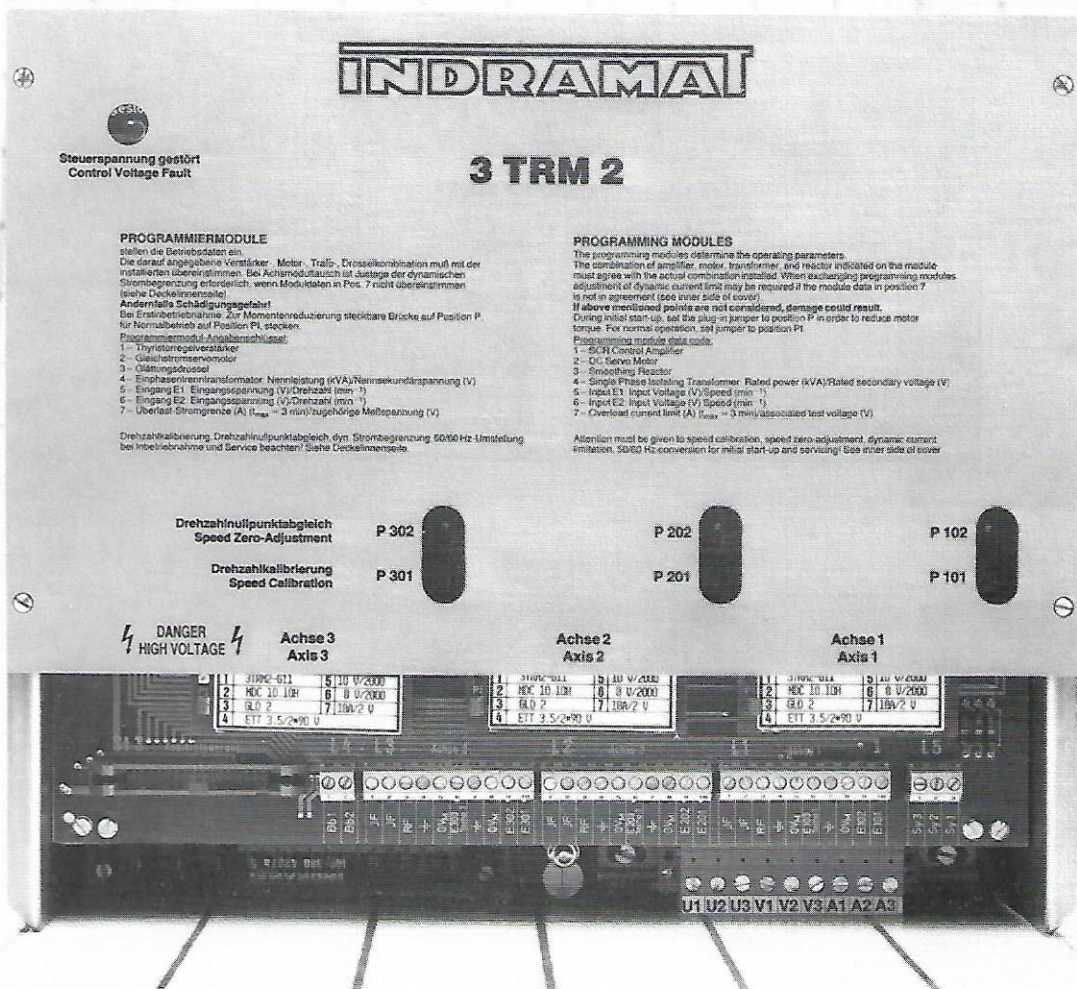


# INDRAMAT - Servosysteme

8-2-2020  
 SCANNED BY  
 PAUL  
 PIJNACKER  
 HOLLAND

## 3 Achsen-2 Puls Thyristor-Regelverstärker



# **Zweipulsiges Steuergerät in dreiachsiger Ausführung für MDC-Gleichstromservomotore**

---

Allgemeines	3
Funktionsbeschreibung	4
Inbetriebnahme	11
Servoantriebsüberprüfung	13
NC-Betrieb	14
Technische Dokumentation	18

---

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite		Seite
<b>1. Allgemeines</b> .....	3	<b>5. Zusammenschalten mit einer NC-Steuerung</b> .....	14
<b>2. Funktionsbeschreibung des Thyristorregelverstärkers 3TRM2</b> .....	4	5.1 Positionsgeregelter Betrieb mit einer NC-Steuerung .....	14
2.1 Drehzahlregler .....	4	.1 Festlegung des Regelsinnes .....	14
.1 Zusammenhang zwischen Sollwertspannung und Drehzahl .....	4	.2 Oberwelligkeit des Sollwertes .....	14
2.2 Differenzeingang .....	4	.3 Sollwerteingangsbewertung mit einer NC-Steuerung .....	15
2.3 Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung .....	4	.4 Verstärkung des Positionsregelkreises .....	15
2.4 Linearisierungsnetzwerk .....	5	.5 Slope, geknickte Kennlinie .....	15
2.5 Summierverstärker V104 und V105 .....	5	<b>6. Technische Dokumentation</b> .....	18
2.6 Steuersatz .....	5	Typenschlüssel .....	18
2.7 Synchronisation .....	5	Technische Daten 3TRM2 .....	19
.1 Interne Synchronisation .....	7	Anschlußplan 3TRM2 (TSS4/TSS11) .....	20
.2 Externe Synchronisation .....	7	Anschlußplan 3TRM2 (TSS4/TSS11) .....	21
2.8 Dynamische Strombegrenzung .....	8	Blockschaltplan 3TRM2 (TSS4/TSS11) .....	22
2.9 Regler- und Impulsfreigabe .....	8	Gesamtstromlaufplan 3TRM2 / TSS4 .....	23
.1 Reglerfreigabe (RF) .....	8	Gesamtstromlaufplan 3TRM2 / TSS11 .....	25
.2 Impulsfreigabe (IF) .....	8	Kennzeichnungsdruck 3TRM .....	27
2.10 Zündwinkelüberdeckung-Vorstrom .....	8	Netzteil NT5 Stromlaufplan .....	28
2.11 Spannungsüberwachung .....	9	Kennzeichnungsdruck NT5 .....	28
2.12 50/60 Hz – Umstellung .....	9	Kennzeichnungsdruck ZAM3 .....	29
2.13 Netzteil .....	9	Kennzeichnungsdruck TSS4 .....	29
2.14 Sicherungen .....	9	Kennzeichnungsdruck TSS11 .....	30
.1 Netzteil .....	9	Kennzeichnungsdruck ZE5 .....	30
.2 Leistungsteil .....	9		
2.15 Programmiermodule TSS4 und TSS11 .....	9		
<b>3. Inbetriebnahme</b> .....	11		
3.1 Inbetriebnahmeausrüstung .....	11		
3.2 Überprüfungen .....	11		
3.3 Erster Anlauf (an Beispiel Achse 1) .....	11		
3.4 Drehzahlkalibrierung .....	12		
3.5 Drehzahlnullpunktabgleich .....	12		
<b>4. Kontrolle der Servoantriebsdimensionierung</b> .....	13		
4.1 Drehmomentmessung .....	13		
.1 Drehmoment im Vorschubbereich .....	13		
.2 Drehmoment im Eilgangbereich .....	13		
4.2 Einstellung des Gewichtsausgleiches .....	13		
4.3 Regelverhalten bei Sollwertsprüngen .....	13		

## Inhaltsverzeichnis

### Abbildungen

Nr.:		Seite
1a	Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 3 Leistungstransformatoren <i>ETT</i> .....	3
1b	Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 1 Leistungstransformator <i>ETT</i> .....	3
2	Strom/Drehzahl-Diagramm in den 4 Quadranten.....	5
3	Ausgangsspannungsbereich $U_{100}$ des Drehzahlreglers V102 über die Drehzahl	5
4	Linearisierungsnetzwerk .....	5
5	Ausgangsimpuls eines Zündbausteines .....	5
6	Umwandlung der zündwinkelanalogen Spannungen in netzsynchrone Zündimpulse (Darstellung für 50 Hz-Betrieb) .....	6
7	Synchronisation am Beispiel Achse 1.....	7
8	Gegenüberstellung von interner zu externer Synchronisation....	7
9	Spannungsparameter für Motorgrenzstrom..	8
10	Grenzwerte zur Vorstromeinstellung.....	9
11	Programmiermodulaufschrift für <i>TSS4</i> und <i>TSS11</i> .....	10
12	Batteriespeisegerät .....	11
13	Charakteristische Sprungantworten des Drehzahlregelkreises bei verschiedenen PI-Beschaltungen.....	13
14	Funktionsschaltbild des Positionsregelkreises .....	14
15	$K_V$ -Diagramm.....	15

### Tabellen

Nr.:		Seite
1	50/60 Hz – Umstellung.....	9
2	Feinsicherungen im Netzteil.....	9

# 1. Allgemeines

Der INDRAMAT-Thyristor-Regelverstärker 3 TRM 2 ist ein äußerst kompaktes 2pulsiges Stromrichtergehärt, das speziell für dreiachsige Antriebssysteme konzipiert ist. Mit Hilfe der Ankerkreissteuerung ist stetiges Treiben und Bremsen bei wechselndem Drehmoment im 4Quadranten-Betrieb möglich.

Das Gerät ist insbesondere für den Betrieb von INDRAMAT-Permanentmagnet-Gleichstrom-Servomotoren ausgelegt.

Das Gerät wird in kompakter Kassettenbauform der Schutzart IP 00 zum Einbau in einen Schalt-schrank hergestellt. Die Ansteuerungsnahtstellen entsprechen den VDI-Richtlinien 3422.

Verschiedene Ausführungsarten ergeben sich durch unterschiedliche Typenanschluß-Wechselspannungen (vgl. Technische Daten 3TRM2, Technische Dokumentation).

Im Folgenden sind die wichtigsten Baugruppen des 3TRM2 aufgeführt:

● **Netzteil**

Das zentrale Netzteil liefert die Versorgungsspannungen für interne und externe Verbraucher (vgl. Kap. 2.13).

● **Regelteil**

Dieses besteht im wesentlichen aus:

- Drehzahlregler (vgl. Kap. 2.1)
- Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung (vgl. Kap. 2.3)

- Linearisierungsnetzwerk (vgl. Kap. 2.4)
- Summierverstärker (vgl. Kap. 2.5)
- Dynamische Strombegrenzung (vgl. Kap. 2.8)
- Programmiermodulen TSS4 bzw. TSS11 (vgl. Kap. 2.15).

● **Steuersatz**

Er besteht aus den Impulserzeugerbausteinen, den Impulsverstärkerstufen und den Impulsübertragern (vgl. Kap. 2.6).

● **Leistungsteil**

Es besteht aus den Leistungsthyristoren mit dem Kühlkörper.

Die standardmäßige Ausführung eines Antriebspaketes für 3 Achsen setzt sich zusammen aus:

(vgl. **Abb. 1a** und Anschlußplan 3TRM2 [3 Servoantriebe, 3 Leistungstrafos] in der Technischen Dokumentation).

- 1 Thyristorregelverstärker 3TRM2
- 3 Einphasen-Trenntransformatoren ETT zur Speisung des Leistungsteiles
- 3 Drosseln zur Glättung der Ankerströme
- 3 INDRAMAT-Gleichstrom-Servomotore MDC

In Sonderfällen ist auch der Einsatz von einem Einphasen-Trenntransformator für 3 Achsen möglich: (vgl. **Abb. 1b** und Anschlußplan 3TRM2 [3 Servoantriebe, 1 Leistungstrafo] in der Technischen Dokumentation).

Die nachfolgenden Beschreibungen beziehen sich, soweit sie in Zusammenhang mit den angeschlossenen Gleichstrommotoren stehen, auf die Verwendung von INDRAMAT - Permanentmagnet - Gleichstromservomotoren.

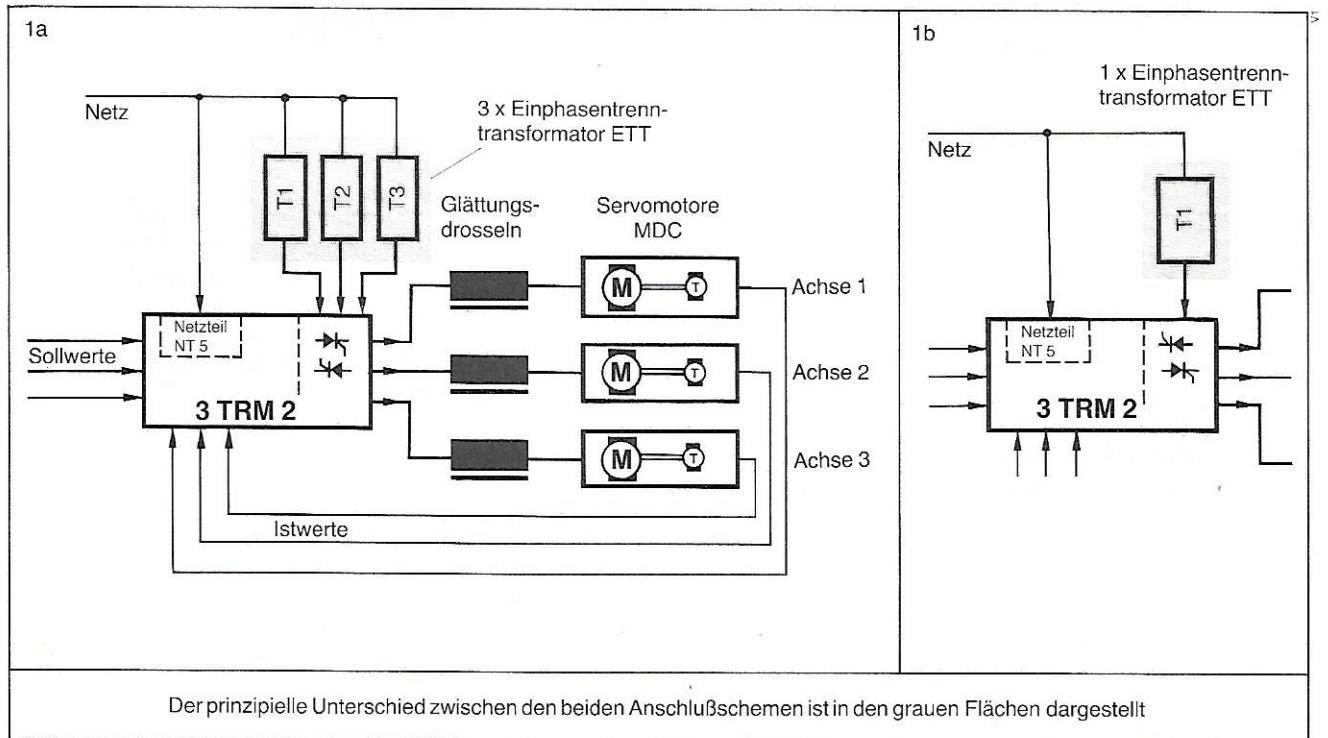


Abb. 1a: Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 3 Einphasentransformatoren ETT

Abb. 1b: Anschlußschema für 3 Antriebsachsen mit 1 Einphasentransformator ETT

## 2. Funktionsbeschreibung des Thyristorregelverstärkers 3TRM2

Die Beschreibung bezieht sich auf die in der technischen Dokumentation aufgeführten Pläne.

Das Regelteil ist für alle 3 Achsen gleich aufgebaut; deshalb sind die Bauteilbezeichnungen so gewählt, daß die 1. Zahl die jeweilige Achse ergibt, z. B. R 243 = Achse 2, Wdst. 43.

Anhand der Achse 1 soll die Funktionsweise des Gerätes erläutert werden:

Die wichtigsten Baugruppen sind im Blockschaltplan (Technische Dokumentation) in ihrem funktionellen Zusammenhang dargestellt.

Zur Einstellung einer Drehzahl wird dem Drehzahlregler V 102 über den Sollwerteingang E 101 oder E 102 eine drehzahlanaloge Spannung zugeführt. Der Drehzahlwert wird mit einem Tachogenerator erfaßt und über den Tachoeingang E 103 zum Drehzahlregler geführt. Dieser bildet eine Differenz von Drehzahlsollwert und -istwert und ändert entsprechend seine Ausgangsspannung.

Das PI-Verhalten des Drehzahlreglers gewährleistet eine optimale Ausregelung ohne stationäre Regelabweichung.

Zur Einhaltung des Spitzenstromes und zur Sicherung der Kommutierungs- und Entmagnetisierungsgrenzen des angeschlossenen Gleichstrommotors grenzt die Zündwinkelbegrenzung die Ausgangsspannung des Drehzahlreglers ein.

Überschreitet der Ankerstrom den eingestellten Grenzstrom unzulässig lange, greift die dynamische Strombegrenzung über V 107 ein und verringert den Ankerstrom auf den eingestellten Grenzwert.

Damit auch bei kleiner Drehzahl und Motorstillstand eine hohe Antriebssteife gewährleistet ist und der Motor unmittelbar der Regelung folgt, arbeiten die Thyristoren mit einer einstellbaren Zündwinkelüberdeckung.

### 2.1 Drehzahlregler

Im Drehzahlregler ist ein besonders temperaturstabiler Operationsverstärker mit einer maximalen Offsetspannungsdrift von nur  $3 \mu\text{V}/^\circ\text{K}$  eingesetzt.

