

TECHNISCHE BESCHREIBUNG

**PULSBREITENMODULIERTER
4-QUADRANTEN SERVOREGLER**

Baureihe

TRF

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 Ausschluß jeder Gewährleistung und Haftung.
- Grundlage für alle mit uns geschlossenen Rechtsgeschäfte sind unsere **"Allgemeinen Geschäftsbedingungen"**.
- Alle Dokumentationen, Zeichnungen, Pläne etc. unterliegen den urheberrechtlichen Bestimmungen. Jede Verwertung, Vervielfältigung, Weitergabe, Verarbeitung und Umgestaltung ohne unsere ausdrückliche Genehmigung ist untersagt.



	Seite
1. Technische Beschreibung	
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	
2.1 Steckerbelegung	10
2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung	11
2.3 Richtige Polung von Motor und Tacho	13
2.4 Eingangsprüfschaltung	13
2.5 Anschlußbild (Vorschlag)	14
3. Inbetriebnahme	
3.1 Voreinstellungen	15
3.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom	15
3.3 Tachooanpassung	16
3.4 EMK-Regelung	16
3.5 Offset-Abgleich	16
4. Optimierung des Regelverhaltens	
4.1 Wechselspannungsverstärkung	17
4.2 Gleichspannungsverstärkung	17
4.3 Tachosiebung	17
4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers	17
5. Optionen	
5.1 Ballastschaltung	18
5.2 Verwendung des Geräts als Nachlaufregler	19
5.3 Betrieb mit Inkrementalgeber als Tacho	20
5.4 Busplatinen	21
5.5 Bestückungsplan Endstufe	22
5.6 Bestückungsplan Regelmodul	23
5.7 Maßbild	24
6. ANHANG: TRFB für Batteriebetrieb	25
6.1 Maßbild	26
6.2 Anschlußbild	27



1. Technische Beschreibung

1.1 Typenübersicht

Gerätebezeichnung	Nennausgangsspannung	Nennstrom	Impulsstrom	Mindestlastinduktivität	Sicherungen
TRF					
24/5	24 Volt	5 A	15 A	0,40 mH	8 A
60/5	60 Volt	5 A	15 A	1,20 mH	8 A
24/10	24 Volt	10 A	20 A	0,40 mH	16 A
50/10	50 Volt	10 A	20 A	1,20 mH	16 A

[Sonderausführung TRFB (für Batteriebetrieb) siehe Anhang]

Empfohlene Trafospannungen für Nennbetrieb :

(Effektivwerte unter Berücksichtigung von +5% Leerlauf-Vollast und +10 % Netzüberspannung)

TRF24/5-15	27 VAC / 6 Amp
TRF60/5-15	54 VAC / 6 Amp
TRF24/10-20	27 VAC /12 Amp
TRF50/10-20	54 VAC /12 Amp

1.2 Technische Daten

* Spannungsbereich des Differenzeingangs	± 10 Volt
* Innenwiderstände der Sollwerteingänge	20 KOhm
* Stellbereich der Eingangsabschwächer	0 - 100 %
* Spannungsbereich des Tachoeingangs (bei $U_{Soll} = \pm 10$ Volt und Nenndrehzahl)	3 - 36 Volt
* Max. Eingangsdrift	± 15 μ V/C
* Bandbreite des unterlagerten Stromreglers	1 KHz
* Taktfrequenz der Endstufe	15 KHz/9,5 KHz
* Ausgangsstrom-Formfaktor mit Mindestlastinduktivität bei Nennstrom und Nennspannung	1,01
* Gesamtwirkungsgrad	93 %
* Hilfsspannung für externe Zusatzschaltungen	+ 15 Volt/50 mA
* Kontaktbelastbarkeit des Betriebsbereit - Melderelais	max. 100 Volt / 100 mA / 10 W

