

Applikationsbeschreibung • 01/2014

Betrieb von Drehstrom- motoren mit Drehzahlen oberhalb der Nenndrehzahl

SINAMICS G120, G120C und MICROMASTER 440

Gewährleistung und Haftung

Hinweis

Die Applikationsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Die Applikationsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bieten bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte selbst verantwortlich. Diese Applikationsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieser Applikationsbeispiele erkennen Sie an, dass wir über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden können. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen an diesen Applikationsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Applikationsbeispiel und anderen Siemens Publikationen, wie z.B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Applikationsbeispiel beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Applikationsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens Industry Sector zugestanden.

Security-hinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Lösungen, Maschinen, Geräten und/oder Netzwerken unterstützen. Sie sind wichtige Komponenten in einem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept. Die Produkte und Lösungen von Siemens werden unter diesem Gesichtspunkt ständig weiterentwickelt. Siemens empfiehlt, sich unbedingt regelmäßig über Produkt-Updates zu informieren.

Für den sicheren Betrieb von Produkten und Lösungen von Siemens ist es erforderlich, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Zellschutzkonzept) zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu integrieren, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Dabei sind auch eingesetzte Produkte von anderen Herstellern zu berücksichtigen.

Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, melden Sie sich für unseren produktspezifischen Newsletter an. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter <http://support.automation.siemens.com>.

Inhaltsverzeichnis

Gewährleistung und Haftung	2
Vorwort	4
Applikationsbeschreibung	4
1 Grundsätzliches	5
1.1 Umrichterbetrieb von Drehstrommotoren	5
1.2 Grenzkurve des Drehmomentes	5
2 Betrieb von Motoren mit höheren Frequenzen	7
„Feldschwächbetrieb“	7
„87Hz-Kennlinie“	7
Projektierungshinweise	8
Gegenüberstellung von U/f-Kennlinie zu 87Hz-Kennlinie	9
3 Beispiele	10
Umrichter.....	10
Daten des Beispielmotors	10
Betriebsdrehzahl und Betriebsfrequenz.....	10
Inbetriebnahme-Tools	11
3.1 Betrieb in „Feldschwächung“.....	11
Anschluss des Motors.....	11
Momentenverlauf bei Feldschwächung	12
Berechnung des Betriebsmoments für den Feldschwächbereich	13
Berechnung des reduzierten Kippmoments.....	13
Kippgrenze	13
Parametrierung über Bedienfeld oder STARTER Expertenliste	14
Parametrierung über den STARTER Konfigurationsassistenten	14
3.2 Betrieb mit konstantem Fluss / „87Hz-Kennlinie“	14
Hinweise zum Motor	14
Hinweise zum Umrichter	15
Anschluss des Motors.....	15
Momentenverlauf bei 87Hz-Kennlinie.....	16
Bemessungsfrequenz und Bemessungsdrehzahl	17
Parametrierung über Bedienfeld oder STARTER Expertenliste	17
Parametrierung über den STARTER Konfigurationsassistenten	17
4 Sonstige Hinweise	19
Polpaarzahl	19
Bezugsfrequenz/-drehzahl (P2000).....	19
Skalierung der Frequenz-/Drehzahlsollwerte	19
Motor-Ständerwiderstand.....	19
5 Auswahlhilfe SIZER	20
6 Literaturhinweise	21
7 Ansprechpartner	21
8 Historie	21

Vorwort

Ziel der Applikation

Drehstrommotoren mit Käfigläufer können sowohl am Netz mit konstanter Spannung und Frequenz, als auch am Frequenzumrichter mit variabler Spannung und Frequenz betrieben werden. Der Betrieb an einem Frequenzumrichter ermöglicht neben variablen Drehzahlen bis n_{Nenn} , auch Drehzahlen oberhalb der Nenndrehzahl.

Im Normalfall wird bei Bedarf höherer Drehzahlen die Ausgangsfrequenz des Umrichters entsprechend erhöht, mit dem Nachteil das sich bei Frequenzen über die Motornennfrequenz hinaus der Fluss und somit das Motormoment verringert.

Die „87Hz-Kennlinie“ bietet hier aufgrund des relativ konstanten Flusses auch für den Bereich über der Motornennfrequenz eine interessante Variante.

In dieser Applikation wird die Parametrierung des Umrichters für den Drehzahlbereich oberhalb der Nenndrehzahl, mit „normaler“ U/f-Kennlinie und mit 87Hz-Kennlinie anhand von Beispielen kurz dargestellt.

Abgrenzung

Diese Applikation enthält keine Beschreibung...

- der einzelnen Umrichter
- des Tools STARTER
- der Berechnung von Motoren
- zur Thematik von explosionsgeschützten Motoren

Grundlegende Kenntnisse über diese Themen werden voraus gesetzt.

Applikationsbeschreibung

Umrichtergespeiste Motoren können oberhalb ihrer Bemessungsfrequenz auf verschiedene Arten betrieben werden. Zum einen in der „Feldschwächung“, zum anderen mit der „87Hz-Kennlinie“. Beide Varianten werden im Folgenden anhand von Beispielen kurz dargestellt. Die Beispiele und Beschreibungen beziehen sich ausschließlich auf einen für Europa ausgelegten Motor.

1 Grundsätzliches

1.1 Umrichterbetrieb von Drehstrommotoren

Drehstrommotoren mit Käfigläufer können sowohl am Netz mit konstanter Spannung und Frequenz, als auch am Frequenzumrichter mit variabler Spannung und Frequenz betrieben werden. Je nach Anschluss ändert sich das Betriebsverhalten der Motoren. Am Netz arbeiten die Motoren mit sinusförmigen Spannungen und Strömen bei nahezu konstanter Drehzahl. Eine stufenlose und verlustarme Drehzahlverstellung erreicht man mit Frequenzumrichtern zwischen dem Netz und dem Motor.

