FAULHABER

Speed Controller
Serie
SC 1801
SC 2402
SC 2804

Bedienungsanleitung

DE

WE CREATE MOTION

Impressum

Version:
2. Auflage, 20.04.2010

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25 · 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.

Diese Bedienungsanleitung wurde mit Sorgfalt erstellt. Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch für eventuelle Irrtümer in diesem Gerätehandbuch 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 Gerätehandbuches zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

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

Inhaltsverzeichnis

1 Wichtige Hinweise 5

1.1 In diesem Gerätehandbuch verwendete Symbole 5

1.2 Sicherheitshinweise 6

2 Beschreibung 7

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung 7

3 Installation 9

3.1 Montage 9

3.2 EMV-gerechte Installation 10

3.2.1 Beschreibung der EMV-Maßnahmen 10

3.3 Anschlussbelegung 13

3.4 Anschlussfunktionen 14

3.5 Schnellstart 18

3.5.1 Anschlussbeispiele für die Versorgungsseite 18

3.5.2 Anschlussbeispiele für die Motorseite 19

4 Konfiguration 21

4.1 Konfiguration für DC-Motoren 22

4.1.1 DC-Motoren mit Encoder 22

4.1.2 DC-Motoren ohne Encoder 23

4.2 Konfiguration für BL-Motoren 25

4.2.1 BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren 25

4.2.2 BL-Motoren ohne Hallsensoren (Sensorlosbetrieb) 26

4.2.3 BL-Motoren mit Absolutencoder (AES-64/AES-4096) 27

4.3 Sonderkonfigurationen 29

4.3.1 Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal 29

4.3.2 Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus) 30

4.3.3 Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus) 30

4.3.4 Digitalausgang (FG) 30

4.4 Parametereinstellungen 31

4.4.1 Motorkonstanten 31

4.4.2 Strombegrenzungswerte 31

4.4.3 Fixdrehzahlwert 31

4.4.4 Impulse pro Motorumdrehung 31

4.4.5 Maximaldrehzahlwert 32

4.4.6 Reglerparameter 32

4.4.7 Encoderauflösung (nur DC-Motoren) 33

4.4.8 Startzeit (nur bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb) 33

4.4.9 Minimaldrehzahl (nur bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb) 33

4.4.10 Delayed Current Error (Nur bei Fehlerausgang) 33

Inhaltsverzeichnis

4.5 Technische Informationen 34
4.5.1 I²t-Strombegrenzung 34
4.5.2 Übertemperaturabschaltung 35
4.5.3 Einstellung der Reglerparameter 35
4.5.4 Wirkung der Pulsweitenmodulation (PWM) 35

5 Betrieb 37
5.1 Inbetriebnahme 37

6 Wartung 38
6.1 Wartung/Instanthaltung 38
6.2 Störungshilfe 38

7 Technische Daten 39
7.1 Datenblatt 39
7.2 Umgebungsbedingungen 45

8 EG-Richtlinien 46

9 Herstellererklärung 47

10 Gewährleistung 48

11 Stichwortliste 49

1 Wichtige Hinweise

In dieser Bedienungsanleitung werden die Handhabung und die technischen Merkmale der Speed Controller (SC1801S, SC1801F, SC1801P, SC2804S und SC2402P) von FAULHABER beschrieben.

- Bitte lesen Sie die Bedienungsanleitung vor dem Einsatz des Controllers vollständig durch.
- Bewahren Sie diese Bedienungsanleitung für den späteren Gebrauch auf.

Die Angaben in dieser Bedienungsanleitung beziehen sich auf die Standard-Varianten der Speed Controller. Eventuelle Abweichungen der Angaben durch eine kundenspezifische Modifikation entnehmen Sie bitte dem gegebenenfalls vorhandenen Beilegeblatt.

1.1 In diesem Gerätehandbuch verwendete Symbole

WARNUNG! ***Warnung!***

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Warnung!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine Körperverletzung zur Folge haben kann.

► *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Maßnahme hin, um die drohende Gefährdung abzuwenden.*

VORSICHT! ***Vorsicht!***

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorsicht!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine leichte Körperverletzung oder Sachschaden zur Folge haben kann.

► *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Vorsichtsmaßnahme hin.*

VORSCHRIFT! ***Vorschriften und Richtlinien***

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorschrift“ weist auf eine gesetzliche Vorschrift oder Richtlinie hin, die im jeweiligen Textzusammenhang beachtet werden muss.

HINWEIS ***Hinweis***

Dieses Piktogramm „Hinweis“ gibt Ihnen Tipps und Empfehlungen zur Verwendung und Handhabung des Bauteils.

1 Wichtige Hinweise

1.2 Sicherheitshinweise

Das Beachten der folgenden Sicherheitshinweise ist Voraussetzung für einen störungsfreien und gefahrlosen Betrieb des Antriebs. Lesen Sie deshalb bitte alle Hinweise sorgfältig durch und befolgen diese beim Einsatz der Antriebe.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Speed Controller von FAULHABER sind zur Ansteuerung und Drehzahlregelung von DC- und BL-Motoren im niedrigen (SC1801) und höheren Leistungsbereich (SC2804 und SC2402) konzipiert.

Die Steuerungsparameter der Speed Controller können über einen PC individuell an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Hierzu wird ein separat bestellbarer Programmieradapter sowie eine für die Speed Controller geeignete Version der PC-Software FAULHABER Motion Manager benötigt. Die Software ist auf Nachfrage, oder über die FAULHABER-Homepage http://www.faulhaber.com erhältlich.

- Die Speed Controller enthalten elektronische Bauteile und sind entsprechend der ESD-Vorschriften zu behandeln.
- Die Speed Controller dürfen nicht in Umgebungen mit Kontaktmöglichkeiten zu Wasser, Chemie und/oder Staub, sowie in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.
- Die Massenträgheit der an den Speed Controllern betriebenen Motoren darf durch die Motorlast nicht nennenswert vergrößert werden.
- Die Speed Controller sind nicht für Reversierbetrieb geeignet.
- Die Gehäuse der Speed Controller SC1801S und SC1801F sind nicht lösungsmittelbeständig und dürfen mit bestimmten Lösungsmitteln (siehe Kapitel 7 „Technische Daten“) oder lösungsmittelhaltigen Substanzen nicht in Berührung kommen.
- Informationen über den individuellen Einsatz unter besonderen Umgebungsbedingungen erfragen Sie bitte beim Hersteller.

Folgende Motortypen können an den Speed Controllern betrieben werden:

- DC-Motoren mit Inkrementalencoder.
- DC-Motoren ohne Encoder.
- BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren.
- BL-Motoren ohne Hallsensoren (Sensorlosbetrieb).
- BL-Motoren mit Absolutencoder (z.B. AES-64/AES-4096).

2 Beschreibung

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung

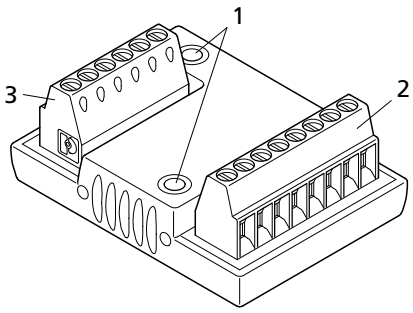
Die FAULHABER Speed Controller SC1801, SC2804 und SC2402 basieren auf einem integrierten Microcontroller und dienen zur Drehzahlregelung der unter Kapitel 1.2 „Sicherheitshinweise“ aufgeführten Motorentypen.

Die Produktfamilie der Speed Controller besteht aus den folgenden Produkten:

Speed Controller für Motoren im niedrigen Leistungsbereich

- SC1801S

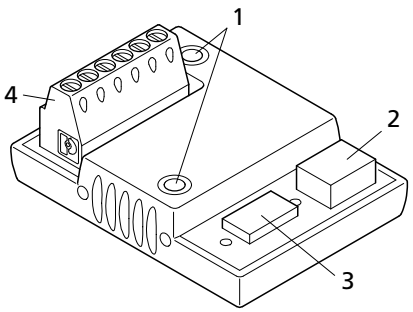
  Speed Controller mit Gehäuse und Schraubklemmleisten auf Versorgungs- und Motorseite.



1 Befestigungsbuchsen
2 Schraubklemmleiste Motorseite
3 Schraubklemmleiste Versorgungsseite

- SC1801F

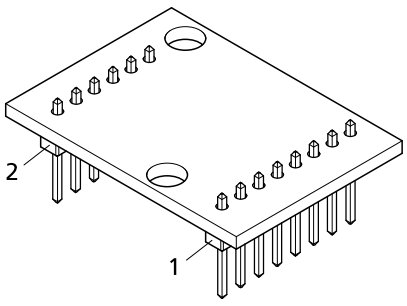
  Speed Controller mit Gehäuse, Schraubklemmleiste auf der Versorgungsseite und Flexboard-Anschluss auf der Motorseite.



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

- SC1801P

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



1 Stiftleiste Motorseite
2 Stiftleiste Versorgungsseite

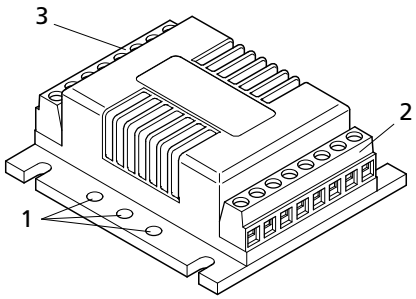
2 Beschreibung

2.1 Allgemeine Produktbeschreibung

Speed Controller für Motoren im hohen Leistungsbereich

- SC2804S

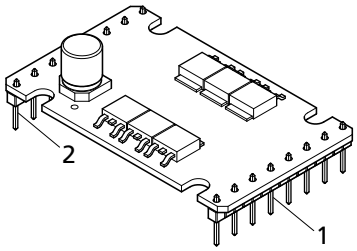
  Speed Controller mit Metallgehäuse und Schraubklemmleisten auf Versorgungs- und Motorseite.



1 Montagebohrungen
2 Schraubklemmleiste Motorseite
3 Schraubklemmleiste Versorgungsseite

- SC2402P

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



1 Stiftleiste Motorseite
2 Stiftleiste Versorgungsseite

Funktionen

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.

Einsatzgebiete

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, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik, in Handling- und Werkzeugmaschinen sowie Pumpenantrieben.

3 Installation

3.1 Montage

VORSICHT! ***Beschädigungsgefahr!***

Durch eine falsche Montage oder eine Montage mit falschem Befestigungsmaterial kann der Speed Controller beschädigt werden.

► *Die folgenden Montageanweisungen einhalten.*

Spannungsfrei

Bei allen Arten von Montage- und Anschlussarbeiten muss der Speed Controller spannungsfrei geschaltet werden.

ESD-Schutz

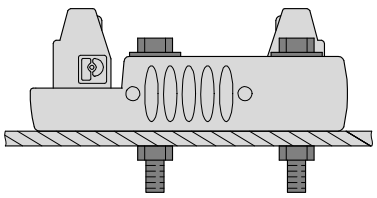
Die Vorschriften für den Umgang mit ESD-gefährdeten Baugruppen sind zu beachten.

Untergrund

Die Speed Controller dürfen nur auf ebenen und harten Flächen angeschraubt werden. Der Untergrund muss geeignet sein, die Montagebuchsen gegen die Anschraubkräfte abzustützen. Ein Anschrauben auf weichem oder unebenen Untergrund kann zum Ausdrücken der Montagebuchsen führen.

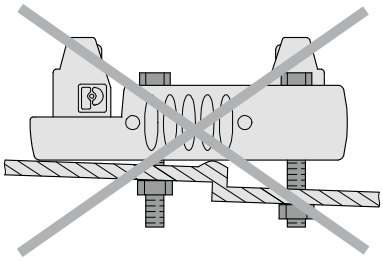
Richtig

Der Speed Controller wird auf einem ebenen und harten Untergrund montiert.



Falsch

Der Speed Controller ist über einer Kante angeschraubt. Gefahr des Ausdrückens der Montagebuchsen!



Schraubklemmleisten

Das maximale Anzugsmoment der Schraubklemmleisten ist zu beachten. Siehe Kapitel 7 „Technische Daten“.

Flexboard-Steckverbinder

Die Flexboards der Motoren müssen flach in den Steckverbinder eingeführt werden. Die Steckerbelegung und Anschlusssymbole sind hierbei zu beachten.

Das Flexboard keinenfalls mit Gewalt in den Steckverbinder drücken, da es sonst beschädigt werden kann. Gegebenenfalls ist ein geeignetes Werkzeug (zum Beispiel eine Pinzette oder Flachzange) zu verwenden. Es ist darauf zu achten, dass das Flexboard nicht gequetscht wird.

3 Installation

3.2 EMV-gerechte Installation

VORSICHT! ***Länge der Anschlussleitungen!***

Die maximale Länge der Anschlussleitungen ist begrenzt.

- ▶ *Alle Anschlussleitungen dürfen eine Länge von 3 m nicht überschreiten.*
- ▶ *Weitere Informationen zu den Motoranschlussleitungen im folgenden beachten.*

Die Optimierung des Verhaltens hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit setzt zusätzliche EMV-Maßnahmen voraus:

- Die Gewährleistung der zulässigen Störaussendung bzw. notwendigen Störfestigkeit im Industriebereich kann die Verwendung eines EMV-Filters und/oder einer EMV-Schutzbschaltung erfordern.

Speed Controller	Einsatzumgebung	Störungstyp	Maßnahme
SC1801	Industriebereich	Störfestigkeit	EMV-Schutzbeschaltung
SC2804	Industriebereich	Störaussendung	EMV-Filter
		Störfestigkeit	EMV-Schutzbeschaltung

Aus dieser Tabelle geht hervor, welche zusätzlichen EMV-Maßnahmen umgesetzt werden können, um das Verhalten des Betriebsmittels in der bestimmungsgemäßen Umgebung hinsichtlich Störaussendung und Störfestigkeit zu optimieren.

Die Geräte sind nur für den Einsatz im Industriebereich vorgesehen. Sollen die Geräte im Wohnbereich, im Geschäftsbereich, im Gewerbebereich oder in einem Kleinbetrieb verwendet werden, dann ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Störaussendung unterhalb des zulässigen Grenzwertes liegt.

3.2.1 Beschreibung der EMV-Maßnahmen

Das EMV-Filter (nur SC2804)

Die Elektronik- und Motorversorgungsleitungen müssen direkt am Gerät mit jeweils zwei Windungen durch eine geeignete Ferrithülse (z.B. Würth Elektronik Nr.: 74270090) geführt werden.

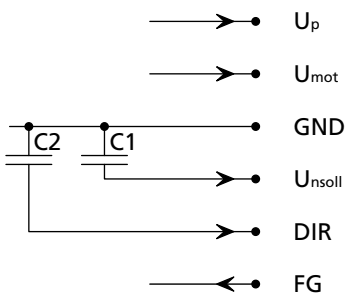
Bei DC-Motoren mit Encoder müssen die Signalleitungen auf beiden Anschlussseiten direkt am Gerät mit einer Windung durch je einen Star-TEC (z.B. Würth Elektronik Nr.: 74271132) geführt werden.

3 Installation

3.2 EMV-gerechte Installation

Die EMV-Schutzbeschaltung

Schaltplan 1



C1 Keramikkondensator 220 nF
C2 Keramikkondensator 220 nF

HINWEIS ***Kondensator C1***

Bei Verwendung des Keramikkondensators C1 kann es im Betriebsmodus PWMnsoll zu Funktionsbeeinträchtigungen kommen.