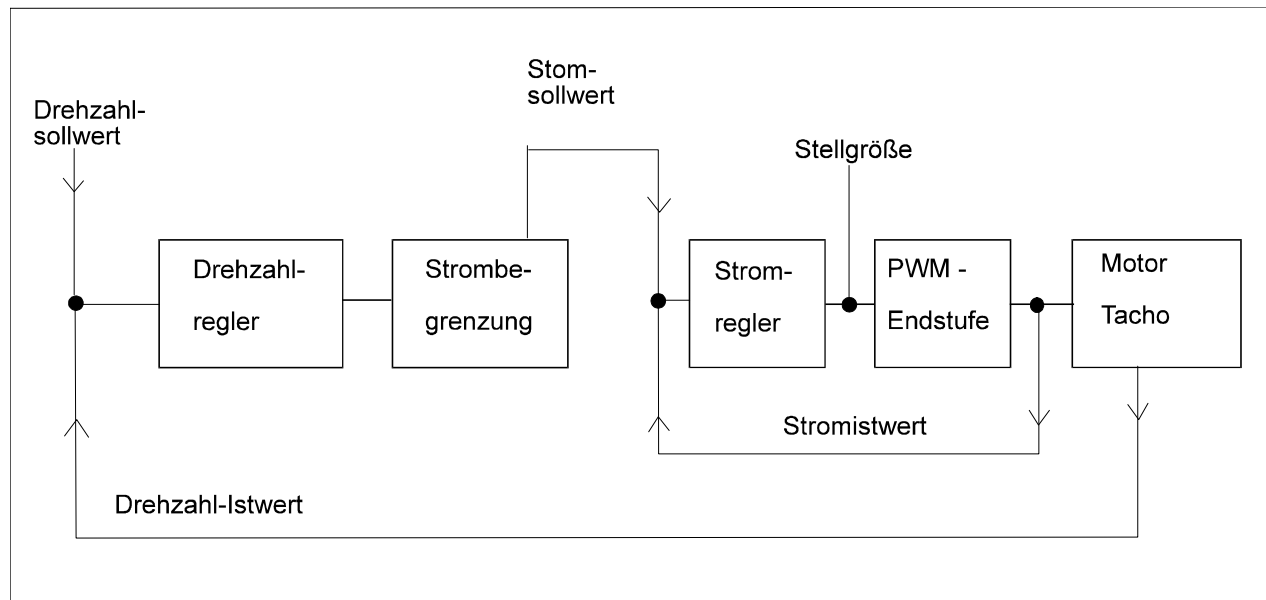
Lieferbare Optionen:

- * Frontplatten
- * Ballastschaltung
- * Inkrementalgeber-Tacho IGT
- * Busplatinen



1.3 Regelprinzip

Die Servoverstärker arbeiten nach dem Prinzip der Drehzahlregelung mit unterlagertem Stromregelkreis. Der Signalfußplan 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 Strombegrenzungen, die zum Schutz von Motor und Verstärker notwendig sind, auf einfache Weise nur durch Begrenzung der Ausgangsspannung des Drehzahlreglers (Stromsollwert) realisiert werden können.

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

1.4 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 Wechsellspannungsversorgung die zum Betrieb des Gerätes benötigte Gleichspannung U_{cc} erzeugt.

Mit dieser Spannung wird die Endstufe versorgt. Gleichzeitig wird die Gleichspannung U_{cc} verwendet, um die Hilfsspannung +15 Volt zu erzeugen, die zur Versorgung des Regelteiles benötigt wird. Das Gerät arbeitet mit nur einer Hilfsspannung von +15 Volt, weshalb eine intern erzeugte Referenzspannung von +7,5 Volt als "fliegende Masse" verwendet wird.

b. Regelteil

Der Drehzahl-Sollwert wird entweder Sollwerteingang 1 oder 2 zugeführt. Bei Verwendung des Differenzverstärkereingangs (1) kann der Sollwert durch ein Potentiometer abgeschwächt werden, während bei Verwendung des Eingangs 2 der Sollwert nicht abgeschwächt werden kann. Dieser Sollwerteingang ist nur zur Drehzahlvorgabe mittels Potentiometer vorgesehen (s. auch Eingangsprüfschaltung). Danach gelangen die Signale auf den Summierpunkt SP1 und können somit ohne gegenseitige Beeinflussung überlagert werden. Vom Summierpunkt SP1 gelangt der Sollwert in die Endschalter - Logik. In diesem Schaltungsteil können in Abhängigkeit der Steuereingänge "Pos.- und Neg.- Stop" positive und / oder negative Sollwerte unterdrückt 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 darauf folgenden Potentiometer P2 werden Tachogeneratoren unterschiedlicher EMK an die Regelung angepaßt.