Die gegenüber dem Netzbetrieb veränderten Bedingungen sind bei der Auswahl der Motoren zu berücksichtigen.

Für die Projektierung von elektrischen Antrieben ist das Drehmoment-Drehzahl-Verhalten der Motoren und der Arbeitsmaschine wichtig. Während es bei netzgespeisten Asynchronmotoren auf die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie ankommt, sind beim Umrichterbetrieb vor allem die Grenzkurve des Drehmomentes sowie (bei Drehzahlen über Nenndrehzahl) die mechanische Gendrehzahl des Motors¹ zu beachten.

1.2 Grenzkurve des Drehmomentes

Für die Projektierung von elektrischen Antrieben ist das Drehmoment-Drehzahl-Verhalten der Motoren und der Arbeitsmaschine wichtig.

Das folgende Bild zeigt einen typischen Verlauf des Motordrehmomentes bei Betrieb am Netz mit den charakteristischen Merkmalen Anlaufmoment, Sattelmoment und Kippmoment. Von der gesamten Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie (M-n-Kennlinie) nutzt man bei Umrichterbetrieb in der Regel nur den gestrichelt gezeichneten steilen Bereich. Mit der Frequenz- und Spannungssteuerung des Umrichters (U/f-Kennlinie) kann dieser Bereich durch eine Verringerung der Frequenz parallel zu kleineren Drehzahlen verschoben werden. Höhere Frequenzen verschieben diesen Bereich bei konstantem Fluß parallel und bei Feldschwächung mit abnehmender Steilheit nach rechts zu höheren Drehzahlen. Das dabei dauernd erreichbare Drehmoment ist als Grenzkurve im Bild eingetragen.

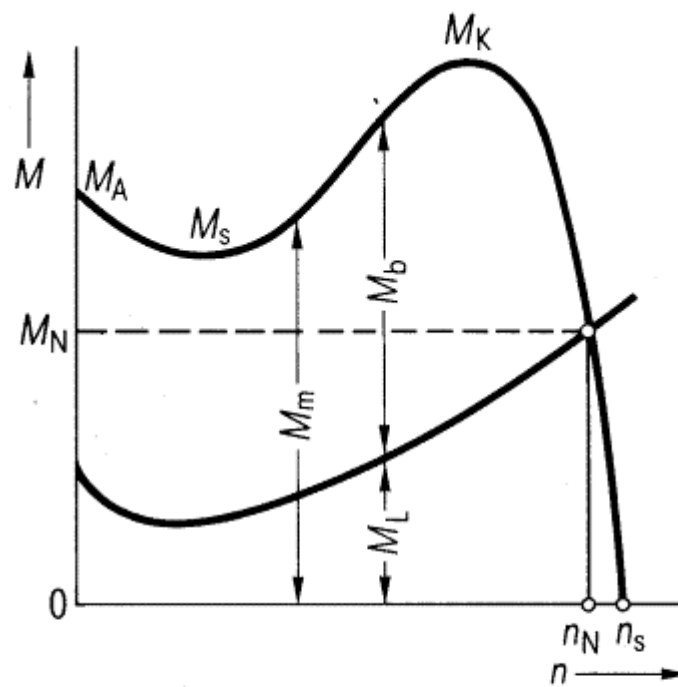
Die Grenzkurve gibt, für konstanten Fluss, das im Dauerbetrieb thermisch zulässige Drehmoment an. Bei dem Grenzmoment erwärmt sich der Motor im Dauerbetrieb nicht stärker als durch seine Wärmeklasse² vorgeschrieben. Grundsätzlich ist auch ein Betrieb bei der Drehzahl "Null" möglich.

¹ Mechanische Beanspruchung, Fettgebrauchsdauer: Durch hohe Drehzahlen oberhalb der Bemessungsdrehzahl bei Umrichterbetrieb und die dadurch erhöhten Schwingungen verändert sich die mechanische Laufruhe und die Lager werden mechanisch stärker beansprucht. Hierdurch reduzieren sich die Fettgebrauchsdauer und die Lagerlebensdauer. Speziell bei Umrichterbetrieb sind deshalb die mechanische Grenzdrehzahlen n_{\max} bei maximaler Speisefrequenz f_{\max} zu beachten, siehe dazu im Katalog D81.1 Katalogteil „Motoren am Frequenzumrichter“.

² Für die „87 Hz-Kennlinie“ heißt das, der Motor muss für den Betrieb die entsprechenden thermischen Reserven haben (oberhalb 50 Hz nehmen, da das Feld nicht geschwächt wird, die Eisenverluste zu).

1 Grundsätzliches

1.2 Grenzkurve des Drehmomentes



M_N	Nennmoment	M_A	Anzugsmoment
M_m	Motormoment	M_K	Kippmoment
M_L	Lastmoment	M_S	Sattelmoment
M_b	Beschleunigungs- moment	n_N	Nenn Drehzahl
		n_s	synchrone Drehzahl

2 Betrieb von Motoren mit höheren Frequenzen

Für den Betrieb eines Motors oberhalb der Bemessungsfrequenz (-drehzahl) gibt es zwei Möglichkeiten. Den Betrieb des Motors im Feldschwäcbereich bzw. den Betrieb des Motors mittels der sogenannten 87-Hz-Kennlinie.

Grundsätzlich gilt: Umrichter gespeiste Motoren können über ihre Bemessungsfrequenz hinaus betrieben werden.

„Feldschwäcbetrieb“

Physikalisch gesehen beginnt die Feldschwächung eines Motors dann, wenn die Ausgangsspannung des Umrichters nicht mehr erhöht wird (werden kann), die Frequenz jedoch weiter steigt.

Umgangssprachlich spricht man vom „Feldschwäcbetrieb“ bei Betrieb eines Motors über die Motorbemessungsfrequenz und gleichbleibender Versorgungsspannung.

