

TECHNISCHE BESCHREIBUNG

PULSBREITENMODULIERTER
4-QUADRANTEN SERVOREGLER

Baureihe
TRA

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.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Technische Beschreibung	
1.1 Allgemeine Einführung	
1.2 Typenübersicht	3
1.3 Technische Daten	3
1.4 Das Regelprinzip	4
1.5 Funktionsbeschreibung	5
1.6 Blockschaltbild	7
1.7 Übersicht Anzeigen und Einstellmöglichkeiten	8
1.8 Frontansicht	
2. Anschluß des Gerätes	
2.1 Steckerbelegung	9
2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung	10
2.3 Richtige Polung von Motor und Tacho	11
2.4 Eingangsprüfschaltung	12
2.5 Anschlußbild (Vorschlag)	12
2.6 Leitungsführung	13
3. Inbetriebnahme	
3.1 Voreinstellungen	14
3.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom	14
3.3 Tachoanpassung	15
3.4 EMK-Regelung	15
3.5 Offset-Abgleich	15
4. Optimierung des Regelverhaltens	
4.1 Wechselspannungsverstärkung	16
4.2 Gleichspannungsverstärkung	16
4.3 Tachosiebung	16
4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers	16
ANHANG: Bestückungspläne	
Grundplatine TRA	
Drehzahlregelmodul TRA-D	

1. Technische Beschreibung

1.1 Allgemeine Einführung

4 Quadranten Servoregler für 2 Motorachsen

Die Geräte der Baureihe **TRA** bestehen aus 2 unabhängig voneinander arbeitenden Servoreglern für permanenterrregte Gleichstrommotoren, die am gleichen Zwischenkreis betrieben werden.

Auf einer Doppelleuropakarte befinden sich beide Regler, das gemeinsame Leistungsnetzteil und ein Schaltnetzteil zur Elektronikversorgung für beide Achsen. Dadurch sind sehr wirtschaftliche Lösungen in Bezug auf Kosten, Platz und Energiebedarf möglich. Die Einsatzmöglichkeiten liegen besonders bei den Anwendungen, wo zwei oder mehr Achsen benötigt werden, also z.B. X-Y-Antriebe oder Wickelautomaten. Das Gerät kann als reiner Stromregler oder durch Ergänzung mit einem Steckmodul auch als Drehzahlregler mit Tachorückführung bzw. EMK/IxR-Regelung geliefert werden. Der Einsatz von SMD-Technik und Power-MOSFETs garantieren guten Wirkungsgrad und kompakten Aufbau. Die Einbaubreite beträgt nur 8 TE.

Die Geräte sind kurz- und masseschlußfest und besitzen alle üblichen Steuer-, Schutz- und Überwachungsmöglichkeiten. Nennspannungen von je 60V und 120V und Nennströme von je 6A und 12A sind realisierbar. Zum Beschleunigen und Bremsen steht der 2,5-fache Impulsstrom für ca. 3 sec zur Verfügung.

1.2 Typenübersicht

Gerätebezeichnung	Nennausgangsspannung	Nennstrom	Impulsstrom	Mindestlastinduktivität	Sicherungen
TRA60/6DD	60 Volt	6 A	15 A	0,8 mH	16 A
TRA60/12DD	60 Volt	12 A	30 A	0,4 mH	25 A
TRA120/5DD	120 Volt	5 A	10 A	1,6 mH	16 A
TRA120/10DD	120 Volt	10 A	20 A	0,8 mH	25 A
TRAB48/12DD	48 Volt	12 A	30 A	0,4 mH	25 A



Alle Geräte sind auch als reine Stromregler zu beziehen. Dann ändert sich die Bezeichnung von **TRA...DD** auf **TRA...DS**. Das erste "D" steht für Doppelregler, das Zweite für Drehzahlregler bzw. bei "S" für Stromregler.

Empfohlene Trafospaltungen für Nennbetrieb :

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

TRA60/6D..	52 V, 3~AC/ 9 Amp
TA60/12D..	52 V, 3~AC/ 18 Amp
TRA120/5D..	95 V, 3~AC/ 7,5 Amp
TRA120/10D.	95 V, 3~AC/ 15 Amp

