

Gerätehandbuch

SC 1801

SC 2402

SC 2804

SC 5004

SC 5008

Impressum

Version:
13. Auflage, 22.05.2023

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Faulhaberstraße 1 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung
der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil
dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in einem
Informationssystem gespeichert oder verarbeitet oder in
anderer Form weiter übertragen werden.

Dieses Dokument wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch
für eventuelle Irrtümer in diesem Dokument und
deren Folgen keine Haftung. Ebenso wird keine Haftung
für direkte Schäden oder Folgeschäden übernommen,
die sich aus einem unsachgemäßen Gebrauch der Geräte
ergeben.

Bei der Anwendung der Geräte sind die einschlägigen
Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Funkentstörung
sowie die Vorgaben dieses Dokuments zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

Die jeweils aktuelle Version dieses Dokuments
finden Sie auf der Internetseite von FAULHABER:
www.faulhaber.com

Inhalt

1	Zu diesem Dokument	6
1.1	Gültigkeit dieses Dokuments	6
1.2	Mitgeltende Dokumente	6
1.3	Umgang mit diesem Dokument	6
1.4	Abkürzungsverzeichnis	7
1.5	Symbole und Kennzeichnungen	8
2	Sicherheit	9
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	9
2.2	Sicherheitshinweise	10
2.2.1	Gefahren bei Beschädigungen und Änderungen	10
2.2.2	Korrekte Installation und Inbetriebnahme	10
2.2.3	Unbeständigkeit gegenüber Lösungsmittel	11
2.2.4	Wärmeentwicklung	11
2.3	Umgebungsbedingungen	12
2.4	EG-Richtlinien zur Produktsicherheit	12
3	Produktbeschreibung	13
3.1	Allgemeine Produktbeschreibung	13
3.2	Produktinformation	14
3.3	Produktvarianten	15
3.3.1	Speed Controller für Motoren im niedrigen Leistungsbereich	15
3.3.1.1	SC 1801 S	15
3.3.1.2	SC 1801 F	16
3.3.1.3	SC 1801 P	17
3.3.2	Speed Controller für Motoren im mittleren Leistungsbereich	18
3.3.2.1	SC 2804 S	18
3.3.2.2	SC 2402 P	19
3.3.3	Speed Controller für Motoren im höheren Leistungsbereich	20
3.3.3.1	SC 5008 S	20
3.3.3.2	SC 5004 P	21
4	Installation	22
4.1	Montage	22
4.1.1	Montagehinweise	22
4.1.2	Speed Controller mit Gehäuse montieren	23
4.2	Elektrischer Anschluss	24
4.2.1	Hinweise zum elektrischen Anschluss	24
4.2.2	Speed Controller elektrisch anschließen	25
4.2.2.1	EMV-gerechte Installation	25
4.2.2.2	EMV-Schutzmaßnahmen	25
4.2.2.3	Anschlussbelegung	27
4.2.3	Anschlussbeispiele	31
4.2.3.1	Anschlussbeispiele für die Versorgungsseite	31
4.2.3.2	Anschlussbeispiele für die Motorseite	32
4.3	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	35
4.3.1	Funktionserdung	35
4.3.2	Leitungsführung	36
4.3.3	Schirmung	37
4.3.3.1	Schirmverbindung herstellen	38

Inhalt

4.3.3.2	Schirmverbindung mit Kabelschuh herstellen	39
4.3.4	Sensor- und Encoder-Schnittstellen	40
4.3.4.1	Analoge Sensorik und Analoge Hallensoren	40
4.3.4.2	Inkremental-Encoder / Digitale Hallensoren / Digitale Sensorik	41
4.3.5	Verwendung von Filtern.....	41
4.3.5.1	Eingangsseitige Filter	41
4.3.5.2	PWM-Filter (motorseitig).....	42
4.3.5.3	Isolationswiderstand.....	42
4.3.5.4	Ferritring wickeln.....	42
4.3.6	Fehlervermeidung und Fehlersuche	43
5	Funktionsbeschreibung	45
5.1	Betriebsarten	45
5.1.1	Drehzahl geregelter Betrieb der DC-Motoren	45
5.1.1.1	DC-Motoren mit Encoder	45
5.1.1.2	DC-Motoren ohne Encoder (nicht SC 5004 und SC 5008)....	47
5.1.2	Drehzahl geregelter Betrieb der BL-Motoren	48
5.1.2.1	BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren	48
5.1.2.2	BL-Motoren mit analogen Hallensensoren	50
5.1.2.3	BL-Motoren ohne Hallensensoren (Sensorlosbetrieb, nicht SC 5004 und SC 5008)	51
5.1.2.4	BL-Motoren mit Absolutencoder (AES-4096)	53
5.1.2.5	BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren und Inkrementalencoder (Option 4475)	54
5.1.2.6	BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren und Brake/Enable (Option 4476)	55
5.1.3	Betrieb als Spannungssteller	57
5.2	Sollwertvorgabe	57
5.2.1	Fixdrehzahlvorgabe	57
5.2.2	Analog-Sollwertvorgabe	58
5.2.3	PWM-Sollwertvorgabe.....	59
5.3	Konfiguration des digitalen Ausgangs	60
5.4	Parametereinstellungen	61
5.4.1	Motorkonstanten.....	61
5.4.2	Strombegrenzungswerte.....	61
5.4.3	Fixdrehzahl.....	61
5.4.4	Impulse pro Motorumdrehung	62
5.4.5	Maximaldrehzahl	62
5.4.6	Reglerparameter	64
5.4.7	Encoderauflösung	64
5.4.8	Startzeit (nur BL-Motoren im Sensorlosbetrieb).....	65
5.4.9	Minimaldrehzahl (nur BL-Motoren im Sensorlosbetrieb).....	65
5.4.10	Delayed Current Error (nur Fehlerausgang).....	65
5.5	Schutzfunktionen	66
5.5.1	I^2t -Strombegrenzung.....	66
5.5.2	Übertemperaturabschaltung.....	67
5.6	Spannungsausgabe am Motor	68
6	Inbetriebnahme	70

Inhalt

7	Wartung	71
7.1	Wartungstätigkeiten	71
7.2	Störungshilfe	71
8	Zubehör	72
9	Gewährleistung	73
10	Zusatzdokumente	74
10.1	Konformitätserklärung SC 1801 S/F/P	74
10.2	Einbauerklärung SC 1801 S/F/P	76
10.3	Konformitätserklärung SC 2402 P und SC 2804 S	77
10.4	Einbauerklärung SC 2402 P und SC 2804 S	79
10.5	Konformitätserklärung SC 5004 P und SC 5008 S	80
10.6	Einbauerklärung SC 5004 P und SC 5008 S	82

Zu diesem Dokument

1 Zu diesem Dokument

1.1 Gültigkeit dieses Dokuments

Dieses Dokument beschreibt Installation und Gebrauch folgender Baureihen:

- SC 1801
- SC 2402
- SC 2804
- SC 5004
- SC 5008

Dieses Dokument richtet sich an ausgebildete Fachkräfte mit Befähigung zur Montage und zum elektrischen Anschluss des Produkts.

Alle Angaben in diesem Dokument beziehen sich auf Standardausführungen der oben genannten Baureihen.

1.2 Mitgeltende Dokumente

Für bestimmte Handlungsschritte bei der Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Produkte sind zusätzliche Informationen aus folgenden Handbüchern hilfreich:

Handbuch	Beschreibung
Motion Manager 6	Bedienungsanleitung zur FAULHABER Motion Manager PC Software

1.3 Umgang mit diesem Dokument

- ▶ Dokument vor der Konfiguration aufmerksam lesen, insbesondere das Kapitel Sicherheit.
- ▶ Dokument während der Lebensdauer des Produkts aufbewahren.
- ▶ Dokument dem Bedien- und ggf. Wartungspersonal jederzeit zugänglich halten.
- ▶ Dokument an jeden nachfolgenden Besitzer oder Benutzer des Produkts weitergeben.

Zu diesem Dokument

1.4 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AES	Absolutencoder
BL	Bürstenlos
DC	Direct Current
EMF	Rückinduzierte Generatorspannung
EMC	Elektromagnetische Verträglichkeit
ESD	Electrostatic Discharge
FFC	Flat Flexible Cable
FPC	Flexible Printed Circuit
GND	Ground
LIF	Low Insertion Force
PWM	Pulse Width Modulation
SC	Speed Controller
TTL	Transistor Transistor Logic

Zu diesem Dokument

1.5 Symbole und Kennzeichnungen

GEFAHR

Gefahr mit einem hohen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung

WARNUNG

Gefahr mit einem mittleren Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben kann.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung

VORSICHT

Gefahr mit einem niedrigen Risikograd, die, wenn sie nicht vermieden wird, eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung

HINWEIS

Gefahr von Sachschäden.

- ▶ Maßnahme zur Vermeidung

Hinweise zum Verständnis oder zum Optimieren der Arbeitsabläufe

- ✓ Voraussetzung zu einer Handlungsaufforderung
 1. Erster Schritt einer Handlungsaufforderung
 - ↪ Resultat eines Schritts
 2. Zweiter Schritt einer Handlungsaufforderung
 - ↪ Resultat einer Handlung
- ▶ Einschrittige Handlungsaufforderung

2 Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die hier beschriebenen Speed Controller sind zur Ansteuerung und Drehzahlregelung von DC- und BL-Motoren im niedrigen (SC 1801), mittleren (SC 2402 / SC 2804) und höheren Leistungsbereich (SC 5004 / SC 5008) konzipiert. Für die bestimmungsgemäße Verwendung folgende Punkte beachten:

- Der Speed Controller enthält elektronische Bauteile und ist entsprechend der ESD-Vorschriften zu behandeln.
- Den Speed Controller **nicht** in Umgebungen mit Kontaktmöglichkeiten zu Wasser, Chemie und/oder Staub sowie **nicht** in explosionsgefährdeten Bereichen einsetzen.
- Der Speed Controller ist **nicht** für Reversierbetrieb geeignet.
- Die Gehäuse der Speed Controller SC 1801 S und SC 1801 F sind nicht lösungsmittelbeständig und dürfen mit bestimmten Lösungsmitteln (siehe Kap. 2.2, S. 10) oder lösungsmittelhaltigen Substanzen nicht in Berührung kommen.
- Der Speed Controller ist nur innerhalb der in diesem Gerätehandbuch spezifizierten Grenzwerte zu betreiben.
- Informationen über den individuellen Einsatz unter besonderen Umgebungsbedingungen erfragen Sie bitte beim Hersteller.

Folgende Motortypen können mit den Speed Controllern betrieben werden:

- DC-Motoren mit Inkrementalencoder
- DC-Motoren ohne Encoder (nicht SC 5004 / SC 5008)
- BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren
- BL-Motoren ohne Hallsensoren (Sensorlosbetrieb) (nicht SC 5004 / SC 5008)
- BL-Motoren mit Absolutencoder (z. B. AES-4096)
- BL-Motoren mit analogen Hallsensoren
- BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren und Encoder

2.2 Sicherheitshinweise

Zusätzlich zu den in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Sicherheitsrisiken können maschinenspezifische Gefahren entstehen, die für den Hersteller des Speed Controllers unvorhersehbar sind (z. B. Verletzungsgefahr durch angetriebene Bauteile). Der Hersteller der Maschine, in die der Speed Controller eingebaut wird, muss unter Berücksichtigung der für die Maschine geltenden Vorschriften eine Gefährdungsanalyse durchführen und den Endverbraucher über die Restrisiken in Kenntnis setzen.

2.2.1 Gefahren bei Beschädigungen und Änderungen

Eine Beschädigung des Speed Controllers kann dessen Funktion beeinträchtigen. Ein beschädigter Speed Controller kann unerwartet anlaufen, stoppen oder blockieren. Dies kann zu Beschädigungen anderer Komponenten und Materialien führen.

- ▶ Ein Antriebssystem mit einem defekten oder beschädigten Speed Controller **nicht** in Betrieb nehmen.
- ▶ Einen defekten oder beschädigten Speed Controller entsprechend kennzeichnen.
- ▶ Defekte oder beschädigte Bauteile des Speed Controllers **nicht** ersetzen.
- ▶ Keine Änderungen (Umbauten, Reparaturen) am Speed Controller durchführen.
- ▶ Lose oder defekte Anschlussverbindungen unverzüglich durch eine Elektrofachkraft ersetzen lassen.
- ▶ Nach dem Austausch eines defekten oder beschädigten Speed Controllers die korrekte Funktion prüfen und dokumentieren.

2.2.2 Korrekte Installation und Inbetriebnahme

Fehler bei der Installation und Inbetriebnahme des Speed Controllers können dessen Funktion beeinträchtigen. Ein falsch installierter Speed Controller kann unerwartet anlaufen, stoppen oder blockieren. Dies kann zu Beschädigungen anderer Komponenten und Materialien führen.

- ▶ Anweisungen zur Installation und Inbetriebnahme in dieser Montageanleitung genau befolgen.
- ▶ Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln nur von einer Elektrofachkraft durchführen lassen.
- ▶ Bei allen Arbeiten an der elektrischen Einrichtung die 5 Sicherheitsregeln beachten:
 - a) Freischalten
 - b) Gegen Wiedereinschalten sichern
 - c) Spannungsfreiheit feststellen
 - d) Erden und Kurzschließen
 - e) Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Sicherheit

Elektrostatische Ladungen können die Elektronik beschädigen.

- ▶ Den Speed Controller in geeigneter ESD-Verpackung aufbewahren und transportieren.
- ▶ Den Speed Controller unter Beachtung der ESD-Handhabungsvorschriften behandeln (z. B. ESD-Armband tragen, umliegende Bauteile erden).
- ▶ Bei der Montage sicherstellen, dass sich Bauteile in der Umgebung nicht elektrostatisch entladen können.

Verschmutzungen, Fremdkörper, Feuchtigkeit und mechanische Einwirkungen können die Elektronik beschädigen.

- ▶ Fremdkörper von der Elektronik fernhalten.
- ▶ Den Speed Controller in einem Gehäuse montieren, das ihn vor mechanischen Einwirkungen und schützt und den Umgebungsbedingungen angepasst ist (Schutzklassenbestimmung).

Montage- und Anschlussarbeiten bei anliegender Betriebsspannung am Gerät, kann die Elektronik beschädigen.

- ▶ Stecker bei anliegender Betriebsspannung am Speed Controller **nicht** ein- oder ausstecken.
- ▶ Vor allen Arten von Montage- und Anschlussarbeiten den Speed Controller spannungsfrei schalten.

Durch falsches Anschließen der Pins können elektronische Bauteile beschädigt werden.

- ▶ Verdrahtung gemäß der Anschlussbelegung durchführen.

2.2.3 Unbeständigkeit gegenüber Lösungsmittel

Die Gehäuse der Speed Controller SC 1801 S und SC 1801 F sind nur bedingt beständig gegen Lösungsmittel wie Spiritus und Aceton.

- ▶ Die Gehäuse vor dem Kontakt mit Lösungsmitteln oder lösungsmittelhaltigen Substanzen schützen.

2.2.4 Wärmeentwicklung

Durch aktive Bauelemente kann sich der Speed Controller erwärmen. Bei Berührung besteht Verbrennungsgefahr.

- ▶ Speed Controller vor Berührung schützen und ausreichend kühlen.
- ▶ Gegebenenfalls ein geeignetes Warnschild in unmittelbarer Nähe des Controllers anbringen.



Abb. 1: Geeignetes Warnschild nach DIN EN ISO 7010

2.3 Umgebungsbedingungen

- ▶ Einbauort so wählen, dass für die Kühlung des Speed Controllers saubere und trockene Kühlluft zur Verfügung steht.
- ▶ Aufstellungsort so wählen, dass die Luft den Antrieb ungehindert umströmen kann.
- ▶ Speziell beim Einbau in Gehäuse und Schränke die Kühlung des Speed Controllers sicherstellen.
- ▶ Versorgungsspannung innerhalb des definierten Toleranzbereichs wählen.
- ▶ Speed Controller vor starkem Staubanfall, insbesondere Metallstaub und chemischen Schadstoffen schützen.
- ▶ Speed Controller vor Feuchtigkeit und Nässe schützen.

2.4 EG-Richtlinien zur Produktsicherheit

- ▶ Folgende EG-Richtlinien zur Produktsicherheit beachten.
- ▶ Bei Verwendung des Motion Controllers außerhalb der EG zusätzlich internationale, nationale und regionale Richtlinien beachten.

Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Controller mit angeschlossenem Motor können Antriebssysteme nach Maschinenrichtlinie sein. Sie sind damit als unvollständige Maschinen nach Maschinenrichtlinie anzusehen. Die Übereinstimmung wird durch die Einbauerklärung zum Produkt und durch die EG-Konformitätserklärung dokumentiert.

EMV-Richtlinie (2014/30/EU)

Die Richtlinie über die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) gilt für alle elektronischen und elektrischen Geräte, Anlagen und Systeme, die an Endnutzer vertrieben werden. Darüber hinaus kann auch für Einbaukomponenten eine CE-Kennzeichnung nach EMV-Richtlinie vorgenommen werden. Die Übereinstimmung wird durch die Konformitätserklärung dokumentiert.

Angewendete Normen

Auf die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Produkte wurden verschiedene Harmonisierte Normen angewandt, die in der EG-Konformitätserklärung dokumentiert sind. Die Einbauerklärung zum Produkt und die EG-Konformitätserklärung finden Sie in Kap. 10, S. 74.

WEEE-Richtlinie (2012/19/EU)

Die Richtlinie über die Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten schreibt die getrennte Sammlung von Elektro- und Elektroaltgeräten vor. Die in diesem Gerätehandbuch beschriebenen Produkte fallen in den Geltungsbereich dieser Richtlinie.

3 Produktbeschreibung

3.1 Allgemeine Produktbeschreibung

FAULHABER Speed Controller basieren auf einem integrierten Microcontroller und dienen zur Drehzahlregelung der in Kap. 2.1, S. 9 aufgeführten Motorentypen.

Die Speed Controller verfügen über folgende Funktionen zur Steuerung der Motoren:

- Drehzahlregelung durch Sollwertvorgabe über eine Analogspannung
- Drehzahlregelung durch Sollwertvorgabe über ein PWM-Signal
- Betrieb mit fixer Drehzahl
- Betrieb als Spannungssteller
- Strombegrenzung
- Umschaltung der Drehrichtung über Schalteingang
- Digitalausgang, konfigurierbar als Fehler- oder Frequenzausgang
- Änderung der Konfiguration und Parametrierung durch Firmwaredownload

Je nach Produktvariante können BL-Motoren oder DC-Motoren geregelt betrieben werden.

- Für BL-Motoren kann die Rotorlage über digitale oder analoge Hallsensoren oder sensorlos erfasst werden. Alternativ können Motoren mit AES-Absolutencoder angeschlossen werden.
- Für DC-Motoren wird die Geschwindigkeit über einen 2-Kanal-Inkrementalencoder bestimmt oder sensorlos aus dem Motorstrom ermittelt.

FAULHABER Speed Controller (SC) können über den FAULHABER Motion Manager ab Version 5.x an die Anwendung angepasst werden. Folgendes ist einstellbar:

- Art und Skalierung der Sollwertvorgabe
- Betriebsart
- Reglerparameter

Zur Konfiguration wird der Programmieradapter für Speed Controller verwendet (siehe Kap. 8, S. 72).

Durch die kompakte Bauform sind die Speed Controller mit geringem Verdrahtungsaufwand in vielfältigen Anwendungen einsetzbar. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, wie zum Beispiel in:

- dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik,
- Handling- und Werkzeugmaschinen,
- Pumpenantrieben.

Produktbeschreibung

3.2 Produktinformation

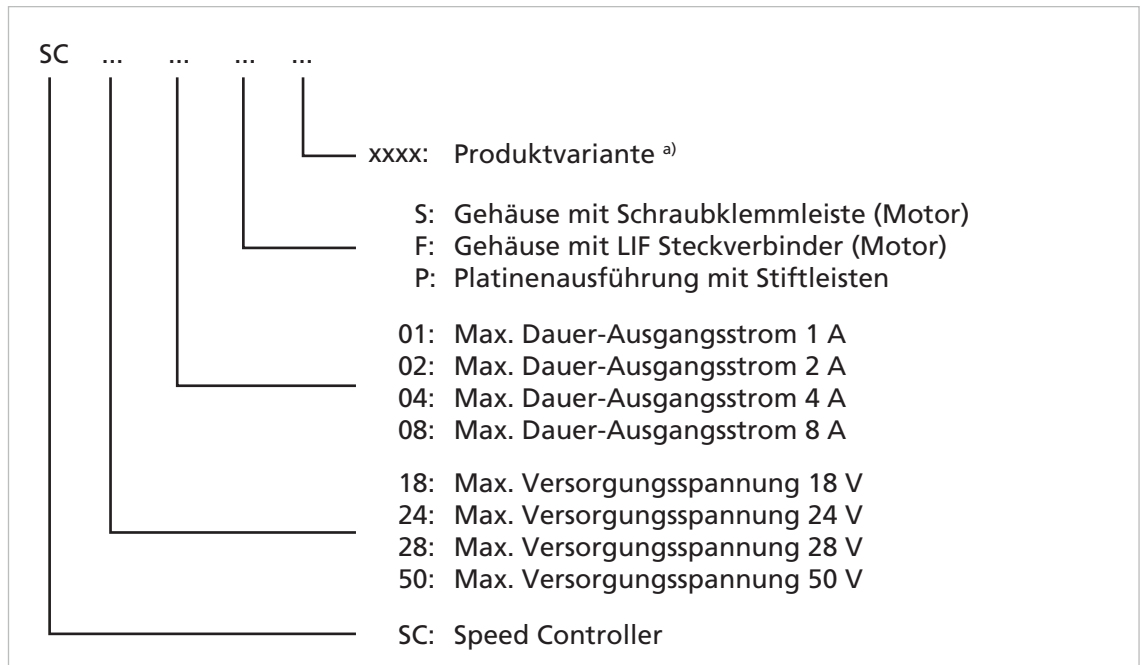


Abb. 2: Bezeichnungsschlüssel

^{a)} Details siehe Kap. 3.3, S. 15

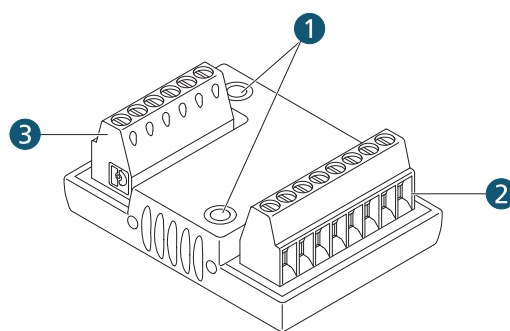
Produktbeschreibung

3.3 Produktvarianten

3.3.1 Speed Controller für Motoren im niedrigen Leistungsbereich

3.3.1.1 SC 1801 S

Speed Controller mit Gehäuse und Schraubklemmen auf Versorgungs- und Motorseite.



- 1 Montagebuchsen
- 2 Schraubklemmleiste Motorseite
- 3 Schraubklemmleiste Versorgungsseite

Tab. 1: Produktvarianten der Serie SC 1801 S

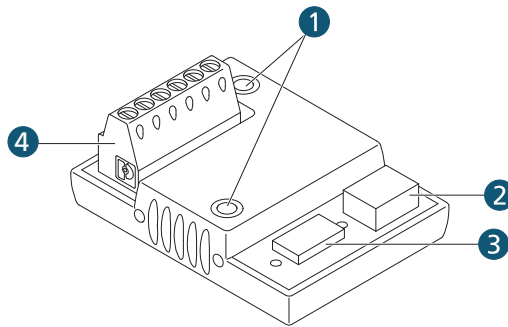
Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min^{-1}) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/ Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6339	BL + Hallensoren (digital, 4-polig)	400...50 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6340	BL + Hallensoren (digital, 14-polig)	400...14 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
3531	DC + Inkrementalencoder ^{c)}	100...30 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC sensorlos
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos
4289/ 4764	BL + Hallensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{d)}	50...60 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos

- a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung. Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.
- b) Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter
- c) Voreingestellt auf 512 Impulse
- d) Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.

Produktbeschreibung

3.3.1.2 SC 1801 F

Speed Controller mit Gehäuse und Schraubklemmen auf der Versorgungsseite und mit Flexboardanschluss auf der Motorseite.



- 1 Montagebushen
- 2 LIF-Steckverbinder Motorseite für FFC und FPC, 3-polig
- 3 LIF-Steckverbinder Motorseite für FFC und FPC, 8-polig
- 4 Schraubklemmleiste Versorgungsseite

Tab. 2: Produktvarianten der Serie SC 1801 F

Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min ⁻¹) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallsensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
3533	BL sensorlos (high speed) ^{c)}	1000...65 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallsensoren (digital) ▪ BL sensorlos (normal) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallsensoren (analog) ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos
4289/ 4764	BL + Hallsensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{c)}	50...60 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos

a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung.

Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.

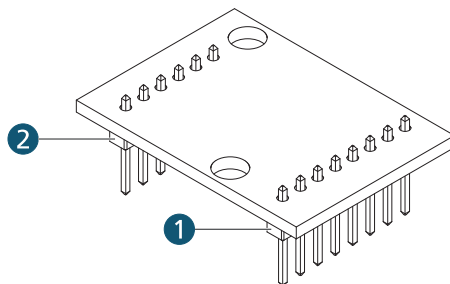
b) Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter

c) Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.

Produktbeschreibung

3.3.1.3 SC 1801 P

Speed Controller ohne Gehäuse (Platinenausführung) mit Stiftleisten auf Versorgungs- und Motorseite.



- 1 Stiftleiste Motorseite
- 2 Stiftleiste Versorgungsseite

Tab. 3: Produktvarianten der Serie SC 1801 P

Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min ⁻¹) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6339	BL + Hallensoren (digital, 4-polig)	400...50 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6340	BL + Hallensoren (digital, 14-polig)	400...14 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
3531	DC + Inkrementalencoder ^{c)}	100...30 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC sensorlos
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL Hallensoren (analog) ▪ BL Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos
4289/ 4764	BL + Hallensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{d)}	50...60 000	4,0...18 / 1,8...18	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos

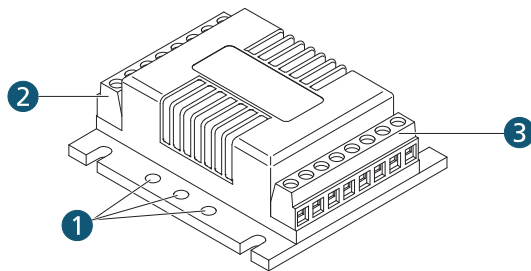
- a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung. Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.
- b) *Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter*
- c) *Voreingestellt auf 512 Impulse*
- d) *Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.*

Produktbeschreibung

3.3.2 Speed Controller für Motoren im mittleren Leistungsbereich

3.3.2.1 SC 2804 S

Speed Controller mit Metallgehäuse und Schraubklemmen auf Versorgungs- und Motorseite.



- 1 Montagebohrungen
- 2 Schraubklemmleiste Versorgungsseite
- 3 Schraubklemmleiste Motorseite

Tab. 4: Produktvarianten der Serie SC 2804 S

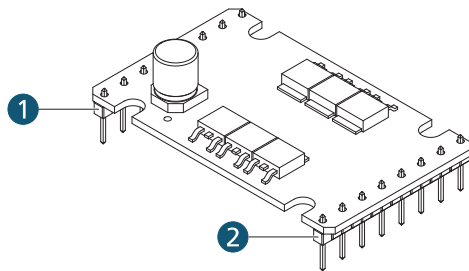
Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min ⁻¹) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6339	BL + Hallensoren (digital, 4-polig)	400...50 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6340	BL + Hallensoren (digital, 14-polig)	400...14 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
3531	DC + Inkrementalencoder ^{c)}	100...30 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC sensorlos
4475	BL + Hallensoren (digital) + Encoder ^{d)}	100...30 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL + Digital Hall + Enable ▪ DC + Inkrementalencoder
4476	BL + Hallensoren (digital) + Brake/Enable ^{b) e)}	500...100 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL Digital Hall + Inkrementalencoder ▪ DC + Inkrementalencoder
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos
4289/ 4764	BL + Hallensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{e)}	50...60 000	5,0...28 / 0...28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos

- a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung. Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.
- b) Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter
- c) Voreingestellt auf 512 Impulse
- d) Voreingestellt auf 256 Impulse
- e) Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.

Produktbeschreibung

3.3.2.2 SC 2402 P

Speed Controller ohne Gehäuse (Platinenausführung) mit Stiftleisten auf Versorgungs- und Motorseite.



- 1 Stiftleiste Versorgungsseite
- 2 Stiftleiste Motorseite

Tab. 5: Produktvarianten der Serie SC 2402 P

Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min ⁻¹) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6339	BL + Hallensoren (digital, 4-polig)	400...50 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
6340	BL + Hallensoren (digital, 14-polig)	400...14 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC + Inkrementalencoder ▪ DC sensorlos
3531	DC + Inkrementalencoder ^{c)}	100...30 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL sensorlos (normal / high speed) ▪ DC sensorlos
4475	BL + Hallensoren (digital) + Encoder ^{d)}	100...30 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL + Digital Hall + Enable ▪ DC + Inkrementalencoder
4476	BL + Hallensoren (digital) + Brake/Enable ^{b) e)}	500...100 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL Digital Hall + Inkrementalencoder ▪ DC + Inkrementalencoder
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos
4289/ 4764	BL + Hallensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{e)}	50...60 000	5,0...24 / 0...24	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Absolutencoder (4096) ▪ DC sensorlos

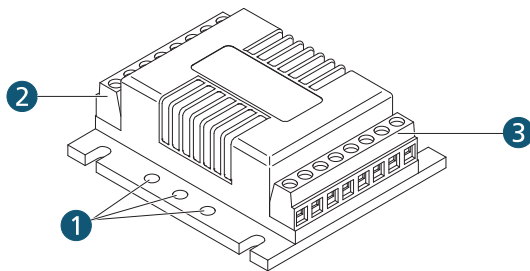
- a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung. Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.
- b) Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter
- c) Voreingestellt auf 512 Impulse
- d) Voreingestellt auf 256 Impulse
- e) Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.

Produktbeschreibung

3.3.3 Speed Controller für Motoren im höheren Leistungsbereich

3.3.3.1 SC 5008 S

Speed Controller mit Metallgehäuse und Schraubklemmen auf Versorgungs- und Motorseite.



- 1 Montagebohrungen
- 2 Schraubklemmleiste Versorgungsseite
- 3 Schraubklemmleiste Motorseite

Tab. 6: Produktvarianten der Serie SC 5008 S

Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min ⁻¹) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ DC + Inkrementalencoder
6339	BL + Hallensoren (digital, 4-polig)	400...50 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ DC + Inkrementalencoder
6340	BL + Hallensoren (digital, 14-polig)	400...14 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ DC + Inkrementalencoder
3531	DC + Inkrementalencoder ^{c)}	100...30 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital/analog)
4475	BL + Hallensoren (digital) + Encoder ^{d)}	100...30 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL Digital Hall + Enable ▪ DC + Inkrementalencoder
4476	BL + Hallensoren (digital) + Brake/Enable ^{b) e)}	500...100 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL Digital Hall + Inkrementalencoder ▪ DC + Inkrementalencoder
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Absolutencoder (4096)
4289/ 4764	BL + Hallensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{e)}	50...60 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ DC + Inkrementalencoder

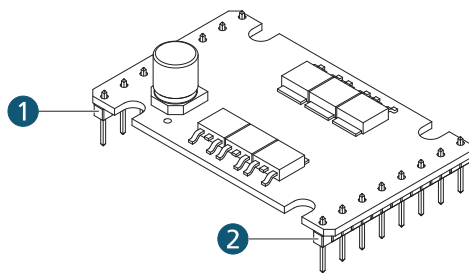
- a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung. Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.
- b) Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter
- c) Voreingestellt auf 512 Impulse
- d) Voreingestellt auf 256 Impulse
- e) Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.

i Der Controller muss zwingend mit dem Programmieradapter auf den Motor eingestellt werden.

Produktbeschreibung

3.3.3.2 SC 5004 P

Speed Controller ohne Gehäuse (Platinenausführung) mit Stiftleisten auf Versorgungs- und Motorseite.



- 1 Stiftleiste Versorgungsseite
- 2 Stiftleiste Motorseite

Tab. 7: Produktvarianten der Serie SC 5004 P

Variante	Konfiguration Standard	Drehzahlbereich (min ⁻¹) ^{a)}	Versorgungsspannung Elektronik/Motor (V DC)	Konfigurationen optional ^{b)}
3530	BL + Hallensoren (digital, 2-polig)	500...100 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ DC + Inkrementalencoder
6339	BL + Hallensoren (digital, 4-polig)	400...50 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ DC + Inkrementalencoder
6340	BL + Hallensoren (digital, 14-polig)	400...14 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (analog) ▪ DC + Inkrementalencoder
3531	DC + Inkrementalencoder ^{c)}	100...30 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital/analog)
4475	BL + Hallensoren (digital) + Encoder ^{d)}	100...30 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL Digital Hall + Enable ▪ DC + Inkrementalencoder
4476	BL + Hallensoren (digital) + Brake/Enable ^{b) e)}	500...100 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ BL Digital Hall + Inkrementalencoder ▪ DC + Inkrementalencoder
3980/ 4763	BL + AES Absolutencoder (4-polig/2-polig)	50...10 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Absolutencoder (4096)
4289/ 4764	BL + Hallensoren (analog, 2-polig/4-polig) ^{e)}	50...60 000	6,0...50 / 0...50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BL + Hallensoren (digital) ▪ DC + Inkrementalencoder

- a) Der Drehzahlbereich ist abhängig von der maximalen Motorbetriebsspannung. Zur Erreichung der maximalen Drehzahl muss der Controller ggf. umprogrammiert werden.
- b) Umkonfigurierung mit Motion Manager und Programmieradapter
- c) Voreingestellt auf 512 Impulse
- d) Voreingestellt auf 256 Impulse
- e) Die maximale Drehzahl bezieht sich auf 2-polige Motoren. Für Motoren mit mehr Polen reduziert sich die maximale Drehzahl entsprechend.

i Der Controller muss zwingend mit dem Programmieradapter auf den Motor eingestellt werden.

4 Installation

Nur ausgebildete Fachkräfte und unterwiesene Personen mit Kenntnissen auf folgenden Gebieten dürfen den Motion Controller einbauen und in Betrieb nehmen:

- Automatisierungstechnik
- Normen und Vorschriften (z. B. EMV-Richtlinie)
- Niederspannungsrichtlinie
- Maschinenrichtlinie
- VDE-Vorschriften (DIN VDE 0100)
- Unfallverhütungsvorschriften

Vor einer Inbetriebnahme muss diese Beschreibung sorgfältig gelesen und beachtet werden.

Beachten Sie außerdem die ergänzenden Anweisungen zur Installation (siehe Kap. 2.3, S. 12).

4.1 Montage

4.1.1 Montagehinweise

VORSICHT

Der Speed Controller kann sich im Betrieb stark erhitzen.

- ▶ Berührungsschutz bzw. Warnhinweis in unmittelbarer Nähe des Controllers anbringen.

HINWEIS

Durch unsachgemäße Montage oder einer Montage mit ungeeignetem Befestigungsmaterial kann der Speed Controller beschädigt werden.

- ▶ Montageanleitung einhalten.

HINWEIS

Bei Montage- und Anschlussarbeiten am Speed Controller bei angelegter Spannung kann das Gerät beschädigt werden.

- ▶ Vor allen Arten von Montage- und Anschlussarbeiten Speed Controller spannungsfrei schalten.

Installation

4.1.2 Speed Controller mit Gehäuse montieren

HINWEIS

Ausdrücken der Montagebuchsen.

Auf weichem oder unebenem Untergrund können beim Anschrauben des Speed Controllers die Montagebuchsen herausgedrückt werden.

- ▶ Ebenen und harten Untergrund wählen, der die Montagebuchsen gegen die Anschraubkräfte abstützt.

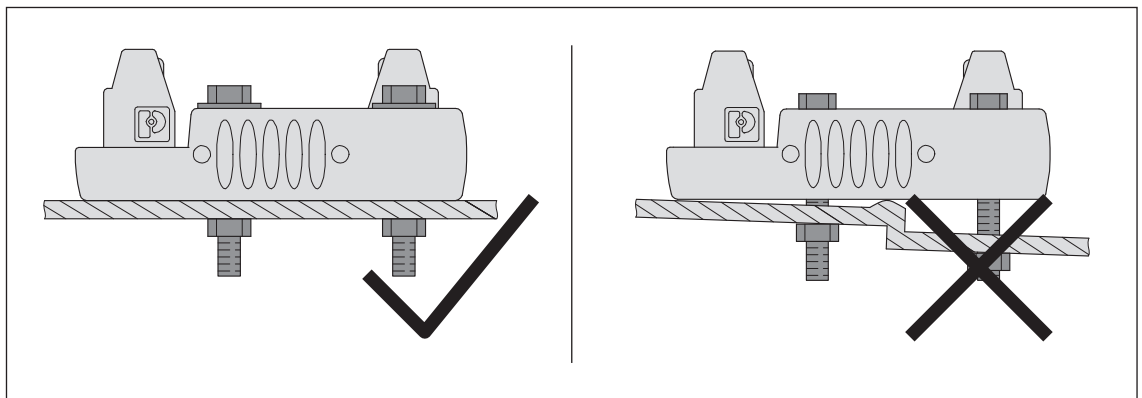


Abb. 3: Montage (Beispiel)

1. Speed Controller an den Montagebuchsen bzw. Montagebohrungen mit Befestigungsschrauben auf ebener und harter Fläche befestigen (Drehmoment siehe Tab. 8).
2. Befestigungsschrauben gegen thermischen Versatz sichern.

Tab. 8: Befestigungsvorgabe

Speed Controller	Min. Anzugsmoment (Ncm)	Max. Anzugsmoment (Ncm)
SC 1801 S/F	12	15
SC 2804 S	50	60
SC 5008 S	50	60

Installation

4.2 Elektrischer Anschluss

4.2.1 Hinweise zum elektrischen Anschluss

HINWEIS

Elektrostatische Entladungen auf die Anschlüsse des Speed Controllers können elektronische Bauteile beschädigen

- ▶ ESD-Schutzmaßnahmen beachten.

HINWEIS

Durch falsches Anschließen der Adern können elektronische Bauteile beschädigt werden.

- ▶ Verdrahtung gemäß der Anschlussbelegung durchführen.

HINWEIS

Zu starke Krafteinwirkung kann das motorseitige Flexboard beschädigen (nur SC 1801 F).

- ▶ Flexboard nicht mit Gewalt in den Steckverbinder drücken.
- ▶ Ggf. ein geeignetes Werkzeug (Pinzette, Flachzange) verwenden.
- ▶ Flexboard nicht quetschen.

HINWEIS

Ein kurzzeitiger Anstieg der Spannung im Bremsbetrieb kann die Spannungsversorgung oder andere angeschlossene Geräte beschädigen.

- ▶ Netzgeräte und eventuelle weitere Peripheriekomponenten entsprechend auslegen.
- ▶ Bei Anwendungen mit hoher Lasttragfähigkeit kann der Einsatz des FAULHABER Bremschoppers der Serie BC 5004 zur Begrenzung von Überspannungen und damit zum Schutz der Spannungsversorgung eingesetzt werden. Detaillierte Informationen siehe Datenblatt des Bremschoppers.

Installation

4.2.2 Speed Controller elektrisch anschließen

4.2.2.1 EMV-gerechte Installation

HINWEIS

Bei zu großer Länge der Anschlussleitungen kann es zu Signalstörungen kommen.

- ▶ Leitungslänge von 3 m auf der Versorgungsseite nicht überschreiten.
- ▶ Die hier und in Kap. 4.3, S. 35 beschriebenen EMV-Schutzmaßnahmen beachten.

4.2.2.2 EMV-Schutzmaßnahmen

Die Geräte sind nur für den Einsatz im Industriebereich vorgesehen. Wenn die Geräte im Wohnbereich, im Geschäftsbereich, im Gewerbebereich oder in einem Kleinbetrieb verwendet werden, muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden, dass die Störaussendung unterhalb des zulässigen Grenzwerts liegt.

Tab. 9 zeigt, welche zusätzlichen EMV-Maßnahmen umgesetzt werden können, um das Verhalten des Betriebsmittels in der bestimmungsgemäßen Umgebung hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit zu optimieren.

Tab. 9: EMV-Maßnahmen

Motion Controller	Einsatzumgebung	Störungstyp	Maßnahme
SC 1801	Industriebereich	Störaussendung	EMV-Schutzbeschaltung 1 + 2
SC 2804 / SC 5008	Industriebereich	Störaussendung	EMV-Filter
SC 2804 / SC 5008	Industriebereich	Störfestigkeit	EMV-Schutzbeschaltung 3

EMV-Filter

- ▶ Elektronik- und Motorversorgungsleitungen direkt am Gerät mit jeweils zwei Windungen durch eine geeignete Ferrithülse (z. B. Würth Elektronik Nr.: 74270090) führen.
- ▶ Bei DC-Motoren mit Encoder die Signalleitungen auf beiden Anschlussseiten direkt am Gerät mit einer Windung durch je einen Star-TEC (z.B. Würth Elektronik Nr.: 74271132) ausführen.

EMV-Schutzbeschaltung 1 (SC 1801)

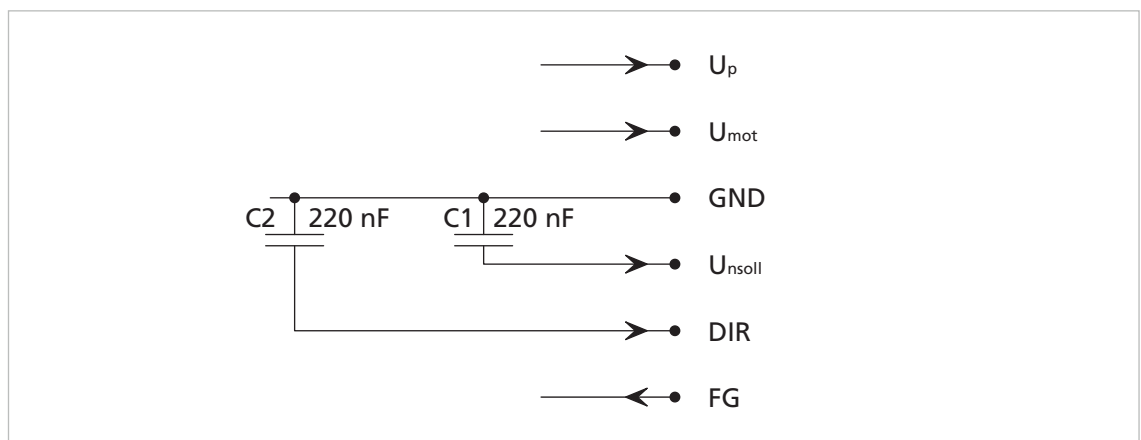


Abb. 4: EMV-Schutzbeschaltung mit Keramikkondensatoren

- ▶ Bei Verwendung eines Keramikkondensators (C1) im Betriebsmodus PWM_{nsoll}: Signalquelle mit geringem Innenwiderstand verwenden, um Störungen zu vermeiden.
- ▶ Für ein Firmware-Update mit der Motion Manager Software den Kondensator C2 entfernen.

Installation

EMV-Schutzbeschaltung 2 (SC 1801)

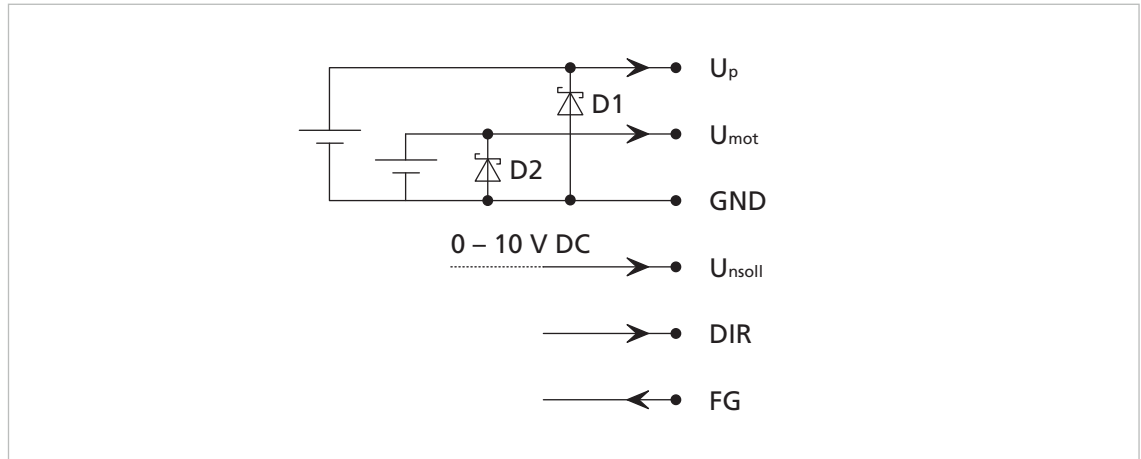


Abb. 5: EMV-Schutzbeschaltung für SC 1801 mit Suppressordioden

- ▶ Getrennte Suppressordioden (D1 und D2, z. B. P6KE18 von STMicroelectronics) für U_p und U_{mot} bei getrennten Versorgungsspannungen.
- ▶ Wenn nur eine Versorgungsspannung verwendet wird (Brücke zwischen U_p und U_{mot}), ist eine Suppressordiode (D1) ausreichend.

EMV-Schutzbeschaltung 3 (SC 2804 / SC 5008)

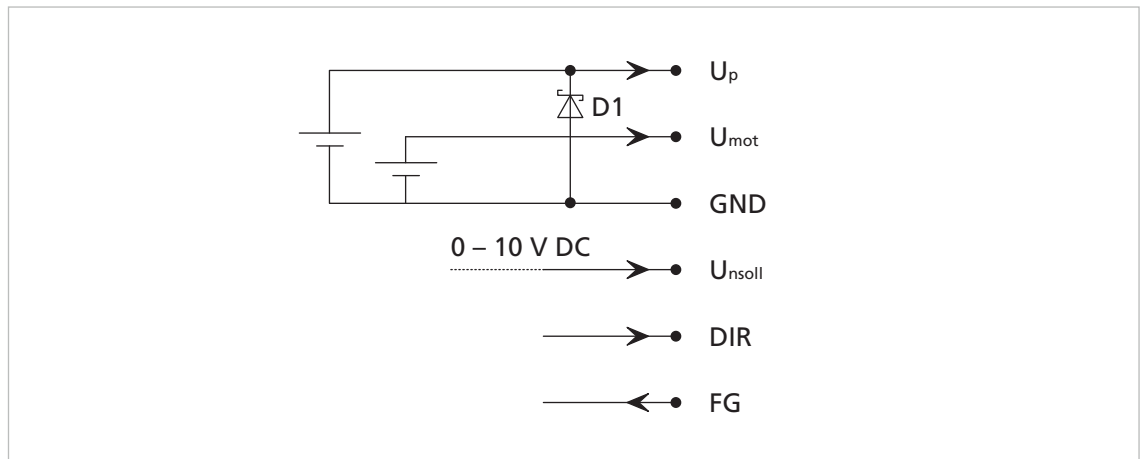


Abb. 6: EMV-Schutzbeschaltung für SC 2804 und SC 5008 mit Suppressordioden

- ▶ Die Suppressordiode D2 an U_{mot} ist im Controller integriert. Wenn nur eine Versorgungsspannung verwendet wird (Brücke zwischen U_p und U_{mot}), ist dies ausreichend.
- ▶ Wenn getrennte Versorgungsspannungen verwendet werden, wird eine zusätzliche externe Suppressordiode D1 an U_p empfohlen, z. B.:
 - $U_p = 24\text{ V}$: D1 = P6KE33A von STMicroelectronics
 - $U_p = 48\text{ V}$: D1 = P6KE56A von STMicroelectronics

Installation

4.2.2.3 Anschlussbelegung

HINWEIS

Durch falsches Anschließen der Adern kann die Elektronik zerstört werden.

- ▶ Motor gemäß Anschlussbelegung anschließen.

HINWEIS

Elektrostatiche Entladungen auf die Anschlüsse des Speed Controller können die Elektronik zerstören.

- ▶ ESD-Schutzmaßnahmen treffen.

