MSX MINI

Ministep Endstufe mit bipolare Ansteuerung

MANUAL 2103-A007 DE

phytron
a step ahead

MSX 152-120 MINI

Schrittmotor-Endstufen für bipolare Ansteuerung

Bedienungsanleitung

Version	Änderung
7	Motorkabellänge bei Current Shaping

© 2024

Alle Rechte bei:

Phytron GmbH

August-Rasch-Str.11

82216 Maisach, Deutschland

Tel.: +49(0)8142/503-0

Fax: +49(0)8142/503-190

Alle Angaben in diesem Handbuch erfolgen nach bestem Wissen, aber ohne Gewähr. Wir behalten uns im Interesse unserer Kunden vor, Verbesserungen und Berichtigungen an Hardware, Software und Dokumentation jeder Zeit ohne Ankündigung vorzunehmen.

Für Anregungen und Kritik sind wir dankbar.

(E-Mail-Adresse: doku@phytron.de)

Den aktuellsten Stand des Handbuchs finden Sie im Internet unter www.phytron.de.

Inhaltsverzeichnis

1 MSX MINI 4
1.1 Kurzer Überblick 4
1.2 Lieferumfang 7
1.3 Steckerbelegung 8
1.4 Kodierschalter 9
1.5 DIP-Schalter 9
1.6 LED-Anzeigen 10
1.7 Blockschaltbild 11
2 Tabelle Technische Daten 12
3 Vor der Installation zu beachten 15
3.1 Qualifiziertes Personal 15
3.2 Sicherheitshinweise 15
3.3 Schutzmaßnahme für den Betrieb der Endstufe 16
3.4 Inbetriebnahme der MSX 17
4 Abmessungen 18
5 Netzteil 19
5.1 Dimensionierung und Anschluss 21
5.2 Isolationsübersicht 22
6 Motoranschluss 23
6.1 Schirmung 24
6.2 Anschlussarten 25
6.3 Motorkabel 26
7 Kodierschalter und DIP-Schalter 27
7.1 Kodierschalter Motorströme 28
7.2 Kodierschalter Schrittauflösung und Kurvenform 29
7.3 DIP-Schalter 29
8 Eingänge 30
8.1 Eingänge bei MSX 5 V Standard und MSX 5 V-RESET Variante 30
8.2 Eingänge bei MSX 24 V Variante 30
8.3 Eingang $\overline{\text{Takt}}$ 31
8.4 Eingang Drehrichtung 31
8.5 Eingang $\overline{\text{Boost}}$ 32
8.6 Eingang $\overline{\text{Aktivierung}}$ 32
8.7 Eingang $\overline{\text{Reset}}$ 32
9 Ausgänge 34
9.1 Ausgang $\overline{\text{Grundstellung}}$ 34
9.2 Ausgang Fehler 35
Anhang A: Technik im Detail 36
A1 Vollschritt / Halbschritt / Feinschritt 36
A2 Boost 39
A3 Overdrive 40
A4 Stromformung CS 43
A5 Stromkurvenoptimierung BLOW UP 44
A6 Laufstromüberhöhungszeit 45
Anhang B: Adapterplatine G-MSX 46
Anhang C 48
C1 Garantie 48
C2 ESD-Schutzmaßnahmen 48
Anhang D: Konformitäts- und EG-Herstellerbescheinigung 49
Stichwortverzeichnis 51

1 MSX MINI

In diesem Kapitel finden Sie eine kurze Beschreibung der Endstufen MSX.

1.1 Kurzer Überblick

Abb. 1: MSX MINI Vorderansicht mit Frontplatte

- **Motorströme von 4.4 bis 15.4 A_{Peak}**
- **Betriebsspannung von 60 bis120 V_{DC}**
- **Schrittauflösung von Vollschritt bis 1/20 Schritt**
- **Overdrive-Mode**
- **Einfache Strom- und Schrittauflösungseinstellung per Kodierschalter**
- **Kurzschlussfestigkeit über und zwischen den Phasen und gegen Masse**
- **32-poliger Steckverbinder gemäß DIN 41612, Bauform D**

Ministep-Endstufen für zwei-Phasen-Schrittmotoren

Die MSX Endstufen werden zur bipolaren Ansteuerung von Zweiphasen-Schrittmotoren eingesetzt. Bei der Endstufe MSX kommt phytrons bewährte Schrittmotor-Endstufen-Technologie mit 4-Quadranten-Stromregelung zum Einsatz.

Lauf- und Stoppströme können per Kodierschalter eingestellt werden. Overdrive, Boost, Aktivierung und Vorzugsdrehrichtung werden mit DIP-Schaltern aktiviert.

Schrittauflösung und Stromkurvenform sind ebenfalls über einen Kodierschalter wählbar: 1/1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/10, 1/20 eines Vollschritts.

Abb. 2: Vorderansicht ohne Frontplatte

Motorströme von 4.4 bis 15.4 A_{Peak}

Lauf- und Stoppstrom können unabhängig voneinander mit dem Kodierschalter eingestellt werden. Die MSX-Endstufe schaltet automatisch auf Stoppstrom zurück, wenn keine Taktsignale eintreffen. Der Booststrom (130 % vom eingestellten Laufstrom) wird entweder über den Eingang $\overline{\text{Boost}}$ aktiviert oder über den DIP-Schalter ständig zugeschaltet. Overdrive wird mit dem DIP-Schalter aktiviert.

Versorgungsspannung DC

Zur Versorgung kann eine Gleichspannung von 60 bis 120 V_{DC} angelegt werden.
Zulässiger Bereich: 40 bis 160 V_{DC}

Eingänge

Die Eingänge der MSX Endstufen sind über Optokoppler für 5 V bzw. 24V Eingangspegel ausgeführt.

Die Eingänge $\overline{\text{Takt}}$, Drehrichtung, $\overline{\text{Boost}}$ und $\overline{\text{Aktivierung}}$ sind für Open-Collector-Ansteuerung ausgelegt. Die Eingänge sind durch Optokoppler galvanisch von der Versorgungsspannung der MSX getrennt.

Durch Setzen des Jumpers J1 auf der Platine kann der Eingang $\overline{\text{Reset}}$ zusätzlich aktiviert werden.

Ausgänge

Die beiden Ausgänge der MSX $\overline{\text{Grundstellung}}$ und Fehler sind optoentkoppelte Open-Collector-Darlington-Ausgänge.

Montagefreundliches Design und EMV-gerecht

Die Endstufe MSX ist für den Einbau in 19"/3HE Racks konzipiert.
Alle Anschlüsse sind auf einen 32-poligen Stecker gemäß DIN 41612, Bauform D herausgeführt.

1.2 Lieferumfang

Die MSX ist in folgenden Varianten lieferbar:

MSX 120V-Typen	Varianten	Artikelnummer
MSX 152 (5V)	Standard, Ersatz für MSO und MSO MINI	#10004904
MSX 152 (24 V)	Ersatz für SMD	#10008753
MSX 152 (5V-RESET)	Zusätzlicher Eingang Reset (Jumper gesteckt)	#10008756

Als optionales Zubehör ist erhältlich:

- Frontplatte (14 TE) mit Griffleiste #10008562
- 32polige Gegensteckerleiste #02000895
- Gegensteckerplatine G-MSX V1.1 zum einfachen Aufstecken der MSX, Steckanschlüsse für Signalleitungen, Motorkabel und Versorgung #10008712
- Dämpfungsbaugruppe SB 234 für 90 V #02000748
- Dämpfungsbaugruppe SB 234 für 120 V #02002165

Unterschiede zwischen MSX und MSO MINI		
	MSX	**MSO MINI**
Einstellung von Lauf- und Stoppstrom	16stufige Kodierschalter 0...F	4-polige DIP-Schalter (16 Schaltkombinationen)
Eingang Reset	Zusätzlicher Eingang Reset durch Jumper	–
Anschluss 10ac der 32-poligen Messerleiste	5 V bzw. 24 V (s. Abb.3)	+5 V_{DC}

1.3 Steckerbelegung

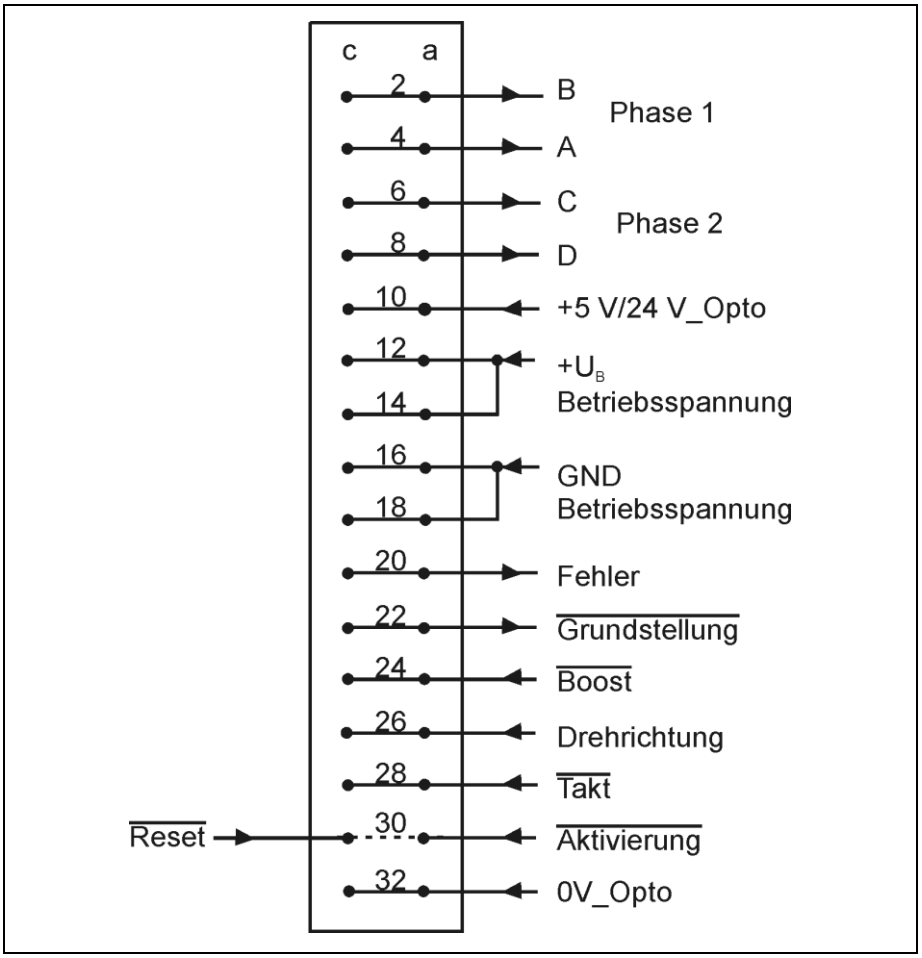


Abb. 3: 32-polige Messerleiste nach DIN 41612, Bauform D

Wichtig:

Die Ausgangsströme sollten im Dauerbetrieb $10A_{eff}$ nicht überschreiten, um eine thermische Überlastung der Steckerleiste zu vermeiden. Die BOOST-Funktion zur Anhebung der Phasenströme um 30% sollte demnach bei der MSX 152 bei Maximalstrom nicht permanent benutzt werden. Andernfalls ist für eine zusätzliche Belüftung der Steckerleiste zu sorgen.

1.4 Kodierschalter

Mit den 3 Kodierschaltern hinter der Frontplatte können Lauf- und Stoppstrom, die Schrittauflösung und die Stromkurvenform festgelegt werden.

Abb. 4: 16stufiger Kodierschalter: Einstellung 0...F

1.5 DIP-Schalter

Mit den 4 DIP-Schaltern hinter der Frontplatte können Overdrive, Boost, Aktivierung und Vorzugsdrehrichtung eingestellt werden.

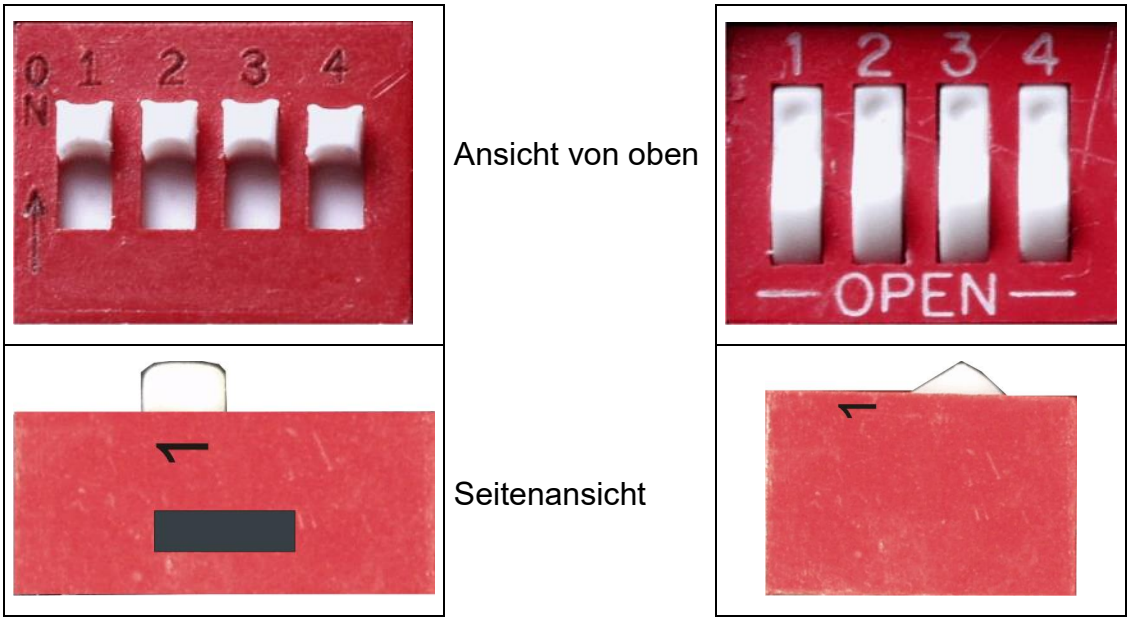


Abb. 5: 2 Typen von DIP-Schaltern mit Schalterstellung ON

1.6 LED-Anzeigen

LED	leuchtet	Bedeutung
Grundstellung (Zero Signal)	grün	Das Ausgangssignal Grundstellung wird ausgegeben.
Überlast (Overload)	rot	Überlast-Fehler in der MSX: Ein Kurzschluss über oder zwischen den Motorphasen bzw. gegen Masse oder $+U_B$ ist aufgetreten.
Netzteilfehler (Supply Failure)	rot	Betriebsspannung < 40 V oder > 160 V • Die Versorgungsspannung am Zwischenkreis ist unter 40 V abgesunken. • Eine elektronische Strombegrenzung oder eine nicht ausreichende Glättung der Gleichspannung kann als Ursache für ein kurzfristiges Einbrechen der Versorgungsspannung in Frage kommen. • Beim Abbremsen eines Schrittmotors wird die rotatorische Energie generatorisch als elektrische Energie in die Endstufe zurückgespeist. Dies führt zu einer Spannungsüberhöhung im Zwischenkreiskondensator. Bei Betrieb mit der Maximalversorgungs-spannung (120 V), bei großer Massenträgheit des Motor (> 1.3×10^{-4} kgm^2) und hoher Motordrehzahl (> 20 U/s) kann die Fehlermeldung Überspannung ausgelöst werden.
> 85 °C	rot	Die Temperatur am Kühlkörper ist unzulässig hoch (> 85 °C). Die Endstufe wird abgeschaltet.