2. Durch Rückführung der Motorspannung

In diesem Fall wird die Ankerspannung des Motors, die mit der UA - Meßschaltung gemessen wird, als Drehzahlwert benutzt.

3. Mit der Zusatzschaltung IGT

Hier wird aus den digitalen Signalen eines Inkrementalgebers eine drehzahlproportionale Analogspannung gewonnen, die wie das Signal eines DC-Tachos behandelt wird (s.Seite 19).

Mit der Lötbrücke "Tacho/EMK" (s.Seite 22) muß ausgewählt werden, wie der Drehzahl - Istwert eingegeben wird. Werkseitig ist diese Lötbrücke auf "Tacho" eingestellt.



Am Summierpunkt SP2 werden Drehzollsoll- und DrehzahlIstwert 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. 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 $T = 5,6 \text{ s}$, 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 P5**

Diese Strombegrenzung ist allen Begrenzungen nachgeschaltet. Dies bedeutet, daß der an P5 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 $KP = 3,25$ und einer Nachstellzeit $TN = 0,73 \text{ ms}$. 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 15 kHz (bzw. $9,5 \text{ kHz}$ bei der 60 Volt-Version) moduliert wird und daraus die Signale für die Treiberstufe gebildet werden.

Weil Transistoren schneller ein - als ausschalten, ist es notwendig, die Einschaltsignale etwas zu verzögern, um zu verhindern, daß zwei Quadranten der Endstufe 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.



1.5 BLOCKSCHALTBILD



1.6 Übersicht über Anzeigen und Einstellmöglichkeiten

- LED 1 (gelb) : Effektivstrombegrenzung, leuchtet nach Ablauf der Impulsstromphase.
- 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) : Zeigt die Betriebsbereitschaft des Gerätes an. Leuchtet auch bei "Disable"-geschaltetem Verstärker.
- Potentiometer 1 : Spannungsteiler für Sollwertdifferenzeingang (Klemmen 16a, 16c) Stellbereich 0 - 100 %
- Potentiometer 2 : Spannungsteiler für Tachoeingang
- Potentiometer 3 : Effektivstromgrenzwert, Stellbereich 0 - 100 % des gerätespezifischen Effektivstromes
- Potentiometer 4 : Wechselspannungsverstärkung
- Potentiometer 5 : Impulsstrombegrenzung, Stellbereich 0 - 100 % des gerätespezifischen Impulsstromes
- Potentiometer 6 : Offset-Abgleich des Drehzahlreglers
- Potentiometer 7 : EMK- Potentiometer, Regelung mittels zurückgeführter Motorspannung (ohne Tachogenerator Stellbereich 0 - 200%)



2. Anschluß des Gerätes

2.1 Steckerbelegung

2 a	Tacho +
2 c	Tacho -
4 a	Masse
4 c	Disable
6 a	Integral ab
6 c	Pos. Endschalter
8 a	Masse
8 c	Neg. Endschalter
10 a	Masse
10 c	Masse
12 a	Sollwerteingang (Drehzahlvorgabe durch Poti)
12 c	Referenzspannung U ref
14 a	potentialfreier Relaiskontakt "Betriebsbereit"
14 c	potentialfreier Relaiskontakt "Betriebsbereit"
16 a	Sollwertdifferenzeingang (+)
16 c	Sollwertdifferenzeingang (-)
18 a	Masse
18 c	Hilfsspannung +15 V/50 mA
20 a	externe Strombegrenzung (Option s.Seite 10)
20 c	Ausgangsstrom-Monitor [$\pm 5V$ / Imp.strom (gegen 12c)]
22 a	Leistungsmasse
22 c	Leistungsmasse
24 a	Motor (+)
24 c	Motor (+)
26 a	Motor (-)
26 c	Motor (-)
28 a	Trafo
28 c	Trafo
30 a	Trafo
30 c	Trafo
32 a	Ucc Betriebsgleichspannung
32 c	Ucc Betriebsgleichspannung



2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung:

Masse: 0 Volt Bezugspotential

Hilfsspannung + 15 Volt (18c)

An der Klemme 18 c wird eine Hilfsspannung von + 15 Volt zur Verfügung gestellt, die mit maximal 50 mA belastet werden darf. Die Spannungsquelle ist zur Versorgung externer Elektronik geeignet.

