

TECHNISCHE BESCHREIBUNG

PULSBREITENMODULIERTER
4-QUADRANTEN SERVOREGLER

Baureihe

TRM

Vorläufige Beschreibung

Wichtig !

- Bitte unbedingt **vor der Inbetriebnahme** die technische Beschreibung lesen
- Gerät vor aggressiven und elektrisch leitfähigen Medien schützen. Diese könnten zu **Fehlfunktionen** oder zur **Zerstörung** führen!
- Keine spannungsführenden Teile berühren. Lebensgefahr!
- Einbau, Anschluß und Inbetriebnahme nur durch einen **Fachmann** unter Berücksichtigung der einschlägigen **Sicherheitsvorschriften**.
- Zugesicherte Eigenschaften und Funktionen des Gerätes werden nur bei **sachgemäßer Anwendung** garantiert.
- Eingriffe und Abänderungen, die nicht ausdrücklich von uns genehmigt wurden, sowie nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch führen zum Aus-schluß jeder Gewährleistung und Haftung.
- Grundlage für alle mit uns geschlossenen Rechtsgeschäfte sind unsere "**Allgemeinen Geschäftsbedingungen**".
- Alle Dokumentationen, Zeichnungen, Pläne etc. unterliegen den urhe-berrechtlichen Bestimmungen. Jede Verwertung, Vervielfältigung, Wei-tergabe, Verarbeitung und Umgestaltung ohne unsere ausdrückliche Genehmigung ist untersagt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Technische Beschreibung	4
1.1 Typenübersicht	4
1.2 Technische Daten	4
1.3 Das Regelprinzip	5
1.4 Funktionsbeschreibung	6
1.5 Blockschaltbild	8
1.6 Übersicht Anzeigen und Einstellmöglichkeiten	9
2. Anschluß des Gerätes	10
2.1 Steckerbelegung	10
2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung	11
2.3 Richtige Polung von Motor und Tacho	12
2.4 Eingangsprüfschaltung	13
2.5 Anschlußbild (Vorschlag)	13
2.6 Jumperstellungen	14
3. Inbetriebnahme	15
3.1 Voreinstellungen	15
3.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom	15
3.3 Tachoanpassung	16
3.4 EMK- und IxR-Regelung	16
3.5 Offset-Abgleich	16
4. Optimierung des Regelverhaltens	17
4.1 Wechselspannungsverstärkung	17
4.2 Gleichspannungsverstärkung	17
4.3 Tachosiebung	17
4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers	17
5. Optionen	18
5.1 Ballastschaltung	18
5.2 Verwendung des Geräts als Nachlaufregler	19
5.3 Betrieb mit Inkrementalgeber als Tacho	20
5.4 Busplatinen	20
5.5 Bestückungsplan	21
5.6 Maßbild	22

1. Technische Beschreibung

1.1 Technische Daten

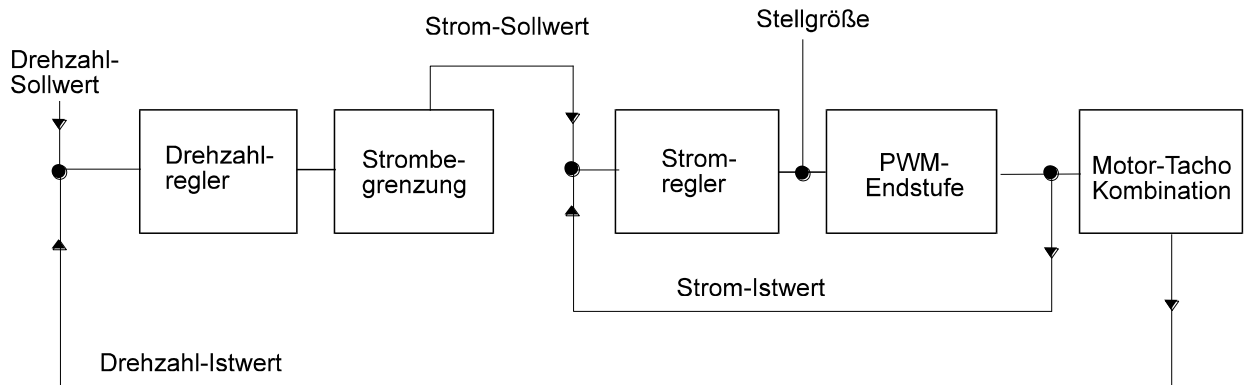
Gerätebezeichnung	TRM24/7	TRM60/5	TRM60/8
Nennspannung	24 V	60 V	60 V
Nennstrom	7 A	5 A	8 A
Impulsstrom	15 A	15 A	20 A
Zwischenkreisspannung	min. 22 VDC max. 42 VDC	19 VDC 85 VDC	19 VDC 85 VDC
Empfohlene Trafospaltung	24 VAC / 9 A	52 VAC / 7 A	52 VAC / 9 A
Lastinduktivität min.	0,4 mH	0,8 mH	0,5 mH
Sicherungen	10 A		
Ankerstrom-Monitor (Ausgang)	1 V = 1,6 A		
Wirkungsgrad	93 %		
Ausgangsstrom Formfaktor (mit Mindestlastinduktivität bei Nennstrom u. Nennspannung)	1,01		
Taktfrequenz	9 kHz		
Stromwelligkeit	18,0 kHz		
Bandbreite Stromreg.	1 kHz		
Sollwertvorgabe	±10 V		
Ri Sollwerteingang	20 kΩ		
Max. Eingangsdrift	±21 μV/C		
Eingangsabschwächung	0 - 100 %		
Spannungsbereich der Tachoeingänge (bei $U_{Soll} = \pm 10$ V u. Nenndrehzahl)			
bei RE = ∞	12 bis 72 V		
bei RE = 10 kΩ	6 bis 36 V		
bei RE = 3,3 kΩ	3 bis 18 V		
Enable (Eingang) aktiv bei	12 V < Ein < 35 V		
I ² T Meldung (open-collector-Ausgang)	+15 V / 10 mA		
Kontaktbelastbarkeit des Betriebsbereit-Melderelais	max. 100 V / 100 mA insges. max. 10 W		
Anschlüsse	DIN 41617 -D32		
Abmessungen	160 x 100 x 36	160 x 100 x 36	160 x 100 x 48
Gewicht	0,36 kg	0,36 kg	0,50 kg

