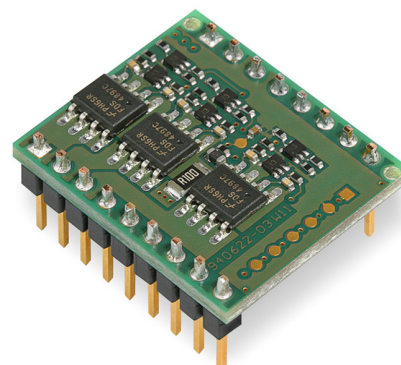


Das DEC Module 24/2 (Digital EC Controller) ist ein digitaler 1-Quadrant-Verstärker zur Ansteuerung von elektronisch kommutierten (bürstenlosen) Gleichstrommotoren (EC-Motoren) mit Hall-Sensoren bis zu einer Leistung von 48 W. Zur Auswertung der Rotorlage sind EC-Motoren mit Rotorlagegeber (Hall-Sensoren) erforderlich.



Eigenschaften:

- Digitaler Drehzahlregler (closed loop)
- Digitaler Drehzahlsteller (open loop)
- Maximaldrehzahl: 80 000 min⁻¹ (Motor mit 1 Polpaar)
- Drehzahlvorgabe mittels analoger externer Spannung (0 ... +5 V)
- 3 verschiedene Drehzahlbereiche einstellbar
- Drehrichtungsvorgabe mit digitalem Direction-Signal
- Enable-Eingang zur Freigabe oder Sperrung der Endstufe
- Einstellbare Maximalstrombegrenzung bis zu 3 A
- Betriebszustandsanzeige mittels «Ready»-Ausgang
- Blockierschutz (Strombegrenzung bei blockiertem Motor)
- Schutz gegen Unterspannung, Überspannung und Übertemperatur
- Standardisierte Steckleisten im Rastermass 2.54 mm zum Einstecken oder Einlöten

Dank dem grossen Eingangsspannungs-Bereich von 8...24 VDC (optional auch 5 VDC möglich) ist das DEC Module 24/2 sehr vielseitig einsetzbar und kann mit diversen Spannungsversorgungen betrieben werden. Die robuste PI-Drehzahlreglerauslegung ist eine ideale Voraussetzung für den sofortigen Einsatz. Das preiswerte und miniaturisierte OEM-Modul lässt sich nahtlos in komplexe Kundenapplikationen integrieren. Somit ist es möglich, eigene Geräte zu entwerfen und für die Steuerung auf das Einsteckmodul von maxon motor zurück zu greifen. Es steht ein umfangreiches Evaluation Board für die Erstinbetriebnahme zur Verfügung.

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise	2
2	Technische Daten	3
3	Anschlüsse DEC Module 24/2.....	5
4	Inbetriebnahme	6
5	Funktionsbeschreibung der Ein- und Ausgänge.....	7
6	Schutzfunktionen	13
7	Blockschaltbild.....	14
8	Massbild	15
9	Zubehör (nicht im Lieferumfang).....	15
10	Anhang «Motherboard Design Guide»	16

Die aktuelle Ausgabe dieser Bedienungsanleitung steht im Internet als PDF-Datei unter www.maxonmotor.com, Rubrik Service & Downloads, Sachnummer 367661 oder im maxon motor e-shop <http://shop.maxonmotor.com> zur Verfügung.

1 Sicherheitshinweise



Fachpersonal

Die Installation und Inbetriebnahme darf nur von entsprechend ausgebildetem Fachpersonal vorgenommen werden.



Gesetzliche Vorschriften

Der Anwender muss sicherstellen, dass der Verstärker und die dazugehörigen Komponenten nach den örtlichen gesetzlichen Vorschriften montiert und angeschlossen werden.



Last abkoppeln

Für eine Erstinbetriebnahme soll der Motor grundsätzlich freilaufend, also mit abgekoppelter Last betrieben werden.



Zusätzliche Sicherheitseinrichtungen

Elektronische Geräte sind nicht grundsätzlich ausfallsicher. Maschinen und Anlagen sind deshalb mit geräteunabhängigen Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen zu versehen. Es muss sichergestellt sein, dass nach Ausfall der Geräte, bei Fehlbedienung, bei Ausfall der Regel- und Steuereinheit, bei Kabelbruch usw. der Antrieb bzw. die gesamte Anlage in einen sicheren Betriebszustand geführt wird.



Reparaturen

Reparaturen dürfen nur von autorisierten Stellen oder beim Hersteller durchgeführt werden. Durch unsachgemäße Reparaturen können erhebliche Gefahren für den Benutzer entstehen.



Lebensgefahr

Achten Sie darauf, dass während der Installation des DEC Moduls alle betroffenen Anlageteile stromlos sind! Nach dem Einschalten keine spannungsführenden Teile berühren!



Handhabung bei Verdrahtungsarbeiten

Sämtliche elektrischen Kontakte dürfen nur im stromlosen Zustand angeschlossen oder unterbrochen werden.



Max. Betriebsspannung

Die angeschlossene Betriebsspannung darf nur im Bereich zwischen 8 und 28 VDC liegen. Spannungen über 30 VDC oder das Vertauschen der Pole zerstören die Einheit.



Kurzschluss und Erdschluss

Der Verstärker ist nicht geschützt gegen Verbindung der Motoranschlüsse mit Erde oder Gnd!



Elektrostatisch gefährdete Bauelemente (EGB)

2 Technische Daten

2.1 Elektrische Daten

Nominale Betriebsspannung $+V_{CC}$	8 ... 24 VDC (optional 5 VDC ¹)
Absolute Minimal-Betriebsspannung $+V_{CC\ min}$	8 VDC (optional 5 VDC ¹)
Absolute Maximal-Betriebsspannung $+V_{CC\ max}$	28 VDC
Max. Ausgangsspannung	$+V_{CC}$
Ausgangsstrom dauernd I_{cont}	2 A
Max. Ausgangsstrom I_{max}	3 A
Taktfrequenz der Endstufe	46.8 kHz
Max. Drehzahl (Motor mit 1 Polpaar)	80 000 min ⁻¹

2.2 Eingänge

Solldrehzahl «Set value speed»	Analogeingang (0 ... 5 V); Auflösung: 1024 Stufen
Freischaltung «Enable»	+2.4 ... +28 V ($R_i = 100\ k\Omega$) oder Schalter gegen V_{CC}
Drehrichtung «Direction»	+2.4 ... +28 V ($R_i = 100\ k\Omega$) oder Schalter gegen V_{CC}
Drehzahlbereich «DigIN1 »	+2.4 ... +28 V ($R_{pull-up} = 15\ k\Omega$ an 5 V) oder Schalter gegen Gnd
Drehzahlbereich «DigIN2 »	+2.4 ... +28 V ($R_{pull-up} = 15\ k\Omega$ an 5 V) oder Schalter gegen Gnd
Strombegrenzung «Set current limit»	externer Widerstand ($\frac{1}{16}\ W$) gegen Gnd
Hallsensoren	«Hallsensor 1», «Hallsensor 2», «Hallsensor 3»

2.3 Ausgänge

Statusmeldung «Ready»	Digital-Ausgangssignal, 5 V ($R_i = 10\ k\Omega$)
-----------------------	---

2.4 Spannungsausgänge

+5 VDC Ausgangsspannung « $V_{CC\ Hall}$ »	+5 VDC, max. 35 mA
--	--------------------

2.5 Motoranschlüsse

Motoranschlüsse	«Motorwicklung 1», « Motorwicklung 2», « Motorwicklung 3»
-----------------	---

