

TECHNISCHE BESCHREIBUNG

PULSBREITENMODULIERTER
4-QUADRANTEN SERVOREGLER

Baureihe
TBF-R

Für elektronisch kommutierte Servomotoren
mit Resolver

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 "**Allgemeine Geschäftsbedingungen**"
- Alle Dokumentationen, Zeichnungen, Pläne etc. unterliegen den **urheberrechtlichen Bestimmungen**. Jede Verwertung, Vervielfältigung, Weitergabe und Umgestaltung ohne unsere ausdrückliche Zustimmung ist untersagt.

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Technische Beschreibung	4
1.1 Allgemeines	4
1.2 Technische Daten	5
1.3 Regelprinzip	6
1.4 Blockschaltbild	7
1.5 Funktionsbeschreibung	8
1.6 Funktion als Stromregler	9
1.7 Einstellmöglichkeiten / Anzeigen / Messpunkte / Lötjumper	10
1.8 Frontansicht	12
2. Anschluß des Gerätes	13
2.1 Steckerbelegung	13
2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung	14
2.3 Leitungsführung	17
2.4 Polung von Motor, Rotorlagegeber und Tacho	17
2.5 Anschlußbild (Vorschlag)	20
3. Inbetriebnahme	22
3.1 Voreinstellungen	22
3.2 Einstellung von Impuls- und Effektivstrom	22
3.3 Einstellen der maximalen Motordrehzahl	23
3.4 Offsetabgleich des Drehzahlreglers	23
4. Optimierung des Regelverhaltens	24
4.1 Wechselstromverstärkung der Stromregler	24
4.2 Wechselspannungsverstärkung des Drehzahlreglers	24
4.3 Tachosiebung	24
4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers	24
4.5 Gleichspannungsverstärkung des Drehzahlreglers	25
4.6 Differentialanteil der Tachorückführung	25
5. Störungssuche	26
6. Optionen	27
6.1 Ballastschaltung	27
6.4 Busplatinen	28
Anhang:	29
Maßzeichnung	
Bestückungsplan	Oberseite, Unterseite

1. Technische Beschreibung

1.1 Allgemeines

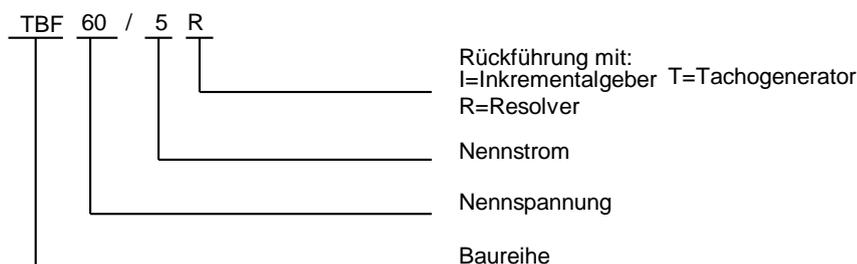
Die Regler der Baureihe R (= Resolver) dienen als Servoregler der Drehzahlregelung von bürstenlosen Servomotoren. Aus den Signalen des am Motor angebauten Resolvers gewinnen sie die Information für die Sinus-Kommutierung des Motors und für die Drehzahlrückmeldung. Zusätzlich werden Inkrementalgebersignale aus diesen Signalen emuliert. Es lassen sich so für ein großes Spektrum von Anwendungen im mittleren und kleinen Leistungsbereich günstige Lösungen realisieren.

Die Verstärker arbeiten mit einer pulsbreitenmodulierten Endstufe in MOSFET-Technik. Die Bauform ist 3 HE (Euroformat) für 19" Einschubgehäuse. Das Leistungsnetzteil ist bei diesen Geräten integriert. Die Elektronikversorgung erfolgt intern aus der Zwischenkreisspannung, womit auch Batteriebetrieb möglich wird.

Die Hauptmerkmale sind:

- * Sinus-Kommutierung
- * Hybridtechnik / SMD-Technik
- * 19 Zoll/3 HE Einschubtechnik
- * Netzteil intern
- * Hohe Dynamik
- * Hoher Wirkungsgrad
- * Fast keine Tacktgeräusche durch Stromfrequenzverdopplung
- * Kurz- und Masseschlußfest
- * Schutzschaltung: Unter-, Überspannung, Überstrom, Überhitze
- * I²t-Strombegrenzung
- * Externe Strombegrenzung
- * Differenzverstärker-Eingang
- * Freigabe Eingang
- * Endschalter Eingänge
- * SPS-kompatible Eingänge
- * Inkrementalgebersignal-Emulation

Typenschlüssel:



1.2 Technische Daten

Februar 1996

Baureihe	TBF60/5R	TBF60/8R	TBF120/7R
Nennspannung	60 V	60V	120 V
Nennstrom (I_{eff})	5 A	8 A	7A
Impulsstrom	15 A	20 A	18 A
Zwischenkreisspannung max.	85 VDC	85 VDC	170 VDC
min.	25 VDC	25 VDC	70 VDC
Empfohlene Trafospaltung	54 VAC	54 VAC	95 VAC
Elektronikversorgung			
Wirkungsgrad			
Restspannungsabfall Endstufe (bei I_{eff})			
Taktfrequenz			
Frequenz der Stromwelligkeit			
Bandbreite Stromregler			
Mindestlastinduktivität (bei I_{eff})			
Hilfsspannung für externe Verbraucher			
Sollwerteingang (Differenzverstärker)			
Innenwiderstand des Sollwerteingangs			
Steuereingänge Enable, Pos.-, Neg.- Stop, Integral-ab			
Innenwiderstand der Steuereingänge			
Eingang Ext.Strombegr.			
Innenwiderstand Ext.Strombegr.			
Inkrementalgeberausgänge A,/A,B/B 0,10			
Elektronische Kommutierung			
Resolver			
Ausgang aufbereitete Tachospaltung			
Skalierung aufber. Tachospaltung			
I ² t-Meldeausgang			
Betriebsbereit Ausgang			
Anschlüsse			
Abmessungen			
Gewicht			

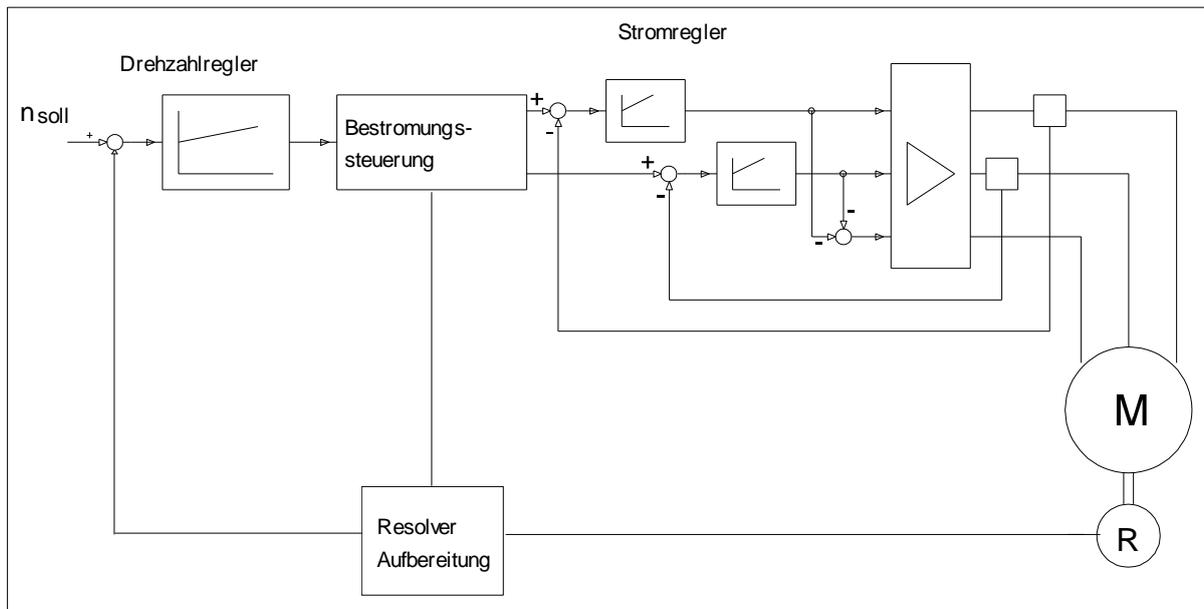
*= Fremdlüftung bei $I_{eff} > 4 A$ Zusatzsiebung bei $I_{eff} > 4 A$ oder $I_{imp} > 12 A$.

$I_{eff} = 4 A$ und $I_{imp} = 12 A$ ist Auslieferungseinstellung

1.3 Regelprinzip

Die Drehstrom-Servoregler der Serie **TBF** arbeiten nach dem Prinzip der Drehzahlregelung mit unterlagertem Stromregelkreis. Zusätzlich steuert die

Bestromungslogik die Kommutierung des bürstenlosen DC-Motors. Der Signalflußplan dieser Funktionsgruppen ist in folgender Abbildung dargestellt.

