



TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Ausgabe 1.09

FÜR

**TRANSISTOR - VIERQUADRANTEN
SERVO - VERSTÄRKER**

TYP

MTR 24...70/8-20

V 2.0

MTR 24...105/7-14

V 2.1

Sehr geehrter Kunde,

wir sind stets bemüht, optimale Sicherheitsmaßnahmen zu gewährleisten und uns am neuesten Stand des technischen Fortschritts zu orientieren. Trotzdem ist es erforderlich, dass wir Ihnen als Anwender unserer Bauteile folgende zusätzliche Informationen geben:

Die Geräte sind ausschließlich als Zulieferteil zur Weiterverarbeitung durch Industrie, Handwerk oder sonstige auf dem Gebiet der Elektrotechnik und EMV fachkundige Betriebe bestimmt.

Warnhinweise!!

Achtung - nicht berühren. Die Geräte haben ungeschützte spannungsführende Teile. Die Spannung liegt z.T. in einem lebensgefährlichen Bereich.

Sämtliche Arbeiten an den Geräten dürfen **zur eigenen Sicherheit** nur durch einen Fachmann vorgenommen werden.

Offene Anschlüsse müssen, um den Sicherheitsvorschriften zu entsprechen durch Gehäuse, Abdeckungen o.ä. gegen Berührung gesichert werden. Spannung kann auch nach Trennung des Gerätes vom Netz noch vorhanden sein (Kondensatorentladungen).

Bei Falschbedienung und unter ungünstigen Bedingungen können durch Überdruck Teile des Elektrolytkondensators abgesprengt werden. Bei ausnahmsweise notwendigen Arbeiten am offenen Gerät bitte unbedingt Körper (Hände!) und Gesicht schützen.

Auf ausreichende Kühlung ist auf jeden Fall zu achten. Bei Überhitzung besteht Brandgefahr.

Technische Änderungen vorbehalten

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Wichtige Hinweise	3
2. Allgemeine Information	3
3. Technische Daten	4
4. Regelprinzip	4
5. Eingänge	5
5.1 Die Drehzahlsollwerteingänge	5
5.2 Der Strombegrenzungseingang	5
5.3 Der Disable-Eingang	5
5.4 Der Tachoeingang	5
5.5 Integral ab	5
5.6 Endschalter Pos. Stop	6
5.7 Endschalter Neg. Stop	6
6. Versorgung	6
6.1 Die Hilfsspannungseingänge	6
6.2 Die Zwischenkreisversorgung	6
6.3 Batterieversorgung	7
7. Ausgänge	7
7.1 I ² t-Ausgang	7
7.2 Betriebsbereit	7
7.3 Stromistwertausgang	7
7.4 Referenzspannungsquelle	7
7.5 Motorausgang	7
8. Übersicht der Einstellmöglichkeiten	8
9. Steckerbelegung	8
10. Leitungsführung	10
11. Inbetriebnahme	10
11.1 Voreinstellung	10
11.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom	10
11.3 Drehzahl-Abgleich	11
11.4 Offset-Abgleich	11
11.5 Rampeneinstellung	11
11.6 Ballastschaltung	11
11.7 Maßzeichnung	12
11.7.0 Eingangsprüfschaltung Standard	12
11.7.1 Eingangsprüfschaltung mit Optionen	13
11.7.2 Eingangsprüfschaltung als Nachlaufregler	13
11.8 Prinzipschaltbild	14
11.9 Bestückungspläne	15
12. Optimierung des Regelverhaltens	16
12.1 Wechselspannungsverstärkung	16
12.2 Gleichspannungsverstärkung	16
12.3 Integralanteil des Drehzahlreglers	16
13. Fehlersuche	17
14. Öffnen des Gerätes	18

1. WICHTIGE HINWEISE

Bei der Nennung von Werten für Strom und Spannung wird im folgenden stets das MTR 70/8-20 aufgeführt. Die abweichenden Werte für das MTR 105/7-14 sind in Klammern gesetzt.

- das Gerät darf nur durch Fachpersonal angeschlossen und in Betrieb genommen werden
- das Gerät darf nur bei **ausgeschalteter Versorgungsspannung** ein- oder ausgebaut werden
- nach Betrieb des Gerätes können Teile der Platine noch ca. 3 Minuten spannungsführend sein
- es ist dafür zu sorgen, dass die Zwischenkreisspannung, gemessen an der Steckerleiste zwischen Pin 8 und 28, 120 VDC (150 VDC) auch bei Motorstillstand nicht übersteigen kann!
- beachten Sie bitte bei der Auslegung oder bei Anschluss des Transformators, dass sekundärseitig Spannungsunterschiede zwischen Leerlauf und Vollast sowie Netzschwankungen auftreten können

2. ALLGEMEINE INFORMATION

Der Servoregler **MTR 70/8-20 (MTR 105/7-14)** ist ein pulsbreitenmoduliert arbeitender Verstärker, der in 19" 3HE-Technik ausgeführt ist. Es ist ein Vier-Quadranten-Regler, d.h. er kann einen permanenterregten Gleichstrommotor in beide Drehrichtungen beschleunigen und bremsen.

Am Ausgang des Reglers stehen ohne Umschalten beide Polaritäten zur Verfügung.

Beim Beschleunigen stellt er dem Motor für max. 3 s den 2,5-fachen (2-fachen) Strom zur Verfügung, womit der Motor das 2,5-fache (2-fache) seines Dauermomentes als Impulsdrehmoment erreichen kann.

Zum Betrieb ist nur die Spannungsversorgung, der Motor, gegebenenfalls ein externer Ballastwiderstand und eine Sollwertvorgabe erforderlich.

Vorteile:

- durch spezielles Modulationsprinzip fast keine Taktgeräusche aus dem Gerät oder am Verbraucher
- hoher Wirkungsgrad durch optimale Ansteuerung der Endstufe
- eine sehr kleine Mindestlastinduktivität und der niedrige Innenwiderstand des Reglers ergeben eine hohe Dynamik
- I²t-Strombegrenzung
- Schutzschaltung für Überspannung, Überstrom und Übertemperatur
- Potentialfreier Schaltausgang für Bremsrelais bei Störung
- 3 Betriebsarten (Tacho/IxR/Stromregelung) mittels Jumper durch den Anwender wählbar
- für alle Abgleichmöglichkeiten sind Mehrgangtrimmer vorhanden
- Endschalter als Option möglich (Option E)

Der Regler ist für einen Dauerstrom von 8 A (7 A) und einen Impulsstrom von 20 A (14 A) ausgelegt. Um Motoren unterschiedlicher Leistung und Nennspannung betreiben zu können, ist es möglich, die Zwischenkreisspannung durch Auslegung der Spannungsversorgung in einem weiten Bereich zu variieren.