Der Drehzahl-Nullpunkt (weitgehender Stillstand des Antriebes bei Sollwert Null) kann mit dem Poti P 102 abgeglichen werden. Die Beschaltung des Reglers garantiert optimales Regelverhalten der angeschlossenen Servoantriebskombination (vgl. Kap. 4).

#### 2.1.1 Zusammenhang zwischen Sollwertspannung und Drehzahl

Das Verhältnis von Sollwertspannung und Drehzahl an den Sollwerteingängen E 101 und E 102 (für Achse 1) ist auf dem Programmiermodul TSS4 oder TSS11 durch Eingangswiderstände festgelegt. Die entsprechenden Widerstände werden nach den Gleichungen (1) oder (2) berechnet.

Legt der Kunde ein neues Sollwertspannungs-/Drehzahlverhältnis fest, so ist zweckmäßigerweise dies auf dem Programmiermodul TSS4 oder TSS11 einzutragen.

### Programmiermodul TSS4

$$R1 \text{ bzw. } R2 = \frac{U_{\text{soll}}}{n} \cdot k \text{ [k-Ohm]} \quad (1)$$

R1 bzw. R2 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

$U_{\text{soll}}$  = Sollwerteingangsspannung in Volt

n = gewünschte Drehzahl in  $\text{min}^{-1}$

k = Konstante, resultierend aus Eingangsempfindlichkeit von  $0,33 \mu\text{A}/\text{min}$

$$k = 3000 \left[ \frac{\text{k-Ohm}}{\text{V} \cdot \text{min}} \right]$$

Wird beispielsweise gewünscht, daß der Motor  $1000 \text{ min}^{-1}$  bei einer Sollwertspannung von 8 V am Eingang E 101 erreicht, ist folgender Sollwerteingangswiderstand erforderlich:

$$R1 = \frac{8}{1000} \cdot 3000 = 24 \text{ [k-Ohm]}$$

### Programmiermodul TSS11

Beim TSS11 werden die beiden Eingänge E 101 und E 102 als ein Differenzeingang benützt, dessen Verhältnis von Eingangsspannung zu Drehzahl über den Widerstand R25 bestimmt wird.

$$R25 = \frac{U_{\text{soll}}}{n} \cdot k \text{ [k-Ohm]} \quad (2)$$

R25 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

### 2.2 Differenzeingang

Liegen Potentialunterschiede zwischen dem Bezugspunkt der Sollwertvorgabe und dem Nullpotential des Thyristorregelverstärkers vor, so können daraus resultierende Fehler (bis zu einer Potentialdifferenz von 2 V) vermieden werden.

Dazu wird das Programmiermodul TSS11 mit dem darauf befindlichen Differenzverstärker V3 verwendet. Eine zusätzliche Glättung des Sollwertes erfolgt durch einen Kondensator.

### 2.3 Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung

Aufgabe:

Um die Einhaltung der drehzahlabhängigen Maximalströme zu sichern und andererseits Spitzenströme im Arbeitsbereich zu ermöglichen, kann der Zündwinkel drehzahlabhängig, entsprechend der Kommutierungskennlinie des angeschlossenen Servomotors, eingegrenzt werden. Diese Zündwinkeleingrenzung bewirkt dann ein Strom-Drehzahl-Diagramm in den vier Quadranten, wie es in der **Abb. 2** gezeigt wird.

Wirkungsweise:

Die Zündwinkelbegrenzung besteht aus der Grundfreiheit, die den Zündwinkel bei Drehzahl = 0 eingrenzt und den adaptiven Anteil, der den Zündwinkel mit zunehmender Drehzahl in treibender Richtung etwa in dem Maße vergrößert wie die EMK ansteigt. Ein Maß für den Zündwinkel ist die Drehzahlreglerausgangsspannung ( $U_{103}$ ).

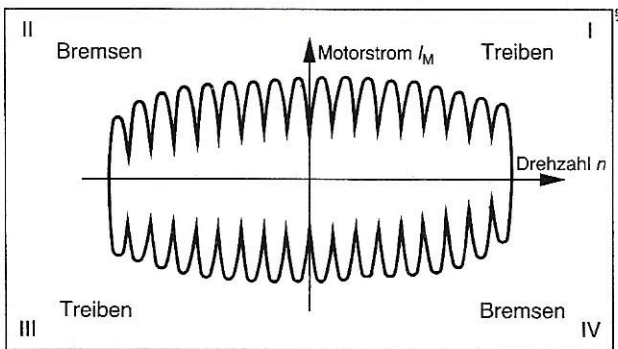


Abb. 2: Strom/Drehzahl-Diagramm in den 4 Quadranten

Sie wird (in Abb. 3 ersichtlich) bei Drehzahl = 0 auf die Grundfreiheit begrenzt. Das wird erreicht über V102 mit dem Widerstandsverhältnis R 12/R 11 für die positive Grundfreiheit. Die Drehzahlreglerausgangsspannung vergrößert sich in treibender Stromrichtung mit zunehmender Drehzahl um den adaptiven Anteil und verkleinert sich in bremsender Stromrichtung entsprechend um diesen Anteil.

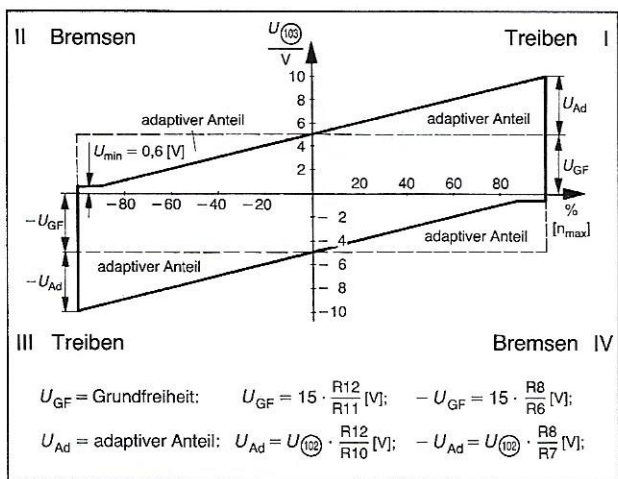


Abb. 3: Ausgangsspannungsbereich  $U_{103}$  des Drehzahlreglers V 102 über die Drehzahl

## 2.4 Linearisierungsnetzwerk

Aufgabe:

Es gleicht die Nichtlinearität des Zündwinkel-Motorstromzusammenhangs aus und ermöglicht damit einen stabilen Betrieb mit hoher Antriebssteife.

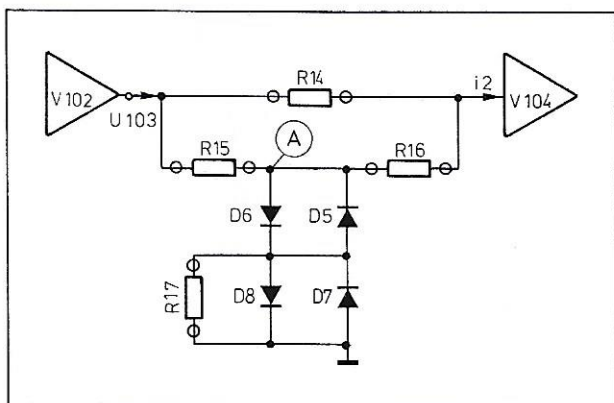


Abb. 4: Linearisierungsnetzwerk

Wirkungsweise:

Dem Zündwinkel proportional ist der Ausgangsstrom  $i_2$  (Abb. 4) des Linearisierungsnetzwerkes. Der Strom  $i_2$  steigt linear mit der Reglerausgangsspannung

U 103, bis sich am Punkt A die Diodenschleusenspannung einstellt. Bei weiterer Erhöhung von U 103 bleibt der Strom über R 16 konstant und eine weitere Zunahme von  $i_2$  kann nur noch über R 14 erreicht werden. Das ergibt einen nicht linearen Zusammenhang zwischen U 103 und  $i_2$ , der die Nichtlinearität zwischen Zündwinkel und Motorstrom weitgehend ausgleicht.

## 2.5 Summierverstärker V 104 und V 105

In den Summierverstärkern werden die Ströme des Linearisierungsnetzwerkes, der Zündwinkelüberdeckung und der dynamischen Strombegrenzung addiert und den Impulserzeugerbausteinen IC 101 und IC 102 als zündwinkelanaloge Spannungen zugeführt. (vgl. Blockschaltplan, Technische Dokumentation).

## 2.6 Steuersatz

Er besteht aus den Impulserzeugerbausteinen, den Impulsverstärkerstufen und den Impulsübertragern.

Aufgabe:

Der Steuersatz formt, ähnlich einem A/D-Wandler, zündwinkelanaloge Spannungswerte in netzsynchrone Zündimpulse um.

Wirkungsweise:

Dazu vergleicht er die Ausgangsspannung  $U_{103}$  von V 104 an MP(109) im IC 101 und die Ausgangsspannung  $U_{110}$  von V105 an MP(110) im IC102 mit der netzsynchronen Sägezahnspannung  $U_{111}$  (vgl. Abb. 6 und Blockschaltplan, Technische Dokumentation).

In den Zeitbereichen L 1 und L 2, in denen die Sägezahnspannung  $U_{111}$  größer als die Ausgangsspannungen  $U_{103}$  und  $U_{110}$  ist, werden die entsprechenden Thyristoren durch Zündimpulse gezündet.

IC 101 steuert die positive, IC 102 die negative Thyristorgruppe. Einer der Zündimpulse ist in Abb.5 dargestellt.

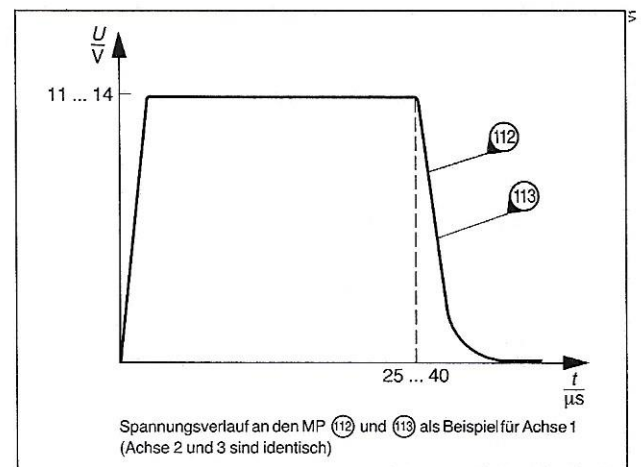


Abb. 5: Ausgangsimpuls eines Zündbausteines

## 2.7 Synchronisation

Die Synchronisation sorgt dafür, daß die Impulserzeugerbausteine im Steuersatz einen mit der Sekundärspannung der Leistungstransformatoren ETT synchronen Sägezahn erzeugen können.

Sekundärspannung des Einphasentrenntransformators ETT

50 Hz: 10 ms  $\triangleq$  180°  
60 Hz: 10 ms  $\triangleq$  216°

Synchronisationsgleichspannung  $U_{106}$

**Drehzahlreglerausgang  $U_{105} = 0V$**

Die Ausgangsspannungen  $U_{109}$  und  $U_{110}$  an den MP 109 und MP 110 sind während der Zeit  $\delta$  kleiner als die Sägezahnspannung  $U_{111}$  an MP 111 ( $\delta \triangleq$  Zündwinkelüberdeckung)

Zündimpulse für beide Stromrichtungen an Meßpunkt MP 112 und MP 113

**Drehzahlreglerausgang  $U_{103}$  positiv**

Die Ausgangsspannung  $U_{109}$  wird negativer und ist während  $\alpha_1$  kleiner als die Sägezahnspannung  $U_{111}$  ( $\alpha_1 \triangleq$  pos. Zündwinkel)

Zündimpulse für positive Stromrichtung an Meßpunkt MP 112

Für Zündwinkel  $\alpha_1$  größer ca. 100° wird mit Impulsreihe gezündet, bei  $\alpha_1$  kleiner 100° mit Einzelimpuls

**Drehzahlreglerausgang  $U_{103}$  negativ**

Die Ausgangsspannung  $U_{110}$  wird negativer und ist während  $\alpha_2$  kleiner als die Sägezahnspannung  $U_{111}$  ( $\alpha_2 \triangleq$  neg. Zündwinkel)

Zündimpulse für negative Stromrichtung an Meßpunkt MP 113

Für Zündwinkel  $\alpha_2$  größer ca. 100° wird mit Impulsreihe gezündet, bei  $\alpha_2$  kleiner 100° mit Einzelimpuls

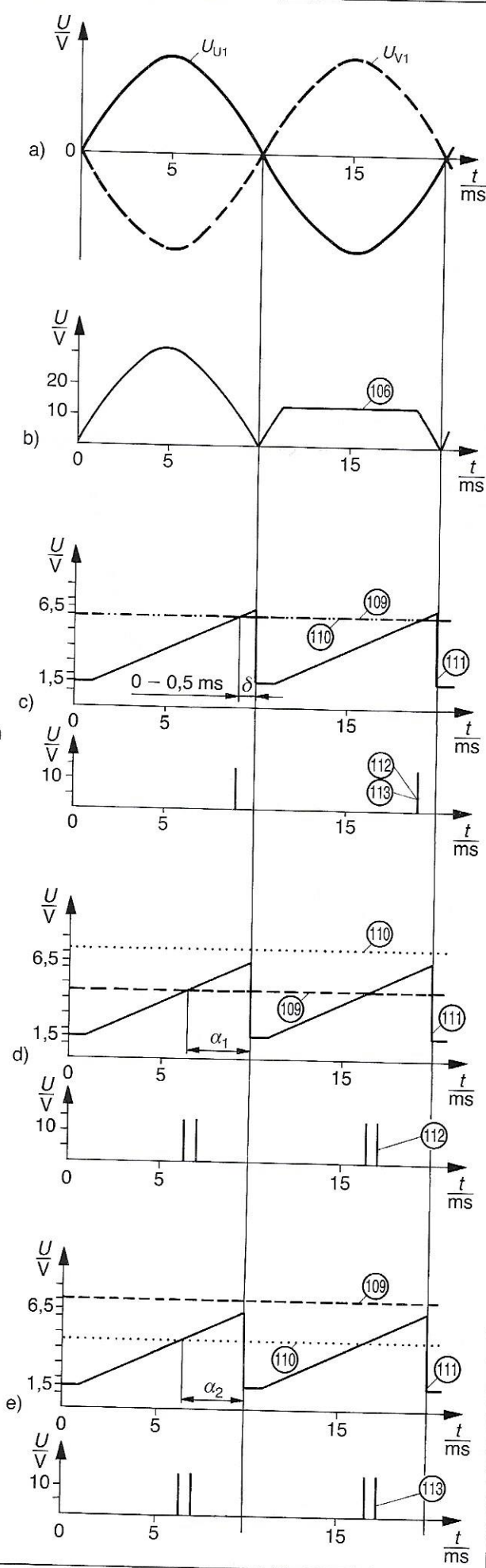


Abb. 6: Umwandlung der zündwinkel-analogen Spannungen in netzsynchrone Zündimpulse (Darstellung für 50 Hz-Betrieb)



## Funktionsbeschreibung

### Wirkungsweise:

Grundsätzlich ist der 3TRM2 so ausgeführt, daß, applikationsbezogen, entweder intern oder extern synchronisiert werden kann. In allen Fällen erzeugt der Verstärker V106 (vgl. Abb. 7) aus der Synchronisationswechselspannung, die phasengleich mit der jeweiligen Leistungstransformatorsekundärspannung sein muß, eine pulsierende Gleichspannung U 106 (Synchronisationsgleichspannung), die den Impulserzeugerbausteinen IC 101, IC 102 zugeführt wird. Damit bildet IC 101 die netzsynchrone Sägezahnspannung, während IC 102 periodisch die Zündimpulsfreigabe schaltet.

### 2.7.1 Interne Synchronisation

Die interne Synchronisierung ist nur dann möglich, wenn der Netzteiltransformator im Netzteil NT5 mit den ETT-Leistungstransformatoren T 1, T 2 und T 3 an denselben Phasen angeschlossen ist (siehe Abb. 8).

Zur internen Synchronisierung der drei Achsen muß die Brücke Sy eingelötet sein. An den Klemmen Sy 1, Sy 2 und Sy 3 darf kein Anschluß erfolgen.

### 2.7.2 Externe Synchronisation

Die externe Synchronisierung ist erforderlich, wenn:

a.) die 3TRM2-Ausführung kein Netzteil enthält (z. B. Kopiersteuerung SK3N von INDRAMAT.)

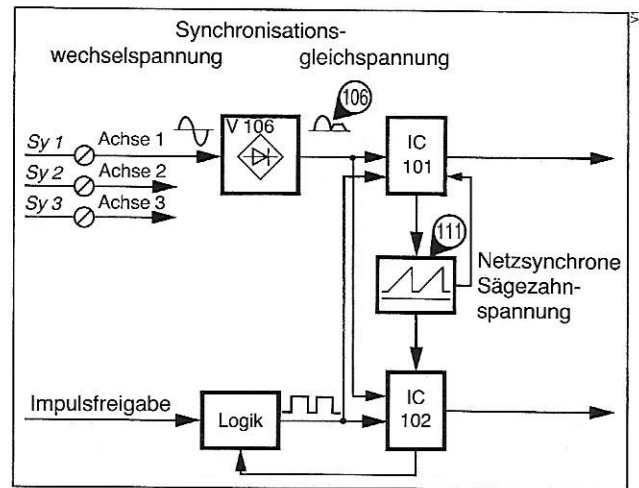


Abb. 7: Synchronisation am Beispiel Achse 1

b.) die Leistungstransformatoren ETT zur besseren Lastverteilung, an unterschiedliche Phasen angeschlossen sind (siehe Abb. 8).