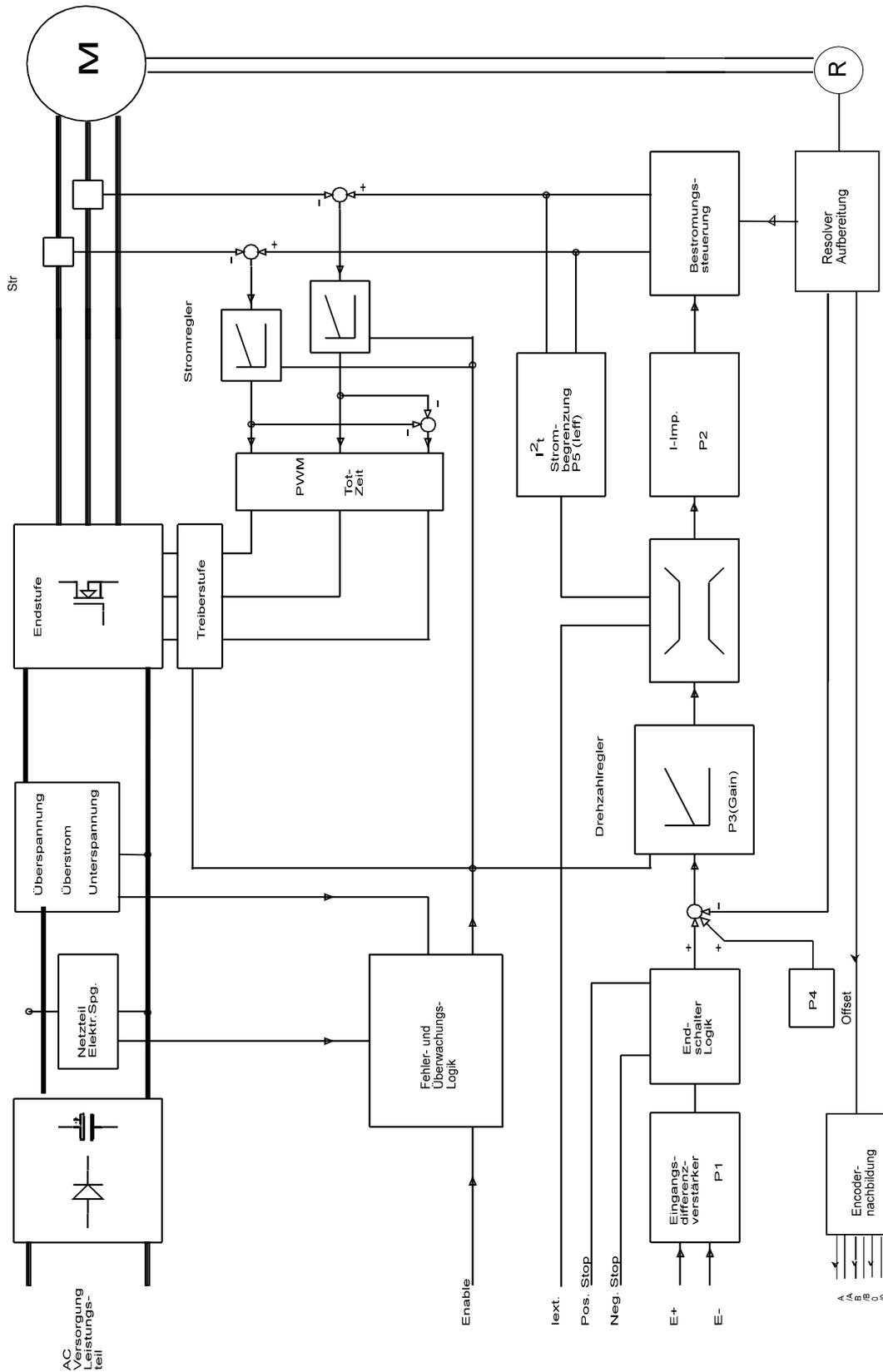


Der Drehzahlregelkreis besteht aus Drehzahlregler, Stromkreis, Motor und Drehzahlerfassung. Der Drehzahlsollwert wird von außen vorgegeben, z.B. durch Potentiometer, NC-Steuerung o.ä. Der Drehzahlistwert wird an der Motorwelle durch einen Resolver ermittelt. Am Summierpunkt wird die Differenz von Soll- und Istwert gebildet und dem Drehzahlregler zugeführt. Er bildet daraus den erforderlichen Stromsollwert.

Der Stromregelkreis besteht aus den Stromreglern, der Verstärkerendstufe, der Strommessung und den Motorwicklungen. Die am Ausgang der Stromregler zu Verfügung stehenden Stromsollwerte steuern über einen Pulsweitenmodulator die sechs Leistungsschalter des Wechselrichters. Bei einer PWM-Frequenz von ca. 9.5 KHz führt das, bedingt durch die spezielle Ansteuerung, zu einer Stromwelligkeit von 19 KHz und damit zu kaum hörbaren Taktgeräuschen.

Diese Unterlagerung eines Regelkreises (Strom) unter einen Zweiten (Drehzahl) garantiert eine stabile Regelung bei guter Dynamik und hoher Steifigkeit Antriebs. So können auch Strombegrenzungen, die zum Schutz von Motor und Verstärker nötig sind, auf einfache Weise nur durch Begrenzung der Ausgangsspannung des Drehzahlreglers (Stromsollwert) realisiert werden.

1.4 Blockschaubild



1.5 Funktionsbeschreibung

Die Funktionsbeschreibung der Verstärker erfolgt anhand des Blockschaltbildes in 1.4

a) Spannungsversorgung

* Leistungsteil:

Die Gleichrichtung und Siebung bildet aus der AC-Spannungsversorgung die zum Betrieb der Endstufe benötigte Gleichspannung (Zwischenkreisspannung U_B). Diese Zwischenkreisspannung kann auch als Gleichspannung direkt eingespeist werden.

* Elektronikversorgung

Die Elektronikversorgung erfolgt intern, durch ein Schaltnetzteil aus der Zwischenkreisspannung.

b) Regelteil

* Drehzahlregler und Strombegrenzung

Der Drehzahl Sollwert kann über den Eingangs-Differenzverstärker zugeführt werden. In der nachgeschalteten Stufe werden positive und negative Sollwerte getrennt unterdrückt (Endschalterlogik). Der so vorbereitete Drehzahl Sollwert wird dann zusammen mit der Tachospaltung auf den Drehzahlregler aufgeschaltet. Die Tachospaltung wird in diesem Gerät mittels entsprechender Verfahren aus den Resolverignalen gewonnen.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten den Sollstrom zu begrenzen:

Die I^2T -Strombegrenzung reduziert den Stromsollwert nach folgendem Verfahren: Die Stromistwerte werden gleichgerichtet, quadriert und auf einen Tiefpass geführt. Erreicht die Ausgangsspannung des Tiefpasses den Wert der an P5 eingestellten Spannung, begrenzt die Schaltung den Strom auf den Dauerstromwert, der der Stellung dieses Potis entspricht. Weiter kann, mit einer extern zugeführten Spannung von 0-10V am Eingang I_{ext} der maximal mögliche Sollstrom auf 0-15 A bzw. 0-18 A eingestellt werden.

Mit dem Potentiometer P2 der internen Strombegrenzung kann der vom Gerät maximal lieferbare Impulsstrom eingestellt werden. Diese Strombegrenzung ist den vorgenannten Strombegrenzungen nachgeschaltet - somit kann der hier eingestellte Strom auf keinen Fall überschritten werden.

* Bestromungssteuerung und Stromregler

Wie im Blockschaltbild dargestellt, muß zur Bildung der eigentlichen Stromsollwerte für den Stromregler des U-Leiterstromes und des V-Leiterstromes zunächst die Bestromungssteuerung durchlaufen werden. Darin wird der Sollstrom des Drehzahlreglerausgangs (Leitstrom) in Abhängigkeit von Signalen des Resolvers in zwei um 120° verschobenen Stromsollwerte umgewandelt und den Stromreglern für die Phasen U und V zugeführt. Durch Subtraktion bildet man an den Ausgängen der Stromregler den Sollstrom der dritten Phase W nach. Dadurch ist gewährleistet, daß die Summe der Ströme immer Null ist.

Der Pulsweitenmodulator erzeugt aus den drei Gleichspannungssignalen für die Leiterströme sechs PWM-Signale, die nach der Totzeitbildung zur Ansteuerung der Treiberstufe dienen.

c) Treiber- und Endstufe

Die Treiberstufe verstärkt die vom Pulsweitenmodulator kommenden Signale und steuert damit die Endstufentransistoren an. In der Endstufe kommen MosFet-Transistoren zum Einsatz, das ermöglicht kurze Schaltzeiten und geringen Restspannungsabfall und führt zu einem guten Wirkungsgrad.

d) Überwachungs- und Fehlerlogik, Enable

Die Zwischenkreisspannung und der Strom im Zwischenkreis werden von der Fehlererkennung ständig überwacht. Überschreiten die Werte bestimmte Größen, schaltet das Gerät den Motor über die Fehlerlogik ab. Steigt die Gerätetemperatur durch nicht ausreichende Luftzirkulation oder zu hohe Umgebungstemperatur auf unzulässige Werte, so führt auch dies zum Ansprechen der Fehlerlogik. Ein Wiedereinschalten ist nur durch Aus- und Wiedereinschalten der Versorgungsspannung möglich.

Jetzt kann die Endstufe über eine externe Spannung am Enable-Eingang freigeschaltet werden, der Motor dreht.