1.3 Technische Daten

* minimale Zwischenkreisspannung	(30) 60 VDC
* Maximale Zwischenkreisspannung	(85) 170 VDC
* Taktfrequenz der Endstufe	9 KHz
* Frequenz der Stromwelligkeit	18 KHz
* Bandbreite des unterlagerten Stromreglers	1 KHz
* Max. Eingangsdrift	± 21 µV/°C
* Mindestlastinduktivität	s. Typenübersicht
* Gesamtwirkungsgrad	ca. 93 %
* Ausgangsstrom-Formfaktor	1,001
<small>(mit Mindestlastinduktivität bei Nennstrom und Nennspannung)</small>	
* Spannungsbereich des Differenzeingangs	± 10 V
* Innenwiderstand des Sollwerteingangs	20 KOhm
* Eingangsschwächung über Widerstand R_E	0 - 100 %
* Spannungsbereich des Tachoeingänge	
<small>(bei U_{Soll} = ± 10 Volt und Nenndrehzahl)</small>	
bei R_E = 20 KOhm	14,5 bis 86 V
bei R_E = 10 KOhm	7,25 bis 43 V
bei R_E = 3,3 KOhm	3,4 bis 20,2 V
* Hilfsspannung für externe Zusatzschaltungen	± 15 V / 50 mA
* Betriebsbereit-Melderelais	max. 100 V / 100 mA
* I ² T-Meldung (open-collector-Ausgang)	+15 V / 50 mA
* Ankerstrom-Monitor (Ausgang)	1 V = 10 %
<small>(des gerätespezifischen Impulsstroms)</small>	
* Enable (Eingang)	aktiv bei 12 V - 35 V

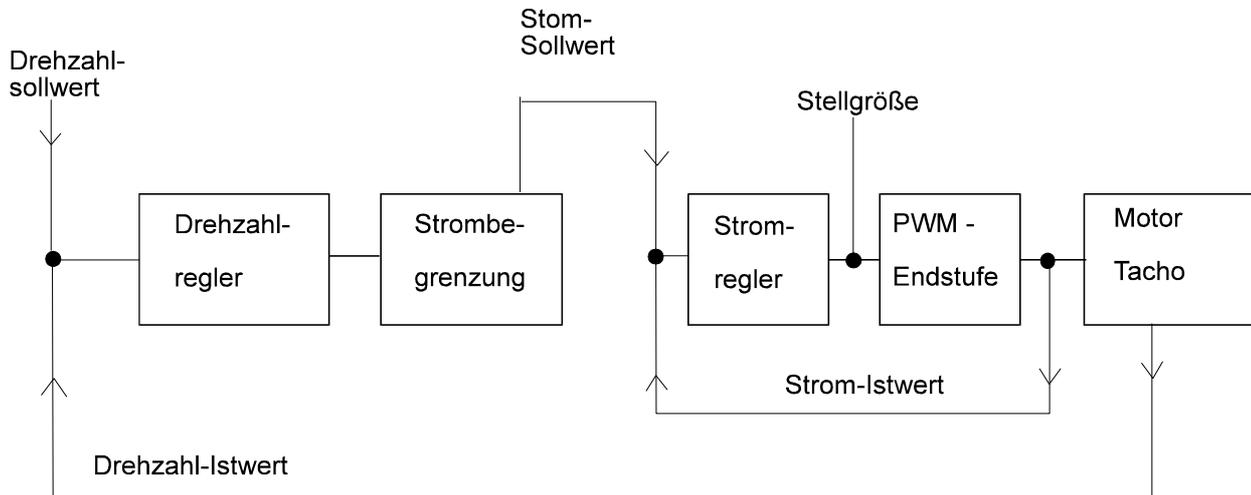
Lieferbare Optionen:

* Frontplatte	* Ballastschaltung
* Busplatinen	* Stromregelung



1.4 Regelprinzip

Die Servoverstärker TRA 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 **TRA** so modifiziert werden, daß es nur als Stromregler arbeitet - fragen Sie bei Bedarf bitte unsere Techniker.

1.5 Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild

a. Spannungsversorgung

Die Funktionen der Verstärker soll hier anhand eines Blockschaltbildes erläutert werden. (s.Seite 8) 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 $\pm 15\text{ V}$ mittels Schaltnetzteil zu erzeugen, die zur Versorgung des Regelteiles benötigt wird.

b. Regelteil

Der Drehzahl-Sollwert wird dem Differenzeingang zugeführt und kann mittels R_E (s.Seite 22) in verschiedenen Bereichen voreingestellt werden. Zur Gewinnung des Drehzahl-Istwertes stehen zwei 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 "EMK"- und IxR-Kompensation

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 beiden Lötbrücken Tacho/IxR (rechts und links unter dem Steckmodul **TRA-D**) muß ausgewählt werden, wie der Drehzahl-Istwert eingegeben wird. Werkseitig sind die entsprechenden Lötbrücken auf Tachobetrieb eingestellt. (s.Seite 22)

Am Summierpunkt SP1 werden Drehzahlsoll- und Drehzahlwert 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 P1A (P1B)**

Diese Strombegrenzung ist allen Begrenzungen nachgeschaltet. Das bedeutet, daß der an **P1** eingestellte Impulsstrom in keinem Fall überschritten werden kann.

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

Der Stromregler erzeugt aus dem Vergleich von Stromsoll- und Istwert die Stellgröße für die Vierquadranten-Endstufe. Der Stromregler ist ein PI-Regler mit einer Proportionalverstärkung $K_P = 3,12$ 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.

