

TECHNISCHE BESCHREIBUNG

**PULSBREITENMODULIERTER
4-QUADRANTEN SERVOREGLER**

Baureihe

TRL

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	4
1.1 Allgemeine Information	4
1.2 Technische Daten	5
1.3 Das Regelprinzip	6
1.4 Funktionsbeschreibung	6
1.5 Blockschaltbild	9
1.6 Übersicht Einstellmöglichkeiten / Anzeigen	10
1.7 Lage aller wichtigen Bauelemente	11
1.8 Masszeichnung	12
2. Anschluß des Gerätes	13
2.1 Steckerbelegung, Erläuterung	14
2.2 Anschluß bei Verwendung der Busplatine	16
2.3 Leitungsführung	16
2.4 Richtige Polung von Motor und Tacho	17
2.5 Eingangsprüforschaltung	18
2.6 Anschlußbild (Vorschlag)	19
3. Inbetriebnahme	20
3.1 Voreinstellung	20
3.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom	20
3.3 Tachoanpassung	21
3.4 EMK und IxR-Kompensation	21
3.5 Offset-Abgleich	21
4. Optimierung des Regelverhaltens	22
4.1 Wechselspannungsverstärkung	22
4.2 Gleichspannungsverstärkung	22
4.3 Tachosiebung	22
4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers	22
5. Optionen	23
5.1 Kommutierungsstrombegrenzung	23
5.2 Frontplatte	23
5.3 Ballast-Platine	23
6. Projektierung und Dimensionierung	24
6.1 Lastkategorie	24
6.2 Dimensionierung des Trafos	24
6.3 Mindestlastinduktivität und Speicherdrösseln	25
6.4 Dimensionierung der Ballastschaltung	25
7. Allgemeine Fehlersuche	27
8. Bestückungspläne	29
Anhang:	
TRLW (Wandmontage)	34
TRLB (Batteriebetrieb)	38



1. Technische Beschreibung

1.1 Allgemeine Information

Bei den Transistor-Servovertstärkern der Serie TRL 150-15 handelt es sich um pulsbreitenmoduliert arbeitende Verstärker in Einschubtechnik (Doppel-Europakartenformat), von denen bis zu acht Stück (auch mit verschiedenen Ausgangsspannungen) innerhalb eines 19"-Gehäuserahmens betrieben werden können. Diese Geräte sind Vierquadranten Verstärker, d.h., der Motor kann in beiden Richtungen sowohl beschleunigen als auch bremsen, wobei für eine bestimmte Zeit (max. 3 sec.) gegenüber dem Dauerstrom ein 2,3-facher Impulsstrom zur Verfügung steht. Ein großer Vorteil dieser Verstärker besteht in der Eigenständigkeit jeder Achse, da Netzteil und Ballastschaltung bereits integriert sind. Weitere Vorteile sind :

- * Durch spezielles Modulationsprinzip fast keine Taktgeräusche aus Drossel und Motor.
- * Hoher Wirkungsgrad durch optimale Ansteuerung der Endstufe
- * Geringe Eisenverluste in Motor und Drossel (bei Stillstand keine Eisenverluste)
- * Nur sehr kleine Mindestlastinduktivität erforderlich, dadurch hohe Dynamik
- * Keine Hilfsspannung erforderlich (s. Blockschaltbild)
- * I^2t -Strombegrenzung (s. Seite 7)
- * Kommutierungsstrombegrenzung als Option (verschiedene Kennlinien realisierbar, sh. Seite 7 und 22)
- * Spannungsprogrammierbare Strombegrenzung (sh. Seite 7)
- * Endschaltereingänge für Rechts- und Linkslauf mit aktiver Bremsung (sh. Seite 15)
- * Schutzschaltung für Unterspannung, Überspannung, Überstrom und Überhitzung (ca. 90° C)
- * Auch ohne Speicherdrösseln kurz- und masseschlußfest
- * Besseres Regelverhalten (Totzeit ca. 7 us)
- * Andere Versionen lieferbar:

TRLW = f. Schaltschranksmontage mit Schraub-Steckverbinder

TRLB = für Batteriebetrieb (I_{eff} . 40 A / I_{imp} . 80 A)

- * Optionen: Kommutierungsstrombegrenzung, Frontplatte, Busplatinen (auch nach Kundenwunsch)



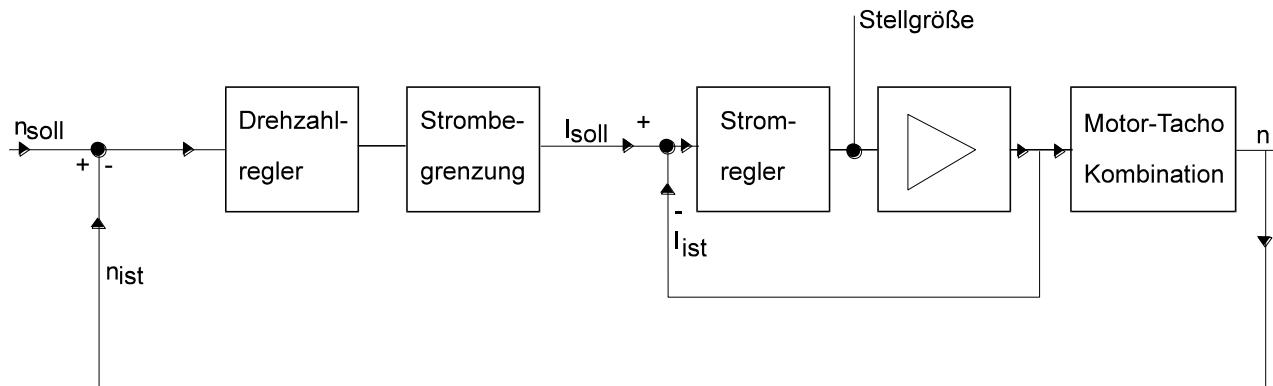
1.2 Technische Daten

* Nennspannung		150 V
* Nennstrom		15 A
* Impulsstrom		35 A
* Versorgungsspannung	max.	3 x 130 VAC oder 185 VDC
Versorgungsspannung	min.	3 x 50 VAC oder 60 VDC
für Nennbetrieb empfohlen		3 x 120 VAC oder 160 VDC
* Spannungsbereich der Sollwerteingänge		± 10 V
* Innenwiderstand der Sollwerteingänge		20 kOhm
* Stellbereich des Eingangsabschwächers		0-100 %
* Spannungsbereich des Tachoeingangs (bei UE = ± 10 V und Nenndrehzahl)		5,8 - 72 V
* Innenwiderstand des Tachoeingangs		16 kOhm
* Max. Eingangsdrift		± 15 uV/C
* Bandbreite des unterlagerten Stromreglers		1 kHz
* Taktfrequenz der Endstufe		ca. 9,5 kHz
* Frequenz der Stromwelligkeit		19 kHz
* Mindestlastinduktivität (bei I_{nenn})		0.8 mH
* Ausgangsstrom-Formfaktor (Mit Mindestlastinduk- tivität bei Nennstrom und Nennspannung)		< 1.01
* Restspannungsabfall in der Endstufe (bei Nennstrom)		3 V
* Gesamtwirkungsgrad (bei Nennstrom)		96 %
* Hilfsspannung für externe Zusatzschaltungen		± 8 V/20 mA
* Kontaktbelastbarkeit des Betriebsbereit- Melderelais	max. max.	100 V/100 mA 10 W
* Schaltschwellen der Ballastschaltung:		195 V/ein 190 V/aus
* Max. Dauerleistung der Ballastschaltung		80 Watt
* Abmessung		160 x 233,4 x 45 mm
* Gewicht		1,5 kg
* Anschlüsse		2 Steckverbinder nach DIN 41612-D32



1.3 Regelprinzip

Der Servoverstärker der Serie TRL arbeitet nach dem Prinzip der Drehzahlregelung mit unterlagertem Stromregelkreis. Der Signalflußplan dieses Regelprinzips ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



Der Stromregelkreis besteht aus dem Stromregler und der Verstärker-Endstufe. Der jeweilige Stromistwert wird am Ausgang der Endstufe ermittelt und auf den Summierpunkt zurückgeführt. Den Stromsollwert 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 Drehzahlsollwert 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.

1.4 Funktionsbeschreibung

a) Spannungsversorgung und Ballastschaltung

Die Funktion der Verstärker der Serie TRL soll hier anhand des Blockschaltbildes auf Seite 9 erläutert werden. Der erste Block ist zunächst die Gleichrichtung und Siebung. In diesem Teil der Schaltung wird aus der dreiphasigen Drehstromversorgung die zum Betrieb des Gerätes benötigte Gleichspannung (Zwischenkreisspannung U_{cc}) erzeugt und die Leistungsendstufe versorgt.

Sie wird auch verwendet, um im Schaltnetzteil die Spannung von ± 8 V zu erzeugen, die zur Versorgung des Regelteiles benötigt wird. Im Schaltnetzteil werden auch 3 mal ± 8 V für den Betrieb der Treiberstufen erzeugt. Ebenfalls wird die Zwischenkreisspannung der Ballastschaltung zugeführt (s.Kapitel 6.4). Diese Schaltung begrenzt die Spannung auf einen bestimmten Wert zum Schutz der Endstufentransistoren und sorgt für die Ableitung der anfallenden Bremsenergie.

b) Regelteil

Der Drehzahlsollwert wird dem Differenzverstärker 1 oder 2 zugeführt. Danach gelangen die Signale auf den Summierpunkt SP1 und können somit ohne gegenseitige Beeinflussung überlagert werden. Von 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 Drehzahlwertes stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Mit Hilfe eines Tachogenerators

Die Ausgangsspannung des Tachogenerators wird auf ein RC-Glied (Tiefpaß zur Glättung der Tachospannung) geführt. Mit dem darauffolgenden Potentiometer P2 werden Tachogeneratoren unterschiedlicher EMK an die Regelung angepaßt.

