

INBETRIEBNAHMEANLEITUNG

PULSBREITENMODULIERTER
4-QUADRANTEN STROMREGLER

Baureihe TBS

FÜR BÜRSTENLOSE MOTOREN



Wichtig!

- Bitte unbedingt **vor der Inbetriebnahme** die Inbetriebnahmeanleitung 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**".
- Das Firmensignet ist ein international geschütztes Warenzeichen. Alle Dokumentationen, Zeichnungen, Pläne etc. unterliegen den urheberrechtlichen Bestimmungen. Jede Verwertung, Vervielfältigung, Weitergabe, Verarbeitung und Umgestaltung ohne unsere ausdrückliche Genehmigung ist untersagt. (bei in Kraft befindlichen Versionen diese Zeile verdeckt formatieren)





Inhaltsverzeichnis

1 Sicherheitshinweise	5
1.1 Allgemeine Hinweise	5
1.2 Qualifiziertes Personal	5
1.3 Bestimmungsgemäßer Gebrauch	5
1.4 Beschreibung von Symbolen und Signalwörtern	6
1.5 Sicherheitstechnische Hinweise	6
1.6 Installation	7
1.7 Wartung / Instandsetzung	7
2 Technische Beschreibung	8
2.1 Allgemeine Beschreibung	8
2.2 Typenübersicht	9
2.3 Technische Daten	9
2.4 Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild	10
2.4.1 Spannungsversorgung	10
2.4.2 Regelteil	10
2.4.3 Effektivstrom-Meldung	11
2.4.4 Treiber und Endstufe	11
2.4.5 Schutz- und Überwachungs-Schaltungen	11
2.5 Blockschaltbild	12
2.6 Übersicht der Einstellmöglichkeiten und Anzeigen	13
2.6.1 Anzeigen	13
2.6.2 Einstellmöglichkeiten	13
2.6.3 Meßpunkte	14
2.6.4 Löt-Jumper	14
2.6.5 Frontansicht	15
3 Anschluß des Gerätes	16
3.1 Steckerbelegung	16
3.2 Erläuterung der Anschlußbelegung	17
3.3 Leitungsführung	20
3.4 Anschlußbilder	21
3.4.1 Anschlußbeispiel eines Synchronmotors für Geräte mit 32-poliger Steckerleiste	21
3.4.2 Anschlußbeispiel eines Synchronmotors für Geräte mit 48-poliger Steckerleiste	21
4 Inbetriebnahme	22
4.1 Vorbereitungen	22
4.2 Vorgehensweise	22
4.3 Einstellung der Effektivstrommeldung	23
5 Optimierung des Regelverhaltens	24
5.1 Integralanteil des Stromreglers - Ja oder Nein?	24



5.2 Proportionalverstärkung der Stromregler	24
6 Zusatzkarten.....	25
6.1 Ballastschaltung (BS2/120)	25
6.1.1 Allgemeines	25
6.1.2 Funktionsweise	25
6.1.3 Technische Daten.....	26
6.1.4 Anschluß der Ballastschaltung	26
6.1.5 Steckerbelegung.....	26
6.2 Dynamische Bremse	28
6.2.1 Allgemeines	28
6.2.2 Funktionsbeschreibung	28
6.3 Schaltnetzteil $\pm 15V$ (SNT15/2S)	29
6.3.1 Allgemeines	29
6.3.2 Technische Daten.....	29
6.3.3 Anschlußbelegung.....	29
7 Anhang	31
7.1 Bestückungsplan Oberseite (TBS120/...).....	31
7.2 Bestückungsplan Unterseite (TBS120/...).....	32
7.3 ISO-Darstellungen	33
7.3.1 TBS120/2,5S	33
7.3.2 TBS120/12,5Y	33



1 Sicherheitshinweise

1.1 Allgemeine Hinweise

In dieser Inbetriebnahmeanleitung werden Funktionen und alle erforderlichen Informationen für den bestimmungsgemäßen Gebrauch der von der Firma Bregenhorn-Bütow & Co. hergestellten Baugruppen beschrieben. Der Maschinenhersteller ist verantwortlich für die Ausarbeitung einer Bedienungsanleitung in der Landessprache des Endkunden. Das Erstellen von maschinenspezifischen Risikoanalysen obliegt ebenfalls dem Maschinenhersteller.

Das Beachten und Umsetzen der in diesem Dokument enthaltenen Sicherheitshinweise und Warnungen sind Voraussetzung, damit Transport, Installation und Inbetriebnahme der Baugruppen gefahrlos von qualifiziertem Personal durchgeführt werden kann.

1.2 Qualifiziertes Personal

muß in der Lage sein, die Sicherheitshinweise und Warnungen richtig zu interpretieren und umzusetzen. Ferner muß es mit den Sicherheitskonzepten der Automatisierungstechnik vertraut sein und eine entsprechende Ausbildung erfahren haben. Unqualifiziert vorgenommene Eingriffe in die Baugruppen oder ein Nichtbeachten der Warnhinweise in dieser Dokumentation oder der an den Baugruppen angebrachten Warnhinweisschilder kann zu Sach- bzw. Personenschäden führen.

1.3 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

ist gegeben, wenn

- Arbeiten an der Ausrüstung der Maschine/Anlage durch eine Elektrofachkraft oder von einschlägig unterwiesenen Personen unter Aufsicht und Anleitung einer Elektrofachkraft vorgenommen werden.
- die Maschine/Anlage in einem technisch einwandfreiem Zustand ist.
- die Maschine unter Beachtung der Bedienungsanleitung benutzt wird.



1.4 Beschreibung von Symbolen und Signalwörtern



GEFAHR!

Dieses Symbol warnt vor schweren Verletzungsgefahren für Personen. Es muß zwingend beachtet werden.



ACHTUNG!

Dieses Symbol weist auf eine Information hin, deren Nichtbeachtung zu umfangreichen Sachschäden führen kann. Die Sicherheitshinweise sind unbedingt zu beachten.



HINWEIS!

Dieses Symbol weist auf eine Information hin, die wichtige Angaben hinsichtlich der Verwendung enthält. Das Nichtbefolgen kann zu Störungen führen.

1.5 Sicherheitstechnische Hinweise



Da die Baugruppen für den Einbau in Maschinen etc. bestimmt sind, können an frei zugänglichen Stellen gefährliche Spannungen entstehen. Der Maschinenhersteller hat daher für einen geeigneten Berührungsschutz zu sorgen.

Eingriffe an diesen Baugruppen dürfen nur von qualifiziertem Personal, welches die Inhalte dieser Inbetriebnahmeanleitung kennt, durchgeführt werden.

Die in dieser Inbetriebnahmeanleitung enthaltenen Anweisungen müssen genauestens beachtet werden, da durch falsche Handhabung zusätzliche Gefahrenpotentiale geschaffen werden.



Ein einwandfreier und sicherer Betrieb dieser Produkte setzt den sachgemäßen Transport, die sachgerechte Lagerung, die richtige Aufstellung und Montage sowie die sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

1.6 Installation



Es sind die im speziellen Einzelfall geltenden Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zugrunde zu legen.

Geräte, die für den Einbau in Schränke und Gehäuse vorgesehen sind, dürfen nur in eingebautem Zustand betrieben werden.

Vor der Inbetriebnahme der Geräte, welche mit Netzspannung betrieben werden, ist zu prüfen, ob der eingestellte Nennspannungsbereich mit der örtlichen Netzspannung übereinstimmt.

Für die Versorgung mit 24V ist die galvanische Trennung der Kleinspannung vom Netz zu beachten.

Abweichungen der Netzspannung über die in den technischen Daten der Geräte angegebenen Toleranzen hinaus sind nicht zulässig, da es sonst zu gefährlichen Zuständen kommen kann.

Bei Spannungseinbrüchen oder -ausfällen müssen Vorkehrungen getroffen werden, um ein unterbrochenes Programm wieder aufzunehmen. Es dürfen keine gefährlichen Betriebszustände auftreten.

NOT-AUS-Einrichtungen dürfen nach der Entriegelung keinen unkontrollierten oder undefinierten Wiederanlauf bewirken. Sie müssen in allen Betriebsarten wirksam bleiben.

1.7 Wartung / Instandsetzung

Werden Meß- und Prüfarbeiten am unter Spannung stehenden Gerät durchgeführt, sind die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften zu befolgen. Die Arbeiten dürfen nur mit zugelassenen und geeigneten Meßmitteln und Werkzeugen durchgeführt werden.



Die Instandsetzung der Baugruppen erfolgt ausschließlich durch Mitarbeiter der Firma Bregenhorn-Bütow & Co. GmbH, Freiburg.

Unsachgemäß durchgeführte Reparaturen durch unqualifiziertes Personal können zu Sachschäden, Körperverletzung oder zum Tod führen. Hauptschalter sind zu öffnen bzw. Netzstecker zu ziehen bevor das Gerät geöffnet bzw. aus dem Baugruppenträger gezogen wird. Beim Austausch von Sicherungen sind die vorgegebenen elektrischen Werte zu beachten. Unsachgemäße Veränderungen und Eingriffe an den Baugruppen führen zum Verlust der Garantieansprüche und bergen unvorhersehbare Gefahrenpotentiale.