Lieferbare Optionen:

- * Frontplatte
- * Inkrementalgeber-Tacho IGT/K (↓ 5.3)
- * Ballastschaltung (↓ 5.1)
- * Busplatinen (↓ 5.4)

1.2 Regelprinzip

Die Servoverstärker arbeiten nach dem Prinzip der Drehzahlregelung mit unterlagertem Stromregelkreis. Der Signalflußplan dieses Reglerprinzips ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



Der Stromregelkreis besteht aus dem Stromregler und der Verstärker-Endstufe. Der jeweilige Strom-Istwert wird am Ausgang der Endstufe ermittelt und auf den Summierpunkt zurückgeführt. Den Strom-Sollwert liefert der Drehzahlregler. (*) Soll- und Istwert werden verglichen und die Differenz wird dem Stromregler zugeführt.

Der übergeordnete Drehzahlregelkreis besteht aus Drehzahlregler, Stromregelkreis und Motor / Tachokombination. Der Drehzahlsollwert wird von außen durch den Benutzer vorgegeben, wie z.B. Potentiometer, NC-Steuerung. Der Drehzahlistwert wird direkt an der Motorwelle, z.B. durch einen Tachogenerator, ermittelt und am ersten Summierpunkt mit dem Drehzahl-Sollwert verglichen. Die somit bekannte Differenz ist die Eingangsgröße des Drehzahlreglers. Er bildet aus der Regeldifferenz den erforderlichen Stromsollwert.

Der Vorteil dieses Regelprinzips ist, daß ein sehr stabiles Regelverhalten erzielt wird, da der unterlagerte Stromregler schnell auf Störgrößen reagieren kann und so den Drehzahlregler entlastet. Außerdem können Strombegrenzungen, die zum Schutz von Motor und Verstärker notwendig sind, auf einfache Weise nur durch Begrenzung der Ausgangsspannung des Drehzahlreglers (Stromsollwert) realisiert werden.

(*) In manchen Anwendungen übernimmt bereits ein übergeordneter Lageregelkreis die Drehzahlregelung. Deshalb kann das **TRM** so modifiziert werden, daß es nur als Stromregler arbeitet - fragen Sie bei Bedarf bitte unsere Techniker.

1.3 Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild

A. Spannungsversorgung

Die Funktionen der Verstärker soll hier anhand eines Blockschaltbildes erläutert werden. Der erste Block ist zunächst die Gleichrichtung und Siebung. In diesem Teil der Schaltung wird aus der Wechselspannungsversorgung die zum Betrieb des Gerätes benötigte Gleichspannung U_{cc} (Zwischenkreisspannung) erzeugt.

Mit dieser Spannung wird die Endstufe versorgt und gleichzeitig dazu verwendet, um die Hilfsspannung ± 15 Volt zu erzeugen, die zur Versorgung des Regelteiles benötigt wird.

B. Regelteil

Der Drehzahl-Sollwert wird dem Differenzeingang zugeführt und kann mittels R_E (↓ 5.5) in verschiedenen Bereichen voreingestellt werden. Zur Gewinnung des Drehzahl-Istwertes stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Mit Hilfe eines Tachogenerators
Die Ausgangsspannung des Tachogenerators wird auf ein RC - Glied (Glättung der Tachospannung) geführt. Mit dem Festwiderstand R_E werden Tachogeneratoren unterschiedlicher EMK an die Regelung angepaßt.
2. Mit der Zusatzschaltung IGT (Option)
Hier wird aus den digitalen Signalen eines Inkrementalgebers eine drehzahlproportionale Analogspannung gewonnen, die wie das Signal eines DC-Tachos behandelt wird.
Je nach Strichzahl des Inkrementalgebers bzw. der gewünschten Drehzahl des Motors wird die entsprechende Grenzfrequenz mit den Lötbrücken J1 bis J7 eingestellt (↓ 2.6).
3. Mit der "EMK"- und IxR-Kompensation (Option)
In diesem Fall wird ein Teil der Ankerspannung des Motors, die mit der UA-Meßschaltung gemessen wird, als Drehzahl-Istwert benutzt. Außerdem kann mit der IxR-Kompensation der stromproportionale Spannungsabfall am Motorinnenwiderstand ausgeglichen werden.

Mit den Lötbrücken J9 bis J12 (↓ 2.6) muß ausgewählt werden, wie der Drehzahl-Istwert eingegeben wird. Werkseitig sind die entsprechenden Lötbrücken auf Tachobetrieb eingestellt.

Wird das Gerät bereits mit einer der Optionen bestellt und ausgeliefert, so sind die entsprechenden Lötbrücken werkseitig eingestellt.

Am Summierpunkt SP1 werden Drehzollsoll- und Drehzollistwert verglichen. die entstehende Regeldifferenz wird vom PI-Drehzahlregler mit dem zugehörigen Gegenkopplungs-Netzwerk verstärkt und die Regelabweichung auf 0 ausgeregelt. Die Ausgangsgröße des Drehzahlreglers ist der Stromsollwert (SP2). Hier greifen auch die Strombegrenzungen ein:

- Effektivstrom Begrenzung

Dieser Schaltung wird der Ankerstrom-Istwert zugeführt, dort quadriert und mit einem nachfolgenden Tiefpaß, mit der Zeitkonstante $T = 8,2 \text{ s}$, gefiltert. Der so gewonnene Effektivstrom-Istwert wird mit einem einstellbaren Sollwert verglichen. Bei Annäherung an denselben reduziert die Schaltung den von der Regelung geforderten Stromsollwert soweit, daß kein weiterer Anstieg des Effektivstrom-Istwertes mehr erfolgt.

- Interne Stromsollwertbegrenzung mit R_I

Diese Strombegrenzung ist allen Begrenzungen nachgeschaltet. Das bedeutet, daß der an R_I eingestellte Impulsstrom in keinem Fall überschritten werden kann.