Bei externer Synchronisation muß die Brücke Sy entfernt werden. Die Synchronisierspannung Sy 1, Sy 2, Sy 3 muß phasengleich mit den ETT-Sekundärspannungen der einzelnen Achsen sein.

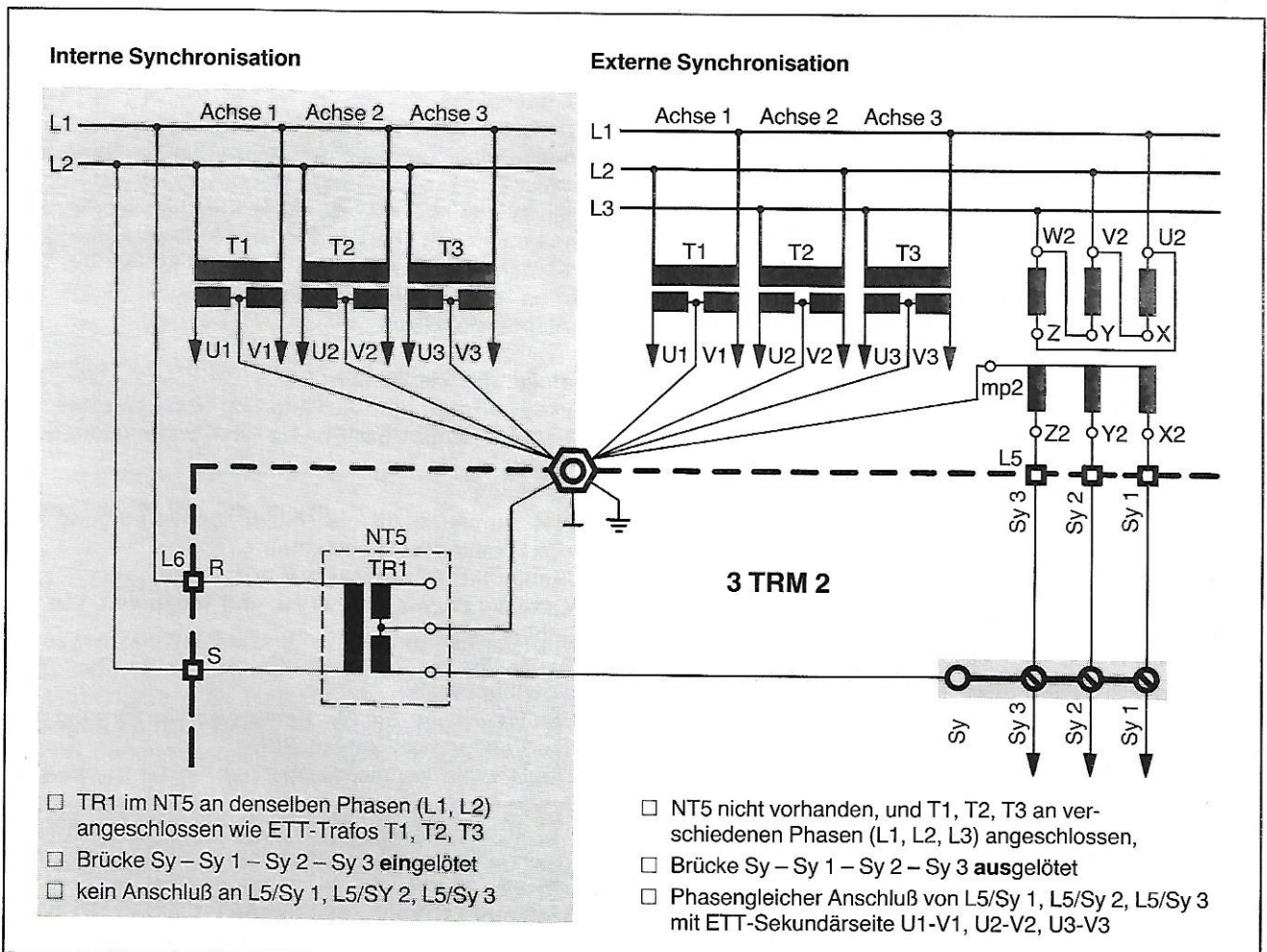


Abb. 8: Gegenüberstellung von interner (schraffierte Fläche) zu externer Synchronisation

## 2.8 Dynamische Strombegrenzung

### Aufgabe:

Sie läßt zeitlich begrenzt hohe Beschleunigungsströme zu und schützt vor längerem Überschreiten des eingestellten Grenzstromes.

### Wirkungsweise:

Der Stromwert wird über einen Stromwandler erfaßt und dem Verstärker V 107 zugeführt. Dieser vergleicht die Grenzstromeinstellung von Poti 104 mit dem Istwert, (Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation). Überschreitet der Stromwert den eingestellten Grenzwert, so integriert der Verstärker V 107 von seiner max. positiven Ausgangsspannung (13-14 V) in den negativen Bereich und greift begrenzend auf die Summierverstärker V 104 und V 105 ein. Die Ansprechzeit ist abhängig von der Überschreitung des eingestellten Grenzwertes.

Einstellung: (Beispiel Achse 1)

1. Die Strombegrenzung wird werksmäßig nach den Programmiermodulangaben eingestellt. Eine Justage braucht nur vorgenommen zu werden, wenn bei Modulaustausch eine zu Position 7 unterschiedliche Angabe steht, oder wenn anwendungsbedingt eine andere Einstellung erwünscht wird.
2. Die Grenzstromeinstellung kann nach dem Diagramm (**Abb. 9**) erfolgen. Sie darf die Angabe auf dem Programmiermodul nicht überschreiben, die dem doppelten arithm. Mittelwert des Motor-Nennstromes entspricht. Dazu Spannung am Meßpunkt 104 (Achse 1), 204 (Achse 2), 304 (Achse 3) mit Trimmer P 104 (Achse 1), P 204 (Achse 2), P 304 (Achse 3) einstellen.

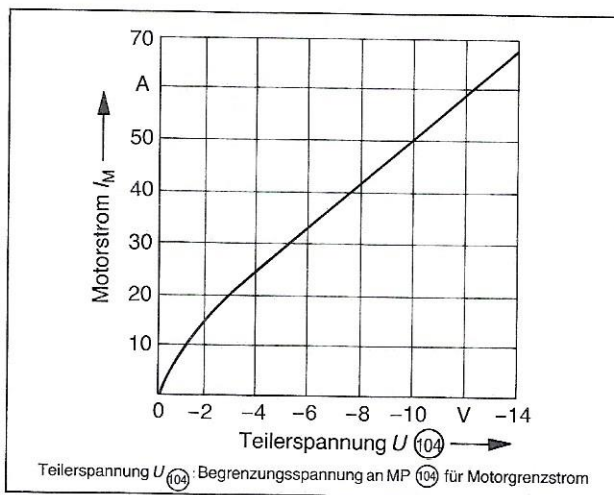


Abb. 9: Spannungsparameter für Motorgrenzstrom

## 2.9 Regler- und Impulsfreigabe

### Aufgabe:

Diese Baugruppen bieten die Möglichkeit einer externen Verriegelung des gesamten Geschwindigkeitsregelkreises. Die Reglerfreigabe wirkt auf den Drehzahlregler, die Impulsfreigabe auf den Steuersatz.

### 2.9.1 Reglerfreigabe (RF)

Reglerfreigabe erfolgt durch Anlegen einer Spannung (+ 5 V bis + 30 V) am Eingang RF (Klemme 3).

Durch diese Spannung wird über den Komparator V 101 der FET 101 hochohmig und damit die PI-Beschaltung des Drehzahlreglers V 102 wirksam. Die Reglerfreigabe erfolgt unverzögert und wird etwa 220 ms nach Wegnahme des Signals aufgehoben (vgl. Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation).

### 2.9.2 Impulsfreigabe (IF)

Das Anlegen einer Spannung (+ 5 V bis + 30 V) an Klemme 1 und/oder Klemme 2 (Eingänge IF) führt unverzögert zur Impulsfreigabe. Nach Wegnahme der Spannung erfolgt Sperrung der Zündimpulse mit etwa 400 ms Verzögerung.

### Achtung:

Regler- und Impulsfreigabe darf nur gegeben werden, wenn gesichert ist, daß keine dauerhafte Antriebsblockierung vorliegt, z.B. durch elektrisch löfzbare Bremse. Bei Impuls- oder Reglersperre gibt der Motor kein Drehmoment ab. Der Antrieb ist frei beweglich, falls er nicht mechanisch blockiert ist.

## 2.10 Zündwinkelüberdeckung – Vorstrom

### Aufgabe:

Die Zündwinkelüberdeckung gewährleistet auch bei kleiner Aussteuerung eine hohe Antriebssteife und vermeidet zusätzliche Totzeiten in der Regelung.

### Wirkungsweise:

Die Ausgangsspannungen  $U_{103}$  und  $U_{104}$  (vgl. Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation) werden an Trimmer P 103 so eingestellt, daß sie bei Drehzahlreglerausgang  $U_{103} = 0$  V in die Sägezahnspannung eintauchen und an den Thyristoren einen kleinen Zündwinkel verursachen (vgl. **Abb. 5c**). Dadurch führen die Thyristoren einen Vorstrom, der im Sekundärkreis des Transformators fließt.

### Einstellung: (Beispiel Achse 1)

Diese erfolgt vor Auslieferung des Gerätes bei INDRAMAT. Eine Überprüfung kann wie nachstehend erfolgen:

1. Netzspannung für die Reglereigenversorgung und das Leistungsteil abschalten.
2. Meßpunkt 103 auf Masse ( $OV_M$ ) legen
3. Oszillograf zwischen  $OV_M$  und Meßpunkt 114 anschließen.  
Zeitskala : 2 ms/Div.  
Spannungsskala : 1 V/Div.
4. Netzspannung für die Reglereigenversorgung und das Leistungsteil aufschalten.
5. Regler- und Impulsfreigabe nur für die zu überprüfende Achse geben.
6. Die Stromflußdauer muß mit den Angaben in **Abb. 10** übereinstimmen; gegebenenfalls an Poti 103 einstellen.
7. Meßpunkt 103 von  $OV_M$  trennen.  
Für Achse 2 und 3 in gleicher Weise verfahren  
Achse 2: Meßpunkt 214, Poti P 203  
Achse 3: Meßpunkt 314, Poti P 303

Bei der Umstellung auf 60 Hz ist eine Überprüfung des Vorstromes erforderlich.

## Funktionsbeschreibung

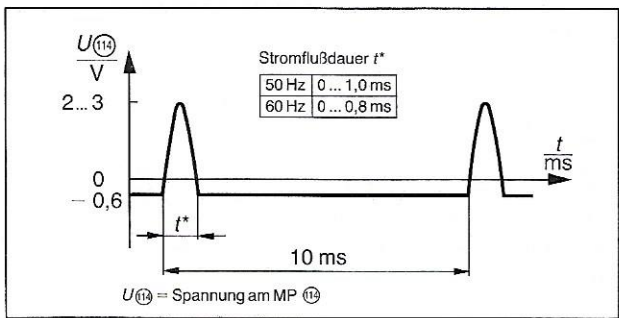


Abb. 10: Grenzwerte zur Vorstromeinstellung

### 2.11 Spannungsüberwachung

Aufgabe:

Die Spannungsüberwachung schaltet das Gerät bei Störung der Regelspannung ( $U_M$ ) ab, um Fehlfunktionen zu vermeiden.

Wirkungsweise:

Liegt keine Störung der Regelspannung ( $U_M = \pm 15$  [V]) vor, dann sind die Transistoren T1, T2, T3, T4 leitend. Das Relais d1 ist angezogen und meldet über einen potentialfreien Kontakt (Schließer Bb1 und Bb2) „Betriebsbereitschaft“ (vgl. Gesamtstromlaufplan, Technische Dokumentation). Sinkt nun z. B. die positive Regelspannung unter +14,5 V ab, dann sperren die Transistoren T1 und T3 und das Relais fällt ab. Der Betriebsbereitschaftskontakt Bb öffnet, und die Leuchtdiode h1 zeigt die Störung an, vorausgesetzt, die Lastspannung ( $U_L = +24$  [V]) ist vorhanden. Gleichzeitig werden die Impulserzeugerbausteine verriegelt.

### 2.12 50/60 Hz – Umstellung

Für den Betrieb an 60 Hz-Netzfrequenz müssen drei Lötbrücken nach **Tabelle 1** eingelötet werden. Eine Justage des Vorstromes ist erforderlich (vgl. Kap. 2.10).

Plazierung Leiterkarte	Lötbrücken	50 Hz	60 Hz
3TRM	Br 101 Br 201 Br 301	ausgelötet	eingelötet

Tabelle 1: 50/60 Hz – Umstellung

### 2.13 Netzteil

Das zentrale Netzteil und der zugehörige Transformator befinden sich unter der schwenkbaren Leiterplatte.

Es übernimmt die Reglereigenversorgung (Regelspannung  $U_M = \pm 15$  [V], interne Lastspannung  $U_L = +24$  [V], Synchronisationsspannung für den Steuersatz zur internen Synchronisation, außerdem liefert es die externe Regel- ( $U_M$ ) und Lastspannung ( $U_L = +24$  [V]).

Zur Anpassung an andere Netzspannungen, wie im Blockschaltplan 3TRM2 angegeben, dient ein Spartransformator EST. (Weitere Informatio. vgl. ID 71000).

### 2.14 Sicherungen

#### 2.14.1 Netzteil

Der Netzanschluß für die Reglereigenversorgung und die externe + 24 V Lastspannung werden durch Feinsicherungen geschützt.

Bezeichnung	Strom [A]	Spannung	Plazierung
e1, e2	1,0 mittel-träge	Netzanschluß	befindet sich auf der Leiterkarte NT5
e3	4,0 mittel-träge	externe Lastspannung	

Tabelle 2: Feinsicherungen im Netzteil

#### 2.14.2 Leistungsteil

Die Auswahl der erforderlichen Absicherung für das Leistungsteil erfolgt applikationsabhängig. Die notwendigen Berechnungsgrundlagen sind im Prospekt ID 71000 zu finden.

### 2.15 Programmiermodule TSS4 und TSS11

Der Unterschied zwischen der TSS4- und der TSS11-Version besteht in der Anzahl der Sollwerteingänge:

- TSS 4: 2 Sollwerteingänge
- TSS11: 1 Differenzeingang (vgl. Kap. 2.2).

Die Programmiermodule TSS4 und TSS11 erlauben eine optimale Anpassung des Thyristorregelverstärkers an die angeschlossene Servoantriebskombination. Für jede Motor-, Trafo- und Drosselkombination sind folgende Baugruppenbeschaltungen auf den Programmiermodulkärtchen TSS4 und TSS11 unter der Variantenummer (z. B. 055, vgl. **Abb. 11**) spezifiziert:

- Drehzahlreglerbeschaltung
- Eingangsbeschaltung
- Drehzahlabhängige Zündwinkelbegrenzung
- Linearisierungsnetzwerk

Die wichtigsten Informationen stehen auf dem Programmiermodulaufdruck. (Beispiel vgl. **Abb. 11**: TSS4-Modul, Variantenummer 055).

Programmiermodul-Nr.	TSS4/055
1 Thyristorregelverstärker	3TRM2 - G 11
2 Gleichstromservomotor	MDC 10.30 D
3 Glättungsdrossel	GLD 2
4 Einphasentrenntransformator Nennleistung (kVA)/ Nennsekundärspannung (V)	ETT 3,5/ 2 x 140 V
5 Eingang E1 Eingangsspannung (V)/ Drehzahl (min <sup>-1</sup> )	10 V / 2000
6 Eingang E2 Eingangsspannung (V)/ Drehzahl (min <sup>-1</sup> )	frei wählbar
7 Eingang E3 Eingangsspannung (V)/ Drehzahl (min <sup>-1</sup> )	25 A / 4 V

<b>Programmiermodul TSS 4 / 055</b>			
1	3 TRM2-G11	5	10V/2000
2	MDC 10.30 D	6	
3	GLD 2	7	25A/4V
4	ETT 3,5/2x140V		

<b>Programmiermodul TSS 11 / 055</b>			
1	3 TRM2-G11	5	10V/2000
2	MDC 10.30 D	6	
3	GLD 2	7	25A/4V
4	ETT 3,5/2x140V		

Abb. 11: Programmiermodulaufschrift für TSS4 und TSS11. Dabei ist zu beachten, daß bei TSS11 die Position 6 (Differenzverstärker) frei bleibt.

### 3. Inbetriebnahme

Es empfiehlt sich, bei der Inbetriebnahme der Servoantriebskombination gemäß der folgenden Beschreibung vorzugehen.