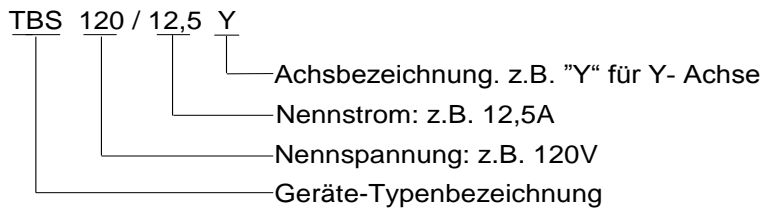
2 Technische Beschreibung

2.1 Allgemeine Beschreibung

Bei den Reglern der Baureihe TBS handelt es sich um Vierquadranten-Leistungsverstärker für bürstenlose Motoren. Die Verstärker arbeiten als reine Stromregler ohne jegliche Kommutierungslogik und sind deshalb zur Ansteuerung vieler Motorarten geeignet. Hierzu zählen z.B. bürstenlose Synchronmotoren und Asynchronmotoren, sowohl rotatorischer, wie auch linearer Bauart. Die für den jeweiligen Motortyp erforderliche Kommutierung muß vom Anwender selbst realisiert werden. So können z.B. mittels einer digitalen Steuerung und einem linearen Inkrementalgebermaßstab die drei um 120 Grad versetzten Sinussignale für einen Drehstrommotor erzeugt werden. Die Verstärker sind mit einer pulsbreitenmodulierten Endstufe in MOSFET-Technik ausgestattet, wodurch sich eine hohe Leistungsdichte sowie ein hoher Wirkungsgrad ergeben. Die Bauform ist 3HE Europakartenformat (160x100mm²) für Einschubgehäuse. Da die Geräte für den Einsatz in Mehrachssystemen konzipiert sind, besitzen sie weder ein internes Leistungsnetzteil, noch die Elektronikversorgung ($\pm 15V$). Für die Elektronikversorgung steht ein Netzteil im Europakartenformat zur Verfügung, welches bis zu 20 TBS-Verstärker versorgen kann. Die Geräte besitzen Schutzmaßnahmen für Elektronik-Unterspannung, Überspannung der Leistungsversorgung (bei Generatorbetrieb des Motors), Kurz- und Masseschluß der Motorleitungen, sowie für Übertemperatur des Gerätes. Die Hauptmerkmale sind:

- beliebige Kommutierung, da extern realisiert
- Hybridtechnik / SMD- Technik
- 19 Zoll / 3 HE Einschubtechnik
- hoher Wirkungsgrad
- fast keine Taktgeräusche durch spezielles Modulationsprinzip
- kurz- und masseschlußfest
- Schutzschaltungen für: Unter-/Überspannung, Überstrom, Überhitzung
- I²t-Strombewertung ohne interne Begrenzung, jedoch mit optischer und elektrischer Meldung
- 2 Differenzverstärkereingänge für Stromsollwerte
- SPS-kompatibler Eingang für Freigabe
- Ausgänge für Betriebsbereit, I²t-Meldung und Ansteuerung dynamische Bremse

Typenschlüssel



2.2 Typenübersicht

Geräte- bezeichnung	Nennausgangs- spannung	Nenn- strom	Impuls- strom	Mindestlast- induktivität	Siche- rungen	Stecker DIN41612
TBS120/2.5S	120 Volt	2.5A	5A	5.4 mH	5 A	D32
TBS120/12.5Y	120 Volt	12.5A	25 A	0,8 mH	16 A	F48

Empfohlene Gleichspannungen für Nennbetrieb: TDS120/... = 140VDC (unter Berücksichtigung von +5% Leerlauf-Vollast und +10% Netzüberspannung).



Zur Zeit der Erstellung dieser Inbetriebnahmeanleitung war die Variante TBS120/12.5Y noch in der Erprobungsphase. Technische Änderungen sind deshalb nicht unwahrscheinlich.

2.3 Technische Daten

Gerätetyp	TBS120/2,5S	TBS120/12,5Y
Nennspannung	120V	120V
Nennstrom	2,5A	12,5A
Impulsstrom	5A	25A
minimale Zwischenkreisspannung	0V	
maximale Zwischenkreisspannung	170VDC	
Mindestlastinduktivität	5,4mH	0,8mH
Gesamtwirkungsgrad	95%	
Taktfrequenz der Endstufe	9,5kHz	
Frequenz der Stromwelligkeit	19,0kHz	
Bandbreite des unterlagerten Stromreglers	Achs-/ Motorspezifisch	
max. Eingangsdrift	±15µV/C	
Stromsollwerteingänge: Spannungsbereich Innenwiderstand	±10V 20kΩ	
Versorgung der Regelelektronik	+15V/90mA u. -15V/70mA	
Betriebsbereitmeldung (Open-Kollektorausg.)	13V/15mA	
I ² t-Meldung (Open-Kollektorausg.)	13V/10mA	
Anst. Dynam. Bremse (Open-Kollektorausg.)	13V/25mA	
Ankerstrom-Monitore	10V entspricht dem gerätetypischen Maximalstrom	
Freigabeeingang (Enable): Eingangswiderstand :	aktiv bei >12V-35V/3mA inaktiv bei <4V/1mA 3.9kΩ	



Lieferbare Zusatzkarten (siehe auch Kapitel "Zusatzkarten"):

- Ballastschaltung
- Schaltnetzteil für bis zu 20 Achsen
- Dynamische Bremse

2.4 Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild

2.4.1 Spannungsversorgung

Die Funktionen der Verstärker wird hier anhand des nachfolgenden Blockschaltbildes erläutert. Da diese Verstärkerserie vor allem für Mehrachs-Systeme entwickelt wurde, befinden sich auf der Servokarte nur Stützkondensatoren für die Zwischenkreisspannung und die Elektronikversorgung. Die eigentlichen Stromversorgungen werden extern realisiert. Es steht zum Beispiel ein Schaltnetzteil zur Verfügung ($\pm 15V/+2A/-1A$) welches die Elektronikversorgung von max. 20 Achsen ermöglicht.

Die Zwischenkreisspannung kann durch Gleichrichtung einer transformierten Wechselspannung je nach Leistungsbedarf aus dem 1-Phasen- oder 3-Phasennetz erzeugt werden. Bei größeren Leistungen ist letzterem allerdings der Vorzug zu geben, da der Aufwand an Sieb-Elkos wesentlich geringer ist.

2.4.2 Regelteil

Die beiden Stromsollwerte für die Phasenströme U und W (V wird intern gebildet) werden über Filter mit einer Grenzfrequenz von ca. 15kHz dem jeweiligen Differenzeingang zugeführt. Nach den Differenzeingängen werden die Stromsollwerte auf einen Wert von ca. 10,7V begrenzt, um ein Übersteuern des Verstärkers zu verhindern. Die begrenzten Stromsollwerte werden dann den Summierpunkten SP1 und SP2 zugeführt. Die zum Soll/Ist-Vergleich noch fehlenden Strom-Istwerte werden von der Motorphasen-Meßschaltung gemessen und ebenfalls auf die entsprechenden Summierpunkte SP1 bzw. SP2 geleitet.

Die Stromregler für die Phasen U und W erzeugen aus dem Vergleich von Strom-Sollwert und Strom-Istwert die Stellgrößen für die Vierquadranten-Endstufe. Sie sind je nach Anwendung und Motortyp PI-Regler oder auch nur reine P-Regler. Die Proportionalverstärkung und die Nachstellzeit können den unterschiedlichen Gegebenheiten angepaßt werden. Die Stellgröße für die Phase V wird durch Umkehrsummierung aus den Stellgrößen U und W gewonnen.

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 Stellgrößen mit einer Dreiecksspannung der Frequenz 9,5 kHz moduliert werden und daraus die Signale für die Treiberstufe gebildet werden. Durch ein spezielles Modulationsprinzip erreicht man eine Verdopplung der Stromflußfrequenz (19 kHz), so daß ein geräuscharmer Betrieb gewährleistet ist.



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

2.4.3 Effektivstrom-Meldung

Dieser Schaltung werden die Motorstrom-Istwerte zugeführt, dort quadriert und mit einem nachfolgenden Tiefpaß, mit der Zeitkonstante $T = 10s$, gefiltert. Der so gewonnene Effektivstrom-Istwert wird mit dem einstellbaren Effektivstrom-Sollwert (einstellbar an P1 bzw. durch die Festwiderstände RP1a/RP1b) verglichen. Bei Annäherung an denselben gibt die Schaltung eine sogenannte "I²t-Meldung" ab. Wenn jetzt nicht von außen die Stromsollwerte reduziert werden, geht der Verstärker nach ca. 2,5sec auf Störung (rote LED „Störung“ leuchtet). Die sonst übliche interne Strombegrenzung auf den Effektivwert findet hier nicht statt. Dies hat den Vorteil, daß der Anwender von außen Einfluß auf seinen Produktionsvorgang nehmen kann, ohne daß dieser gleich ganz außer Tritt gerät, wie es bei einer schlagartigen internen Effektivstrombegrenzung der Fall wäre.

2.4.4 Treiber und Endstufe

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

2.4.5 Schutz- und Überwachungs-Schaltungen

Die Zwischenkreisspannung (ZwSp) und der Strom im Zwischenkreis (ZwSt) werden ständig überwacht. Überschreitet die ZwSp einen bestimmten Wert, schaltet die Schutzfunktion "Überspannungsüberwachung" die Leistungsendstufe und damit auch den Motor ab. Überschreitet der ZwSt bestimmte Werte (z.B. bei Motorleitungsschluß), schaltet die Schutzfunktion "Kurz- und Masseschlußüberwachung" das Gerät ab. Überschreitet die Gerätetemperatur 80°C, schaltet die Funktion "Übertemperaturüberwachung" die Leistungsendstufe ab.