Anschlussbelegung Versorgungsseite

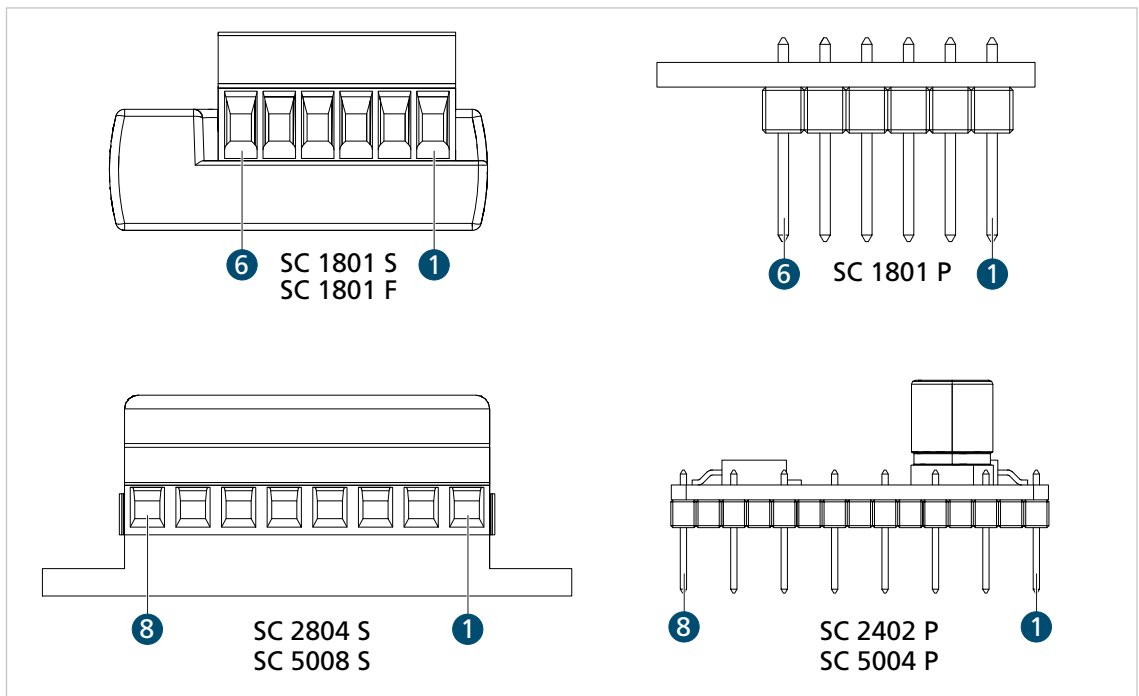


Abb. 7: Anschlüsse Versorgungsseite

Tab. 10: Anschlussbelegung Versorgungsseite

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1	U_p	Elektronikversorgung
2	U_{mot}	Versorgungsspannung des Motors
3	GND	Gemeinsame Masse
4	U_{nsoll}	Steuerspannung für die Soll Drehzahl (siehe Kap. 5.2, S. 57)
5	DIR	Schalteingang für die Drehrichtung des Motors
6	FG	Digitaler Ausgang mit Open Collector und integriertem Pull-Up-Widerstand Der digitale Ausgang kann für verschiedene Aufgaben konfiguriert werden (siehe Kap. 5.3, S. 60)
7	IO2	Encoder bzw. Enable (nur bei entsprechender Hardware, nicht SC 1801)
8	IO1	Encoder bzw. Brake (nur bei entsprechender Hardware, nicht SC 1801)

Installation

Tab. 11: Elektrische Daten - Versorgungsseite

Ader	Bezeichnung	Wert
1 (U_p)	Elektronikversorgung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SC 1801: 4...18 V DC ▪ SC 2402: 5...24 V DC ▪ SC 2804: 5...28 V DC ▪ SC 5004: 6...50 V DC ▪ SC 5008: 6...50 V DC
2 (U_{mot})	Spulenversorgung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SC 1801: 1,8...18 V DC ▪ SC 2402: 0...24 V DC ▪ SC 2804: 0...28 V DC ▪ SC 5004: 0...50 V DC ▪ SC 5008: 0...50 V DC
3 (GND)	Masse	–
4 (U_{nsoll}) Analoger Eingang	Eingangsspannung	$U_{in} = 0...10\text{ V}$ $U_{in} > 10\text{ V}...U_p \rightarrow$ Drehzahlsollwert nicht definiert
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 8,9\text{ k}\Omega$
	Drehzahlsollwert	Drehzahlsollwert pro 1 V siehe Tab. 20 $U_{in} < 0,15\text{ V} \rightarrow$ Motor stoppt $U_{in} > 0,3\text{ V} \rightarrow$ Motor läuft
5 (DIR) Digitaler Eingang	Drehrichtungseingang	An Masse oder $U < 0,5\text{ V}$: linksdrehend $U > 3\text{ V}$: rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	$R_{in} \geq 10\text{ k}\Omega$
6 (FG) Digitaler Ausgang	Frequenzausgang	Max. $U_p, I_{max} = 15\text{ mA}$ Open Collector mit Pull-Up-Widerstand: <ul style="list-style-type: none"> ▪ SC 1801, SC 2402, SC 2804: 22 kΩ ▪ SC 5004, SC 5008: 47 kΩ Impulse pro Umdrehung sind konfigurations- und gebersystem-abhängig (siehe Tab. 19)
7 (IO2) (nur für Option 4475)	Signalpegel TTL	Encoder Kanal B
7 (IO2) (nur für Option 4476) Digitaler Eingang	Signalpegel TTL	$U_{in} = 2,8\text{ V}...U_p$: high \rightarrow Motor aktiviert $U_{in} = 0...0,5\text{ V}$: low \rightarrow Motor deaktiviert
8 (IO1) (nur für Option 4475)	Signalpegel TTL	Encoder Kanal A
8 (IO1) (nur für Option 4476) Digitaler Eingang	Signalpegel TTL	$U_{in} = 2,8\text{ V}...U_p$: high \rightarrow Motor wird gebremst / steht $U_{in} = 0...0,5\text{ V}$: low \rightarrow Motor dreht

Installation

Anschlussbelegung Motorseite

Die maximale Leitungslänge zwischen Speed Controller und Motor hängt vom verwendeten Gebersystem und den elektrischen und magnetischen Feldern der Umgebung ab.

Tab. 12: Richtwerte für die Leitungslänge

Gebertyp	Länge ungeschirmt	Länge geschirmt ^{a)}
Digitale Hallensensoren	0,5 m	2–5 m
Analoge Hallensensoren	0,5 m	2–5 m
Inkrementalencoder	0,5 m	2–5 m
Absolutencoder	0,3 m	0,5 m

a) gilt für getrennt von den Motorphasen geschirmte Leitungen.

Größere Längen der Anschlussleitungen sind in der Regel möglich, müssen aber im Zielaufbau qualifiziert werden.

Die Optimierung des Verhaltens hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit setzt zusätzliche EMV-Maßnahmen voraus (siehe Kap. 4.2.2.2, S. 25).

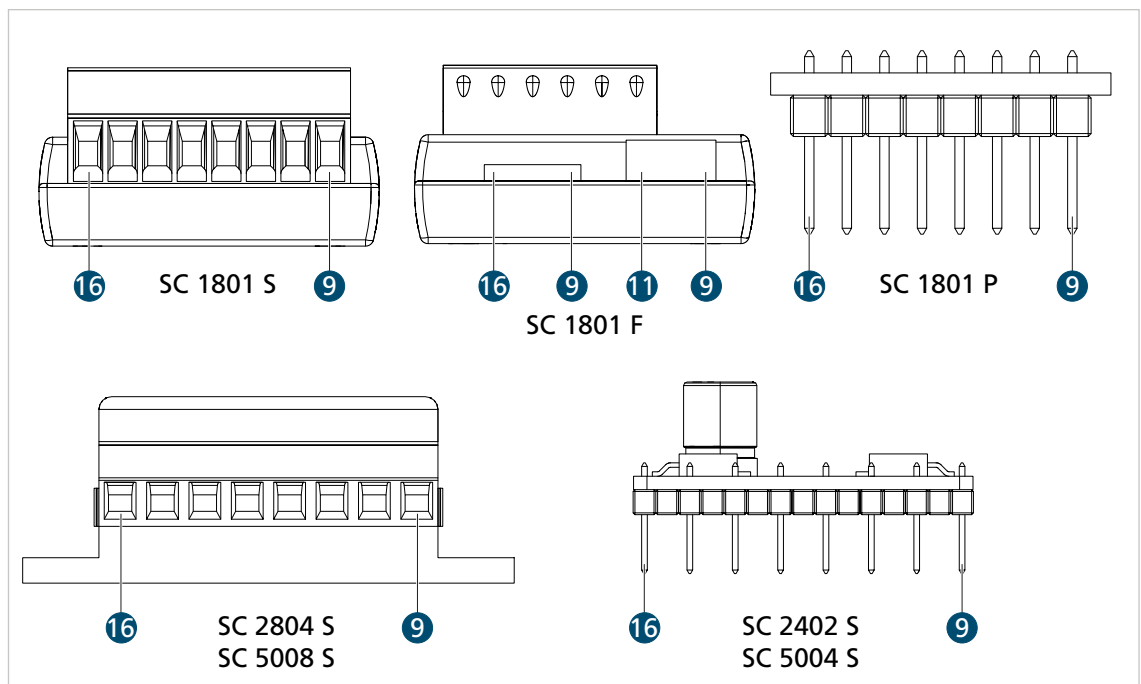


Abb. 8: Anschlüsse Motorseite

Tab. 13: Anschlussbelegung Motorseite

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
9	Mot C	Versorgungsspannung Motor C
10	Mot B	Versorgungsspannung Motor B
11	Mot A	Versorgungsspannung Motor A
12	SGND	Masseanschluss Signal
13	V _{CC}	Versorgungsspannung für externen Verbraucher
14	Sens C	Sensoreingang C
15	Sens B	Sensoreingang B
16	Sens A	Sensoreingang A

Installation

Tab. 14: Elektrische Daten - Motoranschluss

Pin	DC-Motoren	BL-Motoren
9 (Mot C)	nicht belegt	Phase C
10 (Mot B)	Mot -	Phase B
11 (Mot A)	Mot +	Phase A
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechtslauf bei gleichpoligem Anschluss ▪ Linkslauf bei gegenpoligem Anschluss 	

Tab. 15: Elektrische Daten - Versorgungsspannung für externen Verbraucher

Pin	Bezeichnung	SC 1801	SC 2402	SC 2804	SC 5004	SC 5008
13 (V _{CC})	Ausgangsspannung	5 V DC				
	Max. Ausgangsstrom	25 mA	20 mA	30 mA	100 mA	100 mA

Tab. 16: Elektrische Daten - Sensoreingänge

Pin	DC-Motoren	BL-Motoren mit Hallsensoren	BL-Motoren mit Absolutencoder
14 (Sens C)	Encoder Kanal B	Hallsensor C	CLK
15 (Sens B)	Encoder Kanal A	Hallsensor B	nicht belegt
16 (Sens A)	nicht belegt	Hallsensor A	DATA

Installation

4.2.3 Anschlussbeispiele

4.2.3.1 Anschlussbeispiele für die Versorgungsseite

HINWEIS

Beschädigung der Elektronik durch zu hohe Versorgungsspannung.

- ▶ Die minimale und maximale Versorgungsspannung beachten.

Regelbetrieb (Drehzahlsollwertvorgabe durch U_{nsoll})

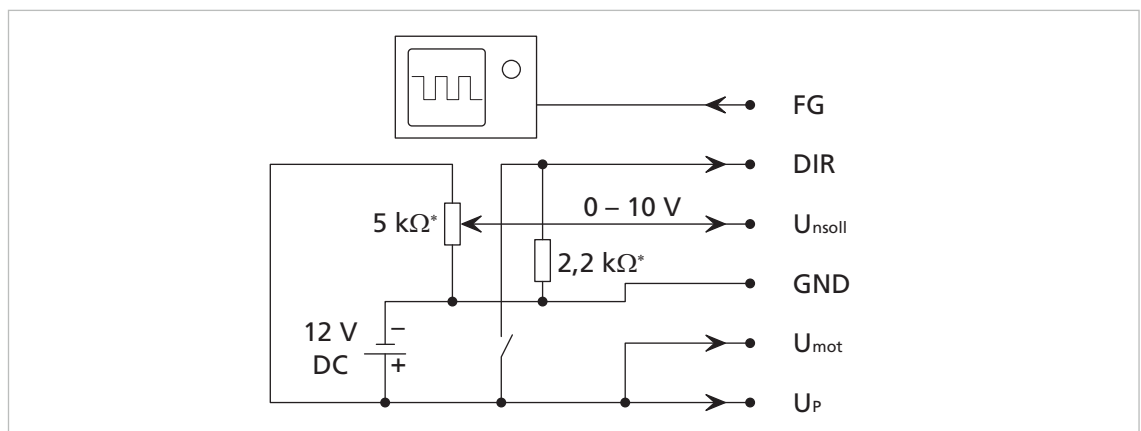


Abb. 9: Regelbetrieb (Drehzahlsollwertvorgabe durch U_{nsoll})

* Die angegebenen Widerstandswerte sind als Vorschläge zu verstehen

- Der angeschlossene Motor dreht bei offenem Schalter mit geregelter Drehzahl nach links, bei geschlossenem Schalter nach rechts.
- Die Drehzahl wird durch U_{nsoll} vorgegeben und ist abhängig von der eingestellten Maximaldrehzahl bei $U_{nsoll} = 10\text{ V}$.
- Wenn der digitale Ausgang als Frequenz Ausgang konfiguriert ist (siehe Kap. 5.3, S. 60), kann am digitalen Ausgang das Drehzahl signal gemessen werden.

Installation

Vollaussteuerung (Motordrehzahl wird durch U_{mot} bestimmt)

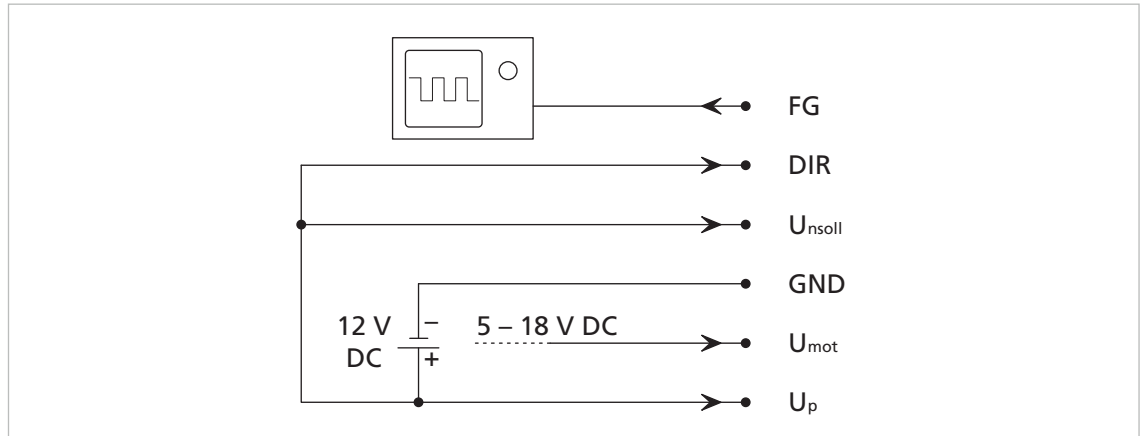


Abb. 10: Vollaussteuerung (Motordrehzahl wird durch U_{mot} bestimmt)

- Der angeschlossene Motor dreht mit lastabhängiger Drehzahl nach rechts.
- Die Drehzahl kann durch Verändern von U_{mot} angepasst werden.
- Wenn der digitale Ausgang als Frequenz Ausgang konfiguriert ist (siehe Kap. 5.3, S. 60), kann am digitalen Ausgang das Drehzahlsignal gemessen werden.

4.2.3.2 Anschlussbeispiele für die Motorseite

DC-Motor ohne Encoder (nicht SC 5004 und SC 5008)

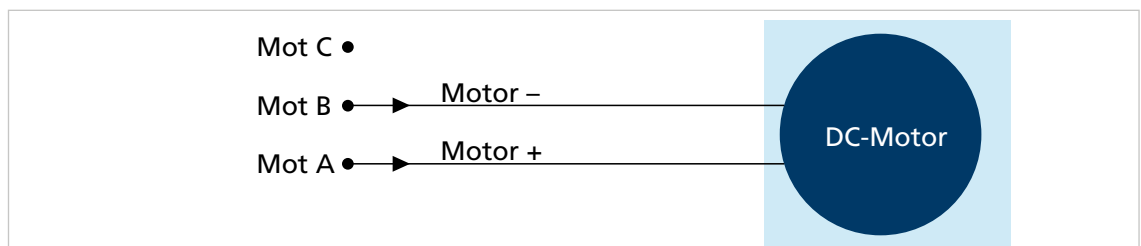


Abb. 11: DC-Motor ohne Encoder (nicht SC 5004 und SC 5008)

DC-Motor mit Encoder

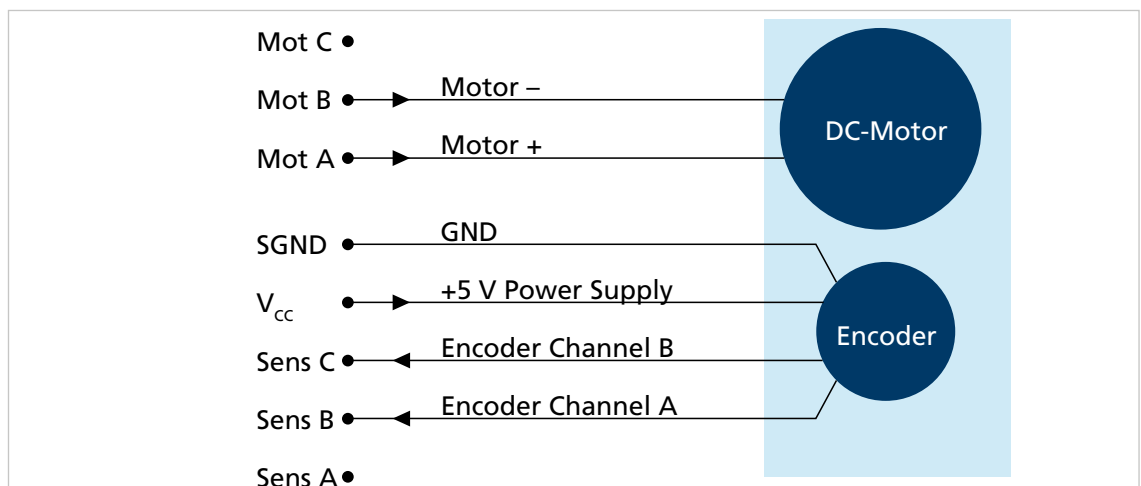


Abb. 12: DC-Motor mit Encoder

Installation

BL-Motor ohne Hallsensoren (nicht SC 5004 und SC 5008)

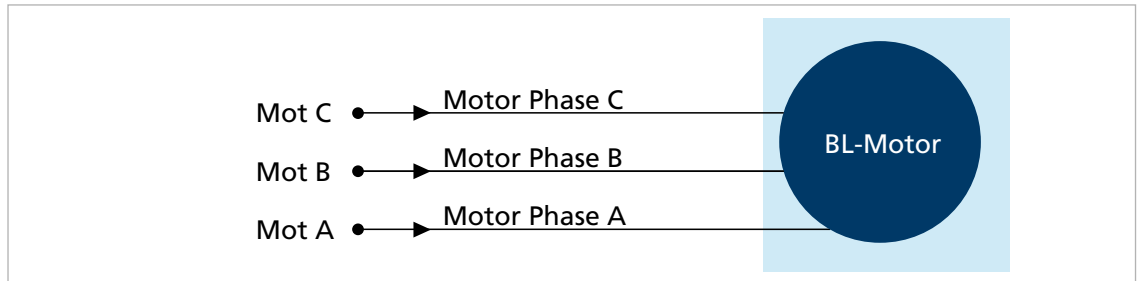


Abb. 13: BL-Motor ohne Hallsensoren (nicht SC 5004 und SC 5008)

BL-Motor mit digitalen/analogen Hallsensoren

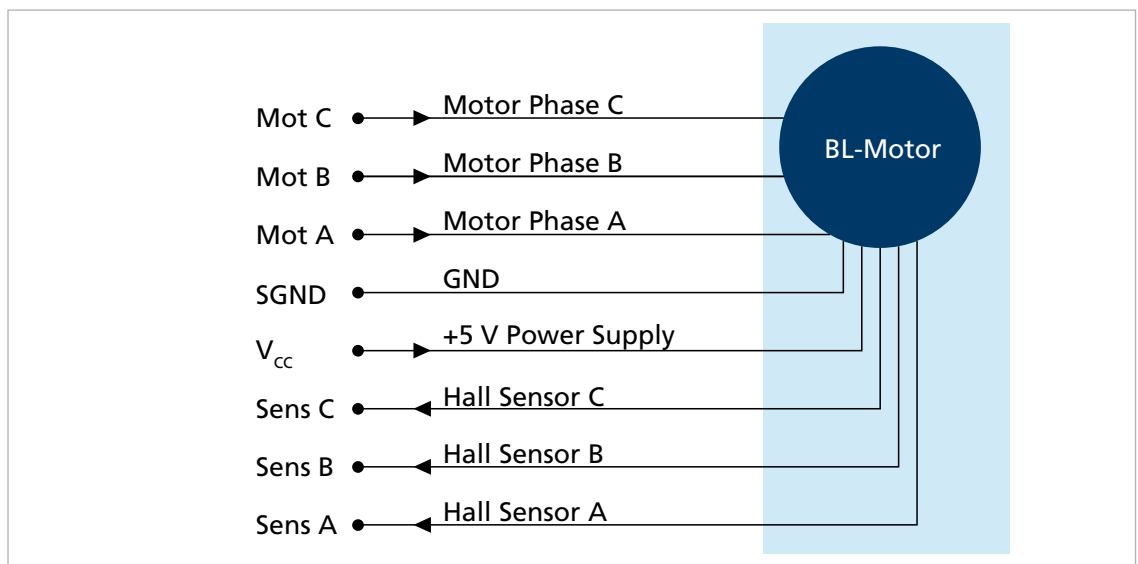


Abb. 14: BL-Motor mit Hallsensoren

BL-Motor mit Absolutencoder

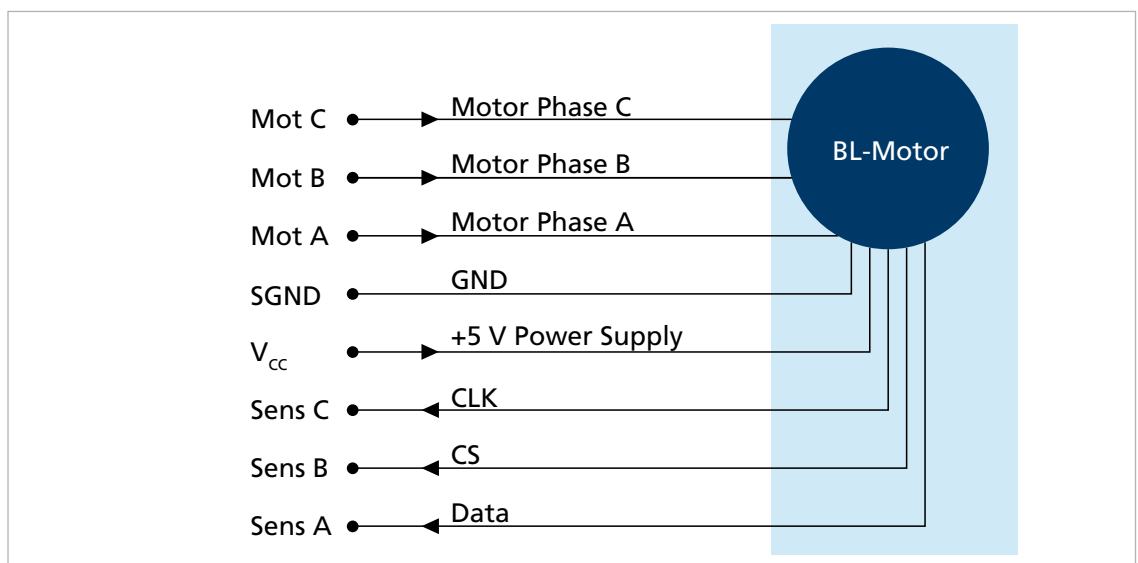


Abb. 15: BL-Motor mit Absolutencoder

Installation

BL-Motor mit digitalen Hallsensoren und Inkrementalencoder (nur Option 4475)