1.7 Blockschaltbild

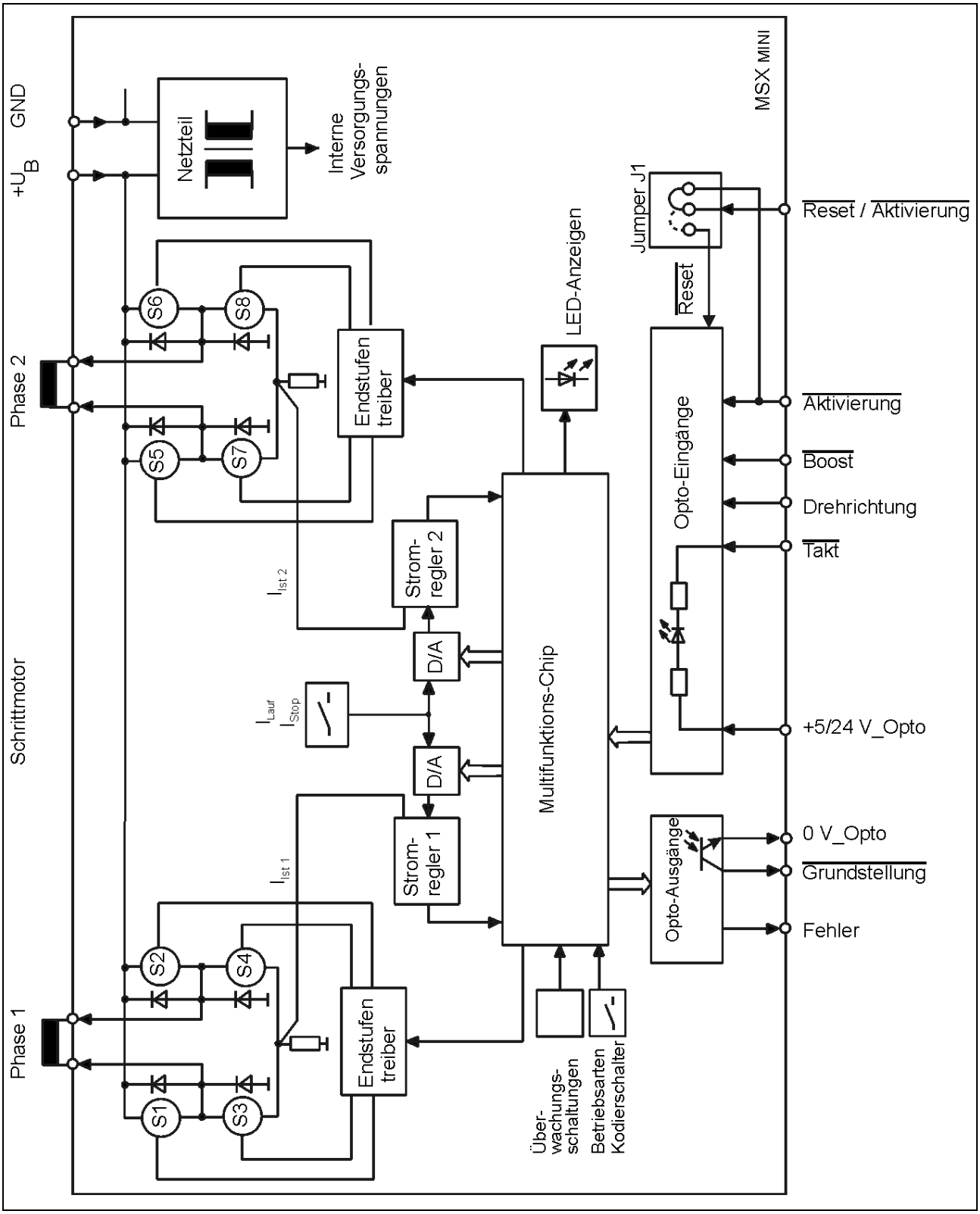


Abb. 6: Blockschaltbild MSX

2 Tabelle Technische Daten

Technische Daten	
Schrittmotor	2-Phasen-Schrittmotoren in 4-, 6- oder 8-Leiter-Ausführung Wicklungswiderstand < 10 Ohm Die Wicklungsinduktivität einer Motorphase sollte größer als 0.5 mH sein.
Schrittauflösung und Stromkurvenform	Die Einstellung der Schrittauflösung und Stromkurvenform erfolgt per Kodierschalter: Schrittauflösung 1/1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/10, 1/20 eines Vollschritts, mit und ohne Drehmomentausgleich, Current Shaping und Blow Up. Einstellung bei Auslieferung des Gerätes: Kodierschalter ‚6‘: Halbschritt mit DMA ohne CS
Phasenströme	Laufstrom und Stoppstrom können unabhängig voneinander per Kodierschalter eingestellt werden. Einstellungen bei Auslieferung des Gerätes: Kodierschalter Laufstrom: ‚F‘ Kodierschalter Stoppstrom: ‚3‘
ohne Boost	2.4 bis 8.4 A_{eff}
mit Boost	3.1 bis 10.9 A_{eff}
I_{max}	15.4 A_{Peak}
Betriebsspannung $+U_B$	nominal: +60 bis 120 V_{DC} Zulässiger Bereich: 40 bis 160 V_{DC} Der Versorgungstransformator muss zwischen Netz- und Sekundärseite doppelt oder verstärkt isoliert sein.
Spannungsversorgung Optokoppler	+5/24 V_Opto gegen 0 V_Opto: 5 V bzw. 24 V_{DC}
$I_{Supply\ DC}$	Der Strombedarf hängt weitgehend vom eingestellten Motorstrom und vom eingesetzten Motor ab, beträgt aber maximal ca. 10 A

Technische Daten	
Eingänge	Alle Eingänge sind über Optokoppler mit Vorwiderständen für 5 V bzw. 24 V-Versorgung ausgeführt. Die Signale sind aktiv, wenn Strom durch den Optokoppler fließt. Der Strom in den Optokopplereingang beträgt ca. 10 mA bei der MSX 5 V-Standard bzw. 5 mA bei der MSX 24 V-Variante
$\overline{\text{Takt}}$	Maximale Taktfrequenz: 500 kHz Impulsbreite mindestens 1 µs Mit der fallenden Flanke des Taktsignals wird der Schritt ausgeführt.
Drehrichtung	Ist der Optokoppler bestromt, dreht der Motor entgegen der gewählten Vorzugsdrehrichtung.
$\overline{\text{Boost}}$	Ist der Optokoppler bestromt, wird der Lauf- und Stoppstrom um 30% heraufgesetzt. Die Boost-Funktion kann auch über den DIP-Schalter ständig zugeschaltet werden.
$\overline{\text{Aktivierung}}$	Strom durch den Optokoppler aktiviert den Motorstrom.
$\overline{\text{Reset}}$	Ist nur verfügbar, wenn Jumper J1 in Stellung RESET auf der Platine gesteckt ist. Die Endstufe wird in einen definierten Anfangszustand gesetzt. Bei jedem Reset wird ein Ausgangssignal Grundstellung generiert.
Ausgänge	Optoentkoppelt, Typ Open-Collector I_{max} = 20 mA, U_{max} = 45 V, $U_{CE\ sat}$ bei 20 mA < 0.6 V
$\overline{\text{Grundstellung}}$	Nulldurchgang des integrierten Ringzählers wird angezeigt; aktiv LOW (siehe Kap. 9.1)
Vollschritt	Grundstellungssignal nach jedem 4. Takt
Halbschritt	Grundstellungssignal nach jedem 8. Takt
1/4 Schritt	Grundstellungssignal nach jedem 16. Takt
1/5 Schritt	Grundstellungssignal nach jedem 20. Takt
1/10 Schritt	Grundstellungssignal nach jedem 40. Takt
1/20 Schritt	Grundstellungssignal nach jedem 80. Takt

Technische Daten	
Fehler	Versorgungsspannung < 40 V_{DC} oder > 160 V_{DC} Übertemperatur (T > 85° C) Überstrom, Kurzschluss Die Endstufe wird bei Fehlermeldung deaktiviert.
Kühlung	Zwangskühlung mit 50 m^3/h
Zulässige Umgebungs-temperatur	Betrieb: 4 bis 40 °C *) Lagerung: –25 bis +55 °C Transport: –25 bis +85 °C *) Bei höheren Betriebstemperaturen wird eine zusätzliche Kühlung empfohlen.
Umgebungs-anforderungen	Die MSX wurde für den Betrieb in einer Umgebung mit Verschmutzungsgrad 2 nach EN 50178 entwickelt.
Zulässige Kühlkörper-temperatur	max. 85 °C Bei Überschreiten der zulässigen Kühlkörpertemperatur wird die Endstufe deaktiviert. Die Leuchtdiode schaltet auf Rot.
Max. Motor-leitungslänge	max. 50 m ohne Current Shaping (CS) max. 10 m mit Current Shaping (CS) Bei hochkapazitiven Motorkabeln und Betrieb mit Current Shaping kann sich die maximale Motorleitungslänge weiter reduzieren. Eine zu hohe Kabelkapazität kann bei Betrieb mit CS die Kurzschlusserkennung auslösen.
Empfohlener Leitungs-querschnitt	Abhängig vom Maximalstrom des Motors und der Motorleitungslänge gilt: 0,1 mm^2 pro 1 Ampere Motorstrom
Steckverbinder	32-pol. Stiftleiste nach DIN 41 612, Bauform D
Gewicht mit Frontplatte	ca. 970 g

3 Vor der Installation zu beachten

Lesen Sie vor Einbau und Inbetriebnahme des Gerätes dieses Manual gründlich durch. Beachten Sie die Sicherheitshinweise im folgenden Kapitel.

3.1 Qualifiziertes Personal

Projektierung, Inbetriebnahme und Wartung darf nur durch entsprechend geschultes Fachpersonal erfolgen.

Dieses Personal muss in der Lage sein, Gefahren zu erkennen, die durch mechanische, elektrische oder elektronische Geräte und Ausrüstungen verursacht werden können.

WARNUNG !

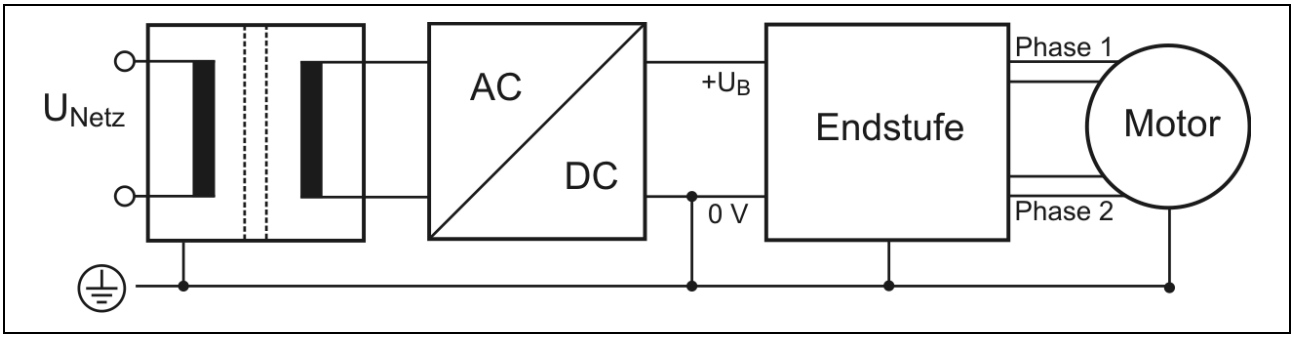
Durch nicht ausreichend qualifiziertes Personal können schwere Schäden an Maschine und Antrieben, oder sogar Personenschäden verursacht werden!

3.2 Sicherheitshinweise

1. Betreiben Sie die MSX nur, wenn Baugruppe und Motorgehäuse geerdet sind.
2. Um im Fehlerfall gefährliche Berührungsspannungen (50 V_{AC} und 120 V_{DC}) zu vermeiden, muss der Versorgungstransformator zwischen Netz- und Sekundärseite doppelt oder verstärkt isoliert sein.
3. Sollten Sie die Frontplatte entfernen oder das Gerät öffnen, beachten Sie: **Bis zu 3 Minuten nach Abschalten der Spannungsversorgung können im Gerät noch gefährlich hohe Spannungen vorhanden sein.**
4. Sobald die MSX mit Spannung versorgt ist, führen die betreffenden Pins die volle Motorspannung, auch bei nicht angeschlossenem Motor.
5. Schalten Sie immer die Spannungsversorgung aus, bevor Sie Anschlüsse am Gerät herstellen oder lösen.
   Insbesondere gilt: **Niemals die Baugruppe unter Spannung ziehen!**
   Gefahr durch Lichtbogen.
6. Freischalten am Eingang $\overline{\text{Aktivierung}}$ bzw. mit dem Eingang $\overline{\text{Reset}}$ ist keine sichere Trennung im Not-Aus-Fall.
   Zum sicheren Abschalten des Antriebs muss die Spannungsversorgung unterbrochen werden
7. Die Oberfläche des Geräts kann stellenweise bis zu 85 °C heiß werden. Verbrennungsgefahr bei Berühren!

3.3 Schutzmaßnahme für den Betrieb der Endstufe

Die Endstufe MSX muss gemäß VDE 0100 Teil 200 mit dem Schutz durch automatische Abschaltung betrieben werden. Hierzu müssen Motor, Endstufe, ‚0 V' und alle Betriebsmittel geerdet werden.



Zur Anwendung des Schutzes durch automatische Abschaltung (EN 61140, VDE 0100, Teil 410) für Endstufen mit maßgebender Spannung > 50 V_{AC} bzw. $+U_B$ > 70 V_{DC} gilt:

Es dürfen nur Motoren eingesetzt werden, die nach EN 60034-1 (500 V_{AC} + doppelte Bemessungsspannung) geprüft sind.

Die Motoren müssen eine Schutzleiterklemme aufweisen (EN 60034).

3.4 Inbetriebnahme der MSX

- Überprüfen Sie die Ausgangsspannung des Netzteils, bevor die Baugruppe gesteckt bzw. eingeschaltet wird.

- Bei eingeschalteter Versorgungsspannung darf die Baugruppe weder gesteckt noch gezogen werden.

- Wird der Motor übermäßig heiß, so ist eventuell der Motorstrom zu hoch eingestellt. Starke Erhitzung ist auch möglich bei ständigem Benutzen der Boost-Funktion.

- Bleibt der Motor während der Beschleunigung stehen, so ist die Beschleunigung und/oder die Maximalgeschwindigkeit herabzusetzen. Die Ursache kann auch eine falsche Einstellung des Motorstroms sein.

- Zeigt der Motor starke Resonanzerscheinungen, so kommen folgende Maßnahmen in Frage:
  – Höhere Schrittauflösung wählen
  – Frequenz ändern
  – Beschleunigung ändern
  – Motorstrom reduzieren
  Resonanzen treten verstärkt im Vollschrittbetrieb auf.

- Positioniert der Motor falsch, weist dies entweder auf Störimpulse am Takteingang hin oder die Beschleunigung/Verzögerung ist zu stark. Zu schnelles Abbremsen lässt den Motor um ein Vielfaches von 4 Vollschritten fehlpositionieren (Desynchronisation).

- Die Verwendung eines Regeltrafos, dessen Spannung zu langsam hochgefahren wird, kann zu einer Fehleranzeige führen. Ebenso die Verwendung eines geregelten Netzteils mit Strombegrenzung.

- Wenn alle Parameter in Ordnung sind, aber nach dem Einschalten mehrere rote LEDs leuchten oder die grüne LED ‚Grundstellung' nicht leuchtet, so ist vermutlich die Baugruppe defekt.

- Vor dem Ziehen sollte man sich immer vergewissern, dass alle Leuchtdioden erloschen sind. Die LED ‚Netzteilfehler' muss nach dem Ausschalten noch für eine kurze Zeit leuchten.

4 Abmessungen

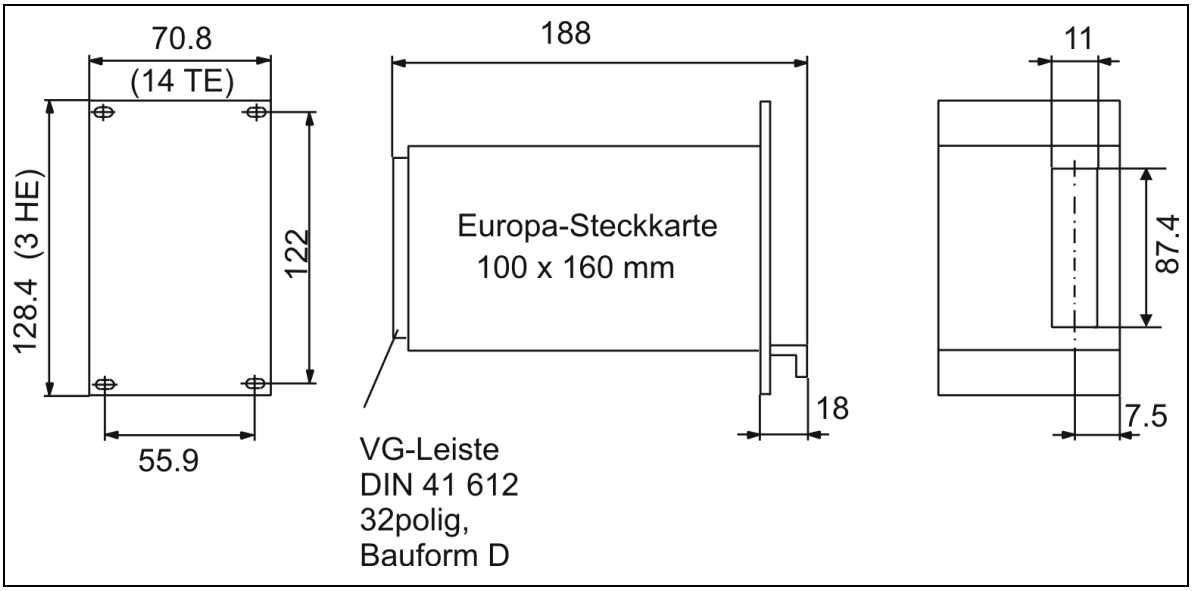


Abb. 7: Abmessungen

5 Netzteil

Die MSX Endstufe wird mit einer ungeregelten, gesiebten Gleichspannung von 60 bis 120 V_{DC} betrieben.