#### 3.1 Inbetriebnahmeausrüstung

- Vielfachmeßgerät für Gleich- und Wechselspannung (Drehspulmeßwerk)
- Batteriespeisegerät für einstellbare Sollwertvorgaben bis  $\pm 10$  V (siehe Abb. 12).
- Meßwiderstand 1mR (100 A = 100 mV)

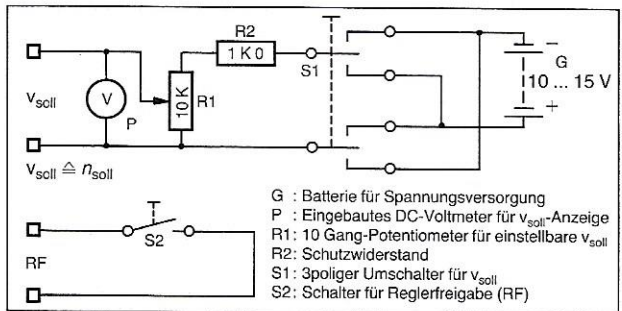


Abb. 12: Batteriespeisegerät

#### 3.2 Überprüfungen

##### 1. Externe Verdrahtung

Die externe Verdrahtung auf Übereinstimmung mit dem Anschlußplan (vgl. Technische Dokumentation) überprüfen, dabei auf festen Sitz der Leitungen in den Klemmen achten.

##### Achtung:

Die Synchronisierspannung muß immer phasengleich mit der Anschlußspannung am Leistungsteil sein.

##### 2. Schutzmaßnahmen

Überprüfen der Einhaltung geltender Schutzmaßnahmen, insbesondere Schutzleiter an Erdungsanschlüssen des Gerätes, Motors, Transformators und der Drossel.

##### 3. Achsmodulangaben

Die auf dem Achsmodul angegebene Servomotor-, Drossel-, Verstärker-, Trafokombination muß mit der installierten übereinstimmen, andernfalls Schädigungsgefahr.

##### 4. Netzspannung

Die örtliche Netzspannung muß mit den Primärspannungen des Netzteil- und Einphasentrenntransformators ETT übereinstimmen. Der Netzteiltransformator besitzt Anschlußmöglichkeiten für 220 V, 380 V und 460V.

##### 5. Netzfrequenz

Übereinstimmung der örtlichen Netzfrequenz mit der eingestellten Betriebsfrequenz des Verstärkers überprüfen.

##### 6. Netzteil Ausgangsspannungen

Nur die Netzspannung für das Netzteil (Reglereigenversorgung) zuschalten.

Die Regelspannung ( $U_M = \pm 15$  [V]) und die externe Lastspannung ( $U_L = + 24$  [V]) überprüfen, um externe Kurzschlüsse zu erkennen.

##### 7. Not Aus-Kette

Überprüfen der ordnungsgemäßen Funktionen der Not Aus-Kette, insbesondere der Not Aus-Schaltung durch die Achsensicherheitsschalter.

**Bis zur Stillsetzung des Antriebes (in einer Not Aus-Situation) sollte in jedem Fall mit einer fehlerhaften Antriebsbewegung gerechnet werden, deren Maß von der Art der Störung und dem Betriebszustand des Antriebes im Moment des Auftretens abhängt. Es ist deshalb eine Personengefährdung, durch fehlerhafte Antriebsbewegungen, anlagenseitig übergeordnet, auszuschließen.**

Die Sicherheitsgrenzscharter sind so anzuordnen, daß die Maschine nicht gegen die Festanschläge laufen kann. Der Abstand zwischen Sicherheitsgrenzscharter und Festanschlag muß größer sein als der Bremsweg des Antriebes.

##### 8. Mechanische Klemmung

Bei Signal Reglerfreigabe und Impulsfreigabe muß sich die mechanische Klemmung der Achse lösen. Überprüfen durch manuelles Drehen der Antriebswelle.

#### 3.3 Erster Anlauf (an Bsp. Achse 1)

Es ist zweckmäßig, den Servomotor für den ersten Anlauf von der Anlage abzukoppeln. Ist dies nicht möglich, so ist eine einwandfreie Funktion der Not Aus-Schaltung von allergrößter Bedeutung.

##### 1. Drehzahlregelkreis sperren

An den Achsen 2 und 3 ist der Anschlußdraht für Impulsfreigabe (IF) abzuklemmen. An Achse 1 ist Regler- und Impulssperre zu geben., d.h. OV an Klemme IF und RF an Achse 1.

##### 2. Drehmomentenreduzierung

Steckbare Brücke zur Momentenreduzierung von Position PI auf Position P stecken (auf Programmiermodul TSS4 bzw. TSS11). Die Drehmomentenreduzierung ist nicht möglich bei hängenden Lasten.

##### 3. Batteriespeisegerät anklemmen

Alle Sollwertleitungen der anlagenseitigen Steuerung von Thyristor-Regelverstärker abklemmen. Batteriespeisegerät an den gewünschten Sollwerteingang anklemmen. Das Sollwertspannungs-/Drehzahlverhältnis für die zwei Eingänge steht auf dem TSS4-Programmiermodulaufdruck bzw. für den Differenzeingang auf dem TSS11-Aufdruck.

##### 4. Netzspannung für die Reglereigenversorgung zuschalten

Die Spannungsanzeige h1 der Spannungsüberwachung muß erlöschen, anderenfalls Regler- und Lastspannungen überprüfen (vgl. Kap. 2.1).

##### 5. Netzspannung für das Leistungsteil zuschalten

##### 6. Sollwert Null vorgeben

Mit Batteriespeisegerät Null Volt Sollwert vorgeben.

### **7. Drehzahlregelung freigeben**

Wird nun Regler- und Impulsfreigabe zugeschaltet, muß eine eventuell vorhandene Klemmung gelöst werden, damit die Motordrehzahl der Sollwertvorgabe folgen kann.

#### **Achtung:**

Bei falscher Polung des Tachos läuft der Antrieb jetzt unkontrolliert hoch. Sofort Not Aus auslösen und Tacho umpolen.

Folgt die Motordrehzahl der Sollwertvorgabe, steckbare Brücke von Position P in Position PI stecken. Damit erhält der Antrieb seine erforderliche Dynamik und Steifigkeit.

### **3.4 Drehzahlkalibrierung**

Die Drehzahlkalibrierung ist zum Abgleich der Tachotoleranzen erforderlich. Die Einstellung muß bei allen verwendeten Tachoeingängen bei der Erstinbetriebnahme, bei Motor- und bei Tachoaustausch vorgenom-

men werden. Die Kalibrierung wird am zweckmäßigsten im Bereich von 30 – 100% der max. Nutzdrehzahl durchgeführt.

Die Kalibrierung ist für Achse 1 an Trimmer P 101, für Achse 2 an P 201, für Achse 3 an P 301, vorzunehmen.

Die Drehzahlkalibrierung darf nicht zum Ausgleich von Sollwerttoleranzen benutzt werden.

### **3.5 Drehzahlnullpunktgleich**

Driftet der Motor bei Sollwert 0 im Geschwindigkeitsregelkreis, so kann mit dem Abgleich an Trimmer P 102 (Achse 1), P 202 (Achse 2), P 302 (Achse 3) weitgehender Stillstand des Antriebes erzielt werden. Mögliche Gründe für den Nullpunktdrift sind u. a. Offsetspannung des Drehzahlreglers (ist abhängig von der Temperatur), Offsetspannung der vorgeschalteten Steuerung, Potentialunterschiede zwischen NC-Ground und Meß-Null des Regelgerätes.

## 4. Kontrolle der Servoantriebsdimensionierung

Damit können neben Überprüfung von Prototypen auch Veränderungen innerhalb einer Maschinenserie erfaßt werden.

### 4.1 Drehmomentmessung

Da die Stromaufnahme des Gleichstromservomotors ein Maß für das abgegebene Drehmoment ist, kann das Lastdrehmoment indirekt über die Stromaufnahme gemessen werden. Der Umrechnungsfaktor von Strom zu Drehmoment steht auf dem Motortypenschild unter „ $K_m$ “ in Nm/A.

Der Strom wird als Spannungsabfall an einem 1-mOhm Meßwiderstand gemessen, der zwischen Motor und  $M_p$  geschaltet ist. Ein Drehspulmeßgerät zeigt den arithmetischen Mittelwert des Stromes an (100 mV = 100 A), für den der Strom-Drehmoment-Faktor  $K_m$  [Nm/A] gilt.

Zu beachten ist, daß der Spannungsabfall an den dafür vorgesehenen Meßbuchsen, innerhalb der Lastanschlüsse, gemessen wird.

#### 4.1.1 Drehmoment im Vorschubbereich

Dabei muß der Motor das Grunddrehmoment aufbringen. Es entsteht an der anzutreibenden Motorachse, ohne Bearbeitungskräfte, infolge von Lastreibung bei maximalem Werkstückgewicht und ständigen Lastwirkungen wie bei unausgeglichenen Gewichten. Dieses Grunddrehmoment sollte die im Prospekt ID 71 000 angegebenen Richtwerte nicht überschreiten. Es wird zweckmäßigerweise bei minimaler und bei maximaler Vorschubgeschwindigkeit gemessen.

#### 4.1.2 Drehmoment im Eilgangbereich

Im Eilgang soll das Lastmoment des Motors 75% seines Dauerdrehmomentes nicht überschreiten. Einige Ursachen für einen übermäßigen Anstieg des Lastdrehmomentes im Eilgang sind:

- Schlechter hydraulischer Gewichtsausgleich bei vertikalen Achsen (zuviel Druckabfall)
- Ölbadgetriebe mit zuviel Flüssigkeitsstau in der Verzahnung
- Schlechte Kugelrückführung in der Mutter der Kugelrollspindel.

### 4.2 Einstellung des Gewichtsausgleiches

Die Einstellung ist derart auszuführen, daß die Motorstromaufnahme (entspricht Lastdrehmoment) bei Auf- und Abwärtsbewegung der Maschinenachse einen gleichen Minimalwert zeigt.

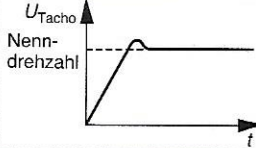
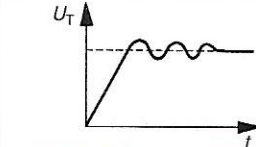
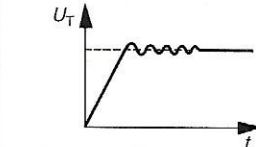
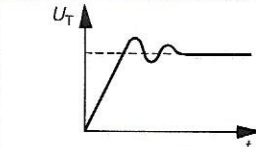
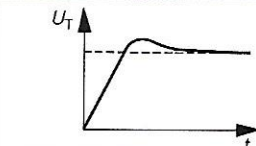
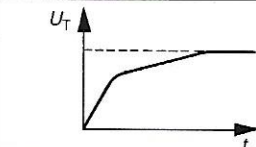
### 4.3 Regelverhalten bei Sollwertsprüngen

Die bei INDRAMAT eingesetzte Beschaltung des Drehzahlreglers genügt im allgemeinen den üblichen Betriebserfordernissen. Eine Überprüfung des Regelverhaltens kann nach den unten aufgeführten Richtlinien erfolgen:

Das Batteriespeisegerät muß als Testsignal einen Sollwertsprung ausgeben.

Bei ca. 10%, 50% und 100% der maximalen Motordrehzahl wird die Tachospaltung aufgezeichnet. (Mit Speicheroszilloskop oder schnellem Schreiber). Eine Testserie sollte mindestens fünf Sprungantworten aufweisen. Je nach Anschnitzzeitpunkt der Netzspannung können die Sprungantworten Unterschiede in Anstiegsflanke und Überschwingweite aufweisen.

Bei einer Sprungantwort von 10% der max. Motordrehzahl sind Überschwinger von 40% zulässig, wenn in der gleichen Testserie auch kleinere auftreten (vgl. dazu **Abb. 13**). Eine Änderung der Optimierung erfolgt auf dem Programmiermodul TSS4 oder TSS11 mit Widerstand R5 und Kondensator C1.

Sprungantworten	Bemerkung	Abhilfemaßnahmen
	Ideal	
	P-Anteil zu klein	R 5 vergrößern
	P-Anteil zu groß	R 5 verkleinern
	I-Anteil zu klein	C 1 vergrößern
	I-Anteil zu groß	C 1 verkleinern
	Einsetzen der dynamischen Strombegrenzung	

**Abb. 13: Charakteristische Sprungantworten des Drehzahlregelkreises bei verschiedenen PI-Beschaltungen**

## 5. Zusammenschalten mit einer NC-Steuerung

### 5.1 Positionsgeregelter Betrieb mit einer NC-Steuerung

Das Zusammenwirken von numerischer Steuerung, Vorschubantrieb, Maschine und Positionsmeßeinrichtung ist in Abb. 14 schematisch dargestellt.

Die numerische Steuerung errechnet die Differenz  $x_w$  zwischen Positionssollwert  $w$  und dem momentanen Positionswert  $x$ . Die Positionsabweichung  $x_w$  multipliziert mit dem  $K_v$ -Faktor, ergibt den Geschwindigkeitssollwert  $v_{soll}$  für den unterlagerten Geschwindigkeitsregelkreis. Er verursacht eine Bewegung, durch die der Positionswert  $x$  sich dem Positionssollwert  $w$  nähert. Durch Annäherung an den Positionssollwert wird  $w-x=x_w$  immer kleiner, dadurch auch  $v_{soll}$ . Die Schlittengeschwindigkeit nimmt ab und wird bei  $w-x=0$ , zu Null.

#### 5.1.1 Festlegung des Regelsinnes

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß die von der NC für positive Fahrrichtung ausgegebene Spannungspolarität die Maschinenachse auch in positiver Richtung, bezogen auf die Maschinenkoordinate, bewegt.

Diese Spannungspolarität ist, nach Abklemmen des NC-Ausgangs (= Geschwindigkeitssollwert  $v_{soll}$ ), durch ein Batteriespeisegerät an den Sollwerteingang des Regelverstärkers zu legen. Der Maschinenschlitten muß sich in positiver Richtung bewegen, andernfalls sind Anker und Tacho umzupolen.

Anschließend muß überprüft werden, ob der Positionsregelkreis eine Positionsabweichung korrigiert. Dazu an den abgeklemmten NC-Ausgang ein Gleichspannungsmeßgerät anschließen und mit dem Batteriespeisegerät eine kleine positive Sollwertspannung anlegen, um den Schlitten zu bewegen.

Die NC-Ausgangsspannung muß **negativer** werden, um die Positionsabweichung zu korrigieren. Im anderen Fall muß die Polarität des Geschwindigkeitssollwertes gedreht werden.

#### Achtung:

Läuft ein Servoantrieb nach dem Schließen des Positionsregelkreises mit anwachsender Geschwindigkeit, so ist die Polung im Positionsregelkreis falsch.

#### 5.1.2 Oberwelligkeit des Sollwertes

Die Oberwelligkeit der von der numerischen Steuerung ausgegebenen Gleichspannung darf, abhängig von der Frequenz dieser Oberwelligkeit, folgenden Wert nicht überschreiten:

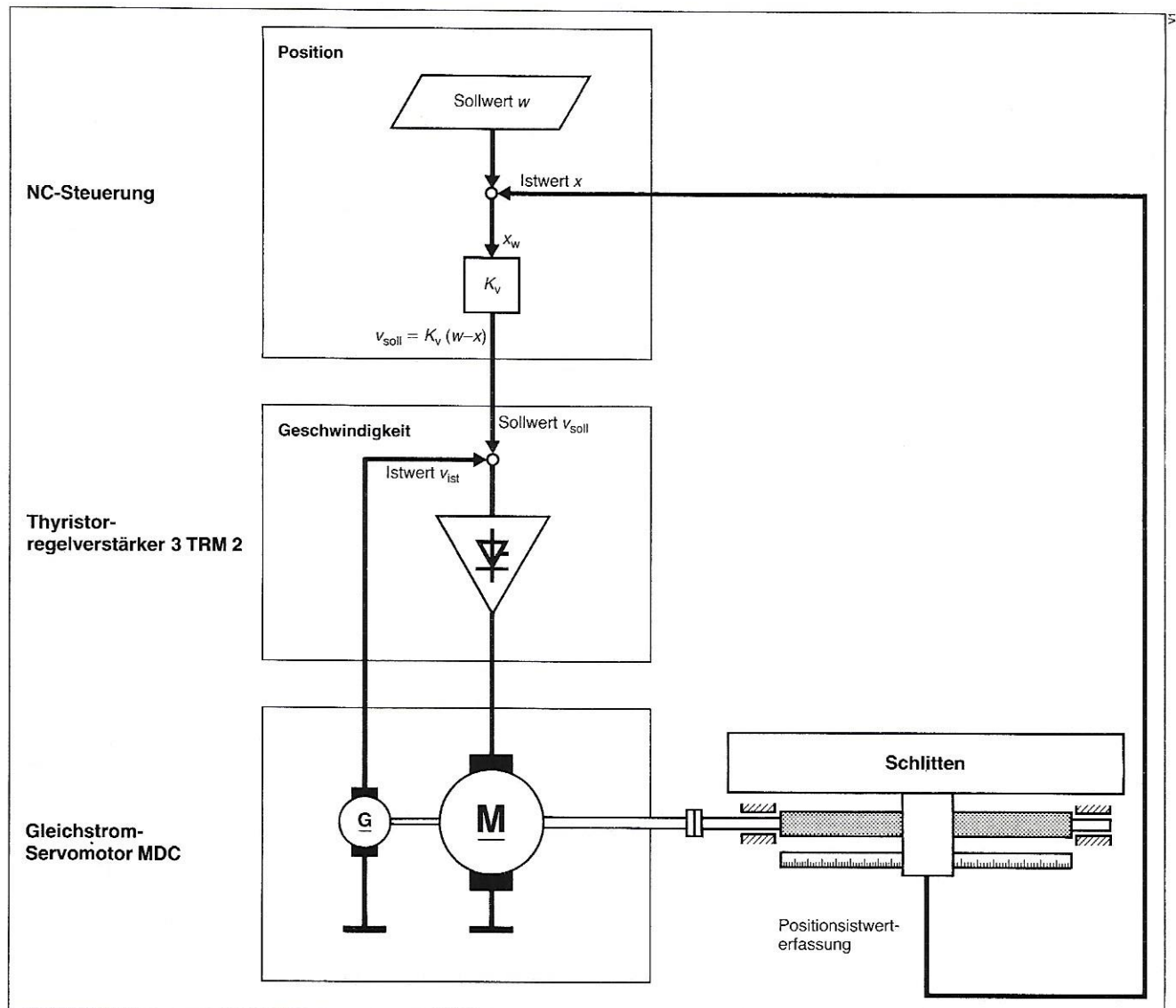


Abb. 14: Funktionsschaltbild des Positionsregelkreises



$$U_{SS} = 0,01 \cdot f \cdot U \text{ [V]} \quad (3)$$

- $U_{SS}$  = Spitze - Spitze Wert der zulässigen überlagerten Wechselspannung in Volt
- $f$  = Frequenz der Oberwelligkeit in Kilohertz
- $U$  = max. Wert der NC-Ausgangsspannung in Volt

Bei höheren Oberwelligkeiten sind Stabilitätsprobleme in der Regelung zu erwarten.