Der Umrichter wird für diese Betriebsart auf eine maximale Frequenz größer der Nennfrequenz parametrieren (z.B. 80Hz / 400V). Mit Erhöhung der Umrichterfrequenz bleibt die Ausgangsspannung konstant, die Drehzahl steigt, aber das Drehmoment sinkt ab, da der Fluss in der Maschine absinkt.

Das Drehmoment nimmt bei konstanter Leistung umgekehrt proportional der Drehzahl ab.

„87Hz-Kennlinie“

Diese Betriebsart ist möglich bei Motoren, die bei Nennfrequenz sowohl im Stern als auch im Dreieck anschließbar sind. Man nutzt die Sternschaltung mit der $\sqrt{3}$ geringeren Spannung und kann die Drehzahl dadurch bis zur $\sqrt{3}$ fachen Motorfrequenz (87Hz) bei - nahezu - konstantem Drehmoment erhöhen. Für diese Betriebsart wird z.B. ein 230 / 400V- Motor im Δ (50Hz / 230V) angeschlossen, der Umrichter jedoch auf 87Hz / 400V parametrieren (bei 400V Netzspannung). Dies bedeutet für den Motor, dass ab der Motorbemessungsfrequenz (50Hz / 230V) weiterhin eine kontinuierliche Spannungserhöhung bis - nahezu - $f_{\max} = 87\text{Hz}$ erfolgt. Der Motor wird somit nicht im Feldschwäcbereich betrieben sondern arbeitet mit konstantem Fluss.

Projektierungshinweise

Für den Betrieb eines Motors über der Motorbemessungsfrequenz (-drehzahl) ist es notwendig, Umrichter und Motor entsprechend auszulegen und zu parametrieren. Der Motor muss für diesen Betrieb ausgelegt sein. Zu beachten sind...

- die mechanischen Grenzdrehzahlen,
- die erhöhte thermische Belastung,
- die erhöhte Spannungsbelastung des Motors,
- der Aussteuergrad des Umrichters³.

Zum Erreichen höherer Drehzahlen ist es meistens sinnvoller, einen Motor zu nehmen, dessen Nenndrehzahl in der Nähe der Betriebsdrehzahl liegt.

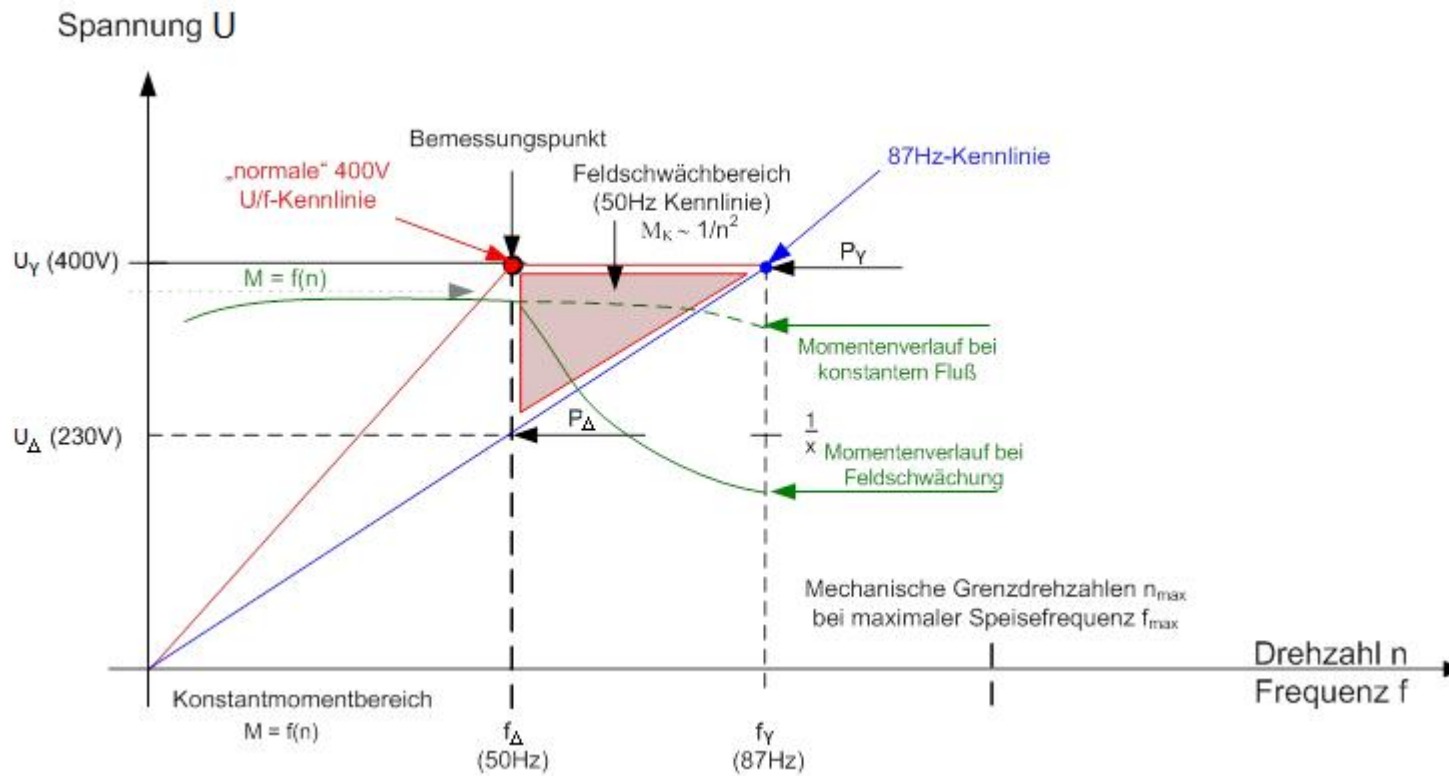
Beispiel:

Zum Erreichen einer Betriebsdrehzahl von 1800 U/min ist zu überlegen, ob ein 4 poliger Motor mit 1500 U/min synchroner Motordrehzahl und entsprechend höherer Frequenz oder ein 2 poliger Motor mit 3000 U/min synchroner Motordrehzahl und entsprechend niedrigerer Frequenz besser zur Anwendung passt.

