



## MD24 / MD28 Schrittmotor Antriebsmodul

Bedienungsanleitung

Hardware Beschreibung

Art.-Nr. 970317 BD001  
Stand: 08/2014

Die in dieser Druckschrift enthaltenen Informationen, technischen Daten und Maßangaben entsprechen dem neuesten technischen Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Etwa dennoch vorhandene Druckfehler und Irrtümer können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler sind wir dankbar.

Es wird darauf hingewiesen, dass die in unseren Druckschriften verwendeten Soft- und Hardwarebezeichnungen der jeweiligen Firmen im allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil unserer Druckschriften darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Firma **isel**<sup>®</sup> reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Hersteller: **isel**<sup>®</sup> Germany AG  
Bürgermeister-Ebert-Straße 40  
D-36124 Eichenzell

Tel.: +49 (0) 66 59 981-0  
Fax: +49 (0) 66 59 981-776  
E-Mail: [automation@isel.com](mailto:automation@isel.com)  
Web: <http://www.isel.com>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Sicherheitshinweise</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Abmessungen</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Steckerbelegung</b> .....	<b>4</b>
5.1	P1 - Steuersignale.....	4
5.2	P2 - Motor / Versorgungsspannung.....	4
<b>6</b>	<b>Jumper</b> .....	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>Anschluss Steuersignale (P1)</b> .....	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>Anschluss Motor (P2)</b> .....	<b>7</b>
8.1	Motoren mit 4 Anschlüssen .....	7
8.2	Motoren mit 6 Anschlüssen .....	7
8.2.1	Anschluss der halben Wicklung	7
8.2.2	Anschluss der ganzen Wicklung	8
8.3	Motoren mit 8 Anschlüssen .....	8
8.3.1	Reihenschaltung	8
8.3.2	Parallelschaltung	9
<b>9</b>	<b>Auswahl des Netzteils</b> .....	<b>9</b>
9.1	Geregeltes oder nicht geregeltes Netzteil .....	9
9.2	Mehrere Endstufen.....	10
<b>10</b>	<b>Einstellen von Mikrostep-Auflösung und Motorstrom</b> .....	<b>10</b>
10.1	Mikrostep- Auflösung.....	10
10.1.1	MD24	10
10.1.2	MD28	11
10.2	Motorstrom .....	11
10.2.1	MD24	11
10.2.2	MD28	12
10.3	Automatische Stromabsenkung.....	12
<b>11</b>	<b>Anmerkungen zur Verdrahtung</b> .....	<b>12</b>
<b>12</b>	<b>Typisches Anschlussschema</b> .....	<b>13</b>

<b>13 Signal- Zeitplan der Steuersignale.....</b>	<b>13</b>
<b>14 Schutzfunktionen .....</b>	<b>14</b>
<b>15 Mögliche Probleme und deren Lösungen .....</b>	<b>15</b>

## 1 Einführung

Die Endstufen MD24/28 sind preiswerte Mikroschritt Endstufen auf Basis patentierter Technologie. Betrieben werden können die Endstufen mit 2-Phasen oder 4-Phasen Schrittmotoren. Durch die Nutzung der erweiterten bipolaren Konstantstrom-Chopper Technik können höhere Drehzahlen und Drehmomente mit den gleichen Motoren als bei vergleichbaren herkömmlichen Endstufen erreicht werden.

Die eingesetzte Stromregler-Technologie ermöglicht eine gute Regelung der Spulenströme bei geringer Restwelligkeit woraus eine geringere Erwärmung der Motoren resultiert.

Ausstattungsmerkmale:

- Low cost und gutes Drehzahl-/Drehmomentverhalten
- optoisolierte Eingänge
- Pulsfrequenz bis zu 300 KHz
- Automatische Stromabsenkung
- 3-State Stromregelung
- hochauflösendes Microstepping
- passend für 2-Phasen und 4-Phasen Schrittmotoren
- Konfiguration über DIP-Schalter
- Überstrom- und Kurzschlusschutz
- kompakte Abmessungen

Eingesetzt werden können die Endstufen in einem weiten Bereich von Anwendungen wie: X/Y Tische, CNC-Maschinen, Druckmaschinen, Laserschneider, Pick and Place Anwendungen, etc.