Der begrenzte Stromsollwert wird dem Summierpunkt SP3 zugeführt. Der zum Soll / Ist-Vergleich noch fehlende Stromistwert wird von der Ankerstrom-Meßschaltung gemessen und ebenfalls auf den Summierpunkt SP3 geleitet.

Der Stromregler ergibt aus dem Vergleich von Stromsoll- und Istwert die Stellgröße für die Vierquadranten-Endstufe. Der Stromregler ist ein PI-Regler mit einer Proportionalverstärkung $K_P = 3,03$ und einer Nachstellzeit $T_N = 1 \text{ ms}$. Da es sich um einen getakteten Regler handelt, muß die kontinuierliche Stellgröße in ein impulsbreitenmoduliertes Signal umgewandelt werden. Dies geschieht im Pulsbreiten-Modulator, in dem die Stellgröße mit einer Dreiecksspannung der Frequenz 9 KHz moduliert wird und daraus die Signale für die Treiberstufe gebildet werden.

Durch ein spezielles Modulationsprinzip erreicht man eine Verdopplung der Stromflußfrequenz (18 KHz), sodaß ein geräuscharmer Betrieb gewährleistet ist.

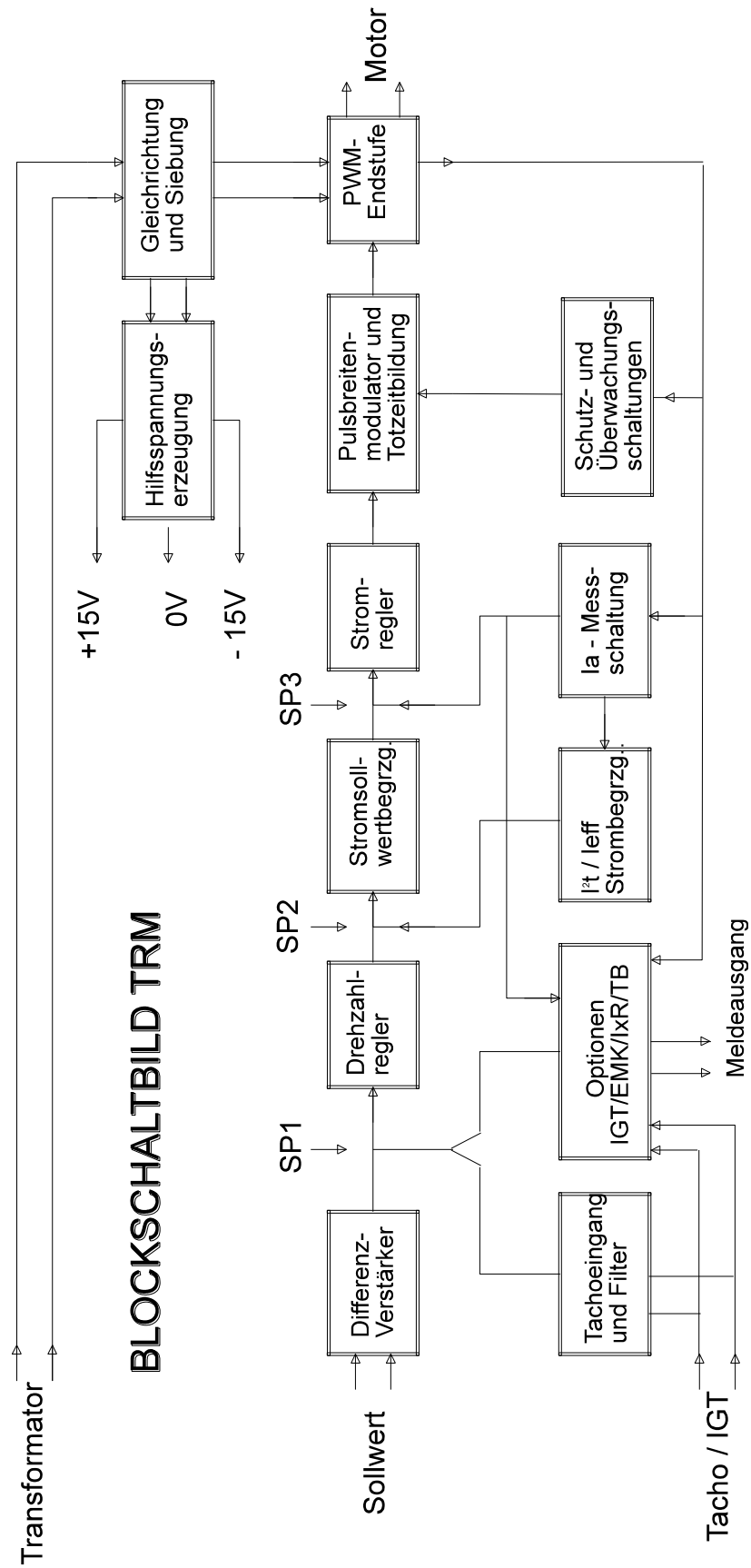
Weil Transistoren schneller ein - als ausschalten, ist es notwendig, die Einschaltsignale etwas zu verzögern, um zu verhindern, daß zwei Quadranten der Endstufe gleichzeitig leitend sind. Diese Signalverzögerung wird in der Totzeitbildung realisiert.

C. Treiber und Endstufe

Die Treiberstufe verstärkt die vom Pulsbreiten-Modulator kommenden Signale. Sie ist so aufgebaut, daß eine optimale Ansteuerung der Endstufe erfolgt. Man erreicht dadurch in jedem Betriebsfall ein verlustarmes und sicheres Arbeiten der Endstufe. Die Endstufe setzt die von der Treiberstufe zur Verfügung gestellten Signale in Leistung um. Die Endstufe ist mit MOS-FET's aufgebaut, damit wird schnelles und somit verlustarmes Schalten möglich.