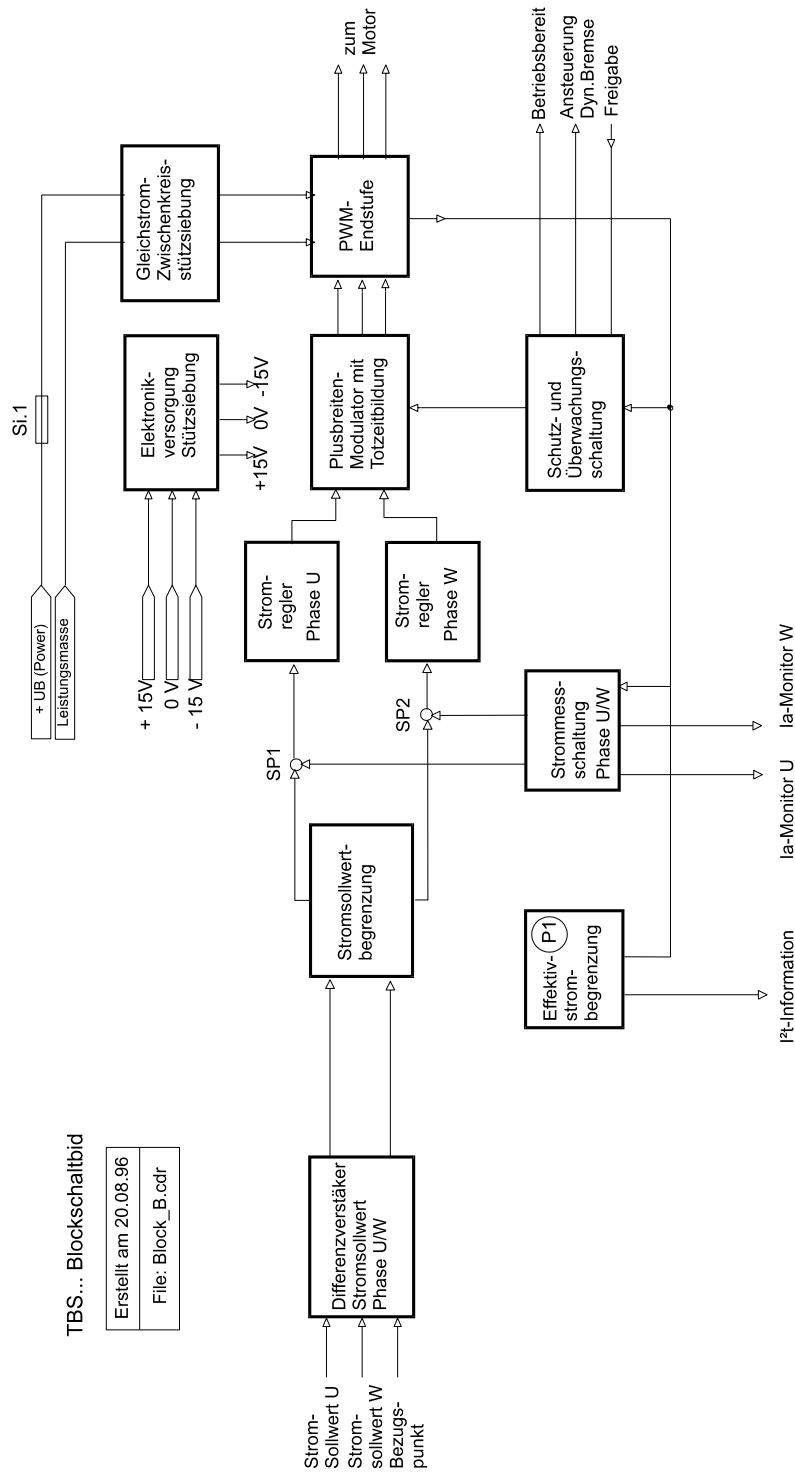
Tritt eine der Schutzschaltungen in Funktion, so leuchtet beim Ansprechen die rote LED4 "Störung" auf und die grünen LEDs (LED1/LED2) erlöschen. Ein Rücksetzen der Fehlerfunktion ist nur durch Aus- und Wiedereinschalten der Versorgungsspannung möglich. Die Endstufe kann danach durch eine Spannung am Enable-Eingang freigeschaltet werden.



Aus Sicherheitsgründen ist die Freigabe-Funktion mit einer Einschaltsperrung versehen, um zu verhindern, daß der Motor beim Einschalten des Verstärkers und bereits anliegendem Freigabe-Signal losläuft (siehe Kapitel "Erläuterung der Anschlußbelegung" und Kapitel "Löt-Jumper").

Zur Meldung des Betriebsbereitzustandes steht ein Betriebsbereit-Signal zur Verfügung. Die grüne LED1 "Betriebsbereitschaft" leuchtet und der Ausgang "Ready" (8d bzw. 8c) liegt auf +13V. Gleichzeitig steht am Ausgang "Ansteuerung Dyn. Bremse" (6d bzw. 6c) ein Signal von +13V zur Verfügung (siehe Kapitel "Erläuterung der Anschlußbelegung").

2.5 Blockschaltbild



TBS... Blockschaltbild
Erstellt am 20.08.96
File: Block_B.cdr



2.6 Übersicht der Einstellmöglichkeiten und Anzeigen

2.6.1 Anzeigen

- LED 1 "Betriebsbereitschaft" (grün) Zeigt die Betriebsbereitschaft des Gerätes an. Leuchtet auch bei "Disable"-geschaltetem Verstärker.
- LED 2 "Endstufenfreigabe" (grün) Leuchtet, wenn die Endstufe freigegeben wird, also wenn der Freigabeeingang 14c bzw. 14d aktiviert wird und keine Störmeldung vorliegt.
- LED 3 "I²t-Meldung" (gelb) Effektivstrombegrenzung: leuchtet, wenn der Verstärker über dem zulässigen Dauerstrom betrieben wird. Es findet keine interne Begrenzung statt. (siehe Kapitel "Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild")
- LED 4 "Störung" (rot) Leuchtet bei Störung, (Überspannung, Überstrom, Über-temperatur und wenn die Effektivstrommeldung länger als 2,5sec anhält); nach Aufleuchten dieser LED läßt sich der Verstärker nur durch Aus- und erneutes Einschalten der Elektronikversorgungsspannung aktivieren.

2.6.2 Einstellmöglichkeiten



Die Effektivstromeinstellung hat keinen Einfluß auf den tatsächlich fließenden Motorstrom, sondern nur auf die I²t-Meldung. (siehe hierzu Kapitel "Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild")

Potentiometer 1: Effektivstromgrenzwert, Stellbereich 0-100% des gerätespezifischen Effektivstromes. Es findet jedoch keine interne Begrenzung statt, sondern es wird bei Erreichen des eingestellten Effektivstromes eine I²t-Meldung abgegeben. (siehe auch Kapitel "Funktionsbeschreibung mit Blockschaltbild")



Potentiometer 1 kann variantenabhängig auch durch die Festwiderstände RP1a/RP1b ersetzt sein.

2.6.3 Meßpunkte

- MP1: Strom-Sollwert "I-S (U)" (Normierung: 10V entspr. gerätetyp Maximalstrom)
- MP2: Strom-Sollwert "I-S (W)" dto.
- MP3: Strom-Istwert "I-ist (U)" dto.
- MP4: Strom-Istwert "I-ist (W)" dto.
- MP5: Ausgang Stromregler "U-soll (U)" (Normierung: 10V entspr. max. Motorspannung)
- MP6: Ausgang Stromregler "U-soll (W)" dto.
- MP7: Frei
- MP8: Bezugspotential "0V"



MP8 (0V) darf nur verwendet werden, wenn durch das angeschlossene Meßgerät keine Masseschleifen gebildet werden. Sie entstehen z.B. leicht durch ein Oszilloskop, welches mit Erde verbunden ist, oder wenn die Tastköpfe an verschiedenen 0V-Potentialen liegen (Steuerung/Servoregler).

2.6.4 Löt-Jumper

LB1: Bei geschlossener Brücke ist die I²t Strombegrenzung nur noch als "Blockierschutz" wirksam.



