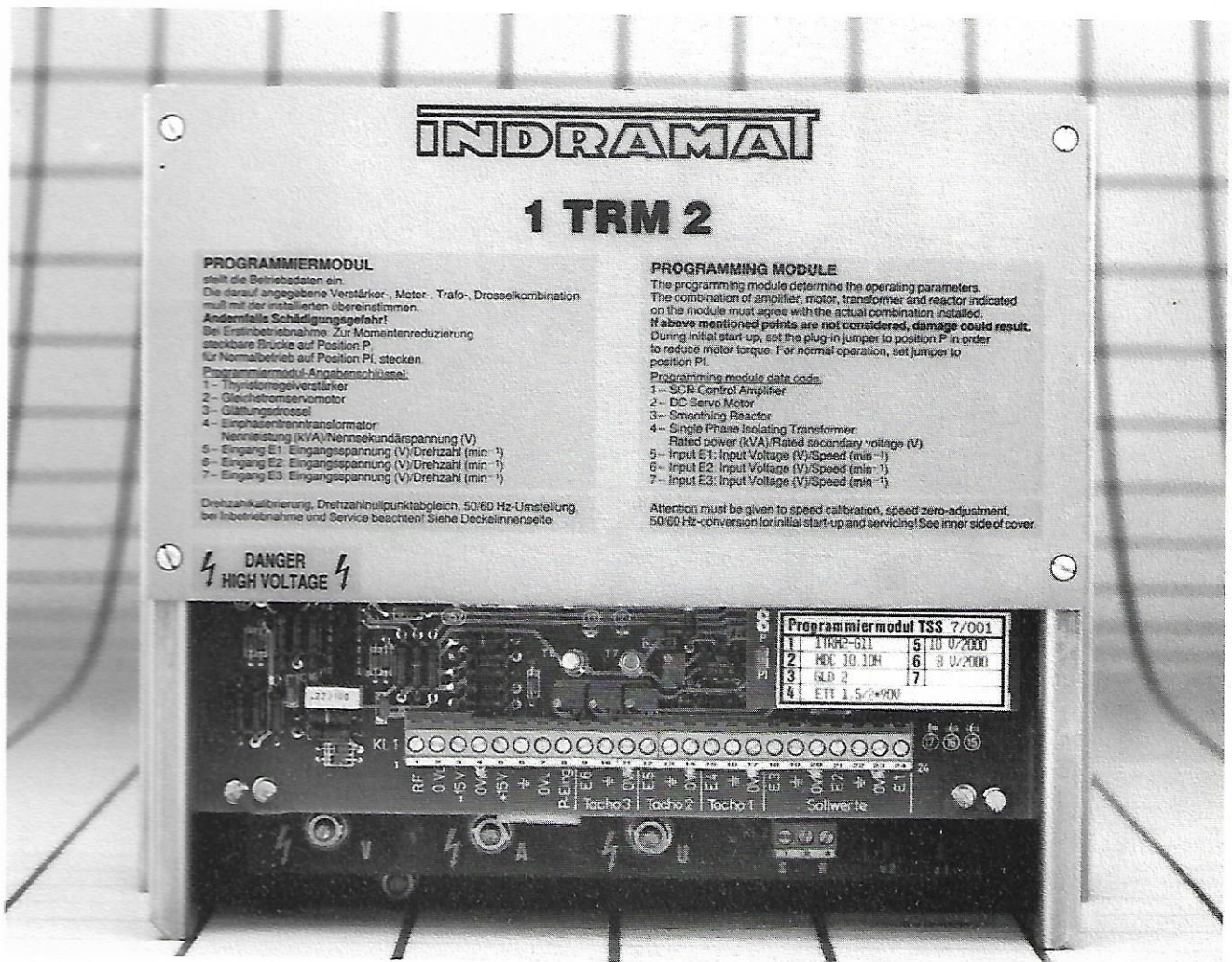


INDRAMAT - Servosysteme

8-2-2020
 SCANNED BY
 PAUL
 PIJNACKER
 HOLLAND

1Achsen-2Puls Thyristor-Regelverstärker



INDRAMAT

1 TRM 2

PROGRAMMIERMODUL

stellt die Betriebsdaten ein.
 Die darauf angegebene Verstärker-, Motor-, Trafo-, Drosselkombination
 muß mit der installierten übereinstimmen.

Andernfalls Schädigungsgefahr!

Bei Erstinbetriebnahme: Zur Momentenreduzierung
 spekbare Brücke auf Position P
 für Normalbetrieb auf Position P1, stecken.

Programmierschlüssel-Angebotschlüssel:

- 1 - Thyristorregelverstärker
 - 2 - Gleichstromservomotor
 - 3 - Glättungsdrossel
 - 4 - Einphasentrenntransformator
- Nennleistung (kVA)/Nennsekundärspannung (V)
- 5 - Eingang E1: Eingangsspannung (V)/Drehzahl (min⁻¹)
 - 6 - Eingang E2: Eingangsspannung (V)/Drehzahl (min⁻¹)
 - 7 - Eingang E3: Eingangsspannung (V)/Drehzahl (min⁻¹)

Drehzahlkalibrierung, Drehzahlnullpunktgleich, 50/60 Hz-Umstellung
 bei Inbetriebnahme und Service beachten! Siehe Decklinienseite

PROGRAMMING MODULE

The programming module determine the operating parameters.
 The combination of amplifier, motor, transformer and reactor indicated
 on the module must agree with the actual combination installed.

If above mentioned points are not considered, damage could result.

During initial start-up, set the plug-in jumper to position P in order
 to reduce motor torque. For normal operation, set jumper to
 position P1.

Programming module data code:

- 1 - SCR Control Amplifier
 - 2 - DC Servo Motor
 - 3 - Smoothing Reactor
 - 4 - Single Phase Isolating Transformer:
- Rated power (kVA)/Rated secondary voltage (V)
- 5 - Input E1: Input Voltage (V)/Speed (min⁻¹)
 - 6 - Input E2: Input Voltage (V)/Speed (min⁻¹)
 - 7 - Input E3: Input Voltage (V)/Speed (min⁻¹)

Attention must be given to speed calibration, speed zero-adjustment,
 50/60 Hz-conversion for initial start-up and servicing! See inner side of cover.

DANGER HIGH VOLTAGE

Programmiermodul TSS 7/001			
1	1TRM2-611	5	10 U/2000
2	MDL 30.10H	6	8 U/2000
3	GLD 2	7	
4	ETT 1.5/2*90V		

Zweipulsiges Steuergerät in einachsiger Ausführung für MDC-Gleichstromservomotore

Allgemeines	3
Funktionsbeschreibung	4
Inbetriebnahme	10
Servoantriebsüberprüfung	12
NC-Betrieb	13
Technische Dokumentation	15

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1. Allgemeines	3	5. Zusammenschalten mit einer NC-Steuerung	13
2. Funktionsbeschreibung des Thyristorregelverstärkers 1 TRM 2	4	5.1 Positionsgeregelter Betrieb mit einer NC-Steuerung.....	13
2.1. Drehzahlregler	4	.1 Festlegung des Regelsinnes	13
.1 Zusammenhang zwischen Sollwertspannung und Drehzahl	4	.2 Oberwelligkeit des Sollwertes	13
2.2 Differenzeingang	4	.3 Sollwerteingangsbewertung mit einer NC-Steuerung	14
2.3 EMK-Kompensation	4	.4 Verstärkung des Positionsregelkreises	14
2.4 Linearisierungsnetzwerk	5	.5 Slope, geknickte Kennlinie	14
2.5 Summierverstärker V1 und V2	5	6. Technische Dokumentation	15
2.6 Steuersatz	5	Typenschlüssel	15
2.7 Synchronisation	7	Technische Daten 1TRM2	16
2.8 Dynamische Strombegrenzung	7	Anschlußplan 1TRM2	17
2.9 Regler- und Zündfreigabe	7	Blockschaltplan 1TRM2 (TSS7/TSS 12).....	18
2.10 Zündwinkelüberdeckung-Vorstrom	7	Gesamtstromlaufplan 1TRM2/TSS 7-Version ..	19
2.11 P-Eingang	8	Gesamtstromlaufplan 1TRM2/TSS 12-Version .	21
2.12 50/60 Hz-Umstellung	8	Kennzeichnungsdruck TRM	23
2.13 Netzteil	8	Kennzeichnungsdruck TSS 7	24
2.14 Sicherungen	8	Kennzeichnungsdruck TSS 12	24
.1 Netzteil	8	Kennzeichnungsdruck ZAM 4	25
.2 Leistungsteil	8		
2.15 Programmiermodule TSS 7 und TSS 12	8		
3. Inbetriebnahme	10		
3.1 Inbetriebnahmeausrüstung	10		
3.2 Überprüfungen.....	10		
3.3 Erster Anlauf	10		
3.4 Drehzahlkalibrierung.....	11		
3.5 Drehzahlnullpunktgleich.....	11		
4. Kontrolle der Servoantriebsdimensionierung .	12		
4.1 Drehmomentmessung	12		
.1 Drehmoment im Vorschubbereich	12		
.2 Drehmoment im Eilgangbereich	12		
4.2 Einstellung des Gewichtsausgleiches	12		
4.3 Regelverhalten bei Sollwertsprüngen	12		