► *Im Betriebsmodus PWMnsoll Signalquelle mit geringem Innenwiderstand verwenden.*

HINWEIS ***Kondensator C2***

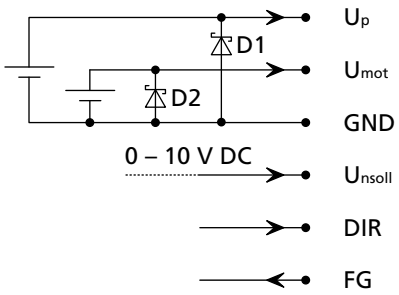
Bei Verwendung des Keramikkondensators C2 ist gegebenenfalls ein Firmware-Update mit der PC-Software Motion Manager nicht mehr möglich.

► *Kondensator C2 beim Update der Firmware entfernen.*

3 Installation

3.2 EMV-gerechte Installation

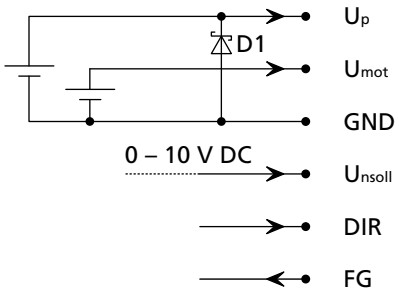
Schaltplan 2 (SC1801)



Getrennte Supressordioden (D1, D2) für U_p und U_{mot} bei getrennten Versorgungsspannungen.

Wird nur eine Versorgungsspannung verwendet, (Brücke zwischen U_p und U_{mot}), dann ist eine Supressordiode (D1) ausreichend. D1 und D2 z.B. P6KE18 von STMicroelectronics.

Schaltplan 3 (SC2804)



Die Supressordiode D2 an U_{mot} ist im Controller integriert. Wird mit gemeinsamer Versorgungsspannung gearbeitet (Brücke zwischen U_p und U_{mot}), so ist dies ausreichend. Wird mit getrennten Versorgungsspannung gearbeitet, so wird eine zusätzliche externe Supressordiode (D1) P6KE33A an U_p empfohlen.

HINWEIS ***Ausnahmen***

Eventuell ist die Umsetzung der genannten zusätzlichen EMV-Maßnahmen nicht erforderlich. Wird die Steuerung z. B. von einem CE-konformen Netzgerät gespeist, das erstens durch eine möglichst kurze Anschlussleitung mit dem Speed Controller verbunden ist und zweitens keine weiteren Geräte versorgt, dann kann das EMV-Filter, bzw. die EMV-Schutzbeschaltung (Schaltplan 3) entbehrlich sein. Das Netzgerät übernimmt in diesem Fall die Funktion des EMV-Filters, bzw. der EMV-Schutzbeschaltung nach Schaltplan 3.

Entsprechendes gilt für die EMV-Schutzbeschaltung nach Schaltplan 2:

Falls durch andere konstruktive Maßnahmen verhindert wird, dass Störungen in die Steuerspannung für die Soll-Drehzahl und den Schalteingang für die Drehrichtung eingekoppelt werden können, kann die EMV-Schutzbeschaltung entbehrlich sein.

3 Installation

3.3 Anschlussbelegung

Die Speed Controller sind bauartabhängig entweder mit Schraubklemmleisten, Flexboard-Steckverbindern oder Stiftleisten als Anschlussmöglichkeiten ausgestattet.

VORSICHT! ***Elektronikschaden/ESD-Schutz!***

Elektrostatische Entladungen auf die Anschlüsse der Speed Controller können zur Zerstörung der Elektronik führen.

- ▶ *ESD Schutzmaßnahmen beachten.*

Durch falsches Anschließen der Adern kann die Elektronik zerstört werden.

- ▶ *Anschlüsse gemäß der Anschlussbelegung anschließen, siehe Tabelle.*

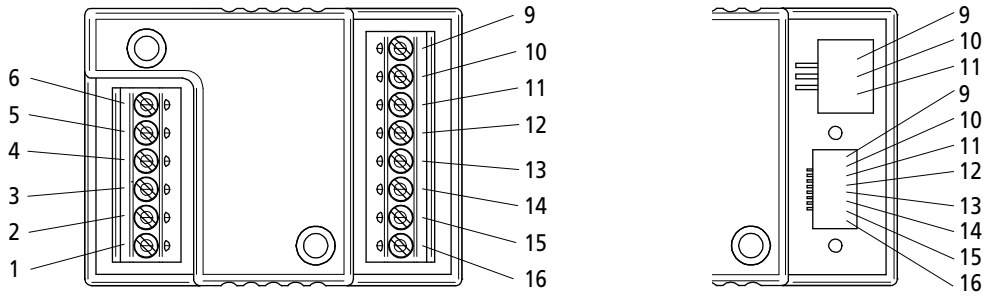
Bitte beachten Sie außerdem die ergänzenden Anweisungen zur Installation im Kapitel 8 „EG-Richtlinien“.

Anschlussbelegung Versorgungsseite

Anschluss	Funktion	Wert SC1801	Wert SC2804	Wert SC2402
1	U_P	4 V DC – 18 V DC	5 V DC – 28 V DC	5 V DC – 24 V DC
2	U_{mot}	1,8 V DC – 18 V DC	0 V DC – 28 V DC	0 V DC – 24 V DC
3	GND			
4	U_{nsoll}	0 – 10 V		
5	DIR	Schalteingang für die Motordrehrichtung		
6	FG	Digitalausgang		
7	IO2	reserviert - nur SC2804 und SC2402		
8	IO1	reserviert - nur SC2804 und SC2402		

Anschlussbelegung Motorseite

Anschluss	Funktion	BL-Motoren	DC-Motoren
9	Mot C	Motor Phase C	Reserviert
10	Mot B	Motor Phase B	Motor -
11	Mot A	Motor Phase A	Motor +
12	SGND	Signal GND	Signal GND
13	Vcc	+ 5 V DC Sensorversorgung	+ 5 V DC Encoderversorgung
14	Sens C	Hallsensor C/Absolutencoder CLK	Encoder Kanal B
15	Sens B	Hallsensor B/Absolutencoder CS	Encoder Kanal A
16	Sens A	Hallsensor A/Absolutencoder DATA	



VORSICHT! ***Funktionsstörung!***

Bei Verwendung eines Motoranschlusskabels mit einer Länge von mehr als 30 cm kann es zu Funktionsstörungen beim Betrieb kommen.

- ▶ *Für die Speed Controller SC1801, SC2402 und SC2804 ausschließlich Motoranschlusskabel mit einer Länge von höchstens 30 cm verwenden.*
- ▶ *Die Verwendbarkeit eines längeren Anschlusskabels muss im Einzelfall geprüft werden!*

3 Installation

3.4 Anschlussfunktionen

Die Speed Controller sind bauartabhängig entweder mit Schraubklemmleisten, LIF-Interface oder Stiftleisten als Anschlussmöglichkeiten ausgestattet.

U_p (Anschluss 1)

Versorgungsspannung für die Elektronik.

Spannung: Siehe Kapitel 7 „Technische Daten“.

U_{mot} (Anschluss 2)

Versorgungsspannung für den Motor bzw. die Leistungsendstufe.

Spannung: Siehe Kapitel 7 „Technische Daten“.

GND (Anschluss 3)

Gemeinsame Masse für U_p und U_{mot}.

HINWEIS

Netzgerät

Die Anschlüsse U_p und U_{mot} können über das selbe Netzgerät versorgt werden. Hierbei ist sicherzustellen, dass die Leistung des Netzgerätes für die Stromversorgung des Speed Controllers und des angeschlossenen Motors ausreichend ist.

U_{nsoll} (Anschluss 4)

Eingang Drehzahlsollwertvorgabe.

Der Eingang U_{nsoll} kann unterschiedlich konfiguriert werden (siehe Kapitel 4 „Konfiguration“):

Drehzahlsollwertvorgabe über Analogspannung (standardmäßiger Auslieferungszustand)

Spannungsbereich: 0 – 10 V.

- Motor stoppt bei U_{nsoll} < 0,15 V.
- Motor läuft bei U_{nsoll} > 0,3 V (0,5 V bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb).
- Die Solldrehzahl verhält sich proportional zur Spannung U_{nsoll}. Die maximale Solldrehzahl bei 10 V kann konfiguriert werden. Siehe Kapitel 4.4.5 „Maximaldrehzahlwert“.
- Für U_{nsoll} > 10 V ist das Verhalten des Speed Controllers nicht definiert.

Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal

PWM-Frequenzbereich: 500 Hz – 18 kHz.

- Motor stoppt bei Tastverhältnis < 2,0 %.
- Motor läuft bei Tastverhältnis > 3,0 %.
- Die Solldrehzahl verhält sich proportional zum Tastverhältnis. Die maximale Solldrehzahl bei 100 % kann konfiguriert werden. Siehe Kapitel 4.4.5 „Maximaldrehzahlwert“.
- Als Schaltpegel sind TTL- und PLC-Pegel konfigurierbar:

Modus	high Pegel	low Pegel
TTL	> 3,0 V DC	< 0,5 V DC
PLC	> 7,5 V DC	< 2,0 V DC

3 Installation

3.4 Anschlussfunktionen

Schnellstoppeingang (Low Pegel)

Eingang wird nur zum Stoppen des Motors verwendet.

- Motor stoppt bei U_{nsoll} < 0,15 V.
- Motor stoppt bei offenem Anschluss.
- Motor läuft bei U_{nsoll} > 0,3 V (0,5 V bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb).

Schnellstoppeingang invertiert (High Pegel)

Eingang wird nur zum Stoppen des Motors verwendet.

- Motor läuft bei U_{nsoll} < 2,0 V.
- Motor läuft bei offenem Anschluss.
- Motor stoppt bei U_{nsoll} > 2,4 V.

Ohne Funktion

In dieser Einstellung ist der Eingang deaktiviert.

HINWEIS

Eingangswiderstand

Der Eingangswiderstand des Anschlusses U_{nsoll} ist je nach Konfiguration unterschiedlich. Der geringste Wert liegt bei ca. 5 kΩ.

DIR (Anschluss 5)

Schalteingang für die Drehrichtung (direction) des Motors.

VORSICHT!

Beschädigungsgefahr!

Zu schnelles wiederholtes Umschalten der Drehrichtung des Motors (Reversierbetrieb) kann zu Beschädigung führen. Umpolen bei drehendem Motor führt zu hohen Strömen in der Endstufe, dadurch kann die Endstufe überlastet werden. Eine an den Motor angeschlossene rotierende Masse verstärkt diesen Effekt!

► *Den Speed Controller nicht für einen Revisierbetrieb verwenden.*

- Drehrichtung rechts bei Anschluss > 3 V DC (wird als high Pegel erkannt).
- Drehrichtung rechts bei Anschluss offen (wird intern auf high Pegel gelegt). Bei offenem Eingang Kapitel 3.2 „EMV-gerechte Installation“ beachten.
- Drehrichtung links bei Anschluss < 0,5 V DC.
- Drehrichtung links bei Anschluss auf Masse.

3 Installation

3.4 Anschlussfunktionen

FG (Anschluss 6)

Digitalausgang

Der Digitalausgang ist ein Schalter, der nach GND schaltet (Open Collector mit integriertem Pull-up-Widerstand von 22 kΩ).

Ausgangsspannung: max. U_P.

Ausgangsstrom: max. 15 mA.

Der Digitalausgang kann für verschiede Aufgaben konfiguriert werden:

Fehlerausgang

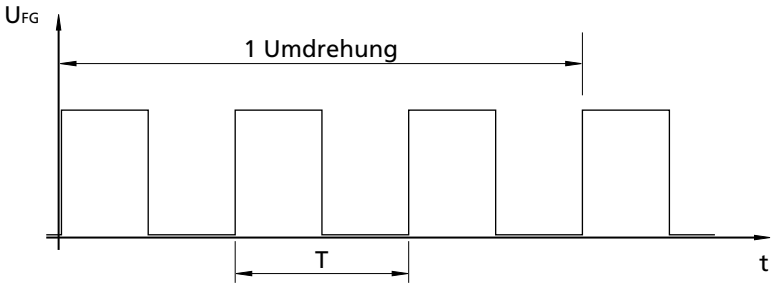
Einzig mögliche Konfiguration bei DC-Motoren.

- Ausgang geht auf high Pegel bei Aktivierung der Strombegrenzung. Verzögerung zwischen Aktivierung der Strombegrenzung und Aktivierung des Ausganges ist einstellbar. Siehe Kapitel 4.4.10 „Delayed Current Error (Nur bei Fehlerausgang)“.
- Ausgang geht auf low Pegel bei Deaktivierung der Strombegrenzung.

Frequenzausgang

Frequenzausgang zum Auslesen der tatsächlichen Motordrehzahl. Einzig mögliche Konfiguration bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb. Auslieferungszustand bei BL-Version.

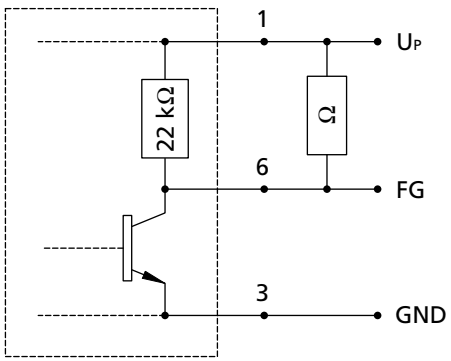
Signalaufbau: 3 Impulse pro Motorumdrehung.



HINWEIS

Pull-up-Widerstand

Zur Erhöhung der Flankensteilheit kann ein zusätzlicher externer Pull-up-Widerstand zugeschaltet werden. Die maximale Belastbarkeit des Digitalausganges ist zu beachten. Siehe Schaltbild:



Durch die Kopplung des internen Pull-up-Widerstandes zwischen FG und der Versorgungsspannung Up können leitungsgebundene elektromagnetische HF-Störungen, die auf die Versorgungsspannung einwirken, das FG-Signal drastisch verschlechtern.

Die Drehzahl und der Drehsinn des Motors werden bei bestimmungsgemäßem Betrieb durch diese Störungen nicht beeinträchtigt.

3 Installation

3.4 Anschlussfunktionen

IO1 / IO2 (Anschlüsse 7 – 8)

Nur SC 2804 und SC 2402

Mot C – Mot A (Anschlüsse 9 – 11)

Versorgungsanschlüsse für Motorwicklung

BL-Motoren

Beim Betrieb von bürstenlosen Motoren werden über die Anschlüsse Mot A, Mot B und Mot C die Motorphasen direkt angesteuert.

DC-Motoren

Beim Betrieb von DC-Motoren wird über die Anschlüsse Mot B (-) und Mot A (+) die Motorwicklung versorgt.

SGND (Anschluss 12)

Gemeinsame Masse der Hallsensoren, bzw. des Encoders.

V_{CC} (Anschluss 13)

Gemeinsame Spannungsversorgung der Hallsensoren, bzw. des Encoders.

Spannung: 5 V DC.

Maximaler Ausgangsstrom (I_{CC}): Siehe Kapitel 7 „Technische Daten“.

Sens C – Sens A (Anschlüsse 14 – 16)

Eingänge der Hallsensor- bzw. Encodersignale.

3 Installation

3.5 Schnellstart

Die Speed Controller sind bei der Auslieferung auf Standardwerte konfiguriert, die in den meisten Fällen schon zur korrekten Funktion führen. Mit Hilfe eines PCs und der PC-Software FAULHABER Motion Manager können die Speed Controller an spezielle Anforderungen angepasst werden. Siehe Kapitel 4 „Konfiguration“.

VORSICHT! ***Beschädigungsgefahr!***

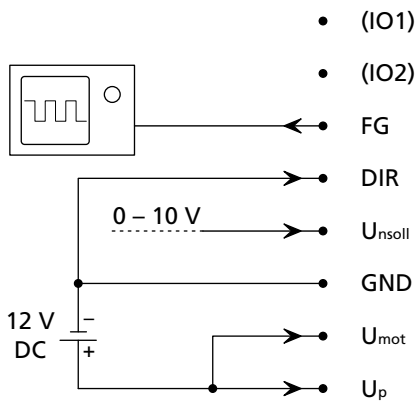
Der Betrieb eines Motors an einem nicht zum Motor passenden Speed Controller kann zu Beschädigung des Motors und/oder des Speed Controllers führen.