³ MICROMASTER 4 und SINAMICS G120 haben einen Aussteuergrad zwischen 92% - 95% von U_{Netz} , je nach Regelungsart. Das bedeutet, dass ab ~ 80Hz/370V sich die Umrichter Ausgangsspannung nicht mehr erhöht und der Motor in der Feldschwächung betrieben wird.

2 Betrieb von Motoren mit höheren Frequenzen

Gegenüberstellung von U/f-Kennlinie zu 87Hz-Kennlinie



3 Beispiele

Anhand eines Beispielmotors werden die beiden Varianten „Feldschwächung“ und „87-Hz-Kennlinie“ verglichen.

Umrichter

Als Umrichter können alle 400V Umrichter der Reihen MICROMASTER 4 und SINAMICS G120 verwendet werden.

Daten des Beispielmotors

Im Beispiel wird ein Siemens Standardmotor (1LA7060-4AB..) verwendet. Die Daten finden Sie im Katalog für Niederspannungsmotoren D81.1

Δ: 230V; 50 Hz; 0,73A; 0,12 kW; 1350 U/min

Y: 400V; 50 Hz; 0,42A; 0,12 kW; 1350 U/min

Motorenmoment $M_N = 0,85 \text{ Nm}$

Motorkippmoment $M_k = 2 \text{ Nm}$

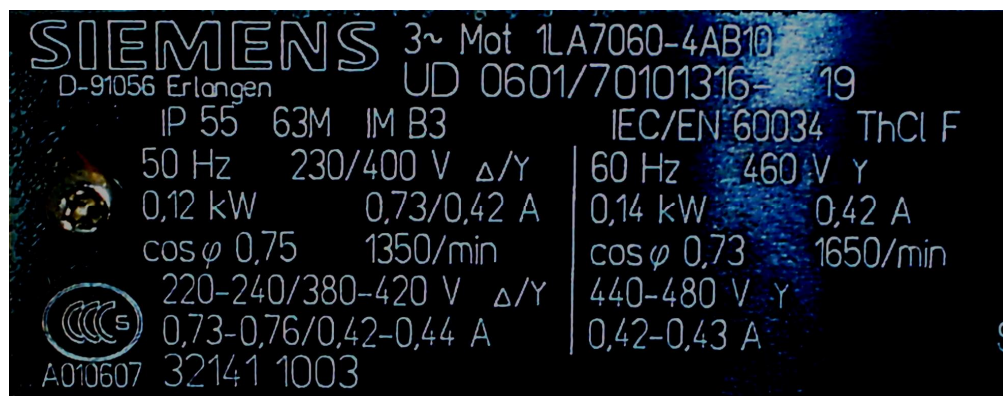


Abbildung 3-1 Motortypenschild des verwendeten Motors

Betriebsdrehzahl und Betriebsfrequenz

Im Beispiel soll der Motor mit einer Betriebsdrehzahl von 2250 U/min laufen. Die hierfür erforderliche Betriebsfrequenz, die der Umrichter liefern muss, berechnet sich wie folgt:

$$f_{\text{Betrieb}} = \frac{n_{\text{Betrieb}} + s}{60} * p = \frac{2250 + 150}{60} * 2 = 80 \text{ Hz}$$

mit

$$s = n_{\text{synchron}} - n = 1500 - 1350 = 150 \text{ U/min}$$

$$n_{\text{synchron}} = f_N / p * 60 = 50 / 2 * 60 = 1500 \text{ U/min}$$

- f_{Betrieb} = Betriebsfrequenz
- n_{Betrieb} = Betriebsdrehzahl
- s = Schlupf
- p = Polpaarzahl aus Motordaten
- n_{synchron} = Synchrondrehzahl
- f_N = Nennfrequenz laut Typenschild

3 Beispiele

3.1 Betrieb in „Feldschwächung“

Inbetriebnahme-Tools

Die Inbetriebnahme im Beispiel erfolgt mittels des Inbetriebnahme-Tools STARTER V4.3.3. Wahlweise kann die Inbetriebnahme auch über ein Bedienfeld erfolgen.

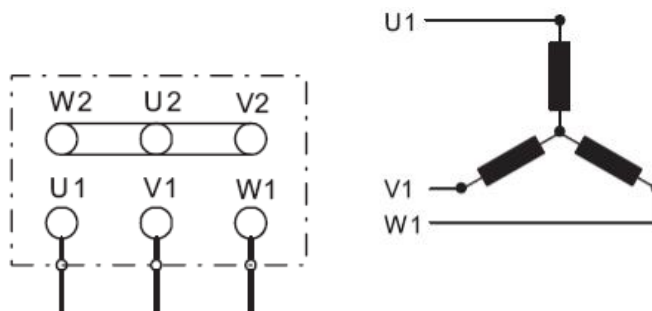
3.1 Betrieb in „Feldschwächung“

Eine Frequenzerhöhung über die Bemessungsfrequenz hinaus erfolgt bei dieser Betriebsart mit konstanter Spannung und sich ändernder Frequenz. D.h. die Ausgangsspannung des Umrichters bleibt auf dem für f_{enn} parametrisierten Wert, hier im Beispiel 50Hz / 400V, wobei die Frequenz f^* gleichzeitig erhöht wird (z.B. auf 80Hz).

Da im Feldschwächbereich das Kippmoment M_K des Motors stark sinkt ($M_K \sim 1/f^2$), muss das Betriebsmoment M_{Betrieb} ab der Grenzfrequenz f_G stärker reduziert werden, da sonst der notwendige Abstand zwischen dem Kippmoment M_K und dem Betriebsmoment M_{Betrieb} zu klein wird. In der Praxis sollte das Kippmoment mindestens 30% ~ 40% über dem stationär benötigten Drehmoment liegen.

