

**TELEFUNKEN**



**Transistorisierter  
Tischanalogrechner**

**RA 741**

**Beschreibung**

---



**Transistorisierter  
Tischanalogrechner**

**RA 741**

---



Transistortechnik  
Technologietrends  
RAT AR

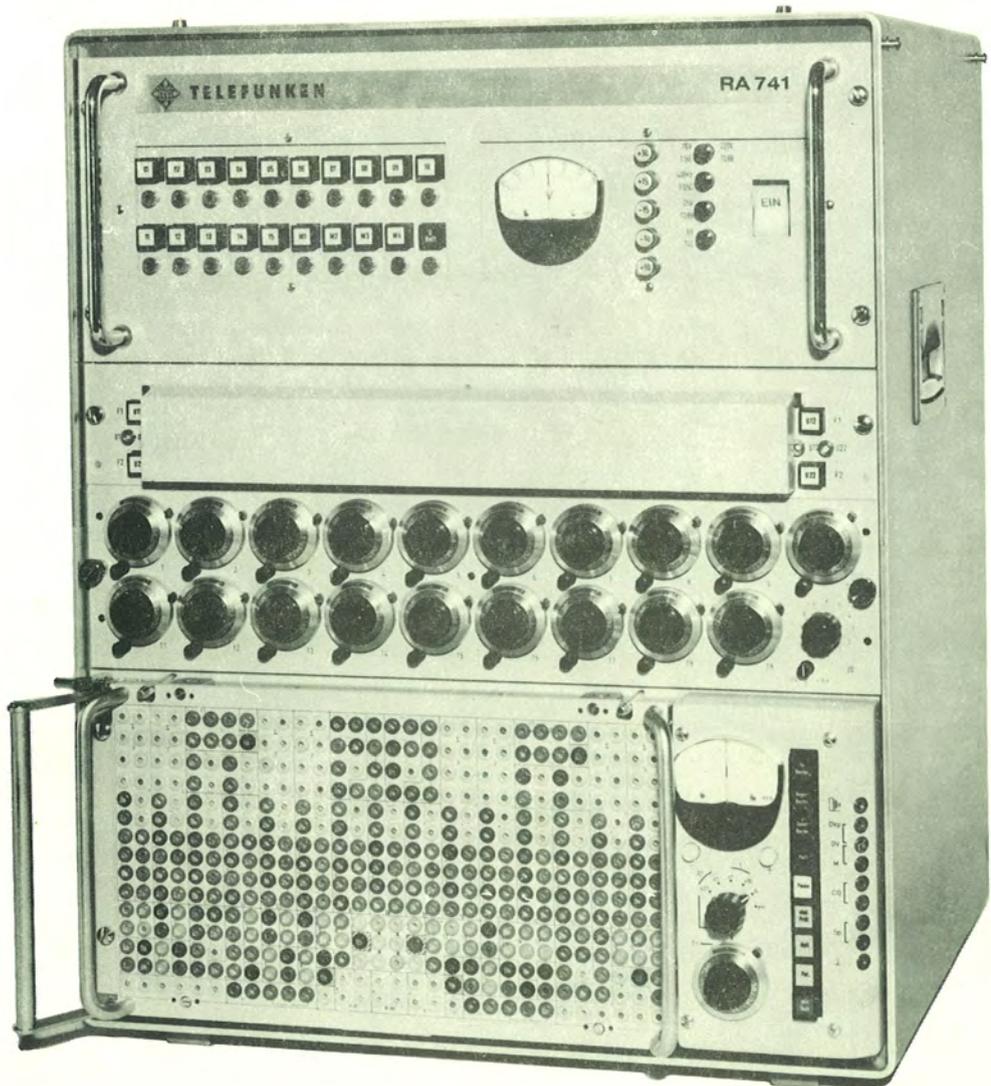
Herausgeber:

# TELEFUNKEN

FACHBEREICH  
ANLAGEN INFORMATIONSTECHNIK

7750 KONSTANZ  
TELEFON: (07531) 6011

POSTFACH 154  
TELEX: 733233



# INHALT

## 1. Technische Übersicht

1.1.	Verwendungszweck . . . . .	1
1.2.	Lieferumfang und Bestellbezeichnungen . . . . .	1
1.3.	Technische Daten . . . . .	6
1.4.	Aufbau und Funktion . . . . .	10
1.4.1.	Einschübe . . . . .	10
1.4.2.	Rechenelemente . . . . .	11
1.4.3.	Aufteilung des Programmierfeldes . . . . .	17
1.4.4.	Anschlußfeld für Externgeräte . . . . .	21

## 2. Betrieb

2.1.	Aufstellen des Gerätes . . . . .	23
2.2.	Einschalten . . . . .	24
2.3.	Programmieren . . . . .	24
2.4.	Betriebsartenwahl . . . . .	33
2.5.	Anwahl . . . . .	34
2.6.	Messen mit der Kompensationsmeßeinrichtung . . . . .	30
2.7.	Automatisches Halten bei Übersteuerung . . . . .	30
2.8.	Oszillographieren der Rechenergebnisse . . . . .	30
2.9.	Photographieren von Oszillogrammen . . . . .	30
2.10.	Aufzeichnung durch Zweikoordinatenscheiber . . . . .	30
2.11.	Ausmessen mit Digitalvoltmeter . . . . .	30

## 3. Wartung

3.1.	Prüfung der Anzeige- und Kontrolllampen . . . . .	37
3.2.	Prüfung der Stromversorgung . . . . .	37
3.3.	Prüfung der Rechenverstärker . . . . .	37

## 4. Instandsetzung

4.1.	Fehlererkennung . . . . .	39
4.2.	Fehlerortbestimmung . . . . .	39
4.3.	Fehlerbeseitigung . . . . .	40

## 5. Stromlaufbeschreibungen

5.1	Bediengerät . . . . .	43
5.1.1	Betriebsarten . . . . .	43
5.1.1.1.	Pause . . . . .	44
5.1.1.2.	Repetierendes Rechnen . . . . .	46
5.1.1.3.	Dauerrechnen . . . . .	47
5.1.1.4.	Einmal Rechnen . . . . .	48
5.1.1.5.	Halt . . . . .	48
5.1.1.6.	Rechnen mit Halt . . . . .	49
5.1.1.7.	Automatisches Halten bei Übersteuerung . . . . .	51
5.1.1.8.	Potentiometereinstellung . . . . .	51
5.1.1.9.	Statisches Prüfen . . . . .	51
5.1.2.	Kompensationsmeßeinrichtung . . . . .	53
5.2.	Stromversorgung . . . . .	54

## TABELLEN

1 Bestückungsumfang . . . . .	2
2 Bestückungsliste mit Bestellbezeichnungen . . . . .	3
3 Steckeinheiten mit festen Funktionen . . . . .	19
4 Funktion der Steuerleitungen r, h und p sowie der Integrierrelais R und H bei verschiedenen Betriebszuständen . . . . .	21
5 Bestückung der Funktionsplätze (Feste Funktionen, Speicher, Komparatorschalter) . . . . .	29
6 Beispiele für die Bestückung der Funktionsplätze mit variablen Funktionen . . . . .	30
7 Eigenschaften der Steckeinheiten mit variablen Funk- tionen . . . . .	31
8 Zustände der Relais H, R, und PS bei verschiedenen Betriebszuständen . . . . .	43
9 Abhängigkeit der Relais E, Z1 und F von der Schalter- stellung . . . . .	43
10 Zusammenfassung der Hauptaufgaben der Relais des Bediengerätes . . . . .	44
11 Fehlersuchtafel . . . . .	Anhang

## PLÄNE

(im Anhang)

- 1 Oberer Einschub
- 2 Rechenverstärker
- 3 Netzgeräte
- 4 Potentiometerfeld
- 5 Funktionsgeber
- 6 Unterer Einschub (Bedienfeld)
- 7 Unterer Einschub (Buchsenfeld, Multiplizierer und Komparator)
- 8 Netzwerke

## ERLÄUTERUNGEN

Die vorliegende Beschreibung soll den Benutzer über die Technik des Tisch-Analogrechners informieren und ihm die Bedienung und Wartung ermöglichen. Darüber hinaus enthält sie wichtige Hinweise für die Instandsetzung. Für die zweckmäßige Anwendung dieses Gerätes steht eine gesonderte „Rechenanleitung für Analogrechner“ zur Verfügung.

Die Gliederung der Beschreibung ist so getroffen, daß ihr erster Hauptabschnitt alle für die Bedienung notwendigen Kenntnisse vermittelt, während die folgenden Abschnitte „Betrieb“, „Wartung“ und „Instandsetzung“ die erforderlichen manuellen Tätigkeiten angeben. Letztere sind zugunsten größtmöglicher Übersichtlichkeit weitgehend aus fortlaufend nummerierten Kurzsätzen aufgebaut, deren Reihenfolge der zeitlichen Folge der auszuführenden Tätigkeit entspricht. Der fünfte Abschnitt enthält weitere Details, die dem Fachmann eine über den Rahmen der im Abschnitt 4 beschriebenen Maßnahmen hinausgehende Instandsetzung gestatten.

Zu den Schaltbildern und Stromlaufplänen ist zu bemerken, daß alle Schalter und Relais, unabhängig von den im einzelnen dargestellten Betriebsfällen, nach DIN im unbetätigten bzw. unerregten Zustand gezeichnet sind.

## 1. TECHNISCHE ÜBERSICHT

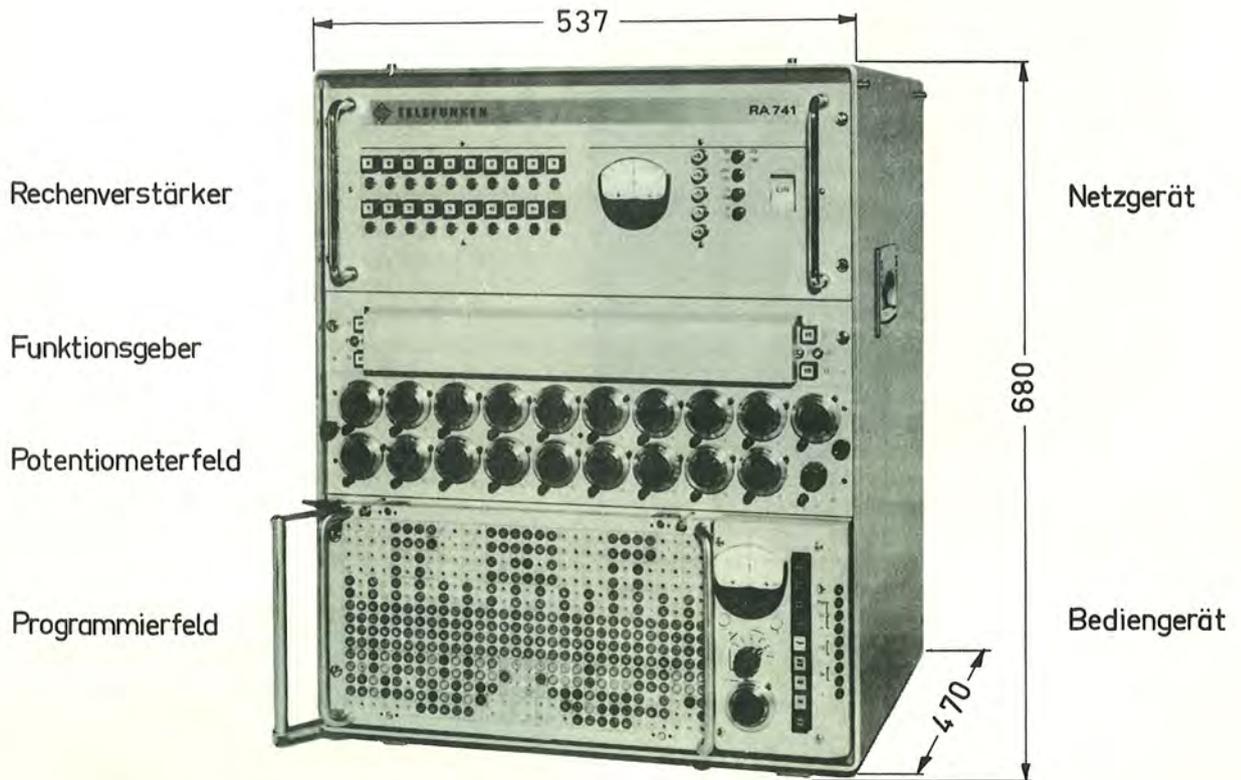


Bild 1 Tischanalogrechner RA 741  
Bestückung und Abmessungen

### 1.1. Verwendungszweck

Der Tischanalogrechner RA 741 ist eine komplette Einheit, die neben den Rechenelementen auch alle zum Betrieb erforderlichen Einrichtungen enthält. Als Einzelgerät ist der Rechner sowohl bei der Lösung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen und der Untersuchung dynamischer Vorgänge auf physikalisch-technischem und biologisch-medizinischen Gebiet als der Simulation von Prozessen, Anlagen und Geräten ein mit hoher Präzision arbeitendes Hilfsmittel.

Die Einzelsteuerbarkeit der Integrierer und die Möglichkeit der Ergänzung des Analogrechners durch den Digitalzusatz DEX 100 erlaubt zusätzlich die Bearbeitung hybrider Problemstellungen.

Zusätzliche auswechselbare Programmierbretter ermöglichen das Speichern von Rechenprogrammen und eine wirtschaftliche Ausnutzung der Anlage.

Zur Bearbeitung umfangreicher Probleme ist die Parallelschaltung mehrerer Rechner möglich, wobei diese zentral von einem Gerät gesteuert werden können. Die Parallelschaltung wird durch Koppelfelder auf den Pro-

grammierbrettern sowie durchgeschleifte Anwahl- und Meßleitungen erleichtert.

### 1.2. Lieferumfang und Bestellbezeichnungen

Entsprechend den Anforderungen der vorliegenden Probleme kann der Rechner zwischen der in nachstehender Tabelle angegebenen Grund- und Standardbestückung mit Rechenelementen ausgestattet werden. Zusätzliche Erweiterungsmöglichkeiten stehen in Form von Erweiterungseinheiten zur Verfügung, die in die Funktionsplätze (s. Bild 3) oder den Zusatzeinschub NNV 807 eingesetzt werden können. Der Rechner ist somit in weiten Grenzen an wechselnde Probleme anpassungsfähig.

Zusatzgeräte, Erweiterungseinheiten und Parallelschaltkabel gehören nicht zum Lieferumfang des Analogrechners. Sie sind gesondert zu bestellen. Zur Aufnahme von Einschub-Zusatzgeräten stehen Einzelgehäuse sowie Tischgestelle zur Verfügung, die dem des Rechners gleichen und bis zu drei Einschübe aufnehmen können.

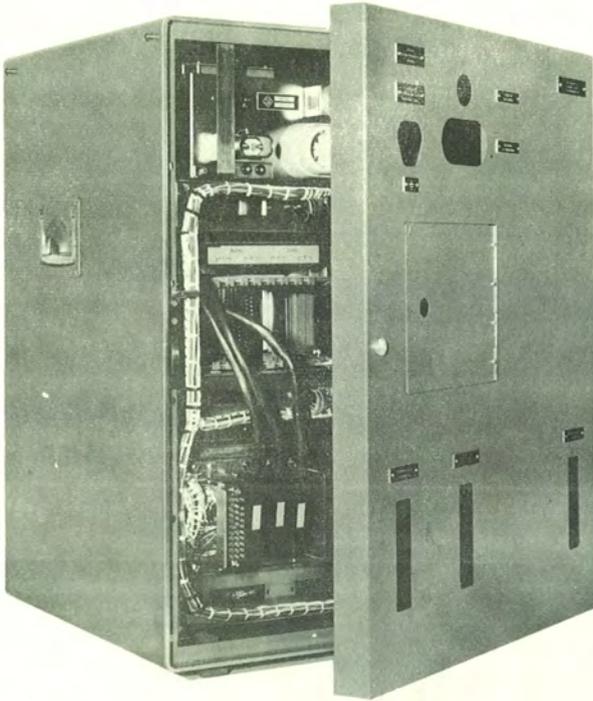


Bild 2 Tischanalogrechner RA 741  
Rückansicht

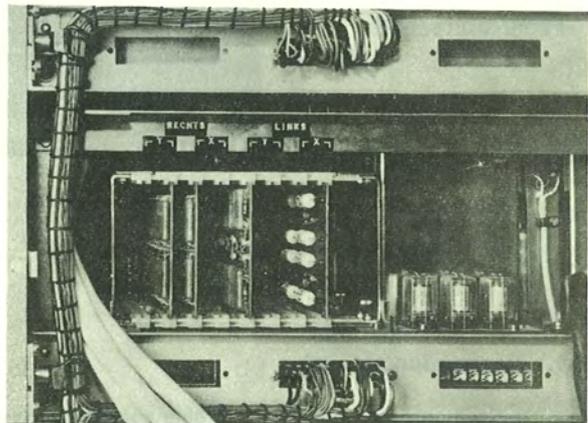


Bild 3 Funktionsplätze

Rechenelemente	Grundbe- stückung	Standard- bestückung
Rechenverstärker	8	23
davon verwendbar als		
Integrierer/Summierer	8	8
Summierer (groß)	—	7
Summierer (klein)	—	4
Umkehrverstärker	—	4
Rechenpotentiometer	20	20
variable Funktionsgeber	—	2
Multiplizierer (bzw. feste Funktion)	—	4 (8)
Komparatoren	—	2
Rechendioden	4	4
auswechselbares Programmierfeld	—	1

Tabelle 1 Bestückungsumfang

Tabelle 2 Bestückungsliste mit Bestellbezeichnungen

**Bestückungsliste des RA 741 (S)**

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Steckeinheit	Bestell-Nr.	Anzahl		
Tischgestell		GER 741		55.3040.750	1		
	Verbindungskabel			55.3040.027	1		
	Verstärker-Ausgänge			55.3040.029	1		
	Verbindungskabel			55.3040.029	1		
Rechenverstärker und Netzgerät		RVN 741		55.3040.660	1		
	Rechenverstärker	SRV 742	HA 1 C	55.3040.845	15		
				HI 1 C	55.3040.846	15	
	Chopper	ACH 110		5 Lv 7331.001-26	9		
	Referenzeinheit +10 V		NS 6 A	55.3040.833	1		
	Referenzeinheit -10 V		NS 7 A	55.3040.835	1		
	Netzstabilisierung		NS 1 B	55.3001.151	2		
	Netzstabilisierung		NS 1 C	55.3001.152	1		
	Komparatorverstärker		KV 1 C	55.3005.063	2		
	400 Hz-Generator		GE 3 A	55.3040.854	1		
	Kühlkarte			55.3040.124	1		
Funktionsgeber		FG 741		55.3040.300	1		
	Rechenverstärker	SRV 742	HA 1 C	55.3040.845	4		
				HI 1 C	55.3040.846	4	
	Funktionsgeber	SFG 744	FG 1 B	55.3040.838	2		
				FG 2 C	55.3040.839	2	
				FG 2 D	55.3040.840	2	
				FG 3 B	55.3040.841	2	
	Verstärker-Netzwerk	AVN 741	VN 1 B	55.3040.847	1		
	Chopper	ACH 110		5 Lv 7331.001-26	2		
Potentiometerfeld		PFX 740		55.3040.200	1		
	Potentiometer			5 Lv 5141.001-49	19		
Programmiersfeld und Bediengerät		PB 741		55.3040.650	1		
	Rechenverstärker	SRV 742	HA 1 C	55.3040.845	4		
				HI 1 C	55.3040.846	4	
	Komparatoren,	HKM 111	H-KM 1	55.3005.814	2		
		HKE 111	H-KE 1	55.3005.813	2		
	Meßverstärker		HI 1 D	55.3040.837	1		
	Parabel-Multiplizierer	SPM 134	PM 3 A	55.3005.064	8		
			PM 3 B	55.3005.065	8		
			ZT 1 A	55.3040.843	1		
	Chopper	ACH 111		5 Lv 7331.001-26	4		
	Programmiersfeld	PG 741		55.3040.703	1		
Satz Kontaktstifte			55.3001.715	450			
Zubehör	X Satz Programmierzubehör bestehend aus:			55.3040.000/57	1		
		Umschaltstecker		5 Lv 4541.001-49	8		
		Kurzschlußstecker		55.3001.605	40		
		Programmierschnur	0,15 m lang	sortiert in den Farben	5 Lv 4943.004-01	20	
		Programmierschnur	0,25 m lang		5 Lv 4943.004-06	20	
		Programmierschnur	0,40 m lang		Rot, Grün,	5 Lv 4943.004-11	20
		Programmierschnur	0,60 m lang		Blau und	5 Lv 4943.004-16	10
		Programmierschnur	1,50 m lang	Schwarz	5 Lv 4943.004-21	10	
		Kabelhalter			55.3001.601	1	
		Satz Zubehör			55.3040.000 29	1	
		Netzschur			5 Lv 4941.001-19	1	
		Bedienungsanleitung				1	

wahlweise austauschbar gegen die Erweiterungseinheiten

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Steckeinheit	Bestell-Nr.	Anzahl
Erweiterungs- einheiten	Parabel-Multiplizierer	SPM 134	PM 3 A	55.3005.064	2
			PM 3 B	55.3005.065	2
	Parabel-Multiplizierer	SPM 142	PM 4 A	55.3040.824	1
			PM 4 B	55.3040.825	1
	Quadratfunktion	SQF 112	PM 3 B	55.3005.065	2
	Quadratfunktion	SQF 122	PM 3 A	55.3005.064	2
	Sinusfunktion	SSF 112	SIN 1 A	55.3040.800	1
			SIN 1 B	55.3040.801	1
	Sinusfunktion	SSF 122	SIN 2 A	55.3040.808	1
			SIN 2 B	55.3040.809	1
	Cosinusfunktion	SCF 112	COS 1 A	55.3040.804	1
			COS 1 B	55.3040.805	1
	Cosinusfunktion	SCF 122	COS 2 A	55.3040.812	1
			COS 2 B	55.3040.813	1
	Arcus-Sinusfunktion	SAF 112	ARC 1 A	55.3040.849	1
			ARC 1 B	55.3040.850	1
	Logarithmusfunktion	ALF 111	LOG 1 A	55.3040.826	1
	Universalfunktion	VAR 111	VAR 1 A	55.3040.816	1
	Universalfunktion	VAR 121	VAR 1 B	55.3040.817	1
	Universalfunktion	VAR 131	VAR 1 C	55.3040.818	1
	Universalfunktion	VAR 141	VAR 1 D	55.3040.819	1
	Universalfunktion	VAR 211	VAR 2 A	55.3040.820	1
	Universalfunktion	VAR 221	VAR 2 B	55.3040.821	1
	Universalfunktion	VAR 231	VAR 2 C	55.3040.822	1
	Universalfunktion	VAR 241	VAR 2 D	55.3040.823	1
	Adapterkarte	VAD 111	AD 1 A	55.3040.830	1
	Komparatorschalter	ASM 741	KS 5 A	55.3040.870	1
	Komparatorschalter	ASE 741	KS 6 A	55.3040.871	1
	Speicher-Netzwerk	ASN 741	SN 1 A	55.3040.832	1
	Parallelschaltkabel	Kabel RA 741/RA 741			55.3040.832
Kabel RA 741/RAT 700				55.3001.626	1
Kabel RA 741/RA 800				55.3040.612	1
Kabel RA 741/RA 800 H				55.3040.614	1
Kabel RA 741/NNV 811				55.3040.604	1
Zusatzgeräte	Nichtlineare Netzwerke	NNV 811		55.3003.502	
	Elektronische Resolver	ERV 811		55.3003.550	
	Ausgabe-Oszillograph	OMS 700		5 M 7420.910-01	
	Zweistrah-Oszillograph	OMS 810		55.3007.100	
	Digitalvoltmeter	DVM 740		53-892	
	Digitalzusatz	DEX 100		55.3044.00	
	Magnetband-Analogspeicher	MAS 24-2		58.1002.000	
		MAS 24-4		58.1002-001	

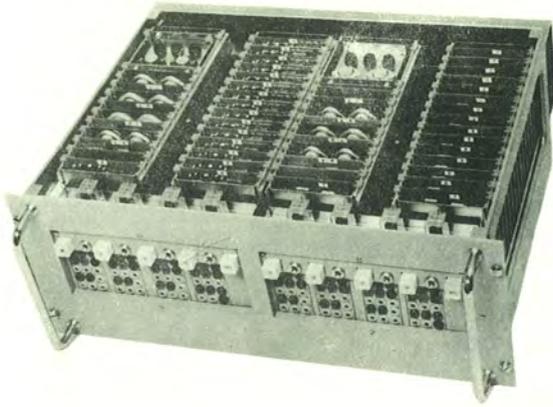


Bild 4 Einschub Nichtlineare Netzwerke NN 740

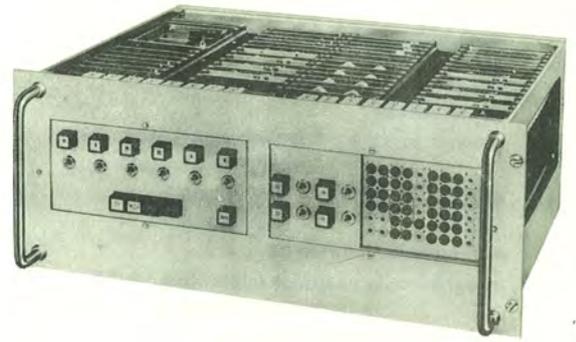


Bild 5 Resolver

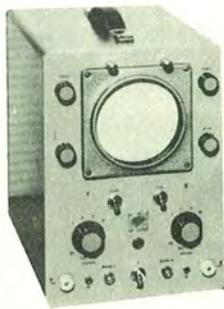


Bild 6 Oszillograph OMs 700



Bild 7 Zweistrahloszillograph OMS 811



Bild 8 Digitalvoltmeter DVM 740

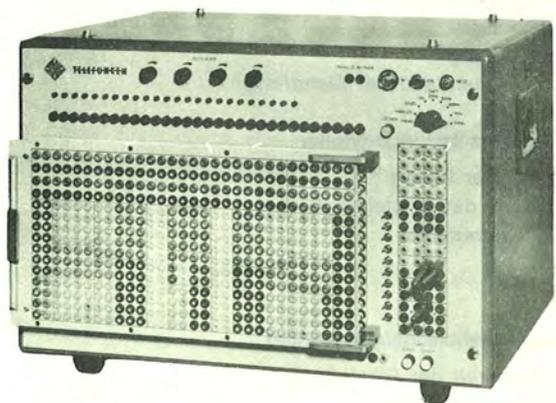


Bild 9 Digitalzusatz DEX 100

### 1.3. Technische Daten

#### Lineare Rechenelemente

##### Rechenverstärker SRV 742

Ausgangsspannungsbereich	$> \pm 10 \text{ V}$	
Belastbarkeit	$> 10 \text{ mA}$	
Innenwiderstand, Ausgang des Verstärkers	$< 100 \text{ m}\Omega$	
Eingang des Verstärkers	$> 100 \text{ k}\Omega$	
Eingangswiderstand, Bewertung 1	$200 \text{ k}\Omega \pm 0,02 \%$	
Bewertung 10	$20 \text{ k}\Omega \pm 0,02 \%$	
Anfangswertwiderstand	$20 \text{ k}\Omega \pm 0,02 \%$	
Integrationskapazität, Konstante 1	$5 \mu\text{F} \pm 0,05 \%$	
Konstante 10	$0,5 \mu\text{F} \pm 0,05 \%$	
Gleichspannungsverstärkung	$> 10^9$	
Grenzfrequenz, für $v = 1^*$	$\sim 300 \text{ kHz}$	
Amplitudenfehler, Inverter, $R_0 = 200 \text{ k}\Omega$		
statisch	$< 2 \times 10^{-4} \text{ typ.}$	
	$\leq 4 \times 10^{-4} \text{ max.}$	
	$< 1 \times 10^{-3}$	
dynamisch, $f = 100 \text{ Hz}^{**}$		
Phasenfehler, Inverter, $R_0 = 200 \text{ k}\Omega$		
$f = 100 \text{ Hz}^{**}$	$< 5 \times 10^{-4}$	
Amplitudenfehler, Integrierer		
statisch	$< 5 \times 10^{-4} \text{ typ}$	
	$7 \times 10^{-4} \text{ max.}$	
	$< 1 \times 10^{-4}$	
dynamisch, $f = 100 \text{ Hz}$		
Nullpunktfehler, über 8 Stunden bei konst. Temperatur		
bezogen auf den Eingang	$\leq 10 \mu\text{V}$	
Temperaturdrift, bezogen auf den Eingang <sup>***</sup>	$\leq 0,5 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
Drift des Integrierers, $K = 1$	$< 100 \mu\text{V}/\text{sec}$	
Rauschen, Inverter, $R_0 = 200 \text{ k}\Omega$	$1 \text{ m V}_{\text{SS}}$	
mit 95 % statistischer Sicherheit		
Stabilitätsgrenzen:		
RC-Serienschaltung am Summenpunkt	$\leq 5 \mu\text{F}$	
	$\leq 50 \Omega$	
C-Last am Ausgang, Summierer	$\leq 80 \mu\text{F}$	
Integrierer	$\leq 1 \mu\text{F typ}$	
	$\leq 0,1 \mu\text{F min.}$	

\* s. Bild 16

\*\* s. Bild 17

\*\*\* s. Bild 18

#### Koeffizienten-Potentiometer

##### Präzisions-Drahtdrehwiderstand, zehngängig

Widerstand	$10 \text{ k}\Omega$
Widerstandstoleranz	$\pm 3 \times 10^{-2}$
Linearitätstoleranz	$\pm 5 \times 10^{-3}$
Auflösung	$\sim 2 \times 10^{-4}$
Absicherung	$10 \text{ mA}$
Serienwiderstand der Sicherung	$200 \Omega$

##### Präzisions-Spannungsteiler

Anzahl der Stufen	10	
Toleranz der Einstellung <sup>*)</sup>	$\pm 1 \times 10^{-3}$	
Innenwiderstand	$< 500 \Omega$	

<sup>\*)</sup> Belastungskompensiert auf einen Verstärkereingang  $1 = 200 \text{ k}\Omega$

#### Kompensationsmeßeinrichtung

Genauigkeit der Einstellung	$\leq 1 \times 10^{-3}$
Reproduzierbarkeit	$< 2 \times 10^{-4}$
Auflösung	$\sim 1 \times 10^{-4}$
Eingangswiderstand,	$> 3 \text{ k}\Omega$
, nach Abgleich	$\infty$



**Funktionsgeber Serie VAR 200\***

**Einstellbare Knickpunkte**

Anzahl der einstellbaren Knickpunkte

Eingangsspannungsbereich

Eingangswiderstand

Bezugswiderstand des Folgeverstärkers

Einstellbereich der Steigung\*\*

Einstellbereich der Knickpunkte

Polarität:

6	
1 E max	
> 8 kΩ	
20 bzw. 200 kΩ	
1 bzw. 10 E/E	** abhängig vom Bezugswiderstand
0 bis +1 E bzw. -1 E	des Folgeverstärkers.