- ▶ *Vor der Inbetriebnahme eines Motors ist sicherzustellen, dass die Konfiguration des verwendeten Speed Controllers (BL-/DC-Motor, Hallsensoren, ...) zum angeschlossenen Motor passt.*

Für die Inbetriebnahme eines Motors an einem Speed Controller ist der Motor entsprechend der Belegung von Anschlusskabel und Speed Controller anzuschließen.

3.5.1 Anschlussbeispiele für die Versorgungsseite

Regelbetrieb (Drehzahlsollwertvorgabe durch U_{nsoll})

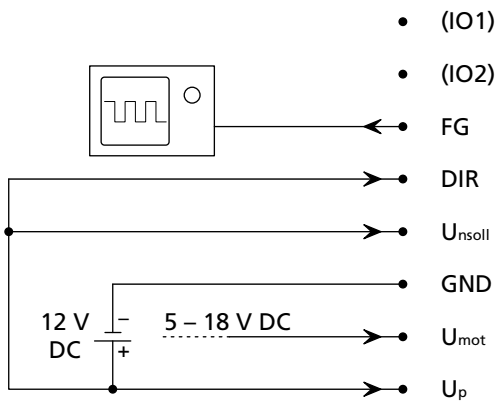


Der angeschlossene Motor dreht mit geregelter Drehzahl nach links. Die Drehzahl wird durch U_{nsoll} vorgegeben und ist abhängig von der im Speed Controller eingestellten Maximaldrehzahl bei U_{nsoll} = 10 V. Ist der Digitalausgang als Frequenzausgang konfiguriert, kann dort das Drehzahlsignal gemessen werden.

3 Installation

3.5 Schnellstart

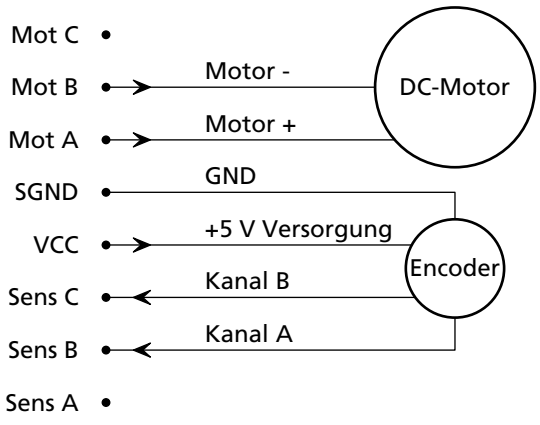
Vollaussteuerung (Motordrehzahl wird durch Umot bestimmt)



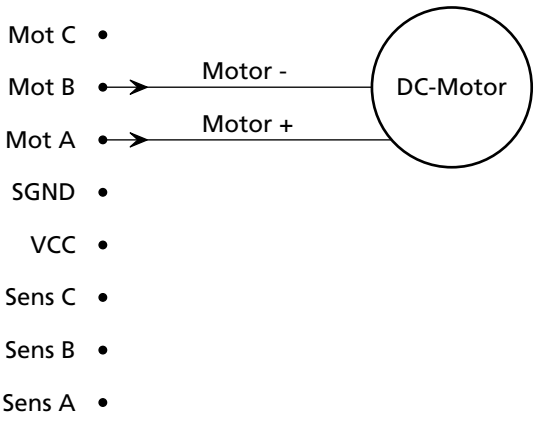
Der angeschlossene Motor dreht mit lastabhängiger Drehzahl nach rechts. Die Drehzahl kann durch Verändern von U_{mot} angepasst werden. Ist der Digitalausgang als Frequenzausgang konfiguriert, kann dort das Drehzahlsignal gemessen werden.

3.5.2 Anschlussbeispiele für die Motorseite

DC-Motor mit Encoder



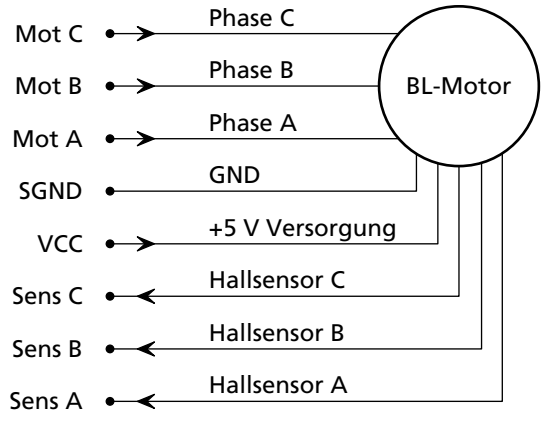
DC-Motor ohne Encoder



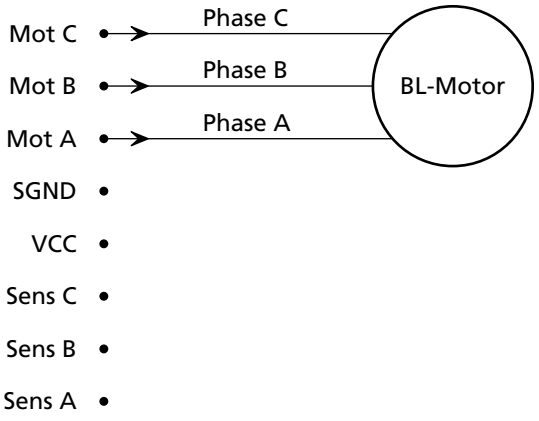
3 Installation

3.5 Schnellstart

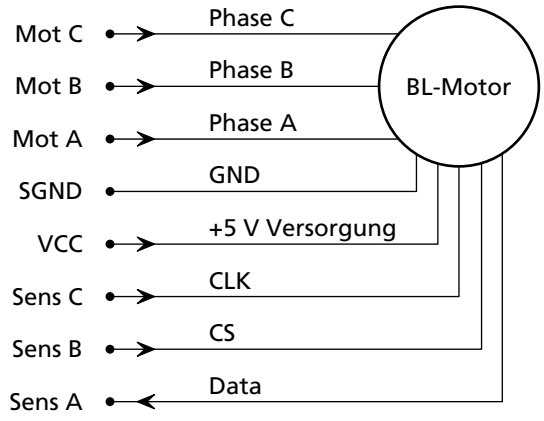
BL-Motor mit digitalen Hallsensoren



BL-Motor ohne Hallsensoren



BL-Motor mit Absolutencoder



4 Konfiguration

VORSICHT! ***Beschädigungsgefahr!***

Vor der Inbetriebnahme sind die in der Steuerung konfigurierten Parameter zu prüfen und gegebenenfalls an den angeschlossenen Motor anzupassen. Insbesondere folgende Parameter müssen korrekt eingestellt sein:

- *Motortyp (BL-/DC-Motor),*
- *Dauer- und Maximalstromwert,*
- *Encoderauflösung bei Motoren mit Encoder,*
- *Generator-Spannungskonstante kE und Anschlusswiderstand R bei DC-Motoren im Sensorlosbetrieb,*
- *Reglerparameter.*

Die Speed Controller können für unterschiedliche Betriebsarten konfiguriert werden. In den Standardkonfigurationen werden die Motoren drehzahlgeregelt betrieben. Für die Drehzahlregelung ist eine Drehzahlistwertermittlung notwendig. Hierbei unterscheiden sich die verschiedenen Standardkonfigurationen.

Ein Betrieb des Speed Controllers als reiner Spannungssteller ist ebenfalls möglich. Die dazu nötige Konfiguration wird im Kapitel 4.3.3 „Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)“ beschrieben.

Die Speed Controller können mit folgenden Voreinstellungen bestellt werden:

Controller	Sondernr.	Motortyp	Sensortyp	Drehzahlsollwertvorgabe	Drehzahl bei U_{nsoll} = 10 V
SC1801S	3530	BL	Hallsensoren (digital)	Analogspannung* 0 – 10 V	30 000 rpm
SC1801S	3531	DC	Incrementalencoder	Analogspannung* 0 – 10 V	10 000 rpm
SC1801S	3980	BL	Absolutencoder 4-Pol	Analogspannung* 0 – 10 V	30 000 rpm
SC1801F	3533	BL	Sensorlos HS	Analogspannung* 0 – 10 V	40 000 rpm
SC1801F	3980	BL	Absolutencoder 2-Pol	Analogspannung* 0 – 10 V	50 000 rpm
SC1801P	3530	BL	Hallsensoren (digital)	Analogspannung* 0 – 10 V	30 000 rpm
SC1801P	3531	DC	Incrementalencoder	Analogspannung* 0 – 10 V	10 000 rpm
SC1801P	3980	BL	Absolutencoder 4-Pol	Analogspannung* 0 – 10 V	30 000 rpm
SC2804S	3530	BL	Hallsensoren (digital)	Analogspannung* 0 – 10 V	20 000 rpm
SC2804S	3531	DC	Incrementalencoder	Analogspannung* 0 – 10 V	10 000 rpm
SC2804S	3980	BL	Absolutencoder 4-Pol	Analogspannung* 0 – 10 V	20 000 rpm
SC2402P	3530	BL	Hallsensoren (digital)	Analogspannung* 0 – 10 V	20 000 rpm
SC2402P	3531	DC	Incrementalencoder	Analogspannung* 0 – 10 V	10 000 rpm
SC2402P	3980	BL	Absolutencoder 4-Pol	Analogspannung* 0 – 10 V	20 000 rpm

* Ausführungen mit Drehzahlsollwertvorgabe über PWM sowie weitere Konfigurationen sind auf Nachfrage erhältlich.

Über die grafische Oberfläche des FAULHABER Motion Managers können die Speed Controller komfortabel auf die gewünschte Funktion angepasst werden. Die Änderung von Parametern und Einstellungen erfolgt dabei durch eine Aktualisierung der Controller-Firmware über die serielle Schnittstelle.

Da die Speed Controller kein Befehls-Interface besitzen, müssen für die Konfiguration die Anschlüsse DIR und FG über einen Programmieradapter mit den Leitungen TxD und RxD der seriellen Schnittstelle eines PCs verbunden werden.

Der Controller prüft nach dem Einschalten der Stromversorgung, ob bestimmte serielle Daten auf der Leitung empfangen werden und geht in diesem Fall in den Konfigurationsmodus, ansonsten wird die reguläre Anwendung gestartet und die Anschlüsse DIR und FG stehen nicht mehr als serielle Schnittstelle zur Verfügung. Die Änderung der Konfiguration ist somit nur direkt nach dem Einschalten möglich. Hierzu ist ein separat bestellbarer Programmieradapter notwendig.

Eine genaue Beschreibung der Vorgehensweise finden Sie in der Bedienungsanleitung oder Online-Hilfe zum FAULHABER Motion Manager. Der FAULHABER Motion Manager ist auf Anfrage oder im Internet auf der FAULHABER-Homepage erhältlich.

4 Konfiguration

4.1 Konfiguration für DC-Motoren

Der für die Drehzahlregelung notwendige Drehzahlistwert kann auf unterschiedliche Weise ermittelt werden. Die nachfolgend beschriebenen Konfigurationen unterscheiden sich vor allem in dieser Hinsicht.

Der Digitalausgang ist bei Betrieb mit DC-Motoren als Fehlerausgang fest programmiert. Die genaue Parametrisierung kann im Kapitel 4.3.4 „Digitalausgang (FG)“ nachgelesen werden.

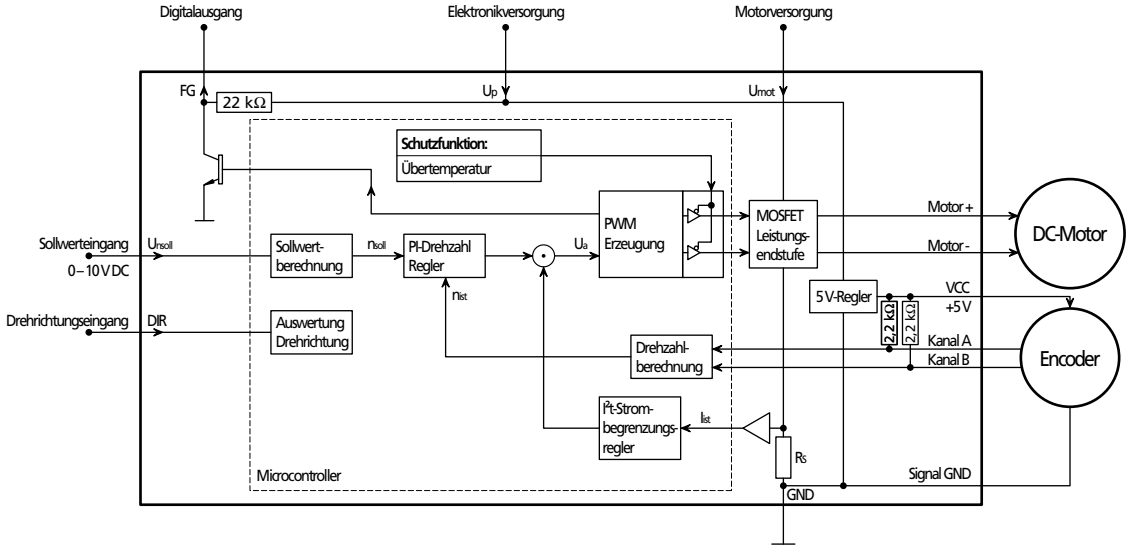
4.1.1 DC-Motoren mit Encoder

In der Konfiguration für DC-Motoren mit Encoder werden die Motoren drehzahlgeregelt betrieben. Hier wird als Drehzahlistwertgeber ein Incrementalencoder verwendet, der am Motor angebaut oder integriert sein muss.

Voreingestellte Grundparameter in dieser Konfiguration:

- Ermittlung des Drehzahlistwertes über die Quadratursignale des angeschlossenen Incrementalencoders.
- Zweiflankenauswertung ohne Drehrichtungserfassung.
- Drehrichtung wird über den Drehrichtungseingang definiert.
- PWM-Frequenz an der Leistungsendstufe: ca. 96 kHz.
- 2-Quadrantenbetrieb mit Funktion zur schnellen Drehzahlverringerung: Für einen schnelleren Übergang von höheren zu niedrigeren Drehzahlen wird der Motor kurzgeschlossen.
- Drehzahlen ab ca. 100 rpm können stabil und konstant geregelt werden.

Blockschaltbild:



4 Konfiguration

4.1 Konfiguration für DC-Motoren

Einstellmöglichkeiten

- Eingeschränkter 4-Quadrantenbetrieb für niedrige Drehzahlen.

  Zur besseren Regelung geringer Drehzahlen kann auf einen eingeschränkten 4-Quadrantenbetrieb umgeschaltet werden. Die Drehzahl wird dann bei Lastwechsel durch entgegengesetztes Anlegen der Spannung (Bremsbetrieb) geregelt.

HINWEIS

Bremsbetrieb

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

- Filterung des Drehzahlsignals.

  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.
- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsolleingang. Siehe Kapitel 4.3 „Sonderkonfigurationen“.
- Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus). Siehe Kapitel 4.3.2 „Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)“.
- Betrieb als Spannungssteller (Voltmode). Siehe Kapitel 4.3.3 „Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)“.