3. TECHNISCHE DATEN

Nennspannung	24...70 V (24...105 V)
Nennstrom	8 A (7 A)
Impulsstrom	20 A (14 A)
Trafospannung: Sekundär	20...70 V AC / 8 A (20...95 V AC/7 A) 15-0-15 V AC / 0,3 A
Spannungsbereich der Sollwerteingänge	0...± 10 V
Eingangswiderstand der Sollwerteingänge	22 k Ω 5 10 nF
Stellbereich der Eingangsabschwächer	9-100 %
max. Tachospaltung	± 20 V
Stellbereich des Tachoabschwächers	9...100 %
max. Eingangsdrift	± 15 : V / °C
Bandbreite des unterlagerten Stromreglers	1 kHz
Taktfrequenz gegen Masse	9,5 kHz
Mindestlastinduktivität	0,8 mH
Frequenz der Stromwelligkeit	19 kHz
Ausgangsstrom-Formfaktor mit Mindestlastinduktivität (0,8 mH)	1,01
Wirkungsgrad	95 %
Belastbarkeit des I ² t OC-Ausganges	50 V / 50 mA
Meldekontakt für Betriebsbereitschaft	Störung = offen
Hilfsspannung für externe Zusatzschaltungen	± 12 V / 20 mA
zulässige Umgebungstemperatur	! 20°...+45° C
zulässige Lagertemperatur	! 30°...+70° C
Einbaulage	vertikal
Wärmeableitung	Konvektion

4. REGELPRINZIP

Beim konventionellen Gleichstrommotor treten zwei statische Magnetfelder in Wechselwirkung. Die Kommutierung der Ankerwicklung erfolgt mechanisch mit Hilfe des Systems Bürste-Kommutatorlamelle.

Das Prinzip der Drehzahlregelung mit unterlagerten Stromregelung findet hier seine Anwendung.

Der übergeordnete Drehzahlregelkreis besteht aus Drehzahlregler, und Motor- (Tacho-) Kombination. Der Drehzahlsollwert wird von außen durch den Anwender vorgegeben, z.B. mittels Potentiometer oder NC-Steuerung. Der Drehzahlwert wird direkt an der Motorwelle, z.B. durch einen Tachogenerator ermittelt und am ersten Summierpunkt mit dem Drehzahlsollwert verglichen. Die ermittelte Differenz ist die Eingangsgröße des Drehzahlreglers. Er bildet aus der Regeldifferenz den erforderlichen Stromsollwert, der an den untergeordneten Stromregelkreis weitergegeben wird. Der Stromregelkreis besteht aus dem Stromregler, dem Pulsbreitenmodulator und der Verstärker-Endstufe. Der Stromwert wird am Motorstrang gemessen und auf den Summierpunkt zurückgeführt. Soll- und Istwert werden verglichen und die Differenz dem Stromregler zugeführt, der sie auf Null abgleicht.

5. EINGÄNGE

5.1 Die Drehzahl Sollwerteingänge (Stecker 2, Pin 14, 15, 9)

Der Drehzahl Sollwert kann wahlweise oder auch kombiniert durch Addition über die Sollwerteingänge 1 und/oder 2 eingespeist werden. Der Sollwerteingang 1 ist ein Differenzeingang, Sollwerteingang 2 ein massebezogener Eingang.

Der Differenzeingang hat einige Vorzüge gegenüber dem massebezogenen: Gleichtaktstörimpulse werden unterdrückt und Masseschleifen, welche Offsetspannungen mit sich bringen, werden unterbrochen. Ein Nachteil gegenüber dem massebezogenen Eingang ist, dass der Sollwert aber mit 2 Adern zugeführt werden muß. Vorzugsweise sind Sollwertspannungen von bis zu ± 10 V einzuspeisen. Der Eingangswiderstand der Sollwerteingänge beträgt $22 \text{ k}\Omega$ $5 \text{ } 10 \text{ nF}$. Die Eingangsabschwächer sind jeweils mittels P101 bzw. P102 im Bereich von 9...100 % einstellbar.

Nicht benötigte Eingänge müssen auf Masse gelegt werden, um Störungen die durch Einstreuungen hervorgerufen werden können auszuschließen.

Der Sollwerteingang 2 entfällt bei Wahl der Option E ("Positiv Stop").

5.2 Der Strombegrenzungseingang (Stecker 2, Pin 5)

Der Strombegrenzungseingang wird hauptsächlich zum Einrichten einer Maschine benötigt, z.B. damit ein vom Antrieb bewegtes Teil bei einem Fehler nicht mit vollem Drehmoment bewegt wird und eventuell die Maschine beschädigen kann oder z.B. bei Wickelantrieben den Wickelzug zu begrenzen. Über diesen Eingang wird immer das maximal zur Verfügung stehende Drehmoment herabgesetzt! Der Eingangsspannungsbereich beträgt 0...+ 12 V, wobei + 12 V 20 A (14 A) Motorstrom entsprechen. Der Eingangswiderstand beträgt $22 \text{ k}\Omega$ $5 \text{ } 10 \text{ nF}$.

5.3 Der Disable-Eingang (Stecker 2, Pin 7)

Der Disable-Eingang ist high-aktiv, d.h. bei offenem Eingang oder positiver Eingangsspannung $> + 10$ V ist der Motor stromlos geschaltet. Bei einer angelegten Eingangsspannung von 0...+ 1 V wird der Motor bestromt. Der Eingang darf nicht mit einer negativen Spannung und nicht mit einer positiven Spannung über + 20 V beschaltet werden! Der Eingangswiderstand beträgt $4,7 \text{ k}\Omega$. Das Abschalten und die Freigabe der Endstufe erfolgen sofort.

5.4 Der Tachoeingang (Stecker 1, Pin 20, 22)

Der Tachoeingang ist ein Differenzeingang und standardmäßig für einen Tacho ausgelegt, der 5 V / 1000 Upm liefert, was einen Tachoeingangsspannungsbereich von ± 20 ...+ 20 V ergibt. Für andere Konfigurationen werden modifizierte Regler angeboten.

5.5 Integral ab [Option] (Stecker 2, Pin 11)

Bei der Lageregelung ist das Integralverhalten der Regelung nicht in allen Phasen eines Positioniervorganges erwünscht. Besonders beim Einlaufen in die Sollposition kann ein Überschwingen auftreten. Aus diesem Grund besteht die Möglichkeit, durch Unterbrechung der Masseverbindung, den Integralanteil des Drehzahlreglers abzuschalten.

Ebenso kann dieser Steuereingang benutzt werden, wenn bei einem Sollwert von 0 Volt nicht das maximale Haltemoment erwünscht ist. Bei abgeschaltetem Integralanteil ist das Haltemoment nur schwach ausgeprägt und somit wird ein Wegdriften des Motors mit großem Drehmoment verhindert (bleibende Regelabweichung).

Bei Wahl dieser Option entfällt der Ausgang Stromwert.