2. Durch Rückführung der Motorspannung u. IxR-Kompensation

In diesem Fall wird die Ankerspannung des Motors, die mit der Ua-Meßschaltung gemessen wird, benutzt. Der Fehler durch den Spannungsabfall am Innenwiderstand des Motors wird durch die sogenannte IxR-Kompensation ausgeglichen, indem stromproportional eine einstellbare Spannung addiert wird. Mit der Lötbrücke "Tacho/EMK" (s.Seite 11) kann ausgewählt werden, wie der Drehzahlwert eingegeben wird. Am Summierpunkt SP2 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. Hier greifen auch sämtliche Strombegrenzungen ein:

- * **Externe Strombegrenzung**

Mit der externen Strombegrenzung kann der eingestellte Impulsstrom im Bereich von etwa 0 bis 100 % begrenzt werden.

- * **Effektiv-Strombegrenzung P6**

Dieser Schaltung wird der Stromistwert zugeführt, dort quadriert und mit einem nachfolgenden Tiefpaß mit der Zeitkonstante $T = 11\text{s}$ gefiltert. Dieser 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 Effektivstroms mehr erfolgt.

- * **Kommutierungs-Strombegrenzung (Option)**

Die Kommutierungs-Strombegrenzung hat die Aufgabe, den Motorstrom in Abhängigkeit von der Motordrehzahl zu begrenzen. Da Motorspannung und Motordrehzahl in grober Näherung übereinstimmen, wird die Motorspannung zur Drehzahlerfassung benutzt. Der Vorteil gegenüber der Drehzahlerfassung mit Tacho besteht darin, daß die Normierung des Ankerspannungs-Istwerts nicht veränderbar ist, die Spannungskonstante des Tachos nicht berücksichtigt werden muß und diese Drehzahlerfassung auch bei Tachoausfall wirksam bleibt. Siehe dazu Kapitel 3.4



*** Interne Stromsollwertbegrenzung mit P5**

Diese Strombegrenzung ist allen vorgenannten 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 Strommeßschaltung gemessen und ebenfalls auf den Summierpunkt SP3 geleitet. Der Stromregler erzeugt aus dem Vergleich von Stromsoll- und Istwert die Stellgröße für die Endstufe.

Der Stromregler ist ein PI-Regler mit einer Proportionalverstärkung $K_p = 3,2$ und einer Nachstellzeit $T_n = 2,3$ 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 Dreieckspannung der Frequenz 9,5 kHz moduliert wird und daraus die Signale für die Treiberstufe gebildet werden.

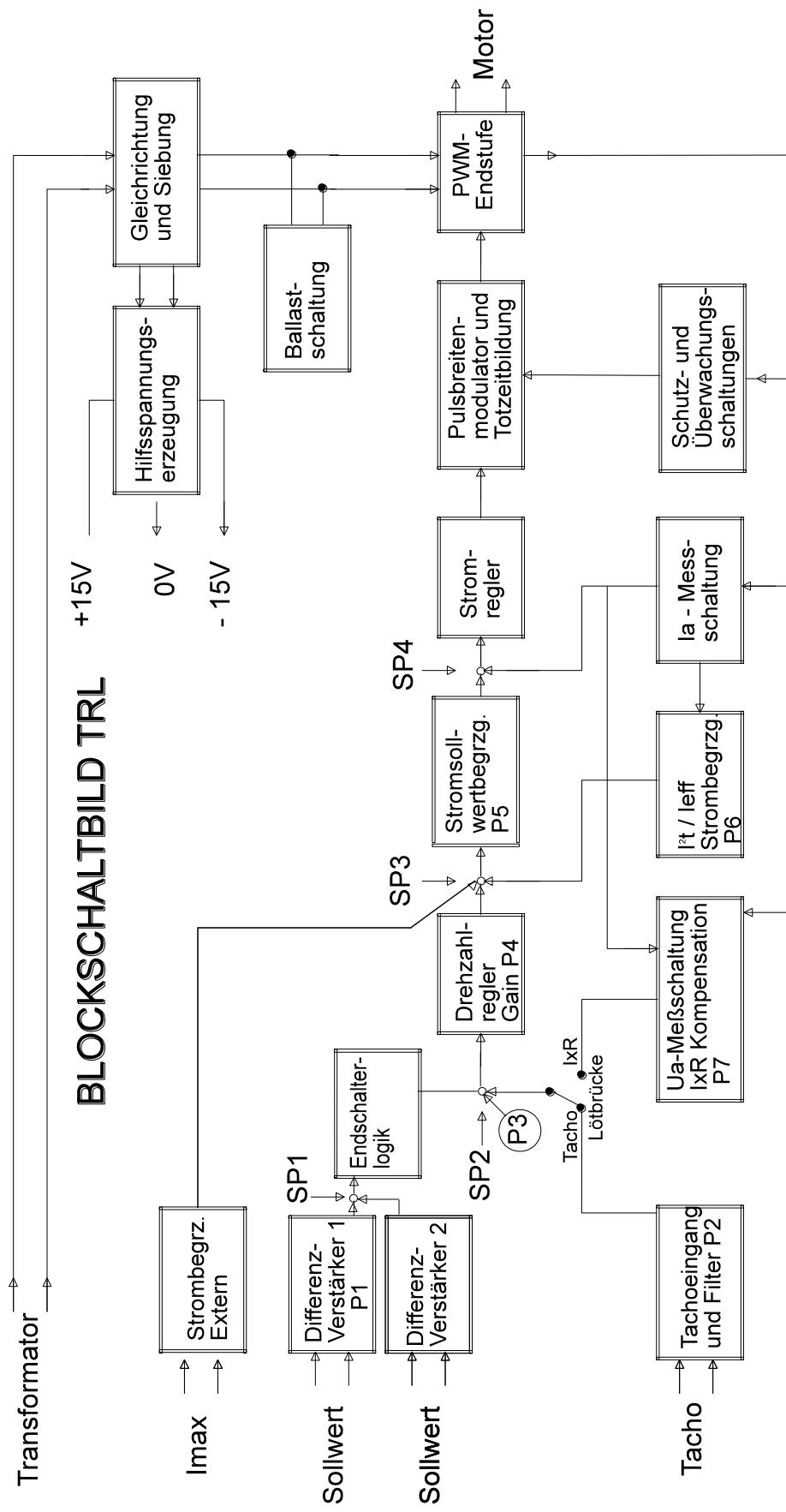
Da der Verstärker nach dem 4-fach-Ansteuerungsprinzip arbeitet, sind vier getaktete Signale zur Ansteuerung der Endstufe notwendig. Aufgrund der Tatsache, daß Transistoren schneller ein- als ausschalten, ist es notwendig, die Einschaltsignale etwas zu verzögern, um zu verhindern, daß zwei Quadranten der Endstufe gleichzeitig leitend sind. Diese Signalverzögerung wird in der Totzeitbildung realisiert.

c) Treiber- und Endstufe

Die Treiberstufe verstärkt die vom Pulsbreitenmodulator 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. Sie arbeitet in Quasisättigung, was kürzeste Speicher- und Schaltzeiten der Endstufentransistoren zu Folge hat.



1.5 Blockschaltbild



1.6 Übersicht über Einstellmöglichkeiten und Anzeigen

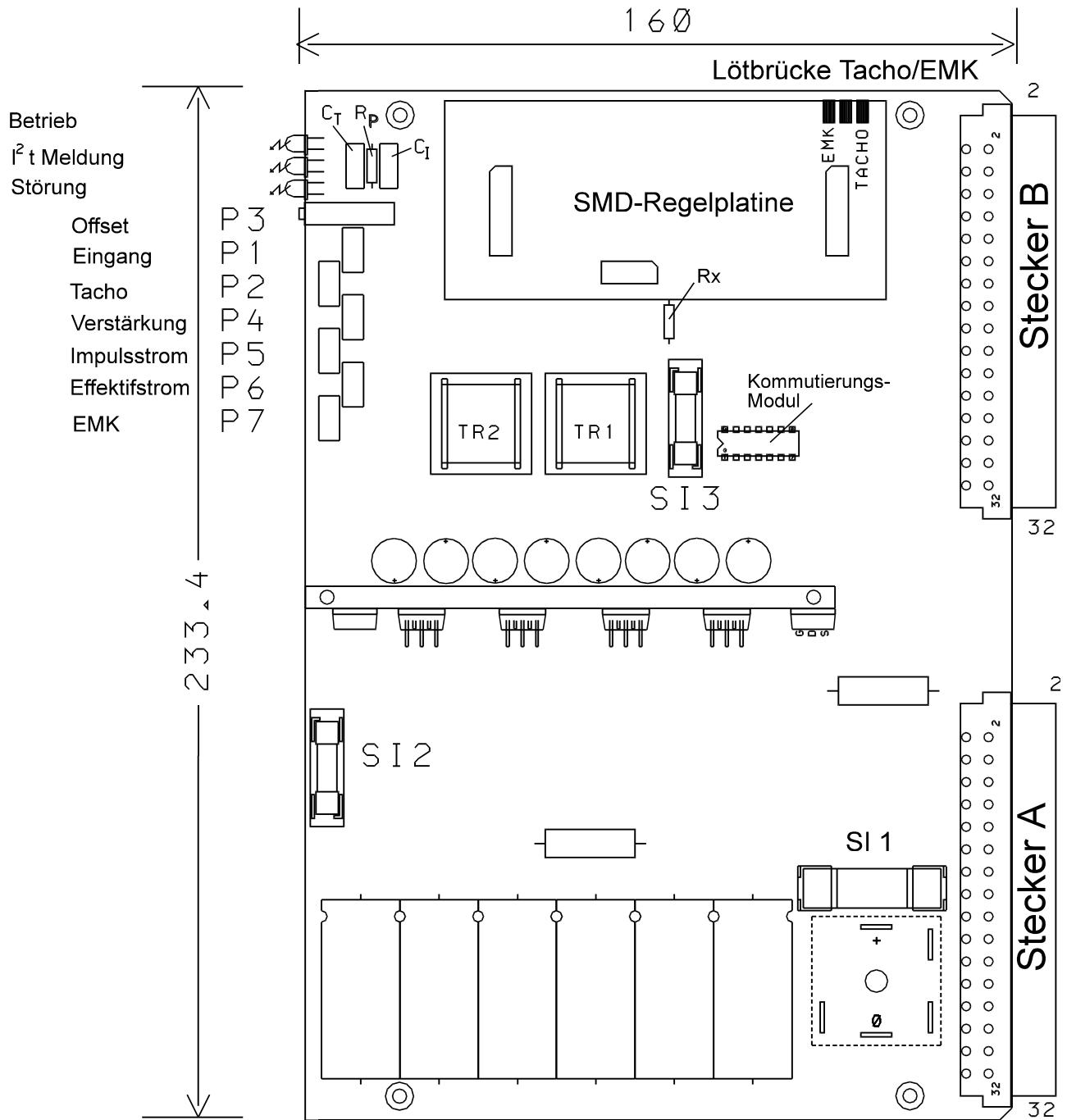
- Potentiometer 1 : Spannungsteiler für Sollwerteingang 1 (Klemmen 18c, 16c), Stellbereich 0-100%
- Potentiometer 2 : Spannungsteiler für Tachoeingang Stellbereich 5,8 - 72 V
- Potentiometer 3 : Offset-Abgleich des Drehzahlreglers (Spindel-Poti, Stillstand des Motors bei Sollwert = 0 V)
- Potentiometer 4 : Spannungsverstärkung des Drehzahlreglers (Gain)
- Potentiometer 5 : Impulsstrombegrenzung, Stellbereich 10-100% des gerätespezifischen Impulsstromes
- Potentiometer 6 : Effektivstromgrenzwert, Stellbereich 5-100 % des gerätespezif. Effektivstromes
- Potentiometer 7 : EMK-Potentiometer, Regelung mittels zurückgeföhrter Motorspannung (ohne Tachogenerator), Stellbereich 78-470 %