4.1.2 DC-Motoren ohne Encoder

In der Konfiguration für DC-Motoren ohne Encoder werden die Motoren drehzahlgeregelt betrieben. Hier wird der für die Drehzahlregelung notwendige Drehzahlistwert über „sensorlose“ Methoden ermittelt:

- Gegen-EMK (rück-induzierte Spannung):

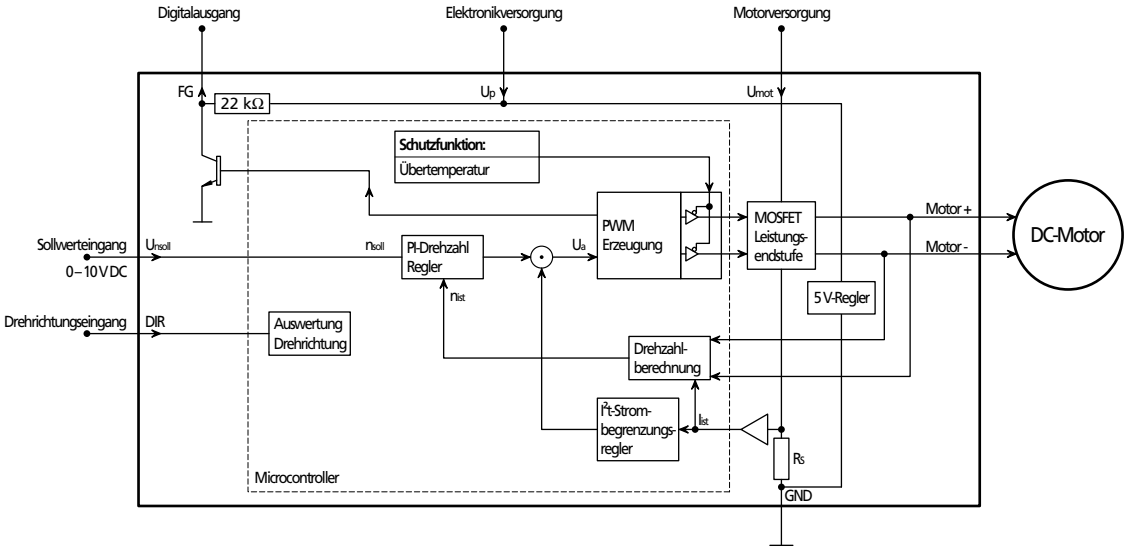
  Bei geringer Last bzw. geringer Aussteuerung der Ausgangs-PWM wird die Gegen-EMK des Motors im ausgeschalteten Zustand der PWM ausgewertet. Dazu ist die Generator-Spannungskonstante kE auf den angeschlossenen Motor einzustellen.
- IxR-Kompensation:

  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 kE und der Anschlusswiderstand R eingestellt sein.

4 Konfiguration

4.1 Konfiguration für DC-Motoren

Blockschaltbild:



Einschränkungen

- Wegen der Auswertung der Gegen-EMK ist die PWM-Frequenz auf 24 kHz beschränkt. Das führt bei bestimmten Motoren (mit kleiner elektrischen Zeitkonstante) zu erhöhten Verlusten im Motor.
- 2-Quadrantenbetrieb (keine aktive Bremsmöglichkeit)
- Der Modus funktioniert nicht bei allen Motoren stabil. Ob ein stabiler Betrieb möglich ist 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 jeweiligen Motors ist im Einzelfall durch geeignete Tests herauszufinden.
- Die Genauigkeit ist abhängig von der Anwendung und der Motorspannungsversorgung U_{mot}.
- Im Übergangsbereich von Gegen-EMK- zu IxR-Drehzahlbestimmung kann es zu Funktionsbeeinträchtigungen kommen. Die einwandfreie Funktion in allen vorhersehbaren Betriebszuständen sind vor dem endgültigen Einsatz zu prüfen.

Einstellmöglichkeiten

- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsolleingang. Siehe Kapitel 4.3 „Sonderkonfigurationen“.
- Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus). Siehe Kapitel 4.3.2 „Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)“.
- Betrieb als Spannungssteller (Voltmode). Siehe Kapitel 4.3.3 „Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)“.

4 Konfiguration

4.2 Konfiguration für BL-Motoren

Der für die Drehzahlregelung notwendige Drehzahlistwert kann über die zur Kommutierung verwendeten Signale bestimmt werden. Die nachfolgend beschriebenen Konfigurationen unterscheiden sich vor allem in dieser Hinsicht.

Der Digitalausgang ist bei Betrieb mit BL-Motoren standardmäßig als Frequenzausgang konfiguriert.

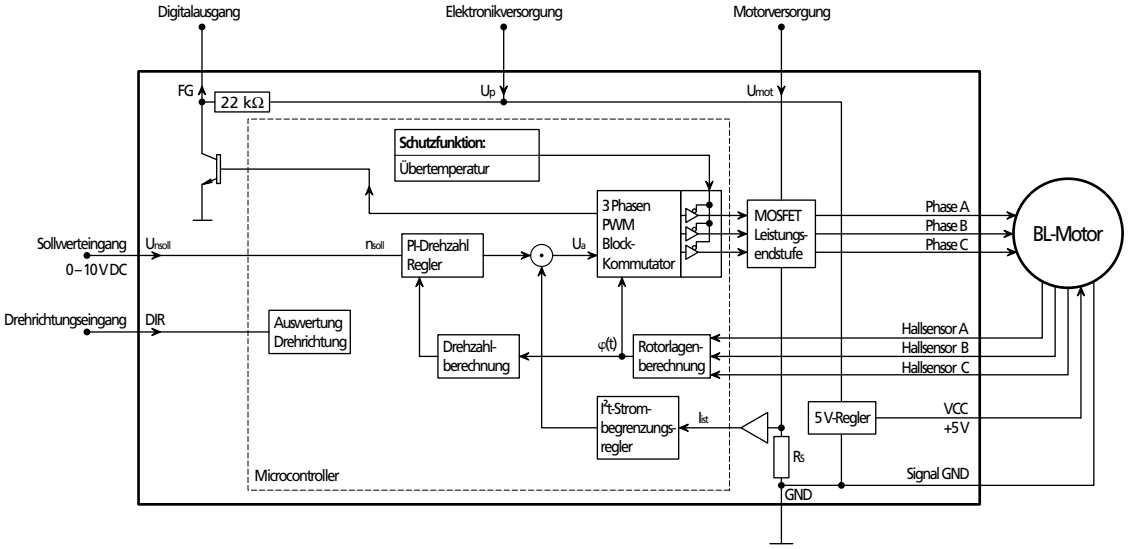
4.2.1 BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren

In der Konfiguration für BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren wird das Kommutierungssignal über die Hallsensorensignale ermittelt. Der Drehzahlistwert wird über den zeitlichen Abstand zwischen den Flanken der Hallsensorsignale bestimmt.

Voreingestellte Grundparameter in dieser Konfiguration:

- Bedingt durch die Auflösung der digitalen Hallsensoren können Drehzahlen ab ca. 500 rpm stabil geregelt werden. Bei 4-poligen Motoren ist eine stabile Regelung ab ca. 250 rpm möglich.
- PWM-Frequenz an der Leistungsendstufe: ca. 96 kHz.
- 2-Quadrantenbetrieb mit Funktion zur schnellen Drehzahlverringerung: Für einen schnelleren Übergang von höheren zu niedrigeren Drehzahlen wird der Motor kurzgeschlossen.
- Mögliche maximale Drehzahl bei 2-poligen Motoren: 100 000 rpm.

Blockschaltbild:



4 Konfiguration

4.2 Konfiguration für BL-Motoren

Einstellmöglichkeiten

- Reiner 2-Quadrantenbetrieb ohne aktive Bremsmöglichkeit.

  Im Fall von Problemen beim Betrieb mit der Bremsfunktion in der Standardeinstellung kann diese deaktiviert werden.
- Filterung (Mittelung) der Hallsensorsignale.

  Zur Gewinnung eines kontinuierlicheren Drehzahlsignals bei Problemen mit der Standardeinstellung wird die Zeit einer kompletten Motorumdrehung ausgewertet. Hierdurch kann es bei niedrigen Drehzahlen zu instabilem Motorlauf kommen, da sich die Regeldynamik verschlechtert.
- Konfiguration des Digitalausgangs als Fehlerausgang.
- Frequenzausgang kann auf 1 oder 3 Impulse pro Umdrehung konfiguriert werden.
- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsolleingang. Siehe Kapitel 4.3 „Sonderkonfigurationen“.
- Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus). Siehe Kapitel 4.3.2 „Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)“.
- Betrieb als Spannungssteller (Voltmode). Siehe Kapitel 4.3.3 „Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)“.

4.2.2 BL-Motoren ohne Hallsensoren (Sensorlosbetrieb)

In der Konfiguration für BL-Motoren ohne Hallsensoren werden auch bei Vorhandensein keine Hallsensoren für die Kommutierung verwendet. Das Kommutierungssignal wird über die Gegen-EMK (rückinduzierte Spannung) generiert. Der Drehzahlistwert wird im Sensorlosbetrieb über den zeitlichen Abstand der Kommutierungsschaltpunkte ermittelt. Zum Betrieb des Motors sind daher in dieser Konfiguration nur 3 Anschlüsse erforderlich.

Der Digitalausgang ist bei Sensorlosbetrieb mit BL-Motoren als Frequenzausgang fest programmiert. Das Ausgangssignal kann auf 1, 3 oder 6 Impulse pro Umdrehung eingestellt werden.

Voreingestellte Grundparameter in dieser Konfiguration:

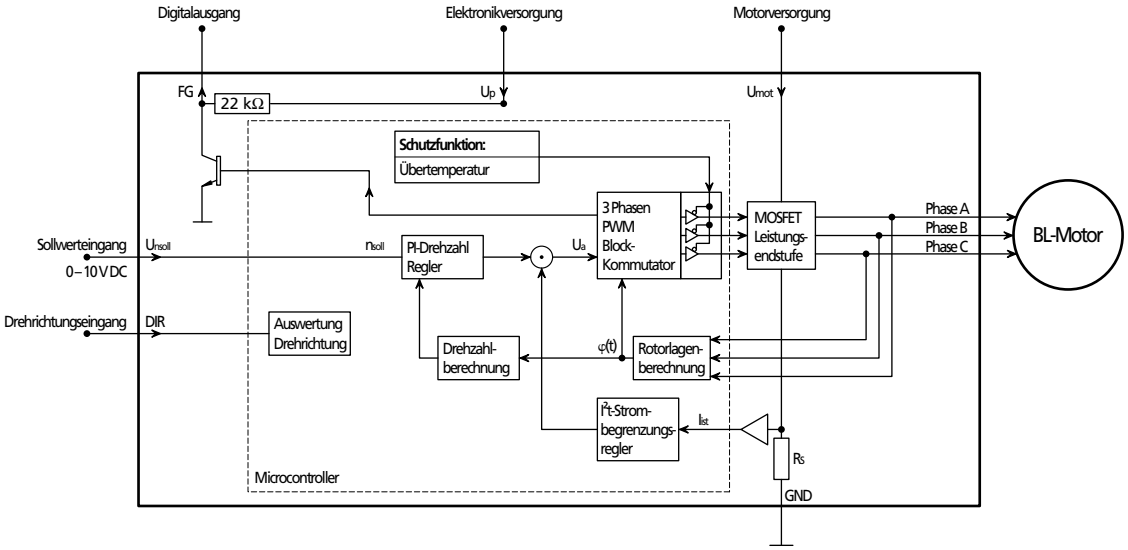
- Anlauf des Motors mittels speziellem Algorithmus, da im Stillstand keine EMK vorhanden ist und die Position des Rotors nicht bekannt ist. Hierdurch kann der Motor beim Anlauf kurz (weniger als eine halbe Umdrehung) in die falsche Richtung drehen. Die Anlaufzeit ist im Vergleich zum Betrieb mit Hallsensoren größer.
- Bei niedrigen Drehzahlen und geringer Belastung wird die Drehzahl durch ein Drehfeld vorgegeben. In diesem Fall bewirkt eine Belastungserhöhung mitunter auch eine Drehzahländerung. Es erfolgt ein Übergang vom Drehfeldbetrieb auf den drehzahlgeregelten Betrieb.
- 2-Quadrantenbetrieb. Im Drehfeldbetrieb erfolgt eine Drehzahländerung sehr zeitnah zur Änderung des Drehzahlsollwertes.
- Motorabhängig können Drehzahlen ab ca. 1000 rpm stabil und konstant geregelt werden.
- PWM-Frequenz an der Leistungsendstufe: ca. 24 kHz.

  Motoren bis zu einer gewissen Größe, die aufgrund zu geringer Induktivität nicht fehlerfrei funktionieren, können im Highspeed-Modus betrieben werden. Siehe Blockschaltbild.

4 Konfiguration

4.2 Konfiguration für BL-Motoren

Blockschaltbild:



Einstellmöglichkeiten

- Highspeed-Modus für sehr kleine BL-Motoren:

  Konzipiert für kleine Motoren mit geringer Induktivität, kleiner elektrischer Zeitkonstante und ohne Hallsensoren.

  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 drehzahlgeregelten Betrieb. Um konstante Drehzahlen auch bei Belastungsänderungen zu gewährleisten, sollte der Arbeitsbereich außerhalb dieses Übergangsbereiches liegen. Durch Verringerung der Motorversorgungsspannung kann üblicherweise ein passender Arbeitspunkt gefunden werden.
- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsolleingang. Siehe Kapitel 4.3 „Sonderkonfigurationen“.
- Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus). Siehe Kapitel 4.3.2 „Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)“.
- Betrieb als Spannungssteller (Voltmode). Siehe Kapitel 4.3.3 „Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)“.

4.2.3 BL-Motoren mit Absolutencoder (AES-64 / AES-4096)

Die Konfiguration für BL-Motoren mit Absolutencoder ermöglicht einen 4-Quadrantenbetrieb. Die Positionsinformationen des Gebers werden sowohl zur Kommutierung des Motors, als auch zur Drehzahlbestimmung verwendet.

Voreingestellte Grundparameter in dieser Konfiguration:

- Drehzahlen ab 100 rpm (AES-64) bzw. 20 rpm (AES-4096) können aufgrund der Auflösungen der Geber stabil und konstant geregelt werden.
- 4-Quadrantenbetrieb, dadurch aktives Beschleunigen und Bremsen möglich.
- Mögliche maximale Drehzahl: 100 000 rpm (AES-64) bzw. 50 000 rpm (AES-4096).
- PWM-Frequenz an der Leistungsendstufe: ca. 96 kHz.
- Frequenzausgang kann auf 1, 2, 3, 4, 8 oder 16 Impulse pro Umdrehung konfiguriert werden.

4 Konfiguration

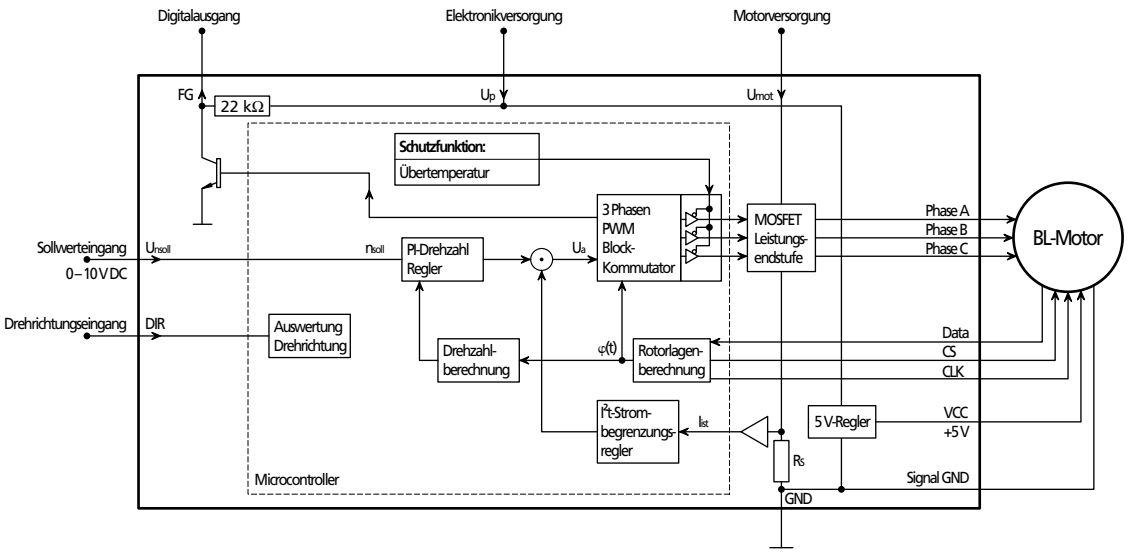
4.2 Konfiguration für BL-Motoren

HINWEIS

Impulsanzahl

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

Blockschaltbild:



Einstellmöglichkeiten

- Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal am Drehzahlsolleingang. Siehe Kapitel 4.3 „Sonderkonfigurationen“.
- Konfiguration des Digitalausgangs als Fehlerausgang.
- Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus). Siehe Kapitel 4.3.2 „Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)“.
- Betrieb als Spannungssteller (Voltmode). Siehe Kapitel 4.3.3 „Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)“.