5.6 Endschalter "Positiv Stop" [Option] (Stecker 2, Pin 9)

Für den Lauf des Motors in positiver Richtung ist dieser Anschluss mit Masse zu verbinden. Wird diese Verbindung unterbrochen, z.B. durch einen Endschalter (Öffner), so werden positive Sollwerte unterdrückt und der Motor mit dem abgeschalteten Integralanteil abgebremst. Negative Drehzahlen sind weiterhin möglich.

Bei Wahl dieser Option entfällt der "Sollwerteingang 2".

5.7 Endschalter "Negativ Stop" [Option] (Stecker 2, Pin 10)

Dieser Eingang hat die gleiche Funktion wie der Eingang Endschalter "Positiv Stop", jedoch für die negativen Sollwerte.

Bei Wahl dieser Option entfällt der Ausgang "I^{2t}"-Meldung.

Bei aktivierter "Positiv/Negativ Stop"- Funktion wird zusätzlich der Integralanteil des Reglers abgeschaltet.

6. VERSORGUNG

6.1 Die Hilfsspannungseingänge (Stecker 1, Pin 24, 10, 26)

Die Hilfsspannungen werden benötigt, um die gesamte Regel- und Steuer-Elektronik mit den notwendigen Spannungen zu versorgen. Die Hilfsspannungen müssen bei getrennten Versorgungsquellen für Hilfs- und Zwischenkreisspannung zuerst eingeschaltet und zuletzt ausgeschaltet werden.

Benötigt wird eine Wechsellspannung von 15 - 0 - 15 V AC / 0,3 A. Höhere Werte sind nicht zu empfehlen, da hierdurch die Verlustleistung und damit die Erwärmung am Regler unnötig ansteigt.

Es ist auch möglich bei Batteriebetrieb einen DC-DC-Wandler anzuschließen; dabei muß jedoch darauf geachtet werden, dass die Restwelligkeit < 0,1 V ist.

6.2 Die Zwischenkreisversorgung (Stecker 1, Pin 4, 6)

Die Zwischenkreisversorgung erfolgt mittels eines Transformators, dessen Sekundärspannung 70 V AC (95 V AC) nicht übersteigen sollte. Auch bei kurzzeitiger Netzüberspannung sollten 120 V DC (150 V DC) nicht überschritten werden.

Der Sekundärstrom von 8 A AC (7 A AC) ist für den Normalfall, d.h. für den Fall, dass der maximale Nennstrom nicht ständig benötigt wird, ausreichend. Bei erhöhten Anforderungen ist jedoch ein Sekundärstrom von 12 A AC (10 A AC) empfehlenswert.

Falls eine Motorspannungsanpassung erforderlich ist, ist eine niedrigere Trafospannung nötig. Als Anhaltswert gilt:

$$UTrafo = (U_{mot} + 10) * 0,82$$

Die Mindestspannung sollte 15 V AC nicht unterschreiten.

6.3 Batteriebetrieb (Stecker 1, Pin 8, 28)

Bei Batteriebetrieb sind die dafür vorgesehenen Gleichspannungseingänge zu verwenden, es ist unbedingt auf richtige Polung zu achten!

Die angelegte Gleichspannung kann von 20 V...100 V (20 V...140 V) variieren. Bei Batteriebetrieb und korrektem Anschluss wird die anfallende Bremsenergie in die Batterie zurückgespeist.

7. AUSGÄNGE

7.1 I²t Ausgang (Stecker 2, Pin 10)

Wenn der Regler vom Impulsstrom auf den Effektivstrom herunterschaltet, gibt er hier eine Meldung heraus. Ein Open-Collector-Transistor schaltet niederohmig gegen Masse. Parallel dazu leuchtet die gelbe LED (I²t) auf.

Der Ausgang darf maximal mit 50 mA belastet werden, und die maximal angelegte Spannung darf + 50 V nicht überschreiten.

Entfällt bei der Wahl der Option E ("Negativ Stop").

7.2 Betriebsbereit (Stecker 2, Pin 12, 13)

Der Betriebsbereit-Meldeausgang ist ein potentialfreier Kontakt, der bei betriebsbereitem Zustand geschlossen ist. Parallel dazu leuchtet die grüne LED; im Fehlerfall leuchtet sie rot und der Kontakt ist geöffnet. Belastet werden darf der Kontakt mit max. 50 mA bzw. 50 V.

7.3 Stromistwertausgang (Stecker 2, Pin 11)

An diesem Punkt kann der Stromistwert mit einer Spannungsmeßeinrichtung, deren Eingangswiderstand $> 10 \text{ k}\Omega$ ist, gemessen werden. 0,17 V entsprechen 1 A.

Entfällt bei Wahl der Option E ("Integral ab").

7.4 Referenzspannungsquelle (Stecker 2, Pin 1/4, 3)

Hier werden dem Anwender die Gleichspannungen von $\pm 12 \text{ V}$ zur Verfügung gestellt. Sie können u.a. zur Gewinnung der Drehzahl- und Stromsollwerte verwendet werden. Sie dürfen maximal mit 20 mA belastet werden.

7.5 Motorausgang (Stecker 1, Pin 12/14, 16/18)

An den Motorausgängen darf nur ein Motor direkt angeschlossen werden, der eine Induktivität von $> 0,8 \text{ mH}$ besitzt. Bei der Verwendung von Motoren geringerer Induktivität ist jeweils eine Drossel von $\approx 0,4 \text{ mH}$ in die positive und negative Motorleitung zu schalten.

Der Regler ist **nicht** kurz- und masseschlussfest.

Kurz- und Masseschlüsse direkt an den Reglerausgängen können zum Ausfall des Gerätes führen, diese sind **nicht** garantiefähig!

8. ÜBERSICHT DER EINSTELLMÖGLICHKEITEN (siehe Maßzeichnung des Reglers)

Potentiometer P101 (P1)	:	Abschwächer für Sollwerteingang 1 Stellbereich 9...100 %
Potentiometer P102 (P2)	:	Abschwächer für Sollwerteingang 2 Stellbereich 9...100 %
Potentiometer P103 (P3)	:	Abschwächer für Tachorückführung Stellbereich 9...100 %
Potentiometer P105 (P5)	:	Offset-Abgleich des Drehzahlreglers (Stillstand des Motors bei Sollwert = 0 V)
Potentiometer P104 (P4)	:	Wechselspannungsverstärkung des Drehzahlreglers
Potentiometer P108 (P8)	:	Effektivstrombegrenzung
Potentiometer P106 (P6)	:	EMK-Rückführung (entspricht P103 bei Tacho-Regelung)
Potentiometer P107 (P7)	:	I _x R-Kompensation (zur Kompensation des Motorinnenwiderstandes)
Potentiometer P109 (P9)	:	Rampeneinstellung Verzögerung zwischen 100 ms - 800 ms
LED 1 (grün)	:	Signalisiert die Betriebsbereitschaft des Reglers (auch bei Disable)
LED 1 (rot)	:	Leuchtet bei Störung (Überspannung, Überstrom, Übertemperatur). Nach Aufleuchten dieser LED läßt sich der Regler nur durch Aus- und erneutes Einschalten aktivieren.
LED 2 (gelb)	:	Leuchtet, wenn der Regler in I ² t-Strombegrenzung geht
JP101	:	Brücke zwischen 1 und 2 für Stromregler Brücke zwischen 3 und 4 für Tachoregelung Brücke zwischen 5 und 6 für EMK-Regelung
CN103 Testpunkte	1	: UEMK ($U = U_{EMK} * 0,1$)
	2	: Motorstrom (170 mV / A)
	3	: Drehzahlmonitor abhängig von JP101 bei Tachoregelung ($U_{Tacho} * 0,5 +$ Abschwächung P103) bei EMK-Regelung (abhängig von P106, P107 sowie Motordaten)
	4	: Eingang 1 (abhängig von P101)
	5	: Eingang 2 (abhängig von P102)
	6	: Masse