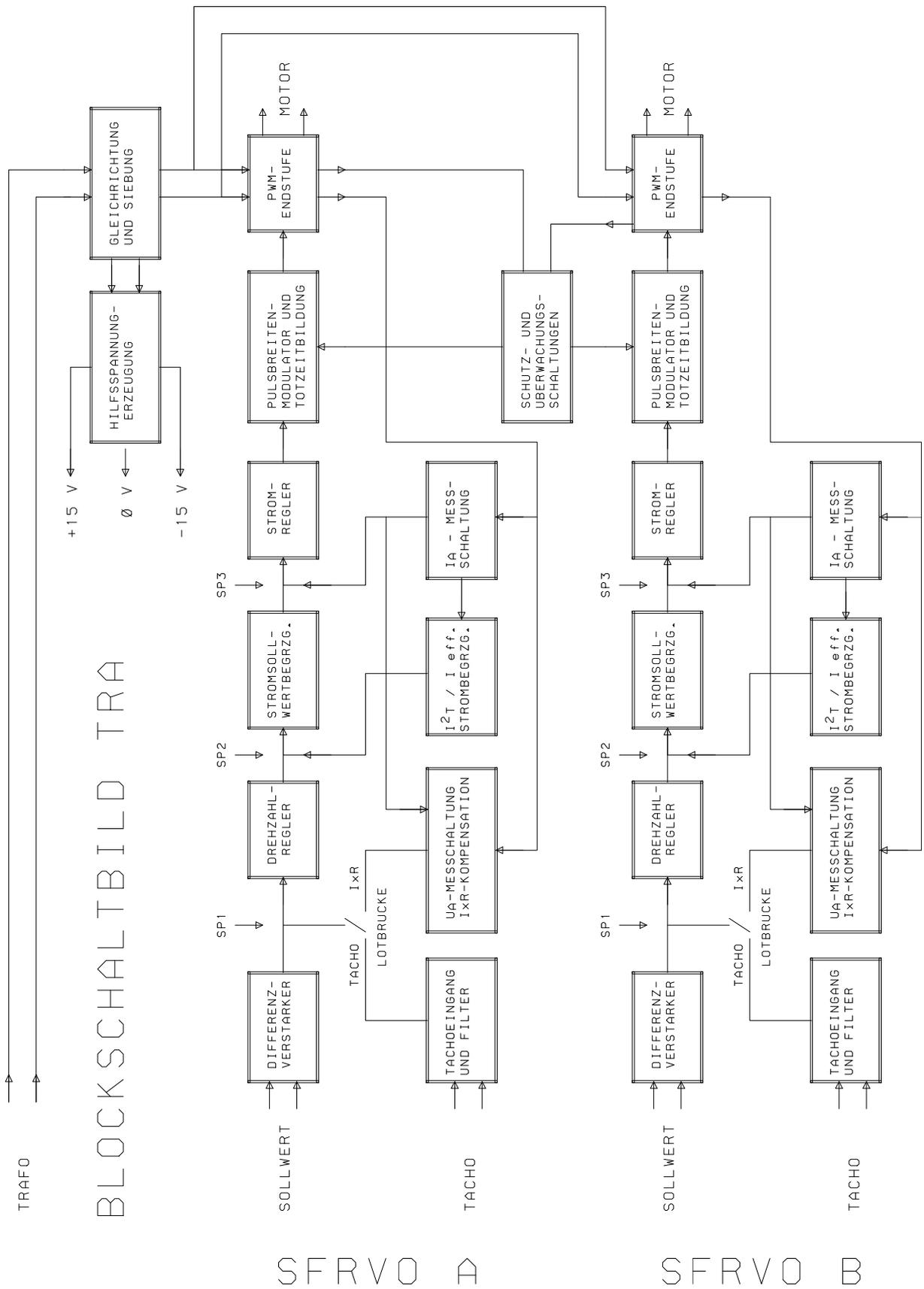
Weil Transistoren schneller ein - als ausschalten, ist es notwendig, die Einschaltsignale etwas zu verzögern, um zu verhindern, daß zwei Quadranten der Endstufe gleichzeitig leitend sind. Diese Signalverzögerung wird in der Totzeitbildung realisiert.

c. Treiber und Endstufe

Die Treiberstufe verstärkt die vom Pulsbreiten-Modulator kommenden Signale. Sie ist so aufgebaut, daß eine optimale Ansteuerung der Endstufe erfolgt. Dadurch wird in jedem Betriebsfall ein verlustarmes und sicheres Arbeiten der Endstufe ermöglicht, deren MOSFET-Schalter die von der Treiberstufe zur Verfügung gestellten Signale in Leistung umsetzt.



1.6 BLOCKSCHALTBIKD



1.7 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 (gelb) : Effektivstrombegrenzung (I_{eff}), Verstärker A, leuchtet nach Ablauf der Impulsstromphase.
- LED 4 (gelb) : Gleiche Funktion wie LED 3, nur für Verstärker B.