4 Konfiguration

4.3 Sonderkonfigurationen

Über die in Kapitel 4.1 und 4.2 beschriebenen Konfigurationen hinaus existieren weitere Einstellmöglichkeiten, die für alle Motortypen und alle Sensorvarianten gleichermaßen möglich sind. In diesem Kapitel werden diese Konfigurationen beschrieben.

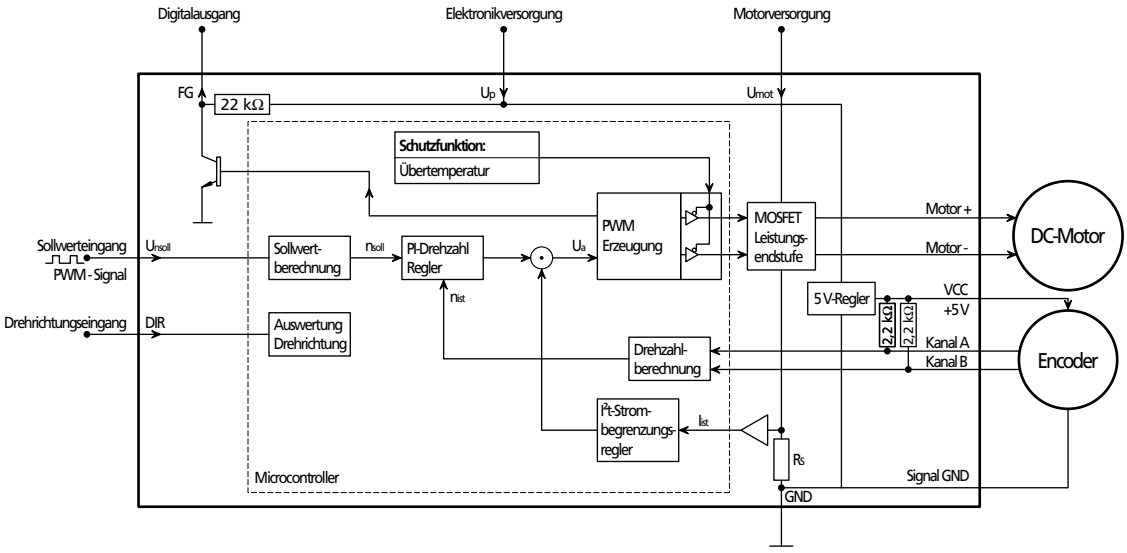
4.3.1 Drehzahlsollwertvorgabe über PWM-Signal

Bei entsprechender Konfiguration des Drehzahlsollwerteingangs Unsoll kann die Drehzahlsollwertvorgabe über ein PWM-Signal erfolgen. Der Drehzahlsollwert ist hierbei proportional zum Tastverhältnis.

Grundparameter für das Tastverhältnis

- PWM-Frequenzbereich: 500 Hz – 18 kHz.
- Motor stoppt bei Tastverhältnis < 2,0 %.
- Motor läuft bei Tastverhältnis > 3,0 %.
- Die Solldrehzahl verhält sich proportional zum Tastverhältnis. Die maximale Solldrehzahl bei 100 % kann konfiguriert werden. Siehe Kapitel 4.4.5 „Maximaldrehzahlwert“.

Blockschaltbild:



Einstellmöglichkeiten

- Als Schaltpegel sind TTL- und PLC-Pegel konfigurierbar:

Modus	high Pegel	low Pegel
TTL	> 3,0 V DC	< 0,5 V DC
PLC	> 7,5 V DC	< 2,0 V DC

4 Konfiguration

4.3 Sonderkonfigurationen

4.3.2 Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)

Für Anwendungen, in denen der Motor nur mit einer bestimmten Drehzahl betrieben werden soll, besteht die Möglichkeit des Fixdrehzahlmodus. Dabei wird die einzustellende Solldrehzahl über einen Parameter fest vorgegeben (siehe Kapitel 4.4.3 „Fixdrehzahlwert“).

Einstellmöglichkeiten für Drehzahlsollwerteingang U_{nsoll}

- Schnellstoppeingang (Low Pegel)
  Motor stoppt bei $U_{nsoll} < 0{,}15$ V.
  Motor stoppt bei offenem Anschluss.
  Motor läuft bei $U_{nsoll} > 0{,}3$ V (0,5 V bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb).
- Schnellstoppeingang invertiert (High Pegel)
  Motor läuft bei $U_{nsoll} < 2{,}0$ V.
  Motor läuft bei offenem Anschluss.
  Motor stoppt bei $U_{nsoll} > 2{,}4$ V.
- Keine Funktion
  Der Motor läuft immer

4.3.3 Betrieb als Spannungssteller (Voltmodus)

Die Speed Controller können für die Funktion als Spannungssteller konfiguriert werden. Die Motorspannung wird dann proportional zur Spannung am Drehzahlsollwerteingang U_{nsoll} ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt weiterhin aktiv.

Mit dieser Konfiguration ist es möglich einen übergeordneten Regler zu verwenden. Der Speed Controller dient dann nur als Leistungsverstärker. Bei BL-Motoren wird er zusätzlich noch zur Kommutierung verwendet.

4.3.4 Digitalausgang (FG)

Der Digitalausgang ist ein Schalter, der nach GND schaltet (Open Collector mit integriertem Pull-up-Widerstand von 22 kΩ). Er kann für verschiede Aufgaben konfiguriert werden:

- Fehlerausgang
- Frequenzausgang

Die detaillierten Eigenschaften der Konfigurationen sind im Kapitel 3.4 „Anschlussfunktionen“ beschrieben.

4 Konfiguration

4.4 Parametereinstellungen

Über nachfolgende Parameter können die Speed Controller an die jeweilige Anwendung angepasst werden.

Einige Parameter haben nur in bestimmten Konfigurationen oder bei bestimmten Einstellungen eine Funktion.

4.4.1 Motorkonstanten

Im Sensorlosbetrieb von DC-Motoren wird der Drehzahlistwert über ein internes Motormodell ermittelt. Folgende Parameter (Motorkonstanten) müssen hierfür konfiguriert werden:

Parameter	Bedeutung	Wertebereich	Einheit
Generator-Spannungskonstante (k_E)	Gibt an, welche Spannung der Motor im Generatorbetrieb abhängig von der Drehzahl erzeugt.	0 – 327	mV / rpm
Anschlusswiderstand (RM)	Anschlusswiderstand des angeschlossenen Motors.	0 – 327	Ω

4.4.2 Strombegrenzungswerte

Für die I²t-Strombegrenzung muss der Spitzenstrom (I_{max}) und der Motordauerstrom (I_{cont}) vorgegeben werden. Siehe auch Kapitel 4.5.1 „I²t-Strombegrenzung“. Die zulässigen Werte des verwendeten Speed Controllers sowie des angeschlossenen Motors sind zu beachten.

Parameter	Bedeutung	max. Wert SC1801	max. Wert SC2804	Einheit
Motordauerstrom (I_{cont})	Wert für den Dauerstrom, auf den begrenzt wird.	1 000	5 000	mA
Spitzenstrom (I_{max})	Wert für den kurzzeitig zugelassenen Maximalstrom.	2 000	10 000	mA

4.4.3 Fixdrehzahlwert

Bei Betrieb mit fixer Drehzahl wird der Drehzahlsollwert über einen einstellbaren Parameter vorgegeben. Siehe Kapitel 4.3.2 „Betrieb mit fixer Drehzahl (Fixdrehzahlmodus)“.

Parameter	Bedeutung	max. Wert	Einheit
Fixdrehzahlwert (NsetFix)	Drehzahlsollwert, der im Betrieb mit fixer Drehzahl vorgegeben wird.	Abhängig von Motortyp und Betriebsart	rpm

Betriebsart / Motortyp	max. Wert	Einheit
BL-Motoren mit Hallsensoren oder Absolutencoder AES-64	120 000*	rpm
BL-Motoren mit Absolutencoder AES-4096	50 000	rpm
BL-Motoren im Sensorlosbetrieb	25 000*	rpm
BL-Motoren im Highspeed-Sensorlosbetrieb	65 000*	rpm
DC-Motoren mit Incrementalencoder oder im Sensorlosbetrieb	65 000	rpm
* Werte gelten für 2-polige Motoren		

4.4.4 Impulse pro Motorumdrehung

Bei BL-Motoren besteht die Möglichkeit, den Digitalausgang FG als Frequenzausgang zu konfigurieren (entspricht der Standardkonfiguration). Abhängig vom verwendeten Geber kann die Anzahl der Impulse pro Motorumdrehung eingestellt werden.

Parameter	Bedeutung	mögliche Werte	Einheit
Impulse pro Umdrehung (Pulses)	Anzahl der Impulse pro Umdrehung am Digitalausgang.	Abhängig vom Gebertyp.	1/rev

Gebertyp	mögliche Werte	Einheit
Hallsensor	1, 3	1/rev
Sensorlosbetrieb	1, 3, 6	1/rev
AES-64 / AES-4096	1, 2, 3, 4*, 8*, 16*	1/rev
Werte gelten für 2-polige Motoren. Bei 4-poligen Motoren verdoppeln sich die angegebenen Werte.		
*Mehr als 3 Impulse pro Umdrehung können bei hohen Drehzahlen zu Fehlern im Signal am Frequenzausgang führen.		

4 Konfiguration

4.4 Parametereinstellungen

4.4.5 Maximaldrehzahlwert

Bei Vorgabe des Drehzahlsollwertes (als analoge Spannung oder als PWM-Signal) kann der Drehzahlwert, der bei 10 V DC bzw. bei 100 % Tastverhältnis vorgegeben wird, eingestellt werden. So kann der maximale Drehzahlwert dem Motortyp bzw. der Anwendung angepasst werden.

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

HINWEIS

Drehzahlangaben

*Die angegebenen Drehzahlwerte beziehen sich auf die „elektrische Drehzahl" des Motors. Bei BL-Motoren mit mehr als zwei Polen ist die „mechanische Drehzahl" entsprechend kleiner (n_{mech} = 2 * n_{el} / Polanzahl).*

Parameter	Bedeutung	mögliche Werte	Einheit
Maximaldrehzahlwert (NsetMax)	Maximaler Drehzahlsollwert bei 10 V bzw. 100 % Tastverhältnis am Drehzahlsollwerteingang Unsoll.	Abhängig von Motortyp und Betriebsart	rpm

Betriebsart / Motortyp	max. Wert	Schrittweite	Einheit
BL-Motoren mit Hallsensoren oder Absolutencoder AES-64	120 000*	10	rpm
BL-Motoren mit Absolutencoder AES-4096	50 000	10	rpm
BL-Motoren im Sensorlosbetrieb	25 000*	10	rpm
BL-Motoren im Highspeed-Sensorlosbetrieb	65 000*	5 000	rpm
DC-Motoren mit Incrementalencoder oder im Sensorlosbetrieb	65 000	10	rpm
* Werte gelten für 2-polige Motoren			

4.4.6 Reglerparameter

Die Speed Controller sind ab Werk so eingestellt, dass in der Regel der Betrieb problemlos möglich ist. Sollte für spezielle Anwendungen eine Anpassung des Reglers auf die Regelstrecke notwendig sein ist in den Speed Controllern die Möglichkeit eingebaut, entsprechende Parameter vorgeben zu können. Siehe Kapitel 4.5.3 „Einstellung der Reglerparameter".

Von der Anwendung hängt auch ab, welche Ziele für die Eigenschaft der Regelung gesetzt werden.

Hier wird vor allem zwischen Steifigkeit der Regelung, der Gleichmäßigkeit der Drehzahl innerhalb einer Umdrehung, der erlaubten Regelabweichung, der erlaubten Überschwingungen und den geforderten Stabilitätsreserven unterschieden.

Der Regelkreis muss auch diesen Forderungen genügen, so dass die Reglerparameter auch diesbezüglich angepasst werden müssen.

Der hier verwendete PI-Drehzahlregler ermöglicht zwei Parameter einzustellen (Proportional- und Integralanteil).

Parameter	Bedeutung	max. Wert	Einheit
V	Proportionalanteil	32767	Digit
VI	Proportionalanteil mit Integralanteil multipliziert	65535	Digit

HINWEIS

Parameterabhängigkeiten

Wird V erhöht während VI unverändert bleibt, so verringert sich der I-Anteil des Reglers!

Soll der I-Anteil hierbei unverändert bleiben, so muss VI mit dem gleichen Faktor multipliziert werden wie V!

4 Konfiguration

4.4 Parametereinstellungen

4.4.7 Encoderauflösung (nur DC-Motoren)

Die Auflösung des angeschlossenen Encoders bei DC-Motoren mit Encoder muss vorgegeben werden, da der Antrieb ansonsten auf die falschen Drehzahlwerte regeln würde.

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

Parameter	Bedeutung	max. Wert	Einheit
Encoderauflösung (Encres)	4-fache Impulszahl des Encoders pro Umdrehung	65535	Digit

4.4.8 Startzeit (nur bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)

Bei Sensorlosbetrieb von BL-Motoren wird der Hochlauf über einen Synchronbetrieb realisiert. Die Zeit zwischen dem Umschalten von einem Kommutierungszustand (Phase) auf den nächsten kann auf den angeschlossenen Motor eingestellt werden.

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

4.4.9 Minimaldrehzahl (nur bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb)

Da bei BL-Motoren im Sensorlosbetrieb die Drehzahl einen bestimmten Wert erreichen muss, um einen stabilen Betrieb zu gewährleisten, ist ein minimaler Solldrehzahlwert sinnvoll. Auch wenn sich durch andere Parameter oder die Drehzahlsollwertvorgabe eine niedrigere Drehzahl ergeben würde, wird trotzdem mindestens die in diesem Parameter eingestellte Drehzahl vorgegeben.

Parameter	Bedeutung	max. Wert	Einheit
Minimaldrehzahl (NsetMin)	Mindest-Drehzahlsollwertvorgabe	25 000	rpm

4.4.10 Delayed Current Error (Nur bei Fehlerausgang)

Die Aktivierung des Ausgangs kann verzögert werden. Auch wenn der Strom bereits begrenzt wird, erfolgt die Aktivierung des Ausganges erst nach der mit DCE vorgegebenen Zeit. Dadurch können kurzzeitige Überschreitungen des Grenzstromes ignoriert werden.

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

4 Konfiguration

4.5 Technische Informationen

4.5.1 I²t-Strombegrenzung

Die Speed Controller sind mit einer Strombegrenzung ausgerüstet, die es erlaubt, einen gewissen Motorschutz zu realisieren.

Arbeitsweise der Strombegrenzung:

Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben. Mit zunehmender Belastung wird der Strom im Motor immer höher, bis er schließlich den Spitzenstrom erreicht. Ab dann tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf diesen Stromsollwert.