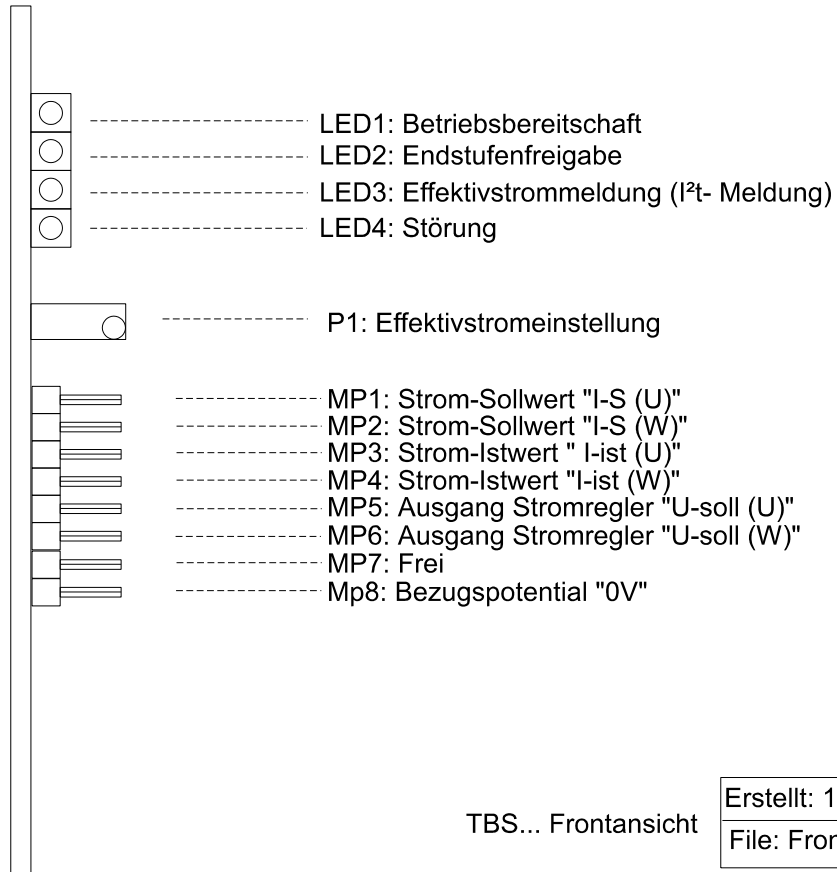
Wenn LB1 geschlossen wird, ist die I²t-Meldung nur noch als "Blockierschutz wirksam. Im normalen Betrieb, mit ständig wechselnder Belastung und Drehrichtung, kann das Gerät überhitzen und dadurch zerstört werden.

LB2: Bei offener Lötbrücke ist die Freigabe des Verstärkers nur möglich, wenn dieser vor Anlegen des Freigabesignals "Betriebsbereit" war. Bei geschlossener LB2 wird die Endstufe bei bereits anliegendem Freigabesignal, sofort nach dem Einschalten der Betriebsspannung aktiv.



Bei geschlossener LB2 kann der Motor nach dem Einschalten der Betriebsspannung loslaufen, wenn das Freigabesignal bereits anliegt.

2.6.5 Frontansicht



3 Anschluß des Gerätes

3.1 Steckerbelegung

Die Geräte mit 12,5A sind mit einer 48-poligen Steckerleiste (DIN 41612-F48) ausgerüstet. Die Geräte mit 2,5A Nennstrom sind mit einer 32-poligen Steckerleiste ausgerüstet (DIN41612-D32).

F48	D32	
2 z	2a	frei
2 b		GND
2 d	2c	frei
4 z	4a	15V + Einspeisung
4 b		GND
4 d	4c	15V - Einspeisung
6 z	6a	GND
6 b		GND
6 d	6c	Ansteuerung Dynamische Bremse (Ausgang)
8 z	8a	frei
8 b		GND
8 d	8c	Ready (Betriebsbereit-Ausgang)
10 z	10a	frei
10 b		GND
10 d	10c	Bezugspunkt für I-soll (U) und I-soll (W)
12 z	12a	Strom-Sollwert Phase W "I-soll (W)"
12 b		GND
12 d	12c	Strom-Sollwert Phase U "I-soll (U)"
14 z	14a	Strom-Istwert Phase W "I-ist (W)"
14 b		GND
14 d	14c	Freigabe Eingang (Endstufenfreigabe)
16 z	16a	Strom-Istwert Phase U "I-ist (U)"
16 b		GND
16 d	16c	I ² t-Meldung (Ausgang)
18 z,b,d	18a,c	Zwischenkreis (+Ub)
20 z,b,d	20a,c	Zwischenkreis (+Ub)
22 z,b,d	22a,c	Leistungsmasse (0V)
24 z,b,d	24a,c	Leistungsmasse (0V)
26 z,b,d	26a,c	Motorphase V
28 z,b,d	28a,c	Motorphase V
30 z,b,d	30a,c	Motorphase U
32 z,b,d	32a,c	Motorphase W

3.2 Erläuterung der Anschlußbelegung



[XX] Anschlüsse in eckigen Klammern gelten für die Geräte mit 32-poliger Steckerleiste

- Elektronikversorgungsspannung $\pm 15V$ (4 z,d) [4a,c]

An diesen Klemmen muß eine geregelte Gleichspannung von $\pm 15V$ ($\pm 5\%$) angeschlossen werden. Die Stromaufnahme der positiven Spannung beträgt max. 90mA, die der negativen max. 70mA.

- Elektronik GND (6z) [6a]

0V Klemme zur $\pm 15V$ Elektronikversorgungsspannung

- Ansteuerung Dynamische Bremse (6d) [6c]

Dieser Ausgang steuert das in Kapitel "Dynamische Bremse" beschriebene Bremsmodul an. Im normalen Betrieb liegen hier ca. 13V an. Bei "Disable" geschaltetem Verstärker oder in einem Fehlerfall ist der Ausgang hochohmig. Das Bremsmodul schließt daraufhin den Motor über Schutzwiderstände kurz. Ein erneutes Einschalten der Verstärkerendstufe wird für ca. 2 sec. verhindert. Damit ist sichergestellt, daß die Endstufe nicht auf die noch kurzgeschlossenen Motorleitungen geschaltet wird.



Eine Besonderheit dieses Ausgangs ist es, daß unsere Bremsmodule automatisch "erkannt" werden. D.h. die zuvor beschriebene Einschaltverzögerung ist nur bei eingestecktem Bremsmodul aktiv.

- Ready "Betriebsbereit" (8d) [8c]

Bei betriebsbereitem Gerät liefert dieser Ausgang eine Spannung von ca. 13V mit maximal 15mA Belastbarkeit. Er wird nicht beeinflusst von der Freigabe-Funktion. Bei Störung (LED4 leuchtet) oder bei Unterspannung ist der Ausgang hochohmig.

- Stromsollwert-Eingang Phase U (12d - 10d) [12c - 10c]

Eingänge des Differenzverstärkers zur Vorgabe des Stromsollwertes für die Phase U. Die maximale Differenzspannung darf ± 10 Volt betragen. Die Klemme 12d wirkt positiv gegenüber Klemme 10d. Die Klemme 10d ist Bezugspunkt für beide Stromsollwerte. Da in der Regel übliche SPS- oder NC-Steuerungen beide Signalquellen auf einen gemeinsamen Punkt beziehen, kann die Motorstromrichtung nicht durch Tauschen der Stromsollwertleitungen gewechselt werden.

- Stromsollwerteingang Phase W (12z - 10d)[12a - 10c]

Wie Stromsollwert-Eingang Phase U, jedoch für die Phase W.

- Freigabeeingang (Endstufenfreigabe) (14d) [14c]

Für den normalen Betrieb ist dieser Anschluß mit einer Spannung von +12...35Volt zu verbinden. Bei einer Spannung unter 4 Volt und bei offenem Eingang ist die Endstufe "Disable" und der Motor stromlos. Der Eingangswiderstand dieses Eingangs beträgt 3,9 kOhm, und berücksichtigt damit die Anforderungen von SPS-Steuerungen. Die Freigabe der Endstufe wird durch die grüne LED2 "Betriebsbereitschaft" angezeigt.



Die Freigabe-Funktion ist aus Sicherheitsgründen mit einer Einschaltsperrvorrichtung versehen, die verhindert, daß der Motor beim Einschalten des Verstärkers und bereits anliegendem Freigabe-Signal losläuft. Der Wechsel von Low auf High am Freigabeeingang muß also bei betriebsbereitem Gerät erfolgen. Diese Sicherheitsfunktion kann durch das Schließen der Lötbrücke LB2 außer Betrieb gesetzt werden (siehe Kapitel "Löt-Jumper"). Außerdem wird bei angeschlossenem dynamischen Bremsmodul (siehe Kapitel "Dynamische Bremse") nach Deaktivierung und unmittelbar darauffolgender Aktivierung des Freigabeeingangs, die Endstufenfreigabe um ca. 2sec. verzögert. Die Notwendigkeit dieser Verzögerung ist auch im Kapitel "Dynamische Bremse" näher erklärt.

- I²t-Meldung (16d) [16c]

Wenn der Verstärker über seinem Nennstrom betrieben wird, erscheint nach einer gewissen Zeit die I²t-Meldung. Bei Ausnutzung des Maximalstromes sind dies ca. 2,5sec. In diesem Fall liefert der Ausgang ca. 13V (max. 15mA)

- +Ub-Anschlüsse (18z,b,d/20z,b,d) [18a,c/20a,c]
- 0 Volt-Anschlüsse "Leistungsmasse" (22z,b,d/24z,b,d) [22a,c/24a,c]

An diesen Anschlüssen wird die Gleichspannung eingespeist, die auch als Zwischenkreisspannung bezeichnet wird. Ihre Höhe richtet sich normalerweise nach der Verstärker-Nennspannung.



Bei den Versorgungsanschlüssen ist darauf zu achten, daß ab 12,5A Nennstrom jeweils beide Anschlußreihen angeschlossen werden.

- Motoranschluß V (26z,b,d/28z,b,d) [26a,c/28a,c]
- Motoranschluß U (30z,b,d) [30a,c]
- Motoranschluß W (32z,b,d) [32a,c]

Ausgangsklemmen der Endstufe, an denen der Motor angeschlossen wird.



Auch bei den Motoranschlüssen ist darauf zu achten, daß ab 12,5A Nennstrom jeweils beide Kontaktreihen angeschlossen werden.