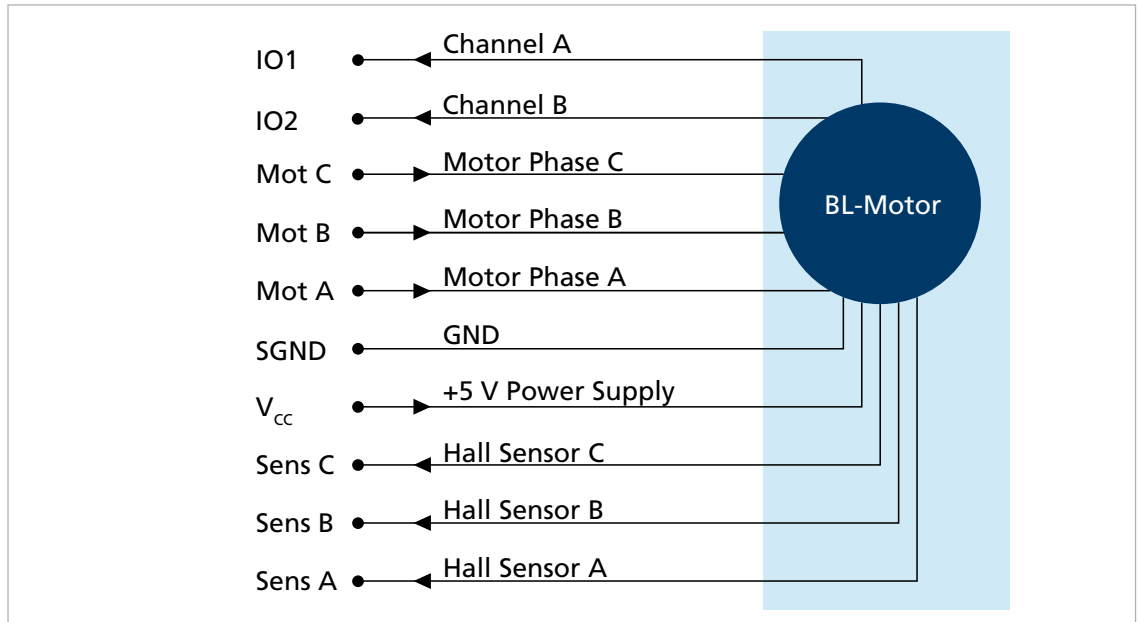


Abb. 16: BL-Motor mit digitalen Hallsensoren und Inkrementalencoder (nur Option 4475)

BL-Motor mit digitalen Hallsensoren und Brake/Enable (nur Option 4476)

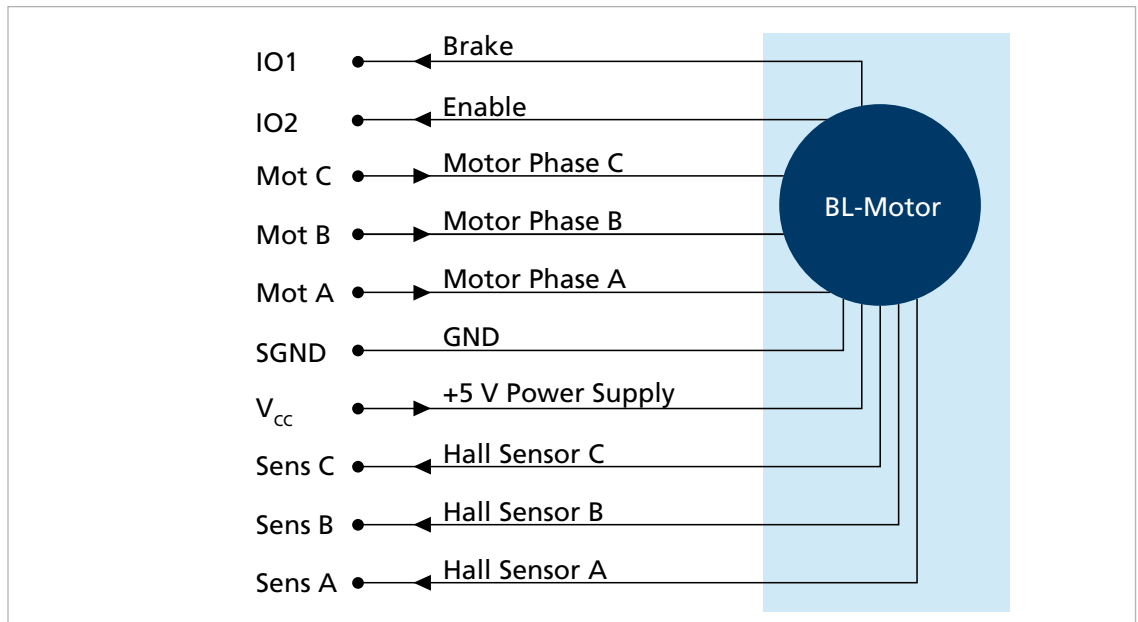


Abb. 17: BL-Motor mit digitalen Hallsensoren und Brake/Enable (nur Option 4476)

4.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- ▶ Befolgen Sie die Anweisungen in den folgenden Kapiteln, um eine EMV-gerechte Installation durchzuführen.

WARNUNG

Der Motion Controller kann hochfrequente Störungen verursachen, die die Funktionsweise von elektronischen Implantaten und anderen elektronischen Geräten beeinflussen können.

- ▶ Insbesondere bei der Verwendung in Wohnumgebungen geeignete Entstörmaßnahmen treffen.
- ▶ Hinweise für den EMV-gerechten Aufbau beachten.

HINWEIS

Steuerungen mit qualifizierten Grenzwerten nach EN 61800-3: Kategorie C2 können in Wohngebieten Funkstörungen verursachen.

- ▶ Für diese Steuerungen zusätzliche Maßnahmen zur Ausbreitungsbegrenzung von Funkstörungen ergreifen.

4.3.1 Funktionserdung

GEFAHR

Lebensgefahr durch Erdableitströme $\geq 3,5$ mA

- ▶ Erdung der Geräte auf ordnungsgemäße Installation prüfen.

Das Erdungssystem ist essenziell für die Störstromableitung und für eine möglichst gleichmäßige Potentialverteilung im System. Die effizientesten Systeme sind sternförmig oder maschenförmig. Eine sternförmige Anbindung ist einfacher umzusetzen.

- ▶ Auf einen ausreichenden Querschnitt und eine sehr gute elektrische Masseverbindung achten, damit die Übergangswiderstände nicht nur für niederfrequente Ströme niedrig sind.

Die Masseverbindung kann z. B. durch Entfernen der Oxidschichten von den Leiterenden mit einem Schmirgelpapier verbessert werden.

Für elektrische Sicherheit:

- ▶ Gemäß aktuellen Normen und Richtlinien erden.
- ▶ Getrennte Schutzleiter für alle erforderlichen Teile (z. B. Netzversorgung, Motor, Steuerung) verwenden.
- ▶ Erdungskabel so kurz wie möglich halten.

Für Funktionserdung:

- ▶ Einen möglichst engmaschigen Geflechschirm verwenden.
- ▶ Kontakte direkt auf die Massefläche bevorzugen.
Kontakte auf den Controller und dann auf die Massefläche vermeiden.
- ▶ Großflächige Anbindung bevorzugen.

Installation

4.3.2 Leitungsführung

⚠️ WARNUNG

Im Antriebssystem werden Spannungen >25 V AC erzeugt und weitergeleitet.

- ▶ Verdrahtung des Antriebssystems berührgeschützt aufbauen.
- ▶ Antriebssystem nur an einem SELV- bzw. PELV-Versorgungsnetz betreiben.

Die Leitungsführung hängt von diversen Faktoren ab, wie z. B.:

- Ist das Kabel geschirmt, verdrillt?
- Wurden störungsverringende Maßnahmen getroffen?
- Welches Material und welche Leitungsführung werden im Kabelschacht verwendet?
- Über welche Fläche wird das Kabel geführt?

Bei der Verlegung der Kabel folgendes beachten:

- ▶ Einen vollflächigen, u-förmigen und, wenn möglich, metallischen Kabelkanal verwenden.
- ▶ Die Kabel in der Nähe der Ecken des Kabelkanals verlegen.
- ▶ Die Kabel möglichst nach Funktion trennen.
- ▶ Abstände bei der Kabelverlegung einhalten.

Je nach Zone im Schaltschrank können die Abstände unterschiedlich sein.

- ▶ Wenn möglich, alle Kabel als Twisted-Pair bzw. in Funktionsgruppen verdrillt und geschirmt ausführen (z. B. Motorphasen zusammen, Hallsensoren und -Versorgung zusammen).

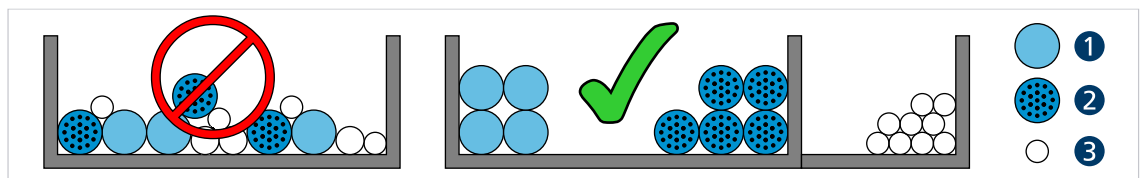


Abb. 18: Verlegung im Kabelkanal

- 1 Hochstromkabel
2 Digitalkabel

- 3 Sensorkabel

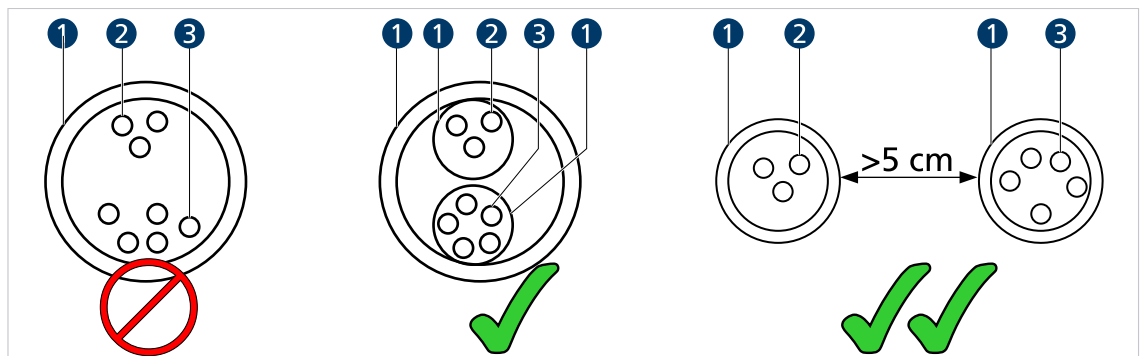


Abb. 19: Gruppierung und Schirmung der Kabel

- 1 Schirm
2 Motorphase

- 3 Hall-Sensor

Installation

4.3.3 Schirmung

- ▶ Kabel in jedem Fall schirmen.
Kabel mit Längen >3 m mit engmaschigem Kupfergeflecht schirmen.
- ▶ Alle Zuleitungen nach aktuellen Richtlinien/Normen (z. B. IPC-A-620B) schirmen und per (Rund-)Schirmklemme anschließen.
In Sonderfällen (z. B. mit Pigtail) bzw. nach Qualifizierung kann die Schirmung für folgende Leitungen weggelassen werden:
 - Leitungen mit Längen <50 cm
 - Leitungen mit geringen Versorgungsspannungen (z. B. <20 V)
 - Sensorleitungen
- ▶ Schirmklemmen an eine niederimpedante (<0,3 Ω) Masseschiene bzw. Massefläche anschließen.
Ein Anschluss an das Controllergehäuse sollte nur erfolgen, wenn keine Masseschiene verfügbar ist.
- ▶ Eine Sternpunkt-Masseverbindung herstellen.
- ▶ Die Motorphasen in einem Schirm, getrennt von den Sensor- oder Encodersignalen, führen und mindestens motorseitig auflegen (siehe 1 bzw. 2 in Abb. 20).

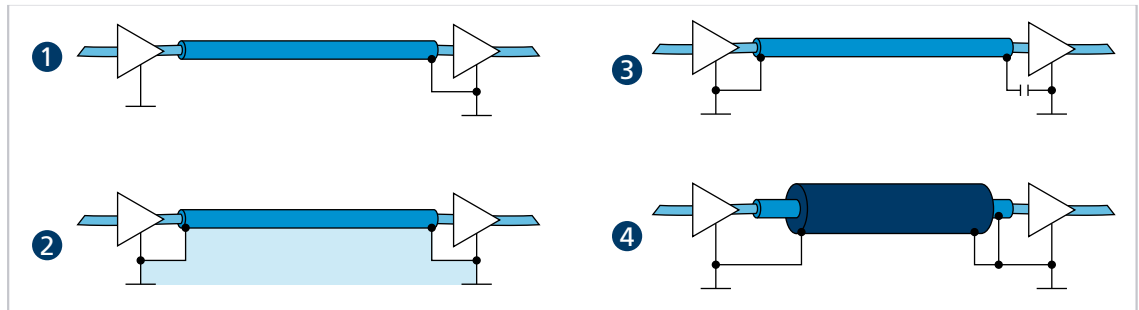


Abb. 20: Verschiedene Möglichkeiten der Schirmanbindung

- 1 *Unterdrückung von elektrischen Feldern*
- 2 *Magnetisches Wechselfeld*
- 3 *Unterbrechung der Erdschleife für Gleichströme bzw. niederfrequente Ströme*
- 4 *Ableitung von Störströmen auf dem Bezugspotential*

Optional können die Sensorsignale mit den Motorphasen in einem gemeinsamen Kabel/Isolationsschlauch unter Verwendung eines weiteren Außenschirmgeflechts geführt werden. Dieses Außenschirmgeflecht muss beidseitig aufgelegt werden (z. B. 4 in Abb. 20). Eine Lösung wie 2 in Abb. 20 ist für diese Konfiguration nicht in jedem Fall funktionsfähig. Falls dies durch Erdversatz nicht möglich ist, die HF-Verbindung über speziell geeignete Kondensatoren (z. B. Safety-Kondensatoren wie Y1/Y2/X1/X2, siehe 3 in Abb. 20) herstellen. Dabei den Schirm außer an Motoranschluss- und Controllerseite nicht mehrfach auflegen.

Installation

4.3.3.1 Schirmverbindung herstellen

Die besten Ergebnisse bei der Herstellung einer Schirmverbindung am Kabel erhält man auf folgende Weise:

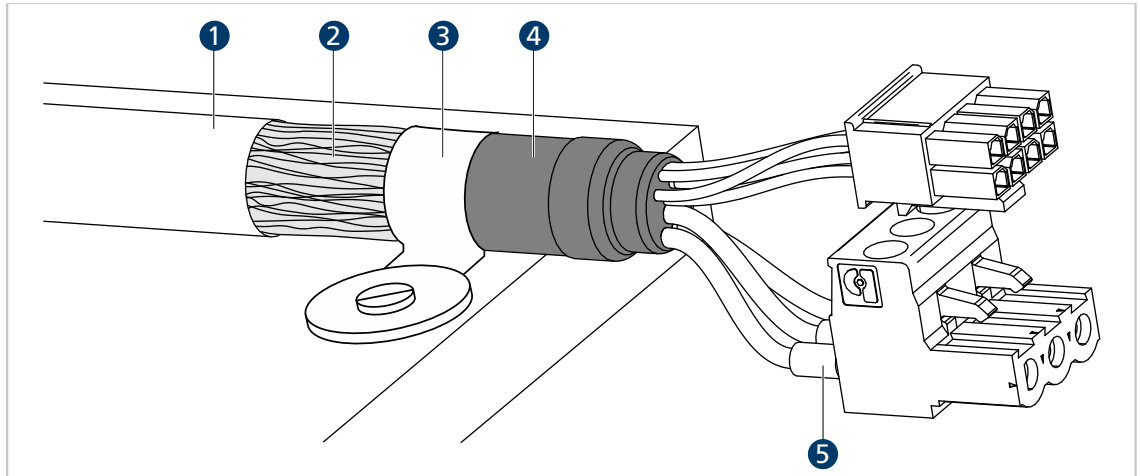


Abb. 21: Schirmverbindung Motorkabel

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Äußerer Kabelschirm | 4 Schrumpfschlauch |
| 2 Schirmgeflecht | 5 Krimp-Hülse |
| 3 Schirmklemme | |

1. Den äußeren Kabelschirm (1) ca. 50...100 mm entfernen. Darauf achten, dass keine der Fasern des Schirmgeflechts (2) zerstört wird.
2. Den Schirm entweder zurückschieben oder auf das Kabel umstülpen und mit einem Schrumpfschlauch (4) fixieren.
3. Die Kabelenden optional mit Krimp-Hülsen (5) versehen und an die Steckverbinder konfektionieren.
4. Den Schirm und das fixierte Ende des Schrumpfschlauchs mit Kabelbinder (3) befestigen.

Installation

4.3.3.2 Schirmverbindung mit Kabelschuh herstellen

Eine Schirmverbindung mit Kabelschuh sollte möglichst vermieden werden. Wenn doch notwendig, sollte die Verbindung wie folgt hergestellt werden.

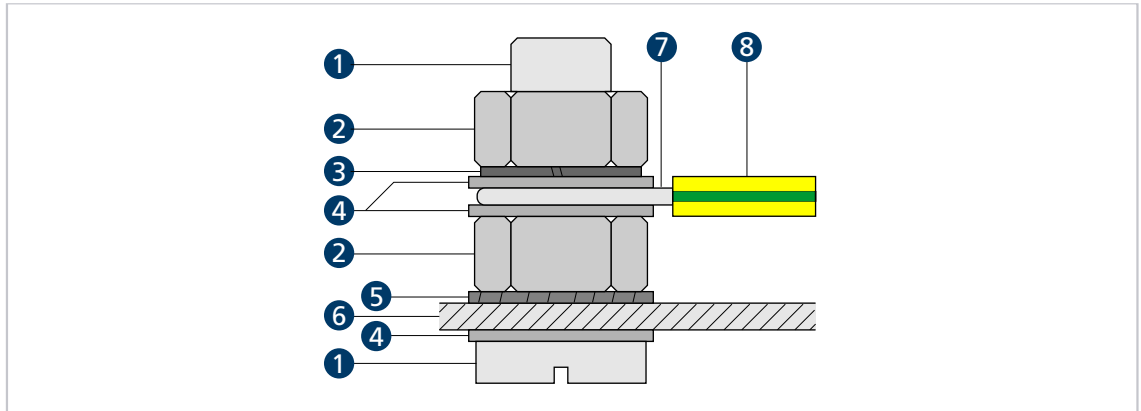


Abb. 22: Schirmverbindung mit Kabelschuh

1 Schraube	5 Zahnscheibe
2 Mutter	6 Wand
3 Federring	7 Leiteröse
4 Scheibe	8 Schutzleiter

1. Fläche rund um die Bohrung aufrauen, um die Oxidschicht so gut wie möglich zu entfernen.
2. Schraube mit Unterlegscheiben durch den Kabelschuh führen.
3. Zahnscheibe auf die Schraube aufbringen.
Je nach Schraubenlänge die Zahnscheibe auch auf die aufgeraute Fläche legen.
4. Schraube mit Mutter auf der Unterseite fixieren bzw. in das Gewinde einschrauben.

Installation

4.3.4 Sensor- und Encoder-Schnittstellen

Die bei FAULHABER verwendeten Sensorsysteme zur Winkelbestimmung sollten entsprechend ihres Nutzfrequenzbereichs unterteilt werden. Je nach Frequenzbereich eignen sich verschiedene Filtermaßnahmen.

- Analoge Hallsensoren (sehr niederfrequent)
- Digitale Hallsensoren und Quadraturchnittstellen
- Absolutencoder

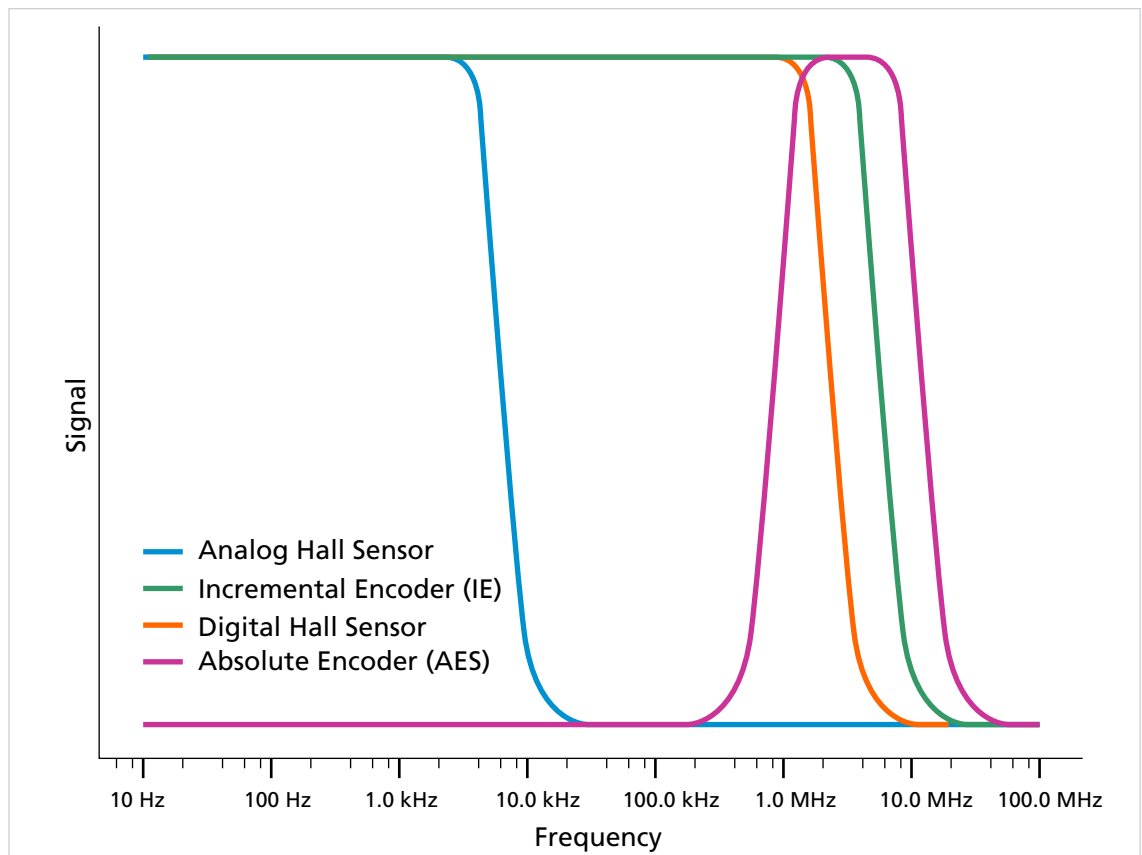


Abb. 23: Nutzfrequenzbereiche der Encoder

- ▶ Zur Bewertung der Störeinflüsse auf das Signal (Übertragungsqualität) die Signale messen.
- ▶ Darauf achten, dass keine parasitären Effekte gemessen werden. Hierbei das Referenzpotential richtig wählen und möglichst direkt am Controller messen.

Unabhängig von allen genannten Sensorsystemen gilt: Eine differentielle Signalübertragung mit Linedriver ist eine effektive Maßnahme, um die Störempfindlichkeit für größere Leitungslängen zu reduzieren.

Weitere Maßnahmen für die verschiedenen Sensorsysteme finden sich in den folgenden Abschnitten.

4.3.4.1 Analoge Sensorik und Analoge Hallsensoren

- ▶ Analoge Sensorleitungen möglichst schirmen und entfernt von (geschirmten) Motorleitungen führen.
- ▶ Schirm einseitig, möglichst auf Motorseite, auflegen.

Installation

4.3.4.2 Inkremental-Encoder / Digitale Hallsensoren / Digitale Sensorik

i Digitale Hallsensoren sind aufgrund der erhöhten Signalhysterese robuster als analoge Hallsensoren.

i Inkremental-Encoder sind robust durch eine Vier-Flanken-Auswertung im Controller.

4.3.5 Verwendung von Filtern

Die Filter sind in verschiedene Funktions- und Strombereiche unterteilt.