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen

Nr.:		Seite
1	1TRM2-Schema	3
2	Strom/Drehzahl-Diagramm in den vier Quadranten	5
3	Zündwinkel-Drehzahlzusammenhang	5
4	Linearisierungsnetzwerk	5
5	Ausgangsimpuls der Zündimpulserzeuger	5
6	Umwandlung der zündwinkelanalogen Spannungen in netzsynchrone Zündimpulse	6
7	Synchronisation	7
8	Grenzwerte zur Vorstromeinstellung	8
9	Programmiermodulaufschrift TSS 7 und TSS 12	9
10	Batteriespeisegerät	10
11	Charakteristische Sprungantworten des Drehzahlregelkreises bei verschiedenen PI-Beschaltungen	12
12	Funktionsschaltbild des Positionsregelkreises	13
13	Kv-Diagramm	14

Tabellen

Nr.:		Seite
1	Feinsicherungen im Netzteil	8

1. Allgemeines

Der *INDRAMAT*- Thyristorregelverstärker *1TRM2* ist ein äußerst kompaktes 2pulsiges Stromrichtergerät zur stetigen Drehzahlregelung von permanentenerregten *INDRAMAT*-Gleichstromservomotoren *MDC*. Mit Hilfe der Ankerkreissteuerung ist stetiges Treiben und Bremsen bei wechselndem Drehmoment im Vierquadrantenbetrieb möglich.

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 *1TRM2*, Technische Dokumentation).

Die wichtigsten Baugruppen des *1TRM2* sind im Blockschaltplan (vgl. Technische Dokumentation) und in **Abb. 1** in ihrem funktionellen Zusammenhang dargestellt.

● **Netzteil**

Es übernimmt die Reglereigenversorgung, die aus der Regelspannung U_M , der internen Lastspannung U_L und der Synchronisationsspannung besteht.

Daneben liefert es die externe Regelspannung U_M

● **Regelteil**

Dieses besteht im wesentlichen aus:

- Drehzahlregler (vgl. Kap.2.1)
- EMK-Kompensation (vgl. Kap. 2.3)
- Linearisierungsnetzwerk (vgl. Kap. 2.4)
- Summierverstärker (vgl. Kap. 2.5)
- Dynamischer Strombegrenzung (vgl. Kap. 2.8)
- Programmiermodulen *TSS 7* bzw. *TSS 12* (vgl. Kap. 2.15)

● **Steuersatz**

Er besteht aus den Impulserzeugerbausteinen, den Impulsverstärkerstufen und den Impulsübertragern (vgl. Kap. 2.5)

● **Leistungsteil**

Es besteht aus den Leistungsthyristoren mit dem Kühlkörper.

Die standardmäßige Ausführung eines Antriebsspaketes setzt sich zusammen aus:
(vgl. **Abb. 1** und Anschlußplan *1TRM2*; in der Technischen Dokumentation).

- 1 Thyristorregelverstärker *1TRM2*
- 1 Einphasentrenntransformator *ETT* zur Speisung des Leistungsteiles
- 1 Drossel zur Glättung des Ankerstromes
- 1 *INDRAMAT*-Gleichstromservomotor *MDC*

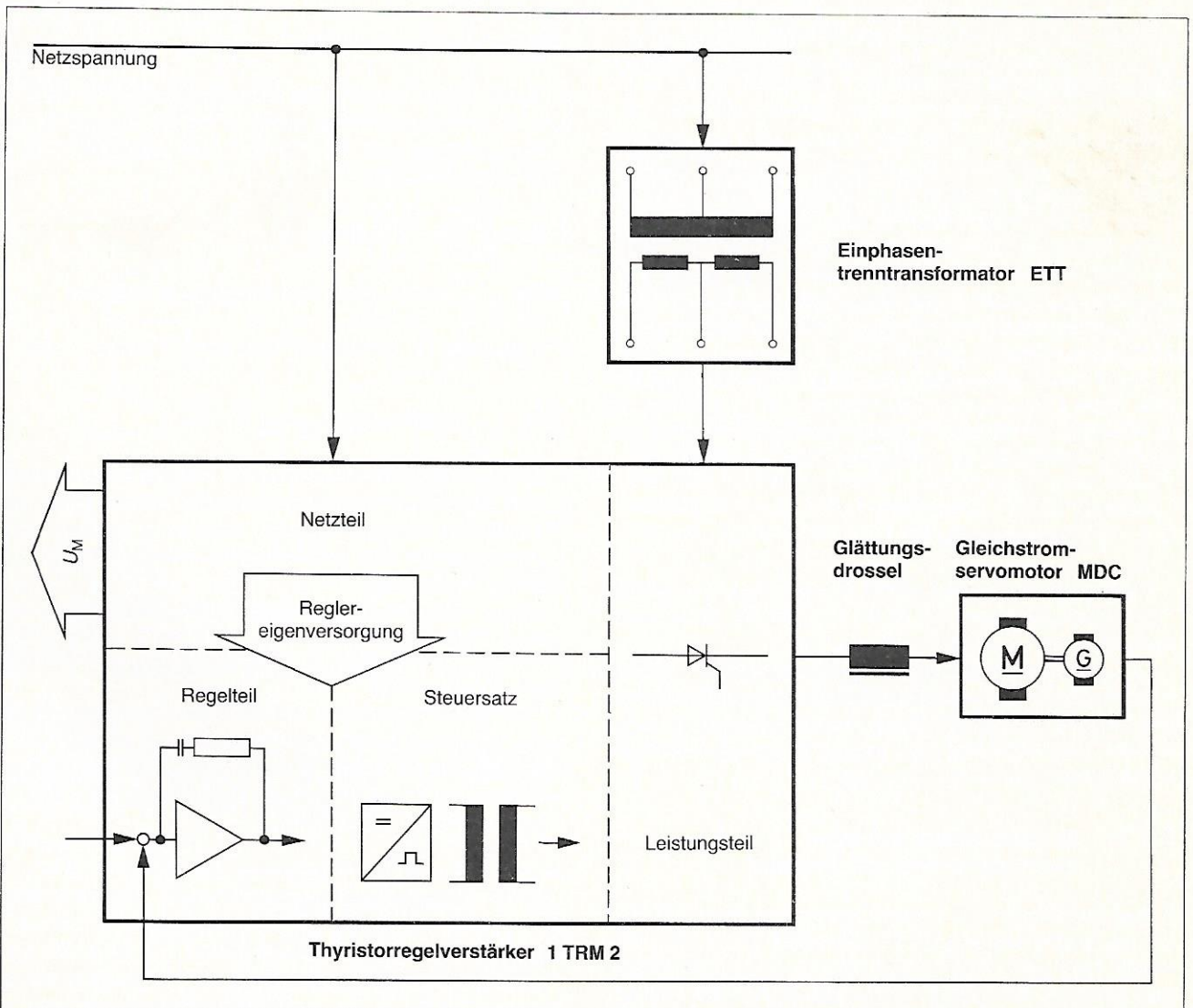


Abb. 1: 1TRM 2 Schema

2. Funktionsbeschreibung des Thyristorregelverstärkers 1 TRM 2

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

Die wichtigsten Baugruppen sind im Blockschaltbild des Anschlußplanes (vgl. Technische Dokumentation) in ihrem funktionellen Zusammenhang dargestellt.