	Eingangsspannung	Steigung
VAR 211	positiv	positiv
VAR 221	positiv	negativ
VAR 231	negativ	positiv
VAR 241	negativ	negativ

Funktionsgeber der Serie 100 und 200 sind beliebig kombinierbar\*.

**Feste Funktionen**

Quadratfunktionen

Übertragungsfunktion

Eingangsspannungsbereich

Approximationsfehler

Eingangswiderstand

Bezugswiderstand

SQF 112	SQF 122
+ x <sup>2</sup>	- x <sup>2</sup>
± 1 E	± 1 E
≤ 5 x 10 <sup>-4</sup>	≤ 5 x 10 <sup>-4</sup>
> 6 kΩ	> 6 kΩ
20 kΩ	20 kΩ

Sinusfunktion

Übertragungsfunktion

Eingangsspannungsbereich

Approximationsfehler

Eingangswiderstand

Bezugswiderstand

SSF 112	SSF 122
+ sin $\frac{\pi}{2} x$	+ sin π x
± 1 E	± 1 E
≤ 3 x 10 <sup>-3</sup>	≤ 3 x 10 <sup>-3</sup>
> 5 kΩ	> 2,5 kΩ
20 kΩ	20 kΩ

Cosinusfunktion

Übertragungsfunktion

Eingangsspannungsbereich

Approximationsfehler

Eingangswiderstand

Bezugswiderstand

SCF 112	SCF 122
+ cos $\frac{\pi}{2} x$	+ cos π x
± 1 E	± 1 E
≤ 1 x 10 <sup>-3</sup>	≤ 1 x 10 <sup>-3</sup>
> 10 kΩ	> 5 kΩ
20 kΩ	20 kΩ

Arcus-Sinusfunktion

Übertragungsfunktion

Eingangsspannungsbereich

Approximationsfehler

Eingangswiderstand

Bezugswiderstand

SAF 112
$\frac{2}{\pi} \arcsin x$
± 1 E
≤ 1 x 10 <sup>-3</sup>
> 2 kΩ
100 kΩ

Logarithmusfunktion

Übertragungsfunktion

Eingangsspannungsbereich

Approximationsfehler

Eingangswiderstand

Bezugswiderstand

ASF 111	
+ 1/2 lg 100 x	- 1/2 lg 100 x
- 0,01 bis - 1 E	+ 0,01 bis + 1 E
≤ 1 x 10 <sup>-2</sup>	≤ 1 x 10 <sup>-2</sup>
> 7 kΩ	> 7 kΩ
20 kΩ	20 kΩ



Referenzspannung  
Maschineneinheit E  
Inkonstanz  
Belastbarkeit  
Stromversorgung

+ 10 V und - 10 V  
 $\leq 1 \times 10^{-4}$   
100 mA

**Stromversorgung**  
Netzanschluß:  
Leistungsaufnahme (vollbestückt):

110, 127, 130 bzw. 220 und 240 V,  
50 bis 60 Hz  
150 VA

#### Betriebsbedingung

Betriebsbedingungen für die oben spezifizierten Daten  
Temperatur  
Luftfeuchte  
Betriebsfähig ist der Rechner bei Temperaturen  
von +10° C bis +40° C

23 ± 5° C  
90 %

**Abmessungen**  
des Rechners

Höhe: 670 mm  
Breite: 550 mm  
Tiefe: 500 mm

des Programmierbrettes

Höhe: 215 mm  
Breite: 365 mm

**Gewicht** (vollbestückt)

etwa 105 kg

### 1.4. Aufbau und Funktion

Der Rechner besteht aus einem Tischgestell mit drei Einschüben.

#### 1.4.1. Einschübe

Oberer Einschub

Im oberen Einschub ist links die Montageeinheit Rechenverstärker mit 15 kompletten Rechenverstärkern (Nr. 1 bis 15) enthalten. Auf der Frontplatte befinden sich neben den zugehörigen Nullpotentiometern und Anwahltasten mit eingebauten Übersteuerungslampen auch Nullpotentiometer, Anwahltasten und Übersteuerungslampen für die im unteren Einschub untergebrachten Multiplizierer-Folgeverstärker (M1 bis M4). Ferner ist eine Taste für Übersteuerungshalt vorhanden. Den rechten Teil des oberen Einschubes nimmt die Montageeinheit Netzgerät ein. Auf ihrer Frontplatte sind neben dem Netzschalter und vier Netzsicherungen ein Meßinstrument und fünf Sicherungsleuchttasten vorhanden. Die Lämpchen dieser Tasten dienen zur Ausfallanzeige der Sicherungsautomaten für die stabilisierten Spannungen. Durch die Tasten können ausgefallene Automaten wieder eingeschaltet und die einzelnen Spannungen zu Prüfzwecken an das Meßinstrument gelegt werden.



Bild 10 Oberer Einschub

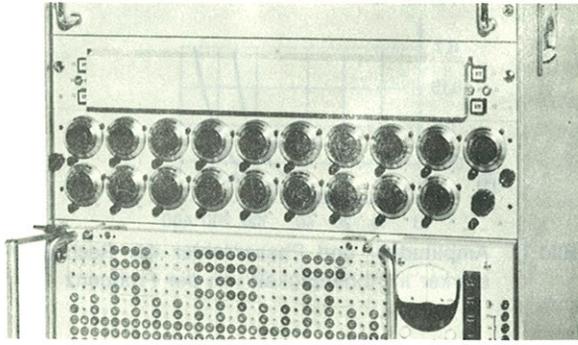


Bild 11 Mittlerer Einschub

#### Mittlerer Einschub

Dieser Einschub enthält 2 Funktionsgeber mit 4 zugehörigen Umkehrverstärkern sowie das Potentiometerfeld mit 19 Koeffizientenpotentiometern und einem Stufenschalter als Funktionsgeber-Einstellgerät und Spannungsteiler. Die Anwahltaaste ist jedem Potentiometer direkt zugeordnet. Das Funktionsgeber-Einstellgerät besteht aus einem festen Spannungsteiler in Verbindung mit einem zehnstufigen Drehschalter. Unter dem Drehschalter ist ein Wahlschalter für die Polarität der an den Spannungsteiler zu legenden Spannung.

An der Rückseite des Einschubes befindet sich ein Magazin mit vier Funktionsplätzen zur Aufnahme von Steckeinheiten für spezielle Funktionen. Die Kartenplätze des Magazins sind mit den entsprechend bezeichneten Buchsen des Programmierfeldes verbunden.

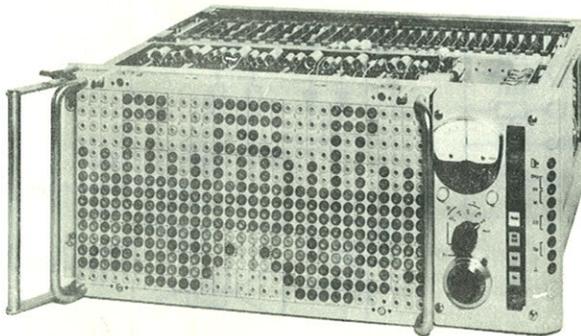


Bild 12 Unterer Einschub

#### Unterer Einschub

Im unteren Einschub sind sämtliche für die Rechenfunktion erforderlichen Netzwerke und Bedienungseinrichtungen enthalten.

Ferner sind dort 4 Multipliziernetzwerke mit den zugehörigen 4 Umkehrverstärkern sowie 2 Komparatoren einschließlich Relais untergebracht.

Auf der Frontplatte des Einschubes befindet sich das Programmierfeld und die Aufnahmevorrichtung für weitere auswechselbare Programmierfelder. Eine Hebelvorrichtung gewährleistet müheloses Auswechseln.

Rechts im Einschub ist das Bediengerät. Seine Frontplatte trägt neben dem aus einem neunteiligen Tastenaggregat bestehenden Betriebsarten-Wahlschalter das Anzeigeelement der Kompensationsmeßeinrichtung und unter diesem einen Drehschalter und ein Präzisionspotentiometer zum Einstellen der Rechen- und Pausenzeiten. 2 Lämpchen dienen zur Anzeige der jeweiligen Polarität der Meßspannung. Der rechte abgechrägte Rand des Bediengerätes bildet mit einer neunteiligen Buchsenreihe ein Anschlußfeld für Externgeräte.

### 1.4.2. Rechenelemente

#### 1.4.2.1. Rechenverstärker

Die Rechenverstärker dienen zur Durchführung der linearen Rechenoperationen

Addition  
Integration  
und Vorzeichenumkehr

Es sind stark gegengekoppelte Gleichspannungsverstärker, deren Schleifenverstärkung so groß ist, daß die Übertragungsfunktion allgemein durch die passiven Gegenkopplungselemente bestimmt wird.

Die für den Gleichspannungsverstärker notwendige Nullpunkt Konstanz wird mit Hilfe eines driffreien Wechselspannungsverstärkers erreicht. Der am Eingang des Hauptverstärkers V (Gleichspannungsverstärker) auftretende Nullpunktfehler wird durch den Hilfsverstärker A (Wechselspannungsverstärker) verstärkt, und mit der verstärkten Spannung wird der Hauptverstärker so geregelt, daß sein ursprünglicher Nullpunktfehler sich vermindert.

Um den Nullpunktfehler, der sich durch eine sehr niederfrequente Gleichspannungsschwankung darstellt, durch den Wechselspannungsverstärker verstärken zu können, wird die Fehlerspannung vor der Verstärkung auf eine Trägerfrequenz von 400 Hz moduliert und nach der Verstärkung durch einen Phasengleichrichter wieder demoduliert.

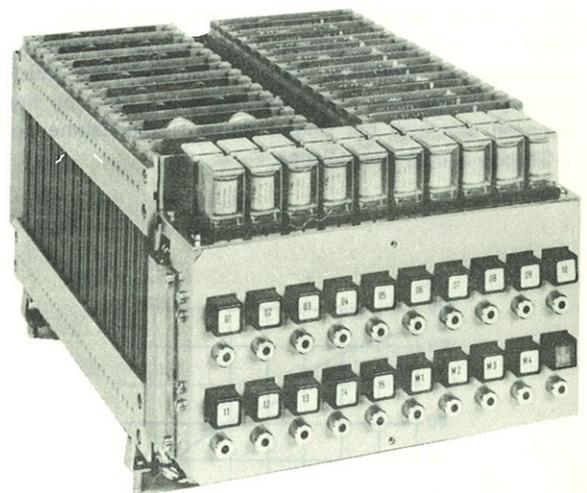


Bild 13 Montageeinheit Rechenverstärker

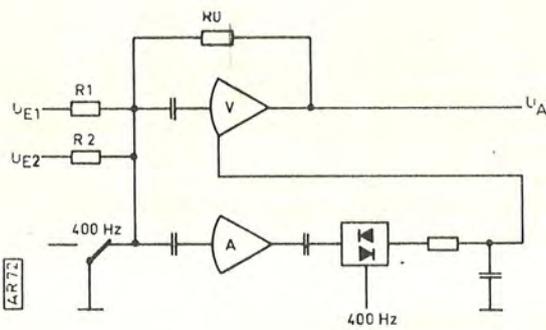


Bild 14 Prinzipschaltbild eines Rechenverstärkers

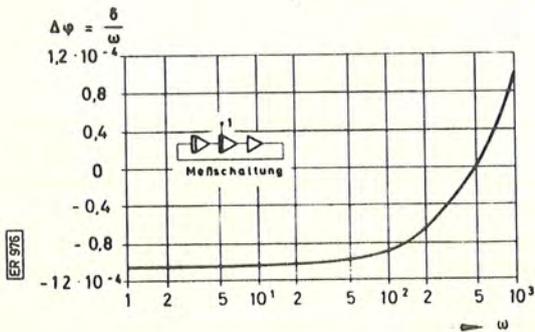


Bild 15 Phasengang nach Kreisprobe

Das beschriebene Verfahren hat den Vorteil, daß die Verstärkung für tiefe Frequenzen gleich dem Produkt  $A \cdot V$  ist. Der Fehler der Rechenkomponenten der Rechenverstärker ist kleiner als  $5 \times 10^{-4}$  in Bezug auf die Rechenkondensatoren und kleiner als  $2 \times 10^{-4}$  in Bezug auf die Rechenwiderstände. In den Bildern 13, 14 und 15 ist der Phasen- und Frequenzgang eines Verstärkers angegeben. Der durch die endliche Verstärkung bedingte Rechenfehler bleibt bis zu einer Frequenz von 30 Hz kleiner als 0,01 % und liegt bei über 100 Hz noch unter 0,1 %. Diese günstigen Werte werden durch eine Kompensation mit Hilfe eines T-Gliedes in der Rückführung erzielt. Die Verschlechterung bei höheren Frequenzen läßt sich bei Bedarf durch Herausnahme des T-Gliedes wieder ausgleichen.

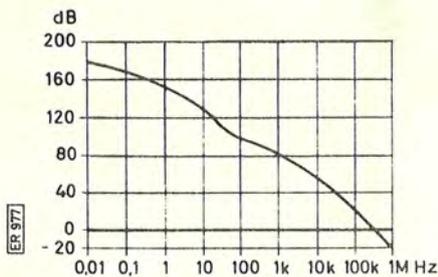


Bild 16 Frequenzgang eines unbeschalteten Verstärkers

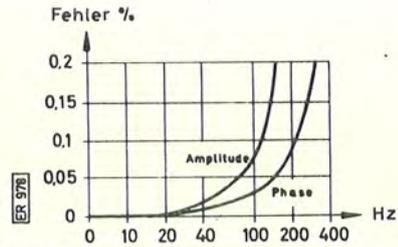


Bild 17 Amplituden- und Phasenfehler der Rechenverstärker in Abhängigkeit von der Frequenz

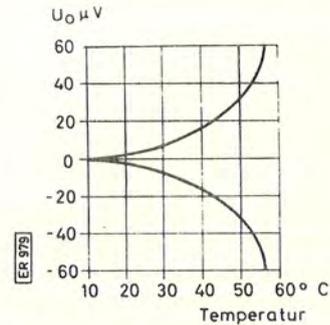


Bild 18 Summenpunktdrift eines Verstärkers als Funktion der Temperatur

In Bild 18 ist die Abhängigkeit der Drift von der Temperatur dargestellt. Die Drift bleibt bei Umgebungstemperaturen bis zu  $+ 35^{\circ}$  unter  $10 \mu V$ .

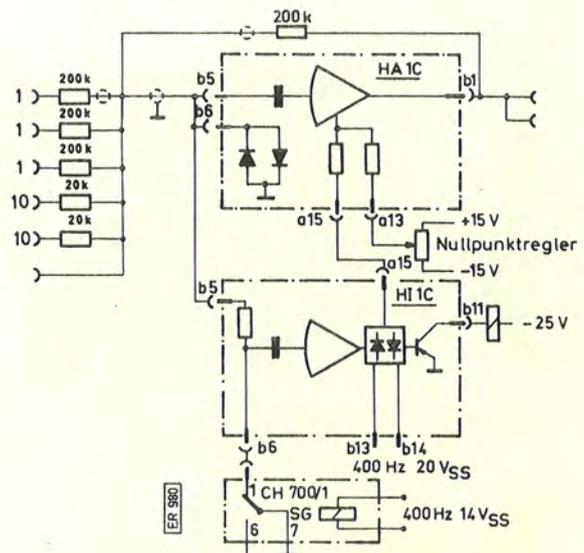


Bild 19 Zusammenschaltung eines Rechenverstärkers

Im Gerät sind die Haupt- und Hilfsverstärker jedes Rechenverstärkers auf gesonderten Steckeinheiten aufgebaut. Die Zusammenschaltung ist aus Bild 19 ersichtlich.

Zur Modulation der Nullpunkt-Fehlerspannung auf die Trägerfrequenz 400 Hz dienen mechanische Chopper. In der verwendeten Ausführung hat jeder Chopper zwei Kontakte, so daß jeweils ein Chopper für zwei Rechenverstärker verwendet werden kann.

Bis zu 15 Rechenverstärker, also je 15 Haupt- und 15 Hilfsverstärker sowie 8 Chopper sind in der Montageeinheit Rechenverstärker des oberen Einschubes untergebracht. 4 weitere Rechenverstärker befinden sich mit den 2 zugehörigen Chopperrn im mittleren Einschub, wo sie zum Summieren der Strecken der Funktionsgeber dienen, oder als Umkehrverstärker verfügbar sind. Im unteren Einschub sind ebenfalls 4 komplette Rechenverstärker untergebracht, die bei Bedarf mit Hilfe eines Kurzschlußsteckers am Programmierfeld den Multipliziernetzwerken nachgeschaltet werden können, oder frei als Umkehrverstärker bzw. als sogenannte kleine Summierer verfügbar sind.

Der Begriff kleine Summierer kennzeichnet, daß diesen Verstärkern im Gegensatz zu den Verstärkern 1 bis 15 auf dem Programmierfeld neben dem Summenpunkt nur ein Eingang mit dem Bewertungsfaktor 1 zugeordnet ist. Durch die Beschaltung des Summenpunktes mit entsprechenden Widerständen lassen sich weitere Eingänge schaffen. Da der Rückführwiderstand einen Wert von 20 k $\Omega$  hat, muß der Wert der Widerstände für zusätzliche Eingänge mit dem Bewertungsfaktor 1 ebenfalls jeweils 20 k $\Omega$  betragen.

### Offene Verstärker

Unter einem offenen Verstärker versteht man einen Rechenverstärker ohne Rückführung. Man erhält ihn durch Auftrennen der Verbindungen zwischen den Anschlußbuchsen „R“ und „G“ eines Summierers auf dem Programmierfeld (s. Bild 20) bzw. durch Ersetzen des Vierpolsteckers St 1 in den Integrierern (s. Bild 21) durch eine direkte Verbindung zwischen Eingangsnetzwerk und Verstärkereingang über das mittlere Buchsenpaar. Für bestimmte Rechenschaltungen werden offene Verstärker benötigt, deren Verstärkungsfaktor in der Betriebsart „Pause“ aus Stabilitätsgründen begrenzt sein muß. Für diese Fälle sind die Verstärker 7 und 8 vorgesehen. Bei ihnen wird, während sie sonst wie alle Verstärker offen betrieben werden können, in der Betriebsart „Pause“ über einen Relaiskontakt automatisch der Rückführwiderstand eingeschaltet.

### Summierer

Bild 20 zeigt, wie die Verstärker 3, 4, 7, 8, 9, 12 und 13 durch Einschalten eines Rückführwiderstandes (Schließen der Verbindung über Stecker St am Programmierfeld) zum Summierer werden. Die zu summierenden Spannungen werden einzeln an die Eingänge der Schaltung gelegt. Hinter jedem Eingang befindet sich ein Rechenwiderstand, dessen Größenverhältnis zum Rückführwiderstand den Bewertungsfaktor des Eingangs ergibt. Der Bewertungsfaktor ist gleich dem Verstärkungsfaktor für die angelegte Spannung. Drei Eingänge jedes der obengenannten Verstärker sind für den Bewertungsfaktor 1, zwei Eingänge für den Bewertungsfaktor 10 ausgelegt. Sie sind, wie auch alle übrigen Anschlüsse der Verstärker, an den auf dem Programmierfeld befindlichen Eingangsbuchsen entsprechend beschriftet.

Der im Schaltbild vorhandene Relaiskontakt „ps“ hat während des Rechnens keinen Einfluß auf die Wirkungsweise des Summierers. Er dient der belastungsgerechten Einstellung der Koeffizientenpotentiometer indem er den Verstärkereingang vom Eingangsnetzwerk trennt und das Netzwerk erdet. Außerdem wird eine evtl. Übersteuerung des Verstärkers, die zu einer falschen Potentiometereinstellung führen würde, vermieden.

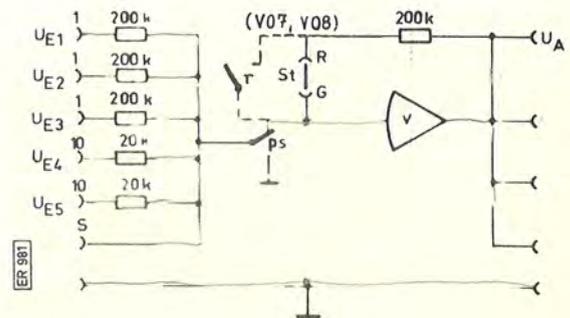


Bild 20 Summierer

### Umkehrverstärker

Jeder Verstärker kehrt die Polarität der an seinen Eingang gelegten Spannung um. Man nennt ihn jedoch nur dann Umkehrverstärker, wenn er speziell für diesen Zweck eingesetzt wird. In dieser Hinsicht stehen also praktisch alle Verstärker des Rechners als Umkehrer zur Verfügung, wobei es jedoch zweckmäßig ist, zuerst immer auf die Verstärker mit nur einem Eingang, d. h. die fallweise freien Verstärker der Funktionsgeber und Multiplizierer zurückzugreifen.

### Integrierer

Beim Integrierer wird der Rückführwiderstand des Summierers durch einen Kondensator ersetzt. Das geschieht bei den umschaltbaren Summierer/Integrierern (Verstärker 1, 2, 5, 6, 10, 11, 14 und 15) durch Umstecken eines Vierpolsteckers am Programmierfeld (St 1) aus der Stellung „ $\Sigma$ “ in die Stellung „ $\int$ “.

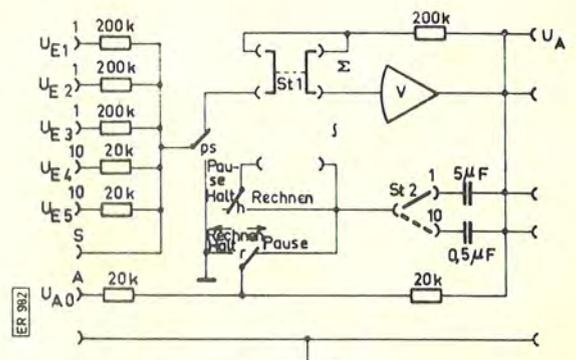


Bild 21 Umschaltbare Summierer/Integrierer

Ein zweiter Stecker (St 2) dient zur Auswahl des Integrierkondensators mit dem gewünschten Integrationsfaktor 1 oder 10.

Aus dem Reziprokwert des Produktes des Bewertungsfaktors und Integrationsfaktor ergibt sich die Integrationszeitkonstante  $\frac{1}{k}$  in s. Es sind also Integrationszeitkonstanten von 1 s, 0,1 s und 0,01 s einstellbar. Der Anfangswert für die Integration wird durch Aufladen des Integrierkondensators auf eine entsprechende Spannung erzeugt. Diese Spannung wird z. B. an einem Koeffizientenpotentiometer abgegriffen und an die Buchse „A“ (Anfangswert) des Summierer/Integrierers gelegt. Der Relaiskontakt ps wird wie im Falle des Summierer ausschließlich beim Einstellen der Koeffizientenpotentiometer betätigt. Die Kontakte h und r dienen dagegen zum Festlegen des Integrationsbeginns und -endes sowie zum Anhalten während des Integrierens. Im letzteren Falle wirkt der Integrierer als Speicher, da die Ausgangsspannung bis zum Weiterrechnen stehen bleibt. Die Kontakte sind in Pausenstellung gezeichnet. Während der Pause lädt sich der Integrierkondensator auf den negativen Wert der an die Buchse „A“ gelegten Anfangsspannung  $U_{a0}$  auf. Bei Rechenbeginn legen die Kontakte h und r um und der Integrationsvorgang beginnt. Bei „Halt“ geht nur der Kontakt h in die gezeichnete Stellung zurück und bleibt in derselben bis zum Weiterrechnen.

Die Integrierer 01/02, 05/06 und 10/11 lassen sich paarweise über am Programmierfeld zugängliche Anschlüsse der R- und H-Relais durch Anlegen von Relaiserde ansteuern. Dadurch ist es möglich, diese auch unabhängig vom Repetiertakt des eingebauten Zeitgebers, z. B. in Abhängigkeit von Komparatorschaltzuständen oder einer externen Logik (Digitales Experimentiergerät DEX 100) zu steuern bzw. spezielle Haltekreise, wie

sie zur Datenspeicherung in Iterationszyklen benötigt werden, zu programmieren.

Für den Betrieb mit dem normalen Repetiertakt müssen am Programmierfeld die Verbindung H-h und R-r durch Kurzschlußstecker hergestellt werden.

Die R- und H-Relais (bzw. U- und V-Relais) der Integrierer 14/15 sind intern mit den r- und h-Steuerleitungen des Zeitgebers verbunden.

#### Zeitgeber

Der Verstärker 15 findet außer als normaler Summierer/Integrierer auch als Bestandteil des in den Rechner eingebauten Zeitgebers Verwendung. Dort wird aus der Dauer des Anstiegs seiner Ausgangsspannung von  $-10\text{ V}$  auf  $+10\text{ V}$  die Rechenzeit abgeleitet. Die hierfür erforderliche Schaltung wird mit Hilfe des Drehschalters S 10 des Bediengerätes und einer Relaiskombination automatisch hergestellt.

Dadurch liegt am Verstärkereingang das Eichpotentiometer R 28 (Zehngangpotentiometer am Bediengerät), dessen Einstellung zusammen mit dem durch den Drehschalter gewählten Integrierkondensator die Anstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung und damit die Rechenzeit bestimmt. Am Ausgang des Verstärkers liegt ein spezieller Komparator (Schmitt-Trigger), der beim Überschreiten von  $+10\text{ V}$  schaltet und dabei alle Relais steuert, welche die Umschaltung auf Pause und eventuell den Wiederbeginn des Rechnens bewirken. Während des Gebrauchs des Zeitgebers ist der Verstärker 15 für andere Zwecke nicht verfügbar. Das gilt jedoch nicht für parallel geschaltete Nebenrechner, da deren Rechenzeitsteuerung vom Hauptrechner erfolgt.