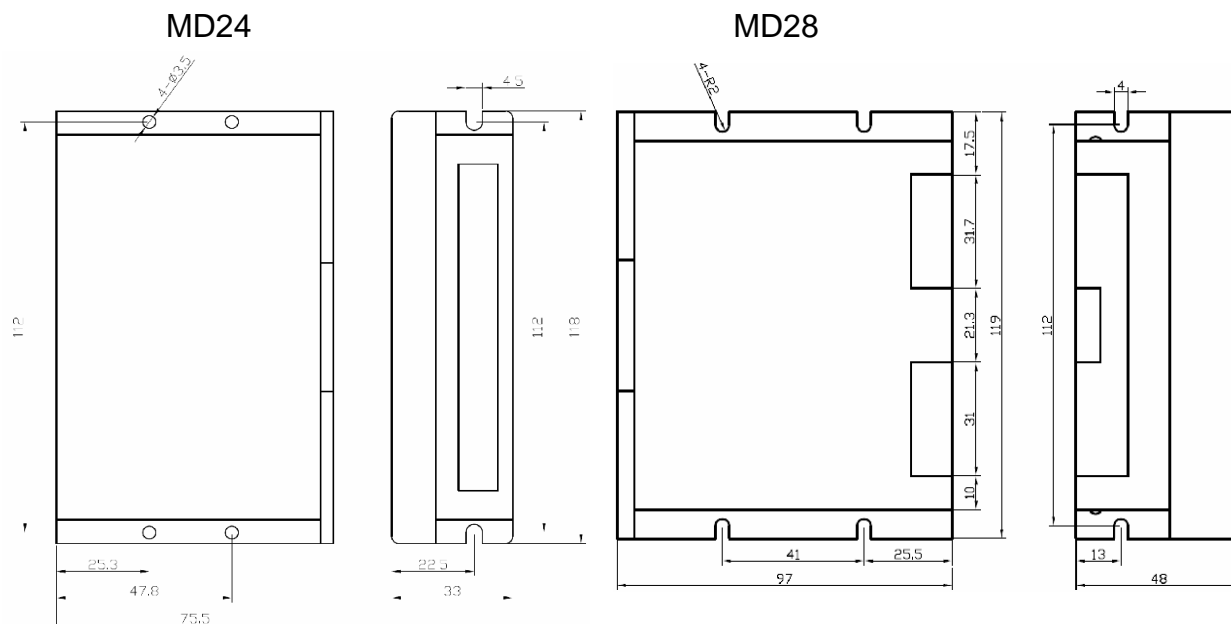
## 2 Sicherheitshinweise

- Die Module MD24/28 sind nach dem aktuellen Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln aufgebaut.
- Betrieben werden dürfen die Module nur im einwandfreien technischen Zustand. Störungen sind umgehend zu beseitigen. Kinder und nicht eingewiesene Personen dürfen die Module nicht in Betrieb nehmen.
- Die Module dürfen nur für die bestimmungsgemäße Verwendung eingesetzt werden.
- Alle Arbeiten sind ausschließlich von autorisiertem Fachpersonal und unter Berücksichtigung der Vorschriften der Elektroindustrie sowie der Unfallverhütungsvorschriften durchzuführen.
- Montage und Einsatz der Betriebsmittel ist entsprechend den Normen der Konformitätserklärung durchzuführen. Die vom Hersteller eingehaltenen Vorschriften und Grenzwerte schützen nicht bei unsachgemäßem Gebrauch der Betriebsmittel.
- Die Module dürfen nicht zu hoher Luftfeuchtigkeit und hohen Vibrationen ausgesetzt werden (siehe technische Daten).
- Bewahren Sie diese Bedienungsanleitung sorgfältig auf und verpflichten Sie jeden Benutzer auf Ihre Einhaltung!
- Die Nichtbeachtung dieser Bedienungsanleitung kann Sachschäden, schwere Körperverletzungen und den Tod zur Folge haben.

### 3 Technische Daten

	MD 24			MD 28		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
Ausgangsstrom [A]	1	-	4,2	2,8	-	7,8
Versorgungsspannung [V]	20	36	50	24	68	80
Logikstrom [mA]	7	10	16	7	10	16
Eingangsfrequenz [KHz]	0	-	300	0	-	300
Isolationswiderstand [MΩ]	500	-	-	500	-	-
Kühlung	Über Kühlkörper oder zusätzlichen Lüfter					
Umgebung	Nicht geeignet für Dunst, Öl-Nebel und korrosiven Gasen					
Umgebungstemperatur	0°C – 50°C					
Luftfeuchtigkeit	40% RH – 90% RH					
Arbeitstemperatur	Max. 70°C					
Vibration	Max. 5,9m/s <sup>2</sup>					
Lagertemperatur	-20°C - 65°C					
Gewicht	Ca. 280 Gramm			Ca. 440 Gramm		
Abmessungen	118 x 75,5 x 33mm			119 x 97 x 48mm		

### 4 Abmessungen



(Alle Angaben in mm)

## 5 Steckerbelegung

### 5.1 P1 - Steuersignale

Phoenix 6-pol.