Eine Glättung des Signals durch einen Filter ist aufgrund der verzögernden Wirkung des Filters im Regelkreis nur bedingt möglich.

### 5.1.3 Sollwerteingangsbewertung mit einer NC-Steuerung

Im Regelverstärker des Servoantriebs ist der Eingangswiderstand für die  $v_{soll}$  - Sollwertspannung der numerischen Steuerung stets so zu bemessen, daß bei 80%—90% der max. NC-Ausgangsspannung die max. Schlittengeschwindigkeit schon erreicht wird. Dadurch wird sichergestellt, daß bei geringem Überschwingen der NC-Ausgangsspannung die Positionsregelung im aktiven Bereich bleibt. Weitere Informationen zur Berechnung des erforderlichen Eingangswiderstandes siehe Kap. 2.1.1.

### 5.1.4 Verstärkung des Positionsregelkreises

Die von der numerischen Steuerung pro Wegeinheit ausgegebene Spannung und der Spannungsdrehzahl-Zusammenhang am Drehzahlreglereingang bestimmen die Verstärkung des Positionsregelkreises.

Das Verhältnis der Schlittengeschwindigkeit zur Positionsabweichung  $x_w$  wird als  $K_v$ -Faktor bezeichnet.

$$K_v = \frac{v}{x_w} \left[ \frac{\text{m/min}}{\text{mm}} \right] \quad (4)$$

- $v$  = Geschwindigkeit in m/min
- $x_w$  = Positionsabweichung in mm

### 5.1.5 Slope, geknickte Kennlinie

Um im Vorschubbereich hohe Verstärkungen zu erreichen und im Eilgangbereich dennoch keine schädlichen Beschleunigungen in Kauf nehmen zu müssen, sind zwei Verfahren üblich:

#### 1. Slope

Bei diesem Verfahren gibt die numerische Steuerung, wie in der vorgeschriebenen Weise ausgemessen, bis zum Eilgangbereich eine Verstärkungskennlinie aus, die der Verstärkung im Vorschubbereich entspricht.

Im Betrieb ändert die Steuerung die Sollwerte oberhalb des Vorschubbereiches zeitabhängig, so daß übermäßige Beschleunigungen vermieden werden. Bei richtiger Einstellung wird die Wirkung einer geknickten Verstärkungskennlinie erzielt. Die richtige Einstellung des Slope ist dann gegeben, wenn die Hochlauf- und Bremszeiten für die Eilganggeschwindigkeit 180—240 ms (entsprechend  $K_v = 1-0,75$ ) betragen.

#### 2. Geknickte Verstärkungslinie

Bei diesem Verfahren ist die Einstellung derart vorzunehmen, daß sich im Vorschubbereich der gewünschte  $K_v$ -Faktor einstellt und im Eilgang die Beschleunigung nicht weiter ansteigt. Knickpunkt der Kennlinie sollte ca. 10% über dem Vorschubbereich liegen (vgl. Abb. 15).

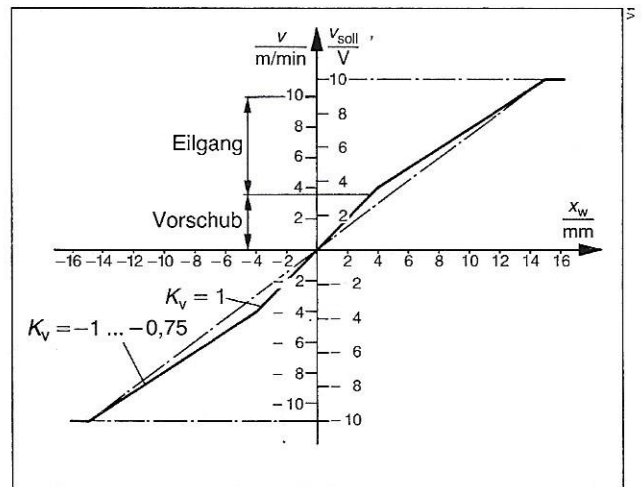


Abb. 15:  $K_v$ -Diagramm

# Typenschlüssel

## Kurzbezeichnung

3	T	R	M	2	-	G	1	1	-	W	0	/	X	X	X	/	X	X	X	/	X	X	X	/	S	0	X	X	X
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

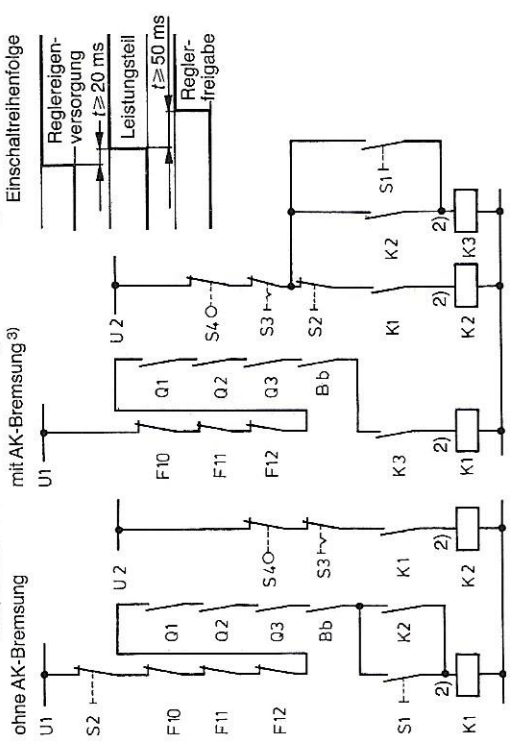
<b>Achsenanzahl</b> 3 Achsen = 3	
<b>Thyristor-Regelverstärker</b>	
<b>Bauweise</b> Modulaufbau = M	
<b>Pulszahl</b> 2 Impulse / Periode = 2	
<b>Betriebsart</b> Gleichrichterbetrieb = G	
<b>Baureihe</b> Typenanschlußspannung: $U_{Aa} = 160\text{ V}$ = 1 $U_{Aa} = 250\text{ V}$ = 2	
<b>Ausführung</b> mit Netzteil = 1 ohne Netzteil = 2	
<b>Einbauart</b> Wandmontage = W	
<b>Kühlart</b> natürliche Konvektion = 0	
<b>Variantennummer<sup>1</sup></b> Die fortlaufende Variantennummer für die Programmiermodule TSS4 und TSS11 kennzeichnet den Servoantrieb und die genauen Betriebsdaten	
für Achse 1	
für Achse 2	
für Achse 3	
<b>Sonderausführung<sup>1</sup></b> Sie ist identisch mit der Sondernummer der dazugehörigen Ausführungsliste.	

<sup>1</sup>Die Nummern werden vom Werk festgelegt. Ist für eine in Betracht kommende Ausführung die Nummer nicht bekannt, so ist der betreffende Punkt im Klartext zu beschreiben. Die Festlegung erfolgt dann bei der ersten Ausführung.

## Technische Daten 3TRM2

<b>2puls-Thyristor-Regelverstärker 3TRM2</b>			
Bezeichnung	Symbol [Einheit]	3 TRM 2	
		G 11	G 21
Typenanschluß-Wechselspannung	$U_{Aa}$ [V]	160	250
Typenausgang-Gleichspannung	$U_d$ [V]	140	220
Typenausgang-Gleichstrom	$I_d$ [A]	$\Sigma 70^1)$	$\Sigma 70^1)$
Typenleistung	$P_{Typ}$ [kVA]	9,8	15,4
Verlustleistung	$P_{Verl}$ [W]	125 <sup>2)</sup>	
Regelbereich		analog: >1: 2000; digital: > 1: 200 000	
Nullpunktstabilität	$\left[ \frac{1}{\text{min } ^\circ\text{C}} \right]$	0,001	
<b>Netzteil mit Synchronisation</b>		entfällt bei 3 TRM 2 - G.2-....	
Anschlußspannung <sup>3)</sup>	[V]	380; umstellbar auf 220 oder 460	
Netzfrequenz	[Hz]	50, umstellbar auf 60	
Anschlußleistung	[VA]	110	
Regelspannung für extern	[V]	$\pm 15$ ; Welligkeit < 0,1%, max. belastbar $\pm 250$ mA	
Lastgleichspannung für extern	[V]	+ 24; geglättet, Belastbarkeit max. 3 A	
<b>Einsatzdaten, Ausführung</b>			
Betriebstemperaturbereich bei Nennleistung	$T_B$ [°C]	0 bis 45	
max. Betriebstemperatur mit red. Nennleistung	$T_{B \max}$ [°C]	+ 65	
Lagerungs- und Transporttemperatur	$T_C$ [°C]	- 30 bis + 85	
Aufstellhöhe	h [m]	max. 1000 über NN	
Gewicht	m [kg]	9,8 <sup>4)</sup>	
Feuchtigkeitsklasse		F	
Schutzart		IP 00 nach DIN 40050	
<small> <math>U_{Aa}</math> = max. zul. Transformator-Sekundärspannung, gemessen Phase -mp, noch 10% Überspannung möglich  <math>U_d</math> = max. mögliche Ausgangsspannung (arith. Mittelwert) bei Typenanschlußwechselspannung  <math>I_d</math> = zul. Dauereffektivwert des Ausgangsgleichstromes bei 45 °C Umgebungstemperatur  <math>P_{Typ} = U_d \cdot I_{d \text{ zul}}</math>  <math>P_{Verl}</math> = Verlustleistung bei <math>I_{d \text{ zul}}</math> </small>			
<small> <sup>1)</sup> Angabe für 3 Achsen: <math>I_{d \max} = 70</math> [A]      <sup>2)</sup> ohne Netzteil: <math>P_{Verl} = 90</math> [W]      <sup>3)</sup> Spannungswert <math>\pm 10\%</math>      <sup>4)</sup> ohne Netzteil: <math>m = 6,9</math> [kg]                  Angabe für 1 Achse: <math>I_{d \max} = 33</math> [A]             </small>			

### Empfohlene Steuerschaltung für Leistungsteil



### Bemerkungen

$n_{soll}$  : Sollwertspannung (+  $n_{soll}$ : TSS 4 ; E101, E102 positiv gegen 0  $V_M$  ; TSS 11; E102 positiv gegen E101)  
 $n_{ist}$  : Tachospannung (Istwertpeg.) (+  $n_{ist}$ : E103 pos. gegen 0  $V_M$ )  
 $U_d$  : 3 TRM 2-Ausgangsspg., gemessen Anschluß A gegen PEN  
 Mot.: Drehrichtung bei Blick auf die Abtriebswelle

Polaritäten	$n_{soll}$	$n_{ist}$	$U_d$	Mot.
	+	-	-	↻
	-	+	+	↻

### Legende:

- B1, 2, 3 : DC-Tachogenerator 4)
- Bb : Betriebsbereit Servoregler
- F10, 11, 12 : Leitungsschutz min. 2 A
- K1 : Thermokontakt 4)
- K2 : Betriebsbereit Servoantrieb
- K3 : Leistungsteil
- L1, 2, 3 : Ankerkurzschluß
- M1, 2, 3 : Glättungsdrosseln
- Q1, 2, 3 : DC-Servomotore (MDC 4)
- R1, 2, 3 : Ankerkurzschlußwiderstände 5)
- RF1, 2, 3 : Reglerfreigabe, externe Verriegelung des Geschwindigkeitsregelkreises 1)
- S1 : Leistungsteil Ein
- S2 : Leistungsteil Aus
- S3 : Not-Aus
- S4 : Achsensicherheitsendschalter
- T1, 2, 3 : Leistungstransformatoren ETT 5)
- U1 : Steuerspannung  $\approx 60 V$
- U2 : beliebige Steuerspannung
- Y1, 2, 3 : Haltebremse, elektrisch lösend 4)

**Achtung!**  
 Für jede Servoantriebsausrüstung ist ein bestimmter Einphasentrenntransformator ETT festgelegt. Die Daten des ETT bestimmen maßgebend die Servoantriebsseigenschaften. Deshalb müssen Nennleistung, -sekundärspannung, Schaltgruppe und Kurzschlußspannung stets den Angaben von Indramat entsprechen.

### Fußnoten:

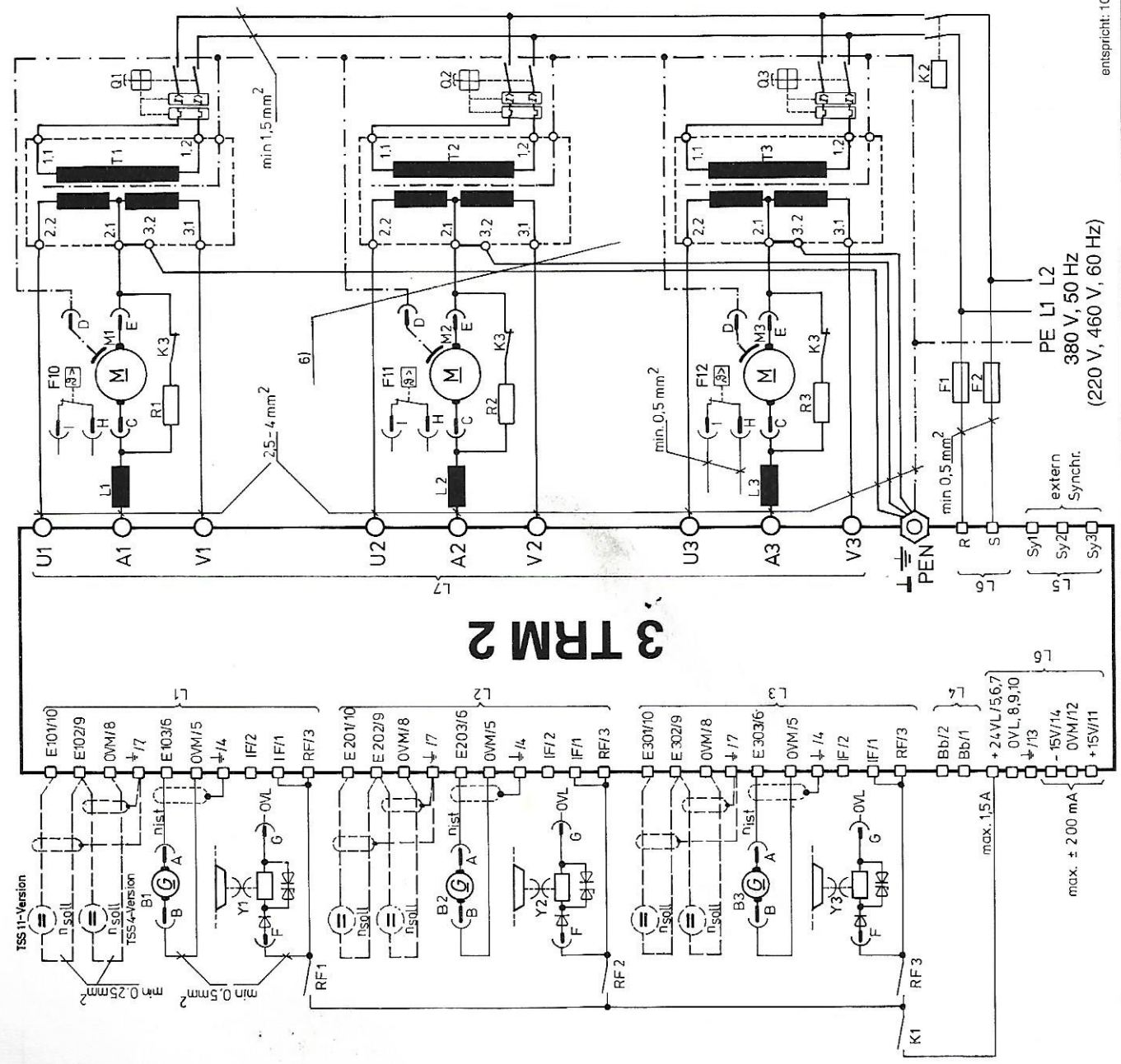
- 1) Weitere Daten siehe ID 73.006
- 2) AC-Schütze mit RC-Gliedern, DC-Schütze mit Freilaufdioden beschalten
- 3) Kann entfallen bei Servomotor mit Haltebremse
- 4) Weitere Daten siehe Motorprospekte
- 5) Weitere Daten siehe ID 71 000
- 6) Gesamte Leistungsverdringung gemäß VDE 0100