9. STECKERBELEGUNG

15 POL-DIN-41612-BAUFORM-H-MALE (Stecker 1)

4	Zwischenkreisversorgung Wechselspannung
6	Zwischenkreisversorgung Wechselspannung
8	Zwischenkreisversorgung Gleichspannung +UB
10	0 V AC / 0,3 A
12/14	Motor +
16/18	Motor -
20	Tacho -
22	Tacho +
24	15 V AC / 0,3 A
26	15 V AC / 0,3 A
28	Zwischenkreisversorgung Gleichspannung 0 V
30	Externer Ballastwiderstand +
32	Externer Ballastwiderstand -

15 POL-SUB-D-DIN-41652-FEMALE (Stecker 2)

1	+12 V max. 20 mA	
2	GND	
3	-12 V max. 20 mA	
4	+12 V max. 20 mA	
5	Strombegrenzungs-Eingang	
6	GND	
7	Disable-Eingang	
8	GND	
9	Sollwerteingang 2 Massebezogen	*(Positiv Stop)
10	I ² t-Meldung (Open Collector-Ausgang)	*(Negativ Stop)
11	Stromistwertausgang	*(Integral ab)
12	Potentialfreier Meldekontakt betriebsbereit	
13	Potentialfreier Meldekontakt betriebsbereit	
14	Sollwerteingang 1 nicht invertierend	
15	Sollwerteingang 1 invertierend	

*** Steckerbelegung bei Wahl der Option Endschalter**

Ab Werk erkennbar am Aufkleber "Option E".

Die Modifikation "Option E" kann auch nachträglich vom Anwender vorgenommen werden. Die Endschalterfunktion und die Integral ab Schaltung können mit den jeweiligen Lötbrücken PS / S2 (J 104), NS / I²t (J 105), IN / Ia (J 106) auf der Regelplatine aktiviert werden, siehe Kapitel 14: Bestückungspläne.

10. LEITUNGSFÜHRUNG UND ERDUNG

Sämtliche Steuerleitungen müssen geschirmt ausgeführt sein. Der Schirm der Steuerleitung muß an der Steuerung - und nicht am Verstärker angeschlossen werden.
Der Bezug einer der beiden Steuerleitungen auf das 0 - Volt - Potential des Servoverstärkers macht die Vorteile des Differenzeingangs zunichte und kann zu Störungen führen.

Die Motorleitung sollte aus einem 3-adrigen separaten, abgeschirmten Kabel mit einem Leiterquerschnitt von mindestens 1,5 mm² bestehen. Der Schirm ist an die Reglermasse anzuschließen.

Die Kerne eventuell benötigter Drosseln sollten ebenfalls - um Funktionsstörungen zu vermeiden - mit Erde des Verstärkers verbunden werden.

11. INBETRIEBNAHME

11.1 Voreinstellung

Bei Lieferung ist der Regler voreingestellt.

Im Falle einer völligen Dejustierung sind folgende Voreinstellungen empfehlenswert:

- Eingangsabschwächer P101 und P102 auf Mittelstellung
- Tachopoti P103 auf Mittelstellung
- Verstärkungspoti P104 auf Linksanschlag
- Offset - Poti P105 auf Mittelstellung
- bei EMK-Regelung P106 / P107 auf Mittelstellung

Die Inbetriebnahme sollte, wenn möglich, zunächst mit angeschlossenem Motor und abgekoppelter Last erfolgen!

Bei Benutzung eines Tachos ist unbedingt auf die richtige Polarität am Verstärkereingang zu achten!

Bei falschem Anschluss kann der Motor mit vollem Drehmoment arbeiten und das Einstellpotentiometer hat keinen Einfluß auf die Drehzahl.

Der Disable-Eingang wird geöffnet.

Nach Zuschalten der Versorgungsspannung wird zunächst Sollwert = 0 V vorgegeben. Der Motor muß nach Schließen des Disable-Eingangs Haltemoment entwickeln und darf nur wenig driften. Werden dann kleine Sollwerte vorgegeben, muß der Motor folgen.

Bei Schaltung als Stromregler darf der Motor kein nennenswertes Drehmoment bei Sollwert = 0 V aufweisen. Auch bei kleinen Sollwerten läuft der Motor in jeweils eine Drehrichtung hoch, jedoch ist das Drehmoment das der Motor entwickeln kann Sollwertabhängig.

Sollten während der Inbetriebnahme Fehler auftreten, so lesen Sie bitte zunächst Kapitel 13.

11.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom

Das Gerät liefert einen Impulsstrom von 20 A (14 A). Um diesen Strom zu begrenzen, kann der Strombegrenzungseingang mit einer Spannung < 12 V gespeist werden. 12 V an diesem Eingang entsprechen 20 A (14 A).

Der Effektivstrom wird mit dem Poti P108 eingestellt. Durch Drehen nach links wird der Motorstrom verringert. Es empfiehlt sich den Effektivstrom so zu begrenzen, dass er dem Nennstrom des angetriebenen Motors entspricht, um den Motor bei mechanisch blockierter Welle oder Überlast zu schützen.

11.3 Drehzahl-Abgleich

Zum Einstellen der Drehzahl wird ein Sollwert von maximal 10 V auf einen Sollwerteingang gegeben. Mit Tachopoti P103 bzw. P106 bei EMK - Regelung wird nun die gewünschte Enddrehzahl eingestellt.

Sollte durch diese Einstellung kein stabiles Regelverhalten zu erreichen sein, so empfiehlt es sich, das Tachopoti (EMK) weiter nach rechts zu drehen (höhere Drehzahl) und die gewünschte Enddrehzahl dann mit dem Eingangsabschwächer P101 oder P102 einzustellen.

Bei EMK-Regelung kann eine Drehzahlabweichung zwischen Leerlauf und Last mit P107 minimiert werden.