- LED 1 (grün) : Zeigt die Betriebsbereitschaft des Gerätes an. LED1 leuchtet auch bei "Disable" geschaltetem Verstärker
- LED 2 (gelb) : Effektivstrombegrenzung, LED 2 leuchtet nach Ablauf der Impulsstromphase
- LED 3 (rot) : Leuchtet bei Störung (Überspannung, Überstrom und Übertemperatur 90 Grad); nach Aufleuchten dieser LED lässt sich der Verstärker nur durch Aus- und erneutes Wiedereinschalten aktivieren

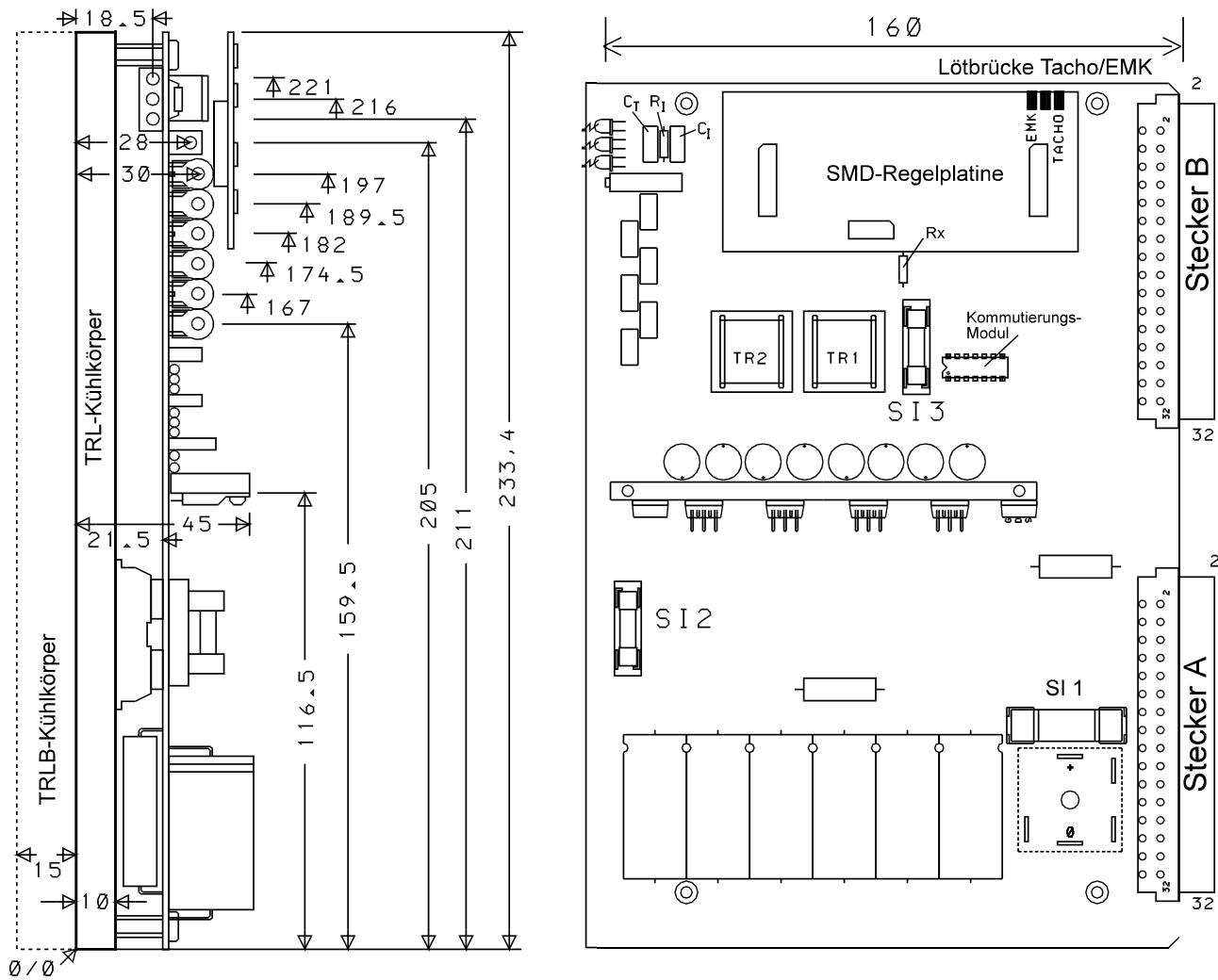
Die Lage der Potis und LED's ist auf der folgenden Seite ersichtlich !



1.7 Lage aller wichtigen Bauelemente



1.8 Masszeichnung TRL



2. Anschluß des Gerätes



2.1 Steckerbelegung

St-A (Leistungsstecker)

2 a,c	=	Motorleitung (+)
4 a,c	=	Motorleitung (+)
6 a,c	=	Motorleitung (+)
8 a,c	=	Motorleitung (-)
10 a,c	=	Motorleitung (-)
12 a,c	=	Motorleitung (-)
14 a,c	=	V _{CC} 60 - 185 Volt DC
16 a,c	=	V _{CC} 60 - 185 Volt DC
18 a,c	=	L 1 (Phase 1)
20 a,c	=	L 1 (Phase 2)
22 a,c	=	L 2 (Phase 2)
24 a,c	=	L 2 (Phase 2)
26 a,c	=	L 3 (Phase 3)
28 a,c	=	L 3 (Phase 3)
30 a,c	=	OV (Masse)
32 a,c	=	OV (Masse)

St-B (Signalstecker)

2 a	=	Betriebsbereit (Potentialfreier Reedkontakt)
2 c	=	Betriebsbereit (Potentialfreier Reedkontakt)
4 a	=	Ua-Monitor (5 V = Nennspannung)
4 c	=	Ia-Monitor (5 V = Impulsstrom)
6 a	=	Tacho (-)
6 c	=	Tacho (+)
8 a	=	Pos. Stop (Endschalter öffnend)
8 c	=	Integral Ab ("I"-Anteil bei Brücke nach 0V)
10 a	=	Neg. Stop (Endschalter öffnend)
10 c	=	Disable (Enable bei Brücke nach 0 V)
12 a	=	+ 8 V / 20 mA
12 c	=	- 8 V / 20 mA
14 a	=	Masse
14 c	=	Masse
16 a	=	Eingang 2 (-)
16 c	=	Eingang 1 (-)
18 a	=	Eingang 2 (+)
18 c	=	Eingang 1 (+)
20 a	=	I ² t-Meldeausgang (Open-Col. n. 0V [30V/8mA])
20 c	=	Masse
22 a,c	=	Masse
24 a	=	I ² t-Meldeausgang (Open-Col. n. + 8V [5mA max])
24 c	=	Strombegrenzung (0 - 8V / Max.Strom bei + 8V)
26 a,c	=	NC
28 a,c	=	NC
30 a,c	=	NC
32 a,c	=	NC



Erläuterung der Anschlußbelegung:

* **Masse** = 0 Volt Bezugspotential

* **Hilfsspannung ± 8 V (ST-B 12a, 12c)**

An den Klemmen 12a, 12c werden Hilfsspannungen von ± 8 V zur Verfügung gestellt, die mit maximal 20 mA belastet werden dürfen. Die Spannungsquelle ist zur Versorgung externer Elektronik geeignet.

* **Sollwerteingang 1 (ST-B 16c, 18c)**

Eingänge des ersten Differenzverstärkers zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Die maximale Differenzspannung darf ± 10 V betragen. Die Klemme 18c wirkt positiv gegenüber Klemme 16c.