- Zusätzliche GND (2b, 4b, 6b, 8b, 10b, 12b, 14b, 16b)

Zusätzliche Signal-GND-Klemmen, die nur bei Geräten mit F48-Stecker zur Verfügung stehen.

3.3 Leitungsführung

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

Steuerung und Verstärker müssen auf demselben Potential liegen (meist Erdpotential). Die Potentialgleichheit muß durch eine einzige Verbindung zwischen Steuerung und Verstärker (22z,b,d/24z,b,d) [22a,c/24a,c] hergestellt werden. Am besten geschieht dies durch eine sternförmige PE-Verdrahtung, in dem Steuerungsmasse und 0 Volt-Zwischenkreis des Verstärkers so kurz wie möglich auf eine Potentialausgleichsschiene geführt werden. Diese Verbindung muß durch eine genügend starke Leitung erfolgen. Der Leitungsquerschnitt soll mindestens dem der Motorleitung entsprechen und nicht kleiner als 1,5mm² sein. Da im Verstärker 0 Volt Zwischenkreis mit GND (6z) [6a] sowie (2b,4b,6b,8b,10b,12b,14b,16b) verbunden ist, darf zur Vermeidung von Masseschleifen keine weitere dieser Klemmen mit Steuerungs-GND verbunden werden.

Die Steuerleitungen, die Versorgungsleitungen und die Motorleitungen sind in getrennten Kabeln zu führen. Die Sollwertleitungen müssen immer abgeschirmt sein; die Motorleitungen sollten ebenfalls abgeschirmt werden. Der Schirm der Sollwertleitungen wird an der Steuerung auf GND aufgelegt, die Schirmung der Motorleitungen muß an der Quelle der Motorströme, d.h. am Verstärker, geerdet werden (22z,b,d/24z,b,d) [22a,c/24a,c].

Damit die Schutzfunktion "Masseschlußfestigkeit" des Verstärkers sicher funktioniert, muß das Motorgehäuse niederohmig mit 0 Volt Zwischenkreis (22z,b,d/24z,b,d) [22a,c/24a,c] verbunden sein. Dies ist auch hier wieder dadurch zu erreichen, daß 0 Volt Zwischenkreis und Motormasse so kurz wie möglich auf die Potentialausgleichsschiene geführt werden.

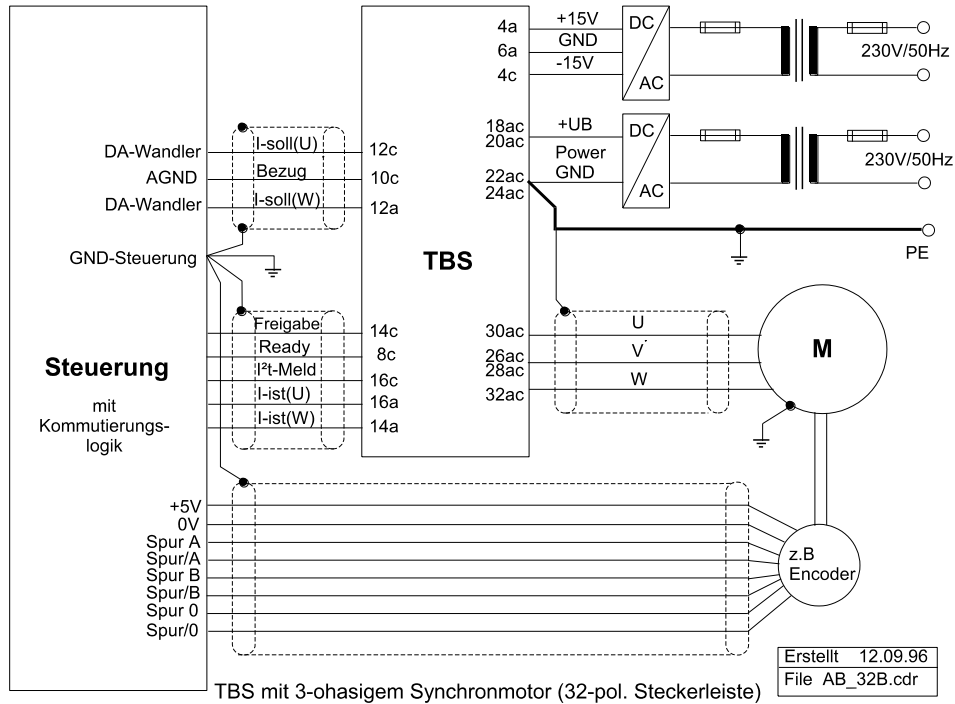
Die Strom-Sollwertleitungen (12d und 12z) [12a und 12c] mit ihrem gemeinsamen Bezugspunkt (10d) [10c] sind in einem abgeschirmten Kabel bis zur Steuerung zu führen. Die Schirmung ist an der Steuerung zu erden. Bei den Steuerungen steht das Sollwertsignal in der Regel mit Massebezug oder mit Bezug auf eine Referenzspannung zur Verfügung. Auch bei Massebezug ist die Leitung "Bezugspunkt für I-soll (U) und I-soll (W)" (10d) [10c] bis zur Steuerung zu führen und dort mit GND zu verbinden.



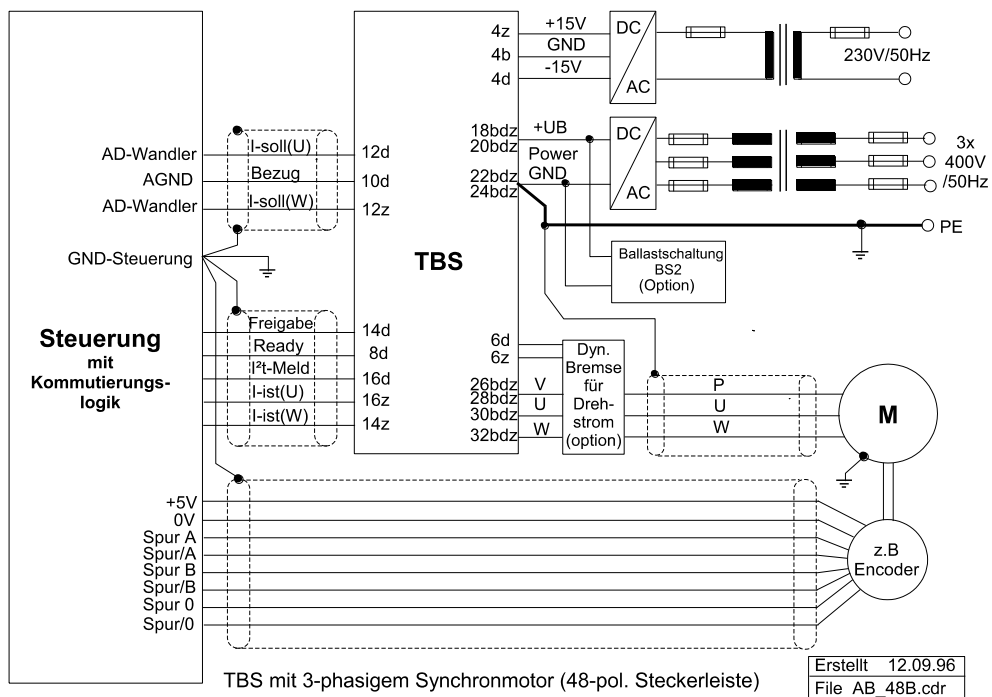
Um den aktuellen EMV-Richtlinien zu genügen, sind weitere externe Maßnahmen zur Reduzierung der Störaussendung bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit notwendig.

3.4 Anschlußbilder

3.4.1 Anschlußbeispiel eines Synchronmotors für Geräte mit 32-poliger Steckerleiste



3.4.2 Anschlußbeispiel eines Synchronmotors für Geräte mit 48-poliger Steckerleiste



4 Inbetriebnahme



Vor der Inbetriebnahme unbedingt die Kapitel "Sicherheitshinweise", "Technische Beschreibung" und "Anschluß des Gerätes" beachten.

Alle Geräte sind natürlich stückgeprüft und auf Nenndaten bzw. achsenspezifische Daten vor-eingestellt, bevor sie unser Werk verlassen.

4.1 Vorbereitungen

Um Schäden an Motor und Maschine zu vermeiden, im besonderen wenn Anschlußfehler nicht ganz auszuschließen sind, sollten Sie folgendermaßen vorgehen:

- Bitte überprüfen Sie die Verdrahtung sorgfältig und vergleichen Sie alle Verbindungen mit der Anschlußbelegung im Kapitel "Steckerbelegung".
- Freigabe-Eingang auf logisch "0" schalten
- Strom-Sollwertvorgaben auf 0V stellen oder Eingänge kurzschließen
- Alle Betriebsspannungen ausgeschaltet
- Gerät in vorgesehenen Steckplatz einschieben

4.2 Vorgehensweise

- Elektronikversorgung ($\pm 15V$) einschalten (noch keine Leistungsversorgung) LED1 "Betriebsbereit" muß jetzt leuchten.
- Leistungsversorgung (+UB) einschalten. Wenn möglich, zunächst nicht die volle Betriebspannung angelegen, sondern eine Spannung wählen (z.B. über Regeltrafo oder Trafoanzapfung), bei welcher der Motor nur kleine Drehzahlen erreichen kann. Auf diese Weise ist eine wesentlich gefahrlosere Inbetriebnahme möglich.
- Ist der Motor mit einer Bremse ausgestattet, diese lüften
- Freigabe-Eingang auf logisch "1" schalten. Solange noch keine Strom-Sollwerte vorgegeben werden, muß der Motor ohne Haltemoment stehenbleiben. Wenn jetzt kleine Sollwerte mit der entsprechenden Phasenlage vorgegeben werden, muß der Motor diesen folgen.