Zulässiger Spannungsbereich: 40 bis 160 V_{DC}

Die Spannung darf nicht unter 40 V fallen oder über 160 V steigen, auch nicht kurzzeitig (> 1 msec). Bei Überschreitung der Grenzwerte öffnet der Fehlerausgang. Gleichzeitig wird der Antrieb deaktiviert.

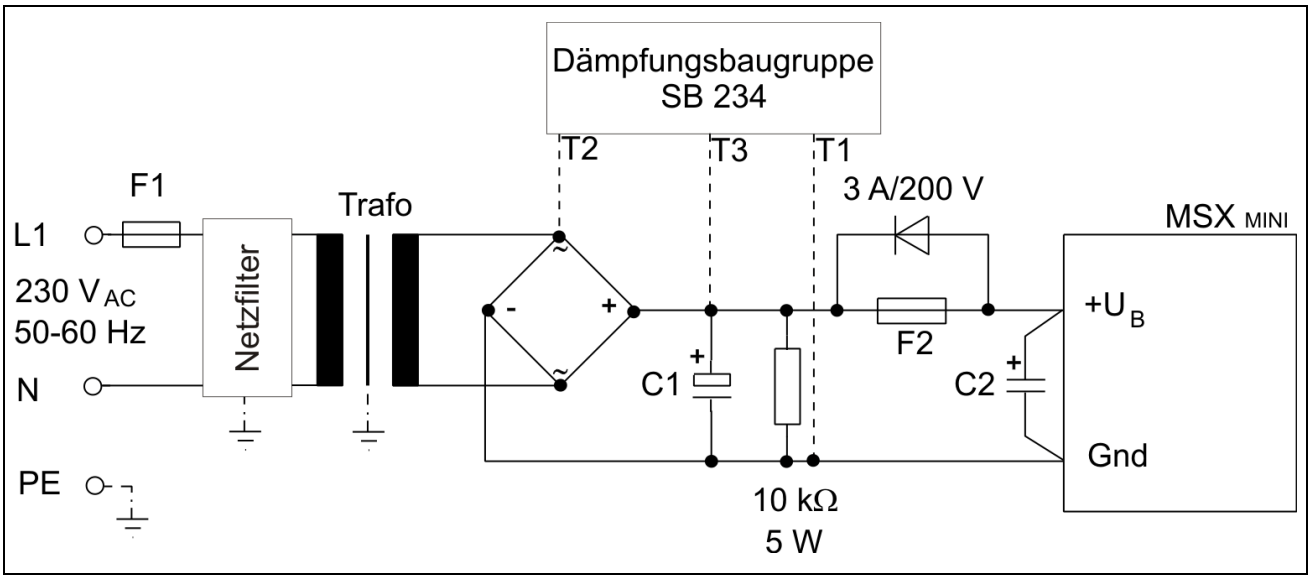


Abb. 8: Netzteil für Spannungsversorgung der MSX

Es wird ein Netzfilter mit folgender Einfügungsdämpfung bei 50 Ω im Bereich von 0,15...30 MHz empfohlen:

f/MHz	0,15	0,5	1	2	5	10	20	30
a/dB (line-to-ground) (asymmetr. Signale)	36	47	42	42	40	42	42	45
a/dB (line-to-line) (symmetr. Signale)	52	70	70	70	65	55	50	60

z. B. CORCOM 10ET1

Bei Dimensionierung und Anschluss der Spannungsversorgung sollte folgendes beachtet werden:

Der Transformator muss mit verstärkter bzw. doppelter Isolation ausgeführt sein.

Die Dimensionierung der Sicherung F2 hängt vom eingestellten Phasenstrom und der Motorlast ab.
Spannungsfestigkeit >= 200 V

Empfohlene Werte: T10 A

Für den Stützkondensator C1 gilt als Richtwert: 1000 µF pro 1 Ampere Phasenstrom.

5.1 Dimensionierung und Anschluss

Folgende Punkte sollten bei Dimensionierung und Anschluss der Stromversorgung beachtet werden:

1. Die Anschlussleitungen zur Gegensteckerleiste müssen mit jeweils allen angegebenen Pins verbunden werden.

   Beispiel: + U_B wird mit den Pins 12a, 12c, 14a und 14c verbunden.

2. Der Drahtquerschnitt der Zuleitungen zu einer Endstufe MSX ist abhängig vom Motorstrom. Es wird empfohlen: 0.1 mm^2 pro 1 Ampere Motorstrom.
   Wenn möglich, sollten Netzanschluss- und Phasenleitungen des Motors paarweise verdrillt werden.

3. Sind die Zuleitungen vom Netzteil zur Baugruppe MSX länger als 500 mm, so muss ein Kondensator C2 (siehe Abb.8) von mindestens 68 µF/200 V parallel zur Spannungsversorgung an die Steckerleiste angeschlossen werden.
   Der Kondensator sollte für Schaltanwendungen geeignet sein und daher eine hohe Stromtragfähigkeit (High Ripple Current) besitzen, z.B. Rubycon BXC Serie, 68 µF /200 V.
   Zur Erhöhung der Lebensdauer des Stützkondensators auf der MSX wird für C2 empfohlen, sechs Kondensatoren mit je 68 µF/200 V parallel zu schalten, um insgesamt 408 µF/200 V zu erhalten.

4. Transformator, Ladekondensator:

Transformator U I	 85 V_{AC} 14 A
Ladekondensator C1	10 000 µF

   Die Angaben über Transformatorleistung und Ladekondensator sind "worst-case"-Betrachtungen, also bei max. Abgabeleistung des Motors, Dauerboost und 100% Einsatzdauer.
   Die tatsächlich benötigten Werte müssen für die jeweiligen Einsatzbedingungen ermittelt werden.
   Für den Ladekondensator gilt als Richtwert: 1000 µF pro Ampere Motorstrom.
   Die zulässige thermische Belastung des Transformators darf nicht überschritten werden.
   Der Innenwiderstand der Stromversorgung muss so gut sein, dass die Gleichspannung auch bei maximaler Belastung nicht mehr als 15% unter ihren Spitzenwert absinkt. Um dies zu erreichen, sollte die Regelung des Transformators etwa 3% betragen.

5. Netzgleichrichter:
   Bei Auslegung des Netzteils ist zu berücksichtigen, dass der Netzgleichrichter eine Verlustleistung bis zu 2 Watt pro Ampere erzeugen kann. Eventuell muss ein Kühlkörper vorgesehen werden.

6. Dämpfungsbaugruppe SB 234:
   Die Spannungsbereiche der Endstufen sind unter Einhaltung der Nominalwerte sehr großzügig ausgelegt, so dass auch bei stark schwankender Netzspannung oder plötzlichem Außertrittfallen des Motors (Motor pumpt Energie zurück, die Spannung am Ladekondensator steigt) keine Fehlermeldung Netzteilfehler (SUPPLY FAILURE) auftreten sollte. Tritt die Fehlermeldung dennoch auf, besonders bei Mehrachsenbetrieb und/oder Motoren mit niedriger Induktivität, so sollte eine Dämpfungsbaugruppe SB 234 eingesetzt werden.
   Auf jeden Fall sollte bei einer Fehlermeldung Netzteilfehler zuerst überprüft werden, ob die Betriebsspannung innerhalb des vorgeschriebenen Nominalbereichs liegt (Spitzenwert beachten!).

5.2 Isolationsübersicht

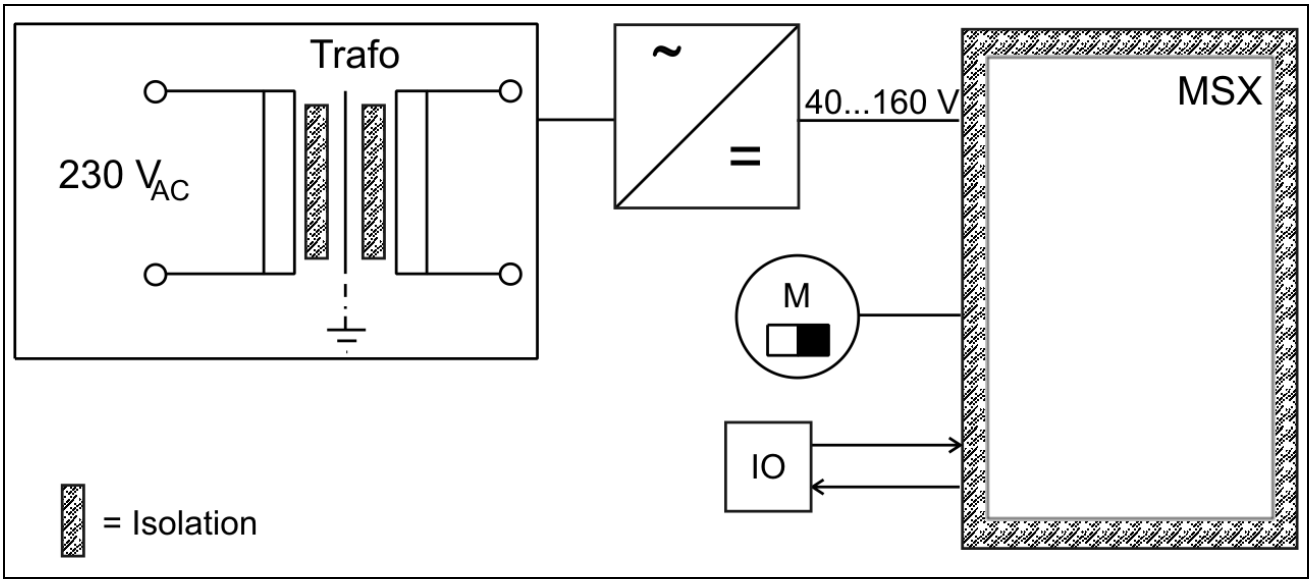


Abb. 9: Isolation MSX

Für den sicheren Betrieb der MSX muss ein Transformator mit verstärkter bzw. doppelter Isolation verwendet werden.

Die Isolation der MSX wird den Anforderungen einer Basisisolation für Nicht-Netzstromkreise für Spannungen bis zu 200 V gerecht.

Das Gerät wurde gemäß EN 50178 für Verschmutzungsgrad 2 ausgelegt.

Die IO-Signale sind optoentkoppelt und bieten eine sichere Trennung für Stehstoßspannungen bis zu 800 V.

6 Motoranschluss

Im folgenden Kapitel wird der Anschluss eines zwei-Phasen-Schrittmotors in 4-, 6-, oder 8-Leiter-Ausführung beschrieben.

Mit Schrittmotor-Endstufen vom Typ MSX können Schrittmotoren mit 1.1 bis 15.4 A_{Peak} Phasenstrom angesteuert werden.

Der Wicklungswiderstand des Schrittmotors sollte weniger als 10 Ohm betragen.

Die Wicklungsinduktivität einer Motorphase sollte nicht kleiner als 0.5 mH sein.

Für Schrittmotoren in 8-Leiter-Ausführung gibt es zwei Anschlussarten: mit parallel-geschalteten Wicklungen (1) oder mit seriell verdrahteten Wicklungen (2).

Bei 6-Leiter-Schrittmotoren wird Anschlussart (3) mit seriell verdrahteten Wicklungen empfohlen.

Ist Anschlussart (3) wegen der Bauart des Motors nicht möglich, kann der Motor auch mit zwei Wicklungen entsprechend Anschlussart (5) betrieben werden.

5-Leiter-Schrittmotoren dürfen **nicht** mit MSX-Endstufen angesteuert werden. Der Anschluss von 5-Leiter-Schrittmotoren **kann zur Zerstörung der Endstufe** führen.

Motorzeitkonstante τ:

Für die elektrische Motorzeitkonstante τ gilt: $\tau = \frac{L}{R}$

Bei einer Parallelschaltung ist die Gesamtinduktivität L_{ges} gleich der Wicklungsinduktivität, da es sich hier um verkettete Induktivitäten handelt.
Für die serielle Schaltung gilt $L_{ges} = 4 \times L$.

Somit ergibt sich die gleiche Motorzeitkonstante τ für die serielle als auch parallele Schaltung:

Beschaltung	**seriell**	**parallel**
Widerstand R_{ges}	**2 x R**	$\frac{R}{2}$
Induktivität L_{ges}	**4 x L**	**L**
Motorzeitkonstante τ	$\tau_{seriell} = \frac{4 \times L}{2 \times R} = \frac{2 \times L}{R}$	$\tau_{parallel} = \frac{L}{R/2} = \frac{2 \times L}{R}$

6.1 Schirmung

Um Störeinflüsse auf benachbarte elektronische Geräte und Steuerleitungen zu reduzieren, müssen abgeschirmte Kabel verwendet werden.

Das Einschubgehäuse, in dem sich die MSX befindet, ist über den zentralen Erdungspunkt zu erden.