Referenzspannung (12 c)

An der Klemme 12 c wird eine Referenzspannung zur Verfügung gestellt. Sie kann zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes 0 bei Sollwertvorgabe mittels Potentiometer benutzt werden.

Sollwerteingang 1 (16a, 16c)

Eingänge des Differenzverstärkers zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Die maximale Differenzspannung darf ± 10 Volt betragen. Die Klemme 16a wirkt positiv gegenüber Klemme 16c.

Sollwerteingang 2 (12a)

Sollwerteingang zur Vorgabe des Drehzahlsollwerts mittels Potentiometer. Die festen Enden des Potentiometers werden an +15 Volt (18c) und Masse (18a) angeschlossen. Der Schleifer des Potentiometers geht an 12a. Zur Vorgabe des Sollwertes 0 Volt muß der Eingang 12a auf die Referenzspannung gelegt werden. Dies geschieht durch einen Umschalter, der den Schleifer des Potentiometers abtrennt und 12c auf 12a legt (s. Eingangsprüfschaltung Seite 12).

Tachoeingang (2a, 2c)

Eingänge zum Anschluß eines Gleichspannungs-Tachogenerators zur Drehzahlrückmeldung. Für Nenndrehzahl bei einem Sollwert von 10 Volt sollte die Tachospannung mindestens 3 Volt und nicht mehr als 36 Volt betragen.

Disable (Endstufenfreigabe, 4c)

Für den normalen Betrieb ist dieser Anschluß auf 0 Volt zu legen. Bei offenem Eingang ist der Motor stromlos.

Externe Strombegrenzung (20a)

An Klemme 20a 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.



Ausgangsstrom-Monitor (20c)

An diesem Ausgang steht ein stromproportionales Analogsignal zur Verfügung, das extern ausgewertet werden kann. Die max. Spannung beträgt ± 5 Volt beim gerätetypischen Impulsstrom (gegen U_{ref} an Klemme 12c gemessen).

Integral Ab - Steuereingang (6a)

Bei Lageregelungen ist das Integralverhalten der Regelung nicht in allen Phasen eines Positioniervorgangs erwünscht. Besonders beim Einlaufen in die Sollposition kann Überschießen auftreten. Der Integralanteil des Drehzahlreglers ist eingeschaltet, wenn der Eingang 6a mit Masse verbunden ist. Um den I-Anteil abzuschalten, muß diese Verbindung geöffnet werden.

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 ist ein Wegdriften des Motors mit großem Drehmoment verhindert (bleibende Regelabweichung).

Positiv Stop - Steuereingang (6c)

Für den Lauf des Motors in positiver Richtung ist die Klemme 6c mit 0 Volt zu verbinden. Bei Unterbrechung dieser Verbindung, wie z.B. durch einen Endschalter (Öffner), werden positive Sollwerte unterdrückt und daher der Motor mit dem eingestellten Impulsstrom abgebremst. Negative Drehzahlen sind weiterhin möglich. Bei aktivierter Stop-Funktion ist der I-Anteil des Reglers abgeschaltet.

Negativ Stop - Steuereingang (8c)

Dieser Eingang hat dieselbe Funktion wie "Positiv Stop", jedoch für negative Sollwerte.

Relaiskontakt "Betriebsbereit" (14a, 14c)

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 (24 a,c und 26 a,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 (28 a,c und 30 a,c)

An diesen Kontakten werden die Sekundäranschlüsse des Transformators angeschlossen. Möglichst extern absichern !



Bei Verwendung eines extrem niederohmigen Trafos (z.Bsp. bei Parallelschaltung mehrerer Achsen) kann ein Einschaltstrombegrenzer notwendig sein, um den Brückengleichrichter nicht zu zerstören.