Wenn bis hierher alles in Ordnung war, kann nun die nominelle Betriebsspannung angelegt werden. Jetzt kann der Antrieb auch größeren Sollwerten folgen und mit der gewünschten Geschwindigkeit gefahren werden.

4.3 Einstellung der Effektivstrommeldung



Das Poti für die Effektivstrommeldung kann variantenabhängig auch durch die Festwiderstände RP1a/RP1b ersetzt sein. Der Bestückungsort für diese SMD-Widerstände ist aus dem Kapitel "Bestückungsplan Unterseite" ersichtlich.

Der Effektivstrom kann bei diesem Gerät nicht in gewohnter Weise eingestellt werden, da keine interne Effektivstrombegrenzung erfolgt, sondern lediglich eine Meldung abgegeben wird. Deswegen wird die Einstellung nach einer Tabelle vorgenommen. Man sucht aus der Tabelle den prozentualen gewünschten Effektivstrom im Verhältnis zum gerätetypisch angegebenen Effektivstrom aus, liest die entsprechende Spannung U_s ab und stellt diese am Schleifer von P1 "Effektivstromeinstellung" gegen MP8 "0V" ein. Falls das Poti P1 durch die Festwiderstände RP1a und RP1b ersetzt werden soll, findet man die entsprechenden Werte ebenfalls in folgender Tabelle in den Spalten drei und vier.

leff (gewünscht) / leff (gerätetypisch)	Spannung U_s	RP1a	RP1b
100%	10V	0 Ω	nicht bestückt
90%	8,1V	2,2k Ω	10k Ω
80%	6,25V	3,3k Ω	5,6k Ω
70%	4,6V	5,6k Ω	4,7k Ω
60%	3,1V	6,8k Ω	3,3k Ω
50%	2V	8,2k Ω	2,2k Ω
40%	1,1V	8,2k Ω	1k Ω
30%	0,65V	10k Ω	750 Ω
20%	0,3V	10k Ω	330 Ω
10%	0,08V	10k Ω	82 Ω



5 Optimierung des Regelverhaltens

Die Optimierung des Regelverhaltens beschränkt sich bei diesem Verstärker auf die Anpassung der Stromregler auf den verwendeten Motor.

5.1 Integralanteil des Stromreglers - Ja oder Nein?

In der Antriebstechnik ist es üblich, die Stromregler mit Integralanteil auszuführen. Auf diese Weise ist man sicher, daß die vorgegebenen Strom-Sollwerte nicht von den tatsächlich fließenden Strömen überschritten werden. Dabei sind Proportionalverstärkungen von 3...10, und Nachstellzeiten von 0.5...1ms übliche Werte. In manchen Anwendungen kann es jedoch vorteilhaft bzw. sogar notwendig sein, den Stromreglern nur Proportionalverstärkung zu geben. So z.B. bei:

- Motoren mit besonders hoher Induktivität
- Motoren mit nur zwei anstatt drei Wicklungen, bei denen dann die Enden der zwei Wicklungen die 3. Phase bilden

Diese Anwendungen erfordern eine sehr große Proportionalverstärkung (z.B. Faktor 20 oder mehr) wogegen die integrale Verstärkung, besonders bei hohen Motorgeschwindigkeiten, zu Stromverzerrungen und Phasenfehlern führen würde. In diesem Fall werden die Kondensatoren C8 und C12 durch 0Ω-Widerstände (SMD) ersetzt. Zur Berechnung der Proportionalverstärkung siehe nächstes Kapitel.



Für die Kondensatoren C8 und C12 sind grundsätzlich variantenabhängige Werte bestückt. Bei reiner Proportionalverstärkung des Stromreglers sind sie durch 0Ω-Widerstände ersetzt. Bestückungsort siehe Kapitel "Bestückungsplan Oberseite"

5.2 Proportionalverstärkung der Stromregler

Für die Proportionalverstärkung der Stromregler sind die Widerstände R19 (für Phase U) und R25 (für Phase W) zuständig. Sie muß bei dieser Verstärkerserie unbedingt auf den verwendeten Motortyp und auf die Applikation abgestimmt werden. Bei großer Motorinduktivität, bzw. bei speziellen Motoren (siehe vorheriges Kapitel), wird eine große Verstärkung benötigt. Hiermit wird die Bandbreite des gesamten Regelkreises erhöht. Dazu müssen R19 und R25 verkleinert werden. Die Verstärkung des Stromreglers berechnet sich nach der Formel:

$$V = 1 + (10 \text{ k}\Omega / R19 \text{ bzw. } R25)$$



Für die Widerstände R19 und R25 sind grundsätzlich variantenabhängige Werte bestückt. Bestückungsort siehe Kapitel "Bestückungsplan Unterseite"



6 Zusatzkarten

6.1 Ballastschaltung (BS2/120)

6.1.1 Allgemeines

Die in Motor und Last gespeicherte Bewegungsenergie wird beim Abbremsen durch den Verstärker in das Netzteil zurückgespeist. Die Energieaufnahme des Siebkondensators reicht für diese Energie bei großem Trägheitsmoment jedoch nicht aus und eine Rückspeisung der Energie in das Netz ist bei einer ungesteuerten Gleichrichterbrücke nicht möglich. Durch das Ansteigen der Zwischenkreisspannung über einen festgesetzten Wert wird die Endstufe freigeschaltet und dies durch Aufleuchten von „LED 1“ (rot, Störung) angezeigt. Ist dies der Fall, muß eine Ballastschaltung angeschlossen werden.

6.1.2 Funktionsweise

Die Ballastschaltung (des öfteren auch Brems-Chopper genannt) besteht im wesentlichen aus einem Komparator, einem Leistungs-Schalttransistor und Leistungswiderständen. Überschreitet die Zwischenkreisspannung durch Motorrückspeisung (Generatorbetrieb) die Ballastschwellenspannung, so steuert der Komparator den Leistungs-Schalttransistor an. Dieser legt dann die Leistungswiderstände solange parallel zur Zwischenkreisspannung, bis diese wieder einen bestimmten Wert unterschritten hat. Eine Besonderheit ist die elektronische Leistungsbegrenzung durch eine sogenannte "weiche" Ballastschwelle. Sie schützt die Leistungswiderstände vor Überlastung, indem sie bei Erreichen der maximalen Dauerleistung die Ballastschwelle so lange nach oben verschiebt, bis der Verstärker durch Überspannung auf "Störung" geht. Da nun der Motor nicht mehr bremsen kann wird auch keine Leistung mehr an die Ballastschaltung abgegeben. Wird festgestellt, daß die Aufnahmeleistung der Ballastschaltung nicht ausreicht, kann eine weitere (oder mehrere) Ballastkarte(n) zur ersten parallel geschaltet werden. Durch die zuvor beschriebene "weiche" Schwelle passen sich die Karten einander an.



Die Schutzfunktion "elektronische Leistungsbegrenzung" funktioniert nur bei einer Spannungsüberhöhung durch Motorrückspeisung. Eine längere Überhöhung der Betriebsspannung durch die Stromversorgung kann jedoch zur Zerstörung der Ballastkarte führen (Brandgefahr).

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

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

mit:

- P = Leistung in [W]
- J = Massenträgheitsmoment in [kg m²]
- n = Drehzahl in [Upm]
- T = Periodendauer in [s]

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

6.1.3 Technische Daten

max. Impulsleistung	3480W
max. Dauerleistung	80W
Einschaltschwelle	175V
Ausschaltschwelle	168V

6.1.4 Anschluß der Ballastschaltung



Die Ballastschaltung enthält spannungsführende, berührbare Teile mit bis zu 200V und Leistungswiderstände die, je nach anfallender Bremsleistung, sehr heiß werden können (Verbrennungsgefahr). Für ausreichenden Berührungsschutz muß durch geeigneten Einbau gesorgt werden.

Die Ballastschaltung wird einfach parallel zur Zwischenkreisspannung des oder der Verstärker angeschlossen. Zur Verbindung sollte ein Leitungsquerschnitt von min. 1,5mm² verwendet werden.