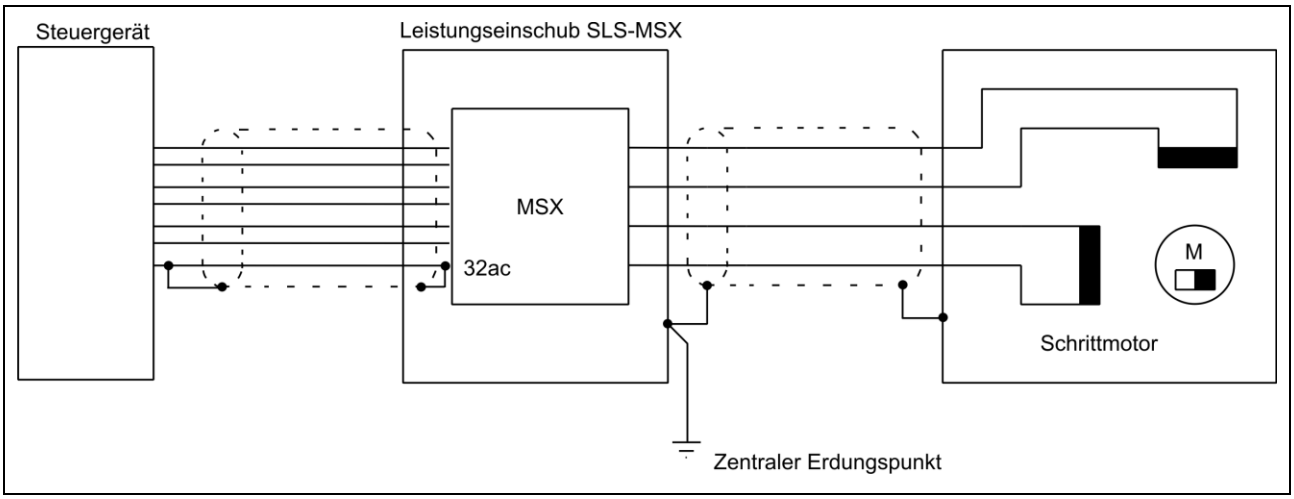


Abb. 10: Schirmung der Motorzuleitungen

6.2 Anschlussarten

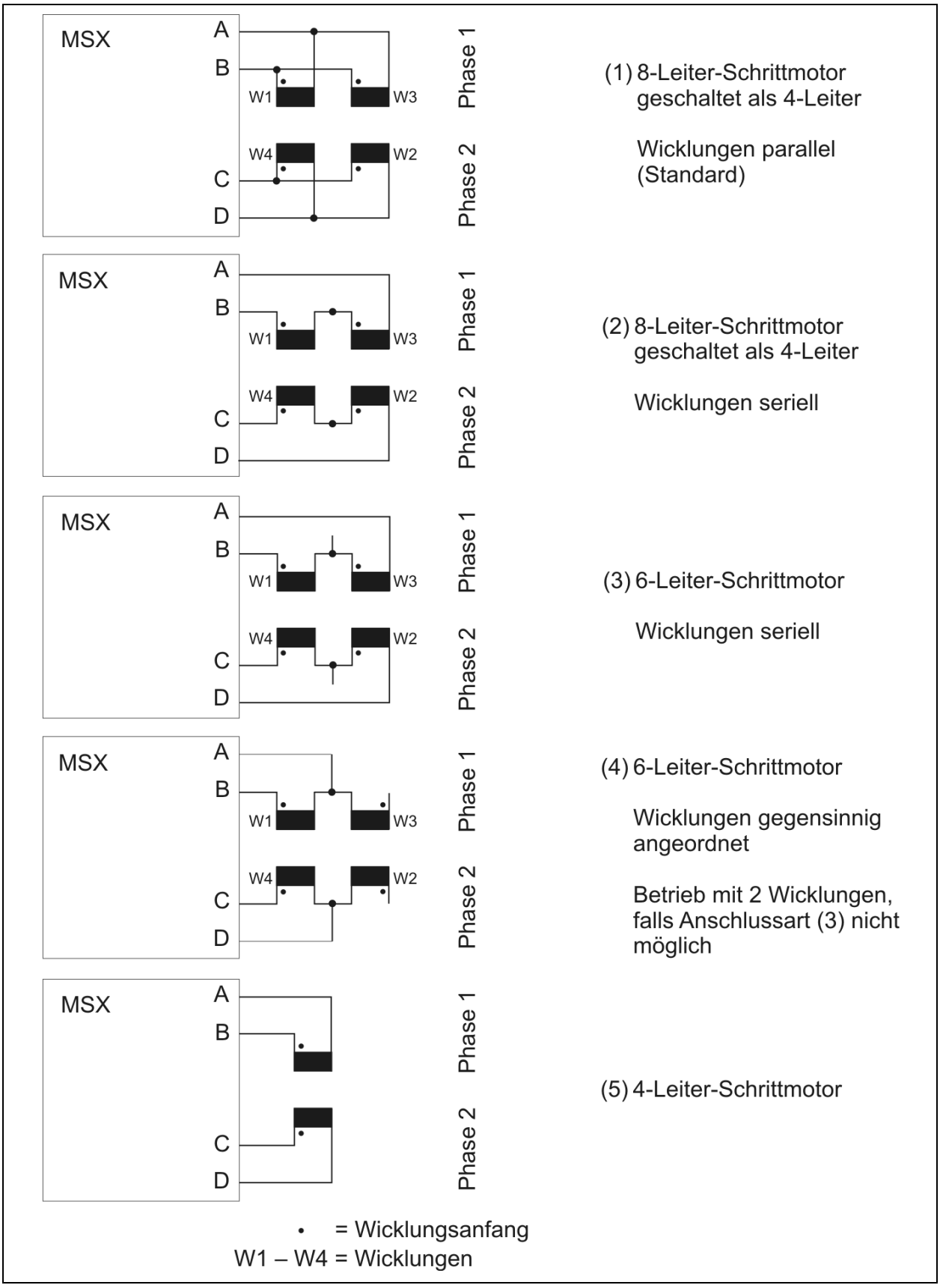


Abb. 11: Anschlussarten für 4-, 6- und 8-Leiter- Schrittmotoren

6.3 Motorkabel

Der Schrittmotor muss mit einem 5-adrigen Kabel mit Abschirmgeflecht angeschlossen werden. Die Kabelverbindung von der Endstufe zum Motor muss durchgehend sein, darf also nicht durch Stecker o.ä. unterbrochen werden.

Der PE-Leiter (grün/gelb) des Motorkabels wird mit einer Erdungsschraube neben dem Motorstecker im MSX-Einschubgehäuse verbunden. An der Motorseite muss der PE-Leiter mit der Erdungsschraube des Motors verbunden werden.

Das Motorkabel sollte mindestens folgenden Leiterquerschnitt haben 1.50 mm^2

Zum EMV-gerechten Anschluss ist es nötig, das Abschirmgeflecht leitend mit Einschub-Gehäuse, in dem die MSX eingesetzt ist, zu verbinden. Hierfür sind die Kabelschellen an der Rückseite des Einschub-Gehäuses vorgesehen. Die freien Kabelenden müssen so kurz wie möglich gehalten werden.

Das Abschirmgeflecht muss über eine EMV-Kabelverschraubung großflächig mit dem Motorgehäuse verbunden werden. Sämtliche Teile des Motorgehäuses müssen untereinander leitend verbunden sein. An der Motorseite empfehlen wir, spezielle EMV-Kabelverschraubungen zu verwenden.

Bei Motoren ohne geeignete Kabelverschraubung muss der Kabelschirm möglichst nahe an den Motor herangeführt werden und auf PE aufgelegt werden.

Wichtig:
Nicht benötigte Motorleitungen (z.B. bei Anschlussart 3 oder 4) einzeln isolieren!

7 Kodierschalter und DIP-Schalter

Laufstrom und Stoppstrom können unabhängig voneinander mit den zwei Kodierschaltern eingestellt werden. Außerdem können mit einem dritten Kodierschalter die Schrittauflösung und Stromkurvenform gewählt werden.

Mit Boost erhöht sich der Lauf- und Stoppstrom um 30 %.

Einstellung bei Auslieferung des Gerätes	
Kodierschalter	**Stellung**
Laufstrom	F
Stoppstrom	3
Schrittauflösung/Kurvenform	6 (Halbschritt mit DMA ohne CS)
DIP-Schalter	
1	Overdrive ON
2	Boost OFF
3	Aktivierung ON
4	Vorzugsdrehrichtung OFF
Jumper	in Stellung Aktivierung (bei Standardversion und Version GND)

7.1 Kodierschalter Motorströme

Kodierschalter Lauf- und Stoppstrom	
Schalter-stellung	**Phasenströme in A_{eff}**
0	2.4
1	2.8
2	3.2
3	3.6
4	4.0
5	4.4
6	4.8
7	5.2
8	5.6
9	6.0
A	6.4
B	6.8
C	7.2
D	7.6
E	8.0
F	8.4
Einstellungen ab Werk	

- Der Stoppstrom wird in der Regel auf ca. 40-50% des Laufstroms eingestellt, um die Motortemperatur möglichst niedrig zu halten.
- Die Tabellenwerte gelten, wenn beide Motorphasen erregt sind. Der Strom bei Erregung einer Phase beträgt: Tabellenwert x $\sqrt{2}$
- Max. Laufstrom/Stoppstrom : 8.4 A x $\sqrt{2}$ x 1.3 = 15.4 A

Werden Schrittauflösung oder Kurvenform bei eingeschalteter Betriebsspannung geändert, dann wird die Schalterstellung von der MSX nur in Grundstellung übernommen.

7.2 Kodierschalter Schrittauflösung und Kurvenform

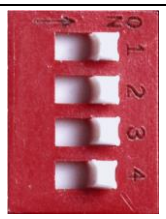
Der Kodierschalter unter den DIP-Schaltern dient zur Einstellung des gewünschten Phasenstromverlaufs.

Kodierschalter Schrittauflösung und Kurvenform			
Schalter-stellung	**Stromkurve**		
0	Vollschritt		
1	Halbschritt	mit DMA	mit CS
2	Feinschritt	sinusförmig	1/4 mit CS
3	Feinschritt	sinusförmig	1/5 mit CS
4	Feinschritt	sinusförmig	1/10 mit CS
5	Feinschritt	sinusförmig	1/20 mit CS
6	Halbschritt	mit DMA	ohne CS
7	Feinschritt	sinusförmig	1/4 ohne CS
8	Feinschritt	sinusförmig	1/5 ohne CS
9	Feinschritt	sinusförmig	1/10 ohne CS
A	Feinschritt	sinusförmig	1/20 ohne CS
B	Feinschritt	sinusförmig	1/4 mit CS und BLOW UP
C	Feinschritt	sinusförmig	1/5 mit CS und BLOW UP
D	Feinschritt	sinusförmig	1/10 mit CS und BLOW UP
E	Feinschritt	sinusförmig	1/20 mit CS und BLOW UP
F	Halbschritt	konventionell	
	DMA= Drehmomentausgleich		
	CS= Stromformung (Current Shaping)		
	BLOW UP= Stromkurvenoptimierung		
	Einstellung ab Werk		

Die optimale Stromkurve sollte im Einzelfall durch Testen der verschiedenen Einstellungen ermittelt werden.

7.3 DIP-Schalter

Die DIP-Schalter zur Umschaltung der Betriebsarten befinden sich hinter der Frontplatte unterhalb der Kodierschalter für die Motorströme.

DIP-Schalter		**Funktion**	**Position**	**Bedeutung**
	1	Overdrive	ON	Overdrive aktiv
	2	Boost	ON	Boost eingeschaltet
	3	Aktivierung	ON	Aktivierung eingeschaltet
	4	Vorzugsdrehrichtung	ON	Umkehr der Vorzugsdrehrichtung
Einstellungen ab Werk: 1:ON, 2:OFF, 3:ON, 4:OFF				

8 Eingänge

Die Steuereingänge $\overline{\text{Takt}}$, Drehrichtung, $\overline{\text{Boost}}$, $\overline{\text{Aktivierung}}$ und $\overline{\text{Reset}}$ sind durch Optokoppler galvanisch von der Versorgungsspannung (+U_B) der MSX getrennt. So wird eine optimale Störunterdrückung zwischen Steuer- und Leistungskreis erreicht. Die Signale sind aktiv, wenn Strom durch den Optokoppler fließt.

8.1 Eingänge bei MSX 5 V Standard und MSX 5 V-RESET Variante

Alle Eingänge sind über Optokoppler mit 2 x 180 Ω Vorwiderstand ausgeführt.

Die Eingänge der MSX werden durch Open-Collector angesteuert. An Pin 10ac wird die Spannungsversorgung der Optokoppler, von 5 V angeschlossen.

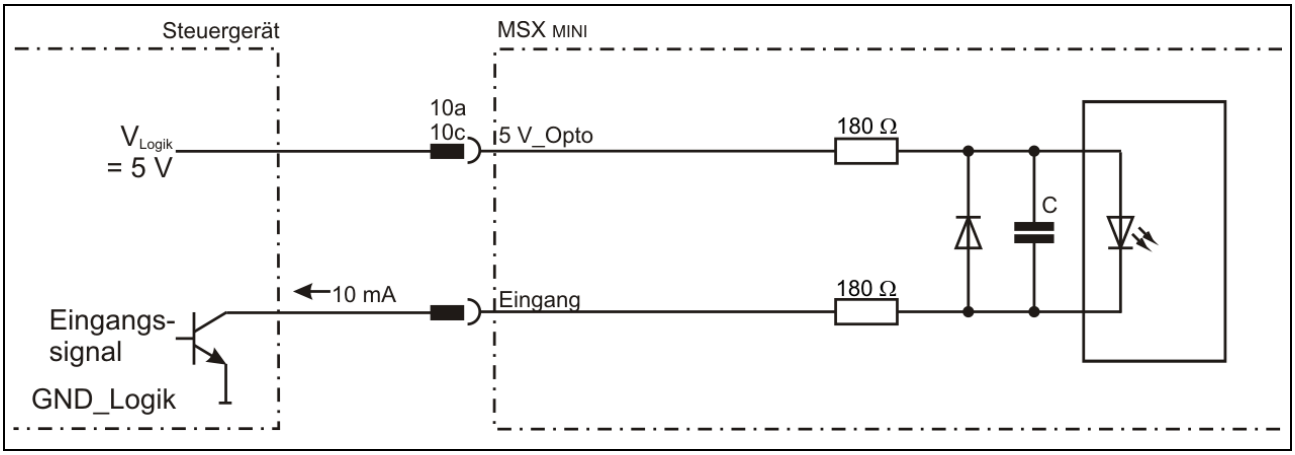


Abb. 12: Open Collector Ansteuerung bei 5 V

8.2 Eingänge bei MSX 24 V Variante

Alle Eingänge sind über Optokoppler mit 2 x 1,0 kΩ Vorwiderstand ausgeführt.

Die Eingänge der MSX werden durch Open-Collector angesteuert. An Pin 10ac wird die Spannungsversorgung der Optokoppler von 24 V angeschlossen.

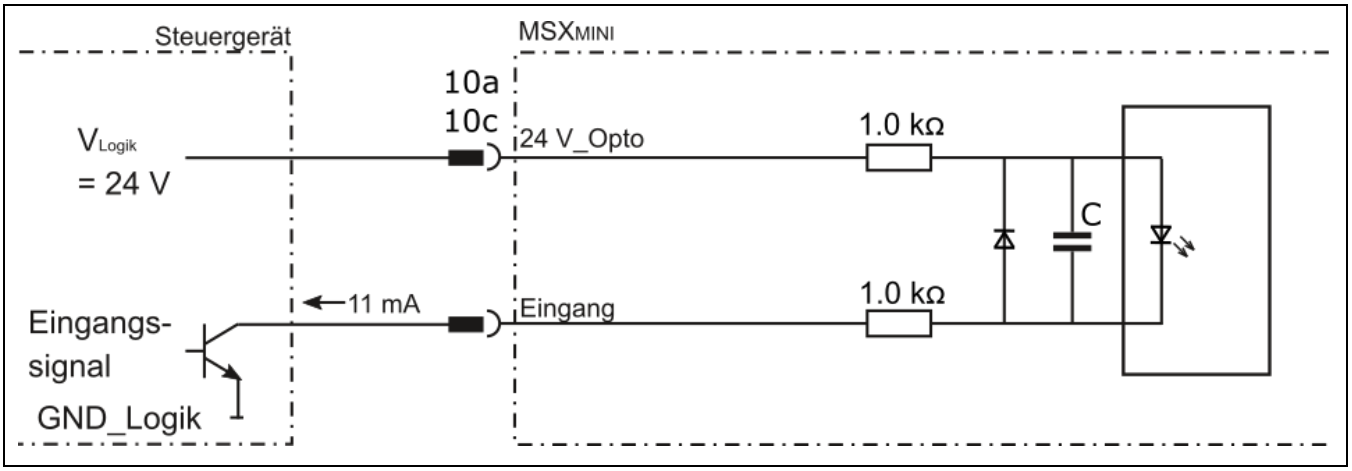


Abb. 13: Open Collector Ansteuerung bei 24 V

8.3 Eingang $\overline{\text{Takt}}$

Maximale Taktfrequenz: 500 kHz, Minimale Impulsbreite 1 µs

Ein negativer Taktimpuls von 1 µs bewirkt einen Motorschritt. Mit der fallenden Flanke des ersten Taktimpulses wird vom Stoppstrom auf Laufstrom geschaltet und der Schritt ausgeführt. Ist der Abstand zwischen zwei Taktimpulsen > 40 ms, wird automatisch auf Stoppstrom zurückgeschaltet.

Wenn die Taktimpulsfolge bei Frequenzen, die höher als die Start-/Stopp-Frequenz*) des Motors sind, plötzlich begonnen oder unterbrochen wird, kann es zu Fehlpositionierungen kommen.

*) Die Start-/Stopp-Frequenz ist diejenige Frequenz, mit der ein Schrittmotor gerade noch aus dem Stillstand ohne Fehlpositionierung gestartet werden kann. Die Start-/Stopp-Frequenz liegt normalerweise im Bereich zwischen etwa 200 und 2000 Hz. Der exakte Wert hängt vom Belastungsmoment sowie auch von der auf die Motorwelle wirkenden Lastträgheit ab.

Soll der Schrittmotor mit einer Schrittfrequenz, die über der Start-/Stopp-Frequenz liegt, gefahren werden, muss mit einer Frequenzrampe auf die Endfrequenz beschleunigt und wieder abgebremst werden.

8.4 Eingang Drehrichtung

Mit diesem Signal wird die Drehrichtung des Motors bestimmt: Ist der Eingang **nicht** beschaltet, dreht der Motor in Vorzugsdrehrichtung. Bei Strom durch den Optokoppler dreht der Motor in umgekehrter Richtung. Eine Signaländerung darf nur dann erfolgen, wenn der Schrittmotor steht oder mit einer Geschwindigkeit innerhalb des Start-/Stopp-Bereiches gefahren wird. Ein Umschalten der Drehrichtung bei höheren Geschwindigkeiten führt zu Schrittverlust oder zum Stillstand des Motors.

Wichtig: Das Signal muss mindestens 1 µs nach der fallenden Flanke des Taktsignals konstant anliegen (siehe Abb.13).