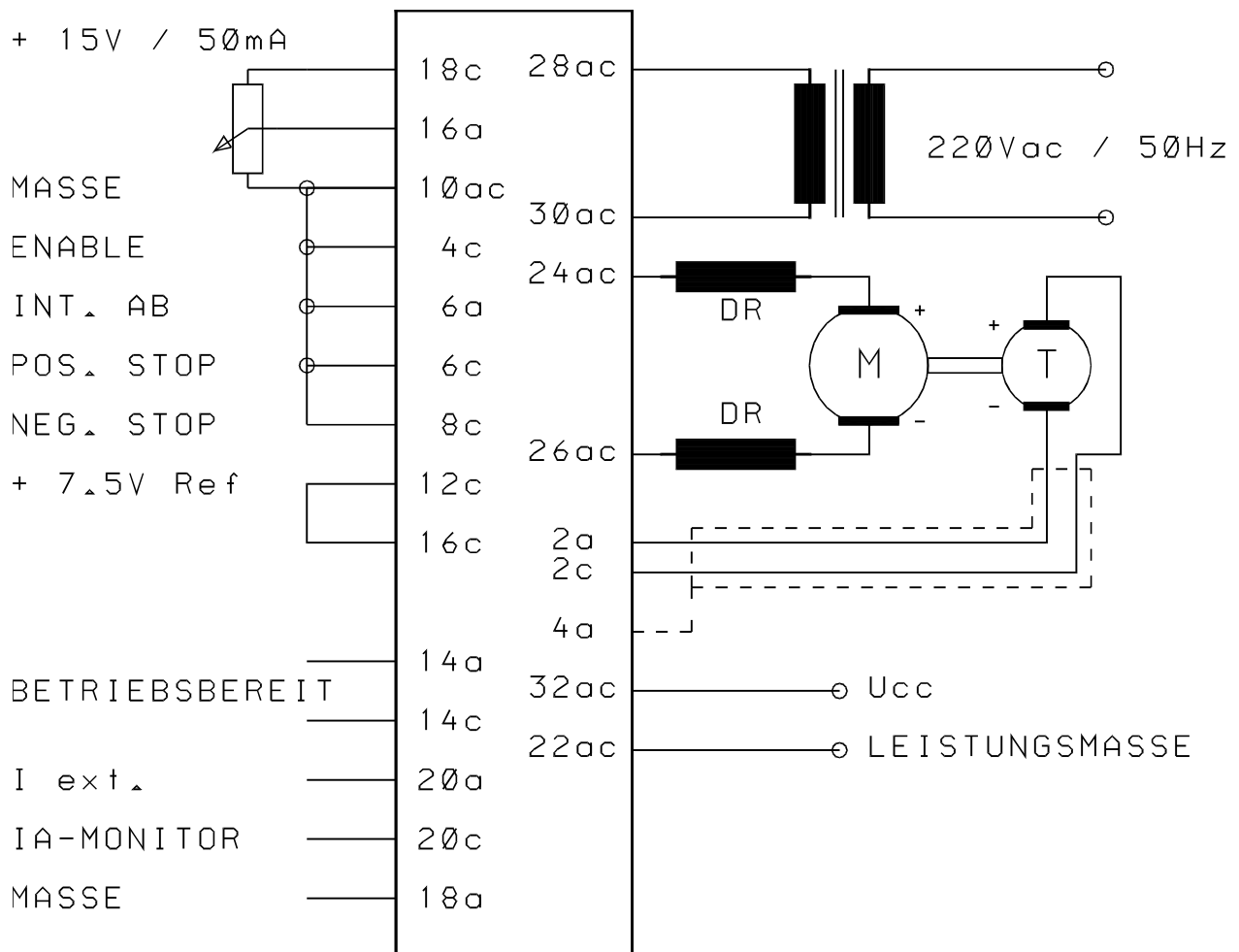
Anschlüsse Ucc (32a,c) 0 Volt (22a,c)

Diese Anschlüsse werden entweder für eine externe Ballastschaltung (s.Seite 17), oder in den Fällen, in denen eine Gleichspannungseinspeisung gewünscht ist, verwendet.

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 24 a,c eine gegenüber den Klemmen 26 a,c positive Spannung zu messen sein. Ebenso muß die Tachospaltung an Klemme 2c positiv gegenüber Klemme 2a sein. Stimmt die Polung von Motor oder Tacho nicht, so müssen die betreffenden Anschlußleitungen vertauscht werden.

2.4 Eingangsprüfschaltung



2.5 Anschlußbild (Vorschlag)



3. Inbetriebnahme

3.1. Voreinstellung

Vor dem ersten Einschalten sollten die Potentiometer voreingestellt werden, um bei Verdrahtungsfehlern Schäden an Motor und Maschine zu vermeiden.