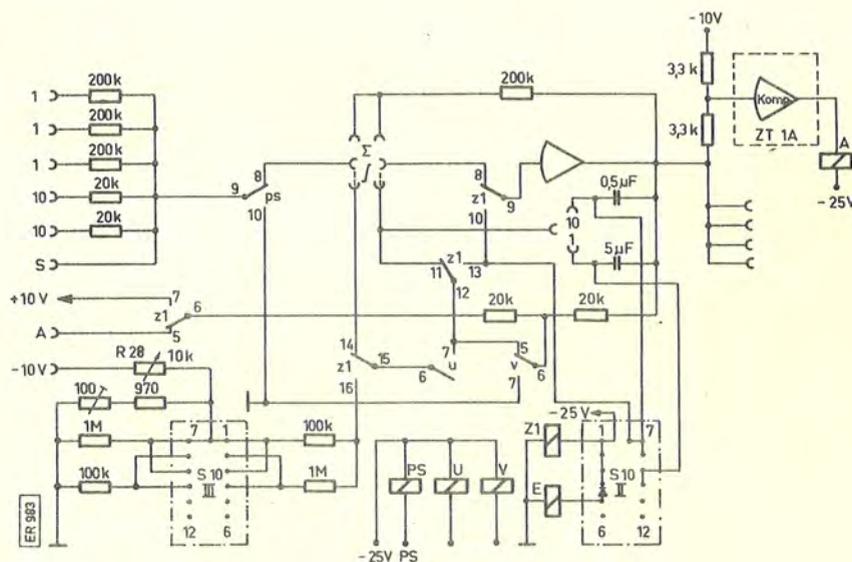


Bild 22 Der Verstärker 15 als Bestandteil des Zeitgebers

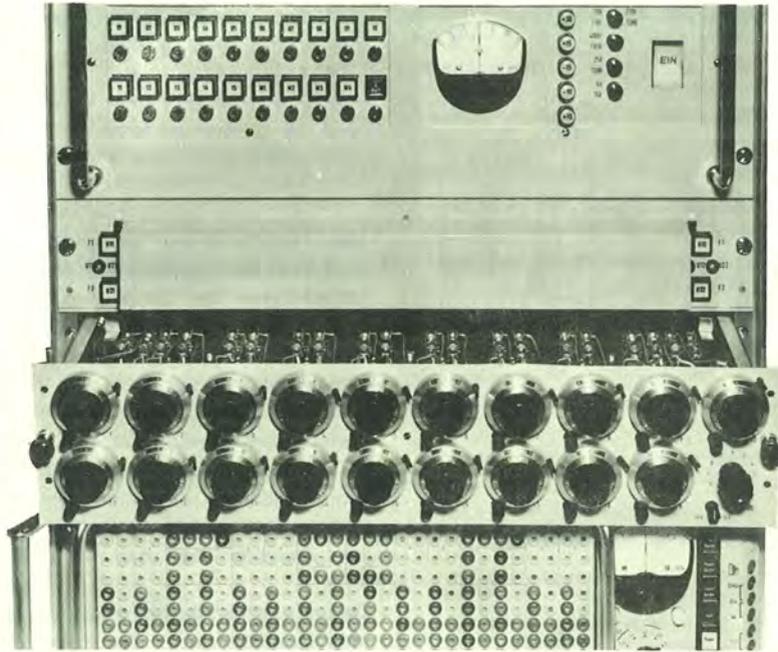


Bild 23 Potentiometereinschub  
(Der Einschub ist zum Auswechseln einer Sicherung herausgezogen)

#### Übersteuerungsanzeige

Jedem Verstärker ist ein Übersteuerungsrelais zugeordnet, das eine mit der Verstärkernummer beschriftete Übersteuerungslampe einschaltet, sobald der Verstärker übersteuert oder überlastet wird. Außerdem ist mit Hilfe der Übersteuerungsrelais das automatische Anhalten aller Rechenvorgänge im Augenblick der Übersteuerung möglich. Die Einrichtung kann durch Betätigen der Taste „Ü-Halt“ (am oberen Einschub) je nach Bedarf wirksam oder unwirksam gemacht werden.

Die Übersteuerungslampen sind am oberen und am mittleren Einschub jeweils zusammen mit den Potentiometern für den Nullabgleich der Rechenverstärker angebracht. Alle übrigen zu den Rechenverstärkern gehörenden Relais, Rechenwiderstände und Integrierkondensatoren befinden sich im unteren Einschub. Die Ein- und Ausgänge aller Verstärker sind auf das Programmierfeld geführt.

#### 1.4.2.2. Koeffizientenpotentiometer

Die Koeffizientenpotentiometer sind im mittleren Einschub im Potentiometerfeld zusammengefaßt. Von den 19 Potentiometern sind die Potentiometer 5, 10, 11 und 16 erdfrei ausgeführt, so daß sie auch als Vorwiderstände verwendet werden können.

Jedes Potentiometer ist ein drahtgewickelter, zehngängiger Präzisionspotentiometer mit einem Widerstand von 10 k $\Omega$  bei einem Linearitätsfehler von  $< 0,5\%$  und einem Auflösungsvermögen von  $< 0,01\%$  bezogen auf 2 E.

Zur genauen Potentiometereinstellung ist jedem Potentiometer eine Drucktaste zugeordnet, durch die es mit seinem Eingang an die Maschineneinheit  $-10\text{ V}$  und mit seinen Schleifer an die Kompensationsmeßeinrichtung gelegt werden kann. Jedem Schleifer ist eine Feinsicherung (10 mA, flink) vorgeschaltet.

Neben den 19 stufenlosen Potentiometern befindet sich mit Adresse 20 ein zehnstufiger Spannungsteiler mit Drehschalter auf dem Potentiometerfeld. Die Verwendung dieses Spannungsteilers als Einstellhilfe für die Funktionsgeber ist besonders vorteilhaft, da sich an ihm die Knickspannungen der einzelnen Diodenstrecken unmittelbar vorwählen lassen. Der Eingang des Spannungsteilers kann über den Umschalter S 21 (unterhalb des Drehschalters) wahlweise an die neutrale Eingangsbuchse oder an die positive oder negative Maschineneinheit (10 V) gelegt werden. In der Nullstellung von S 21 ist der Spannungsteiler zur Koeffizienteneinstellung verwendbar. (Nur bei 1ner-Eingang).

#### 1.4.2.3. Parabelmultiplizierer

Die vier Parabeläste des Multiplizierers werden durch Sekantenapproximation gebildet. Für jeden Parabelast werden zehn Diodenstrecken verwendet. Gegenüber einer idealen Parabel  $y = x^2$  gilt für die approximierende Parabel  $y_1 + F = x^2$  darauf folgt für den Fehler  $F = y - y_1$  wobei  $F = F(y)$  ist.

Bild 22 zeigt den gemessenen Approximationsfehler eines Parabelastes, wobei  $x$  die Eingangsspannung im Bereich  $0 \leq x \leq E$  und  $y$  die Ausgangsspannung im

Bereich  $-E \leq y \leq +E$  darstellt. ( $E = \text{Maschineneinheit} = 1 = 10\text{V}$ ). Bezogen auf den gesamten Arbeitsbereich des Analogrechners von  $-E \leq 0 \leq +E$  ist der Produktfehler für die Multiplizierer demnach  $< 0,1\%$ .

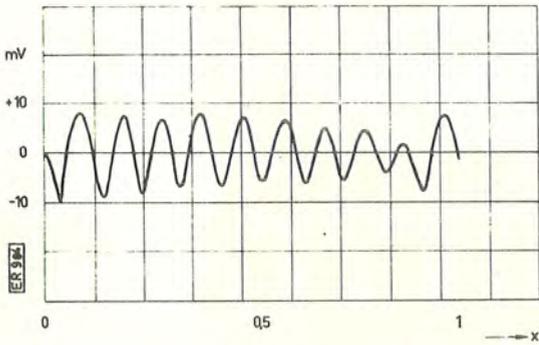


Bild 24 Gemessener Fehler eines Parabelastes

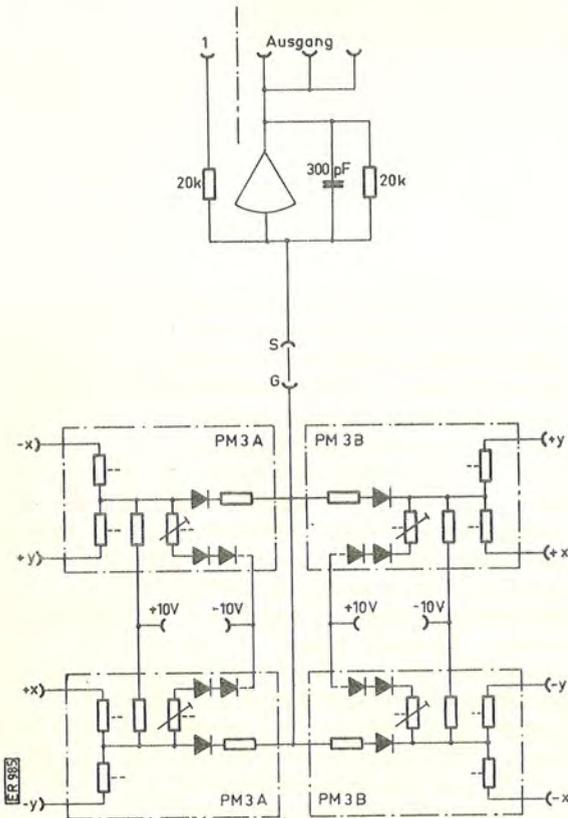


Bild 25 Schaltung eines Parabelmultiplizierers

Die vier Multiplizierer, die der Rechner in seiner Standardbestückung enthält, befinden sich zusammen mit den Verstärkern M1... M4, die zur Verwendung als Folgeverstärker der Multiplizierernetzwerke vorgesehen sind, im unteren Einschub. Die Multiplizierernetzwerke sind auf vier Steckeinheiten aufgebaut. Die Folgeverstärker stehen bei Nichtgebrauch der Multiplizierer wahlweise als sogenannte kleine Summierer oder Umkehrer (s. 2.3.2.2.) zur Verfügung.

#### 1.4.2.4. Variable Funktionsgeber

Mit dem Funktionsgeber lassen sich stetige Funktionen  $y = f(x)$  ( $-E \leq f(x) \leq +E$ ) einer zeitabhängigen Eingangsgröße  $x$  ( $-E \leq x \leq +E$ ) variabel einstellbar erzeugen. Die Funktion wird durch einen Polygonzug aus 20 Geradenstrecken im gesamten Rechenbereich von  $-10\text{V}$  bis  $+10\text{V}$  approximiert.

Der Funktionsgeber besteht aus einem Diodennetzwerk und zwei nachgeschalteten Rechenverstärkern. Die Vorspannungen von 20 Dioden sind so gewählt, daß die Einsatzpunkte der Kennlinien-Steigungen in festen Abständen von jeweils 1 Volt liegen. Die Abszissenwerte des Polygonzuges sind also äquidistant. Die Steigungen der aneinandergereihten Kennlinien lassen sich zwischen positiven und negativen Werten (max. etwa  $\pm 4\text{ V/V}$ ) einzeln an je einem, insgesamt also an 20 Potentiometern einstellen. Ein weiteres Potentiometer ("O") gestattet die Ordinatenverschiebung der gesamten Funktion über den Arbeitsbereich  $-E \leq U_a \leq +E$ .

Jeder Rechner enthält zwei der vorstehend beschriebenen Funktionsgeber. Die ihnen zugeordneten Folgeverstärker haben die Adressen U1 und U2 bzw. U3 und U4. Bei Nichtgebrauch der Funktionsgeber stehen die Folgeverstärker als Umkehrverstärker zur Verfügung.

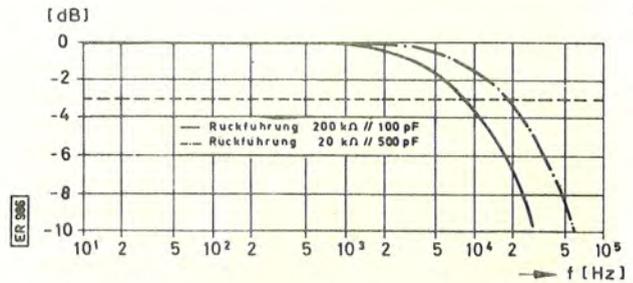


Bild 26 Frequenzgang eines Parabelmultiplizierers bei verschiedener Beschaltung

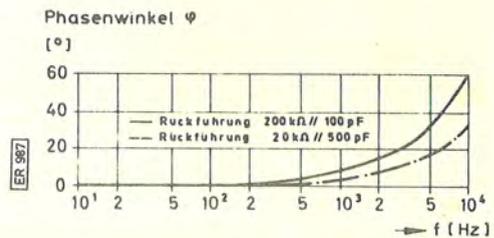


Bild 27 Phasenverlauf eines Parabelmultiplizierers bei verschiedener Beschaltung

#### 1.4.2.5. Funktionsplätze

Aus der nachstehenden Tabelle sind die Eigenschaften von Steckeinheiten bzw. Steckeinheitensätzen zu ersehen, die zum Aufbau zusätzlicher Rechenelemente in beliebigen Kombinationen auf 4 Funktionsplätzen eingesetzt werden können, die von der Geräterückseite her zugänglich sind.

Die gleichen Steckeinheitensätze lassen sich auch auf den Magazinplätzen der vier Standard-Parabelmultiplizierer im unteren Einschub einsetzen.

Die Wirkungsweise der Funktionsnetzwerke entspricht im Prinzip der des fest eingebauten Funktionsgebers, d. h. die jeweilige Funktion wird mit Hilfe eines Diodennetzwerkes durch eine Polygonzug approximiert.

In Tabelle 4 sind in der ersten Spalte die Bezeichnungen der Netzwerke und daneben die Übertragungsfunktionen aufgeführt. Die Spalten 3 und 4 geben den Typ und die Anzahl der Steckeinheiten an, die zum Aufbau der jeweiligen Funktion erforderlich sind. Die Angabe der Anzahl der Steckeinheiten durch eine gebrochene Zahl bedeutet, daß das betreffende Netzwerk auf einer einzigen Karte mehrfach vorkommt.

Die fünfte Spalte gibt Hinweise für die Genauigkeit der verschiedenen Funktionsgeber, da sie Angaben über die Anzahl der Strecken je Polygonzug enthält.

Aus der Anzahl der für eine Funktion erforderlichen Steckeinheiten läßt sich nicht in jedem Fall auf die noch für andere Zwecke verfügbaren Funktionsplätze schließen. Diesbezügliche Angaben sind in Tabelle 5 im Abschnitt 2.3.2.5. enthalten.

Tabelle 6 enthält die entsprechenden Angaben über spezielle Netzwerk-Steckeinheiten, mit denen variable Funktionsgeber aufgebaut werden können. An diesen Steckeinheiten gestatten Trimmerpotentiometer sowohl die beliebige Verschiebung einer bestimmten Anzahl von Knickpunkten des jeweiligen Polygonzuges in einem Bereich von 0 Volt bis zur vollen Maschineneinheit als auch die Einstellung der Steigung der einzelnen Strecken. Bei den Typen VAR 111 bis VAR 141 ist zusätzlich eine Ordinatenverschiebung der Funktionskurve zwischen +10 V und -10 V möglich, während der erste Knickpunkt festliegt. Bei den Typen VAR 211 bis VAR 241 läßt sich dafür auch der erste Knickpunkt zwischen 0 V und +10 V oder -10 V auf der Abzissenachse verschieben.

Die graphischen Darstellungen in der letzten Zeile der Tabelle 7 verdeutlichen die spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Steckeinheiten besonders übersichtlich. Sie geben mit Hilfe der vollen und gestrichelten Pfeile zugleich mit der Anstiegsrichtung der Strecken auch die Verschiebbarkeit des ersten Knickpunktes an, d. h. die Möglichkeit der Ordinatenverschiebung der Funktionskurve bzw. der Verschiebung des ersten Knickpunktes auf der Abzissenachse. Wie ersichtlich, ist jeder Steckeinheitentyp nur für eine Polarität der Eingangsspannung und eine Richtung des Anstieges der Funktionskurve vorgesehen. Ferner erfordert jede Umkehr der Krümmung der Kurve den Einsatz einer neuen Steckeinheit. Die Darstellung einer bestimmten Funktion verlangt daher in den meisten Fällen eine Kombination mehrerer Steckeinheiten.

#### 1.4.2.6. Komparatoren

Komparatoren ermöglichen die Umschaltung von Analog-Rechenspannungen in Abhängigkeit von einem Amplitudenvergleich zweier Eingangsgrößen  $y_1$  und  $y_2$ . Es steht damit ein Element zur Darstellung einfacher logischer Entscheidungen zur Verfügung.

Im Tischanalogrechner RA 741 sind 2 komplette Komparatoren enthalten, die aus je einem Komparator-Verstärker mit 2 Eingängen und nachgeschaltetem empfindlichen Komparator-Relais bestehen. Die Eingänge der Komparator-Verstärker und die Umschaltkontakte der beiden Relais sind am Programmierfeld zugänglich.

#### 1.4.2.7. Freie Dioden

Zur Erzeugung spezieller Funktionen enthält der Rechner vier freie Dioden. Polung und Schaltung sind aus der Programmierfeldbeschriftung ersichtlich. Die Anschlüsse sind dort so angeordnet, daß sie in der Nähe von freien Potentiometern und Verstärkern liegen, mit denen zusammen sie meist betrieben werden. Die speziellen Funktionen, die erzeugt werden können, sind z. B. Begrenzungsfunktionen, Hysteresis, Getriebelose, Treppenfunktionen, Tote Zonen und Betragsbildungen.

#### 1.4.3. Aufteilung des Programmierfeldes

Am Programmierfeld sind die Anschlüsse der Rechenelemente sowie die zur Steuerung dienenden Buchsen in abgegrenzten Feldern ihrer Zugehörigkeit nach gekennzeichnet. Generell sind alle Eingänge von grüner Farbe und alle Ausgänge orange. Weiße Buchsen sind immer Stützstellen oder Kondensatorparallelschaltbuchsen. Zum Steuern der Rechnerfunktionen dienen dagegen die violetten Buchsen. Diodenanschlüsse haben gelbe Farbe, während die Referenzspannung an blauen und roten Buchsen liegt. Schwarze Buchsen liegen an Masse, wobei der Unterschied zwischen Verstärkererde und Relaiserde durch eine Schraffur um die Buchsen der Relaiserde gekennzeichnet ist.

#### Rechenverstärker

Die Anschlüsse der Verstärker mit der Adresse 01 bis 15 sind auf die entsprechend nummerierten abgegrenzten Felder geführt. Die Verstärker 01, 02, 05, 06, 10, 11, 14 und 15 sind umschaltbare Summierer/Integrierer, die übrigen Summierer. Die Anschlüsse der Multiplizierer-Folgeverstärker M1 bis M4, also der sogenannten kleinen Summierer, sind dem Feld des jeweiligen Multiplizierers benachbart. Die Anschlüsse der vier als Umkehrer verwendbaren Verstärker der Funktionsgeber F1 und F2 sind, nach einer speziellen Umschaltung, mit den Funktionsgeber-Ein- und Ausgängen identisch.

Die interne Beschaltung des Buchsenfeldes eines Summierers ist aus Bild 27 ersichtlich und die eines umschaltbaren Summierer Integrierers aus Bild 28.9

Der Summierer hat drei Eingänge mit der Bewertung 1 und zwei Eingänge mit der Bewertung 10. Dem Summenpunkt S und dem Gitterpunkt G sind gesonderte Buchsen zugeordnet. Letztere ist der Buchse R benachbart, damit durch eine möglichst kurze Verbindung, d. h. durch einen Kurzschlußbügel die Rückführung ein-

geschaltet werden kann. Läßt man diese Verbindung entfallen, so erhält man offene Verstärker. Bei den Verstärkern 07 und 08 wird die Rückführung während der Rechenpausen durch das Relais R geschlossen, um bei gewissen Schaltungen mit offenen Verstärkern Übersteuerungen zu vermeiden. Der Relaiskontakt ps trennt beim Potentiometereinstellen den Verstärker von seinen Eingängen und legt die Eingänge an Erde. Als Verstärkerausgang dienen vier parallelgeschaltete Buchsen.

Die Felder der umschaltbaren Summierer/Integrierer unterscheiden sich von denen der nicht umschaltbaren Summierer durch acht zusätzliche Buchsen. Sechs davon dienen zur Umschaltung des Verstärkers durch einen vierpoligen Stecker. Befindet sich dieser Stecker in den oberen vier Buchsen, so ist ein Rückführwiderstand eingeschaltet und der Verstärker arbeitet als Summierer. Verbindet der Stecker das zweite mit dem dritten Buchsenpaar, so ist damit die Einschaltung der Integrierkondensatoren vorbereitet, die durch Verbindung des Buchsenpaares "1" bzw. "10" mit einem Kurzschlußstecker ausgewählt werden können. Stecken der Verbindung "10" hat eine um den Faktor 10 verkürzte Integrationszeit zur Folge. Die Buchse "A" dient der Anfangswerteingabe. Alle übrigen Buchsen haben dieselbe Aufgabe wie bei den Summierern.

Bei eingeschaltetem Zeitgeber kann dem Ausgang des Verstärkers 15 eine zeitproportionale Spannung für die Ausgabegeräte entnommen werden, z. B. für die Zeitablenkung eines Oszillographen oder Schreibers.

Die Verstärker M1 bis M4 haben eine Summenpunkt-buchse S sowie eine Eingangsbuchse 1 und drei parallel geschaltete Ausgangsbuchsen.

Die vier Funktionsgeberverstärker U11 und U12 bzw. U21 und U22 haben jeweils eine Eingangsbuchse 1 und zwei parallel geschaltete Ausgangsbuchsen.

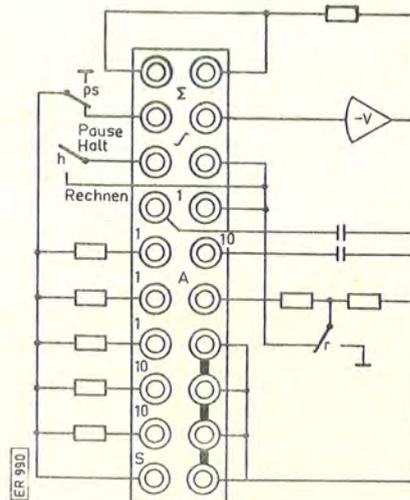


Bild 29 Beschriftung des Buchsenfeldes eines Summierer/Integrierers

#### Parabelmultiplizierer

Die Buchsenfelder der Multiplizierer befinden sich über den Feldern der Verstärker 7 bis 9 sowie unter den Feldern der Verstärker 3 und 13. Die Eingänge sind entsprechend der notwendigen Beschriftung mit "+x", "-x", "+y" und "-y" beschriftet. Zur Nachschaltung des zugeordneten Verstärkers durch einen Kurzschlußstecker dient die der Buchse "S" des Verstärkers unmittelbar benachbarten Buchse "G" des Multiplizierers. Die den Multipliziernetzwerken nachgeschalteten Folgeverstärker gestatten über ihren Eingang 1 die zusätzliche Addition einer Größe bei der Multiplikation.

#### Variable Funktionsgeber

Die Buchsenfelder der beiden variablen Funktionsgeber F1 und F2 befinden sich in den beiden oberen Buchsenreihen des Programmierfeldes. Die Benutzung der Funktionsgeber setzt eine Steckverbindung der neben ihren Feldern liegenden violetten Buchse mit der darunter liegenden schwarzen Buchse im schraffierten Feld voraus.

Die Ein- und Ausgänge der Funktionsgeber F1 und F2 liegen jeweils nur in der oberen Buchsenreihe des Funktionsgeberfeldes. Die untere Buchsenreihe (ein Eingang, zwei parallele Ausgänge) ist lediglich bei Öffnen der Steckverbindung (s. o.) für den dann freiwerdenden Umkehrverstärker vorgesehen.

#### Funktionsplätze

Die Ein- und Ausgänge für spezielle Funktionen sind unter den Buchsenfeldern der Funktionsgeber angeordnet. Die je nach Art der eingesteckten Funktion erforderlichen Verbindungen auf dem Programmierfeld sind im Abschnitt 2.3.2.5. angegeben.

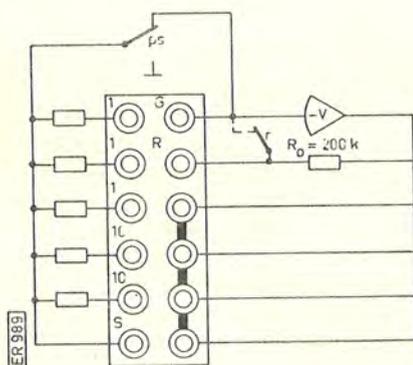


Bild 28 Beschriftung des Buchsenfeldes eines Summierers

Tabelle 3 Steckeinheiten mit festen Funktionen

Bezeichnung des Netzwerkes	Übertragungsfunktion	zugehörige Steckeinheit		Anzahl der Strecken pro Steckeinheit
		Typ	Anz.	
Parabelmultiplizierer SPM 134	x.y	PM3A	2	10
		PM3B	2	10
Parabelmultiplizierer SPM 142	x.y	PM4A	1	2 x 6
		PM4B	1	2 x 6
Quadrierer SQF 112	+x <sup>2</sup>	PM3B	2	10
Quadrierer SQF 122	-x <sup>2</sup>	PM3A	2	10
Winkelfunktion SSF 112	$\sin \frac{\pi}{2} x$	SIN1A	1	10
		SIN1B	1	10
Winkelfunktion SSF 122	$\sin \pi x$	SIN2A	1	10
		SIN2B	1	10
Winkelfunktion SCF 112	$\cos \frac{\pi}{2} x$	COS1A	1	10
		COS1B	1	10
Winkelfunktion SCF 122	$\cos \pi x$	COS2A	1	10
		COS2B	1	10
Bogenfunktion SAF 112	$\frac{2}{\pi} \arcsin x$	ARC1A	1	7
		ARC1B	1	7
Logarithmische Funktion ALF 111	+ 1/2 log 100x und - 1/2 log 100x	LOG1A	1/2	2 x 5
Speichernetzwerk ASN 741	$-\frac{x_1 + x_2}{1 + p T}$	SN1A	1/2	-
Komparatorschalter elektronisch AKE 741		A-KS6	1/2	-
Komparatorschalter elektromechanisch AKM 741		A-KS5	1/2	-



Funktion	Betriebszustand			Integrierer			Speicher		
	r	h	p	Funktion	R	H	Funktion	R	H
Pause				Anfangswert			Anfangswert		
Rechnen	///	///	///	Integrieren	///	///	Wertübernahme	///	///
Holt	///		///	Speichern	///		Wertübernahme	///	///
Repetierpause			///	Anfangswert			Speichern	///	///

Tabelle 4 Funktion der Steuerleitungen r, h und p sowie der Integriererrelais R und H bei verschiedenen Betriebszuständen

Die Buchse It ermöglicht einen iterativen Rechenablauf bei Parallelschaltung zweier Rechner. An It liegt jeweils in der Repetierpause die Gerätemasse. Wird die Buchse It mit der Buchse R des zweiten Rechners verbunden, so geht dieser bei Eintritt der Rechenpause in den Zustand "Einmal Rechnen". Dem Start ist eine kurze Haltphase vorgelagert, so daß der zweite Rechner vor Beginn des Rechenvorganges die Anfangsbedingungen übernehmen kann. Die Rechenzeit entspricht jeweils der Einstellung am eigenen Zeitgeber. Die wechselweise Verbindung zweier Rechner bewirkt einen vollständigen iterierenden Rechenablauf.

#### Parallelschaltbuchsen

In der unteren Buchsenreihe befinden sich links und rechts in zwei Feldern je 6 Buchsen 1 bis 6 und 1' bis 6'. Bei der Parallelschaltung von Rechnern sind je nach Anschluß des Parallelschaltkabels an der Rechner-Rückseite links oder rechts 6 Leitungen auf die entsprechenden Buchsen des zweiten Rechners durchgeschaltet. Es lassen sich damit bis zu 6 Rechengrößen von einem auf das andere Programmierfeld bringen ohne daß äußere Verbindungen notwendig sind. Bei der Parallelschaltung von nur zwei Rechnern ist die Anzahl der Verbindungen auf 12 erweiterbar.

#### Geschaltete Maschineneinheit

Unterhalb der Verstärker 7 und 9 befinden sich je eine rote und blaue Buchse im schraffierten Feld mit der nur in der Stellung „Statisch Prüfen“ aufgeschalteten Maschineneinheit +10 V bzw. -10 V.

#### 1.4.4. Anschlußfeld für Externergeräte

##### Obere Buchse (Fotosymbol)

Über eine Verbindung dieser Buchse mit dem Blitzlichtkontakt eines Fotoapparates kann von diesem aus synchron mit dem Öffnen des Verschlusses ein einmaliger Rechenvorgang ausgelöst werden. Das Photographieren solcher Rechenvorgänge auf einem angeschlossenen Oszillographen wird dadurch erleichtert.

##### Buchse DV

(im Verein mit Masse, unterste Buchse) dient zum Anschluß eines Digitalvoltmeters an den Rechner.

##### Buchse M

ist der Eingang der Kompensationsmeßeinrichtung.

##### Buchse DVp

dient beim Parallelschalten mehrerer Rechner zum Durchschalten der Meßeleitungen auf die Meßeinrichtung des zentralen Rechners. Die Durchschaltung wird durch die Verbindung der Buchsen DVp mit DV an jedem Nebenrechner bewerkstelligt.

##### Buchsen Co

dienen bei der Verwendung eines Oszillographen OMS 700 oder OMS 811 zur Dunkelsteuerung des Kathodenstrahls während der Betriebsart Pause sowie während des Strahlrücklaufs in den Repetierpausen.

##### Buchsen Sp

dienen bei der Verwendung eines XY-Schreibers zum Steuern des Federabhebers beim Rücklauf in den Repetierpausen.