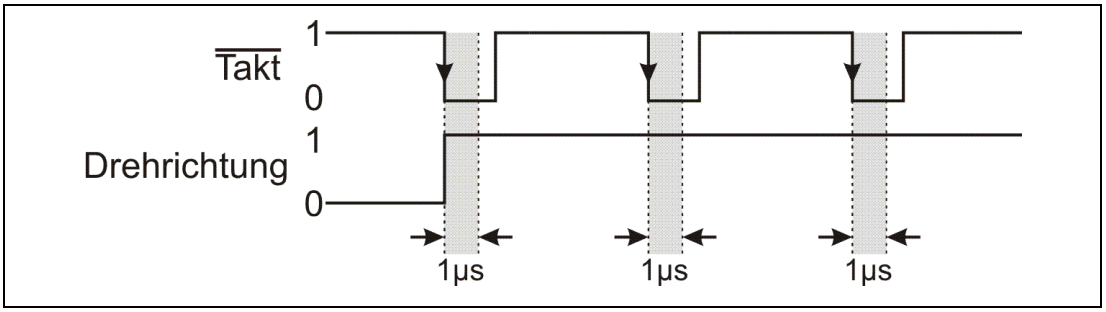


Abb. 14: Taktvorgabe MSX

Mit dem DIP-Schalter VORZUGSDREHRICHTUNG (hinter der Frontplatte) lässt sich die Vorzugsdrehrichtung des Schrittmotors, bezogen auf den Logikpegel, einstellen.

8.5 Eingang $\overline{\text{Boost}}$

Bei Strom durch den Optokoppler erhöht die MSX den Lauf- und Stoppstrom um 30%.

So kann in der Beschleunigungs- bzw. Abbremsphase des Motors auf Booststrom umgeschaltet und damit ein höheres Moment erreicht werden.

Solange der Eingang $\overline{\text{Boost}}$ aktiviert ist, fließt immer der um 30% höhere Strom.
Dies gilt auch dann, wenn die Endstufe auf Stoppstrom geschaltet hat.

Die BOOST-Funktion kann über den DIP-Schalter BOOST auch ständig zugeschaltet werden. Siehe auch Anhang A2.

8.6 Eingang $\overline{\text{Aktivierung}}$

Bei nicht beschaltetem Eingang (Optokoppler nicht bestromt) wird der Motorstrom abgeschaltet.

Über diesen Eingang (Pin 30ac) kann z.B. für Servicezwecke die Endstufe stromlos geschaltet werden, ohne die Baugruppe vom Netz zu trennen. Der Motor kann jetzt langsam von Hand bewegt werden.

WARNUNG!

Der Eingang $\overline{\text{Aktivierung}}$ ist kein Not-Aus-Schaltkreis gemäß den Anforderungen der Berufsgenossenschaften !

Die Funktion $\overline{\text{Aktivierung}}$ ist auch hilfreich, wenn in der Umgebung der MSX empfindliche Mess-Systeme angeordnet sind. Die unvermeidbaren Störfelder, die von einer geschalteten Leistungsendstufe ausgehen, können so für den Zeitraum der Messung ausgeschaltet werden.

Wichtig:
Der Eingang $\overline{\text{Aktivierung}}$ kann nur dann verwendet werden, wenn der DIP-Schalter AKTIVIERUNG ausgeschaltet ist (OFF). Wurde der Jumper J1 auf der Platine in Stellung Reset gesteckt, kann der Eingang $\overline{\text{Aktivierung}}$ nur über Pin 30a geschalten werden.
Siehe Kap. 1.2 und 1.6.

8.7 Eingang $\overline{\text{Reset}}$

Der Eingang $\overline{\text{Reset}}$ ist nur verfügbar, wenn Jumper J1 auf der Platine in Stellung Reset gesteckt ist. $\overline{\text{Reset}}$ kann dann über den Pin 30c geschalten werden.

Siehe Kap. 1.2 und Abbildung nächste Seite.

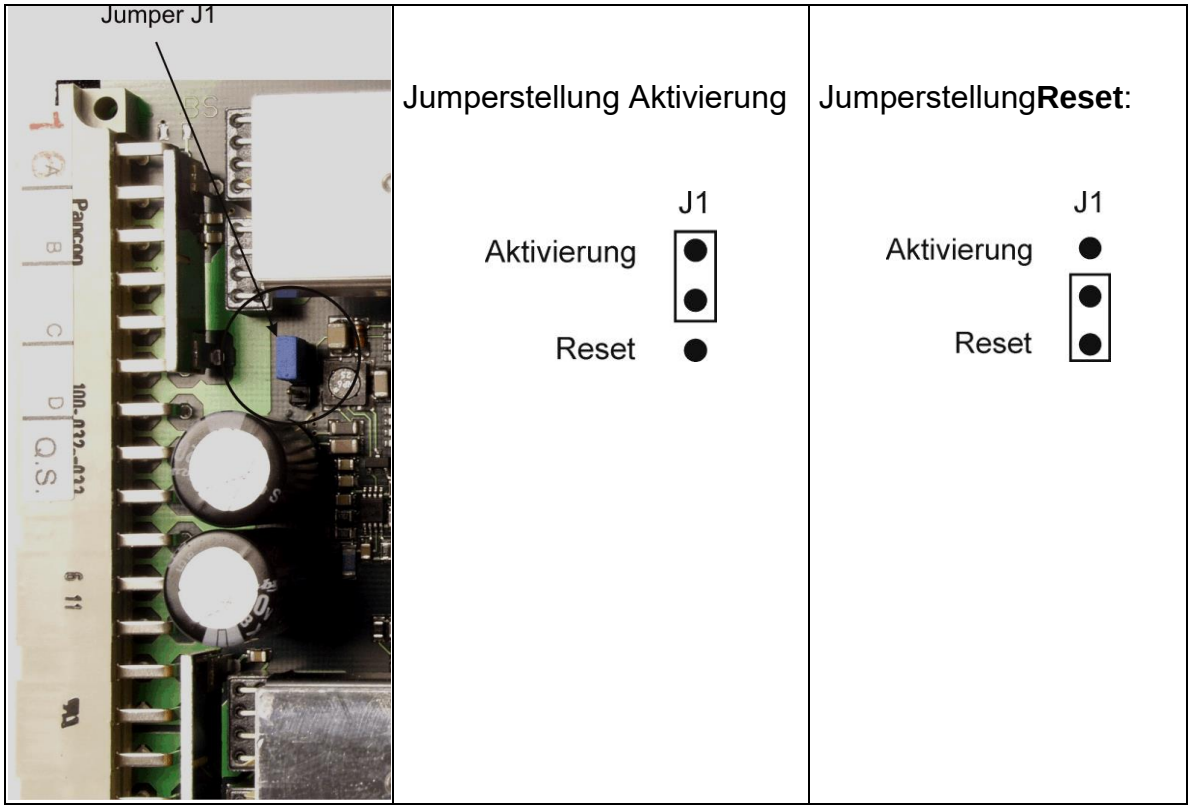


Abb. 1: Bild der Platine mit Jumper J1

Mit $\overline{\text{Reset}}$ =0 (low aktiv) wird die Endstufe in einen definierten Anfangszustand gesetzt, d.h. alle Fehlermeldungen und der Ringzähler werden zurückgesetzt. Der Ringzähler wird dabei in Grundstellung gebracht. In Grundstellung werden beide Motorphasen mit dem gleichen Strombetrag unabhängig von der gewählten Schrittauflösung bestromt.

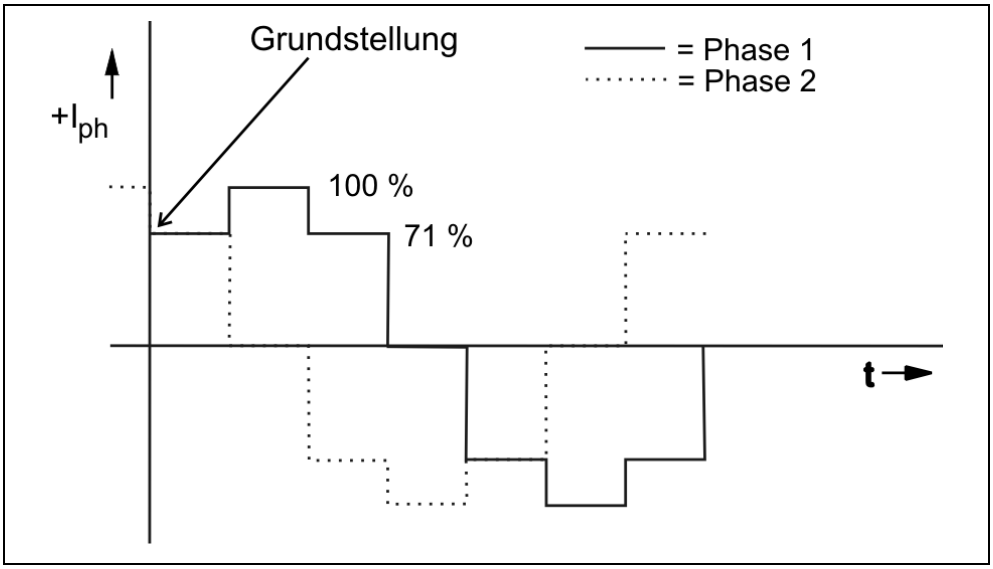


Abb. 2: Die Motorphasen in Grundstellung im Halbschritt

9 Ausgänge

Die beiden Ausgänge der MSX sind optoentkoppelte Open-Collector-Darlington-Ausgänge.

I_{max} = 20 mA, U_{max} = 45 V, UCE_{sat} bei 20 mA < 0.6 V

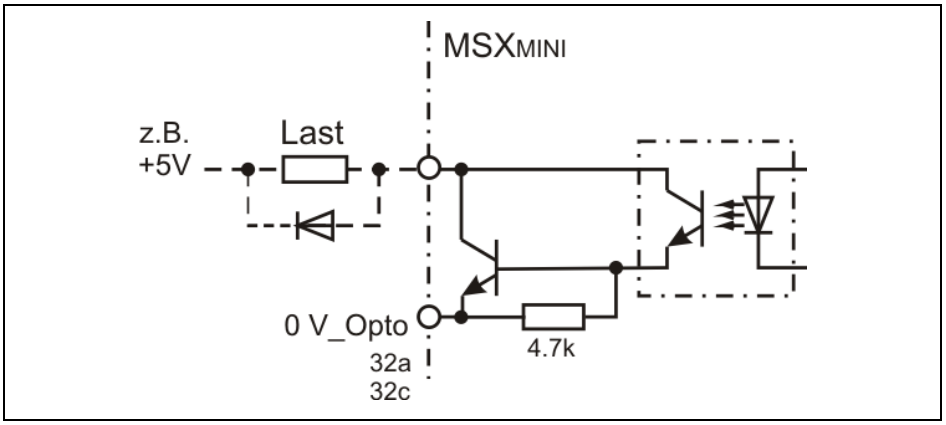


Abb. 3: Ausgangsbeschaltung

Bei Anschluss von Induktivitäten (z.B. Relais, Motorbremse) als Verbraucher muss der Ausgang mit einer Freilaufdiode beschaltet werden.

9.1 Ausgang $\overline{\text{Grundstellung}}$

Das Signal wird beim Nulldurchgang des internen Ringzählers, beim Einschalten und nach einem Reset generiert.

Angezeigt wird jeder	bei Schrittauflösung
4. Takt	Vollschritt
8. Takt	Halbschritt
16. Takt	1/4-Schritt
20. Takt	1/5-Schritt
40. Takt	1/10-Schritt
80. Takt	1/20-Schritt

Das Signal kann im Zusammenhang mit einem Endschalter zum Festlegen eines Maschinen bezogenen Nullpunkts verwendet werden.

Das Signal $\overline{\text{Grundstellung}}$ (ZERO SIGNAL) wird durch Aufleuchten der grünen LED an der Frontplatte der MSX angezeigt. Auch beim Einschalten wird Grundstellung gemeldet, es sei denn, eine der Überwachungsschaltungen hat angesprochen.

Hinweis:

Das Signal $\overline{\text{Grundstellung}}$ wird auch dann ausgegeben, wenn der Motor deaktiviert ist!

9.2 Ausgang Fehler

Der Fehlerausgang ist aktiv high, damit auch Netzteilausfall und Kabelbruch erkannt werden können.

Bei Über- bzw. Unterschreitung der folgenden Grenzwerte wird der Ausgang geschaltet. Gleichzeitig wird der Antrieb deaktiviert:

Grenzwerte		**Fehlermeldung**
Motorstrom	> 25.2 A	Überlast
Betriebsspannung	< 40 V oder > 160 V	Netzteilfehler
Kühlkörpertemperatur	> 85°C	Übertemperatur

Die rote LED ‚Überlast' (OVERLOAD) leuchtet z.B. bei Kurzschluss im Motor oder bei zu starker Verzögerung in der Bremsphase.

Die rote LED ‚Netzteilfehler' (SUPPLY FAILURE) leuchtet, wenn die Betriebsspannung außerhalb des zulässigen Bereichs von 40...160 V liegt. Bei Überschreitung einer Betriebsspannung von 200 V wird die Baugruppe zerstört!

Bei der Fehlermeldung ‚Übertemperatur' (>85°C) muss der Baugruppe genügend Zeit zum Abkühlen gegeben werden.

Um eine der Schutzschaltungen nach dem Ansprechen rückzusetzen, muss die Versorgungsspannung ausgeschaltet werden. Erst dann wieder einschalten, wenn alle Leuchtdioden erloschen sind!

Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, den Jumper J1 auf Stellung Reset zu stecken und über den Anschluss 30c der VG-Leiste ein $\overline{\text{Reset}}$ -Signal (low aktiv) zu geben.

Anhang A: Technik im Detail

Ein Schrittmotor kann mit unterschiedlichen Schrittauflösungen betrieben werden, die im ersten Abschnitt dieses Kapitels beschrieben werden. Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit den Funktionen Boost, Overdrive, Stromformung CS und Stromkurvenoptimierung BLOW UP.

A1 Vollschritt / Halbschritt / Feinschritt

Vollschritt

Die Betriebsart, in der z.B. ein 200-schrittiger Motor so angesteuert wird, dass er 200 Schritte pro Umdrehung zurücklegt, nennt man Vollschritt. Im Vollschrittbetrieb sind immer beide Motorphasen bestromt.

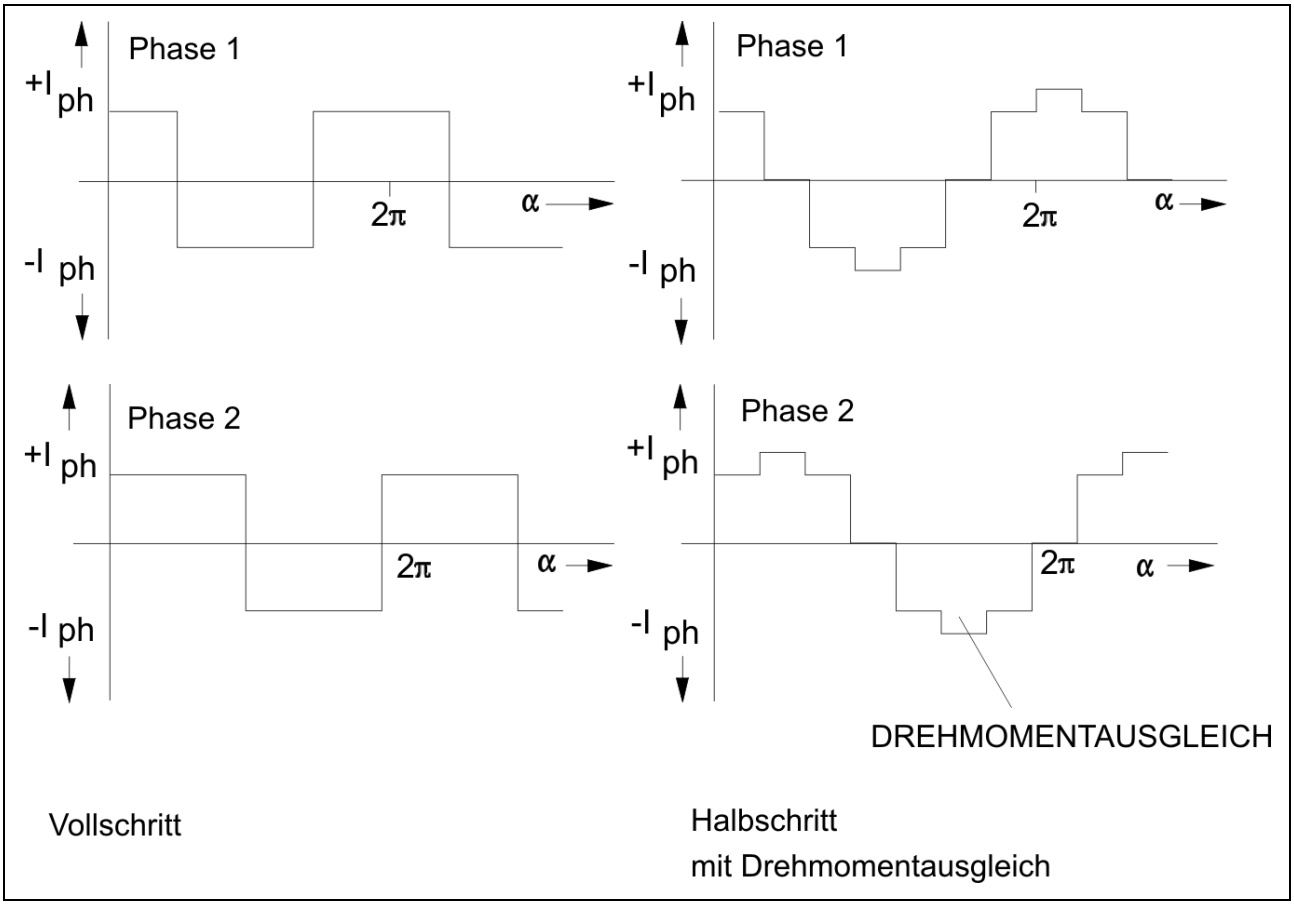


Abb. 4: Phasenstromverlauf

Halbschritt

Die Schrittauflösung des Motors kann elektronisch verdoppelt werden: Die Phasen 1, 1+2, 2 usw. werden abwechselnd erregt. Das ist die Betriebsart „Halbschritt“. Jedoch ist das Drehmoment, verglichen mit dem Vollschrittbetrieb, im Halbschrittbetrieb reduziert.