2.6 Temperaturbereich

Betrieb	-10 ... +45°C
Lagerung	-40 ... +85°C

2.7 Feuchtigkeitsbereich

nicht kondensierend	20 ... 80 %
---------------------	-------------

2.8 Schutzfunktionen

Strombegrenzung (cycle-by-cycle)	einstellbar bis maximal 3 A
Blockierschutz	Motorstrombegrenzung, falls Minimaldrehzahl für 1.5 s unterschritten wird
Unterspannungsschutz	schaltet aus falls $V_{CC} < 6.5\ VDC$
Überspannungsschutz	schaltet aus falls $V_{CC} > 30\ VDC$
Thermischer Überlastschutz der Endstufe	schaltet aus falls $T_{Endstufe} > 95^\circ C$

2.9 Mechanische Daten

Gewicht	ca. 4 g
Abmessungen (L x B x H)	24.2 x 20.38 x 12.7 mm
	0.95 x 0.8 x 0.5 Inch

2.10 Anschlüsse

Stiftleiste 1	9-polig
	1-reihig, Rastermass 2.54 mm (0.1 Inch)
Stiftleiste 2	8-polig
	1-reihig, Rastermass 2.54 mm (0.1 Inch)

¹ 5V Betrieb siehe Kapitel «10.8.2 Low Voltage +5V Spannungsbetrieb»

2.11 Normen

Das beschriebene Gerät wurde erfolgreich auf die Einhaltung nachfolgend aufgeführter Normen geprüft. In der Praxis jedoch kann nur das Gesamtsystem (die betriebsbereite Ausrüstung bestehend aus der Gesamtheit der einzelnen Komponenten, wie beispielsweise Motor, Servokontroller, Netzteil, EMV-Filter, Verdrahtung etc.) einem EMV-Test unterzogen werden, um den störungssicheren Betrieb zu gewährleisten.



Wichtiger Hinweis

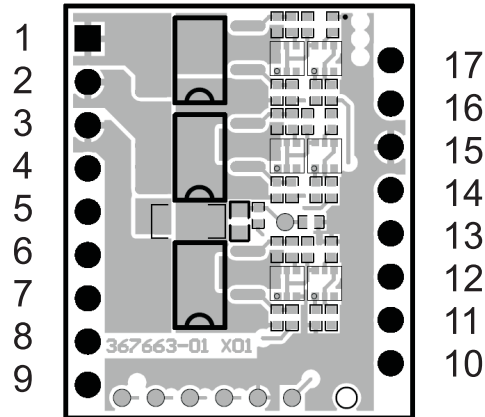
Die Übereinstimmung der erwähnten Normen durch das beschriebene Gerät besagt nichts über dessen Übereinstimmung im betriebsbereiten Gesamtsystem aus. Um die Übereinstimmung Ihres Gesamtsystems zu erreichen, müssen Sie dieses als Ganzes, zusammen mit allen beteiligten Komponenten, den entsprechenden EMV-Tests unterziehen.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)		
Fachgrundnormen	IEC/EN 61000-6-2	Störfestigkeit für Industriebereiche
	IEC/EN 61000-6-3	Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
Angewandte Normen	IEC/EN 61000-6-3 EN 55022 (CISPR22)	Störaussendung von Einrichtungen in der Informationstechnik
	IEC/EN 61000-4-3	Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder >10 V/m
	IEC/EN 61000-4-4	Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst ±2 kV
	IEC/EN 61000-4-6	Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder 10 Vrms
	IEC/EN 61000-4-8	Netzfrequente Magnetfelder 30A/m

Andere		
Sicherheitsnormen	UL File Number E76251; unbestückte Platine	
Zuverlässigkeit	MIL-HDBK-217F	Zuverlässigkeitsprognose von elektronischen Geräten Umfeld: Boden, mild (GB) Umgebungstemperatur: 298 K (25°C) Bauteilbelastung: in Übereinstimmung mit Stromlaufplan und Nennleistung Mittlere Ausfallzeit (MTBF): 1'986'879 Stunden

3 Anschlüsse DEC Module 24/2

Ansicht von oben



3.1 Pinbelegung

Pin	Signal	Beschreibung
1	W1	Motorwicklung 1
2	W2	Motorwicklung 2
3	W3	Motorwicklung 3
4	+V _{CC}	Betriebsspannung 8...24 VDC
5	Gnd	Ground
6	V _{CC} Hall	+5 VDC Ausgangsspannung
7	H1	Hallsensor 1
8	H2	Hallsensor 2
9	H3	Hallsensor 3

Pin	Signal	Beschreibung
17	Set value speed	Drehzahl-Sollwert-Eingang
16	Set current limit	Strombegrenzungs-Eingang
15	Gnd	Ground
14	Direction	Drehrichtungs-Eingang
13	Enable	Freigabe-Eingang
12	DigIN2	Digital Eingang 2
11	DigIN1	Digital Eingang 1
10	Ready	Statusmeldung

4 Inbetriebnahme

4.1 Auslegung der Stromversorgung

Sie können jede beliebige Stromversorgung verwenden, sofern sie die untenstehenden Minimalanforderungen erfüllt.

Wir empfehlen, während der Inbetriebnahme und dem Abgleich den Motor mechanisch von der Maschine zu trennen, um Schäden durch unkontrollierte Bewegungen zu verhindern!

Anforderung an die Stromversorgung

Nominale Ausgangsspannung	8 VDC < V_{CC} < 24 VDC
Absolute minimale Ausgangsspannung	8 VDC
Absolute maximale Ausgangsspannung	28 VDC
Ausgangsstrom	je nach Last, dauernd max. 2 A Beschleunigung, kurzzeitig max. 3 A

Die erforderliche Spannung kann wie folgt errechnet werden:

Gegeben

- ⇒ Betriebsdrehmoment M_B [mNm]
- ⇒ Betriebsdrehzahl n_B [min⁻¹]
- ⇒ Nennspannung des Motors U_N [V]
- ⇒ Leerlaufdrehzahl des Motors bei U_N , n_0 [min⁻¹]
- ⇒ Kennliniensteigung des Motors $\Delta n/\Delta M$ [min⁻¹mNm⁻¹]

Gesucht

- ⇒ Versorgungsspannung V_{CC} [V]

Lösung

$$V_{cc} = \frac{U_N}{n_o} \cdot \left(n_B + \frac{\Delta n}{\Delta M} \cdot M_B \right) + 0.5V$$

Wählen Sie nun eine Spannungsversorgung, welche mindestens die errechnete Spannung unter Last abgibt. In der Formel eingerechnet ist ein Spannungsabfall an der Endstufe von max. 0.5 V (bei max. Ausgangsstrom).

Erreichbare Drehzahl mit der gewählten Spannungsversorgung:

$$n_B = \left[(V_{cc} - 0.5V) \cdot \frac{n_0}{U_N} \right] - \left[\frac{\Delta n}{\Delta M} \cdot M_B \right]$$

Beachte

- ⇒ Im gesteuerten Verzögerungsbetrieb muss die Stromversorgung die zurückgespeiste Energie puffern können (zum Beispiel in einem Ladekondensator).
- ⇒ Der Unterspannungsschutz schaltet das DEC Module 24/2 ab, sobald die Versorgungsspannung V_{CC} den Wert von 6.5 V unterschreitet. Bei niedriger Versorgungsspannung V_{CC} ist deshalb der Spannungsabfall über den Versorgungskabeln zu beachten.