Filterarten:

- Eingangsseitige Filter: Filter auf Seite der Versorgungsspannung
- Motorseitige Filter: Filter, die zwischen Controller und Motor in die Motorphasen geschaltet werden

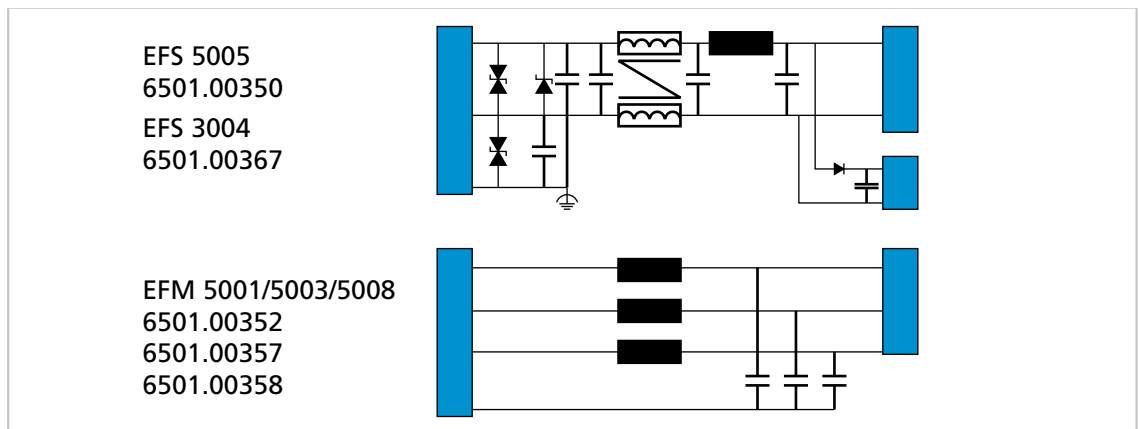


Abb. 24: Filterkategorien von FAULHABER

4.3.5.1 Eingangsseitige Filter

Diese Filter sind für Anwendungen, die entweder den Motorfilter nicht verwenden können (z. B. integrierte Controller) oder bei denen die Filterung durch die Motorfilter nicht ausreicht. Hier wird mit zwei Filtermaßnahmen gearbeitet:

- Maßnahme vergleichbar mit großen Kondensatoren (ca. $>100 \mu\text{F}$), so nah wie möglich an der Steuerung und möglichst Low-ESR-Kapazitäten
- Ableitung einer Gleichtaktstörung mit einer Gleichtaktdrossel, einem Tiefpass-Filter und Kondensatoren zwischen Funktionserde und Gleichspannungsversorgung

Installation

4.3.5.2 PWM-Filter (motorseitig)

Die PWM-Filter sind auf die maximale Motorversorgungsspannung mit einem Nominalwert von 50 V (+10%) ausgelegt und erlauben einen Nennmotorstrom von 1, 3 oder 8 Ampere. Bei DC-Motoren kann der Zuleitungseffektivwert verwendet werden. Der Spitzenstrom kann mit 3 s angenommen werden.

i Die Motorfilter sind nur für die PWM-Frequenz 100 kHz geeignet. Geringere PWM-Frequenzen müssen explizit getestet werden, da die Verlustleistung bei geringerer PWM-Frequenz ansteigt.

Alle PWM-Filter benötigen für die korrekte Filterwirkung eine 0V-Anbindung, die möglichst kurz mit der 0V-Spannung (GND) der Motorversorgung (Anschluss X5 der Versorgungsseite) verbunden werden sollte.

4.3.5.3 Isolationswiderstand

Die Filter von FAULHABER sind nicht für einen Isolationswiderstandstest vorgesehen. Die Ableitung der Gleichtaktstörung mit Kondensatoren verhindert ein sinnvolles Ergebnis bei einem Isolationstest.

4.3.5.4 Ferritring wickeln

Idealerweise werden Ferrite aus Mangan-Zink-Material verwendet, die im Bereich 1...10 MHz aktiv sind. Übliche Durchmesser liegen zwischen 25 und 35 mm, auf den jeweils zwei bis drei Windungen mit allen 3 Motorphasen gleichzeitig gewickelt werden.

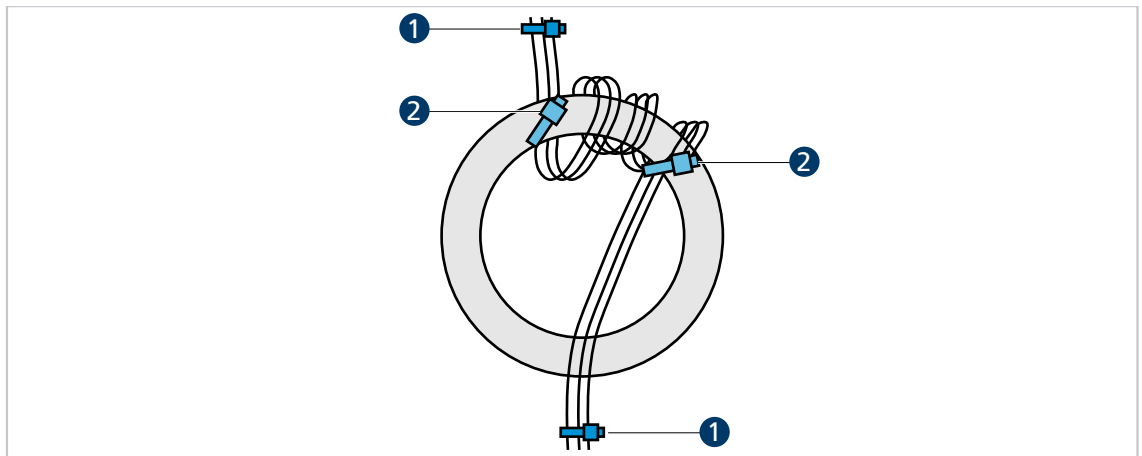



Abb. 25: Ferritring wickeln

1 Fixierung der Motorphasenleitungen 2 Fixierung am Ferritring (optional)

1. Motorphasenleitungen z. B. mit Kabelbinder (1) so fixieren, dass das motorseitige Ende der Leitung vom Anwender wegzeigt und das Steckerende des Kabels zum Anwender hinzeigt.
2. Alle drei Phasen gleichzeitig von unten durch den Ferritring führen.
3. Die durchgeführten Litzen im Uhrzeigersinn neben der ersten Durchführungsstelle wieder durch den Ring führen, sodass eine Windung entsteht.
4. Auf dieselbe Weise 2 weitere Windungen direkt neben der vorhandenen Windung wickeln.
 -  Im Ferritring befinden sich 9 Litzen.
5. Motorphasenleitungen erneut z. B. mit Kabelbinder (2) am Ferritring fixieren.

4.3.6 Fehlervermeidung und Fehlersuche

1. Kann das Problem eindeutig auf das FAULHABER-Antriebssystem zurückgeführt werden?
 - a) Endstufe aus- und einschalten.
Hier ist der Spannungssteller-Modus geeignet.
 - b) Controller-Versorgungsspannungen ausstecken oder Controller über ein eigens dafür verwendetes externes Netzteil betreiben.
 - c) Falls vorhanden, nicht benötigte Systemkomponenten ausschalten.
2. Sind die in Kap. 4.3.1, S. 35 dargestellten Maßnahmen durchgeführt und getestet worden?
 - a) Kann ein einheitliches Erdpotential z. B. durch von Verwendung von großen Kabelquerschnitten sichergestellt werden?
 - b) Ist die HF-Qualität der Verbindungen sichergestellt?
 - Verbindung durch Metall-auf-Metall-Verbindungselemente herstellen.
 - Anstrichstoffe oder andere isolierende Werkstoffe entfernen. Auf korrekte Schirmanbindung prüfen.
3. Sind die empfohlenen Kabel verwendet worden?
 - a) Motorleitungen im Zubehör-Katalog auswählen.
 - b) Motorleitungen geschirmt ausführen, da diese sonst als Antenne wirken.
Ungeschirmte Leitungen können Störungen in der Umgebung verursachen. Die Schirmung kann bei Unsicherheit doppelt ausgeführt werden, siehe FAULHABER Zubehör-Katalog und Kap. 4.3.3, S. 37.
4. Sind die Kontakte richtig verschraubt bzw. richtig zusammengesteckt?
5. Sind die Leitungen gemäß den Normen/Richtlinien (z. B. IPC-A-620B-2013) verlegt?
 - a) Sensorkabel und Encoder mindestens 10 cm von den Motorphasen entfernt führen.
 - b) Sensorkabel mindestens 10 cm von allen anderen Signalkabeln führen, die nicht auch Sensorkabel sind. Alternativ Absolut-Encoder und/oder Line Driver verwenden.
 - c) Leitungen von Starkstrom- und Netzkabeln fernhalten.
 - d) Kabel nur in einem Winkel von 90° kreuzen.
6. Ist die Verwendung von Filtern notwendig?
 - a) Bei schlechter Signalqualität oder bei zu erwartenden bzw. auftretenden Störungen Filter verwenden.
 - b) Produktauflistung in Kap. 4.3.5, S. 41 beachten.

Installation

Konformität-Messungen

Folgende Punkte müssen bei der Konformität-Messung beachtet werden:

Geleitete Störspannungsmessung	Abgestrahlte Störspannungsmessung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei der Kabelverlegung alle Schleifen entfernen. ▪ Kabel mäanderförmig verlegen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zuleitungen und Motorkabel möglichst über eine Massefläche führen.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Den Schirm des Motorkabels auf Motorseite und so knapp wie nur möglich auf Controllerseite auflegen. ▪ Den Schirm großflächig auflegen, möglichst mit Rundanbindung. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motorkabelschirm möglichst kurz anschließen ▪ Motorkabel so kurz wie möglich halten.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eingangsfiler verwenden. Bei der Auswahl auf den Unterschied der Filterdämpfung zwischen 50 Ω und realistischen Werten 1/100 Ω bzw. 100/1 Ω Messung achten. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motorfilter verwenden und möglichst kurz anbinden.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kabel möglichst mit Schirmklemmen oder mit Klebeband fixieren. 	

Funktionsbeschreibung

5 Funktionsbeschreibung

5.1 Betriebsarten

5.1.1 Drehzahl geregelter Betrieb der DC-Motoren

Der Drehzahl-Istwert für die Drehzahlregelung kann auf unterschiedliche Weise bestimmt werden. Die nachfolgend beschriebenen Konfigurationen unterscheiden sich in dieser Hinsicht.

Der digitale Ausgang ist fest als Fehlerausgang programmiert.

5.1.1.1 DC-Motoren mit Encoder

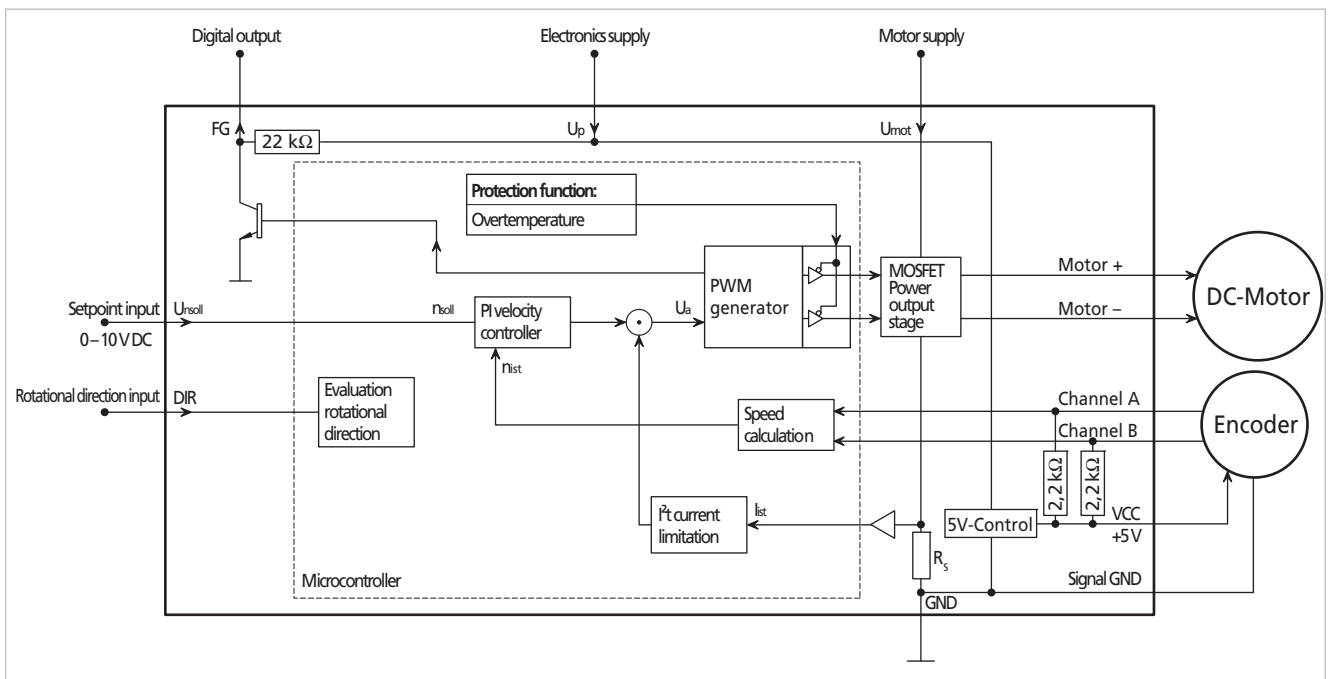


Abb. 26: Blockschaltbild eines DC-Motors mit Encoder

i Drehzahlen ab ca. 100 min^{-1} können stabil geregelt werden.

In dieser Konfiguration wird ein Inkrementalencoder als Drehzahl-Istwertgeber verwendet. Der Inkrementalencoder muss am Motor angebaut oder in ihm integriert sein. In dieser Konfiguration ist ein eingeschränkter 4-Quadrantenbetrieb möglich.

Drehzahlwert und Drehrichtung werden über verschiedene Signale bestimmt:

Bezeichnung	Erklärung
Drehzahl-Istwert	Ermittlung über die Quadratursignale des Inkrementalencoders. Zweiflankenauswertung ohne Drehrichtungserfassung.
Drehrichtung	Ermittlung über Drehrichtungseingang.

Funktionsbeschreibung

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Fehlerausgang (nicht änderbar)
Betriebsart	Drehzahl geregelt
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen. Bei Verwendung der Steuerung SC 5004 / SC 5008 wird unter Berücksichtigung des erlaubten Motorstroms ein schnellstmöglicher Bremsvorgang durchgeführt.

i Verursacht durch die Reglerabtastrate kann es im Bremsbetrieb zu einer Tonerzeugung kommen.

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixdrehzahlmodus ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drehzahl geregelt ▪ Spannungssteller
Drehzahlfilter	Aktivierbar/deaktivierbar Vor allem für Encoder mit geringer bis mittlerer Auflösung besteht die Möglichkeit, eine Filterung zu aktivieren. Dadurch werden eventuelle Geräusche verringert und die Reglerstabilität erhöht. Ob eine Filterung Vorteile für den Betrieb bringt hängt von der jeweiligen Anwendung ab.
Eingeschränkter 4-Quadrantenbetrieb für niedrige Drehzahlen	Drehzahlregelung bei Lastwechsel durch entgegengesetztes Anlegen der Spannung (Bremsbetrieb).

Funktionsbeschreibung

5.1.1.2 DC-Motoren ohne Encoder (nicht SC 5004 und SC 5008)

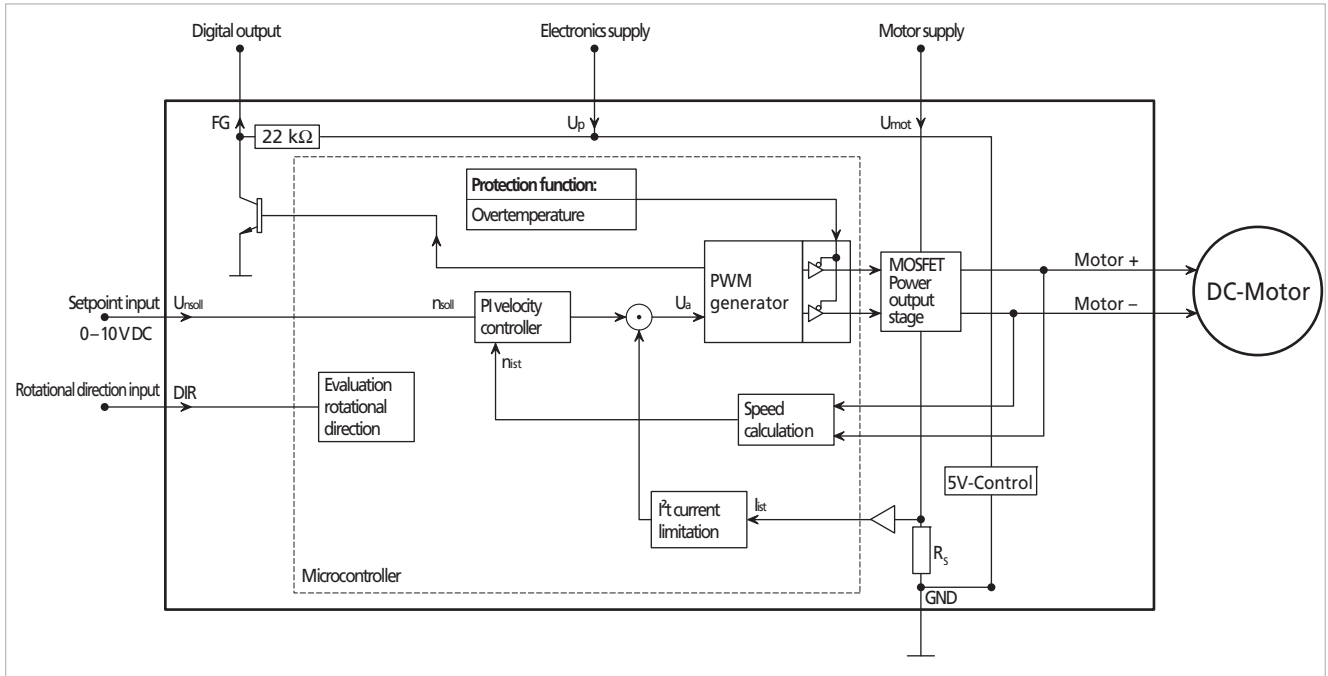


Abb. 27: Blockschaltbild eines DC-Motors ohne Encoder

i Drehzahlen ab ca. 100 min^{-1} können stabil geregelt werden.

Ein stabiler Betrieb hängt hauptsächlich von folgenden Faktoren ab und kann nicht generell vorhergesagt werden:

- Motortyp
- U_{mot} im Vergleich zur Nennspannung des Motors U_N
- Eigenschaften der durch die Anwendung verursachten Last
- Arbeitspunkt des Motors (geringe oder hohe Last für den jeweiligen Motor)

Die Eignung des Motors muss im Einzelfall durch geeignete Tests herausgefunden werden.

Der Drehzahl-Istwert wird über sensorlose Methoden ermittelt:

Bezeichnung	Erklärung
Gegen-EMK (rück-induzierte Spannung)	Bei geringer Last bzw. geringer Aussteuerung der Ausgangs-PWM wird die Gegen-EMK des Motors im ausgeschalteten Zustand der PWM ausgewertet. Dazu muss die Generator-Spannungskonstante k_E auf den angeschlossenen Motor eingestellt sein.
IxR-Kompensation	Methode zur Drehzahlbestimmung bei höherer Last bzw. höherer Aussteuerung. Dabei wird die Motordrehzahl über ein internes Motormodell ermittelt. Hierfür müssen die für den angeschlossenen Motor passende Generator-Spannungskonstante k_E und der Anschlusswiderstand R eingestellt sein.

Im Übergangsbereich von Gegen-EMK- zu IxR-Drehzahlbestimmung kann es zu Funktionsbeeinträchtigungen kommen. Die einwandfreie Funktion in allen vorhersehbaren Betriebszuständen muss vor dem endgültigen Einsatz geprüft werden.

Funktionsbeschreibung

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Fehlerausgang (nicht änderbar)
Betriebsart	Drehzahl geregelt
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> Fixdrehzahlmodus Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> Drehzahl geregelt Spannungssteller

5.1.2 Drehzahl geregelter Betrieb der BL-Motoren

Der Drehzahl-Istwert für die Drehzahlregelung kann über die zur Kommutierung verwendeten Signale bestimmt werden. Die nachfolgend beschriebenen Konfigurationen unterscheiden sich in der verwendeten Sensorik.

Der digitale Ausgang ist ab Werk als Frequenzausgang konfiguriert.

5.1.2.1 BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren

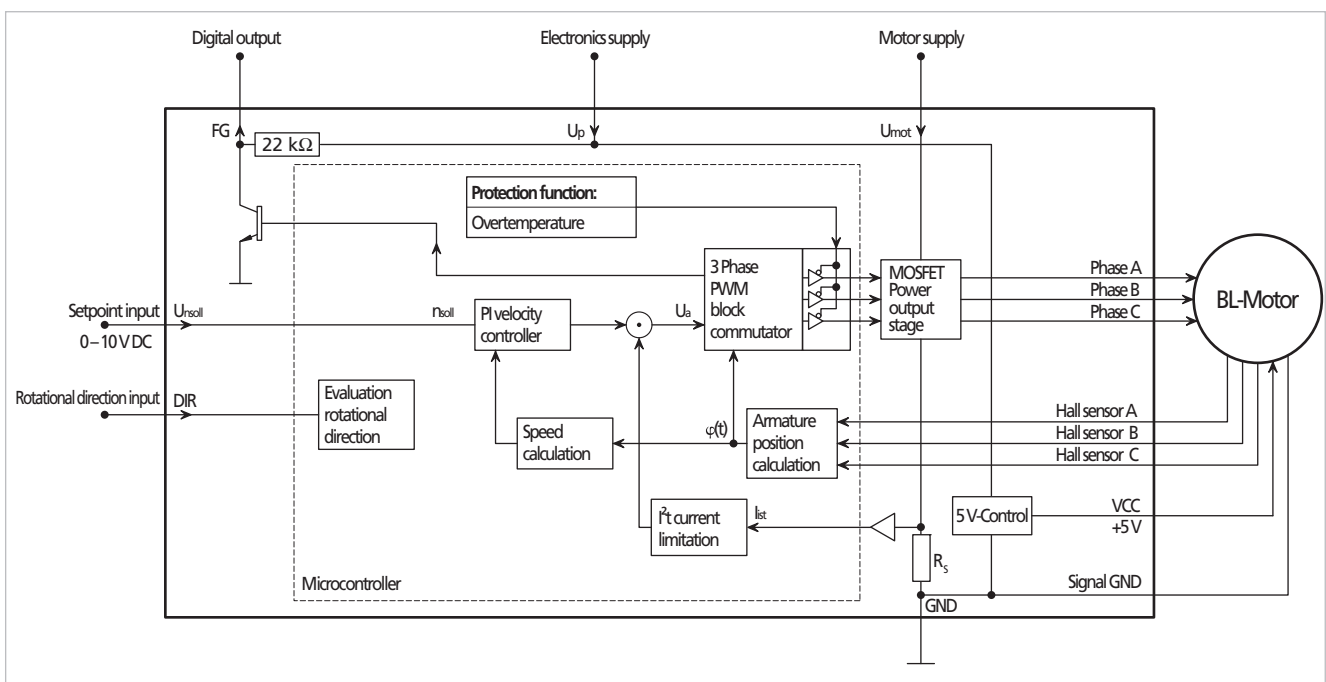


Abb. 28: Blockschaubild eines BL-Motors mit digitalen Hallensensoren

Funktionsbeschreibung

i Bedingt durch die Auflösung der digitalen Hallsensoren können Drehzahlen ab ca. 500 min^{-1} stabil geregelt werden. Bei 4-poligen und 14-poligen Motoren ist eine stabile Regelung ab ca. 400 min^{-1} möglich.

In dieser Konfiguration wird das Kommutierungssignal über die digitalen Hallsensoren ermittelt. Der Drehzahl-Istwert wird über den zeitlichen Abstand zwischen den Flanken der Hallsensorsignale bestimmt.

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang
Betriebsart	Drehzahl geregelt
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen. Bei Verwendung der Steuerung SC 5004 / SC 5008 wird unter Berücksichtigung des erlaubten Motorstroms ein schnellstmöglicher Bremsvorgang durchgeführt.

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> Fixdrehzahlmodus Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	<ul style="list-style-type: none"> Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte siehe Tab. 19. Fehlerausgang (siehe Kap. 5.3, S. 60).
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> Drehzahl geregelt Spannungssteller
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen. Bremsfunktion aktivierbar/deaktivierbar.
Drehzahlfilter	Aktivierbar/deaktivierbar

Funktionsbeschreibung

5.1.2.2 BL-Motoren mit analogen Hallensoren

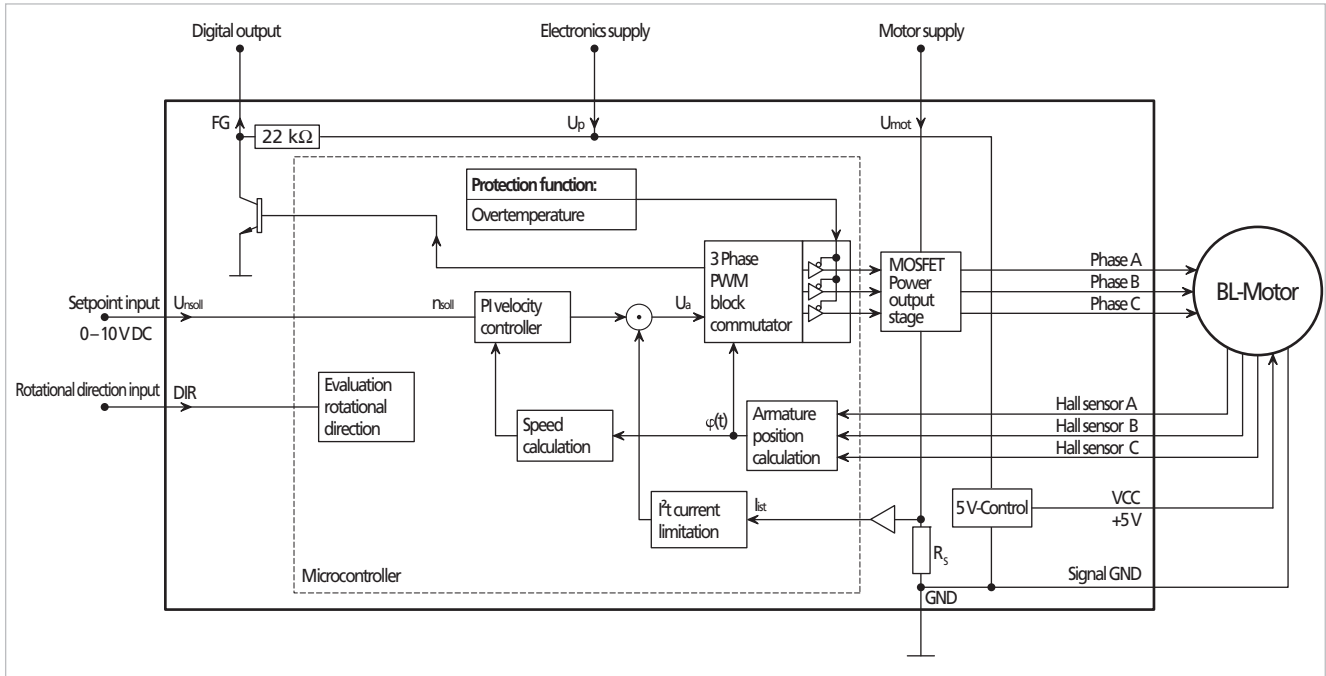


Abb. 29: Blockschaltbild eines BL-Motors mit analogen Hallensoren

i Bedingt durch die Auflösung der analogen Hallensoren können Drehzahlen ab ca. 50 min^{-1} stabil geregelt werden.