Um das zu kompensieren, wurde eine Betriebsart „Halbschritt mit Drehmomentausgleich“ entwickelt: der Strom wird in der aktiven Phase um den Faktor $\sqrt{2}$ angehoben. Hier bleibt das Drehmoment im Vergleich zum Vollschrittbetrieb fast identisch. Resonanzen werden weitgehend unterdrückt.

Das folgende Diagramm zeigt Größe und Richtung der Haltemomente eines 4-schrittigen Motors während einer Umdrehung ohne und mit Drehmomentausgleich. In der Vollschrittposition sind zwei Phasen, in der Halbschrittposition nur eine Phase bestromt. Das Gesamtmoment resultiert aus der Überlagerung der Momente beider Phasen.

Das Moment im Vollschritt M_{VS} bezogen auf das Moment im Halbschritt M_{HS} ist damit:
$|M_{VS}| = |M_{HS}| \times \sqrt{2}$

Das bedeutet, bei Bestromung nur einer Phase muss der Strom um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht werden, damit das Drehmoment gleich bleibt.

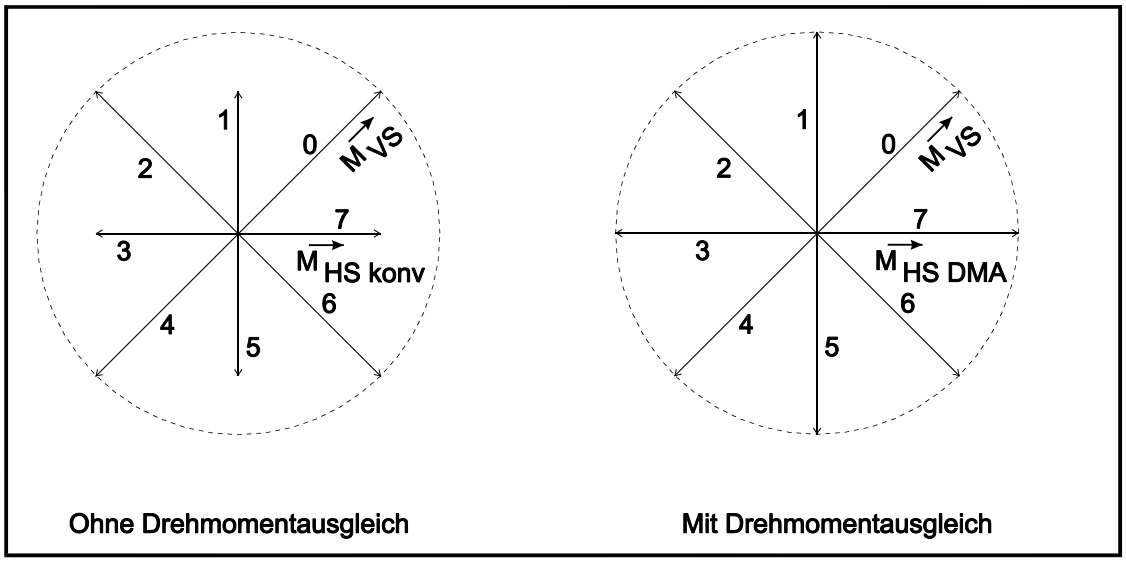


Abb. 5: Haltemomente ohne/mit DMA

Feinschritt

Bei den Schrittmotor-Endstufen MSX kann die Schrittauflösung um einen Faktor 2, 4, 5, 10 oder 20 erhöht werden – Betriebsart Feinschritt.

Der Feinschrittbetrieb bringt folgende Vorteile:

- Die Welligkeit des Drehmoments wird mit steigender Anzahl von Feinschritten immer geringer.
- Resonanzen und Ausschwingerscheinungen werden deutlich reduziert; der Motor läuft praktisch resonanzfrei.
- Die Motorgeräusche nehmen mit zunehmender Schrittauflösung ebenfalls ab.

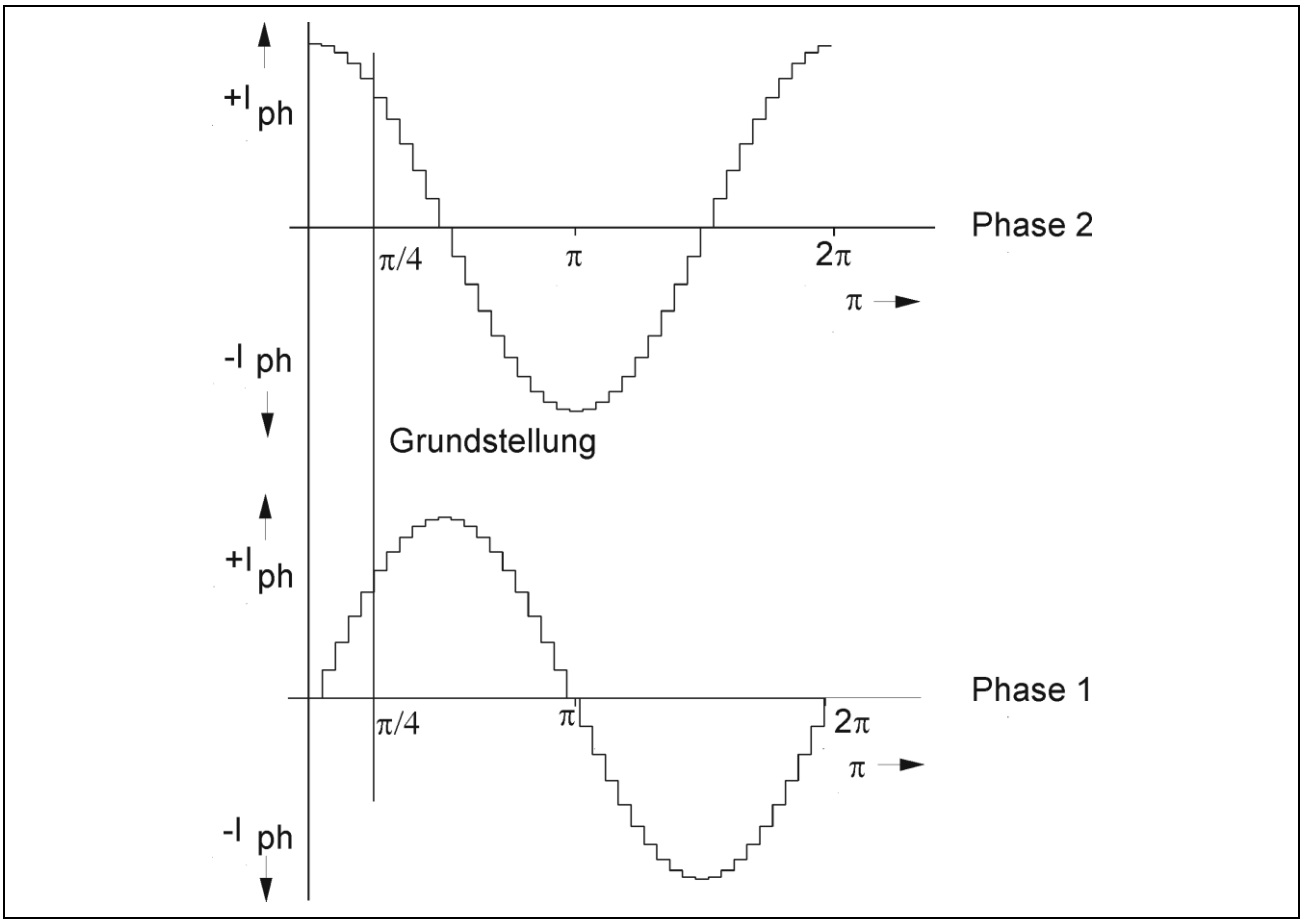


Abb. 6: Schematischer Verlauf der Phasenströme Feinschritt 1/10 (eines Vollschritts)

A2 Boost

Zum Beschleunigen und Bremsen eines Schrittmotors ist ein höheres Motormoment erforderlich als beim Dauerbetrieb (f_{max}). Wird der Phasenstrom so eingestellt, dass schnell beschleunigt und abgebremst wird (steile Rampe), so ist im Dauerbetrieb der Strom zu hoch und der Motor erwärmt sich stärker als notwendig. Wird aber der Phasenstrom niedriger eingestellt, kann nur mit relativ flacher Rampe beschleunigt und gebremst werden.

Deshalb sollte man unterschiedliche Phasenströme verwenden:

- Dauerbetrieb: Laufstrom
- Beschleunigungs- und Abbremsphase: Booststrom

  Die Boost-Funktion kann entweder über den Eingang $\overline{\text{Boost}}$ aktiviert oder über DIP-Schalter ständig zugeschaltet werden.

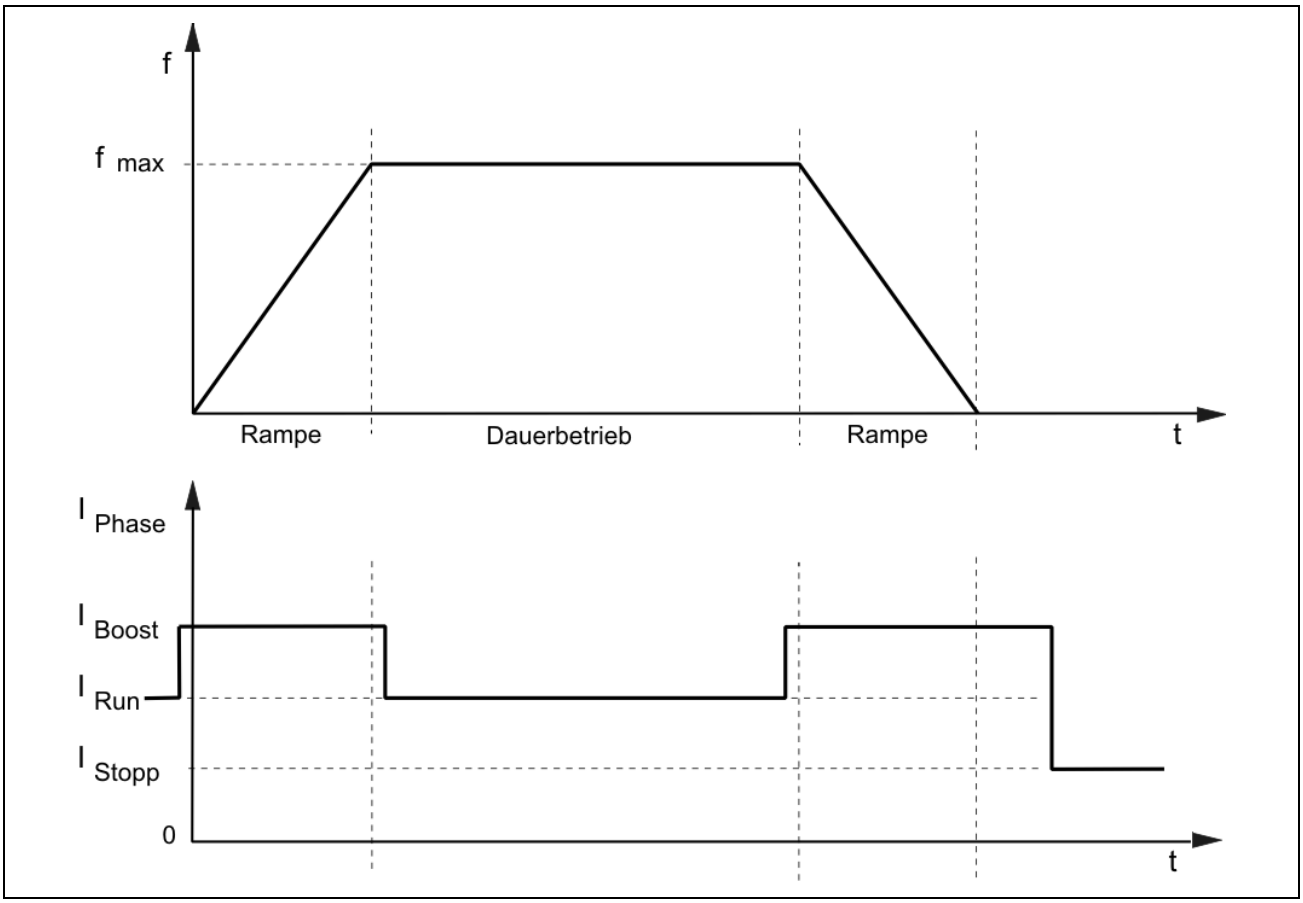


Abb. 7: Boost

A3 Overdrive

Neben der Standard-Boost-Funktion bietet die MSX eine dynamische Boostfunktion, die Overdrive-Funktion. Oberdrive wird über DIP-Schalter aktiviert.

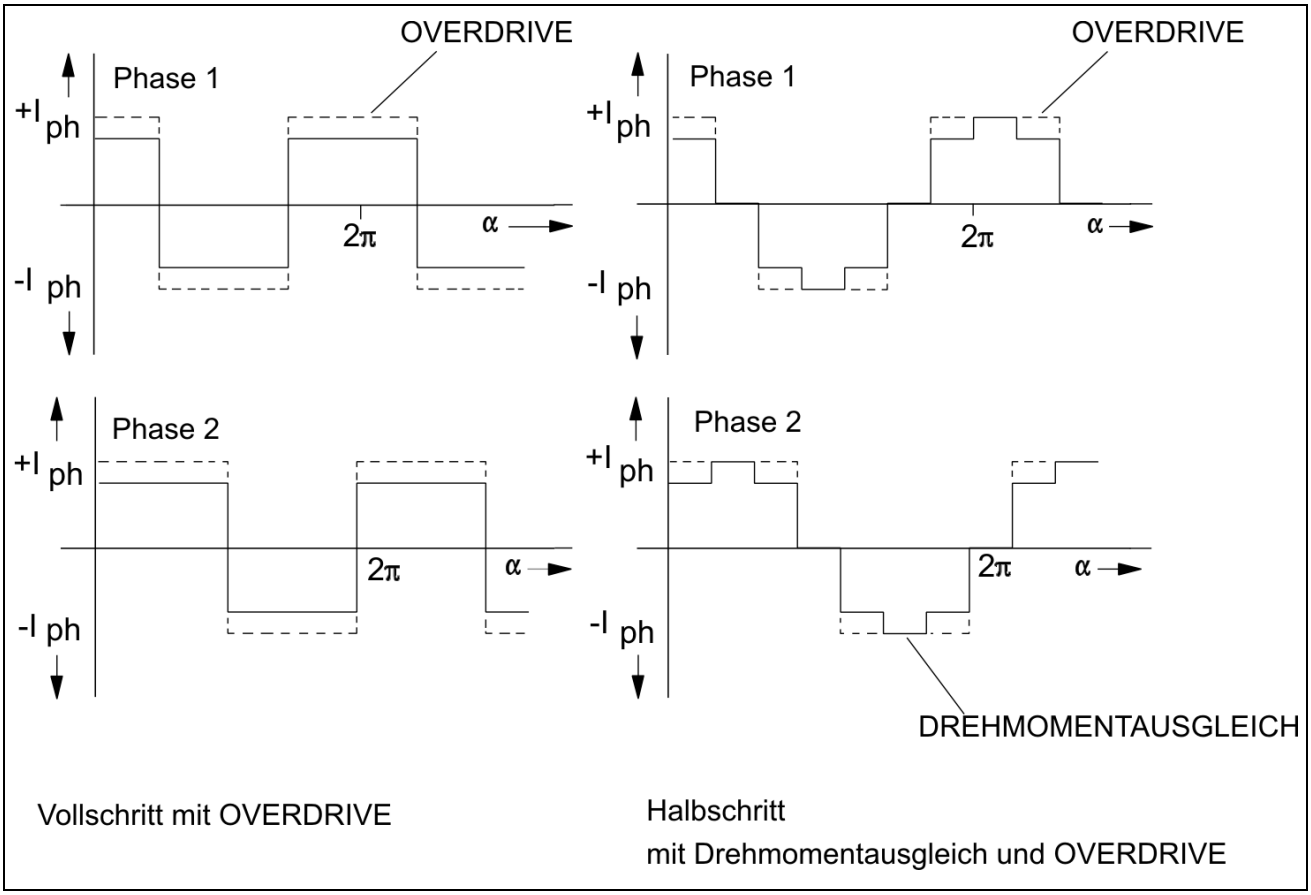


Abb. 8: Schematischer Verlauf der Phasenströme mit Overdrive

Bei aktivierter Overdrive-Funktion wird ab einer vollschrittbezogenen Taktfrequenz von 1 kHz (=Drehzahl 300 U/min bei einem 200schrittigen Motor) der effektive Phasenstrom automatisch um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht.
Im 1/n-Feinschrittbetrieb liegt die Einsatzfrequenz für den Overdrive bei n x 1 kHz.