<i>Pin</i>	<i>Signal</i>	<i>Beschreibung</i>
1	PUL+(+5V)	Bei Einsatz der Endstufe im Takt-/Richtungs-Mode dient dieser Eingang als Pulseingang. Er arbeitet flankengesteuert. D.h. je nach Einstellung des innenliegenden Jumper 1 wird der eingehende Puls HIGH oder LOW aktiv ausgewertet. Im Doppel-Puls-Mode wird dieser Eingang als Pulseingang für eine Drehung des Motors im Uhrzeigersinn verwendet (CW).
2	PUL-(PUL)	
3	DIR+(+5V)	Bei Einsatz der Endstufe im Takt-/Richtungs-Mode dient dieser Eingang als Richtungseingang. HIGH und LOW repräsentieren die Richtung im oder gegen den Uhrzeigersinn. Die Richtung kann mit Jumper 2 gedreht werden. Im Doppel-Puls-Mode wird dieser Eingang als Pulseingang für eine Drehung des Motors gegen den Uhrzeigersinn verwendet. (CCW)
4	DIR-(DIR)	
5	ENA+(+5V)	Mit dem Enable Signal können die Treiber (Hardware) der Endstufe „enabled“ bzw. „disabled“ werden. Wird dieser Eingang nicht beschaltet, so ist der Treiber „enabled“!
6	ENA-(ENA)	

### 5.2 P2 - Motor / Versorgungsspannung

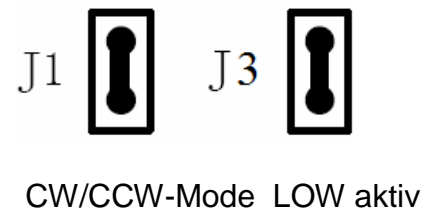
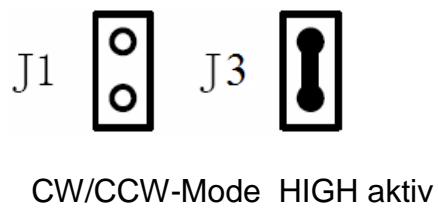
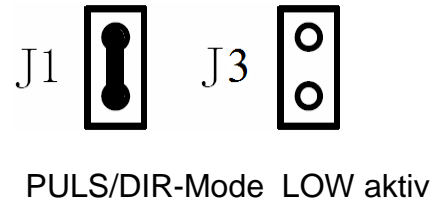
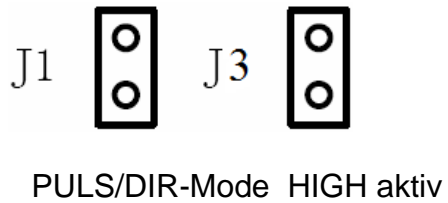
Phoenix 6-pol.

<i>Pin</i>	<i>Signal</i>	<i>Beschreibung</i>
1	GND	GND Versorgungsspannung
2	+V	+ Versorgungsspannung (siehe techn. Daten)
3	A+	Motorphase A
4	A-	
5	B+	Motorphase B
6	B-	



## 6 Jumper

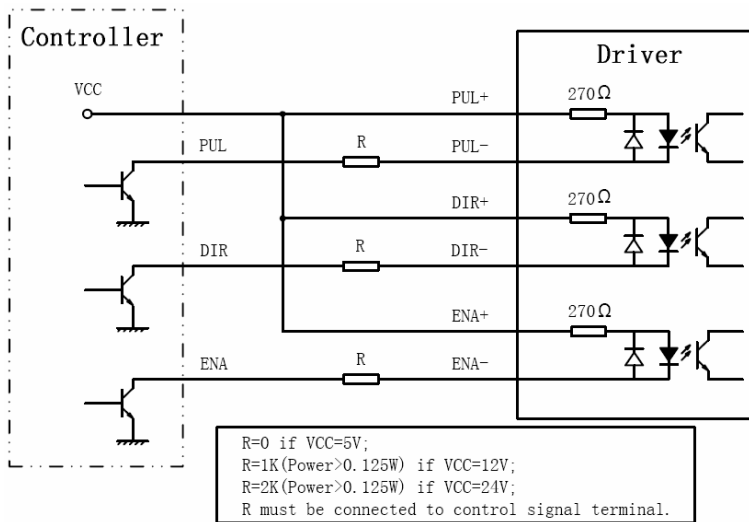
In den Endstufen MD24 / MD28 befinden sich 2 Jumper J1 und J2. Diese dienen dem Einstellen der Aktivpegel, bzw. Flanken für die Steuersignale (siehe Steckverbinder P1). Im Auslieferungszustand ist die Endstufe für steigende aktive Flanken konfiguriert.