* **Sollwerteingang 2 (ST-B 16a, 18a)**

Eingänge des zweiten Differenzverstärkers zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Klemme 18a wirkt positiv gegenüber Klemme 16a. Die Sollwerteingänge 1 und 2 können rückwirkungsfrei überlagert werden, d.h., der Gesamtsollwert wird aus der Summe von Sollwert 1 und Sollwert 2 gebildet. Es ist zu beachten, daß der Gesamtsollwert +10 V oder -10 V nicht überschreiten darf. Zum Beispiel:

$$\begin{aligned} U_{s1} = +10V, U_{s2} = -5V \text{ ist erlaubt, weil: } U_{sges} = +5V \\ U_{s1} = +7V, U_{s2} = +5V \text{ ist nicht erlaubt: } U_{sges} = +12V \end{aligned}$$

* **Strombegrenzungseingang (ST-B 24c)**

Mit diesem Eingang kann durch eine externe Spannung (0 - +8V) der an P5 eingestellte Impulsstrom von ca. 0 -100 % begrenzt werden. Eine Spannung von 0 V an diesem Eingang entspricht einer Begrenzung des Impulsstromes auf ca. 0 A, während eine Spannung von +8 V einer Begrenzung des Impulsstromes auf den an P5 eingestellten Maximalwert entspricht. Wird keine externe Strombegrenzung gewünscht, muß 24c mit +8V (12a) verbunden werden.

* **Tachoeingang (ST-B 6a, 6c)**

Eingänge zum Anschluß eines Gleichspannungs-Tachogenerators zur Drehzahlrückmeldung. Für Nenndrehzahl bei einem Sollwert von 10V sollte die Tachospannung mindestens 5,8 V und nicht mehr als 72V betragen. ($U_{tmin} = 2V/1000$ Upm, $U_{tmax} = 24V/1000$ Upm). Sollte der verwendete Tacho Spannungen liefern, die nicht in den genannten Bereich fallen, fragen Sie bitte unsere Techniker.

* **Disable (ST-B 10c)**

Dieser Anschluß ist für den Betrieb des Reglers auf 0 Volt zu legen. Bei offenem Eingang ist der Motor stromlos !



*** Integral ab (ST-B 8c)**

Bei Lageregelung ist das Integralverhalten der Regelung nicht in allen Phasen eines Positionierungsvorgangs erwünscht. Besonders beim Einlaufen in die Sollposition kann Überschießen auftreten. Daher besteht die Möglichkeit, durch Öffnen der (normalerweise geschlossenen) Verbindung 8c mit Masse den Integralanteil des Drehzahlreglers abzuschalten.

Ebenso kann dieser Steuerungseingang benutzt werden, wenn bei einem Sollwert von 0 V 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 - Schalter (ST-B 8a)**

Für den Lauf des Motors in positiver Richtung ist die Klemme 8a mit 0 V zu verbinden. Bei Unterbrechung dieser Verbindung, wie z.B. durch einen Endschalter (Öffner), werden positive Sollwerte unterdrückt und daher der Motor mit dem eingestellten Impulstrom abgebremst. "Negative" Drehzahlen sind weiterhin möglich. Bei aktivierter Stop-Funktion wird gleichzeitig der Integralanteil des Reglers abgeschaltet.

*** Negativ Stop - Schalter (ST-B 10a)**

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

*** Betriebsbereit (ST-B 2a, 2c)**

Potentialfreier Relaiskontakt, der bei betriebsbereitem Gerät geschlossen ist (wird nicht von der Disable-Funktion beeinflußt). Belastbarkeit max. 100 V / 100 mA / 10 Watt

*** UA-Monitorausgang (ST-B 4a)**

Dieser Ausgang liefert eine zur Ankerspannung des Motors proportionale Spannung. Bei Verstärkerkennenspannung ist der Monitor auf 5V normiert.

*** IA-Monitorausgang (ST-B 4c)**

Dieser Ausgang liefert eine zum Ankerstrom des Motors proportionale Spannung, die beim maximalem Impulstrom des Verstärkers auf 5 V normiert ist.

*** I²t-Meldung (ST-B 20a)**

Open-Collector-Ausgang, der maximal mit 30 V und 8 mA belastet werden darf. Bei aktiver I²t-Strombegrenzung ist dieser Ausgang nach 0 V geschaltet, ansonsten ist er hochohmig. [I²t-Meldung 24a wie 20a, jedoch nach + 8V geschaltet.]

*** Motoranschlüsse (ST-A 2a,c; 4a,c; 6a,c / 8a,c; 10a,c; 12a,c)**

Dies sind die Ausgangsklemmen der Endstufe, an denen der Motor angeschlossen wird. Wegen der Kontaktbelastung des Steckers ist darauf zu achten, daß die Motorleitungen an jeweils allen sechs Klemmen anzuschließen sind.



- * Phase 1 (ST-A 18a,c; 20a,c)
 - * Phase 2 (ST-A 22a,c; 24a,c)
 - * Phase 3 (ST-A 26a,c; 28a,c)

An diesen Kontakten werden die Sekundäranschlüsse des Drehstrom-Transformators angeschlossen. Zur Absicherung müssen in die Zuleitung Sicherungen eingebaut werden (3 x 16A träge). **Achtung !** Die Trafospannung darf unter Berücksichtigung von Differenzen zwischen Leerlauf und Vollast und eventuellen Netzschwankungen nicht mehr als 130 VAC betragen.

- * Gleichspannungsanschlüsse 0 V (30a,c; 32a,c)
max. 185 V Vcc (14a,c; 16a,c)

Diese Anschlüsse werden benutzt, wenn extern bereits eine Gleichspannung vorhanden ist, die angeschlossen werden soll. Eine externe Ballastschaltung größerer Leistung (oder z.B. auch die Feldwicklung des Motors) kann ebenfalls an diesen Klemmen angeschlossen werden.

2.2 Anschluß bei Verwendung der Busplatinen (Option)

Das Anschließen vor allem des Leistungssteckers ST-A vereinfacht sich wesentlich durch die Verwendung der Busplatinen (s.Seite 31 - 33). Auf der Busplatine TRL/BUS1-S befinden sich Schraubklemmen für die Drehstromanschlüsse und für die Motorleitungen. Bei Verwendung mehrerer Achsen in einem Einschubrahmen sind Stehbolzen mit Schrauben so angeordnet, daß U_{cc} und Masse mit einer Kupferschiene verbunden werden können.

2.3 Leitungsführung

Zur Vermeidung von Funktionsstörungen oder Folgeschäden bei Masse- oder Erd schlüssen müssen Motorgehäuse und die Kerne eventuell vorhandener externer Speicherdrösseln niederohmig gegen ST-A 30a,c; 32a,c des Leistungssteckers 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 Eingangsleitungen der Steuerung 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 angegeschlossen oder geerdet sein.

Für den ungünstigen Fall, daß die Tachosignale mehrerer Achsen gemeinsam auf den 0V-Pegel der Steuerung bezogen werden müssen (z.B., weil die Tachospaltung auch in der Steuerung gebraucht wird, sind die Tacholeitungen einschließlich Schirm zunächst an der Steuerung anzuschließen und von dort aus differenziell (2-adrig) ebenso wie die Drehzahlsollwerte zum jeweiligen Differenzeingang zu führen.

ACHTUNG: Max. Eingangsspannung der Differenzverstärker ± 10 V ! Die Tacho-Anschlußklemmen (ST-B 6a und 6c) bleiben dann offen.

Lange Motorleitungen müssen aus einem 2-adrigen separaten Kabel für jeden Motor bestehen. Bei besonderen 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 störarmen Aufbau.

2.4 Richtige Polung von Motor und Tacho

Verdrehst man bei ausgeschaltetem Gerät von Hand die Motorwelle in die als positiv definierte Richtung, muß an den Klemmen 2a,c; 4a,c; 6a,c eine gegenüber den Klemmen 8a,c; 10,a,c; 12a,c positive Spannung zu messen sein. Ebenso muß die Tachospaltung an Klemme 6c positiv gegenüber Klemme 6a sein. Stimmt die Polung von Motor oder Tacho nicht, so müssen die betreffenden Anschlußleitungen vertauscht werden.



2.5 Eingangsprüforschaltung

(Grundschaltung zur Überprüfung der Hauptfunktion)



2.6 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. Der nicht benutzte Sollwerteingang sollte hierzu kurzgeschlossen werden.

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

Mit Lötbrücke "Tacho/EMK" (s.Seite 11) 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.

Sollten während der Inbetriebnahme Funktionsfehler auftreten, so lesen Sie bitte zunächst Kapitel 7 "Allgemeine Fehlersuche".

3.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom

Zur Einstellung des Impulsstromes wird der Sollwert 0 Volt vorgegeben und der Motor von Hand aus der Nullage gedreht oder der Motor blockiert und ein konstanter Sollwert vorgegeben. Dann das Potentiometer P5 auf den gewünschten Impulsstrom einstellen. Falls die I^2t -Strombegrenzung anspricht, ist für ca. 20 Sekunden zur Erholung des Gerätes der Disable-Eingang (ST-B 10c) zu öffnen; nach erneutem Schließen kann die Einstellung fortgesetzt werden.

Nach Ablauf der Impulsstromphase wird der Strom selbsttätig auf den Effektivstrom, einstellbar an P6, reduziert. Zur Einstellung P6 immer stückweise und ohne zu zögern, verstetigen. 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 Ampèremeter mit geeignetem Meßbereich ersetzt werden. Die nötige Mindestlastinduktivität muß durch Drosseln realisiert werden.



3.3 Tachoanpassung

Zum Einstellen der maximalen Drehzahl wird ein Sollwert von 10 V oder ein bestimmter Prozentsatz von 10 V 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 erzielbar 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. Bei Tachospaltung von weniger als 5,8 V bei Nenndrehzahl reicht der Stellbereich von P2 nicht aus. In diesem Fall bleibt P2 auf Linksschlag und die zu hohe Drehzahl wird durch Linksdrehen des Potis P1 (Sollwertabschwächung) korrigiert.