11.4 Offset-Abgleich

Nachdem alle vorangegangenen Einstellungen vorgenommen wurden, muß jetzt noch der Offset-Abgleich durchgeführt werden.

Dazu wird wieder der Sollwert 0 vorgegeben und mit P105 ein etwaiges Wegdriften der Motorwelle beseitigt.

11.5 Rampeneinstellung

Bei einer Sollwertänderung beschleunigt bzw. bremst der Motor nach einer linearen Zeitfunktion. Diese ist am Potentiometer P 109 einstellbar.

Die einstellbaren Verzögerungszeiten betragen bei einem Sollwertsprung von 10 V 100 ms (P 109-Linksanschlag) bis 800 ms (P 109-Rechtsanschlag). Durch Einsetzen eines Kondensators (C-Rampe) auf der Regelplatine (siehe Bestückungsplan) lassen sich diese Zeiten noch verlängern. Verwendet man dazu eine Kapazität von 100 nF, so verdoppeln sich die angegebenen Zeiten.

Die angegebenen Zeiten sind gültig, wenn das jeweilige Eingangspotentiometer auf Rechtsanschlag eingestellt ist. Abhängig von der Trägheit des Motors sowie dem externen Trägheitsmoment können sich die angegebenen Zeiten noch verlängern.

11.6 Ballastschaltung

Die Ballastschaltung überwacht die Zwischenkreisspannung und wandelt die im Bremsbetrieb anfallende Energie, die nicht vom Elko (von der Batterie) aufgenommen werden kann, in Wärme um.

Sie ist auf der Endstufenplatine untergebracht. Der interne Ballastwiderstand ist jedoch nur für seltenen Bremsbetrieb mit geringen Massen ausgelegt. Sobald der Motor im Start - Stop - Betrieb oder sogar Reversierbetrieb gefahren wird und große Massen zu beschleunigen sind, muß der interne Ballastwiderstand abgetrennt und ein externer Ballastwiderstand größerer Leistung an den Klemmen 30d und 32z angeschlossen werden.

Die Leistung des Widerstandes richtet sich nach der abzubremsenden Masse, der Bremszeit und der Wiederholzeit.

Sie kann nach folgender Formel in etwa bemessen werden:

$$P = 0,0055 * J * n^2 / T$$

P = Leistung des Bremswiderstandes [W]

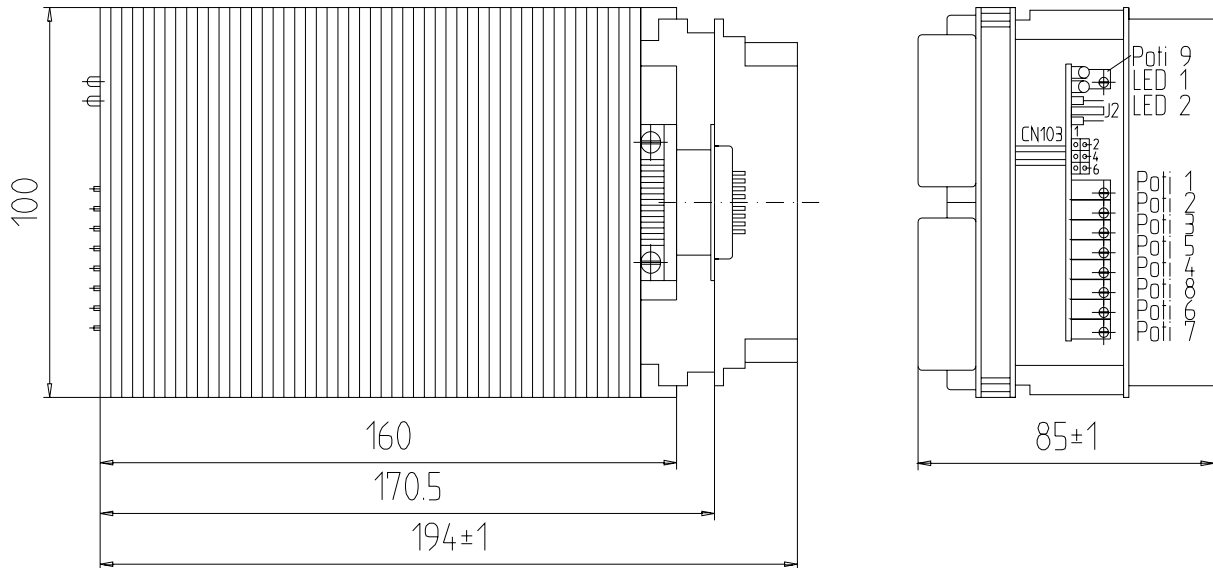
J = Gesamtträgheitsmoment [kgm²]

n = Drehzahl [1/min]

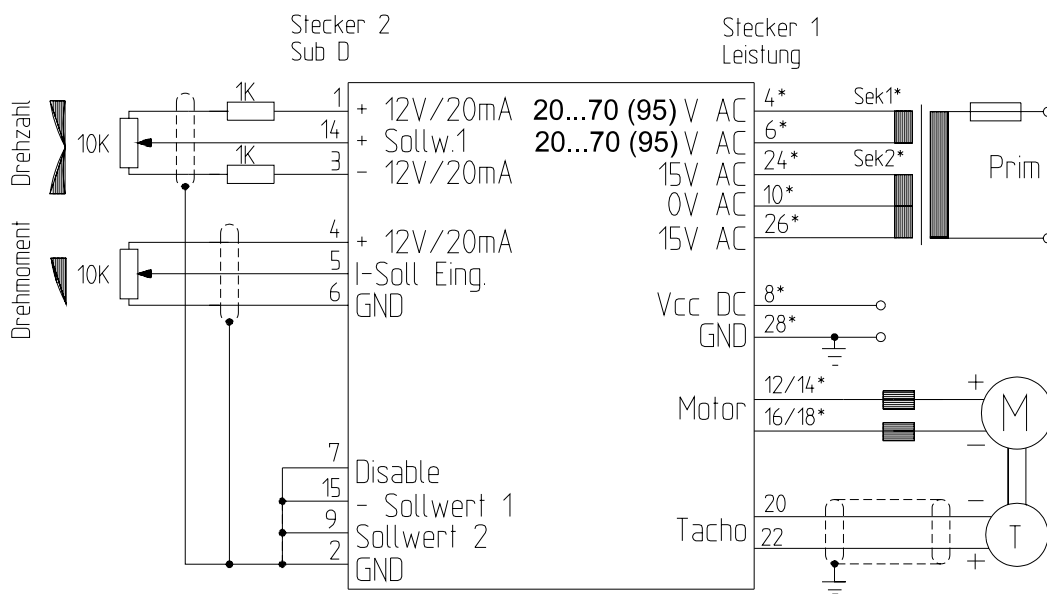
T = Periodendauer der Bremsvorgänge [s]

Der minimale Widerstandswert der angeschlossen werden darf beträgt 4,7 **S**.
Der empfohlene Wert beträgt 10 **S**.