Einstellungen ab Werk: OVERDRIVE aktiviert (DIP-Schalter: ON)

Mit zunehmender Motordrehzahl sinkt der Strom in den Phasen aufgrund der gegen-elektromotorischen Kraft des Motors ab.
Die Overdrive Funktion wirkt dem Absinken des Stroms entgegen, indem der Phasenstrom um circa 40 % angehoben wird. Die Eingangstaktfrequenz, bei der Overdrive ein- bzw. ausgeschaltet wird, ist von der Schrittauflösung abhängig:

Schrittauflösung	**Eingangstaktfrequenz**	
	Overdrive **ein** bei >	Overdrive **aus** bei <
1/1	1 kHz	0.9 kHz
1/2	2 kHz	1.8 kHz
1/4	4 kHz	3.6 kHz
1/5	5 kHz	4.5 kHz
1/10	10 kHz	9.0 kHz
1/20	20 kHz	18.0 kHz

Das Ergebnis ist ein höheres Drehmoment bei mittleren und hohen Drehzahlen.

Abb. 23 (nächste Seite) zeigt den Phasenstromverlauf einer Phase unterhalb und Oberhalb der Einsatzfrequenz für Overdrive im Vollschritt- und 1/10-Schritt-Betrieb.

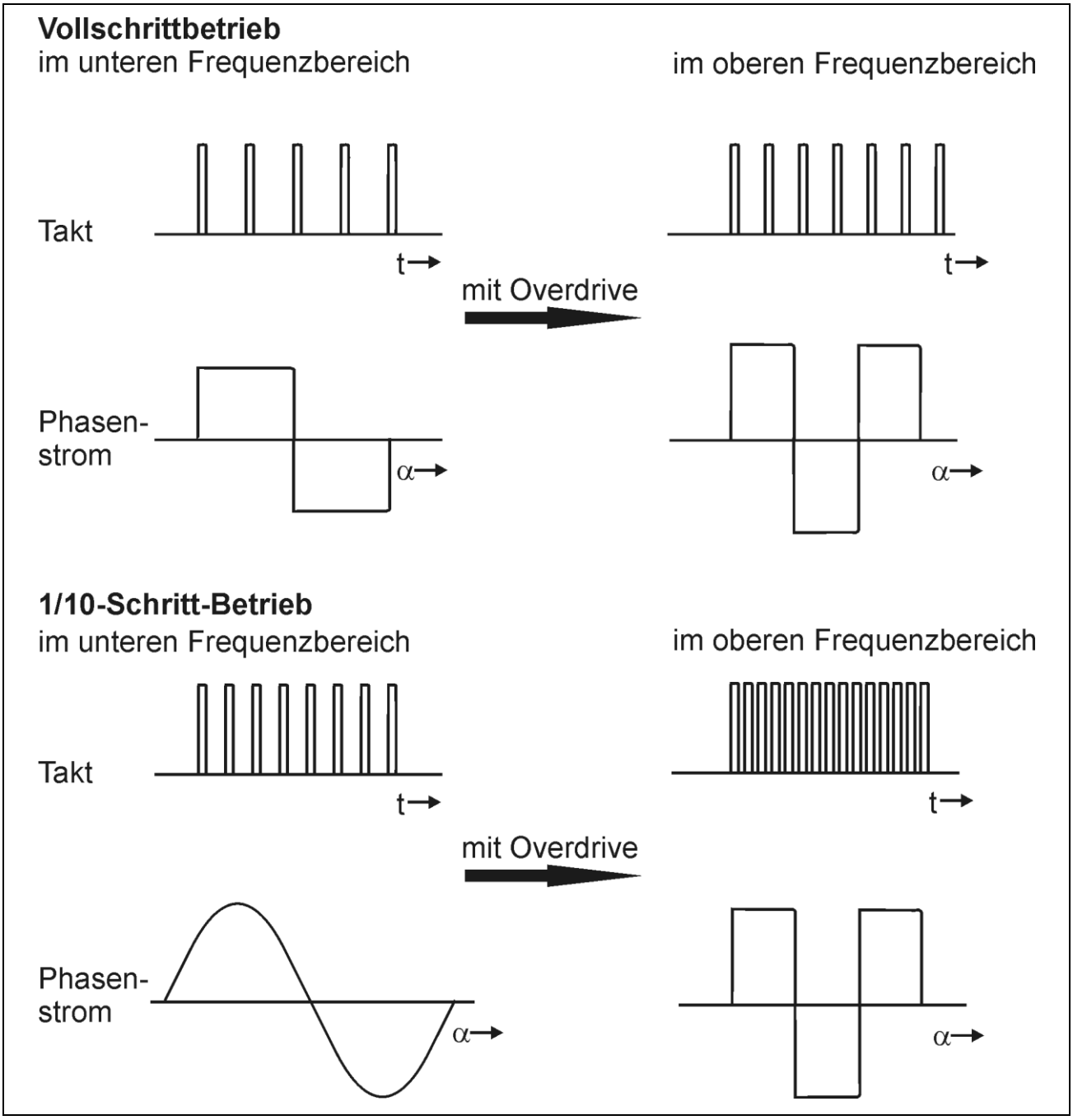


Abb. 9: Phasenstromverlauf einer Phase unterhalb und oberhalb der Einsatzfrequenz für Overdrive im Vollschritt- und 1/10-Schritt-Betrieb

Anmerkung:
Auch wenn das Stromprofil bei Feinschrittbetrieb mit Overdrive dem des Vollschrittbetriebs gleicht, ist im 1/n-Feinschritt die n-fache Zahl von Taktimpulsen erforderlich um die gleiche Drehzahl zu erreichen.

Beispiel:
Bei einem 200schrittigen Motor sind im 1/10-Schritt-Betrieb ohne und mit Overdrive für eine Umdrehung 2000 Steuerimpulse erforderlich.

A4 Stromformung CS

Mit Stromformung (CS= Current Shaping) wird hier eine schaltungstechnische Maßnahme beschrieben (= 4-Quadranten-Stromregelung).
CS bewirkt, dass der tatsächliche Phasenstromverlauf über einen großen Drehzahlbereich der vorgewählten Stromkurve entspricht. Wird ein Schrittmotor ohne CS betrieben, so kommt es schon bei relativ niedrigen Drehzahlen zu Abweichungen der Stromkurve vom Sollwert.

Für 1/20-Sinusbetrieb ergeben sich bei mittleren Drehzahlen die in folgender Abbildung dargestellten Veränderungen:

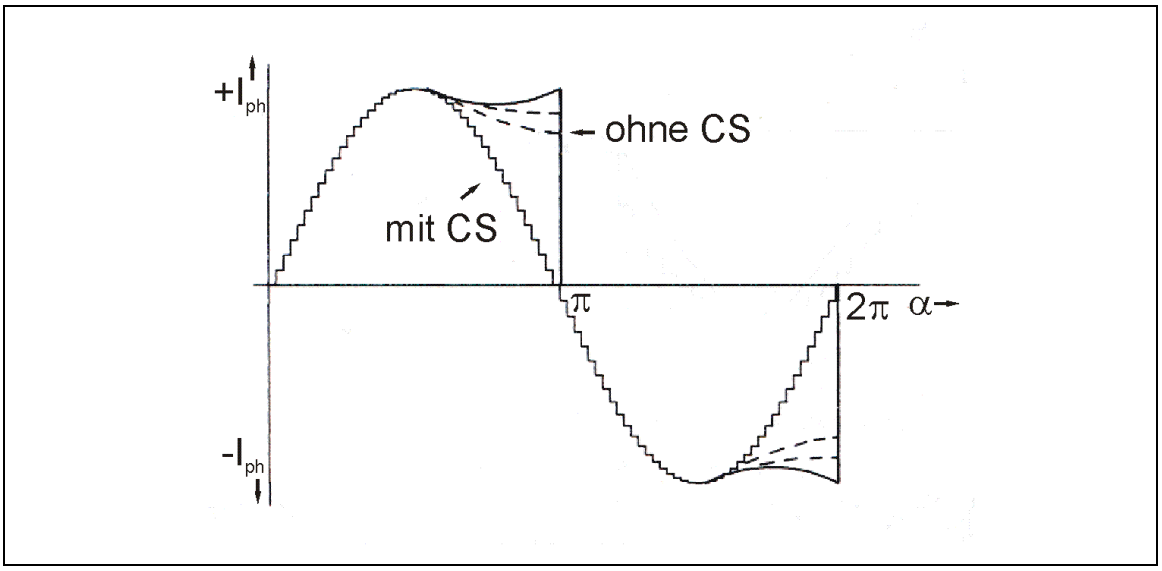


Abb. 10: Stromformung CS

Diese typische Verformungen treten auch bei allen anderen Kurvenformen auf. Die Verformungen werden verursacht durch die Motorinduktivität und die mit der Drehzahl zunehmende generatorische Rückwirkung des Schrittmotors.

Der auftretende „Stromschwanz“ macht eine exakte Phasenstromregelung nur mit Current Shaping (CS= 4-Quadrantenstromregelung) möglich. Die Amplitude des „Stromschwanzes“ ist über eine Umdrehung betrachtet starken Schwankungen unterworfen und kann den Motor zu Resonanzen anregen, die zu Schrittverlusten oder „Außertrittfallen“ führen können.

Mit zugeschalteter Stromformung tritt der „Stromschwanz“ nicht auf, die ideale Stromkurve bleibt erhalten.

A5 Stromkurvenoptimierung BLOW UP

Beim idealen Schrittmotor hat die Haltemomentkurve einen rein sinusförmigen Verlauf. In der Praxis weicht die Momentenkurve aber mehr oder weniger stark vom idealen Verlauf ab.

Deshalb bietet die MSX die Möglichkeit, das in Abb.24 gezeigte Stromprofil zu wählen. Motorabhängig können so Verbesserungen im Lauf- und Beschleunigungs-verhalten erzielt werden.

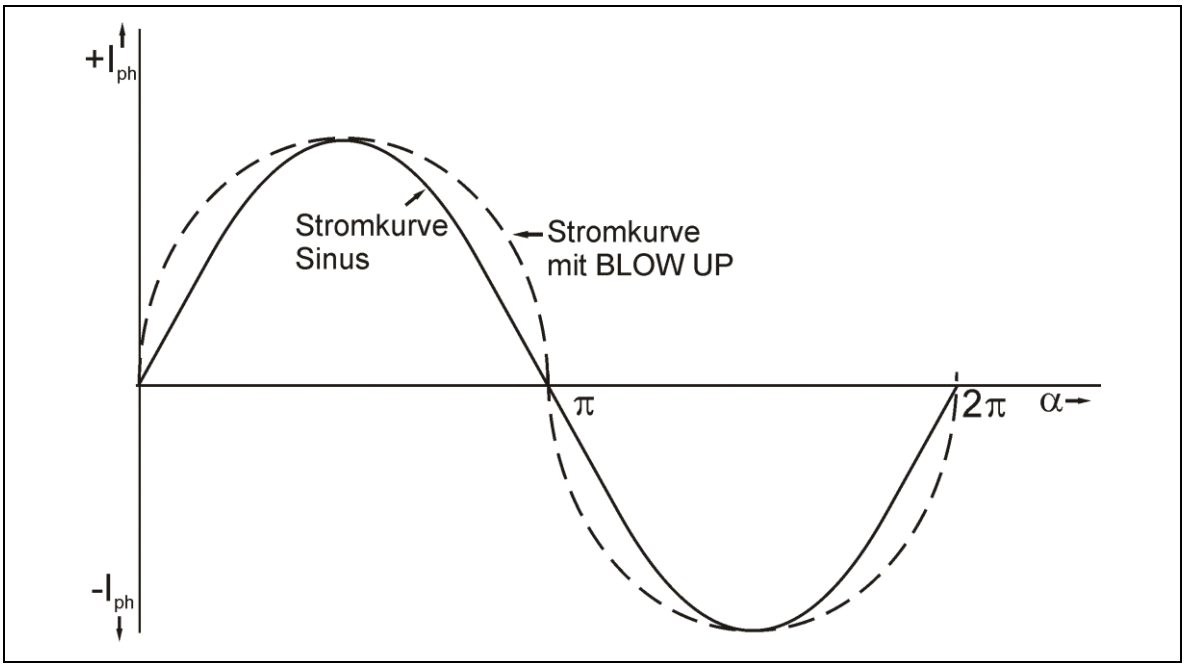


Abb. 11: Stromkurvenoptimierung BLOW UP

Im Einzelfall muss die optimale Stromkurve durch einen Test des Gesamtsystems Steuerung-Motor-Last ermittelt werden.

A6 Laufstromüberhöhungszeit

Nach dem letzten Taktimpuls wird nach einer Wartezeit automatisch auf Stoppstrom geschaltet. Die Wartezeit nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls bis zur Umschaltung auf Stoppstrom wird Laufstromüberhöhungszeit t_{Delay} genannt.

Die Laufstromüberhöhungszeit ist auf 40 ms eingestellt.

Selbständiges Umschalten auf Stoppstrom:

Nach Umschalten auf Stoppstrom bleibt das Verhältnis der beiden Phasenströme im jeweiligen Bestromungsmuster zueinander gleich. Die Umschaltung von Lauf- auf Stoppstrom erfolgt in beiden Phasen synchron.
In der folgenden Abbildung wird nach jeder **fallenden** Taktflanke der nächste Motorschritt ausgeführt:

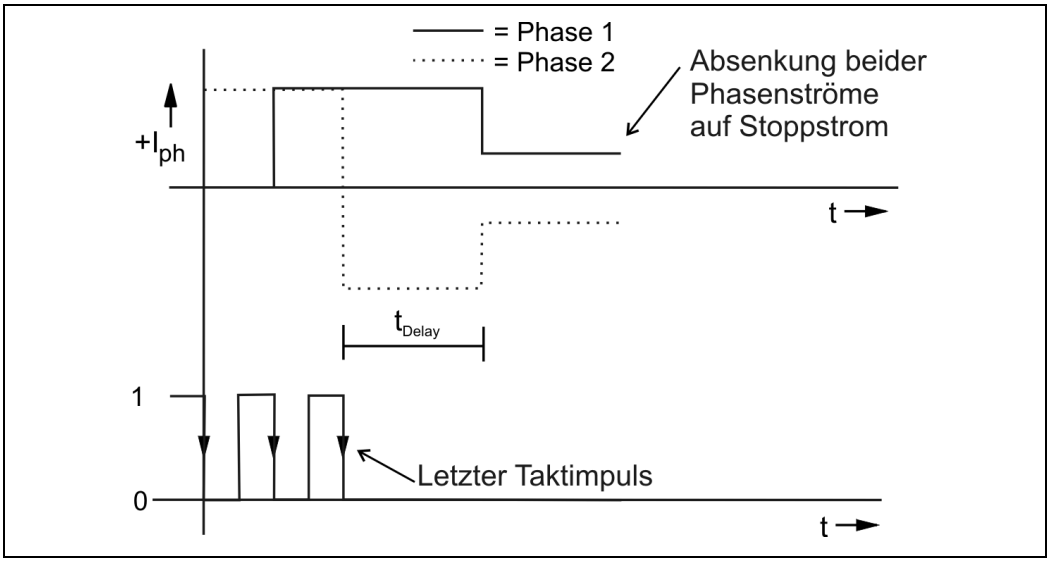


Abb. 12: Umschalten auf Stoppstrom nach dem letzten Taktimpuls (Vollschritt)

Das Umschalten auf Stoppstrom bringt folgende Vorteile:

- Erwärmung des Motors und der Endstufe wird reduziert
- Das EMV-Verhalten wird aufgrund kleinerer Stromwerte verbessert

Anhang B: Adapterplatine G-MSX

Die Endstufe MSX kann direkt auf die Adapterplatine G-MSX aufgesteckt werden. Auf der Platine befinden sich Steckanschlüsse für Motorkabel (ST4 bis ST7), die Signalleitungen (ST2) und Spannungsversorgung (ST8 und ST9).
Die Steuersignale für die Open-Collector-Ansteuerung werden an der 10poligen Stiftleiste ST2 angeschlossen. Mit dem Jumper J1 kann auf ‚Grundstellung' oder ‚Hilfsspannung für Steuerung IXEα' umgeschalten werden.