3.4 EMK und IxR-Kompensation

Steht zur Drehzahlregelung kein Tachogenerator zur Verfügung, so muß die Lötbrücke "Tacho/EMK" (s. Seite 29) wie im Plan gekennzeichnet auf "EMK" umgelötet werden. In diesem Fall kann dann die gewünschte Maximaldrehzahl bei einer Sollwertvorgabe von 10V mit dem EMK-Poti P7 eingestellt werden. Wird zusätzlich noch eine IxR-Kompensation gewünscht, kann dies durch Einlöten eines entsprechenden Widerstands R_x (s.Seite 11) 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, aber auch vom Verhältnis der Motornennspannung und der Verstärkerkernennspannung ab. Sie errechnet sich überschlägig wie folgt :

$$R_x = \frac{U_M}{U_N} \times \frac{1}{R_M} \times 135 \times 10^3$$

U_M = Motornennspannung
 U_N = Verstärkerkernennspannung
 R_M = Motorinnenswiderstand

Zur optimalen Einstellung der IxR-Kompensation werden Start/Stop-Impulse vorgegeben und das Bremsverhalten des Motors beobachtet.

Der Motor soll beim Bremsen mit ein- oder zweimaligem Überschwingen den neuen Drehzahlsollwert erreichen. Ist noch kein Überschwingen feststellbar, muß R_x verkleinert werden. Ist das Überschwingen zu lang oder zu stark, muß R_x vergrößert 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 P3 ein etwaiges Wegdriften der Motorwelle beseitigt. Zur genaueren Einstellung des Offsets kann die Tachospaltung an den Klemmen 6a und 6c mit einem Digital-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 (Dies kann durch Brücken der Sollwerteingänge geschehen). Potentiometer P4 nach rechts drehen, bis Oszillation einsetzt und sofort anschließend durch Linksdrehen den Punkt des Wiederaussetzens aufzusuchen, um dann noch ein wenig weiter nach links zu drehen.

4.2 Gleichspannungsverstärkung

Besonders bei übergeordnetem Lageregelkreis ist oftmals eine genau definierte statische Steifigkeit erwünscht. Zur Veränderung der Steifigkeit ist der auf Lötposten befindliche Widerstand R_p vorgesehen. (s.Seite 11) 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 C_T (s.Seite 11) vorgesehen. Er befindet sich auf Lötposten wie alle anderen zur Optimierung nötigen Bauelemente. Allerdings hat dieser Kondensator auch die Aufgabe, die Regelbandbreite so zu begrenzen, daß keine Oszillationen durch Torsionsresonanzen entstehen. Falls vom Motor, vor allem nach der Einstellung auf hohe Stromgrenzwerte und ohne Vorgabe eines Sollwertes, Heuleräusche ausgesendet werden, die mit dem Verstärkungspotentiometer P4 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 auf Lötposten befindliche Kondensator C_I zuständig. (s.Seite 11). Die Anforderung an die Dynamik der Verstärker unterscheidet sich beim Betrieb als Drehzahlregler deutlich von derjenigen, die beim Vorhandensein eines übergeordneten Lagereglers benötigt wird:

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 Lagerregler 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 Kommutierungsstrombegrenzung

Bei einigen Motoren (besonders bei Motoren mit Eisenanker) ist es notwendig, bei hohen Drehzahlen den maximal zulässigen Ankerstrom zu begrenzen. Hierüber gibt die Kommutierungskennlinie des Motors [$I_A = f(n)$] Auskunft. Die Nachbildung dieser Kennlinie ist die Aufgabe des Kommutierungsmoduls. Bei der Bestellung dieser Option (Bestellbezeichnung TRL/KM) **geben Sie bitte** wegen der Dimensionierung des Moduls **die Kommutierungskennlinie des Motors an**. Zur Aufnahme ist der freie IC-Steckplatz auf der Regelplatine vorgesehen und wie im Bestückungsplan auf Seite 11 markiert, aufzustecken.

5.2 Frontplatte

Auf Wunsch kann der Motorregler mit einer in deutscher Sprache bedruckten Frontplatte für 19-Zoll-Baugruppenträger versehen werden. Die Frontplatte 6HE/12TE hat entsprechende Bohrungen für die LED-Anzeigen, sowie für die Potentiometer.

5.3 Ballast-Platine

Sollte die interne Ballastschaltung die Bremsenergie nicht aufnehmen können, so besteht die Möglichkeit, eine externe Ballastschaltung anzuschließen. Die zur Verfügung stehende Doppel-Europakarte hat eine Ballastleistung von ca. 300 Watt (s.Kapitel 6.4). Bitte lassen Sie sich von einem unserer Techniker beraten.



6. Projektierung, Dimensionierung

6.1 Lastkategorie

Der Einsatz eines DC-Servo-Systems ist in zwei Kategorien denkbar, nämlich als Vorschubantrieb oder als Hauptantrieb.

Beim typischen Vorschubantrieb ist es wichtig, möglichst kurze Beschleunigungszeiten im Bereich von 10 bis 100 ms zu erreichen. Die Trägheitsmomente von Last und Motor sind hier bei meist sehr gering. Aufgrund der kurzen Taktzeiten kann in diesem Betriebsfall trotz Einhaltung des Effektivstroms der Impulsstrom meist zu 100% genutzt werden. Die thermische Wechselbelastung der Endstufentransistoren ist gering.

Bei einem Hauptantrieb sind dagegen oft sehr große Trägheitsmomente zu beherrschen, die zum einen von der Last, aber auch vom Motor selbst stammen können. In diesem Betriebsfall sind Beschleunigungszeiten im Bereich von Sekunden zu erwarten. Es ist dann möglich, daß bereits in der Beschleunigungsphase die Strombegrenzung anspricht, d.h., daß der Strom auf den Effektivstrom begrenzt wird. Aufgrund dieser Tatsache empfiehlt es sich daher, Hauptantriebe so zu dimensionieren (überdimensionieren), daß nur mit dem Effektivstrom des Verstärkers gearbeitet wird. Bei Hauptantrieben ist der anfallenden Bremsleistung (siehe Kapitel 6.4) große Beachtung zu schenken.

6.2 Dimensionierung des Trafos

Zur Dimensionierung des Trafos ist es zunächst erforderlich die maximale Motorklemmenspannung zu errechnen. Diese richtet sich hauptsächlich nach der zu erreichenden Enddrehzahl und dem hierbei geforderten Laststrom, sowie im geringen Maß nach dem Innenwiderstand des Motors. Die maximale Klemmenspannung wird wie folgt ermittelt:

$$U_A = n \times U_M + I_N \times R_M$$

mit:

U_M = EMK in (V/1000 Upm)

n = Drehzahl in (Upm)

I_N = Nennstrom in (A)

R_M = Motorinnenwiderstand in (\hat{U})

Die Zwischenkreisspannung muß bei Nennstrom um ca. 6V über der max. Klemmenspannung U_A liegen (ohne Berücksichtigung von Netzschwankungen), so daß sich dann die erforderliche Trafospannung aus folgender Formel berechnet:

$$U_{Teff} = \frac{1}{\ddot{O}2} (U_A + 6 V)$$



Die Grenzdaten der Verstärker (s.Seite 5 "Techn. Daten") müssen natürlich unbedingt eingehalten werden.

Der erforderliche Sekundärstrom richtet sich stark nach dem jeweiligen Einsatzfall. So benötigt ein Verstärker, der im wesentlichen mit niedriger Drehzahl gefahren wird einen Trafo mit kleinerer Leistung, als ein Verstärker, der ständig mit hohen Drehzahlen betrieben wird. Bitte beachten Sie bei der Dimensionierung des Trafos und vor allem beim Parallelschalten der Gleichspannungs-Zwischenkreise (sofern mehrere Regler an einem Trafo betrieben werden sollen), daß vor allem beim Einschalten ein hoher Ladestrom der Elkobatterie den Gleichrichter zerstören kann; ein Strombegrenzer in der Trafoleitung kann hier Abhilfe schaffen. Außerdem sollten erforderlichenfalls gegen Netzstörungen entsprechende Vorkehrungen getroffen werden. Unsere Techniker beraten Sie gern.

6.3 Mindestlastinduktivität und Speicherdrosseln

Die Lastinduktivitäten haben die Aufgabe, den Stromverlauf trotz der rechteckförmigen Ausgangsspannung so weit zu glätten, daß der Quotient vom Effektivstrom I_{eff} und mittlerem Strom (Formfaktor $F = I_{eff}/I_{av}$) ungefähr 1 wird. Wird die Mindestlastinduktivität im Ankerkreis unterschritten, kann dies zu Funktionsstörungen im Gerät führen. Wenn die Lastinduktivität durch externe Speicherdrossel realisiert wird - dies ist z.B. bei allen Scheibenläufer-Motoren der Fall - empfiehlt es sich, zwei Drosseln mit jeweils der halben Induktivität direkt am Verstärkerausgang in Serie mit dem Motor in den Ankerstromkreis zu schalten.

Bei der Dimensionierung der Speicherdrosseln ist darauf zu achten, daß ihr Sättigungsstrom über dem Impulsstrom des Verstärkers liegt. Der in den technischen Daten angegebenen Wert für die Mindestlastinduktivität bezieht sich auf den Nennstrom.