Parallel dazu läuft ein thermisches Strommodell, das aus dem aktuell fließenden Strom eine Modelltemperatur berechnet. Übersteigt diese Modelltemperatur einen kritischen Wert, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet und der Motorstrom auf diesen geregelt. Erst wenn die Belastung so gering wird, dass die kritische Modelltemperatur unterschritten wird, wird wieder der Spitzenstrom zugelassen.

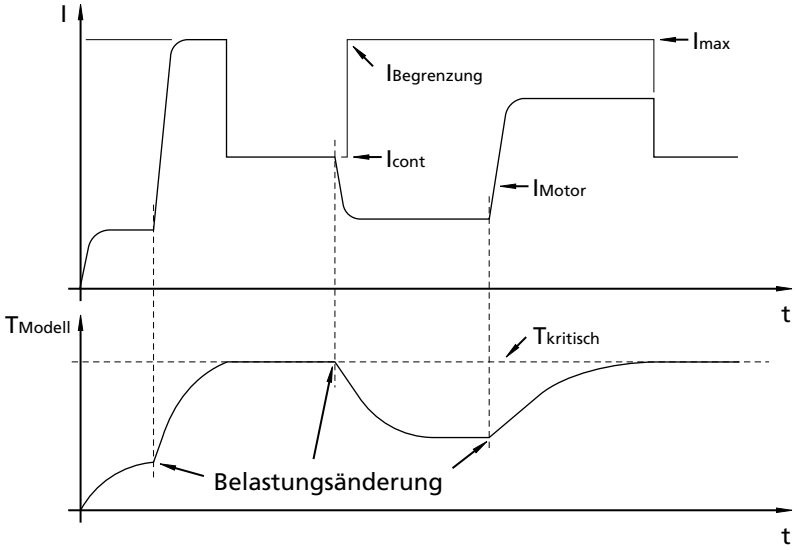
Das Ziel dieser sogenannten I²t-Strombegrenzung ist, den Motor bei geeigneter Wahl des Dauerstroms nicht über die thermisch zulässige Temperatur zu erhitzen. Andererseits sollte kurzzeitig eine hohe Belastung möglich sein, um sehr dynamische Bewegungen realisieren zu können.

Spitzenstrom (I_{max})

Auf den Spitzenstrom wird begrenzt, solange das thermische Strommodell eine unkritische Temperatur errechnet.

Dauerstrom (I_{cont})

Erreicht das thermische Strommodell eine kritische Temperatur, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet.



4 Konfiguration

4.5 Technische Informationen

4.5.2 Übertemperaturabschaltung

Überschreitet die Temperatur der Elektronik einen bestimmten Grenzwert, wird der Motor deaktiviert.

Um den Motor wieder zu aktivieren, muss folgende Bedingung erfüllt sein:

- Temperatur unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes

4.5.3 Einstellung der Reglerparameter

Die Reglerparameter sind bereits für gängige Anwendungen voreingestellt. Um den Regler aber optimal auf die jeweilige Anwendung anzupassen, können die Reglerparameter optimiert werden.

Der digitale Regler arbeitet mit einer Abtastrate von ca. 500 µs.

Beispiel einer Regler-Einstellung:

1. Ausgangskonfiguration setzen.
2. Reglerverstärkung (Proportionalanteil V) erhöhen.
3. Drehzahlsprung von 1/3 der Maximaldrehzahl auf 2/3 vorgeben.
4. Drehzahlsprung von 2/3 auf 1/3 und Verhalten beobachten.
5. Schritt 2 bis 4 wiederholen, bis der Regler instabil wird. Danach Reglerverstärkung verringern, bis sichere Stabilität gegeben ist.
6. Mit Proportional-Integralanteil (VI) entsprechend den Schritten 2 bis 5 verfahren.

4.5.4 Wirkung der Pulsweitenmodulation (PWM)

Die Leistungsendstufe der Speed Controller arbeitet mit der sogenannten Pulsweitenmodulation (PWM). Dabei wird bei einer festen Frequenz (der PWM-Frequenz) das Tastverhältnis zwischen Einschaltzeit und Ausschaltzeit entsprechend dem Reglerausgangswert eingestellt.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass in der Ansteuerelektronik nur sehr geringe Verluste entstehen. Im Gegensatz dazu sind die Verluste in einer linearen Endstufe unter Umständen sehr hoch und sie wird heiß.

Bei Verwendung der PWM dient die Induktivität des Motors als Filter für den Strom. Insofern sollte die PWM-Frequenz hoch genug sein, um den Strom ausreichend zu filtern. Eine für einen bestimmten Motor zu niedrige PWM-Frequenz führt dazu, dass der Motor in einem schlechteren Wirkungsgrad arbeitet, als dies bei Gleichspannungsbetrieb der Fall wäre.

HINWEIS

Wirkungsgrad

Es muss beachtet werden, dass eine Verringerung des Wirkungsgrades am Motor auch den maximal zulässigen Strom verringert und damit auch das maximale Dauerdrehmoment.

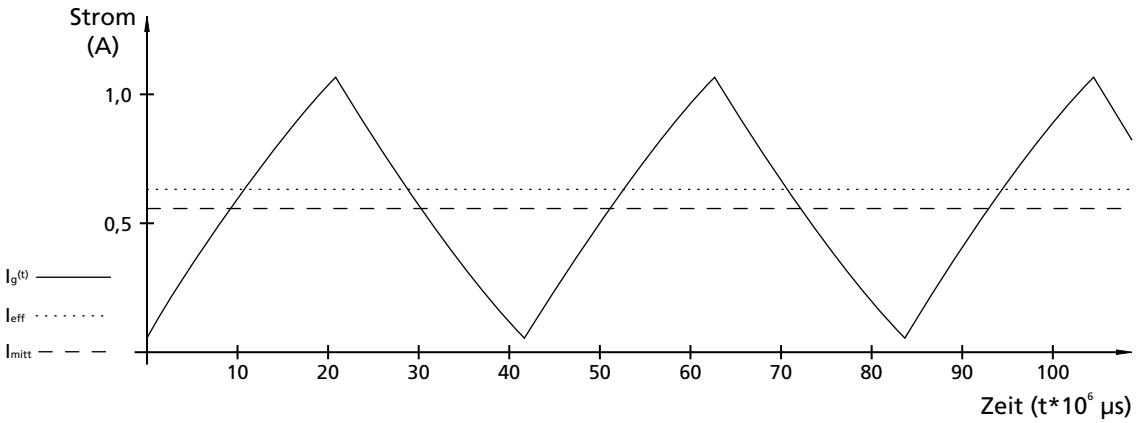
Beispiel:

- Motor: 2232U012SR
- Anschlusswiderstand R = 4,09 Ω
- Anschlussinduktivität L = 180 µH
- Arbeitspunkt n = 4 000 rpm
- Motorversorgungsspannung U_{mot} = 18 V DC
- PWM-Tastverhältnis d = 50 % (entspricht einer Gleichspannung von 9 V DC am Motor.)
- Wirkungsgrad beim Betrieb mit echter Gleichspannung η_{gl} = 74,7 %.

4 Konfiguration

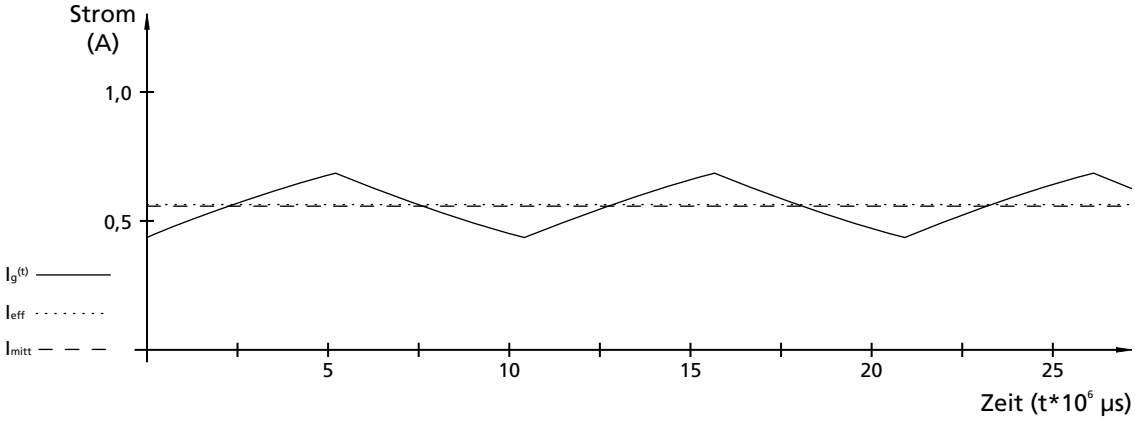
4.5 Technische Informationen

Fall 1: PWM-Frequenz = 24 kHz



- Wirkungsgrad beim Betrieb mit PWM η_{PWM} = 69,6 %.

Fall 2: PWM-Frequenz = 96 kHz



- Wirkungsgrad beim Betrieb mit PWM η_{PWM} = 74,3 %.

Ergebnis:

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, so dass hier auf eine zusätzliche Induktivität verzichtet werden kann.

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

HINWEIS ***PWM-Tastverhältnis***

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

5 Betrieb

5.1 Inbetriebnahme

VORSICHT! ***Beschädigungsgefahr!***

Durch Anschließen von unter elektrischer Spannung stehenden Leitungen kann die Elektronik beschädigt werden:

► *Anschlussarbeiten am Speed Controller nur im spannungsfreien Zustand durchführen.*

Vor der Inbetriebnahme des Speed Controllers zusammen mit einem Motor müssen folgende Punkte kontrolliert werden:

- Der Speed Controller ist den Vorgaben entsprechend montiert.
- Die Anschlusskabel auf der Versorgungs- und Motorseite sind den Vorgaben entsprechend angeschlossen (Verpolungsgefahr!) und so verlegt, dass sie auch während des Betriebs nicht beschädigt werden können. Die maximalen Belastungswerte sind zu beachten. (Siehe Kapitel 7 „Technische Daten“).
- Die Länge der Motoranschlusskabel beträgt nicht mehr als 30 cm.
- Anschlussklemmen und Steckverbinder sind gegen ESD geschützt.
- Die Parameter des Speed Controllers sind passend zum angeschlossenen Motor konfiguriert.
- Der Motorarbeitspunkt ist so gewählt, dass sich bei maximaler Last ein möglichst großes Tastverhältnis der PWM am Reglerausgang einstellt. Gegebenenfalls die Motorversorgungsspannung U_{mot} reduzieren.
- Das Netzgerät ist den Anforderungen entsprechend ausgelegt.

VORSICHT! ***Spannungsversorgung***

Verursacht durch die PWM der Leistungsendstufe ist der Motorstrom immer größer oder gleich dem Strom, der am Versorgungsanschluss U_{mot} gemessen werden kann. Die Stromangaben (Dauer-/Spitzenausgangsstrom) in den Datenblättern und den einstellbaren Parametern der I^2t-Strombegrenzung beziehen sich auf den Motorstrom und nicht auf den Versorgungsstrom des Speed Controllers!

6 Wartung

6.1 Wartung / Instandhaltung

Die Speed Controller sind bauartbedingt wartungsfrei. Es sind keine Maßnahmen zur Instandhaltung erforderlich.

6.2 Störungshilfe

Die Speed Controller sind bauartbedingt unter Einhaltung der in dieser Bedienungsanleitung angegebenen Parameter störungsfrei. Sollte es dennoch zu einer Fehlfunktion kommen, nehmen Sie bitte Kontakt mit dem Hersteller auf.

Zentrale: +49(0)7031/638-0
E-Mail: info@faulhaber.de
Internet: www.faulhaber.com

7 Technische Daten

7.1 Datenblatt

		SC 1801 P	SC 1801 F	SC 1801 S	SC 2402 P	SC 2804 S	
Versorgungsspannung für Elektronik	U_P	4,0 ... 18	4,0 ... 18	4,0 ... 18	5 ... 24	5 ... 28	V DC
Versorgungsspannung für Motor	U_{mot}	1,8 ... 18	1,8 ... 18	1,8 ... 18	0 ... 24	0 ... 28	V DC
Max. Dauer-Ausgangsstrom [1]	I_{dauer}	1	1	1	2	4	A
Max. Spitzen-Ausgangsstrom	I_{max}	2	2	2	4	8	A
Stromaufnahme der Elektronik	I_{el}	0,018	0,018	0,018	0,03	0,03	A
Ein-/Ausgänge (teilweise frei konfigurierbar)		3	3	3	5	5	
Anzugsmoment Klemmleiste		-	0,12 ... 0,15	0,12 ... 0,15	-	0,5 ... 0,6	Nm
Gewicht		4	10	12	14	160	g
PWM-Schaltfrequenz	f_{PWM}	96 (24)					kHz
Wirkungsgrad	η	95					%
Drehzahlbereich BL-Motoren mit Hallsensoren		500 ... 100 000 [2]					rpm
Drehzahlbereich DC-Motoren mit Encoder		100 ... 30 000 [2]					rpm
Regler Abtastrate		500					µs
Auflösung des Encoders bei DC-Motoren		≤ 65 535					Inc./Umdr.
Betriebstemperaturbereich		0 ... + 60					°C
Lagertemperaturbereich		– 25 ... + 85					°C

[1] bei 22°C Umgebungstemperatur
[2] Drehzahl ist abhängig von Versorgungsspannung, Last, Motortyp und Software.

Beschreibung der Anschlüsse (allgemein)			
Anschluss "U_P":		U_P	Elektronikversorgung
Anschluss "U_{mot}":		U_{mot}	Spulenversorgung
Anschluss "GND":			Masse
Anschluss "U_{nsoll}":		U_{in} = 0 ... 10 V / > 10 V ... max. U_P [3]	(Standardversion)
– Analoger Eingang	Drehzahlsollwert	U_{in} < 0,15 V	Motor stoppt
		U_{in} > 0,3 V (0,5 V) [4]	Motor läuft
– Digitaler Eingang	PWM für Drehzahlsollwert	500 ... 18 000 Hz	
	Tastverhältnis	d = 0%	Motor steht
		d = 50%	halbe Maximaldrehzahl
		d = 100%	Maximaldrehzahl
	Eingangswiderstand	R_{in} ≥ 5 kΩ	
	Signalpegel PLC	7,5 ... U_p	high
		0 ... 2	low
	Signalpegel TTL	2,8 ... U_p	high
		0 ... 0,5	low
Anschluss "DIR":			
– Analoger Eingang	Drehrichtungseingang	an Masse oder Pegel < 0,5 V	linksdrehend
		Pegel > 3,0 V	rechtsdrehend
	Eingangswiderstand	R_{in} ≥ 10 kΩ	
Anschluss "FG":		max. U_P / 15 mA	open collector mit 22 kΩ pull-up Widerstand [5]
– Fehlerausgang		durchgeschaltet nach GND	kein Fehler
– Frequenzausgang (nur bei BL-Motor)		1, 3, (6) [4]	Impulse pro Umdrehung
Anschluss "IO1", "IO2":		n.c.	*reserviert*
Anschluss "V_{CC}":			
	Ausgangsspannung	5 V DC	für externen Gebrauch
	max. Ausgangsstrom bei	SC 1801 ... » I_{CC} = 25 mA	
		SC 2402 P » I_{CC} = 20 mA	
		SC 2804 S » I_{CC} = 30 mA	
Anschluss "SGND":			Signalmasse

[3] > 10 V für Drehzahlsollwert nicht definiert.
[4] Angaben in Klammern gelten für BL-Motoren im sensorlos Betrieb.
[5] Ein zusätzlicher externer Pull-up Widerstand kann zur Erhöhung der Flankensteilheit zugeschaltet werden.
Achtung: I_{out} max. 15 mA darf dadurch nicht überschritten werden.