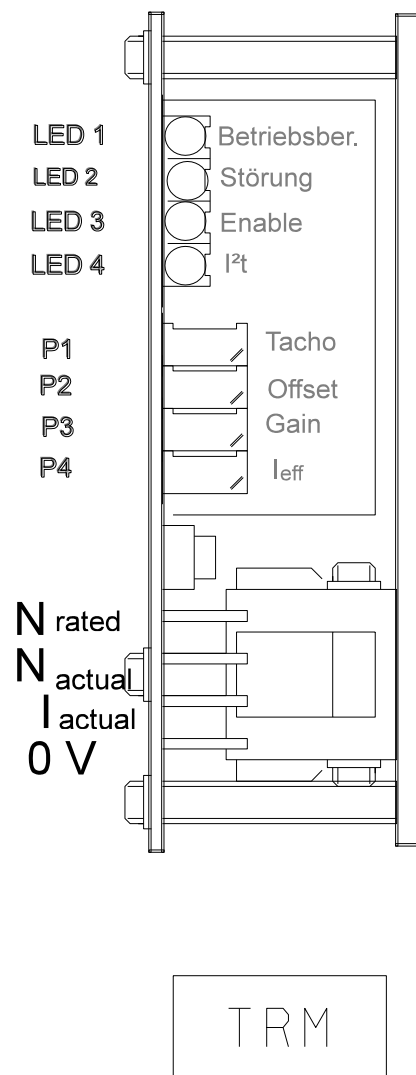


1.4 BLOCKSCHALTBIKD



1.5 Übersicht über Anzeigen und Einstellmöglichkeiten

- LED 1 (grün) : Zeigt die Betriebsbereitschaft des Gerätes an. Leuchtet auch bei "Disable"-geschaltetem Verstärker.
- LED 2 (rot) : Leuchtet bei Störung , (Überspannung, Überstrom und Übertemperatur); nach Aufleuchten dieser LED läßt sich der Verstärker nur durch Aus und erneutes Einschalten aktivieren.
- LED 3 (grün) : Leuchtet bei Reglerfreigabe (Enable)
- LED 4 (gelb) : Effektivstrombegrenzung, leuchtet nach Ablauf der Impulsstromphase.
- Potentiometer 1 : Spannungsteiler für Tachoeingang
- Potentiometer 2 : Offset-Abgleich des Drehzahlreglers.
- Potentiometer 3 : Wechselspannungsverstärkung
- Potentiometer 4 : Effektivstromgrenzwert, Stellbereich 0 - 100 % des gerätespezifischen Effektivstromes



2. Anschluß des Gerätes

2.1 Anschluß des Gerätes

41617-D32	Belegung
2 a	+ 15 Volt (Ausgang) max. 10 mA
2 c	- 15 Volt (Ausgang) max. 10 mA
4 a,c	+ Tacho oder Encoder Spur A
6 a	I ² T - Meldung (Ausgang)
6 c	- Tacho oder Encoder Spur B
8 a,c	Betriebsbereit
10 a	optional belegt
10 c	Betriebsbereit
12 a,c	+ Sollwerteingang
14 a	optional belegt
14 c	- Sollwerteingang
16 a,c	Enable (Eingang)
18 a	optional belegt
18 c	Ankerstrom-Monitor (Ausgang)
20 a,c	0 Volt (Bezugspotential)
22 a,c	+ Motor
24 a,c	- Motor
26 a,c	+ UB (Zwischenkreis)
28 a,c	0 Volt (Leistungsmasse)
30 a,c	Trafo (AC 1)
32 a,c	Trafo (AC 2)

2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung:

Diese Erläuterung bezieht sich auf den standardmäßigen 32-poligen Stecker - für den H15-Stecker gilt sie sinngemäß.

Masse: 0 Volt Bezugspotential

Hilfsspannung ± 15 Volt (2a - 2c)

An der Klemme 2a wird eine Hilfsspannung von + 15 Volt und an 2c von - 15 Volt zur Verfügung gestellt (max. 10 mA). Die Spannungsquelle ist zur Versorgung externer Elektronik geeignet.

Sollwerteingang (12a,c - 14c)

Eingänge des Differenzverstärkers zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Die maximale Differenzspannung darf ± 10 Volt betragen. Die Klemme 12a,c wirkt positiv gegenüber Klemme 14c.



Tachoeingang (4a,c - 6c)

Eingang zum Anschluß eines Gleichspannungs-Tachogenerators zur Drehzahlrückmeldung. Für Nenndrehzahl bei einem Sollwert von 10 Volt sollte die Tachospaltung mindestens 3,5 Volt und nicht mehr als 84 Volt betragen. Die Bereiche sind mit dem Festwiderstand R_E festzulegen (↯ 5.5)

Encodereingang (4a,c - 6c)

Wird anstelle eines DC-Tachos ein Inkrementalgeber (Encoder) zur Drehzahlrückmeldung benutzt, so ist sein Ausgang A mit 4a,c und der Ausgang B mit 6c zu verbinden. Voraussetzung ist natürlich die Verwendung unseres als Option erhältlichen Hybridbausteins "IGT/K", sowie die korrekte Einstellung der Lötbrücken 1 bis 7 (↯ 2.4)

Enable (Endstufenfreigabe, 16a,c)

Für den normalen Betrieb ist dieser Anschluß mit einer Spannung zwischen 12 und 35 Volt zu verbinden. Bei einer Spannung unter 4 Volt und bei offenem Eingang ist die Endstufe "Disable" und der Motor stromlos.

Externe Strombegrenzung (10a)

An Klemme 10a kann eine externe Schaltung angeschlossen werden, die den Motorstrom in Abhängigkeit einer analogen Steuerspannung begrenzt. Diese Schaltung ist nur als Option lieferbar. Bitte fragen Sie im Bedarfsfall unsere Techniker.

Ankerstrom-Monitor (18c)

An diesem Ausgang steht ein stromproportionales Analogsignal zur Verfügung, das extern ausgewertet werden kann. Die max. Spannung beträgt $\pm 9,5$ Volt beim gerätetypischen Impulsstrom.

Relaiskontakt "Betriebsbereit" (8a,c - 10c)

Potentialfreier Relaiskontakt, der die Betriebsbereitschaft des Gerätes meldet. Dieser Kontakt ist bei betriebsbereitem Gerät geschlossen und wird nicht von der Disable-Funktion beeinflusst. Bei Störung (LED 2 leuchtet) ist der Kontakt offen.

