werden:

- CDS0 ... CDS2
- DDS0 ... DDS2

Befehlsdatensatz

Diejenigen Parameter (Konnektor- und Binektor-Eingänge), die zur Steuerung des Umrichters und zum Eingeben eines Sollwertes dienen, werden dem Befehlsdatensatz (CDS) zugewiesen. Die Signalquellen für die Steuerbefehle und Sollwerte werden mittels der BICO-Technik verschaltet. Dabei werden die Konnektor- bzw. Binektoreingänge entsprechenden Konnektor- und Binektorausgängen als Signalquellen zugeordnet. Ein Befehlsdatensatz enthält:

Befehlsquellen und Binektoreingänge für Steuerbefehle (digitale Signale), z.B.	
Auswahl der Befehlsquelle	P0700
ON/OFF1	P0840
OFF2	P0844
Tippbetrieb freigeben	P1057
Freigabe Tippbetrieb rechts	P1055
Freigabe Tippbetrieb links	P1056

Sollwertquellen und Konnektoreingänge für Sollwerte (Analogsignale), z.B.	
Auswahl des Frequenzsollwertes	P1000
Hauptsollwert	P1070
Zusatzsollwert	P1075

Die zu einem Befehlsdatensatz zusammengefassten Parameter werden im Indexfeld des Listenhandbuchs mit [x] gekennzeichnet.

Index	
Pxxxx[0]	Befehlsdatensatz 0 (CDS0)
Pxxxx[1]	Befehlsdatensatz 1 (CDS1)
Pxxxx[2]	Befehlsdatensatz 2 (CDS2)

Hinweis

Eine vollständige Aufstellung sämtlicher CDS-Parameter befindet sich im Listenhandbuch.

Es ist möglich, bis zu drei Befehlsdatensätze zu parametrieren. Dadurch wird das Umschalten zwischen verschiedenen, vorkonfigurierten Signalquellen durch Auswahl des geeigneten Befehlsdatensatzes erleichtert. Zu den häufigen Anwendungen gehört z.B. die Möglichkeit, zwischen Automatik- und Handbetrieb umzuschalten.

Hinweis

Die Parameter werden während der Datensatzumschaltung im Zustand "Bereit" und "Betrieb" geändert.

Folgende Parameter werden im Zustand "Bertrieb" nicht geändert:

P0350, P0352, P0354, P0356, P0358, P0360, P0362, P0363, P0364, P0365, P0366, P0367, P0368, P0369, P0700, P0701, P0702, P0703, P0704, P0705, P0706, P0707, P0708, P0709, P0712, P0713, P0719, P0800, P0801, P0840, P0842, P0844, P0845, P0848, P0849, P0852, P1000, P1020, P1021, P1022, P1023, P1035, P1036, P1055, P1056, P1070, P1071, P1075, P1076, P1110, P1113, P1124, P1140, P1141, P1142, P1330, P1500, P1501, P1503, P1511, P1522, P1523, P2103, P2104, P2106, P2220, P2221, P2222, P2223, P2235, P2236.

Der beschriebene Umrichter verfügt über eine integrierte Kopierfunktion, mit der Befehlsdatensätze übertragen werden.

Für das Übertragen der Befehlsdatensätze ist eine Kopierfunktionalität integriert, mit der die CDS-Parameter entsprechend der Anwendung kopiert werden können. Zum Steuern des Kopiervorgangs wird P0809 wie folgt verwendet:

Über P0809 gesteuerter Kopiervorgang	
P0809[0]	Nummer des zu kopierenden Befehlsdatensatzes (Quelle)
P0809[1]	Nummer des Datensatzes, in den die Daten zu kopieren sind (Ziel)
P0809[2]	Kopiervorgang beginnt, wenn P0809[2] = 1
	Kopiervorgang ist beendet, wenn P0809[2] = 0

6.7 Datensätze

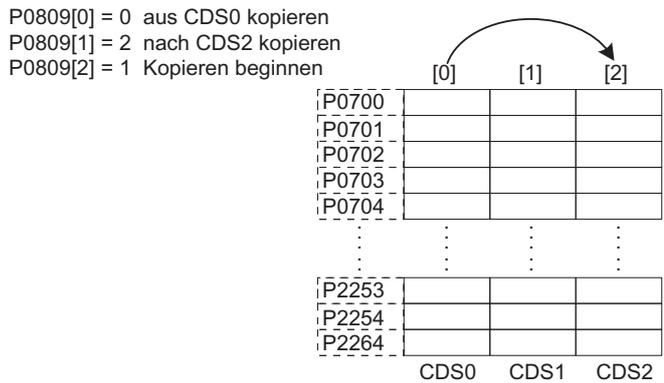


Bild 6-11 Kopieren aus einem CDS

Die Befehlsdatensätze werden mit Hilfe der BICO-Parameter P0810 und P0811 umgeschaltet, wobei der aktive Befehlsdatensatz im Parameter r0050 angezeigt wird (siehe nachstehende Abbildung). Das Umschalten ist sowohl im Zustand "Bereit" als auch in dem Zustand "Betrieb" möglich.

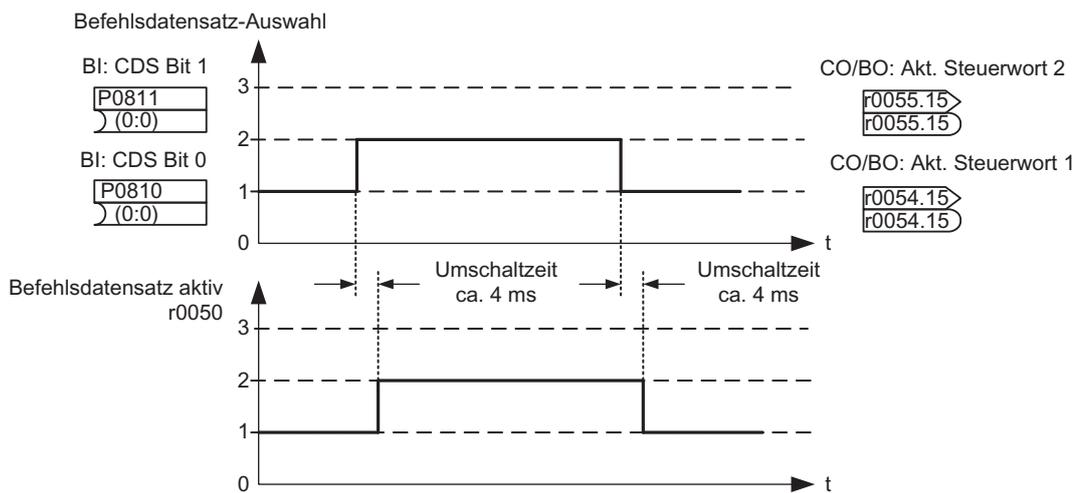


Bild 6-12 Umschalten eines CDS

Der derzeit aktive Befehlsdatensatz (CDS) wird über Parameter r0050 angezeigt:

	selected CDS		active CDS
	r0055 Bit 15	r0054 Bit 15	r0050
CDS0	0	0	0
CDS1	0	1	1
CDS2	1	0	2
CDS2	1	1	2

Bild 6-13 Aktiver Befehlsdatensatz (CDS)

Beispiel

Die Befehlsquelle (z. B. Klemmen → BOP) oder die Sollwert-(Frequenz-)quelle (z. B. AI → MOP) soll mit Hilfe eines Klemmensignals (z. B. DI3) aufgrund eines externen Ereignisses (z. B. Ausfall der übergeordneten Steuerung) umgeschaltet werden. Ein typisches Beispiel für diesen Fall ist ein Mischer, der bei Ausfall der Steuerung zu einem unkontrollierten Stillstand kommen kann.

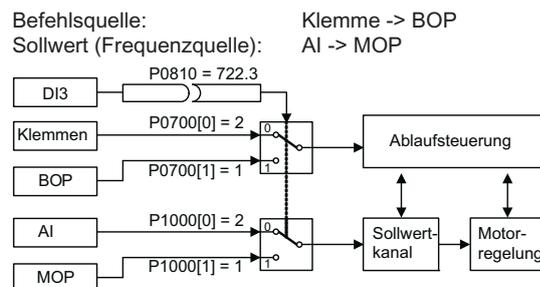


Bild 6-14 Umschalten zwischen der Steuerungs- und der Sollwertquelle

CDS0: Befehlsquelle über Klemmen und Sollwertquelle über Analogeingang (AI)

CDS1: Befehlsquelle über BOP und Sollwertquelle über MOP

Die CDS-Umschaltung erfolgt mit Hilfe von Digitaleingang 3 (DI3)

Inbetriebnahmeschritte:

1. Inbetriebnahme für CDS0 (P0700[0] = 2 und P1000[0] = 2) durchführen
2. P0810 (P0811 sofern erforderlich) an die CDS-Quelle für Umschaltung anschließen (P0704[0] = 99, P0810 = 722.3)
3. Von CDS0 auf CDS1 kopieren (P0809[0] = 0, P0809[1] = 1, P0809[2] = 1)
4. CDS1-Parameter anpassen (P0700[1] = 1 und P1000[1] = 1)

Antriebsdatensatz

Der Antriebsdatensatz (DDS) enthält verschiedene Einstellparameter, die für die Steuerung und Regelung eines Motors von Bedeutung sind.

Antriebs- und Geberdaten, z.B.	
Motortyp auswählen	P0300
Motor-Nennspannung	P0304
Hauptinduktivität	P0360
Gebertyp wählen	P0400

Verschiedene Regelungsparameter, z.B.	
Festfrequenz 1	P1001
Mindestfrequenz	P1080
Hochlaufzeit	P1120
Regelungsart	P1300

Die zu einem Antriebsdatensatz zusammengefassten Parameter werden im Indexfeld des Listenhandbuchs mit [x] gekennzeichnet:

Index	
Pxxxx[0]	Antriebsdatensatz 0 (DDS0)
Pxxxx[1]	Antriebsdatensatz 1 (DDS1)
Pxxxx[2]	Antriebsdatensatz 2 (DDS2)

Hinweis

Eine vollständige Aufstellung sämtlicher DDS-Parameter befindet sich im Listenhandbuch.

Die Parametrierung mehrerer Antriebsdatensätze ist möglich. Dadurch wird das Umschalten zwischen verschiedenen Umrichterkonfigurationen (Steuerungsart, Steuerdaten, Motoren) durch Auswahl des geeigneten Antriebsdatensatzes erleichtert (siehe nachstehende Abbildung).

Hinweis

Die Parameter werden während der Datensatzumschaltung im Zustand "Bereit" und "Betrieb" geändert.

Die folgenden Parameter werden im Zustand "Betrieb" nicht geändert: P0300, P0304, P0305, P0307, P0308, P0309, P0310, P0311, P0314, P0320, P0335, P0340, P0400, P0405, P0408, P0410, P0491, P0492, P0500, P1082, P1240, P1256, P1300, P1320, P1322, P1324, P1820, P2000, P2001, P2002, P2003, P2004, P2181.

Ebenso wie die Befehlsdatensätze können auch Antriebsdatensätze innerhalb des beschriebenen Umrichters kopiert werden. Zum Steuern des Kopiervorgangs wird P0819 wie folgt verwendet:

Über P0819 gesteuerter Kopiervorgang	
P0819[0]	Nummer des zu kopierenden Antriebsdatensatzes (Quelle)
P0819[1]	Nummer des Antriebsdatensatzes, in den die Daten zu kopieren sind (Ziel)
P0819[2]	Kopiervorgang beginnt, wenn P0819[2] = 1 ist.
	Kopiervorgang ist beendet, wenn P0819[2] = 0 ist.

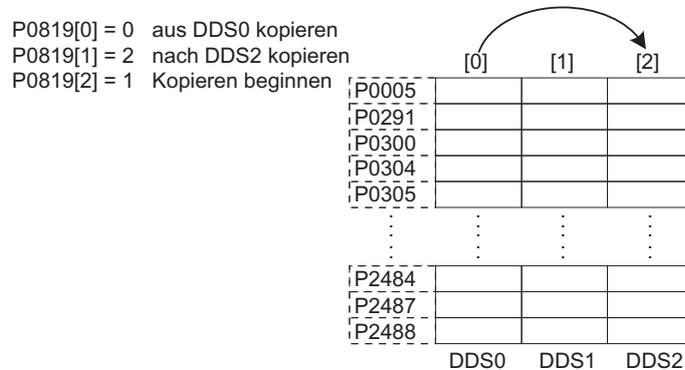


Bild 6-15 Kopieren aus einem DDS

Die Antriebsdatensätze werden mit Hilfe der BICO-Parameter P0820 und P0821 umgeschaltet, wobei der aktive Antriebsdatensatz im Parameter r0051 angezeigt wird (siehe nachstehende Abbildung). Antriebsdatensätze können nur im Zustand "Ready" (Bereitschaft) umgeschaltet werden, was ca. 50 ms dauert.

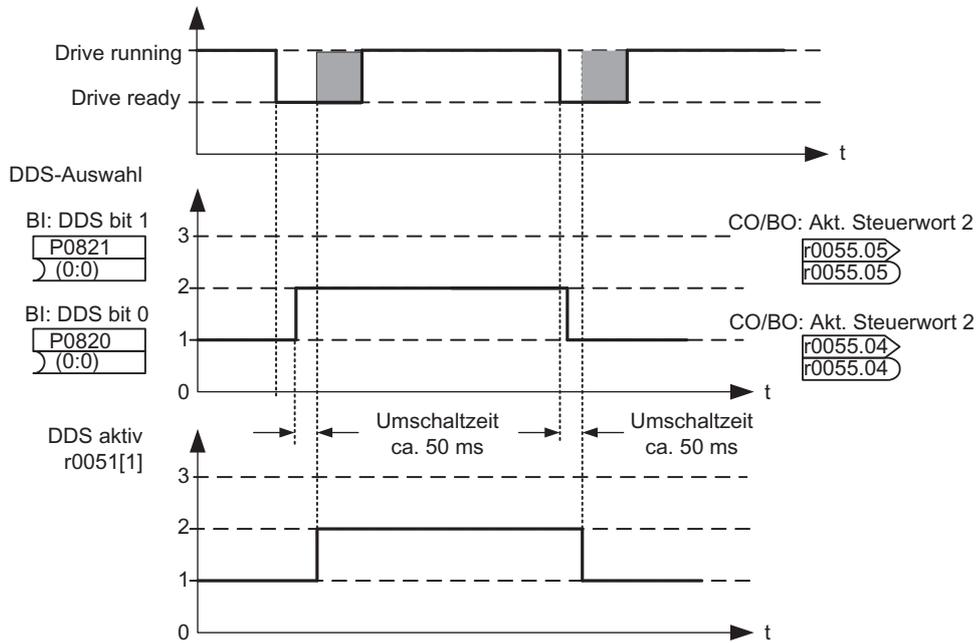


Bild 6-16 Umschalten eines DDS

Der derzeit aktive Antriebsdatensatz (DDS) wird über Parameter r0051[1] angezeigt:

	gewählter DDS		aktiver DDS	
	r0055 Bit05	r0055 Bit04	r0051 [0]	r0051 [1]
DDS0	0	0	0	0
DDS1	0	1	1	1
DDS2	1	0	2	2
DDS2	1	1	2	2

Bild 6-17 Aktiver Antriebsdatensatz (DDS)

Beispiel

Der Umrichter soll von Motor 1 auf Motor 2 umgeschaltet werden.

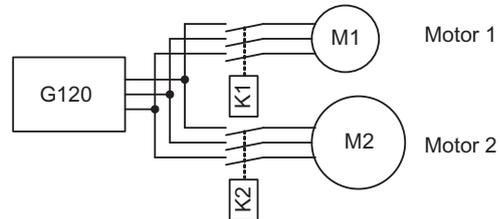


Bild 6-18 Umschalten von Motor 1 auf Motor 2

Inbetriebnahmeschritte bei 2 Motoren (Motor 1, Motor 2):

1. Inbetriebnahme mit DDS0 bei Motor 1 durchführen; übrige DDS0-Parameter anpassen.
2. P0820 (P0821 sofern erforderlich) mit der Befehlsquelle für die DDS-Umschaltung verdrahten
(z.B. über DI4: P0705[0] = 99, P0820 = 722.4).
3. Auf DDS1 umschalten (mit r0051 überprüfen).
4. Inbetriebnahme mit DDS1 bei Motor 2 durchführen; übrige DDS1-Parameter anpassen.

6.8 Elektromechanische Bremsen

Funktionen der elektromechanischen Bremse

 **WARNUNG**

Dimensionierung der elektromechanischen Motorbremse

Die elektromechanische Bremse muss so dimensioniert werden, dass im Falle eines Fehlers der gesamte Motor aus jeder möglichen Betriebsdrehzahl auf 0 abgebremst werden kann. Ist keine elektromechanische Bremse vorhanden, muss der Maschinenhersteller andere geeignete Massnahmen treffen, um einen Schutz gegen Bewegungen nach dem Abschalten der Motorstromversorgung herzustellen (z.B. als Schutz gegen absackende Lasten).

Die elektromechanische Bremse kann sowohl als Motorhaltebremse als auch als Sofortbremse eingesetzt werden.

- Als Motorhaltebremse wird die Bremse verwendet, um ein unbeabsichtigtes Drehen des Motors zu verhindern (z. B. das Heben oder Absenken der Last bei Hebezeuganwendungen), indem ein Drehmoment angesetzt wird, um Bremsenlösezeiten auszugleichen. Die Funktionalität der Motorhaltebremse wird durch einen OFF1- oder OFF3-Befehl ausgelöst. Einzelangaben siehe Abschnitt " Motorhaltebremse (Seite 75) ".
- Als Sofortbremse bremst sie den Motor so schnell wie möglich von jeder Drehzahl auf Null ab. Die entsprechenden Bremsenansprechzeiten werden in dem Fall nicht berücksichtigt. Die Schnellbremsfunktion wird durch einen OFF2-Befehl ausgelöst. Der OFF2-Befehl kann manuell eingegeben oder durch einen internen Fehlerzustand des Umrichters automatisch ausgelöst werden. Bei fehlersicheren Umrichtern kann diese Bremsfunktion ebenfalls durch den Befehl "Sicher abgeschaltetes Moment" (STO) oder den Fehlerzustand "Passiviertes STO" ausgelöst werden. (Siehe Abschnitt " Sichere Bremsenansteuerung (Seite 245) ")

Um die elektromechanische Bremse geöffnet zu halten, muss sie mit Strom versorgt werden. Bei Spannungsausfall oder Trennen der Bremse von der Spannung wird die Bremse eingelegt und die Motorwelle in ihrer Lage festgehalten.

Hinweis

Wenn eine elektromechanische Bremse vorhanden ist, dann muss Parameter 1215 freigegeben sein, weil es sonst nicht möglich ist, den Motor zu betreiben.

6.8.1 Motor-Haltebremse

Daten

Parameterbereich:	P0346, P1080, P1215 ... P1218 r0052 Bit 12
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Bei Motoren, die im ausgeschalteten Zustand gegen unerwünschte Bewegung gesichert werden müssen, kann die aktivierte Bremsablaufsteuerung des Umrichters zum Steuern der Motorhaltebremse verwendet werden (Freigabe über P1215).

Vor dem Lösen der Bremse muss die Impulssperre aufgehoben und dem Motor ein Strom eingepreßt werden, der ihn in der augenblicklichen Lage hält. Hierbei wird der eingepreßte Strom durch die Minimalfrequenz P1080 bestimmt. Ein typischer Wert ist der Motornennschlupf r0330. Der Motornennschlupf r0330 zeigt den Prozentwert für Schlupf gegenüber Synchronlauf an. Die Schlupffrequenz in Hz bestimmen Sie daher wie in nachstehendem Beispiel:

$$P0310 \times (r0330/100) = \text{Schlupffrequenz}$$

- P0310 = 50 Hz
- r0330 = 5%

$$50 \times (5/100) = 50 \times 0,05 = 2,5 \text{ Hz}$$

$$\text{Schlupffrequenz } 5 \% = 2,5 \text{ Hz}$$

Um die Motorhaltebremse gegen Dauerbeschädigung zu schützen, darf sich der Motor erst nach dem Lösen der Bremse weiterbewegen (die Bremsenlösezeiten liegen zwischen 35 ms und 500 ms). Diese Verzögerung muss in dem Parameter P1216 "Verzögerungszeit für Öffnen der Bremse " berücksichtigt werden (siehe nachstehende Abbildung).

Wenn der Motor mit OFF1 oder OFF3 abgeschaltet wird, fährt der Motor herunter, bis die Minimalfrequenz P1080 erreicht ist, bevor das Statussignal r0052 Bit 12 "Brems aktiv" zurück gesetzt wird. Der Motor arbeitet mit dieser Frequenz bis zum Einlegen der Bremse (die Schließungszeiten der Bremsen betragen 15 ms bis 300 ms). Die tatsächliche Zeit wird in Min.-Werten angegeben (P1217, P1227) ("Haltezeit nach dem Auslauf", "Überwachungszeit zum Erkennen eines Nullwerts").

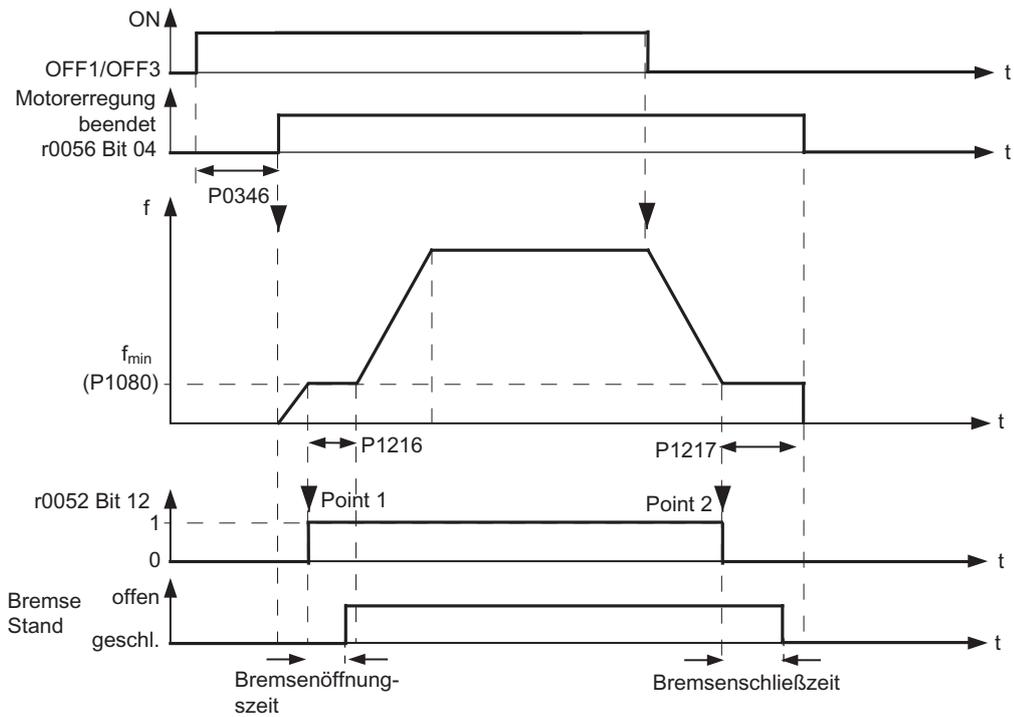


Bild 6-19 P1215 Motorhaltebremse OFF1/Off3

Wenn der Motor mit einem OFF2-Befehl abgeschaltet wurde, dann wird unabhängig vom Motorzustand das Bit 12 "Brems aktiv" des Zustandsworts r0052 rückgesetzt. Das bedeutet, dass die Brems nach einem OFF2-Befehl sofort eingelegt wird, sobald die Bremsenschließzeit abgelaufen ist. (Sofortbremse).

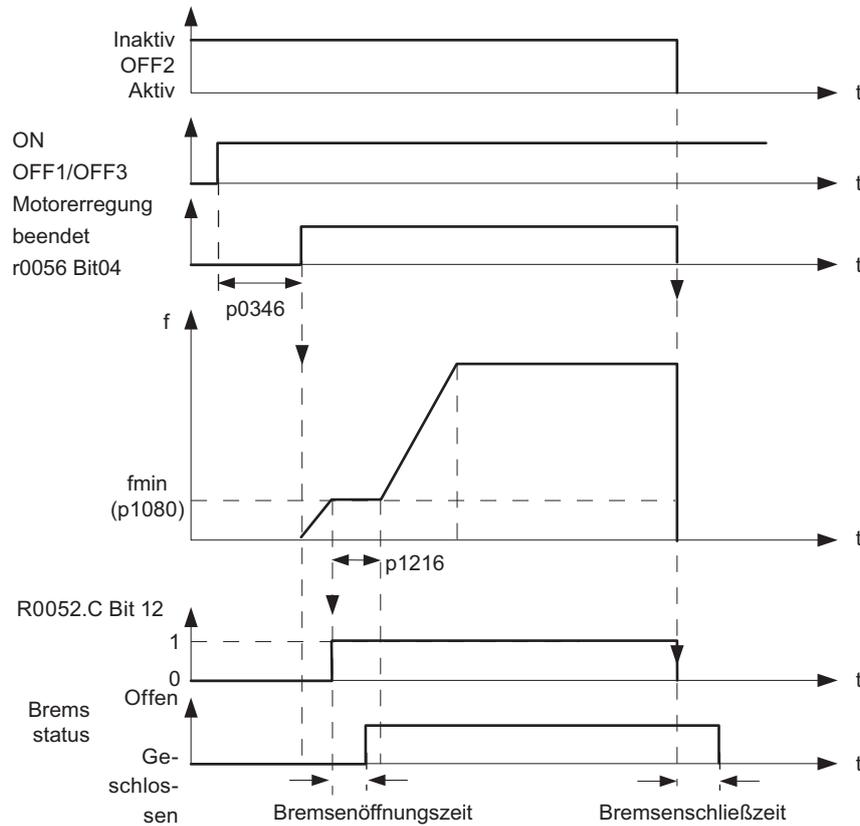


Bild 6-20 Motorhaltebremse nach ON/OFF2

Die mechanische Bremse wird über das Bit 12 "Bremse aktiv" des Zustandssignals r0052 der Bremssteuerung angesteuert. Dieses Signal steht an den Klemmen A und B des Power Module zur Verfügung.

 **WARNUNG**

Es genügt nicht, in P0731 ... P0733 das Statussignal r0052 Bit 12 "Bremse aktiv" auszuwählen. Zum Aktivieren der Motorhaltebremse muss zusätzlich auch der Parameter P1215 auf 1 gesetzt werden.

Steuert der Umrichter die Motorhaltebremse, dann darf bei potenziell gefährlichen Lasten (z. B. schwebende Lasten bei Krananwendungen) keine Serieninbetriebnahme durchgeführt werden, außer wenn die Last gesichert wurde. Gefährliche Lasten können vor Beginn der Serieninbetriebnahme wie folgt gesichert werden:

- Die Last am Boden absetzen oder
- Die Last mit Hilfe der Motorhaltebremse fixieren
(**Vorsicht:** Während der Serieninbetriebnahme muss verhindert werden, dass der Umrichter die Motorhaltebremse ansteuert.

Hinweis

Motoren besitzen als Option Haltebremsen, die nicht für die Verwendung als Bremsen im Normalbetrieb ausgelegt sind. Die Haltebremsen sind lediglich für eine begrenzte Anzahl von Notbremsungen / Motorumdrehungen bei geschlossener Bremse ausgelegt (siehe Katalogdaten).

Bei der Inbetriebnahme eines Motors mit eingebauter Haltebremse ist daher unbedingt sicherzustellen, dass die Haltebremse einwandfrei funktioniert. Ein "Klicken" im Motor weist darauf hin, dass die Bremse ordnungsgemäß gelöst wurde.

Vor dem Einlegen der Motorhaltebremse muss ein Drehmoment aufgebaut werden, das den Motor in der gewünschten Lage festhält. Die Impulse des Umrichters müssen freigegeben werden, um das Herstellen des erforderlichen Drehmoments zu ermöglichen. Das Drehmoment ist durch die Mindestfrequenz in Parameter P1080 definiert. Ein typischer Wert ist in diesem Fall der Motornennschlupf r0330. Zusätzlich kann dieses Drehmoment mit Hilfe folgender Parameter verändert werden:

- U/f-Regelung – Anhebungsparameter P1310
- SLVC – Anhebungsparameter P1610 und P1611
- VC – Drehmoment-Zusatzsollwert P1511

Die Motorhaltebremse kann dauerhaft beschädigt werden, wenn die Motorwelle bei eingelegerter Haltebremse dreht. Die richtige zeitliche Steuerung der Motorhaltebremse ist daher außerordentlich wichtig.

Öffnen der Motorhaltebremse über P1218

Beförderungssysteme müssen mitunter manuell positioniert werden.

Dazu können Sie das Signal "Brems aktiv" (r0052.12) mithilfe von P1218 aufheben, auch wenn der Motor ausgeschaltet wurde oder nicht die Mindestfrequenz (P1080) erreicht hat.

Wenn die Motorhaltebremse aufgrund eines sicheren Stopps aktiv ist, wird P1218 ignoriert.

 WARNUNG
Da durch diese Vorgehensweise das Signal "Brems aktiv" aufgehoben und die Bremse zwangsweise geöffnet wird, muss der Benutzer selbst bei ausgeschaltetem Motor sicherstellen, dass vor Aufhebung alle vom Motor gehaltenen Lasten gesichert sind.

Eingangswerte

Tabelle 6- 19 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1215 = ...	Freigabe Motorhaltebremse 0 gesperrt (Standard), 1 freigegeben	

Tabelle 6- 20 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0346 = ...	Magnetisierungszeit 0 ... 20 s, Standard 1 s	
P1080 = ...	Mindestfrequenz 0 ... 650 Hz, (0 Hz Standard): Mindestmotorfrequenz, unabhängig vom Frequenzsollwert	
P1216 = ...	Verzögerungszeit für das Öffnen der Bremse 0 ... 20 s, Standard 0,1 s	
P1217 = ...	Haltezeit nach dem Auslauf 0 ... 20 s, Standard 0,1 s	
P1218 = ...	MHB-Aufhebung 0 ... 1, Standard 0	
P1227 = ...	Überwachungszeit zum Erkennen eines Nullwerts 0 ... 300 s, Standard 4 s	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung	Einstellung
r0052.12	Status "Brems aktiv"	

6.8.2 Sofortbremse

Daten

Parameterbereich:	P0346, P1080, P1215 ... P1217 r0052 Bit 12
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Die Sofortbremse ist eine elektromechanische Bremse, die den Motor von einer beliebigen Drehzahl auf Stillstand herunterbremsen kann. Sie wird durch einen OFF2-Befehl ausgelöst und bei fehlersicheren Anwendungen zusätzlich nach "Sicher abgeschaltetes Moment" (STO) oder nach einem Fehlerzustand "Passiviertes STO" (siehe Abschnitt "Sichere Bremsenansteuerung (Seite 245) ").

Das Verhalten der Sofortbremse ist nachstehend beschrieben.

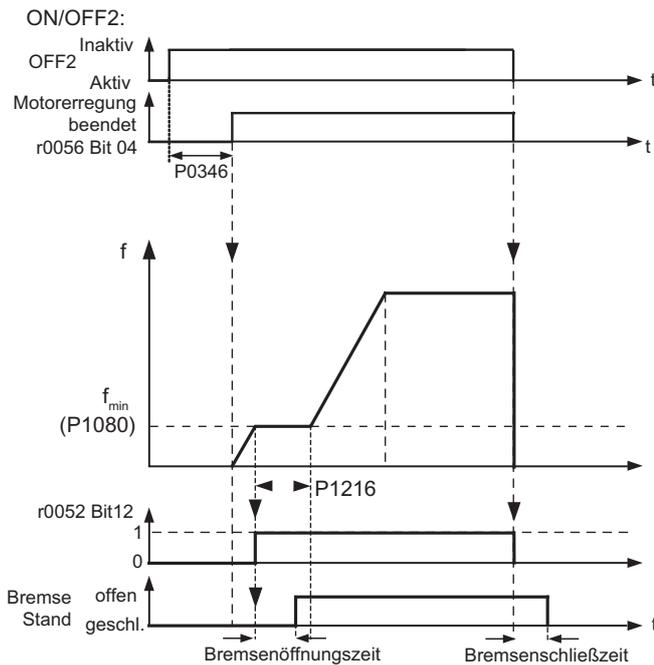


Bild 6-21 Sofortbremse

Eingangswerte

Tabelle 6- 21 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1215 = ...	Freigabe Motorhaltebremse 0 gesperrt (Standard), 1 freigegeben	

Tabelle 6- 22 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0346 = ...	Magnetisierungszeit 0 ... 20 s, Standard 1 s	
P1080 = ...	Mindestfrequenz 0 ... 650 Hz, (0 Hz Standard): Mindestmotorfrequenz, unabhängig vom Frequenzsollwert	
P1216 = ...	Verzögerungszeit für das Öffnen der Bremse 0 ... 20 s, Standard 0,1 s	
P1217 = ...	Haltezeit nach dem Auslauf 0 ... 20 s, Standard 0,1 s	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung	Einstellung
r0052.12	Status "Bremse aktiv"	

 **WARNUNG**

Dimensionierung der elektromechanischen Motorbremse

Die elektromechanische Bremse muss so dimensioniert werden, dass im Falle eines Fehlers der gesamte Motor aus jeder möglichen Betriebsdrehzahl auf 0 abgebremst werden kann.

6.9 Sollwertkanal

Beschreibung

Der Sollwertkanal (siehe nachstehendes Bild) bildet das Verbindungselement zwischen der Sollwertquelle und der Motorregelung. Der Umrichter besitzt eine besondere Eigenschaft, welche die gleichzeitige Sollwerteingabe aus zwei Sollwertquellen ermöglicht. Das Generieren und das anschließende Modifizieren des Gesamtsollwertes (Beeinflussen der Richtung, Frequenzausblendung, Aufwärts-/Abwärtsrampe) erfolgen im Sollwertkanal.

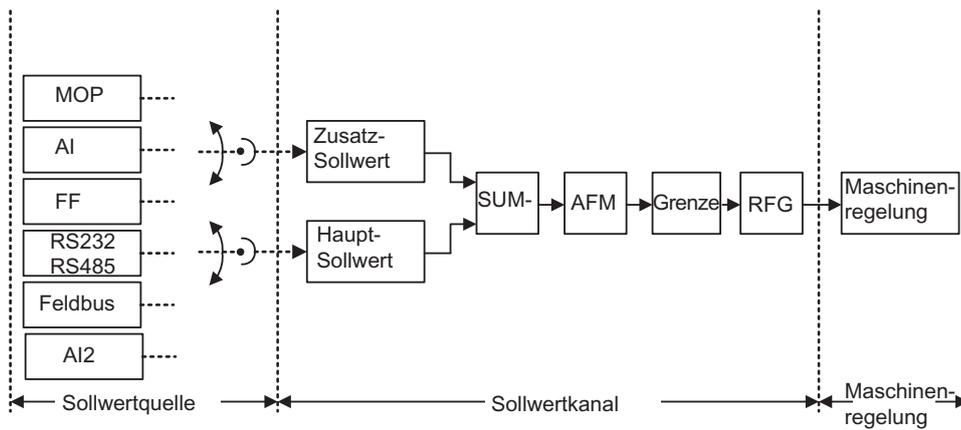


Bild 6-22 Sollwertkanal

6.9.1 Summierung und Modifizierung des Frequenzsollwertes

Daten

Parameterbereich:	P1070 ... r1114
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP5000, FP5200

Beschreibung

Bei Anwendungen, bei denen die Regelgrößen von zentralen Steueranlagen generiert werden, ist häufig ein Feinabgleich vor Ort erforderlich (Korrekturgröße). Dies lässt sich elegant mit Hilfe des Summenpunktes durchführen, an dem der Hauptsollwert und der Hilfssollwert (Zusatzsollwert) im Sollwertkanal addiert werden. In diesem Fall werden beide Größen gleichzeitig aus zwei getrennten Sollwertquellen oder nur einer Sollwertquelle eingelesen und im Sollwertkanal summiert. Abhängig von externen Bedingungen kann der Hilfssollwert auf den Summenpunkt dynamisch zu- oder von diesem abgeschaltet werden (siehe nachstehende Abbildung). Diese Funktionalität kann mit Vorteil insbesondere bei diskontinuierlichen Prozessen angewendet werden.

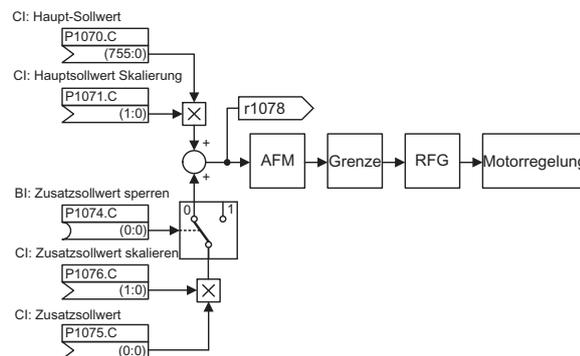


Bild 6-23 Summenbildung

Der Umrichter verfügt über folgende Möglichkeiten zur Auswahl der Sollwertquelle:

1. P1000 – Auswahl der Frequenzsollwertquelle
2. BICO-Parametrierung
 - P1070 CI: Hauptsollwert
 - P1075 CI: Zusatzsollwert

Ausserdem können der Hauptsollwert und auch der Hilfssollwert (Zusatzsollwert) voneinander unabhängig skaliert werden. In diesem Fall kann ein Anwender zum Beispiel mit Hilfe geeigneter Parametrierung eine Korrekturfunktion herstellen.

Eine Abfragesequenz hängt im Allgemeinen mit einer Vorwärts- und einer Rückwärtsbewegung zusammen. Bei der Auswahl der Reversierfunktion kann nach dem Erreichen der Endlage im Sollwertkanal eine Drehrichtungsumkehr eingeleitet werden (siehe nachstehende Abbildung).

Andererseits kann, wenn eine Drehrichtungsumkehr oder ein negativer Frequenzsollwert bei Verwendung des Sollwertkanals nicht eingegeben werden darf, dies mit Hilfe des BICO-Parameters P1110 verhindert werden.

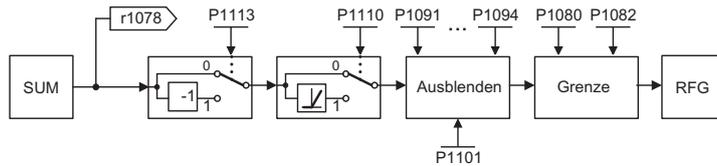


Bild 6-24 Modifizieren des Frequenzsollwertes

Motoren können im Bereich von 0 Hz bis zu der Referenzfrequenz einen oder mehrere Resonanzpunkte aufweisen. Diese Resonanzpunkte führen zu Schwingungen, die im ungünstigsten Fall die von dem Motor angetriebene Maschine beschädigen können. Unter Verwendung der Ausblendfrequenzen gestattet der Umrichter das möglichst schnelle Durchlaufen dieser Resonanzfrequenzen. Das bedeutet, dass die Ausblendfrequenzen die Verfügbarkeit der vom Motor angetriebenen Maschine langfristig erhöhen.

Eingangswerte

Tabelle 6- 23 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1070 = ...	Hauptsollwert mögliche Quelle: 755 (Analogeingang 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1071 = ...	Skalierung Hauptsollwert mögliche Quelle: 755 (Analogeingang 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1074 = ...	Zusatzsollwert sperren mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge)	
P1075 = ...	Zusatzsollwert mögliche Quelle: 755 (Analogeingang 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1076 = ...	Skalierung Zusatzsollwert mögliche Quelle: 755 (Analogeingang 0) / 1024 (FF) / 1050 (MOP)	
P1110 = ...	Sperre negativer Frequenzsollwert 0: gesperrt (Standard) 1: freigegeben	
P1113 = ...	Gegenrichtung mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge)	

Tabelle 6- 24 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1080 = ...	Mindestfrequenz 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1082 = ...	Höchstfrequenz 0 ... 650 Hz, Standard 50 Hz	
P1091 = ...	Ausblendfrequenz 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1092 = ...	Ausblendfrequenz 2 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1093 = ...	Ausblendfrequenz 3 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1094 = ...	Ausblendfrequenz 4 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1101 = ...	Bandbreite Ausblendfrequenz 0 ... 10 Hz, Standard 2 Hz	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r1078	Frequenzsollwert gesamt
r1079	Gewählter Frequenzsollwert
r1084	Resultierende max. Frequenz
r1114	Frequ.-Sollwert nach Richtungssteuerung

6.9.2 Hochlaufgeber

Daten

Parameterbereich:	P1120, P1121 r1119, r1170 P1130 bis P1142
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP5000, FP5300

Beschreibung

Der Hochlaufgeber (HLG) dient zur Beschleunigungsbegrenzung bei sprunghaften Sollwertänderungen. Dadurch wird die Beanspruchung der mechanischen Maschinenteile verringert. Mit Hilfe der Hochlaufzeit P1120 und der Auslaufzeit P1121 können eine Beschleunigungsrampe und eine Bremsrampe voneinander unabhängig eingestellt werden. Dadurch wird ein geregelter Übergang bei Sollwertänderung ermöglicht (siehe nachstehende Abbildung).

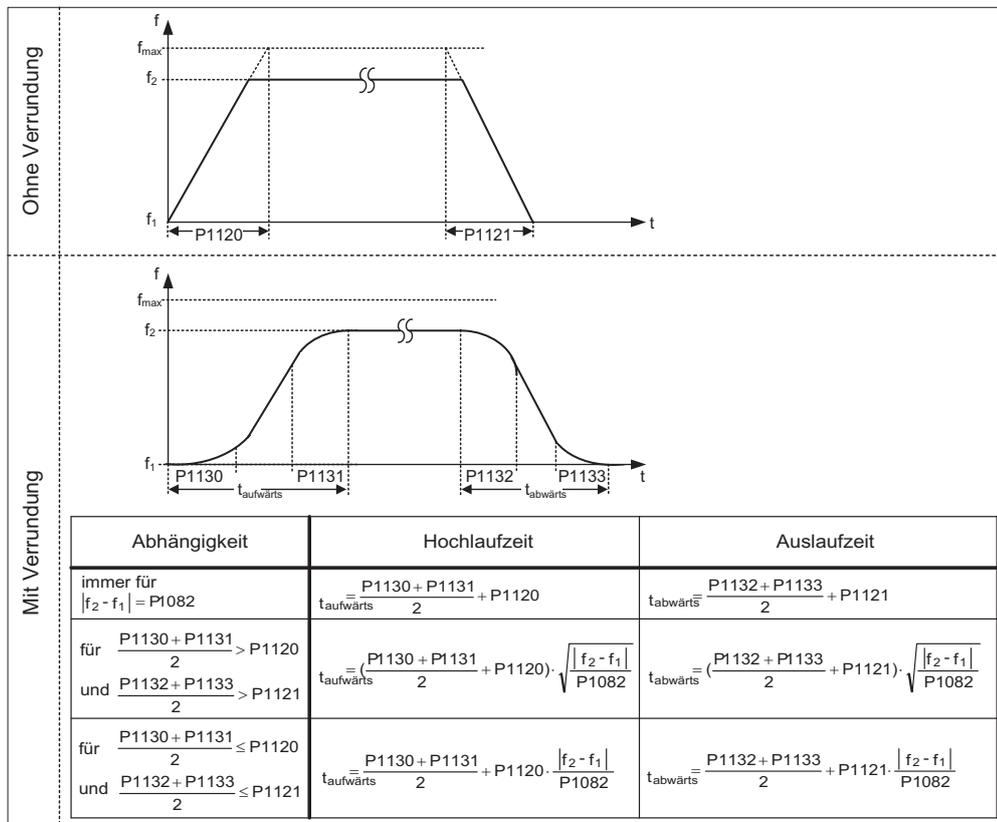


Bild 6-25 Hochlaufgeber

Um Drehmomentstöße bei Übergängen (Phase konstanter Drehzahl \leftrightarrow Beschleunigungs-/Bremsphase) zu vermeiden, können zusätzliche Verrundungszeiten P1130 bis P1133 programmiert werden. Dies ist insbesondere bei Anwendungen wichtig, bei denen ein besonders "weiches", stoßfreies Beschleunigen und Bremsen erforderlich ist (z.B. Fördern oder Pumpen von Flüssigkeiten oder bei Kranen).

Wird während der Motorbeschleunigung der Befehl OFF1 eingeleitet, dann kann mittels des Parameters P1134 das Verrunden aktiviert oder passiviert werden (siehe nachstehende Abbildung). Diese Verrundungszeiten werden mit Hilfe der Parameter P1132 und P1133 definiert.

P1130 bis P1133 > 0

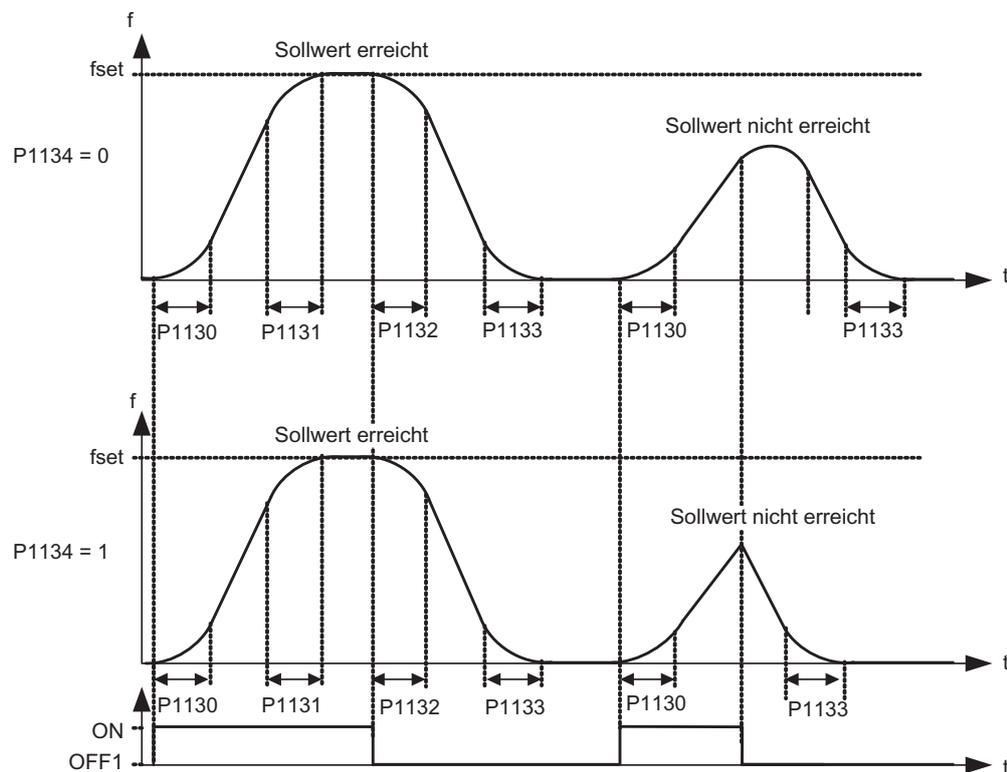


Bild 6-26 Verrunden nach einem OFF1-Befehl

Zusätzlich zu den Verrundungszeiten kann der Hochlaufgeber auch mittels externer Signale beeinflusst werden. Der Hochlaufgeber bietet bei Anwendung der BICO-Parameter P1140, P1141 und P1142 (siehe nachstehende Tabelle) folgende Funktionalität.

Der eigentliche Hochlaufgeber wird nach der Freigabe der Impulse (Umrichterfreigabe) und nach Ablauf der Magnetisierungszeit (P0346) freigegeben. Nach dem Begrenzen der Höchstdrehzahlen für positiven und negativen Drehsinn (P1082 oder 0 Hz für die Drehrichtungssperre) erhält man den Sollwert für die Regelung (r1170).

Die U/f-Kennlinie arbeitet bis zu 650 Hz, wogegen die Regelung (Vektorbetrieb) auf eine Höchstfrequenz von 200 Hz (r1084) begrenzt ist.

Tabelle 6- 25 BICO-Parameter für den Hochlaufgeber

Parameter		Beschreibung
P1140	BI: HLG-Freigabe	Der Ausgang des Hochlaufgebers wird bei einem Binärsignal = 0 auf 0 gesetzt.
P1141	BI: HLG-Anlauf	Der Ausgang des Hochlaufgebers behält bei einem Binärsignal = 0 seinen derzeitigen Wert.
P1142	BI: HLG-Freigabesollwert	Ist das Binärsignal = 0, dann wird der Eingang des Hochlaufgebers auf 0 gesetzt und der Ausgang über die Hochlaufgeberrampe auf 0 zurückgefahren.

Hinweis

Die Höchsthfrequenz des Sollwertkanals wird mittels des Parameters P1080 eingestellt.

Im U/f-Modus beträgt die Höchsthfrequenz 650 Hz.

Im Vektor-Modus beträgt die Höchsthfrequenz 200 Hz (r1084).

Eingangswerte

Tabelle 6- 26 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1120 = ...	Hochlaufzeit 0 ... 650 s, Standard 10 s	
P1121 = ...	Rücklaufzeit 0 ... 650 s, Standard 10 s	
P1130 = ...	Anfangsverrundungszeit Hochlauf 0 ... 40 s, Standard 0 s	
P1131 = ...	Endverrundungszeit Hochlauf 0 ... 40 s, Standard 0 s	
P1132 = ...	Anfangsverrundungszeit Rücklauf 0 ... 40 s, Standard 0 s	
P1133 = ...	Endverrundungszeit Rücklauf 0 ... 40 s, Standard 0 s	
P1113 = ...	Gegenrichtung mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge)	

Tabelle 6- 27 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1134 = ...	Verrundungstyp 0: Stetige Glättung (Standard) 1: Unstetige Glättung	
P1135 = ...	OFF3 Rücklaufzeit 0 ... 650 s, Standard 5 s	
P1140 = ...	Freigabe HLG mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2032.4 (Option Port) / r2090.4 (serielle Schnittstelle)	
P1141 = ...	Start HLG mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2032.5 (Option Port) / r2090.5 (serielle Schnittstelle)	
P1142 = ...	HLG-Freigabesollwert mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2032.6 (Option Port) / r2090.6 (serielle Schnittstelle)	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r1119	Frequenzsollwert vor HLG
r1170	Frequenzsollwert nach HLG

6.9.3 OFF/Bremsfunktionen

Daten

Parameterbereich:	P1121, P1135, P2167, P2168 P0840 bis P0849 r0052 Bit 02
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Sowohl der Umrichter selbst auch als der Anwender müssen auf zahlreiche verschiedene Situationen reagieren und den Umrichter im Bedarfsfall stillsetzen. Aus diesem Grund sind nicht nur Betriebsanforderungen, sondern auch Umrichter-Schutzfunktionen (z. B. elektrische oder thermische Überlast) bzw. Mensch-Maschine-Schutzfunktionen zu berücksichtigen. Dank der verschiedenen OFF/Bremsfunktionen (OFF1, OFF2, OFF3) kann der Umrichter flexibel auf die erwähnten Anforderungen reagieren.

OFF1

Der Befehl OFF1 ist eng mit dem ON-Befehl gekoppelt. Wird der ON-Befehl zurückgenommen, dann wird OFF1 direkt aktiviert. Der Motor wird durch OFF1 mit der Auslaufzeit P1121 abgebremst. Fällt die Ausgangsfrequenz unter den Wert des Parameters P2167 und ist die Zeit in P2168 abgelaufen, dann werden die Umrichterimpulse gesperrt.

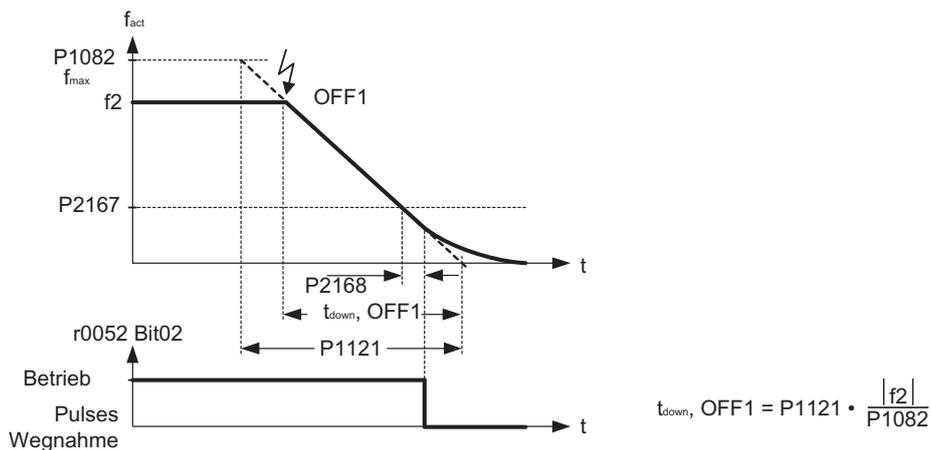


Bild 6-27 Bremsfunktion OFF1

Hinweis

Sie können den Befehl OFF1 über die Funktion "Positionierende Rücklauframpe" konfigurieren. In diesem Fall erzeugt OFF1 eine kontinuierliche Bremsrampe, die von der Istdrehzahl und Geschwindigkeit der Last abhängig ist.

OFF1 kann mithilfe einer Vielzahl von Befehlsquellen über den BICO-Parameter P0840 (BI: ON/OFF1) und P0842 (BI: ON/OFF1 und Umkehrung) eingegeben werden.

Der BICO-Parameter P0840 wird durch Definition der Befehlsquelle mit P0700 vorweg zugewiesen.

Der ON-Befehl und der folgende OFF1-Befehl müssen aus der gleichen Quelle stammen.

Wird der ON/OFF1 -Befehl für mehr als einen Digitaleingang eingestellt, dann gilt nur der zuletzt gesetzte Digitaleingang; z.B. ist DI3 aktiv.

OFF1 ist im Zustand "low" aktiv.

Bei gleichzeitiger Auswahl der verschiedenen OFF-Befehle gilt folgende Priorität:

- OFF2 (höchste Priorität)
- OFF3
- OFF1.

OFF1 kann mit der Gleichstrombremsung oder der Compound-Bremsung kombiniert werden.

Ist die Motorhaltebremse MHB (P1215) aktiviert, dann werden bei einem OFF1-Befehl P2167 und P2168 nicht berücksichtigt.

OFF2

Durch den OFF2-Befehl können die Umrichterimpulse unverzüglich gesperrt werden. Das heißt, dass der Motor ausläuft und nicht auf geregelte Weise gebremst werden kann.

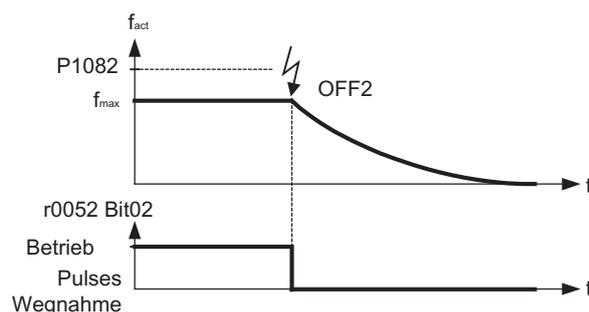


Bild 6-28 Bremsfunktion OFF2

Hinweis

Der OFF2-Befehl kann von einer oder von mehreren Quellen kommen. Die Befehlsquellen werden mit den BICO-Parametern P0844 (BI: 1. OFF2) und P0845 (BI: 2. OFF2) definiert.

Infolge der Vorbelegung (Standard-Einstellung) wird der Befehl OFF2 dem OP zugewiesen. Diese Befehlsquelle steht auch noch zur Verfügung, wenn eine andere Befehlsquelle definiert wird (z.B. Klemme als Befehlsquelle → P0700 = 2 und OFF2 ist mittels DI2 → P0702 = 3 gewählt).

OFF2 ist im Zustand "low" aktiv.

Bei gleichzeitiger Auswahl der verschiedenen OFF-Befehle gilt folgende Priorität:

- OFF2 (höchste Priorität)
- OFF3
- OFF1.

OFF3

Das Bremsverhalten von OFF3 ist mit dem von OFF1 identisch, mit Ausnahme der unabhängigen OFF3-Auslaufzeit P1135. Fällt die Ausgangsfrequenz unter den Wert des Parameters P2167 und ist die Zeit in P2168 abgelaufen, dann werden die Umrichterimpulse gesperrt, wie bei dem Befehl OFF1.

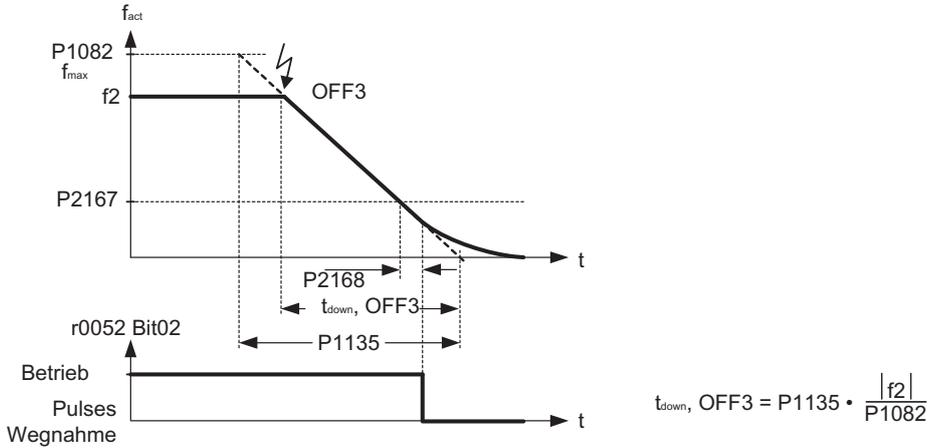


Bild 6-29 Bremsfunktion OFF3

Hinweis

OFF3 kann unter Verwendung zahlreicher Befehlsquellen über die BICO-Parameter P0848 (BI: 1. OFF3) und P0849 (BI: 2. OFF3) definiert werden.

OFF3 ist im Zustand "low" aktiv.

Bei gleichzeitiger Auswahl der verschiedenen OFF-Befehle gilt folgende Priorität:

- OFF2 (höchste Priorität)
- OFF3
- OFF1.