Zur Einstellung einer Drehzahl wird dem Drehzahlregler V 6 über den Sollwerteingang E 1, E 2 oder E 3 eine drehzahlanaloge Spannung zugeführt. Der Drehzahlwert wird mit einem Tachogenerator erfaßt und über einen Tachoeingang E 4, E 5 oder E 6 zum Drehzahlregler geführt. Dieser bildet eine Differenz von Drehzahlsollwert und Istwert und ändert entsprechend seine Ausgangsspannung.

Das PI-Verhalten des Drehzahlreglers: (Widerstand und Kondensator in der Rückführung) gewährleistet eine optimale Ausregelung ohne stationäre Regelabweichung.

Die Ausgangsspannung des Drehzahlreglers V 6 wird über das Linearisierungsnetzwerk und die Summierverstärker V 1, V 2 den Impulserzeugerbausteinen IC 1, IC 2 zugeführt. Entsprechend der Spannungsänderung verschiebt sich der Zündwinkel des Thyristorsatzes und die Geräteausgangsspannung ändert sich. Die Spannungsdifferenz zwischen Geräteausgangsspannung und der Motor-EMK ändert sich mit und damit auch der Motorstrom. Das dabei entstehende Drehmoment beschleunigt die Massen des Antriebes und führt zu einer Drehzahländerung, die der Soll-Istwert-Differenz am Eingang des Reglers entgegenwirkt.

Überschreitet nun der Motorstrom den eingestellten Grenzstrom unzulässig lange, dann greift die dynamische Strombegrenzung über V 5 ein und verringert den Motorstrom auf den eingestellten Grenzwert.

Zur Einhaltung des Spitzenstromes und zur Sicherung der Kommutierungs- und Entmagnetisierungsgrenzen des angeschlossenen Gleichstromservomotors wird der Zündwinkel entsprechend der Motordrehzahl durch die EMK-Kompensation mitgeführt.

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 P4 abgeglichen werden. Die Beschaltung des Reglers garantiert optimales Regelverhalten der angeschlossenen Antriebskombination. (Vgl. dazu Kap. 4.3)

2.1.1 Zusammenhang zwischen Sollwertspannung und Drehzahl

Das Verhältnis von Sollwertspannung und Drehzahl an den Sollwerteingängen E1, E2 und E3 ist auf dem Programmiermodul TSS7 oder TSS12 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 TSS7 oder TSS12 einzutragen.

Programmiermodul TSS7

$$R1 \text{ bzw. } R2 = \frac{U_{\text{soll}}}{n} \cdot k - 4,99 \text{ [k-Ohm]} \quad (1)$$

$$R3 = \frac{U_{\text{soll}}}{n} \cdot k \text{ [k-Ohm]} \quad (2)$$

R1, R2, R3 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

U_{soll} = Sollwerteingangsspannung in Volt

n = gewünschte Drehzahl in 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 Servomotor 1000 min^{-1} bei einer Sollwertspannung von 9 V am Eingang E1 erreicht, ist folgender Sollwerteingangswiderstand erforderlich:

$$R1 = \frac{9}{1000} \cdot 3000 - 4,99 = 22 \text{ [k-Ohm]}$$

Programmiermodul TSS12

Beim TSS12 werden die beiden Eingänge E1 und E2 als ein Differenzeingang benützt, dessen Verhältnis von Eingangsspannung zu Drehzahl über den Widerstand R26 bestimmt wird.

$$R26 = \frac{U_{\text{soll}}}{n} \cdot k \text{ [k-Ohm]} \quad (3)$$

R26 = erforderlicher Eingangswiderstand in k-Ohm

Widerstand R3 wird nach Gleichung (2) berechnet.

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 2V) vermieden werden.

Dazu wird das Programmiermodul TSS 12 mit dem darauf befindlichen Differenzverstärker V 1 verwendet. Eine zusätzliche Glättung des Sollwertes erfolgt durch einen Kondensator.

Die Sollwertspannung ist dafür zwischen den Eingängen E1/24 und E2/21 anzulegen und darf $\pm 10 \text{ V}$ nicht überschreiten. Die angelegte Sollwertspannung wird mit Verstärkung 1:1 an den Eingangswiderstand R 26 des Drehzahlreglers übertragen.

2.3 EMK-Kompensation

Aufgabe:

Um die Einhaltung der drehzahlabhängigen Maximalströme zu sichern und andererseits Spitzenströme im Arbeitsbereich zu ermöglichen, kann der Zündwinkel dreh-

Funktionsbeschreibung

zahlabhängig, entsprechend der Kommutierungskennlinie des angeschlossenen Servomotors, eingegrenzt werden. Die EMK-Kompensation bewirkt dann ein Strom-Drehzahl-Diagramm in den vier Quadranten, wie es in der **Abb. 2** gezeigt wird.

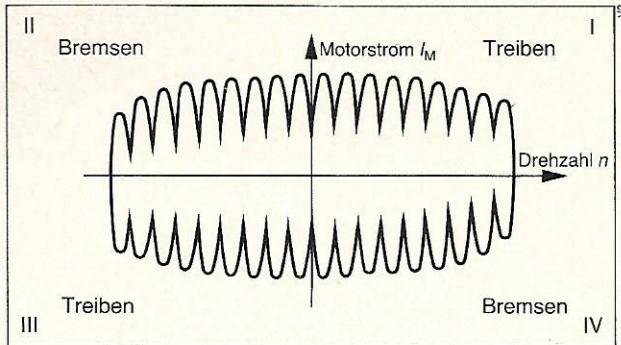


Abb. 2: Strom/Drehzahl-Diagramm in den vier Quadranten

Wirkungsweise:

Die zur Motor-EMK proportionale Tachospannung wird über den Widerstand R 13 (oder R 14 bzw. R 15) dem Summierverstärker V 1 zugeführt. Dieser stellt über den Steuersatz den drehzahlabhängigen Zündwinkel α_{EMK} ein. Der Drehzahlregler kann mit seinem Stellbereich den Zündwinkel α_{EMK} um den Wert $\pm \alpha_R$ verändern.

Somit gilt:

$$\alpha_{max} = \alpha_{EMK} \pm \alpha_R \quad (4)$$

(siehe **Abb. 3**)

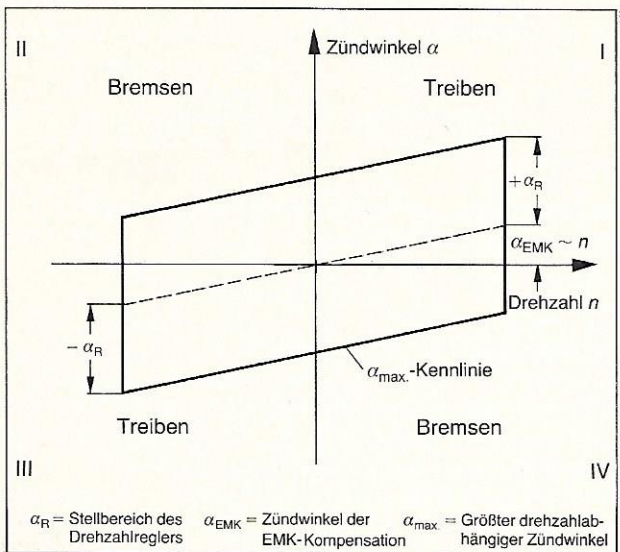


Abb. 3: Zündwinkel-Drehzahlzusammenhang

2.4 Linearisierungsnetzwerk

Aufgabe:

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

Wirkungsweise:

Dem Zündwinkel proportional ist der Ausgangsstrom i_2 (**Abb. 4**), des Linearisierungsnetzwerkes. Der Strom i_2 steigt linear mit der Reglerausgangsspannung $U_{(6)}$, bis sich am Punkt **A** die Diodenschleusenspannung einstellt. Bei weiterer Erhöhung von $U_{(6)}$ bleibt der Strom über R 18 konstant und eine weitere Zunahme von i_2 kann nur noch über R 16 erreicht werden. Das ergibt einen nichtlinearen Zu-

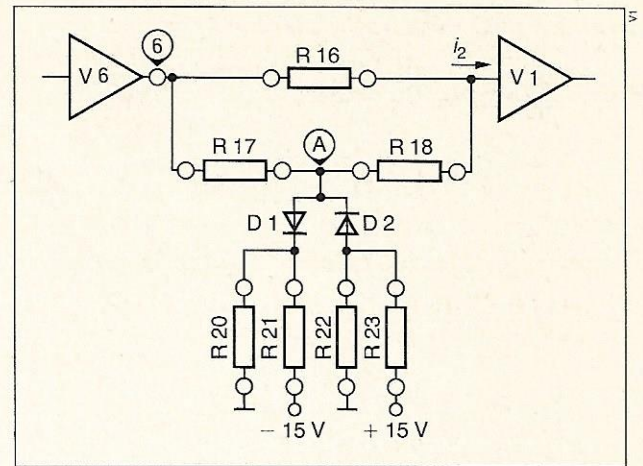


Abb. 4: Linearisierungsnetzwerk

sammenhang zwischen $U_{(6)}$ und i_2 , der die Nichtlinearität zwischen Zündwinkel und Motorstrom weitgehend ausgleicht.

2.5 Summierverstärker V 1 und V 2

In den Summierverstärkern werden die Ströme des Linearisierungsnetzwerkes, der EMK Kompensation, der Zündwinkelüberdeckung und der dynamischen Strombegrenzung addiert und den Impulserzeugerbausteinen IC 1 und IC 2 als zündwinkelanaloge Spannungen zugeführt. (Vgl. Anschlußplan, 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:

Er vergleicht die Ausgangsspannung von V 1 (MP **8**) im IC 1 und von V 2 (MP **7**) im IC 2 mit der netzsynchronen Sägezahnspannung (MP **10**). (Vgl. Anschlußplan, Technische Dokumentation, und **Abb. 6**).

In dem Zeitbereich, in dem die Sägezahnspannung größer als die Ausgangsspannung ist, werden die entsprechenden Thyristoren durch Zündimpulse gezündet. IC 1 steuert die positive, IC 2 die negative Thyristorgruppe. Einer der Zündimpulse ist in **Abb. 5** dargestellt.

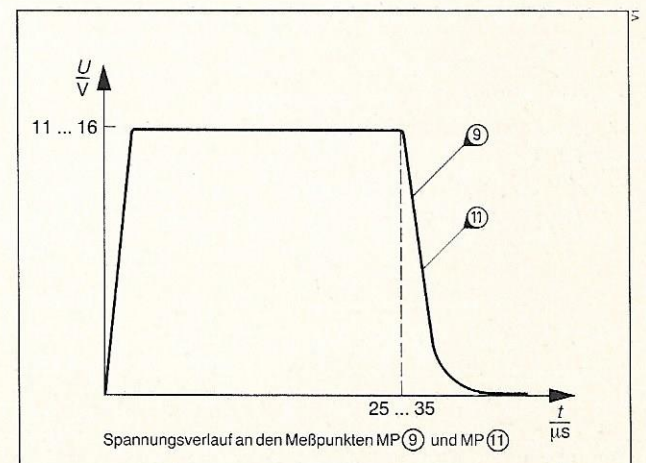


Abb. 5: Ausgangsimpuls der Zündimpulserzeuger

Funktionsbeschreibung

1. Netzspannung für die Reglereigenversorgung und das Leistungsteil abschalten.
2. Meßpunkt MP ② auf Masse (OV_M) legen
3. Oszillograf zwischen OV_M und Meßpunkt MP ⑭ anschließen.
Zeitskala : 1 ms/Div.
Spannungsskala : 0,5 V /Div.
4. Netzspannung für die Reglereigenversorgung und das Leistungsteil aufschalten.
5. Regler- und Impulsfreigabe geben
6. Die Stromflußdauer sollte gerade bis max. 1 ms betragen, ggf. an Poti P 5 einstellen (vgl. Abb. 8)
7. Meßpunkt MP ② von OV_M trennen.

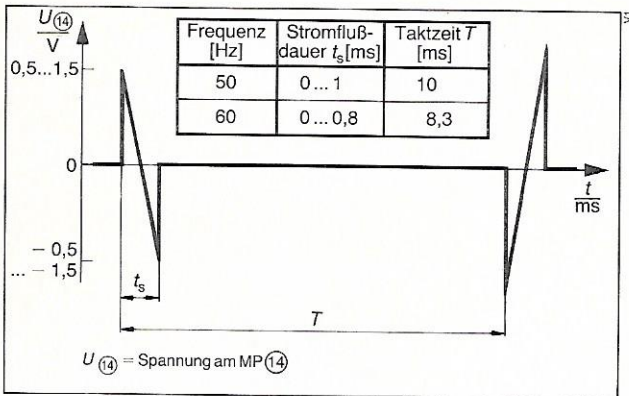


Abb. 8: Grenzwerte zur Vorstromeinstellung

2.11 P-Eingang

Aufgabe:

Mit dem P-Eingang kann die Verstärkung des Drehzahlreglers mit einem externen Signal geändert werden.

Wirkungsweise:

Durch Anlegen einer Spannung von + 3 V bis + 30 V am P-Eingang (Klemme 8) ändert der Komparator IC 3/4 seine Ausgangsspannung von ca. - 15 V auf + 15 V und der FET T 7 wird leitend. Die PI-Beschaltung des Drehzahlreglers wird von dem Widerstand R 4 überbrückt, das reduziert die Verstärkung des Drehzahlreglers. Nach Wegnahme des Signals am P-Eingang sperrt T 7 wieder.

2.12 50/60 Hz-Umstellung

Für den Betrieb an 60 Hz Netzfrequenzen, die Brücke B 3 einlöten.

Bei 50 Hz-Betrieb darf B 3 nicht eingesetzt sein! Nach der Umstellung ist eine Überprüfung der Zündwinkelüberdeckung erforderlich (Vgl. Kap. 2.10)

2.13 Netzteil

Das Netzteil ist auf der schwenkbaren Leiterkarte untergebracht, während der zugehörige Netzteiltransformator auf dem Kühlkörper montiert ist.

Das Netzteil liefert die Versorgungsspannungen U_M , U_L für die Reglereigenversorgung und die Synchronisationsspannung für den Steuersatz. Das Netzteil ist kurzschlußfest, aber nicht überlastfest. Durch Herauslöten der Brücken B 1 und B 2 kann das Netzteil unabhängig von internen und externen Verbrauchern geprüft werden.

Zur Anpassung an Netzspannungen von 500 V, 440 V, 420 V, 415 V dient der Spartransformator EST 50 VA. (Vgl. Maßblatt, Technische Dokumentation).

2.14 Sicherungen

2.14.1 Netzteil

Der Netzanschluß für die Reglereigenversorgung wird durch Feinsicherungen geschützt.

Bezeichnung	Strom [mA]	Spannung	Plazierung
e1, e2	250 mittelträge	Netzanschluß	Leiterkarte ZAM4

Tabelle 1: 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 TSS 7 und TSS 12

Der Unterschied zwischen der TSS 7- und der TSS 12-Version besteht in der Anzahl der Sollwerteingänge:

- TSS 7: 3 Sollwerteingänge
- TSS 12: 2 Sollwerteingänge, davon einer als Differenzeingang (vgl. Kap. 2.2).