Anschluss des Motors

Der Anschluss des Motors für diese Betriebsart im Beispiel erfolgt im Y.



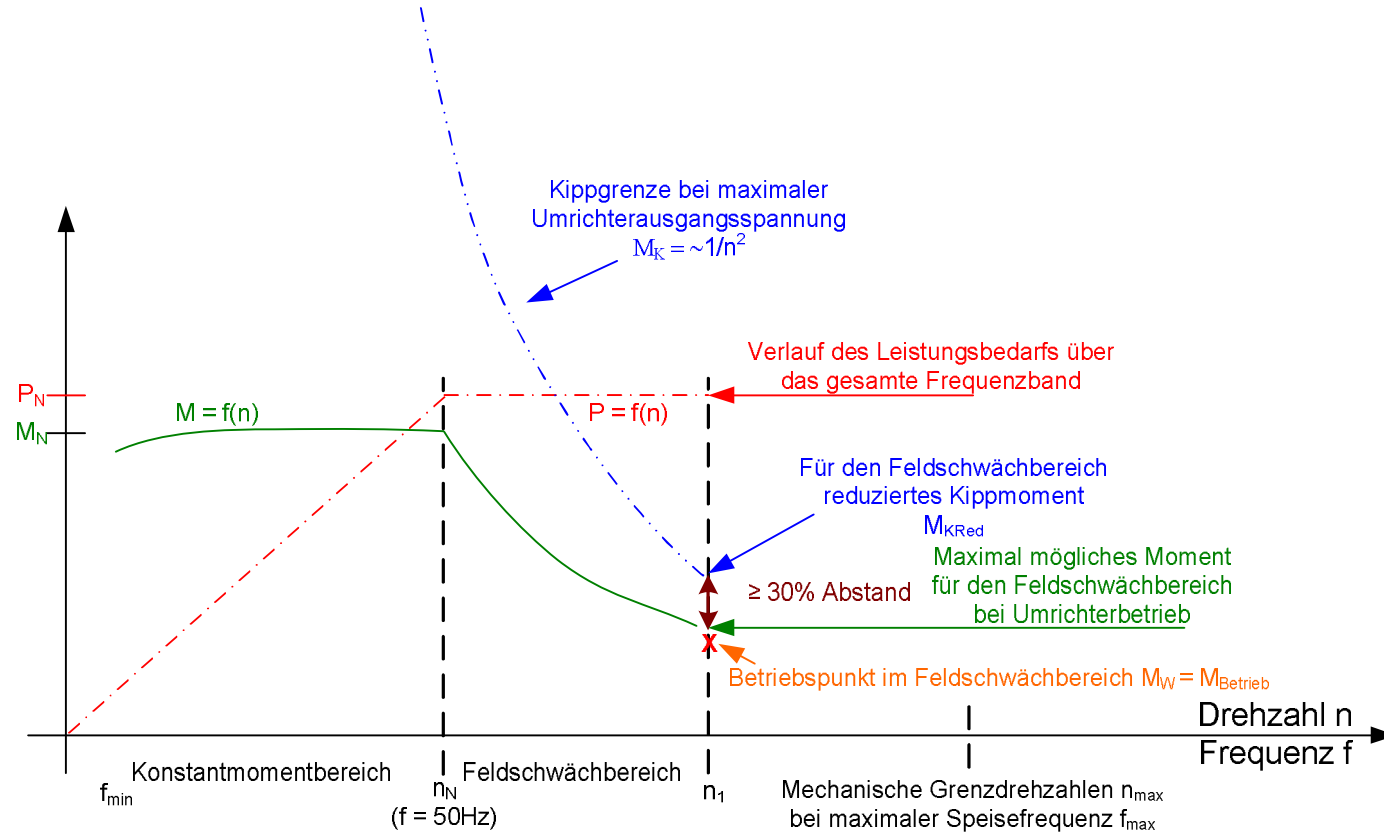
Der Betrieb im Feldschwächbereich ist unabhängig von der Anschlußart des Motors.

3 Beispiele

3.1 Betrieb in „Feldschwächung“

Momentenverlauf bei Feldschwächung

Schematische Darstellung des Momentenverlaufes eines Motors im Umrichterbetrieb bei Feldschwächung



3 Beispiele

3.1 Betrieb in „Feldschwächung“

Berechnung des Betriebsmoments für den Feldschwächbereich

$$M_{\text{Betrieb}} = \frac{f}{f_{\text{Betrieb}}} * M_N = \frac{50\text{Hz}}{80\text{Hz}} * 0,85\text{Nm} = 0,53\text{Nm}$$

M_{Betrieb}	=	Betriebsmoment
f	=	Frequenz laut Typenschild
f_{Betrieb}	=	Betriebsfrequenz
M_N	=	Motornennmoment aus Motordaten

Berechnung des reduzierten Kippmoments

Für den Feldschwächbetrieb ergibt sich ein reduziertes Kippmoment wie folgt:

$$M_{K\text{Red.}} = \left(\frac{f}{f_{\text{Betrieb}}} \right)^2 * M_K = \left(\frac{50\text{Hz}}{80\text{Hz}} \right)^2 * 2\text{Nm} = 0,78\text{Nm}$$

$M_{K\text{Red.}}$	=	reduziertes Kippmoment
f	=	Frequenz laut Typenschild
f_{Betrieb}	=	Betriebsfrequenz
M_K	=	Motorkippmoment aus Motordaten

Kippgrenze

Um einen sicheren Betrieb im Feldschwächbereich zu gewährleisten, muss der Abstand zwischen dem reduzierten Kippmoment ($M_{K\text{Red.}}$) und dem (maximal möglichen) Betriebsmoment (M_{Betrieb}) mindestens 30% betragen!