ACHTUNG! Aus Sicherheitsgründen ist der Vorgang des Freischaltens nur bei betriebsbereitem Gerät möglich! Hierdurch wird verhindert, daß der Motor bei Anlegen der Betriebsspannung und bereits anliegendem Enable-Signal unkontrolliert losläuft.

Die Logik schaltet außerdem ab bei Unterspannung im Zwischenkreis und Unterspannung der Elektronikspannungen. Erst wenn die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Mindestspannungen vorhanden sind, schaltet das Gerät ein (grüne LED leuchtet, Betriebsbereit-Ausgang liegt auf Masse).

1.6 Funktion als Stromregler

Falls das Gerät nicht als Stromregler bestellt wurde, ist die Standardeinstellung von Werk aus "Drehzahlregelung".

In einigen Anwendungen kann es nützlich sein, das Gerät **TBF** als reinen Stromregler zu betreiben, da eine Momentenregelung gewünscht wird oder der Drehzahlregler in der übergeordneten Regelung bereits realisiert ist.

Zur Einstellung des Verstärkers auf Stromregelung oder Drehzahlregelung sind die drei Lötjumper JP9, JP10 und JP11 (s. Anhang). Die Jumper sind wie folgt zu setzen:

	JP9.1 nach JP9.2	JP10.1 nach JP10.2	JP11.1 nach JP11.2
Drehzahlregelung	geschlossen	geschlossen	offen
Stromregelung	offen	offen	geschlossen

Die Numerierung der Lötjumper ist wie folgt: z.B. für JP9: JP9.1= rechtes Feld des Lötjumpers, JP9.2 = linkes Feld des Lötjumpers.

1.7 Übersicht der Einstellmöglichkeiten und Anzeigen

A. Die Leuchtdioden

LED 1 (grün) :	Zeigt die Betriebsbereitschaft des Gerätes an; leuchtet auch bei "Disable" geschaltetem Verstärker
LED 2 (gelb) :	I ² T - Strombegrenzung ist im Eingriff
LED 3 (rot) :	Störung (Überstrom, -spannung, -temperatur)
LED 4 (gelb):	Ballastschaltung in Funktion (nur bei 120V-Geräten)

B. Die Potentiometer

Potentiometer 1 :	Sollwertanpassung; P1 paßt die gerätetypische Sollwertnormierung auf die Normierung des Sollwertgebers an und dient der Einstellung der max. Motordrehzahl (0-100%)
Potentiometer 2 :	Impulsstrombegrenzung; Stellbereich 10-100% des gerätetypischen Grenzwertes
Potentiometer 3 :	Einstellung der Verstärkung des Drehzahlreglers
Potentiometer 4 :	Offset-Abgleich des Drehzahlreglers
Potentiometer 5 :	Dauerstromgrenzwert; Stellbereich 0-100% des gerätetypischen Grenzwertes

C. Die Messpunkte

MP0 :	Bezugsmasse 0 V
MP1 :	Sollspannung
MP2 :	Sollstrom
MP3 :	Tachospannung
MP4 :	Fehlerdiagnose: 9 V => Überstrom 8 V => Überspannung 7 V => Übertemperatur
MP5 :	Strommonitor Phase V
MP6 :	Strommonitor Phase U

D. Die Lötjumper

JP1:	Anpassung an Inkrementalgeber mit TTL- oder Leitungstreiberausgängen bei der Spur B (s. auch 2.2, 3.3)
JP2:	Wie JP1, für Spur A
JP3:	Auswahl der Drehzahlrückführung (Drehstromtacho oder Inkrementalgeber); s. auch 3.3 Die Wertung bei Inkrementalgeberrückführung beträgt 80 KHz.

JP4	Wie JP3, jedoch mit Wertung 40 KHz
JP5	Wie JP3, jedoch mit Wertung 20 KHz
JP6	Wie JP3, jedoch mit Wertung 10 KHz
JP7	Spannungsbereich der Rotorlagegebereingänge (nur bei Gebern, die abweichend von den üblichen Open Collector Ausgängen aktive Ausgänge haben). JP7.2 nach JP7.3 geschlossen für 15 V Ausgangspegel und JP7.2 nach JP7.1 für 5 V Ausgangspegel.
JP8	Bei Drehzahlrückführung mit Inkrementalgeber mit TTL-Ausgängen geschlossen, bei Geber mit Leitungstreiber-Ausgängen offen.
JP9	Bei Betrieb des Gerätes als Drehzahlregler geschlossen, bei Stromregelung offen.
JP10	Wie JP9
JP11	Bei Betrieb des Gerätes als Drehzahlregler offen, bei Stromregelung geschlossen
JP12	Nur für werkseitige Einstellung
JP13	Nur für werkseitige Einstellung

E. Die internen Potentiometer

P6	Nur für werkseitige Einstellung
P7	Nur für werkseitige Einstellung
P8	Für besondere Anforderungen an die Taktfrequenz der Endstufe kann hier ein Potentiometer eingesetzt werden (standardmäßig nicht bestückt)
P9	Nur für werkseitige Einstellung

F. Die DIP-Schalter

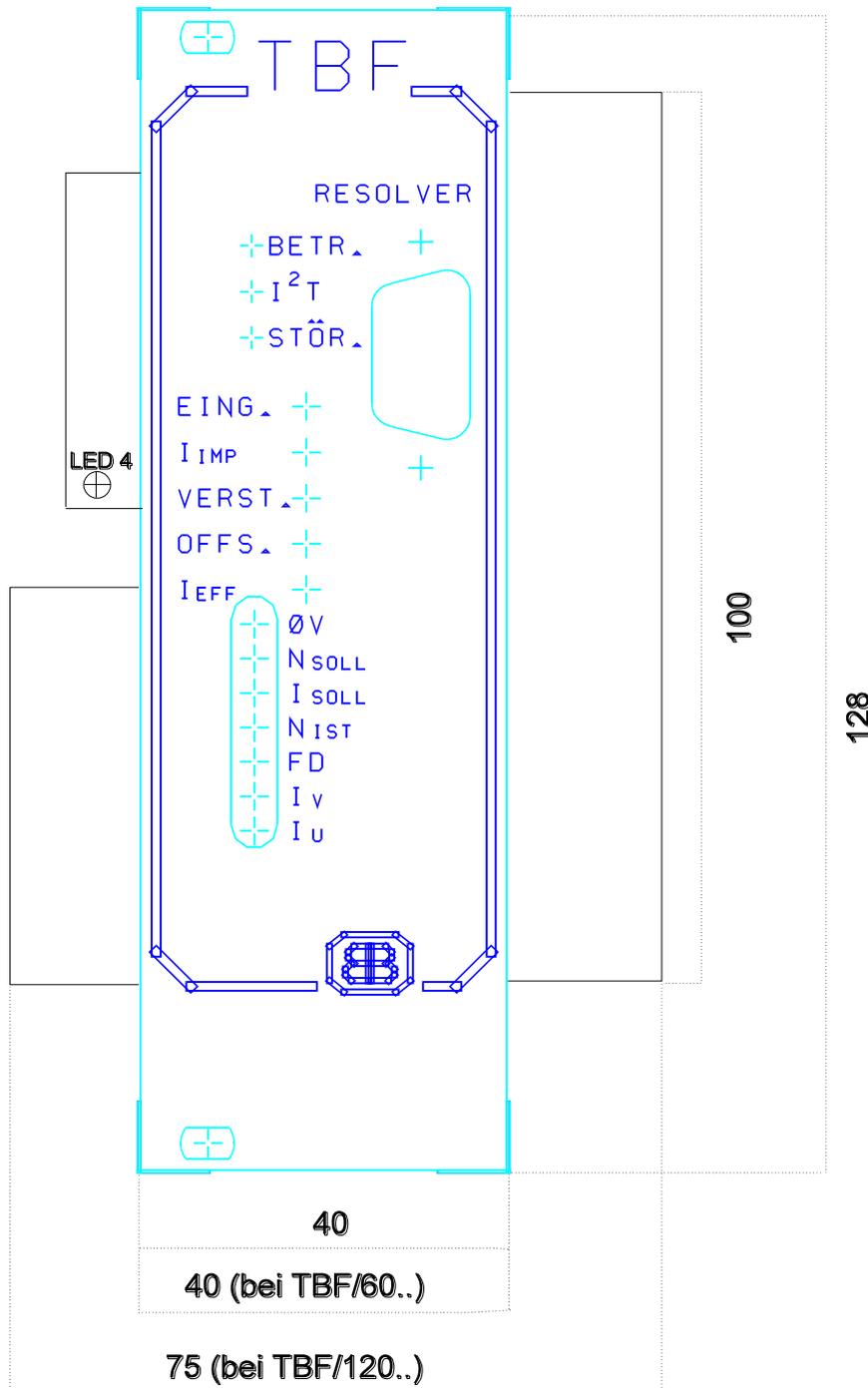
S1 Einstellung auf die Pol-Zahl des Motors

1	2	Pole
off	off	8
off	on	6
on	off	4
on	on	2

S2 Einstellung der Strichzahl des emulierten Inkrementalgebers:

1	2	Strichzahl
off	off	128
off	on	256
on	off	512
on	on	1024

1.7 Frontansicht



2. Anschluß des Gerätes

2.1 Steckerbelegung

Stecker 1 (F48)