## Anschlußplan 3 TRM 2 (TSS 4/TSS 11)

(3 Servoantriebe, 3 Leistungsstrafos)

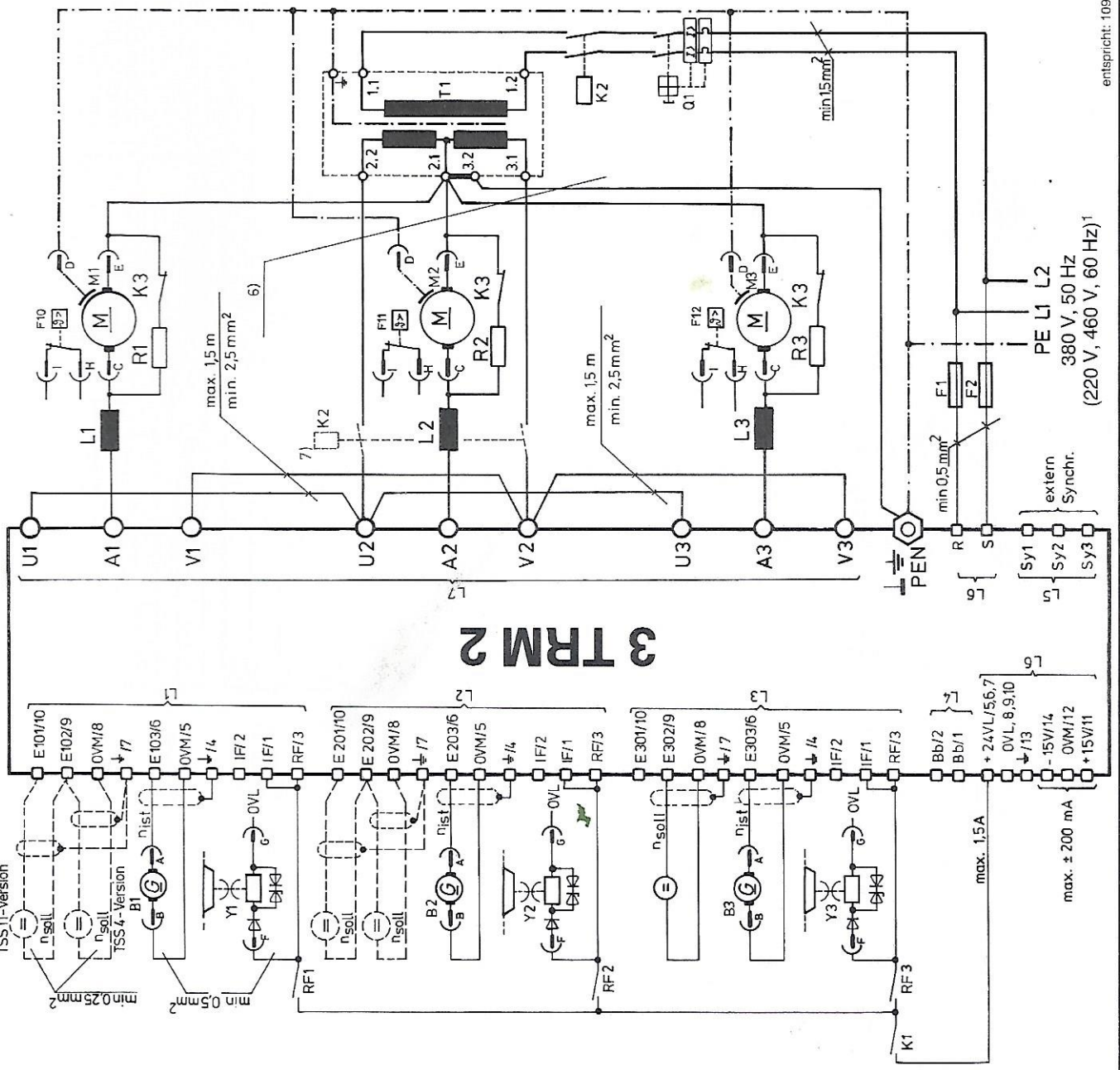


entspricht: 109-860-3601-3

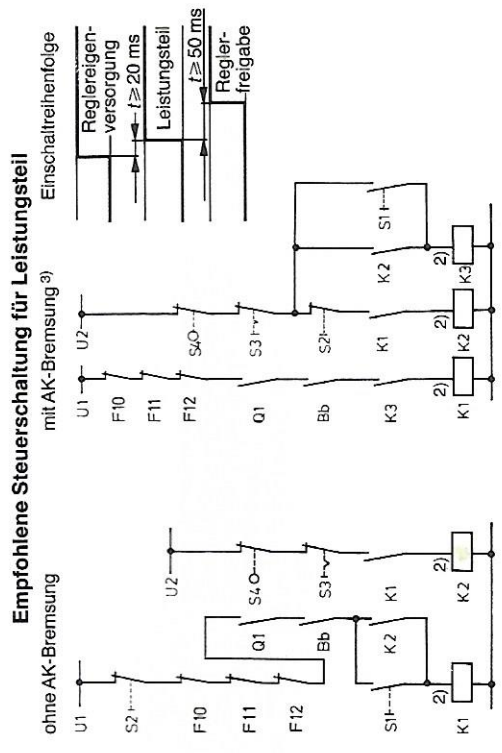


# 3 TRM 2

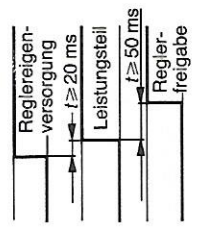
extern Synchron.  
 PE L1 L2  
 380 V, 50 Hz  
 (220 V, 460 V, 60 Hz)



# 3 TRM 2



**Empfohlene Steuerschaltung für Leistungs-  
teil**  
mit AK-Bremse<sup>3)</sup> Einschaltreihenfolge



**Bemerkungen**

$n_{soll}$  : Sollwertspannung (+  $n_{soll}$ : TSS 4 ; E101, E102 positiv gegen 0 V<sub>M</sub> ; (-  $n_{soll}$ : TSS 11; E102 positiv gegen E101)  
 $n_{ist}$  : Tachospannung (Istwertspg.) (+  $n_{ist}$ : E103 pos. gegen 0 V<sub>M</sub>)  
 $U_{A1}$  : 3 TRM 2-Ausgangsspg., gemessen Anschluß A gegen PEN  
 Mot.: Drehrichtung bei Blick auf die Abtriebswelle

Polaritäten	$n_{soll}$	$U_d$	Mot.
	+	-	↺
	-	+	↻

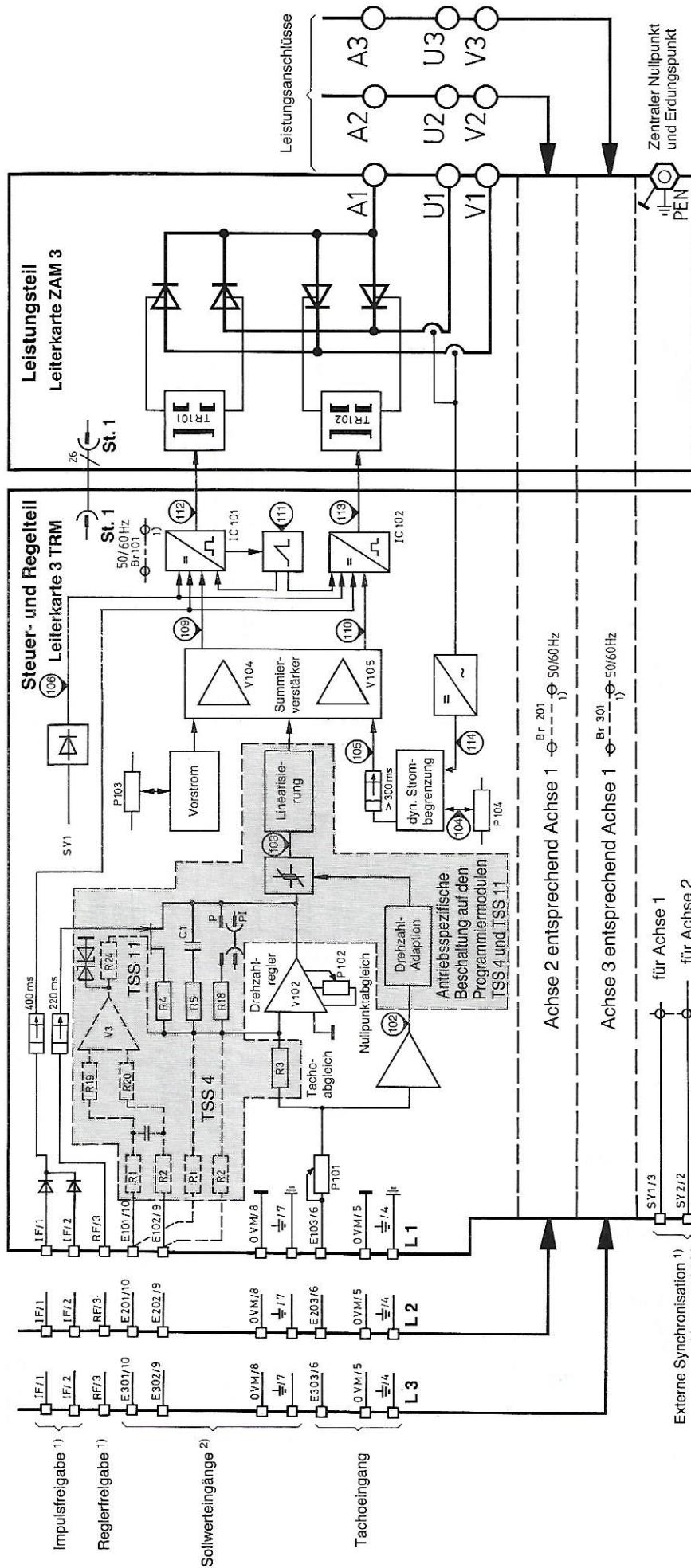
- Legende:**
- B1, 2, 3 : DC-Tachogenerator 4)
  - Bb : Betriebsbereit Servoregler
  - F1, 2 : Leitungsschutz min. 2 A
  - F10, 11, 12 : Thermokontakt 4)
  - K1 : Betriebsbereit Servoantrieb
  - K2 : Leistungssteil
  - K3 : Ankerkurzschluß
  - L1, 2, 3 : Glättungsdröseln
  - M1, 2, 3 : DC-Servomotore MDC 4)
  - Q1 : Kurzschluß- und Überlastschutz für T1<sup>5)</sup>
  - R1, 2, 3 : Ankerkurzschlußwiderstände<sup>5)</sup>
  - RF1, 2, 3 : Reglerfreigabe, externe Verriegelung des Geschwindigkeitsregelkreises<sup>1)</sup>
  - S1 : Leistungssteil Ein
  - S2 : Leistungssteil Aus
  - S3 : Not-Aus
  - S4 : Achssicherheitshandschalter
  - T1 : Leistungstransformator ETT<sup>5)</sup>
  - U1 : Steuerungsspannung ≤ 60 V
  - U2 : beliebige Steuerungsspannung
  - Y1, 2, 3 : Haltebremse, elektrisch lösend 4)

**Achtung!**  
 Für jede Servoantriebsausrüstung ist ein bestimmter Einphasentrenntransformator ETT festgelegt. Die Daten des ETT bestimmen maßgebend die Servoantriebsseigenschaften. Deshalb müssen Nennleistung, -sekundärspannung, Schaltgruppe und Kurzschlußspannung stets den Angaben von Indramat entsprechen.

**Fußnoten:**  
 1) Weitere Daten siehe ID 73006 2) AC-Schütze mit RC-Gliedern, DC-Schütze mit Freilaufdioden beschalten 3) Kann entfallen bei Servomotor mit Haltebremse 4) Weitere Daten siehe Motorprospekte 5) Weitere Daten siehe ID 71 000 6) Gesamte Leistungsverdrängung gemäß VDE 0100 7) Mit Ankerkurzschluß 'K3' Leistungsabschaltung sekundär

**INDRAMAT**

**Anschlußplan 3 TRM 2 (TSS 4/TSS 11)**  
 (3 Servoantriebe, 1 Leistungsstrafo)



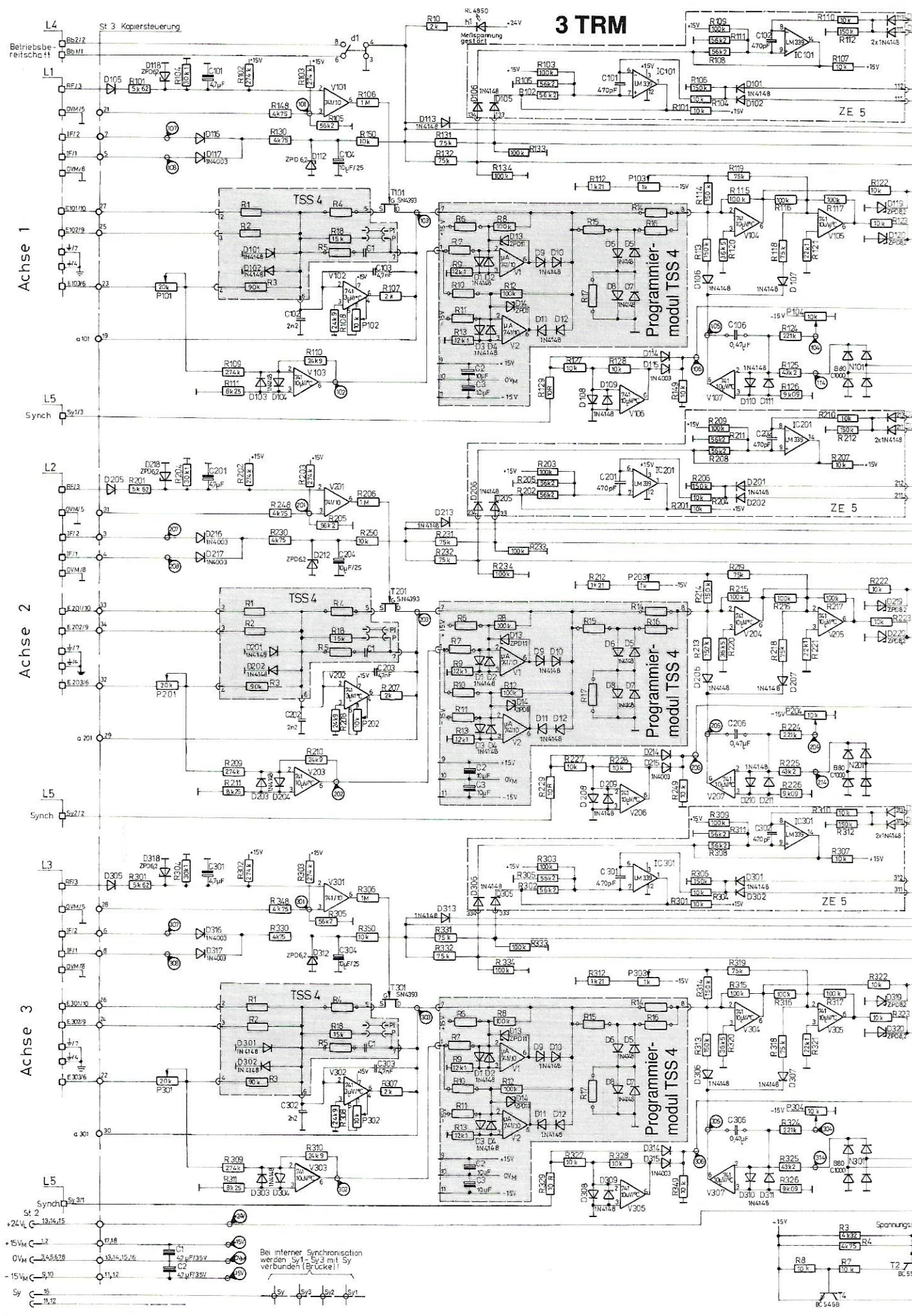
**Fußnoten:**

- Weitere Daten siehe ID 73006
- Bitte beachten!  
TSS 4-Version: 2 Sollwertgänge je Achse (E 101 und E 102)  
TSS 11-Version: 1 Sollwertgang (E 101/E 102)  
(Klemmenbezeichnungen gelten für Achse 1)