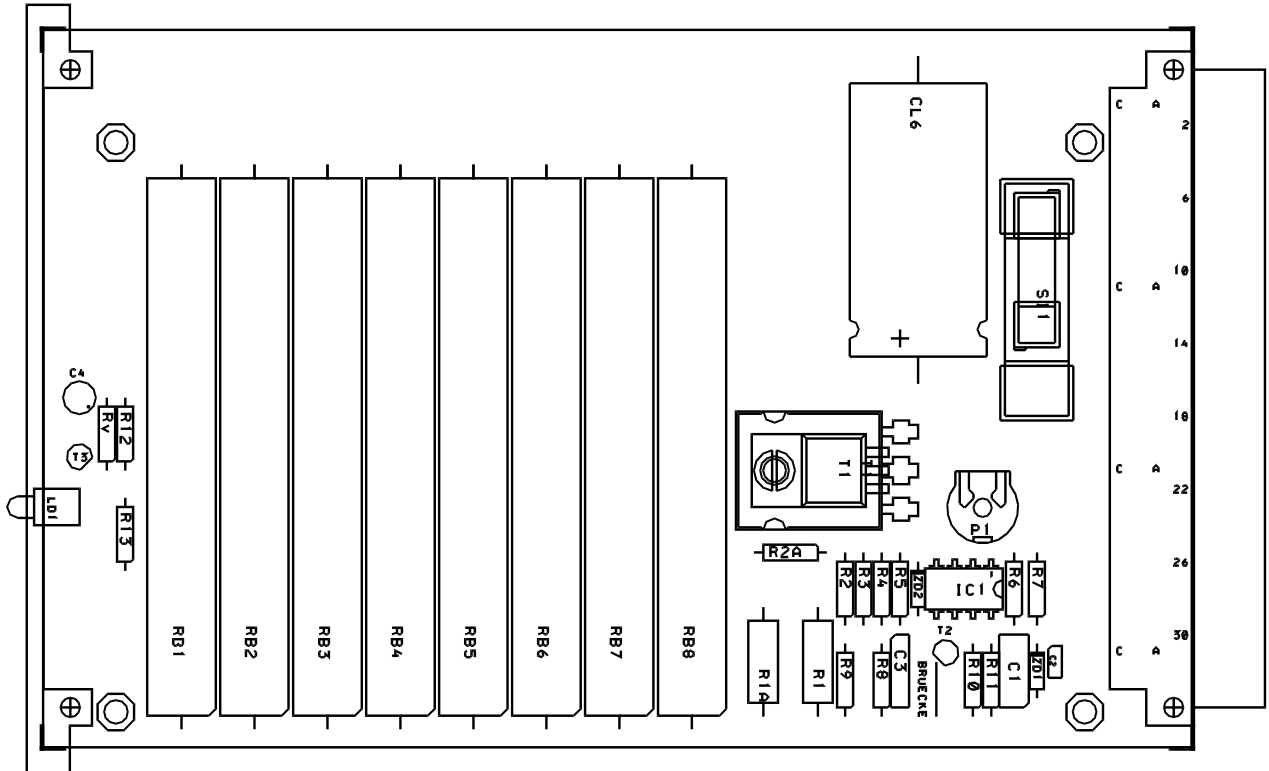
6.1.5 Steckerbelegung

2a...32a	Power GND der Zwischenkreisspannung
16c...32c	Power GND der Zwischenkreisspannung
2c...14c	+UB der Zwischenkreisspannung



Es sind für die Anschlüsse +UB und Power GND mindestens fünf Kontakte parallel zu schalten.

Draufsicht BS2/120:



6.2 Dynamische Bremse



Zur Zeit der Erstellung dieser Inbetriebnahmeanleitung war das "Dynamische Bremsmodul" noch in der Entwicklungsphase. Deswegen wird vorerst nur allgemein darauf eingegangen. Die komplette Dokumentation wird zu einem späteren Zeitpunkt nachgereicht.

6.2.1 Allgemeines

Bei Spannungsausfall, Not-Aus oder bei einer Störung des Servoverstärkers erfordern viele Anwendungen den Einsatz einer unabhängigen Notbremse. Das dynamische Bremsmodul für 3-phasige Motoren besteht im wesentlichen aus einem Drehstromgleichrichter, der die Motorphasen gleichrichtet und einem Thyristor, der den Motor über einen externen, vorgeschalteten Schutzwiderstand kurzschließt. Die Ansteuerung erfolgt durch den Servoverstärker TBS.

6.2.2 Funktionsbeschreibung

Bei betriebsbereitem und durch den "Freigabeeingang" aktiviertem Gerät wird der Optokoppler auf dem Bremsmodul bestromt und hält den Thyristor im gesperrten Zustand. Im Fehlerfall und bei "Disable-geschaltetem" Verstärker wird die Verstärkerendstufe stromlos, der Optokoppler sperrt und der Thyristor zündet. Der Motor wird nun über den Drehstromgleichrichter und den externen Vorwiderstand kurzgeschlossen. Der Vorwiderstand ist so zu berechnen, daß der Motor auch bei der höchstmöglichen Drehzahl keinen Schaden erleidet (Entmagnetisierung). Die Belastbarkeit des Widerstandes richtet sich nach der Energie, die beim Abbremsen in Wärme umgesetzt werden muß.



Die Ansteuerung vom TBS erfolgt so, daß dieser erst nach ca. 2 sec. wieder eingeschaltet werden kann. In dieser Zeit muß der Bremsvorgang beendet sein, damit der Thyristor wieder gelöscht ist. Ansonsten würde der Verstärker in den noch leitenden Thyristor einspeisen und das Bremsmodul bzw. den Vorwiderstand überlasten.

6.3 Schaltnetzteil $\pm 15V$ (SNT15/2S)

6.3.1 Allgemeines

Dieses Schaltnetzteil befindet sich auf einer Euro-Karte mit den Abmessungen 160 x 100 x 35mm. Es kann aus einer Gleichspannung von 18 bis 36V versorgt werden und erzeugt +15V/2A und -15V/1A. Die Ausgangsspannungen sind vom Eingang potentialgetrennt. Das Netzteil kann max. 12 Stück TBS versorgen. Bei Verwendung des Netzteils für andere Zwecke ist darauf zu achten, daß die negative Ausgangsspannung nicht stärker belastet wird als die positive.

6.3.2 Technische Daten

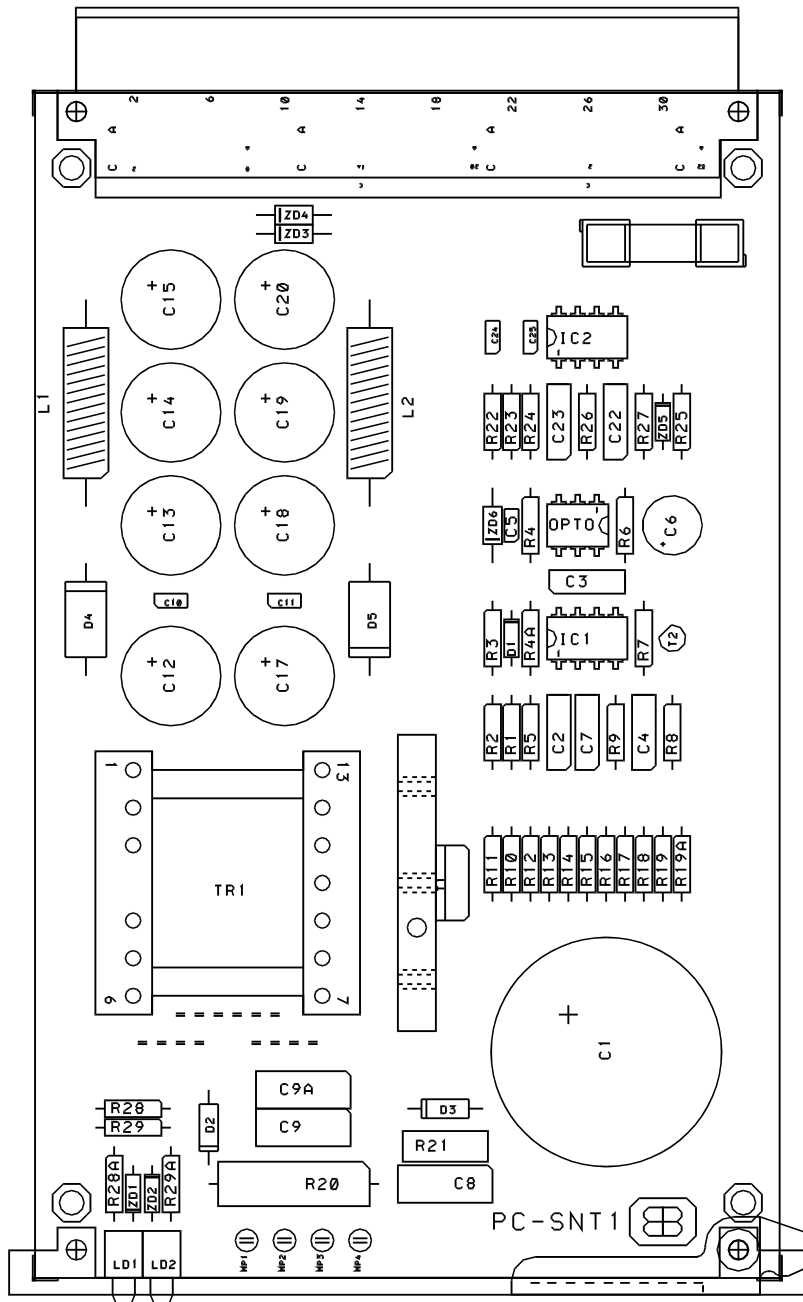
Eingangsspannung	min. 18V; max. 36V
max. Stromaufnahme	3A (bei $U_e = 18V$)
Ausgangsspannungen	+15V/5%; -15V/10%
Ausgangsströme	+2A / -1A
max. Ausgangsleistung	45W

6.3.3 Anschlußbelegung

4,6,8,10,12,14	+15V Ausgang
16	GND (Bezugspunkt der +/-15V)
18,20,22,24,26,28	-15V Ausgang
30	0V Eingang
32	18-36V Eingang