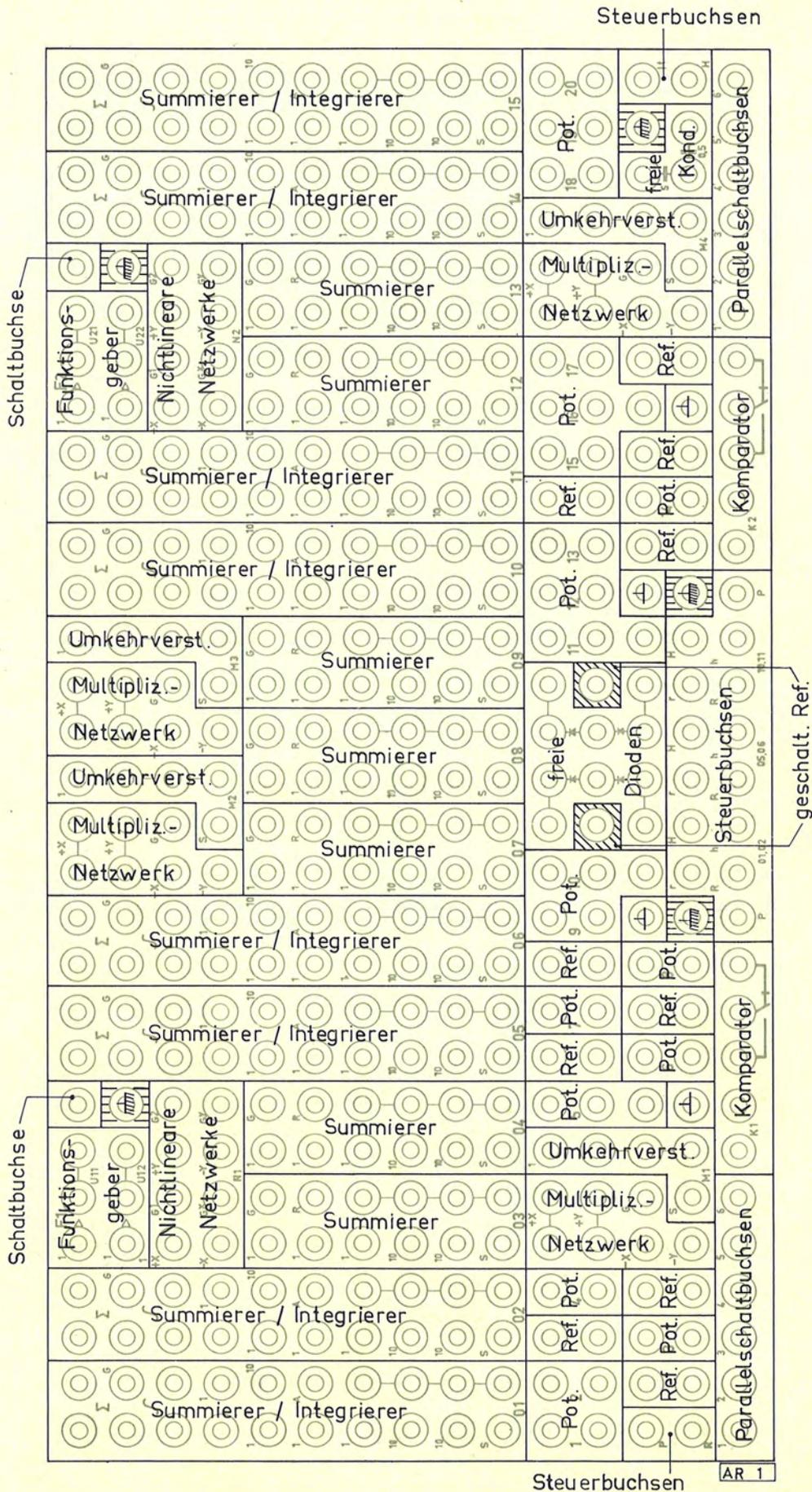


Bild 31 Aufteilung des Buchsenfeldes

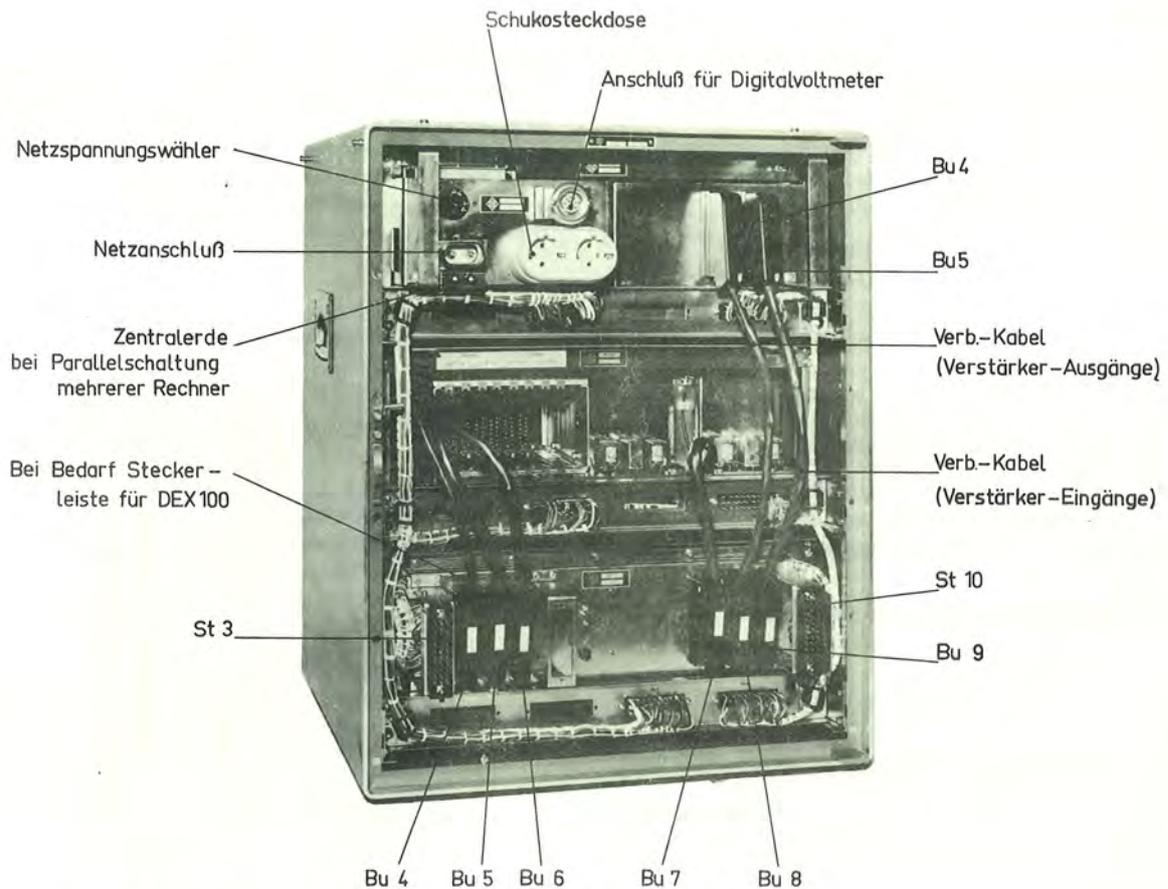


Bild 32 Lage der Anschlußelemente

## 2. BETRIEB

### 2.1. Aufstellen des Gerätes

Das Gerät wird mit eingebauten Einschüben, Montageeinheiten und Steckeinheiten geliefert. Es wird auf einen normalen Tisch oder auf einen lieferbaren fahrbaren Tisch aufgestellt. Vor der ersten Inbetriebnahme sind die zur Transportsicherung dienenden Schaumgumpolster aus dem oberen und mittleren Einschub zu entfernen (Aus- und Einbau der Einschübe s. 4.3.4.).

#### 2.1.1. Netzanschluß

1. Netzspannungswähler auf den Nennwert der Netzspannung einstellen.
2. Eine der Netzspannung entsprechende Sicherung einsetzen:  
Bei 110 und 127 (130) V 1,6 A, bei 220 und 240 V 0,8 A.  
Die Sicherung befindet sich in der Reihe der anderen Sicherungen links neben dem Netzschalter auf der Frontseite und ist entsprechend beschriftet.
3. Gerätestecker (Bild 32) über das Netzanschlußkabel mit dem Netz verbinden.

#### 2.1.2. Anschluß von Ausgabegeräten

Zur Anzeige der Rechenergebnisse können ein Oszillograph, ein Zweikoordinatenschreiber und ein Digitalvoltmeter einzeln oder gleichzeitig angeschlossen werden.

##### Oszillograph

Als spezielle Oszillographen für den Tisch-Analogrechner RA 741 sind die TELEFUNKEN-Gleichspannungsozillographen OMS 811 und OMS 700 vorgesehen.

1. Die beiden violetten Buchsen "Co" rechts am Bediengerät des Rechners dienen zur Dunkelsteuerung bei Strahlrücklauf. Sie sind beim OMS 811 mit den Buchsen "H" und beim OMS 700 mit den Buchsen "Co" zu verbinden.  
Ist die Dunkelsteuerung von Fall zu Fall unerwünscht, so werden diese Verbindungen entfernt und die entsprechenden Buchsen "H" oder "Co" an den Oszillographen kurzgeschlossen. Das geschieht beim OMS 811 mit einem Kurzschlußstecker und beim OMS 700 durch Betätigung des Schalters "Co".
2. Schwarze Buchse (Masse) des Bediengerätes des Rechners mit der Erdungsbuchse des Oszillographen verbinden.
3. Oszillograph an das Netz anschließen.

## Zweikoordinatenschreiber

1. Die schwarze Buchse (Masse) des Bediengerätes des Rechners mit der Erdungsbuchse oder -klemme des Schreibers verbinden.
2. Violette Buchsen "Sp" am Bediengerät des Rechners mit der Einrichtung zum Abheben der Schreibfeder des Schreibers verbinden.
3. Schreiber an das Netz anschließen.

## Digitalvoltmeter

1. Die Meßleitung des Digitalvoltmeters mit den Buchsen "DV" und "⊥" am Bediengerät des Rechners verbinden.
2. Schwarze Buchse (Masse) des Bediengerätes des Rechners mit der Erdungsbuchse des Digitalvoltmeters verbinden.
3. Digitalvoltmeter an das Netz anschließen.

### 2.1.3. Parallelschaltung mehrerer Rechner

1. Messerleiste „Parallelschaltung“ durch Parallelschaltkabel mit Messerleiste „Parallelschaltung“ des jeweils benachbarten Rechners verbinden (St 3 oder St 10, Bild 32).
2. Bei allen Rechnern, mit Ausnahme des Steuerrechners, den Drehschalter auf dem Bediengerät in die Stellung "ext." bringen.
3. Eine von den beiden schwarzen Buchsen (an der Rückseite des Rechners, rechts unter dem Netzanschlußstecker) jeweils mit einer solchen Buchse des Nebenrechners verbinden.  
Damit wird der Zentralerdungspunkt der Rechner durchgeschaltet.

## 2.2. Einschalten

1. Taste „Pause“ am Bediengerät drücken.
2. Taste „Ein“ am Netzgerät drücken.  
Die Lämpchen in den Tasten „Pause“, „Ein“, die Übersteuerungslampen und die Lampen der Sicherungsautomatik in den Tasten "+10" und "-10" V leuchten jetzt auf. Wenn die Übersteuerungslampen wieder erlöschen, ist der Rechner betriebsbereit.

## 2.3. Programmieren

Vor der erstmaligen Inbetriebnahme ist es zweckmäßig, die unter 3. beschriebene Funktionsprüfung durchzuführen.

### 2.3.1. Aufbau der Rechenschaltungen

Üblicherweise wird der Rechner in der Betriebsart „Pause“ programmiert. Die Rechenschaltungen dürfen aber auch während des Betriebes geändert werden. Die Rechenelemente werden am Programmierfeld entsprechend der Aufgabenstellung mit den Rechenschnüren zusammenschaltet (siehe gesonderten Band „Rechenanleitung für Analogrechner“).

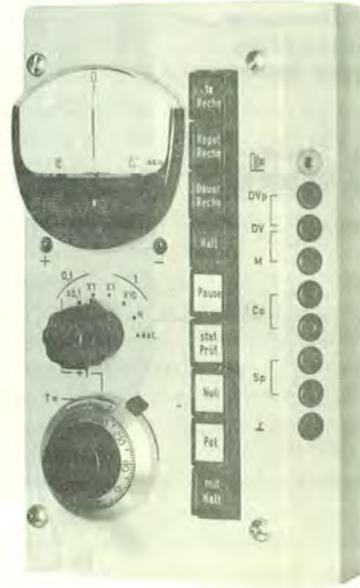


Bild 33 Bediengerät

### 2.3.2. Einstellung der Rechenelemente

#### 2.3.2.1. Rechenverstärker

Die wahlweise als Summierer oder Integrierer verwendbaren Rechenverstärker werden durch Umstecken der vierpoligen Umschaltstecker in die Positionen  $\Sigma$  bzw.  $\int$  (siehe Bild 37) umgeschaltet. Die Wahl der Bewertungsfaktoren „1“ oder „10“ bzw. der Integrationsfaktoren „1“ oder „10“ wird durch Beschaltung der entsprechend bezeichneten Eingänge bzw. durch Umschaltung der Integrierkondensatoren vorgenommen (siehe hierzu 1.4.2.1. Seite 13)

Die normale Steuerung der Integrierer erfolgt über die vom Zeitgeber gesteuerten Leitungen r und h. Die den Integrierern 01/02, 05/06 und 10/11 paarweise zugeordneten Steuerfelder sind hierzu gemäß Bild 35 zu beschalten. Sollten einzelne Integrierergruppen jedoch separat angesteuert werden, sind die R- und H-Relais über die entsprechend bezeichneten Buchsen anhand untenstehender Tabelle zu beschalten. In diesem Zusammenhang haben die Speicher (Beschaltung s. Bild 38) eine besondere Bedeutung, da sie die Möglichkeit geben, Rechenwerte über die Repetierpause zu speichern. Die Werte werden während der Phasen „Rechnen“ und „Halt“ übernommen und in der Repetierpause gespeichert.

Um offene Verstärker zu erhalten, zieht man die zwei-poligen Kurzschlußstecker an den normalerweise zum Summieren vorgesehenen Verstärkern. Dadurch wird die Rückführung aufgetrennt.

Bei den Verstärkern 7 und 8 wird diese Trennstelle während der Betriebsart „Pause“ automatisch durch Relaiskontakte überbrückt, um den Verstärkungsfaktor zu begrenzen.

Es ist ebenfalls möglich, einen Summierer/Integrierer als offenen Verstärker zu betreiben. Zu diesem Zweck ist der vierpolige Umschaltstecker zu entfernen und entsprechend Bild 38 durch einen zwei-poligen Kurzschlußstecker zu ersetzen.

Die Verwendung der Verstärker M1 bis M4 als zusätzliche Umkehrverstärker oder Summierer setzt voraus, daß diese Verstärker nicht für die Multiplizierer benö-

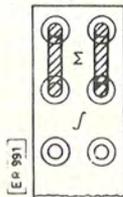


Bild 34 Steckverbindungen eines Summierers/Integrierers als Summierer

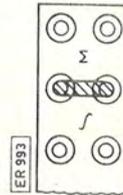


Bild 37 Steckverbindung eines Summierers/Integrierers als offener Verstärker

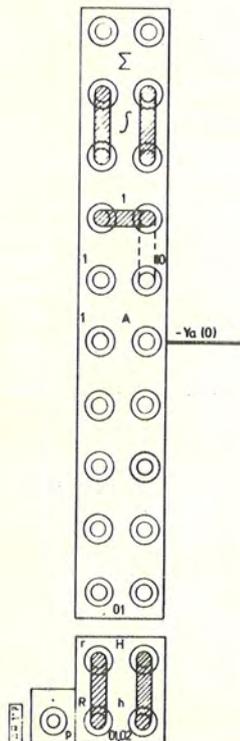


Bild 35 Steckverbindungen eines Integrierers

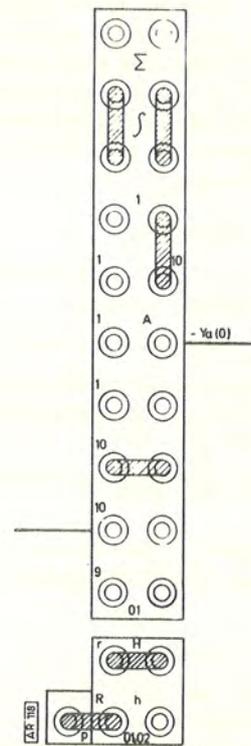


Bild 36 Steckverbindungen eines Speichers

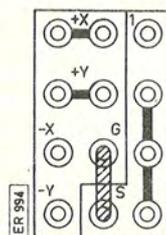


Bild 38 Steckverbindung eines Multiplizierers



Im nachfolgenden wird die Einstellung eines Funktionsgebers mit Hilfe der Kompensationsmesseinrichtung beschrieben. Bei der Einstellung mit einem Digitalvoltmeter entfällt das Einstellen der vorgeschriebenen y-Werte am Präzisionspotentiometer (Eichpotentiometer R 28), es ist vielmehr nur noch das jeweilige „y-Potentiometer“ des Funktionsgebers so lange zu verstellen, bis das Digitalvoltmeter den vorgeschriebenen y-Wert anzeigt.

- .6. Am Präzisionspotentiometer des Bediengerätes den Betrag des Wertes von y für  $x = 0$  einstellen.
- .7. Drücken der Auswahl Taste des einzustellenden Funktionsgebers (U11 für FG1 bzw. U21 für FG2), gleichzeitig Potentiometer „0“ des Funktionsgebers so einstellen, daß das Instrument des Bediengerätes „0“ anzeigt und an den Vorzeichenlampchen die richtige Polarität angegeben wird.  
Damit ist der y-Wert für  $x = 0$  eingestellt.
- .8. Zum Einstellen des nächsten y-Wertes den Umschalter 21 auf  $-10V$  und den Drehschalter 20 auf „1“ stellen. Damit liegt am Funktionsgebereingang  $+1V$ , also  $x = +0,1$  an.
- .9. Am Präzisionspotentiometer des Bediengerätes den Betrag des Wertes von y für  $x = +0,1$  einstellen. Nun sinngemäß wie unter .7. verfahren, jedoch jetzt mit Potentiometer „+1“ des Funktionsgebers.
- .10. Einstellen für  $x = +0,2; +0,3$  usw. bis  $+1,0$  sinngemäß wie unter .8., .9. und .7. beschrieben.
- .11. Nachdem der Funktionsgeber auf die positiven Werte von x eingestellt ist, den Umschalter 21 auf  $+10V$  und den Drehschalter 20 wieder auf „1“ stellen. Damit liegt am Funktionsgebereingang  $-1V$ , also  $x = -0,1$ . an. Nun die Einstellung für die negativen Werte von x sinngemäß, wie unter .8., .9. und .7. beschrieben, durchführen.  
Beachte, daß jetzt die Potentiometer „-1“, „-2“ usw. des Funktionsgebers eingestellt werden müssen.
- .12. Zur Erzielung größter Genauigkeit alle Einstellungen in der angegebenen Reihenfolge (evtl. mehrfach) wiederholen.

### 2.3.2.5 Bestückung und Programmierung der Funktionsplätze

Die Steckeinheitensätze für die verschiedenen Funktionen lassen sich entsprechend den nachstehenden Tabellen in die Funktionsplätze einsetzen. Der rechte Teil der Tabellen ist in derselben Weise, wie die von der Rückseite des Rechners zugänglichen Funktionsplätze, gegliedert. In die einzelnen Tabellenzeilen ist immer nur ein einziger Steckeinheitensatz eingetragen. Auf den freien Plätzen daneben können sowohl gleichartige als auch andersartige Sätze untergebracht werden. Die durch eine Schraffur gekennzeichneten Plätze dürfen jedoch nicht belegt werden. Ganz rechts außen in der Tabelle ist angegeben, nach welchem Schaltbild die verschiedenen Funktionen zu programmieren sind. Die Tabelle 6 „Variable Funktionen“ weicht in ihrem Aufbau etwas von der Tabelle 5 ab. Hier befindet sich anstelle der Benennungen der einzelnen Funktionen eine symbolische Charakterisierung der Streckenelemente der darstellbaren Polygonzüge. Darin geben die großen Pfeile die Richtung des Anstieges und die dahinter stehenden Zahlen die Anzahl der einzelnen Strecken an. Die kreuzenden kleinen Pfeile kennzeichnen dagegen die evtl. Verschiebbarkeit der ersten Knickpunkte in der Horizontalen oder Vertikalen, wobei ein Doppelpfeil die Verschiebbarkeit zwischen  $+10V$  und  $-10V$  bedeutet, ein Einfachpfeil aber nur eine Verschiebbarkeit zwischen 0 und  $+10V$  oder 0 und  $-10V$ . Die Kombinationsmöglichkeiten der Steckeinheiten für variable Funktionen sind absolut flexibel. Die Tabelle enthält nur Beispiele. Die Programmierung einer gewünschten Funktion setzt die Kenntnis der im Abschnitt 1.4.2.5 angegebenen Eigenschaften der Steckeinheiten der Typen

- VAR 111 (VAR1A)
- VAR 211 (VAR2A)
- VAR 141 (VAR1D)
- VAR 241 (VAR2D)
- VAR 121 (VAR1B)
- VAR 221 (VAR2B)
- VAR 131 (VAR1C)
- VAR 231 (VAR2C)

sowie eine Beschaltung nach Bild 49 bzw. Bild 50 voraus. Bei einem gewünschten Einsatz dieser Typen kommt je nach der Anzahl bei 2 Steckeinheiten Bild 49 und bei 4 Steckeinheiten Bild 52 in Betracht. In Bild 40 sind die Anschlußbuchsen eines Funktionsplatzes auf dem Programmierfeld bezeichnet. Diese Bezeichnungen kehren in den nachstehenden Programmierschaltbildern zur Orientierung wieder.

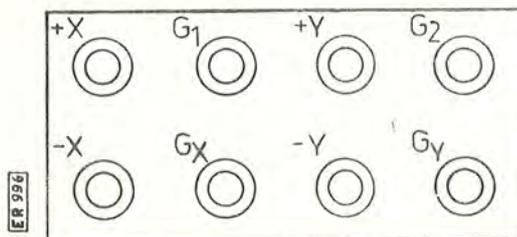


Bild 40 Buchsenfeld eines Funktionsplatzes

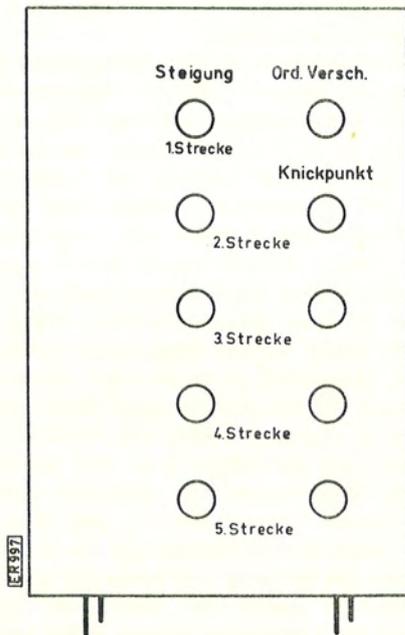


Bild 41 Lage der Einstellpotentiometer auf den Steck-einheiten VAR 111, VAR 121, VAR 131 und VAR 141

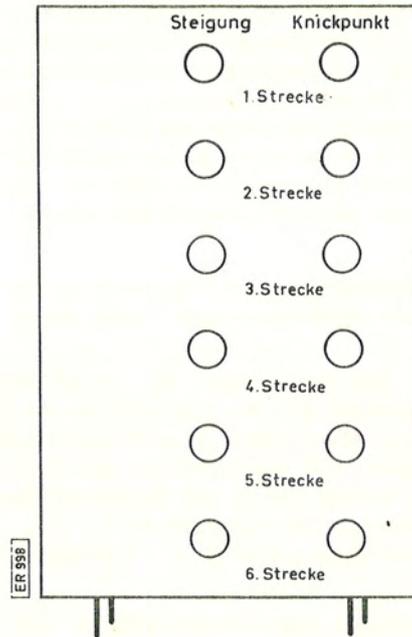


Bild 42 Lage der Einstellpotentiometer auf den Steck-einheiten VAR 211, VAR 221, VAR 231 und VAR 241

TABELLE 5

## Feste Funktionen

Benennung	Formulierung	Bestückung der Kartenplätze								Schaltung (Bild-Nr.)
		Rechts				Links				
		y		x		y		x		
		Steckeinheiten (Typ)								
Parabelmultiplizierer SPM 134	$x \cdot y$	PM 3B	PM 3A	PM 3B	PM 3A					43
Parabelmultiplizierer SPM 142	$x \cdot y$			PM 4B	PM 4A					43
Quadrierer SQF 112	$+x^2$	PM 3B		PM 3B						44
Quadrierer SQF 122	$-x^2$		PM 3A		PM 3A					45
Winkelfunktion SSF 112	$\sin \frac{\pi}{2} x$	SIN 1B	SIN 1A							46
Winkelfunktion SSF 122	$\sin \pi x$	SIN 2B	SIN 2A							46
Winkelfunktion, SCF 112	$\cos \frac{\pi}{2} x$	COS 1B	COS 1A							46
Winkelfunktion SCF 122	$\cos \pi x$	COS 2B	COS 2A							46
Bogenfunktion SAF 112	$\frac{2}{\pi} \arcsin x$	ARC 1B	ARC 1A							47
Logarithmusfunktion ALF 111	$\pm \frac{1}{2} \lg 100 x$		LOG 1A							48

## Speichernetzwerke

ASN111					SN 1A					53
--------	--	--	--	--	-------	--	--	--	--	----

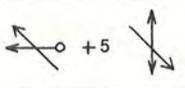
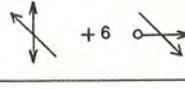
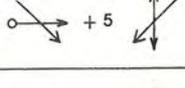
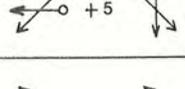
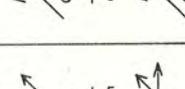
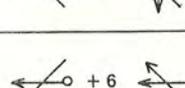
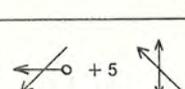
## Komparatorschalter

elektronisch	ASE 741				A-KS 6					54
elektromechanisch	ASM 741				A-KS 5					54

TABELLE 6

Variable Funktionen

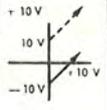
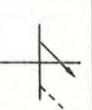
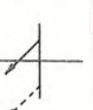
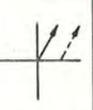
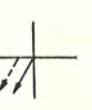
Streckenanzahl, Anstiegsrichtung und Verschiebbarkeit*	Steckeinheiten								Schaltung (Bild-Nr.)
	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	
5		111							49
5  + 6	211	111							49
5	131								50
6  + 5	231	131							50
5	141								49
6  + 5	241	141							49
5		121							50
+ 5	221	121							50
6  + 5	231	111							51
6  + 5	211	131							51
6  + 5	241	111							49
5  + 6	141	211							49
6  + 5	221	111							51
6  + 5	211	121							51
6  + 5	241	131							51
6  + 5	231	141							51

6  + 5 	231	21							50
5  + 6 	131	221							50
6  + 5 	221	141							51
6  + 5 	241	121							51
6  + 6  + 6  + 5 	231	231	211	111					52
6  + 5  + 6  + 6 	231	131	211	211					52
6  + 6  + 6  + 5 	241	231	221	111					52
6  + 5  + 6  + 6 	241	131	221	211					52

 } Anzahl der mit einer Steckeinheit zu erzeugenden Streckenabschnitte  
 }  
 } Anstiegsrichtung der von der jeweiligen Steckeinheit erzeugten Polygonstrecken

 Ordinatenschiebung zwischen + 10 V und - 10 V (erster Knickpunkt fest bei 0 V.)  
 Verschiebbarkeit des ersten Knickpunktes zwischen 0 und + 10 V  
 Verschiebbarkeit des ersten Knickpunktes zwischen 0 und - 10 V

Tabelle 7 Eigenschaften der Steckeinheiten mit variablen Funktionen

Typ	VAR 111	VAR 121	VAR 131	VAR 141	VAR 221	VAR 221	VAR 231	VAR 241
Anzahl der Strecken	5	5	5	5	6	6	6	6
Verschiebbarkeit der Funktion in Ordinatenrichtung	einstellbar zwischen + 10 V und - 10 V							
Abzissenlage des 1. Knickpunktes	0V				einstellbar zwischen 0V und + 10 V + 10 V - 10 V - 10 V			
Abzissenlage der übrigen Knickpunkte	einstellbar zwischen 0V und + 10 V + 10 V - 10 V - 10 V				einstellbar zwischen 0V und + 10 V + 10 V - 10 V - 10 V			
								

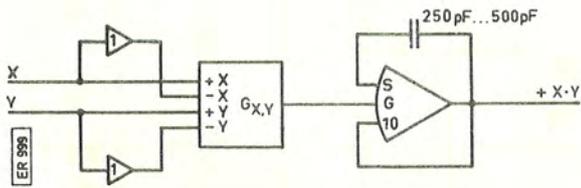


Bild 43 Parabel Multiplizierer SPM 134 und SPM 142

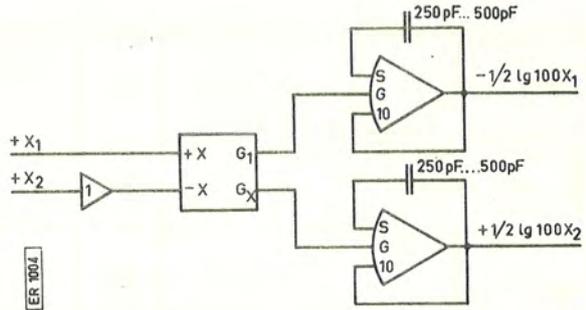


Bild 48 Logarithmenfunktion ALF 111

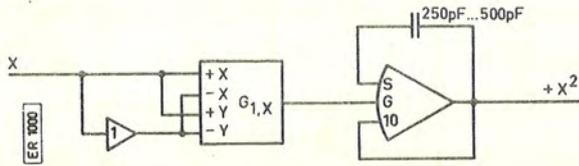


Bild 44 Quadrierer SQF 112

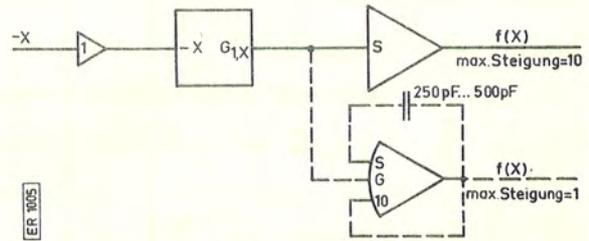


Bild 49 Variable Funktion VAR 111 (211) und VAR 141 (241)

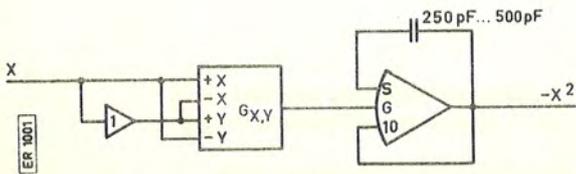


Bild 45 Quadrierer SQF 122

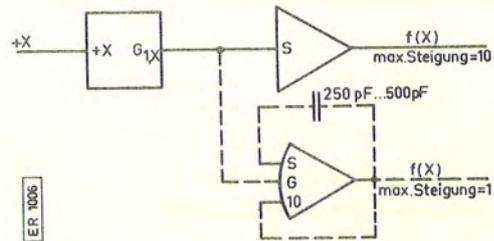


Bild 50 Variable Funktion VAR 121 (221) und VAR 131 (231)

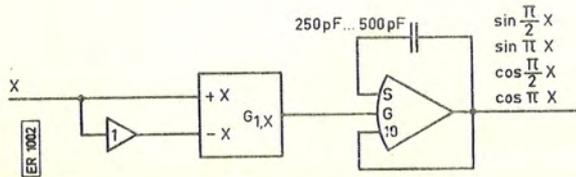


Bild 46 Winkelfunktionen SSF 112 und SSF 122 sowie SCF 112 und SCF 122

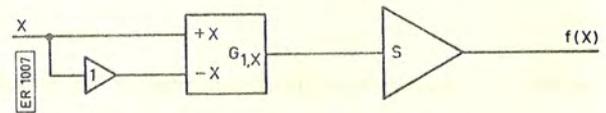


Bild 51 Variable Funktion aus 2 Steckeinheiten

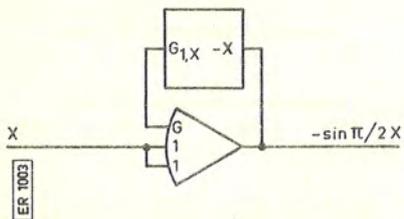


Bild 47 Bogenfunktion SAF 112

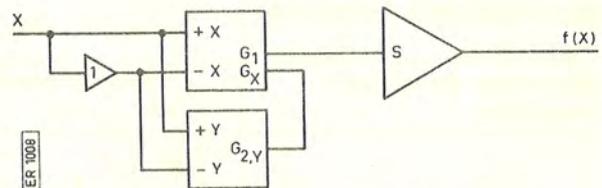


Bild 52 Variable Funktion aus 4 Steckeinheiten

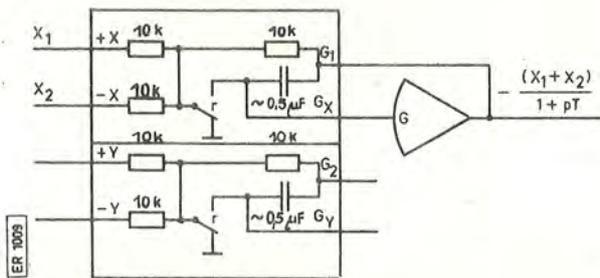


Bild 53 Speichernetzwerk ASN 111

**Anm.:**

Die Eingangsgröße  $X_1, X_2$  wird übernommen bei Rechnen und Halt gespeichert bei Pause.