6.4 Dimensionierung der Ballastschaltung

Die in Motor und Last gespeicherte Bewegungsenergie wird beim Abbremsen durch den Verstärker in das Netzteil zurück gespeist. Die Energieaufnahme der Siebkondensatoren reicht für diese Energie jedoch bei weitem nicht aus und eine Rückspeisung der Energie in das Netz ist wegen der ungesteuerten Gleichrichterbrücke nicht möglich. Durch die Ballastschaltung wird daher das Ansteigen der Zwischenkreisspannung auf bestimmte Werte begrenzt und die überschüssige Energie in Ballastwiderständen in Wärme umgesetzt. Die zu erwartende Belastung des Ballastwiderstandes ist von vielen Faktoren abhängig, u.a. vom Motorinnenswiderstand, der Drehzahl, dem Trägheitsmoment und der Häufigkeit des Abbremsens und ist daher schwierig zu berechnen.

Wenn die Leistungsaufnahme der internen Ballastwiderstände (60 W) nicht mehr ausreicht, wird die Endstufe freigeschaltet und dies durch Aufleuchten von "LED 3" (rot, Störung) angezeigt. Ist dies der Fall, muß eine externe Ballastschaltung größerer Leistung an den Klemmen ST-A 14a,c/16a,c und 30a,c/ 32a,c des Leistungssteckers angeschlossen werden. Zuvor müssen allerdings die internen Ballastwiderstände abgetrennt werden. Dies geschieht einfach durch Entfernen der Sicherung S2. Sicherung S2 schützt normalerweise die internen Ballastwiderstände vor Überlastung.



Zur Berechnung der anfallenden Bremsenergie ist in grober Näherung folgende Formel zu verwenden:

$$P = 0,0055 \times J \cdot n^2 / T$$

mit:

P = Leistung in (W)

J = Massenträgheitsmoment in (kg m^2)

n = Drehzahl in (Upm)

T = Periodendauer in (s)

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

Externe Ballastschaltungen größerer Leistung sind von uns lieferbar (s.a. Kapitel 5.3).



7. Allgemeine Fehlersuche

Nachfolgend sind in Kurzform die häufigsten Störungen und deren mögliche Ursache aufgeführt:

Grüne Leuchtdiode (LED 1) leuchtet nicht, Achse verfährt nicht, kein Haltemoment:

- Die Betriebsspannung fehlt
- ± 8 V Hilfsspannung defekt
- Sicherung Si3 im Schaltnetzteil defekt
- Sicherungen in der Betriebsspannungszuführung defekt
- Hauptsicherung Si1 defekt

Grüne Leuchtdiode (LED 1) leuchtet, Achse verfährt nicht, kein Haltemoment:

- Unterbrechung im Ankerstromkreis
- Endstufenfreigabe (Enable) fehlt
- Externer Strombegrenzungseingang (Klemme 24c)
liegt auf 0 V oder ist offen

Achse verfährt, Haltemoment nur schwach ausgeprägt:

- Impulsstrom steht auf Linksanschlag
- "Integral ab"-Eingang (Klemme 8c) liegt nicht auf 0 V
- Lötbrücke "Tacho/EMK" steht auf IxR-Regelung

Achse verfährt nicht, Motor hat Haltemoment:

- Pos. und Neg.-Stop-Eingänge sind offen
- Kein Drehzahlsollwert vorhanden
- Die Motorwelle ist blockiert

I²t-Meldung LED 2 (gelb) leuchtet:

- Die I²t-Begrenzung ist falsch eingestellt
- Die mechanische Reibung ist zu groß
- Es liegt ein Ankerschluß im Motor vor
- Die Felderregung ist zu schwach
- Brummen auf der Eingangsleitung
- Oszillationen durch falsche Einstellung der Verstärkung

Störungsmeldung LED 3 (rot) leuchtet:

- Betriebsspannung zu hoch
- Bremsenergie zu hoch
- Überstrom durch Kurzschluß oder Rundfeuer im Motor
- Mindestlastinduktivität unterschritten
- Kurzschluß in der Endstufe
- Thermoschalter hat ausgelöst, da Kühlkörpertemperatur >90°C

Motor dreht unkontrolliert hoch:

- Der Tachogenerator ist verpolt
- Unterbrechung im Tachokreis



- Tachospannung fehlt



Die Drehzahl ist zu niedrig:

- Der Tacho ist falsch angepaßt
 - Die Drehzahlsollwerte sind zu weit abgeschwächt
 - Die Betriebsspannung ist zu niedrig
 - Die angetriebene Last ist zu groß

Der Antrieb hat einen unrunden Lauf:

- Der Tachogenerator ist defekt
 - Es liegt ein Kurzschluß im Anker vor

Der Antrieb hat einen unruhigen Lauf:

- Die Wechselspannungsverstärkung ist zu groß
 - Die Welligkeit der Tachospannung ist zu groß
 - Einstreuung durch falsche Eingangsverdrahtung

Die Ballastwiderstände werden zu heiß:

- Das Massenträgheitsmoment ist zu groß
 - Die Bremshäufigkeit ist zu groß
 - Die Betriebsspannung ist zu hoch

Raum für eigene Eintragungen:





8.1 Bestückungsplan Grundgerät



8.2 Bestückungsplan SMD-Regelplatine

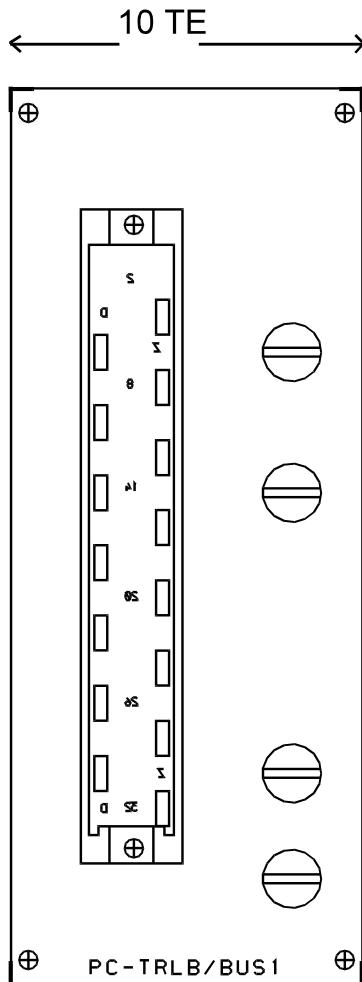


8.3 Busplatine für Leistungsstecker ST A

Anschlüsse über Schraubklemmen = Bestellbezeichnung TRL/BUS1-S

Anschlüsse über Faston-Stecker = Bestellbezeichnung TRL/BUS1-F

Bestückungsplan <PC-TRLB/BUS1>
Ansicht von hinten



- _____ Motor + (4, 6, 8)
- _____ Motor - (12, 14, 16)
- _____ Batterie + (20, 22, 24)
- _____ Masse 0V (28, 30, 32)

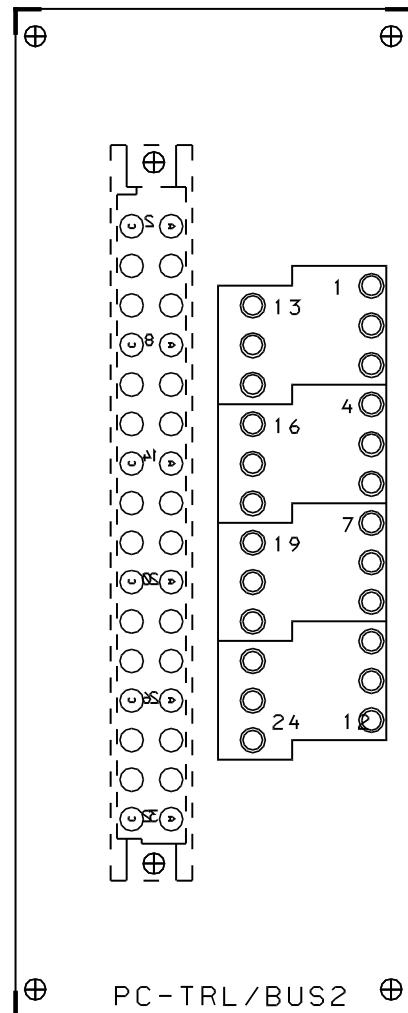


8.4 Busplatine für Signalstecker ST B

Anschlüsse über Schraubklemmen = Bestellbezeichnung TRL/BUS2-S

Anschlussbelegung Schraubklemmen

1 =	Betriebsbereit	(2a)
2 =	Betriebsbereit	(2c)
3 =	Ua-Monitor	(4a)
4 =	Ia Monitor	(4c)
5 =	Integral ab	(8c)
6 =	Enable	(10c)
7 =	Eingang 1 -	(16c)
8 =	Eingang 1 +	(18c)
9 =	Masse	(20c)
10 =	Ext. Strombegr.	(24c)
11 =	Nicht belegt	(28c)
12 =	Nicht belegt	(30a)
13 =	Tacho --	(6a)
14 =	Tacho +	(6c)
15 =	Pos.STOP	(8a)
16 =	Neg.STOP	(10a)
17 =	+ 8 V	(12a)
18 =	Masse	(14a)
19 =	-- 8 V	(12c)
20 =	Eingang 2 --	(16a)
21 =	Eingang 2 +	(18a)
22 =	I2t-Meldung> 0V	(20a)
23 =	I2t-Meldung> +8V	(24a)
24 =	Nicht belegt	(28a)