2z	Int.Ab.
2b	Neg. Stop
2d	Pos. Stop
4z	GND ref.
4b	Solldrehzahl Eingang (+)
4d	Solldrehzahl Eingang (-)
6z	+ 5 V
6b	Betr. Bereit 13
6d	Betr. Bereit 14
8z	+ 15 V
8b	Eingang Enable
8d	Tachoausgang
10z	N.C.
10b	Spur O
10d	Spur /O
12z	N.C.
12b	Spur A
12d	Spur /A
14z	N.C.
14b	Spur B
14d	Spur /B
16z	GND
16b	I ² t-Meldungl
16d	I _{ext.}
18z	GND
18b	- 15 V
18d	+ 15 V
20z	+ U _B
20b	+ U _B
20d	+ U _B
22z	AC 2
22b	AC 2
22d	AC 2
24z	AC 1
24b	AC 1
24d	AC 1
26z	Power GND
26b	Power GND
26d	Power GNDd
28z	Motor W
28b	Motor W
28d	Motor W
30z	Motor V
30b	Motor V
30d	Motor V
32z	Motor U
32b	Motor U
32d	Motor U

Stecker 2 (D-SUB/9-pol/Buchse)

1	S4-Resolver
2	S2-Resolver
3	S1-Resolver
4	S3-Resolver
5	R1-Resolver
6	Schirm
7	Schirm
8	Schirm
9	R2-Resolver

2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung

a) Stecker 1 (F48)

- * **2z Integral Abschaltung**
An diesem Eingang kann durch Umschalten eines High-Signals (15-30 V) der Integralanteil des Drehzahlreglers abgeschaltet werden. Das kann z.B. bei Positionieraufgaben nützlich sein. Bei offenem oder auf Masse gelegtem Eingang ist der Integralanteil aktiv.

- * **2b, 2d Negativ Stop, Positiv Stop**
Für den Lauf des Motors in positiver Richtung ist der Eingang Pos.Stop mit +15V - +30V zu verbinden. Bei Unterbrechung der Verbindung z.B. durch einen Endschalter (Öffner) werden positive Sollwerte unterdrückt und daher der Motor mit maximal eingestelltem Impulsstrom abgebremst. Negative Drehzahlen sind weiterhin möglich. Gleichzeitig mit aktiver Stopfunktion wird der Integralanteil abgeschaltet.
Für den Neg.Stop Eingang gilt sinngemäß das gleiche, für die negative Drehrichtung. Werden die Eingänge nicht benutzt, sind beide mit +15V zu verbinden.

- * **4z GND ref**
Referenzmasse beim Messen der aufbereiteten Techospannung. Darf extern nicht mit GND oder Power-GND verbunden werden.

- * **4b, 4d Sollwert +; Sollwert -**
Eingänge eines Differenzverstärkers zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Klemme 4b wirkt positiv gegenüber 4d. Die maximale Differenzspannung darf ± 10 V nicht überschreiten. Es sind immer beide Ausgänge zu beschalten, z.B. Sollwert+ am Ausgang des D/A-Wandlers und Sollwert- am Ausgang des Analog - GND einer NC-Steuerung.

- * **6z +5V**
Ausgang einer +5V-Versorgung. Belastbarkeit +10 mA.

- * **6b, 6d Betriebsbereit 13, Betriebsbereit 14**
Potentialfreier Reedkontakt zur Meldung des Betriebsbereit-Zustandes des Gerätes. Der Kontakt ist geschlossen bei betriebsbereitem Gerät.

- * **8z +15V**
Ausgang der +15V Elektronikspannung zur Versorgung der Endschaltereingänge Pos.Stop, Neg.Stop. Belastbarkeit zusammen mit 18d: 10mA.

- * **8b Enable**

Dieser Betrieb ist auf eine Spannung von +15V bis +30V zu legen, bei offenem Eingang ist der Motor stromlos.

Wie in Kapitel 1.5 gilt: Die Freigabe des Motors ist ausschließlich bei betriebsbereitem Gerät (grüne LED leuchtet) möglich. Dies verhindert, daß der Motor bei Anlegen der Betriebsspannung an den Verstärker und anliegendem Enable-Signal unkontrolliert losläuft.

- * **8d Ausgang Tacho**
Ausgang des aufbereiteten Tachosignals. Es steht ein Signal mit einer Belastbarkeit von 1 mA zur Verfügung, das einem DC-Tacho entspricht. Bei der Leitungsführung muß ein möglichst kurzes, abgeschirmtes Kabel verwendet werden. Der Bezugspunkt ist 4z (GND ref).
- * **10z,12z,14z NC,NC,NC**
Diese Anschlüsse sind nicht belegt (Not Contacted), sollten aber nicht mit einer Spannung beaufschlagt werden.
- * **10b,12b,14b Tacho V, Spur 0, Tacho U, Spur A, Tacho W, Spur B**
Zusammen mit 10d, 12d, 14d (Spur/0, Spur/A, Spur/B) bilden diese Kontakte die Ausgänge der emulierten Inkrementalgebersignale. Diese Ausgänge sind für jede Spur als differentielle Leitungstreiber ausgeführt. Die Ausgangspegel entsprechen 5V nach RS422, mit einer maximalen Belastbarkeit von 20 mA pro Kanal.
- * **10d,12d,14d Spur /0, Spur /A, Spur /B**
Zusammen mit 10b, 12b, 14b (Spur 0, Spur A, Spur B) bilden diese Kontakte die Ausgänge der emulierten Inkrementalgebersignale (siehe oben).
- * **16z GND**
0V Bezugspotential Eingänge und Melde-Ausgänge.
- * **16b I²t-Meldung**
Ist die I²t-Strombegrenzung aktiv, so ist der Ausgang niederohmig mit +15V verbunden, ansonsten ist er hochohmig.
-
- * **16d I extern**
Strombegrenzungseingang, bei dem durch eine externe Spannung von 0-10V der an P2 eingestellte Impulsstrom auf 0-100% begrenzt werden kann. Einer Spannung von 0 V entsprechen ca. 0A, und einer Spannung von 10V der an P2 eingestellte Impulsstrom. Wird keine Strombegrenzung gewünscht, so muß der Eingang auf +15V geschaltet werden.
- * **18z GND**
0 V Bezugspotential für +5V, +15V, und -15V.
- * **18b -15 V**

-15V Versorgung für externe Verbraucher. Belastbarkeit -10 mA.

- * **18d +15 V**
+15V Versorgung für externe Verbraucher. Belastbarkeit +10 mA.

- * **20z,b,d +U_B**
Pluspol des Gleichstromzwischenkreises. Hier kann der Pluspol einer eventuell vorhandenen externen Gleichspannung unter Umgehung des internen Gleichrichters eingespeist werden.
Ist eine Zusatzsiebung der Zwischenkreisspannung nötig, so wird der Pluspol des externen Elektrolytkondensators hier angeschlossen.
Eine externe Ballastschaltung kann hier mit ihrem Pluspol angeschlossen werden. Die drei Kontakte sollten parallel geschaltet werden.

- * **22z,b,d AC1, 24z,b,d AC2**
Versorgungseingänge des Gerätes. Hier werden die Sekundäranschlüsse eines Transformators angeschlossen. Zur Absicherung muß in die Zuleitung eine Sicherung eingebaut werden.
ACHTUNG! Die Trafospannung darf in keinem Betriebszustand und bei Berücksichtigung aller Wickeltoleranzen und Netzschwankungen 60 VAC (beim 60V-Gerät und 120V AC beim 120V-Gerät) überschreiten!
Diese drei Kontakte sollten parallel geschaltet werden.

- * **26z,b,d Power GND**
GND des Gleichstromzwischenkreises. GND-Anschluß einer eventuell vorhandenen externen Gleichspannung.
Ist eine Zusatzsiebung der Zwischenkreisspannung erforderlich, so ist 26z,b,d der Anschluß für den Minuspol des externen Elektrolytkondensators.
Eine externe Ballastschaltung kann hier mit ihrem Minuspol angeschlossen werden. Die drei Kontakte sollten parallel geschaltet werden.

- * **28z,b,d ; 30z,b,d ; 32z,b,d Motor U, V, W**
Ausgangsklemmen der Endstufe, an denen der Motor angeschlossen wird. 33z,b,d an Leitung U, 30z,b,d an Leitung V und 28z,b,d an Leitung W. Bitte beachten Sie, daß beim Anschluß der Motorleitungen alle 3 Kontakte parallel geschaltet werden.

b) Stecker 2 (D-SUB/9-pol/Buchse)

- * **1 S4-Resolver**
Eingang für das Statorsignal S4 eines zweipoligen Resolvers. Der Resolver muß ein zweipoliger Transmittertyp mit einer Übersetzung von 0,5 sein. Die Eingangsspannung des Rotors soll $7 V_{rms}$ bei 10 KHz sein.
- * **2 S2-Resolver**
Eingang für das Statorsignal S2 eines zweipoligen Resolvers.
- * **3 S1-Resolver**
Eingang für das Statorsignal S1 eines zweipoligen Resolvers.
- * **4 S3-Resolver**
Eingang für das Statorsignal S3 eines zweipoligen Resolvers.
- * **5 R1-Resolver**
Ausgang des $7 V_{rms}/10KHz$ -Referenzsignals für den Rotoranschluß R1 des Resolvers.
- * **6 Schirm**
Kontakt zum Auflegen der Schirmung der Resolverleitung, z.B. gemeinsamer Schirm S4/S2 und gemeinsamer Schirm S1/S3.
- * **7 Schirm**
Kontakt zum Auflegen der Schirmung der Resolverleitung, z.B. gemeinsamer Schirm R1/R2.
- * **8 Schirm**
Kontakt zum Auflegen der Schirmung der Resolverleitung, z.B. Gesamtschirmung.
- * **9 R2-Resolver**
Anschluß für den Resolveranschluß R2 des Resolvers. Dieser Anschluß ist intern mit GND verbunden.