**11.7 Maßzeichnung MTR 24...70/8-20 V 2.0
 MTR 24...105/7-14 V 2.1**

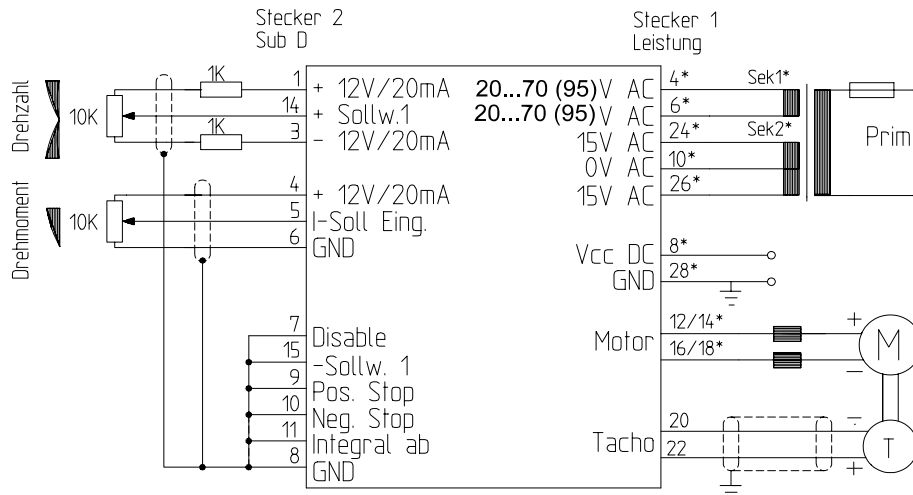


**11.7.0 Eingangsprüfschaltung MTR 24...70/8-20 V 2.0 Standard
 MTR 24...105/7-14 V 2.1 Standard**



*Bitte Mindestdrahtquerschnitte nach VDE 700 beachten !

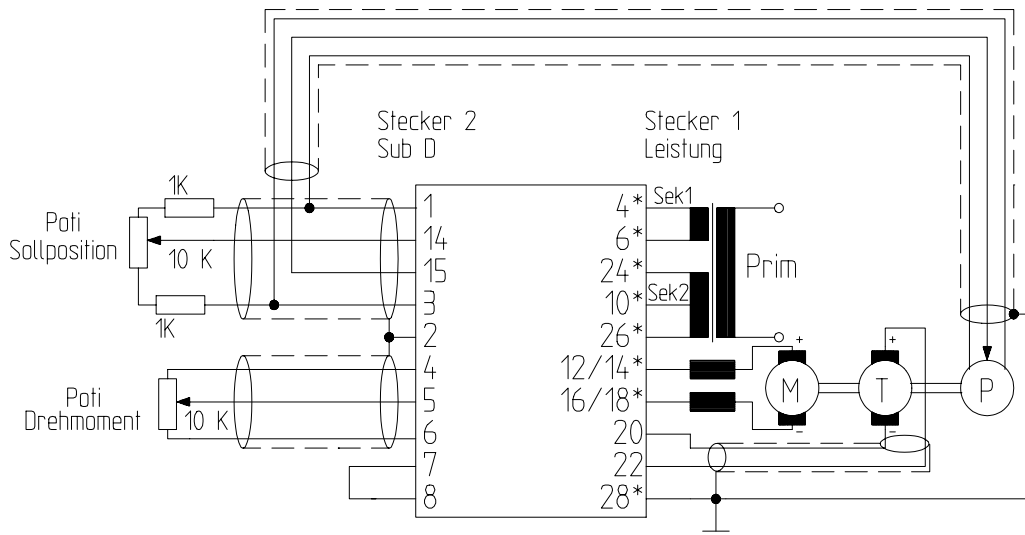
11.7.1 Eingangsprüfschaltung MTR 24...70/8-20 V 2.0 mit Optionen MTR 24...105/7-14 V 2.1 mit Optionen



*Bitte Mindestdrahtquerschnitte nach VDE 700 beachten !

Ab Werk erkennbar am Aufkleber "Option E".

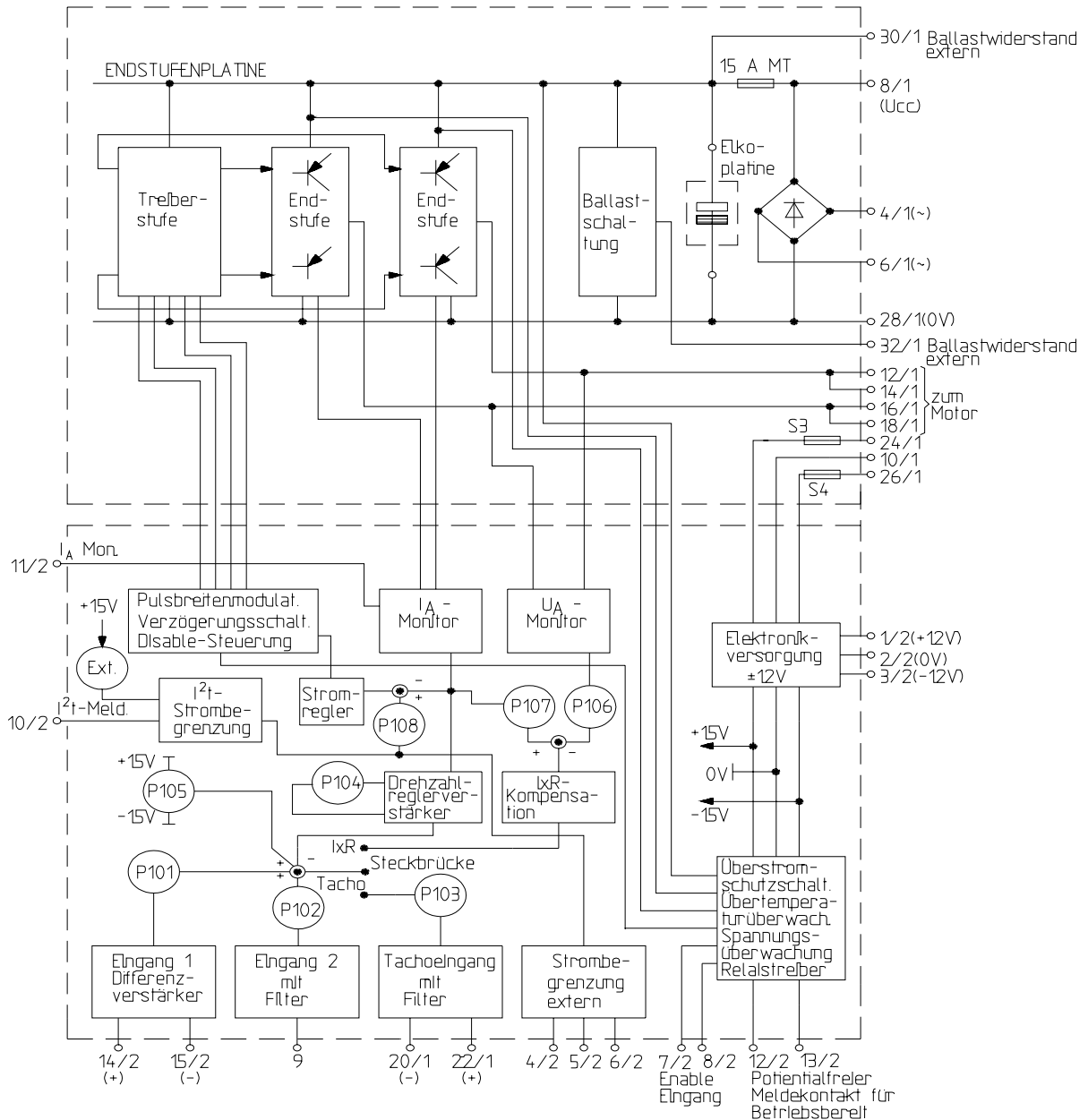
11.7.2 Eingangsprüfschaltung MTNR 24...70/8-20 V 2.0 als Nachlaufregler MTNR 24...105/7-14 V 2.1 als Nachlaufregler