Die Rechnung hierzu lautet wie folgt:

$$\text{Kippgrenze} = \frac{M_{K\text{Red.}}}{M_{\text{Betrieb}}} \times 100\% = \frac{0,78\text{Nm}}{0,53\text{Nm}} \times 100\% = 147\%$$

$M_{K\text{Red.}}$	=	reduziertes Kippmoment
M_{Betrieb}	=	Betriebsmoment

Die Kippgrenze für unseren Beispielmotor liegt bei 147% zum Betriebspunkt. Somit ergibt sich für den Beispielmotor ein Abstand von 47% ($M_{K\text{Red.}} - M_{\text{Betrieb}} = 147\% - 100\%$). Unter der Voraussetzung das der Motor nicht höher als mit 0,53Nm im Dauerbetrieb im Betriebspunkt belastet wird darf er bis 80Hz in der Feldschwächung betrieben werden.

Parametrierung über Bedienfeld oder STARTER Expertenliste

Für den Betrieb mit Feldschwächung sind die Parameter für Sternschaltung entsprechend dem Typenschild wie folgt einzustellen:

P0304 = Motornennspannung:	400 V
P0305 = Motornennstrom:	0,42 A
P0307 = Motornennleistung:	0,12 kW
P0308 = Motor cosPhi:	0,75
P0310 = Motorfrequenz:	50 Hz
P0311 = Motornendrehzahl:	1350 U/min
P1082 ⁴ = Max. Frequenz:	80 Hz
P1082 ⁵ = Maximaldrehzahl:	2400 U/min
P2000 ⁴ = Bezugsfrequenz:	80 Hz
P2000 ⁵ = Bezugsdrehzahl:	2400 U/min

Parametrierung über den STARTER Konfigurationsassistenten

Stellen Sie unter „Motordaten“ folgende Parameter ein:

P0304 = Motornennspannung:	400 V
P0305 = Motornennstrom:	0,42 A
P0307 = Motornennleistung:	0,12 kW
P0308 = Motor cosPhi:	0,75
P0310 = Motorfrequenz:	50 Hz
P0311 = Motornendrehzahl:	1350 U/min

Stellen Sie unter „Wichtige Parameter“ folgenden Parameter ein:

P1082 ⁴ = Max. Frequenz:	80 Hz
P1082 ⁵ = Maximaldrehzahl:	2400 U/min

(P2000 Bezugsfrequenz/-drehzahl wird automatisch auf P1082 angepasst.)

3.2 Betrieb mit konstantem Fluss / „87Hz-Kennlinie“

Hinweise zum Motor

Da der Umrichter Ausgang bei diesem Betrieb auf 87Hz / 400V parametrier ist, wird der in Δ -Schaltung betriebene Motor mit bis zum $\sqrt{3}$ -fachen seiner Δ -Daten (230V / 50Hz) betrieben.

Eine Frequenzerhöhung über die Bemessungsfrequenz hinaus erfolgt bei dieser Betriebsart mit steigender Spannung. D.h., die Ausgangsspannung des Umrichters steigt ab f_{Nenn} (50Hz) auf den für f_{max} (87Hz) parametrieren Wert. Dadurch bleiben sowohl der magnetische Fluss als auch das verfügbare Drehmoment nahezu konstant.

⁴ MM4, G120 CU2x0x

⁵ G120 CU2x0x-2, G120C

3 Beispiele

3.2 Betrieb mit konstantem Fluss / „87Hz-Kennlinie“

Wegen den mit der Frequenz wachsenden Eisenverlusten ist allerdings eine Reduzierung des Drehmoments notwendig. Trotzdem erreicht man mit dieser Methode eine deutliche Leistungssteigerung gegenüber der Bemessungsleistung.

Mit zunehmender Baugröße wird diese Leistungssteigerung geringer, und „rechnet“ sich somit nicht mehr.

- Beim Betrieb mit „87Hz-Kennlinie“ ist Folgendes zu beachten:
 - Der Motor muss im Dreieck angeschlossen sein.
 - Der Motor muss über die entsprechende Spannungsfestigkeit verfügen. Nicht alle Motoren eignen sich für den 87Hz-Betrieb.
 - Die mechanischen Motorgrenzwerte müssen berücksichtigt werden (insbesondere bei 2-poligen Motoren).
 - Die, gegenüber 50Hz, höheren Geräusche sind zu beachten.
- Die „87Hz-Kennlinie“ rechnet sich in der Regel nur für Motoren „kleinerer Leistung“; sie ist bis etwa 45 kW sinnvoll.
- Oberhalb der Motornennfrequenz steigen die Eisenverluste überproportional an. Daher muss oberhalb dieser Frequenz das thermische Motordrehmoment reduziert werden.

Hinweise zum Umrichter

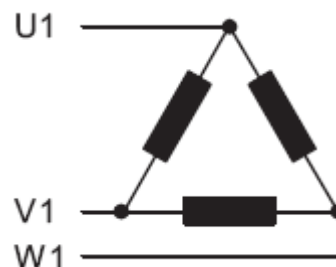
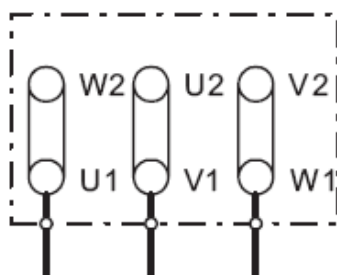
Da der Motor bei der „87Hz-Kennlinie“ in Δ angeschlossen werden muss und die Umrichter-Software nicht zwischen Stern und Dreieck unterscheiden kann (sie betrachtet den Motor als „Black Box“), sind die Parameter des Motormodells entsprechend anzupassen.

- Der Umrichter muss auf den höheren Strombedarf des Motors (Δ -Schaltung) ausgelegt sein; d.h. der Umrichter muss eventuell um eine Leistungsstufe größer ausgewählt werden.
- Die „87Hz-Kennlinie“ ist unabhängig von der Regelungsart und kann daher sowohl bei U/f-Steuerung als auch bei der Vektorregelung eingesetzt werden.