Die Programmiermodule TSS 7 und TSS 12 erlauben eine optimale Anpassung des Thyristorregelverstärkers an die angeschlossene Servoantriebskombination. Für jede Motor-, Trafo- und Drosselkombination sind folgende Baugruppenbeschaltungen auf den Programmiermodulkärtchen TSS 7 und TSS 12 unter der Variantennummer (XXX) spezifiziert:

- Drehzahlreglerbeschaltung
- Eingangsbeschaltung
- EMK-Kompensation
- Linearisierungsnetzwerk
- Einstellung der dynamischen Strombegrenzung

Die wichtigsten Informationen stehen auf dem Programmiermodulaufdruck. (Beispiel vgl. Abb. 9: TSS 7-Modul, Variantennummer 002)

Programmiermodul-Nr.	TSS 7/002
1 Thyristorregelverstärker	1 TRM 2 - G 11
2 Gleichstromservomotor	MDC 10.20 F
3 Glättungsdrossel	GLD 2
4 Einphasentrenntransformator Nennleistung (kVA)/ Nennsekundärspannung (V)	ETT 2,5/2x140 V
5 Eingang E 1 Eingangsspannung (V)/ Drehzahl (min^{-1})	10V/2000
6 Eingang E2 Eingangsspannung (V)/ Drehzahl (min^{-1})	10 V/2000
7 Eingang E3 Eingangsspannung (V)/ Drehzahl (min^{-1})	frei wählbar

Programmiermodul TSS 7 / 002			
1	1 TRM 2 - G11	5	10V/2000min ⁻¹
2	MDC 10.20 F	6	10V/2000min ⁻¹
3	GLD 2	7	V/ min ⁻¹
4	ETT 2,5 / 2 x 140V		

Programmiermodul TSS 12 / 204			
1	1 TRM2 - G11	5	9V/2000min ⁻¹
2	MDC 10.10H	6	V/ min ⁻¹
3	2 x GLD2	7	V/ min ⁻¹
4	ETT 5 / 2 x 140V		

Abb. 9: Programmiermodulaufschrift für TSS 7 und TSS 12. Dabei ist zu beachten, daß bei TSS 12 die Position 6 (Differenzverstärker) frei bleibt.

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 ($100\text{ mV} = 100\text{ A}$), 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 unausgeglichene 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 Anschlitzzeitpunkt 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. 11**). Eine Änderung der Optimierung erfolgt auf dem Programmiermodul TSS 7 bzw. TSS 12 mit Widerstand R5 und Kondensator C1.

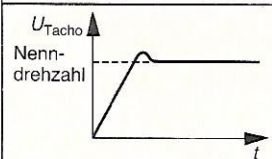
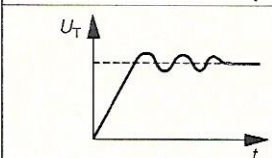
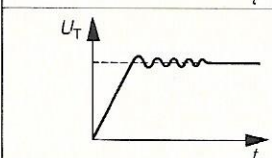
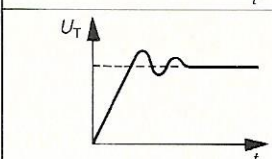
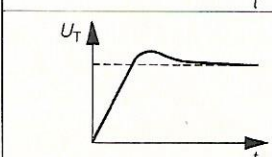
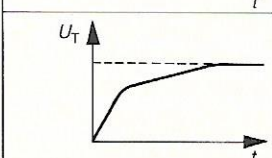
Sprungantworten	Bemerkung	Abhilfemaßnahmen
	Ideal	
	P-Anteil zu klein	R 5 vergrößern
	P-Anteil zu groß	R 5 verkleinern
	I-Anteil zu klein	C 1 vergrößern
	I-Anteil zu groß	C 1 verkleinern
	Einsetzen der dynamischen Strombegrenzung	

Abb. 11: 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. 12** 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:

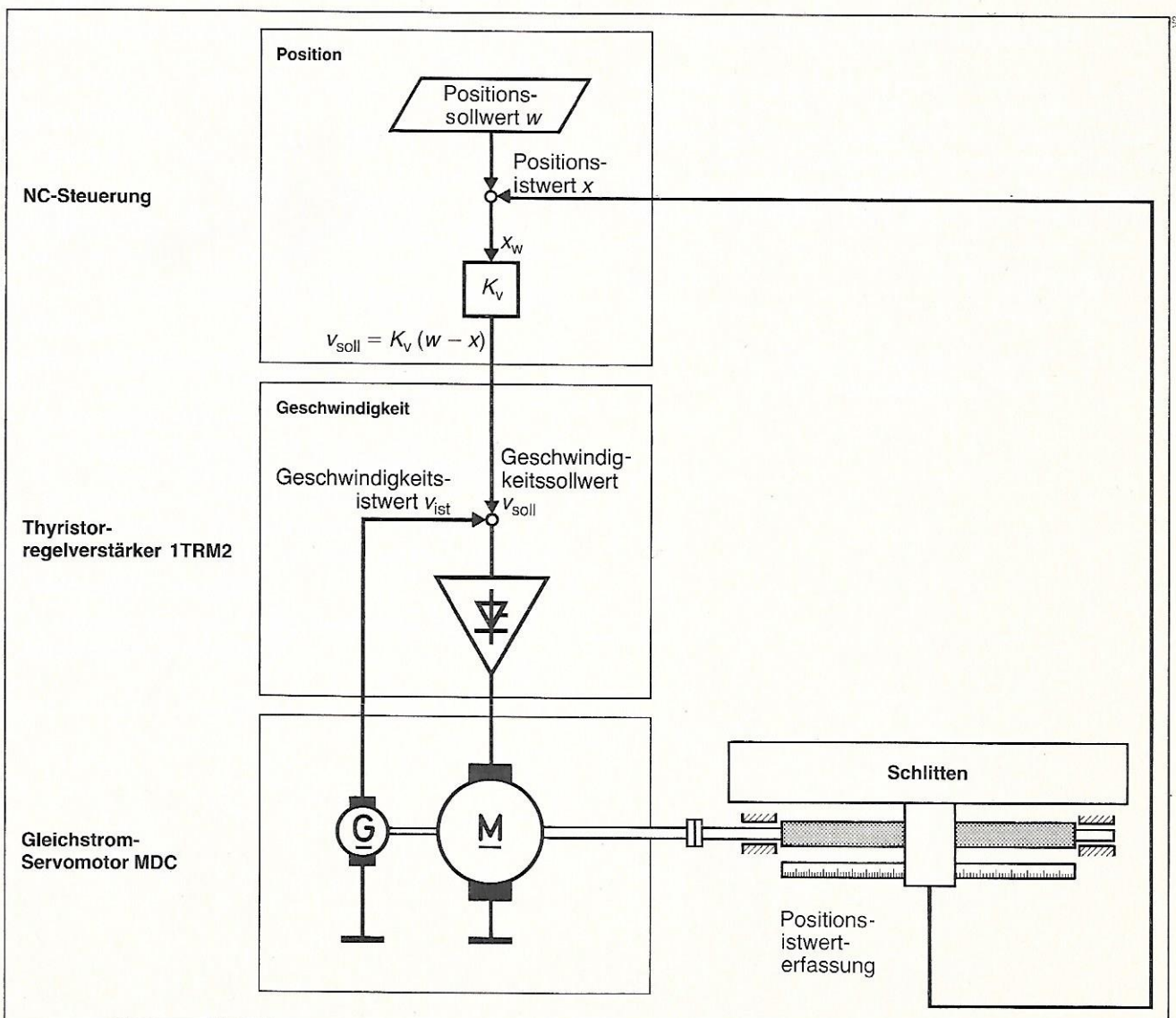


Abb. 12: Funktionsschaltbild des Positionsregelkreises

$$U_{SS} = 0,01 \cdot f \cdot U \text{ [V]} \quad (8)$$

- 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.

$$K_v = \frac{v}{x_w} \left[\frac{\text{m/min}}{\text{mm}} \right] \quad (9)$$

- 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. 13**).