Verstärker A:

- Potentiometer 1A : Impulsstrombegrenzung Stellbereich 10 - 100% des gerätespezifischen Impulsstroms
- Potentiometer 2A : Effektivstromgrenzwert, Stellbereich 0 - 100% des gerätespezifischen Effektivstroms
- Potentiometer 5A : Spannungsteiler für Tachoeingang
- Potentiometer 6A : Offset-Abgleich des Drehzahlreglers
- Potentiometer 7A : Wechselspannungsverstärkung des Drehzahlreglers
- Potentiometer 8A : EMK-Potentiometer, Regelung mittels zurückgeführter Motorspannung (Stellbereich 1 : 4,3)

Verstärker B:

Die Potis des Verstärkers "B" haben die gleichen Funktionen wie die des Verstärkers "A". Sie tragen lediglich den Zusatzbuchstaben "B".

Anmerkung:

Die Potis P5A-P8A und P5B-P8B befinden sich auf dem Steckmodul "TRA-D" (Drehzahlregelung). Wenn das Gerät als Stromregler verwendet wird, sind diese Potis nicht vorhanden.



1.8 Frontansicht

LED 1: Betriebsbereit
 LED 2: Störung
 LED 3: I²t (A)
 LED 4: I²t (B)

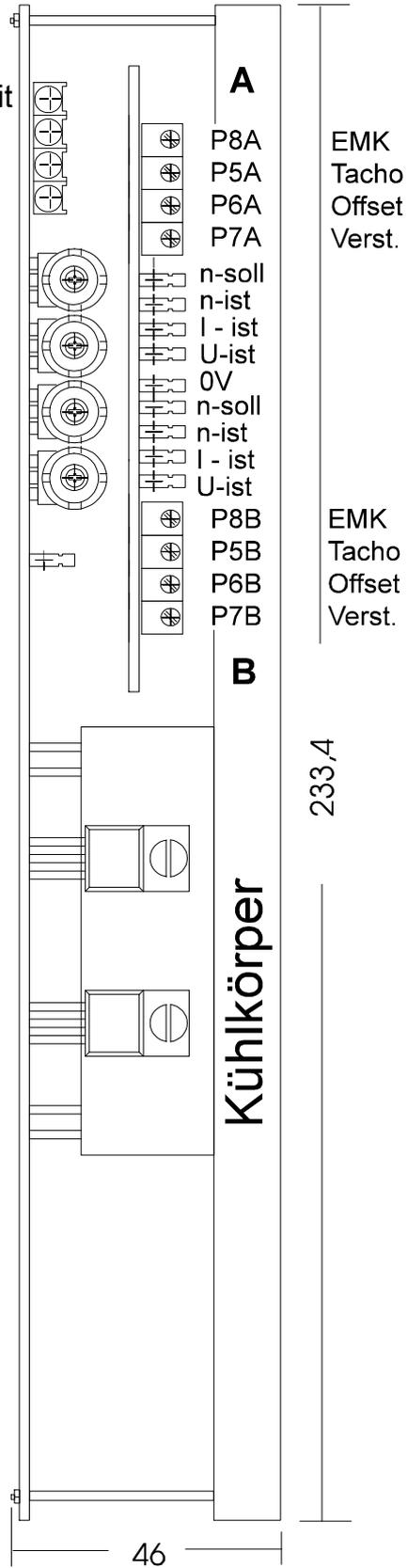
P1A I-Impuls (A)

P2A I-Effektiv (A)

P1B I-Impuls (B)

P2B I-Effektiv (B)

0 V



2. Anschluß des Gerätes

2.1 Steckerbelegung

ST2 Signalstecker DIN41612 -D32

2 a	Eingang A (+)
2 c	Eingang A (-)
4 a,c	0 V
6 a	I_A - Monitor A
6 c	U_A - Monitor A
8 a	0 V
8 c	I ² t-Meldung A
10 a	Tacho A (+)
10 c	Tacho A (-)
12 a	0 V
12 c	+ 15 V
14 a	0 V
14 c	- 15 V
16 a	Tacho B (+)
16 c	Tacho B (-)
18 a	+ 15 V
18 c	Enable A
20 a	+ 15 V
20 c	Enable B
22 a	Eingang B (+)
22 c	Eingang B (-)
24 a,c	0 V
26 a	I_A - Monitor B
26 c	U_A - Monitor B
28 a	0 V
28 c	I ² t-Meldung B
30 a,c	NC (frei)
32 a	Betriebsbereit (potentialfreier Reedkontakt
32 c	Betriebsbereit für beide Achsen gemeinsam)



ST1 Leistungsstecker H15 DIN41612

4	Motor B (+)
6	Motor B (-)
8	Motor A (+)
10	Motor A (-)
12	
14	0 Volt Masse
16	
18	
20	AC-Versorgung
22	
24	AC-Versorgung (nur bei Drehstrom)
26	
28	AC-Versorgung
30	
32	+ U _{CC}

2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung:

Angaben für Verstärker B sind in eckige Klammern gesetzt.
Masse: 0 Volt Bezugspotential

ST2 Signalstecker D32**Hilfsspannung ± 15 Volt (12c - 14c)**

An der Klemme 12c wird eine Hilfsspannung von + 15 V und an 14c von - 15 V für externe Verbraucher mit einer Stromaufnahme von max. 50 mA zur Verfügung gestellt.