In dieser Konfiguration wird das Kommutierungssignal über die analogen Hallensoren ermittelt. Die Positionsinformationen der analogen Hallensoren werden zur Kommutierung des Motors und zur Drehzahlbestimmung verwendet. In dieser Konfiguration ist ein 4-Quadrantenbetrieb möglich.

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang
Betriebsart	Drehzahl geregelt
4-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Aktives Beschleunigen und Bremsen des Motors. Bremsfunktion aktivierbar/deaktivierbar.

Funktionsbeschreibung

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixdrehzahlmodus ▪ Drehzollsollwertvorgabe über analoges Signal ▪ Drehzollsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzollsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte siehe Tab. 19. ▪ Fehlerausgang (siehe Kap. 5.3, S. 60).
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drehzahl geregelt ▪ Spannungssteller
Drehzahlfilter	Aktivierbar/deaktivierbar

5.1.2.3 BL-Motoren ohne Hallensensoren (Sensorlosbetrieb, nicht SC 5004 und SC 5008)

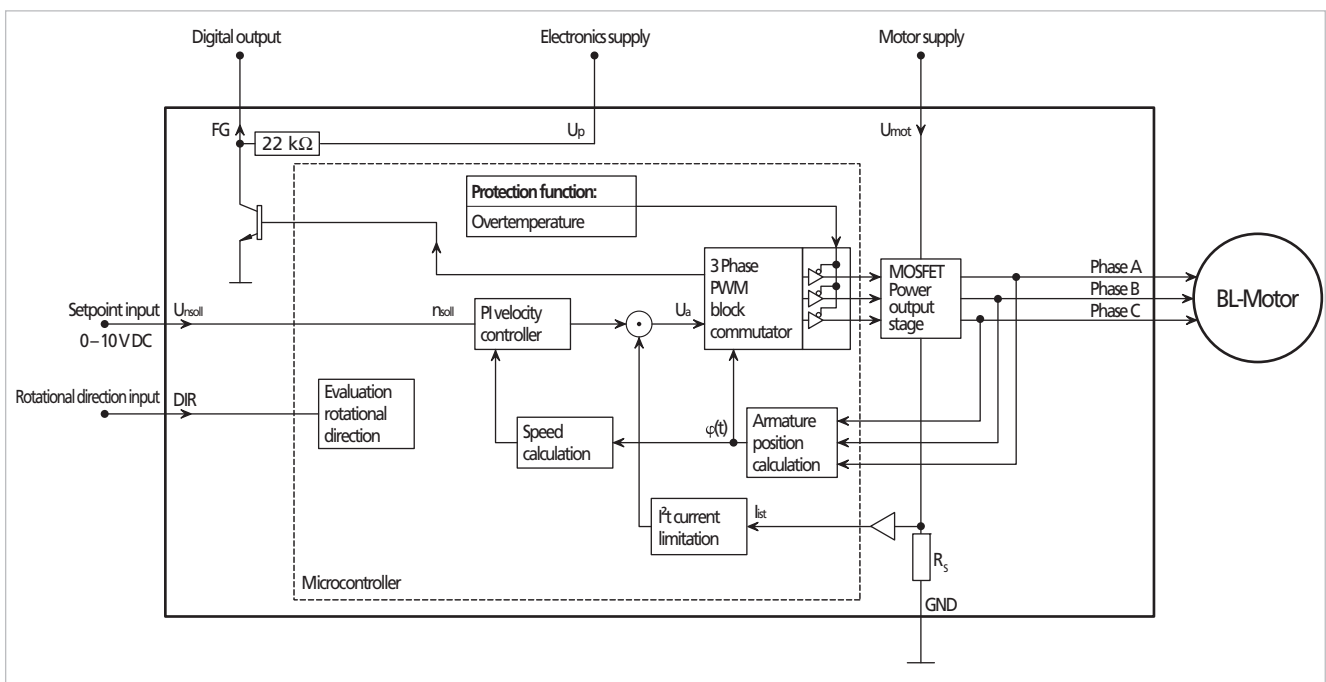


Abb. 30: Blockschaltbild eines BL-Motors ohne Hallensensoren

i Motorabhängig können in dieser Konfiguration Drehzahlen ab ca. 1000 min^{-1} stabil geregelt werden.

Bei BL-Motoren ohne Hallensensoren wird das Kommutierungssignal über die Gegen-EMK (rückinduzierte Spannung) generiert. Der Drehzahl-Istwert wird im Sensorlosbetrieb über den zeitlichen Abstand der Kommutierungsschaltpunkte ermittelt.

Funktionsbeschreibung

Durch den Sensorlosbetrieb ergeben sich Besonderheiten im Vergleich zum Betrieb mit Sensoren:

Bezeichnung	Erklärung
Motoranlauf	Für den Motoranlauf werden Algorithmen verwendet, die auch bei Stillstand, wenn die Position des Rotors nicht bekannt ist, den Motoranlauf ermöglichen. Hierdurch kann der Motor beim Anlauf kurz (weniger als eine halbe Umdrehung) in die falsche Richtung drehen. Die Motoranlaufzeit ist im Vergleich zum Betrieb mit Hallsensoren größer.
Betrieb bei geringer Last	Die Drehzahleinstellung erfolgt bei geringer Last und niedrigen Drehzahlwerten über die Vorgabe eines Drehfeldes. Durch Änderung der Drehzahlsollwertvorgabe oder durch Änderung der Last erfolgt in diesem Fall ein Übergang zwischen Drehfeldmodus und drehzahl-geregelten Betrieb. Um konstante Drehzahlen auch bei Belastungs-änderungen zu gewährleisten, sollte der Arbeitsbereich außerhalb dieses Übergangsbereiches liegen. Durch Verringerung der Motorver-sorgungsspannung kann üblicherweise ein passender Arbeitspunkt gefunden werden.

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang (nicht änderbar)
Betriebsart	Drehzahl geregelt
2-Quadrantenbetrieb	Keine aktive Bremsfunktion

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixdrehzahlmodus ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte siehe Tab. 19.
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drehzahl geregelt ▪ Spannungssteller

Funktionsbeschreibung

5.1.2.4 BL-Motoren mit Absolutencoder (AES-4096)

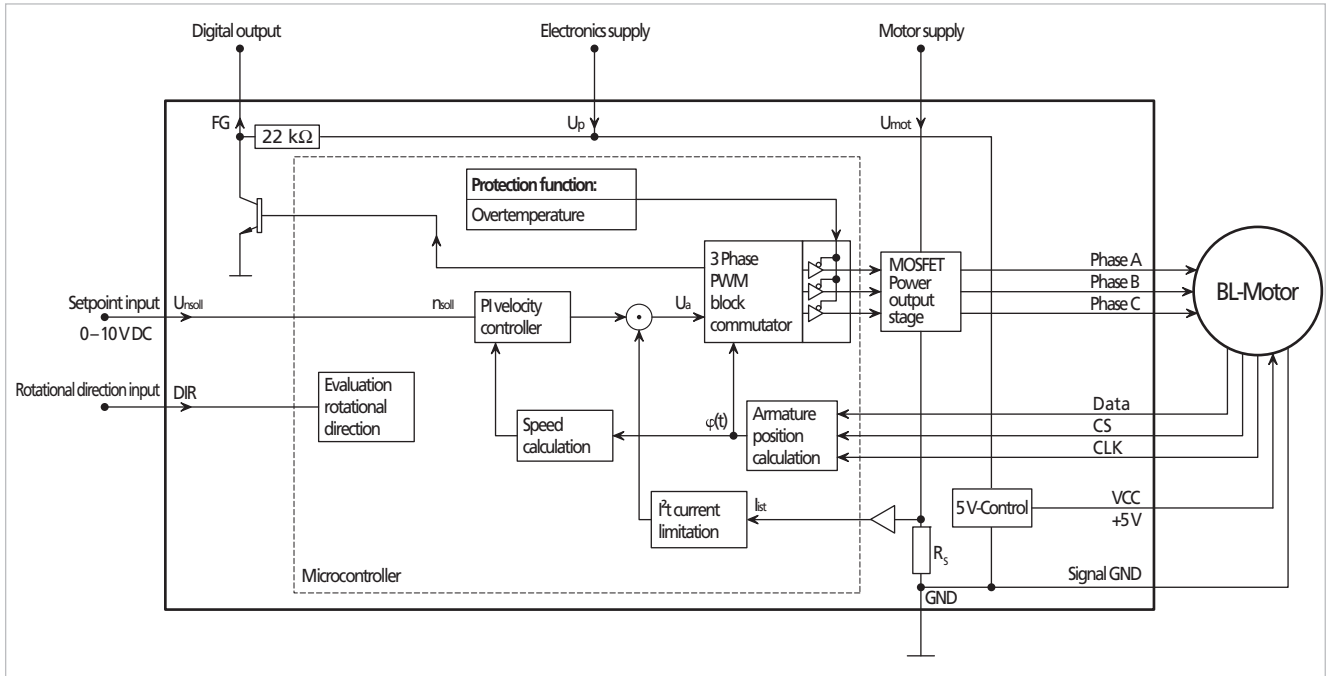


Abb. 31: Blockschaltbild eines BL-Motors mit Absolutencoder

i Bedingt durch die Auflösung des Absolutencoders können Drehzahlen ab ca. 50 min^{-1} (AES-4096) stabil geregelt werden.

In dieser Konfiguration wird das Kommutierungssignal über den Absolutencoder ermittelt. Die Positionsinformationen des Absolutencoders werden zur Kommutierung des Motors und zur Drehzahlbestimmung verwendet. In dieser Konfiguration ist ein 4-Quadrantenbetrieb möglich.

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang
Betriebsart	Drehzahl geregelt
Drehzahlfilter	Aktiv
4-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Aktives Beschleunigen und Bremsen des Motors. Bremsfunktion aktivierbar/deaktivierbar.

Funktionsbeschreibung

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fixdrehzahlmodus ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal ▪ Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte siehe Tab. 19. ▪ Fehlerausgang (siehe Kap. 5.3, S. 60).
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drehzahl geregelt ▪ Spannungssteller

5.1.2.5 BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren und Inkrementalencoder (Option 4475)

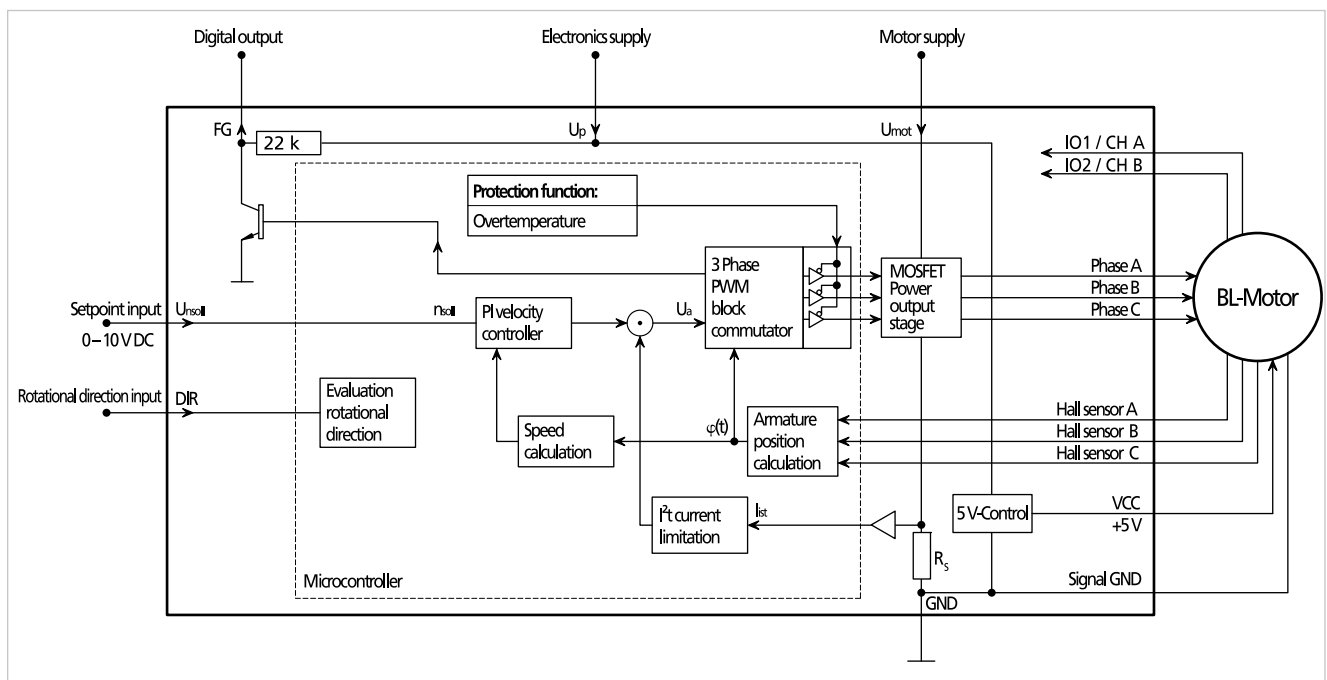



Abb. 32: Blockschaubild eines BL-Motors mit digitalen Hallensensoren und Inkrementalencoder

 Bedingt durch die Auflösung des Inkrementalencoders können Drehzahlen ab ca. 100 min^{-1} stabil geregelt werden.

Die Positionsinformationen der digitalen Hallensensoren werden zur Kommutierung des Motors und die Informationen des Inkrementalencoders werden zur Drehzahlbestimmung verwendet. In dieser Konfiguration ist ein 4-Quadrantenbetrieb möglich.

Funktionsbeschreibung

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang
Betriebsart	Drehzahl geregelt
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Aktives Beschleunigen und Bremsen des Motors. Bremsfunktion aktivierbar/deaktivierbar. Bei Verwendung der Steuerung SC 5004 / SC 5008 wird unter Berücksichtigung des erlaubten Motorstroms ein schnellstmöglicher Bremsvorgang durchgeführt.

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> Fixdrehzahlmodus Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	<ul style="list-style-type: none"> Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte siehe Tab. 19. Fehlerausgang (siehe Kap. 5.3, S. 60).
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> Drehzahl geregelt Spannungssteller
Drehzahlfilter	Filterung (Mittelung) des Drehzahlsignals aktivierbar/deaktivierbar.

5.1.2.6 BL-Motoren mit digitalen Hallensoren und Brake/Enable (Option 4476)

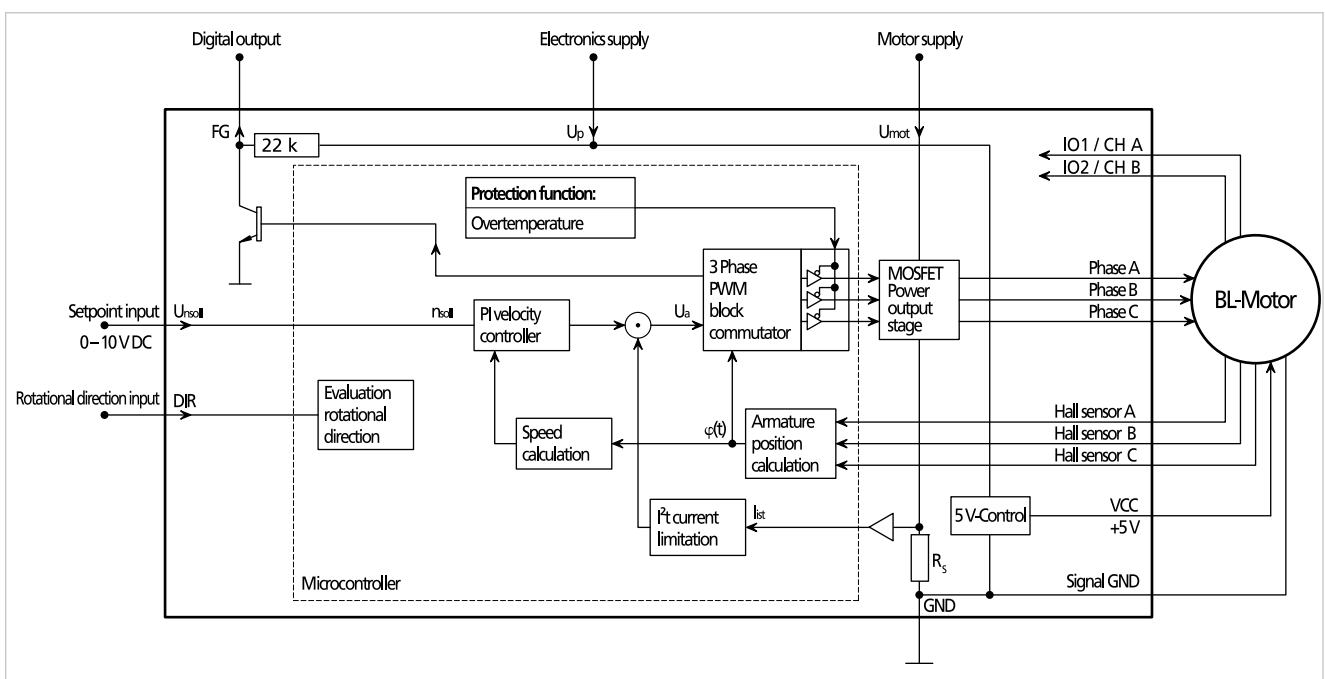


Abb. 33: Blockschaltbild eines BL-Motors mit digitalen Hallensoren und Brake/Enable

Funktionsbeschreibung

- i** Bedingt durch die Auflösung der digitalen Hallsensoren können Drehzahlen ab ca. 500 min^{-1} stabil geregelt werden. Bei 4-poligen und 14-poligen Motoren ist eine stabile Regelung ab ca. 400 min^{-1} möglich.

In dieser Konfiguration wird das Kommutierungssignal über die digitalen Hallsensoren ermittelt. Der Drehzahl-Istwert wird über den zeitlichen Abstand zwischen den Flanken der Hallsensorsignale bestimmt.

IO1 und IO2 werden als Digitaleingänge genutzt:

- IO1: Bremsen bzw. Stillstand oder Drehen des Motors (high: bremsen, low: drehen)
- IO2: Aktivieren/Deaktivieren des Motors (high: aktiviert, low: deaktiviert)

Folgende Grundparameter sind in dieser Konfiguration voreingestellt:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Analog
Digitaler Ausgang	Frequenzausgang
Betriebsart	Drehzahl geregelt
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen. Bei Verwendung der Steuerung SC 5004 / SC 5008 wird unter Berücksichtigung des erlaubten Motorstroms ein schnellstmöglicher Bremsvorgang durchgeführt.

Folgende Einstellungen können vom Anwender durchgeführt werden:

Bezeichnung	Erklärung
Sollwertvorgabe	Folgende Sollwertvorgaben können eingestellt werden (siehe Kap. 5.2, S. 57): <ul style="list-style-type: none"> ■ Fixdrehzahlmodus ■ Drehzahlsollwertvorgabe über analoges Signal ■ Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsollwert-Eingang
Digitaler Ausgang	<ul style="list-style-type: none"> ■ Frequenzausgang: Die Impulsanzahl pro Umdrehung, die am Frequenzausgang ausgegeben wird, kann eingestellt werden. Mögliche Werte siehe Tab. 19. ■ Fehlerausgang (siehe Kap. 5.3, S. 60).
Betriebsart	<ul style="list-style-type: none"> ■ Drehzahl geregelt ■ Spannungssteller
2-Quadrantenbetrieb mit Bremsfunktion	Zur Drehzahlverringern wird der Motor kurzgeschlossen. Bremsfunktion aktivierbar/deaktivierbar.
Drehzahlfilter	Aktivierbar/deaktivierbar

Funktionsbeschreibung

5.1.3 Betrieb als Spannungssteller

Der Speed Controller kann als Spannungssteller konfiguriert werden. Die Motorspannung wird proportional zur Spannung am Drehzahlsollwert-Eingang U_{nsoll} ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt aktiv.

Im Spannungsstellerbetrieb ist es möglich einen übergeordneten Regler zu verwenden. Der Speed Controller dient dann als Leistungsverstärker. Bei BL-Motoren wird er zusätzlich zur Kommutierung verwendet.

5.2 Sollwertvorgabe

Folgende Einstellmöglichkeiten zur Sollwertvorgabe sind möglich:

- Fixdrehzahlvorgabe
- Analog-Sollwertvorgabe
- PWM-Sollwertvorgabe

5.2.1 Fixdrehzahlvorgabe

Im Fixdrehzahlmodus wird der Motor mit einer bestimmten Drehzahl betrieben. Dabei wird die einzustellende Solldrehzahl über einen Parameter fest vorgegeben (siehe Kap. 5.4, S. 61).

Folgende Einstellungen für den Drehzahlsollwert-Eingang U_{nsoll} sind möglich:

- Schnellstopp-Eingang (Low Pegel)
 - Motorstopp bei $U_{nsoll} < 0,15 \text{ V}$
 - Motorstopp bei offenem Anschluss
 - Motorstart bei $U_{nsoll} > 0,3 \text{ V}$ (0,5 V bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)
- Schnellstopp-Eingang invertiert (High Pegel)
 - Motorstart bei $U_{nsoll} < 2 \text{ V}$
 - Motor läuft bei offenem Anschluss
 - Motorstopp bei $U_{nsoll} > 2,4 \text{ V}$
- Keine Funktion
 - Motor läuft immer

Funktionsbeschreibung

5.2.2 Analog-Sollwertvorgabe

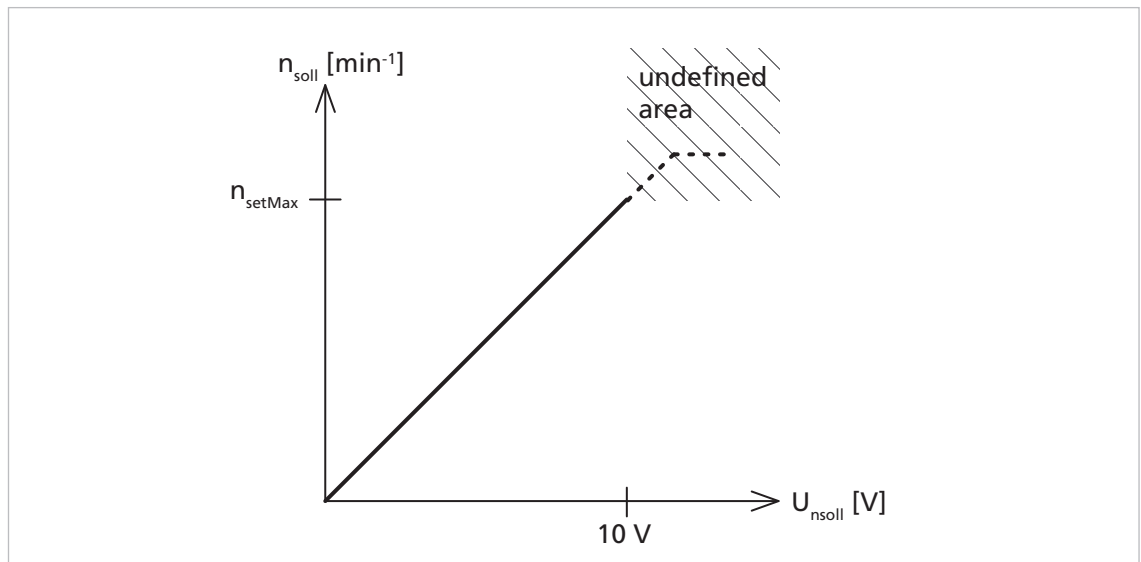


Abb. 34: Sollwertermittlung für den Drehzahlregler

- Der analoge Eingang kann Spannungen von 0 V – 10 V verarbeiten.
- Eine analoge Sollwertvorgabe von 10 V entspricht dem im Parameter n_{setMax} angegebenen Wert.
- Zwischen 0 V und 10 V erfolgt eine lineare Umrechnung:
 - Drehzahl geregelter Betrieb: $n_{\text{soll}} = n_{\text{setMax}} * (U_{\text{nsoll}} / 10 \text{ V})$
 - Spannungssteller: $U = U_{\text{mot}} * (U_{\text{nsoll}} / 10 \text{ V})$
- **i** Abhängig von Motortyp und angelegter Spannung kann der in n_{setMax} angegebene Sollwert nicht erreicht werden. In diesem Fall dreht der Motor bei der mit der gegebenen Spannung maximal erreichbaren Drehzahl.