Motoranschlüsse (22a,c und 24a,c)

Dies sind die Ausgangsklemmen der Endstufe, an denen der Motor angeschlossen wird. Es ist darauf zu achten, daß die Motoranschlüsse an jeweils beide Klemmen anzuschließen sind.

Trafoanschlüsse (30a,c und 32a,c)

An diesen Kontakten werden die Sekundäranschlüsse des Transformators angeschlossen. Bei Verwendung eines extrem niederohmigen Trafos (z.Bsp. bei Parallelschaltung mehrerer Achsen) kann ein Einschaltstrombegrenzer notwendig sein, um die Gleichrichterioden nicht zu zerstören.

**Anschlüsse U_B (26a,c)
0 Volt (28a,c)**

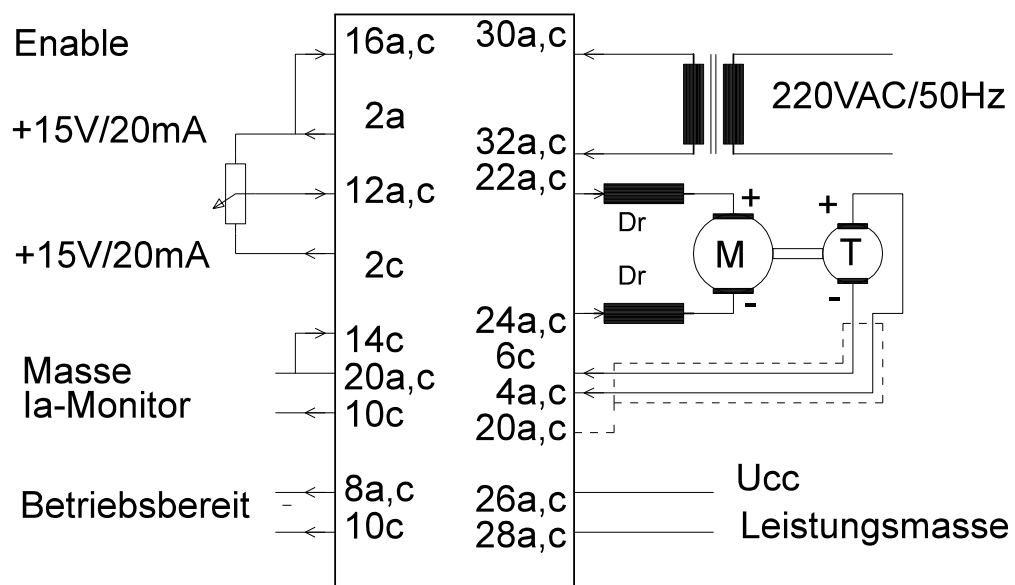
Diese Anschlüsse werden entweder für eine externe Ballastschaltung (s.Seite 17), oder in den Fällen, in denen eine Gleichspannungseinspeisung gewünscht ist, verwendet. Für den Fall der Gleichspannungseinspeisung (Batteriebetrieb) muß das Gerät extern abgesichert werden.



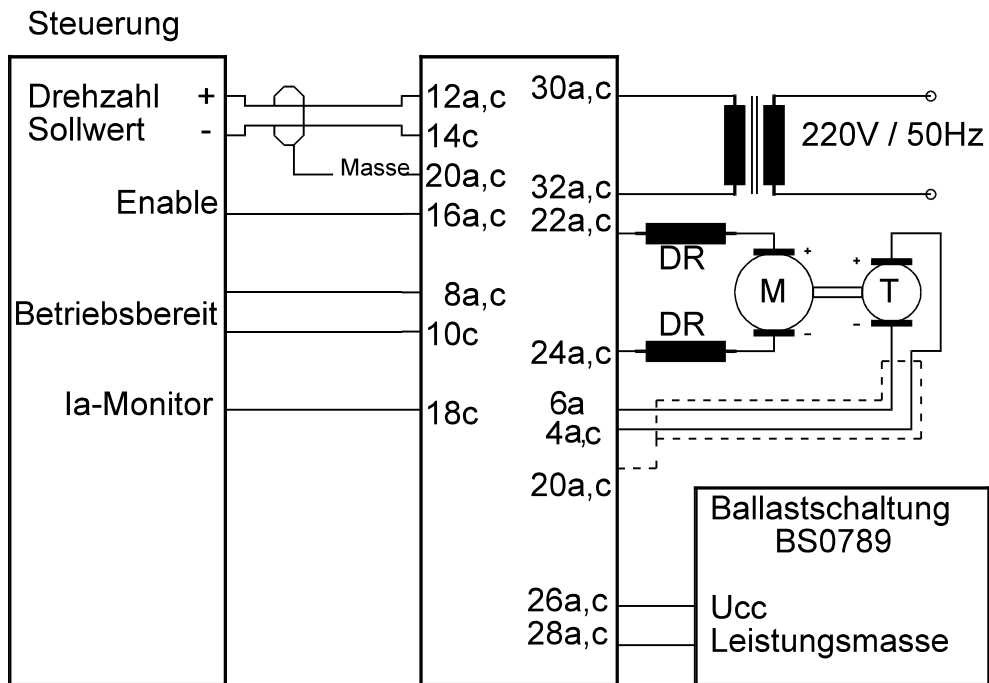
2.3 Richtige Polung von Motor und Tacho

Verdreht man bei ausgeschaltetem Gerät von Hand die Motorwelle in die als positiv definierte Richtung, so muß an den Klemmen 22a,c eine gegenüber den Klemmen 24a,c positive Spannung zu messen sein. Ebenso muß die Tachospaltung an Klemme 4a,c positiv gegenüber Klemme 6c sein. Stimmt die Polung von Motor oder Tacho nicht, so müssen die betreffenden Anschlußleitungen vertauscht werden.

2.4 Eingangsprüfschaltung



2.5 Anschlußbild (Vorschlag)



2.6 Jumperstellungen

Natürlich sind die Jumper bei Auslieferung werkseitig gemäß der von Ihnen bestellten Betriebsart (standardmäßig Tachobetrieb) eingestellt - diese Erläuterung dient nur bei eventueller späterer Umrüstung.