**2.4. Betriebsartenwahl**

Die Betriebsarten werden durch Drücken der entsprechend bezeichneten Leuchttasten am Bediengerät gewählt. Bei den Betriebsarten Einmal Rechnen, Repetierend Rechnen und Rechnen mit Halt ist gleichzeitig die Rechenzeit einzustellen, wie nachstehend beschrieben:

Einstellen der Rechenzeit

Die Einstellung der Rechenzeit wird durch eine gemeinsame Einstellung des Drehschalters und des Präzisionspotentiometers am Bediengerät vorgenommen. Die einzustellende Zeit  $T$  ergibt sich nach dem Schema

$$T = s \cdot (p + 1) \text{ sec.} \quad (0 \leq p \leq 10)$$

aus einer Grobeinstellung am Drehschalter und einer Feineinstellung am Potentiometer, wobei  $p$  der Skalenwert des Potentiometers und  $s$  der am Drehschalter abzulesende Faktor ist ( $s = 0,1; 1; 10$ ).

Dadurch lassen sich kontinuierlich Rechenzeiten zwischen 0,1 und 110 sec. einstellen.

Die beim repetierenden Rechnen wirksam werdende Pausenzeit wird mit dem Faktor  $s$  am Drehschalter zwangsläufig gekoppelt, jedoch mit der Freiheit, beim Faktor 1 eine Pausenzeit von 0,1 oder 1 sec zu wählen. Falls sich in der Rechenschaltung Integrierer mit dem Integrationsfaktor 1 befinden (Kurzschlußstecker auf 1), sollte stets die Pausenzeit 1 sec gewählt werden. Andernfalls reicht die Zeit zwischen zwei Repetierläufen zur Umladung der  $5 \mu\text{F}$ -Kondensatoren nicht aus. Bei Nichtgebrauch ist der Zeitgeber durch Umschalten des Drehschalters in die Stellung „N“ auszuschalten. Dadurch wird der Verstärker 15 wieder als normaler Summierer/Integrierer verwendbar.

Bei parallel geschalteten Rechnern darf die Einstellung der Rechenzeit nur am Hauptrechner erfolgen.

Es ist zu beachten, daß das Präzisionspotentiometer außer zur Einstellung der Rechenzeit auch als Abgleichpotentiometer innerhalb der Kompensationsmeßeinrichtung verwendet wird.

**2.4.1. Pause**

Taste „Pause“ drücken

Die Betriebsart Pause ist praktisch der Ausgangszu-

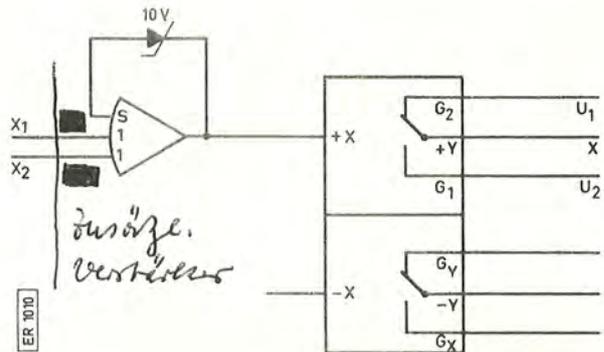


Bild 54 Komparatorschalter ASE 741 , ASM 741

**Anm.:**

$X = U_1$  wenn  $(X_1 + X_2) < 0$

Die beiden Schalter können sowohl parallel als auch unabhängig arbeiten.

stand aller Rechengänge. Beim Drücken der Taste wird jeder eventuell laufende Rechengang abgebrochen und die Integrierer übernehmen wieder die ursprünglichen Anfangswerte.

**Das Einschalten des Rechners und Programmieren soll möglichst immer in der Betriebsart Pause vorgenommen werden.**

**2.4.2. Einmal Rechnen**

1. Rechenzeit einstellen.
2. Taste „Einmal Rechnen“ drücken.

Der Rechengang läuft nur ein einziges Mal ab. Einmal Rechnen wird vorzugsweise zum Photographieren des Rechenergebnisses am Oszillographen oder bei der Verwendung eines Zweikoordinatenschreibers als Ausgabegerät durchgeführt

**2.4.3. Repetierendes Rechnen**

1. Rechen- und Pausenzeit einstellen.
2. Taste „Rep. Rechnen“ drücken.
3. Beenden bzw. Abbrechen des Rechenganges durch Drücken der Taste „Pause“.

**2.4.4. Rechnen mit Halt**

1. Rechenzeit einstellen.
2. Taste „mit Halt“ drücken.
3. Taste „1 mal Rechnen“ drücken.

Bei dieser Betriebsart rechnet der Rechner mit der am Zeitgeber eingestellten Zeit und geht anschließend in die Halt-Stellung. Alle Rechenwerte bleiben jetzt gespeichert. Dieser Zustand ist durch Leuchten der Tastenlampe gekennzeichnet.

Durch erneutes Drücken der Taste „1 x Rechnen“ kann der Rechengang mit der gleichen oder einer geänderten Zeit bis zum erneuten Halt fortgesetzt werden. Auf diese Weise ist das punktweise Abtasten einer Kurve bzw. Annäherung an einen gewünschten Wert möglich.

#### 2.4.5. Dauerrechnen

1. Taste „Dauerrechnen“ drücken.
2. Beenden bzw. Abbrechen des Rechenvorganges durch Drücken der Taste „Pause“.

Während der Betriebsart Dauerrechnen kann der Zeitgeber einschließlich des Integrierers 15 mitlaufen, um auf diese Weise am Ausgang des Rechenverstärkers eine Ablenkspannung für Anzeigegeräte zur Verfügung zu haben.

Erst die Schalterstellung N schaltet Integrierer 15 vom Zeitgeber frei und ermöglicht seine normale Verwendung in der Rechenschaltung.

#### 2.4.6. Halt

Diese Taste gestattet das willkürliche Unterbrechen jedes Rechenvorganges zu jedem Zeitpunkt. Alle Rechen- spannungen bleiben dabei erhalten, bis der Rechen- vorgang durch Betätigen einer der drei Rechentasten fortgesetzt oder durch die Pausentaste abgebrochen wird.

#### 2.4.7. Potentiometer einstellen (Taste Pot.)

Durch Drücken der Pot.-Taste werden alle Koeffizientenpotentiometer zur Einstellung vorbereitet. Bei einer Potentiometerwahl (s. 2.5.) kann die Potentiometereinstellung entspr. 2.3.2.2. erfolgen.

#### 2.4.8. Statisches Prüfen

Die Betriebsart Statisches Prüfen gestattet das Prüfen von Rechenschaltungen auf richtige Programmierung und Koeffizienteneinstellung durch Messung stationärer Lösungswerte und Vergleich mit zuvor ermittelten diskreten Lösungen. Die Prüfung ist statisch, d. h. sie erfolgt in der Pausenstellung aller Integrierer. Die generelle Prüfung der Funktion aller Verstärker ist möglich, weil sich in dieser Prüfstellung auch auf solche Integrierer Anfangsbedingungen schalten lassen, die in der Rechenschaltung selbst ohne Anfangsbedingungen sind. Zum statischen Prüfen einer normalen Rechenschaltung sind folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Taste „Stat. Prüf.“ drücken.
2. Integrierer, die keine Anfangsbedingungen haben, mit einem Anfangsbedingungswert beschalten (dadurch wird die Funktion des betreffenden Integrierers geprüft) durch Verbinden\* ihrer Anfangsbuchsen A mit der roten (+10V) oder hellblauen (-10V) im schraffierten Feld evtl. unter Zwischenschaltung eines Potentiometers.

\* Die hier gesteckten Verbindungen können nach der Prüfung auch während des Rechenvorganges gesteckt bleiben, so daß sie bei einer späteren Wiederholung der Prüfung erneut zur Verfügung stehen. Die genannten beiden Buchsen werden beim Einschalten einer Rechenbetriebsart automatisch von der Maschinenspannung getrennt.

3. Summe aller Eingangsspannungen eines Rechenverstärkers für den gewählten stationären Fall messen.  
Hierfür die Summenpunktbuschse dieses Verstärkers mit der eines beliebigen freien Verstärkers verbinden und Ausgangsspannung dieses Verstärkers nach Anwahl ermitteln (s. 2.5. und 2.6).

#### 2.4.9. Nullabgleich der Rechenverstärker

1. Alle umschaltbaren Verstärker als Summierer schalten.
2. Taste „Null“ am Bediengerät drücken.
3. Nullpunkt-Meßverstärker nullen:  
Rückwandtür öffnen, Taste am Meßverstärker im unteren Einschub drücken, gleichzeitig zugehöriges Nullpotentiometer einstellen und die Anzeige des Meßinstrumentes am Bediengerät damit auf 0 bringen.
4. Rechenverstärker durch Druck auf die zugehörige Taste anwählen und mit dem zugehörigen Nullpotentiometer Anzeige auf 0 einstellen.

#### 2.5. Anwahl

Sämtliche Rechenverstärker und Koeffizientenpotentiometer lassen sich über zugeordnete Drucktasten direkt anwählen. Die Anwahl-tasten der Rechenverstärker sind als Leuchttasten ausgeführt und dienen gleichzeitig zur Übersteuerungsanzeige.

Am oberen Einschub befinden sich die Anwahl-tasten der Rechenverstärker 01 bis 15 sowie der vier Rechenverstärker M1 bis M4. Letztere gestatten bei entsprechender Beschaltung die direkte Anwahl der Parabelmultiplizierer.

Die Anwahl der Funktionsgeberausgänge erfolgt für Funktionsgeber 1 mit Taste U11, für Funktionsgeber 2 mit Taste U21. Ist am mittleren Einschub das Funktionsgebernnetzwerk durch gezogene Kurzschlußstecker von den Folgeverstärkern abgetrennt, so stehen jeweils 2 Umkehrverstärker zur Verfügung, die mit den Tasten U11 und U12 bzw. U21 und U22 anwählbar sind. U11 und U21 schalten dabei jeweils auf die orangen Ausgangsbuchsen der oberen Reihe im Funktionsgeberfeld.

Jede Anwahl schaltet den Verstärkerausgang auf folgende Einrichtungen:

Spannungsmesser am oberen Einschub

Das sowohl positive als auch negative Spannungen im Bereich von  $-15$  bis  $+15$  V anzeigende Instrument ermöglicht eine schnelle Übersicht über die auftretenden Ausgangsspannungen.

Kompensationsmeßeinrichtung

Zum genauen Ausmessen von Ausgangsspannungen in Verbindung mit dem Nullinstrument und dem Präzisionspotentiometer am unteren Einschub. (Letzteres dient gleichzeitig zur Einstellung der Rechenzeit. Es ist nach jedem Meßvorgang auf den entsprechenden Zeiteinstellwert zurückzudrehen, falls anschließend ein Rechenvorgang gestartet werden soll.)

Meßleitung DV für angeschlossene Digitalvoltmeter

Der DV-Anschluß ist normalerweise nur dann zugänglich, wenn nicht gleichzeitig durch Verbindung mit der M-Buchse die Kompensationsmeßeinrichtung angeschaltet ist.

Die Anwahl der neunzehn Koeffizientenpotentiometer geschieht über die unmittelbar zugeordneten Tasten. Jede Auswahl schaltet den Abgriff des Potentiometerschleifers auf die DV-Meßleitung (s. o.), nicht jedoch auf das Meßinstrument im oberen Einschub.

## 2.6. Messen mit der Kompensationsmeßeinrichtung

- .1. Zu messende Spannung an die Buchse „M“ des Bediengerätes legen (z. B. durch Verbinden der Buchse „M“ mit der Buchse „DV“ durch einen Kurzschlußstecker und Anwahl des in Frage kommenden Rechenelementes)
- .2. Instrumentenanzeige am Bediengerät mit dem dort unten befindlichen Präzisionspotentiometer auf 0 bringen.
- .3. Betrag und Vorzeichen der zu messenden Spannung an der Skala des Präzisionspotentiometers bzw. der jeweils aufleuchtenden Vorzeichenlampe ablesen.

## 2.7. Automatisches Halten bei Übersteuerung

Wird beim Rechnen ein Verstärker übersteuert oder überlastet, so wird dadurch das Rechenergebnis verfälscht, und ein Weiterrechnen ist meist sinnlos. Für diesen Fall ist das automatische Halten vorgesehen.

Die Automatik wird durch Drücken der Taste „Ü-Halt“ am oberen Einschub eingeschaltet. Der Rechenvorgang wird dann bei jeder Übersteuerung eines beliebigen Verstärkers angehalten. Die Rechenspannungen bleiben dabei stehen und die Übersteuerung wird durch Aufleuchten der Übersteuerungslampe des betreffenden Verstärkers angezeigt. Die Einschaltung der Automatik selbst ist durch Leuchten der Taste „Ü-Halt“ gekennzeichnet.

## 2.8. Oszillographieren der Rechenergebnisse

- .1. Ausgang der Rechenschaltung an die Meßeingänge des Oszillographen legen.
- .2. Zeitablenkspannung im Bedarfsfall dem Ausgang des Verstärkers 15 entnehmen.
- .3. Zeitgeber entsprechend der gewünschten Ablenkfrequenz einstellen.
- .4. Zur weiteren Verbindung von Oszillographen mit dem Rechner s. 2.1.2.

## 2.9. Photographieren von Oszillogrammen

- .1. Photobuchse des Bediengerätes mit Blitzlichtkontakt des Photoapparates verbinden.
- .2. Photoapparat auf eine der Rechenzeit entsprechende Belichtungszeit einstellen.
- .3. Photoapparat auslösen.

Der Rechenvorgang läuft dadurch in derselben Weise ab wie beim Drücken der Taste „1 x Rechnen“.

## 2.10. Aufzeichnung durch Zweikoordinatenschreiber

Das Aufzeichnen von Rechenergebnissen wird sinngemäß wie das Oszillographieren (s. 2.8.) durchgeführt. Anschluß des Schreibers s. 2.1.2.

## 2.11. Ausmessen mit Digitalvoltmeter s. 2.1.2.

Hierzu auch Punkt 2.5. Anwahl

### 3. WARTUNG

Die nachstehend beschriebenen Funktionsprüfungen usw. sind bei der ersten Inbetriebnahme durchzuführen und später von Zeit zu Zeit zu wiederholen.

#### 3.1. Prüfung der Anzeige- und Kontrolllampen

1. Rechner aus- und wieder einschalten.  
Die Übersteuerungslampen aller vorhandenen Verstärker müssen kurzzeitig aufleuchten. Die Anzeigelampe in der Taste „Netz“ muß im eingeschalteten Zustand des Rechners dauernd leuchten.
2. Die neun Tasten des Betriebsarten-Wahlschalters am Bediengerät sowie die Taste „Ü-Halt“ im oberen Einschub nacheinander drücken.  
Die Anzeigelampen in den Tasten des Bedienungsgeschäfts müssen im gedrückten bzw. eingerasteten Zustand der Tasten leuchten.

#### 3.2. Prüfung der Stromversorgung

Die mit den Spannungswerten beschrifteten Prüftasten des Netzgerätes nacheinander drücken.  
Das Anzeigeinstrument des Netzgerätes muß die entsprechenden Spannungen anzeigen.

#### 3.3. Prüfung der Rechenverstärker

##### 3.3.1. Nullabgleich

s. 2.4.9.

##### 3.3.2. Prüfung des Verstärkungsfaktors der Summierer

1. Die umschaltbaren Verstärker in der Schaltung für Summierer belassen.
2. Taste „Pause“ drücken.
3. Das Potentiometer des Bediengerätes auf den Wert „10“ stellen.
4. Die Buchsen „DV“ und „M“ am Bediengerät durch Kurzschlußstecker miteinander verbinden.
5. Die Maschineneinheit +E (+10 V) von einer roten Buchse aus nacheinander an die Eingänge „1“ der zu messenden Verstärker legen.
6. Die zugehörige Taste des gewählten Verstärkers drücken.

Das Instrument am Bedienungsgeschäfts darf nicht mehr als 2 Skalenteile von 0 abweichen.

##### 3.3.3. Prüfung der Integrierer

1. Die umschaltbaren Verstärker als Integrierer schalten.
2. Mit dem Drehschalter und dem Potentiometer des Bediengerätes die Rechenzeit 11 s einstellen.
3. Die Buchsen „DV“ und „M“ am Bediengerät durch Kurzschlußstecker miteinander verbinden.
4. Drehschalter 20 an Potentiometerfeld in Stellung 1 bringen. Umschalter 21 auf +10 V stellen.
5. Den Ausgang des Drehschalters 20 mit dem Eingang „1“ eines Umkehrverstärkers und den Ausgang dieses Verstärkers mit dem Eingang „1“ des zu prüfenden Integrierers verbinden.
6. Die Integrierkondensatoren „1“ und „10“ parallel schalten.
7. Taste „mit Halt“ drücken.
8. Taste „1 x Rechnen“ drücken.

9. Anwahl-taste des zu prüfenden Integrierverstärkers nach Anhalten des Rechners drücken.

Wenn der Rechenzustand Halt erreicht ist, muß die Abweichung der Kompensationsanzeige 5 Skt. sein.

#### 3.3.4. Prüfung der Funktionsgeber

1. Taste „Pause“ drücken.
2. Buchsen „DV“ und „M“ durch Kurzschlußstecker verbinden.
3. Den Ausgang des Drehschalters 20 mit dem Eingang „1“ eines Umkehrverstärkers und den Ausgang dieses Verstärkers mit der Eingangsbuchse des Funktionsgebers verbinden.
4. Funktionsgeber durch Stecken eines Kurzschlußsteckers in die schwarze und violette Buchse durchverbinden.
5. Drehschalter 20 auf 0 stellen.
6. Präzisionspotentiometer im Bediengerät auf Null stellen.
7. Funktionsgeberausgang durch Drücken der Taste U11 (Funktionsgeber 1) bzw. U21 (Funktionsgeber 2) auswählen. Ordinatenverschiebung durch Verdrehen des Funktionsgeberpotentiometers „0“ auf Einstellbarkeit prüfen (Anzeige am Instrument im oberen Einschub). Ordinate muß sich von -10 V bis +10 V verschieben lassen.
8. Mit Potentiometer „0“ die Ausgangsspannung genau auf 0 am Instrument im Bediengerät einstellen.
9. Schalter des Einstellgerätes (Umschalter S21 unter Drehschalter 20) auf -10 V stellen.
10. Drehschalter 20 in Stellung 1 drehen.

Durch Verschieben von Potentiometer „+1“ bis an den Anschlag kann die maximale Steilheit eingestellt werden. Grobe Anzeige der Steilheit am Instrument des oberen Einschubes, genaue Anzeige am Instrument der Kompensationsmeßeinrichtung.

Mit Potentiometer „+1“ die Ausgangsspannung des Funktionsgebers auf 0 stellen.  
Für alle anderen Potentiometer von „+2“ bis „+10“ sinngemäß wiederholen.

11. Schalter des Einstellgerätes auf +10 V stellen.
12. Wie 10., jedoch Funktionsgeber-Potentiometer „-1“ bis „-10“ verstellen.
13. Schalter des Einstellgerätes auf „0“ zurückstellen.

##### 3.3.5. Prüfung der Multiplizierer

1. Den Ausgang des Multiplizierernetzwerkes weiße Buchse „G“ mit der dunkelgrünen Summenpunkt-buchse „S“ des zugehörigen Verstärkers verbinden.
2. Taste „Pause“ drücken.
3. Die Buchsen „DV“ und „M“ mit Kurzschlußstecker verbinden.
4. Die Multiplikation  $0 \times 1 = 0$  wie folgt durchführen:  
Maschinenspannung +E an Buchse „+y“ legen.  
Maschinenspannung -E an Buchse „-y“ legen.  
Buchsen „+x“ und „-x“ mit Massebuchsen verbinden. Anwahl-taste des Multiplizierers „M“ drücken.

Die Instrumentenanzeige am Bediengerät darf nicht mehr als 2 Skt von 0 abweichen.

.5. Die Multiplikation  $1 \times 0 = 0$  wie folgt durchführen:

Maschinenspannung  $+E$  an Buchse „+x“ legen.

Maschinenspannung  $-E$  an Buchse „-x“ legen.

Buchsen „+y“ und „-y“ mit Massebuchsen verbinden.

Anwahltaste des Multiplizierers „M“ drücken.  
Die Instrumentenanzeige am Bediengerät darf nicht mehr als 2 Skt von Null abweichen.

.6. Die Multiplikation  $1 \times 1 = 1$  wie folgt durchführen:

Maschinenspannung  $+E$  an die Buchsen „+x“ und „+y“ legen.

Maschinenspannung  $-E$  an die Buchsen „-x“ und „-y“ legen.

Anwahltaste des Multiplizierers „M“ drücken.  
Das Instrument des Bediengerätes soll  $+10\text{ V}$  anzeigen (zulässige Abweichung max. 4 Skt.)

.7. Die unter .4. bis .6. beschriebenen Multiplikationen der Reihe nach mit den übrigen Multiplizierern durchführen.

### 3.3.6. Prüfung der Koeffizientenpotentiometer

.1. Taste „Pot“ drücken.

.2. Anwahltasten betätigen und am Instrument des Bediengerätes prüfen, ob sich die Potentiometer einstellen lassen. Kann ein Potentiometer nicht gestellt werden, so ist die zugehörige Sicherung defekt. Sind alle Potentiometer nicht einstellbar, so fehlt entweder die Verbindung der Buchsen DV und M am Bediengerät, oder die  $-10\text{ V}$ -Spannung ist ausgefallen.

## 4. INSTANDSETZUNG

### 4.1. Fehlererkennung

Liefert der Rechner trotz richtiger Bedienung keine oder offensichtliche falsche Ergebnisse, so sind zunächst die im Abschnitt 3 beschriebenen Funktionsprüfungen durchzuführen. Dabei können an Hand der am Ende der Beschreibung befindlichen, herausklappbaren Tabelle die Fehlerursachen ermittelt werden.

Wenn diese Prüfungen nicht zum Erfolg führen, oder wenn es sich um Fehler handelt, die in der Tabelle 5 nicht verzeichnet sind, sollte der Service in Anspruch genommen werden.

### 4.2. Fehlerortbestimmung

Im allgemeinen ist der Fehlerort eindeutig bestimmt, sobald man die Fehlererscheinung richtig erkannt hat. Anders ist es beim Ausfall der Versorgungsspannungen für die verschiedenen Bausteine. Hier muß eine planmäßige Fehlerortsbestimmung durchgeführt werden.

#### 4.2.1. Ausfall einer Betriebsspannung

.1. Oberen Einschub herausziehen (s. 4.3.4.), im herausgezogenen Zustand wieder an das Netz anschließen, Taste „Netz“ drücken und Spannungen erneut prüfen.

#### Warnung!

Nach dem Anschluß des ausgebauten Einschubes an das Netz dürfen die hinter seiner Frontplatte liegenden Teile nicht mehr berührt werden. Beim Herausziehen und Einsetzen von Steckeinheiten muß der Einschub jedesmal von der Netzspannung getrennt werden.

- a) Ausgefallene Spannung fehlt weiterhin:  
Fehler liegt im oberen Einschub; nach .2. und .3. verfahren.
- b) Sämtliche Spannungen sind wieder vorhanden:  
Fehler liegt in der Gestellverdrahtung oder in den anderen Einschüben; nach .4. bis .6. verfahren.

.2. Nacheinander die einzelnen Steckeinheiten der Montageeinheit Rechenverstärker ziehen. Danach jedesmal erneut die Spannungen prüfen.

#### Achtung!

Um Beschädigungen der Bauelemente auf den Steckkarten zu vermeiden, jeweils erst den Hilfsverstärker HI 1C und dann den Hauptverstärker HA 1C ziehen. Auch wenn nur eine Steckkarte defekt ist, Haupt- und Hilfsverstärker immer gemeinsam austauschen.

- a) Ausgefallene Spannung fehlt auch nach Herausziehen sämtlicher Steckeinheiten:  
Fehler liegt wahrscheinlich im Netzgerät; nach .3. verfahren.
  - b) Sämtliche Spannungen sind nach dem Ziehen einer Steckeinheit wieder vorhanden:  
die zuletzt gezogene Steckeinheit ist defekt und muß ausgetauscht werden.
- .3. Steckeinheiten des Netzgerätes nacheinander probe-weise gegen Ersatzsteckeinheiten (ggf. aus einem anderen Gerät) austauschen.

- a) Ausgefallene Spannung fehlt weiterhin:  
Service anfordern oder oberen Einschub in das Werk einsenden.
- b) Sämtliche Spannungen sind wieder vorhanden:  
Ersatzsteckeinheiten in Netzgerät belassen und oberen Einschub wieder in das Gerät einsetzen.

Falls am ausgebauten oberen Einschub alle Spannungen vorhanden sind (s. 4.2.1. 1b).

.4. Die übrigen Einschübe aus dem Gestell herausziehen und den oberen Einschub wieder einsetzen.

- a) Ausgefallene Spannung fehlt nunmehr wieder:  
Fehler liegt in der Gestellverdrahtung; Service anfordern oder Gerät in das Werk einsenden.
- b) Sämtliche Spannungen sind vorhanden:  
Fehler befindet sich in den ausgebauten Einschüben; nach .5. bis .6. verfahren.

.5. Unteren Einschub wieder in das Gerät einsetzen.

- a) Ausgefallene Spannung fehlt nunmehr wieder:  
Fehler liegt in dem soeben eingesetzten Einschub; nach .6. verfahren.
- b) Sämtliche Spannungen sind vorhanden:  
Fehler liegt in dem noch nicht wieder eingesetzten Funktionsgeber; nach .6. verfahren.

.6. Nacheinander die einzelnen Steckeinheiten des mit dem Fehler behafteten Einschubes ziehen. Danach jedesmal erneut den Einschub einsetzen und die Spannungen prüfen.