7 Technische Daten

7.1 Datenblatt

Beschreibung der Anschlüsse (Motorabhängig)		DC-Motor	BL-Motor	BL-Motor mit AES
Anschluss "Mot A", "Mot B", "Mot C":				
– Motoranschluss	Mot A	Mot +	Phase A	Phase A
	Mot B	Mot -	Phase B	Phase B
	Mot C	*reserviert*	Phase C	Phase C
Anschluss "Sens A", "Sens B", "Sens C":				
– Sensoreingang	Sens A	*reserviert*	Hallsensor A	DATA
	Sens B	Encoder Kanal A	Hallsensor B	CS
	Sens C	Encoder Kanal B	Hallsensor C	CLK
	f	≤ 400 kHz		

Varianten

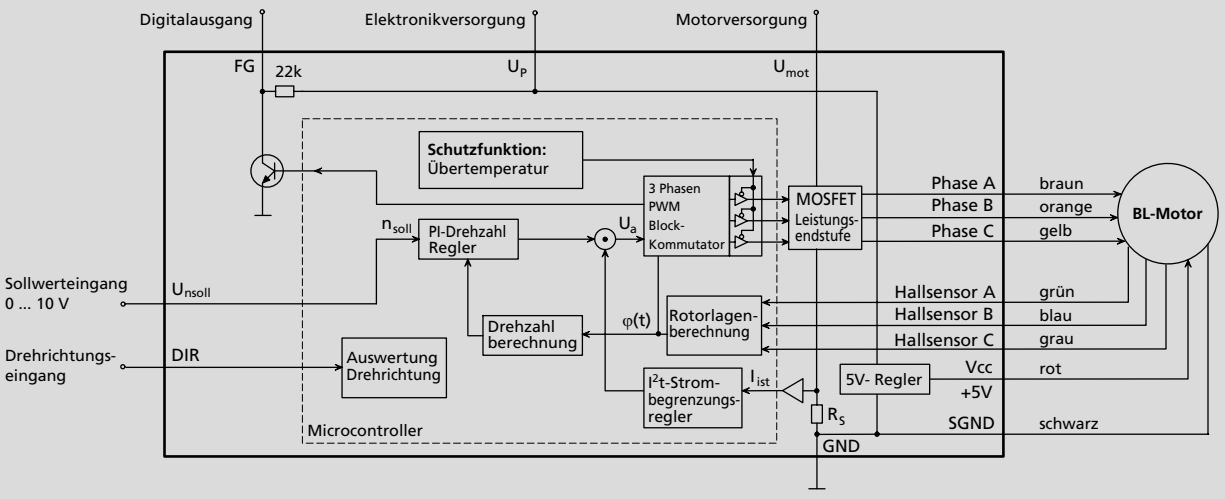
		Ausführung					
Speed Controller	Option	Motor-typ	Sensortyp	Drehzahlsollwert-vorgabe [1]	Drehzahl bei U_{nsoll} =10 V	Artikel Nr.	Konformität
SC 1801 S	**3530**	BL	Hallsensoren (digital)	0 ... 10 V	30 000 rpm	**6500.01377**	**CE**
SC 1801 S	**3531**	DC	Incrementalencoder [2]	0 ... 10 V	10 000 rpm	**6500.01393**	**CE**
SC 1801 F	**3533**	BL	sensorlos (high speed)	0 ... 10 V	40 000 rpm	**6500.01378**	**CE**
SC 1801 P	**3530**	BL	Hallsensoren (digital)	0 ... 10 V	30 000 rpm	**6500.01379**	
SC 1801 P	**3531**	DC	Incrementalencoder [2]	0 ... 10 V	10 000 rpm	**6500.01394**	
SC 1801 S	**3980**	BL	Absolutencoder	0 ... 10 V	30 000 rpm	**6500.01435**	
SC 1801 P	**3980**	BL	Absolutencoder	0 ... 10 V	30 000 rpm	**6500.01440**	
SC 1801 F	**3980**	BL	Absolutencoder	0 ... 10 V	50 000 rpm	**6500.01441**	
SC 2804 S	**3530**	BL	Hallsensoren (digital)	0 ... 10 V	20 000 rpm	**6500.01390**	**CE**
SC 2804 S	**3531**	DC	Incrementalencoder [2]	0 ... 10 V	10 000 rpm	**6500.01391**	**CE**
SC 2402 P	**3530**	BL	Hallsensoren (digital)	0 ... 10 V	20 000 rpm	**6500.01381**	
SC 2402 P	**3531**	DC	Incrementalencoder [2]	0 ... 10 V	10 000 rpm	**6500.01392**	
SC 2804 S	**3980**	BL	Absolutencoder	0 ... 10 V	20 000 rpm	**6500.01438**	
SC 2402 P	**3980**	BL	Absolutencoder	0 ... 10 V	20 000 rpm	**6500.01439**	

[1] Der Drehzahlbereich ist über Software konfigurierbar. Ausführungen mit PWM sowie weitere Konfigurationen sind auf Anfrage erhältlich.
[2] Voreingestellt auf 512 Impulse

Zubehör

		Motor-typ	für SC 1801 S Artikel-Nr.	für SC 2804 S Artikel-Nr.
Programmieradapter	**Starterkit**		**6501.00088**	**6501.00088**
Programmieradapter			**6501.00097**	**6501.00096**
Anschlussadapter	**5 mm » 2,54 mm**		-	**6501.00087**
Motoranschlussadapter	**0620 ... B**	BL	**6501.00083**	-
	penny-motor	BL	**6501.00090**	-
	BX4	BL	**6501.00085**	**6501.00086**
Encoderadapter	**IE2**	DC	**6501.00084**	**6501.00063**
	HEDS	DC	**6501.00001**	**6501.00001**

Blockdiagramm - bürstenlos mit Hallsensoren (Option 3530)



7 Technische Daten

7.1 Datenblatt

Speed Controller

Allgemeine Beschreibung

Die Speed Controller SC 1801 P/F/S, SC 2402 P und SC 2804 S eignen sich sowohl für bürstenlose DC-Servomotoren (BL-Motoren) als auch für DC-Kleinstmotoren (DC-Motoren) und decken, bis auf wenige Ausnahmen, die gesamte Motor-Palette der FAULHABER GROUP ab.

Die Serie SC 1801 ist äußerst kompakt und auch für die kleinsten Faulhaber Motoren geeignet, die Serie SC 2804 ist die größere leistungsstärkere Variante.

Wesentliche Features:

- Die Speed Controller sind sehr flexibel. Mit einem Programmieradapter und der **„FAULHABER Motion Manager"** - Software sind sie durch den Kunden frei konfigurierbar.
- Je nach Konfiguraton kann entweder ein BL-Motor oder ein DC-Motor mit der entsprechenden Sensorik zur Drehzahlerfassung betrieben werden.
- Die Speed Controller sind als Drehzahlregler konzipiert. Die Regelung erfolgt mit einem PI-Regler.
- Auch ein sensorloser Betrieb, bei dem die Drehzahl über die Auswertung der rückwirkenden Generatorspannung (EMK) bestimmt wird, ist möglich.
- Den Speed Controllern gemeinsam ist eine Strombegrenzung, die den maximalen Motorstrom bei zu hoher thermischer Belastung begrenzt. Diese Strombegrenzung ist in der Standardkonfiguration auf den für den jeweiligen Speed Controller maximalen zulässigen Wert eingestellt.

Standardvarianten

Um einen schnellen Betrieb ohne Programmieradapter und Software zu ermöglichen, werden die Speed Controller in verschiedenen Standardvarianten ausgeliefert. Die aufgeführten Varianten jedes Controllertyps können flexibel umkonfiguriert werden.

Konfiguration durch den Kunden

Jeder Controller kann mit einem Programmieradapter und der **„FAULHABER Motion Manager"** - Software in eine der nachfolgend beschriebenen Betriebsarten konfiguriert werden:

- **BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren**

In der Konfiguration BL-Motoren mit digitalen Hallsensoren werden die Motoren drehzahlgeregelt betrieben, wobei die Signale der digitalen Hallsensoren zur Kommutierung und Bestimmung der Ist-Drehzahl herangezogen werden.

- **BL-Motoren ohne Hallsensoren (Sensorlosbetrieb)**

In dieser Konfiguration werden keine Hallsensoren verwendet, stattdessen wird die Gegen-EMK des Motors zur Kommutierung und Drehzahlregelung herangezogen.

- **BL-Motoren mit Absolutencoder**

Dieser Modus kann nur in Verbindung mit der entsprechenden Hardware gewählt werden. In dieser Konfiguration gibt der Encoder eine Absolutposition aus. Diese wird zur Kommutierung sowie zur Drehzahlregelung genutzt. Wegen der hohen Auflösung des Encoders sind in diesem Modus geringe Drehzahlen zu erreichen.

- **DC-Motoren mit Encoder**

In der Konfiguration DC-Motoren mit Encoder werden die Motoren drehzahlgeregelt betrieben. Als Drehzahlistwertgeber wird ein Incrementalencoder benötigt.

- **DC-Motoren ohne Encoder**

In der Konfiguration DC-Motoren sensorlos werden die Motoren drehzahlgeregelt betrieben, wobei zur Drehzahlistwerterfassung, je nach Lastfall, entweder die rückwirkenden Generatorspannung (EMK) herangezogen wird oder eine IxR-Kompensation. Für diese Betriebsart ist eine Abstimmung auf den jeweiligen Motortyp notwendig.

Darüber hinaus können über die **„FAULHABER Motion Manager"** - Software weitere Parameter verändert werden:

- Reglerparameter
- Ausgangsstrombegrenzung
- Fixdrehzahl
- Encoderauflösung
- Drehzahlsollwertvorgabe über analog oder PWM-Signal
- maximale Drehzahl bzw. Drehzahlbreich

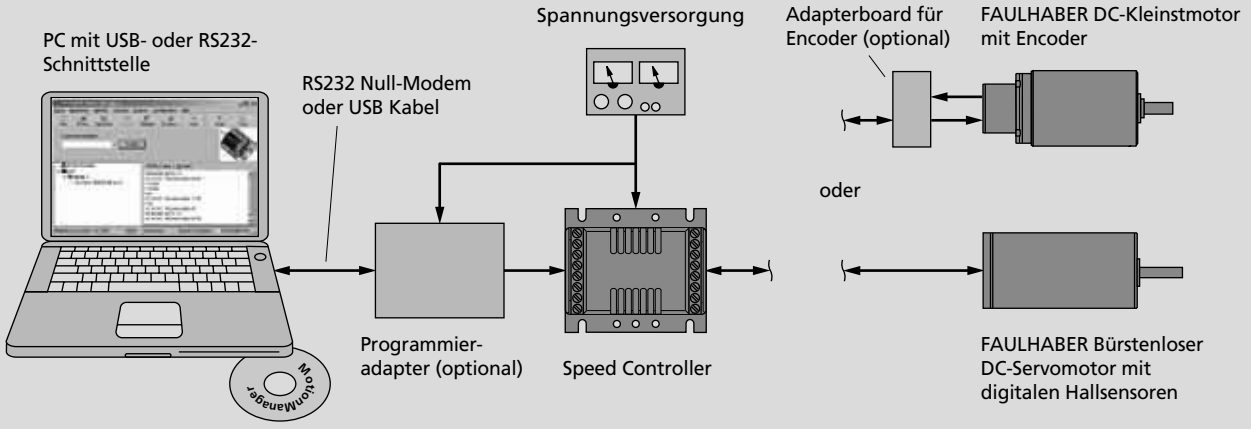
Einsatzgebiet

Der geringe Verdrahtungsaufwand und der kompakte Aufbau der Speed Controller ermöglichen den Einsatz in vielfältigen Anwendungen. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, zum Beispiel in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik, Handling- und Werkzeugmaschinen sowie Pumpen.

Hinweis

Den Speed Controllern ist eine Bedienungsanleitung zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt.