Die zur Einstellung verschiedener Betriebsarten notwendigen Jumper sind aus Platz- und Preisgründen als Lötbrücken ausgebildet - sie werden üblicherweise ja nur einmal eingestellt. Diese Lötbrücken befinden sich auf der Unterseite der Leiterplatte (SMD-Seite) nahe der Steckerleiste und bestehen aus jeweils 3 Kupferfeldern, deren mittlere der gemeinsame Kontakt ist. Entsprechend der unteren Tabelle sind die äußeren Felder mit dem inneren durch Lötzinn zu verbinden.

Bei Verwendung unseres Hybridbausteins **IGT/K** (s.Seite 19) anstelle eines DC-Tachos ist den Jumpern 1 bis 7 besondere Bedeutung zuzumessen. Bitte lesen Sie die entsprechende Beschreibung sorgfältig - natürlich stehen Ihnen unsere Techniker auch gern bei der Beantwortung eventueller Fragen zur Verfügung.

Jumper	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tachobetrieb									X		X	
Option EMK/IxR								X		X		X
Option Tachoüberw.		X		X		X		X	X		X	
Option IGT (10 kHz)							X					
Option IGT (20 KHz)					X							
Option IGT (40 KHz)			X									
Option IGT (80 KHz)	X											

Beispiel:

Ein ursprünglich mit Tachogenerator betriebenes **TRM** soll künftig mit einem Inkrementalgeber mit 500 Impulsen pro Umdrehung ausgerüstet werden. Die maximale Motordrehzahl beträgt 2.500 Upm.

$$\text{Grenzfrequenz} = (2.500 _ 60) \times 500 = 20,833 \text{ KHz}$$

Öffnen Sie also bitte die vorher geschlossenen Jumper 9 und 11 und schließen Sie dafür Jumper 5 (Option IGT 20 KHz).

Mit den Jumpern 1,3,5 und 7 können auch die Summen einzelner Frequenzen gebildet werden. So ergibt beispielsweise das Schließen der Jumper 3 und 5 eine Grenzfrequenz von 60 KHz.

3. Inbetriebnahme

3.1. Voreinstellung

Bitte überprüfen Sie die Verdrahtung sorgfältig und vergleichen Sie alle Verbindungen mit der Anschlußbelegung auf Seite 9. Alle Geräte sind natürlich stückgeprüft und auf Nenndaten voreingestellt, bevor sie unser Werk verlassen. Sollten Sie Anschlußfehler nicht ganz ausschließen können, so sollten Sie, um Schäden an Motor und Maschine zu vermeiden, wie folgt vorgehen :

- * Sollwertvorgabe auf 0 stellen oder Eingang kurzschließen
- * Tachopoti P1 auf Linksanschlag
- * Verstärkungspoti P3 auf Linksanschlag
- * Effektivstrompoti P4 auf etwa 1/3 vom Linksanschlag
- * Offset-Poti P2 etwa auf Mittelstellung

Sind die Lötbrücken auf die gewünschte Betriebsart eingestellt (s.Seite 13) ? Wenn Sie nun einschalten, muß der Motor Haltemoment entwickeln und darf nur wenig driften. Falls der Motor unkontrolliert wegläuft, bitte sofort abschalten und nochmals den Tachokreis auf falsche Polung, Kurzschluß oder Leitungsunterbrechung hin untersuchen. Wenn Sie mit einem Inkrementalgeber arbeiten, überprüfen Sie bitte dessen Versorgungsspannung und das Vorhandensein von entsprechenden Impulsen, indem Sie die Motorwelle von Hand drehen.

Wenn jetzt kleine Sollwerte vorgegeben werden, so muß der Motor diesen folgen.

3.2. Einstellung von Impuls- und Effektivstrom

Der maximale Impulsstrom wird durch den Widerstand R_I vorgegeben. Werkseitig ist er auf die Geräteenenddaten eingestellt. Sind andere Ströme erforderlich, so entnehmen Sie bitte die Werte für R_I der nachstehenden Kurve.

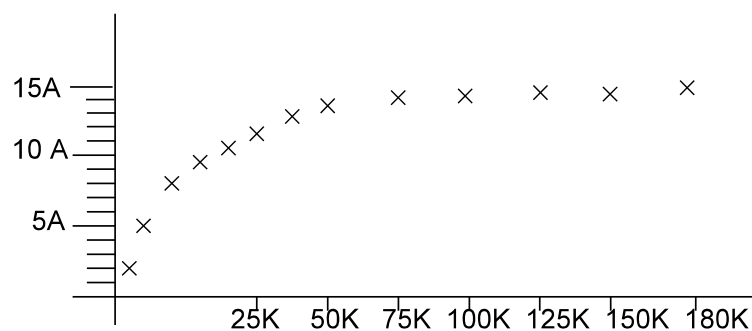
Nach Ablauf der Impulsstromphase wird der Strom selbsttätig auf den Effektivstrom, einstellbar an P4, reduziert. Zur Einstellung P4, immer stückweise und ohne zu zögern, verstellen. Nach einer kurzen Anpassungszeit, in der der Strom entweder 0 oder $I_{I_{mp}}$ ist, fließt der neue Dauerstrom.

Anmerkung:

Zur Messung der eingestellten Ströme kann der Motor durch ein Amperemeter mit geeignetem Meßbereich ersetzt werden. Die nötige Mindestlastinduktivität muß allerdings sichergestellt werden, d.h. diese Induktivität muß durch Drosseln realisiert werden.



Abhängigkeit des Impulsstroms
vom Widerstand R_I



3.3 Tachoanpassung

Im Werk werden die Geräte mit einem Tacho, der 6 Volt / 1.000 Upm liefert, auf eine Motordrehzahl von 3.000 Upm justiert.