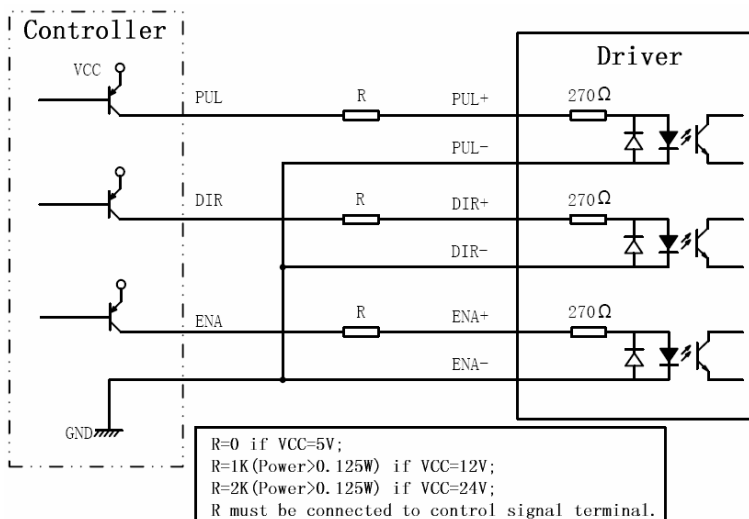
## 7 Anschluss Steuersignale (P1)

Die Endstufen MD24 / MD28 können sowohl mit symmetrischen als auch mit einfachen Eingangsspannungen arbeiten. Zur Potentialtrennung sind die Steuersignale (P1) über Optokoppler geführt. Dadurch wird die Anfälligkeit auf Störungen minimiert. Im folgenden wird der Anschluss dieser Steuersignale beispielhaft dargestellt:

### a) gemeinsame Anode



### b) gemeinsame Kathode

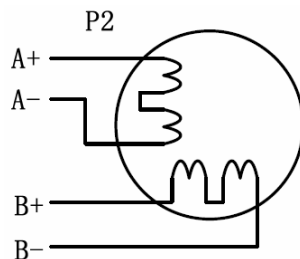


## 8 Anschluss Motor (P2)

Mit den Schrittmotor-Endstufen MD24 / MD28 können beliebige 2-Phasen oder 4-Phasen Schrittmotoren betrieben werden.

### 8.1 Motoren mit 4 Anschlüssen

Schrittmotoren mit 4 Anschlüssen sind am wenigsten flexibel, aber am einfachsten anzuschließen. Drehzahl und Drehmoment sind abhängig von der Induktivität der Wicklung des Motors. Zum Einstellen des Stromes wird der angegebene Motorstrom mit dem Faktor 1,4 multipliziert. Das Ergebnis bezeichnet den an der Endstufe einzustellenden Spitzenstrom.



Verdrahtung mit 4 Motoranschlüssen

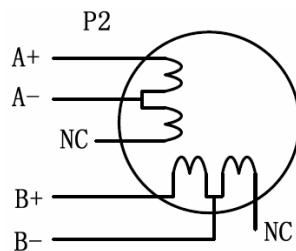
### 8.2 Motoren mit 6 Anschlüssen

Wie Schrittmotoren mit 8 Anschlüssen bieten Schrittmotoren mit 6 Anschlüssen zwei mögliche Konfigurationen. Eine für eine hohe Drehzahl, die andere für ein hohes Drehmoment des Schrittmotors. Die Konfiguration für eine hohe Drehzahl lässt sich so beschreiben, dass bei dem Motor nur die halbe Wicklung und somit Induktivität genutzt wird. Die Konfiguration für ein hohes Drehmoment nutzt dagegen die ganze Wicklung einer Phase.