Bestückungsplan <PC-TRL/BUS2>

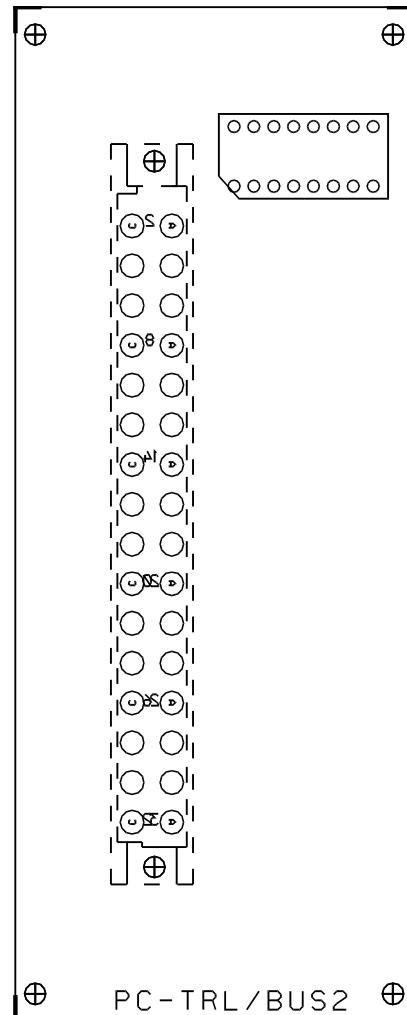


8.4 Busplatine für Signalstecker ST B

Anschlüsse über 16-poliges Flachbandkabel mit DIL-Stecker
Bestellbezeichnung : TRL/BUS2-K

Anschlussbelegung DIL16-Stecker

1 = - 8 V	(12c)
2 = Masse	(14a)
3 = Neg.STOP	(10a)
4 = Pos.STOP	(8a)
5 = Integral AB	(8c)
6 = Enable	(10c)
7 = Tacho +	(6c)
8 = Tacho -	(6a)
9 = Masse	(14a)
10 = + 8 V	(12a)
11 = Ext. Strombegr.	(24c)
12 = Ia - Monitor	(4c)
13 = Eingang 1 +	(18c)
14 = Eingang 1 -	(16c)
15 = Betriebsbereit	(2a)
16 = Betriebsbereit	(2c)



Bestückungsplan <PC-TRL/BUS2>



TRLW

- * Aufbau für Wand- bzw. Schaltschrankmontage
- * Montagewinkel (Kühlkörper) 233,4 x 175 x 70
- * Befestigung mittels 2 Stück Senkkopf-Schrauben M6

Die Geräteserie **TRLW** unterscheidet sich von der Standardserie **TRL** lediglich durch den mechanischen Aufbau. Die vorstehende Beschreibung kann also sinngemäß Anwendung finden. Bitte beachten Sie jedoch unbedingt die **andere Anschlußbelegung**, die sich durch Verwendung der steckbaren Schraubklemmen zwangsläufig ergibt.

HINWEIS : Während die Zählweise bei dem Leistungsstecker ST-A von rechts (1) nach links (10) beginnt, ist sie bei dem Signalstecker ST-B von links (1) nach rechts (20). Die Numerierung der einzelnen Anschlüsse ist aufgedruckt !

Wegen der Wärmeleitung bitte das Gerät senkrecht montieren- ein möglichst guter Wärmeübergang zwischen dem Montagewinkel und der Schaltschrankrückwand sollte gewährleistet sein.

Frontplatten oder Gehäuse sind für diese Geräteserie nicht vorgesehen - kundenspezifische Sonderwünsche können natürlich realisiert werden.



TRLW Anschlußbelegung

St-A (Leistungsstecker)

- 1 = Motorleitung (+)
- 2 = Motorleitung (+)
- 3 = Motorleitung (-)
- 4 = Motorleitung (-)
- 5 = V_{CC} 60 - 185 Volt DC
- 6 = L 1 (Phase 1)
- 7 = L 2 (Phase 2)
- 8 = L 3 (Phase 3)
- 9 = OV (Masse)
- 10 = OV (Masse)

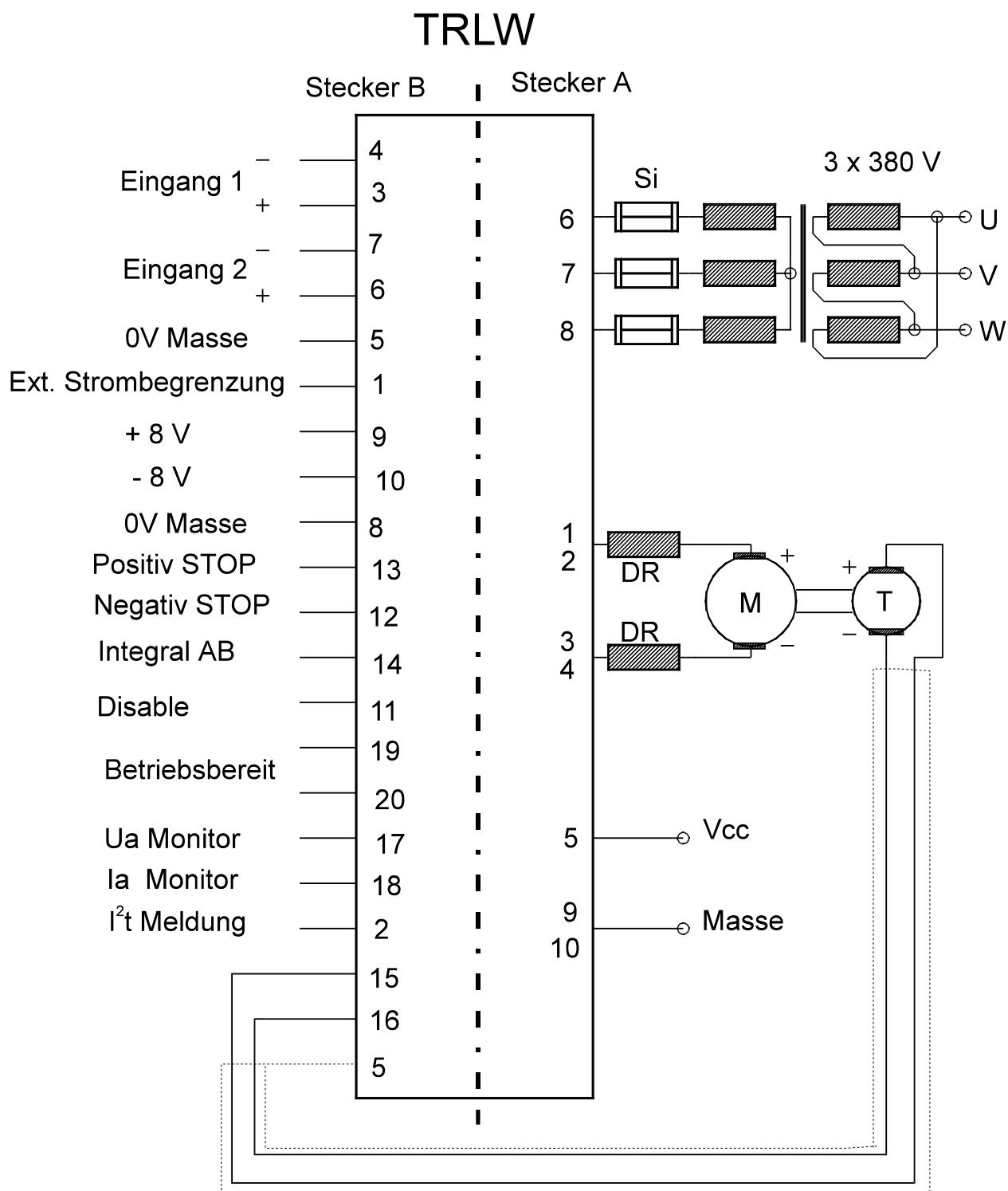
St-B (Signalstecker)

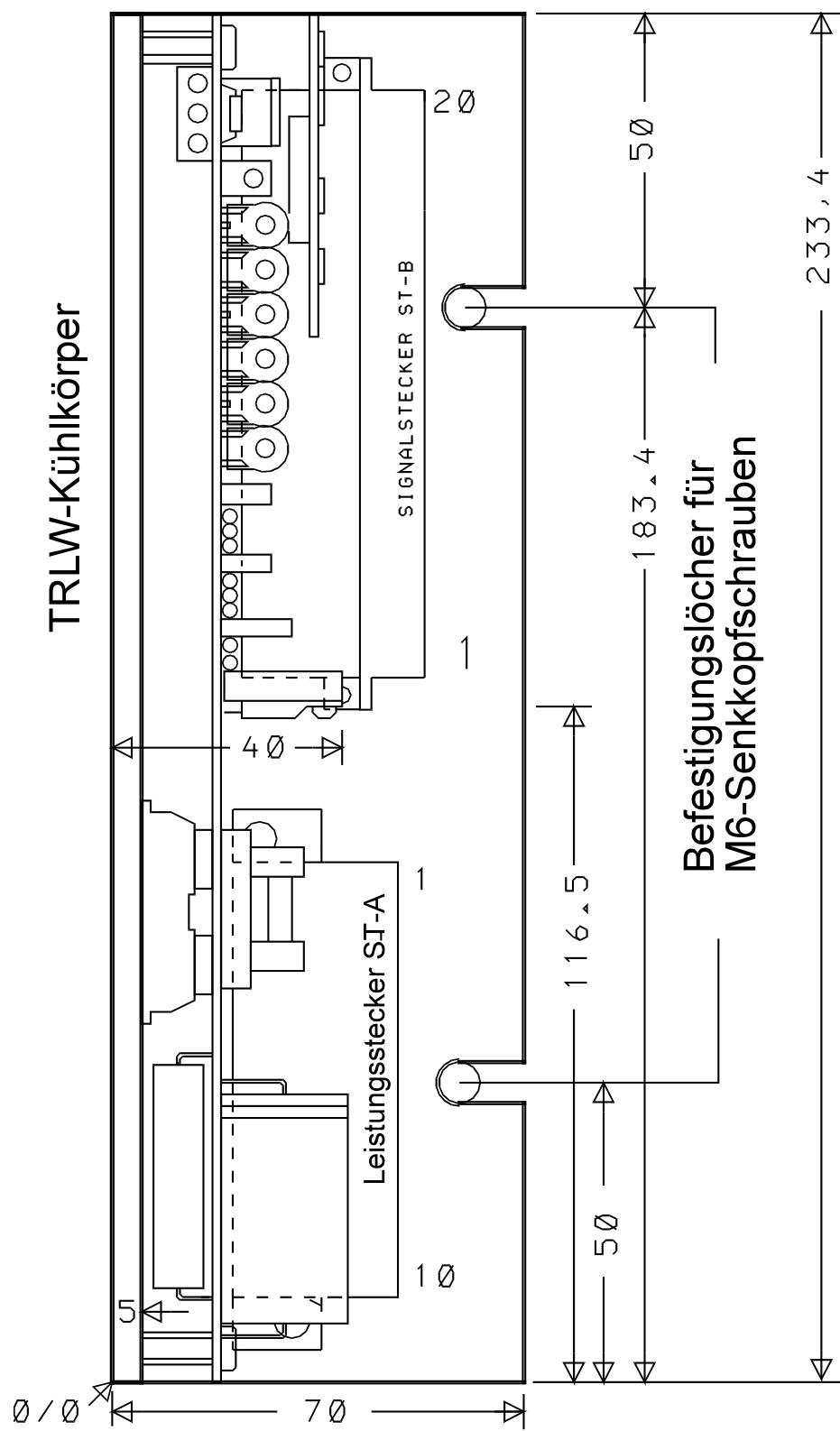
- 20 = Betriebsbereit (Potentialfreier Reedkontakt)
- 19 = Betriebsbereit (Potentialfreier Reedkontakt)
- 18 = Ia-Monitor (5 V = Impulsstrom)
- 17 = Ua-Monitor (5 V = Nennspannung)
- 16 = Tacho (-)
- 15 = Tacho (+)
- 14 = Integral Ab ("I"-Anteil bei Brücke nach 0V)
- 13 = Pos. Stop (Endschalter öffnend)
- 12 = Neg. Stop (Endschalter öffnend)
- 11 = Disable (Enable bei Brücke nach 0 V)
- 10 = - 8 V / 20 mA
- 9 = + 8 V / 20 mA
- 8 = Masse
- 7 = Eingang 2 (-)
- 6 = Eingang 2 (+)
- 5 = Masse
- 4 = Eingang 1 (-)
- 3 = Eingang 1 (+)
- 2 = I²t-Meldeausgang (Open-Col. n. 0V [30V/8mA])
- 1 = Strombegrenzung (0 - 8V / Max.Strom bei + 8V)