Sollwerteingang (2a - 2c) [22a - 22c]

Eingänge der Differenzverstärker zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Die maximale Differenzspannung darf ± 10 V betragen. Die Klemme 2a [22a] wirkt positiv gegenüber Klemme 2c [22c].



Tachoeingang (10a - 10c) [16a - 16c]

Eingang zum Anschluß von Gleichspannungs-Tachogeneratoren zur Drehzahlrückmeldung. Für Nenndrehzahl bei einem Sollwert von 10 V sollte die Tachospaltung mindestens 3,5 Volt und nicht mehr als 86 Volt betragen. Die Bereiche sind mit dem Festwiderstand R_E festzulegen (s.Seite 18)

Enable (Endstufenfreigabe) (18c) [20c]

Für den normalen Betrieb ist dieser Anschluß mit einer Spannung zwischen 12 und 35 V zu verbinden. Bei einer Spannung unter 4 V und bei offenem Eingang ist die Endstufe "disable" und der Motor stromlos. Der Bereich zwischen 4 V und 12 V ist nicht definiert.

Ankerstrom-Monitor (6a) [26a]

An diesen Ausgängen steht ein stromproportionales Analogsignal zur Verfügung, das extern ausgewertet werden kann. Die max. Spannung beträgt ± 10 V beim gerätetypischen Impulsstrom.

Ankerspannungs-Monitor 6c [26c]

Diese Ausgänge liefern eine zur Ankerspannung des Motors proportionale Spannung. Bei den 60 V-Geräten ist der Monitor auf 6 V bei 60 V EMK normiert. Bei den 120 V-Geräten liefert der Monitor 10 V bei 120 V EMK.

Relaiskontakt "Betriebsbereit" (32a - 32c)

Potentialfreier Relaiskontakt, der die Betriebsbereitschaft des Gerätes meldet. Dieser Kontakt ist bei betriebsbereitem Gerät geschlossen und wird nicht von der Enable-Funktion beeinflusst. Bei Störung (LED 2 leuchtet) ist der Kontakt offen. Diese Funktion ist nur einmal vorhanden, wird also von beiden Achsen gemeinsam gesteuert.

ST1 Leistungsstecker H15**Motoranschlüsse (8 und 10) [4 und 6]**

Dies sind die Ausgangsklemmen der Endstufen an denen die Motoren angeschlossen werden.

Trafoanschlüsse (18/20 - 22/24 - 26/28)

An diesen Kontakten werden die Sekundäranschlüsse des Transformators angeschlossen. Diese Anschlüsse müssen extern abgesichert werden. Bei Verwendung eines Einphasentransformators müssen die Anschlüsse 18/20 und 26/28 verwendet werden. Es ist darauf zu achten, daß die Trafoanschlüsse an jeweils beiden Kontakten angeschlossen werden.

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

Anschlüsse U_{CC} (30, 32)
0 Volt (12, 14, 16)