#### 8.2.1 Anschluss der halben Wicklung

Der Strom sollte hier wie folgt eingestellt werden:

eingestellter Strom (Endstufe) = 1,4 x Phasenstrom des Motors

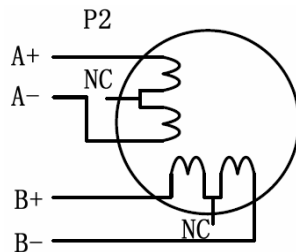


Verdrahtung mit 6 Motoranschlüssen (halbe Wicklung)

### 8.2.2 Anschluss der ganzen Wicklung

Der Strom sollte hier wie folgt eingestellt werden:

eingestellter Strom (Endstufe) =  $0,7 \times$  Nennstrom des Motors



Verdrahtung mit 6 Motoranschlüssen (ganze Wicklung)

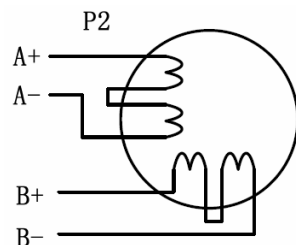
### 8.3 Motoren mit 8 Anschlüssen

Motoren mit 8 Anschlüssen bieten einen hohen Grad an Flexibilität. Sie können parallel oder in Reihe verschaltet werden und bieten somit ein weites Einsatzspektrum.

#### 8.3.1 Reihenschaltung

Die Reihenschaltung wird hauptsächlich angewendet wenn hohe Drehmomente und niedrigere Geschwindigkeiten benötigt werden. Bei dieser Schaltung sollte der Strom der Endstufe wie folgt eingestellt werden, um den Motor vor Überhitzung zu schützen:

eingestellter Strom (Endstufe) =  $0,7 \times$  Nennstrom des Motors

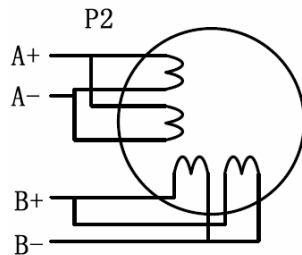


Verdrahtung mit 8 Motoranschlüssen (Reihenschaltung)

### 8.3.2 Parallelschaltung

Ein Motor mit 8 Anschlüssen in Parallelschaltung bietet ein stabileres, aber niedrigeres Drehmoment bei kleinen Drehzahlen. Den Motorstrom für eine solche Beschaltung sollte man wie folgt einstellen:

eingestellter Strom (Endstufe) = 1,96 x Phasenstrom des Motors



Verdrahtung mit 8 Motoranschlüssen (Parallelschaltung)

## 9 Auswahl des Netzteils

Die Endstufen MD24 / MD28 sind für kleinere und mittlere Schrittmotoren geeignet. Um ein gutes Laufverhalten zu erreichen, ist es wichtig die Versorgungsspannung mit dem benötigten Ausgangsstrom sorgfältig auszuwählen. Generell sagt man, dass die Höhe der Versorgungsspannung bestimmend für das Drehzahlverhalten und die Höhe des Stromes bestimmend für das Drehmomentverhalten ist. Mit höheren Versorgungsspannungen kann man höhere Drehzahlen erreichen mit dem Nachteil der höheren Geräuschentwicklung und Erwärmung des Motors. Wenn eine relative niedrige Arbeitsgeschwindigkeit benötigt wird, ist es besser eine niedrigere Spannung zu wählen, um die Geräuschentwicklung und Erwärmung zu minimieren und somit eine höhere Zuverlässigkeit zu erreichen.

### 9.1 Geregelter oder nicht geregelter Netzteil

Beide Varianten, geregelte und nicht geregelte Netzteile, können zur Spannungsversorgung der Endstufen benutzt werden. Nicht geregelte Netzteile haben jedoch den Vorteil der Widerstandsfähigkeit gegenüber kurzen Stromspitzen. Bei geregelten Netzteilen (z.B. Schaltnetzteilen) sollte man darauf achten, Netzteile mit einem höheren Ausgangsstrom zu verwenden. Z.B. nutzen Sie ein 4A Netzteil für einen Motorstrom von 3A. Andererseits muss der Ausgangsstrom bei Einsatz eines nicht geregelten Netztes nur 50% - 70% des Motorstromes betragen. Der Grund ist, dass die Endstufe nur Strom während der HIGH Phasen des PWM-Zyklus aus dem Kondensator des Netztes zieht. Somit ist dann der resultierende Strom, der aus dem Netzteil gezogen wird, niedriger als der Motorstrom. Es können somit z.B. zwei 3A Motoren mit einem Netzteil mit einem Ausgangsstrom von 4A betrieben werden.

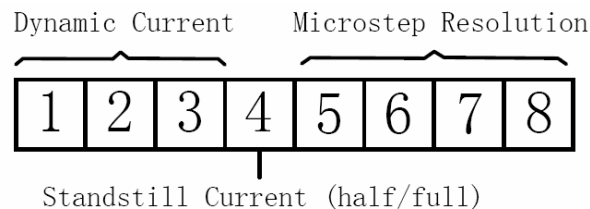
## 9.2 Mehrere Endstufen

Es ist zu empfehlen mehrere Endstufen mit einem Netzteil zu betreiben, um die Kosten zu reduzieren, wenn das Netzteil dafür ausgelegt wurde. Um die Störungen möglichst gering zu halten sollten die Versorgungsleitungen hierbei nicht „durch geschliffen“ werden. Jede Endstufe sollte eine separate Spannungsversorgungsleitung vom Netzteil aus erhalten (sternförmig).