Bei Ausnutzen des vollen Impulsstroms sollten wegen der Belastbarkeit der Kontakte die Klemmen 1/2 und 3/4 des Leistungssteckers ST-A parallelgeschaltet werden.



TRLW-Anschlußbild



TRLW-Maßbild

TRLB

- * Spezialversion für Batteriebetrieb
- * Applikation in Elektrofahrzeugen und Einrichtungen der Lager- und Fördertechnik

Die Geräteserie **TRLB** unterscheidet sich von der Standardserie **TRL** vor allem durch das Entfallen des Netzteils mit Gleichrichtung und Siebung, sowie durch den Wegfall der Ballastschaltung. Durch diese Platz einsparung konnte das Leistungsteil großzügiger dimensioniert und für größere Ströme ausgelegt werden (40 A Nennstrom - 100 A Impulsstrom). Die vorstehende Beschreibung des Standardgeräts **TRL** kann sinngemäß Anwendung finden. Natürlich entfallen die Kapitel über die Dimensionierung des Transformators und der Ballast. Bitte beachten Sie jedoch unbedingt die **andere Anschlußbelegung** des Leistungssteckers ST-A, die sich durch Verwendung des Hochstrom-Steckverbinders der Baureihe H15 ergibt.

Frontplatten oder Gehäuse sind für diese Geräteserie nicht vorgesehen - kundenspezifische Sonderwünsche können natürlich realisiert werden.



TRLB Anschlußbelegung

St-A (Leistungsstecker)

4	= Motorleitung (+)
6	= Motorleitung (+)
8	= Motorleitung (+)
12	= Motorleitung (-)
14	= Motorleitung (-)
16	= Motorleitung (-)
20	= V_{cc} 21 - 76 Volt DC
22	= V_{cc} 21 - 76 Volt DC
24	= V_{cc} 21 - 76 Volt DC
26	= OV (Masse)
28	= OV (Masse)
30	= OV (Masse)
32	= OV (Masse)

St-B (Signalstecker)

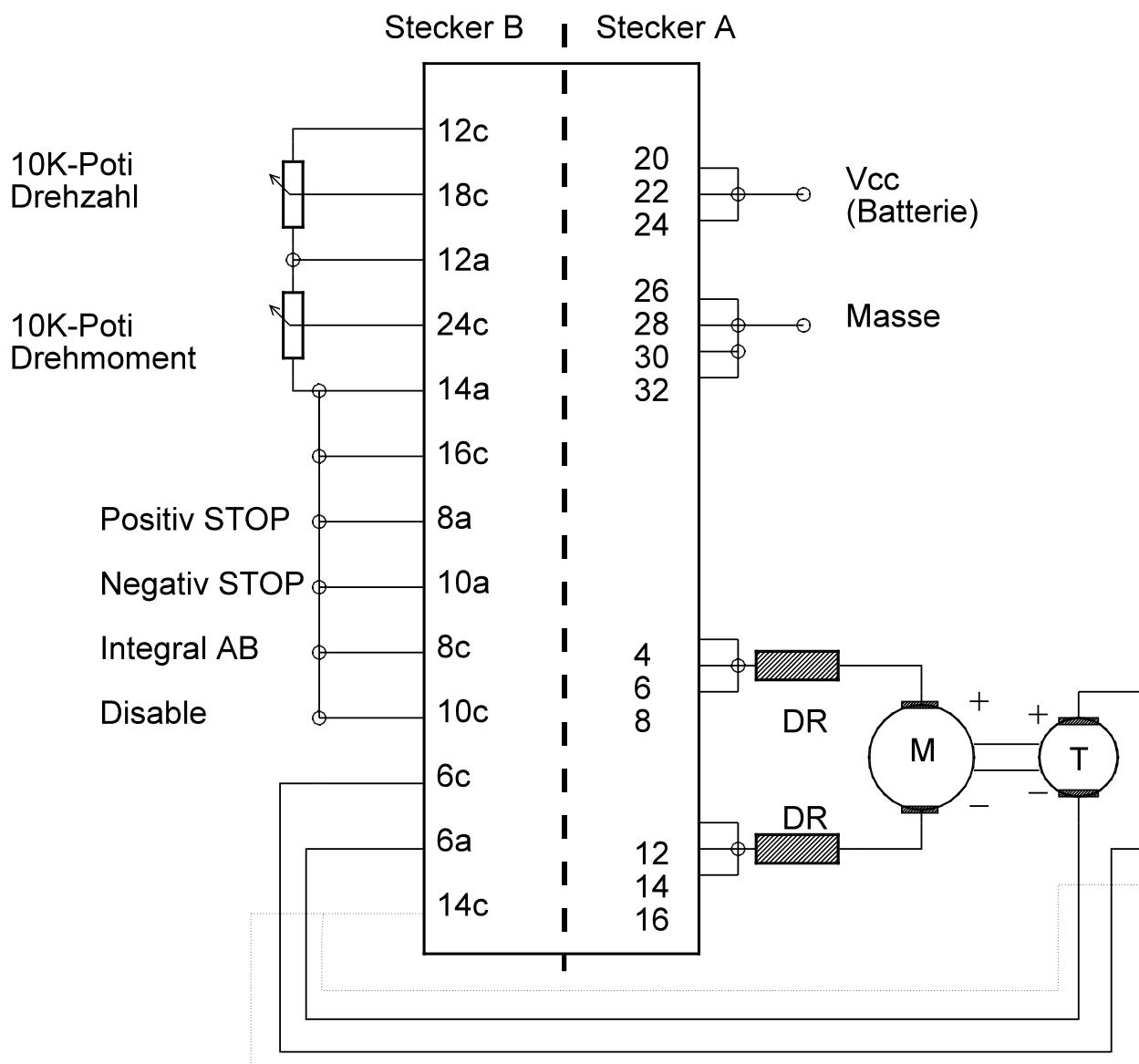
2 a	= Betriebsbereit (Potentialfreier Reedkontakt)
2 c	= Betriebsbereit (Potentialfreier Reedkontakt)
4 a	= Ua-Monitor (5 V = Nennspannung)
4 c	= Ia-Monitor (5 V = Impulsstrom)
6 a	= Tacho (-)
6 c	= Tacho (+)
8 a	= Pos. Stop (Endschalter öffnend)
8 c	= Integral Ab ("I"-Anteil bei Brücke nach 0V)
10 a	= Neg. Stop (Endschalter öffnend)
10 c	= Disable (Enable bei Brücke nach 0 V)
12 a	= + 8 V / 20 mA
12 c	= - 8 V / 20 mA
14 a	= Masse
14 c	= Masse
16 a	= Eingang 2 (-)
16 c	= Eingang 1 (-)
18 a	= Eingang 2 (+)
18 c	= Eingang 1 (+)
20 a	= I ² t-Meldeausgang (Open-Col. n. 0V [30V/8mA])
20 c	= Masse
22 a,c	= Masse
24 a	= I ² t-Meldeausgang (Open-Col. n. + 8V [5mA max])
24 c	= Strombegrenzung (0 - 8V / Max.Strom bei + 8V)
26 a,c	= NC
28 a,c	= NC
30 a,c	= NC
32 a,c	= NC

Wegen der Kontaktbelastbarkeit des Leistungssteckers ST-A müssen die Kontakte 4/6/8 und 12/14/16 und 20/22/24 und 26/28/30/32 parallelgeschaltet werden.



TRLB-Anschlußbild

TRLB



TRLB -Busplatine für Leistungsstecker ST-A

Anschlüsse über Schraubbolzen = Bestellbezeichnung TRLB/BUS1