Anschluss des Motors

Der Anschluss des Motors für diese Betriebsart erfolgt im Δ .

Daten: 230V; 50 Hz; 0,73A; 0,12 kW; 1350 U/min



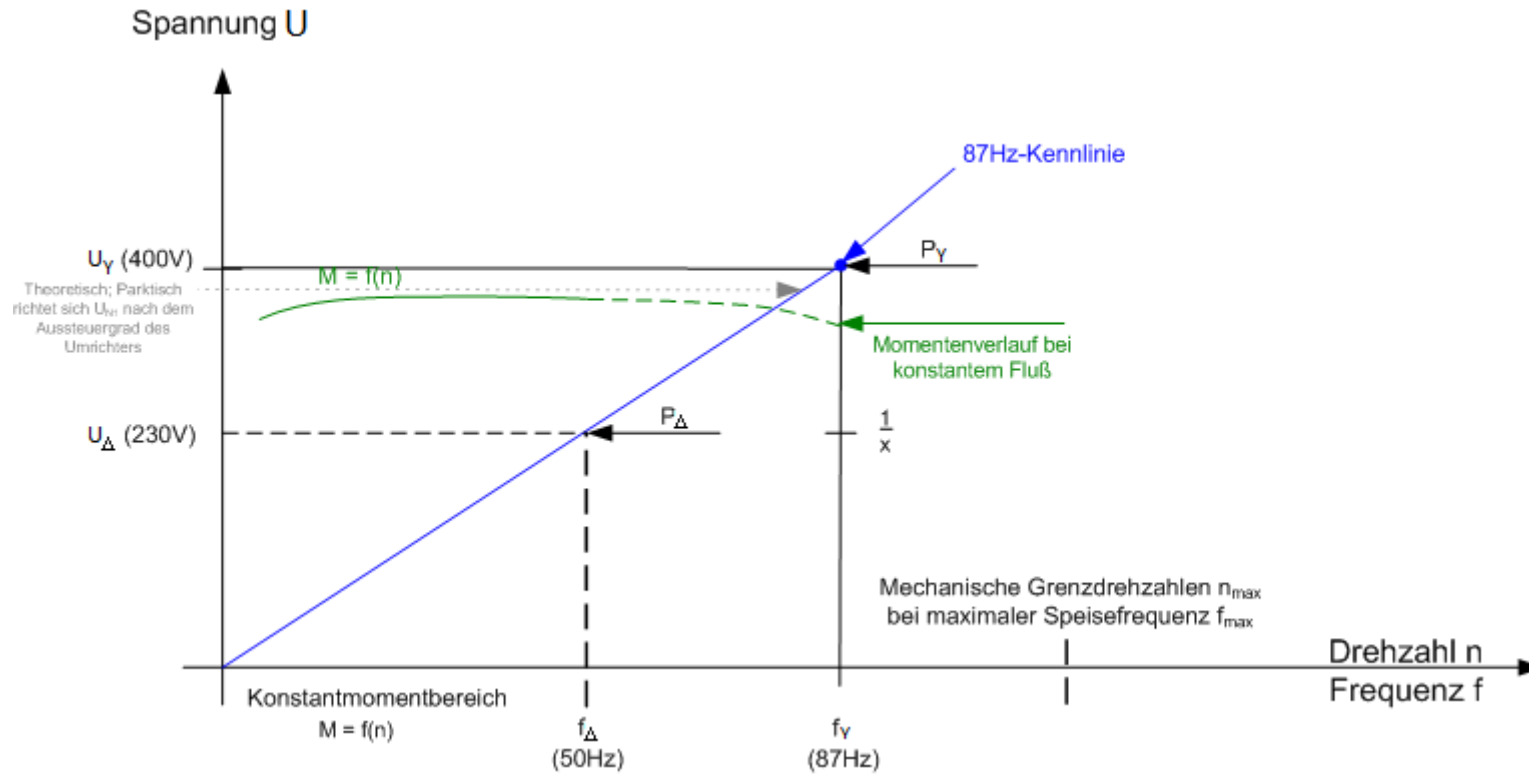
Weitere Angaben zur 87Hz-Kennlinie finden Sie in den Bedienungsanleitungen des jeweiligen Umrichters.

3 Beispiele

3.2 Betrieb mit konstantem Fluss / „87Hz-Kennlinie“

Momentenverlauf bei 87Hz-Kennlinie

Schematische Darstellung des Momentenverlaufes eines Motors im Umrichterbetrieb bei 87Hz-Kennlinie



Bemessungsfrequenz und Bemessungsdrehzahl

Aus Sicht des Umrichters wird bei „87Hz-Kennlinie“ ein Motor angeschlossen, dessen Bemessungsfrequenz (P0310) und Bemessungsdrehzahl (P0311) sich wie folgt berechnen:

$$f_{87} = \frac{U_Y}{U_{\Delta}} * f_N = \frac{400V}{230V} * 50Hz = 87Hz$$

f_{87}	=	Motor-Bemessungsfrequenz (P0310)
U_Y	=	Motornennspannung laut Typenschild (bei Sternschaltung)
U_{Δ}	=	Motornennspannung laut Typenschild (bei Dreieckschaltung)
f_N	=	Nennfrequenz laut Typenschild

$$n_{87} = \frac{f}{p} * 60 - s = \frac{87Hz}{2} * 60 - 150 = 2460U / \text{min}$$

n_{87}	=	Motor-Bemessungsdrehzahl (P0311)
f_{87}	=	Motor-Bemessungsfrequenz
p	=	Polpaarzahl aus Motordaten
s	=	Schlupf (siehe Seite 10)