2.3 Leitungsführung

Für einen störungsfreien Betrieb des Servoverstärkers ist eine sorgfältige Leitungsführung unerlässlich!

Steuerung und Verstärker müssen auf dem selben Potential liegen (meist Erdpotential). Die Potentialgleichheit muß durch eine einzelne Verbindung zwischen Steuerung und Verstärker (St1 26z,b,d) hergestellt werden. Diese Verbindung muß durch eine genügend starke Leitung erfolgen. Der Leitungsquerschnitt sollte mindestens dem der Motorleitung entsprechen (min. 1,5 mm²). Da im Verstärker Power GND (ST1 26z,b,d), GND (St1 18z und 16z) und GND ref. (ST1 4z) verbunden sind, darf, zur Vermeidung von Masseschleifen, keine weitere dieser Klemmen mit Steuerungs-GND verbunden werden.

Die Steuerleitungen, die Signalleitungen des Motors und die Motorleitungen sind in getrennten Kabeln zu führen. Die Steuerleitungen und die Signalleitungen des Motors müssen immer abgeschirmt sein, die Motorleitungen sollten dann abgeschirmt sein, wenn besondere Anforderungen an die Störfreiheit gestellt werden. Der Schirm der Steuerleitungen wird an der Quelle der Signale auf GND aufgelegt, der Schirm der Signalleitungen des Resolvers am Verstärker (St2 6,7,8). Die Schirmung der Motorleitungen muß an der Quelle der Motorströme, d.h. am Verstärker, geerdet werden (St1 26z,b,d).

Damit die Schutzfunktion des Verstärkers (Masseschlußfestigkeit) sicher funktioniert, muß das Motorgehäuse mit Power GND (26z,b,d) verbunden werden.

Die Leitungen des Differenzeingangs Sollwert+ (4b) und Sollwert- (4d) müssen beide gemeinsam in ein und demselben Kabel zur Steuerung geführt werden. Dieses Kabel muß abgeschirmt sein, mit Anschluß der Schirmung an der Steuerung. Bei Steuerungen steht das Sollwertsignal in der Regel mit Massebezug oder mit Bezug auf eine Referenzspannung zur Verfügung. Eine der Sollwertleitungen wird dann auf den Sollwertausgang und die andere auf den Bezugspunkt aufgelegt. Auch bei Massebezug ist die zweite Leitung bis zur Steuerung zu führen und dort mit GND zu verbinden.

2.4 Richtige Polung von Motor und Resolver

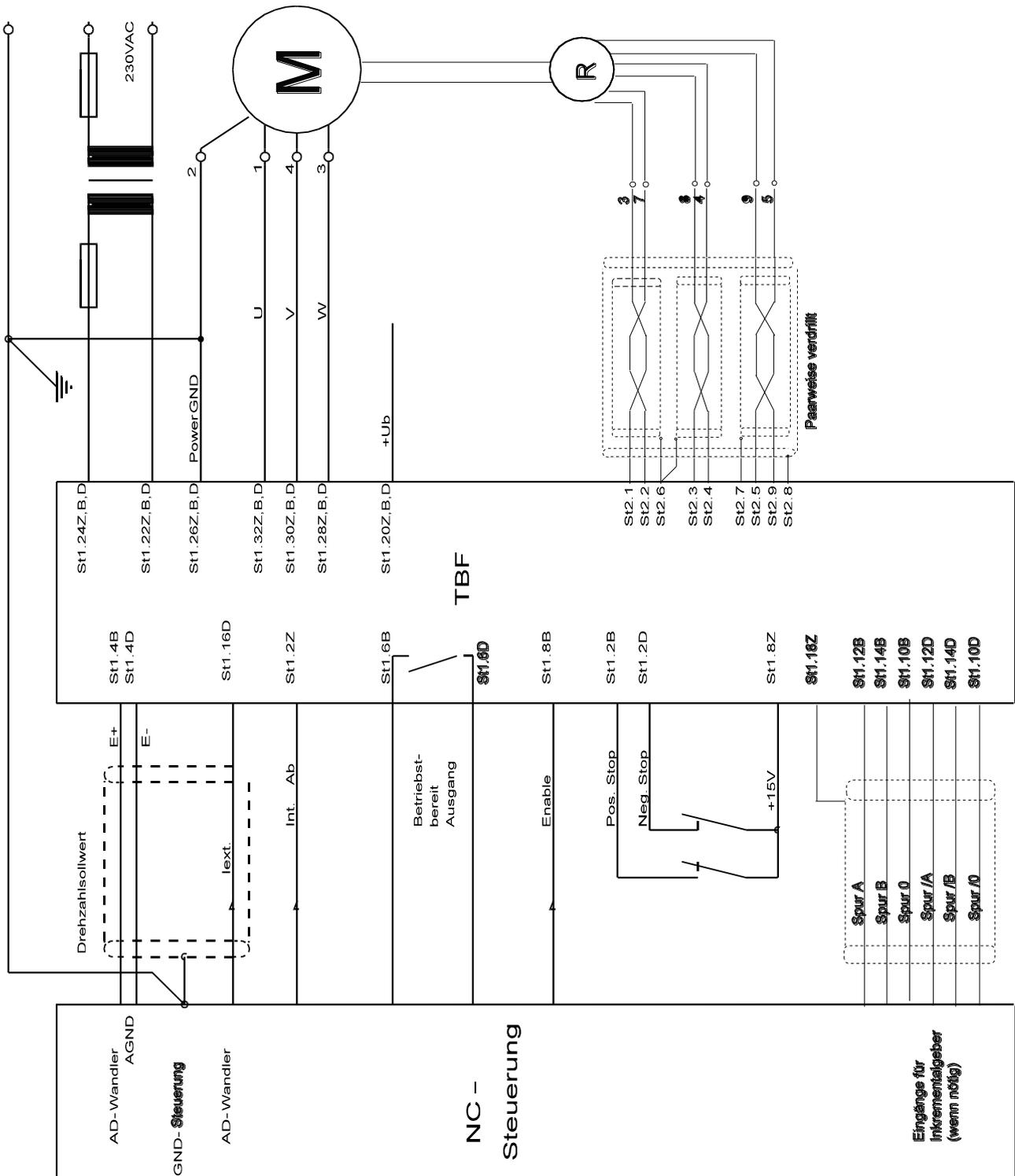
Anschluß

Der Motor wird mit seinen Leistungskontakten U,V,W, wie es die Klemmenbezeichnungen unter 2.1 zeigen, mit dem Verstärker verbunden. Auch die Leitungen des Resolvers werden, wie in 2.1 beschrieben, angeklemt.

Justage des Resolvers

Die Justage des Resolvers sollte anhand eines Musters in unserem Hause durchgeführt werden.

2.5 Anschlußbild (Vorschlag für BB-Motoren mit Resolver)



3. Inbetriebnahme

3.1 Voreinstellungen

Bei der Geräte-Endkontrolle werden alle einstellbaren Parameter werkseitig justiert, so daß die Inbetriebnahme problemlos ist. Dabei ist vorausgesetzt, daß die oben beschriebene Justage des Resolvers und die Sicherstellung der richtigen Anschlußfolge des Motors an einem Vergleichsstück erfolgt ist. Um eventuelle Schäden an Motor und Maschine auszuschließen, wie sie z.B. durch Verdrahtungsfehler entstehen könnten, empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

:

- Eingangspoti P1 auf Linksanschlag
- Verstärkungspoti P3 auf Linksanschlag
- Impulsstrompoti P2 auf Dauerstrompoti P5 auf etwa 1/3 vom Linksanschlag

3.2 Einstellen von Impuls- und Dauerstrom

Wird ein Impulsstrom gemessen, der vom voreingestellten Strom abweicht, kann die Einstellung wie folgt vorgenommen werden:

Der Strom ist mit Hilfe eines Speicheroszilloskops an einem der Strommonitor-Ausgänge (MP5 oder MP6) zu messen. Der Motor ist dann mit Schleichdrehzahl zu betreiben und leicht zu belasten. Durch Beobachten des Stromes ermittelt man einen Bereich der Bestromung der entsprechenden Phase, bei der sich der Scheitelpunkt des Stromes befindet und bremst den Motor dort ab.

Mit dem entsprechenden Poti (P2) kann der gewünschte Impulsstrom eingestellt werden.

Reduziert das Gerät auf den Dauerstrom bevor die Justierung abgeschlossen ist, schaltet man den Verstärker Disable, wartet eine Erholzeit ab und führt die Einstellung noch einmal durch; optimale Werte werden meist erst nach mehrfacher Wiederholung erreicht.