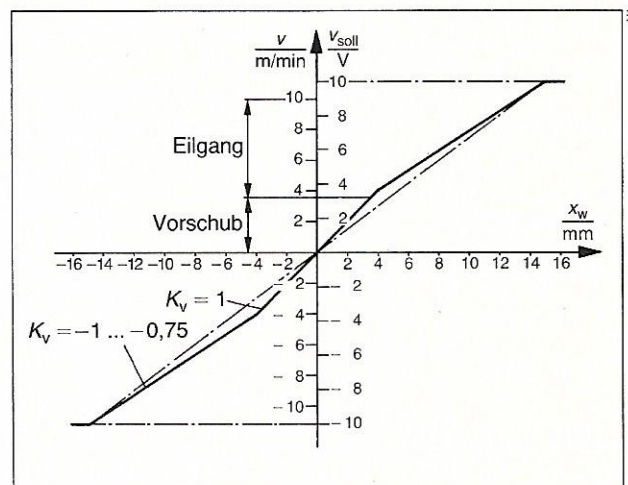


Abb. 13: K_v -Diagramm

Typenschlüssel

Kurzbezeichnung

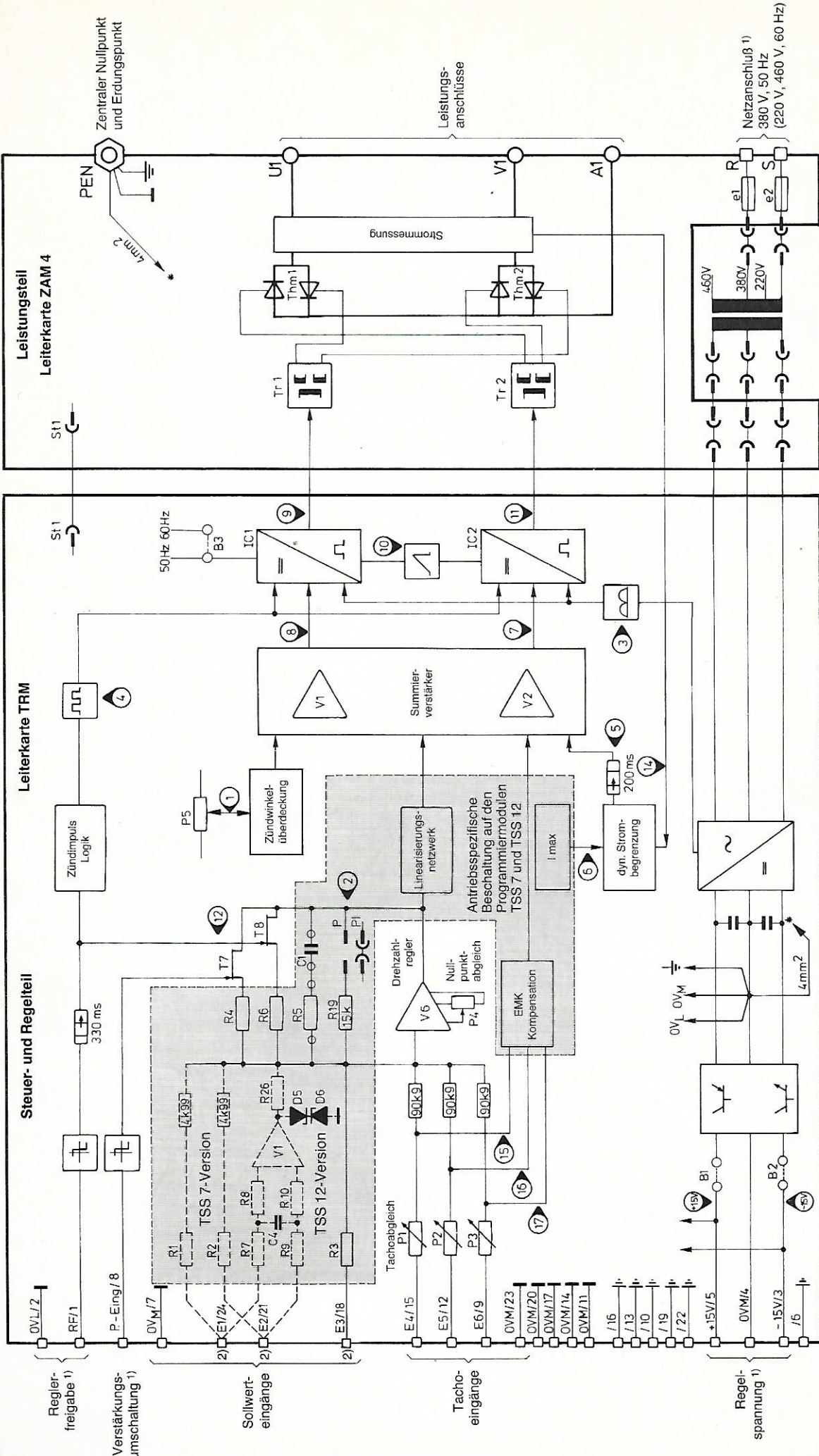
1	T	R	M	2	-G	1	1	-W	0	/X	X	X	/S	0	X	X	X
---	---	---	---	---	----	---	---	----	---	----	---	---	----	---	---	---	---

Achsenanzahl 1 Achse = 1	1
Thyristor-Regelverstärker	T
Bauweise Modulaufbau = M	M
Pulszahl 2 Impulse / Periode = 2	2
Betriebsart Gleichrichterbetrieb = G	-G
Baureihe Typenanschlußspannung: 160 V = 1 250 V = 2	1
Ausführung Standard = 1	1
Einbauart Wandmontage = W	-W
Kühlart natürliche Konvektion = 0	0
Variante Nummer¹ Die fortlaufende Variantenummer für die Programmiermodule TSS 7 und TSS 12 kennzeichnet den Servoantrieb und die genauen Betriebsdaten	X
Sonderausführung¹⁾ Sie ist identisch mit der Sondernummer der dazugehörigen Ausführungsliste.	X

¹⁾ 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 1 TRM 2

2puls-Thyristor-Regelverstärker "1 TRM 2"			
Bezeichnung	Symbol [Einheit]	1 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]	47	47
Typenleistung	P_{Typ} [kVA]	6,6	10,3
Verlustleistung	P_{Verl} [W]	70	
Regelbereich		analog: >1: 2000; digital: > 1: 200 000	
Nullpunktstabilität	$\left[\frac{1}{\text{min } ^\circ\text{C}} \right]$	0,001	
Netzteil mit Synchronisation		immer vorhanden	
Anschlußspannung ¹	[V]	380; umstellbar auf 220 oder 460	
Netzfrequenz	[Hz]	50, umstellbar auf 60	
Anschlußleistung	[VA]	10	
Regelspannung für extern	[V]	± 15; Welligkeit < 0,1 %, max. belastbar ± 100 mA	
Lastgleichspannung für extern	[V]	nicht vorhanden	
Einsatzdaten, Ausführung			
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]	2,6	
Feuchtigkeitsklasse		F	
Schutzart		IP 00 nach DIN 40 050	
U_{Aa} = max. zul. Transformator-Sekundärspannung, gemessen Phase -mp, noch 10% Überspannung möglich U_d = max. mögliche Ausgangsspannung (arith. Mittelwert) bei Typenanschlußwechselspannung I_d = zul. Dauereffektivwert des Ausgangsgleichstromes bei 45 °C Umgebungstemperatur $P_{Typ} = U_d \cdot I_d \text{ zul}$ P_{Verl} = Verlustleistung bei $I_d \text{ zul}$			
¹ Spannungswert ± 10%			