Parametrierung über Bedienfeld oder STARTER Expertenliste

Für den Betrieb mit der „87Hz-Kennlinie“ sind die Parameter anhand der Typenschilddaten wie folgt einzustellen:

P0304 = Motornennspannung:	400 V
P0305 = Motornennstrom:	0,73 A
P0307 = Motornennleistung:	0,21 kW
P0308 = Motor cosPhi:	0,75
P0310 = Motorfrequenz:	87 Hz
P0311 = Motornendrehzahl:	2460 U/min
P1082 ⁶ = Max. Frequenz:	80 Hz
P1082 ⁷ = Maximaldrehzahl:	2400 U/min
P2000 ⁶ = Bezugsfrequenz:	80 Hz
P2000 ⁷ = Bezugsdrehzahl:	2400 U/min

Parametrierung über den STARTER Konfigurationsassistenten

1. Stellen Sie unter „Motordaten“ die Parameter für den Beispielmotor in Y-Schaltung ein. Verwenden Sie abweichend davon jedoch für den Nennstrom (P0305) und die Nennleistung (P0307) die um den Faktor $\sqrt{3}$ erhöhten Werte.
2. Setzen Sie einen Haken bei „87Hz-Berechnung“. Motorfrequenz (P0310) und Motornendrehzahl (P0311) werden automatisch auf den Betrieb „87Hz-Kennlinie“ umgerechnet.

⁶ MM4, G120 CU2x0x

⁷ G120 CU2x0x-2, G120C

3 Beispiele

3.2 Betrieb mit konstantem Fluss / „87Hz-Kennlinie“

P0304 = Motornennspannung:	400 V		
P0305 = Motornennstrom:	0,42 A	⇒ 0,73 A	} Tragen Sie die um $\sqrt{3}$ erhöhten Werte ein.
P0307 = Motornennleistung:	0,12 kW	⇒ 0,21 kW	
P0308 = Motor cosPhi:	0,75		
P0310 = Motorfrequenz:	50 Hz	⇒ 87 Hz	} Wird automatisch eingetragen.
P0311 = Motornenndrehzahl:	1350 U/min	⇒ 2336 U/min ⁸	

3. Stellen Sie unter „Wichtige Parameter“ folgenden Parameter ein:

P1082⁴ = Max. Frequenz: 80 Hz
P1082⁵ = Maximaldrehzahl: 2400 U/min

(P2000 Bezugsfrequenz/-drehzahl wird automatisch auf P1082 angepasst.)

Hinweis

Mit dem Setzen des Hakens bei „87Hz-Berechnung“ wird P1082 ebenfalls angepasst, allerdings auf 87Hz bzw. auf die zugehörige Synchrondrehzahl 2610 U/min. Da im Beispiel jedoch eine Betriebsdrehzahl von 2250 U/min gewünscht ist, muss obige Änderung durchgeführt werden.

⁸ Der berechnete Wert ist Umrichter-abhängig.

4 Sonstige Hinweise

Polpaarzahl

Die Polpaarzahl des Motors wird automatisch berechnet und muss nicht als Parameter eingegeben werden.

Bezugsfrequenz/-drehzahl (P2000)

Bei Änderung der Bezugsfrequenz/-drehzahl (P2000) werden der Analogausgang und die serielle Verbindung immer automatisch auf P2000 referenziert. Ein weiterer Parameter, der in Folge einer Änderung von P2000 neu skaliert wird, ist zum Beispiel die am Analogausgang angezeigte Frequenz.

Skalierung der Frequenz-/Drehzahlsollwerte

Für die Skalierung der Frequenz-/Drehzahlsollwerte (Analogeingänge) sind die Parameter P0757 – P0760 zu beachten.

Motor-Ständerwiderstand

Der Parameter P0350 hat für MM440 und G120 unterschiedliche Bedeutung!

- **MM440:**
P0350 ist der Wert des Ständerwiderstands Phase gegen Phase zuzüglich Kabelwiderstand.
→ Der Wert, der mit einem Ohmmeter zwischen zwei Phasen gemessen wird, kann direkt in den Parameter P0350 geschrieben werden.
- **G120:**
P0350 ist der Strangwert des Ständerwiderstands.
→ Der Wert des Ersatzschaltbilds kann direkt in den Parameter P0350 geschrieben werden.

5 Auswahlhilfe SIZER

Mit dem Tool SIZER kann die für die jeweilige Anwendung passende Motor / Umrichter Kombination ausgewählt werden.

Näheres finden Sie im FAQ mit der Beitrags-ID 29419768:

„Auswahl und Projektierung von Niederspannungsmotoren bei Umrichterbetrieb; Hilfestellung zur Momentenausnutzung“

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/29419768>

6 Literaturhinweise

Tabelle 6-1

	Themengebiet	Titel
\1\	Siemens Industry Online Support	http://support.automation.siemens.com
\2\	Downloadseite des Beitrages	http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/25338130
\3\	Handbücher	SINAMICS G120 http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/22339653
\4\		SINAMICS G120D http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/25021636
\5\		SINAMICS G120C http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/48213081
\6\		MICROMASTER 4 http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/10804923
\7\	Kataloge	Kataloge und Broschüren http://www.automation.siemens.com/mcms/mc-drives/de/niederspannungsumrichter
\8\	FAQ	Motor mit 87Hz Volleistung betreiben http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/21139232
\9\	Download	STARTER http://support.automation.siemens.com/WW/news/de/26233208

7 Ansprechpartner

Siemens AG
 Industry Sector
 I DT MC PMA APC
 Frauenaauracher Straße 80
 D - 91056 Erlangen
 mailto: tech.team.motioncontrol@siemens.com

8 Historie

Tabelle 8-1

Version	Datum	Änderung
V1.0	04/2007	Erste Ausgabe
V1.1	05/2007	Links überarbeitet
V2.0	09/2009	Text überarbeitet
V2.1	01/2014	Erweitert auf G120 CU2x0x-2, G120C