5 Funktionsbeschreibung der Ein- und Ausgänge

5.1 Eingänge

5.1.1 Drehzahlbereich und Modusumschaltung mit «DigIN1» und «DigIN2»

Mit den digitalen Eingängen «DigIN1» [11] und «DigIN2» [12] wird der Betriebsmodus (Drehzahlsteller oder Drehzahlregler) sowie der Drehzahlbereich im Drehzahlreglermodus vorgegeben.

DigIN1	DigIN2	Motortyp		
		1 Polpaar	4 Polpaare	8 Polpaare
0	0	Drehzahlstellerbetrieb, 0...100 % PWM entsprechend der Spannung am «Set value speed» Eingang		
1	0	500...5 000 min ⁻¹	125...1 250 min ⁻¹	62...625 min ⁻¹
0	1	500...20 000 min ⁻¹	125...5 000 min ⁻¹	62...2 500 min ⁻¹
1	1	500...80 000 min ⁻¹	125...20 000 min ⁻¹	62...10 000 min ⁻¹

Beachte

⇒ Pegeländerungen der digitalen Eingänge DigIN1 [11] und DigIN2 [12] werden erst durch einen Disable-Enable-Vorgang übernommen.

Ist der Anschluss «DigIN» unbeschaltet oder an eine Spannung grösser 2.4 V gelegt, ist der digitale Eingang aktiviert.

Logik 1	Eingang unbeschaltet Eingangsspannung > 2.4 V	Eingang aktiviert
---------	--	-------------------

Ist der Anschluss «DigIN» an Gnd-Potential gelegt oder an eine Spannung kleiner 0.8 V gelegt, ist der digitale Eingang deaktiviert.

Logik 0	Eingang auf Gnd Eingangsspannung < 0.8 V	Eingang nicht aktiviert
---------	---	-------------------------

Der «DigIN1»- und der «DigIN2»-Eingang sind gegen Überspannung geschützt.

Digital Eingang 1	Pin Nummer [11] «DigIN1»
Digital Eingang 2	Pin Nummer [12] «DigIN2»
Eingangsspannungsbereich	0 ... +5 V
Eingangsimpedanz	15 kΩ Pull-up Widerstand gegen 5 V
Überspannungsschutz dauernd	-28 ... +28 V

5.1.2 Sollwert «Set value speed»

Am Eingang «Set value speed» [17] wird die externe analoge Sollwertspannung und somit die Drehzahl vorgegeben.

Mit den Signalpegeln an den digitalen Eingängen DigIN1 [11] und DigIN2 [12] kann der gewünschte Drehzahlbereich vorgängig eingestellt werden.

DigIN1	DigIN2	Motortyp		
		1 Polpaar	4 Polpaare	8 Polpaare
0	0	Drehzahlstellerbetrieb, 0...100 % PWM entsprechend der Spannung am «Set value speed»		
1	0	500...5 000 min ⁻¹	125...1 250 min ⁻¹	62...625 min ⁻¹
0	1	500...20 000 min ⁻¹	125...5 000 min ⁻¹	62...2 500 min ⁻¹
1	1	500...80 000 min ⁻¹	125...20 000 min ⁻¹	62...10 000 min ⁻¹

Beachte

⇒ Pegeländerungen der digitalen Eingänge DigIN1 [11] und DigIN2 [12] werden erst durch einen Disable-Enable-Vorgang übernommen.

Sollwertspannung	Funktionsbeschreibung
0 V ... 0.1 V	Betrieb bei Minimaldrehzahl
0.1 V ... 5.0 V	Lineare Drehzahleinstellung

Die aktuelle Drehzahl wird wie folgt berechnet:

Gegeben

- ⇒ Minimale Drehzahl aus obiger Tabelle n_{\min} [min⁻¹]
- ⇒ Maximale Drehzahl aus obiger Tabelle n_{\max} [min⁻¹]
- ⇒ Sollwertspannung V_{set} [V] bzw. Drehzahl n [min⁻¹]

Gesucht

⇒ Drehzahl n [min⁻¹]

Gesucht

⇒ Sollwertspannung V_{set} [V]

Lösung

$$n = \left[\frac{V_{\text{set}} - 0.1[V]}{4.9[V]} \cdot (n_{\max} - n_{\min}) \right] + n_{\min}$$

Lösung

$$V_{\text{set}} = \left(\frac{n - n_{\min}}{n_{\max} - n_{\min}} \cdot 4.9[V] \right) + 0.1[V]$$

Der «Set value speed»-Eingang ist gegen Überspannung geschützt.

Drehzahl-Sollwert-Eingang	Pin Nummer [17] «Set value speed»
Eingangsspannungsbereich	0 ... +5 V (Bezug: Gnd)
Auflösung	1024 Stufen (4.88 mV)
Eingangsimpedanz	107 kΩ (im Bereich 0 ... +5 V)
Überspannungsschutz dauernd	-28 ... +28 V



Die Änderungsgeschwindigkeit des Sollwertsignals ist intern mit einer Rampenfunktion begrenzt. Das Erreichen der Maximaldrehzahl des gewählten Drehzahlbereichs dauert nominell 1s. Kleinere Drehzahlsollwertsprünge verkürzen diese Zeit proportional.

Sollwertvorgabe mittels PWM-Ansteuerung

Der Sollwert für die Drehzahl kann alternativ zur analogen Sollwertspannung auch mit einem PWM-Signal mit fixer Frequenz und Amplitude vorgegeben werden.

Die gewünschte Sollwertänderung wird durch das Variieren des Tastverhältnisses im Bereich 0...100% erreicht. Sowohl die Amplitude als auch das Tastverhältnis beeinflussen dabei die resultierende Drehzahl. Der Mittelwert der angelegten PWM-Spannung entspricht dem analogen Eingangssignal des Drehzahlsollwerts.

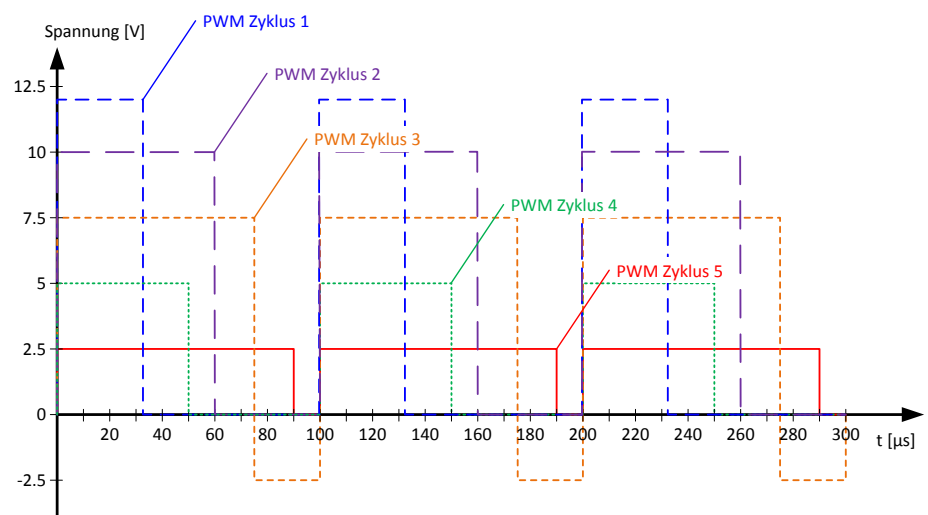
Nominalwert Amplitude PWM-Sollwert	0...5 V
Maximalwert Amplitude PWM-Sollwert	-28...+28 V
Frequenzbereich PWM-Sollwert	500 Hz...20 kHz
Aussteuerbereich PWM-Sollwert	0...100%
Überspannungsschutz dauernd	-28...+28 V

Beispiele:

Motortyp: 1 Polpaar

Drehzahlbereich: 500...20'000 min⁻¹

$$n = \left[\frac{V_{set} - 0.1[V]}{4.9[V]} \cdot (n_{max} - n_{min}) \right] + n_{min}$$



PWM Zyklus 1: 33 % PWM @ 0 V ... 12 V → 4.0 V → 16'020 min⁻¹

PWM Zyklus 2: 60 % PWM @ 0 V ... 10 V → 6 V wird auf 5 V limitiert (maximale Sollwertspannung) → 20'000 min⁻¹

PWM Zyklus 3: 75 % PWM @ -2.5 V ... 7.5 V → 5.0 V → 20'000 min⁻¹

PWM Zyklus 4: 50 % PWM @ 0 V ... 5 V → 2.5 V → 10'051 min⁻¹

PWM Zyklus 5: 90 % PWM @ 0 V ... 2.5 V → 2.25 V → 9'056 min⁻¹

5.1.3 Freigabe «Enable»

Freigeben (Enable) oder Sperren (Disable) der Endstufe.