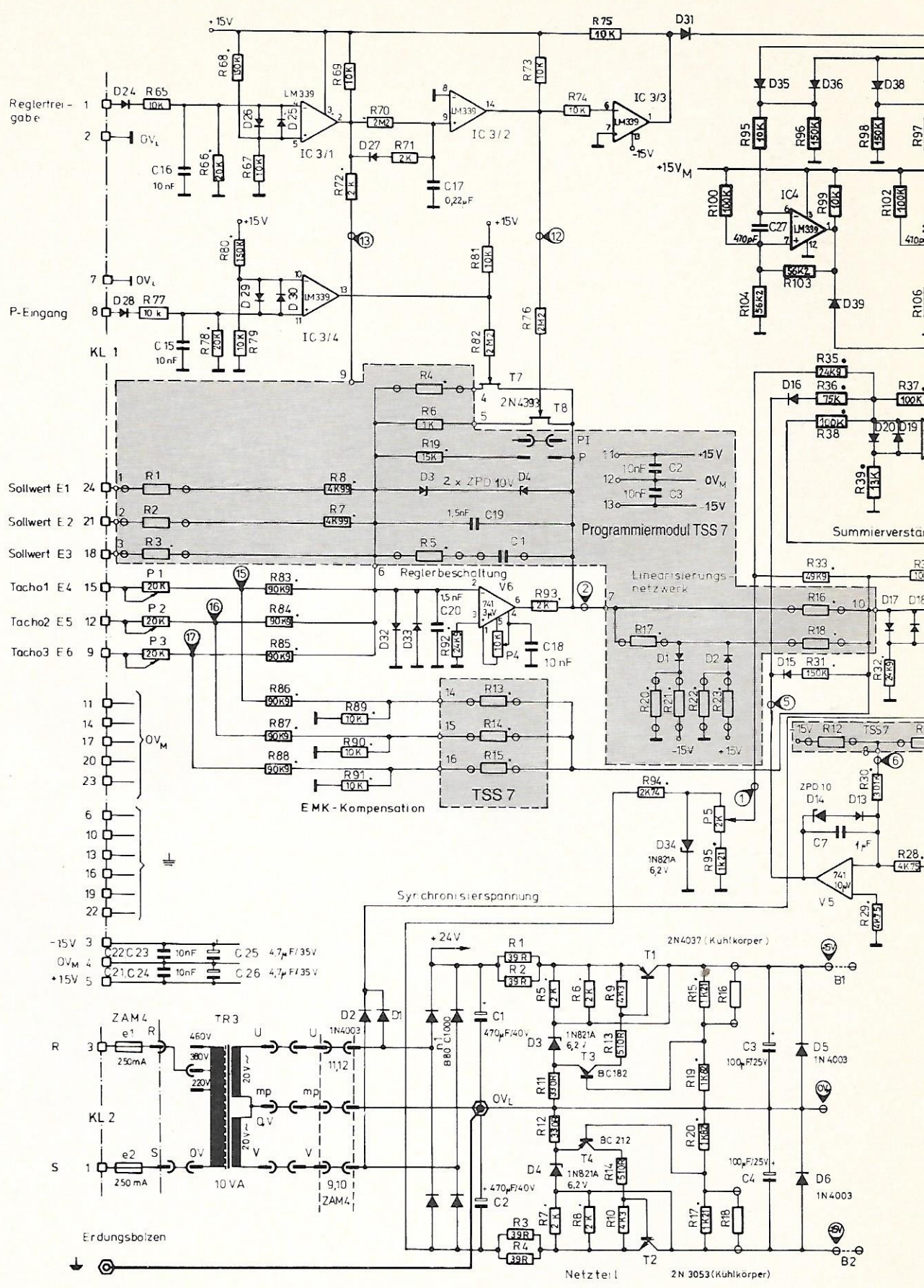
Fußnoten:
 1) Weitere Daten siehe ID 73007
 2) Bitte beachten!
 TSS 7-Version: 3 Sollwertgänge (E1, E2, E3)
 TSS 12-Version: 2 Sollwertgänge (E1/E2 und E3)