Eingangswerte

Tabelle 6- 28 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0840 = ...	ON/OFF1 mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingang) / 2032.0 (Option Port) / 2090.0 (serielle Schnittstelle)	
P0842 = ...	ON Gegenrichtung/OFF1 mögliche Quelle: 722.x (Digitaleingang)	
P0844 = ...	1. OFF2 mögliche Quelle: 722.x (Digitaleingang) / 2032.1 (Option Port) / 2090.1 (serielle Schnittstelle)	
P0845 = ...	2. OFF2 mögliche Quelle: 722.x (Digitaleingang) / 2032.1 (Option Port) / 2090.1 (serielle Schnittstelle)	
P0848 = ...	1. OFF3 mögliche Quelle: 722.x (Digitaleingang) / 2032.2 (Option Port) / 2090.2 (serielle Schnittstelle)	
P0849 = ...	2. OFF3 mögliche Quelle: 722.x (Digitaleingang) / 2032.2 (Option Port) / 2090.2 (serielle Schnittstelle)	
P1121 = ...	Rücklaufzeit 0 ... 650 s, Standard 10 s	
P1135 = ...	OFF3 Rücklaufzeit 0 ... 650 s, Standard 5 s	
P2167 = ...	Abschaltfrequenz f_off 0 ... 10 Hz, Standard 1 Hz: Definiert den Schwellenwert der Überwachungsfunktion f_act > P2167	
P2168 = ...	Verzögerungszeit T_off 0 ... 10000 ms, Standard 10 ms: Definiert die Zeit, während derer der Umrichter unterhalb der Abschaltfrequenz (P2167) arbeitet, bevor ein Abschalten erfolgt.	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r0052.2	Antrieb läuft

6.9.4 Manuelle und automatische Bedienung

Daten

Parameterbereich:	P0700, P1000 P0810, P0811
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Der Übergang vom automatischen Betrieb in den manuellen Betrieb ist notwendig, um Produktionsmaschinen zu belasten und zu entlasten und um neue Werkstoffe zuzuführen (z.B. Serienfertigung). Der Bediener der Maschine nimmt die vorbereitenden Tätigkeiten für anschließenden Automatikbetrieb im Handbetrieb vor. Im Handbetrieb steuert der Bediener die Maschine vor Ort (er gibt den ON/OFF-Befehl und auch den Sollwert ein). Das Umschalten auf Automatikbetrieb erfolgt erst nach beendetem Einrichten. Im Automatikbetrieb wird die Steuerung der Maschinen- und Fertigungsprozesse von einem Steuersystem höherer Ebene (z.B. PLC) übernommen. Diese Betriebsart bleibt so lange erhalten, bis es erforderlich wird, die Maschine erneut zu belasten und zu entlasten oder die Maschine oder den Fertigungsprozess mit neuem Material zu beschicken.

Für das Umschalten vom manuellen in den automatischen Betrieb (und umgekehrt) werden die indizierten Parameter P0700 oder P1000 und die BICO-Parameter P0810 und P0811 verwendet. Die Befehlsquelle wird mit P0700, die Sollwertquelle mit P1000 definiert, wobei der Index 0 (P0700[0] und P1000[0]) den Automatikbetrieb und der Index 1 (P0700[1] und P1000[1]) den Handbetrieb definieren. Im Fall von BICO-Parametern werden für das Umschalten vom Automatikbetrieb in den Handbetrieb (und umgekehrt) P0810 und P0811 verwendet. Diese BICO-Parameter können von jeder beliebigen Steuerquelle beeinflusst werden. Dabei werden zusätzlich zu P0700 und P1000 auch alle übrigen CDS-Parameter verändert (die Umschaltung Handbetrieb/Automatikbetrieb wird allgemein als CDS-Umschaltung bezeichnet).

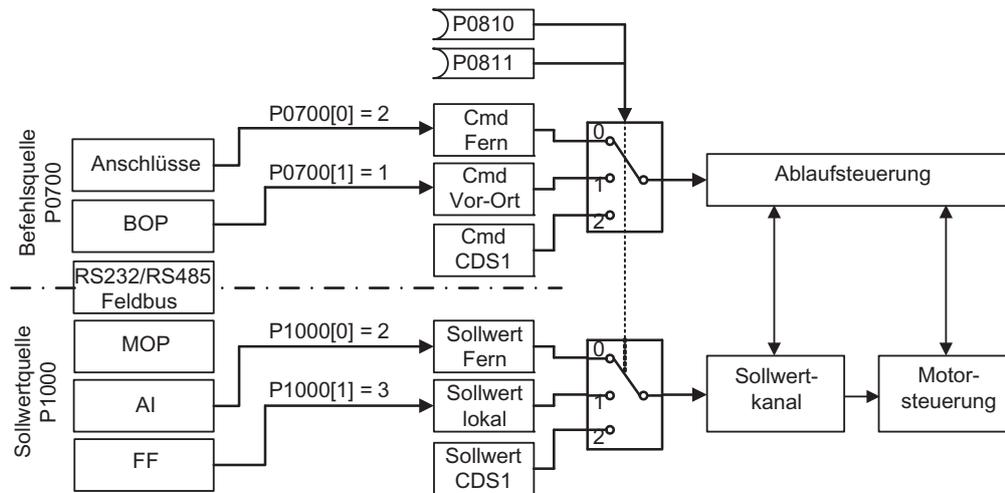


Bild 6-30 Umschalten mit Hilfe der BICO-Parameter P0810 und P0811

Eingangswerte

Tabelle 6- 29 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0700 = ...	Auswahl der Befehlsquelle 0: Werkseitige Standardeinstellung 1: BOP 2: Endgerät 4: USS an RS232 6: Feldbus (Standard, vom Typ des Frequenzumrichters abhängig)	
P0810 = ...	CDS Bit 0 (Hand/Auto) mögliche Quelle (0 = Standard): 722.x: Digitaleingänge 2032.15: USS an RS232 2036.15: USS an RS485 2090.15: Feldbus	
P0811 = ...	CDS Bit 1 mögliche Quelle (0 = Standard): 722.x: Digitaleingänge 2033.15: USS an RS232 2037.15: USS an RS485 2091.15: Feldbus	
P1000 = ...	Auswahl des Frequenzsollwertes 0: Kein Hauptsollwert 1: MOP-Sollwert 2: Anlagsollwert (Standard, vom Typ des Frequenzumrichters abhängig) 3: Festfrequenz 4: USS an RS232 6: Feldbus (Standard, vom Typ des Frequenzumrichters abhängig) 7: Anlagsollwert 2 10: Kein Hauptsollwert + MOP-Sollwert ... 77: Anlagsollwert 2 + Anlagsollwert 2	

6.9.5 FFB und Schnelle FFB

Daten

Parameterbereich:	P2800 bis P2890
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP4800 bis FP4830
Zykluszeit:	128 ms (FFB) 8 ms (Schnelle FFB)

Beschreibung

Bei vielen Anwendungen ist für die Steuerung des Umrichters eine Verriegelungslogik erforderlich. Diese Verriegelungslogik verbindet mehrere Zustände (z.B. Zugriffssteuerung, Zustand der Anlage/des Systems) zu einem Steuersignal (z.B. ON-Befehl). Früher wurde dies entweder mit einer PLC oder mit Relais implementiert. Das bedeutete zusätzliche Kosten für die Anlage oder das System. Zusätzlich zu logischen Operationen werden in zunehmendem Maße bei Umrichtern arithmetische Operationen und Speicherelemente benötigt, die aus mehreren physikalischen Größen eine neue Einheit generieren. Die vereinfachte PLC-Funktionalität wird mithilfe folgender Komponenten in den Umrichter integriert:

- Frei programmierbare Funktionsbausteine (FFB)
- Schnelle frei programmierbare Funktionsbausteine (Schnelle FFB)

Unterschiede zwischen FFB und Schnelle FFB

Die Funktionen FFB und Schnelle FFB arbeiten wie zwei voneinander unabhängige Funktionen, jedoch kann derselbe Baustein nicht in beiden Funktionen gleichzeitig verwendet werden.

Die Funktion FFB wird innerhalb der Zeitscheibe (Zykluszeit) von 128 ms aufgerufen. In der Funktion FBB können alle Bausteine verwendet werden. Folgenden Bausteine können nur innerhalb der Zeitscheibe von 128 ms verwendet werden:

- Zeitbausteine
- ADD-Bausteine
- SUB-Bausteine
- MUL-Bausteine
- DIV-Bausteine
- CMP-Bausteine

Die Funktion Schnelle FFB wird innerhalb der Zeitscheibe von 8 ms aufgerufen. Bei der Funktion Schnelle FBB sind nur die folgenden Bausteine verfügbar:

- UND-Bausteine
- ODER-Bausteine
- XOR-Bausteine
- NICHT-Bausteine
- Speicherglieder

Freigabe

FFB und Schnelle FFB werden in zwei Schritten freigegeben:

1. Allgemeine Freigabe P2800:

Die Funktion "FFB" wird über den Parameter P2800 ($P2800 = 1$) freigegeben.

Die Funktion "Schnelle FFB" wird über den Parameter P2803 ($P2803 = 1$) freigegeben.

2. Spezifische Freigabe P2801, P2802:

– FFB

Durch Verwendung des Parameters P2801 oder P2802 wird der betreffende Funktionsbaustein aktiviert ($P2801[x]$ oder $P2802[x] = 1...3$), wobei auch die Reihenfolge ihrer Abarbeitung definiert wird.

– Schnelle FFB

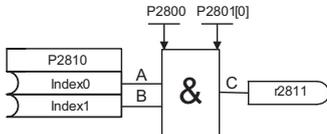
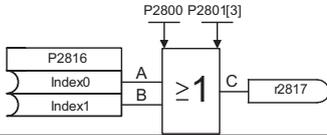
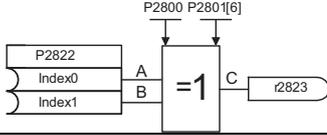
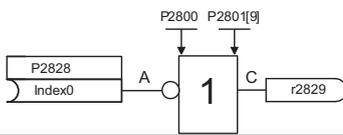
Durch Verwendung des Parameters P2801 wird der betreffende Funktionsbaustein aktiviert ($P2801[x] = 4...6$).

Priorität

Außerdem kann zur Anpassung an die Anwendung auch die zeitliche Reihenfolge gesteuert werden, in der die Bausteine ausgeführt werden. Dies ist besonders wichtig, damit die Bausteine in der technologisch richtigen Reihenfolge abgearbeitet werden. Die Parameter P2801 und P2802 werden für die individuelle Freigabefunktion verwendet und auch zur Definition der Priorität, gemäß der die Bausteine ausgeführt werden.

Es können folgende Prioritätsstufen zugewiesen werden:

- 0 = inaktiv
- 1 = Stufe 1 (FBB)
- 2 = Stufe 2 (FBB)
- 3 = Stufe 3 (FBB)
- 4 = Stufe 4 (Schneller FBB)
- 5 = Stufe 5 (Schneller FBB)
- 6 = Stufe 6 (Schneller FBB)

Parameter	Beschreibung	Einstellung															
P2810 = ...	AND 1 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1  <table border="1" data-bbox="662 448 837 548"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
A	B	C															
0	0	0															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
P2812 = ...	AND 2 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1																
P2814 = ...	AND 3 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1																
P2816 = ...	OR 1 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1  <table border="1" data-bbox="662 795 837 896"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
A	B	C															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	1															
P2818 = ...	OR 2 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1																
P2820 = ...	OR 3 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1																
P2822 = ...	XOR 1 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1  <table border="1" data-bbox="662 1142 837 1243"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	C	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
A	B	C															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															
P2824 = ...	XOR 2 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1																
P2826 = ...	XOR 3 Index: [0] = BI 0 , [1] = BI 1																
P2828 = ...	NOT 1 definiert die Eingabe von NOT 1  <table border="1" data-bbox="678 1512 805 1579"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	C	0	1	1	0										
A	C																
0	1																
1	0																
P2830 = ...	NOT 2 definiert die Eingabe von NOT 2																
P2832 = ...	NOT 3 definiert die Eingabe von NOT 2																

Parameter	Beschreibung	Einstellung																																										
P2834 = ...	<p>D-Speicherglied 1 Index: [0] = BI: gesetzt, [1] = BI: D-Eingabe, [2] = BI: Speicherimpuls, [3] = BI: Reset</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SET</th> <th>RESET</th> <th>D</th> <th>STORE</th> <th>Q</th> <th>Q̄</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>Q_{n-1}</td> <td>Q̄_{n-1}</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>↓</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>↓</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="4">POWER-ON</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	SET	RESET	D	STORE	Q	Q̄	1	0	x	x	1	0	0	1	x	x	0	1	1	1	x	x	Q _{n-1}	Q̄ _{n-1}	0	0	1	↓	1	0	0	0	0	↓	0	1	POWER-ON				0	1	
SET	RESET	D	STORE	Q	Q̄																																							
1	0	x	x	1	0																																							
0	1	x	x	0	1																																							
1	1	x	x	Q _{n-1}	Q̄ _{n-1}																																							
0	0	1	↓	1	0																																							
0	0	0	↓	0	1																																							
POWER-ON				0	1																																							
P2837 = ...	<p>D-Speicherglied 2 Index: [0] = BI: gesetzt, [1] = BI: D-Eingabe, [2] = BI: Speicherimpuls, [3] = BI: Reset</p>																																											
P2840 = ...	<p>RS-Speicherglied 1 Index: [0] = BI: gesetzt, [1] = BI: Reset</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SET</th> <th>RESET</th> <th>Q</th> <th>Q̄</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Q_{n-1}</td> <td>Q̄_{n-1}</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Q_{n-1}</td> <td>Q̄_{n-1}</td> </tr> <tr> <td colspan="2">POWER-ON</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	SET	RESET	Q	Q̄	0	0	Q _{n-1}	Q̄ _{n-1}	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	Q _{n-1}	Q̄ _{n-1}	POWER-ON		0	1																			
SET	RESET	Q	Q̄																																									
0	0	Q _{n-1}	Q̄ _{n-1}																																									
0	1	0	1																																									
1	0	1	0																																									
1	1	Q _{n-1}	Q̄ _{n-1}																																									
POWER-ON		0	1																																									
P2843 = ...	<p>RS-Speicherglied 2 Index: [0] = BI: gesetzt, [1] = BI: Reset</p>																																											
P2846 = ...	<p>RS-Speicherglied 3 Index: [0] = BI: gesetzt, [1] = BI: Reset</p>																																											
P2849 = ...	<p>Zeitgeber 1 definiert das Eingangssignal von Zeitgeber1</p>																																											

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2850 = ...	Verzögerungszeit von Zeitgeber 1 definiert die Verzögerungszeit von Zeitgeber 1	
P2851 = ...	Modus Zeitgeber 1 0: Einschaltverzögerung (Sek.) 1: Ausschaltverzögerung (Sek.) 2: Ein-/Ausschaltverzögerung (Sek.) 3: Pulsgenerator (Sek.) 10: Einschaltverzögerung (Min.) 11: Ausschaltverzögerung (Min.) 12: Ein-/Ausschaltverzögerung (Min.) 13: Pulsgenerator (Min.)	
P2854 = ...	Zeitgeber 2 definiert das Eingangssignal von Zeitgeber 2	
P2855 = ...	Verzögerungszeit von Zeitgeber 2 definiert die Verzögerungszeit von Zeitgeber 2	
P2856 = ...	Modus Zeitgeber 2 siehe P2851 für Modi	
P2859 = ...	Zeitgeber 3 definiert das Eingangssignal von Zeitgeber 3	
P2860 = ...	Verzögerungszeit von Zeitgeber 3 definiert die Verzögerungszeit von Zeitgeber 3	
P2861 = ...	Modus Zeitgeber 3 siehe P2851 für Modi	
P2864 = ...	Zeitgeber 4 definiert das Eingangssignal von Zeitgeber 4	
P2865 = ...	Verzögerungszeit von Zeitgeber 4 definiert die Verzögerungszeit von Zeitgeber 4	
P2866 = ...	Modus Zeitgeber 4 siehe P2851 für Modi	
P2869 = ...	ADD 1 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1 Result = $x_1 + x_2$ If: $x_1 + x_2 > 200\% \rightarrow \text{Result} = 200\%$ $x_1 + x_2 < -200\% \rightarrow \text{Result} = -200\%$	
P2871 = ...	ADD 2 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1	
P2873 = ...	SUB 1 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1 Result = $x_1 - x_2$ If: $x_1 - x_2 > 200\% \rightarrow \text{Result} = 200\%$ $x_1 - x_2 < -200\% \rightarrow \text{Result} = -200\%$	
P2875 = ...	SUB 2 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1	

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2877 = ...	<p>MUL 1 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p> <p>Result = $\frac{x1 * x2}{100\%}$ If: $\frac{x1 * x2}{100\%} > 200\% \rightarrow \text{Result} = 200\%$ $\frac{x1 * x2}{100\%} < -200\% \rightarrow \text{Result} = -200\%$</p>	
P2879 = ...	<p>MUL 2 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p>	
P2881 = ...	<p>DIV 1 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p> <p>Result = $\frac{x1 * 100\%}{x2}$ If: $\frac{x1 * 100\%}{x2} > 200\% \rightarrow \text{Result} = 200\%$ $\frac{x1 * 100\%}{x2} < -200\% \rightarrow \text{Result} = -200\%$</p>	
P2883 = ...	<p>DIV 2 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p>	
P2885 = ...	<p>CMP 1 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p> <p>Out = $x1 \geq x2$ $x1 \geq x2 \rightarrow \text{Out} = 1$ $x1 < x2 \rightarrow \text{Out} = 0$</p>	
P2887 = ...	<p>CMP 2 Index: [0] = CI 0, [1] = CI 1</p>	
P2889 = ...	<p>Festsollwert 1 in [%] -200 ... 200 %, Standard 0 %</p> <p>Connector Setting in %</p> <p>Range : -200% ... 200%</p>	
P2890 = ...	<p>Festsollwert 2 in [%] -200 ... 200 %, Standard 0 %</p>	

Ausgangswert

r2811	AND 1
r2813	AND 2
r2815	AND 3
r2817	OR 1
r2819	OR 2
r2821	OR 3
r2823	XOR 1
r2825	XOR 2
r2827	XOR 3
r2829	NOT 1
r2831	NOT 2
r2833	NOT 3
r2835	Q D-FF1
r2836	NOT-Q D-FF1
r2838	Q D-FF2
r2839	NOT-Q D-FF2
r2841	Q RS-FF1
r2842	NOT-Q RS-FF1
r2844	Q RS-FF2
r2845	NOT-Q RS-FF2
r2847	Q RS-FF3
r2848	NOT-Q RS-FF3
r2852	Zeitgeber 1
r2853	Nout Zeitgeber 1
r2857	Zeitgeber 2
r2858	Nout Zeitgeber 2
r2862	Zeitgeber 3
r2863	Nout Zeitgeber 3
r2867	Zeitgeber 4
r2868	Nout Zeitgeber 4
r2870	ADD 1
r2872	ADD 2
r2874	SUB 1
r2876	SUB 2
r2878	MUL 1
r2880	MUL 2
r2882	DIV 1
r2884	DIV 2
r2886	CMP 1
r2888	CMP 2

Beispiel 1

Freigabe der FFBs:	P2800 = 1
Freigabe eines einzelnen FFB mit Prioritätszuweisung:	
P2801[0] = 1	AND 1
P2801[1] = 2	AND 2
P2801[2] = 3	AND 3
P2802[12] = 2	CMP 1
P2802[13] = 3	CMP 2
Die FFBs werden in folgender Reihenfolge berechnet:	AND 3 → CMP 2 → AND 2 → CMP 1 → AND 1

Beispiel 2

Freigabe der FFBs:	P2800 = 1
Freigabe eines einzelnen FFB mit Prioritätszuweisung:	
P2801[3] = 2	OR 1
P2801[4] = 2	OR 2
P2802[3] = 3	Zeitgeber 4
P2801[0] = 1	AND 1
Die FFBs werden in folgender Reihenfolge berechnet:	Zeitgeber 4 → OR 1 → OR 2 → AND 1

Beispiel 3 – Schnelle FFB

Freigabe der Schnellen FFB:	P2803 = 1
Freigabe eines einzelnen Schnellen FFB mit Prioritätszuweisung:	
P2801[3] = 6	OR 1
P2801[4] = 5	OR 2
P2801[0] = 4	AND 1
Die schnellen FFB werden in folgender Reihenfolge berechnet:	OR 1 → OR 2 → AND 1

Die Funktionsblöcke werden mittels der BICO-Technik verschaltet. Dabei können die Funktionsblöcke sowohl miteinander als auch mit anderen Signalen und Größen verknüpft werden, sofern diese Signale oder Größen das richtige Attribut (BO, BI, CO und CI) aufweisen.

6.9.6 Wobbelgenerator

Daten

Parameterbereich:	P2940, P2945 - P2949 r2955
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP5110
Zykluszeit:	2 ms

Beschreibung

Der Wobbelgenerator führt durch Überlagerung des Sollwerts vordefinierte, regelmäßige Unterbrechungen durch, die technologischen Anwendungen in der Faserindustrie dienen. Sowohl der positive als auch der negative Impulssprung kann parametrierbar und die Wobbel-Funktion über ein permanentes Signal über P2940 aktiviert werden. Das Wobbel-Signal wird als zusätzlicher Sollwert zum Hauptsollwert hinzugefügt. Die Wobbel-Funktion ist nur aktiv, wenn der Sollwert erreicht wird. Beim Hoch- oder Auslaufen wird das Wobbel-Signal nicht hinzugefügt. Das Wobbel-Signal wird auch durch die Höchsthäufigkeit beschränkt.

Funktion

Der Wobbelgenerator kann über die unten aufgeführten Parameter gestartet und parametrisiert werden. Er ist unabhängig von der Sollwertrichtung, daher ist nur der Absolutwert relevant. Während der Sollwertänderung ist die Wobbel-Funktion inaktiv. Die Frequenzwerte der Wobbel-Funktionen werden durch die Höchsthäufigkeit (P1082) beschränkt. Wenn die Wobble-Funktion deaktiviert ist, wird das Wobble-Signal sofort auf 0 gesetzt.

Hinweis

Das Wobble-Signal ist blockiert bei

- Gleichstrombremsung
- Fangen
- Vdc-max-Regler aktiv
- I-max-Regler aktiv

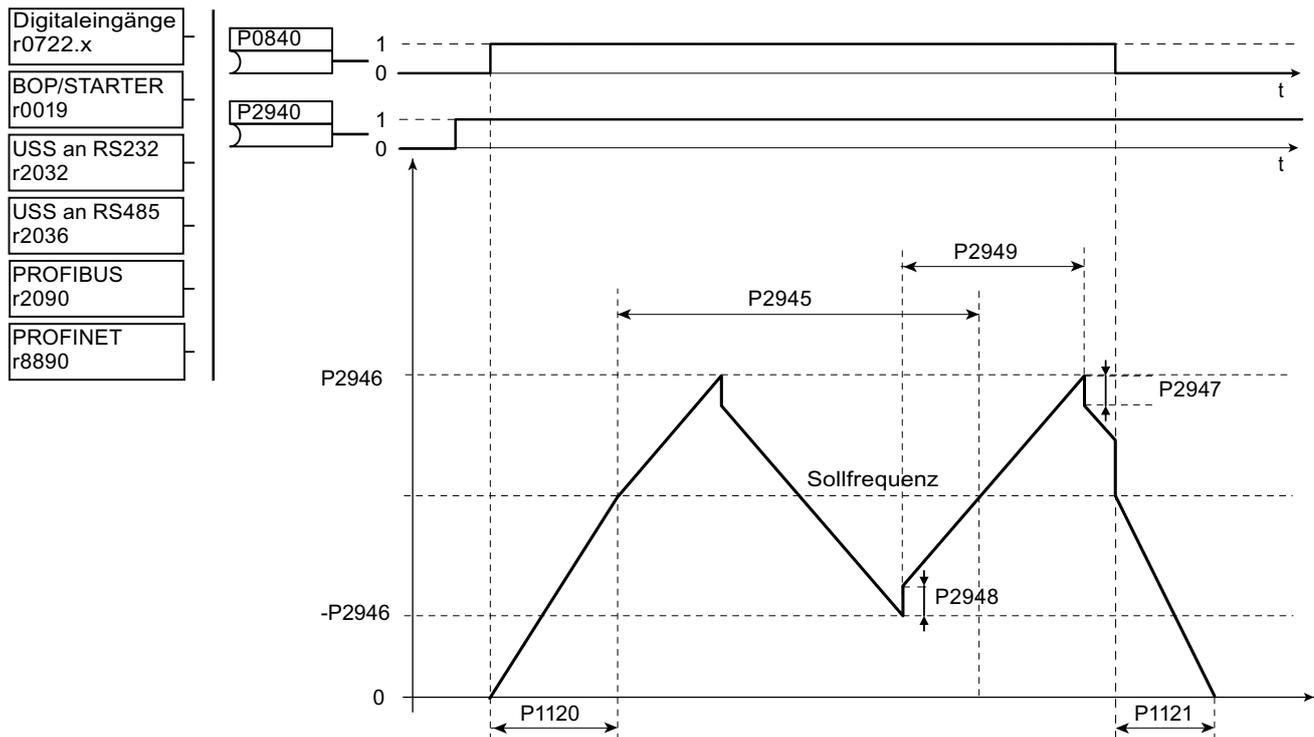


Bild 6-32 Wobbel-Funktion Störsignal

Eingangswerte

Tabelle 6- 31 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2940 = ...	Wobbel-Funktion freigeben Definiert die Quelle zur Freigabe der Wobbel-Funktion, z. B. DI oder ein beliebiger BO-Parameter (0 = Standard)	

Tabelle 6- 32 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2945 = ...	Signalfrequenz 0,1 ... 120 U/min, Standard 60 U/min: Dient zur Einstellung der Frequenz des Wobbel-Signals.	
P2946 = ...	Signalamplitude 0 ... 0,2, Standard 0: Dient zur Einstellung des Werts für die Amplitude des Wobbel-Signals.	
P2947 = ...	Negativer Wobbel-Impulssprung 0 ... 1, Standard 0: Dient zur Einstellung des Werts für den negativen Impulssprung am Ende der positiven Signalperiode.	
P2948 = ...	Positiver Wobbel-Impulssprung 0 ... 1, Standard 0: Dient zur Einstellung des Werts für den positiven Impulssprung am Ende der negativen Signalperiode.	
P2949 = ...	Signalimpulsbreite 0 ... 100 %, Standard 50 %: Dient zur Einstellung des Werts für die Impulsbreite des Wobbel-Signals.	

Ausgangswert

r2955	Wobbel-Funktion: Signalausgabe
-------	---------------------------------------

6.10 Regelungsfunktionen

6.10.1 Steuerung und Regelung - Übersicht

Überblick

Bei Umrichtern mit Induktions- und Synchronmotoren sind für die Drehzahl- und Drehmoment-Regelung verschiedene Steuer- und Regel-Techniken im Einsatz. Diese Techniken können grob wie folgt klassifiziert werden:

- Regelung mit U/f-Kennlinie (als U/f-Regelung bezeichnet)
- Feldorientierte Regelungstechnik (als Vektorregelung bezeichnet)

Die feldorientierte Regelungstechnik - Vektorregelung - kann ferner in zwei Gruppen unterteilt werden:

- Vektorregelung ohne Drehzahlrückführung (geberlose Vektorregelung (SLVC))
- Vektorregelung mit Drehzahlrückführung (Vektorregelung (VC))

Diese Techniken unterscheiden sich von einander sowohl bezüglich der Regelungsfähigkeit als auch bezüglich der technischen Komplexität, die sich ihrerseits infolge der mit einer bestimmten Anwendung zusammenhängenden Anforderungen ergeben. Für einfache Anwendungen (z.B. Pumpen und Lüfter) wird weitgehend die U/f-Regelung verwendet. Die Vektorregelung wird vorzugsweise für anspruchsvolle Anwendungen (z. B. Wickelmaschinen) eingesetzt, wo bezüglich Drehzahl und Drehmoment eine gute Regelung und gutes Verhalten in störungsbehafteter Umgebung erforderlich sind. Liegen diese Anforderungen auch im Bereich von 0 Hz bis etwa 1 Hz vor, dann ist die Drehzahl-/Drehmomentgenauigkeit ohne Geber nicht ausreichend. In diesem Fall muss Vektorregelung mit Drehzahlrückführung verwendet werden.

6.10.2 U/f-Regelung

Daten

Parameterbereich:	P1300 P1310 ... P1350
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP6100

Beschreibung

Die U/f-Kennlinie stellt die einfachste Regelungstechnik dar. Hier wird die Ständerspannung des Induktionsmotors bzw. Synchronmotors proportional zur Ständerfrequenz eingestellt. Dieses Verfahren hat sich in einem weiten Bereich von "grundlegenden" Anwendungen bewährt, wie

- Pumpen, Lüfter
- Motoren für Riemenantriebe

und für ähnliche Prozesse.

Das Ziel der U/f-Regelung besteht darin, den Magnetfluss Φ im Motor konstant zu halten. Dieser ist in einem solchen Fall dem Magnetisierungsstrom I_μ und dem Verhältnis zwischen Spannung U und Frequenz f proportional.

$$\Phi \sim I_\mu \sim U/f$$

Das von Induktionsmotoren gelieferte Drehmoment M ist dem Produkt (genauer: dem Vektorprodukt $\Phi \times I$) aus Magnetfluss und Strom proportional.

$$M \sim \Phi \cdot I$$

Zur Erzeugung des höchst möglichen Drehmoments mit einem gegebenen Strom muss der Magnetfluss konstant auf dem Nenwert gehalten werden. Das heißt, dass der Wert des Magnetisierungsstroms auch dann konstant sein muss, wenn die Ständerfrequenz sich ändert. Dies kann annähernd erreicht werden, wenn die Ständerspannung U proportional zur Statorfrequenz geändert wird. Die Regelung mit U/f-Kennlinie ist aus diesen Grundprinzipien abgeleitet.

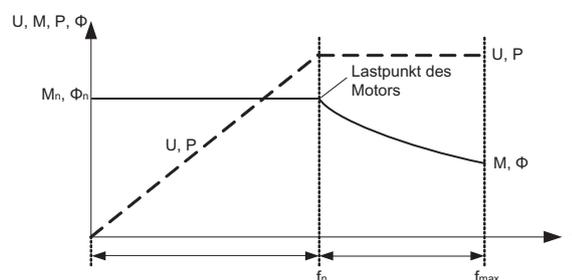
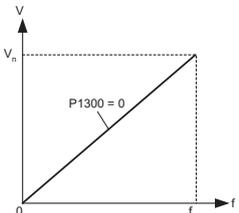
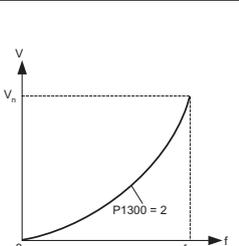
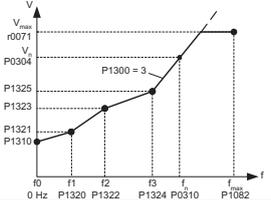


Bild 6-33 Betriebsbereiche und Kennlinien eines Induktionsmotors bei Speisung aus einem Umrichter

Es gibt mehrere Varianten der U/f-Kennlinie, wie in nachstehender Tabelle gezeigt.

Tabelle 6- 33 U/f-Kennlinien (Parameter P1300)

Parameter wert	Bedeutung	Verwendung / Eigenschaft
0	Lineare Kennlinie	Standardfall 
1	FCC	Kann ein effizienteres und besseres Lastverhalten bewirken, als andere U/f-Modi, da die FCC-Kennlinie die Spannungsverluste durch den Ständerwiderstand bei statischen (stationären) oder dynamischen Belastungen automatisch ausgleicht (Magnetstromregelung FCC). Dies kommt insbesondere bei kleinen Motoren zum Tragen, da diese einen relativ hohen Ständerwiderstand haben.
2	Quadratische Kennlinie	Diese Kennlinie berücksichtigt die Drehmomentkennlinie der Motorlast (z.B. Ventilator/Pumpe): a) Quadratische Kennlinie (f^2 -Kennlinie) b) Energiesparend, da die geringere Spannung auch zu geringeren Strömen und Verlusten führt. 
3	Programmierbare Kennlinie	Kennlinie, die das Drehmomentverhalten des Motors / der angetriebenen Last berücksichtigt (z.B. Synchronmotor). 
5	Anwendungsanpassung	Diese Kennlinie berücksichtigt die besonderen technologischen Gesichtspunkte einer Anwendung (z.B. in der Textiltechnik), a) wobei die Strombegrenzung (I-max-Regler) nur die Ausgangsspannung und nicht die Ausgangsfrequenz beeinflusst, und b) durch Sperren der Schlupfkompensation.
6	Anwendungsanpassung mit FCC	Diese Kennlinie berücksichtigt die besonderen technologischen Gesichtspunkte einer Anwendung (z. B. in der Textiltechnik), a) wobei die Strombegrenzung (I-max-Regler) nur die Ausgangsspannung und nicht die Ausgangsfrequenz beeinflusst, und b) durch Sperren der Schlupfkompensation.
19	Unabhängige Spannungseingabe	Der Anwender kann die Ausgangsspannung des Umrichters unabhängig von der Frequenz eingeben, wobei ein BICO-Parameter P1330 über die Schnittstellen (z.B. Analogeingang → P1330 = 755) verwendet wird.

Eingangswerte

Tabelle 6- 34 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1300 = ...	Regelungsart 0: U/f mit linearer Kennlinie (Standard) 1: U/f mit FCC 2: U/f mit quadratischer Kennlinie 3: U/f mit programmierbarer Kennlinie 4: reserviert 5: U/f für Textilanwendungen 6: U/f mit FCC für Textilanwendungen 19: U/f-Steuerung mit unabhängigem Spannungssollwert 20: Geberlose Vektorregelung 21: Vektorregelung mit Geber 22: Geberlose Drehmoment-Vektorregelung 23: Drehmoment-Vektorregelung mit Geber	
P1335 = ...	Schlupfkompensation 0 ... 600 %, Standard 0 %	

Tabelle 6- 35 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1310 = ...	Kontinuierliche Spannungsanhebung 0 ... 250 %, Standard 50 %	
P1311 = ...	Beschleunigungsanhebung 0 ... 250 %, Standard 0 %	
P1312 = ...	Anlaufanhebung 0 ... 250 %, Standard 0 %	
P1316 = ...	Endfrequenz Spannungsanhebung 0 ... 100 Hz, Standard 20 Hz	
P1320 = ...	Programmierbare U/f Frequ.-Koord. 1 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1321 = ...	Programmierbare U/f Spann.-Koord. 1 0 ... 3000 V, Standard 0 V	
P1322 = ...	Programmierbare U/f Frequ.-Koord. 2 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1323 = ...	Programmierbare U/f Spann.-Koord. 2 0 ... 3000 V, Standard 0 V	
P1324 = ...	Programmierbare U/f Frequ.-Koord. 3 0 ... 650 Hz, Standard 0 Hz	
P1325 = ...	Programmierbare U/f Spann.-Koord. 3 0 ... 3000 V, Standard 0 V	
P1330 = ...	Spannungssollwert	
P1333 = ...	Startfrequenz für FCC 0 ... 100 Hz, Standard 10 Hz	
P1334 = ...	Aktivierungsbereich Schlupfkompensation 1 ... 20 Hz, Standard 6 Hz	

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1336 = ...	Schlupfbegrenzung 0 ... 600 %, Standard 250 %	
P1338 = ...	Resonanzdämpfung Verstärkung U/f 0 ... 10, Standard 0	
P1340 = ...	I_{max} Regler Prop. Verstärkung 0 ... 0,499; Standard 0	
P1341 = ...	I_{max} Regler Integrationszeit 0 ... 50 s, Standard 0,3 s	
P1345 = ...	I_{max} Spann.-Regler Prop. Verstärkung 0 ... 5,499; Standard 0,250	
P1346 = ...	I_{max} Spann.-Regler Integrationszeit 0 ... 50 s, Standard 0,3 s	
P1350 = ...	Sanfter Spannungsaufbau 0: OFF (Standard) 1: ON	

Ausgangswert

r1315	Gesamt-Anhebungsspannung
r1337	U/f-Schlupffrequenz
r1343	Frequenzausgang I_{max}-Regler Zeigt die effektive Frequenzgrenze des Umrichters an. Wenn der I-max-Regler nicht aktiv ist, zeigt der Parameter normalerweise die maximale Frequenz P1082 an.
r1334	I-max-Regler Ausgangs- Spannung Zeigt den Betrag an, um den der I-max-Regler die Umrichter-Ausgangsspannung reduziert.

6.10.2.1 Spannungsanhebung

Daten

Parameterbereich:	P1310 ... P1312 r0056 Bit 05
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP6100

Beschreibung

Die U/f-Kennlinien liefern bei niedrigen Ausgangsfrequenzen nur eine niedrige Ausgangsspannung. Der ohmsche Widerstand der Ständerwicklung spielt bei niedrigen Frequenzen eine Rolle; diese werden jedoch bei der Bestimmung des Motormagnetflusses bei der U/f-Steuerung vernachlässigt. Das bedeutet, dass die Ausgangsspannung zu niedrig sein kann, um:

- die Magnetisierung eines Asynchronmotors herzustellen,
- die Last zu halten,
- die Verluste im System auszugleichen (ohmschen Verluste in den Wicklungswiderständen) oder
- ein Losbrech-/ Beschleunigungs-/ Bremsmoment aufzubringen.

Beim Umrichter kann die Ausgangsspannung mit Hilfe der Parameter angehoben werden, die in nachstehender Tabelle aufgeführt sind.

Hinweis

Die Motortemperatur wird insbesondere bei geringen Frequenzen infolge der Spannungsanhebung zusätzlich erhöht (Motorüberhitzung)!

Der Spannungswert bei 0 Hz wird durch das Produkt aus Motornennstrom P0305, Ständerwiderstand P0350 und den entsprechenden Parametern P1310 ... P1312 bestimmt.

Wenn ein falscher Ständerwiderstand verwendet wird, entspricht der an den Motor angelegte Strom nicht dem in P1310 ... P1312 angegebenen Strom. Dies kann Überstrom verursachen (F0001).

Sehr starke Spannungsanhebungen können bei niedrigen Frequenzen wegen des I_{max}-Reglers zu einem Blockieren des Motors führen (sehr starke Spannungsanhebung kann zu Störung aufgrund von Überstrom führen).

Tabelle 6- 36 Spannungsanhebung

Parameter	Spannungsanhebung	Erläuterung
P1310	Konstante Spannungsanhebung	<p>Die Spannungsanhebung ist über den gesamten Frequenzbereich wirksam, wobei der Wert bei hohen Frequenzen kontinuierlich abnimmt.</p>
P1311	Spannungsanhebung beim Beschleunigen oder Bremsen	<p>Die Spannungsanhebung ist nur beim Beschleunigen oder Bremsen wirksam.</p>

Parameter	Spannungsanhebung	Erläuterung
P1312	Spannungsanhebung beim Anlauf	<p>Die Spannungsanhebung ist nur bei erstmaligem Beschleunigen (vom Stillstand) wirksam.</p> <p>Lineare U/f</p> <p>Vmax</p> <p>Vn (P0304)</p> <p>VConBoost,100</p> <p>Ist-VBoost</p> <p>Ausgangs-spannung</p> <p>Normale U/f (P1300 = 0)</p> <p>VConBoost,50</p> <p>0</p> <p>fBoost,end (P1316)</p> <p>fn (P0310)</p> <p>fmax (P1082)</p> <p>f</p>

Eingangswerte

Tabelle 6- 37 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1310 = ...	Kontinuierliche Spannungsanhebung 0 ... 250 %, Standard 50 %: Definiert die Anhebungsstufe bezogen auf den Motornennstrom (P0305).	
P1312 = ...	Anlaufanhebung 0 ... 250 %, Standard 0 %: Wendet einen konstanten linearen Offset bezogen auf den Motorstrom (P0305) an.	

Tabelle 6- 38 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1311 = ...	Beschleunigungsanhebung 0 ... 250 %, Standard 0 %: Wendet die Anhebung bezogen auf den Motornennstrom (P0305) an.	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r0056 Bit 5	Status der Motorregelung - Anlaufanhebung aktiv

6.10.2.2 Schlupfkompensation

Daten

Parameterbereich:	P1335
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP6100

Beschreibung

Bei der Betriebsart mit U/f-Kennlinie ist die Motorfrequenz immer um die Schlupffrequenz f_s kleiner als die Umrichter Ausgangsfrequenz. Wird die Last bei konstanter Ausgangsfrequenz erhöht (Lasterhöhung von M1 auf M2), dann erhöht sich der Schlupf und die Motorfrequenz nimmt (von f_1 auf f_2) ab. Dieses für einen Induktionsmotor typische Verhalten kann mit Hilfe der Schlupfkompensation P1335 ausgeglichen werden. Diese verhindert einen durch die Last verursachten Drehzahlabfall durch Erhöhen der Umrichter Ausgangsfrequenz (siehe nachstehende Abbildung).

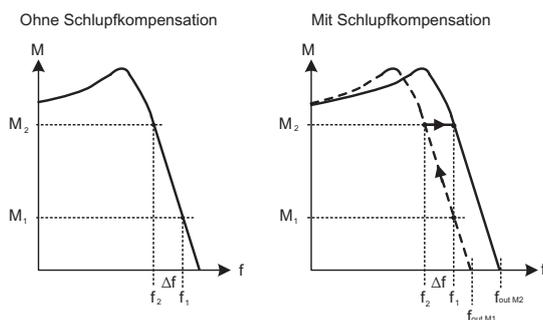


Bild 6-34 Schlupfkompensation

Eingangswerte

Tabelle 6- 39 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1335 = ...	Schlupfkompensation 0 ... 600 %, Standard 0 %	

6.10.2.3 U/f-Resonanzdämpfung

Daten

Parameterbereich:	P1338
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

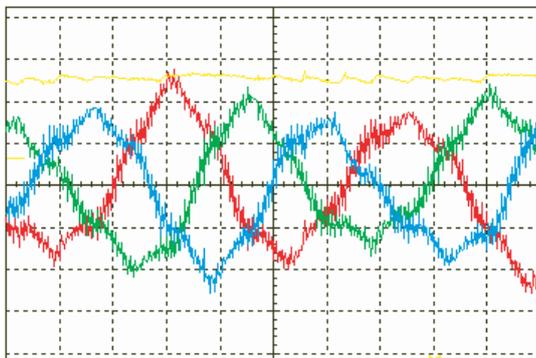
Resonanzeffekte führen zu einem erhöhten Geräuschpegel und können auch das mechanische System beschädigen oder zerstören. Solche Resonanzeffekte können auftreten bei:

- Getriebemotoren
- Reluktanzmotoren
- Großen Motoren
(geringer Ständerwiderstand → geringe elektrische Dämpfung)

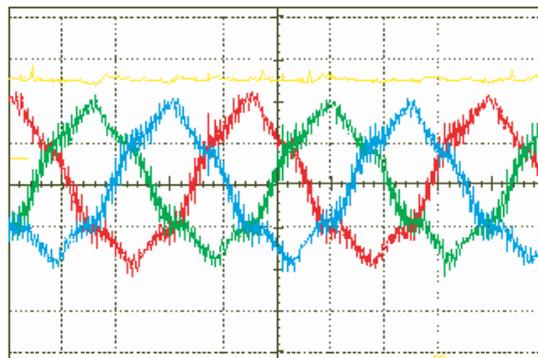
Die U/f-Resonanzdämpfungsfunktion arbeitet, sofern sie aktiviert ist, zwischen 6 % und 80 % der Motornennfrequenz.

Im Gegensatz zu der Funktion "Frequenzausblendung" und den Parametern P1091 bis P1094, bei der die Resonanzfrequenz möglichst schnell durchfahren wird, werden bei der U/f-Resonanzdämpfung (P1338) die Resonanzeffekte aus regelungstechnischer Sicht gedämpft. Der Vorteil dieser Funktion besteht darin, dass durch Anwendung der aktiven Dämpfung ein Betrieb im Resonanzbereich möglich ist.

Die U/f-Resonanzdämpfung wird über den Parameter P1338 aktiviert und eingestellt. Dieser Parameter stellt einen Verstärkungsfaktor dar, der ein Maß für die Dämpfung der Resonanzfrequenz ist. Das nachstehende Oszillogramm zeigt die Auswirkung der Funktion "Resonanzdämpfung", wobei ein Reluktanzmotor mit Getriebe als Beispiel verwendet wird. Es sind die Phasenausgangsströme für eine Ausgangsfrequenz von 45 Hz dargestellt.



Ohne U/f-Resonanzdämpfung (P1338 = 0)



U/f-Resonanzdämpfung aktiviert (P1338 = 1)

Bild 6-35 Resonanzdämpfung

Eingangswerte

Tabelle 6- 40 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1338 = ...	Resonanzdämpfung Verstärkung U/f 0 ... 10, Standard 0: Dient zur Skalierung von di/dt des Wirkstroms.	

6.10.2.4 U/f-Regelung mit FCC

Daten

Parameterbereich:	P1300, P1333
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Die Umrichter verfügen über eine Strommessfunktion, welche die präzise Ermittlung des Ausgangsstroms bezogen auf die Motorspannung ermöglicht. Diese Messung gewährleistet, dass der Ausgangsstrom in eine Lastkomponente und eine Magnetisierungskomponente unterteilt wird. Durch Verwendung dieser Unterteilung kann der Magnetfluss des Motors gesteuert und entsprechend den vorliegenden Bedingungen in geeigneter Weise angepasst und optimiert werden.

Der FCC-Betrieb wird nur aktiviert, nachdem die FCC-Anfangsfrequenz P1333 überschritten wurde. Die FCC-Anfangsfrequenz P1333 wird als Prozentanteil an der Motornennfrequenz P0310 eingegeben. Bei einer Motornennfrequenz von 50 Hz und einer Werkseinstellung von P1333 = 10 % ergibt sich eine FCC-Anfangsfrequenz von 5 Hz. Die FCC-Anfangsfrequenz darf nicht zu tief gewählt werden, da dies einen negativen Einfluss auf die Regelkennlinie hat und zu Schwingungen und Systeminstabilität führen kann.

Die Steuerungsart "U/f mit FCC" (P1300 = 1) hat sich in zahlreichen Anwendungen bewährt. Sie hat gegenüber der Standard-U/f-Steuerung folgende Vorteile:

- Höherer Motorwirkungsgrad
- Verbesserte Stabilitätseigenschaften
 - Verbessertes Störungs- / Führungsverhalten
 - Verbesserte Reaktion auf Störungen/Steuersignale.

Hinweis

Im Gegensatz zur Vektorregelung mit/ohne Drehzahlgeber (VC/SLVC) ist es bei der U/f-Steuerung mit FCC nicht möglich, das Motordrehmoment direkt zu beeinflussen. Dadurch kann das Kippen des Motors auch bei "U/f mit FCC" nicht in allen Fällen verhindert werden.

Es kann eine Verbesserung des Einschwingverhaltens und des Motorwirkungsgrades im Vergleich zu der U/f-Steuerung mit FCC bei Anwendung der Vektorregelung mit/ohne Drehzahlgeber erwartet werden.

Eingangswerte

Tabelle 6- 41 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1300 = ...	Regelungsart 0: U/f mit linearer Kennlinie (Standard) 1: U/f mit FCC 2: U/f mit quadratischer Kennlinie 3: U/f mit programmierbarer Kennlinie 4: reserviert 5: U/f für Textilanwendungen 6: U/f mit FCC für Textilanwendungen 19: U/f-Steuerung mit unabhängigem Spannungssollwert 20: Geberlose Vektorregelung 21: Vektorregelung mit Geber 22: Geberlose Drehmoment-Vektorregelung 23: Drehmoment-Vektorregelung mit Geber	
P1333 = ...	Startfrequenz für FCC 0 ... 100 %, Standard 10 %: Definiert die Startfrequenz, bei der FCC als [%] der Motornennfrequenz (P0310) aktiviert wird.	

6.10.2.5 Strombegrenzung (Imax-Regler)

Daten

Parameterbereich:	P1340 ... P1346 r0056 Bit 13
Warnungen:	A0501
Fehler:	F0001
Funktionsplannummer:	FP6100

Beschreibung

Im Betrieb mit U/f-Kennlinie weist der Umrichter einen Strombegrenzungsregler auf, um Überlastungen zu vermeiden (I-max-Regler, siehe nachstehende Abbildung). Dieser Regler schützt den Umrichter und den Motor gegen Dauerüberlastung, indem er automatisch die Umrichter-Ausgangsfrequenz um $f_{I_{max}}$ (r1343) oder die Umrichter-Ausgangsspannung um $U_{I_{max}}$ (r1344) herabsetzt.. Durch Reduzierung der Frequenz und anschließend der Spannung wird die Beanspruchung des Umrichters verringert, und er wird gegen Dauerüberlast und Beschädigung geschützt.

Wenn ein Power Module (PM250, PM260 oder G120D) mit Rückspeisung angeschlossen wird und sich der Motor im Wechselrichterbetrieb befindet (r0032 < 0), erhöht sich die Frequenz.

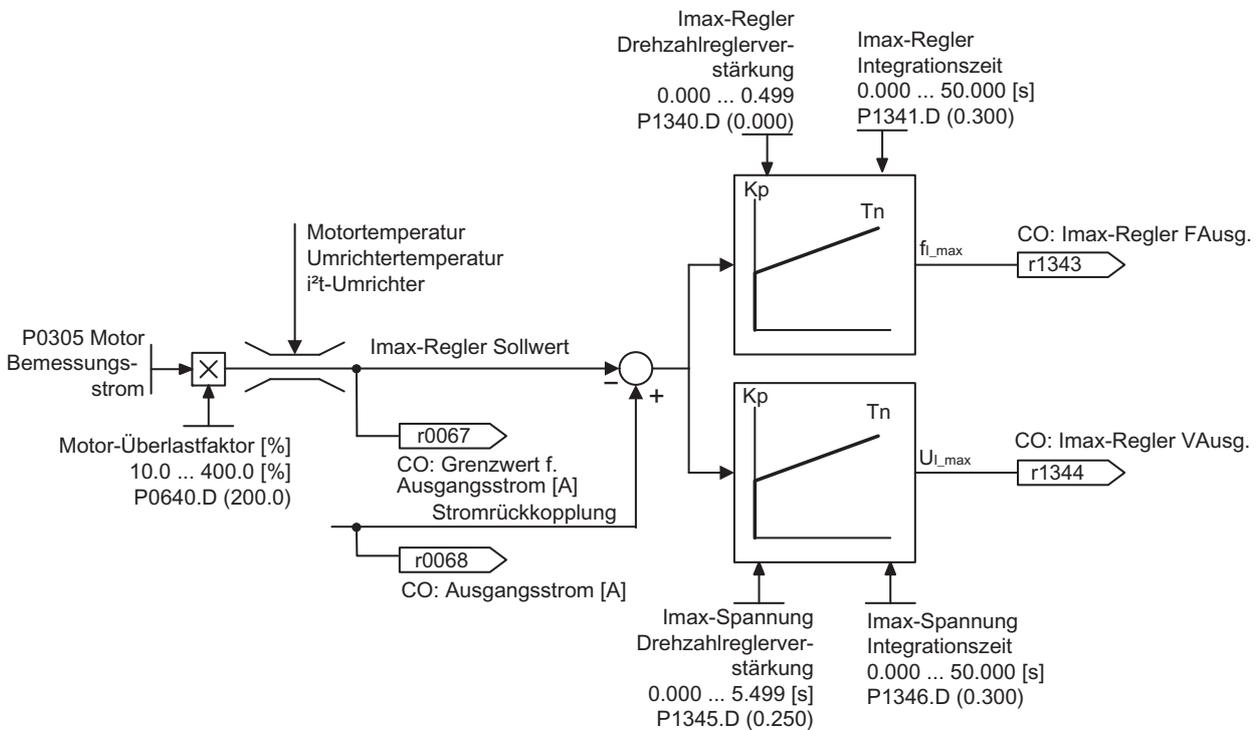


Bild 6-36 I-max-Regler

Hinweis

Die Umrichterbelastung wird nur verringert, wenn die Frequenz bei verringerter Last und geringeren Drehzahlen herabgesetzt wird (z.B. quadratische Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie der Motorlast).

Im Wechselrichterbetrieb nimmt der Strom nur ab, wenn das Moment bei einer höheren Frequenz abnimmt.

Eingangswerte

Tabelle 6- 42 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1340 = ...	I-max-Regler Proportionalverstärkung 0 ... 0,499; Standard 0: Proportionalverstärkung des I-max-Reglers	
P1341 = ...	I-max-Regler Nachstellzeit 0 ... 50 s, Standard 0,3 s: Nachstellzeitkonstante des I-max-Reglers 0 : Der I-max-Regler ist AUS	
P1345 = ...	I-max-Spannungsregler Proportionalverstärkung 0 ... 5,499; Standard 0,250: Proportionalverstärkung des I-max-Spannungsreglers	
P1346 = ...	I-max-Spannungsregler Nachstellzeit 0 ... 50 s, Standard 0,3 s: Nachstellzeitkonstante des I-max-Spannungsreglers	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r0056 Bit13	Status der Motorregelung – I-max-Regler aktiv/Drehmomentgrenze erreicht
r1343	Frequenzausgang I-max-Regler Zeigt die effektive Frequenzgrenze des Umrichters an. Wenn der I-max-Regler nicht aktiv ist, zeigt der Parameter normalerweise die maximale Frequenz P1082 an.
r1344	I-max-Regler Ausgangs- Spannung Zeigt den Betrag an, um den der I-max-Regler die Umrichter-Ausgangsspannung reduziert.

6.10.3 Vektorregelung

Beschreibung

Feldorientierte Regelungstechnik (als Vektorregelung bezeichnet) trägt im Vergleich zur U/f-Regelung erheblich zur Verbesserung der Drehmomentregelung bei. Das Prinzip der Vektorregelung beruht auf der Tatsache, dass für eine bestimmte Belastung oder ein benötigtes Drehmoment der erforderliche Motorstrom bezüglich des Motormagnetflusses so aufgeprägt wird, dass das geeignete Drehmoment entsteht. Wird der Ständerstrom in einem umlaufenden Koordinatensystem emuliert, das mit dem Läuferfluss Φ gekoppelt ist, dann kann er in die Magnetisierungsstromkomponente i_d aufgeteilt werden, die mit dem Motormagnetfluss phasengleich ist, und in eine das Drehmoment erzeugende Stromkomponente i_q , die senkrecht zu dem Läuferfluss verläuft. Diese Komponenten werden korrigiert, indem sie ihren Sollwerten im Stromregler nachgeführt werden, wofür eigene PI-Regler verwendet werden, und sie sind im stationären Betrieb gleiche Größen.

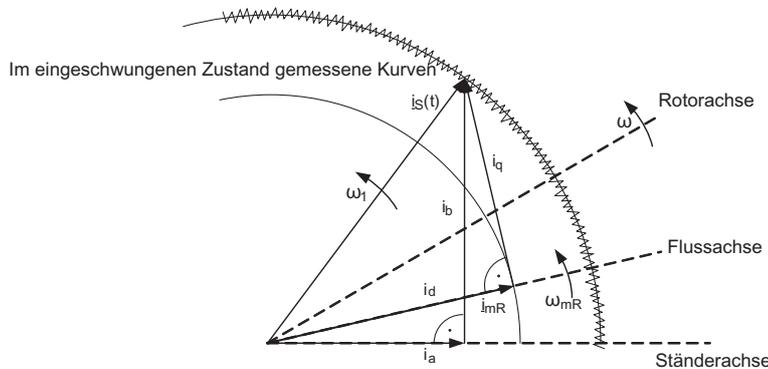


Bild 6-37 Strom-Vektor-Diagramm im stationären Zustand

Im stationären Zustand ist die Magnetisierungskomponente i_d dem Magnetfluss Φ und das Drehmoment dem Produkt aus i_d und i_q proportional.

$$M \sim \Phi \cdot i_q$$

$$\Phi \sim i_{d,stat}$$

$$M \sim i_d \cdot i_q$$

Gegenüber der U/f-Steuerung hat die Vektorregelung folgende Vorteile:

- Stabilität bei Last- und Sollwertänderungen
- Kurze Anstiegszeiten bei Sollwertänderungen (→ besseres Regelverhalten)
- Kurze Anstiegszeiten bei Laständerungen (→ besseres Geräusch-/Störungsverhalten)
- Beschleunigen und Bremsen sind mit einstellbarem Maximaldrehmoment möglich
- Der Motor und die angetriebene Maschine sind sowohl im motorischen als auch im generatorischen Betrieb durch die einstellbare Drehmomentbegrenzung geschützt
- Das Antriebs- und das Bremsmoment werden unabhängig von der Drehzahl geregelt
- Bei der Drehzahl 0 ist volles Drehmoment möglich.

Diese Vorteile werden unter bestimmten Umständen bereits ohne Verwendung der Drehzahlrückführung erreicht.

Die Vektorregelung ist deshalb sowohl mit als auch ohne Drehzahlgeber einsetzbar.

Folgende Kriterien bilden die Grundlage dafür, wann ein Drehzahl-Istwertgeber erforderlich ist:

- Es wird hohe Drehzahlgenauigkeit gefordert
- Bezüglich des dynamischen Verhaltens bestehen hohe Anforderungen
 - Verbessertes Regelverhalten
 - Verbesserte Störfestigkeit.
- Das Drehmoment soll über einen Bereich von mehr als 1:10 geregelt werden
- Bei Drehzahlen unterhalb von ca. 10 % der Motornennfrequenz P0310 soll ein definiertes und/oder ein sich änderndes Drehmoment aufrecht erhalten werden.

Bei der Eingabe eines Sollwertes ist die Vektorregelung (siehe nachstehende Tabelle) unterteilt in:

- Drehzahlregelung und
- Drehmoment-/Stromregelung (bezeichnet als: Drehmomentregelung).

Tabelle 6- 43 Varianten der Vektorregelung

Vektorregelung	ohne Geber	mit Geber
Drehzahlregelung	P1300 = 20 und P1501 = 0	P1300 = 21 und P1501 = 0
Drehmomentregelung	P1300 = 22 oder	P1300 = 23 oder
	P1300 = 20 und P1501 = 1	P1300 = 21 und P1501 = 1

Bei Verwendung der Drehzahlregelung ist die Drehmomentregelung sekundär. Diese Art einer kaskadierten Regelung hat sich in der Praxis bezüglich Inbetriebnahme und verbesserter Transparenz bewährt.

6.10.3.1 Vektorregelung ohne Drehzahlgeber

Daten

Parameterbereich:	P1400 bis P1780
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP7000

Beschreibung

Bei Anwendung der Vektorregelung ohne Drehzahlgeber (SLVC) müssen die Lage des Magnetfeldes und die Istfrequenz anhand des Motormodells bestimmt werden.