Zur Einstellung der max. Drehzahl wird ein Sollwert von 10 Volt oder ein bestimmter Prozentsatz hiervon auf den Sollwerteingang gegeben. Mit dem Tachopoti P1 wird nun die gewünschte Enddrehzahl, oder davon der gleiche Prozentsatz wie beim Sollwert, eingestellt. Sollte sich die Drehzahl auf diese Weise nicht in dem gewünschten Bereich verstellen lassen, so muß durch Wechseln des Widerstands R_E ein anderer Tachospannungsbereich gewählt werden. Den Bestückungsort von R_E finden Sie auf Seite 21.

Tachospannungsbereich	Werte für R_E
12 bis 72 Volt	entfällt
6 bis 36 Volt	10 KOhm
3 bis 18 Volt	3,3 KOhm

Wenn die Drehzahl zu hoch ist, muß R_E verkleinert werden und umgekehrt. R_E ist werkseitig **nicht** eingelötet.

3.4 EMK - und IxR-Regelung

Das Gerät ist nur zur Drehzahlregelung mit Tachogenerator bzw. Inkrementalgeber vorgesehen. Es bietet allerdings die Möglichkeit, eine kleine Zusatzplatine mit einer kundenspezifischen Schaltung aufzunehmen, auf der auch diese Art der Drehzahlregelung realisiert werden könnte.

3.5 Offset - Abgleich

Nachdem alle vorangegangenen Einstellungen vorgenommen wurden, muß unter Umständen jetzt noch der Offset-Abgleich durchgeführt werden. Dazu wird wieder der Sollwert 0 Volt vorgegeben und mit P2 ein etwaiges Wegdriften der Motorwelle beseitigt.

Zur genaueren Einstellung des Offsets kann die Tachospannung an den Klemmen 4c und 6c mit einem Voltmeter (auf kleinsten Meßbereich schalten) gemessen und auf 0 Volt abgeglichen werden.



4. Optimierung des Regelverhaltens

4.1 Wechsellspannungsverstärkung

Bei den allermeisten Anwendungen beschränkt sich die Optimierung auf die Einstellung der Wechsellspannungsverstärkung (Gain) am Potentiometer P3. Hierzu den Motor an die Last ankuppeln und einen Sollwert von 0 Volt vorgeben. Potentiometer P3 nach rechts drehen, bis Oszillation einsetzt und sofort anschließend durch Linksdrehen den Punkt des Wiederaussetzens aufsuchen.

4.2 Gleichspannungsverstärkung

Besonders bei übergeordnetem Lageregelkreis ist oftmals eine genau definierte statische Steifigkeit erwünscht. Zur Veränderung der Steifigkeit ist der Widerstand R_P (ca. 330 Ohm) vorgesehen. (s. Seite 21) Mit größer werdendem Widerstand nimmt die Steifigkeit ab. Die statische Steifigkeit ist nicht zu verwechseln mit der an P3 einstellbaren dynamischen Steifigkeit (Wechsellspannungsverstärkung).

4.3 Tachosiebung

Zur Filterung des Tachosignals ist der Kondensator C_T vorgesehen mit ca. 47 nF (s. Seite 21). Allerdings hat dieser Kondensator auch noch die Aufgabe, die Regelbandbreite so zu begrenzen, daß keine Oszillation durch Torsionsresonanzen entsteht. Falls vom Motor Heulgeräusche ausgesendet werden, die mit dem Verstärkungspoti P3 nicht beseitigt werden können, liegt eine solche Oszillation durch Torsionsresonanz vor. Zu ihrer Unterdrückung ist der Kondensator C_T stufenweise zu erhöhen, bis ein ruhiger Motorlauf erreicht wird. Eine darüber hinausgehende Vergrößerung verschlechtert unnötig das dynamische Regelverhalten (Überschwingen).

4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers

Für den Integralanteil des Drehzahlreglers ist der Kondensator C_I (ca. 100 nF) zuständig (s. Seite 21).

Die Anforderungen an die Dynamik der Verstärker unterscheiden sich beim Betrieb als Drehzahlregler deutlich von denjenigen, die beim Vorhandensein eines übergeordneten Lagereglers benötigt werden:

Im ersten Fall muß die Steifigkeit vom Drehzahlregler erbracht werden, der deswegen eine möglichst große integrale Verstärkung haben muß (C_I muß klein 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 Servoverstärkers an, wobei die integrale Verstärkung wesentlich geringer sein kann, als im ersten Fall. Der Kondensator C_I muß hierzu vergrößert werden. Das Überschwingen des Verstärkers ohne Lageregelung wird hierdurch geringer, die Abbremszeit bis zum Stillstand des Motors ist jedoch etwas länger.

5. Optionen

5.1 Ballastschaltung

Die in Motor und Last gespeicherte Bewegungsenergie wird beim Abbremsen durch den Verstärker in das Netzteil zurückgespeist. Die Energieaufnahme des Siebkondensators reicht für diese Energie bei großem Trägheitsmoment jedoch nicht aus und eine Rückspeisung der Energie in das Netz ist wegen der ungesteuerten Gleichrichterbrücke nicht möglich. Durch das Ansteigen der Zwischenkreisspannung über einen festgesetzten Wert wird die Endstufe freigeschaltet und dies durch Aufleuchten von "LED 2" (rot, Störung) angezeigt. Ist dies der Fall, muß eine Ballastschaltung angeschlossen werden.

Eine Ballastschaltung (Bestellbezeichnung BS0789) mit einer Dauerleistung von 70 Watt ist als Option erhältlich.