**3 TRM 2 (TSS 4/TSS 11)**  
**Blockschaltplan**



entspricht: 109-360-3604/1

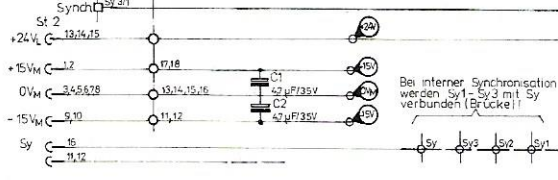


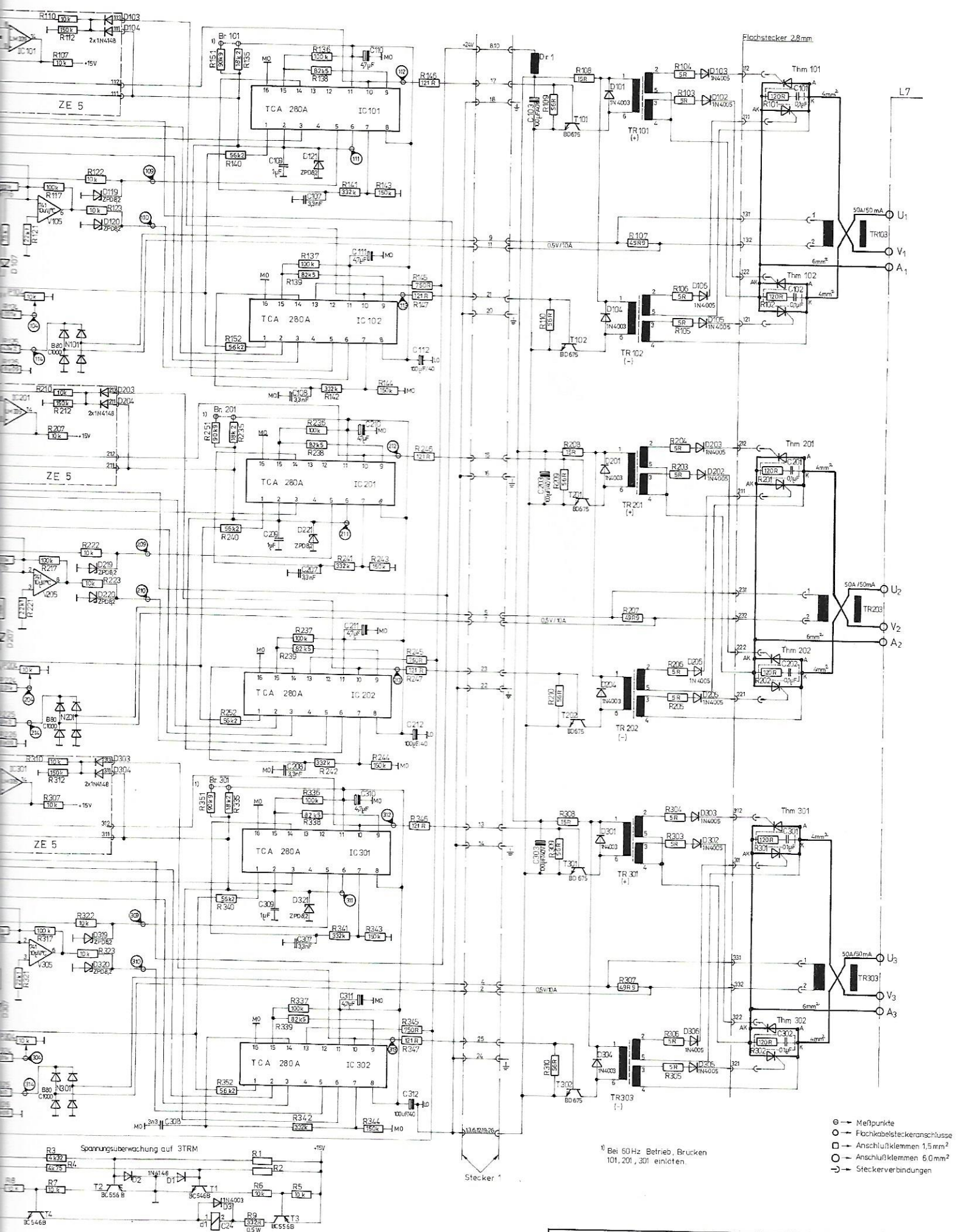
Achse 1

Achse 2

Achse 3

3 TRM





- ⊖ → Meßpunkte
- → Flachsteckeranschlüsse
- → Anschlussklemmen 1,5 mm<sup>2</sup>
- → Anschlussklemmen 6,0 mm<sup>2</sup>
- → Steckerverbindungen

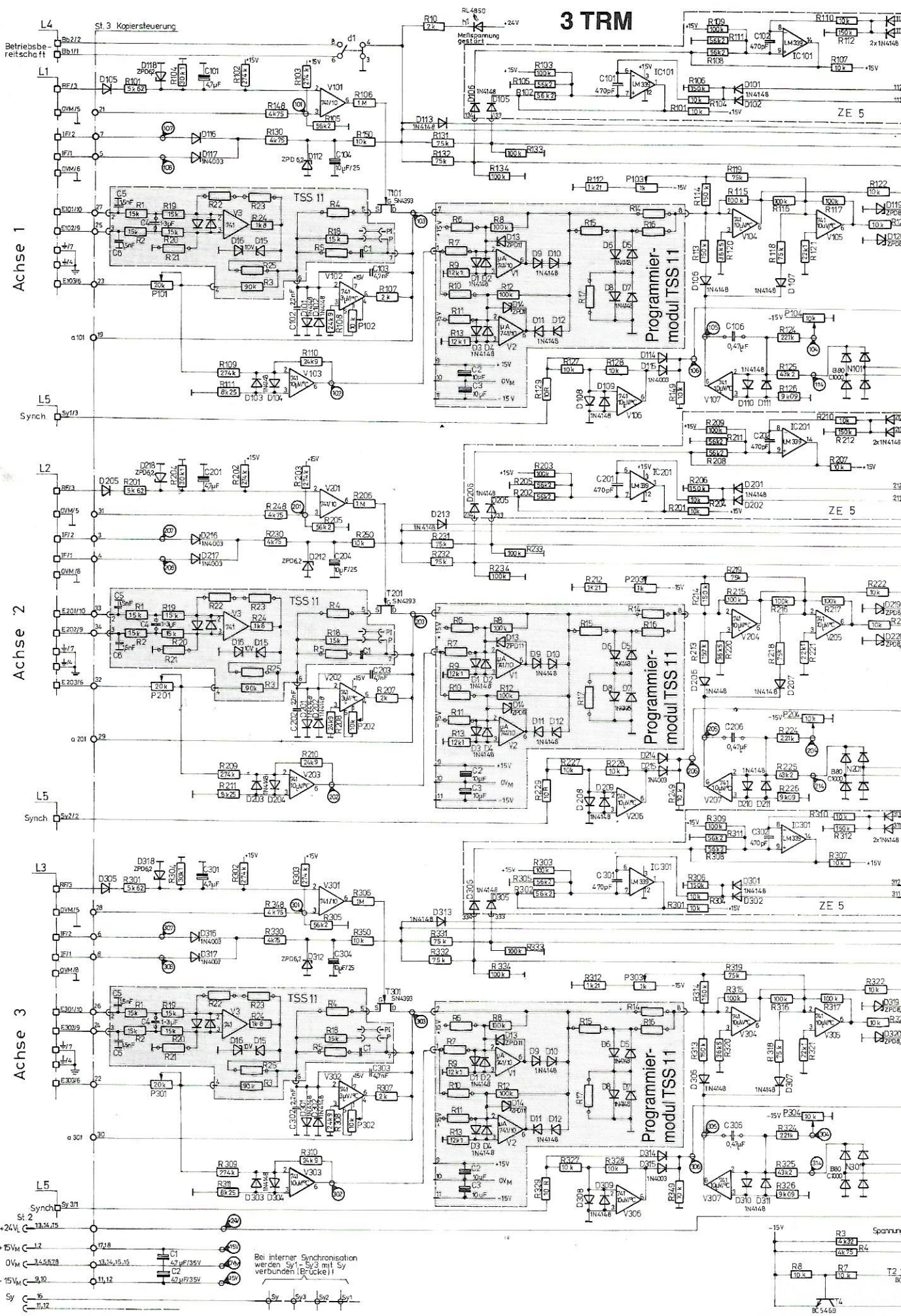
<sup>1)</sup> Bei 60 Hz Betrieb, Brücken 101, 201, 301 einleiten.

**INDRAMAT**

**Gesamtstromlaufplan 3 TRM 2**  
TSS 4-Version

entspricht: 109-380-1401-8/01





# 3 TRM

Achse 1

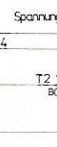
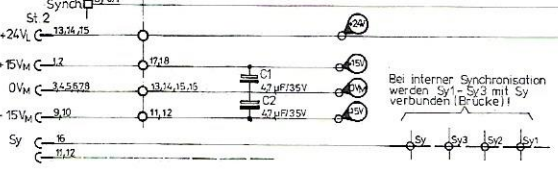
Achse 2