Wird der Anschluss «Enable» an eine Spannung grösser 2.4 V gelegt, ist der Verstärker freigegeben (Enable). Während der Beschleunigung wird eine Drehzahl-Rampe ausgeführt.

Enable	Eingangsspannung > 2.4 V	Motor läuft
--------	--------------------------	-------------

Ist der Anschluss «Enable» unbeschaltet oder an Gnd-Potential gelegt, wird die Endstufe hochohmig (Disable) und die Motorwelle läuft ungebremst aus.

Disable	Eingang unbeschaltet Eingang auf Gnd Eingangsspannung < 0.8 V	Endstufe ausgeschaltet
---------	---	------------------------

Der «Enable»-Eingang ist gegen Überspannung geschützt.

Freischaltung	Pin Nummer [13] «Enable»
Eingangsspannungsbereich	0 ... +5 V
Eingangsimpedanz	100 k Ω (im Bereich 0 ... +5 V)
Überspannungsschutz dauernd	-28 ... +28 V
Verzögerungszeit	max. 20 ms

Beachte

⇒ Geänderte Zustände der digitalen Eingänge DigIN1 [11] und DigIN2 [12] werden erst durch einen Disable-Enable-Vorgang übernommen.

5.1.4 Drehrichtung «Direction»

Der «Direction»-Eingang bestimmt die Drehrichtung der Motorwelle. Bei Pegelwechsel wird die Motorwelle mit einer Rampe bis zum Stillstand abgebremst und in umgekehrter Richtung mit einer Drehzahlrampe beschleunigt, bis die Solldrehzahl wieder erreicht ist.

Ist der Anschluss «Direction» unbeschaltet oder an Gnd-Potential gelegt, dreht die Motorwelle im Uhrzeigersinn.

CW	Eingang unbeschaltet Eingang auf Gnd Eingangsspannung < 0.8 V	Uhrzeigersinn
----	---	---------------

Wird der «Direction»-Eingang an eine Spannung grösser 2.4 V gelegt, dreht die Motorwelle im Gegenuhrzeigersinn.

CCW	Eingangsspannung > 2.4 V	Gegenuhrzeigersinn
-----	--------------------------	--------------------

Der «Direction»-Eingang ist gegen Überspannung geschützt.

Drehrichtung	Pin Nummer [14] «Direction»
Eingangsspannungsbereich	0 ... +5 V
Eingangsimpedanz	100 k Ω (im Bereich 0 ... +5 V)
Überspannungsschutz dauernd	-28 ... +28 V

5.1.5 Strombegrenzung «Set current limit»

Der Strombegrenzungs-Eingang «Set current limit» erlaubt die Einstellung der Strombegrenzung im Bereich von 0.5...3 A.
Der am Eingang «Set current limit» eingestellte Strom steht für unbegrenzte Zeit zur Verfügung.

Beachte:

- ⇒ Der Begrenzungswert sollte unter dem Nennstrom (maximaler Dauerbelastungsstrom) des Motors sein (Zeile 6 im maxon Katalog).

Strombegrenzung	Pin Nummer [16] «Set current limit»
Bezugsmasse	Pin Nummer [15] «Gnd»

Zur Parametrierung des gewünschten Strombegrenzungswerts wird ein externer Widerstand (mindestens 62.5 mW) zwischen den Strombegrenzungs-Eingang «Set current limit» Pin [16] und der Masse «Gnd» Pin [15] gelegt.

Strombegrenzungswert	Widerstandswert (E12-Reihe)
3.0 A	unbeschaltet
2.5 A	47 kΩ
2.0 A	10 kΩ
1.5 A	4.7 kΩ
1.0 A	2.2 kΩ
0.5 A	470 Ω

Beachte:

- ⇒ Bei ungünstigen Voraussetzungen kann nicht in jedem Fall der Motorstrom sicher auf den eingestellten Spitzenwert begrenzt werden.
Als ungünstig gilt, wenn gleichzeitig der Strombegrenzungswert kleiner als 1.5 A ist, die Versorgungsspannung grösser als 15 V gewählt wird und die Anschlussinduktivität kleiner als 0.3 mH ist.

5.1.6 «Hallsensor 1», «Hallsensor 2», «Hallsensor 3»

Die Hallsensoren werden zur Ermittlung der Rotorlage und zur Detektierung der aktuellen Istdrehzahl benötigt.

Die Hallsensoreingänge sind gegen Überspannung geschützt.

Hallsensor 1	Pin Nummer [7] «Hallsensor 1»
Hallsensor 2	Pin Nummer [8] «Hallsensor 2»
Hallsensor 3	Pin Nummer [9] «Hallsensor 3»
Eingangsspannungsbereich	0 ... +5 V
Eingangsimpedanz	10 kΩ Pull-up Widerstand gegen 5 V
Spannungspegel «low»	max. 0.8 V
Spannungspegel «high»	min. 2.4 V
Überspannungsschutz dauernd	-28 ... +28 V

Geeignet für Hallsensor IC's mit Schmitt-Trigger-Verhalten und Open-Collector-Ausgängen.

5.2 Ausgänge

5.2.1 +5 VDC Ausgangsspannung «V_{CC} Hall»

Intern erzeugte Spannung von +5 VDC zur:

- ⇒ Spannungsversorgung der Hallsensoren
- ⇒ Spannungsversorgung des externen Sollwert-Potentiometers (Empfohlener Wert: 10 kΩ)
- ⇒ Ansteuerung der Eingänge: «Enable» und «Direction»

Der Ausgang ist thermisch kurzschlussicher.

+5 VDC Ausgangsspannung	Pin Nummer [6] «V _{CC} Hall»
Bezugsmasse	Pin Nummer [5] «Gnd»
Ausgangsspannung	+5 VDC ± 5 %
Max. Ausgangsstrom	35 mA

5.2.2 Statusmeldung «Ready»

Mit dem Statussignal «Ready» kann die Betriebsbereitschaft bzw. ein Fehlerzustand an eine übergeordnete Steuerung gemeldet werden.

Im Normalfall, das heisst ohne Fehler, ist der Ausgang auf 5 V geschaltet.

Bereit (kein Fehler)	5 V
----------------------	-----

Im Fehlerfall ist der Ausgang auf Gnd geschaltet.