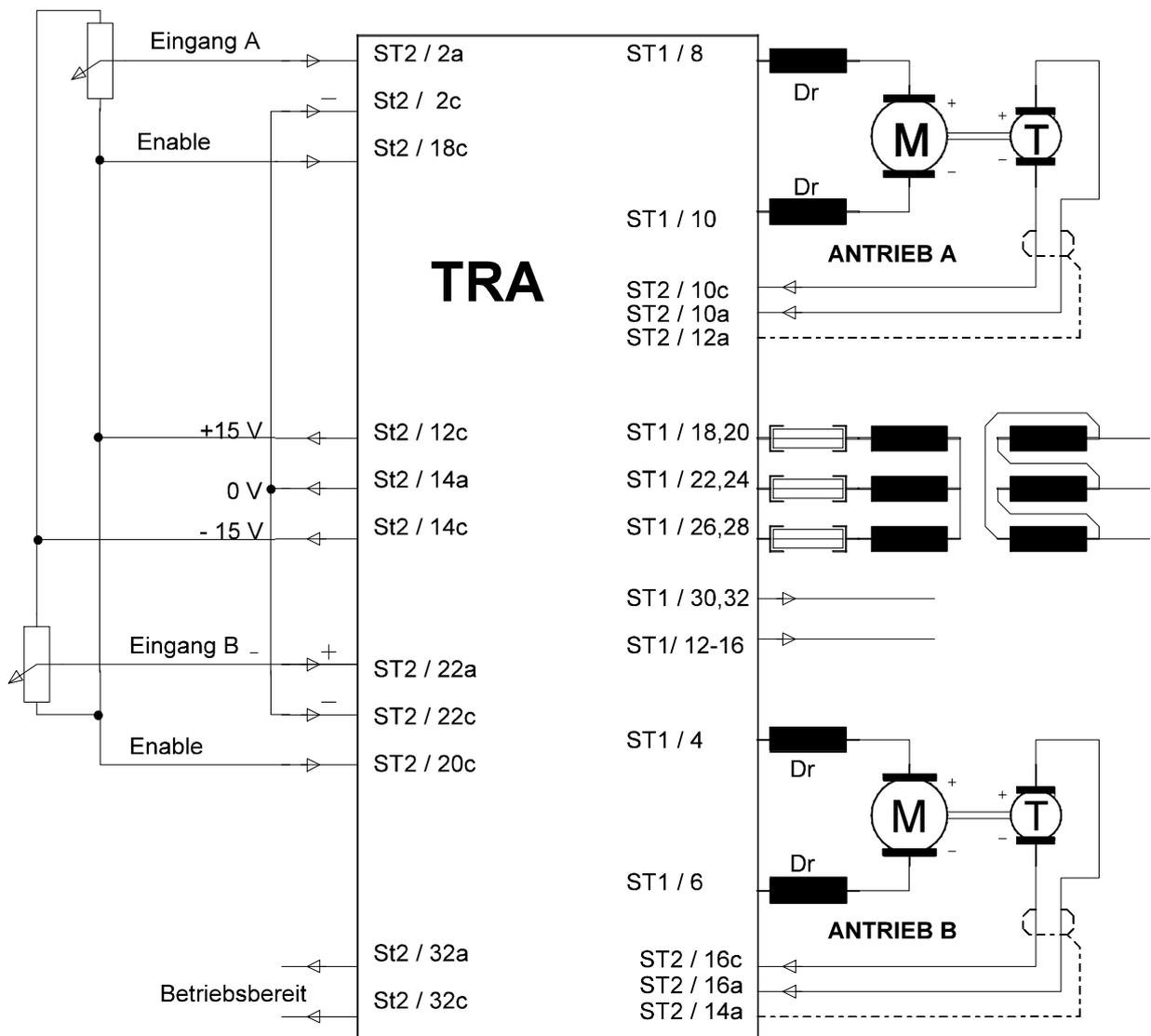


Diese Anschlüsse werden entweder für eine externe Ballastschaltung (als Option erhältlich), oder in den Fällen, in denen eine Gleichspannungseinspeisung gewünscht ist, verwendet.