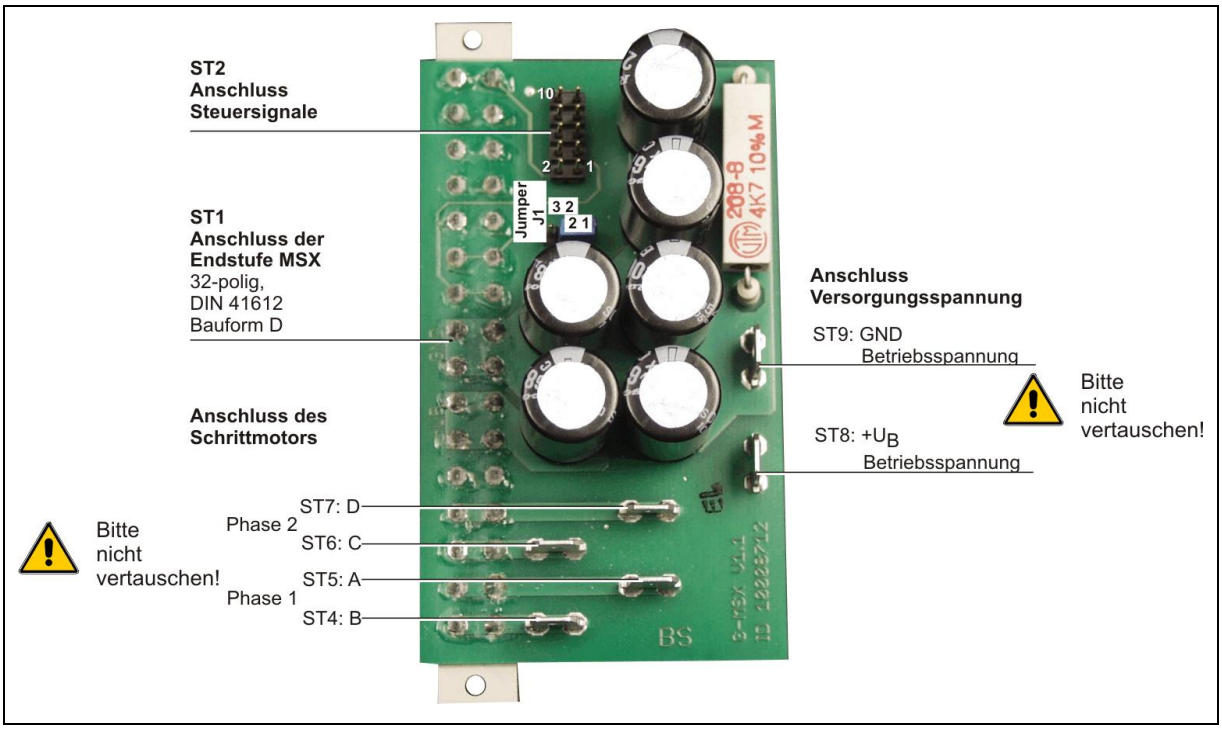


Abb. 13: Anschlüsse G-MSX

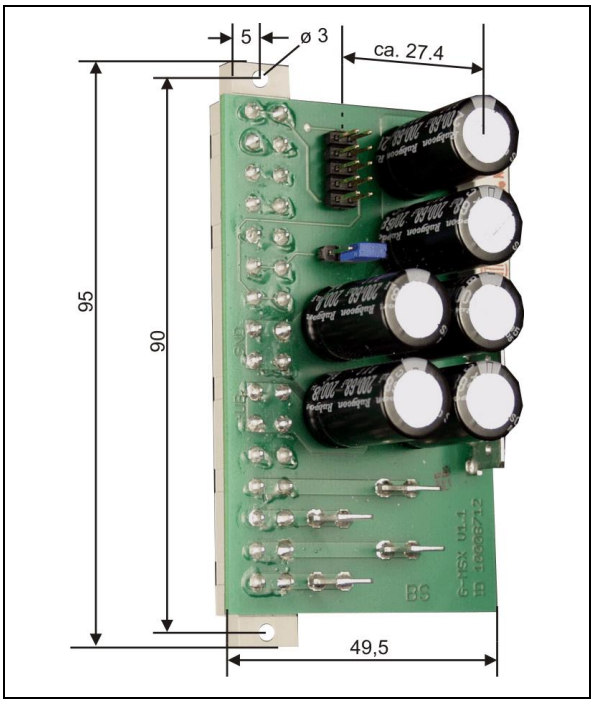


Abb. 14: Abmessungen G-MSX (in mm)

Jumperstellungen

Jumper J1 gesteckt	Open-Collector-Ansteuerung SLS-A
1 – 2	Hilfsspannung für IXEα
2 – 3	Grundstellung

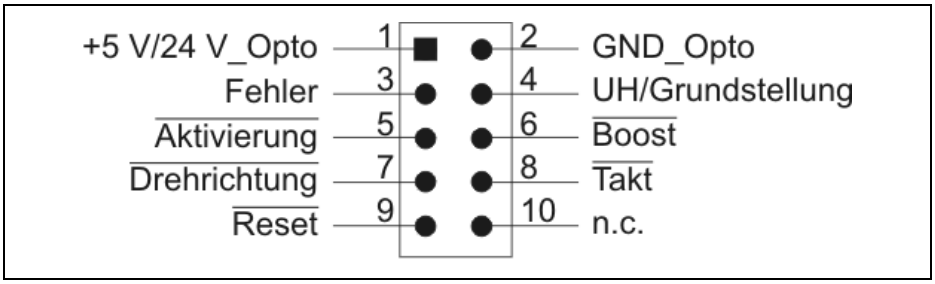


Abb. 15: 10polige Stiftleiste ST2

Warnhinweise:

- Die Adapterplatine G-MSX darf nur von geeignetem Fachpersonal angeschlossen und in Betrieb genommen werden.
- Schalten Sie die Versorgungsspannungen aus, bevor Sie die Endstufe stecken oder aus der Steckerleiste ziehen.

  Gefahr von Beschädigungen durch Lichtbögen.
- Sämtliche Stecker dürfen nur bei ausgeschalteter Versorgungsspannung gesteckt oder gezogen werden.
- Die Adapterplatine G-MSX muss berührungssicher in ein geschlossenes Gehäuse eingebaut werden.

  Gefahr eines Stromschlags bei Kontakt mit den nicht isolierten stromführenden Teilen.
- Beim Einbau der Platine ist zu beachten, dass ein Mindestabstand von der Platine (Löt- und Bestückungsseite) zu anderen Bauteilen oder Gehäusen von mindestens 6 mm eingehalten werden muss ! Der Mindestabstand links, rechts, oben und unten beträgt 1.6 mm.

Anhang C

In diesem Kapitel: Garantie und ESD-Schutzmaßnahmen

C1 Garantie

Auf die MSX Endstufen von phytron wird die **gesetzliche vorgeschriebene Garantie** auf Material- und Produktionsfehler gewährt. Diese Garantie erstreckt sich jedoch nicht auf Geräte, die durch den Kunden modifiziert, mit Gewalt behandelt oder auf andere Art und Weise nicht ordnungsgemäß eingesetzt worden sind (z.B. falscher Anschluss).

C2 ESD-Schutzmaßnahmen

Jedes Produkt, das zum Versand kommt, ist im Werk geprüft und einem Dauertest unterzogen worden. Um Ausfälle durch ESD (Zerstörung durch elektrostatische Entladung) zu verhindern, werden während der Fertigung – vom Wareneingang bis zum Versand – umfangreiche ESD-Schutzmaßnahmen getroffen.

Achtung:

Bei der Handhabung der Komponenten sind ESD-Schutzmaßnahmen (EN 61340-5) zu beachten! Rücksendungen dürfen nur in ESD-gerechter Verpackung erfolgen.

Für Ausfälle, die auf unsachgemäße Handhabung oder nicht ESD-gerechte Verpackung beim Versand zurück zu führen sind, kann keine Gewährleistung übernommen werden.

Anhang D: Konformitäts- und EG-Herstellerbescheinigung

Phytron-Elektronik GmbH

EG-Konformitätserklärung

Declaration of Conformity

Hiermit erklären wir, dass die Bauart der nachfolgend bezeichneten Produkte in der von uns in Verkehr gebrachten Ausführung den unten genannten einschlägigen EG-Richtlinien entspricht.

We, the manufacturer, declare hereby on our own responsibility, that the following products meet all the provisions of the EU directive cited below:

Produktbezeichnung ***Part name***	**Identnummer** ***ID-No.***	**Ab Seriennr.** **From *Serial No***
MSX 52-152 MINI	10004902, 10004903, 10004904, 10008751, 10008752, 10008753, 10008754, 10008755, 10008756	Alle/all

Angewendete EG-Richtlinie / *EU Directive Applied*:
73/23/EWG vom 19. Februar 1973 (Niederspannungsrichtlinie) *73/23/EEC of February 19th 1973 (Low Voltage Directive)*
89/336/EWG vom 3. Mai 1989 (EMV-Richtlinie) *89/336/EEC of May 3rd, 1989 (EMC Directive)*

Angewendete harmonisierte Normen / *Harmonized Standards Applied*:	
EN 50178	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln / *Electronic equipment for use in power installations*
EN 61000-6-3	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Fachgrundnorm Störaussendung - Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe *Electromagnetic compatibility (EMC) - Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*
EN 61000-6-4	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Fachgrundnorm Störaussendung für Industriebereich *Electromagnetic compatibility (EMC) - Emission standard for industrial environments*
EN 61000-6-1	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe *Electromagnetic Compatibility (EMC) - Immunity for residential, commercial and light-industrial environmental*
EN 61000-6-2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Störfestigkeit für Industriebereiche *Electromagnetic compatibility (EMC) - Immunity for industrial environments*

Anmerkung/*Comment:*

Gröbenzell, den 04. Juli 2007 / Gröbenzell, July 04th, 2007

Heribert Schmid
Technischer Geschäftsführer/ Managing Director

Sitz Gröbenzell · Germany
Kaufm. Geschäftsführer B. Hartmann
Techn. Geschäftsführer H. Schmid
Reg.-Gericht München HRB 44 426
Ust.-IdNr. DE 128242222

Telefon +49 8142 503-0
Fax: +49 8142 503-190
info@phytron.de · www.phytron.de
Industriestraße 12 · 82194 Gröbenzell
Postfach 12 55 · 82180 Gröbenzell

customized solutions in motion

Phytron-Elektronik GmbH

EG-Herstellererklärung

gemäß EG-Richtlinie Maschinen 98/37/EG, Anhang II B

Declaration of Conformity

According to EC Directive on Machinery 98/37/EC, Annex II B

Hiermit erklären wir, dass es sich bei dieser Lieferung um die nachfolgend bezeichnete unvollständige Maschine handelt. Die Inbetriebnahme dieser Maschine/des Maschinenteils ist so lange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine, in die sie eingebaut werden soll, den Bestimmungen der EG-Richtlinien Maschinen 98/37/EG entspricht.

We, the manufacturer, declare that this delivery is for an incomplete machinery as defined below. The start-up of this machine/machine part is prohibited until it has been determined that the machine in which it is to be incorporated complies with the requirements of EC machine guidelines 98/37/EC machine guidelines 98/37/EC.

Produktbezeichnung ***Part name***	**Identnummer** ***ID-No.***	**Ab Seriennr.** **From *Serial No***
MSX 52-152 MINI	10004902, 10004903, 10004904, 10008751, 10008752, 10008753, 10008754, 10008755, 10008756	Alle/all

Angewendete harmonisierte Normen / *Harmonized Standards Applied*:	
EN 12100-1: 2004-04	Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie
EN 12100-2: 2004-04	Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 2: Technische Leitsätze
EN 60204-1: 1998-11	Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Anmerkung/*Comment:*

Diese Erklärung verliert ihre Gültigkeit bei baulicher Veränderung und bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung, sofern nicht ausdrücklich die schriftliche Zustimmung des Herstellers vorliegt.

This declaration loses its validity as a result of structural alterations and/or use other than defined, unless the express written approval of the manufacturer is present.

Gröbenzell, den 04.Juli 2007 / Gröbenzell, July 4th, 2007

Heribert Schmid
Technischer Geschäftsführer/ Managing Director

Sitz Gröbenzell · Germany
Kaufm. Geschäftsführer B. Hartmann
Techn. Geschäftsführer H. Schmid
Reg.-Gericht München HRB 44 426
Ust.-IdNr. DE 128242222

Telefon +49 8142 503-0
Fax: +49 8142 503-190
info@phytron.de · www.phytron.de
Industriestraße 12 · 82194 Gröbenzell
Postfach 12 55 · 82180 Gröbenzell

customized solutions in motion

Stichwortverzeichnis

A

Abmessungen 18
Abschirmgeflecht 26
Adapterplatine 46
Aktivierung 13, 32
Anschluss 21
Anschlussarten 23
Ausgänge 13, 34

B

Bauform 6
Betriebsarten 29
Betriebsspannung 12
Blow up 44
Boost 13, 32, 39

C

Current Shaping 14, 43

D

Dämpfungsbaugruppe 22
Dimensionierung 21
DIP-Schalter 9, 27, 29
Drehrichtung 13, 31

E

EG-Herstellererklärung 49
Eingänge 6, 13
EMV-gerechter Anschluss 26
Entregen 32
Erdungsschraube 26
ESD-Schutzmaßnahmen 48

F

Fehler 14, 35
Feinschritt 38

G

Garantie 48
Gegenstecker 7
Gewicht 14
G-MSX 46
Grundstellung 13, 33, 34

H

Halbschritt 37

I

Impulsbreite 31
Inbetriebnahme 15, 17
Induktivität 23
Isolationsübersicht 22

J

Jumper 5, 32, 33

K

Kodierdrehschalter 9, 27, 29
Konformitätserklärung 49
Kühlkörpertemperatur 35
Kurvenform 29
Kurzschluss 4, 10, 35

L

Ladekondensator 21
Laufstrom 27
Laufstromüberhöhungszeit 45

M

Motoranschluss 23
Motordrehzahl 41
Motorströme 5
Motorzeitkonstante 23

N

Netzfilter 19
Netzgleichrichter 22
Netzteilfehler 35

O

Open-Collector 30
Overdrive 40
Overload 10, 35

P

PELV 16
Phasenströme 12
Phasenstromverlauf 29

R

Reset 13, 32
Resonanzen 37, 38
Ringzähler 33

S

Schirmung 24
Schrittauflösung 12, 27, 29
Schrittmotor 12, 23
Schutzschaltungen 35
Sicherheitshinweise 15
Sicherung 20
Start-/Stopp-Frequenz 31
Steckerbelegung 8
Stoppstrom 27
Stromformung 43
Stromkurvenform 27
Supply Failure 10, 35

T

Takteingang 13
Taktfrequenz 31
Technische Daten 12
Transformator 21

U

Überlast 10, 35
Übertemperatur 35
Umgebungsanforderung 14
Umgebungstemperatur 14

V

Versorgungsspannung 5, 19
Vollschritt 36
Vorzugsdrehrichtung 31

W

Wicklungsinduktivität 23
Wicklungswiderstand 23
Widerstand 23

Phytron GmbH
August-Rasch-Straße 11 – 82216 Maisach
T+49-8142-503-0 F +49-8142-503-190
www.phytron.de