Fehler (nicht bereit)	0 V (Gnd)
-----------------------	-----------

Mögliche Fehlerzustände sind:

- ⇒ **Unterspannung**
Fehler wird ausgelöst bei Betriebsspannung $+V_{CC} < 6.5$ VDC.
Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Betriebsspannung $+V_{CC}$ muss höher als 6.5 VDC sein.
- ⇒ **Überspannung**
Fehler wird ausgelöst bei Betriebsspannung $+V_{CC} > 30$ VDC.
Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Betriebsspannung $+V_{CC}$ muss kleiner als 29 VDC sein.
- ⇒ **Übertemperatur**
Fehler wird ausgelöst sobald die Endstufe eine Temperatur $> 95^{\circ}\text{C}$ erreicht.
Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Temperatur der Endstufe unter 75°C fallen.
- ⇒ **Ungültige Hallsensorensignale**
Beim Einschalten erkennt die Steuerung ungültige Zustände an den Hallsensor-Eingängen.
Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Hallsensoren müssen korrekt verdrahtet sein.

Der Ausgang «Ready» ist kurzschlussicher.

Statusmeldung	Pin Nummer [12] «Ready»
Ausgangsspannungsbereich	0 ... +5 V
Ausgangswiderstand	10 kΩ

6 Schutzfunktionen

6.1 Unterspannungsüberwachung

Unterschreitet die Betriebsspannung $+V_{cc}$ ein Limit von +6.5 VDC, wird die Endstufe abgeschaltet.

Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Betriebsspannung $+V_{cc}$ muss höher als +6.5 VDC sein.

6.2 Überspannungsüberwachung

Überschreitet die Betriebsspannung $+V_{cc}$ ein Limit von +30 VDC, wird die Endstufe abgeschaltet.

Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Betriebsspannung $+V_{cc}$ muss kleiner als 29 VDC sein.

6.3 Thermischer Überlastschutz

Überschreitet die Endstufentemperatur ein Limit von 95°C, wird die Endstufe abgeschaltet.

Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Temperatur der Endstufe muss unter 75°C fallen.

6.4 Ungültige Hallsensorsignale

Stehen während dem Einschaltvorgang (Power-up) ungültige Zustände an den Hallsensor-Eingängen an, wird die Endstufe abgeschaltet.

Um den Fehlerzustand zurückzusetzen, muss der Verstärker deaktiviert (Disable) werden und die Hallsensoren müssen korrekt verdrahtet sein.

6.5 Blockierschutz

Ist die Motorwelle blockiert, wird der Motorstrom auf 2.5 A begrenzt, sofern die Strombegrenzung über den «Set current limit» nicht auf einen niedrigeren Wert eingestellt wurde.

Definition Motor blockiert: Die Minimaldrehzahl von 400 min⁻¹ (Motor mit 1 Polpaar) für länger als 1.5 s unterschritten.

Beachte

⇒ Der Blockierschutz löst keine Fehlermeldung am «Ready»-Ausgang aus.

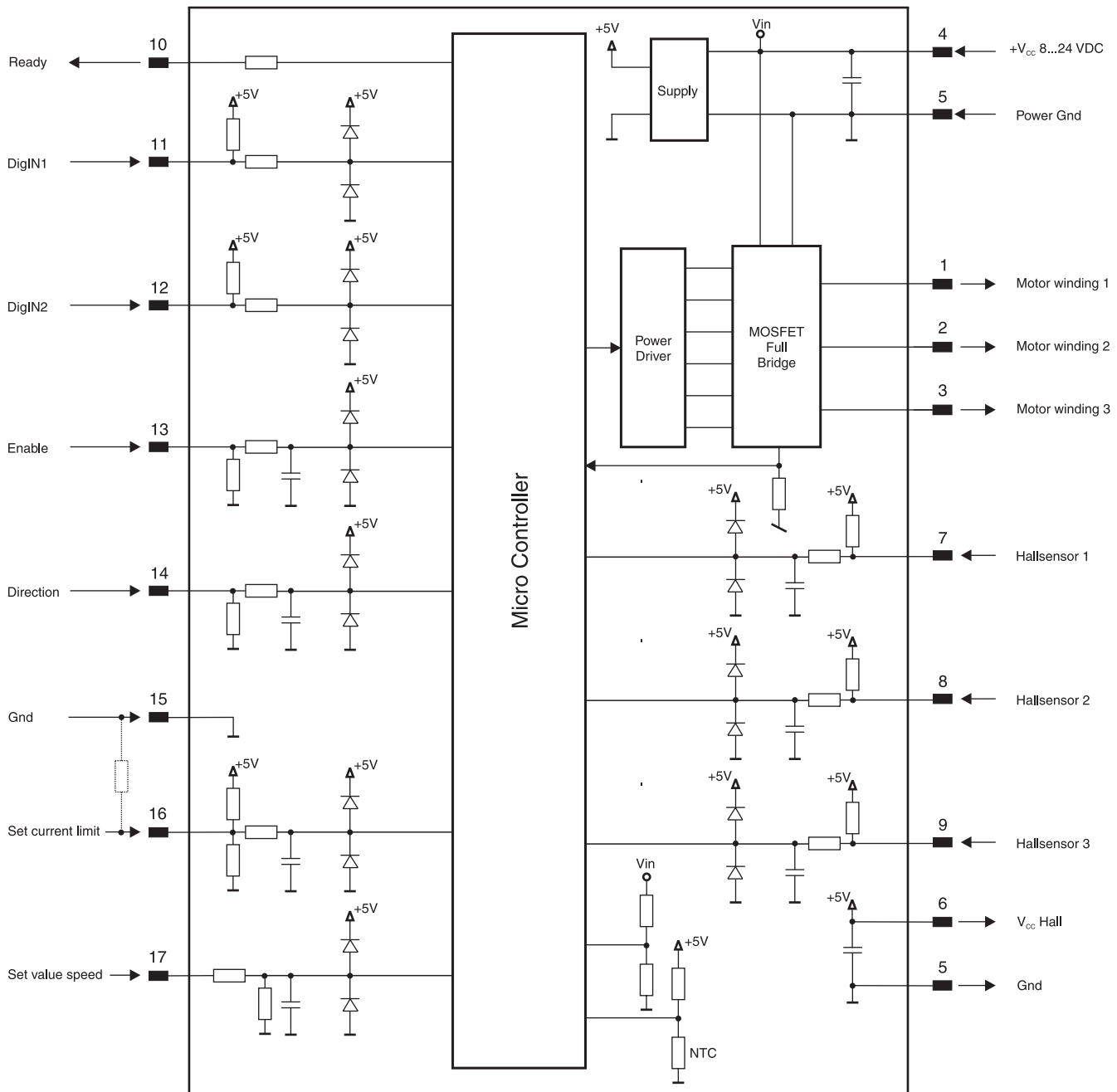
6.6 Strombegrenzung

Der Motorstrom wird auf den am Eingang «Set current limit» eingestellten Wert im Bereich zwischen 0.5...3 A mittels einer cycle-by-cycle Stromlimitierung begrenzt. (Siehe Kapitel [«5.1.5 Strombegrenzung «Set current limit»»](#))

Beachte

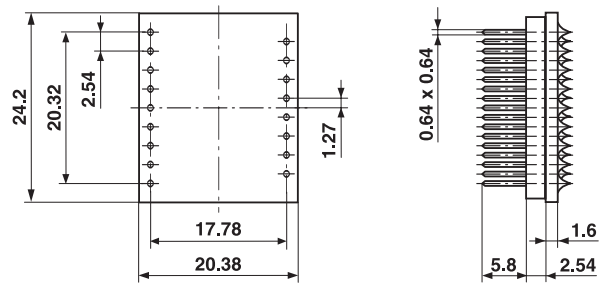
⇒ Die Strombegrenzung löst keine Fehlermeldung am «Ready»-Ausgang aus.