- * Eingangsabschwächer (P1) auf Rechtsanschlag
- * Tachopoti P2 auf Linksanschlag
- * Verstärkungspoti P4 auf Linksanschlag
- * Impulsstrompoti P5 auf Linksanschlag und Effektivstrompoti P3 auf etwa 1/3 vom Linksanschlag
- * Poti P7 (EMK) auf Linksanschlag
- * Offset-Poti P6 etwa auf Mittelstellung

Mit Lötbrücke "Tacho/EMK" (s.Seite 22) die gewünschte Betriebsart auswählen. Beim nun folgenden Einschalten darf zunächst kein Sollwert vorgegeben werden. Der Motor muß nach dem Einschalten Haltemoment entwickeln und darf nur wenig driften. Werden dann kleine Sollwerte vorgegeben, muß der Motor folgen.

Falls der Motor unkontrolliert wegläuft, nochmals Tachokreis auf falsche Polung, Kurzschluß oder Leitungsunterbrechung hin untersuchen. Anschließend sollte die Funktion der Endschalter (Pos. und Neg. Stop), falls vorhanden, durch langsames Anfahren überprüft werden.

3.2. Einstellung von Impuls- und Effektivstrom

Zur genauen Einstellung des Impulsstromes kann entweder der Sollwert 0 Volt vorgegeben und der Motor von Hand aus der Nullage gedreht, oder der Motor blockiert und ein konstanter Sollwert vorgegeben werden. Dann das Potentiometer P5 auf den gewünschten Impulsstrom einstellen. Falls die I²- Strombegrenzung anspricht, ist für ca. 20 Sekunden zur Erholung des Gerätes der Disable-Eingang (4c) zu öffnen; beim erneuten Schließen kann die Einstellung fortgesetzt werden.

Nach Ablauf der Impulsstromphase wird der Strom selbsttätig auf den Effektivstrom, einstellbar an P3, reduziert. Zur Einstellung P3, immer stückweise und ohne zu zögern, verstellen. Nach einer kurzen Anpassungszeit, in der der Strom entweder 0 oder I_{Imp} 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.



3.3 Tachoanpassung

Zur Einstellung der max. Drehzahl wird ein Sollwert von 10 Volt oder ein bestimmter Prozentsatz hiervon auf einen Sollwerteingang gegeben. Mit dem Tachopoti P2 wird nun die gewünschte Enddrehzahl, oder davon der gleiche Prozentsatz wie beim Sollwert, eingestellt. Sollte durch diese Einstellung kein stabiles Regelverhalten zu erzielen sein, so empfiehlt es sich, das Tachopoti P2 weiter nach rechts zu drehen (höhere Drehzahl) und die gewünschte Enddrehzahl dann mit dem Eingangsabschwächer P1 einzustellen (nur bei Verwendung des Differenzeingangs sinnvoll).

Bei einer Tachospannung von weniger als 3 Volt bei Nenndrehzahl reicht der Stellbereich von P2 nicht aus. In diesem Fall bleibt P2 auf Linksanschlag und die zu hohe Drehzahl wird durch Linksdrehen des Sollwertes (P1) korrigiert.

3.4 EMK - Regelung

Steht zur Drehzahlregelung kein Tachogenerator zur Verfügung, so muß die Brücke "Tacho/EMK" (s.Seite 22) auf EMK-Regelung umgelötet werden. In diesem Fall kann dann die gewünschte Maximaldrehzahl bei einer Sollwertvorgabe von 10 Volt mit dem EMK-Poti P7 eingestellt werden.

3.5 Offset - Abgleich

Nachdem alle vorangegangenen Einstellungen vorgenommen wurden, muß jetzt noch der Offset-Abgleich durchgeführt werden. Dazu wird wieder der Sollwert 0 Volt vorgegeben und mit P6 ein etwaiges Wegdriften der Motorwelle beseitigt.

Zur genaueren Einstellung des Offsets kann die Tachospannung an den Klemmen 2a und 2c mit einem Voltmeter (auf kleinsten Meßbereich schalten) gemessen und auf 0 Volt abgeglichen werden.



4. Optimierung des Regelverhaltens

4.1 Wechselspannungsverstärkung

Bei den allermeisten Anwendungen beschränkt sich die Optimierung auf die Einstellung der Wechselspannungsverstärkung am Potentiometer P4. Hierzu den Motor an die Last ankuppeln und einen Sollwert von 0 Volt vorgeben. Potentiometer P4 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 auf den Lötposten befindliche Widerstand R60 (ca.330 Ohm) vorgesehen. Mit größer werdendem Widerstand nimmt die Steifigkeit ab. Die statische Steifigkeit ist nicht zu verwechseln mit der an P4 einstellbaren dynamischen Steifigkeit (Wechselspannungsverstärkung).