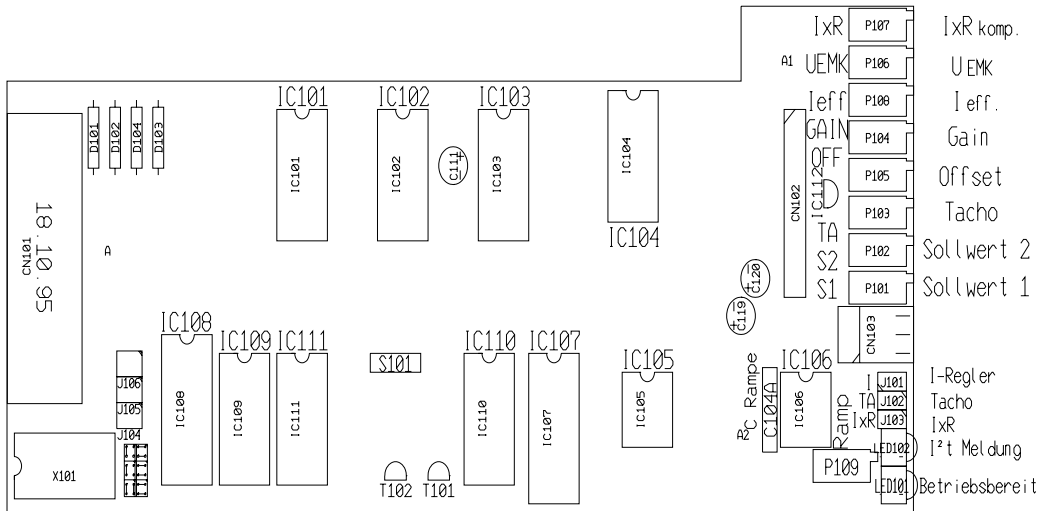
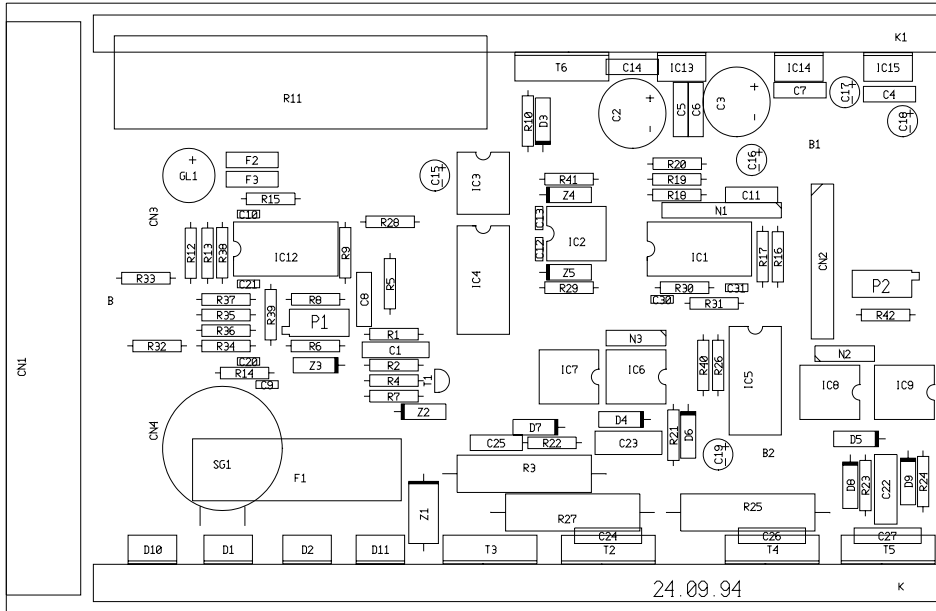
* Bitte Mindestdrahtquerschnitte nach VDE 700 beachten !

Läuft der Motor nach dem Einschalten unregelt bzw. schwingt er auf einer Stelle, so müssen die Tacholeitungen oder Anfang und Ende des Istwertpotentiometers am Motor vertauscht werden. (Um die Richtigkeit der Verdrahtung des Istwertpotentiometers zu überprüfen, kann die Steckbrücke für die Betriebsart auf J 103 "I*R Betrieb" umgesteckt werden, die Tachorückmeldung wird dann unterbrochen.)

**11.8 Prinzipschaltbild MTR 24...70/8-20 V2.0 Standard
 MTR 24...105/7-14 V 2.1 Standard**



**11.9 Bestückungspläne MTR 24...70/8-20 V 2.0
 MTR 24...105/7-14 V 2.1**



**Lage der Lötbrücken:
 OPTIONEN / STANDARD**

IN Integral ab	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ia Ia- Monitor	J 106
NS Negativ Stop	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	I²t I²t- Ausgang	J 105
PS Positiv Stop	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	S2 Sollwert 2	J 104

12. OPTIMIERUNG DES REGELVERHALTENS

12.1 Wechselspannungsverstärkung

Bei den allermeisten Anwendungen beschränkt sich die Optimierung auf die Einstellung der Wechselspannungsverstärkung am Potentiometer P104. Sie bestimmt das Drehmoment und somit die Geschwindigkeit mit der der Regler nachregelt (dynamische Steifigkeit).

Hierzu den Motor an die Last ankuppeln und einen Sollwert von 0 V vorgeben. Dies kann durch Brücken des Sollwerteingangs mit Pin 6 (GND) geschehen.

Potentiometer P104 nach rechts drehen bis Oszillation einsetzt und sofort durch Linksdrehen den Punkt des Wiederaussetzens aufsuchen.