 **VORSICHT**

Wenn z.B. aufgrund einer Motorüberlast der Umrichter die Ausrichtung verliert. Ein Abschalten mit einem OFF1- oder OFF3-Befehl ist nicht möglich. In diesem Fall ist es erforderlich, einen OFF2-Befehl auszulösen oder die Impulse mit P0054.3 zu sperren.

In diesem Fall wird das Modell durch die zugänglichen Ströme und Spannungen unterstützt. Bei geringen Frequenzen (um 0 Hz) ist das Modell nicht in der Lage, die Drehzahl zu ermitteln. Da das Modell die Drehzahl um 0 Hz nicht bestimmen kann und wegen der Unsicherheit der Modellparameter und der Messungenauigkeit erfolgt hier das Umschalten von geregelterm auf gesteuerten Betrieb in diesem Bereich.

Der Wechsel zwischen geregelterm und gesteuertem Betrieb wird mittels der Zeit- und Frequenzbedingungen gesteuert (P1755, P1756, P1758) (siehe nachstehende Abbildungen). Das System wartet die Zeitbedingung nicht ab, wenn der Frequenzsollwert am Rampenfunktionsgeneratoreingang und der Frequenz-Istwert gleichzeitig unter $f_{\text{gesteuert}}$ liegen.

$$f_{\text{open loop}} = P1755 \text{ [Hz]} * \frac{P1756 \text{ [\%]}}{100 \text{ [\%]}}$$

Beispiel für $f_{set} < 0,5 \times f_{gesteuert}$ und $f_{ist} > f_{gesteuert}$

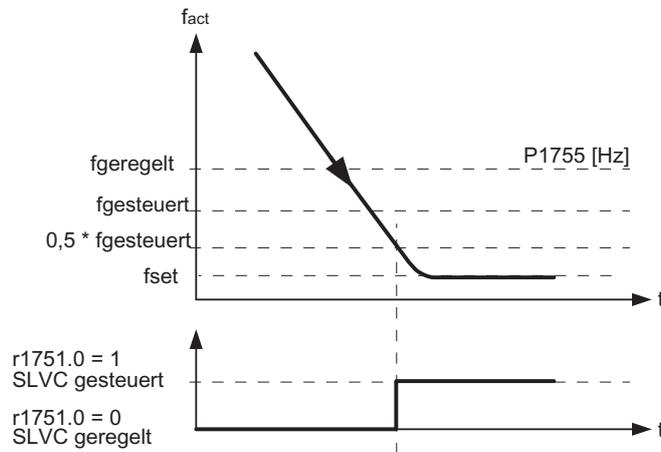


Bild 6-38 Umschaltbedingung während der Auslaufphase für SLVC

Es erfolgt ein Wechsel der Betriebsart von Steuerung zu Regelung in Abhängigkeit von den Zeit- und Frequenzbedingungen (P1755, P1756, P1759, siehe nachstehende Abbildung). Die in P1759 eingestellte Zeit wird ignoriert, wenn die Istfrequenz den Wert von P1755 überschreitet.

Beispiel für $f_{set} > f_{geregelt}$ und $f_{ist} > f_{gesteuert}$

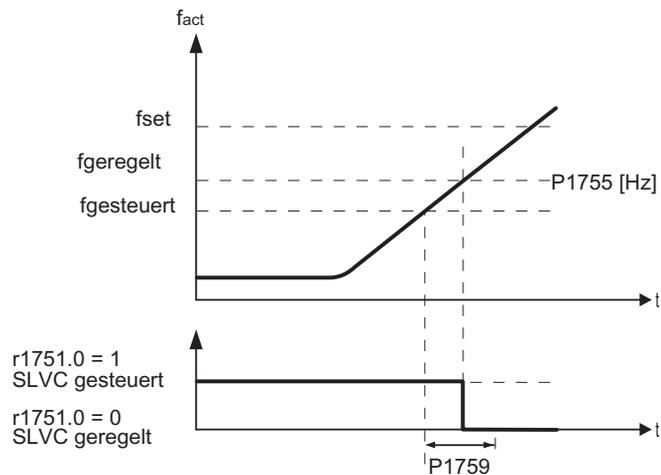


Bild 6-39 Umschaltbedingung während der Anlaufphase für SLVC

Beispiel für Umschaltbedingung während der Anlaufphase bis zu einem negativen Sollwert: $|f_{setz}| > 0,5 \times f_{gesteuert}$

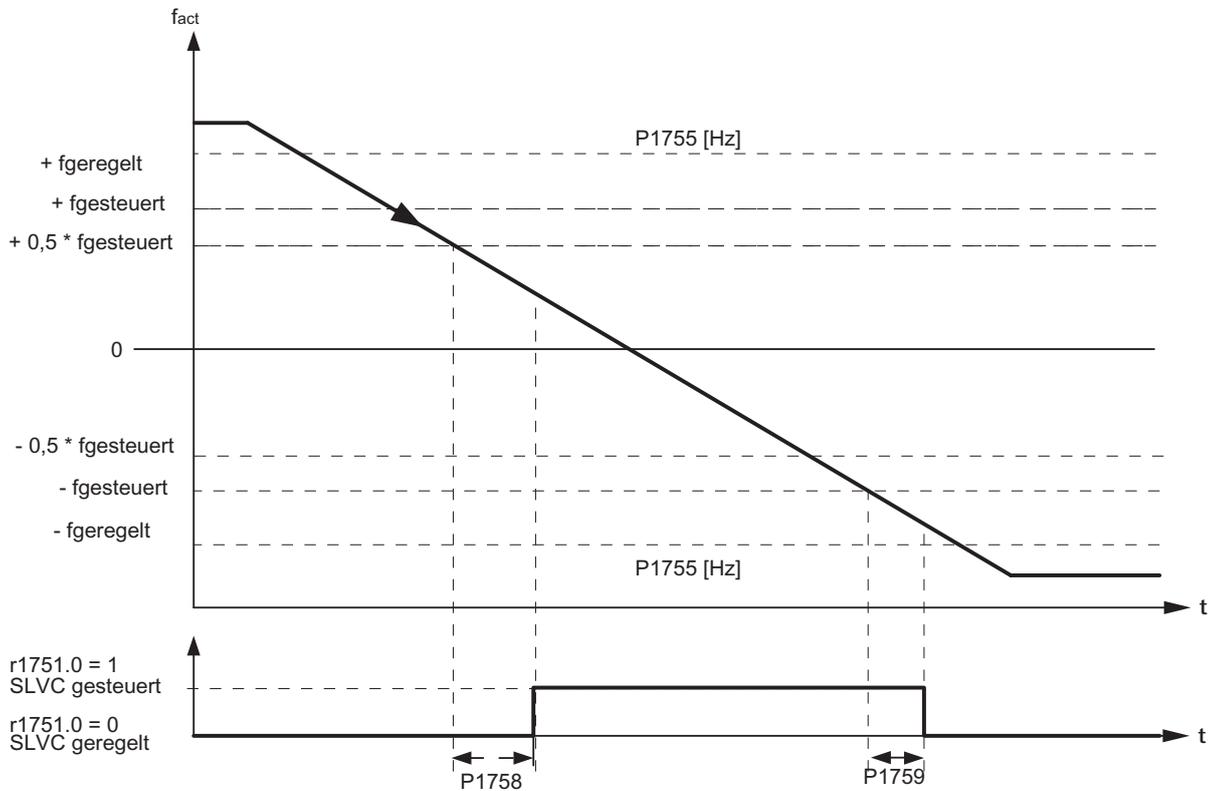


Bild 6-40 Umschaltbedingung während der Auslaufphase bis zu einem negativen Sollwert für SLVC

Hinweis

Im gesteuerten Betrieb ist der Drehzahlwert mit dem Sollwert identisch. Bei schwebenden Lasten oder beim Beschleunigen müssen die Parameter P1610 (Dauerhafte Drehmomentanhebung) und P1611 (Drehmomentanhebung beim Beschleunigen) verändert werden, damit der Motor das stationäre und/oder dynamische Lastmoment liefern kann. Wird P1610 auf 0 % eingestellt, dann wird bei einem Wert von 100 % des Motornennstroms P0305 lediglich der Magnetisierungsstrom r0331 aufgeprägt. Damit der Motor beim Beschleunigen nicht kippt, kann p1611 erhöht werden, oder es kann die Beschleunigungs-Vorsteuerung für den Drehzahlregler verwendet werden. Gleiches ist auch zweckmäßig, um eine thermische Überlastung des Motors bei geringen Drehzahlen zu verhindern.

Für die Vektorregelung ohne Drehzahl-Istwertgeber besitzt der Umrichter im unteren Frequenzbereich die folgenden herausragenden Merkmale gegenüber anderen Drehstrom-Umrichtern:

- Geregelter Betrieb bis herab auf ≈ 1 Hz
- Kann im geregelten Betrieb starten (unmittelbar nach dem Einschalten des Motors)
- Durchfahren des niederfrequenten Bereichs (0 Hz) im geregelten Betrieb

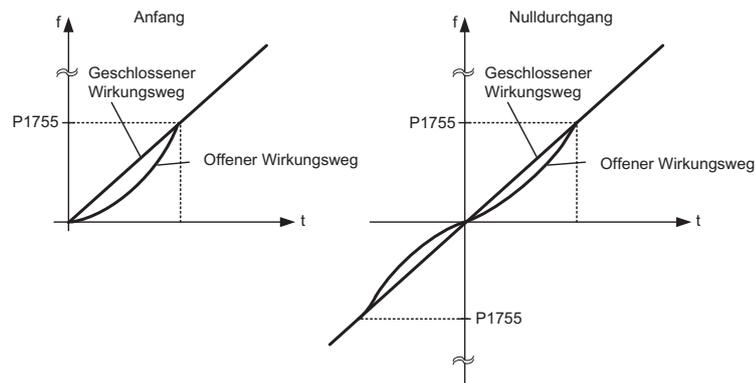


Bild 6-41 Anlauf und Durchfahren von 0 Hz im geregelten Betrieb

Der geregelte Betrieb bis zu einem Wert von ca. 1 Hz (Auswahl über Parameter P1755) liefert folgende Vorteile, sowie die Möglichkeit für geregelten Sofortstart bei 0 Hz oder die geregelte Richtungsumkehr (Einstellung über Parameter 1750):

- Innerhalb der Regelung ist kein Umschaltvorgang erforderlich (stoßfreies Verhalten - keine Frequenzeinbrüche)
- Kontinuierliche Drehzahl-Drehmomentregelung ist bis zu ca. 1 Hz möglich.

Hinweis

Bei der geregelten Drehrichtungsumkehr oder dem geregelten Start ab 0 Hz muss berücksichtigt werden, dass bei zu langem Verweilen (> 2 s oder $> P1758$) im Bereich um 0 Hz die Regelung automatisch von geregeltem auf gesteuerten Betrieb umschaltet.

Eingangswerte

Tabelle 6- 44 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1400 = ...	Konfiguration der Drehzahlregelung Bit 0: Automatische Kp-Anpassung Bit 1: Integralanteil einfrieren (SLVC)	
P1442 = ...	Filterzeit für Ist-Drehzahl 0 ... 32000 s, Standard: 2 s	
P1452 = ...	Filterzeit für Ist-Drehzahl (SLVC) 0 ... 32000 s, Standard: 2 s	
P1488 = ...	Quelle Statik 0: Statik gesperrt 1: Drehmomentsollwert 2: Drehzahlregler-Ausgang 3: Drehzahlregler-Ausgang Integralanteil	
P1492 = ...	Freigabe Statik mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingang) / 2033.11 (Option Port) / 2091.11 (serielle Schnittstelle)	
P1496 = ...	Skalierung Drehzahlvorsteuerung 0 ... 400 %, Standard 0 %	
P1499 = ...	Skalierungsbeschleunigung Drehmomentregulierung 0 ... 400 %, Standard 100 %	
P1500 = ...	Auswahl des Drehmomentsollwertes 0: Kein Hauptsollwert 2: Anlagsollwert 4: USS an RS232 5: Anlagsollwert 2 ... 77: Anlagsollwert 2 + Anlagsollwert 2	
P1501 = ...	Wechsel auf Drehmomentregelung Wählt die Befehlsquelle, von der aus zwischen Drehzahl- und Drehmomentregelung gewechselt werden kann.	
P1503 = ...	Drehzahlsollwert Wählt die Quelle des Drehmomentsollwertes für die Drehmomentregelung.	
P1530 = ...	Grenzwert motorische Leistung 0 ... 8000 N, Standard 0,75 N: Definiert einen festen Wert für die maximal zulässige motorische Aktivleistung (Grenzwert motorische Leistung).	
P1531 = ...	Grenzw. generatorische Leistung -8000 ... 0 N, Standard -0,75 N: Definiert einen festen Wert für die maximal zulässige generatorische Aktivleistung (Grenzwert generatorische Leistung).	
P1750 = ...	Steuerwort des Motormodells Bit 00: Start SLVC-Steuerung Bit 01: Nulldurchgang SLVC-Steuerung	

Tabelle 6- 45 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1470 = ...	Verstärkung Drehzahlregl. (SLVC) 0 ... 2000, Standard 3	
P1472 = ...	Nachstellzeit Drehz.r. (SLVC) 25 ... 32001 s, Standard 400 s	
P1477 = ...	Einstellung Integrator d. Drehz.r. Wählt die Befehlsquelle zur Freigabe der Integrator-Einstellung	
P1478 = ...	Einstellung Integrator-Wert d. Drehz.r. Wählt die Quelle für den Integralteil des Drehzahlreglers.	
P1489 = ...	Skalierung Statik 0 ... 0,5 %, Standard 0,05 %	
P1511 = ...	Drehmoment-Zusatzsollwert Wählt die Quelle des zusätzlichen Drehmomentsollwertes für die Drehmoment- und Drehzahlregelung.	
P1520 = ...	Obere Drehmomentbegrenzung -99999 ... 99999 Nm, Standard 5,13 Nm	
P1521 = ...	Untere Drehmomentbegrenzung -99999 ... 99999 Nm, Standard -5,13 Nm	
P1522 = ...	Obere Drehmomentbegrenzung Wählt die Quelle der oberen Drehmomentbegrenzung: Standard 1520	
P1523 = ...	Untere Drehmomentbegrenzung Wählt die Quelle der unteren Drehmomentbegrenzung: Standard 1521	
P1525 = ...	Skal. unt. Drehmoment-Grenzwert -400 ... 400 %, Standard 100 %	
P1570 = ...	Festwert-Flusssollwert 50 ... 200 %, Standard 100 %: Definiert den Festwert des Sollwertes bezogen auf den Motornennfluss.	
P1574 = ...	Dynamische Spannungs-Reserve 0 ... 150 V, Standard 10 V	
P1580 = ...	Optimierung Wirkungsgrad 0 ... 100 %, Standard 0 %: Dient zur Eingabe des Wertes für die Optimierung des Wirkungsgrads.	
P1582 = ...	Glättungszeit Fluss-Sollwert 4 ... 500 s, Standard 15 s	
P1596 = ...	Integrationsz. Feldschw. Regler 20 ... 32001 s, Standard 50 s	
P1610 = ...	Konst. Drehmomentanhebung (SLVC) 0 ... 200 %, Standard 50 %: Wert bezogen auf das Motornenndrehmoment r0333	
P1611 = ...	Drehmomentanheb. b. Beschleunig. (SLVC) 0 ... 200 %, Standard 0 %: Wert bezogen auf das Motornenndrehmoment r0333	
P1654 = ...	Glättungszeit Isq-Sollwert 2 ... 20 s, Standard 6 s	
P1715 = ...	Verstärkung Stromregler 0 ... 5, Standard 0,25	
P1717 = ...	Nachstellzeit Stromregler 1 ... 50 s, Standard 4,1 s	
P1740 = ...	Verstärkung Schwingungsdämpfung 0 ... 10, Standard 0	

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1745 = ...	Flussabweichungsgrenzwert bei Kippen 0 ... 1000 %, Standard 5 %	
P1755 = ...	Start-Frequ. Motormodell (SLVC) 0.1 ... 250 Hz, Standard 5 Hz: Dient zur Eingabe der Startfrequenz von geberloser Vektorregelung.	
P1756 = ...	Hysterese-Frequenz Motormodell (SLVC) 10 ... 100 %, Standard 50 %: Hysterese-Frequenz in Prozent der Start-Frequenz (P1755)	
P1758 = ...	Wartezeit Übergang auf Betriebsart Vorsteuerung 100 ... 2000 ms, Standard 1500 ms: Legt die Wartezeit für Übergang von geregelttem zu gesteuertem Betrieb fest.	
P1759 = ...	Wartezeit Übergang auf geregelten Betrieb 0 ... 2000 ms, Standard 0 ms: Legt die Wartezeit für Übergang von gesteuertem zu geregeltem Betrieb fest.	
P1764 = ...	Kp der n-Anpassung (SLVC) 0 ... 2,5, Standard 0,2	
P1767 = ...	Tn der n-Anpassung (SLVC) 1 ... 200, Standard 4 s: Dient zur Eingabe der Nachstellzeit für die Drehzahlanpassung des Reglers	
P1780 = ...	Steuerwort der Rs/Rr-Anpassung Bit 00: Freigabe thermische Rs/Rr-Anpassung Bit 01: Freigabe Beobachter Rs-Anpassung Bit 02: Freigabe Beobachter Xm-Anpassung	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r1407	Status 2 der Motorregelung Bit 00: U/f-Steuerung freigegeben Bit 01: SLVC freigegeben Bit 02: Drehmomentregelung freigegeben Bit 05: Stopp I-kompensierte Drehzahlregelung Bit 06: Einstellung I-kompensierte Drehzahlregelung Bit 08: Obere Drehmomentbegrenzung aktiv Bit 09: Untere Drehmomentbegrenzung aktiv Bit 10: Statik aktiv Bit 15: DDS-Änderung aktiv
r1438	Frequenzsollwert an Regler
r1445	Gefilterter Frequenz-Istwert
r1482	I-Anteil-Ausgang n-Regler
r1490	Statikfrequenz
r1508	Drehmomentsollwert
r1515	Drehmoment-Zusatzsollwert
r1518	Beschleunigungsmoment
r1526	Obere Drehmomentbegrenzung
r1527	Untere Drehmomentbegrenzung
r1536	Strom bei max. Moment motorisch
r1537	Strom bei max. Moment generatorisch

Parameter	Beschreibung
r1538	Obere Drehmomentgrenze (gesamt)
r1539	Untere Drehmomentgrenze (gesamt)
r1583	Flusssollwert (geglättet)
r1597	Ausgg. Feldschwächregler
r1598	Flusssollwert (gesamt)
r1718	Ausgang Isq-Regler
r1719	I-Anteil-Ausgang Isq-Regler
r1723	Ausgang Isq-Regler
r1724	I-Anteil-Ausgang Isq-Regler
r1725	I-Anteil-Grenze Isd-Regler
r1728	Entkopplungsspannung
r1746	Aktuelle Flussabweichung
r1751	Zustandswort des Motormodells Bit 00: Übergang auf SLVC-Steuerung Bit 01: N-Anpassung freigegeben Bit 02: Übergang auf SLVC-Regelung Bit 03: Drehzahlregler freigegeben Bit 04: Stromaufschaltung Bit 05: Start Feldschwächung Bit 14: Rs angepasst Bit 15: Xh angepasst
r1770	Prop. Ausgang der Xm-Anpassung
r1771	Int.-Ausgang der n-Anpassung
r1778	Flusswinkeldifferenz

6.10.3.2 Vektorregelung mit Drehzahlgeber

Daten

Parameterbereich:	P1400 ... P1740 P0400 ... P0494
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP7000

Beschreibung

Für die Vektorregelung mit Drehzahlgeber (VC) ist ein Impulsgeber erforderlich, z.B. ein Impulsgeber mit 1024 Impulsen pro Umdrehung. Zusätzlich zum ordnungsgemäßen Anschluss muss der Impulsgeber entsprechend dem Gebertyp mittels des Parameterbereichs P0400 ... P0494 aktiviert werden.

Hinweis

Auch bei Drehzahlregelung mit Geber ist es unter Umständen erforderlich, die Berechnungen des Motormodells mithilfe des Integral- und Proportionalanteils der Drehzahlanpassung (r1770/r1771) anzupassen. Die Grenzwerte können über P1752 und P1756 angepasst werden:

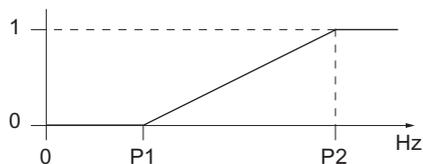
Dabei gilt:

Keine Drehzahlanpassung, wenn $r0066$ (Ausgangsfrequenz) < $P1752 * (P1756\%/100\%)$

Drehzahlanpassung über Rampenfunktion, wenn

$P1752 * (P1756\%/100\%) < r0066$ (Ausgangsfrequenz) < $P1752$

Vollständige Drehzahlanpassung, wenn $P1752 < r0066$ (Ausgangsfrequenz)



$$P1 = P1752 \text{ [Hz]} * \left(\frac{P1756 \text{ [%]}}{100 \%} \right)$$

$$P2 = P1752 \text{ [Hz]}$$

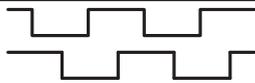
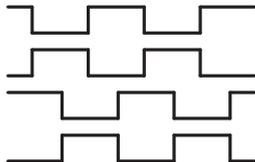
Parameter	Klemme	Spur	Geberausgang
P0400 = 2	A B		single-ended
	A AN B BN		differenziell

Bild 6-42 Einstellungen von P0400 für einen Impulsgeber

Vorteile der Vektorregelung mit Impulsgeber:

- Die Drehzahl kann im geregelten Betrieb bis 0 Hz (d.h. zum Stillstand) herabgeregelt werden
- Stabiles Regelverhalten über den gesamten Drehzahlbereich
- Konstantes Drehmoment im Nenndrehzahlbereich
- Im Vergleich zur Drehzahlregelung ohne Geber ist das dynamische Verhalten bei Motoren mit Impulsgeber wesentlich besser, da die Drehzahl direkt gemessen und für den Aufbau des Modells der Stromkomponenten i_d und i_q verwendet wird.

Eingangswerte

Tabelle 6- 46 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0400 = ...	Gebertyp wählen 0: gesperrt (Standard) 2: Quadraturgeber ohne Nullimpuls 12: Quadraturgeber mit Nullimpuls	
P0405 = ...	Ermöglicht die Auswahl verschiedener Impulstypen. Bit 04: Z-Impuls invertieren Bit 05: Z-Impuls = Z-Impuls & A-Impuls & B-Impuls	
P0408 = ...	Geberimpulse pro Umdrehung 2 ... 20000, Standard 1024	
P0410 = ...	Umkehrung des internen Drehsinns 0: Geber normale Drehrichtung 1: Geber Gegendrehrichtung	
P0491 = ...	Verhalten bei Drehzahlsignal-Ausfall 0: Umrichter abschalten 1: Meldung und Umschaltung auf SLVC, falls in SVC.	
P0492 = ...	Zulässige Drehzahldifferenz 0 ... 100%, Standard 10%: Wird für langsame und schnelle Erfassung des Geberausfalls verwendet.	
P0494 = ...	Verzögerung Reaktion auf Drehzahlausfall 0 ... 65000 s, Standard 10 s: Wählt die Verzögerung zwischen dem Ausfall des Gebers bei geringer Drehzahl und der Reaktion auf den Geberausfall.	
P1400 = ...	Konfiguration der Drehzahlregelung Bit 0: Automatische Kp-Anpassung Bit 1: Integralanteil einfrieren (SLVC)	
P1442 = ...	Filterzeit für Ist-Drehzahl 0 ... 32000 s, Standard: 2 s	
P1452 = ...	Filterzeit für Ist-Drehzahl (SLVC) 0 ... 32000 s, Standard: 2 s	
P1488 = ...	Quelle Statik 0: Statik gesperrt 1: Drehmomentsollwert 2: Drehzahlregler-Ausgang 3: Drehzahlregler-Ausgang Integralanteil	

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1492 = ...	Freigabe Statik mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingang) / 2033.11 (Option Port) / 2091.11 (serielle Schnittstelle)	
P1496 = ...	Skalierung Drehzahlvorsteuerung 0 ... 400%, Standard 0%	
P1499 = ...	Skalierungsbeschleunigung Drehmomentregulierung 0 ... 400%, Standard 100%	
P1500 = ...	Auswahl des Drehmomentsollwertes 0: Kein Hauptsollwert 2: Anlagsollwert 4: USS an RS232 5: Anlagsollwert 2 ... 77: Anlagsollwert 2 + Anlagsollwert 2	
P1501 = ...	Wechsel auf Drehmomentregelung Wählt die Befehlsquelle, von der aus zwischen Drehzahl- und Drehmomentregelung gewechselt werden kann.	
P1503 = ...	Drehzahlsollwert Wählt die Quelle des Drehmomentsollwertes für die Drehmomentregelung.	
P1530 = ...	Grenzwert motorische Leistung 0 ... 8000 N, Standard 0,75 N: Definiert einen festen Wert für die maximal zulässige motorische Aktivleistung (Grenzwert motorische Leistung).	
P1531 = ...	Grenzw. generatorische Leistung -8000 ... 0 N, Standard -0,75 N: Definiert einen festen Wert für die maximal zulässige generatorische Aktivleistung (Grenzwert generatorische Leistung).	

Tabelle 6- 47 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1460 = ...	Verstärkung Drehzahlregler 0 ... 2000, Standard: 3	
P1462 = ...	Nachstellzeit Drehzahlregler 25 ... 32001 s, Standard: 400 s	
P1477 = ...	Einstellung Integrator d. Drehz.r. Wählt die Befehlsquelle zur Freigabe der Integrator-Einstellung	
P1478 = ...	Einstellung Integrator-Wert d. Drehz.r. Wählt die Quelle für den Integralteil des Drehzahlreglers.	
P1489 = ...	Skalierung Statik 0 ... 0,5%, Standard 0,05%	
P1511 = ...	Drehmoment-Zusatzsollwert Wählt die Quelle des zusätzlichen Drehmomentsollwertes für die Drehmoment- und Drehzahlregelung.	
P1520 = ...	Obere Drehmomentbegrenzung -99999 ... 99999 Nm, Standard 5,13 Nm	
P1521 = ...	Untere Drehmomentbegrenzung -99999 ... 99999 Nm, Standard -5,13 Nm	
P1522 = ...	Obere Drehmomentbegrenzung Wählt die Quelle der oberen Drehmomentbegrenzung: Standard 1520	

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1523 = ...	Untere Drehmomentbegrenzung Wählt die Quelle der unteren Drehmomentbegrenzung: Standard 1521	
P1525 = ...	Skal. unt. Drehmoment-Grenzwert -400 ... 400%, Standard 100%	
P1570 = ...	Festwert-Flusssollwert 50 ... 200%, Standard 100%: Definiert den Festwert des Sollwerts bezogen auf den Motornennfluss.	
P1574 = ...	Dynamische Spannungs-Reserve 0 ... 150 V, Standard 10 V	
P1580 = ...	Optimierung Wirkungsgrad 0 ... 100%, Standard 0%: Dient zur Eingabe des Wertes für die Optimierung des Wirkungsgrads.	
P1582 = ...	Glättungszeit Fluss-Sollwert 4 ... 500 s, Standard 15 s	
P1596 = ...	Integrationsz. Feldschw. Regler 20 ... 32001 s, Standard 50 s	
P1610 = ...	Konst. Drehmomentanhebung (SLVC) 0 ... 200%, Standard 50%: Wert bezogen auf das Motornenndrehmoment r0333	
P1611 = ...	Drehmomentanheb. b. Beschleunig. (SLVC) 0 ... 200%, Standard 0%: Wert bezogen auf das Motornenndrehmoment r0333	
P1654 = ...	Glättungszeit Isq-Sollwert 2 ... 20 s, Standard 6 s	
P1715 = ...	Verstärkung Stromregler 0 ... 5, Standard 0,25	
P1717 = ...	Nachstellzeit Stromregler 1 ... 50 s, Standard 4,1 s	
P1740 = ...	Verstärkung Schwingungsdämpfung 0 ... 10, Standard 0	
P1752= ...	Startfrequenz der n-Anpassung der Vektorregelung mit Geber 0,1 ... 250 Hz, Standard 5 Hz	
P1756	Aktivierung/Deaktivierung der Vektorregelung mit Geber 10 ... 100%, Standard 50%	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung
r0403	Geber-Zustandswort Bit 00: Gebermodul aktiv Bit 01: Geberfehler Bit 02: Signal OK Bit 03: Verlust Gebersignal bei niedriger Drehzahl Bit 04: Drehzahlmessung mit einer Geberimpulsflanke
r1438	Frequenzsollwert an Regler
r1445	Gefilterter Frequenz-Istwert
r1482	I-Anteil-Ausgang n-Regler
r1490	Statikfrequenz

Parameter	Beschreibung
r1508	Drehmomentsollwert
r1515	Drehmoment-Zusatzsollwert
r1518	Beschleunigungsmoment
r1526	Obere Drehmomentbegrenzung
r1527	Untere Drehmomentbegrenzung
r1536	Strom bei max. Moment motorisch
r1537	Strom bei max. Moment generatorisch
r1538	Obere Drehmomentgrenze (gesamt)
r1539	Untere Drehmomentgrenze (gesamt)
r1583	Flusssollwert (geglättet)
r1597	Ausgg. Feldschwächregler
r1598	Flusssollwert (gesamt)
r1718	Ausgang Isq-Regler
r1719	I-Anteil-Ausgang Isq-Regler
r1723	Ausgang Isq-Regler
r1724	I-Anteil-Ausgang Isq-Regler
r1725	I-Anteil-Grenze Isd-Regler
r1728	Entkopplungsspannung
r1770	Prop.-Ausgang der n-Anpassung
r1771	Int.-Ausgang der n-Anpassung

6.10.3.3 Drehzahl-Regler

Daten

Parameterbereich:	P1300, P1400 bis P1780 SLVC: P1470, P1472, P1452 VC: P1460, P1462, P1442
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP7500, FP7510

Beschreibung

Beide Regelungsverfahren (SLVC und VC) besitzen die gleiche Drehzahlreglerstruktur, die folgende Komponenten enthält:

- PI-Regler
- Drehzahlregler-Vorsteuerung
- Statik

Die Summe der Ausgangsgrößen bildet den Drehzahlsollwert, der mit Hilfe der Drehmoment-Sollwertbegrenzungsfunktion auf den zulässigen Betrag herabgesetzt wird.

Drehzahl-Regler (SLVC: P1470, P1472, P1452 VC: P1460, P1462, P1442)

Der Drehzahl-Regler (siehe nachstehende Abbildung) erhält seinen Sollwert r0062 aus dem Sollwertkanal, den Istwert r0063 entweder bei VC direkt von dem Drehzahlwertgeber oder von dem Motormodell für SLVC. Der Systemfehler (die Regelabweichung) wird durch den PI-Regler verstärkt und bildet zusammen mit der Vorsteuerung den Drehmomentsollwert.

Bei zunehmenden Lastmomenten wird, wenn die Funktion "Statik" aktiv ist, der Drehzahlsollwert proportional derart reduziert, dass die Belastung eines einzelnen Motors innerhalb einer Gruppe, in der zwei oder mehr Motoren mechanisch gekoppelt sind, beim Auftreten von zu hohen Drehmomenten verringert wird.

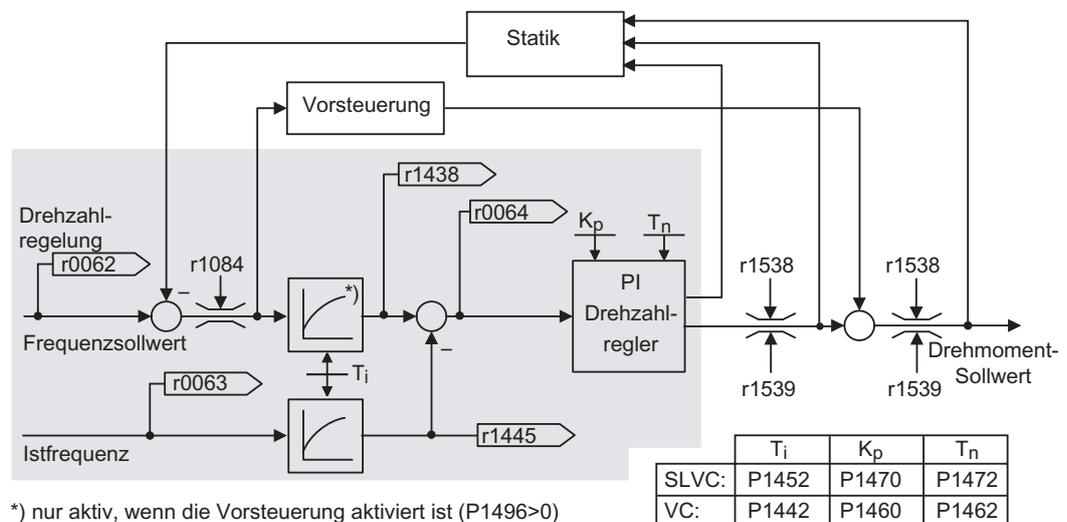


Bild 6-43 Drehzahlregler

Wurde das Trägheitsmoment eingegeben, dann kann der Drehzahlregler (K_p, T_n) mit Hilfe der automatischen Parametrierung P0340 = 4) berechnet werden. Die Reglerparameter werden dabei entsprechend dem symmetrischen Optimum wie folgt festgelegt:

$$T_n = 4 * T_\sigma$$

$$K_p = \lambda * r0345 / T_\sigma = 2 * r0345 / T_n$$

T_σ = Summe der unteren Verzögerungszeiten

Treten bei diesen Einstellungen Schwingungen auf, dann muss die Verstärkung K_p des Drehzahlreglers von Hand verringert werden. Es ist ferner möglich, die Glättung des Drehzahlwertes zu verstärken (übliches Verfahren bei Getriebespiel oder hochfrequenten Torsionsschwingungen) und dann die Reglerberechnung neu aufzurufen, da der Wert in der Berechnung von K_p und T_n enthalten ist.

Für die Optimierungsroutine gelten folgende Zusammenhänge:

- Wird K_p erhöht, dann wird der Regler schneller und das Überschwingen geringer. Dagegen erhöhen sich die Signalwelligkeit und die Schwingungen im Regelkreis des Drehzahlreglers.
- Wird T_n verringert, dann wird der Regler ebenfalls schneller. Das Überschwingen nimmt jedoch zu.

Bei manueller Justierung der Drehzahlregelung besteht das einfachste Vorgehen darin, zunächst mit Hilfe von K_p (und der Drehzahl-Istwertglättung) das mögliche dynamische Verhalten zu definieren, um anschließend die Integrationszeit möglichst stark zu verringern. In diesem Fall ist es wichtig, dafür zu sorgen, dass die Regelung auch im Feldschwächungsbereich stabil bleibt.

Treten bei der Drehzahl-Regelung Schwingungen auf, dann genügt es im Allgemeinen, die Glättungszeit für SLVC in P1452 oder für VC in P1442 zu erhöhen (oder die Reglerverstärkung zu verringern), um die Schwingungen zu dämpfen.

Der Integralausgang des Drehzahlreglers kann mit Hilfe von r1482 überwacht werden, der unbegrenzte Reglerausgang über r1508 (Drehmomentsollwert).

Hinweis

Gegenüber einer Drehzahlregelung mit Geber ist das dynamische Verhalten bei Motoren ohne Geber wesentlich schlechter. Der Grund liegt darin, dass die Drehzahl nur aus den Umrichter-Ausgangsgrößen für Strom und Spannung abgeleitet werden kann, die einen gewissen Störpegel aufweisen.

Drehzahlregler-Vorsteuerung (P1496, P0341, P0342)

Das Regelverhalten des Drehzahlregelkreises kann verbessert werden, wenn der Drehzahlregler des Umrichters aus dem Drehzahlsollwert auch Werte für die Stromsollwerte (die dem Drehmomentsollwert entsprechen) generiert. Der Drehmomentsollwert m_v wird wie folgt berechnet:

$$m_v = P1496 * \Theta * \frac{d\omega_{set}}{dt} = P1496 * P0341 * P0342 * \frac{d\omega_{set}}{dt}$$

Dieser Sollwert wird über ein Einpassungselement als zusätzliche (additive) Regelgröße direkt in den Stromregler eingespeist (Freigabe über P1496).

Das Trägheitsmoment des Motors P0341 wird während der Schnellinbetriebnahme oder der Komplettparametrierung (P0340 = 1) direkt berechnet. Der Faktor P0342 zwischen dem Gesamt-Trägheitsmoment und dem Trägheitsmoment des Motors muss manuell bestimmt werden.

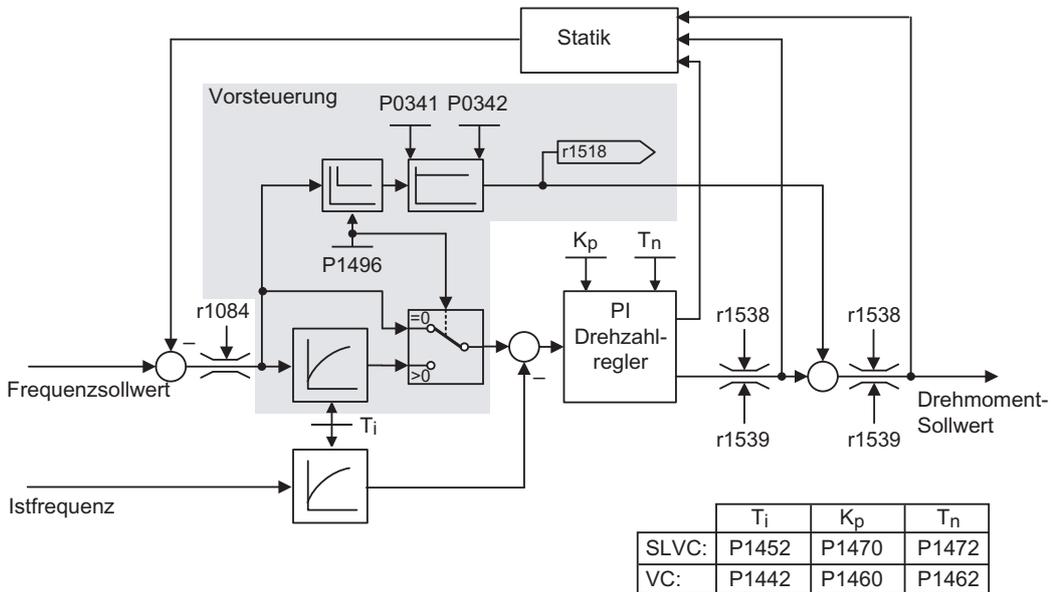


Bild 6-44 Drehzahlregler mit Vorsteuerung

Bei richtiger Anpassung führt der Regelkreis des Drehzahlreglers nur die richtigen Störsignalgrößen/Störungen, was mit einer verhältnismäßig geringen manipulierten Größenänderung erreicht wird. Andererseits umgehen Änderungen des Drehzahlsollwertes den Drehzahlregler und werden daher schneller ausgeführt.

Die Auswirkung der Vorsteuerungsgröße kann abhängig von der jeweiligen Anwendung mit Hilfe des Vorsteuerungsfaktors P1496 angepasst werden. Bei Verwendung von P1496 = 100 % wird die Vorsteuerung gemäß dem Trägheitsmoment des Motors und der Last (P0341, P0342) berechnet. Damit der Drehzahlregler nicht gegen den eingegebenen Drehmomentsollwert arbeitet, wird automatisch ein Symmetriefilter eingesetzt. Die Zeitkonstante des Symmetriefilters entspricht der äquivalenten Verzögerungszeit des Drehzahlregelkreises. Die Drehzahlreglervorsteuerung ist dann korrekt eingestellt (P1496 = 100 %, Kalibrierung über P0342), wenn sich der I-Anteil des Drehzahlreglers (r1482) während eines Hoch- bzw. Auslaufs im Bereich von $n > 20 \% \times P0310$ nicht ändert. Das bedeutet, dass mit Hilfe der Vorsteuerung die Annäherung an einen neuen Sollwert ohne Überschwingen möglich ist (Voraussetzung: Die Drehmomentbegrenzung greift nicht ein und das Trägheitsmoment bleibt konstant).

Arbeitet der Drehzahlregler mit Vorsteuerung, dann wird der Drehzahlsollwert (r0062) mit der gleichen Glättung (P1442 oder P1452) verzögert, wie der Istwert (r1445). Dadurch ist gewährleistet, dass beim Beschleunigen am Reglereingang keine Differenz zwischen Sollwert und Istwert (r0064) besteht, die ausschließlich durch die Signallaufzeit verursacht werden würde.

Ist die **Drehzahl-Vorsteuerung aktiviert**, dann muss gewährleistet sein, dass der **Drehzahlsollwert kontinuierlich ansteht und keine nennenswerten Signalstörungen aufweist** (um Drehmomentstöße zu vermeiden). Durch Glättung des Analogsignals P0753 bzw. Aktivierung der Verrundungsfunktion des Hochlaufgebers P1130 ... P1133 kann ein geeignetes Signal erzeugt werden.

Hinweis

Die Hoch- bzw. Auslaufzeiten (P1120, P1121) des Hochlaufgebers im Sollwertkanal sollten nur so kurz eingestellt werden, dass bei Beschleunigungs- und Bremsvorgängen die Motordrehzahl dem Sollwert folgen kann. Dadurch wird die optimale Funktion der Drehzahlgeber-Vorsteuerung gewährleistet.

Die Anlaufzeit r0345 ist ein Maß für das gesamte Trägheitsmoment der Maschine und beschreibt diejenige Zeit, in welcher der unbelastete Motor mit Motornenndrehmoment r0333 vom Stillstand zur Motornenndrehzahl P0311 beschleunigen kann.

$$r0345 = T_{\text{starting}} = \Theta \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{Mot, rated}}}{60 \cdot M_{\text{Mot, rated}}} = P0341 \cdot P0342 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot P0311}{60 \cdot r0333}$$

Wenn die sekundären Bedingungen an die vorliegende Anwendung angepasst sind, dann kann die Anlaufzeit als der kürzeste Wert für die Rampenhochlauf- und Rampenauslaufzeit verwendet werden.

Statik (P1488 bis P1492)

Die (über P1488 aktivierte) Statik bedeutet, dass bei zunehmendem Lastmoment der Drehzahl Sollwert proportional herabgesetzt wird.

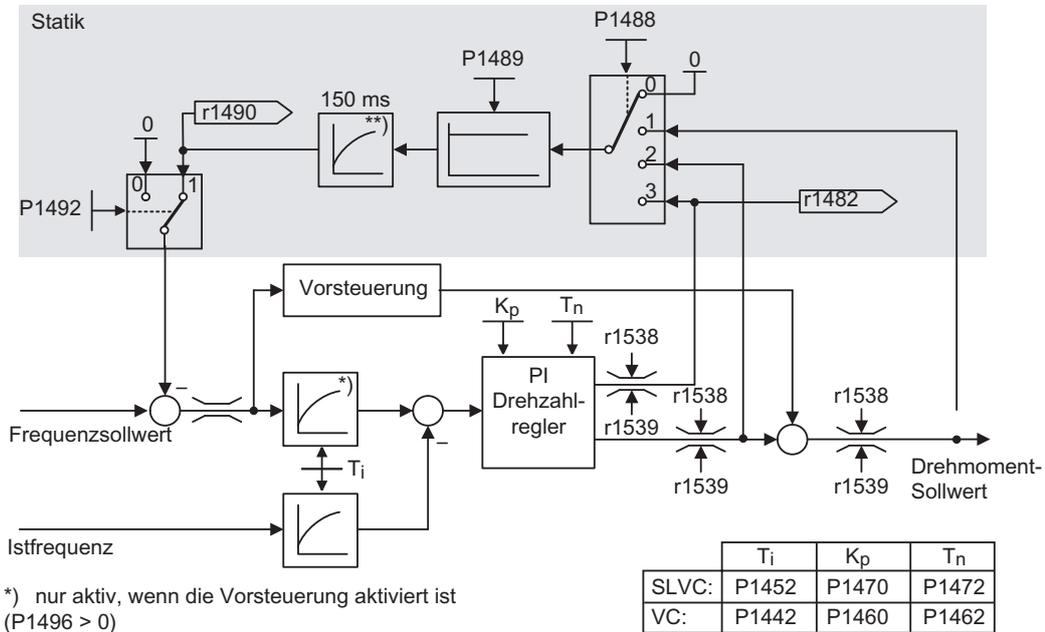


Bild 6-45 Drehzahlregler mit Statik

Die Statik ist das einfachste Verfahren, um eine Regelung mit Lastausgleich zu implementieren. Dieser Lastausgleich kann jedoch nur verwendet werden, wenn die Motoren unter mehr oder weniger stationären Bedingungen (d.h. bei konstanter Drehzahl) arbeiten. Für Motoren, die häufig bei hohen Drehzahländerungen beschleunigt und gebremst werden, ist diese Technik nur bedingt geeignet.

Die einfachste Regelung mit Lastausgleich wird z.B. für Anwendungen eingesetzt, bei denen zwei oder mehr Motoren mechanisch gekoppelt sind oder an einer gemeinsamen Welle arbeiten und die vorstehenden Anforderungen erfüllen müssen. In diesem Fall regelt die Statik die durch das mechanische Koppeln entstehende Torsionsbeanspruchung durch Drehzahländerung der einzelnen Motoren (für den einzelnen Motor werden zu hohe Drehmomente verringert).

Voraussetzung

- Sämtliche Motoren müssen mit Vektor-Drehzahlregelung (mit oder ohne Istwertgeber) betrieben werden
- Die Rampenhoch- und Rampenauslaufzeiten des Hochlaufgebers müssen bei allen Motoren identisch sein.

6.10.3.4 Drehmomentregelung

Daten

Parameterbereich:	P1300, P1500 bis P1511 P1400 bis P1780
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP7200, FP7210, FP7700, FP7710

Beschreibung

Bei der geberlosen Drehzahlregelung SLVC (P1300 = 20) oder der Drehzahlregelung mit Geber VC (P1300 = 21) besteht die Möglichkeit, mit Hilfe des BICO-Parameters P1501 auf Drehmomentregelung (Slave-Motor) umzuschalten. Ein Umschalten von der Drehzahlregelung zur Drehmomentregelung ist nicht möglich, wenn die Drehmomentregelung direkt über P1300 = 22 oder 23 gewählt wird. Der Drehmoment-Sollwert und der Drehmoment-Zusatzsollwert können über Parameter P1500 und über BICO-Parameter P1503 (CI: Drehmoment-Sollwert) oder P1511 (CI: Drehmoment-Zusatzsollwert) gewählt werden. Das Zusatzmoment wirkt sowohl bei der Drehmoment- als auch bei der Drehzahlregelung (siehe nachstehende Abbildung). Aufgrund dieser Eigenschaft ist mit dem Drehmoment-Zusatzsollwert ein Vorsteuermoment bei der Drehzahlregelung realisierbar.

Hinweis

Aus Sicherheitsgründen ist es derzeit nicht möglich, feste Drehmomentsollwerte zuzuweisen.

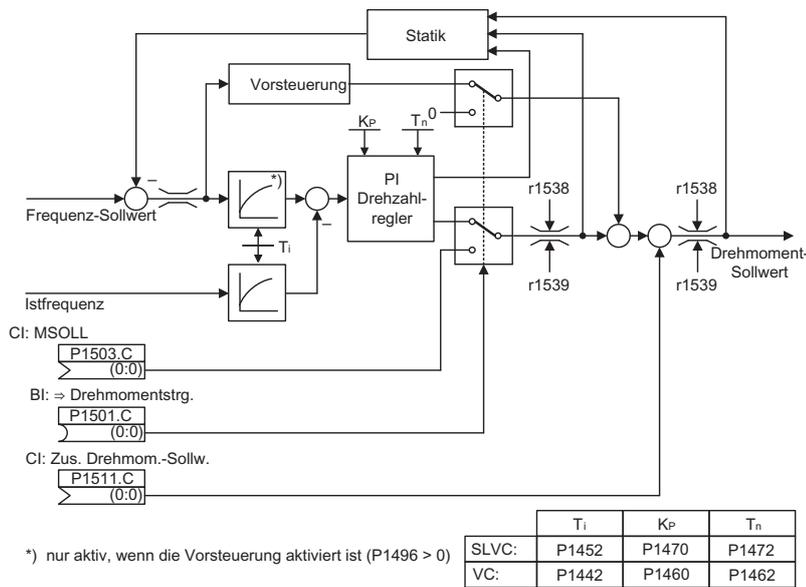


Bild 6-46 Drehzahlregelung und Drehmomentregelung

Die Summe aus den beiden Drehmomentsollwerten wird in gleicher Weise begrenzt, wie der Drehmomentsollwert bei der Drehzahlregelung. Oberhalb der Maximaldrehzahl (plus 3 %) verringert ein Drehzahlbegrenzungsregler die Drehmomentgrenzen, um eine weitere Beschleunigung des Motors zu verhindern.

Eine "echte" Drehmomentregelung (mit automatisch eingestellter Drehzahl) ist nur im Regelbereich möglich, nicht dagegen im gesteuerten Bereich. Im gesteuerten Bereich verändert der Drehmomentsollwert den Drehzahlsollwert über einen Hochlauf-Integrator (Integrationszeit ~ P1499 x P0341 x P0342). Aus diesem Grund ist die geberlose Drehmomentregelung im Bereich des Stillstands (Drehzahl 0) nur für Anwendungen geeignet, die dort ein Beschleunigungsdrehmoment und kein Lastdrehmoment benötigen (z. B. Verfahrensmotoren). Für die Drehmomentregelung mit Geber trifft diese Einschränkung nicht zu.

Ist die Drehmomentregelung aktiv und wird ein Befehl für schnelles Anhalten (AUS3) gegeben, dann schaltet das System automatisch auf Drehzahlregelung um und leitet das Bremsen des Motors ein. Bei Ausgabe eines normalen Halt-Befehls (AUS1) erfolgt kein Umschalten. Statt dessen wartet das System, bis eine übergeordnete Steuerung den Motor zum Stillstand gebracht hat, um dann die Impulse zu sperren. Dies ist erforderlich, damit die Master- und die Slave-Motoren gleichzeitig stillgesetzt werden. Bei P1300 = 22 oder 23 und AUS1 wird der Motor direkt abgeschaltet (wie bei AUS2).

6.10.3.5 Drehmomentregelung (SLVC)

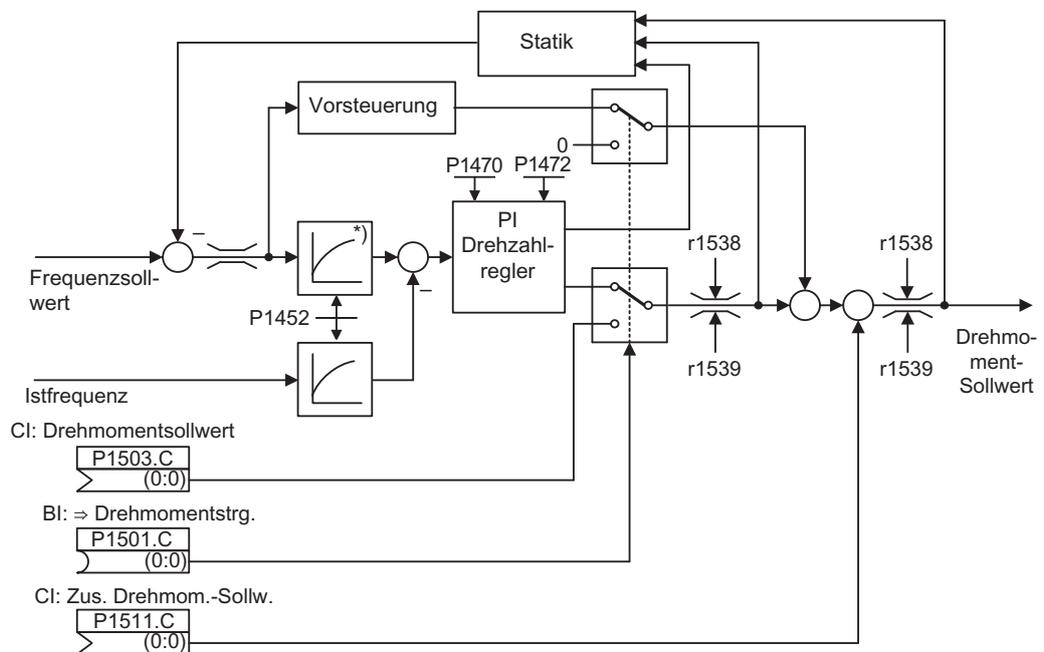
Beschreibung

Parameterbereich:	P1300, P1500 bis P1511 P1400 bis P1780
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP7200, FP7700

Bei geberloser Drehzahlregelung (P1300 = 20) ist ein Wechsel auf Drehmomentregelung (Slave-Motor) über den BICO-Parameter P1501 möglich. Ein Umschalten von der Drehzahlregelung zur Drehmomentregelung ist nicht möglich, wenn die Drehmomentregelung direkt über P1300 = 22 gewählt wird. Der Drehmoment-Sollwert und der Drehmoment-Zusatzsollwert können über Parameter P1500 und über BICO-Parameter P1503 (CI: Drehmoment-Sollwert) oder P1511 (CI: Drehmoment-Zusatzsollwert) gewählt werden. Das Zusatzmoment wirkt sowohl bei der Drehmoment- als auch bei der Drehzahlregelung (siehe nachstehende Abbildung). Aufgrund dieser Eigenschaft ist mit dem Drehmoment-Zusatzsollwert ein Vorsteuermoment bei der Drehzahlregelung realisierbar.

Hinweis

Aus Sicherheitsgründen ist es derzeit nicht möglich, feste Drehmomentsollwerte zuzuweisen.



*) nur aktiv, wenn die Vorsteuerung aktiviert ist (P1496>0)

Bild 6-47 Drehzahlregelung und Drehmomentregelung

Die Summe aus den beiden Drehmomentsollwerten wird in gleicher Weise begrenzt, wie der Drehmomentsollwert bei der Drehzahlregelung. Oberhalb der Maximaldrehzahl (plus 3 %) verringert ein Drehzahlbegrenzungsregler die Drehmomentgrenzen, um eine weitere Beschleunigung des Motors zu verhindern.

Eine "echte" Drehmomentregelung (mit automatisch eingestellter Drehzahl) ist nur im Regelbereich möglich, nicht dagegen im gesteuerten Bereich. Im gesteuerten Bereich verändert der Drehmomentsollwert den Drehzahlsollwert über einen Hochlauf-Integrator (Integrationszeit $\sim P1499 \times P0341 \times P0342$). Aus diesem Grund ist die geberlose Drehmomentregelung im Bereich des Stillstands (Drehzahl 0) nur für Anwendungen geeignet, die dort ein Beschleunigungsdrehmoment und kein Lastdrehmoment benötigen (z. B. Verfahrenmotoren).

Ist die Drehmomentregelung aktiv und wird ein Befehl für schnelles Anhalten (OFF3) gegeben, dann schaltet das System automatisch auf Drehzahlregelung um und leitet das Bremsen des Motors ein. Bei Ausgabe eines normalen Halt-Befehls (OFF1) erfolgt kein Umschalten. Statt dessen wartet das System, bis eine übergeordnete Steuerung den Motor zum Stillstand gebracht hat, um dann die Impulse zu sperren. Dies ist erforderlich, damit die Master- und die Slave-Motoren gleichzeitig stillgesetzt werden. Bei $P1300 = 22$ und OFF1 wird der Motor direkt abgeschaltet (wie bei OFF2).

 **VORSICHT**

Wenn z.B. aufgrund einer Motorüberlast der Umrichter die Ausrichtung verliert. Ein Abschalten mit einem OFF1- oder OFF3-Befehl ist nicht möglich. In diesem Fall ist es erforderlich, einen OFF2-Befehl auszulösen oder die Impulse mit P0054.3 zu sperren.

6.10.3.6 Umschalten von Frequenzregelung auf Drehmomentregelung

Daten

Parameterbereich:	P1300, P1501
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

VORSICHT
Verwenden Sie SS1 oder SLS nie in Verbindung mit der Drehmomentregelung!
Die Verwendung der Drehmomentregelung in Verbindung mit den fehlersicheren Funktionen SLS und SS1 wird nicht empfohlen, da die für SS1 und SLS erforderlichen Rampenfunktionen in Verbindung mit der Drehmomentregelung nicht verfügbar sind. Deshalb wird bei Aktivierung von SS1 oder SLS im Fall der Drehmomentregelung sofort ein passiviertes STO ausgelöst (nach Ablauf der in Abschnitt "Grenzwerte für SS1 und SLS" berechneten Zeit), wenn die Ausgangsfrequenz die Hüllkurve des Sicherheitsbereichs überschreitet.
STO kann in Verbindung mit der Drehmomentregelung uneingeschränkt verwendet werden.

Die Drehmomentregelung wird während des Betriebs über Parameter P1501 eingeschaltet oder mit Parameter P1300 = 22, 23 gewählt.

Tabelle 6- 48 Drehmomentregelung

Regelungsart		P1501 = ON
Drehzahlregelung	P1300 = 20, 21	OFF1-Befehl wird nicht erkannt.
	+ fehlersichere Funktionen SLS, SS1	Ein sicherheitsrelevanter Fehler wird erzeugt, wenn die Ausgangsfrequenz den Sicherheitsbereich verlässt.
Drehmomentregelung	P1300 = 22, 23	OFF1-Befehl wird als OFF2 erkannt.
	+ fehlersichere Funktionen SLS, SS1	Ein sicherheitsrelevanter Fehler wird erzeugt, wenn die Ausgangsfrequenz den Sicherheitsbereich verlässt.

Eingangswerte

Tabelle 6- 49 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung (Parametername und Werkseinstellung (wenn nicht variabel) in fett)	Einstellung
P1300 = ...	<p>Regelungsart</p> <p>0: U/f mit linearer Kennlinie (Standard)</p> <p>1: U/f mit FCC</p> <p>2: U/f mit quadratischer Kennlinie</p> <p>3: U/f mit programmierbarer Kennlinie</p> <p>4: reserviert</p> <p>5: U/f für Textilanwendungen</p> <p>6: U/f mit FCC für Textilanwendungen</p> <p>19: U/f-Steuerung mit unabhängigem Spannungssollwert</p> <p>20: Geberlose Vektorregelung</p> <p>21: Vektorregelung mit Geber</p> <p>22: Geberlose Drehmoment-Vektorregelung</p> <p>23: Drehmoment-Vektorregelung mit Geber</p>	
P1501 = ...	<p>Wechsel auf Drehmomentregelung</p> <p>Wählt die Befehlsquelle, von der aus zwischen Drehzahl- und Drehmomentregelung gewechselt werden kann.</p>	

6.10.3.7 Begrenzung des Drehmomentsollwertes

Daten

Parameterbereich:	P1520 ... P1531 P0640, r0067 r1407 Bit 08, r1407 Bit 09
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP7700, FP7710 (CU240S)

Beschreibung

Alle folgenden Begrenzungen wirken auf den Drehmomentsollwert, der entweder am Drehzahlreglerausgang für die Drehzahlregelung oder als Drehmomenteingang für die Drehmomentregelung eingegeben wird. Aus den verschiedenen Begrenzungen wird jeweils das Minimum verwendet. Dieses Minimum wird im Umrichter zyklisch berechnet und in den Parametern r1538 und r1539 angezeigt.