- a) Ausgefallene Spannung fehlt auch nach dem Ausbau sämtlicher Steckeinheiten aus dem betreffenden Einschub:  
Fehler liegt in der Verdrahtung des Einschubes; Service anfordern oder Einschub in das Werk einsenden.
- b) Sämtliche Spannungen sind nach dem Ziehen einer bestimmten Steckeinheit wieder vorhanden:  
die zuletzt gezogene Steckeinheit ist defekt und muß ausgetauscht werden.

#### 4.2.2. Ausfall der 400-Hz-Spannung

.1. Oberen Einschub ausbauen (s. 4.3.4.), im ausgebauten Zustand an das Netz anschließen und Taste „Netz“ drücken.

- a) 400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:  
Fehler liegt im oberen Einschub; nach .2. und .3. verfahren.
- b) 400-Hz-Spannung ist nunmehr vorhanden:  
Fehler liegt in der Gestellverdrahtung oder im unteren Einschub.

.2. Nacheinander alle Chopper (CH 700) und alle Hilfsverstärker (HI 1C) der Montageeinheit „Rechenverstärker“ ziehen.

- a) 400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:  
Fehler liegt im Netzgerät oder in der Verdrahtung des oberen Einschubes; nach .3. verfahren.
- b) Die 400-Hz-Spannung ist nach dem Ziehen eines bestimmten Choppers oder Hilfsverstärkers wieder vorhanden:  
der zuletzt gezogene Chopper oder Hilfsverstärker ist defekt und muß ausgetauscht werden.

.3. Leistungsgenerator-Steckeinheit GE 3A des Netzgerätes gegen Ersatzeinheit austauschen.

- a) 400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:  
Fehler liegt in den fest eingebauten Teilen oder in der Verdrahtung des Einschubes; Service anfordern oder Einschub in das Werk einsenden.
  - b) 400-Hz-Spannung ist wieder vorhanden:  
Steckeinheit GE 3A ist defekt; Ersatzeinheit im Einschub belassen.
4. Oberen Einschub wieder in das Gerät einsetzen, Funktionsgeber ausbauen und Taste „Netz“ des Netzgerätes im oberen Einschub drücken.
- a) 400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:  
Fehler liegt in der Gestellverdrahtung; Service anfordern oder Gerät in das Werk einsenden.
  - b) 400-Hz-Spannung ist wieder vorhanden:  
Fehler liegt im Funktionsgeber; nach .5. verfahren.
5. Nacheinander die Chopper (Ch 700) und Hilfsverstärker (HI 1C) des Funktionsgebers ziehen.
- a) 400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:  
Fehler liegt in der Verdrahtung des Funktionsgebers; Service anfordern oder Einschub in das Werk einsenden.
  - b) Die 400-Hz-Spannung ist nach dem Ziehen eines bestimmten Choppers oder Hilfsverstärkers wieder vorhanden:  
der zuletzt gezogene Chopper oder Hilfsverstärker ist defekt und muß ausgetauscht werden.

### 4.3. Fehlerbeseitigung

#### 4.3.1. Auswechseln defekter Anzeige- und Kontrolllampen

##### **Achtung!**

Die Glühlampen dürfen nur im ausgeschalteten Zustand des Rechners ausgewechselt werden. Solange sich in einer der Fassungen keine Lampe befindet, darf der Rechner nicht in Betrieb genommen werden. Falls keine Ersatzlampen zur Verfügung stehen, sind die defekten Glühlampen in den Fassungen zu lassen.

Die Kappen der Anwahl-, Prüf- und Bedientasten lassen sich von Hand abziehen und durch Hineindrücken wieder einsetzen.

Zum Entfernen der Tastenlampen in den Bedienungs- und Prüftasten steht beim Zubehör ein Lampenzieher zur Verfügung. Ersatzglühlampen befinden sich ebenfalls beim Zubehör.

#### 4.3.2. Auswechseln der Sicherungen

##### a) Sicherungen im Netzgerät

Die Sicherungen dürfen nur im ausgeschalteten Zustand des Rechners ausgewechselt werden. Sie befinden sich neben dem Schalter „Ein“ im Netzgerät. Die Sicherungskappe ist herauszuschrauben und mit ihr die Feinsicherung herauszuziehen. Beim Einsetzen einer neuen Feinsicherung ist auf den richtigen Nennwert zu achten.

Dieser beträgt bei den Spannungen:

110 V oder 130 V	1,6 A (mittelträge)
220 V oder 240 V	0,8 A (mittelträge)
400 Hz	0,5 A (flink)
25 V	0,8 A (träge)
6 V	4 A (träge)

Bei wiederholtem Durchbrennen der Sicherung ist auf falsche Einstellung des Netzspannungswählers oder auf Fehler in den Stromversorgungskreisen zu schließen.

##### b) Sicherungen im Potentiometerfeld

Die Sicherungen sind nach Lösen der beiden Rändelschrauben und Herausziehen des Potentiometerfeldes zugänglich. Ihr Nennwert beträgt 10 mA. (Fabrikat: Wickmann, Typ 8AG PL-Nr. 361).

#### 4.3.3. Auswechseln der Übersteuerungsrelais

Die Relais für die Übersteuerungsanzeige befinden sich im oberen Einschub. Sie können nach dem Herumklappen der Haltebügel aus den Fassungen gezogen werden.

#### 4.3.4. Aus- und Einbau der Einschübe

##### a) Ausbau

1. Netzstecker an der Netzsteckdose und am Gerät ziehen.
2. Rückwandtür des Rechners öffnen.
3. Stecker der Anschluß- bzw. Verbindungskabel des auszubauenden Einschubes ziehen (Sperrn lösen).
4. Halteschrauben an der Frontplatte des auszubauenden Einschubes entfernen.
5. Einschub nach vorn herausziehen.  
Vor dem Ausbau des Funktionsgeber-Einschubes zunächst das Potentiometerfeld entfernen.  
Beim Ausbau des Potentiometerfeldes und des Funktionsgeber-Einschubes Anschlußkabel vorsichtig von Hand nachführen.

##### b) Einbau

6. Einschub von vorn einsetzen.  
Vor dem Einbau des Potentiometerfeldes zunächst den Funktionsgeber-Einschub einsetzen.  
Beim Einbau des Funktionsgeber-Einschubes und des Potentiometerfeldes Anschlußkabel nach hinten durchreichen.
7. Einschub an seiner Frontplatte mit dem Gestell verschrauben.
8. Stecker der Anschluß- und Verbindungskabel in der in Bild 32 gezeigten Anordnung mit den dafür vorgesehenen Anschlußleisten verbinden.
9. Rückwandtür des Rechners schließen.
10. Netzanschlußkabel an die Steckdose des Rechners anschließen und mit Netzsteckdose verbinden.

#### 4.3.5. Ausbau und Einsetzen von Steckeinheiten

##### **Warnung!**

Der Ausbau und das Einsetzen von Steckeinheiten dürfen nicht an unter Spannung stehenden Einschüben vorgenommen werden.



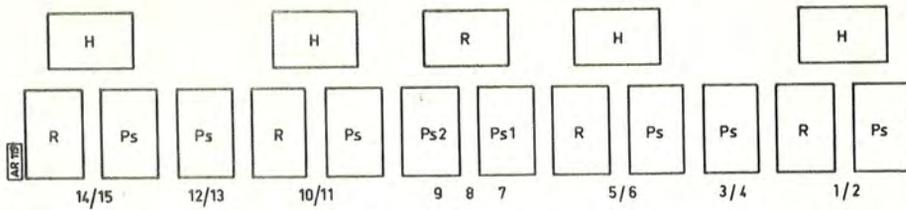


Bild 59  
Anordnung der Relais hinter dem Programmierfeld

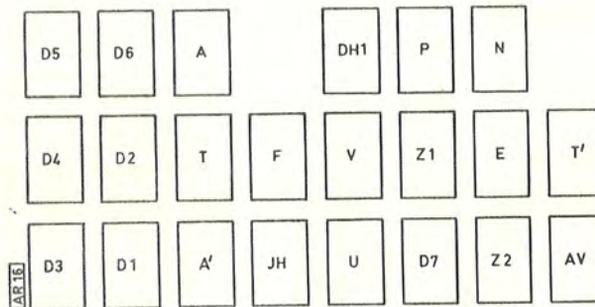


Bild 60  
Anordnung der Relais im Bediengerät

a) Ausbau

1. In Frage kommenden Einschub, wie unter 4.3.4.1. bis .5. beschrieben, ausbauen.
2. Steckeinheit ziehen.

**Achtung!**

Bei den Rechenverstärker-Steckeinheiten (in der Montageeinheit Rechenverstärker und im Funktionsgeber) jeweils erst den Hilfsverstärker HI 1C und dann den Hauptverstärker HA 1C ziehen, um mechanische Beschädigungen der Bauelemente auf den Steckkarten zu vermeiden. Haupt- und Hilfsverstärker auch bei Ausfall nur einer Steckeinheit stets gemeinsam austauschen.

b) Einsetzen.

3. Steckeinheit nach Bestückungsplan des Einschubes (Bild 55 bis 58) in die Führungsschienen des Magazins gleiten lassen  
In den Bestückungsplänen ist die mit der gedruckten Schaltung versehene Seite der Steckeinheiten durch einen dicken Strick gekennzeichnet.

Die in ihrer Funktion zusammengehörigen Steckeinheiten (z. B. eines Rechenverstärkers oder Multiplizierers) sind durch gleiche Nummern gekennzeichnet.

4. Steckeinheit mit nur leichtem Druck in die Federleiste des Magazins einführen. Keine Gewalt anwenden. Beim geringsten Widerstand Steckeinheit noch einmal anheben und erneut niedergleiten lassen.

**Achtung!**

Bei den Rechenverstärker-Steckeinheiten (in der Montageeinheit Rechenverstärker, bei den Parabelmultiplizierern und bei den Funktionseinheiten) jeweils erst den Hauptverstärker HA 1C und dann den zugehörigen Hilfsverstärker HI 1C einsetzen.

5. Einschub wieder in das Gestell einsetzen, wie unter 4.3.4.6. bis .10. beschrieben.

## 5. STROMLAUFBESCHREIBUNGEN

### 5.1. Bediengerät

Das Bediengerät enthält alle zum Steuern des Rechners erforderlichen Elemente. Außerdem weist es eine Meßeinrichtung auf, die nach dem Kompensationsverfahren arbeitet und ein sehr genaues Messen von Spannungen bis zu 10 V erlaubt.

#### 5.1.1. Betriebsarten

Der Betriebsarten-Wahlschalter besteht aus einem neunteiligen Tastenaggregat. Durch die Tasten werden Relais geschaltet, die die weiteren Schaltfunktionen übernehmen. Dadurch werden je nach der eingestellten Betriebsart über die Steuerleitungen h, r, p und ps die Relais H, R und Ps entsprechend Tabelle 8 gesteuert (schwarz = erregt). Zu beachten ist, daß die Relais Ps sowie die Relais H und R der Integrierer 14 und 15 direkt von den Leitungen ps bzw. r und h angesteuert werden, während die R- und H-Relais der übrigen Integrierer entsprechend 2.3.2.1. frei programmierbar sind.

In der „Pause“, d. h. wenn die Pausentaste betätigt ist, wird das R-Relais von der p-Leitung angesteuert, so daß ein Anfangswert übernommen werden kann.

Betriebsart	Steuerleitung			
	h	r	p	ps
Pause				
Rechnen	■	■	■	
Halt		■	■	
Pot Einst			■	■
Null			■	■
Stat Prüfen			■	■

Tabelle 8 Zustände der Relais H, R und PS bei verschiedenen Betriebszuständen

Die Tasten sind mechanisch gegeneinander verriegelt, so daß jeweils nur die Wahl einer Betriebsart möglich ist. Die in der Tabelle genannten Relais befinden sich in den Zellen mit den Verstärkernetzwerken im unteren Einschub. Für den Verstärker 15 erfüllen die im Bediengerät sitzenden Relais U und V die Aufgabe der Relais H und R.

#### Eigensteuerung

Außer vom Betriebsarten-Wahlschalter ist die Wirkungsweise der Schaltungen von der Stellung des Zeitgeberschalters S 10 abhängig.

Schalterstellung	Nr. Bezeichnung	Relais		
		E	Z1	F
1	0,1 / x0,1	■	■	■
2	0,1 / x1	■	■	■
3	1 / x1	■	■	■
4	1 / x10	■	■	■
5	N	■	■	■
6	ext.			

Tabelle 9 Abhängigkeit der Relais E, Z1 und F von der Schalterstellung

Bei den Schalterstellungen 1 bis 4, durch die der Zeitgeber eingeschaltet und die Rechen- und Pausenzeiten gewählt werden, liegen unmittelbar die Relais E sowie Z1 an Spannung, und über den Kontakt e/6,7 auch das Relais F.

e/9,10 erdet das Tastenaggregat S1...S9 während das Relais F an seinen Kontakten f/6,5 und f/9,8 die Relais U und V von den h- und r-Leitungen trennt. Dadurch sind die wesentlichsten Betriebsbedingungen für die Eigensteuerung hergestellt.

Das Relais Z1 trennt die Ein- und Ausgänge des Verstärkers 15 vom Programmierfeld ab und legt den Verstärkerausgang an den Komparatoreingang des Zeitgebers. Der Verstärker 15 ist somit in den Zeitgeber einbezogen.

In Stellung 5 ("N") des Schalters S10 bleiben die Relais E und F eingeschaltet, aber das Relais Z1 ist stromlos. Die Ein- und Ausgänge des Verstärkers 15 sind daher, wie die aller anderen Verstärker, am Programmierfeld zugänglich.

#### Fremdsteuerung

In der für Fremdsteuerung vorgesehenen Stellung 6 ("ext.") bleiben die Relais E, Z1 und F stromlos.

e/6,7

öffnet, wodurch der stromlose Zustand des Relais F gegeben ist.

e/9,10

trennt das eigene Tastenaggregat von Erde und setzt es somit außer Betrieb.

e/12,13

trennt den Kontakt S3/6 von S3/4, um bei einer Ansteuerung des Relais D 4 durch den steuernden Rechner die gleichzeitige Erregung des Relais D3 zu vermeiden, falls die Taste S3 zufällig eingerastet ist.

Über die Kontakte des Relais Z1 liegen wieder die Ein- und Ausgänge des Verstärkers 15 an den ihnen zugeordneten Buchsen des Programmierfeldes und die Kontakte des F-Relais schalten die Relais U und V den Relais H bzw. R der übrigen Verstärker parallel, so daß sie mit diesen zusammen vom steuernden Rechner aus betätigt werden können.

Das Bediengerät selbst wird nunmehr statt über das eigene Tastenaggregat mit Hilfe von Relais vom Tastenaggregat des steuernden Rechners aus geschaltet. Der Anschluß dieser Relais an die Tasten des steuernden Rechners geschieht über die Parallelschaltkabel in folgender Weise:

Relais	über Stecker	an Taste
D6	3b6/10b6	S1/3
D4	3b4/10b4	S2/3
D3	3b3/10b3	S3/3
D5	3b5/10b5	S4/3
D2	3b2/10b2	S5/3
P	3a7/10a7	S6/3
N	3a8/10a8	S7/3
DH1 und D1	3b1/10b1	S8/3
D7	3b9/10b9	S9/3

### 5.1.1.1. Pause

Beim Drücken der Taste „Pause“ wird jeder laufende Rechenvorgang abgebrochen und die Integrierer nehmen die Anfangswerte an. Die Taste muß vor Beginn einer Rechnung stets betätigt werden.

S5/3,4 schließt den Erregerstromkreis der Relais D2 und Z2 über e/9,10

d2/6,7 schließt den La...penstromkreis für die Lampe La5 in der Taste „Pause“

Tabelle 10 Zusammenfassung der Hauptaufgaben der Relais des Bediengerätes

A	Einleitung der Umschaltung von Rechnen auf Pause und umgekehrt in Abhängigkeit von den am Zeitgeber eingestellten Rechen- und Pausenzeiten
A'	Umschaltung von Rechnen auf Pause und umgekehrt in Abhängigkeit vom A-Relais
AV	Anzeige der Polarität der Meßspannung und automatische Umschaltung der Kompensationsmeßeinrichtung in Abhängigkeit von der Polarität
D 1	Einschaltung aller PS-Relais (über die ps-Leitung) beim Potentiometereinstellen und beim Verstärker-Nullabgleich
D 2	Auftrennung evtl. noch bestehender Relais-Haltestromkreise bei der Umschaltung von anderen Betriebsarten auf Pause
D 3	Einleitung des Rechnens beim Dauerrechnen durch Erdung der r- und h-Leitung
D 4	Einleitung des Rechenvorganges beim Rep. Rechnen; in Verbindung mit D 3 auch beim Dauerrechnen
D 5	Einleitung von Halt durch Auftrennen der Erregerleitung von D 3 und D 4
D 6	Einleitung des Einmal Rechnens durch Einschalten von D 4
D 7	Vorbereitung von D 5 für Halt
DH 1	Einschaltung der Kompensationsmeßeinrichtung beim Potentiometereinstellen
E	Erdung bzw. Abtrennung des Tastenaggregates in Abhängigkeit von Eigen- oder Fremdsteuerung
F	Abtrennung der Relais U und V von der h- bzw. r-Leitung bei Eigensteuerung
JH	Aufrechterhaltung des erregten Zustandes der Relais V und R bei Halt
N	Anschaltung des Anzeigeinstrumentes über den Hilfsverstärker an die Meßleitung beim Verstärker-Nullabgleich
P	Beschaltung der Buchsen o14 und o17 mit der Maschineneinheit (geschaltete Referenz) beim stat. Prüfen
T	Schaffung eines zeitlichen Abstandes zwischen dem Abfall der H- bzw. U-Relais und R- bzw. V-Relais um die Halteschulter zu gewährleisten
U	wie V, jedoch zusätzlich Abtrennung des Integrierers 15 von seinem Eingang bei Halt, entsprechend den Relais H der übrigen Verstärker
V	Festlegung des Integrationsbeginns und Endes für den Verstärker 15, entsprechend dem Relais R der übrigen Verstärker
Z 1	Einbeziehung des Verstärkers 15 in den Zeitgeber
Z 2	Einschaltung der Kompensationsmeßeinrichtung bei den entsprechenden Betriebsarten

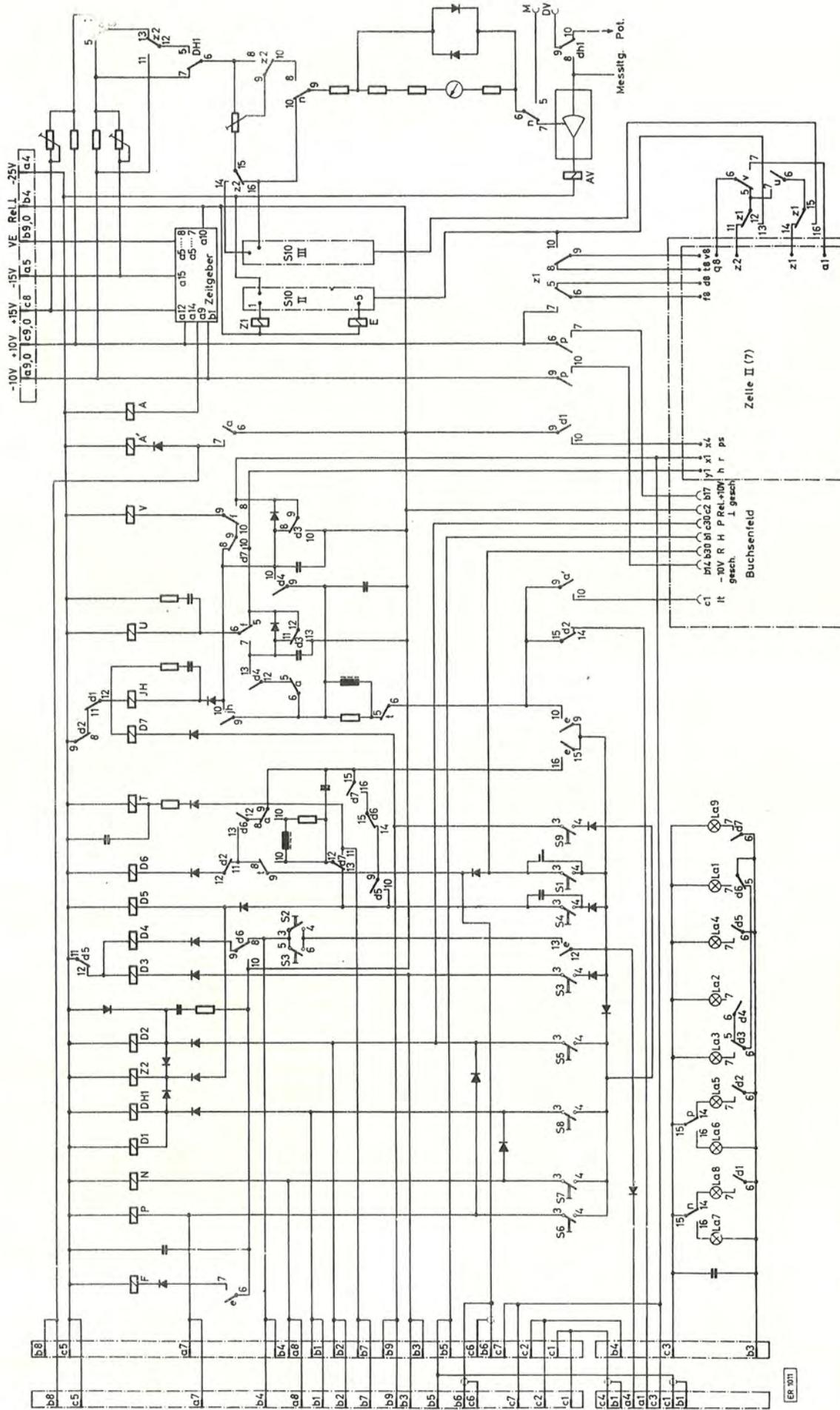


Bild 61 Vereinfachter Stromlaufplan des Bediengerätes

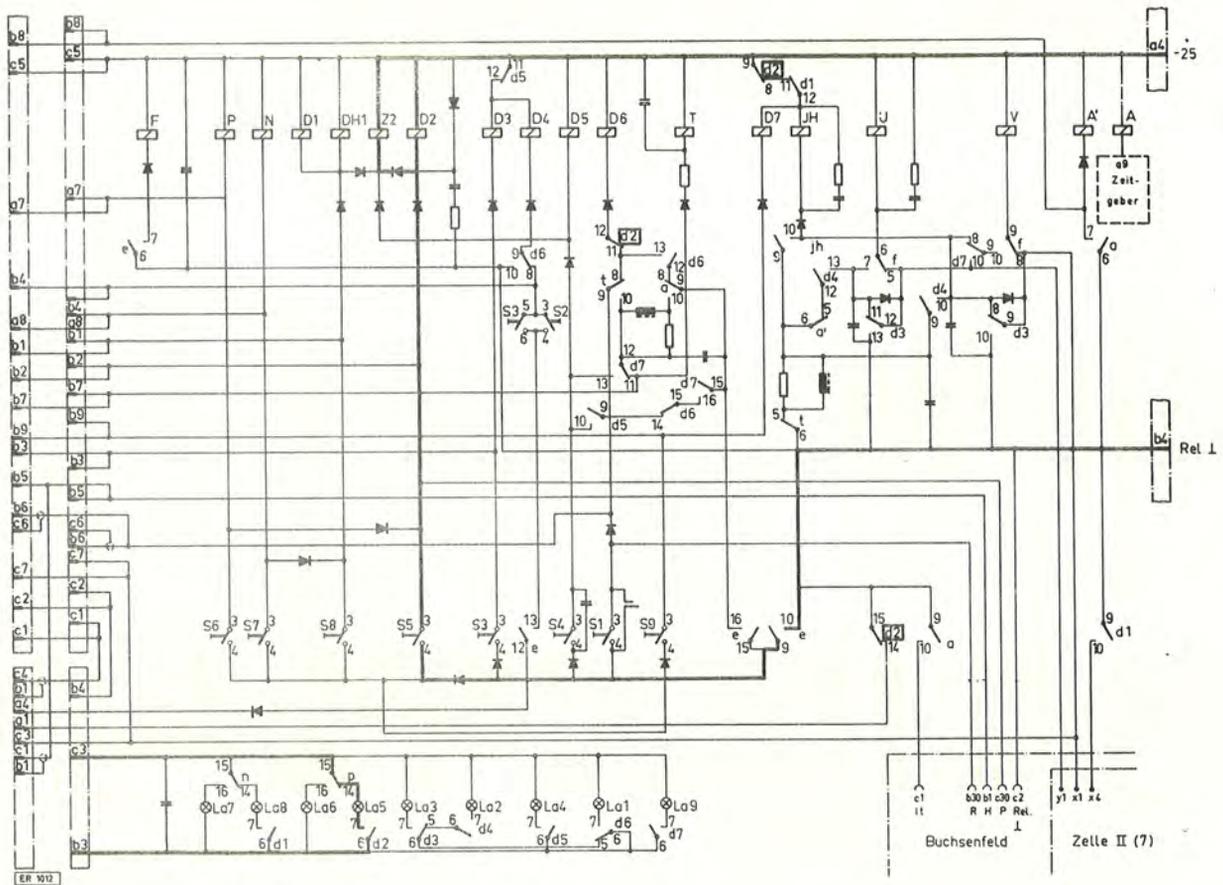


Bild 62 Stromkreise bei Pause

Die übrigen Kontakte des Relais D2 trennen die Haltestromkreise auf, die ggf. noch von der vorher eingeschalteten Betriebsart geschlossen sind. Die Relais H und R sowie U und V sind daher — wie es der Betriebsart Pause entspricht — stromlos.

Das Relais Z2 schaltet die Kompensations-Meßeinrichtung auf die zu ihrem Gebrauch erforderlichen Bedingungen um (s. 5.1.2.)

#### 5.1.1.2. Repetierendes Rechnen

Bei dieser Betriebsart wird der Rechner automatisch abwechselnd auf die den Betriebsarten „Rechnen“ und „Pause“ entsprechenden Zustände umgeschaltet. Die Rechen- und Pausenzeiten sind am Zeitgeberschalter einstellbar.

Beim Drücken der Taste „Rep. Rechnen“ (S2) entstehen folgende Stromkreise:

- S2/3,4 bringt an D4 die Relaiserde über d6/8,9 - S2/3,4 - e/12,13 - e/9,10  
D4 zieht an, da es über d5/11,12 an —25 V liegt.
- d4/6,7 schaltet die Lampe in der Taste S2 über d3/5,6 und d6/5,6 ein.
- d4/9,10 erdet die r-Leitung über t/5,6 — L2 II R 21 — d4 9,10 — d3/8,9; die R-Relais ziehen an.
- d4/9,10 bringt außerdem an das JH-Relais die Erde über t/5,6 L2 II R21 — d4/9,10; das JH-Relais zieht an, da es über d1/11,12 und d2/8,9 an —25 V liegt; über jh/9,10 hält sich das JH-Relais selbst.
- d4/9,10 bringt weiterhin das V-Relais über t/5,6 — L2 II U 21 — d4/9,10 — d7/8,9 — f/9,10 an Erde.

d4/12,13 erdet die h-Leitung über t/5,6 — L2 II R 21 — a/5,6 — d4/12,13 — d3/11,12; die H-Relais ziehen an.

d4/12,13 erdet das U-Relais über t/5,6 — L2 II R 21 — a/5,6 — d4/12,13 — f/6,7.

#### Die Maschine rechnet

Sobald die Ausgangsspannung des Verstärkers 15 + 10 V überschreitet, schaltet der Zeitgeber. Der Zeitgeber bringt das A-Relais.

- a/6,7 bringt das A'-Relais,
- a/9,10 bringt das T-Relais,
- a'/5,6 unterbricht die h-Leitung, das U-Relais fällt ab, die H-Relais fallen ab; der Rechner geht kurzzeitig auf Haltstellung (Halteschulter).
- a'/9,10 schaltet die Relaiserde an Bu It (siehe iteratives Rechnen).
- a'/11,12 unterbricht die Verbindung zwischen den Buchsen Sp und bewirkt damit die Federabhebung im angeschlossenen Schreiber
- t/5,6 öffnet verzögert, das JH-Relais und das V-Relais fallen ab; die r-Leitung wird unterbrochen, die R-Relais fallen ab.

#### Der Rechner geht in Pausenstellung

- jh/9,10 Selbsthaltekontakt des JH-Relais öffnet.
- jh/6,7 steuert die Rücklaufverdunklung eines angeschlossenen Oszillographen.