12.2 Gleichspannungsverstärkung

Besonders bei übergeordnetem Lageregelkreis ist oftmals eine genau definierte statische Steifigkeit erwünscht. Sie entspricht dem Drehmoment, mit dem eine Position gehalten wird.

Zur Veränderung der Steifigkeit sind Möglichkeiten vorgesehen, die werkseitig durchgeführt werden können. Die statische Steifigkeit ist nicht zu verwechseln mit der an P104 einstellbaren dynamischen Steifigkeit.

12.3 Integralanteil des Drehzahlreglers

Für den Integralanteil des Drehzahlreglers ist ein Kondensator zuständig, der im Werk angepaßt werden kann.

Die Anforderungen an die Dynamik der Verstärker unterscheiden sich beim Betrieb als Drehzahlregler deutlich von denjenigen, die beim Betrieb mit übergeordnetem Lageregler benötigt werden. Im ersten Fall muß die Steifigkeit vom Drehzahlregler erbracht werden, der deswegen eine möglichst große integrale Verstärkung haben muß (C105 muß groß sein), wobei ein kurzzeitiges Überschwingen meist zulässig ist.

Im Gegensatz hierzu wird beim Betrieb mit übergeordnetem Lageregler die Steifigkeit von diesem erbracht. Hierbei kommt es vor allem auf größtmögliche Breitbandigkeit des Servoreglers an, wobei die integrale Verstärkung wesentlich geringer sein kann, als im ersten Fall (C105 muß kleiner werden). Das Überschwingen des Verstärkers ohne Lageregelung wird hierdurch etwas geringer, die Abbremszeit bis zum Stillstand des Motors ist jedoch etwas länger.

13. FEHLERSUCHE

Fehler	Ursache
Keine Reaktion, grüne LED leuchtet nicht	Betriebsgleichspannungen nachmessen. Fehlt eine der Spannungen, Verdrahtung überprüfen.
Grüne LED leuchtet, jedoch sonst keine Reaktion	Disable-Eingang nicht geschlossen. Unterbrechung im Motorkreis: mit Voltmeter Spannung messen. Sicherung auf der Endstufenplatine überprüfen.
Reaktion vorhanden, jedoch kein Dreh- oder Haltemoment	Stromsollwert = 0 V? P108 zuge dreht?
Ballastwiderstand wird im Stillstand heiß	Betriebsspannung zu hoch. Transformator - Sekundärspannung verringern.
Ballastwiderstand (Kühlkörper) wird bei Betrieb zu heiß	Bremsleistung zu groß. Externe Zusatzkondensatoren oder externen Ballastwiderstand anschließen (mind. 4,7 S). Hierzu muß der interne Ballastwiderstand abgetrennt werden!
Brummüberlagerung im Motorstrom	Gleichtaktüberlagerung am Differenzverstärkereingang ist zu groß. Gesonderte Masseleitung von Pin 10 an Stecker 1 zum zentralen 0 V - Punkt der Steuerung verlegen.
Motor läuft unregelmäßig mit maximaler Drehzahl	Tachospaltung fehlt oder ist falsch gepolt! Jumper JP101 steht auf I-Regelung.
Rumpelnde, rhythmische Laufgeräusche mit frühzeitigem Einsatz der I ² t-Strombegrenzung	Welligkeit der Tachospaltung zu groß; bessere Tachos verwenden oder Verstärkung an P104 reduzieren.
Dauerleistung zu gering, d.h. zu frühzeitiger Einsatz der I ² t-Strombegrenzung	Last zu groß. Stromverlauf nachmessen und tatsächlichen Effektivwert hieraus errechnen. Unnötige hohe Impulsströme. Zur Erzielung optimaler Taktzeiten im Dauerbetrieb sind die Beschleunigungs- und Bremsphasen mit dem geringstmöglichen Impulsstrom zu fahren. Statt trapezförmigen Drehzahlverläufen möglichst dreieckförmige Verläufe ohne Leerlaufphasen anstreben.
Motor wird auch ohne Last zu heiß	Erwärmung durch Ummagnetisierungsverluste; Betriebsspannung verringern oder Drosseln vor den Motor schalten.
Elektrische Störpegel zu groß (z.B. Störung der Steuerung)	Verdrahtung nicht in Ordnung. Drosseln direkt am Gerät montieren und Kerne mit kurzer Leitung an Pin 28 des Stecker 1 erden. Schirmanschlüsse von Steuerleitungen am zentralen Nullpunkt der Steuerung erden, nicht am Servoverstärker. Ausgänge externer Steuerungen (Operationsverstärker) durch Serienwiderstände (330 S) von der Leitung entkoppeln.

Fehler	Ursache
Maximale Drehzahl ist zu gering	Sollwert ist zu gering, Tachospaltung zu hoch, Betriebsspannung zu niedrig, Belastung zu groß. Eingangspoti P103 auf Rechtsanschlag; Betriebsspannung nachmessen, und mit Motor - EMK bei der gewünschten Drehzahl vergleichen, Impulsstrom oder Effektivstrom kurzzeitig zum Nachweis der Überlastung erhöhen: Drehzahl muß dann ansteigen.
Drift zu stark	Ungünstige Eingangsbeschaltung; Eingänge unnötig abgeschwächt; Störspannung auf den Eingangsleitungen. Potentiometer des Eingangs stets auf Maximum. Eingangsleitungen auf Masse - Ströme untersuchen.
Überstrommeldung (mit interner Geräteabschaltung) bei hohen Drehzahlen	Kommutierungsgrenze des Motors überschritten; Betriebsspannung kleiner wählen und / oder Impulsstrom verringern.
Heulton konstanter Frequenz und geringe Steifigkeit der Motorwelle	Torsionsresonanz durch zu weiche Ankopplung des Tachos. Härtere Tachokupplung oder Tacho mit kleinerem Trägheitsmoment verwenden.
Unpräzises Regelverhalten mit starkem Überschwingen auch bei nur mäßig aufgedrehter Verstärkung	Induktive Phasendrehung durch sehr große Motorinduktivität bei gleichzeitig kleiner mechanischer Zeitkonstante; Motor mit kleinerer Induktivität verwenden, Betriebsspannung erhöhen.

14. ÖFFNEN DES GERÄTES

Für verschiedene Arbeiten ist es erforderlich, das Gerät zu öffnen. Zuvor müssen sämtliche Versorgungsanschlüsse abgetrennt sein!!! Danach bitte noch 5 min warten. Zum Öffnen muß der Kühlkörper abgeschraubt und eventuell noch die Regelkarte gelöst werden. Die Regelkarte ist mittels einer Steckverbindung mit der Endstufenplatine verbunden. Beim Anschrauben des Kühlkörpers muß Wärmeleitpaste zwischen die Berührungsstellen der Seitenteile und des Kühlkörpers aufgebracht werden.

Schrauben gut festziehen, aber nicht abdrehen!