- r1538 Oberer Drehmomentgrenzwert
- r1539 Unterer Drehmomentgrenzwert

Diese zyklischen Werte begrenzen somit den Drehmomentsollwert am Drehzahlreglerausgang / Drehmomenteingang und zeigen das im Augenblick größtmögliche Drehmoment an. Ist der Drehmomentsollwert im Umrichter begrenzt, dann wird diese Tatsache mittels folgender Diagnoseparameter angezeigt:

- r1407 Bit 08 Obere Drehmomentbegrenzung aktiv
- r1407 Bit 09 Untere Drehmomentbegrenzung aktiv

Drehmomentbegrenzung

Der Wert gibt das höchstzulässige Drehmoment an, wobei unterschiedliche Grenzwerte für den motorischen und generatorischen Betrieb parametrierbar sind.

- P1520 CO: Oberer Drehmomentgrenzwert
- P1521 CO: Unterer Drehmomentgrenzwert
- P1522 CI: Oberer Drehmomentgrenzwert
- P1523 CI: Unterer Drehmomentgrenzwert
- P1525 Skalierung, unterer Drehmomentgrenzwert

Die augenblicklich aktiven Drehmomentgrenzwerte werden angezeigt in den folgenden Parametern:

- r1526 CO: Oberer Drehmomentgrenzwert
- r1527 CO: Unterer Drehmomentgrenzwert

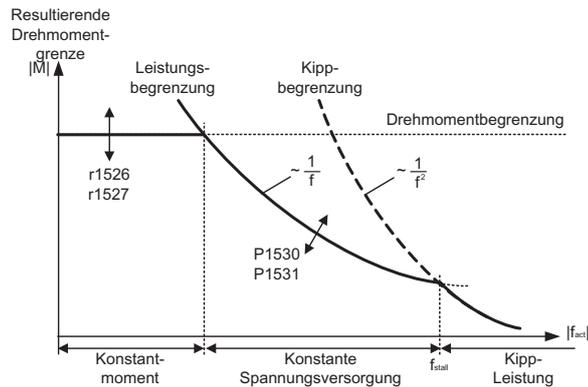


Bild 6-48 Drehmomentgrenzwerte

Leistungsbegrenzung

Dieser Wert gibt die höchstzulässige Leistung an, wobei unterschiedliche Grenzwerte für den motorischen und generatorischen Betrieb parametrierbar sind.

- P1530 Leistungsbegrenzung motorisch
- P1531 Leistungsbegrenzung generatorisch

Kippbegrenzung

Die Kippbegrenzung (Läuferblockierungsbegrenzung) wird für den Antrieb aus den Motordaten intern berechnet.

Strombegrenzung

Die Strombegrenzung begrenzt zusätzlich das höchste vom Motor abzugebende Drehmoment. Bei Erhöhung der Drehmomentbegrenzung kann ein höheres Moment nur dann zur Verfügung gestellt werden, wenn ein höherer Strom fließen kann. Es kann daher erforderlich sein, auch den Stromgrenzwert anzupassen. Die Strombegrenzung wird beeinflusst durch:

- P0640
- Thermischer Motorschutz
- Thermischer Umrichterschutz

Nach der Begrenzung wird der momentan höchstmögliche Umrichterstrom im Parameter r0067 (begrenzter Ausgangsstrom) angezeigt.

Eingangswerte

Tabelle 6- 50 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0640 = ...	Motorüberlastfaktor [%] 10 ... 400 %, Standard 200 %: Definiert die Motorüberlaststromgrenze [%] bezogen auf den Motornennstrom (P0305).	
P1530 = ...	Grenzwert motorische Leistung 0 ... 8000 N, Standard 0,75 N: Definiert einen festen Wert für die maximal zulässige motorische Aktivleistung (Grenzwert motorische Leistung).	
P1531 = ...	Grenzw. generatorische Leistung -8000 ... 0 N, Standard -0,75 N: Definiert einen festen Wert für die maximal zulässige generatorische Aktivleistung (Grenzwert generatorische Leistung).	

Tabelle 6- 51 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1520 = ...	Obere Drehmomentbegrenzung -99999 ... 99999 Nm, Standard 5,13 Nm	
P1521 = ...	Untere Drehmomentbegrenzung -99999 ... 99999 Nm, Standard -5,13 Nm	
P1522 = ...	Obere Drehmomentbegrenzung Wählt die Quelle der oberen Drehmomentbegrenzung: Standard 1520	
P1523 = ...	Untere Drehmomentbegrenzung Wählt die Quelle der unteren Drehmomentbegrenzung: Standard 1521	
P1525 = ...	Skal. unt. Drehmoment-Grenzwert -400 ... 400 %, Standard 100 %	

Ausgangswert

r0067	Begrenzung Ausgangs-Iststrom
r1407 Bit 8	Status 2 der Motorregelung – Oberer Drehmomentgrenzwert aktiv
r1407 Bit 9	Status 2 der Motorregelung – Unterer Drehmomentgrenzwert aktiv

Nur bei Umrichtern G120 vorhandene Funktionen

7.1 2-/3-Leiter-Steuerung

Daten

Parameterbereich:	P0727 P0701 ... P0713 P0840, P0842, P1113
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Die 2-/3-Leiter-Steuerung ermöglicht das Starten, Stoppen und das Ändern der Drehrichtung des Umrichters auf eine der folgenden Arten:

1. 2-Leiter-Steuerung mit Siemens Standardsteuerung unter Verwendung von ON/OFF1 und REV als permanente Signale
2. 2-Leiter-Steuerung mit Siemens Standardsteuerung unter Verwendung von ON/OFF1 und ON_REV/OFF1 als permanente Signale
3. 2-Leiter-Steuerung mit ON_FWD und ON_REV als permanente Signale
4. 3-Leiter-Steuerung mit STOP als permanentes Signal und FWD und REVP als Impulse
5. 3-Leiter-Steuerung mit OFF1/HOLD und REV als permanente Signale und ON als Impulssignal

Die verschiedenen Arten der 2-/3-Leiter-Steuerung müssen über P0727 eingerichtet werden. Eine eingehende Beschreibung ist im folgenden Abschnitt enthalten. Die Signalquelle kann über die Parameter P0840, P0842 und P1113 eingestellt werden.

Hinweis

Funktion Wiedereinschaltautomatik

Wird die 2-/3-Leiter-Steuerungsmethode über P0727 gewählt, dann ist die Funktion Wiedereinschaltautomatik (P1210) gesperrt. Wird diese Funktion gewünscht, dann muss sie der Anwender ausdrücklich freigeben. Weitere Details finden Sie im Listenhandbuch.

7.1 2-/3-Leiter-Steuerung

Wenn eine der Regelfunktionen mit P0727 ausgewählt ist, werden die Werte 1, 2 und 12 für die Digitaleingänge (P0701 ... und P0712, P0713 für AI als DI verwendet) entsprechend der folgenden Tabelle neu definiert.

Tabelle 7- 1 Neu definierte Werte der Digitaleingänge

	P0727 = 0 Siemens- Standard- Ansteuerung	P0727 = 1 2-Leiter- Steuerung	P0727 = 2 3-Leiter- Steuerung	P0727 = 3 3-Leiter- Steuerung
Wert 1 des Digitaleingangs, Bedeutung von P0840	ON/OFF1	ON_FWD	STOP	ON_PULSE
Wert 2 des Digitaleingangs, Bedeutung von P0842	ON_REV/OFF1	ON_REV	FWDP	OFF1/HOLD
Wert 3 des Digitaleingangs, Bedeutung von P1113	REV	REV	REVP	REV
"P" bedeutet Impuls; "FWD" bedeutet vorwärts (Rechtslauf); "REV" bedeutet reversieren (Linkslauf)				

Befehlsquellen 2-/3-Leiter-Steuerung

Zur Verwendung der 2-/3-Leiter-Steuerung müssen die Quellen für ON/OFF1 (P0840), ON_REV/OFF1 (P0842) und REV (P1113) bzw. die neu definierten Werte entsprechend eingestellt werden.

Eingangswerte

Tabelle 7- 2 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P0727 = ...	Wahl der 2-/3-Leiter-Technik 0: Siemens (Start/Richtung) - (Methode 1 und Methode 2) 1: 2-Leiter (vorwärts/rückwärts) - (Methode 3) 2: 3-Leiter (vorwärts/rückwärts) - (Methode 4) 3: 3-Leiter (Start/Richtung) - (Methode 5)	
P0840 = ...	ON/OFF1 Befehlsquelle mögliche Quellen: 722.0 (DI0) Standard oder ein beliebiger binärer Ausgangsparameter (BO).	
P0842 = ...	ON reverse/OFF1 Befehlsquelle mögliche Quellen: 722.x (DIx) oder ein beliebiger binärer Ausgangsparameter (BO).	
P1113 = ...	REV Befehlsquelle mögliche Quellen: 722.1 (DI1) Standard oder ein beliebiger binärer Ausgangsparameter (BO).	

7.1.1 Siemens-Standardsteuerung (P0727 = 0)

Beschreibung

Mit den Standardeinstellungen (P0727 = 0) sind die folgenden Varianten der 2-Leiter-Steuerung verfügbar:

1. ON/OFF1 und REV.
2. ON/OFF1 und ON_REV/OFF1.

ON/OFF1 und REV

Bei dieser Methode kann der Umrichter mittels des Befehls ON/OFF1 gestartet und angehalten und der Drehsinn des Umrichters mittels des Befehls REV geändert werden. Diese Befehle können über die Parameter P0701 ... P0709 (und P0712, P0713 für AI, als DI verwendet) oder über BICO-Verschaltungen beliebigen Digitaleingängen zugeordnet werden.

Die REV-Befehle können jederzeit gegeben werden, unabhängig von der Ausgangsfrequenz des Umrichters.

Funktion

Bei Eintreffen des Befehls ON/OFF1 lässt der Umrichter den Motor in Vorwärtsrichtung anlaufen und bis zu dem Frequenzsollwert hochlaufen.

Wird ein REV-Befehl ausgegeben, dann läuft der Umrichter frequenzmäßig bis 0 Hz zurück und betreibt danach den Motor in umgekehrter Richtung. Wird der REV-Befehl zurückgenommen, dann läuft der Umrichter frequenzmäßig bis 0 Hz zurück und betreibt dann den Motor in Vorwärtsrichtung bis zum Erreichen des Frequenzsollwertes.

Wird der Befehl ON/OFF1 zurückgenommen, dann hält der Umrichter den Motor durch Ausführen einer OFF1-Funktion an.

Mit dem Befehl REV allein kann der Motor nicht angelassen werden.

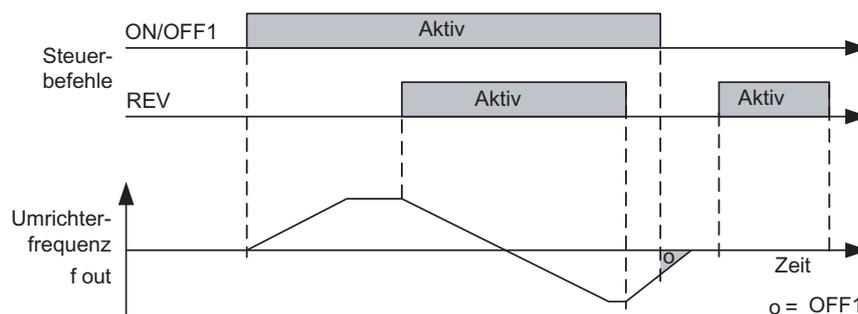


Bild 7-1 Siemens-Standardsteuerung mit (ON/OFF1 und REV)

ON/OFF1 und ON_REV/OFF1

Bei dieser Methode kann der Umrichter den Motor über den Befehl ON/OFF1 in Vorwärtsrichtung (Rechtslauf) betreiben, oder mittels ON_REV/OFF1 in der entgegengesetzten Richtung (Linkslauf).

Bei einer Drehrichtungsumkehr muss jedoch der Antrieb zunächst mit OFF1 verzögern, wonach bei Erreichen von 0 Hz das Signal für Richtungsumkehr angelegt werden kann.

Funktion

Die Auslaufphase kann durch einen Start-Befehl in die gleiche Richtung abgebrochen werden: arbeitet der Antrieb in Vorwärtsrichtung und wird OFF1 angelegt, dann arbeitet ein ON/OFF1-Befehl ordnungsgemäß und beschleunigt den Antrieb erneut bis auf die Sollfrequenz. Gleiches gilt für Rückwärtslauf und ON_REV/OFF1

Bei Eingabe eines Startbefehls für die entgegengesetzte Richtung, bezogen auf die Richtung, in der die Umrichterfrequenz soeben heruntergefahren wird, berücksichtigt der Antrieb die neue Einstellung nicht, sondern der Antrieb läuft bis 0 Hz aus und verbleibt dann im Stillstand.

Ist kein Steuersignal aktiv, dann läuft der Antrieb zum Stillstand aus und verbleibt im Ruhezustand.

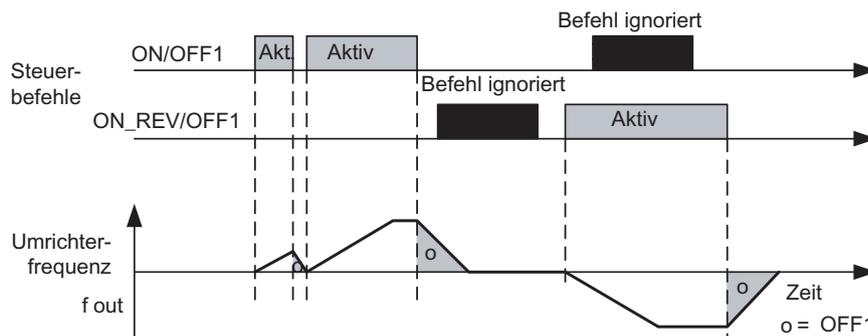


Bild 7-2 Siemens-Standardsteuerung mit ON/OFF1 und ON_REV/OFF1

2-Leiter-Steuerung mit ON/OFF1 und REV als permanente Signale (P0727 = 0, Siemens-Standard)

ON/OFF1	REV	Funktion
0	0	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
0	1	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
1	0	Umrichter beschleunigt auf Sollwert
1	1	Umrichter beschleunigt auf inversen Sollwert

**2-Leiter-Steuerung mit ON/OFF1 und ON_REV/OFF1 als permanente Signale
(P0727 = 0, Siemens-Standard)**

ON/OFF1	ON_REV/ OFF1	Funktion
0	0	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus (ein während der Auslaufphase des Umrichters gesetztes Signal wird ignoriert)
0	1	Umrichter beschleunigt auf inversen Sollwert
1	0	Umrichter beschleunigt auf Sollwert
1	1	Das erste aktive Signal hat Priorität, das zweite Signal wird ignoriert

7.1.2 2-Leiter-Steuerung (P0727 = 1)

Beschreibung

Diese Methode arbeitet mit zwei permanenten Signalen, ON_FWD und ON_REV, die den Umrichter starten/stillsetzen und die Drehrichtung des Motors bestimmen.

Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass ON_FWD und ON_REV jederzeit geschaltet werden können, unabhängig vom Sollwert oder von der Ausgangsfrequenz bzw. dem Drehsinn, und es besteht auch nicht die Forderung, den Motor auf 0 Hz auslaufen zu lassen, bevor der Befehl ausgeführt wird.

Funktion

Mit einem permanenten Signal ON_FWD ist der Antrieb auf ON gestellt und läuft in Vorwärtsrichtung.

Mit einem permanenten Signal ON_REV ist der Antrieb auf ON gestellt und läuft in Gegenrichtung.

Wenn beide Signale gleichzeitig aktiv sind, führt der Antrieb OFF1 aus und läuft bis zum Standstill aus.

Sind beide Signale passiv, dann befindet sich der Antrieb im Zustand OFF1.

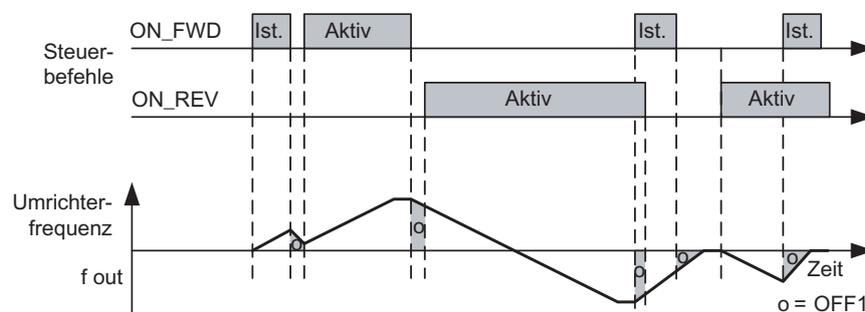


Bild 7-3 2-Leiter-Steuerung mit ON_FWD und ON_REV

2-Leiter-Steuerung mit ON_FWD und ON_REV als permanente Signale (P0727 = 1)

ON_FWD	ON_REV	Funktion
0	0	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
0	1	Umrichter beschleunigt auf inversen Sollwert
1	0	Umrichter beschleunigt auf Sollwert
1	1	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus

7.1.3 Dreileiter-Steuerung (P0727 = 2)

Beschreibung

Bei dieser Methode werden für die Steuerung des Motorbetriebs drei Befehle verwendet:

1. STOP: Dieses Signal ist permanent erforderlich, um den Motor über FWDP oder REVP zu starten.
2. FWDP: Bewirkt, dass der Motor sich in Vorwärtsrichtung (Rechtslauf) dreht.
3. REVP: Bewirkt, dass der Motor sich in Gegenrichtung (Linkslauf) dreht.

Funktion

Das STOP-Signal arbeitet mit negativer Logik: Das Öffnen und Offenhalten des Kontaktes bewirkt einen OFF1-Zustand, und der Antrieb hält an. Der STOP-Kontakt muss zum Starten und Betreiben des Umrichters geschlossen gehalten werden.

Anschließend bewirkt eine positive Flanke des Kontaktes FWDP oder REVP das Speichern (des Befehls) und das Anlaufen des Umrichters.

Die positive Flanke des Kontaktes FWDP stellt die Vorwärtsrichtung ein.

Die positive Flanke des Kontaktes REVP ändert die Drehrichtung auf Rückwärtslauf.

Ein gleichzeitiges Schließen von FWDP und REVP löst OFF1 aus.

Der Auslaufvorgang kann durch einen neuen Einzelimpuls FWDP oder REVP unterbrochen werden.

Eine positive Flanke der Kontakte FWDP oder REVP bei laufendem Antrieb in der entsprechenden Richtung bewirkt keinerlei Änderung.

Der Antrieb wird nur durch das Öffnen des STOP-Kontaktes regulär abgeschaltet, abgesehen von dem Sonderfall, dass beide Signale FWDP und REVP anstehen.

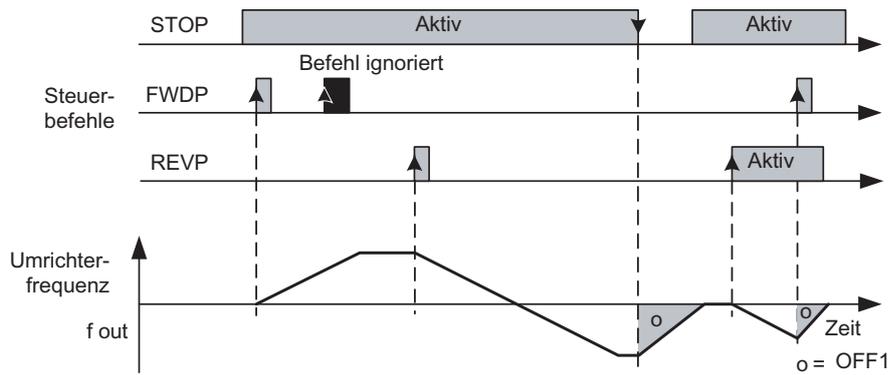


Bild 7-4 3-Leiter-Steuerung mit FWDP, REVP und STOP

3-Leiter-Steuerung mit STOP als permanentes Signal und FWD und REVP als Impulse (P0727 = 2)

STOP	FWDP	REVP	Funktion
0	0/1	0/1	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
1	0	0	Umrichter arbeitet entsprechend dem zuvor eingestellten Impuls (FWDP/REVP)
1	0	1	Umrichter beschleunigt auf inversen Sollwert
1	1	0	Umrichter beschleunigt auf Sollwert
1	1	1	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus

7.1.4 3-Leiter-Steuerung (P0727 = 3)

Beschreibung

Dieser Funktion sind drei Signale zugeordnet:

- ON_PULSE Bewirkt, dass der Motor in Vorwärtsrichtung läuft, wenn OFF1/HOLD aktiv ist.
- OFF1/HOLD: Dieses Signal muss permanent aktiv sein, um den Motor über ON_PULSE zu starten. Ein Öffnen des Kontaktes bewirkt einen Halt des Motors mit OFF1.
- REV: Dieses Signal bewirkt, dass der Motor auf Gegenrichtung wechselt, wenn OFF1/HOLD und ON_PULSE aktiv sind.

Funktion

Der Schalter OFF1/HOLD arbeitet mit negativer Logik: Um den Umrichter einzuschalten (ON) oder in Betrieb zu halten, muss der Kontakt geschlossen bleiben.

Eine positive Flanke des Schalters ON_PULSE wird gespeichert und bewirkt das Anlaufen des Umrichters, sofern sich dieser zuvor im OFF-Zustand befunden hatte.

Die Drehrichtung kann jederzeit mit Hilfe des Signals REV festgelegt und geändert werden. Das Signal REV muss permanent aktiv sein.

Das Öffnen oder Schließen des Schalters ON_PULSE bei laufendem Antrieb hat keine Auswirkung.

Nur das Aktivieren (z.B. Öffnen) von OFF1/HOLD hebt die Speicherung des Betriebszustands auf und bringt anschließend den Umrichter zum Stillstand.

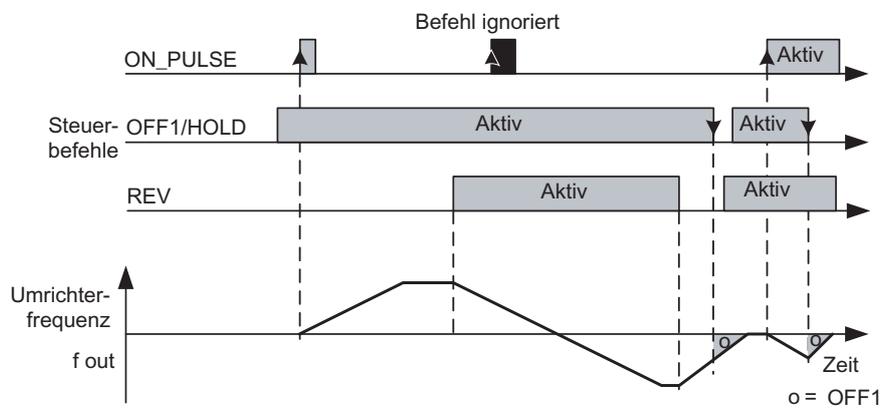


Bild 7-5 3-Leiter-Steuerung mit ON_PULSE, REV und OFF1/HOLD

3-Leiter-Steuerung mit STOP als permanentes Signal und FWD und REVP als Impulse (P0727 = 3)

OFF1/HOLD	ON_PULSE	REV	Funktion
0	0/1	0/1	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
1	0	0	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
1	0	1	Umrichter läuft mit OFF1 von einer beliebigen Frequenz bis zum Stillstand aus
1	1	0	Umrichter beschleunigt auf Sollwert
1	1	1	Umrichter beschleunigt auf inversen Sollwert

7.2 Sollwert über Festfrequenzen

Daten

Parameterbereich:	P1001 - r1025
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP3200, FP3210

Beschreibung

Die Funktion "Festfrequenzen" ermöglicht die Eingabe eines Frequenzsollwertes für den Antrieb. Sie kann über die Festfrequenzen (P1001 ... P1101) oder über die PID-Festfrequenzen (P2201 ... r2223) festgelegt werden, siehe Abschnitt "Sollwert über PID-Festfrequenzen".

Es handelt sich um eine alternative Wahlmöglichkeit zur Eingabe eines Sollwertes anstelle einer Verwendung der Analogeingänge, der seriellen Datenschnittstelle, der JOG-Funktion oder des Motorpotentiometers.

Es gibt zwei Methoden für die Auswahl von Festfrequenzen, die über den Parameter P1016 eingestellt werden:

- Direkte Auswahl (P1016 = 1)
- Binäre Auswahl (P1016 = 2)

ON-Befehl kombiniert mit Festfrequenz

Das Festfrequenz-Zustandsbit r1025 (Binektorausgang) ermöglicht das Verknüpfen der Festfrequenz-Auswahl mit einem ON-Befehl. Zu diesem Zweck muss P0840 auf r1025 eingestellt werden.

VORSICHT

Bitte beachten Sie, dass sich die Bedeutung von P0840 bei Verwendung der 2-/3-Leiter-Steuerungsfunktionalität ändern kann.

Bei Verwendung digitaler Eingänge kann die Signalquelle mithilfe einer der folgenden Methoden ausgewählt werden:

- Standardmethode (Standard)
- BICO-Methode

Hinweis

Die Standard-Methode hat gegenüber der BICO-Methode Priorität. Das bedeutet, dass die digitalen Eingänge DI3 ... DI6 auf einen anderen Wert als 15, 16, 17, 18 eingestellt werden müssen, bevor die BICO-Verschaltung erfolgen kann.

Direkte Auswahl (P1016 = 1)

Mit den Standardeinstellungen kann in diesem Modus die Festfrequenz unter Verwendung permanenter Signale für die Festfrequenz-Quellen gewählt werden, ausgewählt über P1020 ... P1023 (Standard DI3 ... DI6). Sind mehrere Festfrequenzen gleichzeitig aktiv, dann werden die Frequenzen addiert. Das bedeutet: Sind DI3, DI4 und DI6 aktiv, dann lautet die resultierende Frequenz $FF1+FF2+FF4$. Damit sind bis zu 15 Kombinationen zur Auswahl von Festfrequenzen möglich.

Die Werte für FF1 ... FF4 sind in P1001 ... P1004 gegeben.

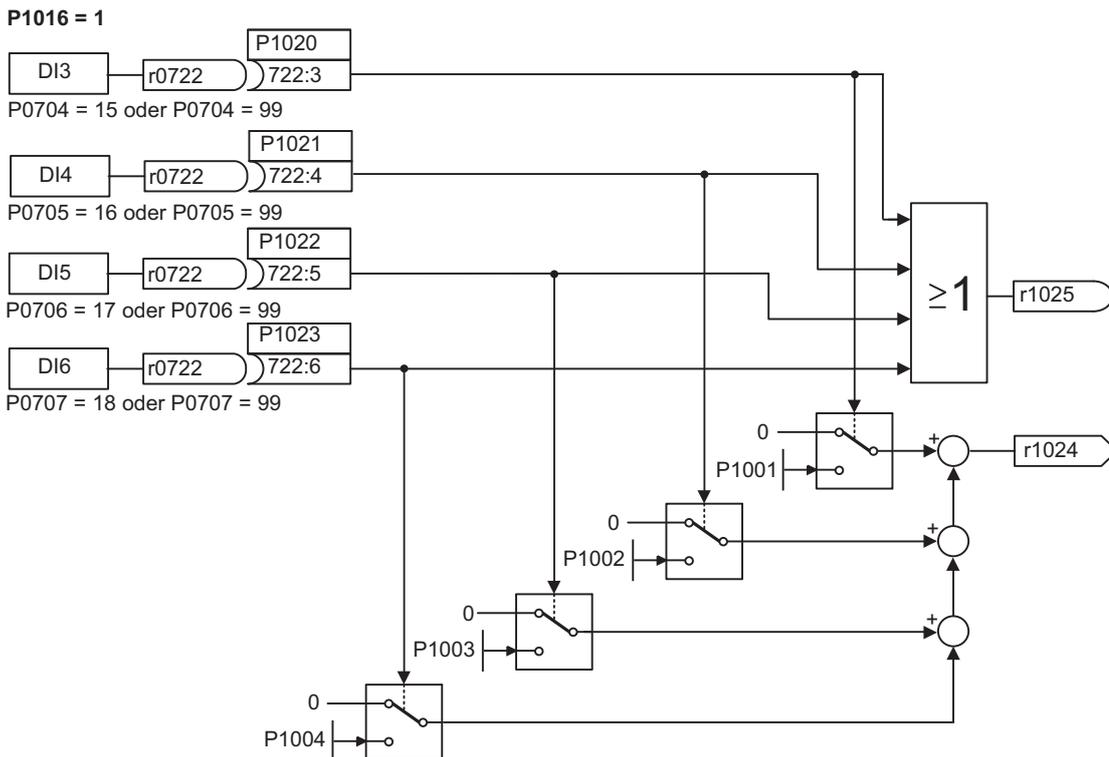


Bild 7-6 Direkte Auswahl von Festfrequenzen – Funktionsübersicht

Binär codierte Auswahl (P1016 = 2)

Mit dieser Technik können bis zu 15 verschiedene Festfrequenzen unter Verwendung permanenter Signale für die Festfrequenz-Quellen gewählt werden, ausgewählt über P1020 ... P1023. Die Auswahl der Frequenzen erfolgt indirekt über die Binär-Codierung des Status der Festfrequenz-Quellen, wie in nachfolgender Tabelle gezeigt.

Tabelle 7- 3 Beispiel für die Wahl von Festfrequenzen über Binär-Codierung

FF-Nummer	Frequenz	P1023	P1022	P1021	P1020
FF1	P1001	0	0	0	1
FF2	P1002	0	0	1	0
FF3	P1003	0	0	1	1
FF4	P1004	0	1	0	0
...
FF14	P1014	1	1	1	0
FF15	P1015	1	1	1	1

P1016 = 2

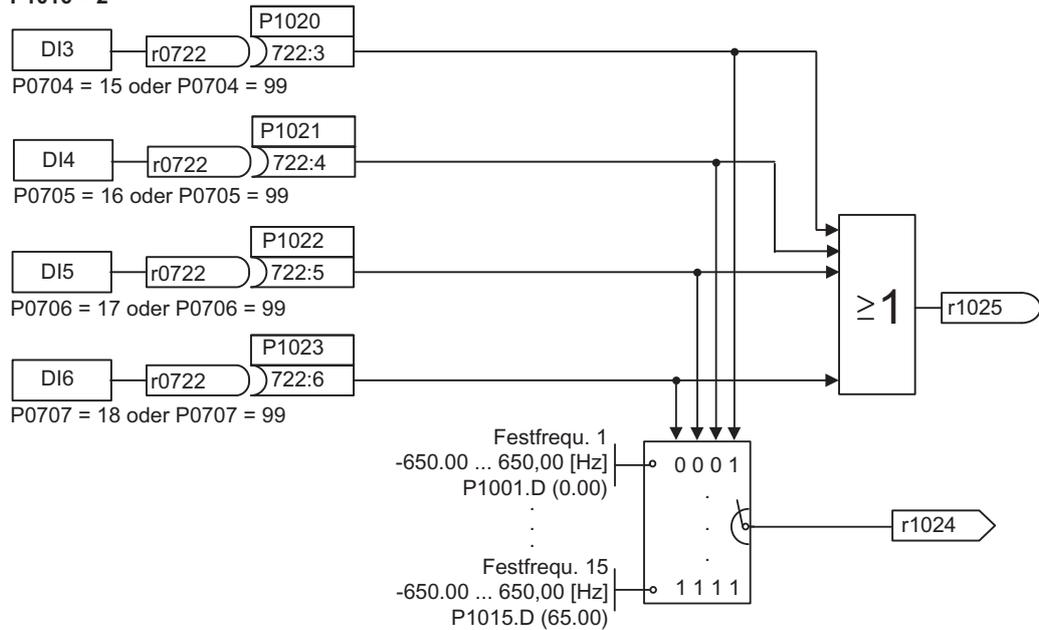


Bild 7-7 Binärauswahl von Festfrequenzen – Funktionsübersicht

Eingangswerte

Parameter	Beschreibung	Einstellung
	Auswahl der Quelle für die Festfrequenzwahl, z. B. digitale Eingänge (P0722.x) oder ein beliebiger Ausgangsparameter (BO).	
P1001 - P1015 = ...	Festfrequenz 1 - 15 mögliche Werte: - 650 Hz ... 650 Hz, Standardeinstellungen 0 Hz ... 65 Hz in 5-Hz-Schritten	
P1016 = ...	Festfrequenzmodus 1 Direkte Auswahl (Standard), 2 binär codierte Auswahl	
P1020 = ...	Festfrequ.-Auswahl Bit 0 z. B. 722.x (digitale Eingänge) / r2091.00 (serielle Schnittstelle)	
P1021 = ...	Festfrequ.-Auswahl Bit 1 z. B. 722.x (digitale Eingänge) / r2091.01 (serielle Schnittstelle)	
P1022 = ...	Festfrequ.-Auswahl Bit 2 z. B. 722.x (digitale Eingänge) / r2091.02 (serielle Schnittstelle)	
P1023 = ...	Festfrequ.-Auswahl Bit 3 z. B. 722.x (digitale Eingänge) / r2091.03 (serielle Schnittstelle)	

Ausgangswerte

Parameter	Beschreibung	Einstellung
r1024	Ist-Festfrequenz P1016 = 0: Summe der gewählten Festfrequenzen P1016 = 1: Festfrequenz des binär codierten Wertes	
r1025	Festfrequenz-Status 0 = keine Festfrequenz gewählt 1 = mindestens eine Festfrequenz gewählt	

Beispiele für die Auswahl über digitale Eingänge oder serielle Schnittstelle

Tabelle 7- 4 Wahl von Festfrequenzen über Direktauswahl (P1016 = 0)

Methode	Eingangseinstellungen
Standard- methode – über digitale Eingänge	P0704 = 15: DI3 als Quelle für FF-Auswahl Bit 0 (P1020) P0705 = 16: DI4 als Quelle für FF-Auswahl Bit 1(P1021) P0706 = 17: DI5 als Quelle für FF-Auswahl Bit 2 (P1022) P0707 = 18: DI5 als Quelle für FF-Auswahl Bit 3 (P1023) P1020 = 722.3: FF-Auswahl Bit 0 (DI3) // P1021 = 722.4: FF-Auswahl Bit 1 (DI4) P1022 = 722.5: FF-Auswahl Bit 2 (DI5) // P1021 = 722.4: FF-Auswahl Bit 3 (DI6)
BICO- Methode – über serielle Schnittstelle	P0704 - P0707 ≠ 15, 16, 17, 18, BICO-Parametrierung freigegeben, P1020 = 2091.0: FF-Auswahl Bit 0 -> serielles Schnittstellen-Steuerwort 2, Bit 0 , P1021 = 2091.1: FF-Auswahl Bit 1 -> serielles Schnittstellen-Steuerwort 2, Bit 1 P1022 = 2091.2: FF-Auswahl Bit 2 -> serielles Schnittstellen-Steuerwort 2, Bit 2 P1023 = 2091.3: FF-Auswahl Bit 3 -> serielles Schnittstellen-Steuerwort 2, Bit 3

7.3 PID-Regler

Daten

Parameterbereich:	P2200, P2201 ... P2355
Warnungen:	A0936
Fehler:	F0221, F0222
Funktionsplannummer:	FP3300, FP3310, FP3400, FP5000, FP5100
Eigenschaften:	Zykluszeit: 8 ms

Beschreibung

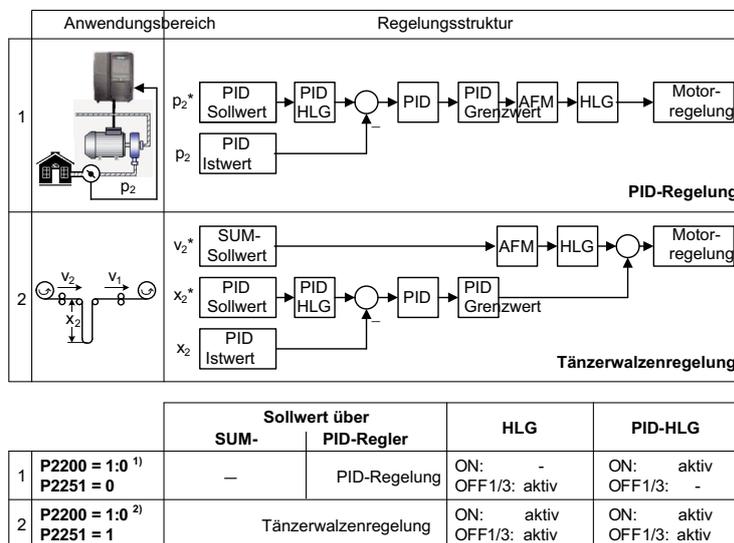
Der integrierte PID-Regler (Technologie-Regler) berechnet einen Frequenzsollwert, der zur Regelung von Prozessgrößen wie Druckwerte oder Pegelstände verwendet werden kann. Der Sollwert kann als Hauptsollwert oder als zusätzlicher Sollwert eingesetzt werden.

Als Hauptsollwert kann er für folgende Anwendungen verwendet werden:

- Druckregelung für Extruder
- Wasserstandsregelung für Pumpenmotoren
- Temperaturregelung für Lüftermotoren

Als zusätzlicher Sollwert ist der Einsatz bei folgenden Anwendungen möglich:

- Tänzerwalzen-Lageregelung für Wickleranwendungen und ähnliche Regelungsaufgaben



1) Änderung wird nur bei gestopptem Antrieb vorgenommen
 2) Nimmt die Änderung bei laufendem Antrieb vor

Bild 7-8 PID-Anwendungsbeispiele

7.3 PID-Regler

Die Sollwerte und Istwerte des Technologie-Reglers können über das PID-Motorpotenziometer (PID-MOP), den PID-Festsollwert (PID-FF), die Analogeingänge (AI) oder über die serielle Schnittstelle eingegeben werden, wie in nachstehendem Bild gezeigt. Durch entsprechende Parametrierung der BICO-Parameter wird festgelegt, welche Sollwerte oder Istwerte zu verwenden sind.

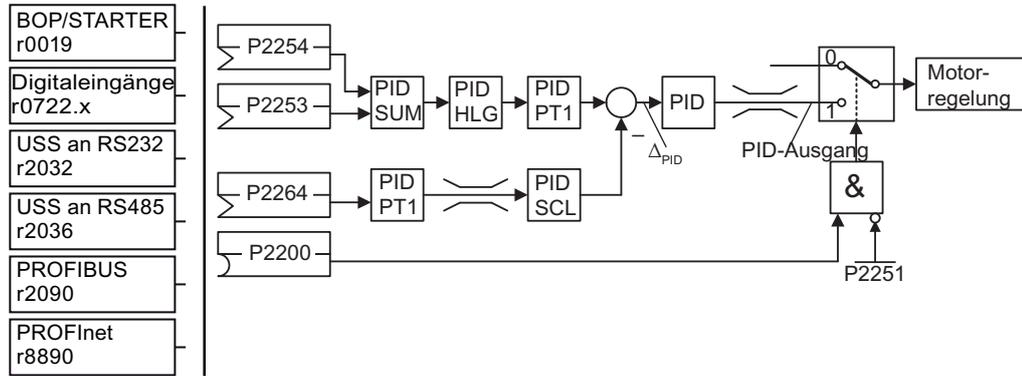


Bild 7-9 Aufbau des Technologie-Reglers

Eingangswerte

Tabelle 7- 5 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2200 = ...	PID-Regler freigeben 0: gesperrt (Standard) 1: freigegeben	
P2235 = ...	Freigabe PID-MOP (UP-Befehl) mögliche Quellen: 19.13 (BOP), 722.x (Digitaleingang), 2032.13 (USS an RS232), 2036.13 (USS an RS485), 2090.13 (PROFIBUS), r8890.13 (PROFInet)	
P2236 = ...	Freigabe PID-MOP (DOWN-Befehl) mögliche Quellen: 19.14 (BOP), 722.x (Digitaleingang), 2032.14 (USS an RS232), 2036.14 (USS an RS485), 2090.14 (PROFIBUS), 8890.14 (PROFInet)	

Tabelle 7- 6 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2251 = ...	PID-Modus 0: PID als Sollwert (Standard) 1: PID als Abgleichquelle	
P2253 = ...	PID-Sollwert mögliche Quellen: 755.0 (Analogeingang 0), 2224 (Ist-PID-Festsollwert), 2250 (Sollwertausgabe des PID-MOP)	
P2254 = ...	PID-Abgleichquelle mögliche Quellen: 755.0 (Analogeingang 0), 2224 (Ist-PID-Festsollwert), 2250 (Sollwertausgabe des PID-MOP)	
P2255 = ...	PID-Sollwert Verstärkung 0 ... 100, Standard 100	

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2256 = ...	PID Zus. Sollwert Verstärkung 0 ... 100, Standard 100	
P2257 = ...	Hochlaufzeit für PID-Sollwert 0 ... 650 s, Standard 1 s	
P2258 = ...	Rücklaufzeit für PID-Sollwert 0 ... 650 s, Standard 1 s	
P2263 = ...	PID-Reglertyp 0: D-Komponente im Rückführsignal (Standard) 1: D-Komponente im Fehlersignal	
P2264 = ...	PID-Sollwert mögliche Quellen: 755.1 (Analogeingang 1), 2224 (Ist-PID-Festsollwert), 2250 (Sollwertausgabe des PID-MOP)	
P2265 = ...	PID-Sollwertfilter-Zeitkonstante 0 ... 60 s, Standard 0 s	
P2267 = ...	Max.-Wert für PID-Rückführung -200 ... 200 %, Standard 100 %	
P2268 = ...	Min.-Wert für PID-Rückführung -200 ... 200 %, Standard 100 %	
P2269 = ...	Verstärkung PID-Rückführung 0 ... 500 %, Standard 100 %	
P2270 = ...	Funktionswahl PID-Rückführung 0: gesperrt (Standard) 1: Quadratwurzel 2: Quadrat 3: Dritte Potenz	
P2271 = ...	PID-Umformertyp 0: gesperrt (Standard) 1: Invertierung der PID-Rückführung	
P2274 = ...	PID-Differenzierzeit 0 ... 60 s, Standard 0 s	
P2280 = ...	PID-Proportionalverstärkung 0 ... 65, Standard 3	
P2285 = ...	PID-Integrationszeit 0 ... 60 s, Standard 0 s	
P2291 = ...	Maximalwert PID-Ausgang -200 ... 200 %, Standard 100 %	
P2292 = ...	Minimalwert PID-Ausgang -200 ... 200 %, Standard 0 %	
P2293 = ...	Hoch-/Rücklaufzeit der PID-Grenze 0 ... 100 s, Standard 1 s	
P2295 = ...	Verstärkung PID-Ausgang -100 ... 100 %, Standard 100 %	
P2350 = ...	Freigabe PID-Selbstoptimierung 0: PID-Selbstoptimierung gesperrt (Standard) 1: PID-Selbstoptimierung mit Ziegler Nichols (ZN) Standard 2: PID-Selbstoptimierung wie 1, plus leichtes Überschwingen (O/S) 3: PID-Selbstoptimierung wie 2, wenig oder kein Überschwingen (O/S) 4: PID-Selbstoptimierung nur PI, viertel-gedämpfte Antwort	

7.3 PID-Regler

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2354 = ...	PID Autotuning Überwachungszeit 60 ... 65000 s, Standard 240 s	
P2355 = ...	PID Autotuning Offset 0 ... 20 s, Standard 5 s	

Ausgangswert

r2224	Aktueller PID-Festsollwert
r2225	Status PID-Festfrequenz
r2250	Sollwertausgabe des PID-MOP
r2260	PID-Sollwert nach PID-HLG
P2261	PID-Sollwertfilter-Zeitkonstante
r2262	Gefilterter PID-Sollwert nach HLG
r2266	Gefilterte PID-Rückführung
r2272	Skalierte PID-Rückführung
r2273	PID-Fehler
r2294	Ist-PID-Ausgabe

Beispiel

Der permanente PID-Regler sollte folgende Nebenbedingungen erfüllen:

- PID-Regler freigegeben und
- PID-Sollwerteingabe über PID-Festfrequenzen und
- PID-Istwert über den Analogeingang

Tabelle 7- 7 Parametrierung

Permanenter PID-Regler freigegeben	P2200 = 1.0
Sollwerteingabe über PID-FF	P2253 = 2224
Istwerteingabe über Analogeingang AI	P2264 = 755
Sollwerteingabe über PID	P2251 = 0

Der Zusatzsollwert wird zum Hauptsollwert addiert (PID-SUM) und die Summe wird über den PID-Hochlaufgeber (PID-RFG) dem Soll-Istwert-Summenpunkt zugeführt. Die Quelle des Zusatzsollwertes (BICO-Parameter P2254), die Rampenhochlauf-/Rampenrücklaufzeit des PID-Hochlaufgebers (P2257, P2258) und die Filterzeit (P2261) können durch geeignetes Einstellen der entsprechenden Parameter an die vorliegende Anwendung angepasst werden.

Ähnlich wie der PID-Sollwertzweig hat auch der Istwertzweig des Technologieregler einen Filter (PID-PT1), der mittels des Parameters P2265 eingestellt werden kann. Zusätzlich zu der Glättung kann der Istwert mittels einer Skalierereinheit (PID-SCL) verändert werden.

Der Technologieregler kann über die Parameter P2280, P2285 und P2274 als P-, I-, PI- oder PID-Regler parametrierbar werden.

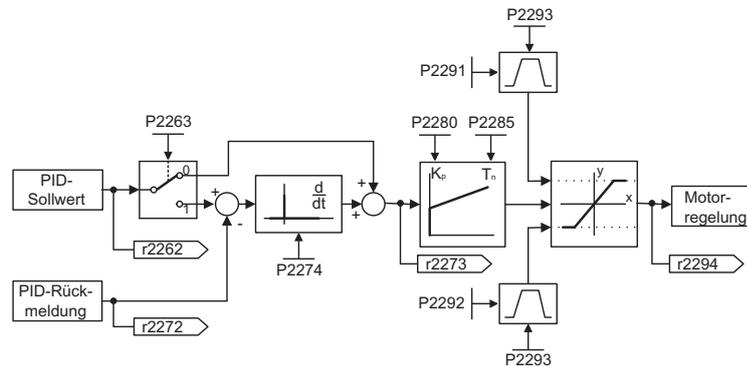


Bild 7-10 PID-Regler

Für manche Anwendungsfälle kann die PID-Ausgangsgröße auf definierte Werte begrenzt werden. Dies kann mit Hilfe der Festgrenzen (P2291 und P2292) vorgenommen werden. Um zu verhindern, dass der Ausgang des PID-Reglers beim Einschalten große Sprünge ausführt, werden diese PID-Ausgangsbegrenzungen mit einer Rampenzeit P2293 von 0 auf den entsprechenden Wert P2291 (obere Grenze für den PID-Ausgang) und P2292 (untere Grenze für den PID-Ausgang) rampenförmig erhöht. Sobald diese Grenzen erreicht sind, wird das dynamische Verhalten des PID-Reglers nicht mehr durch diese Rampenhochlauf-/Rampentrücklaufzeit (P2293) begrenzt.

7.3.1 Tänzerwalzen-PID-Regelung

Daten

Parameterbereich:	P1070, P1075, P1120, P1121, P2200, P2251 ... P2285
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Bei verschiedenen kontinuierlichen Fertigungsprozessen (z. B. in der Papier- und Zellstoffindustrie oder bei der Herstellung von Kabeln) muss die Geschwindigkeit der entlang des Fertigungsprozesses verteilten Stationen geregelt werden, um sicherzustellen, dass die kontinuierliche Materialbahn nicht unerwünschten Zugspannungen ausgesetzt ist. Es ist wichtig, dass sich keine Falten oder Falze bilden. Bei derartigen Anwendungen ist es zweckmäßig, eine Art Materialpuffer in Form einer Schleife mit definierter Zugspannung herzustellen. Dadurch ergibt sich zwischen den einzelnen Umrichter-Standplätzen eine Entkoppelung. Diese Schleife ist ein Maß für die Differenz zwischen dem zugeführten und dem abgeführten Material und damit eine Anzeige der Prozessqualität.

Mit Hilfe der Tänzerwalzen-PID-Regelung ist es durch den Umrichter möglich, bei kontinuierlichen Materialbahnen eine konstante Zugspannung zu gewährleisten.

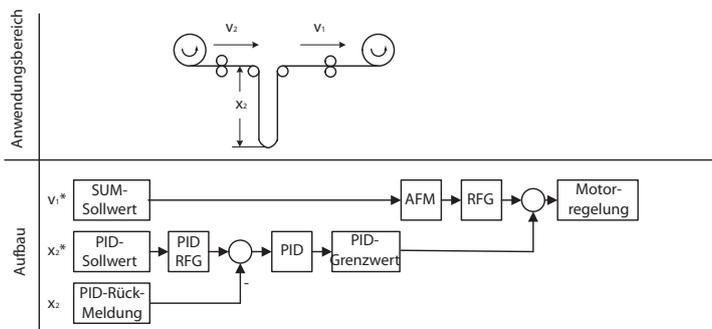


Bild 7-11 Tänzerwalzen-PID-Regelung

Die Geschwindigkeit v_1 möge eine unabhängige Störung sein; die Zufuhrgeschwindigkeit v_2 soll mit Hilfe der Motorwalzen A_2 so geregelt werden, dass die Länge x_2 der Schleife weitestmöglich dem Sollwert entspricht.

Hinweis

Bei Auswahl von geregelter Tänzerwalzenregelung sollte man darauf achten, dass weder PID-MOP noch PID-FF verwendet werden sollten - statt dessen MOP (Motorpotentiometer) oder FF (Festfrequenzen).

Die Struktur und wichtige Parameter für die PID-Tänzerwalzenregelung werden im Folgenden gezeigt

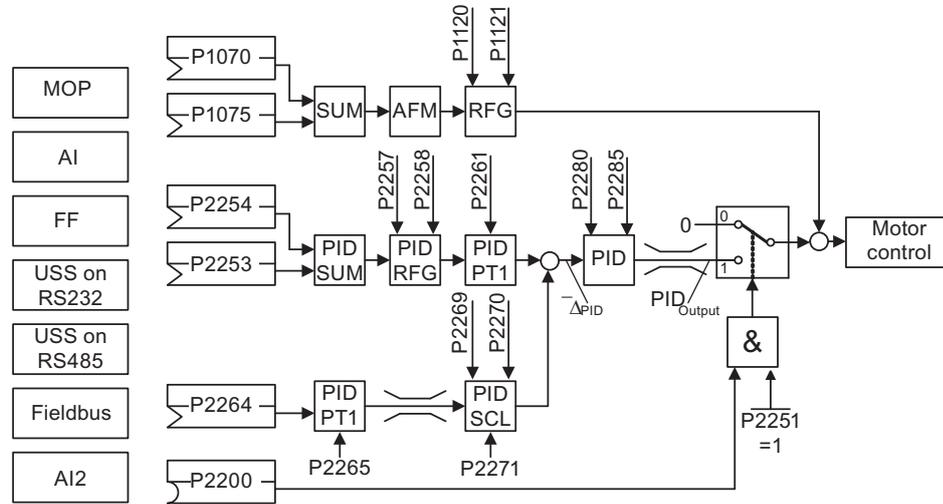


Bild 7-12 Struktur der Tänzerwalzenregelung

7.3 PID-Regler

Eingangswerte

Tabelle 7- 8 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P1070 = ...	Hauptsollwert 1024: Festsollwert (FF) 1050: MOP 755.0: Analogeingang 0 2015.1: USS an RS232 2018.1: USS an RS485 2050.1: Feldbus (Standard)	
P1074 = ...	Zusatzsollwert sperren mögliche Quellen: P755.x (Digitaleingang)	
P1120 = ...	Hochlaufzeit 0 ... 650 s, Standard 10 s	
P1121 = ...	Rücklaufzeit 0 ... 650 s, Standard 10 s	
P2200 = ...	PID-Regler freigeben 1: PID-Regler immer aktiv 722.x: Digitaleingang x	
P2251 = ...	PID-Modus 0: PID als Sollwert (Standard) 1: PID zur Justierung	
P2253 = ...	PID-Sollwert mögliche Quellen: P755.0 (Analogeingang 0) / r2224 (Festsollwert) / r2250 (aktiver Sollwert)	
P2254 = ...	PID-Abgleichquelle mögliche Quellen: P755.0 (Analogeingang 0) / r2224 (Festsollwert) / r2250 (aktiver Sollwert)	
P2264 = ...	PID-Sollwert mögliche Quellen: P755.1 (Analogeingang 1) / r2224 (Festsollwert) / r2250 (aktiver Sollwert)	

Tabelle 7- 9 Zusätzliche Inbetriebnahme-Parameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2255 = ...	PID-Sollwert Verstärkung 0 ... 100, Standard 100	
P2256 = ...	PID Zus. Sollwert Verstärkung 0 ... 100, Standard 100	
P2265 = ...	PID-Sollwertfilter-Zeitkonstante 0 ... 60 s, Standard 0 s	
P2271 = ...	PID-Umformertyp 0: gesperrt (Standard) 1: Invertierung der PID-Rückführung	
P2280 = ...	PID-Proportionalverstärkung 0 ... 65, Standard 3	
P2285 = ...	PID-Integrationszeit 0 ... 60 s, Standard 0 s	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung	Einstellung
r2260	CO: PID-Sollwert nach PID-HLG	
P2261	PID-Sollwertfilter-Zeitkonstante	
r2262	CO: Gefilterter PID-Sollwert nach HLG	
r2266	CO: Gefilterte PID-Rückführung	
r2272	CO: Skalierte PID-Rückführung	
r2273	CO: PID-Fehler	

Zusätzliche Parameter im Zusammenhang mit der PID-Reglerfunktion

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2257 = ...	Hochlaufzeit für PID-Sollwert 0 ... 650 s, Standard 1 s	
P2258 = ...	Rücklaufzeit für PID-Sollwert 0 ... 650 s, Standard 1 s	
P2263 = ...	PID-Reglertyp 0: D-Komponente im Rückführsignal (Standard) 1: D-Komponente im Fehlersignal	
P2267 = ...	Max.-Wert für PID-Rückführung -200 ... 200 %, Standard 100 %	
P2268 = ...	Min.-Wert für PID-Rückführung -200 ... 200 %, Standard 100 %	
P2269 = ...	Verstärkung PID-Rückführung 0 ... 500 %, Standard 100 %	
P2270 = ...	Funktionswahl PID-Rückführung 0: gesperrt (Standard) 1: Quadratwurzel 2: Quadrat 3: Dritte Potenz	
P2274 = ...	PID-Differenzierzeit 0 ... 60 s, Standard 0 s	

7.3.2 PID-Motorpotentiometer

Daten

Parameterbereich:	P2231 bis r2250
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	FP3400

Beschreibung

Der PID-Regler besitzt ein PID-Motorpotentiometer (PID-MOP), das getrennt eingestellt werden kann. Seine Funktionalität ist mit der des Motorpotentiometers identisch, wobei die PID-Parameter im Bereich von P2231 bis r2250 festgelegt werden.

Tabelle 7- 10 Gegenseitige Entsprechung der Parameter

PID-Motorpotentiometer		Motorpotentiometer	
P2231	PID-MOP-Modus	P1031	MOP-Modus
P2232	Gegenrichtungssperre des PID-MOP	P1032	Gegenrichtungssperre des MOP
P2235	Freigabe PID-MOP (Höher-Befehl)	P1035	Freigabe MOP (Höher-Befehl)
P2236	Freigabe PID-MOP (Tiefer-Befehl)	P1036	Freigabe MOP (Tiefer-Befehl)
P2240	Sollwert des PID-MOP	P1040	Sollwert des MOP
P2241	PID-MOP Sollwertwahl automatisch/manuell	P1041	MOP Sollwertwahl automatisch/manuell
P2242	PID-MOP autom. Sollwert	P1042	MOP autom. Sollwert
P2243	BI: PID-MOP Hochlaufgeber-Sollwert akzeptieren	P1043	MOP Hochlaufgeber-Sollwert akzeptieren
P2244	PID-MOP Hochlaufgeber-Sollwert	P1044	MOP Hochlaufgeber-Sollwert
P2247	PID-MOP Hochlaufzeit (Beschleunigungszeit) des HLG	P1047	MOP Hochlaufzeit (Beschleunigungszeit) des HLG
P2248	PID-MOP Rücklaufzeit (Beschleunigungszeit) des HLG	P1048	MOP Rücklaufzeit (Beschleunigungszeit) des HLG
r2245	PID-MOP Eingangsfrequenz des Hochlaufgebers	r1045	MOP Eingangsfrequenz des Hochlaufgebers
r2250	Sollwertausgabe des PID-MOP	r1050	Ist. Ausgangsfrequenz des MOP

Hinweis

Unterschiede zwischen MOP und PID-MOP:

Der MOP-Sollwert wird als Frequenzwert angegeben (Standard 5 Hz), der PID MOP - Sollwert als Prozentanteil der Referenzparameter P2000 ... P2004 (Standard 10 %).

Die MOP-Befehlsquelle kann über P0700 geändert werden. PID-MOP kann nur über BICO-Signale geändert werden.

Beispiele

Tabelle 7- 11 PID-MOP-Sollwertquellen

Funktion	Quelle		
	Option Port, z. B. BOP	PROFIBUS	Digitaleingänge
P2235 Freigabe PID-MOP UP	= 19.13	= r2090.13	= 722.4 (DI4)
P2236 Freigabe PID-MOP DOWN	= 19.14	= r2090.14	= 722.5 (DI5)

Siehe auch

Motorpotentiometer (MOP) (Seite 34)

7.3.3 Sollwert über PID-Festfrequenzen**Daten**

Parameterbereich: P2201 ... r2225
 Warnungen: -
 Fehler: -
 Funktionsplannummer: FP3300, FP3310

Beschreibung

Die Funktion "PID-Festfrequenzen" ist identisch mit der Funktion "Sollwert über Festfrequenzen".