Achten Sie darauf die Versorgungsspannung polrichtig anzuschließen. Ein „Verpolen“ kann zur Zerstörung der Endstufen führen!

## 10 Einstellen von Mikrostep-Auflösung und Motorstrom

Das Einstellen der Mikrostep-Auflösung und des Motorstromes wird über einen 8-poligen DIP-Schalter vorgenommen.



### 10.1 Mikrostep- Auflösung

Das Einstellen der Mikrostep-Auflösung wird über die DIP-Schalter 5, 6, 7 und 8 vorgenommen.

#### 10.1.1 MD24

Mikrostep	Schritte/Umdr.	SW5	SW6	SW7	SW8
2	400	OFF	ON	ON	ON
4	800	ON	OFF	ON	ON
8	1600	OFF	OFF	ON	ON
16	3200	ON	ON	OFF	ON
32	6400	OFF	ON	OFF	ON
64	12800	ON	OFF	OFF	ON
128	25600	OFF	OFF	OFF	ON
5	1000	ON	ON	ON	OFF
10	2000	OFF	ON	ON	OFF
20	4000	ON	OFF	ON	OFF
25	5000	OFF	OFF	ON	OFF
40	8000	ON	ON	OFF	OFF
50	10000	OFF	ON	OFF	OFF
100	20000	ON	OFF	OFF	OFF
125	25000	OFF	OFF	OFF	OFF

## 10.1.2 MD28

Mikrostep	Schritte/Umdr.	SW5	SW6	SW7	SW8
2	400	ON	ON	ON	ON
4	800	OFF	ON	ON	ON
8	1600	ON	OFF	ON	ON
16	3200	OFF	OFF	ON	ON
32	6400	ON	ON	OFF	ON
64	12800	OFF	ON	OFF	ON
128	25600	OFF	OFF	OFF	ON
256	51200	ON	OFF	OFF	ON
5	1000	ON	ON	ON	OFF
10	2000	OFF	ON	ON	OFF
20	4000	OFF	OFF	ON	OFF
25	5000	ON	OFF	ON	OFF
40	8000	ON	ON	OFF	OFF
50	10000	OFF	ON	OFF	OFF
100	20000	ON	OFF	OFF	OFF
200	40000	OFF	OFF	OFF	OFF

## 10.2 Motorstrom

Wird ein vorhandener Motor mit einem höheren Ausgangsstrom betrieben, so hat er ein höheres Drehmoment. Jedoch resultiert daraus eine höhere Erwärmung in Motor und Endstufe. Somit sollte der Motorstrom so eingestellt werden, dass eine Überhitzung des Motors im Dauerbetrieb ausgeschlossen werden kann.

Da durch unterschiedliche Beschaltung, wie Reihen- oder Parallelschaltung der Motorspulen, starke Unterschiede in Induktivität und Widerstand vorhanden sind, ist es wichtig den Motorstrom bezüglich Phasenstrom, Anzahl von Anschlüssen und Art der Beschaltung sorgfältig einzustellen. Der Motorstrom sollte vom Hersteller des Schrittmotors angegeben sein.

Das Einstellen des Motorstromes wird über die DIP-Schalter 1, 2 und 3 vorgenommen.

## 10.2.1 MD24

Spitzenstrom [A]	Nennstrom [A]	SW1	SW2	SW3
1,00	0,71	ON	ON	ON
1,46	1,04	OFF	ON	ON
1,91	1,36	ON	OFF	ON
2,37	1,69	OFF	OFF	ON
2,84	2,03	ON	ON	OFF
3,31	2,36	OFF	ON	OFF
3,76	2,69	ON	OFF	OFF
4,20	3,00	OFF	OFF	OFF

**Achtung:** Durch die Induktivität des Motors, kann der aktuelle Motorstrom kleiner sein, als der eingestellte Ausgangsstrom, insbesondere bei hohen Drehzahlen!