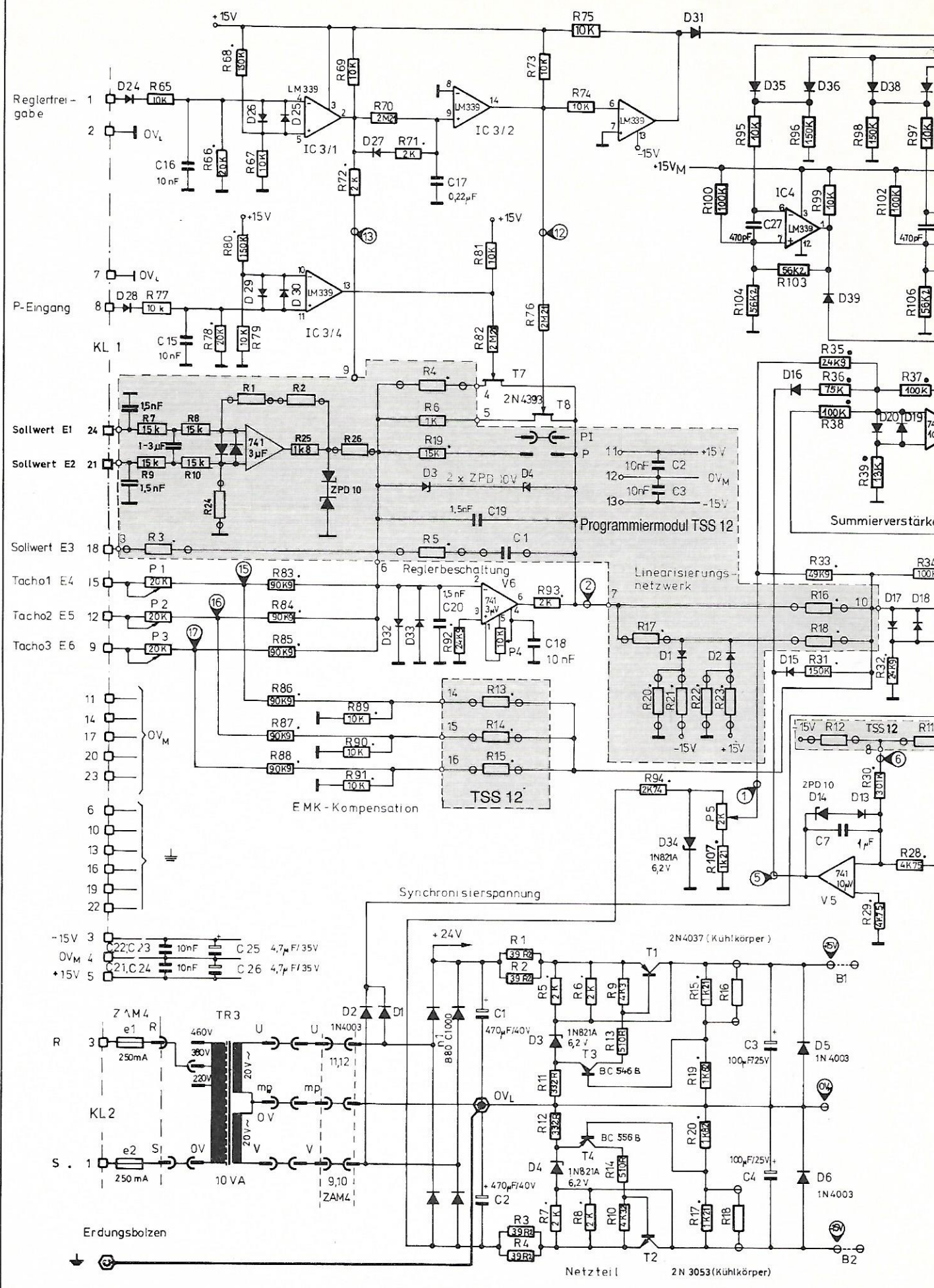
entspricht: 10S-460-3701-1



**1 TRM 2 (TSS 7/ TSS 12)
 Blockschahtplan**

A
B
C
D
E
F





Reglerfreigabe

P-Eingang

Sollwert E1

Sollwert E2

Sollwert E3

Tacho1 E4

Tacho2 E5

Tacho3 E6

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

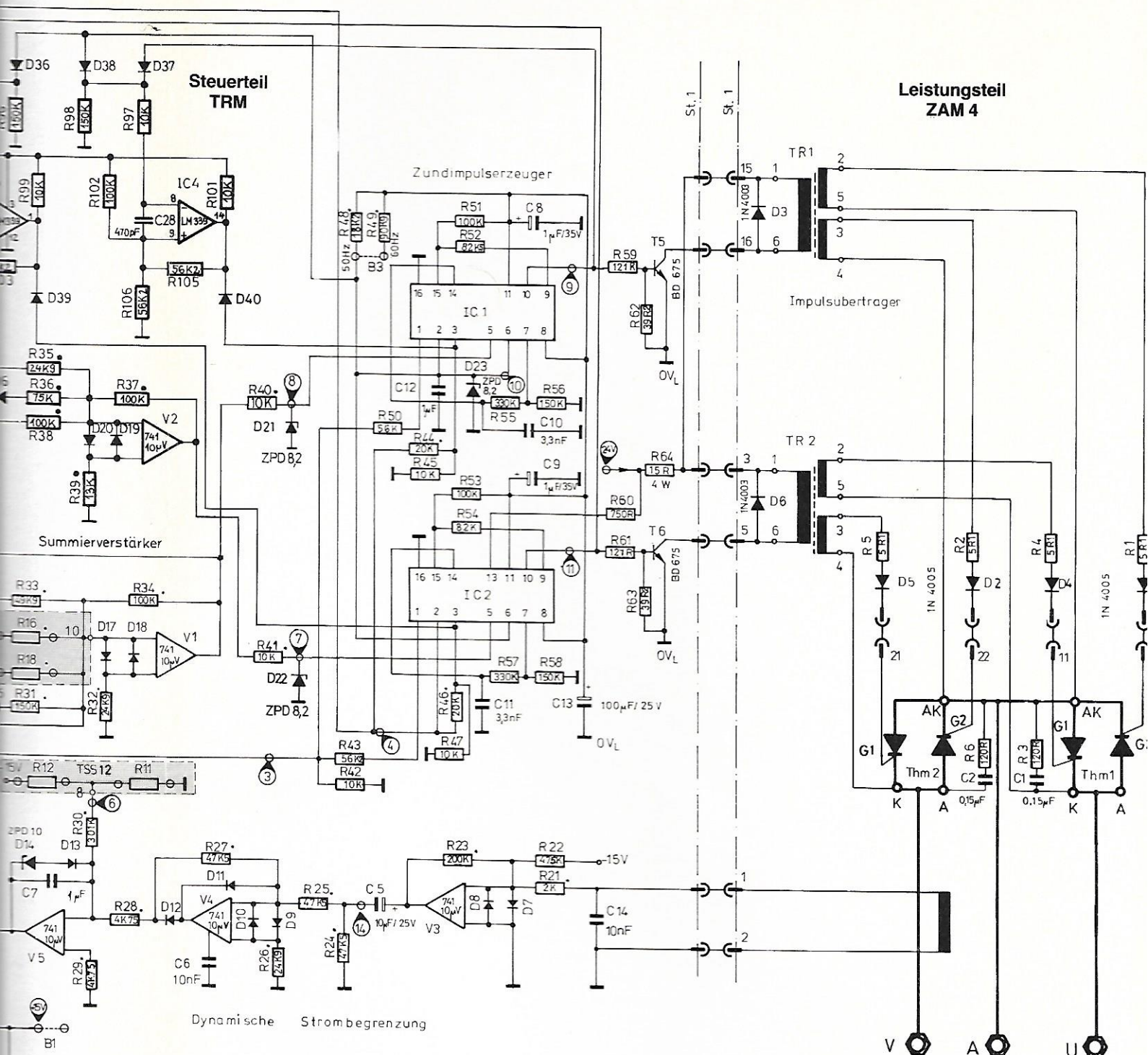
OV_M

OV_M

OV_M

OV_M

OV_M



Steuerteil TRM

Leistungsteil ZAM 4

Zündimpulserzeuger

Impulsübertrager

Summierverstärker

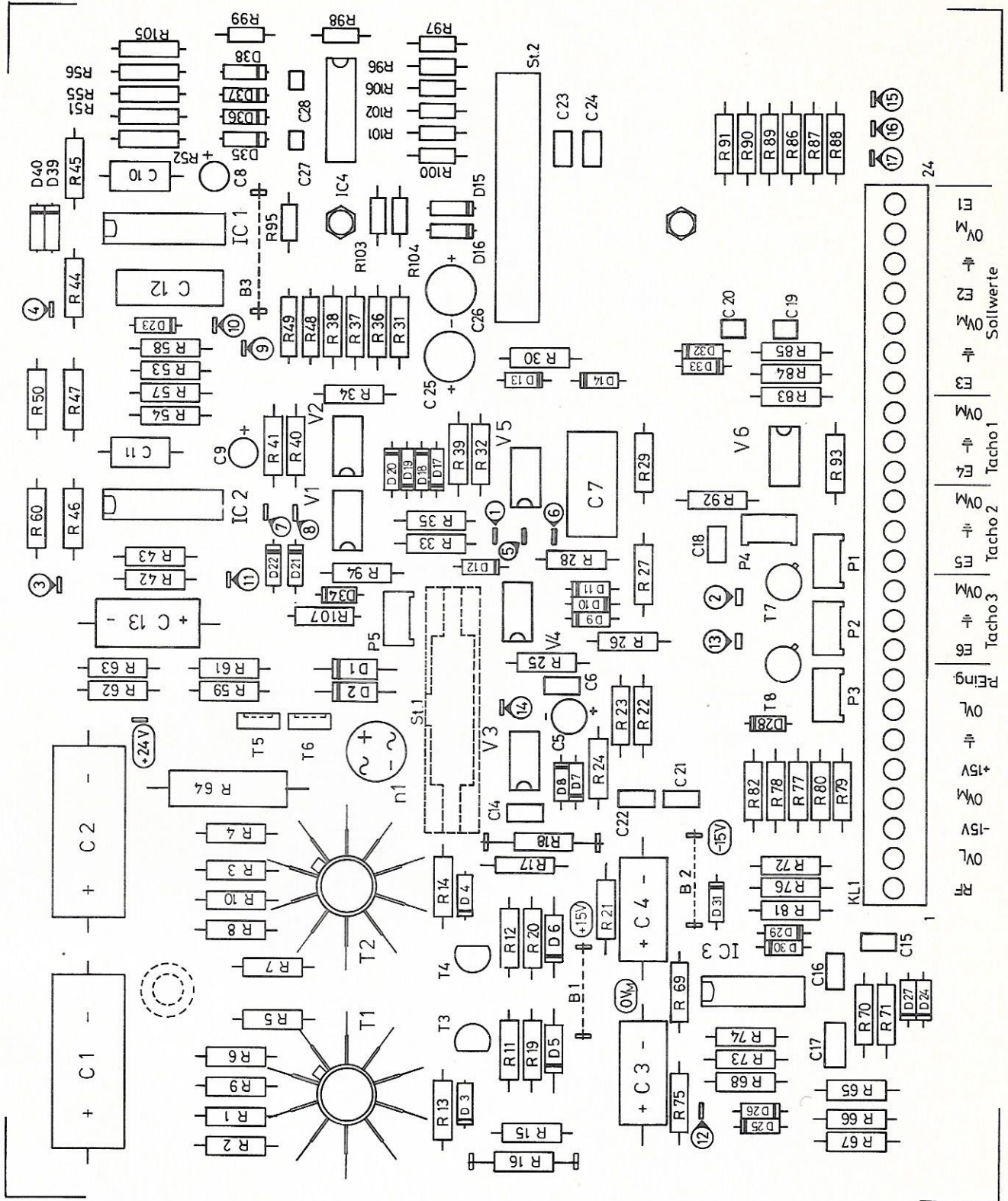
Dynamische Strombegrenzung

→ 1 N 4148 soweit nicht anders bezeichnet

⊙ Meßpunkt (MP)



Gesamtstromlaufplan 1TRM
TSS 12-Version



entspricht: 109-460-1901-6



Kennzeichnungsdruck TRM

INDRAMAT

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

Postfach 505/506
☎ 093 52 / 18-40
☎ 6 89 421/6 89 402 (Service)
Telefax (093 52) 18-4885

England:

G. L. Rexroth Ltd.
INDRAMAT Division
4 Esland Place, Love Lane
Cirencester, Glos. GL71YG
☎ 02 85 / 68 671
☎ 43 565

USA:

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

España:

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

India:

Kirloskar Electric Co. Ltd.
Indramat Division
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
☎ 3 31 695

Jugoslavija:

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

Österreich:

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

Schweiz:

Rexroth AG
Geschäftsbereich Indramat
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
NC-Automation
INDRAMAT Division
Box 12088
S-10223 Stockholm
☎ 08 / 80 90 00
☎ 10 074