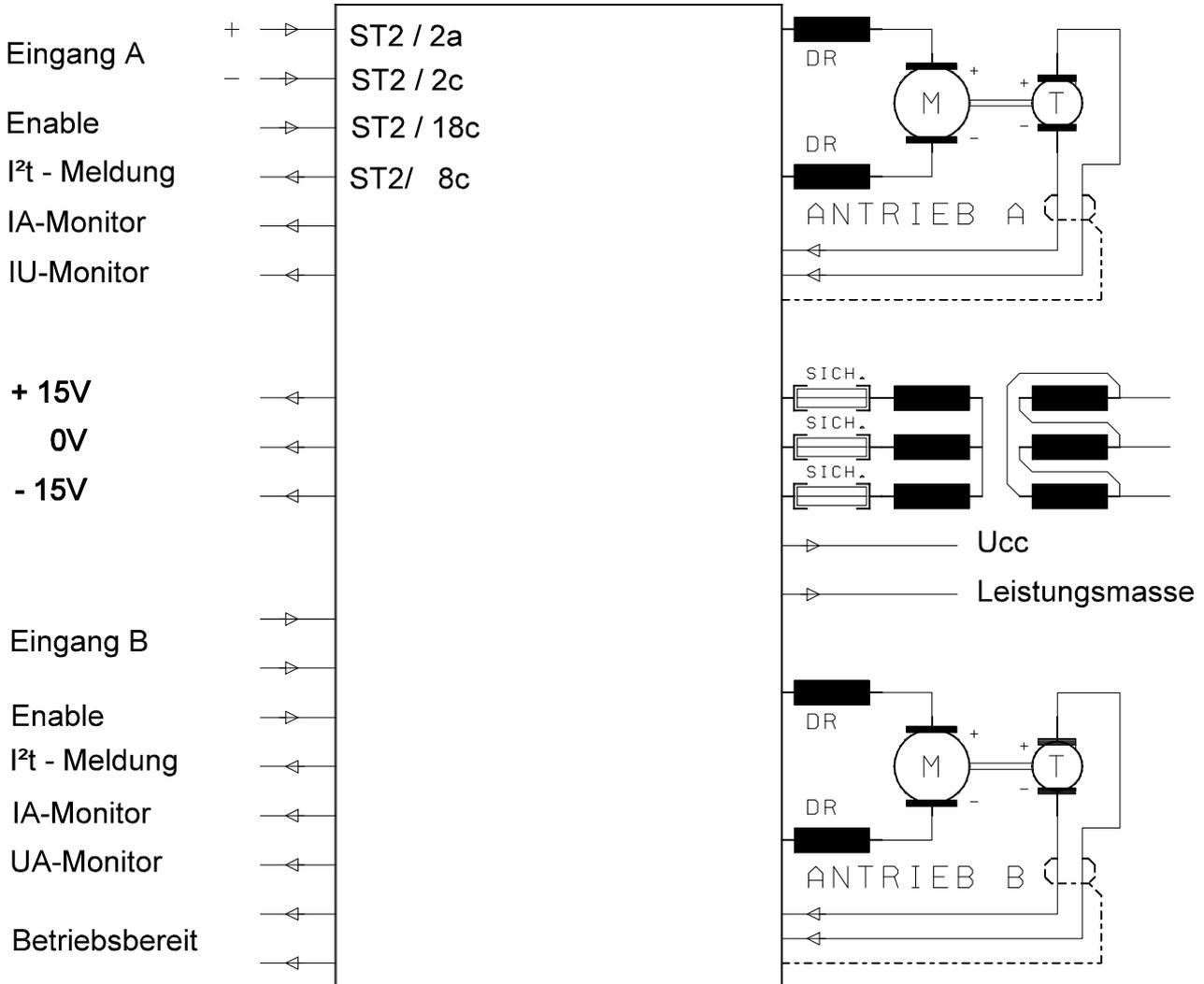
2.3 Richtige Polung von Motor und Tacho

Verdreht man bei ausgeschaltetem Gerät von Hand die Motorwelle in die als positiv definierte Richtung, so muß an den Klemmen 8 [4] eine gegenüber den Klemmen 10 [6] positive Spannung zu messen sein. Ebenso muß die Tachospaltung an Klemme 10a [16a] positiv gegenüber Klemme 10c [16c] 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 Leitungsführung

Zur Vermeidung von Funktionsstörungen oder Folgeschäden bei Masse- oder Erdschlüssen müssen Motorgehäuse und die Kerne eventuell vorhandener externer Speicherdrosseln niederohmig gegen die Leistungsmasse (ST1/12,14,16) geerdet sein.

Bei Nichtbeachten dieser Vorschrift muß bei Masseschlüssen am Ausgang mit schweren Schäden an allen Verstärkerbaugruppen und der Steuerung gerechnet werden, falls diese auf Erdpotential arbeitet.

Steuerung und Servoverstärker müssen auf dem gleichen Potential (meist Erdpotential) liegen. Falls die Steuerung (z.B. eine einfache Batterie-Box) nicht selbst geerdet ist, darf die Abschirmung des Steuerkabels für den Potentialausgleich benutzt werden; der Schirm wird dann an Servoverstärker und Steuerbox angeschlossen. Bei geerdeter Steuerung darf der Schirm der Steuerleitung nur an der Steuerung und nicht am Verstärker angeschlossen werden.

Die Leitungen eines Eingangs (+ und -) müssen beide gemeinsam in ein- und demselben Kabel bis zur Steuerung geführt werden. Der Bezug einer der beiden Steuereingangsleitungen auf das 0 V Potential am Servoverstärker macht die Vorteile des Differenzeingangs zunichte und **kann zu Störungen führen**. Der Schirm der Tacholeitung ist nur am Verstärker zu erden. Der Tachogenerator selbst darf außer an den hierfür vorgesehenen Eingangsklemmen sonst nirgendwo angeschlossen oder geerdet sein.

Lange Motorleitungen müssen aus einem 2-adrigen separaten Kabel für jeden Motor bestehen. Für besondere Anforderungen an Störfreiheit kann ein abgeschirmtes Kabel benutzt werden; der Schirm ist am Minuspol des Gleichstrom-Zwischenkreises anzuschließen. Sofern das Motorgehäuse sonst keine Erdverbindung hat, darf der Schirm anstelle einer gesonderten Erdleitung benutzt werden. Dies führt zu einem besonders störrahmen Aufbau.



3. Inbetriebnahme

3.1. Voreinstellung

Bitte überprüfen Sie die Verdrahtung sorgfältig und vergleichen Sie alle Verbindungen mit der Anschlußbelegung auf den Seiten 11 und 12. Alle Geräte sind natürlich stückgeprüft und auf Nenndaten voreingestellt, bevor sie unser Werk verlassen.

Sollten Sie Anschlußfehler nicht ganz ausschließen können, so empfiehlt sich, um Schäden an Motor und Maschine zu vermeiden, wie folgt vorzugehen :

- * Sollwertvorgabe auf 0 stellen oder Eingang kurzschließen
- * Tachopoti P5A [P5B] auf Linksanschlag
- * Verstärkungspoti P7A [P7B] auf Linksanschlag
- * Impulsstrompoti P1A [P1B] auf etwa 1/3 vom Linksanschlag
- * Effektivstrompoti P2A [P2B] auf etwa 1/3 vom Linksanschlag

Sind die Lötbrücken auf die gewünschte Betriebsart eingestellt (s.Seite 22) ? 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 jetzt kleine Sollwerte vorgegeben werden, so muß der Motor diesen folgen.