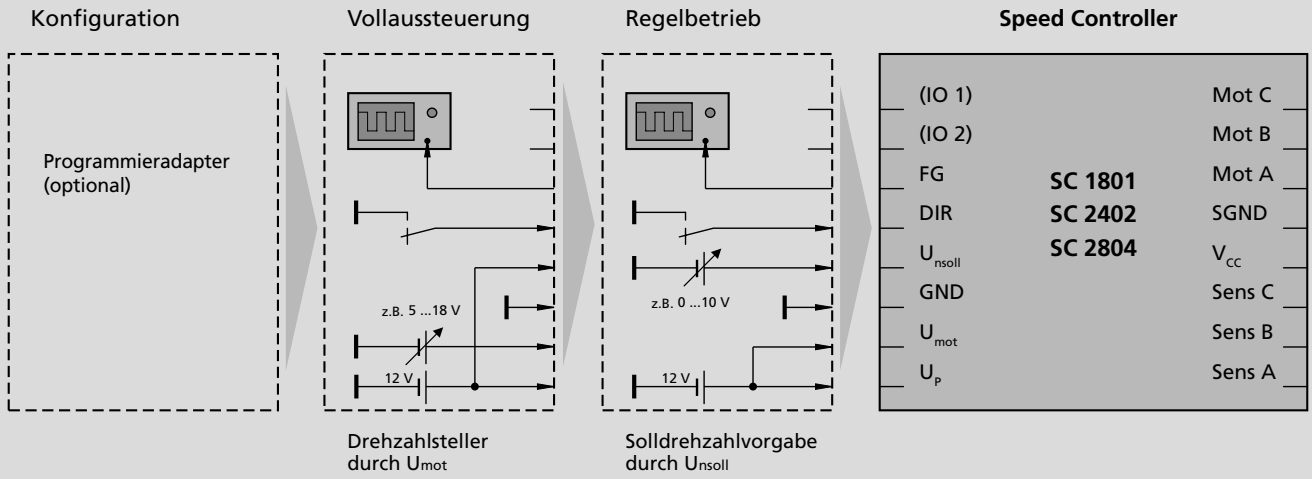
Anschlussbeispiel



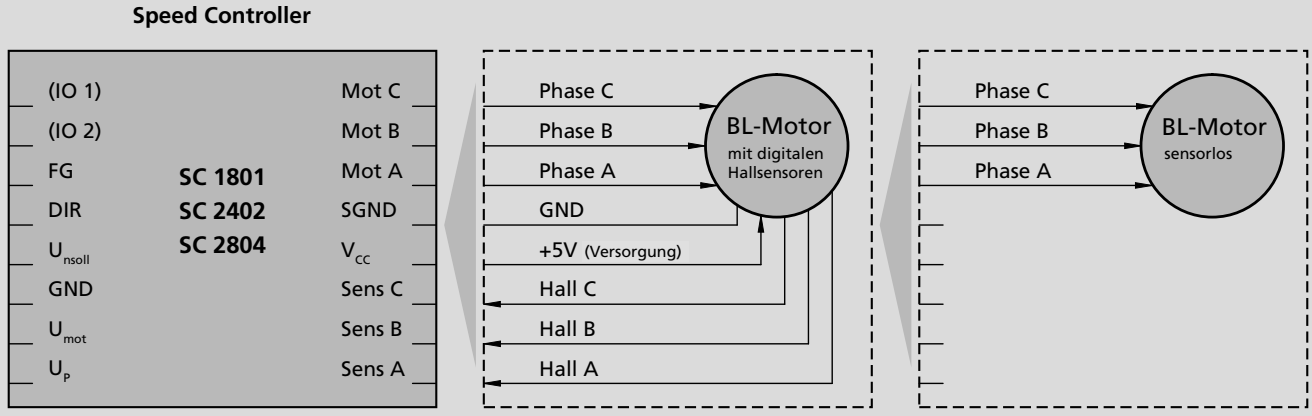
7 Technische Daten

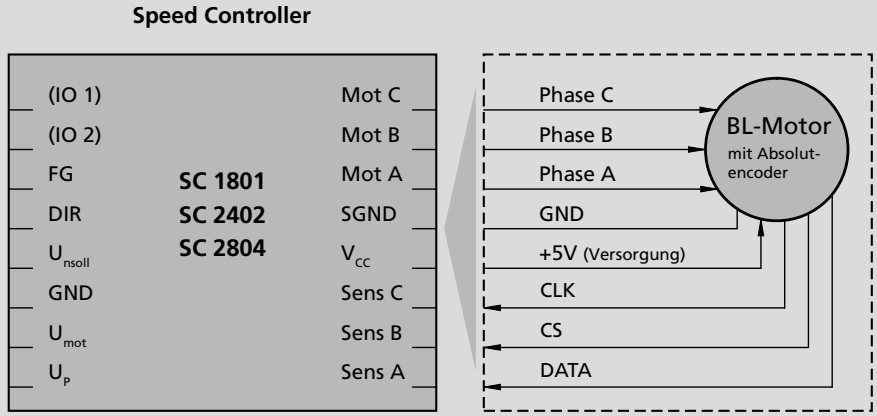
7.1 Datenblatt

Anschlussbeispiel Versorgung



Anschlussbeispiel Betriebsarten BL-Motoren

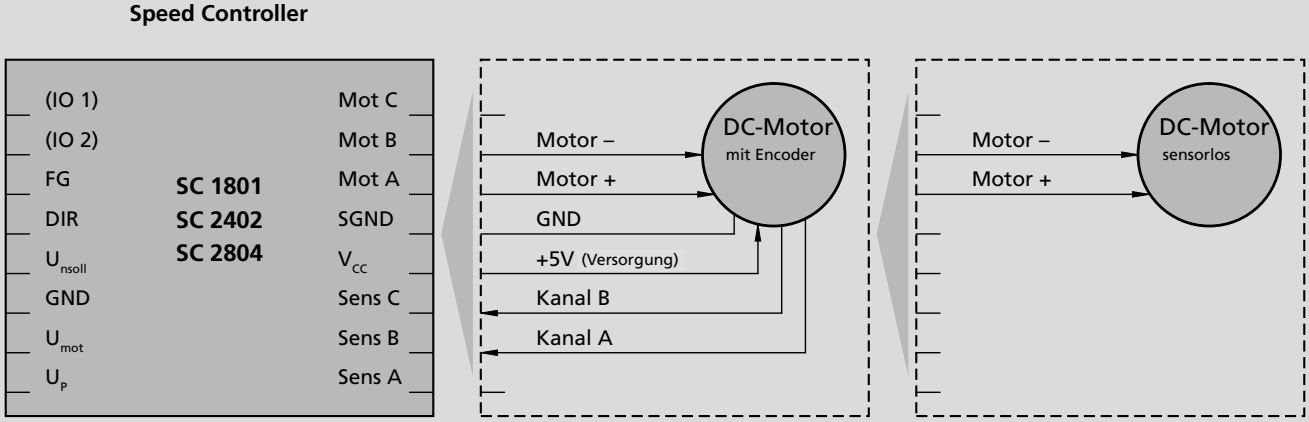




7 Technische Daten

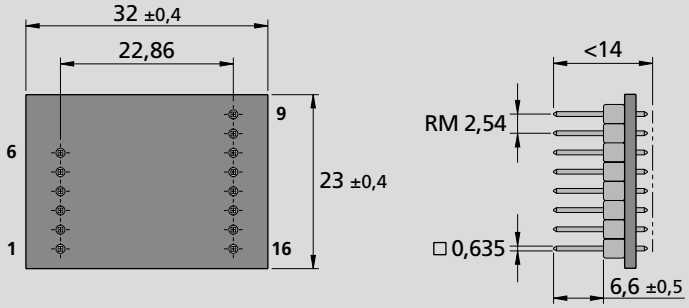
7.1 Datenblatt

Anschlussbeispiel Betriebsarten DC-Motoren



Maßzeichnung und Anschlussinformation SC 1801 P

M 1:1



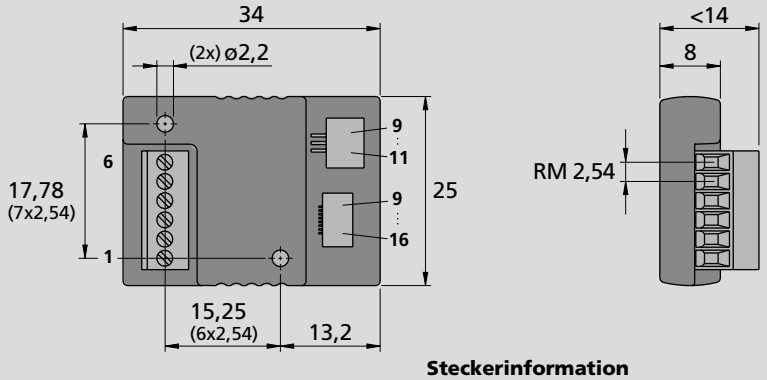
SC 1801 P

Anschlussbelegung

Pin	Anschluss
1	U_P
2	U_{mot}
3	GND
4	U_{nsoll}
5	DIR
6	FG
9	Mot C
10	Mot B
11	Mot A
12	SGND
13	V_{CC}
14	Sens C
15	Sens B
16	Sens A

Maßzeichnung und Anschlussinformation SC 1801 F

M 1:1



SC 1801 F

Steckerinformation
LIF-Anschlußsteckverbinder
3-polig und 8-polig

Anschlussbelegung

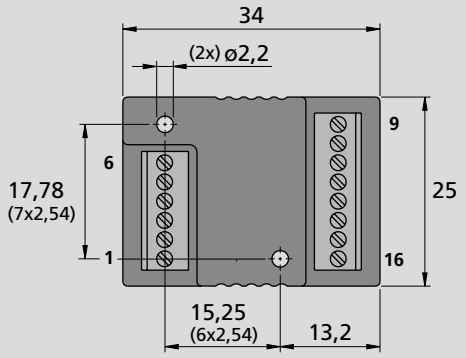
Pin	Anschluss
1	U_P
2	U_{mot}
3	GND
4	U_{nsoll}
5	DIR
6	FG
9	Mot C
10	Mot B
11	Mot A
12	SGND
13	V_{CC}
14	Sens C
15	Sens B
16	Sens A

7 Technische Daten

7.1 Datenblatt

Maßzeichnung und Anschlussinformation SC 1801 S

M 1:1



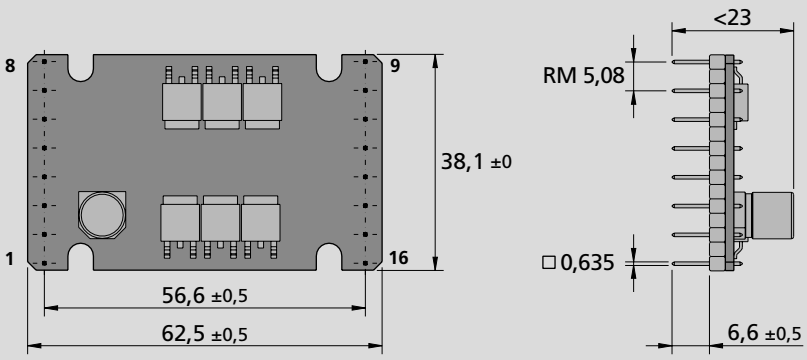
SC 1801 S

Anschlussbelegung

Pin	Anschluss
1	U_P
2	U_{mot}
3	GND
4	U_{nsoll}
5	DIR
6	FG
9	Mot C
10	Mot B
11	Mot A
12	SGND
13	V_{CC}
14	Sens C
15	Sens B
16	Sens A

Maßzeichnung und Anschlussinformation SC 2402 P

Abbildungen verkleinert



SC 2402 P

Anschlussbelegung

Pin	Anschluss
1	U_P
2	U_{mot}
3	GND
4	U_{nsoll}
5	DIR
6	FG
7	IO 2
8	IO 1
9	Mot C
10	Mot B
11	Mot A
12	SGND
13	V_{CC}
14	Sens C
15	Sens B
16	Sens A

7 Technische Daten

7.2 Umgebungsbedingungen

VORSICHT! ***Chemikalien***

Die Gehäuse der Speed Controller SC1801S und SC1801F sind nur bedingt beständig gegen Lösungsmittel wie Spiritus und Aceton.

- ▶ *Die Gehäuse müssen im Betrieb vor dem Kontakt mit Lösungsmitteln oder lösungsmittelhaltigen Substanzen geschützt werden.*

HINWEIS ***Software***

Die Firmware der Speed Controller kann mindestens 20 000 mal neu programmiert werden.

8 EG-Richtlinien

VORSCHRIFT! Folgende EG-Richtlinien sind für den Anwender der beschriebenen Produkte von Bedeutung:

§

Maschinenrichtlinie (98/37/EG):

Sie gilt für selbstständig funktionsfähige Maschinen oder eine Verkettung von Maschinen zu ganzen Anlagen. Für Einbaukomponenten, nicht funktionsfähige Maschinen wird eine Herstellererklärung nach Anhang II B der Maschinenrichtlinie 98/37/EG abgegeben.

Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG):

Sie gilt für alle elektrischen Betriebsmittel mit einer Nennspannung von 75 bis 1 500 V DC, bzw. von 50 bis 1 000 V AC. Die in dieser Bedienungsanleitung beschriebenen Produkte fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Richtlinie da sie für kleinere Spannungen ausgelegt sind.

EMV-Richtlinie (2004/108/EG):

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.

9 Herstellererklärung

Herstellererklärung nach Maschinenrichtlinie 98/37/EG, Anhang II B

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

erklärt hiermit, dass es sich bei den nachfolgend bezeichneten Erzeugnissen um Einbaukomponenten und somit im Sinne des Artikels 4 (2) der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen 98/37/EG – kurz: Maschinenrichtlinie – um für sich allein nicht funktionsfähige Maschinen handelt, die aus diesem Grund noch nicht in allen Teilen den einschlägigen Bestimmungen der Maschinenrichtlinie entsprechen.

Produktbezeichnung: Mikroantriebe, DC-Kleinstmotoren, Schrittmotoren, Motion Control Systems, Präzisionsgetriebe, Servokomponenten, Steuerungen, Mikropräzisionssysteme, Lineare DC-Servomotoren, Piezomotoren

Markennamen: FAULHABER, PRECIstep, FTB, penny-motor, smoovy, FAULHABER BX4, FAULHABER motion control, Quickshaft, Smartshell, PiezoMotor

Die Inbetriebnahme ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine, in die diese Komponente eingebaut werden soll, funktionsfähig ist und den Schutzanforderungen der Maschinenrichtlinie entspricht.

Schoenaich, 2008-02-04
(Ort, Datum)

Dr. Thomas Bertolini,
Geschäftsführung

Unterschrift

10 Gewährleistung

Auszug aus unseren Gewährleistungsbedingungen

Produkte der Firma Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG werden nach modernsten Fertigungsmethoden hergestellt und unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle.

Sollte es wider Erwarten zu Mängeln kommen, verpflichten wir uns innerhalb der Gewährleistungszeit, Abhilfe zu schaffen.

- Mangelhafte Ware haben wir auf unsere Kosten innerhalb einer uns von Ihnen gesetzten angemessenen Frist nach unserer Wahl nachzubessern oder zu ersetzen. Ersetzte Ware wird unser Eigentum und ist an uns zurückzugeben.
- Wenn eine Nachbesserung oder Ersatzlieferung nicht möglich ist oder aus sonstigen von uns zu vertretenden Gründen innerhalb der von Ihnen bestimmten Frist nicht erfolgt oder fehlschlägt, können Sie nach Ihrer Wahl vom Vertrag über die mangelhafte Lieferung zurücktreten oder den Kaufpreis mindern.
- Wir haften nicht für Schäden der Ware, die durch natürliche Abnutzung, Verschleiß, ungeeignete, unsachgemäße oder nicht vertragsgemäße Verwendung, fehlerhafte Montage oder Inbetriebsetzung, übermäßige Beanspruchung oder unsachgemäße Änderung, Nachbesserung oder Instandsetzungsarbeiten durch Sie oder Dritte, oder durch fehlerhafte oder nachlässige Behandlung entstehen, sofern diese nicht auf unser Verschulden zurückzuführen sind.
- Weitergehende Ansprüche, insbesondere auf Schadensersatz statt der Leistung und auf Ersatz eines sonstigen unmittelbaren oder mittelbaren Schadens – einschließlich Begleit- oder Folgeschadens, gleichgültig aus welchem Rechtsgrund – sind ausgeschlossen. Dies gilt nicht, wenn
  a) wir einen Rechts- oder Sachmangel arglistig verschwiegen oder eine Garantie für die Beschaffenheit der Ware übernommen haben,
  b) der Schaden auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit von uns, unserer gesetzlichen Vertreter oder Erfüllungsgehilfen oder einer fahrlässigen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten durch diese Personen beruht, oder
  c) eine schuldhafte Pflichtverletzung durch uns, unsere gesetzlichen Vertreter oder Erfüllungsgehilfen zu einem Körper- oder Gesundheitsschaden geführt hat.

  Im Falle einfacher Fahrlässigkeit ist jedoch unsere Ersatzpflicht der Höhe nach auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden beschränkt.
- Sämtliche Mängelansprüche einschließlich der in unseren Lieferbedingungen geregelten Schadensersatzansprüche verjähren in einem Jahr nach Ablieferung der Ware an Sie. Für Ersatzstücke und die Ausbesserung beträgt die Verjährungsfrist 1 Jahr, sie läuft aber mindestens bis zum Ablauf der ursprünglichen Verjährungsfrist für den Liefergegenstand. Die Frist für die Mängelhaftung an dem Liefergegenstand wird um die Dauer der durch die Nachbesserungsarbeiten verursachten Betriebsunterbrechung verlängert. Von dieser Verjährungsregelung bleiben Regelungen bezüglich einer etwa kürzeren Lebensdauer des Liefergegenstandes im Rahmen seiner bestimmungsgemäßen Verwendung unberührt.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte unseren Lieferbedingungen, die wir Ihnen auf Anfrage gerne zur Verfügung stellen.

11 Stichwortliste

Absolutencoder
Positionsinformation ist nach dem Einschalten sofort bekannt (innerhalb einer Motorumdrehung).

Incrementalencoder
Encoder, der bei Änderung der Position Impulse erzeugt. Diese können mit einem externen Zähler aufsummiert werden.

ESD (Electrostatic Discharge)
Elektrostatische Entladung.

DC-Motor
Motor der mit Gleichstrom (Direct Current) betrieben wird.

BL-Motor
Bürstenloser Gleichstrommotor. Die Kommutierung erfolgt mit Hilfe einer elektronischen Schaltung (z.B. FAULHABER Speed Controller).

LIF
Steckersystem das mit geringem Kraftaufwand zusammengefügt werden kann.

ZIF
Null-Kraft-Stecker (Zero Insertion Force).

FFC (Flat Flex Cable)
Flachbandkabel

FPC (Flexible Printed Circuit)
Flexible Leiterplatte, z.B. aus Polyamid-Folie mit aufgedruckten Leiterbahnen.

PLC-Modus
Schaltpegel (24V) aus dem Bereich der Automatisierungstechnik werden verwendet.

TTL-Modus
Logikschaltpegel (5V) aus der Elektronik werden verwendet.

Pull-up-Widerstand
Widerstand der den Pegel eines offenen bzw. hochohmigen Ein-/Ausganges definiert. Pegel wird nach oben (High) gezogen.

Rippel
Wechselanteil eines Stromes oder einer Spannung.

PWM
Pulsweitenmodulation.

Notizen

Notizen

MA00024 deutsch, 2. Auflage, 04.2010
© DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
Änderungen vorbehalten

DR. FRITZ FAULHABER GMBH & CO. KG
Antriebssysteme

Daimlerstraße 23/25
71101 Schönaich · Germany
Tel. +49(0)7031/638-0
Fax +49(0)7031/638-100
info@faulhaber.de
www.faulhaber.com