Die gleichzeitige Verwendung von Festfrquenzen und PID-Festfrequenzen ist nicht möglich.

7.3 PID-Regler

Tabelle 7- 12 Gegenseitige Entsprechung der Parameter

PID-Festfrequenzen		Festfrequenzen	
P2201 - P2215	PID-Festsollwert 1 - 15	P1001 - P1015	Festfrequenz 1 - 15
P2216	PID-Festsollwert-Modus	P1016	Betriebsart Festfrequenz
P2220	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 0	P1020	Festfrequenzauswahl Bit 0
P2221	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 1	P1021	Festfrequenzauswahl Bit 1
P2222	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 2	P1022	Festfrequenzauswahl Bit 2
P2223	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 3	P1023	Festfrequenzauswahl Bit 3
r2224	Aktueller PID-Festsollwert	r1024	Ist-Festfrequenz
r2225	Status PID-Festfrequenz	r1025	Status Festfrequenz

Eingangswerte

Tabelle 7- 13 Hauptfunktionsparameter

Parameter	Beschreibung	Einstellung
P2201 - P2215 = ...	PID-Festsollwert 1 - 15 -200 ... 200 Hz: Definiert PID-Festsollwert 1 - 15 (0% = Standard)	
P2216 = ...	PID-Festsollwert-Modus 1 Direkte Auswahl (Standard) 2 Binäre Auswahl	
P2220 = ...	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 0 mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2033.00 (Option Port) / r2091.00 (serielle Schnittstelle) (722.3 = Standard)	
P2221 = ...	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 1 mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2033.01 (Option Port) / r2091.01 (serielle Schnittstelle) (722.4 = Standard)	
P2222 = ...	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 2 mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2033.02 (Option Port) / r2091.02 (serielle Schnittstelle) (722.5 = Standard)	
P2223 = ...	PID-Festsollwert-Auswahl Bit 3 mögliche Quellen: 722.x (Digitaleingänge) / 2033.03 (Option Port) / r2091.03 (serielle Schnittstelle) (722.6 = Standard)	

Ausgangswert

Parameter	Beschreibung	Einstellung
r2224	Aktueller PID-Festsollwert P1016 = 0: Summe der gewählten Festfrequenzen P1016 = 1: Festfrequenz des binär codierten Wertes	
r2225	PID Festfrequenz-Status 0 = keine Festfrequenz gewählt 1 = mindestens eine Festfrequenz gewählt	

Beispiel für direkte Auswahl

Tabelle 7- 14 Direkte Auswahl (P2216 = 1) mit Digitaleingängen

FF-Nummer	Frequenz	P2223	P2222	P2221	P2220
PID-FF0	0 Hz	0	0	0	0
PID-FF1	P2201	0	0	0	1
PID-FF2	P2202	0	0	1	0
PID-FF3	P2203	0	1	0	0
PID-FF4	P2204	1	0	0	0
PID-(FF1+FF2)		0	0	1	1
PID-(FF1+FF2+FF3)		0	1	1	1
PID-(FF1+FF2+FF3+FF4)		1	1	1	1

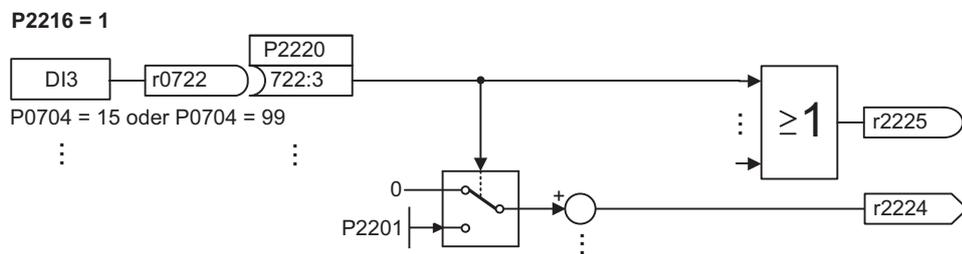


Bild 7-13 Direkt gewählte PID-Festsollwerte über DI3

Beispiel für Binärauswahl

Tabelle 7- 15 Binärauswahl (P2216 = 2) mit Digitaleingängen

FF-Nummer	Frequenz	P2223	P2222	P2221	P2220
PID-FF0	0 Hz	0	0	0	0
PID-FF1	P2201	0	0	0	1
PID-FF2	P2202	0	0	1	0
...
PID-FF14	P2214	1	1	1	0
PID-FF15	P2215	1	1	1	1

7.4 Digitaleingänge (DI)

Daten

Menge:	6 ... 9 + 2 (abhängig von der CU-Variante)
Parameterbereich:	P0701 ... P0712, P0713 r0720 ... P0724
Funktionsplannummer:	FP2000, FP2200
Eigenschaften:	
• Zykluszeit:	2 ms
• Einschaltsschwelle:	≥ 15 V
• Ausschaltsschwelle:	≤ 5 V
• elektrische Eigenschaften:	G120: potenzialfrei, kurzschlussfest

Beschreibung

Damit ein Umrichter autonom arbeiten kann, sind externe Steuersignale erforderlich. Diese Signale können sowohl mittels einer seriellen Schnittstelle als auch unter Verwendung von Digitaleingängen vorgegeben werden (siehe nachstehendes Bild). Abhängig von der CU-Variante hat der SINAMICS G120 bis zu 9 digitale Eingänge, die unter Verwendung von 2 Analog-Eingängen ergänzt werden können. Die digitalen Eingänge sind in ihrer Zuordnung zu einer Funktion frei programmierbar. Hinsichtlich der Programmierung kann die Funktion direkt mithilfe der Parameter P0701 ... P0713 zugeordnet werden, oder sie kann über die BICO-Technik frei programmiert werden.

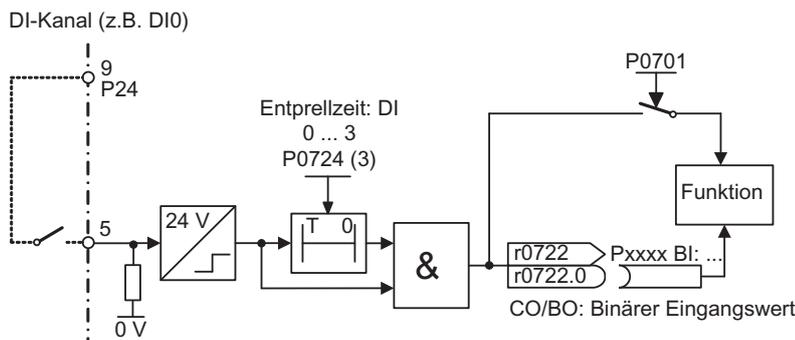


Bild 7-14 Digitaleingänge

Die Anzahl der verfügbaren Digital-Eingänge wird im Parameter r0720 angezeigt. Die logischen Zustände der Digitaleingänge können mit P0724 entprellt und mit Parameter r0722 (BICO-Überwachungsparameter) ausgelesen werden. Ferner wird mit diesem Parameter die BICO-Parametrierung der digitalen Eingänge durchgeführt (siehe BICO-Parametrierung im folgenden Abschnitt).

Digitale Eingänge und als digitale Eingänge verwendete analoge Eingänge

Folgende digitale Eingänge sind verfügbar:

- CU240S und CU240S DP: DP P0701 ... P0709, P0712, P0713 als digitale Eingänge verwendete analoge Eingänge
- CU240S DP-F: DP P0701 ... P0706, P0712, P0713 als digitale Eingänge verwendete analoge Eingänge

Um P0712 oder P0713 als Analogeingang zu verwenden, ist der Parameterwert auf Null (= 0) einzustellen. Um sie als Digitaleingang zu verwenden, sind die Parameter gemäß der Befehle in der folgenden Tabelle einzustellen.

Tabelle 7- 16 Mögliche Einstellungen der digitalen Eingänge und der als digitale Eingänge verwendeten analogen Eingänge

Parameterwert	Bedeutung
0	Digitaleingang gesperrt
1	EIN/AUS1
2	EIN_REV/AUS1
3	OFF2 – zum Stillstand austrudeln
4	OFF3 – Schnellrücklauf
9	Fehlerquittierung
10	Tippen rechts
11	Tippen links
12	Drehrichtungsumkehr
13	MOP höher (Frequenz erhöhen)
14	MOP tiefer (Frequenz verringern)
15	Festfrequenzwahl Bit 0
16	Festfrequenzwahl Bit 1
17	Festfrequenzwahl Bit 2
18	Festfrequenzwahl Bit 3
25	Freigabe DC-Bremmung
27	Freigabe PID
29	Externe Abschaltung
33	Zusatz-Frequenzsollwert sperren
99	BICO-Parametrierung freigeben

Beispiel

Über den Digitaleingang DI0 soll der Befehl EIN/AUS1 gegeben werden.

- P0700 = 2 Steuerung über Klemmenleiste (Digitaleingänge) freigegeben
- P0701 = 1 EIN/AUS1 über Digitaleingang 0 (DI0).

Hinweis

Wurde ein Analogeingang als Digitaleingang konfiguriert, dann gelten folgende Grenzwerte:

- Voltage > 4 V = logische 1
 - Spannung < 1,6 V = logisch 0
-

BICO-Parametrierung

Wird in die Parameter P0701 ... P07013 die Einstellung 99 (BICO) eingegeben, dann wird für den zugehörigen Digitaleingang die BICO-Funktion freigegeben. Die Parameternummer des Ausgangs für die gewünschte Funktion (der Parameter, der im Parametertext BO enthalten ist) ist in die Befehlsquelle einzugeben (der Parameter, der im Parametertext den Code BI enthält).

Beispiel

Ein Relais soll über DI0 direkt gesteuert werden.

- P0700 = 2 Steuerung über Digitaleingänge freigegeben
- P0701 = 99 BICO-Parametrierung an DI0 freigegeben
- P0731[0] = 722.0 Relais 1 direkt gesteuert.

Ein solcher Fall kann nützlich sein, wenn die normalen Relaisfunktionen und Digitaleingänge nicht benötigt werden und der Anwender sie folglich für eigene Zwecke benutzen kann.

Hinweis

Die BICO-Parametrierung sollte nur von erfahrenen Anwendern eingesetzt werden und für Applikationen, bei denen die von P0701 bis P07013 angebotenen Möglichkeiten nicht mehr ausreichend sind.

Werden P0701 bis P07013 auf 99 eingestellt, dann kann die Befehlsquelle nur mit P0700 geändert werden. Zum Beispiel bewirkt das Ändern von P0701 von 99 auf 1 weder die Änderung der Befehlsquelle noch die der vorhandenen BICO-Einstellungen.

7.5 Digitalausgänge (DO)

Daten

Menge:	3
Parameterbereich:	r0730 bis P0748
Funktionsplannummer:	FP2100
Eigenschaften:	
• Zykluszeit:	10 ms

Beschreibung

Es sind drei Ausgangsrelais vorhanden, die für das Anzeigen verschiedener Umrichterzustände programmiert werden können, wie Fehler, Warnungen, Stromgrenzwertüberschreitungen etc.).

Einige häufiger verwendete Einstellungen sind vorgewählt (siehe nachstehende Tabelle), jedoch können mit Hilfe der BICO-Technik andere interne Funktionen zugewiesen werden..

Relais:

max. Ausschalt-/Einschaltzeit:	5/10 ms
Spannung/Strom	30 V DC/0,5 A max.

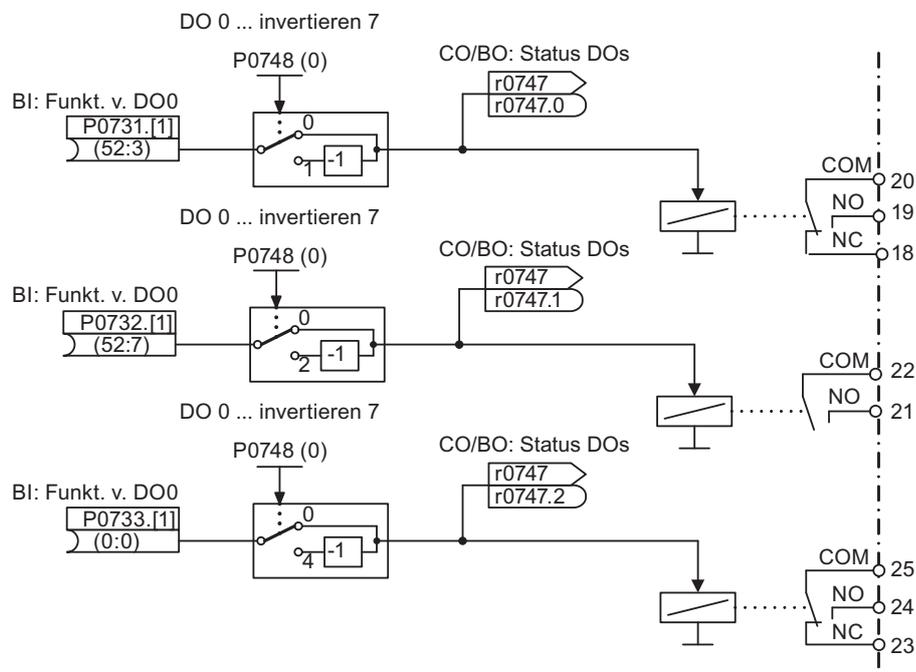


Bild 7-15 Digitalausgänge

7.5 Digitalausgänge (DO)

Die auszugebenden Zustände sind durch die "BI"-Parameter P0731 (Digitalausgang 0), P0732 (Digitalausgang 1) und P0733 (Digitalausgang 2) definiert. Für die Definition müssen die "BO"-Parameternummer oder die "CO/BO"-Parameternummer und die Bit-Nummer des betreffenden Zustands in P0731 bis P0733 eingetragen werden. Häufig verwendete Zustände einschließlich der Parameternummer und der Bitnummer sind in nachstehender Tabelle angegeben.

Tabelle 7- 17 Parameter P0731 bis P0733 (häufig verwendete Funktionen / Zustände)

Parameterwert	Bedeutung
52.0	Antrieb bereit
52.1	Antrieb betriebsbereit
52.2	Antrieb läuft
52.3	Antriebsstörung aktiv
52.4	AUS2 aktiv
52.5	AUS3 aktiv
52.6	Einschaltsperr aktiv
52.7	Antriebswarnung aktiv
52.8	Soll-/Istwert-Abweichung
52.9	PZD-Steuerung
52.10	f_ist >= P1082 (f_max)
52.11	Warnung: Motorstrom-/Drehmomentbegrenzung
52.12	Bremse aktiv
52.13	Motorüberlastung
52.14	Motor Rechtslauf
52.15	Umrichterüberlastung
53.0	Gleichstrombremse aktiv
53.1	f_ist < P2167 (f_aus)
53.2	f_ist > P1080 (f_min)
53.3	Stromistwert r0027 ≥ P2170
53.6	f_ist ≥ Sollwert (f_soll)

Hinweis

Auf dem OP werden die Bitnummern im Hexadezimalformat angezeigt (0..9, A..F).

Eine vollständige Liste der binären Zustandsparameter (siehe "CO/BO"-Parameter) befindet sich im Listenhandbuch.

7.6 Analogeingänge (A/D-Umsetzer)

Daten

Menge:	2
Parameterbereich:	P0750 ... P0762
Funktionsplannummer:	FP2200
Eigenschaften:	
• Zykluszeit:	4 ms
• Auflösung:	10 Bit
• Genauigkeit:	1 % bezogen auf 10 V / 20 mA
• elektrische Eigenschaften:	Verpolungsschutz, kurzschlussfest

Beschreibung

Analoge Sollwerte, Istwerte und Steuersignale werden in den Umrichter über die entsprechenden Analogeingänge eingelesen und mit Hilfe des Analog-Digital-Wandlers in digitale Signale oder digitale Werte umgewandelt.

Die Einstellung, ob der Analogeingang ein Spannungseingang (10 V) oder ein Stromeingang (20 mA) ist, muss über P0756 und über die DIP-Schalter am Gehäuse der Control Unit vorgenommen werden. Für einen fehlerfreien Betrieb müssen die DIP-Schalter und P0756 eingestellt sein. Weitere Einzelheiten entnehmen Sie der Betriebsanleitung Ihres Umrichters.

Hinweis

Als bipolarer Spannungseingang kann nur Analogeingang 0 (AI0) verwendet werden.

Abhängig vom AI-Typ der Quelle muss der geeignete Anschluss hergestellt werden. Das nachstehende Bild zeigt als Beispiel die Verwendung der internen Spannungsquelle von 10 V.

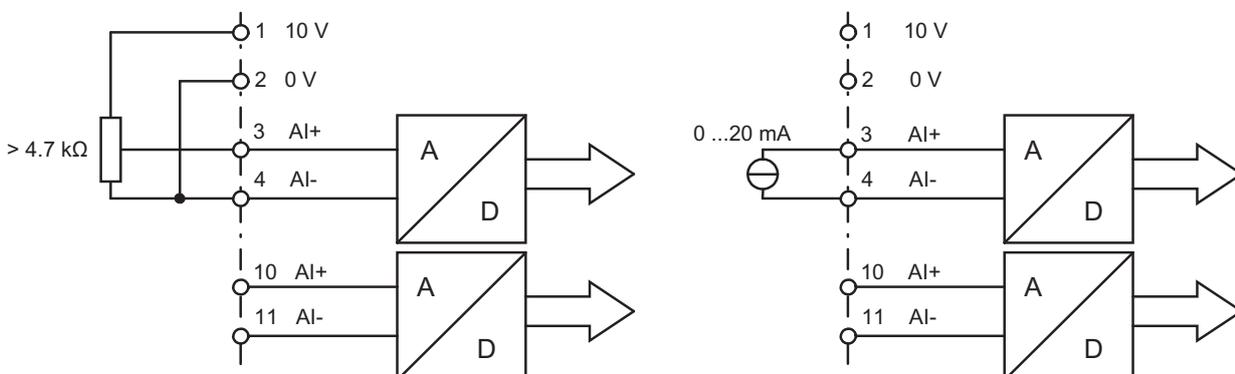


Bild 7-16 Beispiel für den Anschluss von AI als Spannungs- und als Stromeingang

7.6 Analogeingänge (A/D-Umsetzer)

Der Analogeingang besitzt mehrere Funktionseinheiten (Filter, Skalierung, Totzone, siehe nachstehendes Bild).

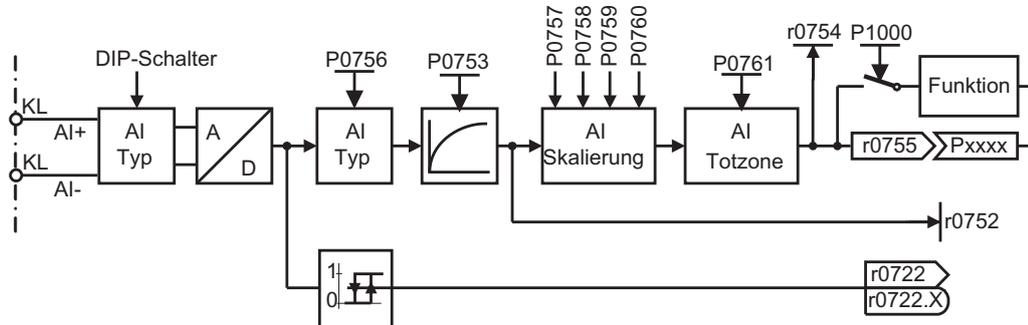


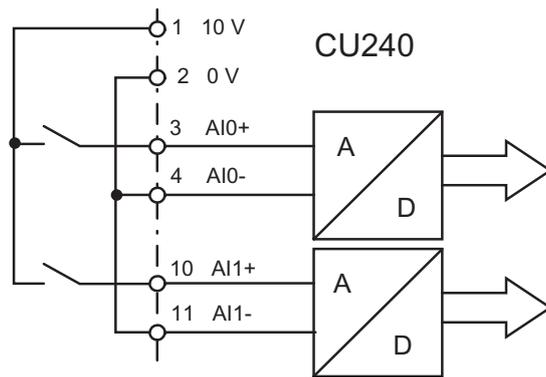
Bild 7-17 Analogeingang

Hinweis

Wird die Filter-Zeitkonstante P0753 (AI-PT1) erhöht, dann wird damit das AI-Eingangssignal geglättet und damit sein Oberschwingungsgehalt verringert. Wird diese Funktion in einem Regelkreis verwendet, dann hat diese Glättung eine nachteilige Auswirkung auf das Führungs- und Störverhalten (das dynamische Verhalten wird schlechter).

Hinweis

Die Analogeingänge können als Digitaleingänge mit folgenden Schaltschwellen verwendet werden: hoch > 4 V, niedrig < 1,6 V. Die Einstellung P0712 und P0713 > 0 ordnet den Analogeingängen digitale Eingangsfunktionen zu. Folgende Abbildung zeigt ein Anschlussbeispiel:



7.7 Analogausgänge (D/A-Umsetzer)

Daten

Menge:	2
Parameterbereich:	r0770 ... P0785
Funktionsplannummer:	FP2300
Eigenschaften:	
• Zykluszeit:	4 ms
• Auflösung:	12 Bit
• Genauigkeit:	1 % bezogen auf 20 mA

Beschreibung

Es sind zwei Analogausgänge vorhanden, die für die Anzeige einer Vielzahl von Variablen parametrisiert werden können. Einige häufiger verwendete Einstellungen sind vorgewählt (siehe nachstehende Tabelle), jedoch können andere (BICO-Ausgänge) mit Hilfe BICO-Funktion "interne Verbindung" zugewiesen werden.

Tabelle 7- 18 Voreingestellte Analogausgänge

Parameter	Beschreibung
r0020	CO: Frequenzsollwert vor HLG
r0021	CO: Gefilterter Frequenzistwert
r0024	CO: Gefilterter Istwert der Ausgangsfrequenz
r0025	CO: Gefilterter Istwert der Ausgangsspannung
r0026	CO: Gefilterter Istwert der Zwischenkreisspannung
r0027	CO: Gefilterter Istwert des Ausgangsstroms
...	...
r0052	CO/BO: Aktuelles Zustandswort 1
r0053	CO/BO: Aktuelles Zustandswort 2
r0054	CO/BO: Aktuelles Steuerwort 1
...	...

7.7 Analogausgänge (D/A-Umsetzer)

Für die Anpassung des Signals hat der Kanal des D/A-Umsetzers verschiedene Funktionseinheiten (Filter, Skalierung, Totzone), die für das Modifizieren des Digitalsignals vor der Umsetzung verwendet werden können (siehe nachstehende Abbildung).

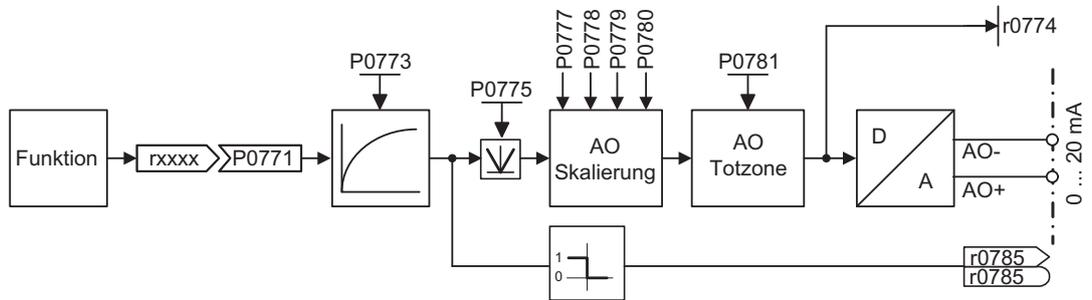


Bild 7-18 D/A-Umsetzerkanal

Hinweis

Der Analogausgang 0 (AO0) kann von Stromausgang (P0776 = 0) auf Spannungsausgang (P0776 = 1) umgeschaltet werden.

Der Analogausgang 1 (AO1) erlaubt nur Stromausgang (0 ... 20 mA). Das Spannungssignal 0 ... 10 V kann durch Anschließen eines 500 Ω-Widerstandes an die Ausgangsklemmen erzeugt werden. Der Spannungsabfall an dem Widerstand kann mit Hilfe des Parameters r0774 abgelesen werden, wenn der Parameter P0776 von Stromausgang (P0776 = 0) auf Spannungsausgang (P0776 = 1) geändert wird. Die D/A-Skalierungsparameter P0778, P0780 und die Totzone des D/A-Umsetzers müssen dennoch in mA (0 ... 20 mA) eingegeben werden.

Mit Setzen des Parameters P0775 = 1 können negative Werte an der Eingangsseite des D/A-Umsetzerkanals erkannt werden. Wenn dieser Parameter aktiviert ist, wird der Absolutwert am Analogausgang ausgegeben (die Skalierungsgerade des AO wird an der y-Achse gespiegelt). Wenn der Wert ursprünglich negativ war, ist das entsprechende Bit in r0785 gesetzt.

Fehlersichere Funktionen

8.1 Überblick über die fehlersicheren Funktionen

Überblick

 WARNUNG
<p>Installation und Schutzart von Frequenzumrichtern in fehlersicheren Systemen</p> <p>Alle Installationsbereiche für Frequenzumrichter mit fehlersicheren Funktionen sowie außerhalb installierte Komponenten fehlersicherer Systeme müssen bei ordnungsgemäßer Installation mindestens Schutzart IP54 entsprechen [siehe EN 60529 (IEC 60529)].</p> <p>Austausch von Frequenzumrichtern mit fehlersicheren Funktionen</p> <p>Bei einem Austausch von Frequenzumrichtern ist es nicht zulässig, einen Frequenzumrichter mit fehlersicheren Funktionen gegen einen Standard-Frequenzumrichter auszutauschen. Das Ersetzen eines Frequenzumrichters mit fehlersicheren Funktionen durch einen Standard-Frequenzumrichter setzt alle zuvor implementierten fehlersicheren Funktionen außer Kraft und kann daher zu Personenschäden und Beschädigungen der Maschine führen. Ein Ersatz von fehlersicheren Komponenten durch Standardkomponenten muss als vollständig neue Anwendung angesehen und als solche neu in Betrieb genommen werden.</p> <p>Dimensionierung des Motors</p> <p>Umfaßt die Anwendung generatorische Lasten, dann muss der Motor so dimensioniert sein, dass sein Schlupf bei übersynchronem Betrieb immer unterhalb des Nennschlupfs bleibt.</p> <p>Bemessung der Motorhaltebremse</p> <p>Die Motorhaltebremse muss so dimensioniert sein, dass im Fall eines Fehlers der komplette Antrieb aus jeder möglichen Betriebsdrehzahl auf Null heruntergebremst werden kann. Falls keine Motorhaltebremse vorhanden ist, muss der Maschinenhersteller andere geeignete Maßnahmen ergreifen, um die Anwendung gegen unbeabsichtigtes Verfahren zu schützen, nachdem die Energiezufuhr zum Motor unterbrochen wurde (z.B. um das Durchsacken von Lasten zu verhindern).</p> <p>Generatorische Last mit SLS</p> <p>Bei den fehlersicheren Funktionen "Sicher begrenzte Geschwindigkeit" (SLS) und "Sicherer Stopp 1" (SS1) ist der Betrieb mit dauerhaften generatorischen Lasten nicht gestattet.</p>

Hinweis

Um die Parameter für die fehlersicheren Funktionen zu überprüfen, muss nach der Inbetriebnahme, nach dem Rücksetzen und auch nach Änderung eines vollständig gesicherten Parameterdatensatzes für fehlersichere Funktionen stets eine Akzeptanzprüfung durchgeführt werden. Die Abnahmeprüfung muss in geeigneter Weise protokolliert und dokumentiert werden. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt "Akzeptanzprüfung und Akzeptanzprotokoll" in der Betriebsanleitung.

Bei einem Frequenzumrichter mit fehlersicheren Funktionen sind bestimmte fehlersichere Funktionen in das System integriert. Das sind:

- Sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- Sicherer Stopp 1 (SS1)
- Sicher begrenzte Geschwindigkeit (SLS)
- Sichere Bremsenansteuerung (SBC) (nur CU240S DP-F)

Fehlersichere Funktionen sind nur bei den folgenden Komponenten verfügbar:

- SINAMICS G120 mit
 - CU240S DP-F
 - CU240S PN-F
- SINAMICS G120D mit CU240D DP-F

Bei Standard-Frequenzumrichtern sind fehlersichere Funktionen nicht verfügbar.

Die Parameter für die fehlersicheren Funktionen sind innerhalb des Frequenzumrichters in zwei getrennten Prozessoren abgelegt. Jeder Prozessor enthält eine eindeutige Kopie der parametrisierten fehlersicheren Funktion.

Diese eindeutigen Kopien der fehlersicheren Parameter werden aus Doppelparametern aufgebaut. Doppelparameter besitzen jeweils eine eigene eindeutige Nummer, haben aber dieselbe Funktionalität.

Jeder Prozessor steuert einen getrennten und auch potenzialmäßig getrennten Steuermechanismus, der vom System ständig auf seine ordnungsgemäße Funktion hin überwacht wird. Sollte eine Diskrepanz auftreten, wird das passivierte STO aktiviert.

Hinweis

PROFIsafe über PROFINet

Zur Verwendung fehlersicherer Funktionen mit CU240S PN-F oder CU240D PN-F siehe auch: <http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/25412441>

Siehe auch

Excel-Tool (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/21627074>)

8.1.1 Zulässige Anwendungen für die fehlersicheren Funktionen

Einschränkungen für die Verwendung fehlersicherer Funktionen

Die fehlersicheren Funktionen "Sicher abgeschaltetes Moment" (STO) und "Sichere Bremsenansteuerung" (SBC) können ohne Einschränkungen bei allen Anwendungen verwendet werden.

Die fehlersicheren Funktionen "Sicherer Stopp 1" (SS1) und "Sicher begrenzte Geschwindigkeit" (SLS) sind zulässig bei allen Anwendungen, bei denen eine Beschleunigung der Last nach Abschalten des Frequenzumrichters nicht auftreten kann.

Fehlersichere, antriebsautarke Umrichterfunktionen

Mit seinen integrierten und antriebsautarken fehlersicheren Funktionen ist der Umrichter auch ideal für die Verwendung in Anwendungen geeignet, die den erhöhten Sicherheitsanforderungen entsprechend SIL2 in Übereinstimmung mit IEC 61508 und Kat.3 gemäß EN 954-1 unterliegen:

- **Sicher begrenzte Geschwindigkeit:**
Der Frequenzumrichter überwacht ohne Zuhilfenahme weiterer externer Komponenten, ob der festgelegte Grenzwert für die Ausgangsfrequenz überschritten wird.
- **Sicherer Stopp 1:**
Der Frequenzumrichter reduziert die Ausgangsfrequenz mittels einer Bremsrampe bis zum Stillstand und überwacht diesen Bremsvorgang kontinuierlich ohne weitere externe Komponenten.
- **Sicher abgeschaltetes Moment:**
Der Frequenzumrichter schaltet den Motor in einen drehmomentfreien Zustand.

Voraussetzungen für die Verwendung fehlersicherer Funktionen

Für jede Maschine muss eine Risikobeurteilung durchgeführt worden sein (z.B. in Übereinstimmung mit EN ISO 1050, "Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung"). Diese Risikobeurteilung legt sowohl die funktionalen Anforderungen für sicherheitsrelevante Steuerelemente, als auch die erforderliche Klassifizierung fest, z. B. gemäß SIL (Safety Integrity Level).

Um die fehlersicheren Funktionen des Frequenzumrichters nutzen zu können, muss die Regelung einwandfrei funktionieren. Der Antrieb (Antrieb = Umrichter + Motor + Bremse + angetriebene Maschine) muss so aufgebaut sein, dass alle Betriebsabläufe der angetriebenen Maschine vollständig überwacht werden können und der Umrichter unter seinen Grenzwerten (für Stromstärke, Temperatur, Spannung, usw.) bleibt. Leistung und Parametrierung des Umrichters müssen gleichermaßen zum angeschlossenen Motor wie zur vorgesehenen Anwendung passen.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme der Anlage ist es erforderlich, sowohl die typischen, als auch die die Grenzwerte betreffenden Betriebsbedingungen zu überprüfen, d.h. eine Akzeptanzprüfung durchzuführen.

Regelungsarten

Sind die oben genannten Voraussetzungen erfüllt, dann sind alle fehlersicheren Funktionen ("Sicher abgeschaltetes Moment", "Sicherer Stopp 1" und "Sicher begrenzte Geschwindigkeit") für U/f-Regelung und Vektorregelung zulässig und geprüft.

Anwendungen mit sicherer Bewertung der Umrücherrückmeldungen

Für Anwendungen, bei denen eine sichere Verwendung bestimmter Maschinenfunktionen nur unterhalb eines bestimmten Grenzwerts der Ausgangsfrequenz gewährleistet ist, ist eine akkurate Bewertung der Rückmeldungen des Umrüchters von essentieller Bedeutung. Ein Beispiel für eine derartige Anwendung wäre das Verriegeln einer Schutztür in einem Antrieb, der sich noch dreht.

Der Frequenzumrichter liefert keinerlei sichere Ausgangssignale. Bei einem sicheren PLC beispielsweise kann hinsichtlich der folgenden Umrüchtersignale dennoch eine sichere Bewertung der Umrücherrückmeldungen vorgenommen werden:

- Bewertung des Betriebszustandes des Umrüchters wie für Funktion SS1 erforderlich. Einmal aufgerufen, benötigt die Funktion SS1 seitens des Umrüchters die Auslösung der Funktion STO nach Ablauf der Rampenzeit für SS1 als Rückmeldung. Wird diese nicht erhalten, muss angenommen werden, dass der Antrieb noch nicht zum Stillstand gekommen ist.
- Bewertung des Betriebszustandes des Umrüchters, wie für Funktion SLS-Modus 1 erforderlich. Einmal aufgerufen, benötigt die Funktion SLS-Modus 1 seitens des Umrüchters eine Rückmeldung, dass die reduzierte Drehzahl nach Ablauf der Rampenzeit für SS1 erreicht wurde. Wird diese nicht erhalten, muss angenommen werden, dass der Antrieb die reduzierte Drehzahl noch nicht erreicht hat.
- Bewertung der Fehlermeldungen des Umrüchters
Zusätzlich müssen immer die bei fehlersicheren Funktionen und bei Standardfunktionen auftretenden Fehler (r0052, Bit03/r9772, Bit08) des Umrüchters bewertet werden. Während des Ablaufs einer sicheren Funktion sind keine Fehler zu erwarten. Sollte jedoch trotzdem ein Fehler gemeldet werden, muss davon ausgegangen werden, dass es zu einer Störung der fehlersicheren Funktion gekommen ist.

Toleranzen und Reaktionszeiten

Die Frequenzüberwachung erfolgt mit einer Toleranz von 15 %, da die fehlersicheren Funktionen SS1 und SLS ohne einen Geber ausgeführt werden.

Die Minimalfrequenz für eine zuverlässige Durchführung ist 1 Hz.

Die typische, geräteinterne Reaktionszeit nach Aktivierung einer fehlersicheren Funktion ist wie folgt anzunehmen:

SINAMICS G120, CU240S DP-F:

- Typische Reaktionszeit bei einem digitalen Signal: 20 ms + P9650 (Entprellzeit) + P9651 (Filterzeit)
- Typische Reaktionszeit nach Erhalt eines PROFIsafe-Telegramms: 20 ms

Hinsichtlich der gesamten Reaktionszeit innerhalb der Maschine oder Anlage muss neben den oben genannten Zeiten Folgendes berücksichtigt werden:

- Die zur Erfassung des Signals benötigte Zeit (abhängig vom verwendeten Sensor)
- Die zur Verarbeitung des Signals benötigte Zeit (abhängig von der verwendeten CPU, sofern erforderlich, und ihrer Auslastung)
- Falls erforderlich, die zur Übermittlung des Signals über PROFIsafe benötigte Zeit (abhängig vom verwendeten Bussystem, der Anzahl und Arten der Busteilnehmer und der Baudrate)

Ein Excel-Tool hilft bei der Abschätzung dieser Reaktionszeit.

Die Fehlerreaktionszeit der internen Überwachung der Funktionen SS1 und SLS ist abhängig von der jeweils anzuwendenden Ausgangsfrequenz des Umrichters. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie im Bedienhandbuch.

Diese Minimaltoleranzen und -reaktionszeiten sind bei der Anlagenplanung zu berücksichtigen, z.B. bei der Auslegung der Sicherheitsabstände für die Komponenten.

Anschluss einer mechanischen Bremse

Bei Anwendungen mit den Funktionen SS1 und SLS-Modi 0 und 1, bei denen aufgrund externer Vorkommnisse, wie beispielsweise eines Stromausfalls, gefährliche Betriebszustände auftreten können, wird der Anschluss einer mechanischen Bremse empfohlen. Im Falle eines Fehlers steuert der Umrichter seine Bremse direkt, wodurch das Risiko undefinierter Betriebszustände der Maschine reduziert wird.

8.1.2 Anwendungsbeispiele für fehlersichere Funktionen

Zulässige Anwendungen

Zulässige Drehzahlkennlinie nach Abschalten des Umrichters

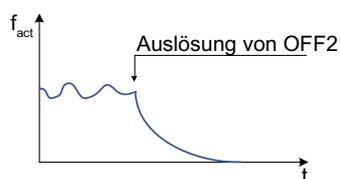


Bild 8-1 Verwendung aller Sicherheitsfunktionen zulässig

Unzulässige Anwendungen

Dies ist besonders bedeutsam für Anwendungen mit überdrehenden Lasten. Bei überdrehenden Lasten ist das Reibungsmoment der mechanischen Komponenten (Motor, Getriebe, usw.) bei abgeschaltetem Antrieb nicht groß genug, um das mechanische System an einer Beschleunigung zu hindern (siehe nachstehende Abbildungen).

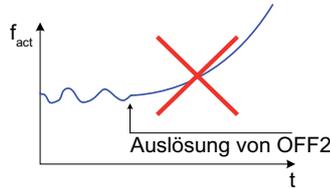


Bild 8-2 Überdrehende Last - nicht alle Sicherheitsfunktionen sind zulässig

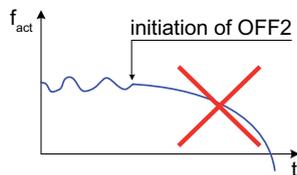


Bild 8-3 Überdrehende Last - nicht alle Sicherheitsfunktionen sind zulässig

Beispiele für überdrehende Lasten

Das sind:

- Hubvorrichtungen (wegen Gravitation) und
- Wickelvorrichtungen (wegen eines zweiten Antriebs).

 WARNUNG
Die fehlersicheren Funktionen SS1 und SLS dürfen nicht verwendet werden: <ul style="list-style-type: none">• bei überdrehenden Lasten• in Verbindung mit einer Momentenregelung.
Die Fehler fehlersicherer Funktionen des Umrichters F0396 ... F0399 können maskiert werden, wenn Standardfunktionsfehler des Umrichters existieren. In diesem Fall ist ein Akzeptanztest mit Vollast durchzuführen.

Generatorischer Betrieb des Motors (welcher beispielsweise bei Bremsung mittels der Funktion SS1 auftreten kann) ist zulässig, wenn keine überdrehende Last vorhanden ist.

Die Funktionen STO und SBC unterliegen keiner Beschränkung. Dennoch sollte zum Zweck der Risikobeurteilung und der Maschinenauslegung daran gedacht werden, dass eine überdrehende Last nur mittels einer geeigneten Bremse gestoppt werden kann, wenn der Motor in einen drehmomentfreien Betriebszustand geschaltet wurde.

8.1.3 Abhängigkeit von fehlersicheren und Off- (AUS-) Befehlen

Überblick

Eine fehlersichere Funktion kann durch einen OFF- (AUS-) Befehl oder durch einen anderen fehlersicheren Befehl aufgehoben werden. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Priorisierung der Befehle.

		Erster aktiver Fehlersicherer Befehl oder OFF-Befehl										
		Passiviertes STO	STO	SS1	SLS-Modus 0	SLS-Modus 0, Rampe (Fälle 5,1/5,2)	SLS-Modus 1	SLS-Modus 2	SLS-Modus 3	OFF1	OFF2	OFF3
Zu unterbrechen durch folgenden Fehlersicheren Befehl oder OFF-Befehl	Passiviertes STO		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	STO	-		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SS1	-	-		X	X	X	X	X	X	X	X
	SLS-Modus 0	-	-	-						M	M	M
	SLS-Modus 1	-	-	-						M	M	M
	SLS-Modus 2	-	-	-						M	M	M
	SLS-Modus 3	-	-	-						M	M	M
	OFF1	-	-	-	M	pSTO	M	M	M		-	-
	OFF2	-	-	M	M	pSTO	M	M	M	X		X
	OFF3	-	-	-	M	pSTO	M	M	M	X	-	

Bild 8-4 Fehlersichere Befehle, unterbrochen durch einen OFF- (AUS-) Befehl oder durch einen anderen fehlersicheren Befehl

Erklärungen zu der Tabelle:

M / **M** bedeutet, dass die Sicherheitsüberwachung immer noch aktiv ist, auch wenn ein OFF-Befehl erteilt wurde. Wenn also die Drehzahl aus irgendeinem Grund über den Wert der SLS-Überwachung ansteigt, wird ein passiviertes STO aktiviert.

8.2 Überwachung der fehlersicheren Funktionen

Überblick

Es gibt drei Arten von Überwachungsfunktionen:

- Zeitgesteuerte Anforderung der Zwangsdynamisierung
- Zwangsdynamisierung
- Prozess-Dynamisierung

Der Dynamisierungsvorgang ist so aufgebaut, dass verborgene Software- und Hardwarefehler der beiden Abschaltpfade erkannt werden. Die Zwangsdynamisierung besteht aus einem Prozessor-Selbsttest beider Prozessoren innerhalb des Umrichters (Standardprozessor und fehlersicherer Prozessor) und einem Hardwaretest. Der Hardwaretest enthält einen Test, der gewährleistet, dass die sichere Bremsenansteuerung, falls parametrisiert, ordnungsgemäß arbeitet.

Zeitgesteuerte Anforderung der Zwangsdynamisierung

Bei fehlersicheren Anwendungen ist es erforderlich, in regelmäßigen Abständen ein STO mit Zwangsdynamisierung auszulösen. Das Intervall wird über P9659 eingestellt. Die Dynamisierung muss mindestens einmal pro Jahr erfolgen.

Nach Ablauf der in P9659 eingestellten Zeit (Stunden oder Stundenbruchteile) wird von dem System die Warnung A1699 ausgegeben. Diese Warnung kann nur durch das Durchführen einer Zwangsdynamisierung gelöscht werden. War die Zwangsdynamisierung erfolgreich, wird der Zeitgeber auf den in P9659 eingestellten Wert zurückgesetzt und der Umrichter ist betriebsbereit. Misslingt die Zwangsdynamisierung, verbleibt der Zeitgeber auf 0 und der Betrieb des Umrichters wird gesperrt.

Die Zeit, die verbleibt, bis die nächste Zwangsdynamisierung erforderlich wird, wird in r9660 angezeigt.

Bei jeder erfolgreichen Zwangsdynamisierung wird r9660 auf den Wert von P9659 zurückgesetzt.

Zwangsdynamisierung

Der Zwangsdynamisierungsvorgang verzögert den Einschaltvorgang, er gewährleistet jedoch, dass alle fehlersicheren Funktionen des Umrichters ordnungsgemäß arbeiten. Er ist standardmäßig aktiviert und kann über P9601.1 / P9801.1 geändert werden (1 = aktiviert, 0 = deaktiviert).

Der Zwangsdynamisierungsvorgang wird, unabhängig von der Einstellung von P9601 und P9801, bei folgenden Ereignissen automatisch ausgelöst:

- Nach dem Einschalten des Umrichters.
- Nach Deaktivierung der Funktion "passiviertes "Sicher abgeschaltetes Moment"" (passiviertes STO).
- Wenn die Inbetriebnahme von fehlersicheren Funktionen verlassen wird.

Sollte die Verzögerung für die Benutzeranwendung nicht akzeptabel sein, kann sie über P9601/P9801 für die folgenden Ereignisse deaktiviert werden:

- Wenn die Funktion "Sicher abgeschaltetes Moment" (STO) verlassen wird
- Wenn "Sicherer Stopp 1" (SS1) nach Erreichen von STO verlassen wird

 VORSICHT
<p>Während der Durchführung der Zwangsdynamisierung werden auch die Abschaltpfade der Motorbremse geprüft. Dies führt zu einem kurzen (2 ms bis 28 ms) Öffnen-Befehl an der Motorbremse.</p> <p>Die Mechanik der elektromechanischen Bremse benötigt im Allgemeinen mehr als 30 ms zum Öffnen. Das heißt, dass diese dynamische Aktion gewöhnlich keine Drehbewegung der Motorwelle zur Folge hat.</p>
 WARNUNG
<p>Der Nutzer ist dafür verantwortlich, nur elektromechanische Bremsen mit Öffnungszeiten von mehr als 30 ms zu verwenden.</p>

Prozess-Dynamisierung

Die Prozess-Dynamisierung wird immer bei Auslösung von STO oder Ende von SS1 durchgeführt. Der Test schließt beide Abschaltpfade und den Schaltkreis der elektromechanischen Bremse mit ein, führt jedoch keinen Prozessor-Selbsttest oder einen kompletten Test der sicheren Bremsenansteuerung aus.

 WARNUNG
<p>Dynamisierung der Abschaltpfade</p> <p>Aus Sicherheitsgründen muss in Zeitabständen von höchstens 8760 Stunden (einem Jahr) ein Zwangsdynamisierungsvorgang durchgeführt werden, um die ordnungsgemäße Funktion zu überprüfen. Deshalb setzt 8760 Stunden nach der letzten Auslösung der Zwangsdynamisierung der Umrichter ein Zustandsbit, das diese Forderung ausdrückt.</p> <p>Die Prozesssteuerung muss daraufhin bei der nächsten Gelegenheit eine Zwangsdynamisierung auslösen, z.B. falls der Antrieb aus irgendeinem Grund kurze Zeit mit Drehzahl 0 läuft. Das Setzen und Löschen des Zustandsbits und die Dynamisierung müssen von der übergeordneten Steuerung als Prozessdaten protokolliert werden.</p>

8.3 Grenzwerte für SS1 und SLS

Maximale Fehlerreaktionszeit

Die maximale Fehlerreaktionszeit bei eingeschalteter Funktion "Sichere Bremsrampe" (verwendet bei SS1 und SLS) stellt die Verzögerung vom Kreuzen der parametrisierten Hüllkurve bis zur Auslösung eines passivierten STO dar.

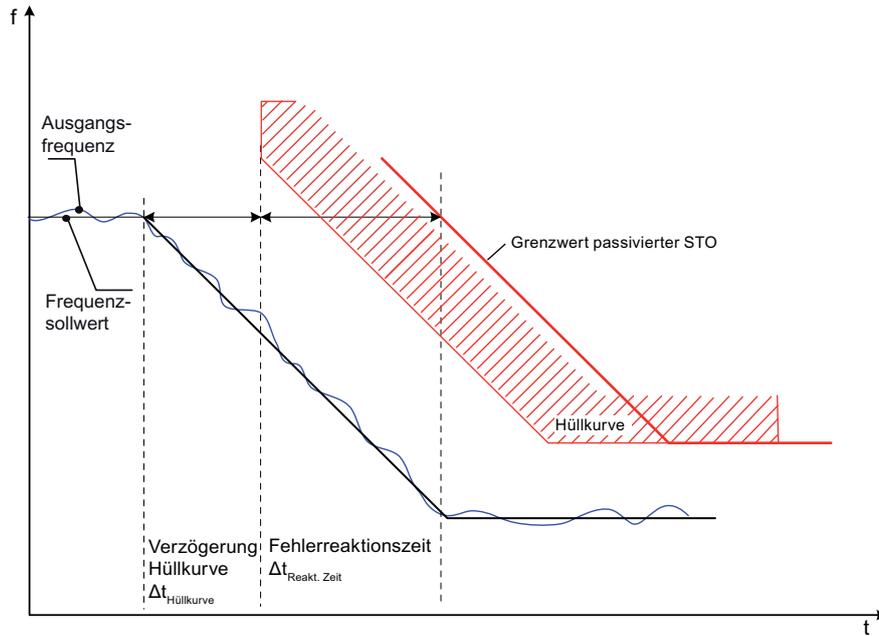


Bild 8-5 Maximale Nachlaufzeit

Beschreibung

Beim Parametrieren der Hüllkurve für SLS und SS1 mit P9680/P9880 und P9691/P9891 sollten die folgenden Minimaltoleranzen beachtet werden, um eine größtmögliche Robustheit des Antriebs zu gewährleisten:

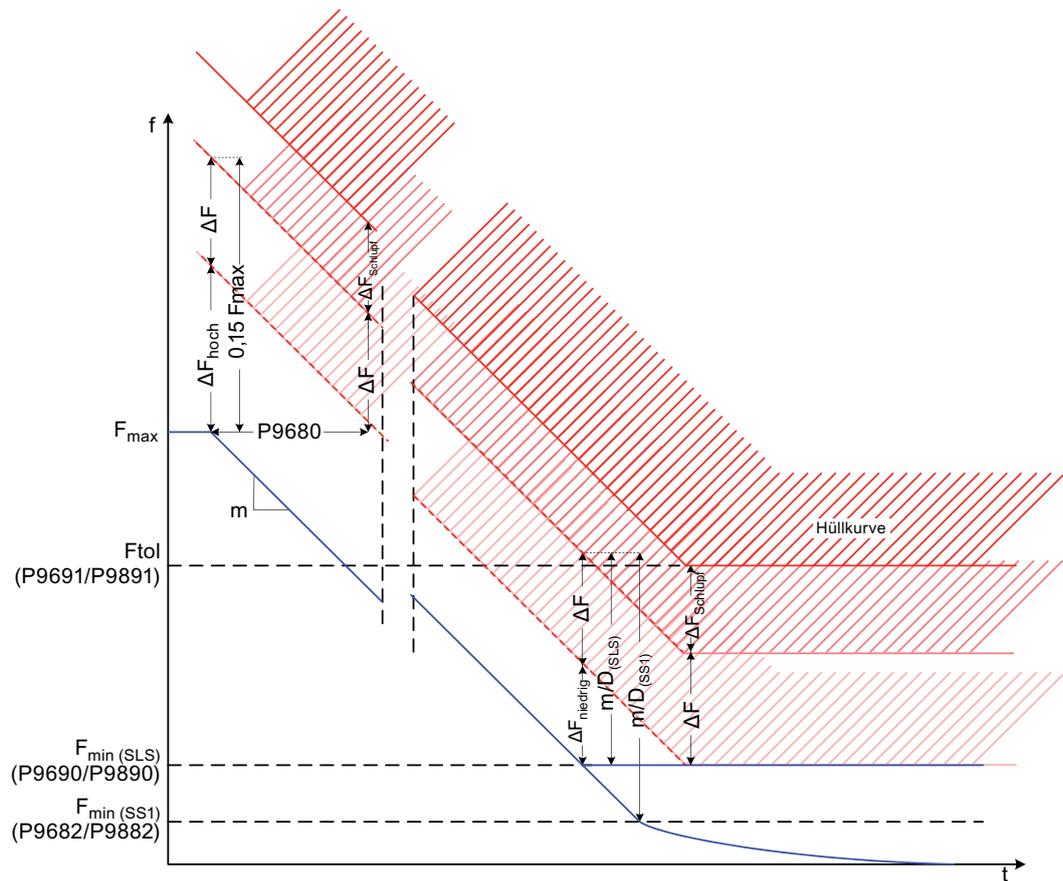


Bild 8-6 Sicherheitsgrenzen für SLS und SS1

1. Die Mindesttoleranz der Drehzahlüberwachung P9691 sollte auf $P9691 \geq 1,15 \cdot P9690 + \Delta F_{\text{Schlupf}}$ eingestellt werden, wodurch die Frequenz-Mindesttoleranz als $\Delta F = P9691 - P9690 - \Delta F_{\text{Schlupf}}$ definiert wird. Dabei ist $\Delta F_{\text{Schlupf}}$ mit $\Delta F_{\text{Schlupf}} = r0330 \cdot P0310/100\%$ gegeben.

Dadurch werden durch Messungenauigkeiten verursachte sporadische Fehler und eine zusätzliche Schlupfkompensation vermieden. Es ist zu beachten, dass gemäß obiger Gleichung P9691 auch dann gesetzt sein muss, wenn SLS nicht parametrier ist.

- Die aus der Mindestfrequenztoleranz bei hohen Frequenzen resultierende Frequenztoleranz ΔF_{hoch} ist dann als $\Delta F_{hoch} \geq 0,15 \cdot F_{max} - \Delta F$ gegeben, wobei F_{max} die maximale Prozessfrequenz beim Auslösen von SLS oder SS1 definiert.

- Die aus der Mindestfrequenztoleranz bei niedrigen Frequenzen resultierende Frequenztoleranz $\Delta F_{niedrig}$ ist dann als

$$\Delta F_{low} \geq \frac{m}{D} - \Delta F$$

gegeben, wobei die Steigung m als

$$m = \frac{200}{P9681} \text{ definiert ist.}$$

Der Nenner D in obiger Gleichung wird folgendermaßen ermittelt:

SLS parametrier	$D = 2 \cdot P9690$
SS1 parametrier	$D = 2 \cdot P9682$
SLS und SS1 parametrier	$D = 2 \cdot \min [P9682, P9690]$

- Die geltende Verzögerung $\Delta F_{Verzögerung}$ ist dann als Maximum gegeben: $\Delta F_{Verzögerung} = \max [\Delta F_{niedrig}, \Delta F_{hoch}]$
- Die Mindestverzögerung der Bremsrampenzeit lässt sich schließlich berechnen als $P9680 \geq \frac{\Delta F_{delay}}{m}$

Die Hüllkurve der sicheren Frequenz resultiert aus einer Zeitverzögerung (P9680) in t-Richtung, einer zusätzlichen Frequenztoleranz ΔF (durch Messungenauigkeiten verursacht) und $\Delta F_{Schlupf}$ (verursacht durch Schlupfkompensation) in F-Richtung.

Beispiele zur Berechnung der Grenzwerte für SS1 und SLS

Das folgende Beispiel stellt dar, wie die fehlersicherheitsrelevanten Gleichungen für den 1LA7060-4AB10-Z-Motor und für die Werkseinstellungen der fehlersicherheitsrelevanten Parameter aufgestellt werden. Die motortechnischen Daten und Werte, die für eine Berechnung der erforderlichen, fehlersicherheitsrelevanten Parameter benötigt werden, sind nachstehender Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 8- 1 Technische Daten

Parameter	Parameter-Text	Wert
P0300	Motortyp auswählen	1 (Asynchronmotor)
P0304	Motor-Nennspannung	230/400 V Δ/Y
P0305	Motor-Nennstrom	0,73/0,42 A
P0307	Motor-Nennleistung	0,12 kW
P0308	Nenn-Leistungsfaktor des Motors	0.75
P0310	Motor-Nennfrequenz	50 Hz
P0311	Bemessungsdrehzahl	1350 U/min
r0313	Motor-Polpaar	2

Tabelle 8- 2 Werkseinstellung fehlersicherheitsrelevanter Parameter

Parameter	Parameter-Text	Wert
P9681	SI Bremsrampe; Rampenauslaufzeit	10 s
P9682	SI Mindestdrehzahl für Stillstandserkennung	5,0 Hz
P9690	SI-Sollwert für SLS	10,0 Hz

- Oberer Toleranzbereich für SLS, P9691

Die Schlupffrequenz ist wie folgt zu berechnen:

$$F_{\text{Schlupf}} = r0330 \cdot P0310$$

dabei ist der Motornennschlupf r0330

$$- r0330 = (P0310 - P0311 \cdot r0313/60)/P0310 \cdot 100\% \rightarrow$$

$$- F_{\text{Schlupf}} = (50 \text{ [Hz]} - 1350 \text{ [U/min]} \cdot 2/60)/50 \text{ [Hz]} \cdot 100\% \cdot 50 \text{ [Hz]} \rightarrow$$

$$F_{\text{Schlupf}} = 5 \text{ [Hz]} \text{ oder } 10 \text{ [\%]} \text{ von } 50 \text{ [Hz]} \text{ (P2000 = 50 [Hz])}$$

Der obere Toleranzbereich für SLS, P9691 ist daher:

$$P9691 \geq 1,15 \cdot P9690 + F_{\text{Schlupf}}$$

oder

$$P9691 \geq 1,15 \cdot 10 \text{ [Hz]} + 5 \text{ [Hz]}$$

$$P9691 \geq 16,5 \text{ [Hz]}$$

An dieser Stelle muss der Parameter P9691 gewählt werden, z.B.

$$P9691 = 16,5 \text{ [Hz]} \text{ (oder } 17 \text{ [Hz])}.$$

Die Mindestfrequenztoleranz wird wie folgt berechnet:

$$\Delta F = P9691 - P9690 - F_{\text{Schlupf}}$$

oder

$$\Delta F = 16,5 \text{ [Hz]} - 10 \text{ [Hz]} - 5 \text{ [Hz]} = 1,5 \text{ [Hz]}$$

- Resultierende Frequenztoleranz ΔF_{hoch}

Die folgende Gleichung dient zur Bestimmung der oberen Frequenztoleranz ΔF_{hoch} :

$$\Delta F_{\text{hoch}} \geq 0,15 \cdot F_{\text{max}} - \Delta F$$

Ist z.B. $F_{\text{max}} = 50 \text{ [Hz]}$, dann ist:

$$\Delta F_{\text{hoch}} \geq 0,15 \cdot 50 \text{ [Hz]} - 1,5 \text{ [Hz]}$$

$$\Delta F_{\text{hoch}} \geq 6 \text{ [Hz]}$$

- Resultierende Frequenztoleranz $\Delta F_{\text{niedrig}}$

Die folgende Gleichung dient zur Bestimmung der unteren Frequenztoleranz $\Delta F_{\text{niedrig}}$:

$$\Delta F_{\text{niedrig}} \geq m/D - \Delta F$$

Die Steigung m wird wie folgt berechnet:

$$m = 200/P9681 = 200 \text{ [Hz]}/10 \text{ [s]} = 20 \text{ [Hz/s]}$$

Der Wert D ist für jede nachstehende Position wie folgt zu berechnen:

$$\text{SLS parametrierd} \quad D = 2 \cdot P9690 = 2 \cdot 10 \text{ [Hz]} = 20 \text{ [Hz]}$$

$$\text{SS1 parametrierd} \quad D = 2 \cdot P9682 = 2 \cdot 5 \text{ [Hz]} = 10 \text{ [Hz]}$$

$$\text{SLS und SS1 parametrierd} \quad D = 2 \cdot \min [P9682, P9690]$$

$$D = 2 \cdot \min [5 \text{ [Hz]}, 10 \text{ [Hz]}] = 10 \text{ [Hz]}$$

Betrachten wir eine Situation, in der beide Funktionen SLS und SS1 parametrierd sind. In diesem Fall lautet die Gleichung für die resultierende Frequenztoleranz $\Delta F_{\text{niedrig}}$ wie folgt:

$$\Delta F_{\text{niedrig}} \geq m/D - \Delta F$$

$$\Delta F_{\text{niedrig}} \geq 20 \text{ [Hz/s]}/10 \text{ [Hz]} - 1,5 \text{ [Hz]}$$

$$\Delta F_{\text{niedrig}} \geq 0,5 \text{ [Hz]}$$

- Verzögerung $\Delta F_{\text{Verzögerung}}$

Zu beachten ist, dass $\Delta F_{\text{niedrig}}$ und ΔF_{hoch} beide negative Werte und den Wert Null annehmen können. Daher ist es wichtig, $\Delta F_{\text{Verzögerung}}$ mit Null zu vergleichen und den Maximalwert zu bestimmen.