Funktionsbeschreibung

5.2.3 PWM-Sollwertvorgabe

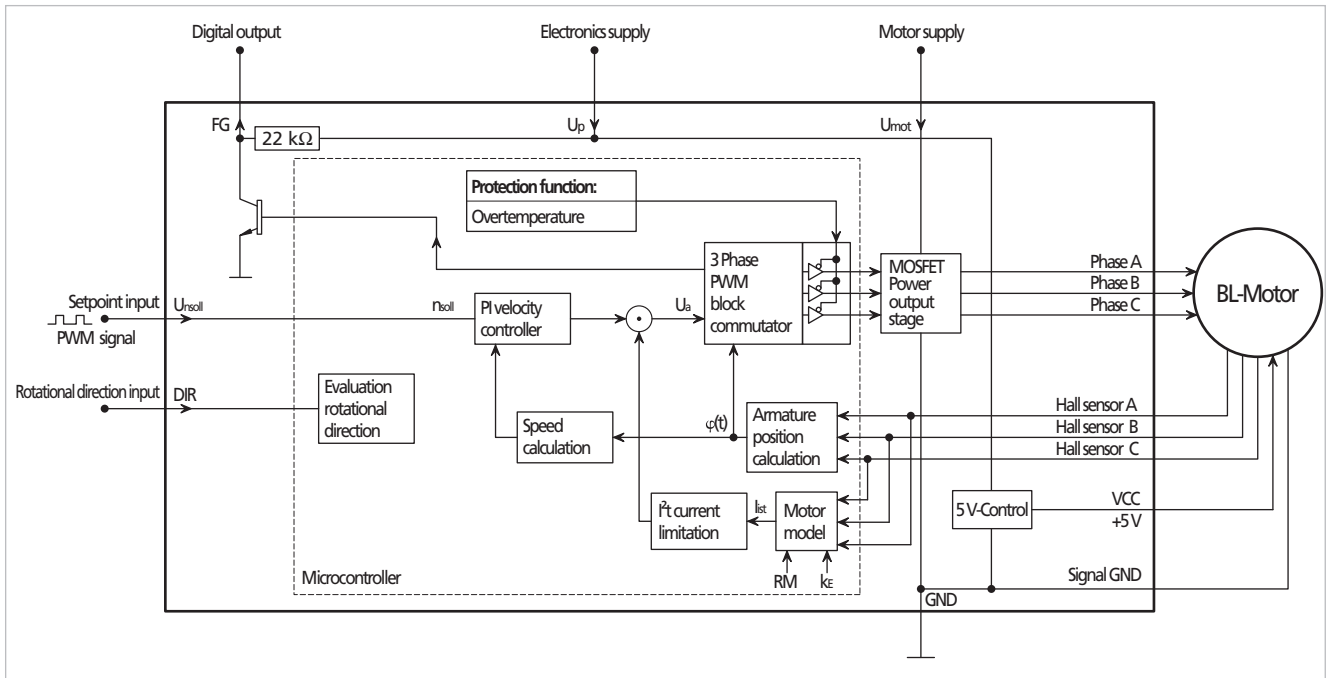


Abb. 35: Blockschaltbild eines Motors im PWM-Betrieb

Der Drehzahlsollwert ist proportional zum Tastverhältnis.

- Motorstopp bei Tastverhältnis: <2,0 %
- Motorstart bei Tastverhältnis: >3,0 %
- 100% Tastverhältnis entspricht einer Sollwertvorgabe von n_{setMax}

Das PWM-Signal muss eine feste Frequenz im Bereich 500 Hz...18 kHz aufweisen.

Als Schaltpegel sind TTL- und PLC-Pegel konfigurierbar:

Tab. 17: TTL- und PLC-Pegelwerte

Modus	High Pegel	Low Pegel
TTL ^{a)}	>3,0 V DC	<0,5 V DC
PLC	>7,5 V DC	<2,0 V DC

a) Nicht SC 5004 und SC 5008

Funktionsbeschreibung

5.3 Konfiguration des digitalen Ausgangs

Der digitale Ausgang kann für folgende Aufgaben konfiguriert werden:

Fehlerausgang (nicht bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)

- Bei Aktivierung der Strombegrenzung geht der Ausgang auf High Pegel. Die Verzögerung zwischen Aktivierung der Strombegrenzung und Setzen des Ausgangs ist einstellbar.
- Bei Deaktivierung der Strombegrenzung geht der Ausgang auf Low Pegel.

Frequenzausgang (nicht bei DC-Motoren)

- Mit dem Frequenzausgang kann die tatsächliche Motordrehzahl ermittelt werden. Ein Signal beinhaltet in diesem Beispiel pro Motorumdrehung 6 Impulse.

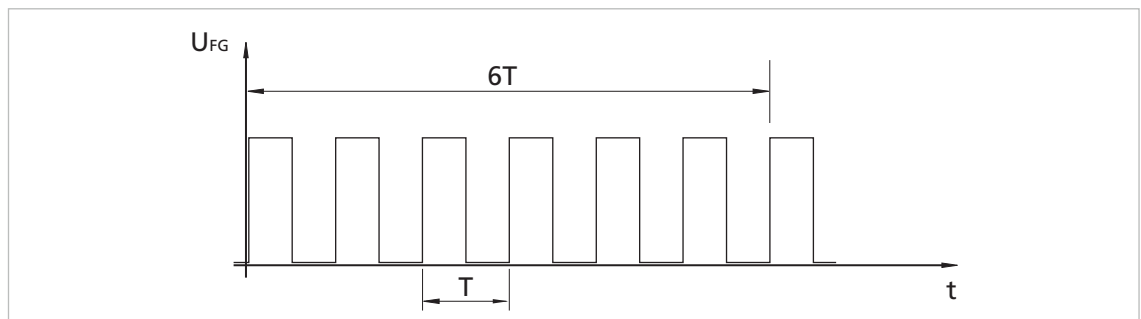


Abb. 36: Signalaufbau des Frequenzausgangs

T Impulsdauer



Um die Flankensteilheit am digitalen Ausgang zu erhöhen, kann ein zusätzlicher externer Pull-Up-Widerstand zugeschaltet werden.

Die maximale Belastbarkeit des digitalen Ausgangs beachten.

Durch die Kopplung des internen Pull-Up-Widerstands (22 bzw. 47 k Ω) zwischen FG und der Versorgungsspannung U_P können leitungsgebundene elektromagnetische HF-Störungen das Frequenzsignal verschlechtern. Die Drehzahl und der Drehsinn des Motors werden durch diese HF-Störungen nicht beeinträchtigt.

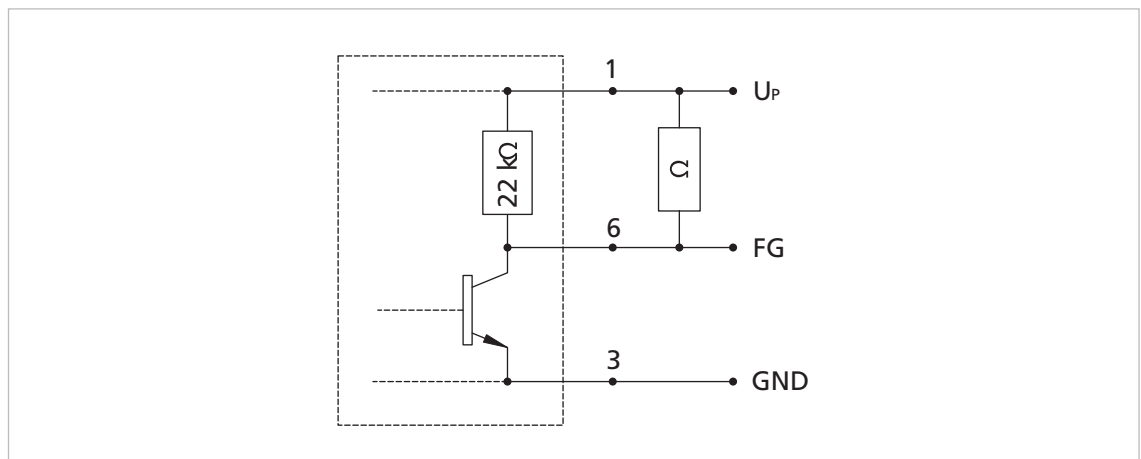


Abb. 37: Zuschaltung eines weiteren Pull-Up-Widerstands

Funktionsbeschreibung

5.4 Parametereinstellungen

Über die nachfolgend angegebenen Parameter kann der Speed Controller auf die jeweilige Anwendung angepasst werden. Einige der hier angegebenen Parameter wirken nur in bestimmten Konfigurationen oder bei bestimmten Einstellungen.

5.4.1 Motorkonstanten

Für folgende Einsatzzwecke müssen die Motorkonstanten konfiguriert werden, um einen reibungslosen Betrieb zu ermöglichen:

- DC Motor im Sensorlosbetrieb
- Drehzahl geregelter Betrieb mit SC 5004 oder SC 5008

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Generator-Spannungskonstante (k_E)	Spannung, die der Motor im Generatorbetrieb abhängig von der Drehzahl erzeugt	0...327	mV/min ⁻¹
Anschlusswiderstand (R_M)	Anschlusswiderstand des angeschlossenen Motors	0...327	Ω

5.4.2 Strombegrenzungswerte

Für die I²t-Strombegrenzung können der Spitzenstrom (I_{max}) und der Motordauerstrom (I_{cont}) eingestellt werden (siehe Kap. 5.5, S. 66). Die zulässigen Motor- und Controller-Werte sind zu beachten.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Spitzenstrom (I_{max})	Wert für den kurzzeitig zugelassenen Maximalstrom	Gerätespezifisch	A
Motordauerstrom (I_{cont})	Wert für den Dauerstrom, auf den begrenzt wird	Gerätespezifisch	A

Tab. 18: Gerätespezifische Werte für Motordauerstrom (I_{cont}) und Spitzenstrom (I_{max})

Gerätetyp	Motordauerstrom (I_{cont}) ^{a)}	Spitzenstrom (I_{max}) ^{a)}	Einheit
SC 1801	1	2	A
SC 2402	2	4	A
SC 2804	4	8	A
SC 5004	4	8	A
SC 5008	8	16	A

a) Auslieferungszustand

5.4.3 Fixdrehzahl

Im Fixdrehzahlbetrieb wird der Drehzahl Sollwert über einen einstellbaren Parameter vorgegeben (siehe Kap. 5.2.1, S. 57).

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Fixdrehzahl (N_{setFix})	Sollwert der Drehzahl im Fixdrehzahlbetrieb	bis zu 120 000 ^{a)}	min ⁻¹

a) je nach Option

Funktionsbeschreibung

5.4.4 Impulse pro Motorumdrehung

Bei BL-Motoren kann der digitale Ausgang (FG) als Frequenzausgang konfiguriert werden (siehe Kap. 5.3, S. 60). Die Impulsanzahl pro Umdrehung lässt sich einstellen.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Impulse pro Umdrehung (Pulses)	Anzahl der Impulse pro Umdrehung am digitalen Ausgang	Abhängig vom Gebertyp	1/Umdrehung

Tab. 19: Anzahl der Impulse pro Umdrehung in Abhängigkeit vom Gebersystem

Gebertyp	Mögliche Werte ^{a)}	Einheit
Digitale Hallsensoren	1, 3	1/Umdrehung
Analoge Hallsensoren	1, 2, 3, 4 ^{b)} , 8 ^{b)} , 16 ^{b)}	1/Umdrehung
Sensorlosbetrieb	1, 3, 6	1/Umdrehung
AES-4096	1, 2, 3, 4 ^{b)} , 8 ^{b)} , 16 ^{b)}	1/Umdrehung
Inkrementalencoder	1, 2, 3, 4 ^{b)} , 8 ^{b)} , 16 ^{b)}	1/Umdrehung

a) Werte gelten für 2-polige Motoren. Bei 4-poligen Motoren verdoppeln sich die angegebenen Werte, bei 14-poligen Motoren versiebenfachen sich die angegebenen Werte (nicht für AES).

b) Mehr als 3 Impulse pro Umdrehung können bei hohen Drehzahlen zu Fehlern im Signal am Frequenzausgang führen.

5.4.5 Maximaldrehzahl

Bei Vorgabe eines Drehzahlsollwerts mittels analoger Spannung oder PWM-Signal kann der Drehzahlwert eingestellt werden, der sich bei 10 V DC bzw. bei einem Tastverhältnis von 100% einstellen soll. Somit wird die Maximaldrehzahl der Anwendung angepasst.

Je nach Betriebsart und Motortyp sind unterschiedliche Auflösungen des Maximaldrehzahlwerts und verschiedene Maximalwerte möglich.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Maximaldrehzahlwert (n_{setMax})	Maximaler Drehzahlsollwert bei 10 V bzw. 100 % Tastverhältnis am Drehzahlsollwert-Eingang U_{nsoll}	Motor- und betriebsartspezifisch	min^{-1}

Tab. 20: Motor- und betriebsartspezifische Werte für die Maximaldrehzahl (n_{setMax})

Betriebsart	Option ^{a)}	Controller-typ	Wert (n_{setMax})	Drehzahl pro 1 V
BL-Motoren (2-polig) mit digitalen Hallsensoren		SC 1801	30 000 min^{-1}	3 000 min^{-1}
		SC 2402	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 2804	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 5004	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 5008	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
BL-Motoren (4-polig) mit digitalen Hallsensoren		SC 1801	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 2402	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 2804	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 5004	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}
		SC 5008	20 000 min^{-1}	2 000 min^{-1}

Funktionsbeschreibung

Betriebsart	Option ^{a)}	Controller- typ	Wert (n_{setMax})	Drehzahl pro 1 V
BL-Motoren (14-polig) mit digitalen Hallsensoren	6340	SC 1801	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 2402	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 2804	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 5004	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 5008	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
BL-Motoren (2-polig) mit analogen Hallsensoren	4289	SC 1801	40 000 min ⁻¹	4 000 min ⁻¹
		SC 2402	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 2804	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5004	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5008	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
BL-Motoren (4-polig) mit analogen Hallsensoren	4764	SC 1801	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 2402	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 2804	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 5004	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 5008	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
BL-Motoren (2-polig) mit Absolutencoder AES-4096	4763	SC 1801	30 000 min ⁻¹	3 000 min ⁻¹
		SC 2402	30 000 min ⁻¹	3 000 min ⁻¹
		SC 2804	30 000 min ⁻¹	3 000 min ⁻¹
		SC 5004	30 000 min ⁻¹	3 000 min ⁻¹
		SC 5008	30 000 min ⁻¹	3 000 min ⁻¹
BL-Motoren (4-polig) mit Absolutencoder AES-4096	3980	SC 1801	30 000 min ⁻¹	3 000 min ⁻¹
		SC 2402	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 2804	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5004	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5008	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
BL-Motoren im Sensorlosbetrieb ^{b)}	3533	SC 1801	40 000 min ⁻¹	4 000 min ⁻¹
BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren und Inkrementalencoder ^{c)}	4475	SC 2402	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 2804	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5004	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5008	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren und Brake/Enable ^{b)}	4476	SC 2402	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 2804	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5004	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹
		SC 5008	20 000 min ⁻¹	2 000 min ⁻¹

Funktionsbeschreibung

Betriebsart	Option ^{a)}	Controller- typ	Wert (n_{setMax})	Drehzahl pro 1 V
DC-Motoren mit Inkrementalencoder ^{d)}	3531	SC 1801	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 2402	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 2804	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 5004	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹
		SC 5008	10 000 min ⁻¹	1 000 min ⁻¹

- a) Für Änderungen an der Werkseinstellung ist die Verwendung eines Programmieradapters erforderlich.
- b) Vorkonfiguriert für 2-polige Motoren (Auslieferungszustand). Beim Betrieb mit 4-poligen Motoren muss der Speed Controller mit der Software FAULHABER Motion Manager umkonfiguriert werden.
- c) Voreingestellt auf 256 Impulse
- d) Voreingestellt auf 512 Impulse.

5.4.6 Reglerparameter

Die Reglerparameter sind werkseitig voreingestellt. Sie können für spezielle Anwendungen angepasst werden.

Folgende Anforderungen an die Regelung lassen sich identifizieren:

- Steifigkeit der Regelung
- Gleichmäßigkeit der Drehzahl innerhalb einer Umdrehung
- Erlaubte Regelabweichung
- Erlaubte Überschwingung
- Geforderte Stabilitätsreserven

Der Proportionalanteil und der Integralanteil des PI Drehzahlreglers können eingestellt werden.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
V	Proportionalanteil	32 767	Digit
VI	Proportionalanteil mit Integralanteil multipliziert	65 535	Digit

- i** Wird Parameter V erhöht, während Parameter VI unverändert bleibt, verringert sich der I-Anteil des Reglers. Wenn der I-Anteil unverändert bleiben soll, muss Parameter VI mit dem gleichen Faktor multipliziert werden, wie Parameter V.

5.4.7 Encoderauflösung

Die Auflösung des angeschlossenen Inkrementalencoders muss korrekt eingestellt werden, da sonst der Antrieb auf die falschen Drehzahlwerte regeln würde.

Der Parameter gibt die Auflösung so an, dass eine 4-Flankenbewertung entsprechend weit pro Umdrehung zählen würde. Somit ist der Parameter *Impulszahl* aus dem Datenblatt des Encoders mit 4 multipliziert.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Encoderauflösung (Encres)	4-fache Impulszahl des Encoders pro Umdrehung	65 535	Digit

Funktionsbeschreibung

5.4.8 Startzeit (nur BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)

Im Sensorlosbetrieb fährt der BL-Motor über einen Synchronbetrieb an. Die Zeit zwischen dem Umschalten von einem Kommutierungszustand (Phase) auf den nächsten Kommutierungszustand kann auf den angeschlossenen Motor eingestellt werden.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Startzeit (StartTime)	Umschaltzeit zwischen den Phasen im Hochlauf	2 739	ms

5.4.9 Minimaldrehzahl (nur BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)

Ein stabiler Betrieb des BL-Motors im Sensorlosbetrieb ist erst ab einer bestimmten Drehzahl möglich. Es ist daher sinnvoll eine minimale Soll Drehzahl zu definieren. Dieser Wert wird verwendet, auch wenn sich durch andere Parameter oder Drehzahl-Sollwertvorgaben eine niedrigere Drehzahl ergeben würde.

Parameter	Bedeutung	Minimalwert	Einheit
Minimaldrehzahl (n_{setMin})	Mindest-Drehzahlsollwertvorgabe	1	min ⁻¹

5.4.10 Delayed Current Error (nur Fehlerausgang)

Dieser Parameter wirkt nur, wenn der digitale Ausgang als Fehlerausgang eingestellt wurde (siehe Kap. 5.3, S. 60). Die Aktivierung des Ausgangs kann dabei verzögert werden. Der Ausgang wird erst nach der von DCE vorgegebenen Zeit aktiviert, auch wenn der Strom bereits begrenzt wird. Dadurch können kurzzeitige Überschreitungen des Grenzstroms ignoriert werden.

Parameter	Bedeutung	Maximalwert	Einheit
Delayed Current Error (DCE)	Verzögerung der Aktivierung des Fehlerausgangs	5 100	ms

Funktionsbeschreibung

5.5 Schutzfunktionen

5.5.1 I²t-Strombegrenzung

Die I²t-Strombegrenzung schützt den Motor vor Überhitzung. Hierbei wird ein thermisches Strommodell aufgestellt, das die Motortemperatur errechnet. Je nach errechneter Temperatur wird auf den Motorstrom Einfluss genommen. Folgende Werte sind für die I²t-Strombegrenzung von Bedeutung:

- Spitzenstrom (I_{\max}):
Solange das thermische Strommodell eine unkritische Temperatur errechnet, wird auf den Spitzenstrom begrenzt.
- Dauerstrom (I_{cont}):
Wenn das thermische Strommodell eine kritische Temperatur errechnet, wird auf den Dauerstrom begrenzt.

i Um den Überhitzungsschutz zu realisieren, muss der Controller mit dem Programmieradapter auf den jeweiligen Motor eingestellt werden.

Arbeitsweise der I²t-Strombegrenzung

Im Folgenden wird anhand eines Beispiels die Arbeitsweise der I²t-Strombegrenzung veranschaulicht.

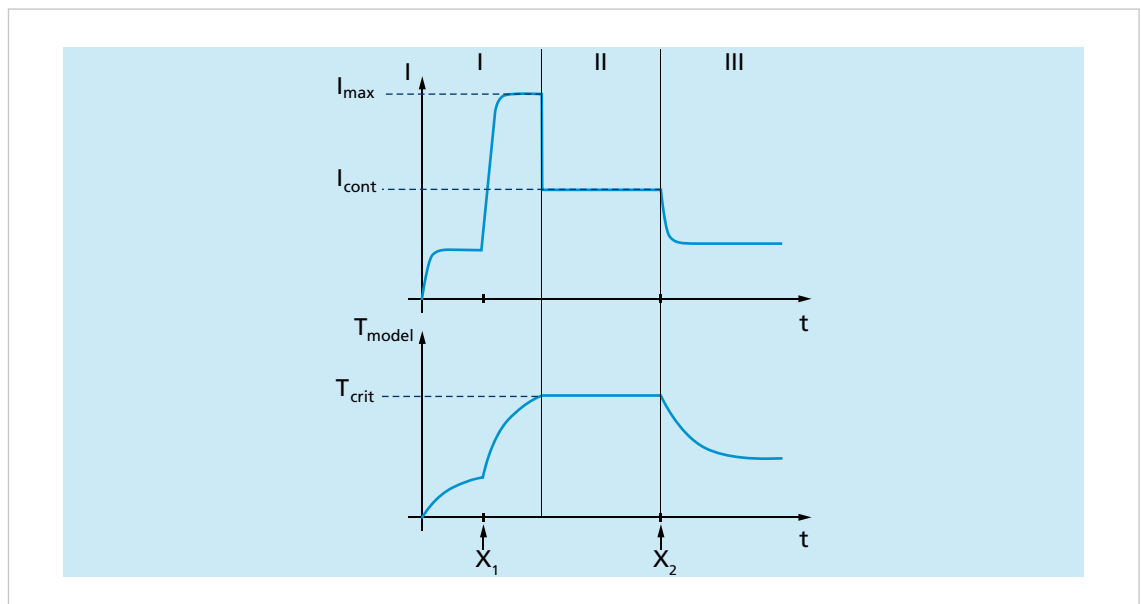


Abb. 38: Beispiel für eine I²t-Strombegrenzung

Bereich I:

- Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben.
- Mit zunehmender Belastung (X_1) wird der Strom im Motor immer höher, bis der Spitzenstrom (I_{\max}) erreicht wird.

Funktionsbeschreibung

- Der Stromregler tritt in Kraft und begrenzt den Strom auf den Spitzenstrom (I_{\max}). Parallel dazu wird in einem thermischen Strommodell aus dem fließenden Strom eine Modelltemperatur errechnet.
- Erreicht die berechnete Modelltemperatur einen kritischen Wert (T_{crit}), tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf den Dauerstrom (I_{cont}).

Bereich II:

- Da in diesem Bereich in Folge der Belastungsänderung (X_1) die errechnete Modelltemperatur die kritische Temperatur (T_{crit}) erreicht wird, regelt der Stromregler auf den Dauerstrom (I_{cont}).

Bereich III:

- In Folge der Belastungsänderung (X_2) wird der Strom im Motor immer geringer. Die errechnete Modelltemperatur liegt unter der kritischen Temperatur (T_{crit}), sodass der Stromregler nicht mehr eingreifen muss.