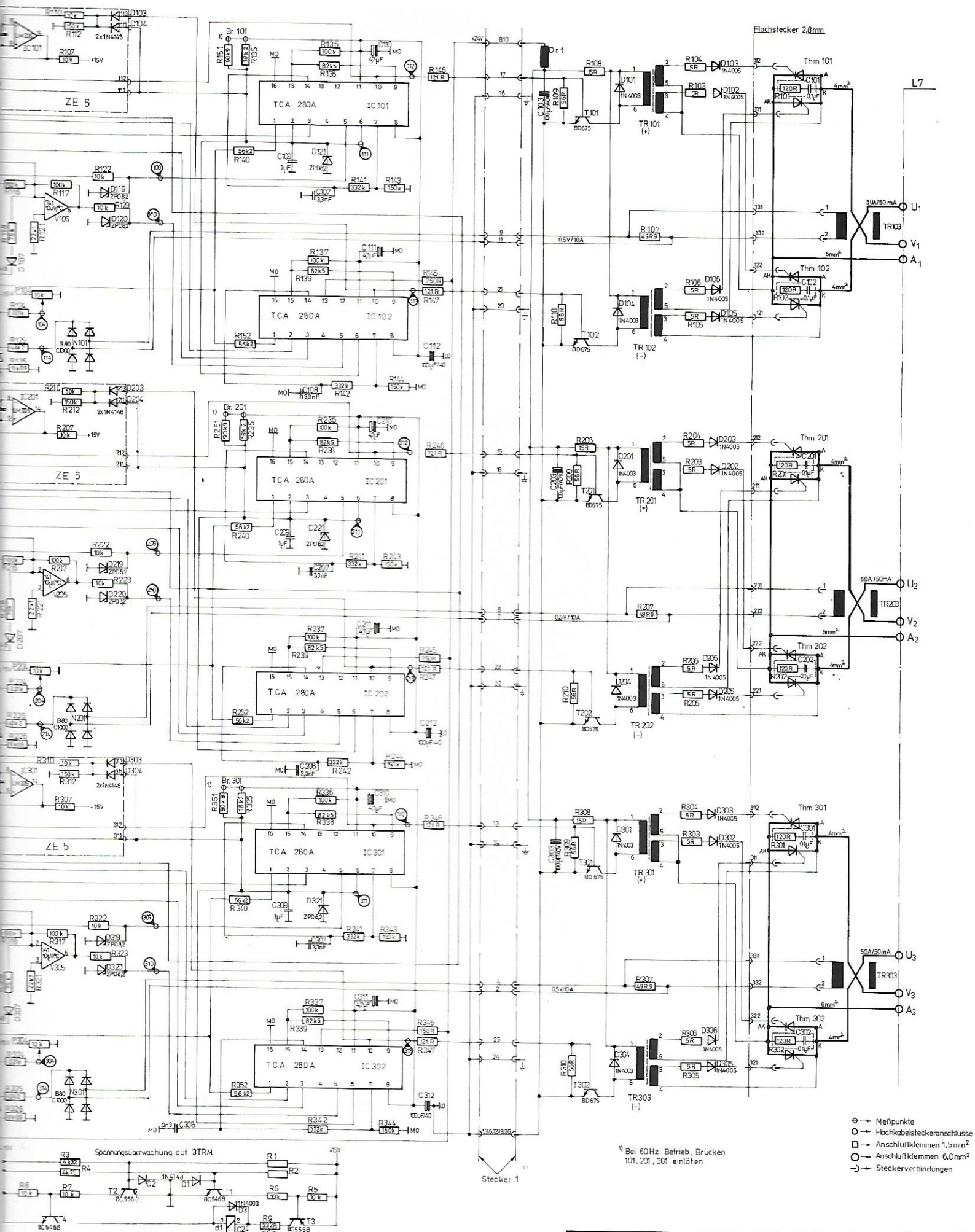
Achse 3

Programmier-  
modul TSS 11

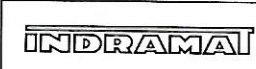
Programmier-  
modul TSS 11

Programmier-  
modul TSS 11

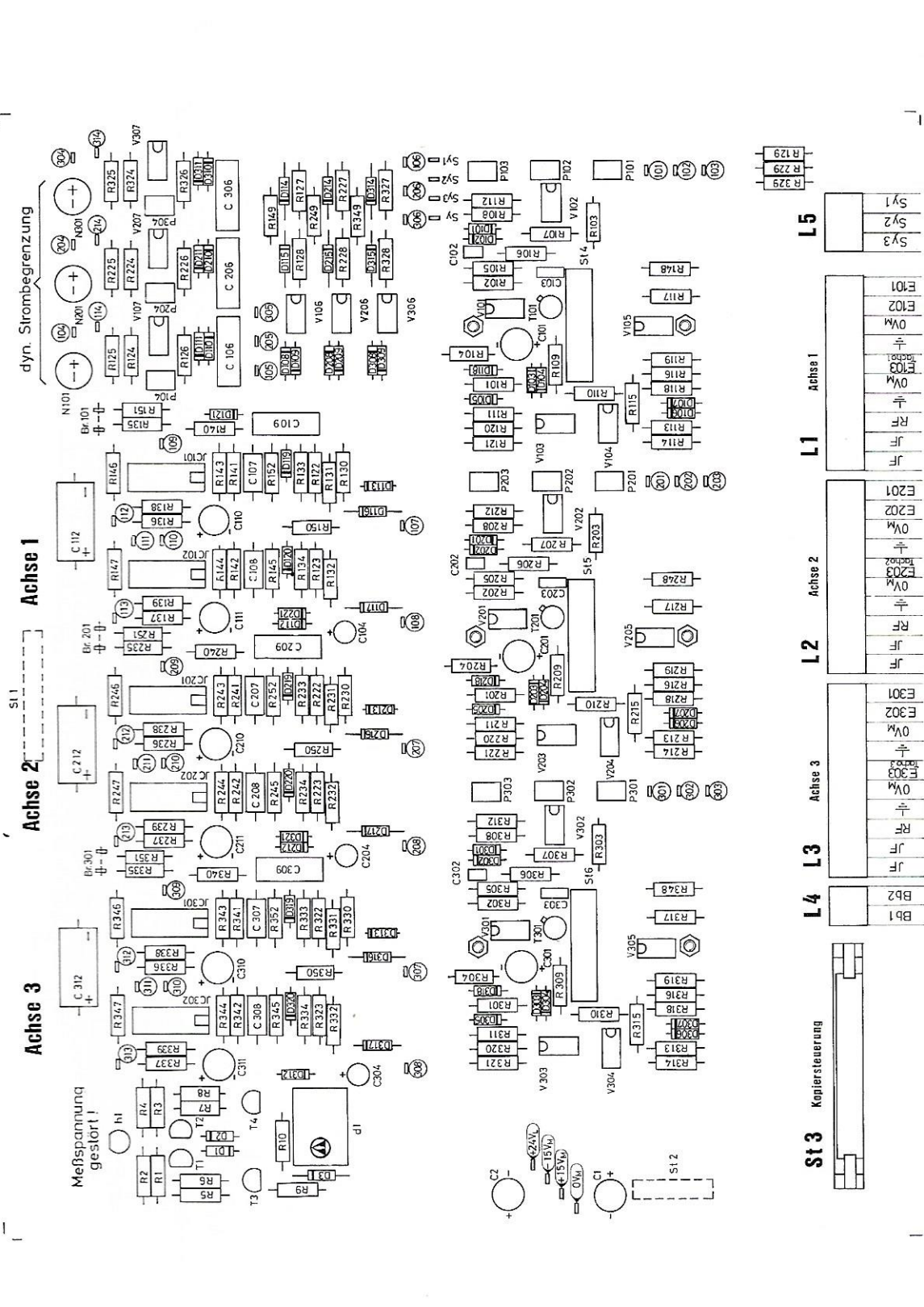


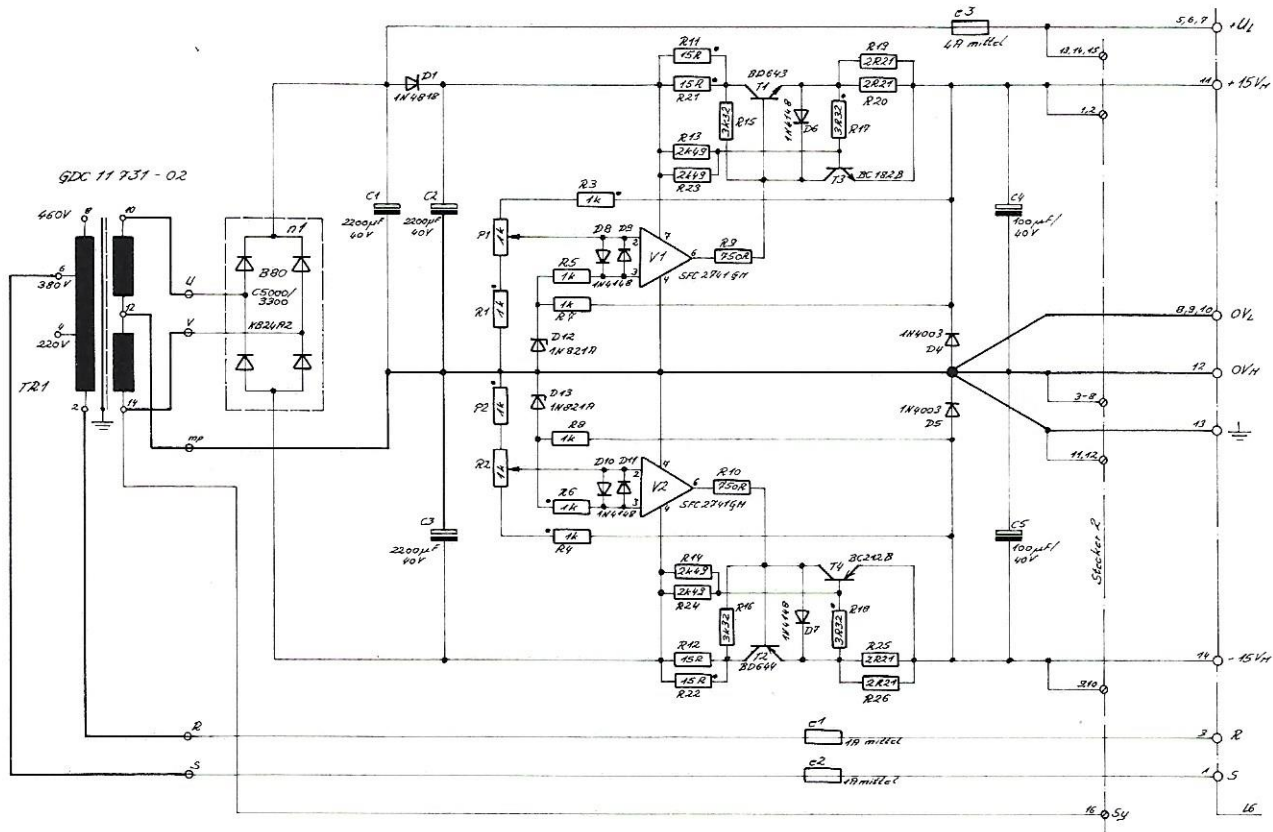


entspricht: 109-380-1401-7/04



**Gesamtstromlaufplan 3 TRM 2**  
TSS 11-Version



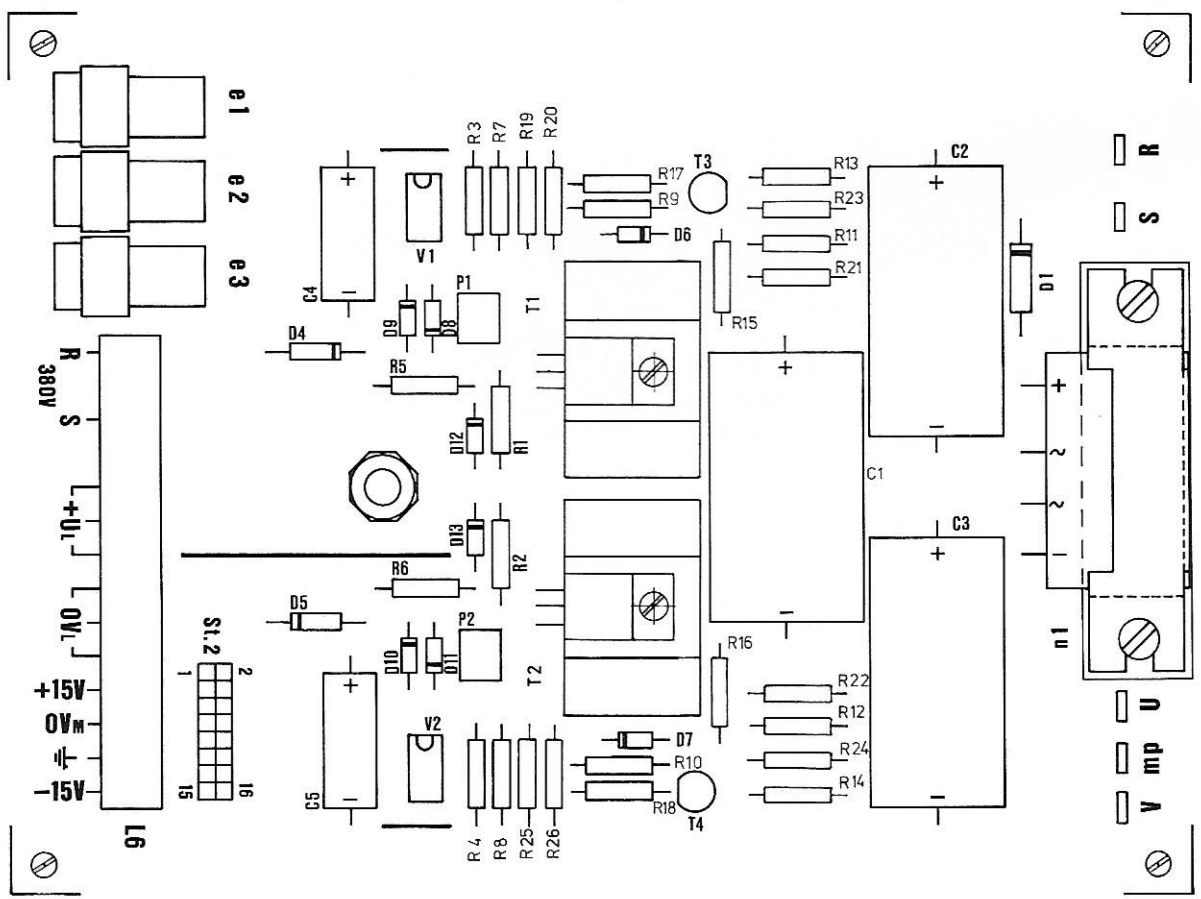


- Erläuterung der Anschlüsse:*
- Klemmleiste 1,5 mm<sup>2</sup>
  - Stecker 2
  - Lotstützpunkte

entspricht: 109-0380-3402-04



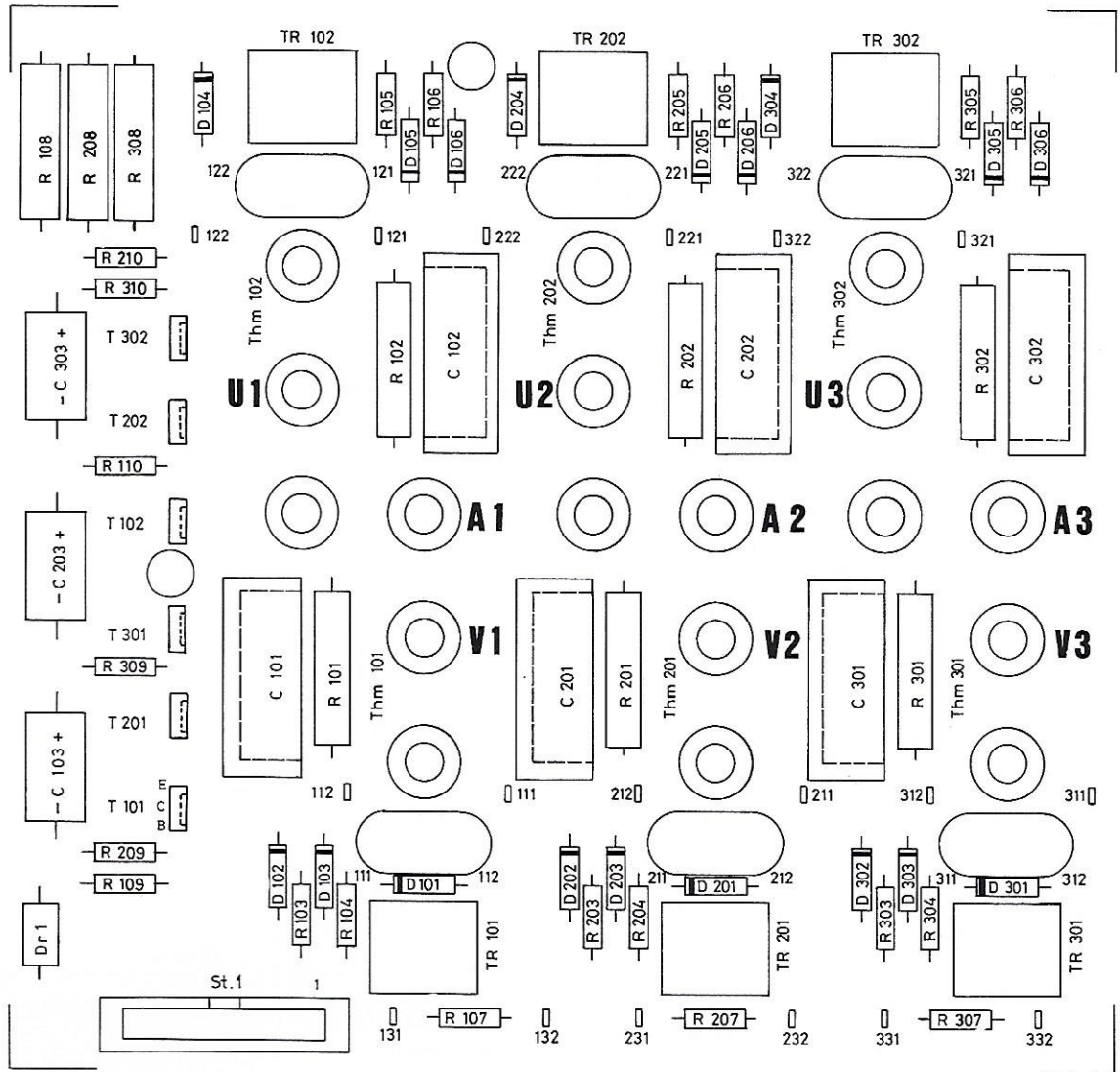
**Netzteil NT 5  
Stromlaufplan**



entspricht: 109-380-2904-6



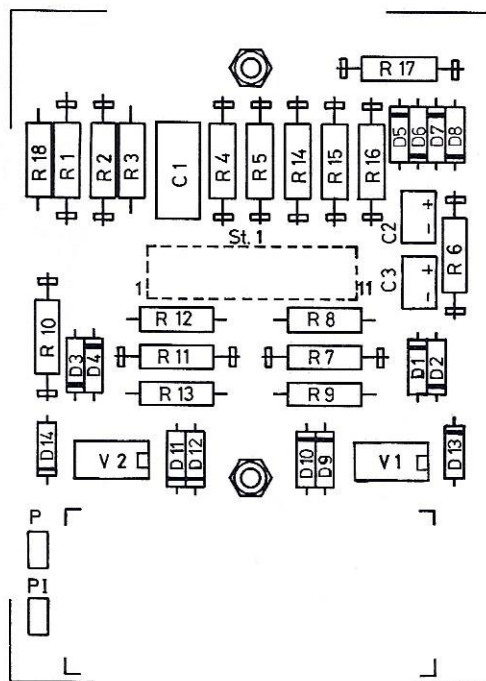
**NT 5  
Kennzeichnungsdruck**



entspricht: 109-380-2908-3

**INDRAMAT**

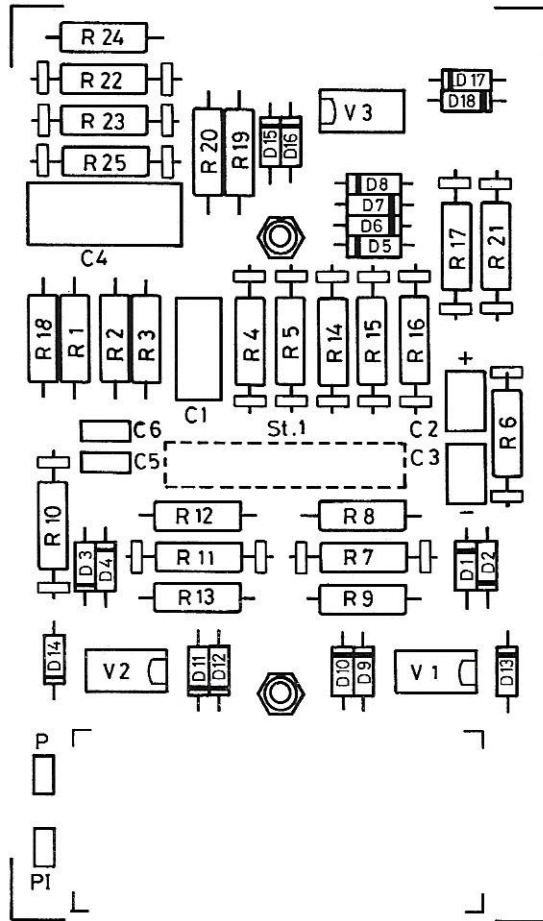
**Kennzeichnungsdruck ZAM 3**



entspricht: 109-380-4902-3

**INDRAMAT**

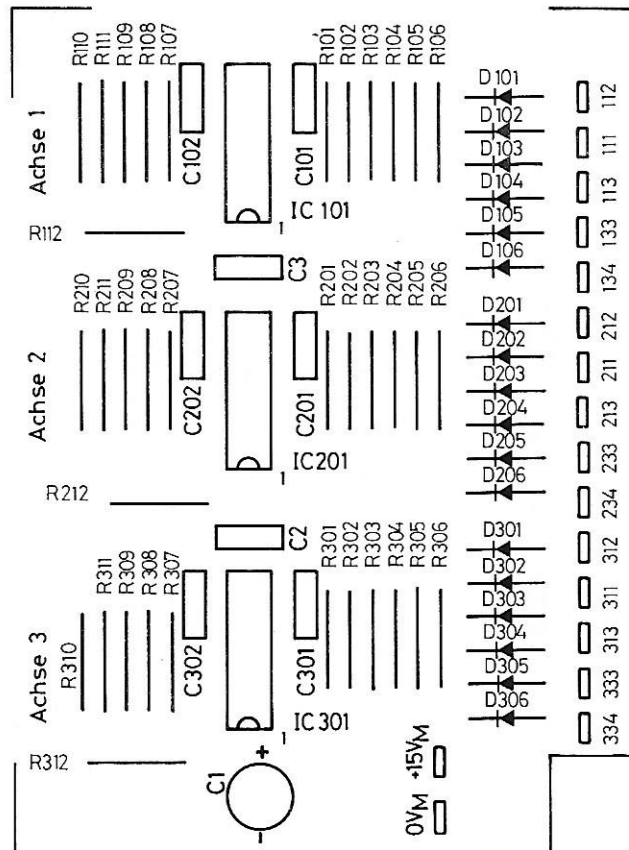
**Kennzeichnungsdruck TSS 4**



entspricht: 109-380-4912

**INDRAMAT**

**Kennzeichnungsdruck TSS 11**



entspricht: 109-380-4915-1

**INDRAMAT**

**Kennzeichnungsdruck ZE 5**

# INDRAMAT

INDRAMAT GmbH  
Partensteiner Straße 23  
D-8770 Lohr a. Main

Postfach 505/506  
☎ 093 52/18-40  
☎ 689 421/689 402 (Service)  
Telefax (093 52) 18-4885

## England:

G. L. Rexroth Ltd.  
INDRAMAT Division  
4 Esland Place, Love Lane  
Cirencester, Glos. GL7 1YG  
☎ 0285 / 68 671  
☎ 43 565

## USA:

Rexroth Corporation  
INDRAMAT Division  
255 Mittel Drive  
Wood Dale, Illinois 60191  
☎ 3128601010  
☎ 206582

## España:

Goimendi S. A.  
Jolastokieta (Herrera)  
Apartado 1137  
San Sebastian  
☎ 943 / 39 38 40  
☎ 36172

## India:

Kirloskar Electric Co. Ltd.  
Post Box No. 5555  
Malleswaram West  
Bangalore-560 055  
☎ 35311  
☎ 0845 / 230 & 790

## France:

Rexroth Sigma  
Division INDRAMAT  
136, Rue Perronet  
F-92200 Neuilly s/Seine  
☎ (1) 7452722  
☎ 610 694

## Italia:

Rexroth S. p. A.  
Divisione INDRAMAT  
Via G. Di Vittorio  
I-20063 Cernusco S/N  
☎ (02) 92365-270  
☎ 331 695

## Jugoslavija:

Prvomajska Trgovina  
P.O. Box 597  
Ul. 8. Maja Nr. 33  
YU-41001 Zagreb  
☎ 0 41 / 44 11 14  
☎ 21 791

## Österreich:

G. L. Rexroth GmbH  
Weimarer Straße 104  
A-1190 Wien  
☎ 02 22 / 31 55 31-0  
☎ 115 006

## Schweiz:

Rexroth AG  
Hemriedstraße 2  
CH-8863 Buttikon (Zürich)  
☎ 055 / 67 10 55  
☎ 8 75 651

Rexroth SA  
Département Indramat  
Chemin de la Meunière 12  
Ch-1008 Prilly-Lausanne  
☎ 021 / 25 47 36  
☎ 24 665

## Sverige:

AB Zander & Ingeström  
INDRAMAT Division  
Box 12088  
S-10223 Stockholm  
☎ 08 / 80 90 00  
☎ 10 074