Es gilt folgende Zuordnung:

$$\Delta F_{\text{Verzögerung}} = \max [\Delta F_{\text{niedrig}}, \Delta F_{\text{hoch}}, 0] = \max [0,5 \text{ [Hz]}, 6 \text{ [Hz]}, 0] = 6 \text{ [Hz]}$$

- Minimalverzögerung der Bremsrampe

Die Minimalverzögerung der Bremsrampe ist wie folgt zu berechnen:

$$P9680 \geq \Delta F_{\text{Verzögerung}}/m$$

$$P9680 \geq 6 \text{ [Hz]}/20 \text{ [Hz/s]}$$

$$P9680 \geq 0,3 \text{ [s]}$$

Parameter P9680 muss auf 300 [ms] gesetzt sein.

Damit ergeben sich aufgrund unserer Berechnungen folgende Ergebnisse:

$$\text{Oberer Toleranzbereich} \quad P9691 = 16,5 \text{ [Hz]}$$

$$\text{Mindestverzögerung der Bremsrampe} \quad P9680 = 300 \text{ [ms]}$$

Fehlerreaktionszeit

Sobald die parametrisierte Hüllkurve der sicheren Frequenz überschritten wird, wird immer sofort ein passiviertes STO ausgelöst. Beachten Sie jedoch, dass die Ausgangsfrequenz von der Sollfrequenz aufgrund normaler Betriebszustände (Schlupfkompensation, PID usw.) oder interner Antriebsfehler abweichen kann (sie liegt in der Regel höher).

Da demnach die Frequenz der Starthüllkurve in Beziehung zur Ausgangsfrequenz steht, kann sich die parametrisierte Hüllkurve wie in der folgenden Abbildung gezeigt verschieben.

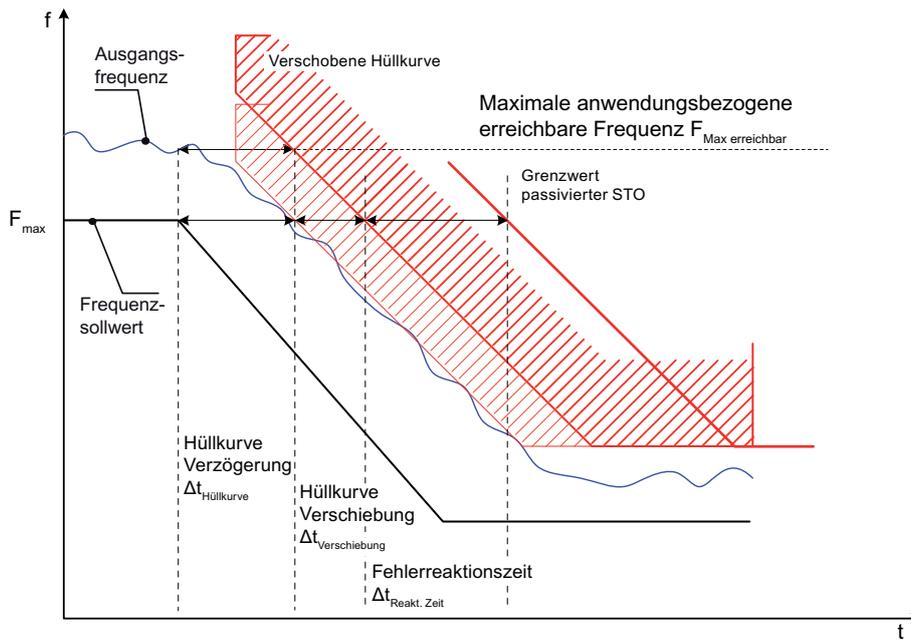


Bild 8-7 Maximale Fehlerreaktionszeit

Die maximale Verschiebung der Hüllkurve hängt ab von der Fehlerreaktionszeit $\Delta t_{\text{Reaktionszeit}}$ (max. Grenzwert passiviertes STO), die wie folgt gegeben ist:

$$\Delta t_{\text{Reaktionszeit}} = \frac{F_{\text{max erreicht}} - F_{\text{max}}}{m}$$

8.4 Sichere Drehmomentabschaltung

Daten

Parameterbereich:	P0003, P0010 P9603/P9803, Bit 04, Bit 05 oder Bit 07 (PROFIsafe) P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Warnungen	A1691, A1692, A1696, A1699
Fehler	F1600, F1616

Beschreibung

Das "sicher abgeschaltete Moment" (STO) ist die einfachste fehlersichere Funktion, deren Zweck darin besteht, jedwedes Moment sicher aus dem Motor zu nehmen. Ist der Motor zum Stillstand gekommen, löst STO eine Einschaltsperrung aus, die verhindert, dass der Umrichter den Motor erneut startet. Das Ausschalten der Zündimpulse des Power Module lässt den Motor auslaufen. Die mechanische Bremse wird unverzüglich eingelegt, sofern angeschlossen.

Wenn sichere Bremsenansteuerung aktiviert ist, wird ihr Status mit den folgenden Angaben über r9772.14 angezeigt:

- r9772.14 = 0 -> Bremse gelöst
- r9772.14 = 1 -> Bremse eingelegt

Nach dem Auslösen der STO-Funktion führt der Umrichter folgende Vorgänge aus:

1. Die Zündimpulse auf dem Power Module werden gesperrt.
2. Die mechanische Bremse wird unverzüglich eingelegt (sofern angeschlossen).
3. Die Zustands-LED STO beginnt zu blinken.
4. Die Zustands-LED ES wird eingeschaltet und zeigt an, dass der Endzustand erreicht ist.

Nach der Rücknahme des STO-Signals führt der Umrichter folgende Vorgänge aus:

Hinweis

Die Impulssperre muss durch Anlegen eines Signals mit positiver Flanke (OFF1/ON) aufgehoben werden.

1. Die Prozess-Dynamisierung wird immer ausgeführt.
2. Es wird eine Zwangsdynamisierung ausgeführt (falls mit P9601 und P9801 parametrierbar).
3. Der Zeitgeber für die Zwangsdynamisierung (P9660) wird auf den Wert in P9659 zurückgesetzt (sofern die Zwangsdynamisierung erfolgreich durchgeführt wurde).
4. Die mechanische Bremse wird gelöst, wenn sie nicht durch die Funktion Haltebremse (P1215) eingelegt wurde.
5. Die Zustands-LED STO wird eingeschaltet, und ES wird ausgeschaltet.

Diese Vorgänge sind in nachstehender Abbildung dargestellt:

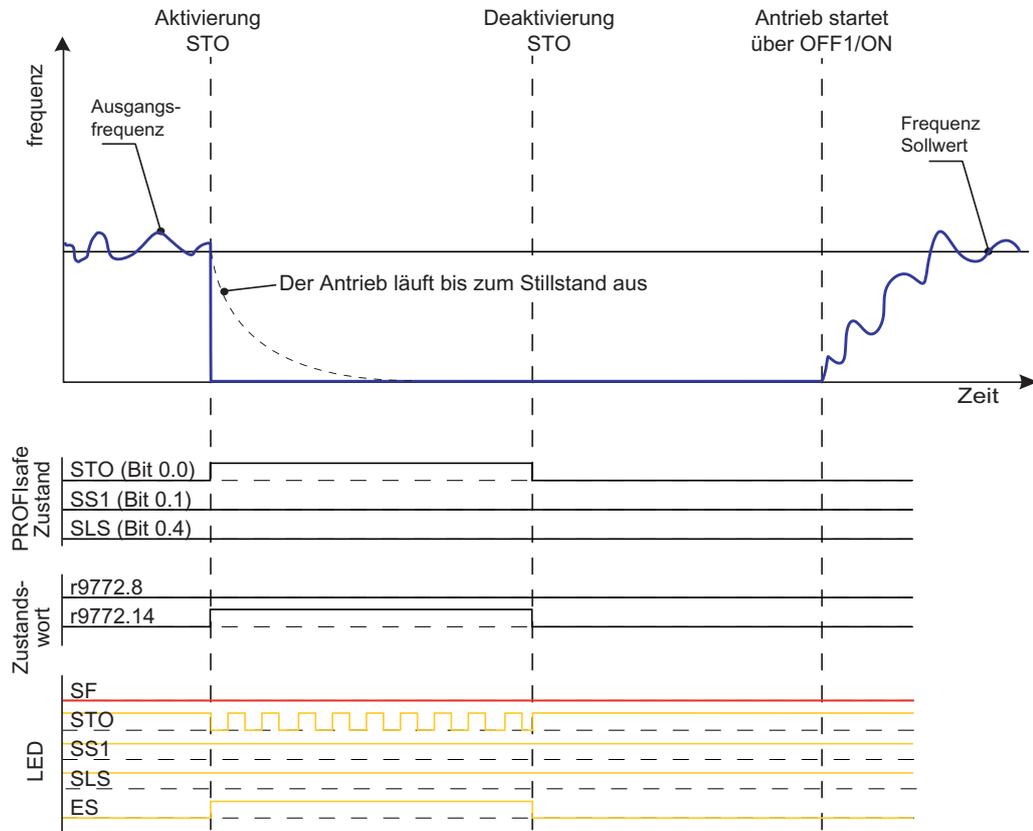


Bild 8-8 Funktion "Sicher abgeschaltetes Moment"

Hinweis

Der Zustand der fehlersicheren Funktion wird durch r9772 angezeigt.

 VORSICHT
<p>Reaktionszeit</p> <p>Die Reaktionszeit für STO ist 20 ms.</p> <p>Fehlerreaktionszeit</p> <p>Ein interner Fehler während STO wird innerhalb von 20 ms erkannt und führt sofort zu einem passivierten STO.</p>

Funktion "passiviertes STO"

Ein passiviertes STO wird immer dann ausgelöst, wenn ein festgestellter Fehler erfordert, dass der Antrieb zum Stillstand kommt. Der Antrieb kann nur dann erneut in Betrieb genommen werden, wenn der Fehler eindeutig quittiert und eine Zwangsdynamisierung durchgeführt wurde.

Der Zustand mit passiviertem STO wird auf folgende Weise verlassen:

1. Abschalten des Antriebs durch Ausgeben eines OFF1-Signals.
2. Quittieren aller aktiven Störungen.
3. Ausgeben eines ON-Signals nach erfolgreich durchgeführter Zwangsdynamisierung.

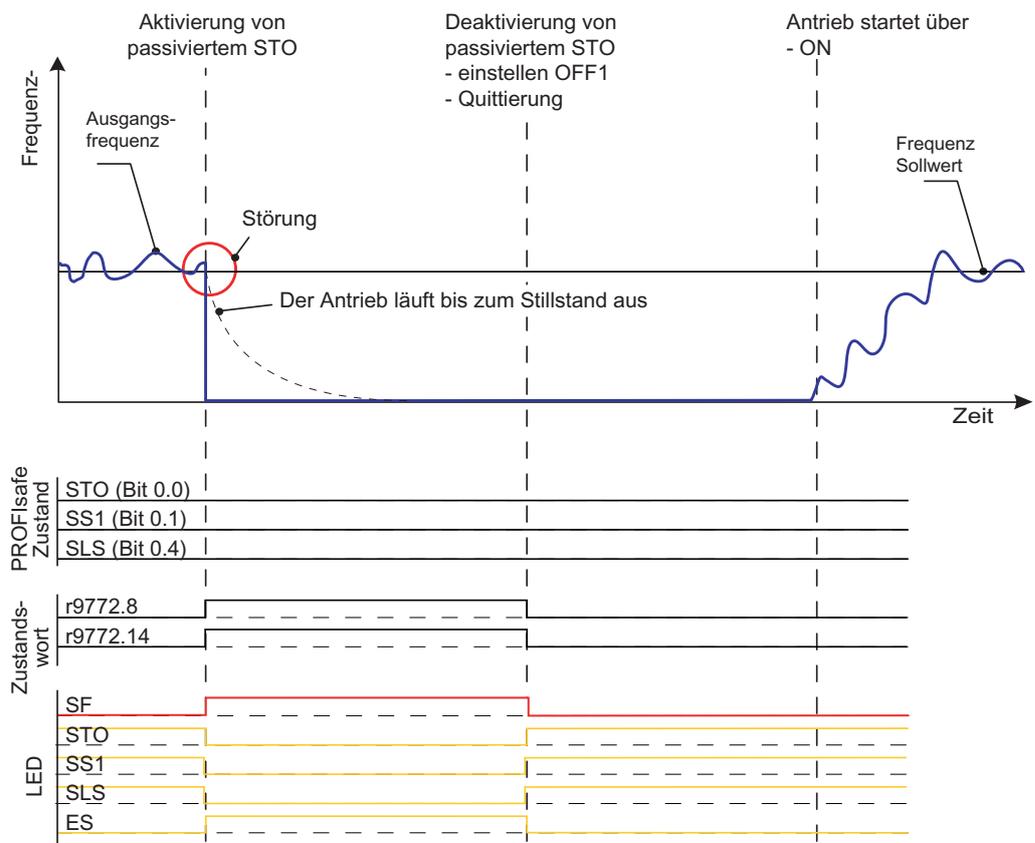


Bild 8-9 Funktion "passiviertes STO"

 **VORSICHT**

Nach einem STO oder passiviertem STO ist es möglich, wenn auch ziemlich unwahrscheinlich, dass die felderzeugenden Komponenten eine einzelne steigende Drehfeldflanke erzeugen, die ein Rucken des Motors um maximal 60° elektrisch bewirken kann.

Der sich daraus ergebende Drehwinkel an der Motorwelle ist kleiner als der elektrische Winkel, abhängig vom Trägheitsmoment und der Polpaarzahl des Motors.

Hinweis

Ein passiviertes STO wird immer durch einen Betriebsfehler innerhalb des Antriebs ausgelöst. Daher muss der Antrieb vor dem Wiederanlauf stets eine Zwangsdynamisierung durchlaufen.

Die passivierte Funktion STO hat höchste Priorität und kann von keiner anderen Funktion aufgehoben werden.

8.5 Sicherer Stopp 1

Daten

Parameterbereich:	P0003, P0010 P9603/P9803, Bit 02, Bit 03 oder Bit 07 (PROFIsafe) P9680/P9880 P9681/P9881 P9682/P9882 P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Warnungen	A1691, A1692, A1696, A1699
Fehler	F1600, F1616

Beschreibung

Im Gegensatz zu STO hat die Ausgangsfrequenz des Umrichters Einfluss auf das Verhalten der Funktion SS1 (Sicherer Stopp 1). Bei Auslösen von SS1 wird die Ausgangsfrequenz des Umrichters abgefragt. Ist sie kleiner als die in P9682/P9882 eingestellte Mindestfrequenz für die Stillstandserkennung, wird unverzüglich die STO-Funktion ausgelöst, um den Motor zum Stillstand zu bringen. Ist die Ausgangsfrequenz des Umrichters höher als die Mindestfrequenz für die Stillstandserkennung, dann wird der Motor unter Verwendung der in P9681 und P9881 eingestellten sicheren Bremsrampe abgebremst. Siehe nachstehende Abbildung.

Die Funktion SS1 kann durch einen der folgenden Befehle aufgehoben werden:

- Passiviertes STO
- Sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- OFF2 (SS1-Überwachung weiter aktiv)

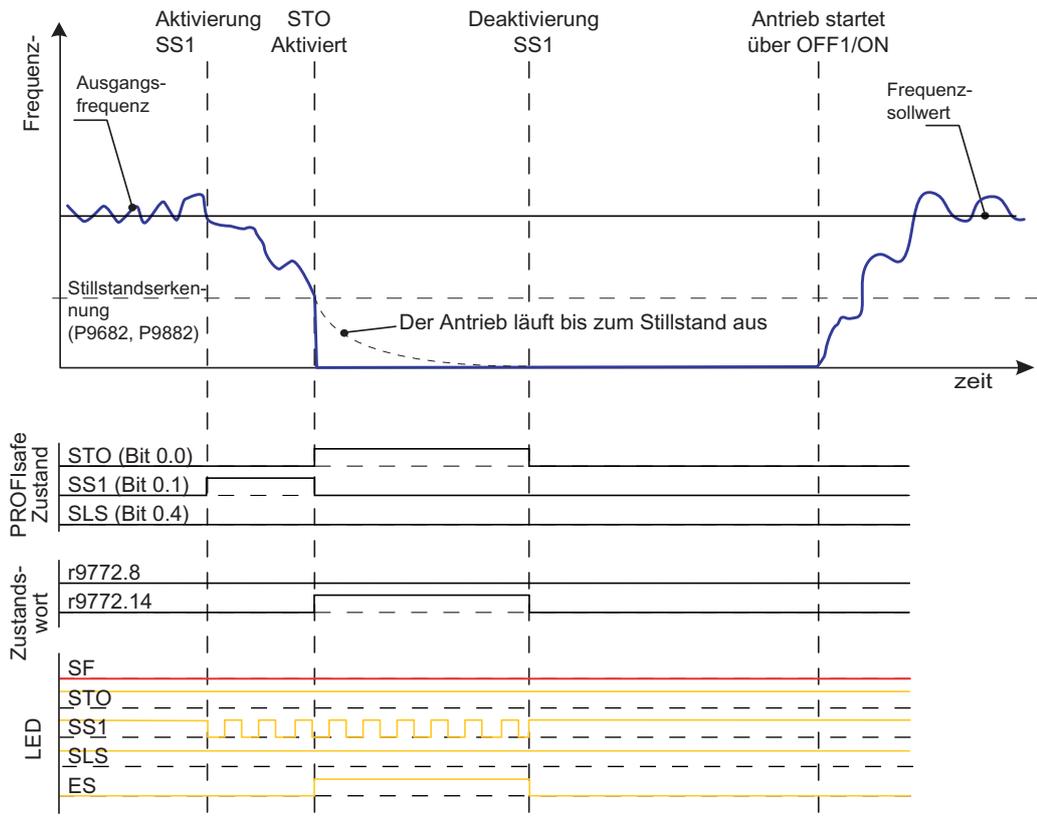


Bild 8-10 Funktion Sicherer Stopp 1 (SS1)

VORSICHT

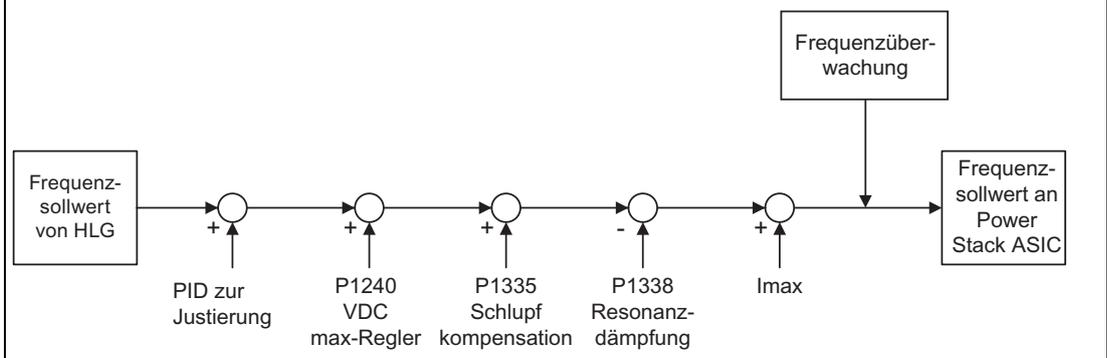
Abhängig von folgenden Funktionen kann sich der Frequenzsollwert erhöhen:

- PID-Abgleich
- $V_{dc\ max}$ -Regler

Nur aktiv in Verbindung mit U/f-Regelung

- Schlupfkompensation
- Resonanzdämpfung
- I_{max}

Diese Erhöhung sollte vom Benutzer bereits beim Parametrieren der Hüllkurve für die sichere Frequenz berücksichtigt werden, da die Frequenz erst nach Addieren dieser Werte überwacht wird.



Wird SS1 aktiviert, dann führt der Umrichter folgende Vorgänge aus:

1. Beide Abschaltpfade lösen die fehlersichere, überwachte Funktion Bremsrampe aus.
2. Der Motor wird mittels der sicheren Bremsrampe abgebremst.
3. Die Zustands-LED SS1 beginnt zu blinken.
4. Wenn die Minimaldrehzahl für die Stillstandserkennung erreicht ist, wird die Funktion STO aktiviert.
5. Die mechanische Bremse wird eingelegt (falls angeschlossen).
6. Die Zustands-LED ES wird eingeschaltet.

Die Funktion SS1 kann entweder durch einen OFF2-Befehl oder durch die STO-Funktion unterbrochen werden.

Wird SS1 deaktiviert bevor die "Minimaldrehzahl für Stillstandserkennung" (P9682/P9882) erreicht ist, dann führt der Umrichter folgende Vorgänge aus:

1. Die Überwachung der Ausgangsfrequenz wird gesperrt.
2. Der Antrieb beschleunigt auf den Frequenzsollwert.
3. Die Zustands-LED SS1 wechselt von blinkend nach eingeschaltet.

Wird SS1 deaktiviert bevor die "Minimaldrehzahl für Stillstandserkennung" (P9682/P9882) erreicht ist, dann führt der Umrichter folgende Vorgänge aus:

Hinweis

Die Impulssperre muss durch Anlegen eines Signals mit positiver Flanke (OFF1/ON) aufgehoben werden.

1. STO wird deaktiviert.
2. Es wird eine Zwangsdynamisierung durchgeführt (falls mit P9601/P9801 parametrierbar).
3. Der Zeitgeber für die Zwangsdynamisierung (P9660) wird auf den Wert in P9659 zurückgesetzt (sofern die Zwangsdynamisierung erfolgreich durchgeführt wurde).
4. Die Bremse wird gelöst, falls sie nicht aufgrund des Status der Motorhaltebremse eingelegt bleibt.
5. Die Zustands-LED SS1 wechselt von blinkend nach eingeschaltet.
6. Die Zustands-LED ES wird abgeschaltet.

Hinweis

Der Zustand der fehlersicheren Funktion wird durch r9772 angezeigt.

Hinweis

Die fehlersichere Funktion SS1 sollte nicht aktiviert werden, wenn die folgenden Vorgänge aktiv sind:

- Suchen beim "Fangen"
- Motordatenidentifikation
- Optimierung der Drehzahlregelung

Die Verwendung der Drehmomentregelung (P1300 = 22, 23 oder P1501 > 0) als Regelungsart für die fehlersichere Funktion SS1 ist nicht empfehlenswert.

 **VORSICHT****Reaktionszeit**

Die Reaktionszeit für SS1 beträgt 20 ms.

Fehlerreaktionszeit

Die Fehlerreaktionszeit nach Auftreten eines Fehlers bis zur Auslösung der Funktion passiviertes STO muss im Benutzerhandbuch angegeben werden:

- Fehlerreaktionszeit während STO:
Während eines STO wird ein interner Fehler innerhalb von 20 ms vom Umrichter erkannt, der sofort ein passiviertes STO auslöst.
- Fehlerreaktionszeiten während SS1 und SLS:
Während eines SS1 und eines SLS ist die interne Fehlererkennungszeit von der Ausgangsfrequenz des Umrichters abhängig. Ein Fehler wird immer erkannt, wenn die überwachte Ständerfrequenz am Umrichterausgang die Hüllkurve des sicheren Frequenzbereichs übersteigt. Der erste Frequenzmesswert, welcher außerhalb des zulässigen Frequenzbereichs liegt, löst ein passiviertes STO aus. Die Maximalreaktionszeit für ein passiviertes STO während eines SS1 und SLS beträgt 8 ms, wobei der Umrichter vor dem Auslaufen eine Maximaldrehzahl von 650 Hz erreichen kann. Diese Frequenz kann jedoch nur eine Halbwelle lang erreicht werden.

Damit beträgt die Maximalreaktionszeit z.B. bei 650 Hz $8 \text{ ms} + 1/650 \text{ Hz}/2 = 8,7 \text{ ms}$, die Maximalreaktionszeit bei 10 Hz beträgt $8 \text{ ms} + 1/10 \text{ Hz}/2 = 58 \text{ ms}$.

8.6 Sicher begrenzte Geschwindigkeit

Daten

Parameterbereich:	P0003, P0010 P9603/P9803, Bit 00, Bit 01 oder Bit 07 (PROFIsafe) P9680/P9880 P9681/P9881 P9690/P9890 P9691/P9891 P9692/P9892 P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Warnungen	A1691, A1692, A1696, A1699
Fehler	F1600, F1616

Beschreibung

Die Funktion "Sicher begrenzte Geschwindigkeit" (SLS) überwacht die Ausgangsfrequenz, um sicherzustellen, dass diese nicht die in den Parametern P9691 und P9891 eingestellte SLS-Überwachung überschreitet.

Bei Überschreitung der SLS-Überwachung wird ein Bremsvorgang ausgelöst, der mit Hilfe der sicheren Bremsrampe überwacht werden kann. Wird ein stationärer Zustand festgestellt, dann wird das passivierte STO ausgelöst, um den Motor zu einem sicheren Stillstand zu bringen. Versagt die Bremsfunktion, was als Fehler erkannt wird, wird die Funktion passiviertes STO ausgelöst, die ohne explizites Quittieren der Störung nicht gelöscht werden kann.

Die Funktion SLS kann durch folgende Befehle abgebrochen werden:

- Sicher abgeschaltetes Moment (STO)
- Sicherer Stopp 1 (SS1)
- OFF1
- OFF2
- OFF3

Einzelheiten siehe "Abhängigkeit von fehlersicheren und Off- (AUS-) Befehlen"

Sollen die Standard-OFF-Befehle zusammen mit den fehlersicheren Funktionen verwendet werden, dann wird die Auswirkung der Befehle auf das System durch das fehlersichere System im Hintergrund automatisch überwacht (d.h. nicht fehlersichere Befehle können keinen nicht fehlersicheren Hochlauf des Umrichters bewirken, weil die Funktion passiviertes STO automatisch ausgelöst wird).

Hinweis

Die fehlersichere Funktion SLS sollte nicht aktiviert werden, wenn die folgenden Vorgänge aktiv sind:

- Suchen beim "Fangen"
- Motordatenidentifikation
- Optimierung der Drehzahlregelung

Die Verwendung der Drehmomentregelung (P1300 = 22, 23 oder P1501 > 0) als Regelungsart für SLS ist nicht empfehlenswert.

VORSICHT

Reaktionszeit

Die Reaktionszeit für SLS beträgt 20 ms.

Fehlerreaktionszeit

Die Fehlerreaktionszeit nach Auftreten eines Fehlers bis zur Auslösung der Funktion passiviertes STO muss im Benutzerhandbuch angegeben werden:

- Fehlerreaktionszeit während STO:
Während eines STO wird ein interner Fehler innerhalb von 20 ms vom Umrichter erkannt, der sofort ein passiviertes STO auslöst.
- Fehlerreaktionszeiten während SS1 und SLS:
Während eines SS1 und eines SLS ist die interne Fehlererkennungszeit von der Ausgangsfrequenz des Umrichters abhängig. Ein Fehler wird immer erkannt, wenn die überwachte Ständerfrequenz am Umrichterausgang die Hüllkurve des sicheren Frequenzbereichs übersteigt. Der erste Frequenzmesswert, welcher außerhalb des zulässigen Frequenzbereichs liegt, löst ein passiviertes STO aus. Die Maximalreaktionszeit für ein passiviertes STO während eines SS1 und SLS beträgt 8 ms, wobei der Umrichter vor dem Auslaufen eine Maximaldrehzahl von 650 Hz erreichen kann. Diese Frequenz kann jedoch nur eine Halbwelle lang erreicht werden. Damit beträgt die Maximalreaktionszeit z.B. bei 650 Hz $8 \text{ ms} + 1/650 \text{ Hz}/2 = 8,7 \text{ ms}$, die Maximalreaktionszeit bei 10 Hz beträgt $8 \text{ ms} + 1/10 \text{ Hz}/2 = 58 \text{ ms}$.

Verhaltensweisen

Die Funktion SLS besitzt vier Verhaltensweisen, die dem Anwender die Auswahl der Funktionalität in Anpassung an seine spezifische Anwendung ermöglichen. Diese Verhaltensweisen der SLS-Funktion werden durch Einstellen der benötigten Werte in den Parametern P9692 und P9892 gesteuert.

VORSICHT

Aus Überwachungsgründen wurde die so genannte "Fehlergrenze für SLS" auf 1 Hz festgelegt. Unterschreitet die Ausgangsfrequenz bei aktivierter SLS-Modus 0, 1 oder 2 diesen Wert, wird sofort ein STO aktiviert. Im SLS-Modus 3 wird ein 5s-Timer aktiviert und anschließend ein STO aktiviert, wenn die Frequenz immer noch unter 1 Hz liegt.



WARNUNG

Überschreitet die Frequenz aufgrund dynamischer Lasten den SLS-Grenzwert (P9691/P9891), wird ein passiviertes STO aktiviert. Unterschreitet sie bei SLS 0, 1 oder 2 den Fehlergrenzwert, wird sofort ein STO aktiviert; im SLS-Modus 3 wird ein STO ausgelöst, wenn die Frequenz auch nach 5 s immer noch unter 1 Hz liegt. Aus diesem Grund müssen Änderungen in der dynamischen Last bei der Entwicklung der Anlage berücksichtigt werden, um eine unbeabsichtigte Aktivierung der fehlersicheren Funktionen zu verhindern.

Außerdem sollte die Abnahmeprüfung unter ungünstigsten Lastbedingungen durchgeführt werden.

VORSICHT

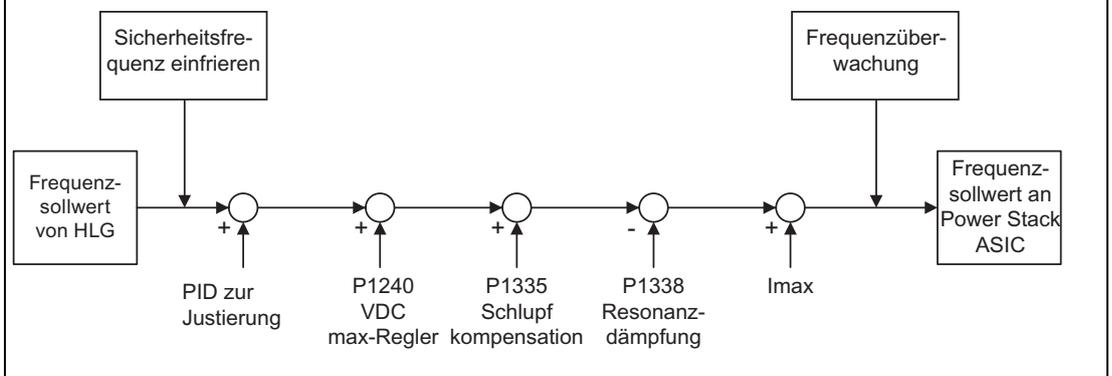
Im SLS-Modus 0 und 1 kann sich der Frequenzsollwert durch folgende Funktionen erhöhen:

- PID-Abgleich
- $V_{dc\ max}$ -Regler

Nur aktiv in Verbindung mit U/f-Regelung

- Schlupfkompensation
- Resonanzdämpfung
- I_{max}

Diese Erhöhung sollte vom Benutzer bereits beim Parametrieren der Hüllkurve für die sichere Frequenz berücksichtigt werden, da die Frequenz erst nach Addieren dieser Werte überwacht wird.



8.6.1 Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 0

SLS-Modus 0, P9692 = P9892 = 0

Wenn die Ausgangsfrequenz nach dem Auslösen von SLS die mit P9691 und P9891 eingestellte SLS-Überwachung überschreitet, wird die Funktion passiviertes STO ausgelöst, die den Motor zum Stillstand bringt.

Liegt jedoch die Ausgangsfrequenz unterhalb der SLS-Überwachung, dann sind alle Steuersignale, welche die Ausgangsfrequenz beeinflussen, gesperrt. Eine externe Steuerung der Ausgangsfrequenz ist nicht möglich.

Sobald die Ausgangsfrequenz auf den aktuellen Wert festgelegt ist, wird ein erneutes Absinken der Drehzahl unter diesen Wert (z. B. durch zusätzliche Belastung des Motors) nicht als Fehlerzustand interpretiert und es werden keine Maßnahmen getroffen. Siehe nachstehende Tabelle.

Wenn die sichere Bremsenansteuerung aktiviert ist, wird ihr Status mit den folgenden Angaben über r9772.14 angezeigt:

- r9772.14 = 0 -> Bremse gelöst
- r9772.14 = 1 -> Bremse eingelegt

Während der SLS-Modus 0 aktiv ist, ergibt sich die Fehlerreaktionszeit für das passivierte STO aus folgender Gleichung

$$\text{Reaktionszeit} = 8 \text{ ms} + 0,5 \cdot \frac{1}{f_{\text{Ausg}}}$$

Ausgangsfrequenz = f_{Ausg} .

SLS-Modus 0, Fall 1: SLS-Überwachung (p9691/p9891) > Frequenzsollwert > SLS-Sollwert

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert
- Überwachte Rücklauf rampe bis herab zum SLS-Sollwert

Bei Erreichen des SLS-Sollwerts =>

- SLS-Überwachung ein

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- Frequenzsollwert aktiviert
- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED und ES-LED aus

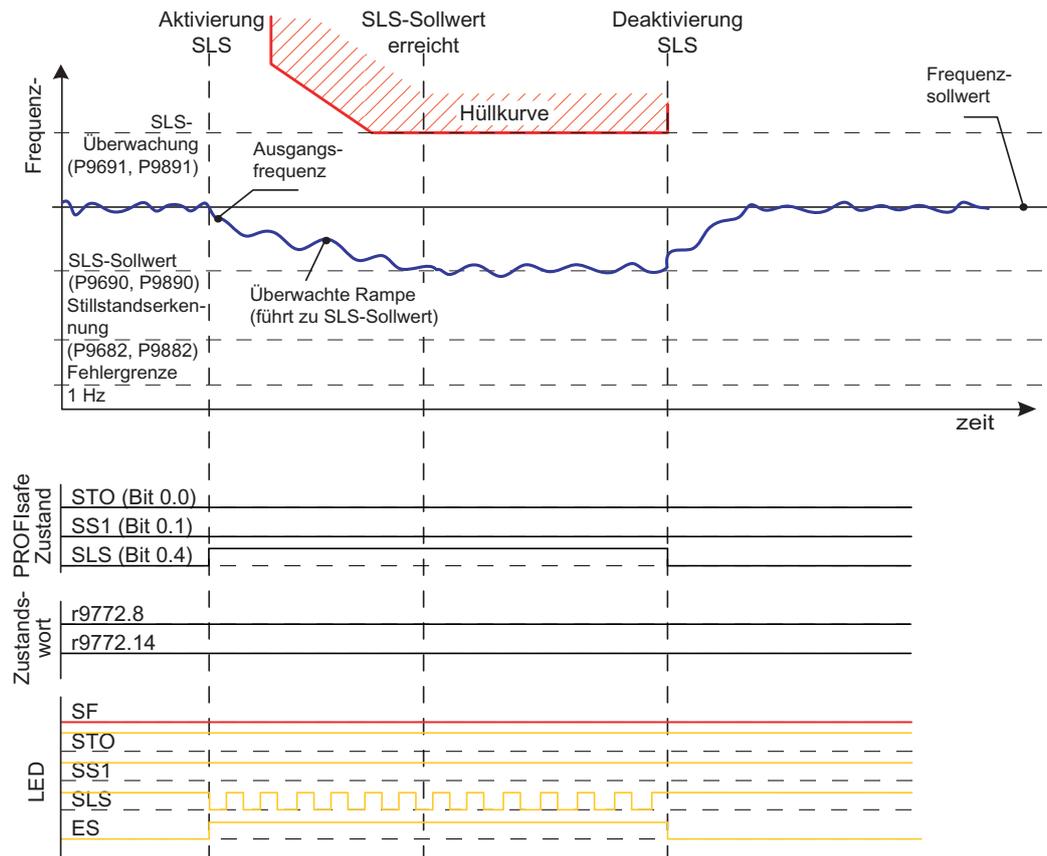


Bild 8-11 SLS-Modus 0, Fall 1: SLS-Überwachung (p9691/p9891) > Frequenzsollwert > SLS-Sollwert

SLS-Modus 0, Fall 2: SLS-Sollwert > Frequenzsollwert > Stillstandserkennung (p9682/p9882)

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert

Bei Erreichen des SLS-Sollwerts =>

- SLS-Überwachung ein

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- Frequenzsollwert aktiviert
- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED und ES-LED aus

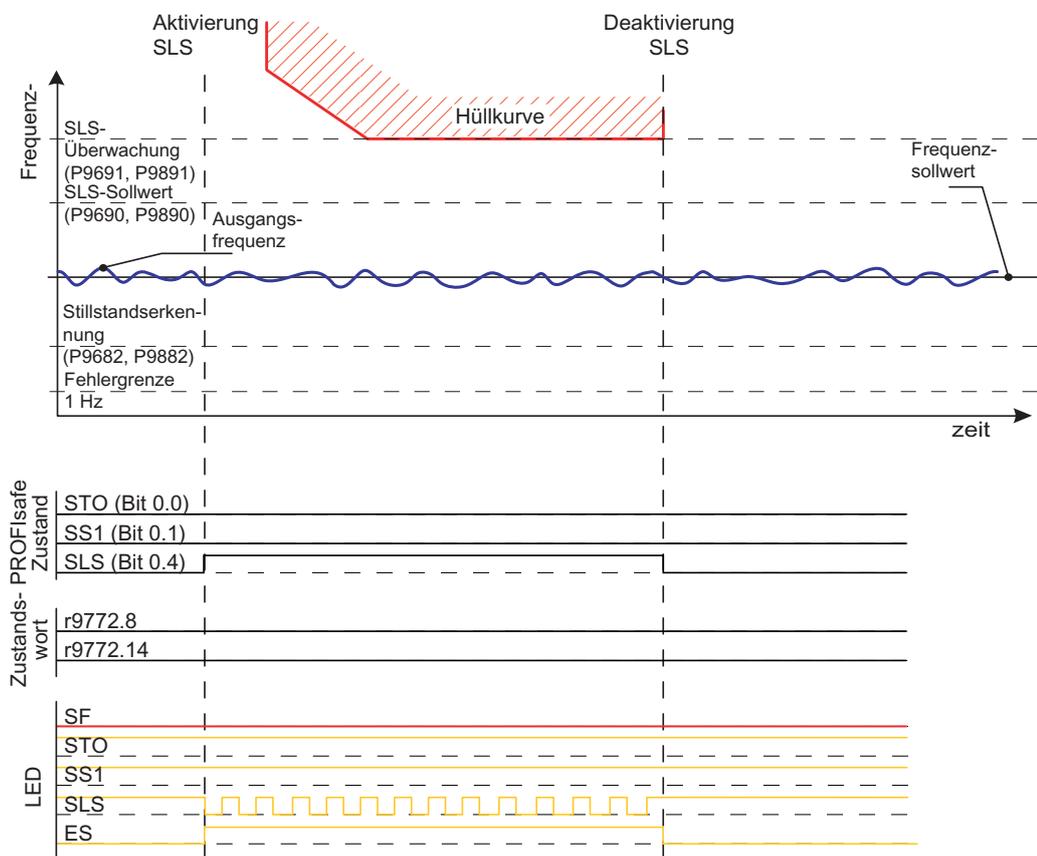


Bild 8-12 SLS-Modus 0, Fall 2: SLS-Sollwert > Frequenzsollwert > Stillstandserkennung (p9682/p9882)

SLS-Modus 0, Fall 3: Stillstandserkennung (P9682/P9882) > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

- | | |
|------------------------------------|--|
| Aktivierung SLS => | <ul style="list-style-type: none"> • SLS-Überwachung aktiviert • SLS-LED blinkt • ES-LED leuchtet • Frequenzsollwert deaktiviert |
| Bei Erreichen des SLS-Sollwerts => | <ul style="list-style-type: none"> • SLS-Überwachung ein |
| Deaktivierung SLS => | <ul style="list-style-type: none"> • SLS-Überwachung aus • Frequenzsollwert aktiviert • SLS-LED und ES-LED aus |

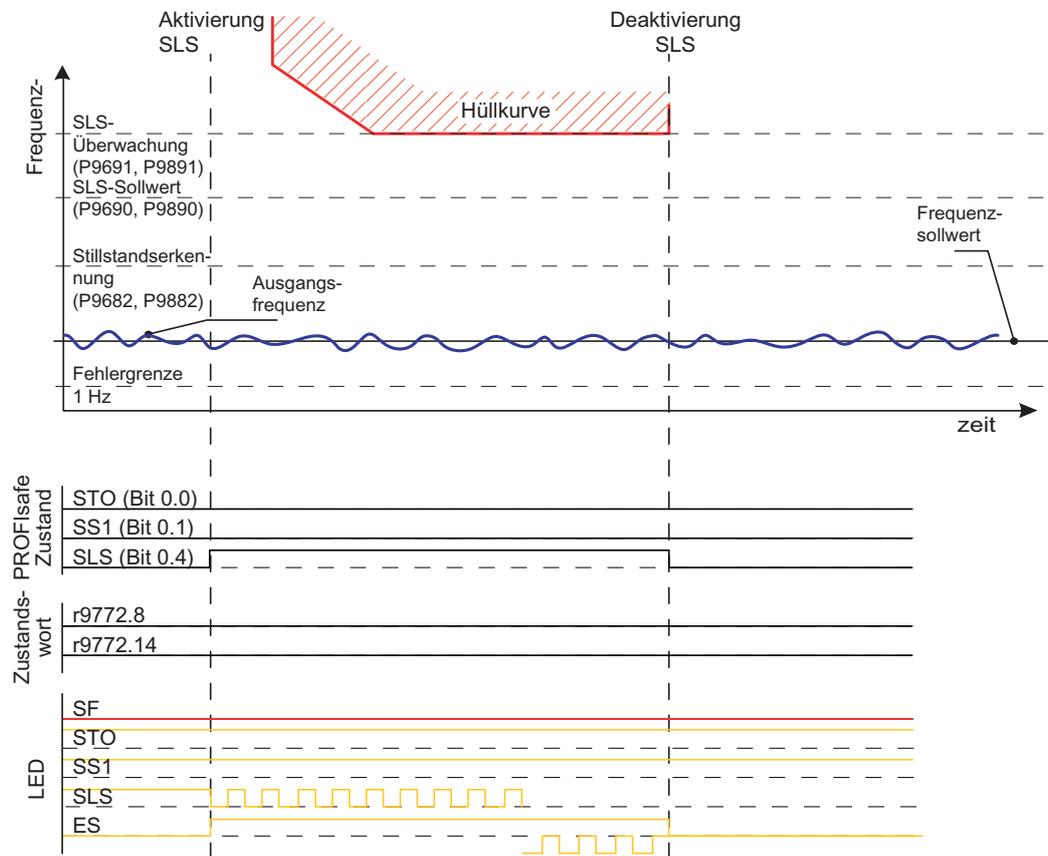


Bild 8-13 SLS-Modus 0, Fall 3: Stillstandserkennung (P9682/P9882) > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

SLS-Modus 0, Fälle 1 bis 3:

Wenn die Ausgangsfrequenz die obere SLS-Grenze überschreitet (z. B. durch PID-Abgleich oder Schlupfkompensation) =>

- passiviertes STO wird ausgelöst
- SF-LED leuchtet
- STO-LED aus
- SS1-LED aus
- SLS-LED aus

Deaktivierung SLS =>

- Keine Aktion

Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

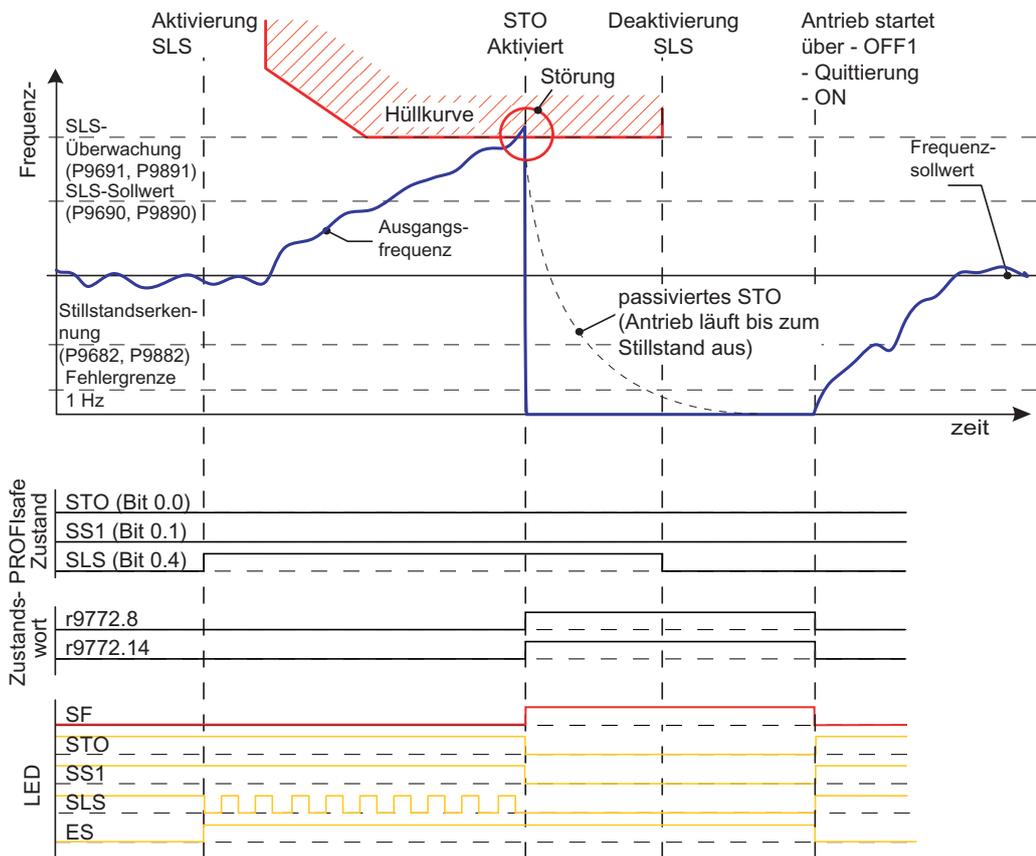


Bild 8-14 SLS-Modus 0, Fälle 1 bis 3

SLS-Modus 0, Fall 4: Fehlergrenze > Frequenzsollwert

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- STO aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- Frequenzsollwert aktiviert
- SLS-LED leuchtet
- ES-LED aus

Für einen Neustart muss STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

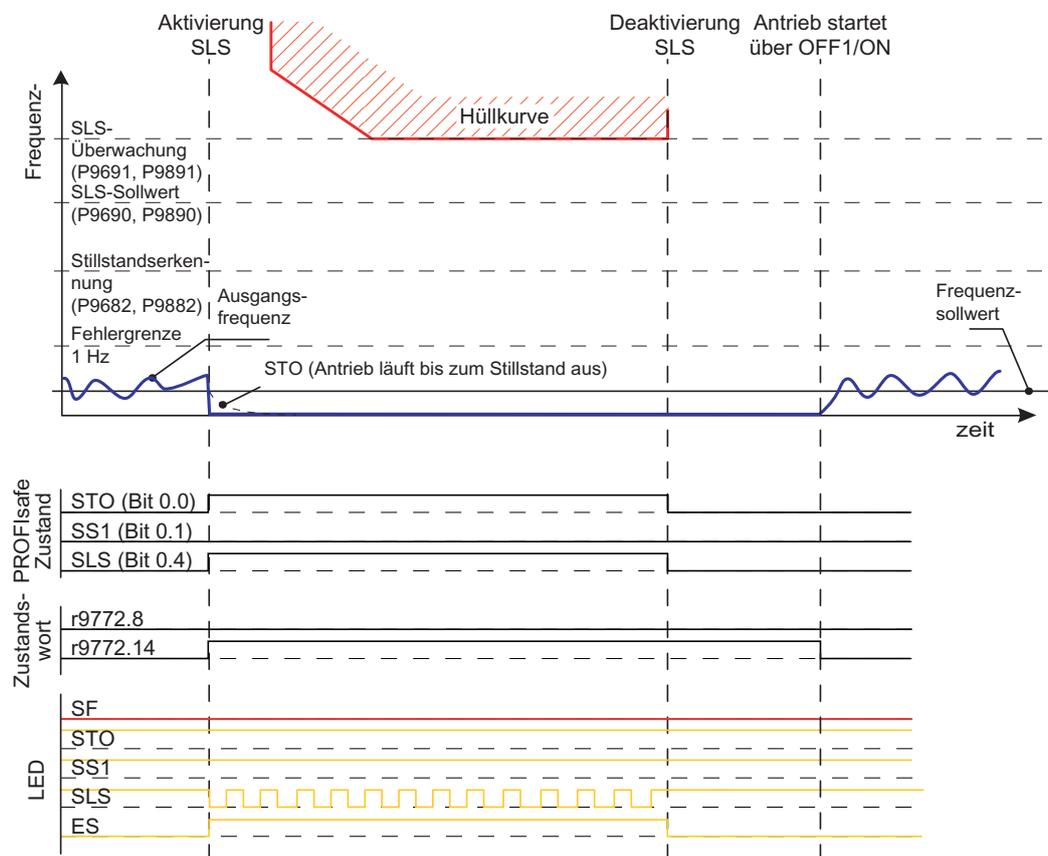


Bild 8-15 SLS-Modus 0, Fall 4: Fehlergrenze > Frequenzsollwert

SLS-Modus 0, Fall 5.1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (p9691/p9891), Primärfehler

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- Frequenzsollwert deaktiviert
- Überwachte Rücklauframpe bis herab zur Stillstandserkennung

Bei Erreichen der Stillstandserkennung =>

- passiviertes STO wird aktiviert

Deaktivierung SLS =>

- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

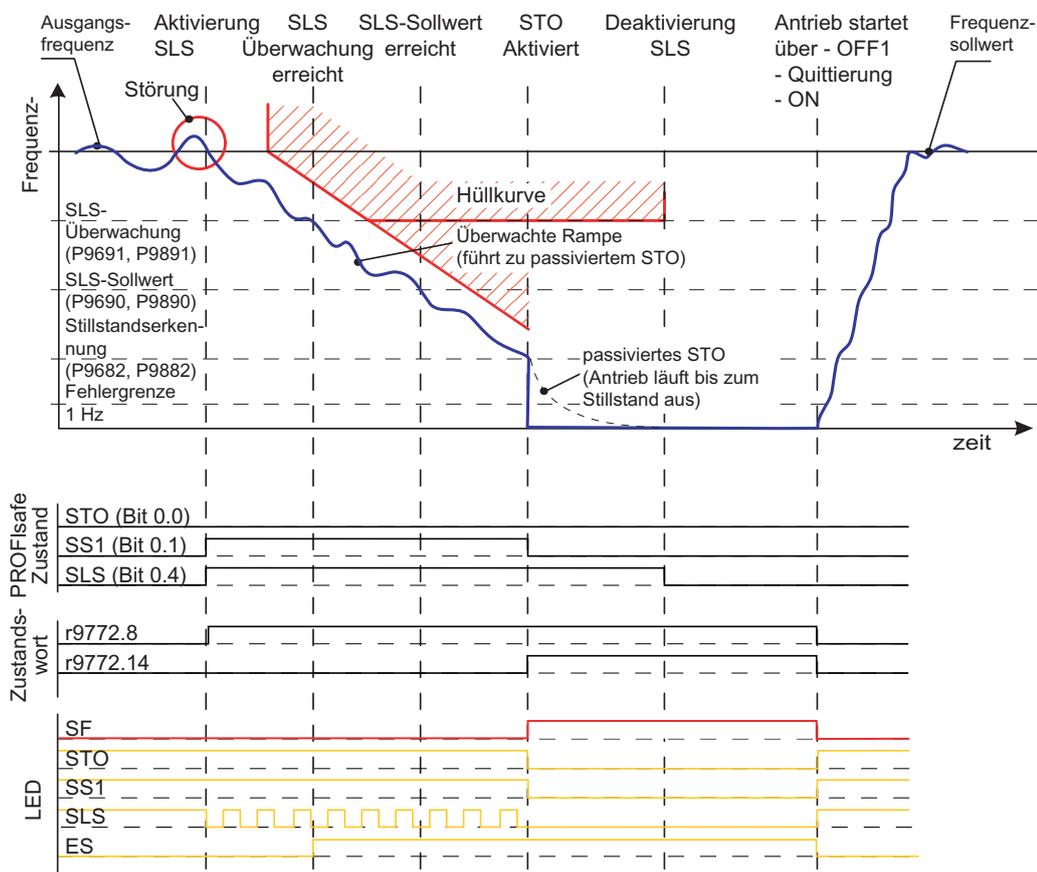


Bild 8-16 SLS-Modus 0, Fall 5.1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (p9691/p9891), Primärfehler

SLS-Modus 0, Fall 5.2: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (P9691/P9891), Sekundärfehler

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- Frequenzsollwert deaktiviert
- Überwachte Rücklauframpe bis herab zur Stillstandserkennung

Wenn die Ausgangsfrequenz SS1 übersteigt, wird die Rücklauframpen-Überwachung vor der Stillstandserkennung erreicht

- Frequenzsollwert inaktiv
- passiviertes STO wird sofort aktiviert

Deaktivierung SLS =>

- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

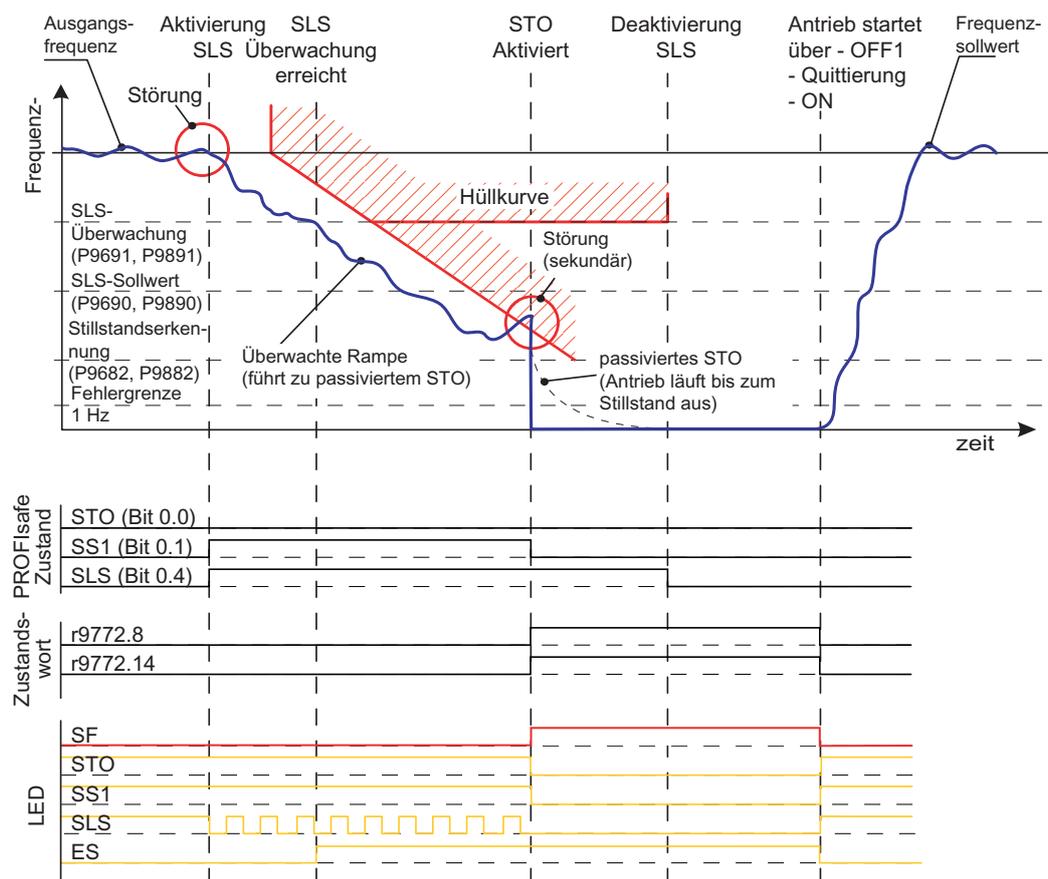


Bild 8-17 SLS-Modus 0, Fall 5.2: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (P9691/P9891), Sekundärfehler

Hinweis

Es ist zu beachten, dass bei Erkennung eines Fehlers während der fehlersicheren Funktion SLS-Modus 0 von SLS zuerst versucht wird, den Antrieb an der sicheren Bremsrampe abzubremesen.

Die Bremszeit wird durch die Parameter P9681/P9881 bestimmt. Da der Antrieb sich dabei in einem fehlersicheren Modus befindet, kann die Bremsrampe durch keine andere Funktion (z. B. STO) unterbrochen werden.

Es wird empfohlen, die kürzestmögliche Rampenzeit für diese Applikation zu parametrieren.

8.6.2 Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 1

SLS-Modus 1, P9692 = P9892 = 1

Zusätzlich zu der in den Parametern P9691 und P9891 eingestellten oberen SLS-Grenze kann in den Parametern P9690 und P9890 ein weiterer SLS-Sollwert eingestellt werden. Dieser zusätzliche SLS-Sollwert wird verwendet, um die Ausgangsfrequenz auf eine bestimmte Frequenz einzustellen, anstatt den Motor zum Stillstand zu bringen.