Zur Ermittlung der Bremsleistung ist in grober Näherung folgende Formel zu verwenden:

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

mit:

P = Leistung in (W)

J = Massenträgheitsmoment in (kg m²)

n = Drehzahl in (Upm)

T = Periodendauer in (s)

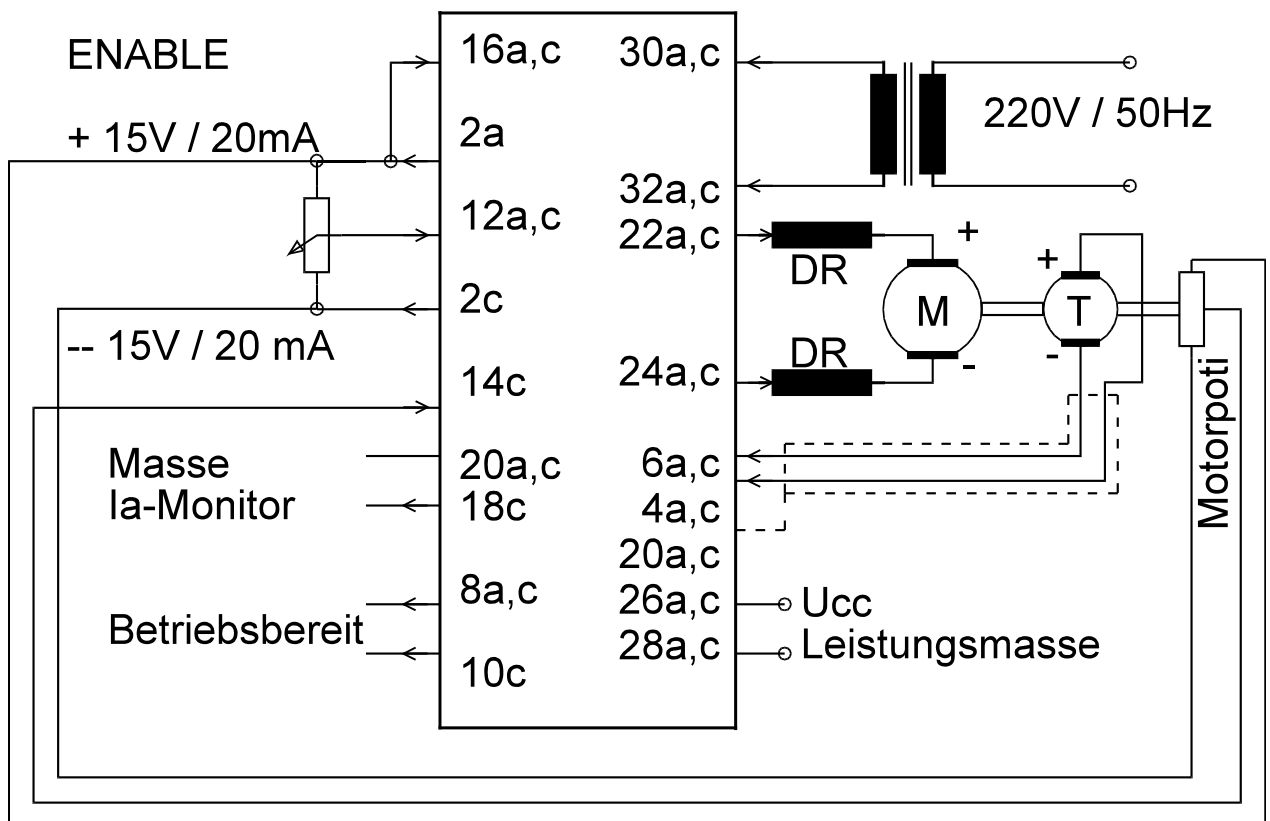
(Zeit vom Beginn eines Bremsvorganges bis zum Beginn des nächsten Bremsvorgangs)



5.2 Verwendung des Geräts als Nachlaufregler

Für einfache Positionieraufgaben (z.Bsp. Drosselklappen- und Ventilverstellungen) können die Geräte der Serie **TRM** auch als Nachlaufregler betrieben werden. Ein (Mehrgang-) Potentiometer auf der Motorachse übernimmt hier die Rückmeldung der Position. Dazu ist allerdings eine Modifikation der Schaltung notwendig, die nur im Werk vorgenommen werden kann. Das Gerät heißt dann **TNRM**. Bei der Verwendung als Nachlaufregler wird der Schleifer des am Motor befindlichen Potentiometers an Pin 14c des Reglers angeschlossen, während der Schleifer des Sollwertpotentiometers an Pin 12c angeschlossen wird. Im übrigen ist die Verschaltung des Geräts gemäß nachfolgendem Anschlußplan vorzunehmen.

Anschlußbild TNRM



5.3 Betrieb mit Inkrementalgeber als Tacho

Anstelle einer Drehzahlrückmeldung mittels Gleichspannungs-Tacho (s.Seite 5) kann mit Hilfe der Zusatzschaltung **IGT/K** der Istwert auch aus den digitalen Signalen eines Inkrementalgebers gewonnen werden. Der **IGT/K** ist dem Grunde nach ein F / U- Wandler, der den speziellen Gegebenheiten angepaßt ist und dessen drehzahlproportionale Ausgangsspannung zur Regelung herangezogen wird. Vor allem bei Lageregelkreisen, in denen ein Inkrementalgeber für die Positionserkennung ohnehin vorhanden ist, verzichtet man aus Platz- und Preisgründen gern auf einen zusätzlichen DC-Tacho.

Auch ein nachträglicher Einbau des **IGT/K** ist möglich - sollte aber in unserem Werk vorgenommen werden (s.Seite 13). Bitte geben Sie uns im Bedarfsfall bekannt, wieviel Inkremente pro Umdrehung der verwendete Geber liefert und wie hoch die maximale Motordrehzahl ist. Eine spezielle Beschreibung steht auf Anforderung zur Verfügung.

Bestellbezeichnung : **IGT/K**

5.4 Busplatinen

Zur Vereinfachung der Verdrahtung sind 2 verschiedene Busplatinen für 19-Zoll Bau- gruppenträger 3 HE erhältlich. Sie ersparen Zeit, erhöhen die Übersichtlichkeit und die Betriebssicherheit.

Die 1.Variante (Bestellbezeichnung : **TRM/BUS-K**) verfügt über einen 16-poligen Dual-In-Line-Stecker für die Signalleitungen und Faston-Stecker für den Motor.

Die 2.Variante (Bestellbezeichnung : **TRM/BUS-S**) hat eine 24-polige Schraubklemmleiste. Bei beiden Versionen ist es möglich, die Trafoanschlüsse und die Anschlüsse für den Zwischenkreis Ucc (bei Parallelschaltung mehrerer Achsen) mittels Schraubbolzen M3 vorzunehmen.



5.5 Bestückungsplan (PC-TRM)



5.6 Massbild