5.5.2 Übertemperaturabschaltung

Wenn die Temperatur der Elektronik 100 °C überschreitet, wird der Motor deaktiviert.

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch automatischen Start des Motors.

Sobald die Elektronik-Temperatur ca. 95°C unterschreitet, wird der Motor automatisch wieder aktiviert.

- ▶ Geeignete Schutzvorrichtungen anbringen.

Funktionsbeschreibung

5.6 Spannungsausgabe am Motor

Die Leistungsendstufe des Speed Controllers arbeitet mit der Pulsweitenmodulation (PWM). Dabei wird bei einer festen PWM-Frequenz das Tastverhältnis zwischen Einschaltzeit und Ausschaltzeit entsprechend des Reglerausgangswerts eingestellt. Da bei der Pulsweitenmodulation die Induktivität des Motors als Stromfilter arbeitet, wird die PWM-Frequenz hoch gewählt (96 kHz bzw. 24 kHz bei Motoren im Sensorlosbetrieb). Dieses Verfahren ist sehr energieeffizient. Es entsteht eine vergleichsweise geringe Wärmeentwicklung.

i Bei kleinem PWM-Tastverhältnis und großer Motorbelastung entsteht kurzzeitig ein hoher Stromfluss. Dadurch entstehen höhere Verluste bzw. eine hohe Wärmeentwicklung.

- ▶ Im Arbeitspunkt ein möglichst großes Tastverhältnis einstellen. Hierbei die benötigte Regelreserve beachten. Ggf. muss hierfür die Motorbetriebsspannung reduziert werden.

Bei Einhaltung der zulässigen maximalen Gehäusetemperatur im PWM-Betrieb kann das maximal mögliche Dauerdrehmoment geringer sein als bei einer Vollaussteuerung. Hierbei sinkt der maximal thermisch zulässige Dauerstrom.

Beispiel

- Motor: 2232U012SR
- Anschlusswiderstand $R = 4,09 \Omega$
- Anschlussinduktivität $L = 180 \mu\text{H}$
- Arbeitspunkt $n = 4\,000 \text{ min}^{-1}$
- Motorversorgungsspannung $U_{\text{mot}} = 18 \text{ V DC}$
- Wirkungsgrad beim Betrieb mit echter Gleichspannung: $\eta_{\text{gl}} = 74,7\%$

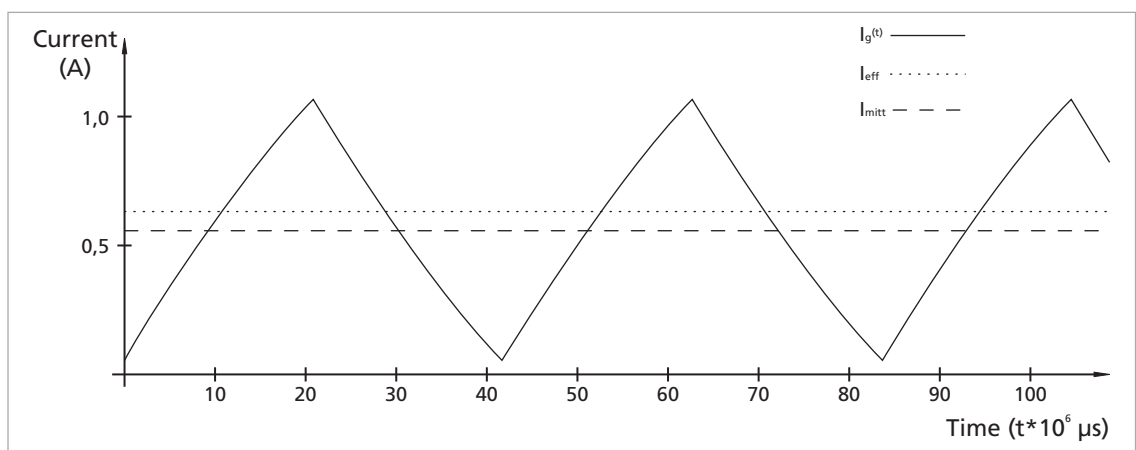


Abb. 39: PWM-Frequenz = 24 kHz

- Wirkungsgrad beim Betrieb mit PWM (24 kHz): $\eta_{\text{PWM}} = 69,6\%$

Funktionsbeschreibung

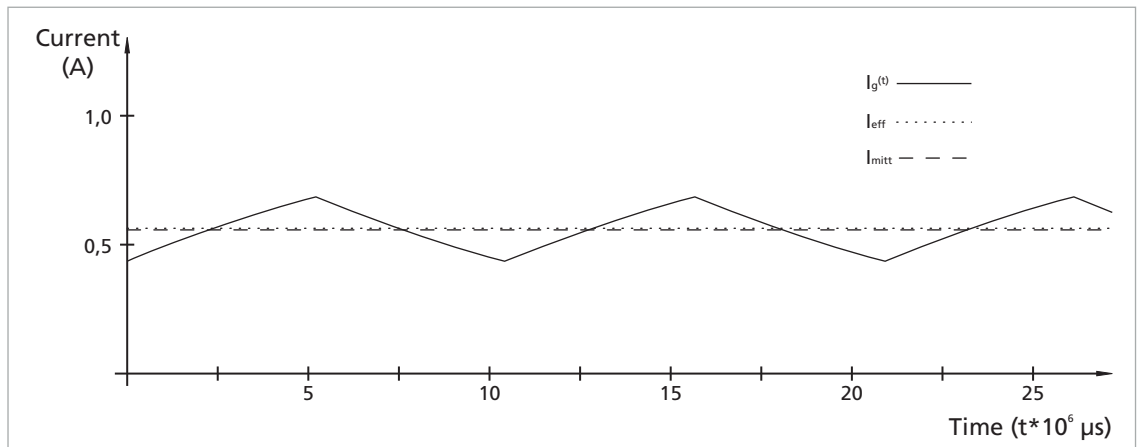


Abb. 40: PWM-Frequenz = 96 kHz

- Wirkungsgrad beim Betrieb mit PWM (96 kHz): $\eta_{\text{PWM}} = 74,3\%$

Bei höherer PWM-Frequenz ist ein besserer Motorwirkungsgrad erzielbar und der Strom weist einen geringeren Rippel auf.

Alternativ kann durch eine Zusatzinduktivität in Serie zum Motor der Motorwirkungsgrad verbessert werden.

In diesem Beispiel ergibt sich bei 96 kHz kaum ein Unterschied zwischen Gleichspannungs- und PWM-Betrieb, sodass hier auf eine zusätzliche Induktivität verzichtet werden kann.

Betrieibt man den Speed Controller bei Voll- oder annähernd Vollaussteuerung, wird der Wirkungsgrad des Motors ebenfalls verbessert.

- i** Ein geringes PWM-Tastverhältnis kann zu einem niedrigeren Wirkungsgrad im Speed Controller und dem daran angeschlossenen Motor führen.

6 Inbetriebnahme

VORSICHT

Verletzungsgefahr durch hervorstehende, rotierende oder bewegte Teile der angetriebenen Mechanik.

- ▶ Geeignete Schutzvorrichtungen anbringen.

HINWEIS

Beschädigung des Motors und/oder des Speed Controllers durch falsch eingestellte Werte der Steuerungsparameter.

- ▶ Vor der Inbetriebnahme die konfigurierten Parameter der Steuerung prüfen und ggf. anpassen.

HINWEIS

Schnelles, wiederholtes Umschalten der Drehrichtung des Motors (Reversierbetrieb) kann zu Beschädigungen der Elektronik führen.

- ▶ Speed Controller nicht für den Reversierbetrieb verwenden.



Die Anschlüsse U_p und U_{mot} können über dasselbe Netzgerät versorgt werden.

Sicherstellen, dass die Leistung des Netzgeräts für die Stromversorgung des Speed Controllers und des angeschlossenen Motors ausreichend ist.

Reglerparameter sind bei Auslieferung bereits voreingestellt. Optional kann der Regler für Anwendungen optimiert werden. Der digitale Regler arbeitet hierbei mit einer Abtastrate von 500 μ s. Im Folgenden wird zur Inbetriebnahme des Motors eine Regloptimierung durchgeführt.

- ✓ Speed Controller ist den Vorgaben entsprechend montiert (siehe Kap. 4, S. 22).
- ✓ Speed Controller ist den Vorgaben entsprechend elektrisch angeschlossen (siehe Kap. 4.2.2, S. 25).
- ✓ Angeschlossene Mechanik ist blockadefrei montiert.
- ✓ Wellenbelastung (axial, radial, Drehmoment) liegt innerhalb der spezifizierten Werte.
 1. Ausgangskonfiguration setzen.
 2. Reglerverstärkung (Proportionalanteil V) erhöhen.
 3. Drehzahlsprung von 1/3 der Maximaldrehzahl auf 2/3 erhöhen.
 4. Drehzahlsprung von 2/3 der Maximaldrehzahl auf 1/3 einstellen und das Motorverhalten beobachten.
 5. Schritte 2. bis 4. wiederholen, bis der Regler instabil wird.
 6. Reglerverstärkung verringern, bis das System wieder stabil ist.
 7. Schritte 2. bis 6. für den Proportional-Integralanteil (VI) wiederholen.
- ↪ Motor ist betriebsbereit.

7 Wartung

7.1 Wartungstätigkeiten

Der Motor ist grundsätzlich wartungsfrei. Je nach Staubanfall müssen die Luftfilter von Schrankgeräten regelmäßig kontrolliert und bei Bedarf gereinigt werden.

7.2 Störungshilfe

Falls bei bestimmungsgemäßer Verwendung wider Erwarten Fehlfunktionen auftreten, kontaktieren Sie bitte Ihren zuständigen Partner.

8 Zubehör

Folgenden Zubehörteile sind erhältlich:

Artikel	Artikelnummer
Programmieradapter USB	6501.00096 ^{a)}
Programmieradapter USB	6501.00097 ^{a)}

a) Verwendung ist abhängig von der Baugröße des Speed Controllers

i Details zur Parametrierung dem Motion Manager Handbuch entnehmen (siehe Kap. 1.2, S. 6).

i Details zur Anschlussreihenfolge dem Produktdatenblatt des Programmieradapters entnehmen.

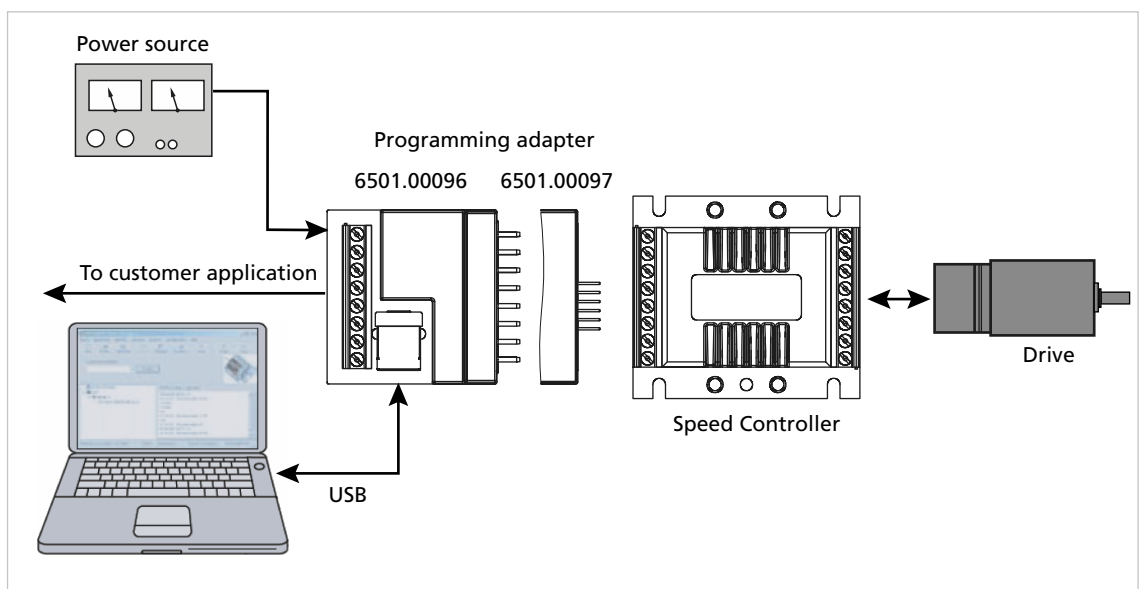


Abb. 41: Aufbau mit Programmieradapter

i Informationen zu weiteren Zubehörteilen können dem Hauptkatalog entnommen werden.

9 Gewährleistung

Produkte der Firma Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG werden nach modernsten Fertigungsmethoden hergestellt und unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Alle Verkäufe und Lieferungen erfolgen ausschließlich auf Grundlage unserer allgemeinen Geschäfts- und Lieferbedingungen, die über die FAULHABER Homepage www.faulhaber.com/agb eingesehen und heruntergeladen werden können.

Zusatzdokumente

10 Zusatzdokumente

10.1 Konformitätserklärung SC 1801 S/F/P

EG-Konformitätserklärung **EC Declaration of Conformity**

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month.Year:

EG-00036-001 / 07.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass das folgende Produkt
declares that the following product

Produktbezeichnung:
Product designation:

SC 1801 F, SC 1801 P, SC 1801 S

Produkttyp:
Product type:

Motorcontroller
Motor controller

den wesentlichen Schutzanforderungen entspricht, die in der/den nachfolgenden Richtlinie(n) festgelegt sind:
fulfills the essential protection requirements defined within the following directive:

EMV-Richtlinie 2014/30/EU
EMC-Directive 2014/30/EU

Die Einhaltung dieser Richtlinie(n) setzt die Umsetzung aller in der technischen Dokumentation genannten Maßnahmen voraus.
The measures indicated in all technical documents must be fulfilled in order to meet the requirements of this directive.

Diese Erklärung gilt für alle Exemplare, die in verschiedenen Leistungsdaten in dieser Serie hergestellt werden.
This statement should be valid for all derivatives produced according to the related construction drawings and electrical drawings, which are part of the technical documentation.

Die Konformität wird in Bezug auf folgende angewandte harmonisierte Normen erklärt:
The declared conformity relates to the following harmonized standards

- Anhang A / „Dokumentidentifikation“
- Annex A / Document identification

Die Anlage ist Bestandteil dieser Erklärung.
The annex is a component of this declaration.

Schönaich,

12.07.21
(Datum)
(date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)

T. Bertolini
(Unterschrift)
(signature)

Zusatzdokumente

Anhang A zur Konformitätserklärung *Annex A to Declaration of Conformity*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month.Year:

EG-00036-001 / 07.2021

Die Übereinstimmung mit den genannten EG-Richtlinien wurde durch Überprüfung gemäß nach folgender Fachgrundnorm nachgewiesen:

The conformity with the EC guidelines was proven according to the following standards:

Fundstelle <i>Document</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Richtlinienbezug <i>Related to directive</i>
EN 61800-3	2018	EMV Richtlinie EMC directive

Zusatzdokumente

10.2 Einbauerklärung SC 1801 S/F/P

**Einbauerklärung nach Anhang II B,
EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG**
*Installation Declaration according to Appendix II B,
EC Machinery Directive 2006/42/EC*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document No./Month.Year:

EG-00037-001 / 07.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass es sich beim nachfolgend bezeichneten Produkt um eine Einbaukomponente (siehe unten) handelt und diese zum Einbau in eine Maschine bestimmt ist. Die Inbetriebnahme dieser unvollständigen Maschine ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Gesamtmaschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, den grundlegenden Schutzanforderungen der hier genannten EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht.

herewith declares that the product designated below is an installable component (see below), and that it is intended for installation in a machine. It is prohibited to bring this incomplete machine into service until it has been proven that the machine as a whole in which this component is to be installed meets the basic safety requirements of the here mentioned EC Machinery Directive 2006/42/EC.

Einbaukomponente:
Installable component::

SC 1801 F, SC 1801 P, SC 1801 S

Produkttyp:
Product type:

Speed Controller (mit angeschlossenem Antrieb)
Speed Controller (with attached electrical drive)

Gemäß Anhang VII Teil B der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wurden spezielle technischen Unterlagen für diese unvollständige Maschine erstellt. Durch begründetes Verlangen einzelstaatlicher Stellen können diese in elektronischer Form übermittelt werden.

Pursuant to Appendix VII, Part B of the EC Machinery Directive 2006/42/EC, specific technical documents have been created for this incomplete machine. On reasoned request by national authorities these documents may be transmitted in machine-readable format.


Der Bevollmächtigte für die Zusammenstellung und Übermittlung der relevanten technischen Unterlagen ist:
The person responsible for the compilation and transmission of the relevant technical documents is:

Dr. Andreas Wagener, Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, Daimlerstr. 23/25, 71101 Schönaich, Germany.

Schönaich,

12.07.21
(Datum)
(Date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(Signature)

Zusatzdokumente

10.3 Konformitätserklärung SC 2402 P und SC 2804 S

EG-Konformitätserklärung EC Declaration of Conformity

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month. Year:

EG-00038-001 / 07.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass das folgende Produkt
declares that the following product

Produktbezeichnung:
Product designation:

SC 2402 P, SC 2804 S

Produkttyp:
Product type:

Motorcontroller
Motor controller

den wesentlichen Schutzanforderungen entspricht, die in der/den nachfolgenden Richtlinie(n) festgelegt sind:
fulfills the essential protection requirements defined within the following directive:

EMV-Richtlinie 2014/30/EU
EMC-Directive 2014/30/EU

Die Einhaltung dieser Richtlinie(n) setzt die Umsetzung aller in der technischen Dokumentation genannten Maßnahmen voraus.
The measures indicated in all technical documents must be fulfilled in order to meet the requirements of this directive.

Diese Erklärung gilt für alle Exemplare, die in verschiedenen Leistungsdaten in dieser Serie hergestellt werden.
This statement should be valid for all derivatives produced according to the related construction drawings and electrical drawings, which are part of the technical documentation.


Die Konformität wird in Bezug auf folgende angewandte harmonisierte Normen erklärt:
The declared conformity relates to the following harmonized standards

- Anhang A / „Dokumentidentifikation“
- Annex A / Document identification

Die Anlage ist Bestandteil dieser Erklärung.
The annex is a component of this declaration.

Schönaich, 12.07.21
(Datum)
(date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(signature)

Zusatzdokumente

Anhang A zur Konformitätserklärung *Annex A to Declaration of Conformity*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month.Year:

EG-00038-001 / 07.2021

Die Übereinstimmung mit den genannten EG-Richtlinien wurde durch Überprüfung gemäß nach folgender Fachgrundnorm nachgewiesen:

The conformity with the EC guidelines was proven according to the following standards:

Fundstelle <i>Document</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Richtlinienbezug <i>Related to directive</i>
EN 61800-3	2018	EMV Richtlinie EMC directive

Zusatzdokumente

10.4 Einbauerklärung SC 2402 P und SC 2804 S

**Einbauerklärung nach Anhang II B,
EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG**
*Installation Declaration according to Appendix II B,
EC Machinery Directive 2006/42/EC*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document No./Month.Year:

EG-00039-001 / 07.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass es sich beim nachfolgend bezeichneten Produkt um eine Einbaukomponente (siehe unten) handelt und diese zum Einbau in eine Maschine bestimmt ist. Die Inbetriebnahme dieser unvollständigen Maschine ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Gesamtmaschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, den grundlegenden Schutzanforderungen der hier genannten EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht.

herewith declares that the product designated below is an installable component (see below), and that it is intended for installation in a machine. It is prohibited to bring this incomplete machine into service until it has been proven that the machine as a whole in which this component is to be installed meets the basic safety requirements of the here mentioned EC Machinery Directive 2006/42/EC.

Einbaukomponente:
Installable component::

SC 2402 P, SC 2804 S

Produkttyp:
Product type:

Speed Controller (mit angeschlossenem Antrieb)
Speed Controller (with attached electrical drive)

Gemäß Anhang VII Teil B der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wurden spezielle technischen Unterlagen für diese unvollständige Maschine erstellt. Durch begründetes Verlangen einzelstaatlicher Stellen können diese in elektronischer Form übermittelt werden.

Pursuant to Appendix VII, Part B of the EC Machinery Directive 2006/42/EC, specific technical documents have been created for this incomplete machine. On reasoned request by national authorities these documents may be transmitted in machine-readable format.


Der Bevollmächtigte für die Zusammenstellung und Übermittlung der relevanten technischen Unterlagen ist:
The person responsible for the compilation and transmission of the relevant technical documents is:

Dr. Andreas Wagener, Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, Daimlerstr. 23/25, 71101 Schönaich, Germany.

Schönaich,

12.07.21
(Datum)
(Date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(Signature)

Zusatzdokumente

10.5 Konformitätserklärung SC 5004 P und SC 5008 S

EG-Konformitätserklärung EC Declaration of Conformity

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month. Year:

EG-00040-001 / 07.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass das folgende Produkt
declares that the following product

Produktbezeichnung:
Product designation:

SC 5004 P, SC 5008 S

Produkttyp:
Product type:

Motorcontroller
Motor controller

den wesentlichen Schutzanforderungen entspricht, die in der/den nachfolgenden Richtlinie(n) festgelegt sind:
fulfills the essential protection requirements defined within the following directive:

EMV-Richtlinie 2014/30/EU
EMC-Directive 2014/30/EU

Die Einhaltung dieser Richtlinie(n) setzt die Umsetzung aller in der technischen Dokumentation genannten Maßnahmen voraus.
The measures indicated in all technical documents must be fulfilled in order to meet the requirements of this directive.

Diese Erklärung gilt für alle Exemplare, die in verschiedenen Leistungsdaten in dieser Serie hergestellt werden.
This statement should be valid for all derivatives produced according to the related construction drawings and electrical drawings, which are part of the technical documentation.


Die Konformität wird in Bezug auf folgende angewandte harmonisierte Normen erklärt:
The declared conformity relates to the following harmonized standards

- Anhang A / „Dokumentidentifikation“
- Annex A / Document identification

Die Anlage ist Bestandteil dieser Erklärung.
The annex is a component of this declaration.

Schönaich, 12.07.21
(Datum)
(date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(signature)

Anhang A zur Konformitätserklärung *Annex A to Declaration of Conformity*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document-No./Month.Year:

EG-00040-001 / 07.2021

Die Übereinstimmung mit den genannten EG-Richtlinien wurde durch Überprüfung gemäß nach folgender Fachgrundnorm nachgewiesen:

The conformity with the EC guidelines was proven according to the following standards:

Fundstelle <i>Document</i>	Ausgabedatum <i>Date of issue</i>	Richtlinienbezug <i>Related to directive</i>
EN 61800-3	2018	EMV Richtlinie EMC directive

Zusatzdokumente

10.6 Einbauerklärung SC 5004 P und SC 5008 S

**Einbauerklärung nach Anhang II B,
EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG**
*Installation Declaration according to Appendix II B,
EC Machinery Directive 2006/42/EC*

Dokument-Nr./Monat.Jahr:
Document No./Month.Year:

EG-00041-001 / 07.2021

Der Hersteller:
The manufacturer:

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25
D-71101 Schönaich
Germany

erklärt hiermit, dass es sich beim nachfolgend bezeichneten Produkt um eine Einbaukomponente (siehe unten) handelt und diese zum Einbau in eine Maschine bestimmt ist. Die Inbetriebnahme dieser unvollständigen Maschine ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Gesamtmaschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, den grundlegenden Schutzanforderungen der hier genannten EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht.

herewith declares that the product designated below is an installable component (see below), and that it is intended for installation in a machine. It is prohibited to bring this incomplete machine into service until it has been proven that the machine as a whole in which this component is to be installed meets the basic safety requirements of the here mentioned EC Machinery Directive 2006/42/EC.

Einbaukomponente:
Installable component::

SC 5004 P, SC 5008 S

Produkttyp:
Product type:

Speed Controller (mit angeschlossenem Antrieb)
Speed Controller (with attached electrical drive)

Gemäß Anhang VII Teil B der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wurden spezielle technischen Unterlagen für diese unvollständige Maschine erstellt. Durch begründetes Verlangen einzelstaatlicher Stellen können diese in elektronischer Form übermittelt werden.

Pursuant to Appendix VII, Part B of the EC Machinery Directive 2006/42/EC, specific technical documents have been created for this incomplete machine. On reasoned request by national authorities these documents may be transmitted in machine-readable format.


Der Bevollmächtigte für die Zusammenstellung und Übermittlung der relevanten technischen Unterlagen ist:
The person responsible for the compilation and transmission of the relevant technical documents is:

Dr. Andreas Wagener, Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, Daimlerstr. 23/25, 71101 Schönaich, Germany.

Schönaich,

12.07.21
(Datum)
(Date)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung
(Name, Chairman)


(Unterschrift)
(Signature)