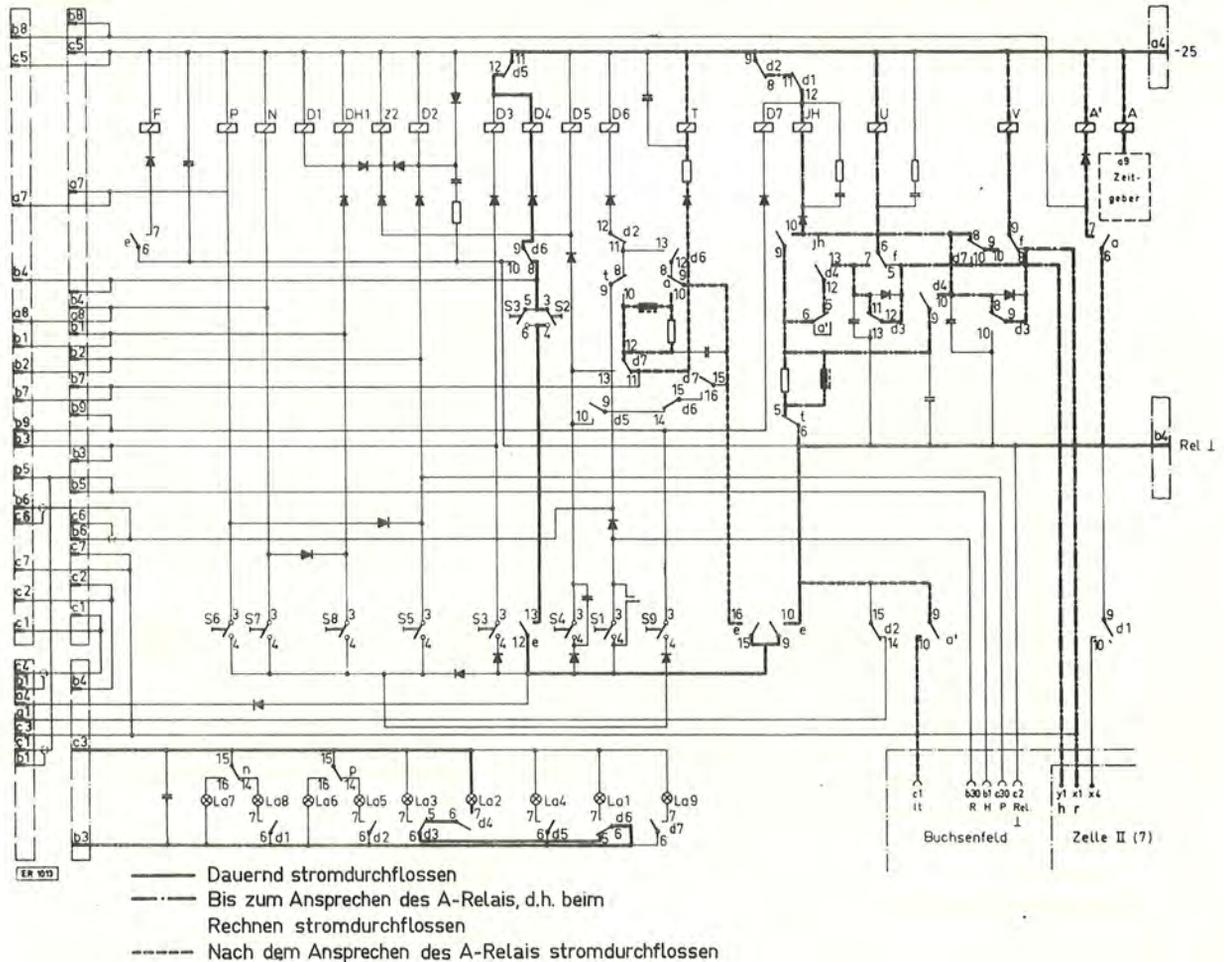


Bild 63 Stromkreise bei repetierendem Rechnen

Nach der durch Schalter S10 vorgegebenen Pausenzeit wird der Erregerstromkreis des A-Relais auf der Zeitgeberkarte wieder unterbrochen.

Im fremdgesteuerten Rechner arbeitet der Zeitgeber nicht. Das Repetieren am Ende der Rechnung wird von dem über die Parallelschaltung (Stecker 3b8 oder 10b8) von außen gesteuerten Relais A eingeleitet.

a/6,7 öffnet und läßt das A'-Relais abfallen.

a/9,10 öffnet ebenfalls und macht das T-Relais stromlos.

Solange die Taste S2 eingerastet ist, bleibt das Relais D4 erregt, so daß beim Abfall des T-Relais über t/5,6 die r- und h-Leitungen wieder geerdet werden und der Rechenvorgang erneut beginnen kann.

### 5.1.1.3. Dauerrechnen

Nach dem Druck auf die Taste „Dauerrechnen“ läuft die Rechnung so lange, bis sie durch Druck auf eine andere Taste unterbrochen oder angehalten wird. Auch bei dieser Betriebsart ist die Inbetriebnahme des Zeitgebers möglich, z. B. zur Gewinnung einer Zeitablenkspannung für einen Oszillographen.

Beim Drücken auf die Taste schließen die nachstehend aufgeführten Schalter und Relaiskontakte folgende Stromkreise:

- S3/3,4 den Erregerstromkreis (25 V) des Relais D3, das daraufhin anzieht.
- d3/6,7 den Lampenstromkreis für die Lampe La3 (in der Taste „Dauerrechnen“).

d3/9,10 den Erregerstromkreis aller R-Relais (r-Leitung).

d3/12,13 den Erregerstromkreis aller H-Relais (h-Leitung).

Damit sind die Bedingungen für die Betriebsart „Dauerrechnen“ für alle Verstärker erfüllt, mit Ausnahme des Verstärkers 15.

S3/5,6 schließt außerdem den Erregerstromkreis des Relais D4.

d4/9,10 schließt den Erregerstromkreis des Relais V von a4 (-25 V) über V - f/9,10 - d7/9,8 - d4/10,9 - t/5,6 nach Erde. J II wird ebenfalls erregt und hält sich über jh/9,10 selbst.

d4/12,13 schließt gleichzeitig den Erregerstromkreis des Relais U von a4 über U - f/6,7 - d4/13,12 - t/5,6 nach Erde.

Bei **Fremdsteuerung** ist das Relais U über f/5,6 den Relais H und das Relais V über f/8,9 den Relais R der übrigen Verstärker parallel geschaltet, so daß der Verstärker 15 gemeinsam mit diesen vom steuernden Rechner aus beeinflußt wird.

Beim **Gebrauch des Zeitgebers** repetiert der Verstärker 15 in bekannter Weise (s. 5.1.1.1.), d. h. durch sein Zusammenspiel mit den übrigen Zeitgeberelementen sowie den Relais A, JH und T werden die Relais U und V abwechselnd erregt und stromlos, entsprechend den Betriebsarten „Rechnen“ und „Pause“. Die Relais H und

R werden von diesem Spiel nicht betroffen, da sie über die Kontakte d3/2,13 und d3/9,10 dauernd an der Erregerspannung liegen bleiben.  
In einem fremdgesteuerten Rechner ist der Gebrauch des eigenen Zeitgebers nicht möglich.

#### 5.1.1.4. Einmal Rechnen

Durch Druck auf die Taste „1xRechnen“ (S6) wird ein einmaliger Ablauf des Rechners ausgelöst. Die Rechenzeit wird wie beim repetierenden Rechnen am Zeitgeber eingestellt. Der Rechenvorgang Einmal Rechnen kann über die Photobuchse auch von einem Photoapparat ausgelöst werden.

- S1/3,4 (oder der Blitzlichtkontakt des an die Photobuchse angeschlossenen Photoapparates) schließt über d2/11,12 – t/8,9 – S1/3,4 und e/9,10 für die Dauer des Tastendrucks (die Taste rastet nicht ein) den Erregerstromkreis des Relais D6.
- d6/12,13 schließt einen Haltestromkreis für das Relais D6.
- d6/6,7 legt Spannung an die Lampe La1, die sich in der Taste „1xRechnen“ befindet.
- d6/9,10 schließt den Erregerstromkreis des Relais D4.

Das Relais D4 bewirkt nunmehr dieselben Umschaltungen die auch beim repetierenden Rechnen (s. 5.1.1.1.) den Beginn des Rechnens einleiten. Wie beim repetierenden Rechnen dauert jetzt der Rechenvorgang selbst bis zur Erregung des Relais A durch den Zeitgeber.

- a/8,9 trennt den über d6/12 geschleiften Haltestromkreis des Relais D6 wieder auf.

Das Relais fällt je nach der Stellung des Zeitgeberschalters nach 0,1 s oder 1 s wieder ab. Eine Wiederholung des Rechenvorganges kann nur durch erneutes Drücken der Taste „1xRechnen“ ausgelöst werden.

Um bei einem zu langen Festhalten der Taste „1xRechnen“ Repetieren zu vermeiden, wird beim Anzug des Relais A über a/9,10 auch das Relais T erregt. Dadurch wird die Verbindung des Relais D6 mit der Taste S6/3,4 bzw. mit der Photobuchse bei t/8,9 unterbrochen, so daß die zur Auslösung eines neuen Rechenvorganges erforderliche Erregung des Relais D6 zunächst nicht stattfinden kann. Über t/9,10 wird dabei ein Haltestromkreis für das Relais T geschlossen, der so lange bestehen bleibt, wie die Taste „1xRechnen“ (S1) gedrückt ist.

#### 5.1.1.5. Halt

Beim Druck auf die Taste „Halt“ (S4) wird die Rechnung angehalten, d. h. der Rechenablauf stoppt, und die im Augenblick des Haltens bestehenden Rechenspannungen bleiben erhalten. Halten ist bei allen Rechenarten möglich.

- S4/3,4 schließt die Erregerstromkreise der Relais D5 und Z2.
- d5/6,7 legt die in der Taste „Halt“ befindliche Lampe La4 an Spannung.
- d5/11,12 unterbricht die Erregerstromkreise der Relais D3 und D4.
- d3/12,13 trennt — bei vorherigem Dauerrechnen bei Eigensteuerung (Relais F erregt) — den Erregerstromkreis aller Relais H (h-Leitung)

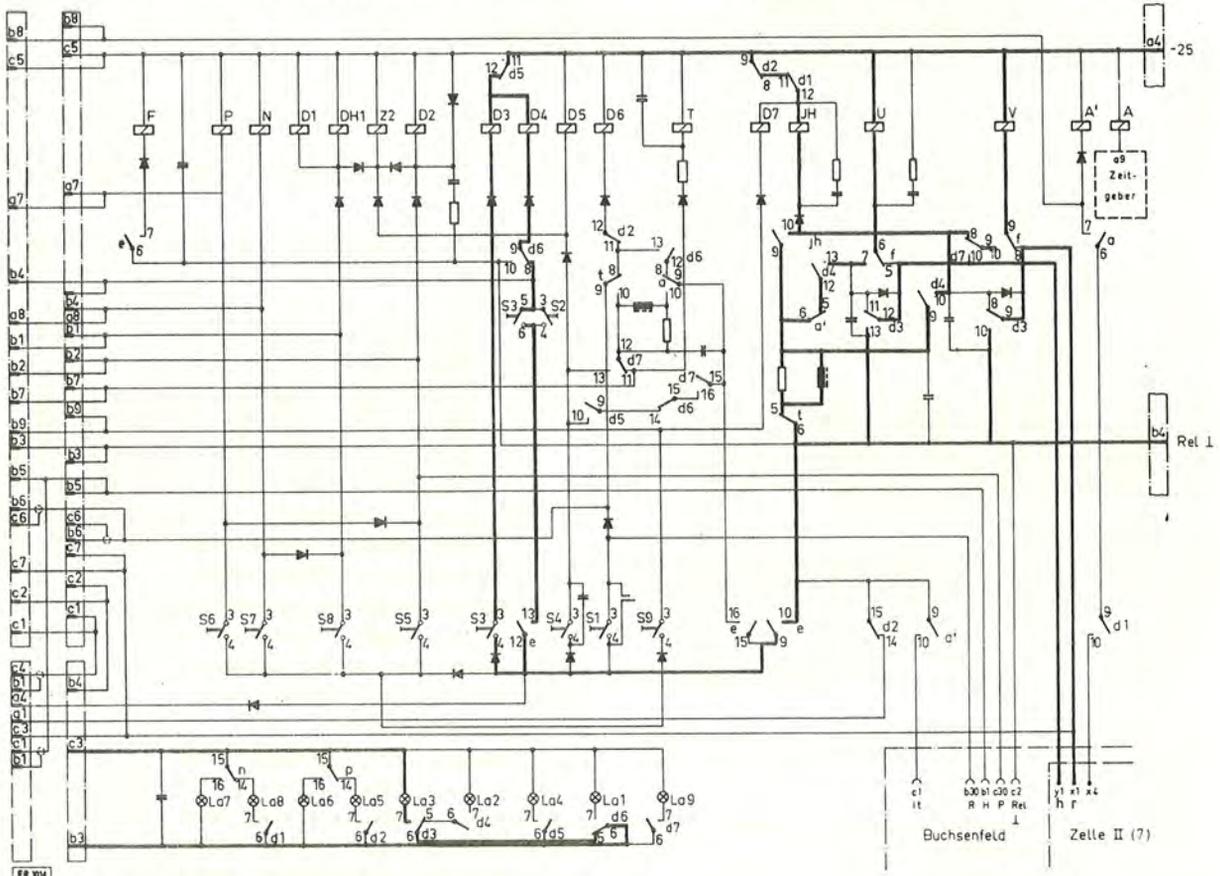
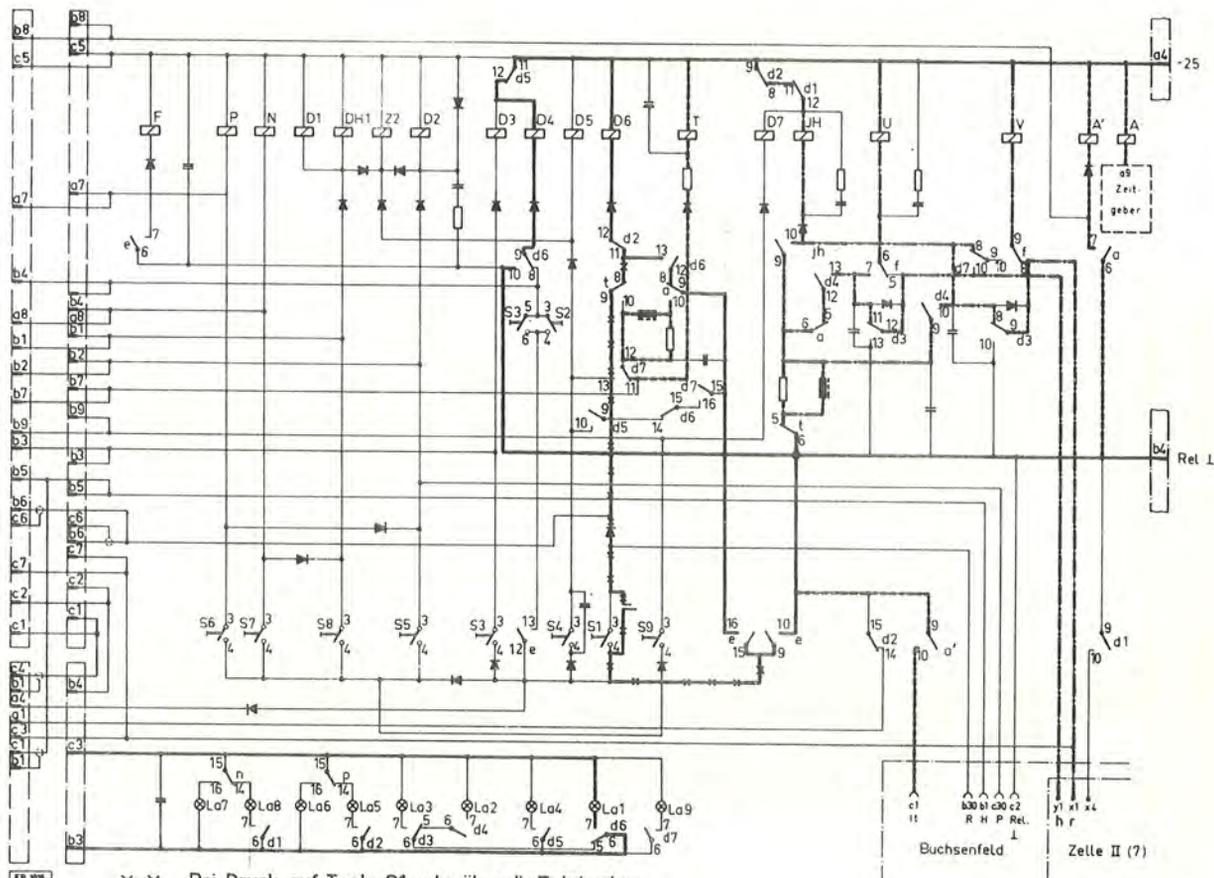


Bild 64 Stromkreise bei Dauerrechnen



- ER 58
- x—x— Bei Druck auf Taste S1 oder über die Fotobuchse kurzzeitig von Strom durchflossen
  - Nach Ansprechen von D6 dauernd stromdurchflossen
  - - - Bis zum Ansprechen des A-Relais stromdurchflossen
  - Nach dem Ansprechen des A-Relais stromdurchflossen

Bild 65 Stromkreise bei Einmal Rechnen

auf; bei Fremdsteuerung außerdem den Erregerstromkreis des Relais U.

d4/12,13 trennt — bei vorherigem repetierendem Rechnen oder Einmal Rechnen — den Erregerstromkreis aller Relais H und den des Relais U auf.

Das Relais JH, das beim Einschalten der vorherigen Betriebsart an Spannung gelegt wurde, bleibt über d2/8,8 — d1/11,12 — JH — jh/10,9 — t/5,6

erregt, so daß über V — f/9,10 — d7/9,8 — jh/10,9 — t/5,6 das Relais V und über

die r-Leitung — d3/9,8 — jh/10,9 — t/5,6 auch alle R-Relais an Spannung bleiben. Somit sind die Bedingungen für die Betriebsart Halt erfüllt.

Das Relais Z2 stellt die zum Messen der Rechenspannungen erforderlichen Voraussetzungen an den Kompensations-Meßeinrichtung (s. 5.1.2.) her.

#### 5.1.1.6. Rechnen mit Halt

Beim Rechnen mit Halt geht der Rechner nach einer am Zeitgeber einstellbaren Zeit automatisch in die Betriebsart Halt über (im Gegensatz zum Einmal Rechnen, bei dem die Rechnung durch Übergang in die Betriebsart Pause endgültig abgebrochen wird).

Die Rechnung kann im Anschluß beliebig oft fortgesetzt werden, d. h. es ist auf diese Weise abschnittsweises Rechnen möglich.

Der Rechenvorgang wird — nach Einstellung einer Rechenzeit — durch Drücken der Taste „mit Halt“ vorbereitet und Betätigung einer Rechentaste, vorzugsweise „Einmal Rechnen“, ausgelöst. In diesem Fall ergeben sich folgende Stromkreise:

S9/3,4 legt das Relais D7 an Spannung über d2/9,8 — d1/11,12 — D7 — S9/3,4.

d7/12,13 bereitet den Erregerstromkreis für das Relais D5 vor.

d7/15,16 bereitet einen Haltestromkreis für das Relais D5 vor.

Beim Druck auf die Taste „1xRechnen“ werden jetzt zunächst bis zum Anzug des Relais A die unter 5.1.1.4. beschriebenen Vorgänge ausgelöst.

a/9,10 bewirkt nunmehr den Anzug des Relais D5 über D5 — d7/13,12 — a/10,9 — e/16,15 — e/9,10.

d5/9,10 schließt daraufhin einen Haltestromkreis, d6/14,15 — d7/16,15, so daß das Relais D5 auch nach dem Abfall des A-Relais angezogen bleibt.

Die übrigen Kontakte des Relais D5 leiten gleichzeitig in der unter 5.1.1.5. beschriebenen Weise die Umschaltung des Rechners auf Halt ein.

Beim erneuten Drücken der Taste „1xRechnen“ zum Zwecke des Weiterrechnens wird der Selbsthaltekreis des Relais D5 beim Auszug des Relais D6 durch d6/14,15

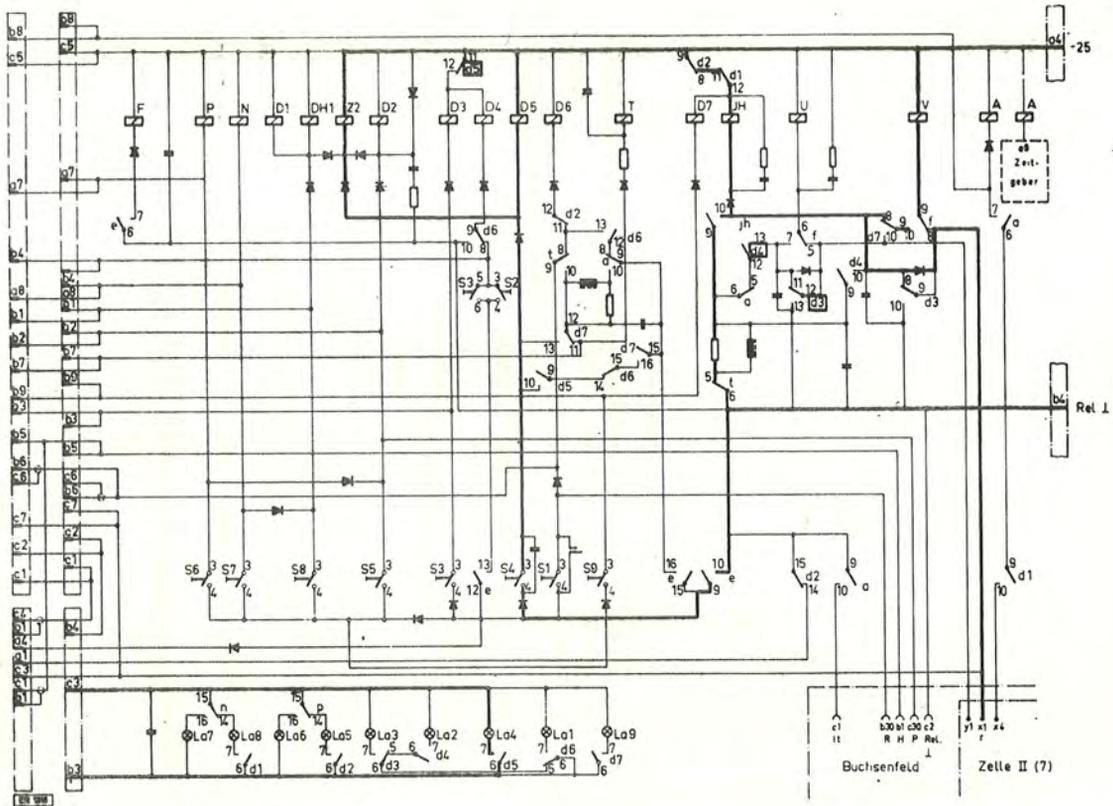
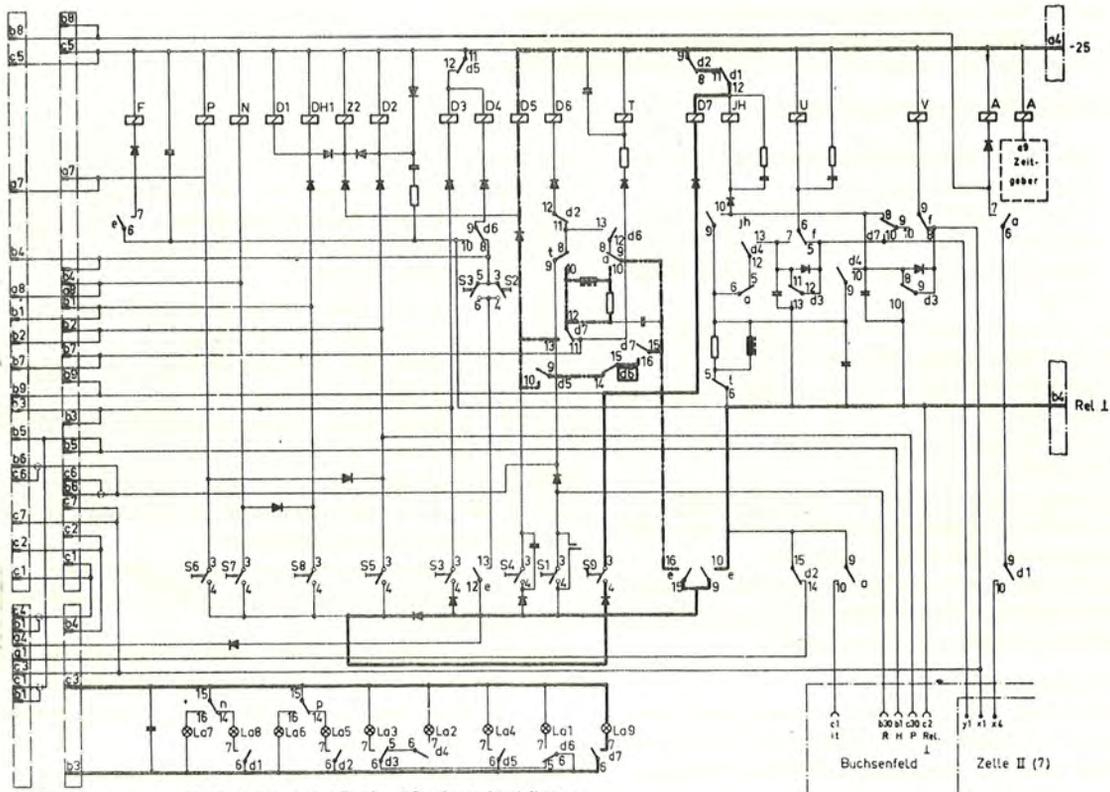


Bild 66 Stromkreise bei Halt



— Nach Drücken der Taste S9 stromdurchflossen  
 - - - - - Nach Ansprechen des Relais A stromdurchflossen  
 [d6/14, 15] Trennstelle beim Weiterrechnen  
 (Die bereits unter 5.11.4 und 5.11.5 beschriebenen Stromkreise wurden hier nicht mehr eingezeichnet).

Bild 67 Stromkreise bei Rechnen mit Halt

unterbrochen, so daß bis zum Anzug des A-Relais wieder die gleichen Verhältnisse herrschen, wie eingangs beschrieben.

#### 5.1.1.7. Automatisches Halten bei Übersteuerung

Das automatische Halten bei Übersteuerung wird durch die Übersteuerungsrelais Ü an den Rechenverstärkern

beim Drücken der Taste „Pot. Einst.“ (S8) mittels eines Hilfsrelais (D1) über die ps-Leitung geerdet werden. Gleichzeitig wird der Eingang des Eichpotentiometers an —E (—10 V) gelegt und sein Ausgang, d. h. sein Mittelabgriff, mit der Kompensationsmeßeinrichtung verbunden. Außerdem wird der Eingang der Kompen-

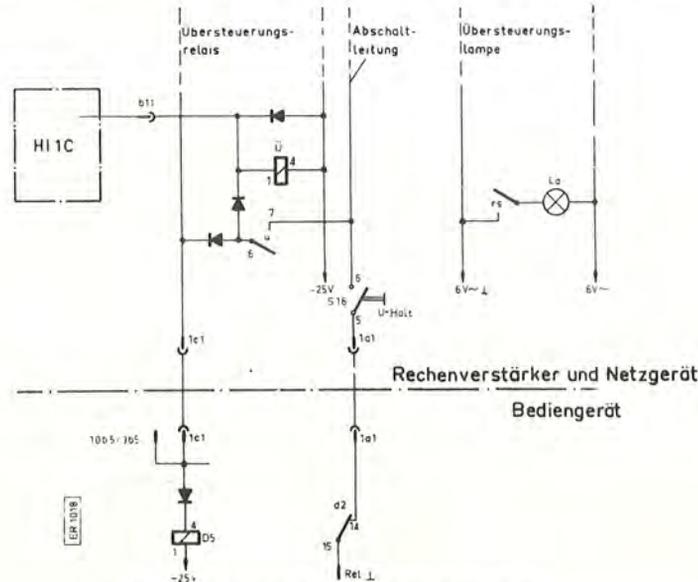


Bild 68 Stromkreise bei automatischem Halt

eingeleitet. Die Übersteuerungsrelais liegen mit ihrem Kontakt ü/6,7 an einer gemeinsamen Abschaltleitung. Wird das Relais Ü infolge Übersteuerung eines Verstärkers von —25 V (im Einschub Rechenverstärker und Netzgerät) über

Ü/4,1 — b11 — HI 1A

von einem Haltestromkreis, so schließt sein Kontakt ü/6,7 einen Haltestromkreis von —25 V (im Einschub Rechenverstärker und Netzgerät) über

Ü/4,1 — ü/6,7 — Abschaltleitung — S16/6,5 — 1a1 — 1a1 — d2/14,15 — Relaiserde

so daß das Relais auch nach dem Aufhören der Übersteuerung stromdurchflossen bleibt.

Gleichzeitig schließt derselbe Kontakt einen Erregerstromkreis für das Relais D5 von —25 V (im Bediengerät) über

D5/1,4 — 1c1 — 1c1 — ü/6,7 — Abschaltleitung — S16/6,5 — 1a1 — 1a1 — d2/14,15 — Rel.

Das Relais D5 schafft daraufhin die Voraussetzungen für das Anhalten des Rechenvorganges, wie unter 5.1.1.5. beschrieben.

Die Einrichtung kann mit Hilfe der Taste „Ü-Halt“ (S16) am Bediengerät wahlweise in Betrieb genommen oder außer Betrieb gesetzt werden. Die Wirkungsweise der Übersteuerungsrelais selbst ist davon jedoch unabhängig, so daß die von ihrem Kontakt ü/9,10 geschalteten Übersteuerungslampen im Falle einer Übersteuerung stets aufleuchten.

#### 5.1.1.8. Potentiometereinstellung

Beim Einstellen der Koeffizientenpotentiometer müssen die Potentiometer dem Betriebsfall entsprechend belastet werden, während die Verstärker abzutrennen sind, um Übersteuerung zu vermeiden. Die hierfür erforderliche Umschaltung geschieht durch die PS-Relais, die

sationsmeßeinrichtung an das zum Einstellen angewählte Potentiometer gelegt. Die Auswahl dieses Potentiometers und dessen Anschluß an —E erfolgt durch Tastendruck am Potentiometerfeld.