3.2. Einstellung von Impuls- und Effektivstrom

Zur genauen Einstellung des Impulsstromes kann entweder der Sollwert 0 V vorgegeben und der Motor von Hand aus der Nullage gedreht oder der Motor blockiert und ein konstanter Sollwert vorgegeben werden. Dann das Potentiometer P1A [P1B] auf den gewünschten Impulsstrom einstellen. Falls die I²t-Strombegrenzung anspricht, ist für ca. 20 Sekunden zur Erholung des Gerätes der Enable-Eingang zu öffnen; beim erneuten Schließen kann die Einstellung fortgesetzt werden.

Nach Ablauf der Impulsstromphase wird der Strom selbsttätig auf den Effektivstrom, einstellbar an P2A [P2B] reduziert. Zur Einstellung P2A [P2B] 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 (s. Tabelle Seite 4) muß allerdings, notfalls durch Drosseln, sichergestellt werden.



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 V, oder ein bestimmter Prozentsatz hiervon, auf den Sollwerteingang gegeben. Mit dem Tachopoti P5A [P5B] 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 im Anhang.

Tachospannungsbereich	Werte für R_E
14,5 bis 86 Volt	20 KOhm
7,25 bis 43 Volt	10 KOhm
3,4 bis 20 Volt	4,7 KOhm

Wenn die Drehzahl zu hoch ist, muß R_E verkleinert werden und umgekehrt. Für R_E ist werkseitig ein Wert von 20 K Ω eingelötet.

3.4 EMK und IxR-Kompensation

Steht zur Drehzahlregelung kein Tachogenerator zur Verfügung, so müssen die Lötbrücken "Tacho/EMK" (s. Seite 22) wie im Plan gekennzeichnet auf "EMK" umgelötet werden. In diesem Fall kann dann die gewünschte Maximaldrehzahl bei einer Sollwertvorgabe von 10 V mit den EMK-Potis P8A [P8B] eingestellt werden.

Wird zusätzlich noch eine IxR-Kompensation gewünscht, kann dies durch Einlöten eines entsprechenden Widerstands R_x [RxB] (sh. Seite 22) erfolgen. Die IxR-Kompensation bewirkt eine Anhebung der Ausgangsspannung, die proportional zur Stromaufnahme den Spannungsabfall am Innenwiderstand des Motors kompensiert und somit dem Drehzahlabfall bei steigender Belastung entgegenwirkt. Die Größe des einzulötenden Widerstands R_x hängt vom Innenwiderstand des Motors ab, aber auch vom Verhältnis der Motornennspannung und der Verstärkernennspannung.

Zur optimalen Einstellung der IxR-Kompensation werden Start/Stop-Impulse vorgegeben und das Bremsverhalten des Motors beobachtet. Den richtigen Wert für R_x [RxB] ermittelt man am Einfachsten durch Anschließen einer Widerstandsdekade, die an den Anschlüssen von R_x angeklemt wird. Man beginnt mit einer niederohmigen Einstellung, z.B. 1KOhm und erhöht den Widerstandswert solange, bis die gewünschte Sprungantwort erreicht ist.

Der Motor soll beim Bremsen mit ein- oder zweimaligem Überschwingen den neuen Drehzahl Sollwert erreichen. Ist noch kein Überschwingen feststellbar, muß R_x vergrößert werden. Ist das Überschwingen zu lang oder zu stark, muß R_x verkleinert werden.

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 10a [16a] und 10c [16c] 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 (Gain) am Potentiometer P7A [P7B]. Hierzu den Motor an die Last ankuppeln und einen Sollwert von 0 Volt vorgeben. Potentiometer P7A [P7B] 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 RP-A [RP-B] (ca.330 Ohm) vorgesehen (s.Seite 22). Mit größer werdendem Widerstand nimmt die Steifigkeit ab. Die statische Steifigkeit ist nicht zu verwechseln mit der an P7A [P7B] einstellbaren dynamischen Steifigkeit (Wechselspannungsverstärkung).

4.3 Tachosiebung

Zur Filterung des Tachosignals ist der Kondensator CT-A [CT-B] vorgesehen mit ca. 47 nF (s.Seite 22). Allerdings hat dieser Kondensator auch noch die Aufgabe, die Regelbandbreite so zu begrenzen, daß keine Oszillation durch Torsionsresonanzen entsteht. Falls vom Motor Heulgeräusche verursacht werden, die mit dem Verstärkungspoti P7 nicht beseitigt werden können, liegt eine solche Oszillation durch Torsionsresonanz vor. Zu ihrer Unterdrückung ist der Kondensator CT 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 CIA [CI-B] ca. 100 nF zuständig (s.Seite 22).

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_1 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_1 muß hierzu vergrößert werden. Das Überschwingen des Verstärkers ohne Lageregelung wird hierdurch geringer, die Abbremszeit bis zum Stillstand des Motors ist jedoch etwas länger.



Grundplatine PC-TRA



Drehzahlregelmodul TRA-D