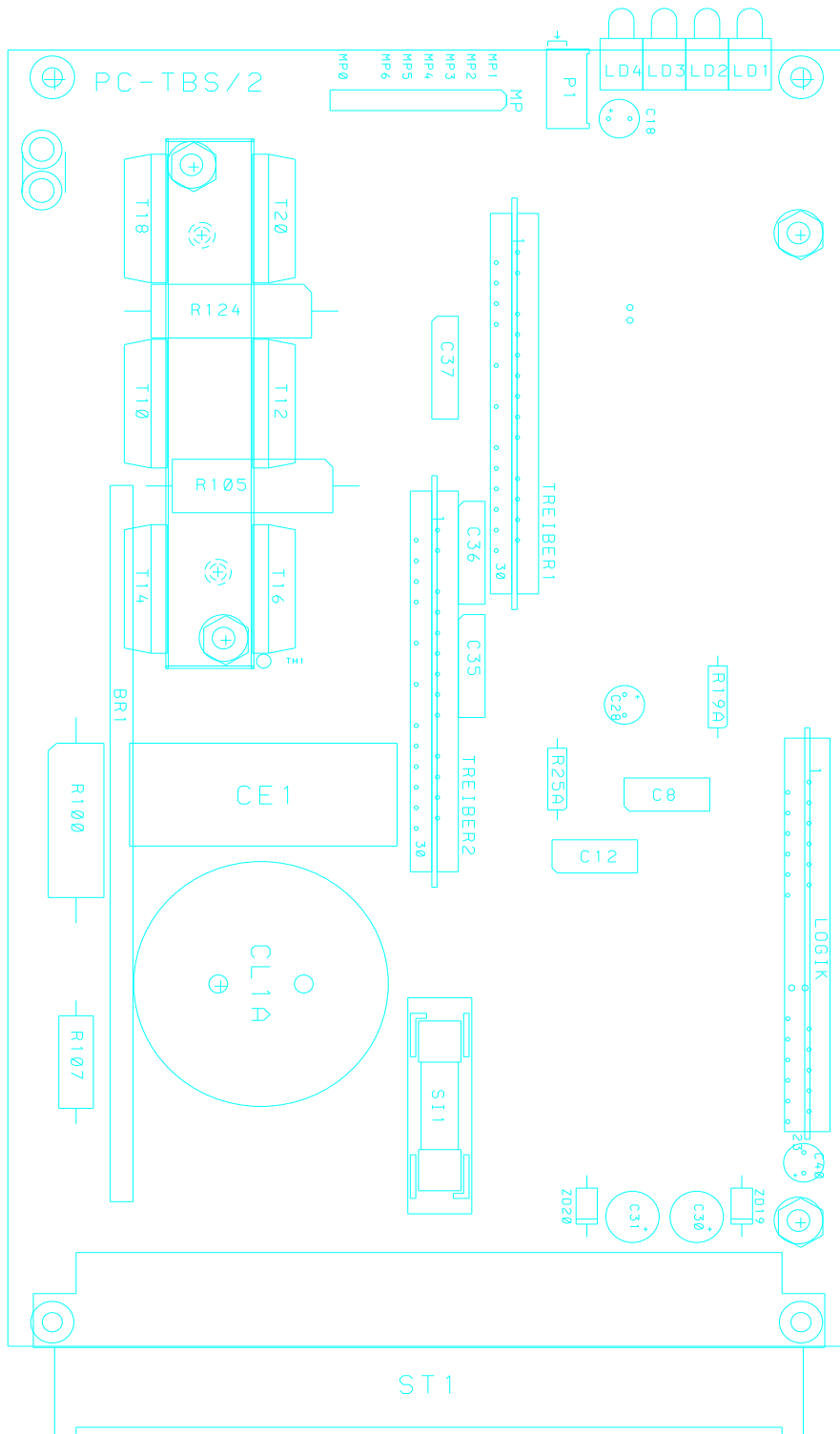


Draufsicht SNT15/2:

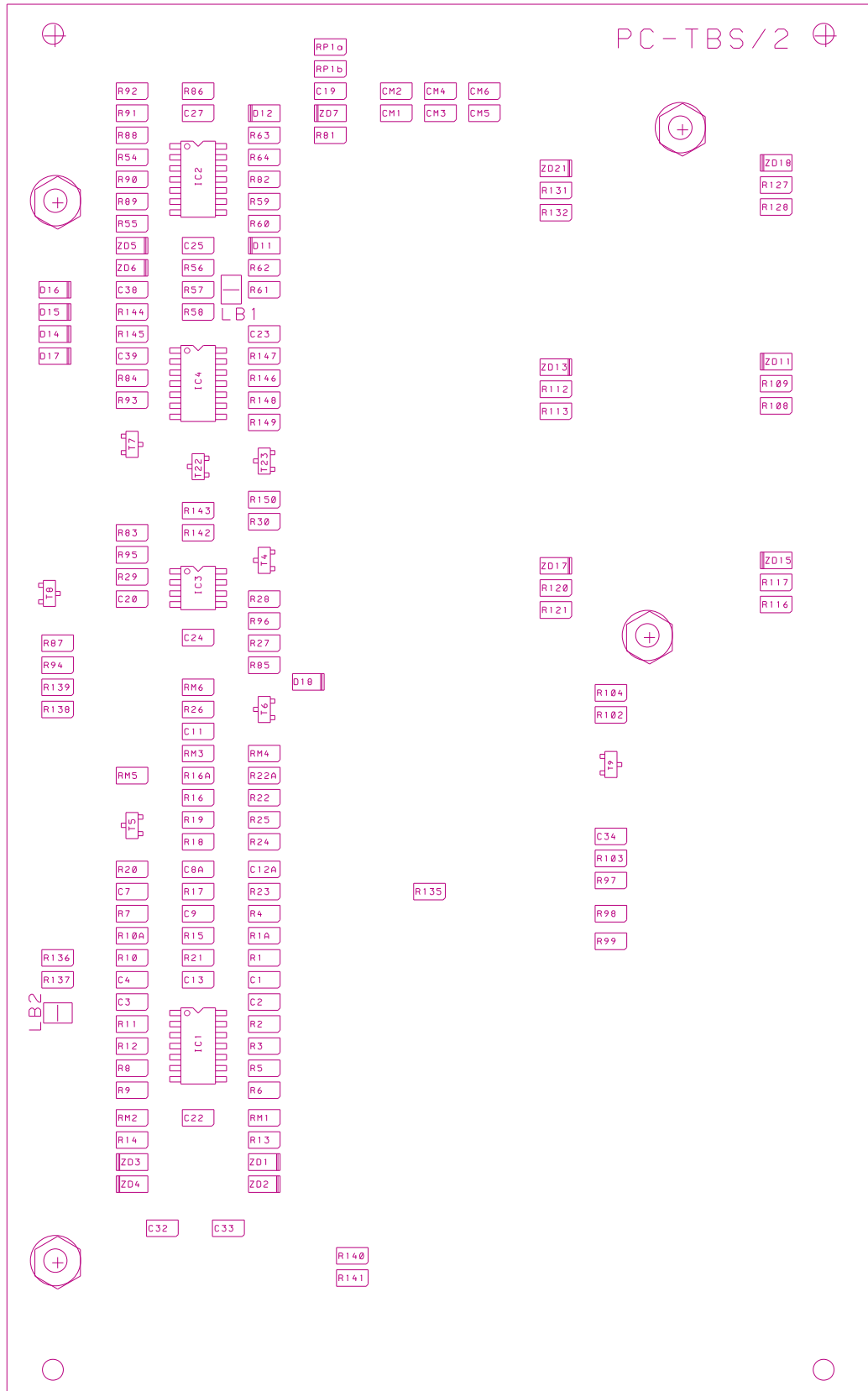


7 Anhang

7.1 Bestückungsplan Oberseite (TBS120/...)

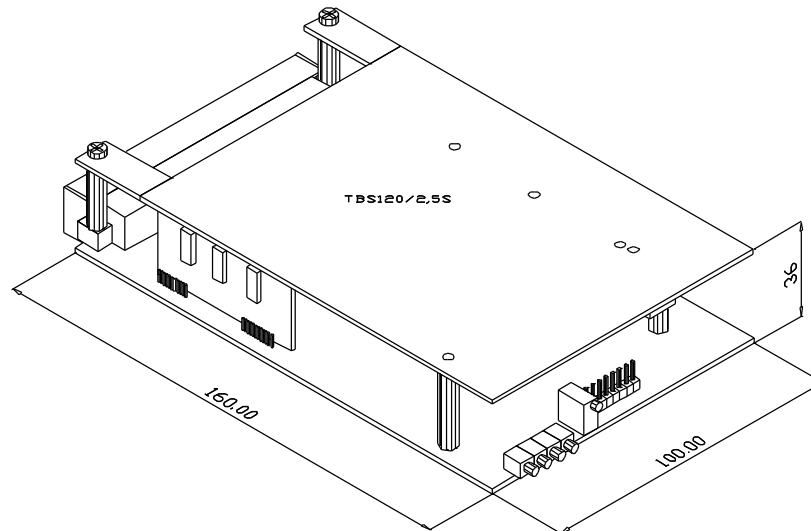


7.2 Bestückungsplan Unterseite (TBS120/...)



7.3 ISO-Darstellungen

7.3.1 TBS120/2,5S



7.3.2 TBS120/12,5Y

Zur Zeit der Erstellung dieser Inbetriebnahmeanleitung war die Version TBS120/12,5Y noch nicht in Serienproduktion. Eine genaue Abbildung wird in einer neueren Ausgabe erfolgen.

***** Ende des Dokuments *****