S8/3,4 schließt den Erregerstromkreis für die Relais D1, D11 und Z2.

d1/9,10 legt die ps-Leitung an Erde und schließt damit den Erregerstromkreis für alle PS-Relais.

d1/6,7 schließt den Stromkreis der Lampe La8 in der Taste „Pot. Einst.“.

d1/11,12 trennt die Erregerstromkreise der Relais D7 und JH auf, falls sie von einer vorhergehenden Betriebsart noch geschlossen sind.

dh1/6,7 legt den Eingang des Eichpotentiometers R 28 an —E (—10 V).

dh1/8,9 trennt die Meßleistung für Verstärker von der Buchse DV.

dh1/9,10 legt die Potentiometermeßleitung an die Buchse DV.

Die Buchse DV ist normalerweise durch einen Kurzschlußstecker mit der Buchse M, d. h. mit der Kompensationsmeßeinrichtung zu verbinden.

Falls anstelle der Kompensationsmeßeinrichtung ein Digitalvoltmeter zum Messen verwendet werden soll, so ist dieses an die Buchse DV anzuschließen.

#### 5.1.1.9. Statisches Prüfen

Diese Prüfstellung ermöglicht die statische Kontrolle eines gesteckten Programmes und gibt gleichzeitig Auskunft über die Funktionsfähigkeit der beteiligten Rechelemente.

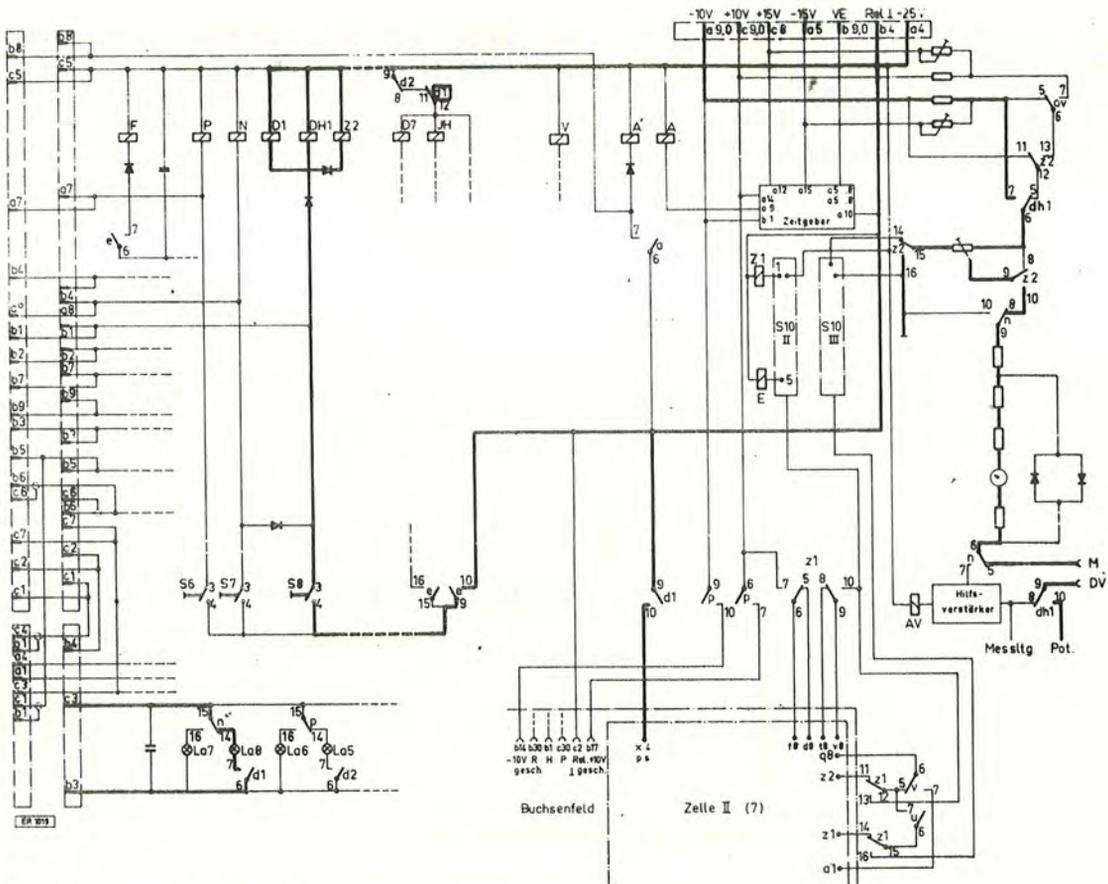


Bild 69 Stromkreise bei Potentiometereinstellung

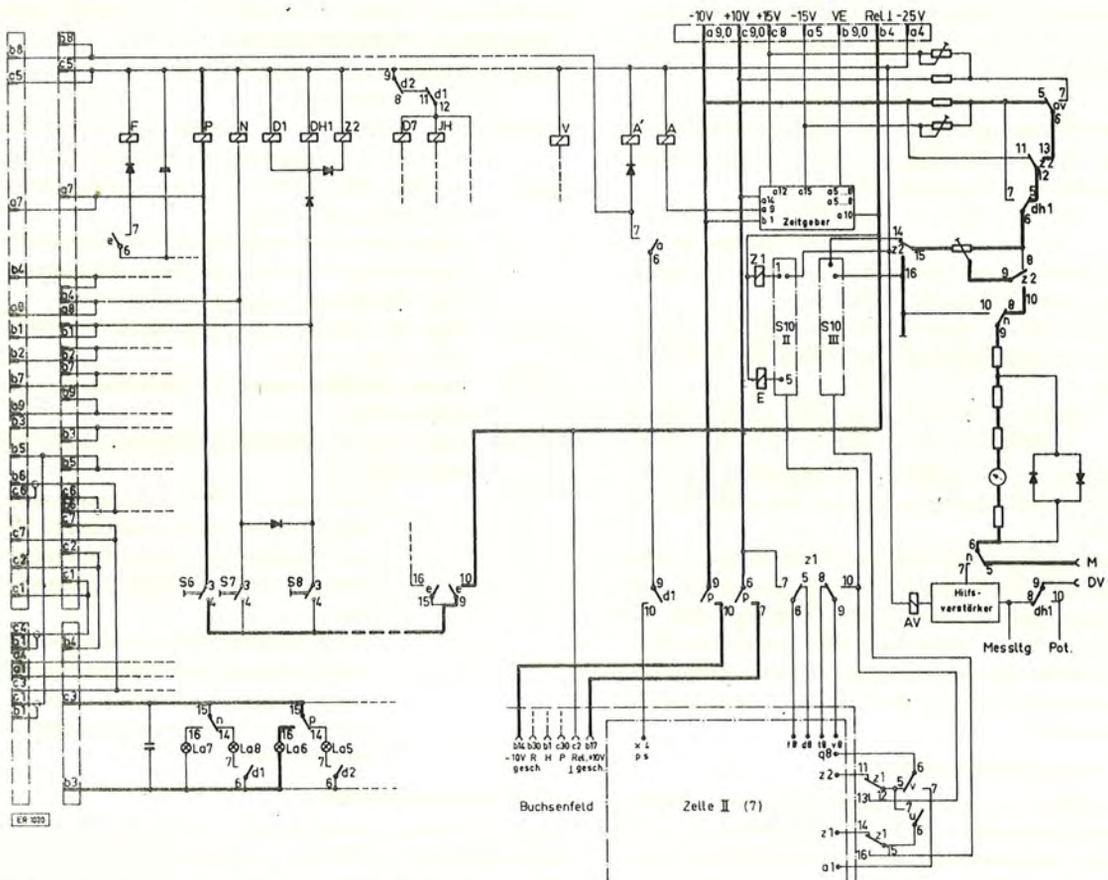


Bild 70 Stromkreise beim Statischen Prüfen

Nach Druck auf die Taste „stat. Prüf.“ (S6) werden die Relais P, D2 und Z2 erregt.

- S6/3,4 schließt den Erregerstromkreis der genannten Relais.
- p/15,16 legt die in der Taste „stat. Prüf.“ befindliche Lampe La6 an Spannung.
- p/14,15 unterbricht den Stromkreis der Lampe La5, die sich in der Taste „Pause“ befindet.
- p/9,10 legt die Maschineneinheit -10 V an die Buchse b14 des Programmierfeldes.
- p/6,7 legt die Maschineneinheit +10 V an die Buchse b17 des Programmierfeldes.

Gleichzeitig trennen die Kontakte des Relais D2 die von der vorhergehenden Betriebsart geschlossenen Relais-Haltestromkreise auf und stellt das Relais Z2 die zum Gebrauch der Kompensationsmeßeinrichtung notwendigen Bedingungen her, in dem es das Meßpotentiometer über

av/5,6 — z2/13,12 — dh 1 — Meßpotentiometer — z2/15,16 —

und das Anzeigeelement über z2/9,10 — n/8,9 und n/6,5

zwischen den Schleifer des Meßpotentiometers und die Meßbuchse M legt.

Durch Drücken der Taste „Null“ (S7) werden die Verstärker von ihren Eingängen getrennt und der Ausgang des jeweils angewählten Verstärkers über einen Anzei-

gerverstärker (Hilfsverstärker) an das Anzeigeelement der Kompensationsmeßeinrichtung gelegt.

- S7/3,4 legt neben dem Relais N auch die Relais D1, DH1 und Z2 an Spannung.
- d1/9,10 legt die ps-Leitung an Erde und bringt damit alle PS-Relais zum Anzug.
- d1/11,12 trennt die Erregerstromkreise der Relais D7 und JH auf, sofern sie von der vorhergehenden Betriebsart noch geschlossen waren.
- n/6,7 legt das Anzeigeelement an den Anzeigeverstärker (Hilfsverstärker).
- n/9,10 erdet das Anzeigeelement.
- n/15,16 legt die in der Taste „Null“ befindliche Lampe La7 an Spannung.

Die Wirkungsweise der Relais DH1 und Z2 ist für den Nullabgleich ohne Belang.

### 5.1.2. Kompensationsmeßeinrichtung

In der Kompensationsmeßeinrichtung wird die zu messende Spannung an ein hochempfindliches Nullinstrument gelegt und durch eine sehr genau einstellbare Vergleichsspannung kompensiert. Die Vergleichsspannung wird an dem Eichpotentiometer (R28) abgegriffen, das auch als Zeitgeberpotentiometer dient. Lastabhängige Anzeigefehler sind ausgeschlossen, da die Schaltung im Augenblick des Abgleichs stromlos ist. Das Anzeigeelement ist durch parallel geschaltete Dioden gegen Überlastung geschützt.

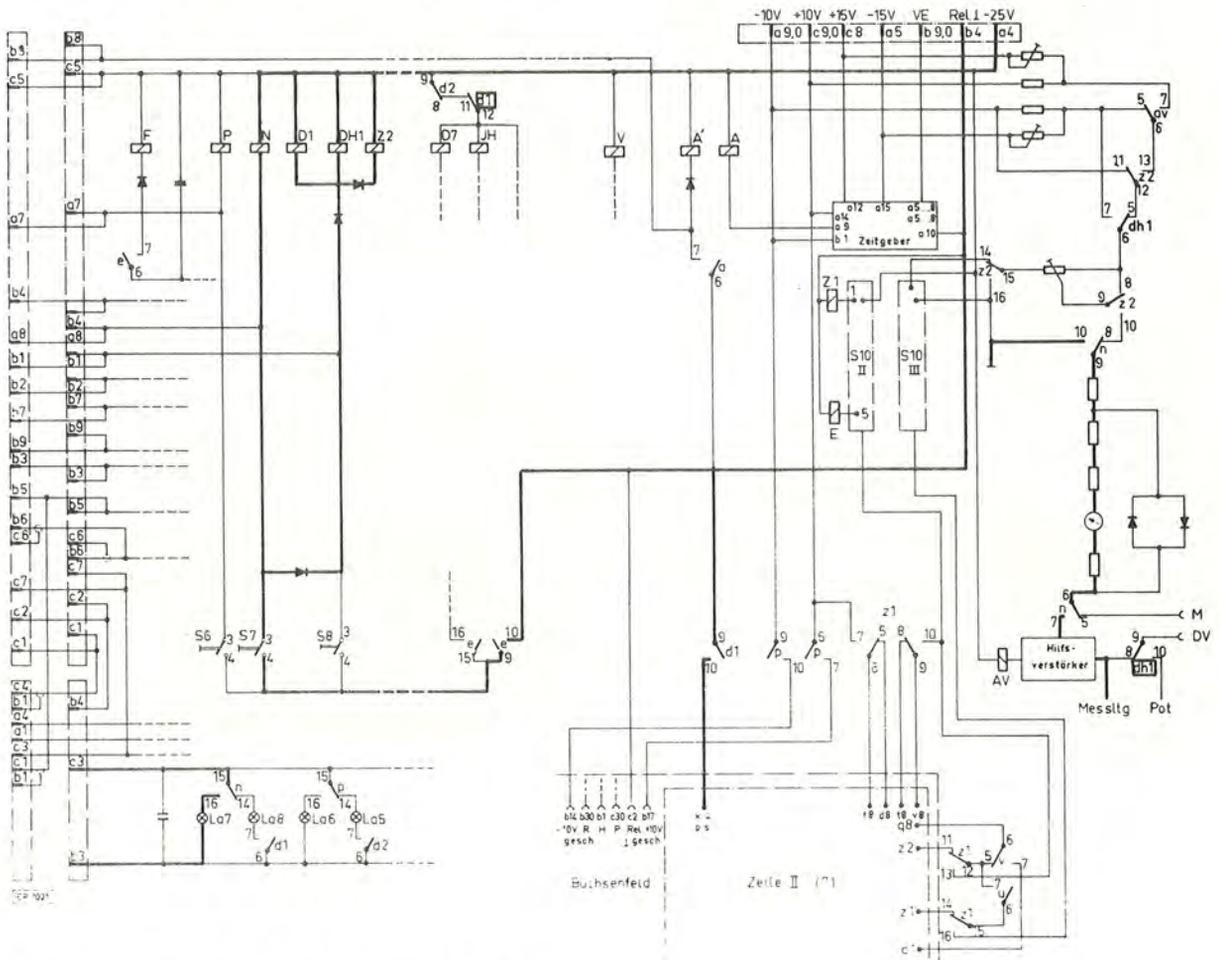


Bild 71 Stromkreise beim Verstärker-Nullabgleich

Der Eingang der Kompensationsmeßeinrichtung ist mit Ausnahme beim Nullabgleich mit der Buchse „M“ des Programmierfeldes verbunden, die Meßleitung dagegen mit der Buchse „DV“, und zwar in Abhängigkeit vom Relais DH1 entweder die Verstärker- oder die Potentiometermeßleitung.

Die genannten Buchsen stellen somit eine Trennstelle dar, an der (über „M“) auch fremde Spannungen zur Messung zugeführt werden können, bzw. zur Messung der eigenen Spannungen (an „DV“) auch ein fremdes Meßgerät, z. B. ein Digitalvoltmeter an den Rechner angeschlossen werden kann. Diese Trennstelle ist normalerweise durch einen Stecker überbrückt.

An der Verstärkermeßleitung liegt über einen vorgeschalteten Hilfsverstärker das Relais AV. Dieses wird in Abhängigkeit von der Polarität der zu messenden Spannung erregt oder nicht erregt und schaltet so mit seinen Kontakten av/8, 9, 10 die Lampe La 10 oder La 11 an Spannung, durch die die jeweilige Polarität der Meßspannung angezeigt wird. Beim Nullabgleich der Rechenverstärker wird mit Hilfe des Relais N (Kontakt

n/6,7) der Hilfsverstärker dem Meßinstrument als Anzeigeverstärker vorgeschaltet unter gleichzeitiger Erregung des Instrumentes über den Kontakt n/9,10.

## 5.2. Stromversorgung

Das Netzgerät NG 740 ist auf Netzspannungen von 110, 127, 220 und 240 V (50...60 Hz) umschaltbar. Es liefert die sehr genaue, elektronisch stabilisierte Maschineneinheit +10 V und -10 V sowie sämtliche Versorgungsspannungen, d. h. die stabilisierten Spannungen +15 V -15 V und +30 V zur Versorgung der Rechenelektronik, eine nichtstabilisierte Spannung von -25 V zur Erregung der Relais, eine 400-Hz-Rechteckspannung von 7 und 10 V<sub>os</sub> zur Steuerung der Chopper und Phasengleichrichter sowie eine Wechselspannung von 6 V zur Speisung der Anzeige- und Kontrolllampen.

Die Verteilung der Spannungen innerhalb des oberen Einschubes ist aus Plan 1 ersichtlich. Die übrigen Einschübe werden über den Gestellkabelbaum versorgt. Die Anschlüsse der Einschübe an den Kabelbaum sind in den Bildern 72 bis 77 der besseren Übersicht halber für jede Spannung einzeln dargestellt.

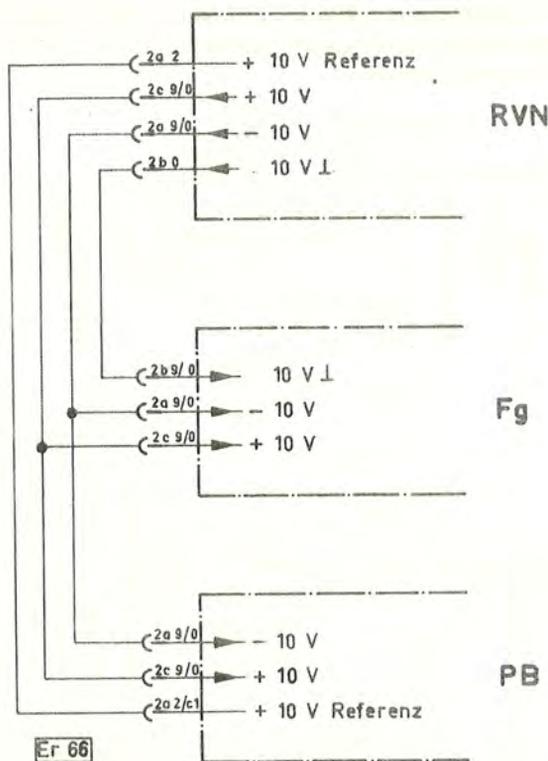


Bild 72 Verteilung der Maschinen-Einheit

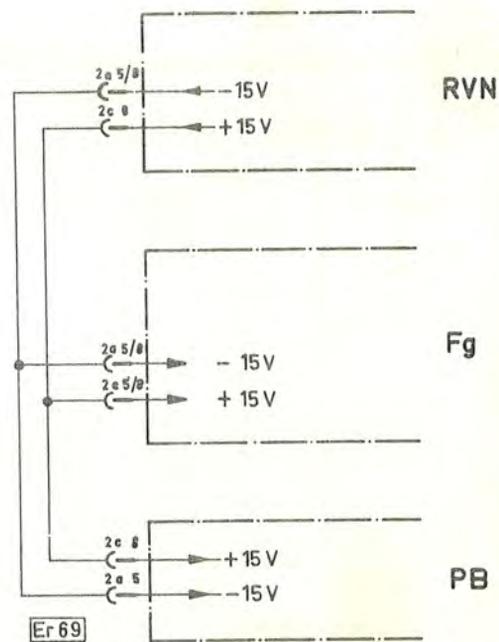


Bild 73 Verteilung der Spannungen +15 V und -15 V

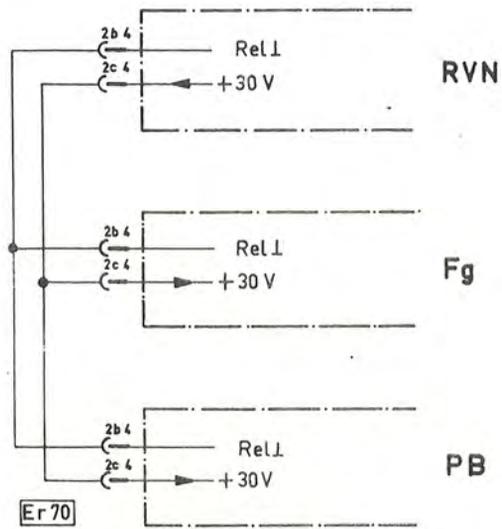


Bild 74 Verteilung der Spannung +30 V

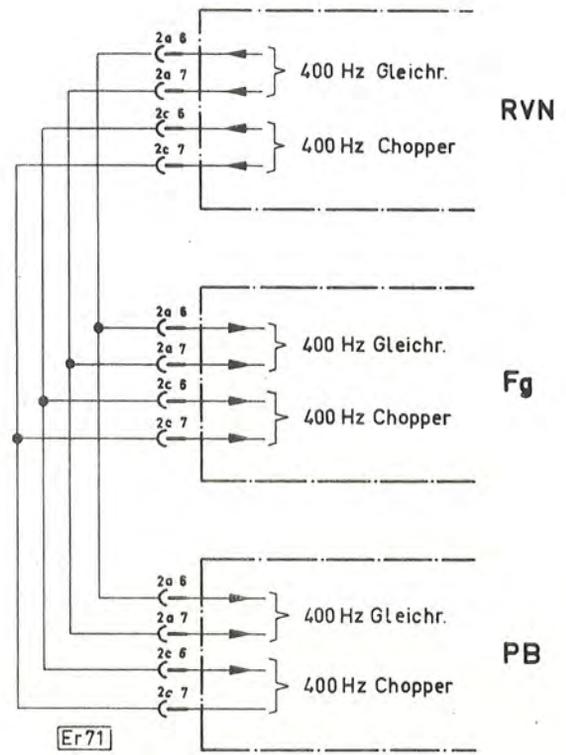


Bild 75 Verteilung der 400-Hz-Rechteckspannung

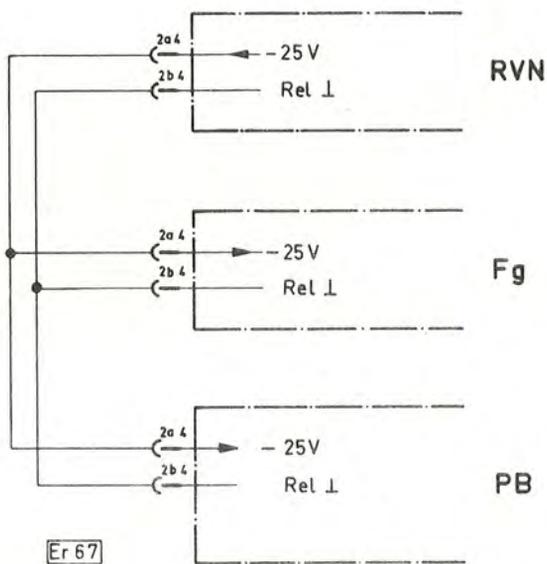


Bild 76 Verteilung der Relaisversorgungsspannung

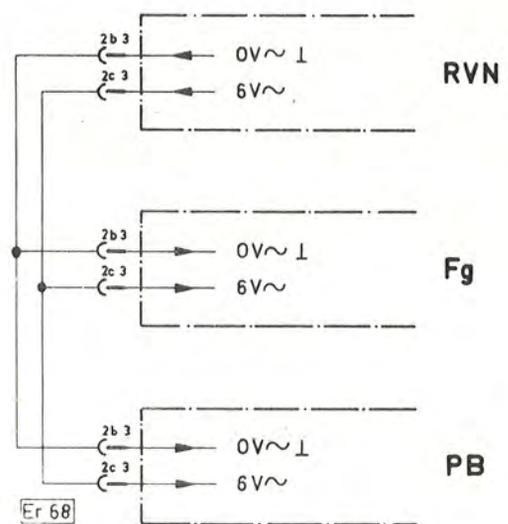


Bild 77 Verteilung der Lampenspannung

Tabelle 11 Fehlersuchtafel

Fehlererscheinung	Vermutliche Ursache	Kontrolle	Instandsetzung
1 Schalter „Ein“ bleibt im eingeschalteten Zustand des Rechners dunkel	a) Netzausfall	Beim Drücken der Prüftaste des Netzgerätes erfolgt keine Instrumentenanzeige	Netzspannung prüfen
	b) Sicherungsausfall	wie a)  Prüfspannungen der Stromversorgung werden angezeigt	Sicherung auswechseln
2 Das Anzeigeinstrument des Netzgerätes zeigt beim Drücken der Prüftaste keinen oder einen falschen Wert an	a) Kurzschluß beim Verbraucher	—	Kurzschluß beheben
	b) Fehler in Steckeinheiten des Netzgerätes	—	Steckeinheit auswechseln
3 Einzelne Übersteuerungslampen leuchten beim Einschalten des Rechners nicht kurzzeitig auf	a) Der betr. Verstärker ist nicht bestückt	—	—
	b) Kontrollampe defekt	—	Lampe auswechseln
	c) Übersteuerungsrelais defekt	—	Relais auswechseln
	d) Relaisspannung 25 V fehlt	Alle Übersteuerungslampen leuchten nicht auf, Rechner nicht betriebsfähig	Sicherung für 25 V auswechseln
	e) Verstärker defekt	—	Verstärker auswechseln
4 Einzelne Übersteuerungslampen erlöschen beim Einschalten nicht	a) Verstärker defekt	—	Verstärker auswechseln
	b) 400-Hz-Spannung fehlt	Alle Übersteuerungslampen erlöschen nicht	s. Abschn. 4.2.2.
	c) Stromversorgung ausgefallen	Spannungsprüfung mit Prüftaste i. d. Montageeinheit „Netzgerät“	
5 Mit dem Funktionsgeber läßt sich kein Polygonzug herstellen	a) Verstärker defekt	Durch Einsatz anderer Verstärker arbeitet der Funktionsgeber einwandfrei	Verstärker auswechseln
	b) s. Punkte 6 . . . 9		s. Punkte 6 . . . 9
6 Der Polygonzug des Funktionsgebers läßt sich durch Potentiometer „0“ in Ordinarichtung nicht verschieben	+10 V ausgefallen	Spannungskontrolle in Montageeinheit „Netzgerät“ (Taste „+10“ drücken)	s. Abschn. 4.2.1.
7 Die Diodenstrecken mit Knickspannung 0V lassen sich durch die Potentiometer —1 und +1 des Funktionsgebers nicht variieren	Steckeinheit FG 3B defekt	Nach Einsatz der betr. Steckeinheit aus dem anderen Funktionsgeber arbeitet das Gerät einwandfrei	Steckeinheit auswechseln

Fehlererscheinung	Vermutliche Ursache	Kontrolle	Instandsetzung
8 Einzelne Streckenabschnitte im negativen Teil des Polygonzuges lassen sich nicht einstellen	Steckeinheit FG 2D defekt	nach Einsatz der betr. Steckeinheit aus dem anderen Funktionsgeber arbeitet das Gerät einwandfrei	Steckeinheit auswechseln
9 Einzelne Streckenabschnitte im positiven Teil des Polygonzuges lassen sich nicht einstellen	Steckeinheit FG 2C defekt	Nach Einsatz der betr. Steckeinheit aus dem anderen Funktionsgeber arbeitet das Gerät einwandfrei	Steckeinheit auswechseln
10 Einzelne Multiplizierer arbeiten nicht	a) Steckeinheiten PM 3 A bzw. PM 3 B defekt b) Summierverstärker für Multiplizierer arbeitet nicht	— Mit einem anderen Verstärker arbeitet der Multiplizierer	Steckeinheit auswechseln wie 11
11 Einzelne Rechenverstärker arbeiten nicht	a) Der betr. Verstärker ist nicht bestückt b) Chopper defekt c) Steckeinheit defekt	— — —	— Chopper auswechseln Steckeinheit HA1A und HI 1A auswechseln
12 Alle Rechenverstärker arbeiten nicht	a) Netzspannung bzw. Sicherung ausgefallen b) 400-Hz-Spannung fehlt (Steckeinheit GE 3 A bzw. 400-Hz.-Verstärker defekt) c) Versorgungsspannung ausgefallen	s. Punkt 1 Beide Funktionsgeber arbeiten nicht Prüfen der Versorgungsspannung in Montageeinheit „Netzgerät“	s. Punkt 1 s. Abschn. 4.2.2. s. Abschn. 4.2.1.
13 Einzelne Bedientasten leuchten beim Drücken nicht auf	a) Anzeigelampe defekt b) Spannung 25 V fehlt c) Relais defekt	Schalter „Ein“ leuchtet Rechner ist in keiner Betriebsart funktionsfähig Der Rechner ist in den übrigen Betriebsarten funktionsfähig	Lampe auswechseln Auswechseln der Sicherung für 25 V Relais auswechseln
14 Repetierendes Rechnen nicht möglich	a) Verstärker 15 defekt b) Zeitgeber defekt c) Relaisspannung fehlt d) Relais defekt	— — Der Rechner arbeitet in keiner Betriebsart In allen übrigen Betriebsarten arbeitet der Rechner	wie 11 — Sicherung für 25 V auswechseln Relais auswechseln
15 Einzelne Koeffizientenpotentiometer lassen sich nicht einstellen	Feinsicherung der betroffenen Potentiometer defekt	Die übrigen Potentiometer arbeiten einwandfrei	Sicherung auswechseln Typ: 8AG PL-Nr. 361 (10 mA) Fabrikat: Wickmann