Wird ein niedrigerer Dauerstrom gewünscht als der gerätetypische, geht man wie folgt vor: Auch hier den Strom mit Hilfe eines Speicheroszilloskopes an einem der Strommonitor-Ausgänge messen. Der Motor ist dann mit Schleichdrehzahl zu betreiben und leicht zu belasten. Man beobachtet den Strom, ermittelt einen Bereich des Scheitelpunktes der Bestromung der entsprechenden Phase und bremst den Motor dort ab.

Nach Ablauf der Impulsstromphase wird der Strom selbsttätig auf den Dauerstrom, einstellbar an P5, reduziert. Zur Einstellung P5 immer stückchenweise verstellen. Nach einer kurzen Anpassungszeit fließt der neue Dauerstrom.

Die Einstellungen werden wesentlich erleichtert, wenn anstelle des Motors drei in Stern geschaltete Drosseln an den Motoranschlüssen angebracht werden. Die Drosseln müssen die Mindestlastinduktivität und einen Sättigungsstrom der über dem maximalen Strom des Verstärkers liegt, besitzen.

3.3 Einstellen der maximalen Motordrehzahl

Der Verstärker ist werkseitig auf eine Motordrehzahl $n_{\max} = 3000$ bei 10 V Eingangsspannung für die BB-Motoren eingestellt. Um die maximale Motordrehzahl zu verringern, ist das Eingangspoti nach links zu drehen, zur Erhöhung nach rechts.

3.4 Offsetabgleich des Drehzahlreglers

Der Offsetabgleich ist bei betriebsarmem Gerät durchzuführen. Sollwert Null vorgeben (Eingang kurzschliessen).

Motordrift mit P4 auf Null einstellen.

4. Optimierung des Regelverhaltens

4.1 Wechselstromverstärkung der Stromregler

Die Einstellung Wechselstromverstärkung der Stromregler erfolgt mit den Widerständen R25 (Standard 4,7 kOhm) und R26 (Standard 4,7 kOhm)(siehe Anhang), wobei jeder Widerstand Teil eines Spannungsteilers ist. Man kann in der Erprobungsphase die Festwiderstände durch Potis ersetzen (25 kOhm) und in der Serie dann die als optimal ermittelten Werte durch Festwiderstände realisieren.

Zur Einstellung erhöht man bei geringer Drehzahl die Stromverstärkung bis zum Schwingen. Die Verstärkung wird dann sofort vermindert bis das Schwingen aufhört und noch ein wenig darüber hinaus. Da sich eine zu große Stromverstärkung unter Umständen negativ auf das Kommutierungsverhalten auswirkt, sollte auch dies bei der Festlegung berücksichtigt werden.

4.2 Wechselspannungsverstärkung des Drehzahlreglers

Zur Verstärkungseinstellung den Motor an die Last ankuppeln und einen Sollwert von 0V vorgeben. Poti P3 bis zum Schwingen nach rechts drehen, Verstärkung sofort soweit zurücknehmen bis die Oszillation aufhört und noch etwas darüber hinaus.

Die Verstärkungseinstellung bei Betrieb mit Inkrementalgeber ist um so unkritischer je höher die Strichzahl des Gebers ist.

4.3 Tachosiebung

Für die Tachosiebung ist der Kondensator C21 zuständig (siehe Anhang). Bei Betrieb des Antriebs mit einem Drehstromtacho ist der Standardwert 22nF ausreichend, was ein sehr gutes dynamisches Regelverhalten ermöglicht.

4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers

Für den Integralanteil des Drehzahlreglers ist der Kondensator C27 zuständig (siehe Anhang).

Der Standardwert von C27 ist 220 nF.

4.5 Gleichspannungsverstärkung des Drehzahlreglers

Zur Veränderung der statischen Steifigkeit ist der Widerstand R71 vorgesehen (siehe Anhang). Mit größer werdendem Widerstandswert nimmt die Steifigkeit ab. Der Standardwert ist 330 Ohm.

4.6 Differentialanteil in der Tachorückführung

Durch Einfügen eines standardmäßig nicht bestückten Widerstandes (R80) und eines Kondensators (C25) kann für spezielle Anforderungen an die Regelung der Tachorückführung ein Differentialverhalten gegeben werden.

5. Störungssuche

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

- Sicherung S1 ist fehlerhaft
- Externe Sicherungen zum Leistungsteil defekt

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

- Unterbrechung der Motorzuleitungen
- Endstufenfreigabe (Enable) fehlt
- Endstufenfreigabe nicht bei betriebsbereitem Gerät erfolgt

Achse verfährt nicht, Motor hat Vorzugsstellungen, die bei manueller Auslenkung des Motors schwingend einrasten:

- Motor verpolt
- Motorleitung unterbrochen
- Resolver falsch angeschlossen oder dejustiert

Achse verfährt, Haltemoment nur schwach ausgeprägt:

- Impulsstrompoti steht am Rechtsanschlag (P2)

Achse verfährt nicht, Motor hat Haltemoment:

- Kein Drehzahlsollwert vorhanden
- Motorwelle ist blockiert

I²t-Meldung LED 2 (gelb) leuchtet:

- Poti P5 (I_{eff}) ist falsch eingestellt
- mechanische Reibung ist zu groß
- Oszillationen durch falsche Verstärkereinstellung (P3)
- Brummen auf der Eingangsleitung

Endstufenstörung LED 3 (rot) leuchtet:

- Betriebsspannung zu hoch (8V an MP4)
- Bremsenergie zu hoch (8V an MP4)
- Thermoschalter hat ausgelöst, da Kühlkörpertemperatur >80° (7V an MP4)
- Kurzschluß im Motor oder Masseschluß einer Motorleitung

Motor dreht unkontrolliert hoch:

- Resolver verpolt oder falsch justiert
- Motor verpolt

Drehzahl ist zu niedrig:

- Drehzahlsollwerte sind zu weit abgeschwächt
- Betriebsspannung ist zu niedrig
- angetriebene Last ist zu groß bzw. die Strombegrenzung ist zu niedrig eingestellt

Motor hat einen unruhigen Lauf:

- Wechselspannungsverstärkung ist zu groß
- Resolver-Leitungen nicht ausreichend abgeschirmt
- Einstreuungen durch falsche Eingangsverdrahtung

Ballastschaltung ist dauernd aktiv (LED 4 leuchtet):

- Versorgungsspannung ist zu hoch

6. Optionen

6.1 Ballastschaltung

Eine Ballastschaltung ist dann nötig, wenn die vom Motor und der Last zurückgespeiste Energie größer ist als die Energie, die in den Sieb-Elkos gespeichert werden kann. Dies ist der Fall, wenn die in der Last gespeicherte Bewegungsenergie während eines Bremsvorgangs durch den Verstärker aufgenommen werden muß.

Das TBF60/5R kommt aufgrund des relativ großen Kondensators im Netzteil in den meisten Fällen ohne Ballastschaltung aus.

Da beim TBF120/7R der Siebkondensator nur halb so groß ist und sowohl die Spannung als auch die Ströme höher sind, wird dieses Gerät standardmäßig mit einer Ballastschaltung von 35 W versehen.

Sollte beim Bremsen die LED 3 aufleuchten und an MP4 8V zu messen sein, so muß eine weitere (bzw. überhaupt eine) zusätzliche Ballastschaltung verwendet werden.

Folgende Ballastschaltungen stehen zur Verfügung:

Für das 60V Gerät: BS2/60 mit 35W

Für das 120V Gerät: BS2/120 mit 80W und BS120/V mit 125W

Wenn das TBF 120/7R für mehr als drei Achsen verwendet wird, kann es günstiger sein eine große gemeinsame Ballastschaltung einzusetzen. Die internen Ballastschaltungen entfallen bei dieser Option. Man verbindet die Zwischenkreise (St1 20z,b,d, +Ub und St1 26z,b,d, Power GND) jeweils untereinander und führt die Gleichspannung über einen Drehstromgleichrichter zu.

Die Ballastschwelle beträgt 87V beim 60V-Gerät und 172V bei den 120V-Geräten.