Fällt die Ausgangsdrehzahl des Umrichters unter den in P9690 und P9890 eingestellten SLS-Sollwert, dann darf der Motor mit dieser Drehzahl weiterarbeiten. Siehe nachstehende Tabelle.

Wenn sichere Bremsenansteuerung aktiviert ist, wird ihr Status mit den folgenden Angaben über r9772.14 angezeigt:

- r9772.14 = 0 -> Bremse gelöst
- r9772.14 = 1 -> Bremse eingelegt

SLS-Modus 1, Fall 1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (p9691/p9891)

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- Frequenzsollwert deaktiviert
- Rampenrücklauf mit SS1 bis Stillstandserfassung

Bei Erreichen des SLS-Sollwerts =>

- SLS-Überwachung ein
- ES-LED leuchtet

Deaktivierung SLS =>

- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

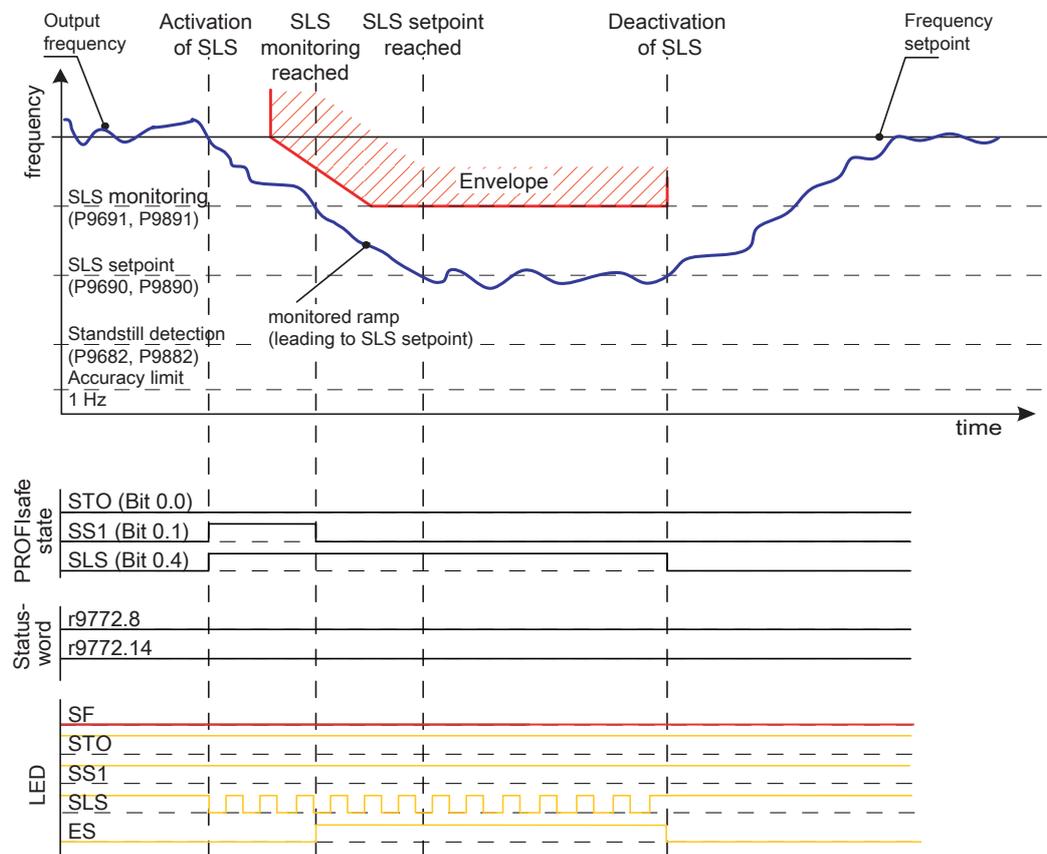


Bild 8-18 SLS-Modus 1, Fall 1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (P9691/P9891)

SLS-Modus 1, Fall 2: SLS-Überwachung (p9691/p9891) > Frequenzsollwert > SLS-Sollwert

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- Frequenzsollwert deaktiviert
- Rampenrücklauf mit SS1 bis SLS-Sollwert

Bei Erreichen des SLS-Sollwerts =>

- SLS-Überwachung ein
- ES-LED leuchtet

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED und ES-LED aus
- Frequenzsollwert aktivieren und anfahren

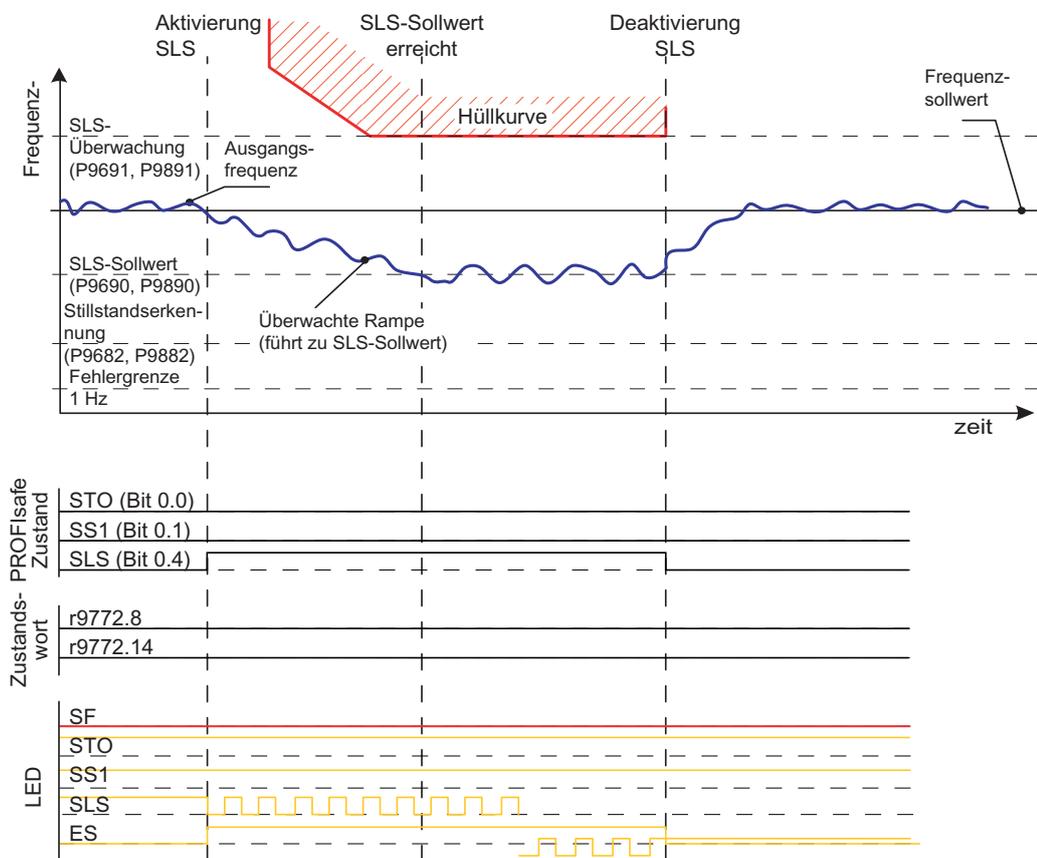


Bild 8-19 SLS-Modus 1, Fall 2: SLS-Überwachung (p9691/p9891) > Frequenzsollwert > SLS-Sollwert

SLS-Modus 1, Fall 3: SLS-Sollwert > Frequenzsollwert > Stillstandserkennung (p9682/p9882)

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED und ES-LED aus
- Frequenzsollwert aktivieren und anfahren

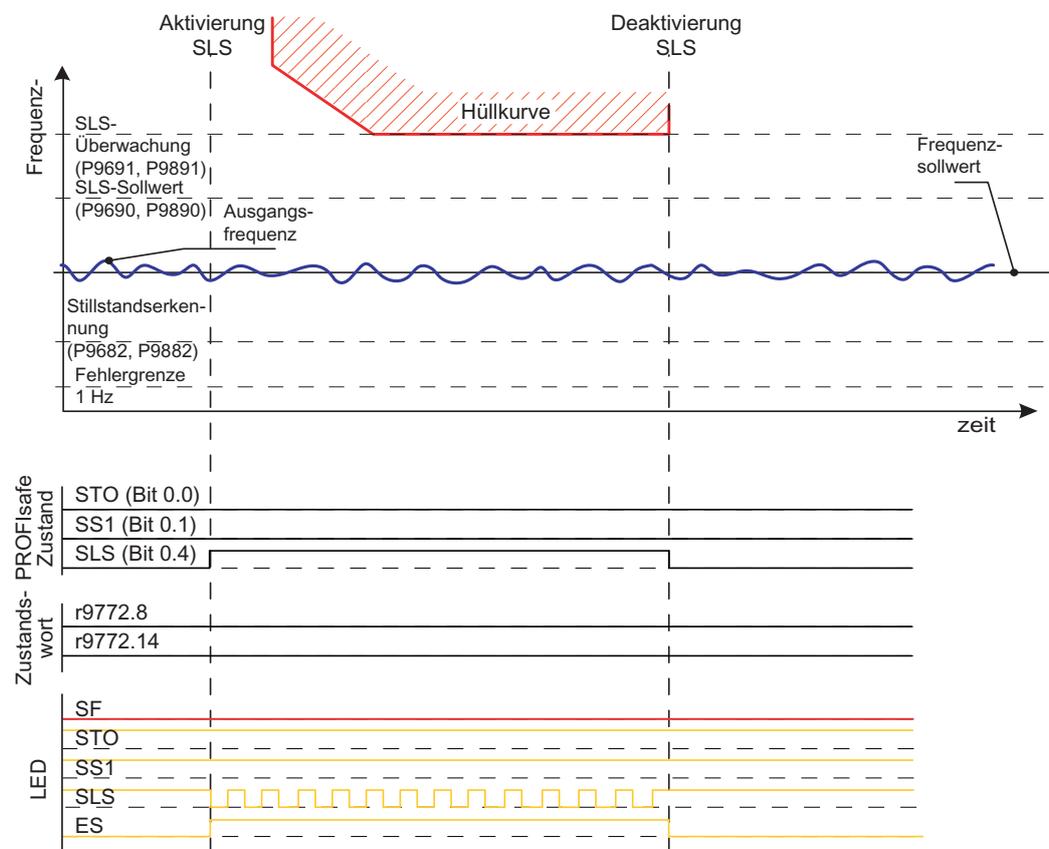


Bild 8-20 SLS-Modus 1, Fall 3: SLS-Sollwert > Frequenzsollwert > Stillstandserkennung (p9682/p9882)

SLS-Modus 1, Fall 4: Stillstandserkennung (P9682/P9882) > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED und ES-LED aus
- Frequenzsollwert aktivieren und anfahren

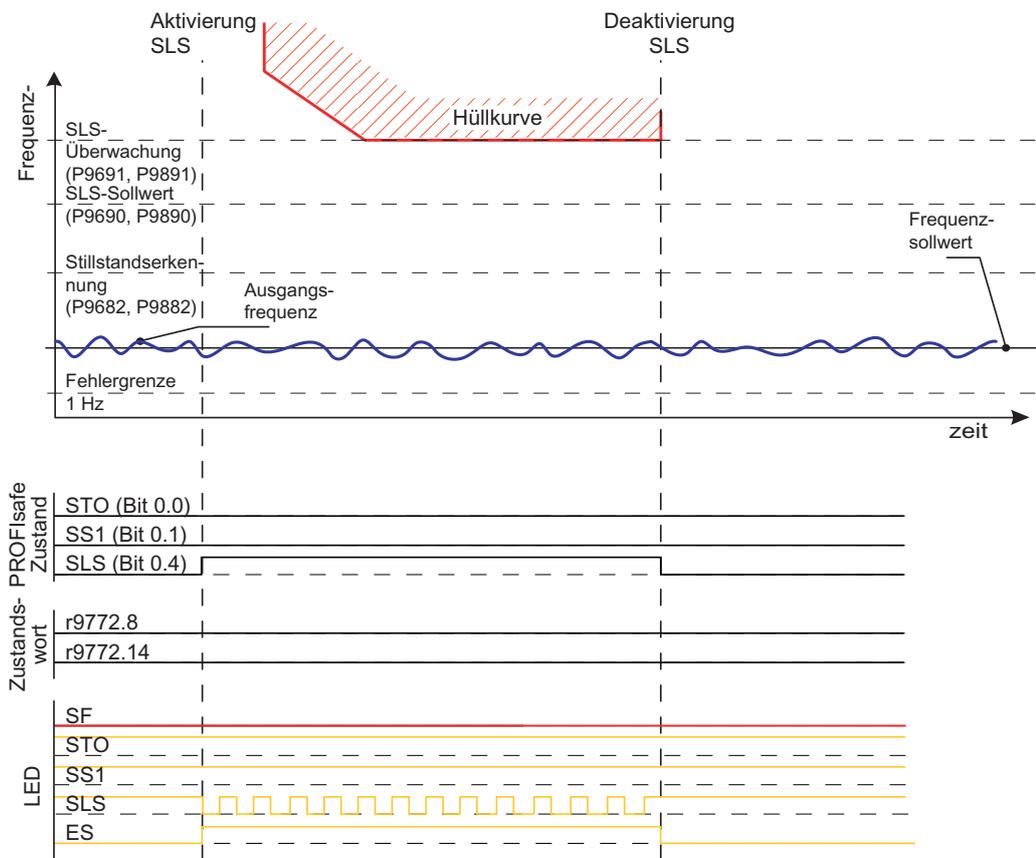


Bild 8-21 SLS-Modus 1, Fall 4: Stillstandserkennung (P9682/P9882) > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

SLS-Modus 1, Fall 5: Fehlergrenze > Frequenzsollwert

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED und ES-LED aus
- Frequenzsollwert aktivieren und anfahren

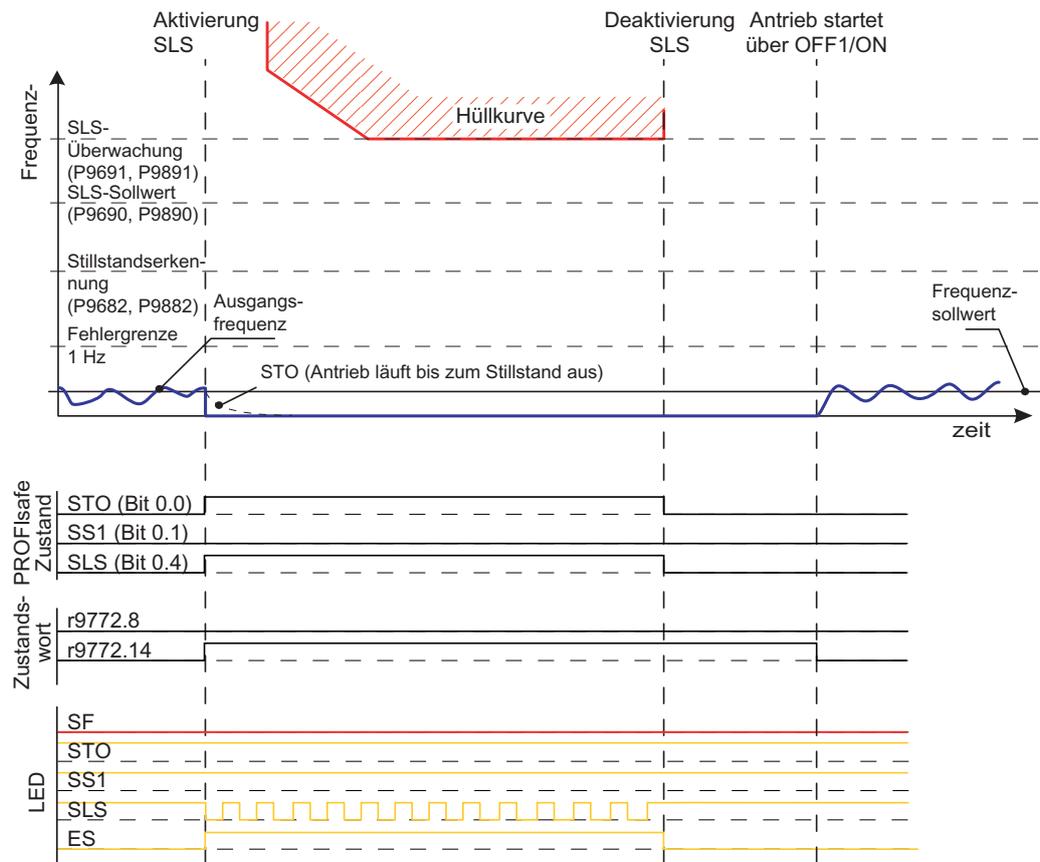


Bild 8-22 SLS-Modus 1, Fall 5: Fehlergrenze > Frequenzsollwert

SLS-Modus 1, Fall 6: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (p9691/p9891), Primärfehler

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- STO aktiviert
- SLS-LED blinkt
- ES-LED leuchtet
- Frequenzsollwert deaktiviert

Deaktivierung SLS =>

- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

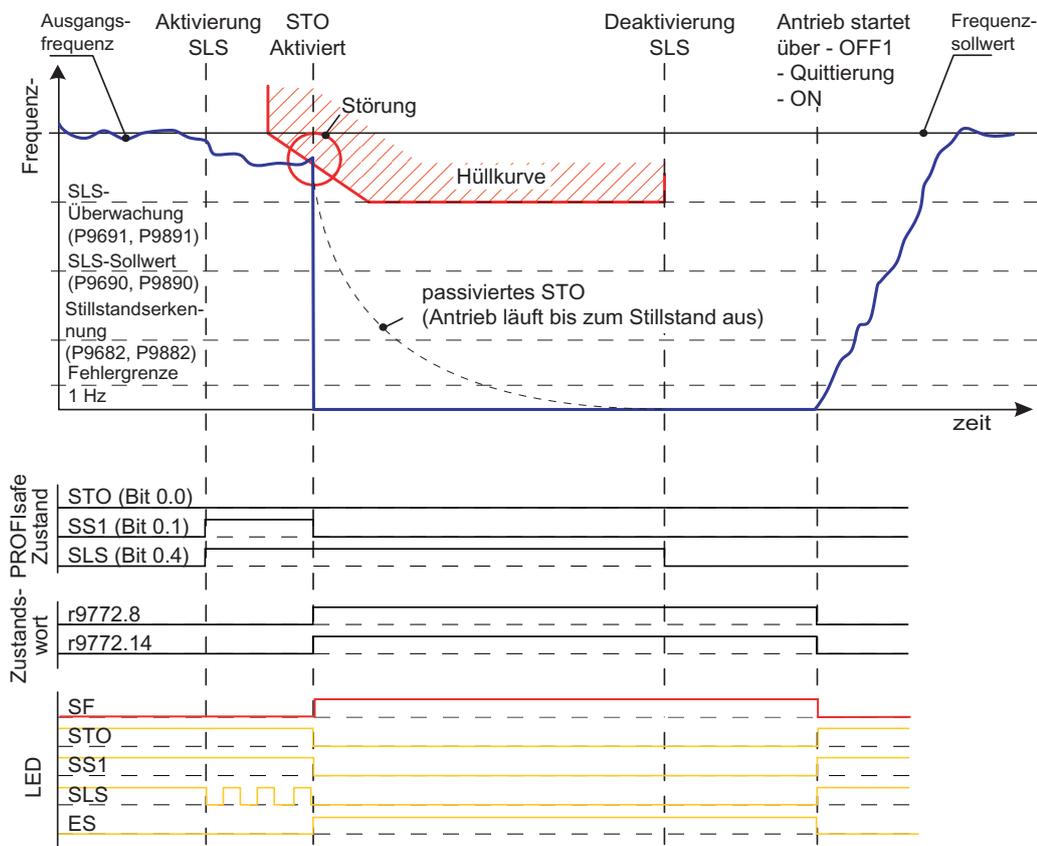


Bild 8-23 SLS-Modus 1, Fall 6: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung (p9691/p9891), Primärfehler

SLS-Modus 1, Fall 7: SLS-Sollwert > Frequenzsollwert > Stillstandserkennung (P9682/P9882), Primärfehler

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt
- Frequenzsollwert deaktiviert

Wenn die Ausgangsfrequenz die SLS-Überwachung überschreitet

- passiviertes STO wird sofort aktiviert

Deaktivierung SLS =>

- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

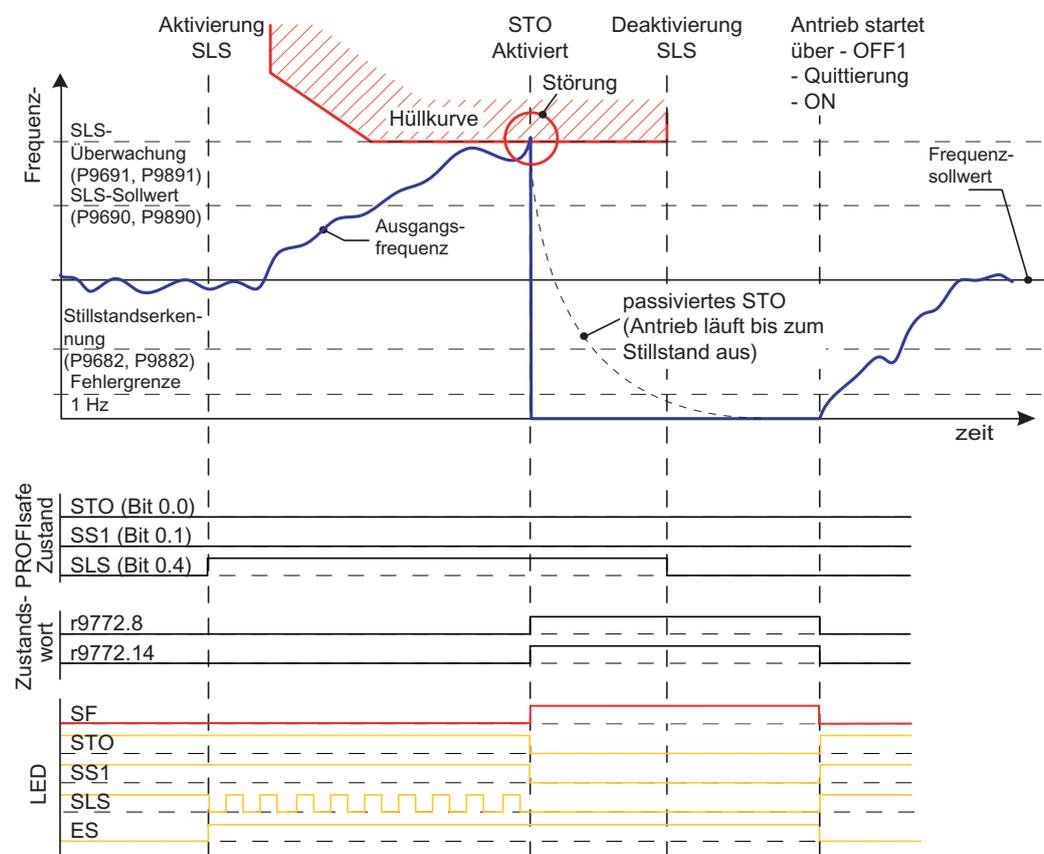


Bild 8-24 SLS-Modus 1, Fall 7: SLS-Sollwert > Frequenzsollwert > Stillstandserkennung (P9682/P9882), Primärfehler

8.6.3 Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 2

SLS-Modus 2, P9692 = P9892 = 2

Im SLS-Modus 2 ist nur die Überwachungsrampe (Hüllkurve) aktiviert.

 WARNUNG
Sichere Bremsrampe nicht aktiviert
SLS-Modus 2 bedeutet, dass die sichere Bremsrampe nicht aktiv ist. Der Anwender ist somit selbst dafür verantwortlich, dass der Motor auf den SLS-Sollwert oder einen Wert darunter herunter gefahren wird.

Hinweis

Wenn im SLS-Modus 2 eine der Funktionen Pre-Control (P1496 > 0), VC oder SLVC (P1300 > 19) aktiv ist, können dynamische Sollwertsprünge zu einem passivierten STO führen.

Überschreitet die Ausgangsfrequenz die in P9691 und P9891 eingestellte SLS-Überwachung, muss der Motor über einen externen Steuerkanal (z.B. eine PLC, Potentiometer, USS etc.) heruntergefahren werden. Versucht der Steuerkanal, die Ausgangsfrequenz so einzustellen, dass die SLS-Überwachung überschritten wird, wird dies als Fehlerzustand interpretiert und der Motor wird angehalten und passiviert. Für einen erneuten Start des Motors muss der Fehlerzustand eindeutig quittiert werden. Siehe nachstehende Tabelle.

Wenn die sichere Bremsenansteuerung aktiviert ist, wird ihr Status mit den folgenden Angaben über r9772.14 angezeigt:

- r9772.14 = 0 -> Bremse gelöst
- r9772.14 = 1 -> Bremse eingelegt

SLS-Modus 2, Fall 1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-, STO- und SS1-LED aus
- passiviertes STO wird ausgelöst

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

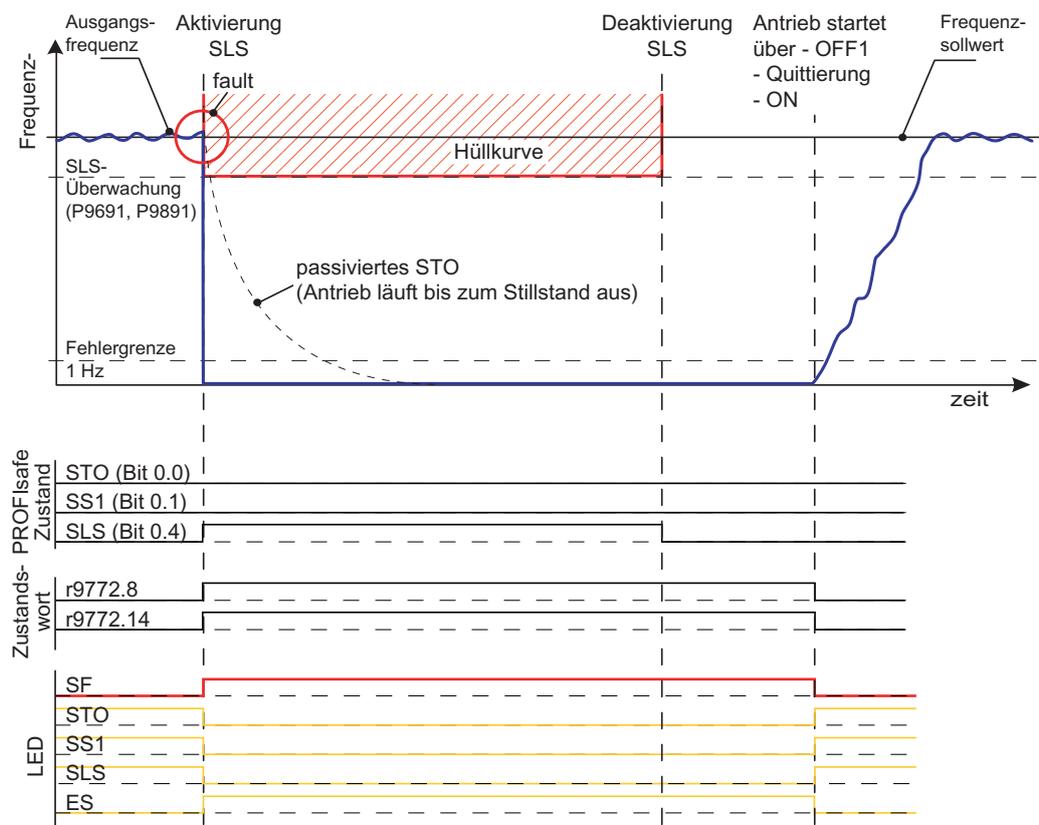


Bild 8-25 SLS-Modus 2, Fall 1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung

SLS-Modus 2, Fall 2: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED aus

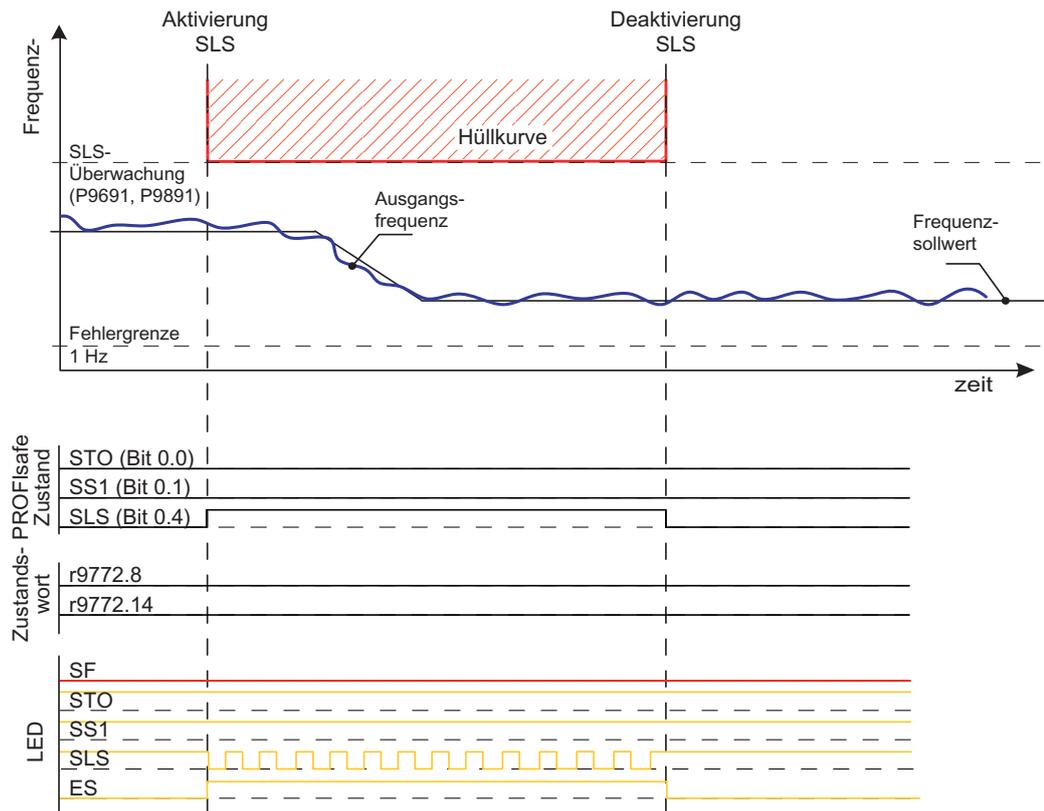


Bild 8-26 SLS-Modus 2, Fall 2: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

SLS-Modus 2, Fall 3: Fehlergrenze > Frequenzsollwert

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt

Wenn der Frequenzsollwert unter die Fehlergrenze fällt, wird unmittelbar ein passiviertes STO ausgelöst.

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED aus
- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

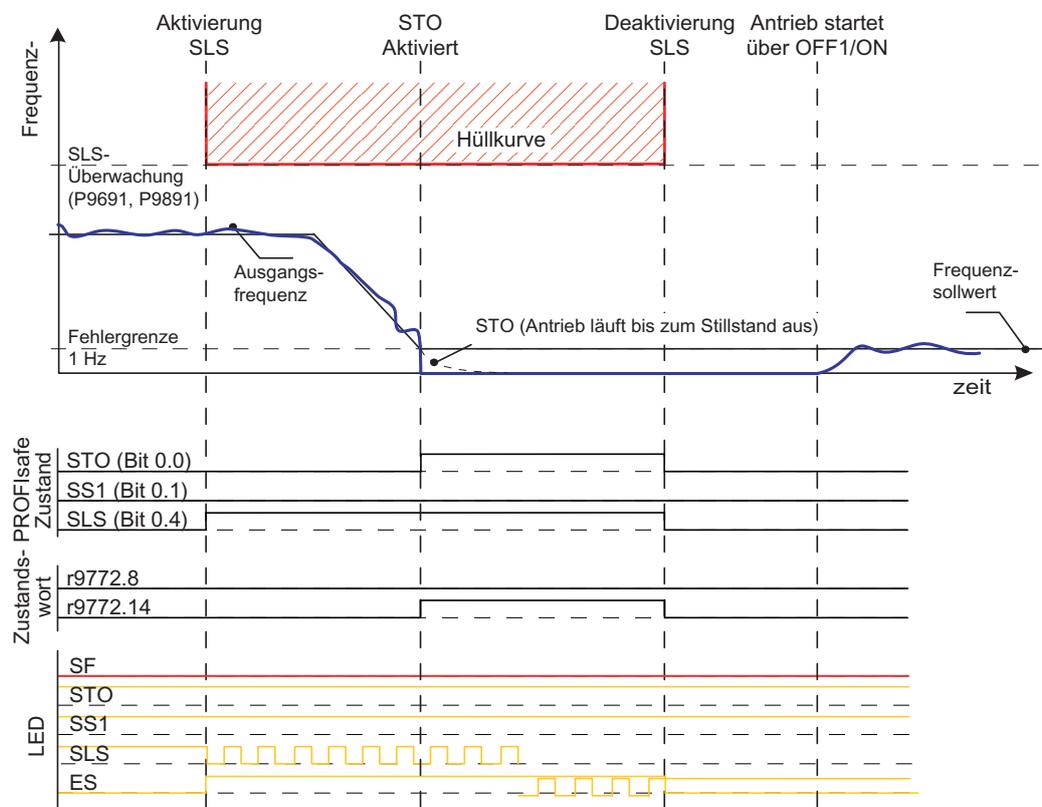


Bild 8-27 SLS-Modus 2, Fall 3: Fehlergrenze > Frequenzsollwert

SLS-Modus 2, Fall 4: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt

Wenn der Frequenzsollwert die Grenze der SLS-Überwachung übersteigt, wird unmittelbar ein STO ausgelöst.

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- Für einen Neustart muss STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

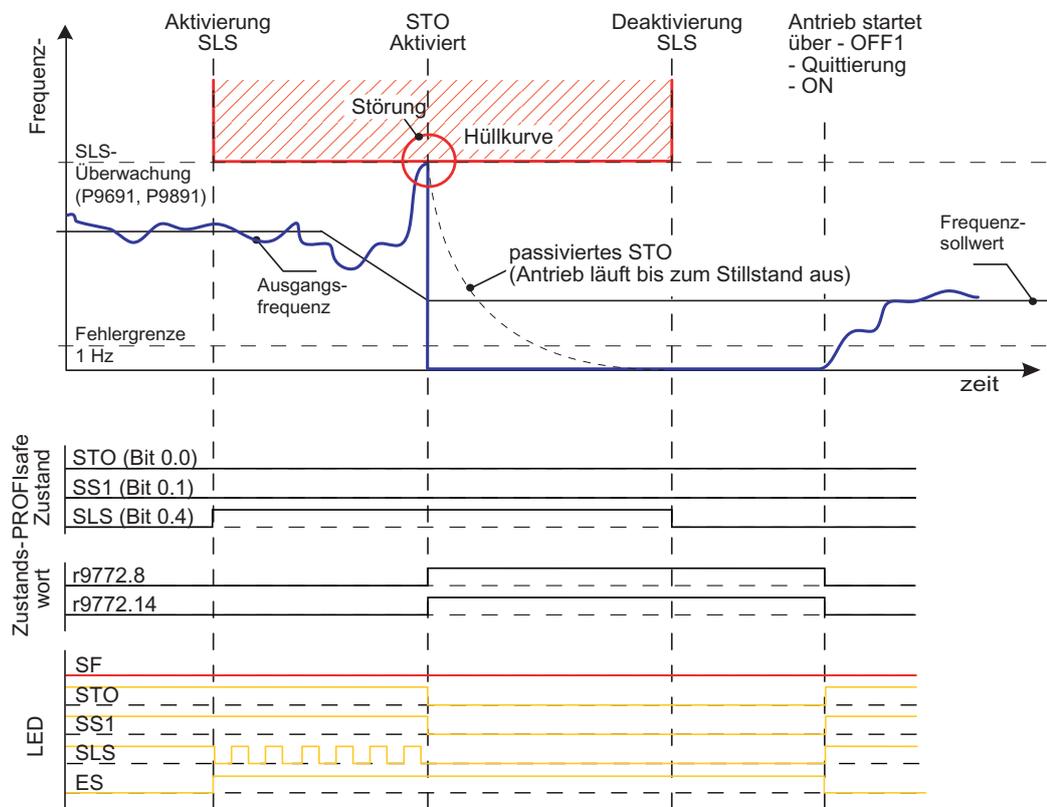


Bild 8-28 SLS-Modus 2, Fall 4: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert

8.6.4 Sicher begrenzte Geschwindigkeit, Modus 3

SLS-Modus 3, P9692 = P9892 = 3

Modus 3 ist ähnlich wie Modus 2. Im Gegensatz zu Modus 2 ist eine Richtungsumkehr möglich, ebenso der Start mit einem ON-Befehl, während die Überwachung in SLS-Modus 3 aktiv ist.



Sichere Bremsrampe nicht aktiviert

In Modus 3 ist die sichere Bremsrampe nicht aktiviert. Aus diesem Grund muss der Anwender sicherstellen, dass der Motor auf den SLS-Sollwert oder auf einen Wert darunter herunter gefahren wird.

Hinweis

Wenn im SLS-Modus 3 eine der Funktionen Pre-Control (P1496 > 0), VC oder SLVC (P1300 > 19) aktiv ist, können dynamische Sollwertsprünge zu einem passivierten STO führen.

Überschreitet die Ausgangsfrequenz die in P9691 und P9891 eingestellte SLS-Überwachung, muss der Motor über einen externen Steuerkanal (z.B. eine PLC, Potentiometer, USS etc.) heruntergefahren werden. Versucht der Steuerkanal, die Ausgangsfrequenz so einzustellen, dass die SLS-Überwachung überschritten wird, wird dies als Fehlerzustand interpretiert und der Motor wird angehalten und passiviert. Für einen erneuten Start des Motors muss der Fehlerzustand eindeutig quittiert werden. Siehe nachstehende Tabelle.

Wenn die sichere Bremsenansteuerung aktiviert ist, wird ihr Status mit den folgenden Angaben über r9772.14 angezeigt:

- r9772.14 = 0 -> Bremse gelöst
- r9772.14 = 1 -> Bremse eingelegt

SLS-Modus 3, Fall 1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-, STO- und SS1-LED aus
- passiviertes STO wird ausgelöst

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- Für einen Neustart muss das passivierte STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

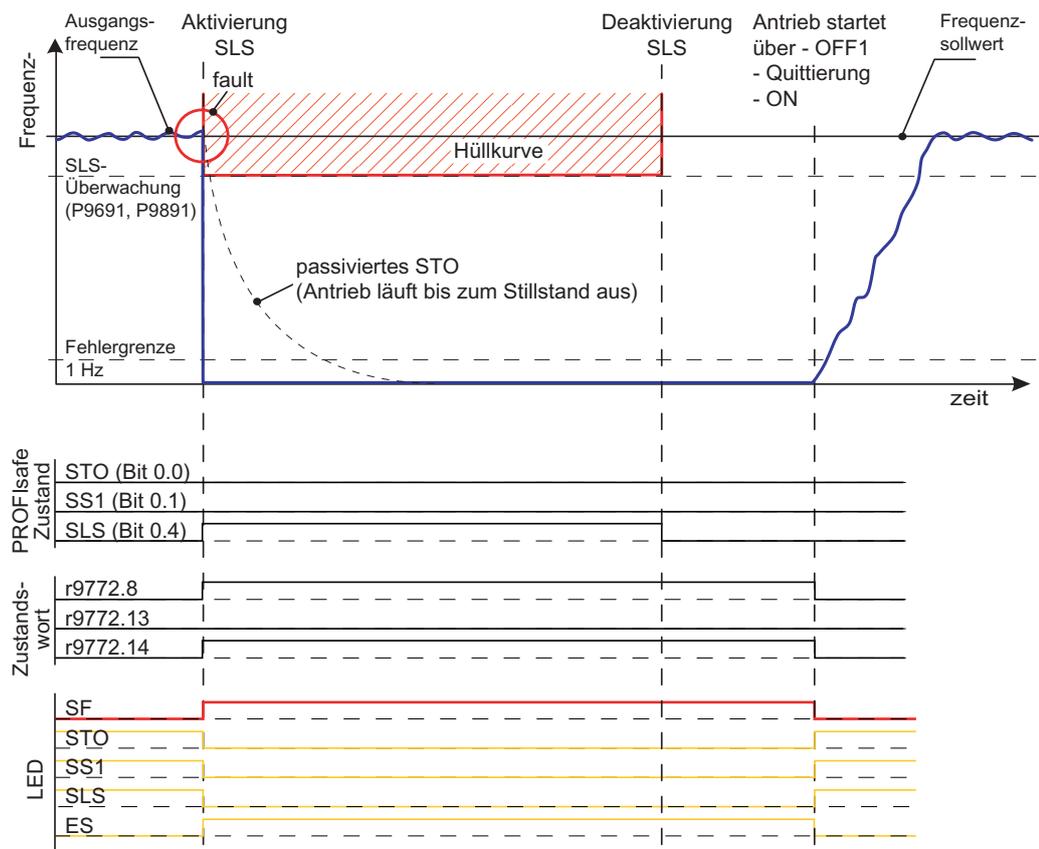


Bild 8-29 SLS-Modus 3, Fall 1: Frequenzsollwert > SLS-Überwachung

SLS-Modus 3, Fall 2: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt

Deaktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aus
- SLS-LED aus

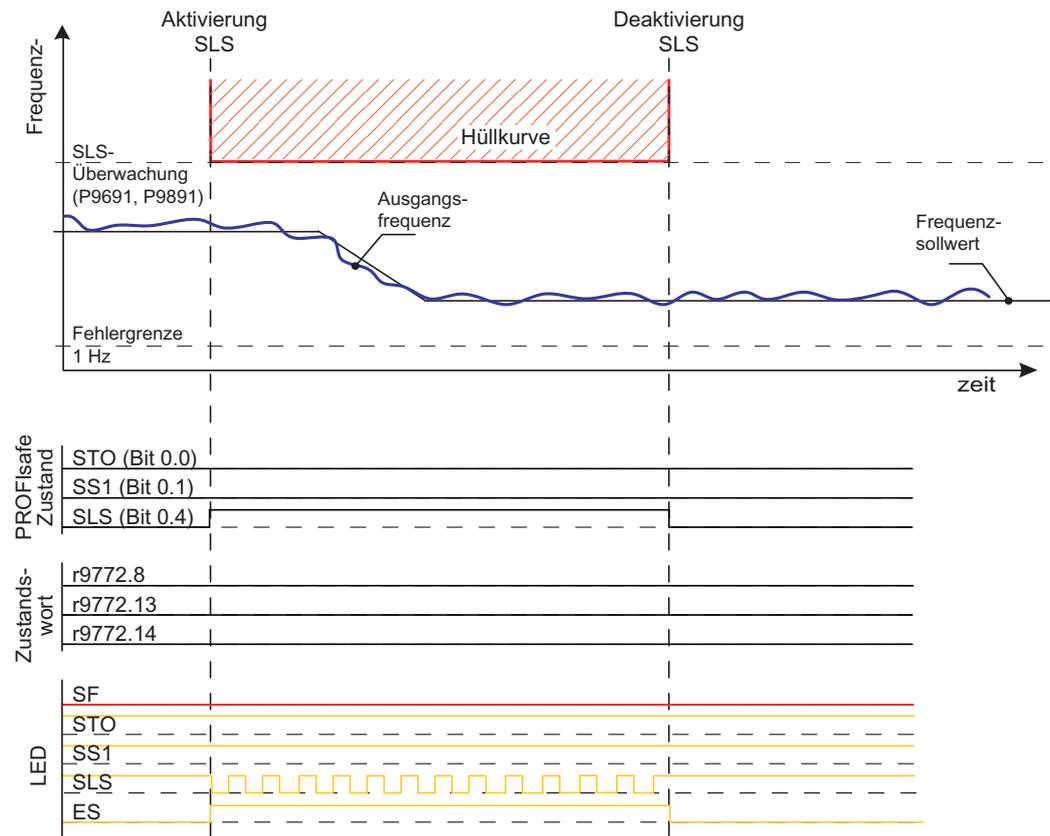


Bild 8-30 SLS-Modus 3, Fall 2: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert > Fehlergrenze

SLS-Modus 3, Fall 3: SLS-Aktivierung, gefolgt von einem OFF1/OFF3-Befehl => Frequenzsollwert fällt unter Fehlergrenze => STO, gefolgt von einer SLS-Deaktivierung und einer erneuten SLS-Aktivierung => Neustart erfordert ON-Befehl

- Aktivierung SLS =>
 - SLS-Überwachung aktiviert
 - SLS-LED blinkt
- OFF1/OFF3-Befehl
 - Frequenzsollwert fällt unter Fehlergrenze
 - STO aktiviert, wenn Frequenz unter Fehlergrenze fällt
- Deaktivierung SLS =>
 - SLS-Überwachung aus
 - SLS-LED aus
- Aktivierung SLS =>
 - SLS-Überwachung aktiviert
 - SLS-LED blinkt
 - Neustart erfordert neuen ON-Befehl. Wenn - nach 5 s - die Ausgangsfrequenz über der Fehlergrenze liegt, wird der Umrichter in SLS-Modus 3 betrieben; andernfalls wird umgehend ein STO ausgelöst.

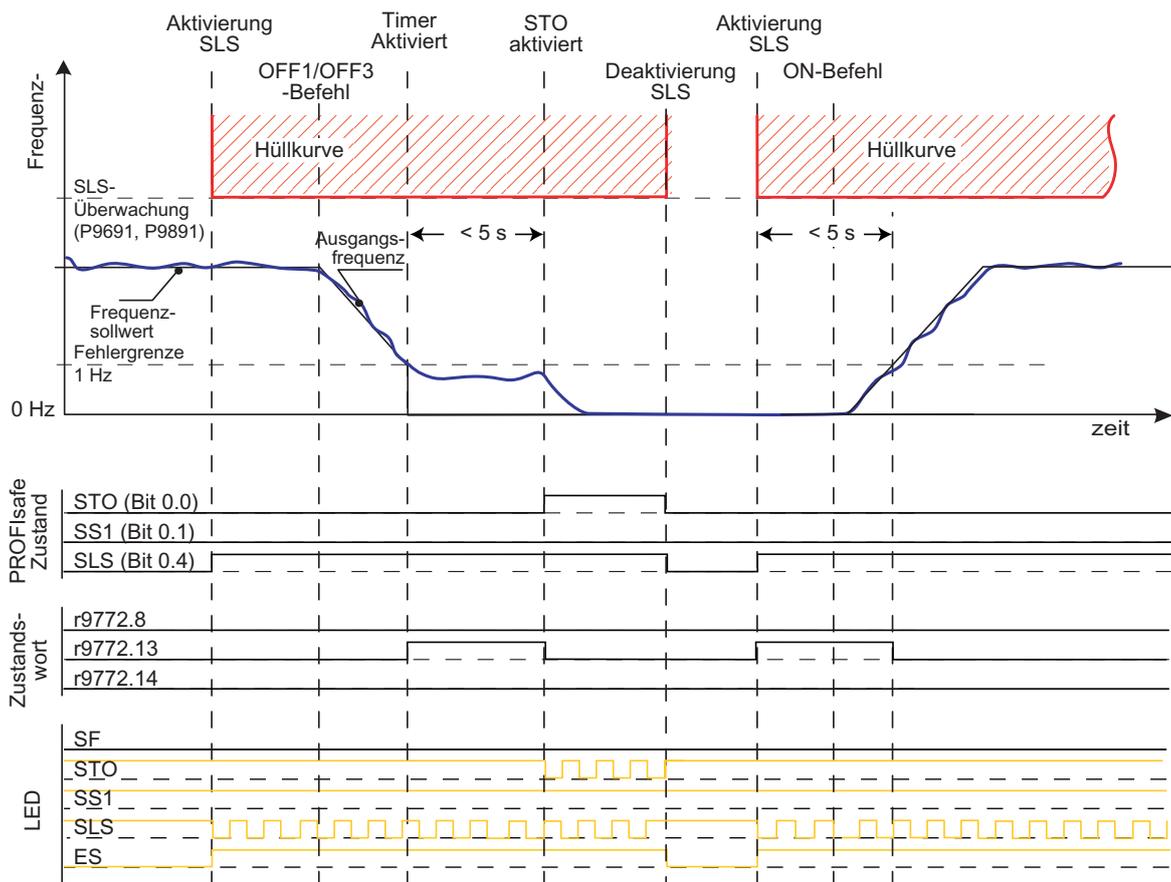


Bild 8-31 SLS-Modus 3, Fall 3: Frequenzsollwert fällt nach SLS-Aktivierung unter Fehlergrenze

SLS-Modus 3, Fall 4: SLS-Aktivierung, gefolgt von einem OFF1/OFF3-Befehl => Frequenzsollwert fällt unter Fehlergrenze => STO, gefolgt von einer SLS-Aktivierung und -Deaktivierung durch den Anwender => Neustart erfordert ON-Befehl

- | | |
|----------------------|--|
| Aktivierung SLS => | <ul style="list-style-type: none"> • SLS-Überwachung aktiviert • SLS-LED blinkt |
| OFF1/OFF3-Befehl | <ul style="list-style-type: none"> • Frequenzsollwert fällt unter Fehlergrenze • STO aktiviert, wenn Frequenz unter Fehlergrenze fällt |
| Aktivierung STO => | <ul style="list-style-type: none"> • SLS-Überwachung immer noch aktiviert • Hüllkurve immer noch aktiviert |
| Deaktivierung STO => | <ul style="list-style-type: none"> • STO wird deaktiviert • Timer ist gestartet • Neustart erfordert neuen ON-Befehl. Wenn - nach 5 s - die Ausgangsfrequenz über der Fehlergrenze liegt, wird der Umrichter in SLS-Modus 3 betrieben; andernfalls wird umgehend ein STO ausgelöst. |

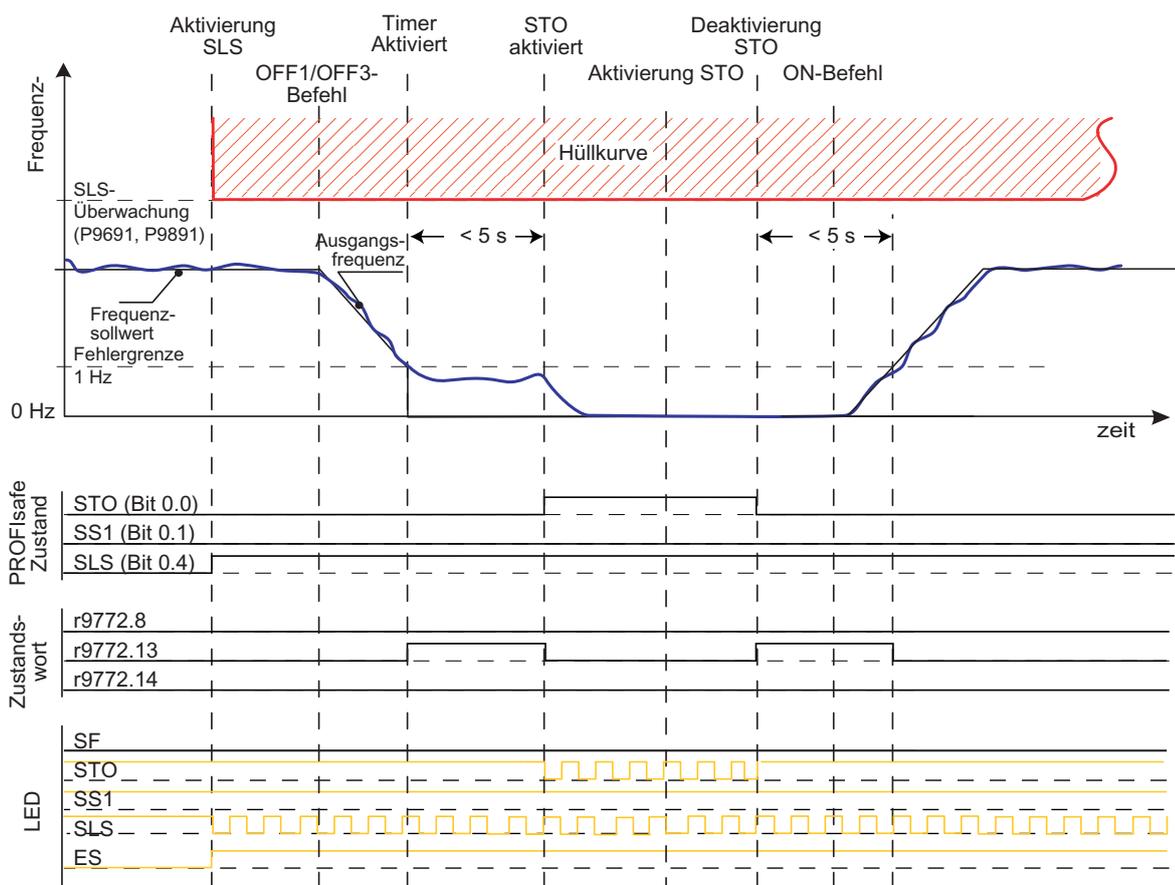


Bild 8-32 SLS-Modus 3, Fall 4: Frequenzsollwert fällt durch Anwender-Aktivierung von STO unter Fehlergrenze

SLS-Modus 3, Fall 5: SLS-Aktivierung mit SLS-Überwachung > Frequenzsollwert > Fehlergrenze - gefolgt von Sollwertumkehrung

Aktivierung SLS =>

- SLS-Überwachung aktiviert
- SLS-LED blinkt

Sollwertumkehrung, mit $|SLS\text{-Überwachung}| > |f_{\text{soll}_{\text{neu}}}| > |Fehlergrenze|$. Sollten von der Fehlergrenze (1 Hz) bis zur umgekehrten Fehlergrenze (-1 Hz) 5 s oder länger vergehen, wird der Umrichter abgeschaltet; andernfalls arbeitet er ohne Abschaltung.

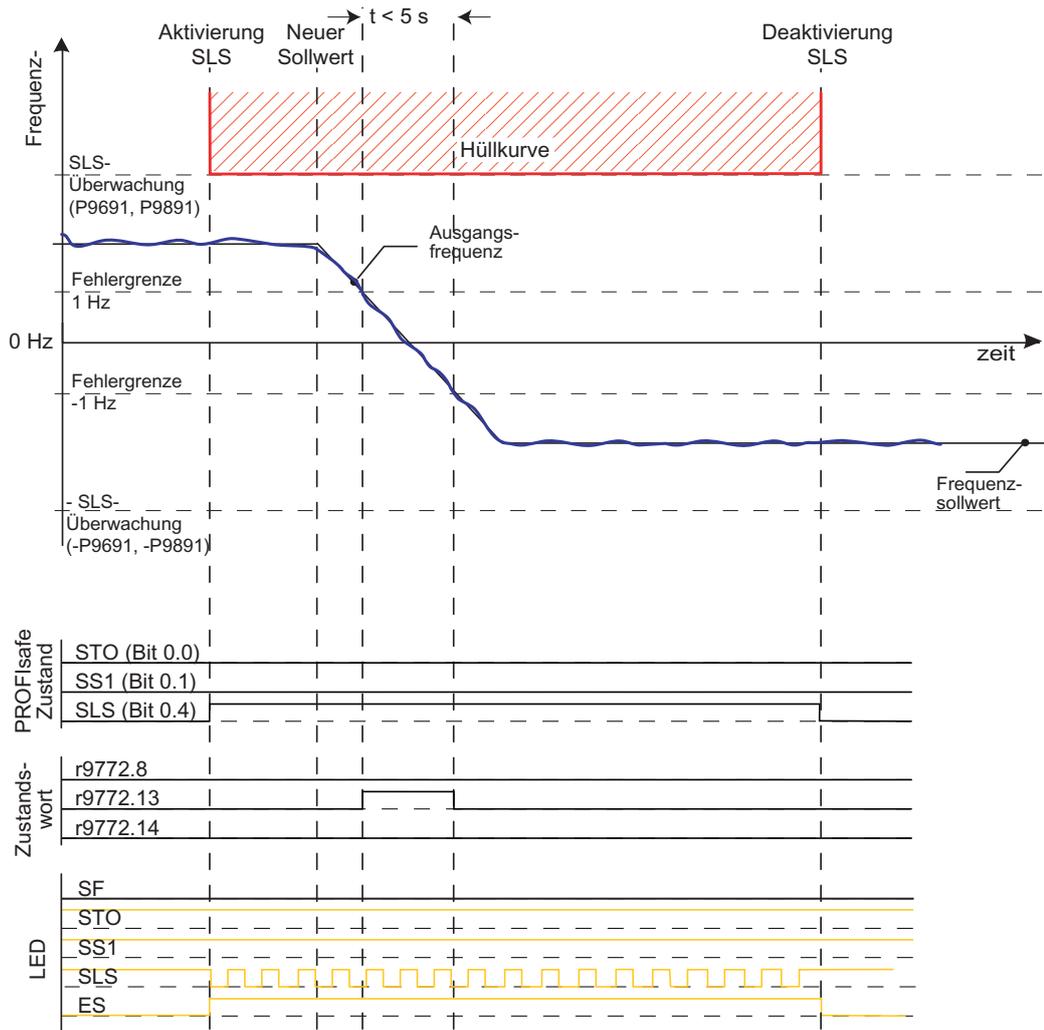


Bild 8-33 SLS-Modus 3, Fall 5: SLS-Aktivierung mit Nulldurchgang

SLS-Modus 3, Fall 6: SLS-Aktivierung mit SLS-Überwachung > Frequenzsollwert > Fehlergrenze - gefolgt von neuem Sollwert

- Aktivierung SLS =>
- SLS-Überwachung aktiviert
 - SLS-LED blinkt

Neuer Sollwert. Wenn sich der neue Sollwert unter der Fehlergrenze befindet, wird ein Zeitgeber mit 5 s ausgelöst. Wenn sich der Sollwert weiterhin unter der Fehlergrenze befindet, wird der Umrichter mit STO ausgelöst.