7 Blockschaltbild



8 Massbild

Masse in [mm]



9 Zubehör (nicht im Lieferumfang)

maxon motor Bestellnummer	Beschreibung
370652	DEC Module Evaluationsboard

10 Anhang «Motherboard Design Guide»

10.1 Einleitung

In dieser Dokumentation «Motherboard Design Guide» werden hilfreiche Informationen zur Integration des DEC Modules 24/2 auf eine Elektronikplatine abgegeben. Die Dokumentation enthält Empfehlungen zu eventuell benötigten externen Bauteilen, Layoutempfehlungen, Anschlussbelegung und Beschaltungsbeispiele.



Warnung:

Das Entwickeln einer Elektronikplatine benötigt eine spezifische Qualifikation und sollte nur von erfahrenen Elektronikentwicklern durchgeführt werden. Diese Kurzanleitung dient nur als Hilfsmittel und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auf Anfrage erstellt Ihnen maxon motor ag auch gerne ein Angebot zur Fertigung eines kundenspezifischen Motherboards.

10.2 Externe Bauteile

10.2.1 Buchsenleisten

Die Steckleistenausführung des DEC Module 24/2 erlaubt zwei verschiedene Montagearten. Das Modul kann auf eine Buchsenleiste aufgesteckt oder direkt auf einer Elektronikplatine eingelötet werden.

Empfehlungen für die Buchsenleisten:

Eigenschaften:

- Buchsenleisten gerade, 1-reihig, steckbar mit Stiftleisten 0.63 x 0.63 mm, Rastermass 2.54 mm, 2 A, Kontaktmaterial Gold oder Messing

Buchsenleisten 8-polig:

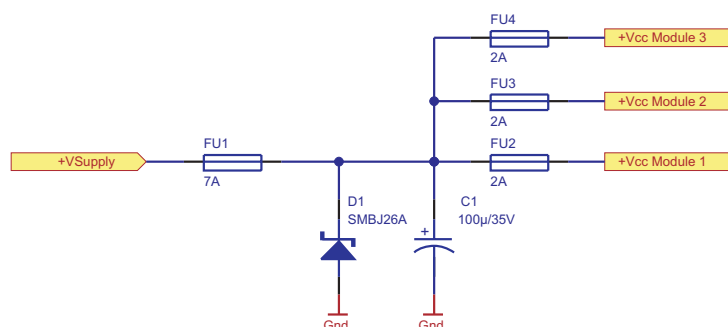
- Preci-Dip 801-87-008-10-001101
- Samtec SSW-108-01-F-S
- Harwin M20-7820846

Buchsenleisten 9-polig

- Preci-Dip 801-87-009-10-001101
- Samtec SSW-109-01-F-S
- Harwin M20-7820946

10.2.2 Versorgungsspannung

Zum Schutz des DEC Moduls wird eine externe Sicherung, eine TVS-Diode und ein Kondensator in der Versorgungsspannungsleitung empfohlen.



Sicherung FU1:

Zur Gewährleistung des Verpolschutzes wird eine Eingangssicherung benötigt. Die Sicherung verhindert zusammen mit der TVS-Diode einen umgekehrten Stromfluss. Der Nennstrom der Sicherung ist abhängig von der Anzahl versorgter DEC Module und dem effektiv benötigten Strom pro Modul. Empfehlungen für die Sicherung:

- Littlefuse 154 Series OMNI-BLOK® Sicherungshalter inklusive SMD NANO²® Sicherungen:
 - 15402.5 für ein Modul, 2.5 A very fast-acting
 - 154005. für zwei Module, 5 A very fast-acting
 - 154007. für vier Module, 7 A very fast-acting

TVS-Diode D1:

Als Schutz gegen Überspannung, verursacht durch Spannungstransienten oder durch zurückgespiessene Bremsenergie, sollte eine TVS (Transient Voltage Suppressor) Diode an die Versorgungsspannungsleitung angeschlossen werden.

Empfehlungen für die TVS-Diode:

- Vishay SMBJ26A
 $U_R = 26 \text{ V}$, $U_{BR} = 28.9 \dots 32.1 \text{ V @ 1mA}$, $U_C = 42 \text{ V @ 14.3 A}$
- Diotec P6SMBJ26A
 $U_R = 26 \text{ V}$, $U_{BR} = 28.9 \dots 32.1 \text{ V @ 1mA}$, $U_C = 42 \text{ V @ 14.3 A}$

Kondensator C1:

Für die Funktion des DEC Moduls ist es nicht unbedingt nötig einen externen Kondensator einzusetzen.

Um den Spannungsrippel zusätzlich zu reduzieren kann ausserdem ein Keramik-Kondensator an die Versorgungsspannungsleitung angeschlossen werden.

Die Eigenschaften des Kondensators hängen von folgenden Punkten ab:

- Versorgungsspannung
- Anzahl der DEC Module

Empfehlungen für den Kondensator (Speisung eines DEC Moduls):

- Murata GRM32ER71H475KA88
 $C = 4.7 \mu\text{F}$, X7R, 50 V, Bauform 1210
- Kemet C1210C475K5RAC
 $C = 4.7 \mu\text{F}$, X7R, 50 V, Bauform 1210

Sicherung FU2:

Es wird empfohlen, eine zusätzliche Sicherung pro Modul einzusetzen, um einen Schutz gegen Kurzschlüsse der Motorwicklungen gewährleisten zu können. Die Sicherung muss einen Nennstrom von 2 A dauernd und 3 A während ca. 100 Sekunden aushalten können. Typischerweise wird eine Sicherung mit einem Schmelzwert I^2T kleiner als $0.05 \text{ A}^2\text{s}$ eingesetzt.

Empfehlung für die Sicherung FU2:

- Bussmann 3216FF-2A, 3216FF Series, Fast acting, 2 A
- Wickmann FCD081200, SMD 0805 Series, Quick acting, 2 A

10.2.3 Motorleitung

Das DEC Module 24/2 hat keine internen Motordrosseln. Für die meisten Motoren und Applikationen sind keine zusätzlichen Drosseln nötig. Jedoch kann bei hoher Versorgungsspannung $+V_{CC}$ und sehr kleiner Anschlussinduktivität der Rippel des Motorstromes einen zu hohen Wert erreichen. Dies führt zu unnötiger Erwärmung des Motors und zu instabilem Regelverhalten. Die minimal benötigte Anschlussinduktivität pro Phase kann mit der untenstehenden Formel berechnet werden:

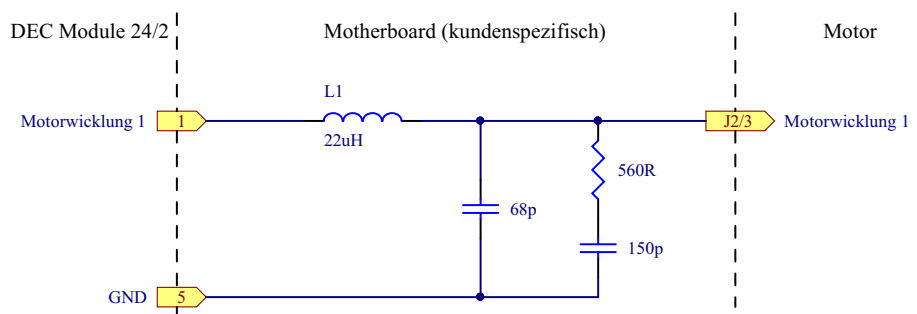
$$L_{Phase} \geq \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{V_{CC}}{6 \cdot f_{PWM} \cdot I_N} - 0.3 \cdot L_{Motor} \right)$$

L_{Phase} [H]	zusätzliche externe Induktivität pro Phase
V_{CC} [V]	Betriebsspannung $+V_{CC}$
f_{PWM} [Hz]	Taktfrequenz der Endstufe = 46 800 Hz
I_N [A]	Nennstrom des Motors (Zeile 6 im maxon Katalog)
L_{Motor} [H]	Anschlussinduktivität Phase-Phase (Motor Katalogdaten)

Ist das Resultat der Berechnung negativ, wird keine zusätzliche Drossel benötigt. Trotzdem kann der Einsatz einer Drossel in Verbindung mit zusätzlichen Filterkomponenten zur Reduktion von elektromagnetischen Störaussendungen sinnvoll sein.