## 10.2.2 MD28

Spitzenstrom [A]	Nennstrom [A]	SW1	SW2	SW3
2,80	2,00	ON	ON	ON
3,50	2,50	OFF	ON	ON
4,20	3,00	ON	OFF	ON
4,90	3,50	OFF	OFF	ON
5,70	4,10	ON	ON	OFF
6,40	4,53	OFF	ON	OFF
7,00	5,00	ON	OFF	OFF
7,80	5,57	OFF	OFF	OFF

**Achtung:** Durch die Induktivität des Motors, kann der aktuelle Motorstrom kleiner sein, als der eingestellte Ausgangsstrom, insbesondere bei hohen Drehzahlen!

## 10.3 Automatische Stromabsenkung

Die automatische Stromabsenkung wird über die DIP-Schalter 4 ausgewählt.

- OFF - Strom im Stillstand auf 50% des eingestellten Wertes (Absenkung aktiv)
- ON - Stromabsenkung nicht aktiv. (im Stillstand 100% eingestellter Wert)

Die Stromabsenkung wird ca. 1s nach dem letzten Takt aktiv und reduziert die Erwärmung des Motors.

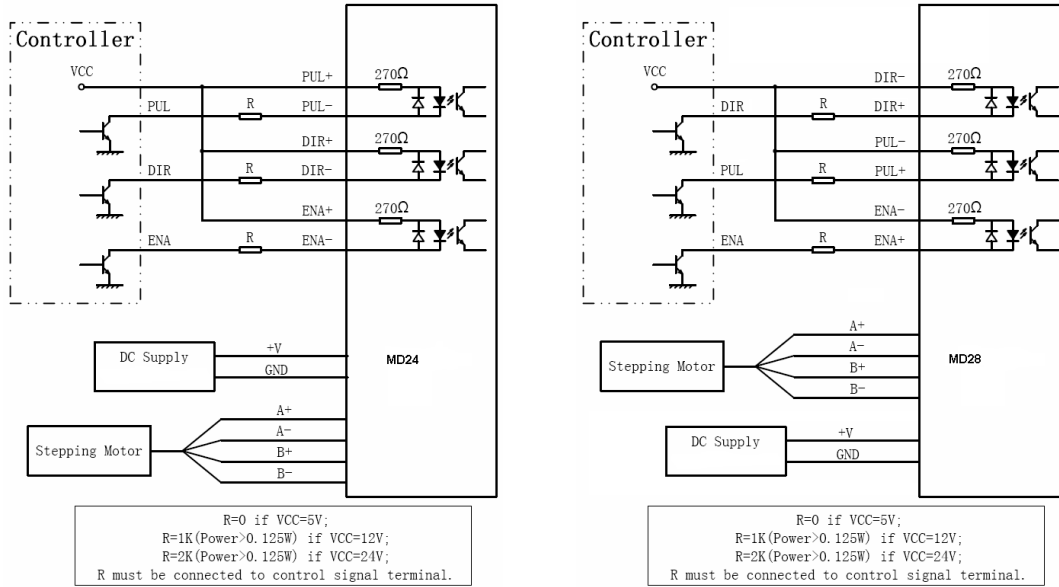
## 11 Anmerkungen zur Verdrahtung

- Im Hinblick auf die Störfestigkeit sollten für die Verdrahtung geschirmte und paarweise verdrehte Leitungen verwendet werden.
- Um Störungen auf den Takt-/Richtungseingängen zu vermeiden, sollten diese Signale nicht in den Motorleitungen mit geführt werden. Es sollte ein Abstand von 10 cm eingehalten werden um z.B. Positionier-Fehler zu vermeiden
- Wenn ein Netzteil mehrere Endstufen speist, sollte die Spannungsversorgung nicht „durch geschliffen“ werden, sondern sternförmig ausgeführt werden.
- Der Steueranschluss (P2) sollte nie unter Spannung abgezogen werden, auch nicht wenn sich der Motor im Stillstand befindet. Dies kann zur Zerstörung der Endstufe führen.



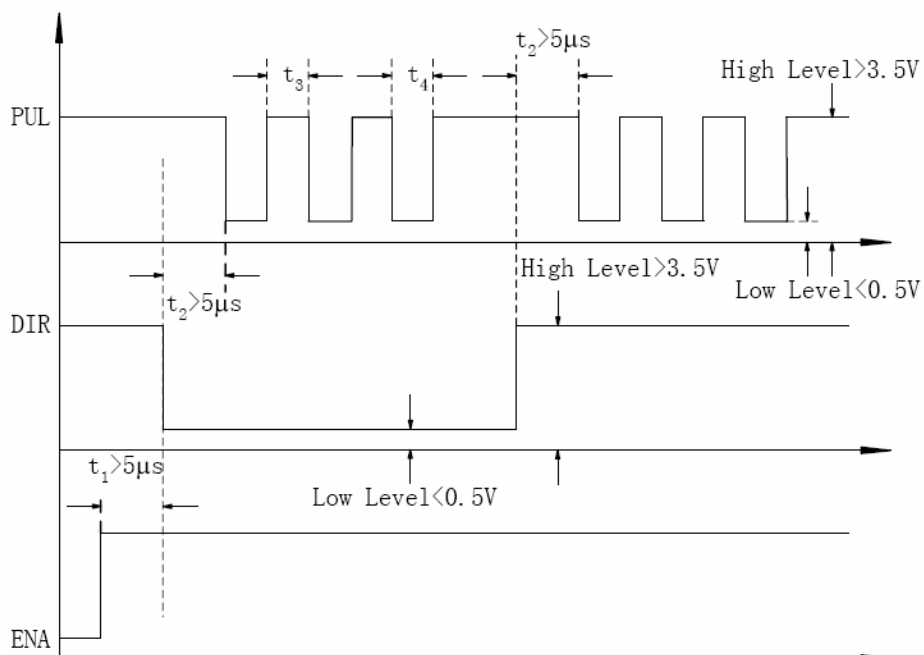
## 12 Typisches Anschlussschema

Ein komplettes Schrittmotorsystem besteht aus Schrittmotor, Endstufe, Netzteil und Controller (Taktgenerator).



## 13 Signal- Zeitplan der Steuersignale

Um fehlerhafte Operationen oder Positionier-Abweichungen zu verhindern, sollten folgende Signalzeitpläne für die Steuersignale beachtet werden (für J1=default):



### **Bemerkungen:**

- $t_1$  - ENA muss mindestens  $5\mu\text{s}$  vor dem gültigen DIR-Signal vorhanden sein.
- $t_2$  - Das aktuelle DIR-Signal muss mindestens  $5\mu\text{s}$  vor dem ersten gültigen Takt-Signal vorhanden sein.
- $t_3$  - Die Pulsbreite sollte mindestens  $1,5\mu\text{s}$  betragen
- $t_4$  - Die Impulspausen sollten mindestens  $1,5\mu\text{s}$  betragen

## **14 Schutzfunktionen**

Um die Betriebssicherheit der Endstufen zu verbessern wurden einige Schutzfunktionen eingebaut.

### **Überspannungsschutz**

Beträgt die Versorgungsspannung bei der MD24 über 52VDC oder bei der MD28 über 96VDC, wird die Schutzschaltung ausgelöst und die rote LED leuchtet. Bei Betriebsspannungen unter 22VDC arbeitet die Endstufe nicht mehr zuverlässig.

### **Kurzschlusschutz**

Aktiv bei Kurzschluss der Motorwicklungen oder Schluss der Motorwicklungen gegen GND.

### **Schutz gegen Überstrom (nur MD28)**

Der Überstromschutz wird ausgelöst, wenn ein Motorstrom von 14A überschritten wird.

### **Schutz vor falschem Motoranschluss (nur MD28)**

Dieser Schutz wird aktiv, wenn der Schrittmotor falsch angeschlossen wurde.

**Achtung:** Bei Aktivierung der obigen Schutzfunktionen lässt sich entweder die Motorwelle frei drehen oder die rote LED leuchtet. Um den Fehlerzustand zurück zu setzen, sollten Sie die Versorgungsspannung der Endstufe ausschalten und nach Beseitigung des Problems wieder zuschalten. Somit wird die Endstufe „resetet“!

## 15 Mögliche Probleme und deren Lösungen

Symptom	Mögliches Problem
Motor dreht nicht	Keine Versorgungsspannung
	Mikrostep-Auflösung falsch eingestellt
	Motorstrom falsch eingestellt
	Endstufe im Fehlerzustand
	Endstufe ist disabled
Motor dreht in die falsche Richtung	Motorphasen falsch angeschlossen
	DIR-Steuersignal falsch angeschlossen
Endstufe im Fehlerzustand	Falsche DIP-Schalter Einstellung
	Defekte Motorspule (Motorphase)
	Steuersignal ist zu schwach
	Steuersignal ist gestört
Motor dreht fehlerhaft	Falscher Motoranschluss
	Defekte Motorspule (Motorphase)
	Strom ist zu niedrig eingestellt, Schrittverluste
	Motor ist unterdimensioniert
Motor hat Aussetzer beim Beschleunigen	Beschleunigungswert ist zu hoch
	Versorgungsspannung ist zu niedrig
	Schlechter Kühlung
Starke Erhitzung von Motor und Endstufe	Automatische Stromabsenkung wird nicht genutzt
	Motorstrom wurde zu hoch eingestellt