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

$$P = 0.0055 * J * n^2 / T$$

P = Leistung in W

J = Massenträgheitsmoment in $[\text{kgm}^2]$

n = Drehzahl in Upm

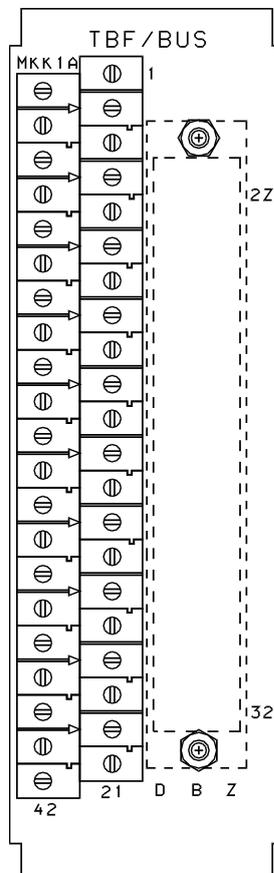
T = Periodendauer in s (Zeit vom Beginn eines Bremsvorgangs bis zum Beginn des nächsten Bremsvorgangs)

6.2 Busplatinen

a) Für 19"-Baugruppenträger (Bestellbezeichnung TBF/BUS):
Steckerbelegung der Schraubklemmen:

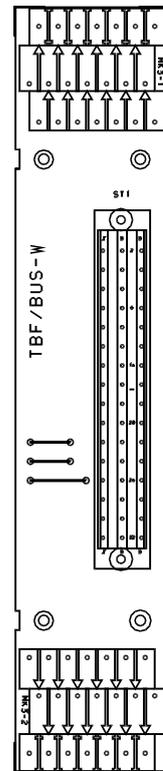
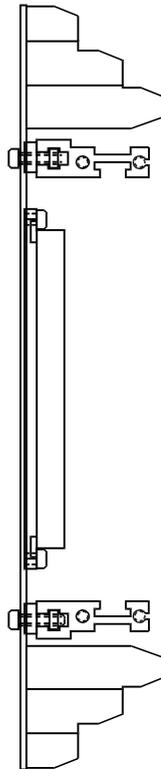
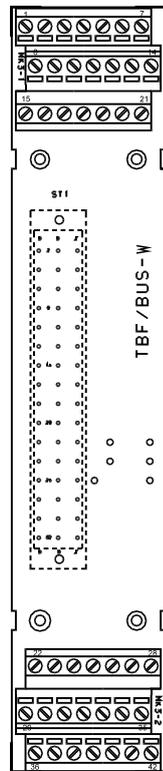
1	Int.Ab
2	Neg.Stop
3	Pos. Stop
4	+ 5 V
5	Betr.Ber. 13
6	Betr.Ber. 14
7	Spur /0
8	Spur /A
9	Spur /B
10	NC
11	NC
12	NC
13	I _{ext}
14	GND
15	AC2
16	AC1
17	Power GND
18	Motor W
19	Motor V
20	Motor U
21	+ UB

22	GND ref
23	+ Sollwert
24	- Sollwert
25	+ 15 V
26	Freigabe
27	Ausgang Tacho
28	Spur 0
29	Spur A
30	Spur B
31	I ² t-Meldung
32	+ 15 V
33	+ 15 V
34	- 15 V
35	GND
36	AC2
37	AC1
38	Power GND
39	Power GND
40	Power GND
41	Power GND
42	+ U _B



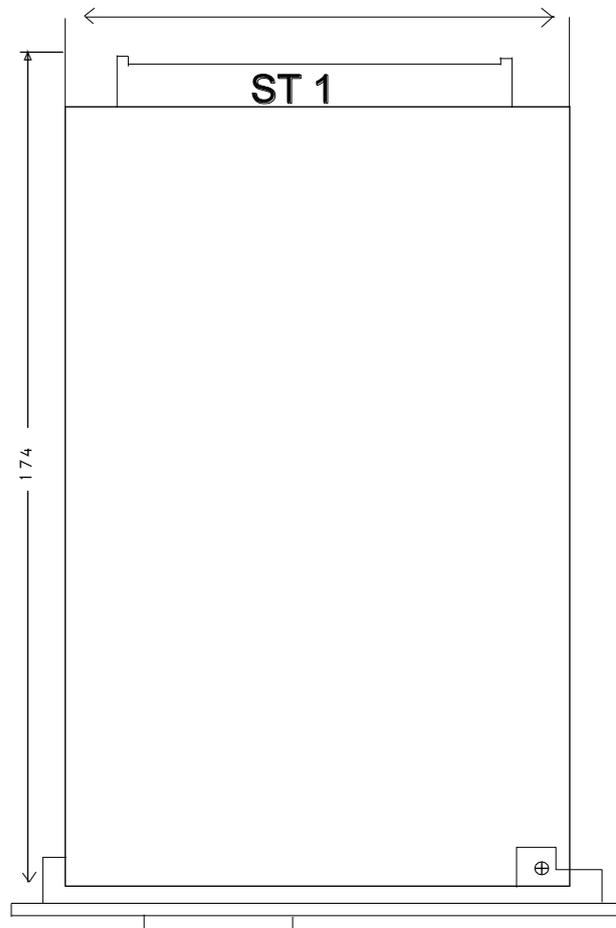
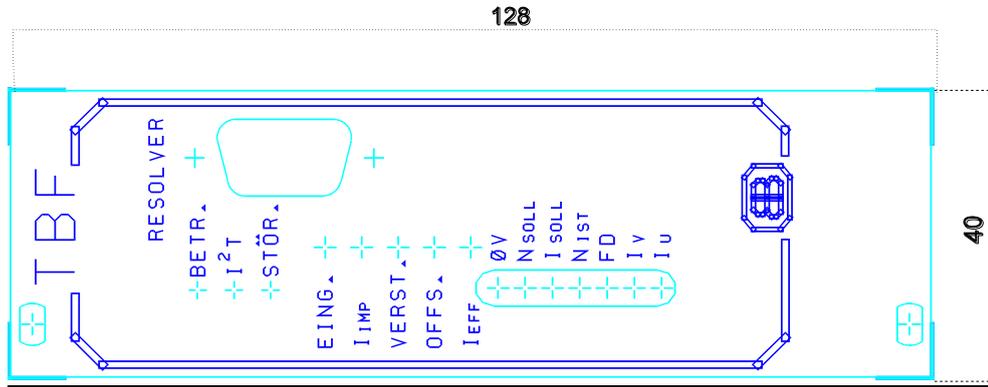
b) Für Wandmontage (Bestellbezeichnung: TBF/BUS-W)
Steckerbelegung der Schraubklemmen:

1	+ Sollwert	22	Motor U
2	Freigabe	23	Motor V
3	I_{ext}	24	Motor W
4	+ 15 V	25	AC1
5	Int.Ab	26	AC2
6	Spur A	27	+ U_B
7	Spur /A	28	Power GND
8	- Sollwert	29	Spur /0
9	Betr.Ber. 14	30	Spur /B
10	Pos Stop	31	Spur /A
11	GND	32	power GND (Motor Masse)
12	GND	33	+ 5 volts
13	Spur B	34	power GND
14	Spur /B	35	GND (Elektronik-Masse)
15	Ausgang Tacho	36	Spur 0
16	Betr.Ber. 13	37	Spur B
17	Neg. Stop	38	Spur A
18	- 15 V	39	GND ref.
19	I^2t -Meldung	40	NC
20	Spur 0	41	NC
21	Spur /0	42	NC

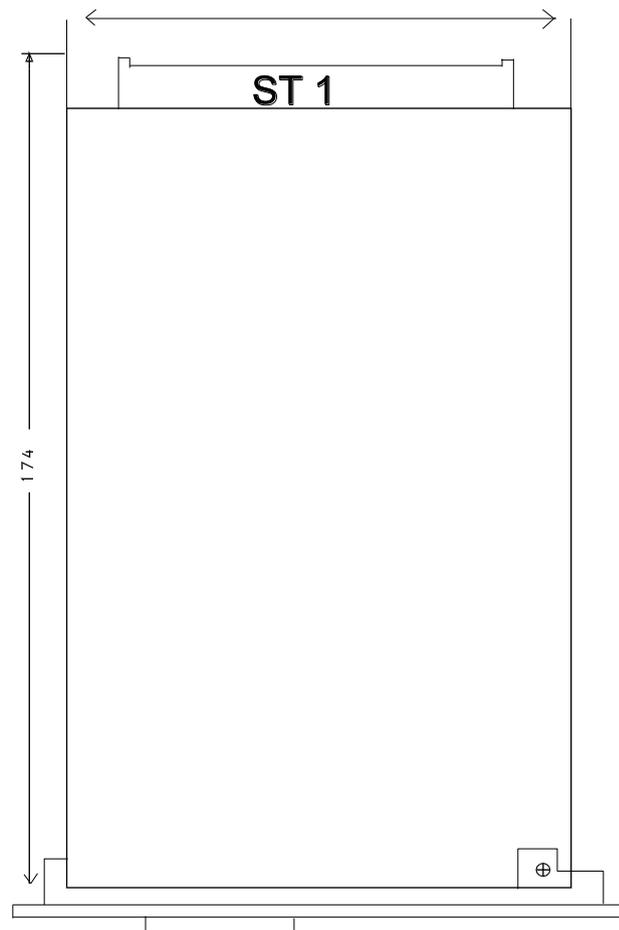
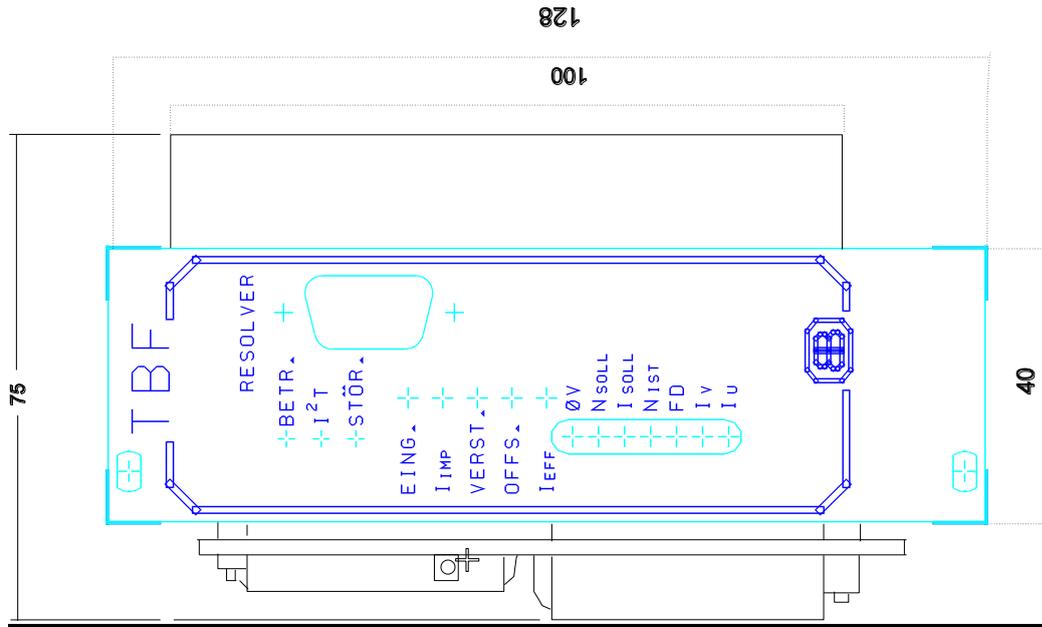


ANHANG

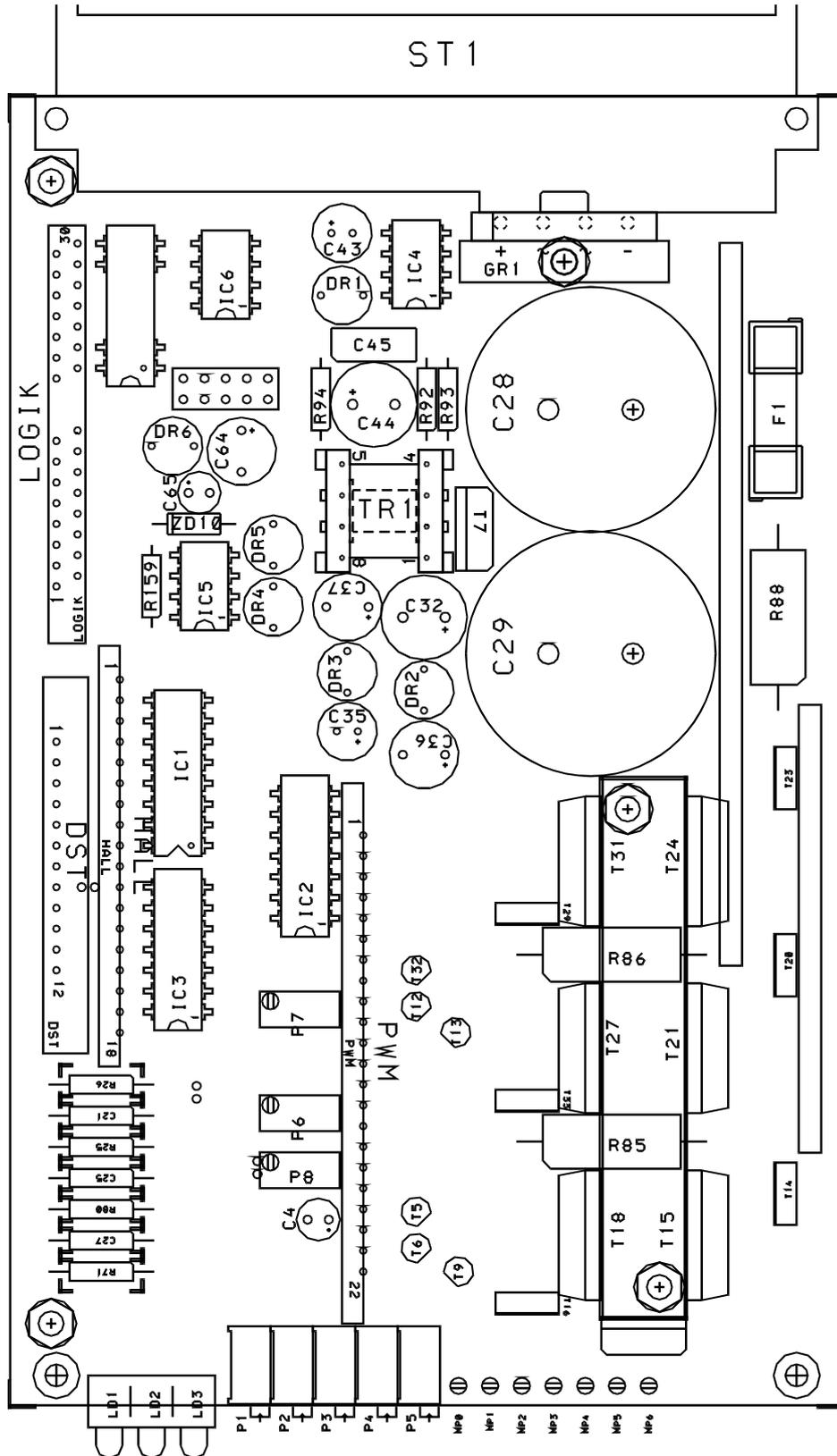
1) Masszeichnung TBF/60/5R



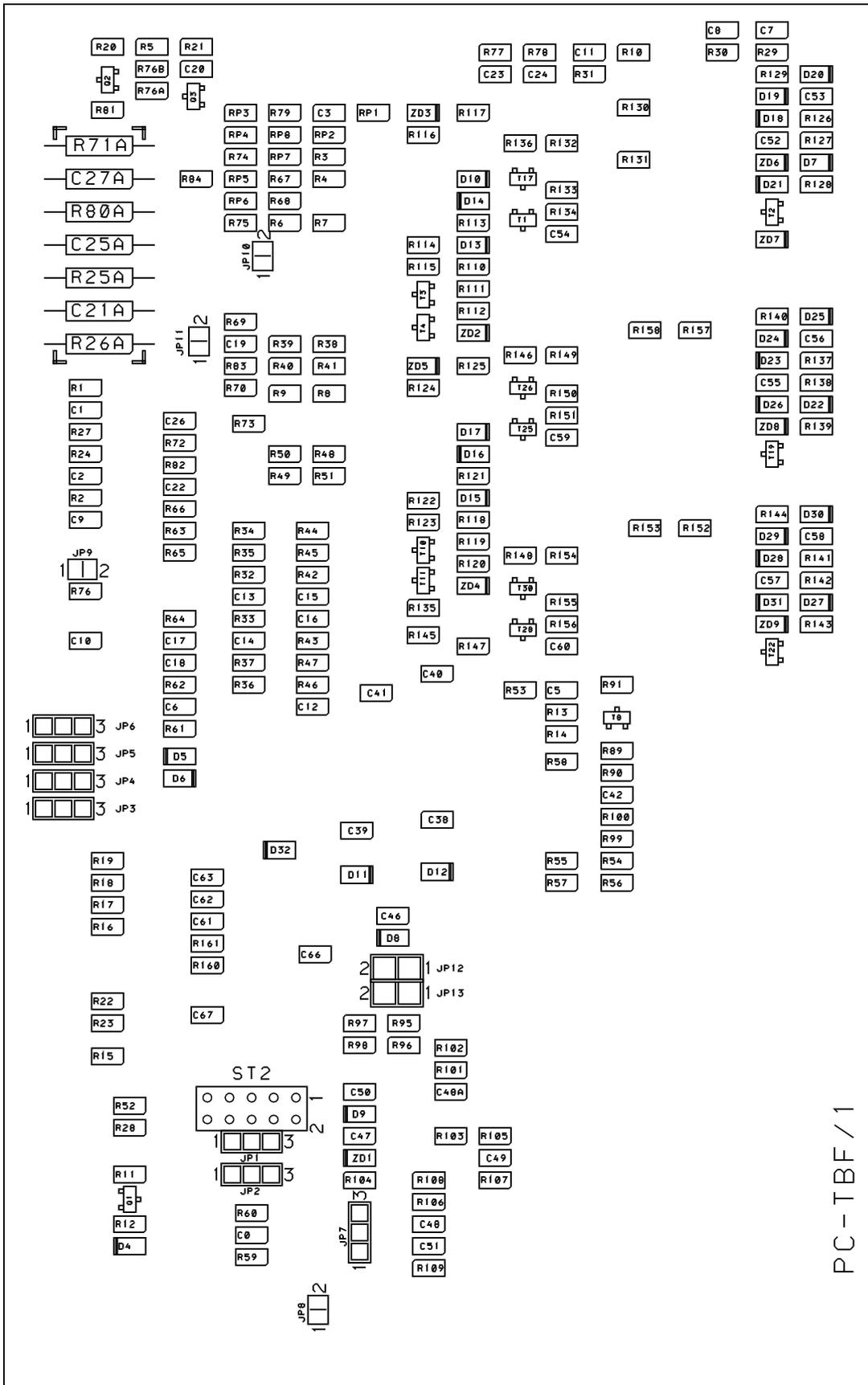
Masszeichnung TBF/120/7R



2) Bestückungsplan TBF-R (Oberseite)A



3) Bestückungsplan (Unterseite)



PC-TBF/1

4) Classification of Motor Signals

Phase position of signals with correct connection:

RLG U (12z)

RLG V (14z)

RLG W (10z)

Tachometer against MP
(4z)

Tacho U (14b)

Tacho V (10b)

Tacho W (12b)

V to U (30 to 32)
(Ground to V
testpoint to U)

W to V (28 to 30)

U to W (32 to 28)

Spur A (12b)

Spur /A (12d)

Spur B (14b)

Spur /B (14d)