Eine zusätzliche Drossel muss eine elektromagnetische Abschirmung, einen hohen Sättigungsstrom, kleine Verluste und einen Nennstrom grösser als der Dauerbelastungsstrom des Motors aufweisen. Das nachfolgende Beschaltungsbeispiel bezieht sich auf eine Zusatzinduktivität von 22 μ H. Wird eine abweichende Zusatzinduktivität benötigt, müssen auch die Filterkomponenten entsprechend angepasst werden.

Sollten Sie Hilfe bei der Auslegung des Filters benötigen, kontaktieren Sie den maxon Support unter <http://support.maxonmotor.com>.



Beschaltung Motorwicklung 1 (sinngemäss auch für Motorwicklung 2 & 3)

Empfehlungen für die Motordrossel:

- Coiltronics DR1040-220-R
 $L_N = 22 \mu\text{H}$, $R_{DC} = 54 \text{ m}\Omega$, $I_{DC} = 2.5 \text{ A}$, $I_{sat} = 2.9 \text{ A}$, shielded
- Bourns SRU1038-220Y
 $L_N = 22 \mu\text{H}$, $R_{DC} = 54 \text{ m}\Omega$, $I_{DC} = 2.2 \text{ A}$, $I_{sat} = 2.3 \text{ A}$, shielded
- Würth Elektronik WE-TPC-XLH 744066220
 $L_N = 22 \mu\text{H}$, $R_{DC} = 60 \text{ m}\Omega$, $I_{DC} = 2.5 \text{ A}$, $I_{sat} = 2.2 \text{ A}$, shielded

10.3 Design Richtlinien

Folgende Hinweise dienen als Hilfe beim Erstellen eines applikationsspezifischen Motherboards und zur Sicherstellung der korrekten und sicheren Implementierung des DEC Module 24/2.

10.3.1 Ground

Beide Masseanschlüsse (Gnd) sind auf dem DEC Modul intern verbunden (gleiches Potential). Es ist üblich, auf dem Motherboard eine Massefläche (ground plane) vorzusehen und die beiden Massenanschlüsse Pin [5] und Pin [15] mit breiten Leiterbahnen mit der Versorgungsspannungsmasse zu verbinden.

Pin	Signal	Beschreibung
5	Gnd	Ground
15	Gnd	Ground

Ist ein Erdpotential vorhanden oder vorgeschrieben, soll die Massefläche (ground plane) mit einem oder mehreren Kondensatoren an das Erdpotential angeschlossen werden. Keramikkondensatoren mit 47 nF und 100 V werden vorgeschlagen.

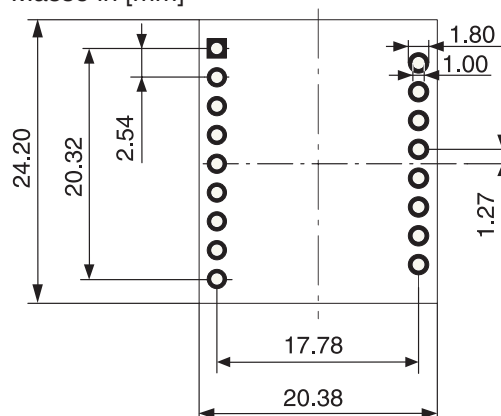
10.3.2 Layout

Regeln für das Layout des Motherboards:

- Anschlusspin [4] +V_{CC} Betriebsspannung: Dieser Pin soll mit einer breiten Leiterbahn mit der Sicherung verbunden werden.
- Anschlusspins [5] und [15] Ground: Beide Pins sollen mit einer breiten Leiterbahn mit der Masse der Versorgungsspannung verbunden sein.
- Die Leiterbahnbreite und die Dicke der Kupferschicht der Versorgungsspannungsleitung und der Motorleitungen sind abhängig vom benötigten Strom in der Applikation. Ein Minimum von 50 mil Leiterbahnbreite und 35 µm Kupferschichtdicke wird empfohlen.

10.4 Footprints für THT

Ansicht von oben
Masse in [mm]



10.5 Anschlussbelegung

Siehe Kapitel [«3 Anschlüsse DEC Module 24/2»](#)

10.6 Technische Daten

Siehe Kapitel [«2 Technische Daten»](#)

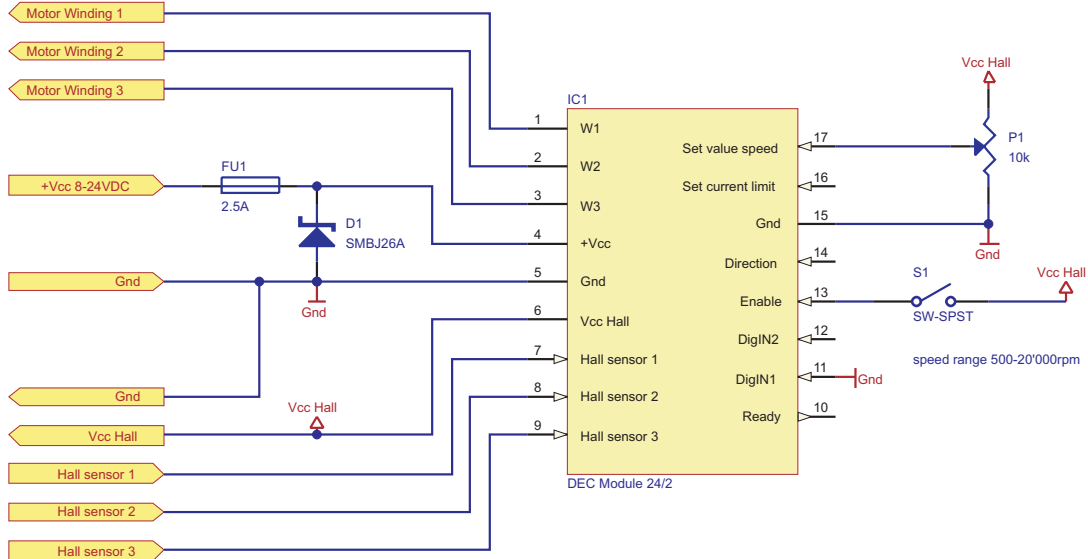
10.7 Massbild

Siehe Kapitel [«8 Massbild»](#)

10.8 Schaltungsbeispiele

10.8.1 Minimalbeschaltung

Versorgungsspannung (8...24 VDC), EC-Motor mit Hallensensoren, externes Drehzahlpotentiometer (10 k Ω) und ein Schalter für die Freigabe, Drehzahlregler im Drehzahlbereich 500...20 000 min⁻¹.