4.3 Tachosiebung

Zur Filterung des Tachosignals ist der Kondensator C18 vorgesehen mit ca. 100 nF. Er befindet sich ebenfalls auf Lötposten. 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 P4 nicht beseitigt werden können, liegt eine solche Oszillation durch Torsionsresonanz vor. Zu ihrer Unterdrückung ist der Kondensator C18 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 auf Lötposten befindliche Kondensator C24 (ca. 47 nF) zuständig.

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 (C24 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 C24 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.

Bei den Geräten der Serie **TRF24...50/10-20** ist diese Ballastschaltung standardmäßig integriert.

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 **TRF** 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 **TNRF**. Bei der Verwendung als Nachlaufregler wird der Schleifer des am Motor befindlichen Potentiometers an Pin 16a des Reglers angeschlossen, während der Schleifer des Sollwertpotentiometers an Pin 16c angeschlossen wird. Im übrigen ist die Verschaltung des Geräts gemäß nachfolgendem Anschlußplan vorzunehmen.

Anschlußbild TNRF



5.3 Betrieb mit Inkrementalgeber als Tacho

Anstelle einer Drehzahlrückmeldung mittels Gleichspannungs-Tacho (s.Seite 5) kann mit Hilfe der Zusatzschaltung **IGT** der Istwert auch aus den digitalen Signalen eines Inkrementalgebers gewonnen werden. Der **IGT** 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** ist möglich - sollte aber in unserem Werk vorgenommen werden. 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**



5.4 Busplatinen

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

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

Die 2.Variante (Bestellbezeichnung : **TRF/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 Stehbolzen M3 vorzunehmen.

5.5 Bestückungsplan Endstufe

(PC-ES688)



5.6 Bestückungsplan Regelmodul

(PC-UR687)



5.7 Maßbild



6. TRFB Version für Batteriebetrieb

Speziell für Anwendungen in Elektrofahrzeugen (FTS -Transportsysteme, Reinigungsmaschinen, Kommunalfahrzeuge, Rettungsfahrzeuge, Krankenfahrstühle etc.) wurde die Version **TRFB** konzipiert. Sie unterscheidet sich von der Standardversion im Wesentlichen nur durch Wegfall der Gleichrichtung für die Zwischenkreisspannung und durch eine stärkere Leistungsstufe mit entsprechendem Kühlkörper. Da sonst alle Merkmale identisch sind, kann auf eine spezielle Beschreibung verzichtet werden.

Zu beachten ist natürlich, daß die Trafoanschlüsse (28a,c und 30a,c) unbeschaltet bleiben und die Batteriegleichspannung den Anschlüssen 32a,c (für + Batterie) und 22a,c (für - Batterie) zugeführt wird.

Ballastschaltungen können entfallen, weil die Bremsenergie in die Batterie zurückgespeist wird.

Technische Daten:

Abgegebene Leistung	480	Watt
Nennstrom I_{eff}	10	Amp.
Impulsstrom I_{imp}	20	Amp.
Nennspannung	48	V
Versorgungsspannung	19 bis 72	VDC
Wirkungsgrad	93	%
Taktfrequenz	9,5	KHz
Mindestlastinduktivität (bei I_{eff})	0,8	mH
Sollwerteingänge (Differenzverstärker)	± 10	V
Spannungsbereich des Tachoeingangs (bei $U_{Soll} = \pm 10$ V und Nenndrehzahl)	3 - 36	V
Bandbreite Stromregler	1	KHz
Restspannungsabfall in der Endstufe (bei I_{eff})	1	V
Hilfsspannung für externe Verbraucher	+ 15 V/max. 50	mA
Anschlüsse	1x Steckverbinder	DIN 41612-D32
Abmessungen	160 x 100 x 46	mm
Gewicht	600	gr

Änderungen, insbesondere zur technischen Verbesserung unserer Produkte, behalten wir uns - auch ohne vorherige Ankündigung - vor. Es gelten unsere "Allgemeine Geschäftsbedingungen".



6.1 Maßskizze und Anschlußbild



6.2 Anschlußbild TRFB