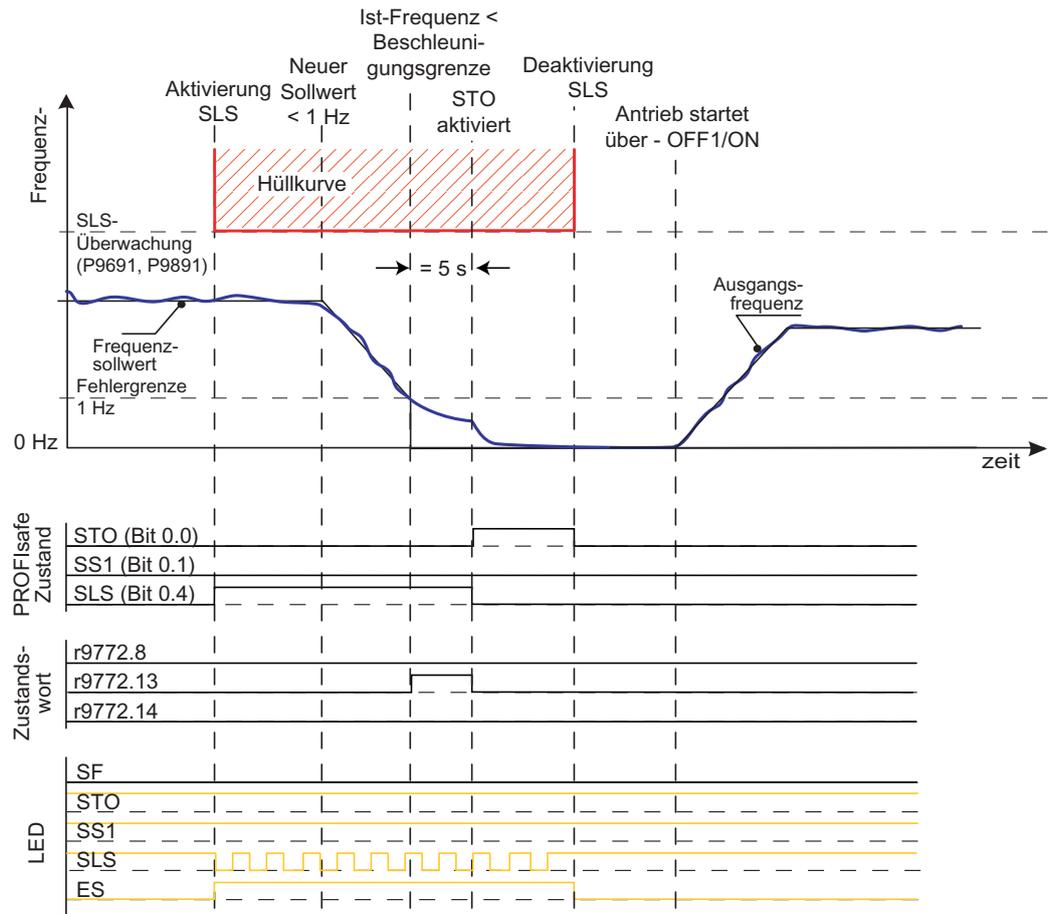


Bild 8-34 SLS-Modus 3, Fall 6: Neuer Sollwert (< Fehlergrenze) nach SLS-Aktivierung

8.6 Sicher begrenzte Geschwindigkeit

- SLS-Modus 3, Fall 7: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert
- Aktivierung SLS =>
- SLS-Überwachung aktiviert
 - SLS-LED blinkt

Wenn der Frequenzsollwert die Grenze der SLS-Überwachung übersteigt, wird unmittelbar ein STO ausgelöst.

- Deaktivierung SLS =>
- SLS-Überwachung aus
 - Für einen Neustart muss passiviertes STO quittiert werden, und für den Hochlauf auf den Frequenzsollwert ist ein neuer ON-Befehl erforderlich.

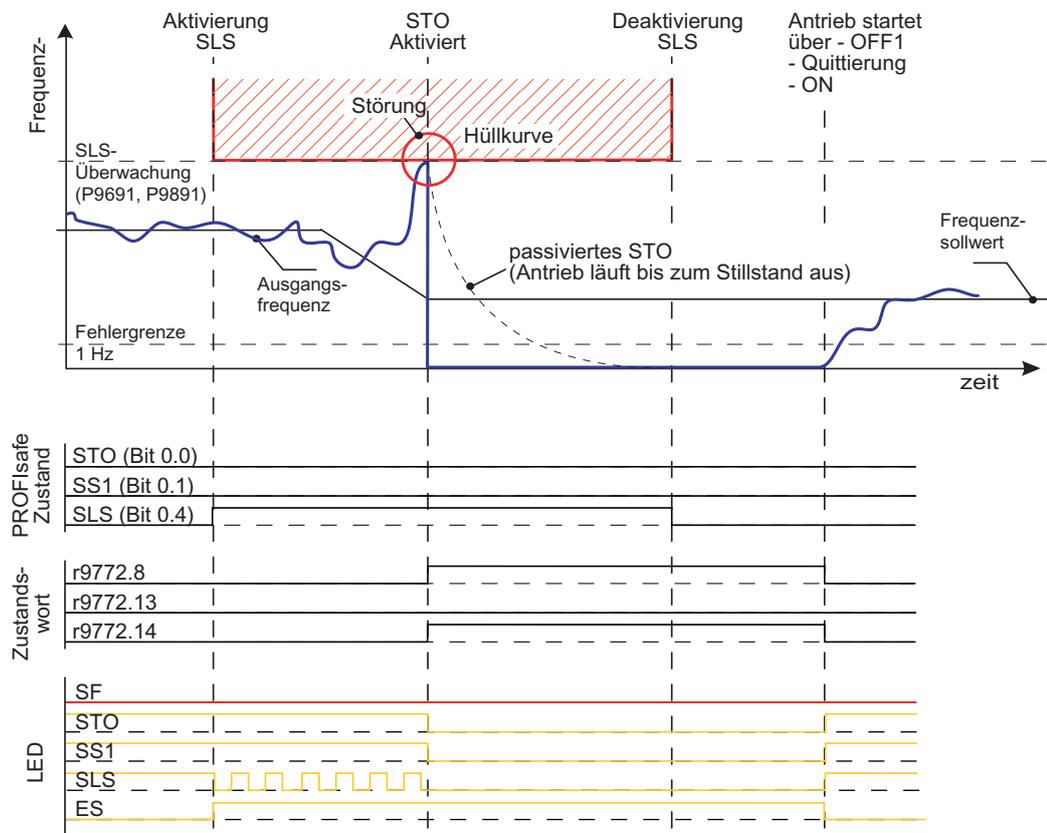


Bild 8-35 SLS-Modus 3, Fall 7: SLS-Überwachung > Frequenzsollwert

8.7 Sichere Bremsenansteuerung

Daten

Parameterbereich:	P0003, P0010, P1215 P9601/P9801 P9602/P9802 P9761, P9799/P9899, r9798/r9898, P3900
Warnungen	A1691, A1692, A1696, A1699
Fehler	F1600, F1616, F1630

Beschreibung

Die Funktion "Sichere Bremsenansteuerung" (SBC) dient dazu, ein fehlersicheres Signal zur Steuerung einer elektromechanischen Motorbremse zu erzeugen.

Voraussetzung: P1215 = 1 und das als Option lieferbare Relais für sichere Bremsenansteuerung (Safe Brake Control Relay)

Um die Sichere Bremsenansteuerung zu aktivieren, müssen folgende Parameter eingestellt werden: P9602 = P9802 = 1 (Werkseinstellung 0).

Bei P9602 = P9802 = 1 wird ein Feedback-Signal der sicheren Bremsenansteuerung überwacht. Hiermit wird der Signalkreis geprüft und nicht die elektromechanische Bremse selbst.

Dieses Prüfsignal stört die normale Funktion der mechanischen Bremse nicht. Ist die mechanische Bremse angebaut und zeigt dieser Test ein negatives Ergebnis, dann meldet der Umrichter einen Fehlerzustand.

Hinweis

Während der Durchführung der Zwangsdynamisierung werden auch die Abschaltpfade der Motorbremse geprüft. Dies führt zu einem kurzen Befehl (2 ms bis 28 ms) zum Lösen der Bremse.

Die Mechanik der Bremse braucht im Allgemeinen mehr als 30 ms bis sie öffnet. Das heißt, dass diese dynamische Aktion gewöhnlich keine Drehbewegung der Motorwelle zur Folge hat. Es liegt jedoch in der Verantwortung des Anwenders, Bremsen mit Öffnungszeiten von mehr als 30 ms zu verwenden.

SBC wird in folgenden Fällen aktiviert:

- STO
- passiviertes STO
- SS1

SBC wird in r9772.14 angezeigt. Wird SBC durch P9602 = P9802 = 0 deaktiviert, wird r9772.14 auf 0 (Bremse gelöst) gesetzt, selbst wenn die Bremse durch eine nicht sichere Bremsenansteuerung (z.B. MHB) eingelegt ist. Bei Auftreten eines Fehlers wird Fehlermeldung F1630 ausgegeben.

Power Module-abhängige Funktionen

9.1 Elektronische Bremsen

Überblick

Die Umrichter verfügen über drei elektronische Bremstechniken:

- Gleichstrombremsung
- Compound-Bremsung

Diese Bremsungsarten können den Motor aktiv bremsen und Überspannung im Gleichspannungszwischenkreis verhindern. Nachstehendes Bild zeigt die gegenseitige Abhängigkeit der elektronischen Bremsfunktionen.

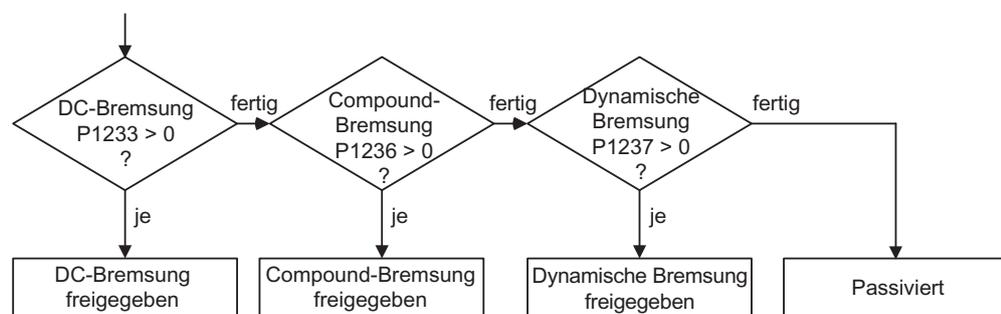


Bild 9-1 Gegenseitige Abhängigkeit der elektronischen Bremsen

9.1.1 DC-Bremung

Daten

Parameterbereich:	P1230, P1233 P1232, P1234 r0053 Bit00
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Bei Ausgabe eines OFF1- oder OFF3-Befehls fährt der Motor auf der parametrisierten Bremsrampe herunter. Es muss eine "flache" Rampe gewählt werden, damit der Umrichter wegen der hohen generatorischen Leistung, die im Gleichspannungszwischenkreis Überspannung erzeugen würde, nicht abschaltet. Soll der Motor schneller abgebremst werden, dann muss bei anstehendem Befehl OFF1 oder OFF3 die Gleichstrombremse aktiviert werden. Bei der Gleichstrombremsung wird anstelle einer kontinuierlichen Verringerung der Ausgangsfrequenz/Ausgangsspannung während der OFF1- oder OFF3-Phase ab einer wählbaren Frequenz eine Gleichspannung bzw. ein Gleichstrom eingespeist (siehe Ablauf 1).

Der Motor kann durch Verwendung der Gleichstrombremsung in kürzester Zeit zum Stillstand gebracht werden. Die Gleichstrombremsung wird wie folgt gewählt:

- Nach OFF1 oder OFF3 (die Gleichstrombremse wird über P1233 ausgelöst) – **Ablauf 1**
- Über den BICO-Parameter P1230 direkt angewählt – **Ablauf 2**

Bei der Gleichstrombremsung wird in die Ständerwicklung ein Gleichstrom eingepreßt, der bei einem Asynchronmotor ein erhebliches Bremsmoment erzeugt. Der Bremsstrom und damit das Bremsmoment lassen sich über die Parametrierung in Höhe, Dauer und Einsatzfrequenz einstellen. Die Gleichstrombremsung kann somit einen Abbremsvorgang ab etwa < 10 Hz unterstützen bzw. verhindert / minimiert den Anstieg der Zwischenkreisspannung bei einem generatorsichen Abbremsvorgang, indem Energie direkt im Motor absorbiert wird. Der wesentliche Vorteil bzw. das Haupteinsatzgebiet der Gleichstrombremse liegt darin, dass auch im Stillstand (0 Hz) ein Haltemoment erzeugt werden kann. Dies ist z.B. bei Anwendungen von Bedeutung, bei denen nach dem Positioniervorgang eine Bewegung der Mechanik / des Produktionsgutes dazu führt, dass Ausschuss produziert wird.

Gleichstrombremsung wird insbesondere verwendet für:

- Zentrifugen
- Sägen
- Schleifmaschinen.
- Förderbänder

Ablauf 1

1. Freigegeben über P1233
2. Die Gleichstrombremsung wird mit dem Befehl OFF1 oder OFF3 aktiviert (siehe nachstehende Abbildung).
3. Die Umrichterfrequenz wird auf einer parametrisierten OFF1- oder OFF3-Rampe bis auf die Frequenz abgesenkt, bei der die Gleichstrombremsung beginnen soll - P1234. Das bedeutet, dass die kinetische Energie des Motors ohne Gefährdung des Umrichters verringert werden kann. Ist jedoch die Zeit der Rücklauf-Rampe zu kurz, dann besteht die Gefahr, dass infolge von Überspannung im Gleichspannungszwischenkreis eine Störung - F0002 - ausgegeben wird.
4. Die Wechselrichterimpulse werden für die Dauer der Entmagnetisierungszeit P0347 gesperrt.
5. Danach wird der gewünschte Bremsstrom P1232 für die gewählte Bremsdauer P1233 eingepreßt. Dieser Zustand wird durch das Signal r0053, Bit 00 angezeigt.

Nach Ablauf der Bremszeit werden die Wechselrichterimpulse gesperrt.

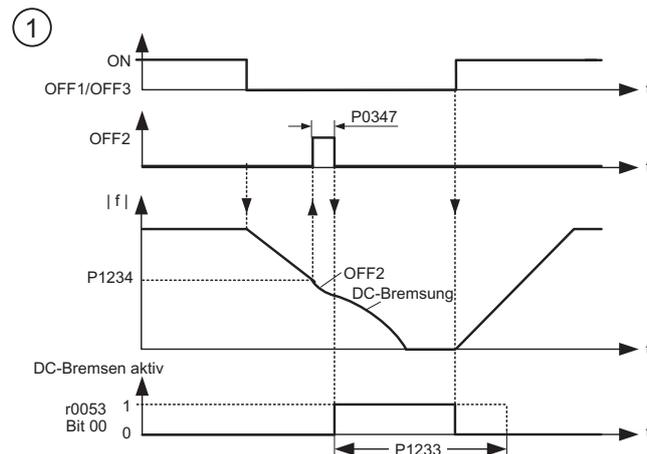


Bild 9-2 Gleichstrombremsung nach OFF1/OFF3

Ablauf 2

1. Freigabe und Anwahl über BICO-Parameter P1230 (siehe nachstehende Abbildung).
2. Die Wechselrichterimpulse werden für die Dauer der Entmagnetisierungszeit P0347 gesperrt.
3. Der gewünschte Bremsstrom P1232 wird aufgeprägt, solange die Gleichstrombremse aktiviert ist (P1230 = 1), und der Motor wird gebremst. Dieser Zustand wird durch das Signal r0053, Bit 00 angezeigt.
4. Nach dem Aufheben der Gleichstrombremse beschleunigt der Motor wieder so lange auf die Sollwertfrequenz, bis seine Drehzahl mit der Ausgangsfrequenz des Umrichters übereinstimmt. Wird keine Übereinstimmung erreicht, dann besteht die Gefahr, dass durch Überstrom eine Störung ausgegeben wird - F0001. Dies kann durch Aktivieren der Funktion "Fangen" verhindert werden.
5. Tritt eine Störung auf, solange P1230 = 1 ist, so wird der Gleichstrom auf Null gesetzt. Der Motor fährt nicht hoch, selbst wenn die Störung quittiert wird. Es ist ein erneuter ON-Befehl erforderlich.
6. Wird die Gleichstrombremse erneut aktiviert, wird der Bremsstrom P1232 aufgeprägt, solange P1230 = 1 ist.

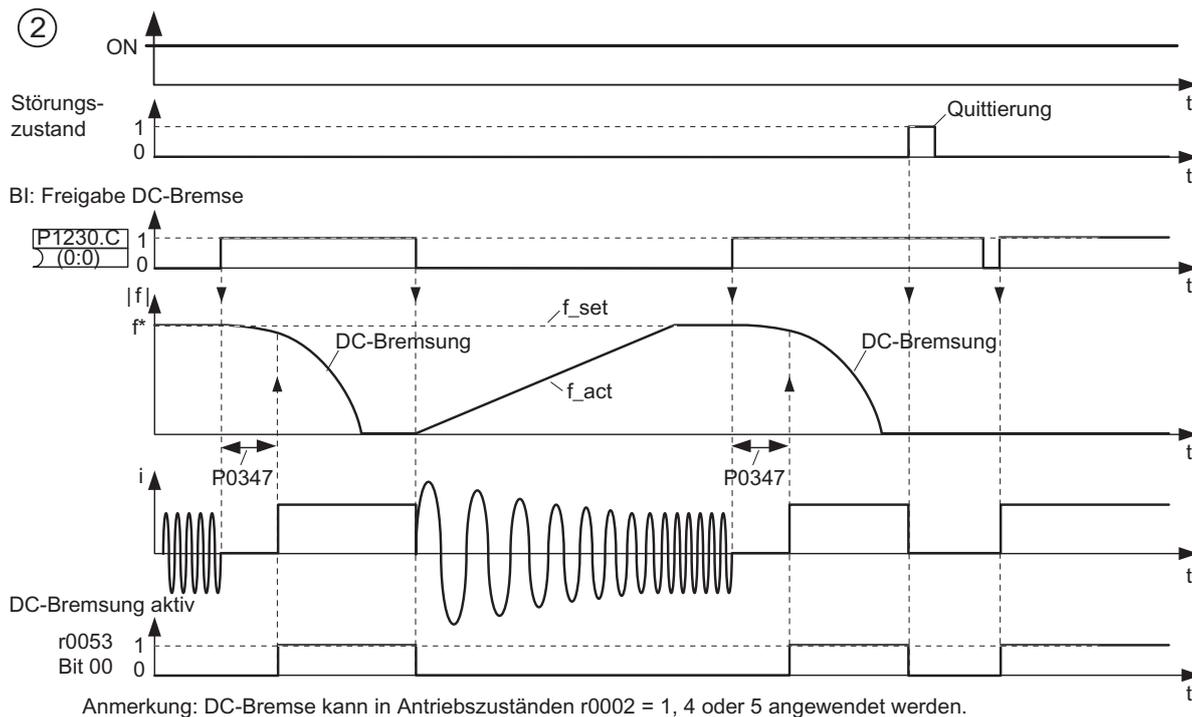


Bild 9-3 Gleichstrombremse nach externer Anwahl

Hinweis

1. Die Funktion "Gleichstrombremsung" ist nur für Asynchronmotoren geeignet!
 2. Die Gleichstrombremsung ist zum Halten schwebender Lasten nicht geeignet!
 3. Bei der Gleichstrombremsung wird die kinetische Energie des Motors in Wärmeenergie im Motor umgewandelt. Der Motor kann sich überhitzen, wenn der Bremsvorgang zu lange dauert!
 4. Während der Gleichstrombremsung gibt es keine andere Möglichkeit, die Motordrehzahl durch externe Steuerung zu beeinflussen. Bei der Parametrierung und Einstellung des Motorsystems soll die Prüfung nach Möglichkeit mit echten Lasten vorgenommen werden!
-

9.1.2 Compound-Bremung

Daten

Parameterbereich:	P1236
Warnungen:	-
Fehler:	-
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Bei der Compound-Bremung (die mit P1236 freigegeben wird) wird der Gleichstrombremsung eine generatorische Bremsung überlagert (bei welcher der Motor während des Abbremsens entlang einer Rampe in das Versorgungsnetz zurückspeist). Wenn die Spannung des Gleichspannungszwischenkreises den Einschaltwert für Compound-Bremung $V_{DC-Comp}$ (siehe nachstehende Abbildung) übersteigt, wird als Funktion von P1236 Gleichstrom eingepreßt. In diesem Fall ist das Bremsen mit geregelter Motorfrequenz und minimaler generatorischer Rückspeisung möglich. Effektives Bremsen ohne Einsatz zusätzlicher Komponenten erhält man durch Optimierung der Rampenrücklaufzeit (P1121 für OFF1 oder Abbremsen von f_1 auf f_2 , P1135 für OFF3) und durch Einsatz der Compound-Bremung P1236.

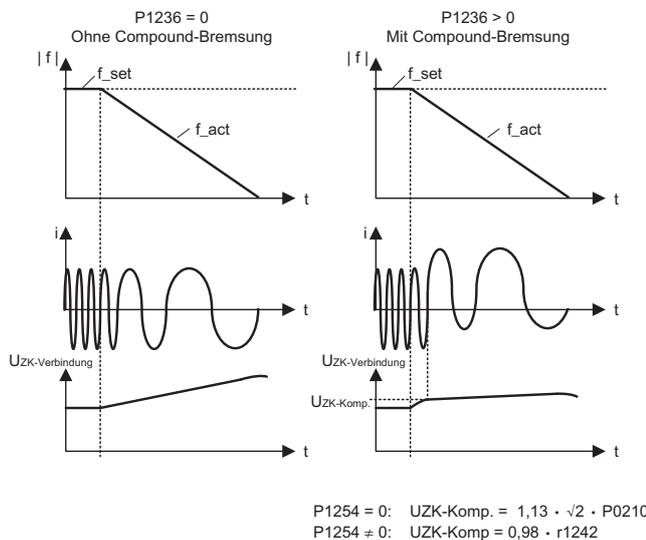


Bild 9-4 Compound-Bremung

Die Einschaltsschwelle für Compound-Bremung $V_{DC-Comp}$ wird als Funktion des Parameters P1254 (Automatische Ermittlung der V_{DC} Einschaltsschwellen) entweder direkt unter Verwendung der Netzspeisespannung P0210 oder indirekt unter Verwendung der Gleichstromzwischenkreisspannung und von r1242 berechnet (siehe Gleichung in vorstehender Abbildung).

 **WARNUNG**

Bei der Compound-Bremung wird der Gleichstrombremung Nutzbremung überlagert (Bremsen entlang einer Rampe). Das bedeutet, dass Anteile der kinetischen Energie von Motor und Motorlast im Motor in Wärmeenergie umgesetzt werden. Ist dieser Leistungsverlust zu hoch oder dauert der Bremsvorgang zu lange, dann kann es zu einer Überhitzung des Motors kommen!

Hinweis

Nur aktiv in Verbindung mit der U/f-Regelung

Compound-Bremung wird deaktiviert, wenn:

- die Funktion "Fangen" aktiv ist,
- die Gleichstrombremung aktiv ist und
- Vektorregelung gewählt ist.

Der Einschaltgrenzwert für die Compound-Bremung $V_{DC-Comp}$ hängt von P1254 ab:

$$V_{DC-Comp}(P1254 = 0) \neq V_{DC-Comp}(P1254 \neq 0)$$

9.2 Dynamische Bremsen

Überblick

Die Umrichter verfügen über zwei dynamische Bremstechniken:

- Bremswiderstand
- Generatorisches Bremsen

Power Module-Funktionen

Tabelle 9- 1 Funktionen im Zusammenhang mit Power Modules

	SINAMICS G120			SINAMICS G120D
	PM240	PM250	PM260	PM250D
Dynamische Bremsung über Braking Resistor	X	---	---	---
Dynamische Bremsung über generatorische Bremsung	---	X	X	X

9.2.1 Dynamische Bremsung

Daten

Parameterbereich:	P1237
Warnungen:	A0535
Fehler:	F0022
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Bei einigen Antriebsanwendungen kann es in bestimmten Betriebszuständen zu einem generatorischen Betrieb des Motors kommen. Beispiele solcher Einsatzbereiche:

- Kräne
- Bahnmotoren
- Förderbänder bei Abwärtsbewegung der Last.

Befindet sich der Motor im generatorischen Betrieb, dann wird die Energie aus dem Motor durch den Wechselrichter in den Gleichspannungszwischenkreis des Umrichters rückgespeist. Das bedeutet, dass die Zwischenkreisspannung steigt. Wird der maximale Grenzwert erreicht, dann wird der Umrichter mit der Fehlermeldung F0002 ausgeschaltet. Dieses Abschalten kann durch Verwendung der dynamischen Bremsung vermieden werden. Im Gegensatz zu der Gleichstrom- und der Compound-Bremsung erfordert diese Technik, dass ein externer Bremswiderstand eingebaut wird.

Zu den Vorteilen der dynamischen Widerstandsbremsung gehören:

- Die generatorische Energie wird nicht im Motor in Wärme umgesetzt.
- Die Methode ist bedeutend dynamischer und kann in allen Betriebszuständen angewendet werden (nicht nur bei Ausgabe eines OFF-Befehls).

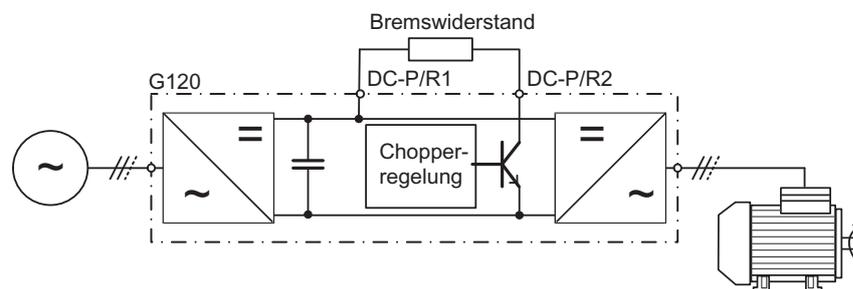


Bild 9-5 Anschließen des Bremswiderstandes

Bei Aktivierung des dynamischen Bremsens wird die Bremsenergie aus dem Gleichspannungszwischenkreis in Wärme umgesetzt (Freigabe über P1237). Die Energieumwandlung in Wärme erfolgt mit Hilfe eines spannungsgesteuerten Bremswiderstands. Wenn generatorische Energie in den Zwischenkreis zurück geführt wird und folglich der Zwischenkreis-Schwellenwert $V_{DC, Chopper}$ überschritten wird, dann wird der Bremswiderstand mit Hilfe eines elektronischen Halbleiterschalters zugeschaltet.

Einschaltswelle des Bremswiderstands:

$$\text{Bei } P1254 = 0: V_{DC, Chopper} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot V_{line\ supply} = 1.13 \cdot \sqrt{2} \cdot P0210$$

$$\text{Andernfalls: } V_{DC, Chopper} = 0.98 \cdot r1242$$

Der Chopper-Einschaltgrenzwert $V_{DC, Chopper}$ wird als Funktion des Parameters P1254 ((Automatische Ermittlung der U_{DC} Einschaltswellen) berechnet, und zwar entweder direkt anhand der Netzspannung P0210 oder indirekt anhand der Zwischenkreisspannung und r1242.

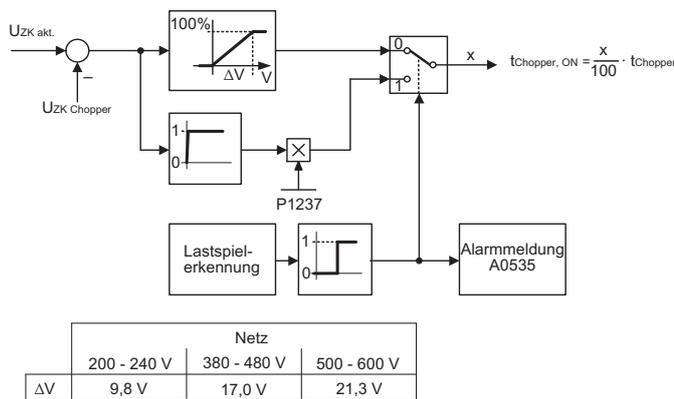
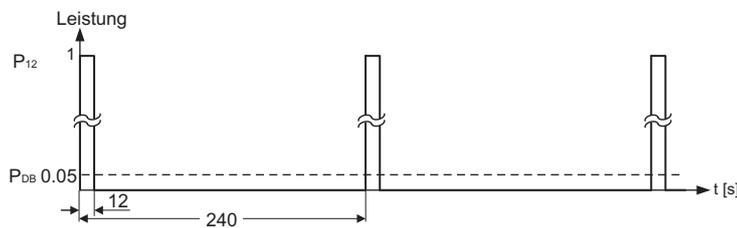


Bild 9-6 Funktionsweise der dynamischen Bremsung

Die generatorische Energie (Bremsenergie) wird mit Hilfe des Bremswiderstands in Wärmeenergie umgewandelt. Zu diesem Zweck ist in den Gleichspannungszwischenkreis ein Brems-Chopper integriert. Dieser schaltet den Widerstand mit einem Impulstastverhältnis, das der abzubauenen generatorischen Leistung entspricht. Der Brems-Chopper ist nur aktiv, wenn infolge des generatorischen Betriebes die Zwischenkreisgleichspannung über dem Chopper-Einschaltgrenzwert $V_{DC\ Chopper}$ liegt. Das bedeutet, dass der der Brems-Chopper im normalen Motorbetrieb nicht aktiv ist.

Der Bremswiderstand ist nur für eine bestimmte Leistung und ein bestimmtes Lastspiel ausgelegt und kann in einer gegebenen Zeit nur eine begrenzte Bremsenergie aufnehmen. Die im Katalog beschriebenen Bremswiderstände haben ein Lastspiel, wie in nachstehender Abbildung dargestellt.



P_{DB} = Dauerleistung
 $P_{12} = 20 \cdot P_{DB}$ = zulässige Leistung für 12 s alle 240 s

Bild 9-7 Lastspiel der Bremswiderstände

Dieses Lastspiel ist im Umrichter für $P1237 = 1$ ($\rightarrow 5\%$) gespeichert. Werden die Werte wegen der benötigten Last überschritten, dann steuert, sobald die höchste zulässige Bremsenergie erreicht ist, die Lastspiel-Überwachung den Chopper so, dass der Wert auf den Betrag verringert wird, der in den Parameter P1237 eingegeben wurde. Damit wird die im Bremswiderstand aufzunehmende Energie reduziert, mit der Folge, dass aufgrund der weiter anstehenden generatorischen Energie die Zwischenkreisspannung rasch ansteigt und der Umrichter mit Überspannung im Zwischenkreis abgeschaltet wird.

Ist die Dauerleistung oder das Lastspiel für einen Widerstand zu hoch, dann kann die Dauerleistung durch Verwendung von vier Widerständen in Brückenschaltung (siehe nachstehende Abbildung) vervierfacht werden. In diesem Fall muss zusätzlich der Einschaltfaktor mittels des Parameters P1237 von $P1237 = 1$ ($\rightarrow 5\%$) auf $P1237 = 3$ ($\rightarrow 20\%$) erhöht werden. Bei Verwendung der Brückenschaltung muss der Übertemperaturschalter der Widerstände in Reihe geschaltet und in den Störmelkreis aufgenommen werden. Dadurch wird gewährleistet, dass bei Überhitzung eines Widerstandes das gesamte System/der Umrichter abgeschaltet wird.

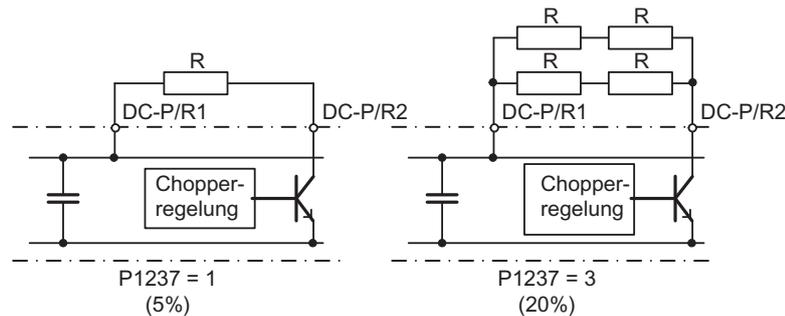


Bild 9-8 Erhöhen der abzuführenden Bremsenergie

Die Dauerleistung und das Lastspiel werden mit dem Parameters P1237 verändert. Wird die Lastspielüberwachung von Spitzenleistung (100 %) auf Dauerleistung umgeschaltet, dann wird diese Leistung über unbegrenzte Zeit in den Bremswiderstand abgeführt. Im Gegensatz zu dem im Katalog gelisteten Bremswiderstand kann die Brems-Chopper-Regelung dauerhaft mit 100 % Leistung betrieben werden.

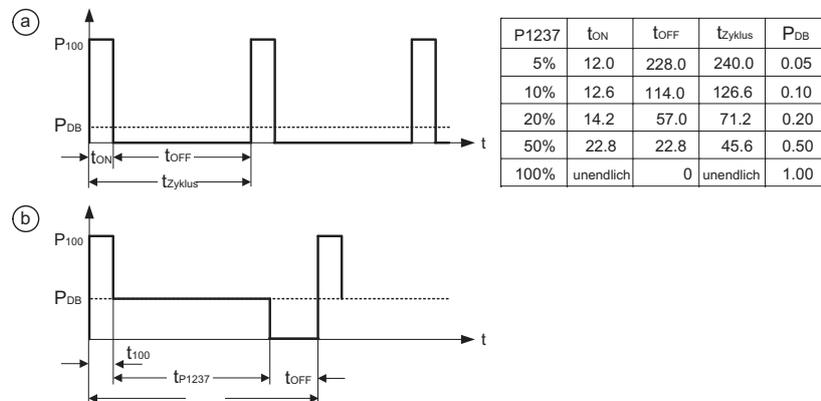


Bild 9-9 Lastspiel des Choppers

Der Brems-Chopper ist in den Umrichter integriert, und der Bremswiderstand kann mit Hilfe der externen Klemmen DC-P/R1 und R2 angeschlossen werden (weitere Einzelheiten siehe Betriebsanleitung für das entsprechende Power Module). Dabei ist DC-P/R1 die positive Klemme für den Bremswiderstand und R2 die negative Klemme.

 **WARNUNG**

Bremswiderstände, die am Umrichter montiert werden sollen, müssen so ausgelegt sein, dass sie mit der abzuführenden Leistung belastbar sind.

Bei Verwendung eines ungeeigneten Bremswiderstandes besteht die Gefahr eines Brandes und einer schwerwiegenden Beschädigung des zugehörigen Umrichters.

Die in den Umrichter eingebaute Chopper-Regelung ist für Bremswiderstandswerte gemäß Katalogangaben ausgelegt; Beispiel:

- Power Module PM240 6SL3224-0BE24-0AA0
- Bremswiderstand 6SL3201-0BE12-0AA0
- Wert des Bremswiderstandes 160 Ω

Ein Bremswiderstand mit einem geringeren Widerstandswert zerstört den Umrichter. In diesem Fall muss eine externe Bremseinheit verwendet werden.

Die Temperatur von Bremswiderständen steigt im Betrieb. Bremswiderstände daher nicht berühren! Darauf achten, dass in der Umgebung des Gerätes ausreichende Abstände vorhanden sind und eine ausreichende Belüftung vorliegt.

Zum Schutz der Geräte gegen Überhitzung muss ein Temperaturschutzschalter verwendet werden.

Hinweis

Die Einschaltswelle $V_{DC \text{ Chopper}}$ für die dynamische Widerstandsbremung hängt von P1254 ab.

$$V_{DC \text{ Chopper}}(P1254 = 0) \neq V_{DC \text{ Chopper}}(P1254 \neq 0).$$

Externe Bremsmodule (Chopper Units) einschließlich Bremswiderständen können bei allen Umrichtergrößen verwendet werden. Bei der Dimensionierung des Systems ist das entsprechende Bremsmodul bzw. der entsprechende Bremswiderstand zu berücksichtigen.

9.2.2 Generatorisches Bremsen

Daten

Parameterbereich:	P0640 P1082, P1531 r1537
Fehler:	F0028
Funktionsplannummer:	-

Beschreibung

Bei bestimmten Applikationen kann der Motor unter besonderen Betriebsbedingungen generatorisch arbeiten. Typische Beispiele hierfür sind:

- Kräne
- Fahrtriebe
- Förderbänder bei Abwärtsbewegung der Last

Bei generatorischem Betrieb wird die Energie aus dem Motor über den Wechselrichter und den netzgeführten Gleichrichter des Umrichters in das Netz zurückgespeist. Die Höhe der generatorischen Leistung hängt von der Motordrehzahl und den Strom- oder Spannungsbegrenzungsparametern ab.

Die maximale generatorische Leistung ist auf 100 % der Nennleistung (HO) des Umrichters beschränkt. Sie hängt darüber hinaus - insbesondere bei niedrigen Frequenzen - vom Strombegrenzungswert ab (siehe Abbildung "Generatorische Leistung").

Zu den Vorteilen der generatorischen Bremsung gehören:

- Die generatorische Energie wird im Motor nicht in Wärme umgesetzt.
- Die generatorische Energie muss nicht in einem Widerstand in Wärme umgesetzt werden
- Die Methode ist bedeutend dynamischer und kann in allen Betriebszuständen angewendet werden (nicht nur bei Ausgabe eines OFF-Befehls)
- Damit kann präzise entlang einer Rampe abgebremst werden
- Ständiger generatorischer Betrieb ist möglich - z. B. für Kräne

Rückspeisung bei U/f-Regelung (P1300 < 20)

Die generatorische Leistung kann über P0640 begrenzt werden. Überschreitet die generatorische Leistung ihren Grenzwert länger als 5 s, schaltet der Umrichter mit Fehlermeldung F0028 ab.

Rückspeisung bei Vektorregelung

Die generatorische Leistung kann über P1531 begrenzt werden. Überschreitet die generatorische Leistung den Grenzwert, kann der Antrieb seinen Sollwert nicht halten.

Folgende Abbildung zeigt die Begrenzungsparameter.

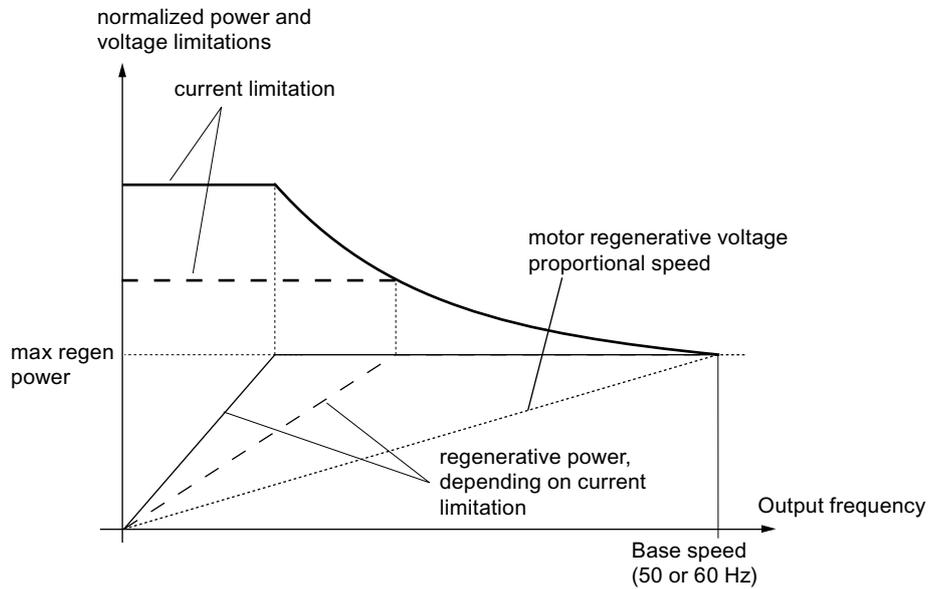


Bild 9-10 Generatorische Leistung

Hinweis

Wenn generatorische Rückspeisung bei Nennfrequenz erforderlich ist, muss die maximale Frequenz (P1082) größer als die Motornennfrequenz (P0310) sein.

VORSICHT

Wenn die in das Netz zurückgespeiste Energie die Nennleistung des Umrichters übersteigt, schaltet der Umrichter mit Fehlermeldung F0028 ab.

Der Kunde muss sicherstellen, dass der Umrichter für die gewünschte Verwendung abhängig von der generatorischen Leistungsgrenze korrekt bemessen ist.

9.3 Zwischenkreis-Spannungsregler

9.3.1 VDC-Regelung

Überblick

Zusätzlich zur Gleichstrombremsung, Compound-Bremsung und dynamischen Bremsung besteht die Möglichkeit, Überspannung im Zwischenkreis mit Hilfe des Zwischenkreis-Spannungsreglers zu verhindern. Bei dieser Technik wird die Ausgangsfrequenz automatisch derart während des Betriebs verändert, dass der Motor nicht zu weit in den generatorischen Betrieb gelangen kann.

Mithilfe des Zwischenkreis-Spannungsreglers ist es auch möglich, das Abschalten des Umrichters bei kurzen Netzspannungseinbrüchen zu verhindern, die im Zwischenkreis Unterspannung bewirken. Ebenso wird in diesem Fall die Ausgangsfrequenz während des Betriebs automatisch vom Zwischenkreis-Spannungsregler verändert. Im Gegensatz zu einem Überspannungszustand wird der Motor verstärkt generatorisch betrieben, um die Zwischenkreisspannung zu stützen und zu puffern.

Zwischenkreis-Überspannung

- **Ursache**
Der Motor arbeitet generatorisch und speist zu viel Energie in den Zwischenkreis zurück.
- **Abhilfe**
Die Zwischenkreisspannung kann desweiteren mit dem V_{dc_max} Regler reduziert werden, indem das generatorische Moment auf 0 reduziert wird.

Zwischenkreis-Unterspannung

- **Ursache:**
Ausfall oder Einbruch der Netzspannung (Blackout oder Brownout)
- **Abhilfe**
Der Motor wird in generatorischen Betrieb gebracht, der die vorhandenen Verluste ausgleicht und damit die Zwischenkreisspannung stabilisiert. Diese Methode wird mithilfe des V_{dc_min} -Reglers durchgeführt und als kinetische Pufferung bezeichnet.

9.3.2 VDC_max-Regler

Daten

Parameterbereich:	P1240, r0056 Bit 14 r1242, P1243 P1250 – P1254
Warnungen:	A0502, A0910, A0911
Fehler:	F0002
Funktionsplannummer:	FP4600

Beschreibung

Mit Hilfe dieser Funktion (die mit P1240 aktiviert wird) können kurze generatorische Belastungen beherrscht werden, ohne dass der Umrichter mit der Fehlermeldung F0002 ("Zwischenkreis-Überspannung") abgeschaltet wird. In diesem Fall wird die Frequenz so geregelt, dass der Motor nicht zu weit in den generatorischen Betrieb gelangt.

Wenn der Umrichter beim Bremsen einer Maschine infolge einer kurzen Rampenauslaufzeit P1121 zu stark im Rückspeisebetrieb arbeitet, dann **wird die Bremsrampe/Rampenzeit automatisch verlängert** und der Umrichter am Zwischenkreis-Spannungsgrenzwert r1242 betrieben (siehe nachstehende Abbildung). Fällt die Zwischenkreisspannung erneut unter den Grenzwert r1242, dann nimmt der VDC_max-Regler die Verlängerung der Bremsrampe zurück.

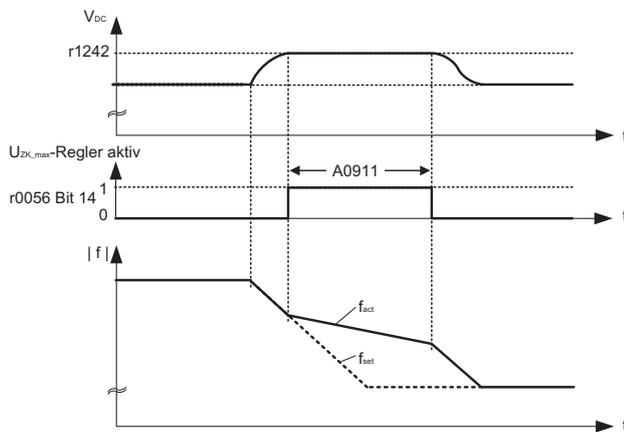


Bild 9-11 VDC_max-Regler

Wenn andererseits der Vdc_max-Regler die Ausgangsfrequenz erhöht (z.B. bei einer stationären generativen Belastung), dann wird der Vdc_max-Regler von einer internen Überwachungsfunktion des Umrichters gesperrt und die Warnung A0910 ausgegeben. Dauert die generatorische Belastung an, dann wird der Umrichter mittels des Fehlers F0002 geschützt.

Zusätzlich zur Regelung der Zwischenkreisspannung unterstützt der VDC_max-Regler den Stabilisierungsvorgang der Drehzahl am Ende einer Beschleunigungsphase. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn eine Überschwingung vorliegt und der Motor deshalb kurz in den generatorischen Betrieb übergeht (Dämpfungswirkung).

Hinweis

Falls die Zwischenkreisspannung den Einschaltgrenzwert r1242 (Einschaltbetrag von Vdc_max.) des Vdc_max-Reglers im Bereitschaftszustand überschreitet, wird der Vdc_max-Regler deaktiviert, und die Warnung A0910 ausgegeben.

Grund: Die Netzspannung passt nicht zu der Anwendung.

Abhilfe: Siehe Parameter P1254 und P0210.

Wenn während des Betriebs die Zwischenkreisspannung den Einschaltgrenzwert r1242 übersteigt, und wenn der Ausgang des Vdc_max-Reglers für etwa 200 ms vom Parameter P1253 begrenzt wird, wird der Vdc_max-Regler deaktiviert und die Warnung A0910 sowie die Fehlermeldung F0002 ausgegeben, falls zutreffend.

Grund: Netzspeisespannung P0210 oder die Rampenauslaufzeit P1121 zu gering, das Trägheitsmoment der Motorbelastung ist zu hoch.

Abhilfe: Siehe Parameter P1254, P0210, P1121

Einen Bremswiderstand verwenden.

9.3.3 Kinetische Pufferung

Daten

Parameterbereich:	P1240 r0056 Bit 15 P1245, r1246, P1247 P1250 P1256, P1257
Warnungen:	A0503
Fehler:	F0003
Funktionsplannummer:	FP4600

Beschreibung

Kurze Netzspannungsausfälle können mittels der Funktion "Kinetische Pufferung" (mit P1240 aktiviert) gepuffert werden. Netzspannungsausfälle werden durch die kinetische Energie (d.h. Trägheitsmomente) der Motorlast gepuffert. In diesem Fall ist Voraussetzung, dass die Motorlast ein ausreichend hohes Trägheitsmoment, d. h. ausreichende kinetische Energie besitzt.

Bei Einsatz dieser Technik wird die Frequenz so geregelt, dass Energie aus dem generatorisch arbeitenden Motor in den Umrichter eingespeist wird und damit die Systemverluste gedeckt werden. Die Verluste bleiben auch bei Netzspannungsausfall bestehen, was bedeutet, dass die Motordrehzahl abnimmt. Bei Einsatz der kinetischen Pufferung muss berücksichtigt werden, dass die Motordrehzahl herabgesetzt wird.

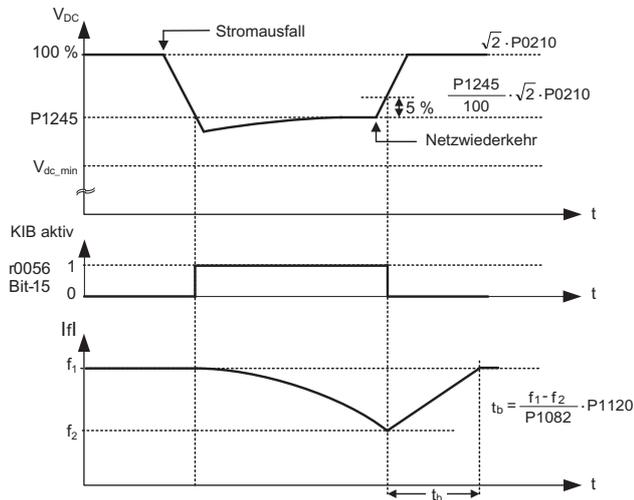


Bild 9-12 Kinetische Pufferung (VDC_min-Regler)

Bei Rückkehr der Netzspannung erfolgt die Energiezufuhr wieder netzseitig, und die Ausgangsfrequenz des Umrichters kehrt gemäß der durch den Hochlaufgeber festgelegten Rampe wieder zum gewählten Sollwert zurück.

Hinweis

Fällt die Zwischenkreisspannung unter den Mindestwert V_{DC_min} , dann wird die Fehlermeldung F0003 "Unterspannung" ausgegeben und der Umrichter abgeschaltet. Der Abschaltgrenzwert V_{DC_min} hängt vom Umrichtertyp und von der Versorgungsspannung ab.

Der Abschaltgrenzwert für Zwischenkreis-Unterspannung liegt bei 430 V.

Abkürzungsverzeichnis

A.1 Abkürzungen

Abkürzungen

Tabelle A- 1 Abkürzungen

Abkürzungen	Zustand
A	
AC	Wechselstrom
A/D	Analog-Digital-Umsetzer
ADR	Adresse
AFM	Zusätzliche Frequenzmodulation
AG	Automatisierungsgerät
AI	Analogeingang
AK	Anforderungskennung
AO	Analogausgang
AOP	Advanced Operator Panel (Komfortbedienfeld)
ASIC	Application Specific Integrated Circuit (Anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis)
ASP	Analog-Sollwert
ASVM	Asymmetrische Raumvektormodulation
B	
BCC	Block-Prüfzeichen
BCD	Binär codierter Dezimalcode
BI	Binektoreingang
BIA	Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit
BICO	Binektor-Konnektor
BO	Binektorausgang
BOP	Basic Operator Panel
C	
C	Inbetriebnahme
CB	Kommunikationsbaugruppe
CCW	gegen den Uhrzeigersinn
CDS	Befehlsdatensatz
CE	Communauté Européenne
CI	Konnektoreingang
CM	Konfigurierungs-Management
CMD	Befehl
CO	Konnektorausgang
CO/BO	Konnektorausgang/Binektorausgang

Abkürzungen	Zustand
COM	Bezugspunkt (die Klemme ist an S oder Ö angeschlossen)
CT	Inbetriebnahme, betriebsbereit
CU	Control Unit
CUT	Inbetriebnahme, Betrieb, betriebsbereit
CW	im Uhrzeigersinn
D	
DAP	Device Access Point
D/A	Digital-Analog-Umsetzer
DC	Gleichstrom
DDS	Antriebsdatensatz
DI	Digitaleingang
DIP	DIP-Schalter
DO	Digitalausgang
DP	Verteilte E/As
DP-V1	Azyklische Datenübertragung (erweiterte PROFIBUS-Funktion)
DS	Antriebszustand
E	
ECD	Ersatzschaltbild
EEC	Europäische Gemeinschaft
EEPROM	Elektrisch löschbarer, programmierbarer Festwertspeicher
ELCB	Erdschluss-Schutzschalter
EMC	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
EMF	Elektromagnetische Kraft
ES	Engineering System
FAQ	Häufig gestellte Frage
F	
Schnelle FFB	Schnelle, frei programmierbare Funktionsbausteine
FB	Funktionsbaustein
FCC	Feldstromregelung
FCL	Schnelle Strombegrenzung
FF	Festfrequenz
FFB	Frei programmierbare Funktionsbausteine
FOC	Feldorientierte Regelung
FREQ	Frequenz
FSA	Baugröße A
FSB	Baugröße B
FSC	Baugröße C
FSD	Baugröße D
FSE	Baugröße E
FSF	Baugröße F
G	
GSD	Geräte-Stamm-Datei
GSG	Getting Started
GUI ID	Eindeutige globale Kennung
H	

Abkürzungen	Zustand
HIW	Haupt-Istwert
HMI	Mensch-Maschine-Schnittstelle
HO	Hohe Überlast (Konstantes Drehmoment)
HSW	Hauptsollwert
HTL	Hochspannungs-Transistor-Logik
I	
I/O	Ein-/Ausgang
IBN	Inbetriebnahme
IGBT	Bipolartransistor mit isolierter Steuerelektrode
IND	Unter-Index
J	
JOG	JOG
K	
KIB	Kinetische Pufferung
L	
LCD	Flüssigkristallanzeige
LED	Leuchtdiode
LGE	Länge
LO	Leichte Überlast (Veränderbares Drehmoment)
LWL	Lichtwellenleiter
M	
MHB	Motor-Haltebremse
MLP	Mehrsprachen-Paket
MOP	Motorpotenziometer
MMC	Micro Memory Card
N	
NC	Ruhekontakt
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NO	Arbeitskontakt
O	
OLM	Optische Koppelbaugruppe
OLP	Stecker für optische Verbindung
OM	Objekt-Manager
OPI	Betriebsanleitung
P	
PAP	Parameter Access Point
PID	Proportional-Integral-Differential-Regler
PKE	Parametererkennung
PKW	Parameterkanal (Parameter/Kennung/Wert)
PLC	Speicherprogrammierbare Steuerung
PM	Power Module
PM-IF	Power-Module-Schnittstelle
PNU	Parameternummer
PNO	PROFIBUS Nutzerorganisation
PPO	Parameter-Prozessdatenobjekt

Abkürzungen	Zustand
PTC	Positiver Temperaturkoeffizient
PWE	Parameterwert
PWM	Pulsbreitenmodulation
Pxxxx	Schreibbare Parameter
PZD	Prozessdaten
Q	
QC	Schnellinbetriebnahme
R	
RAM	Speicher mit wahlfreiem Zugriff
RCCB	Fehlerstrom-Schutzschalter
RCD	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung
HLG	Hochlaufgeber
RFI	Hochfrequenzstörung
ROM	Festwertspeicher
RPM	Umdrehungen pro Minute
rxxxx	Festwertparameter von Analogsignalen
S	
SBC	Safe Break Control
SLVC	Geberlose Vektorregelung
SLS	Sicher begrenzte Geschwindigkeit
SOL	Serielle Verbindung als Option
SS1	Sicherer Stopp 1
STO	Sicher abgeschaltetes Moment
STW	Steuerwort
STX	Textanfang
SVM	Raumzeigermodulation
T	
TTL	Transistor-Transistor-Logik
U	
USS	Universelle serielle Schnittstelle
V	
U/f	Spannung/Frequenz
VC	Vektorregelung
VT	Variables Drehmoment
W	
WEA	Wiedereinschaltautomatik
Z	
ZSW	Zustandswort
ZUSW	Zusatzsollwert

Index

2

2-Leiter-Steuerung, 153, 155

A

Analogausgänge, 185

Analogeingänge, 183

B

Bausteintemperatur, 50

Begrenzung des Drehmomentsollwertes, 149

BICO-Parametrierung, 180

BICO-Technik, 27

Binektor-Konnektortechnologie, 27

bremse

Motorhalte-, 75

Sofort-, 80

Bremse

Elektromechanische, 74

C

Compound-Bremsung, 252

D

Datensätze, 66

Digitalausgänge, 181

Digitaleingänge, 178

Digitaleingänge

Festfrequenzen, 161

Drehmomentbegrenzung, 149

Drehmomentregelung, 143, 145

Umschalten von Frequenzregelung, 147

Drehzahlgeber

Fangen mit, 64

Fangen ohne, 63

Drehzahlregler, 138

Dynamische Bremsen, 254

Dynamische Bremsung, 254

dynamisierung

Prozess-, 195

Zeitgesteuerte Zwangs-, 194

Zwangs-, 194

E

Eingänge und Ausgänge, 178

Elektromechanische Bremse, 74

Elektronische Bremsen, 247

F

Fangen, 62

Fangen ohne Drehzahlgeber, 63

Fehlersichere Funktionen, 187

Festfrequenzen, 161

FFB, 96

Freie Funktionsbausteine, 96

Frequenzregelung

Umschalten auf Drehmomentregelung, 147

Funktion "Sicher abgeschaltetes Moment" (STO),

Funktion "Sicherer Stopp 1",

G

Generatorisches Bremsen, 259

Gleichstrombremsung, 248

H

Hochlaufgeber, 86

I

i2t-Überwachung, 50

I-max-Regler, 120

J

JOG, 41

K

Kinetische Pufferung, 263

Kippbegrenzung, 150

Kühlkörpertemperatur, 50

- L**
Lastmomentüberwachung, 47
- M**
Maximale Fehlerreaktionszeit, 196
Modifikation - Frequenzsollwert, 83
Motordatenidentifikation, 31
Motorhaltebremse, 75
- N**
Netzausfall, 60
Netzunterspannung, 60
- P**
Parameter
 Attribute, 21
 Datensätze, 26
 Index, 21
Parameterattribut
 Aktiv, 25
 Änderbar, 23
 BICO, 22
 Datentyp, 23
 Einheit, 24
 Gruppeneinteilung, 24
 Schnellinbetriebnahme, 25
 Wertebereich, 26
 Zugriffsstufe, 22
PID-Festsollwert, 175
PID-Motorpotentiometer, 174
PID-Regler, 165
Positionierende Rücklauframpe, 38
Power Module-Temperatur und -Überlastung, 50
Prozess-Dynamisierung, 195
- R**
Regelung, 108
- S**
Schlupfkompensation, 116
Schnelle FFB, 96
Schnelle freie Funktionsbausteine, 96
Schutz des Power Module, 49
Sichere Bremsenansteuerung, 245
- Sicherheitsanweisungen
 Allgemeine Warnungen, Sicherheitshinweise und Anmerkungen, 10
 Sicherheitsanweisungen, 9
Siemens-Standardsteuerung, 155
SLS
 Modus 0, 216
 Modus 1, 224
 Modus 2, 232, 237
Sofortbremse, 80
Sollwertkanal, 82
Spannungsanhebung, 113
Statik, 142
Steuerung, 108
Strombegrenzung, 120, 150
- T**
Tänzerwalzen-PID-Regelung, 170
Temperatur-Überwachungsfunktionen, 50
- U**
U/f-Regelung, 109
Überlastreaktionen, 50
Überwachung der fehlersicheren Funktionen, 194
Überwachungsfunktionen/-meldungen, 44
Überwachungsparameter, 20
Umschalten von Frequenzregelung auf Drehmomentregelung, 147
- V**
VDC_max-Regler, 262
Vektorregelung
 mit Drehzahlgeber, 132
 ohne Drehzahlgeber, 124
Vektorregelung (Vector control), 122
- W**
Wiederanlauf mit Fangen und Drehzahlgeber, 64
Wiedereinschaltautomatik, 59
- Z**
Zeitgesteuerte Zwangsdynamisierung, 194
Zwangsdynamisierung, 194
Zwischenkreis-Spannungsregler, 261
Zwischenkreis-Überspannung, 261

Zwischenkreis-Unterspannung, 261

Siemens AG
Industry Sector
Drive Technologies
Motion Control Systems
Postfach 3180
91050 ERLANGEN
DEUTSCHLAND

www.siemens.com/sinamics-g120

Technische Änderungen vorbehalten.
© Siemens AG 2011