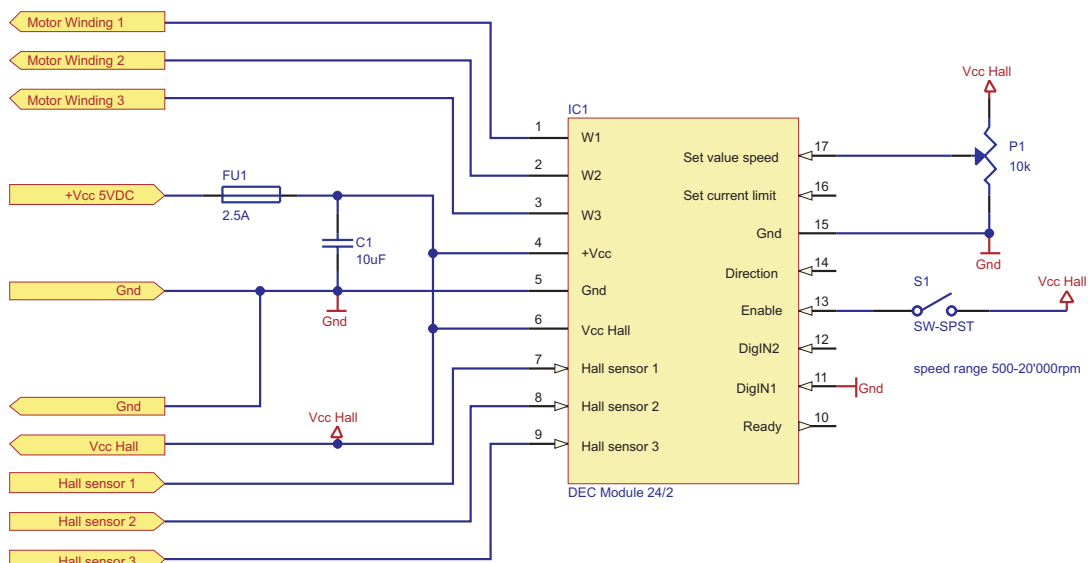
10.8.2 Low Voltage +5V Spannungsbetrieb

Es ist optional möglich das DEC Module 24/2 mit nur +5 VDC ($\pm 5\%$) Versorgungsspannung zu betreiben. Dabei muss die externe +5 VDC Spannungsquelle an den Anschlusspin [4] «+V_{CC}» und zusätzlich an den Anschlusspin [6] «V_{CC} Hall» angeschlossen werden. Anhand dieser Verdrahtung wird die intern benötigte +5 VDC Versorgungsspannung von extern gespiesen.

Warnung



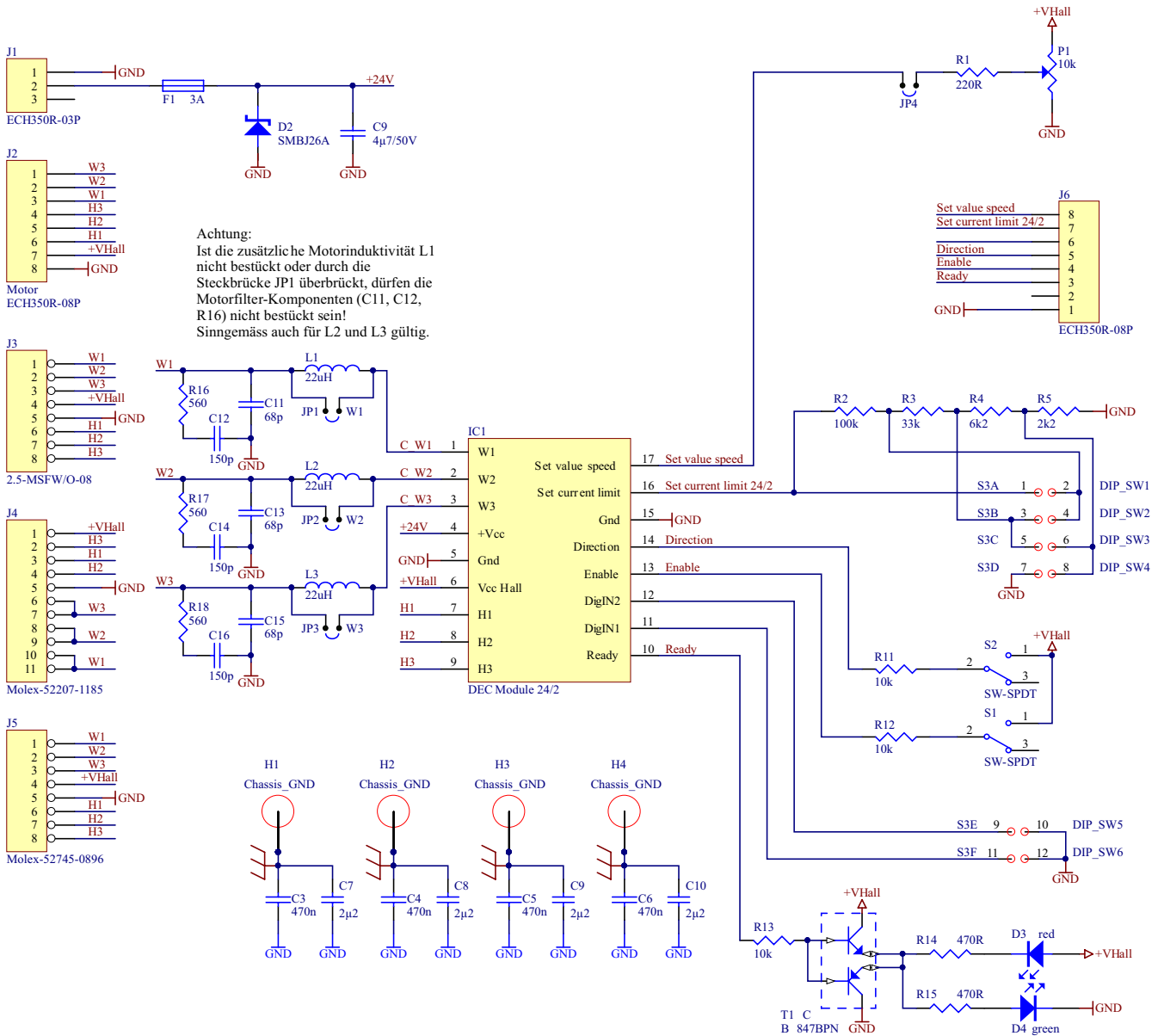
Die angeschlossene Betriebsspannung darf nur im Bereich zwischen +4.5 VDC und +5.5 VDC liegen. Spannungen über +6.0 VDC oder das Vertauschen der Pole zerstört die Einheit



10.8.3 Maximalbeschaltung gemäss DEC Module Evaluation Board Bestellnummer 370652

maxon bietet ein Evaluation Board für ein 1-Achssystem als Starter-Kit an. Das Motherboard «DEC Module Evaluationsboard» kann mit der Bestellnummer 370652 bestellt werden.

Schaltungsschema des Evaluationsboards:



Set current limit 24/2 (Beispiele)

	DIP-SW 1	DIP-SW 2	DIP-SW 3	DIP-SW 4
0.5A	ON	ON	ON	ON
1A	ON	ON	ON	OFF
1.5A	ON	OFF	OFF	ON
2A	ON	ON	OFF	OFF
2.5A	ON	OFF	ON	ON
3A	OFF	OFF	OFF	OFF

DIP-SW 5	DIP-SW 6	Speedrange
ON	ON	1 pole pair 4 pole pairs 8 pole pairs
ON	ON	Open loop speed control, 0...100% PWM
ON	OFF	500...5'000 rpm 125...1'250 rpm 62...625 rpm
OFF	ON	500...20'000 rpm 125...3'000 rpm 62...2'500 rpm
OFF	OFF	500...80'000 rpm 125...20'000 rpm 62...10'000 rpm

Bild des Evaluationsboards mit DEC Module 24/2:

