

TELEFUNKEN



**Transistorisierter
Tischanalogrechner**

RA 742

Beschreibung

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
AEG-TELEFUNKEN
Fachbereich Anlagen Informationstechnik
775 Konstanz, Bücklestraße 1-5

ABS 079 767

Nachdruck nur mit Quellenangabe gestattet
Printed in Western Germany

INHALT

	<u>Seite</u>
1. TECHNISCHE ÜBERSICHT	2
1.1. Verwendungszweck	2
1.2. Lieferumfang und Bestellbezeichnungen	3
1.3. Technische Daten	8
1.4. Aufbau und Funktion	16
1.4.1. Einschübe	16
1.4.2. Rechenelemente	19
1.4.2.1. Rechenverstärker	19
1.4.2.2. Koeffizientenpotentiometer	26
1.4.2.3. Parabelmultiplizierer	27
1.4.2.4. Variable Funktionsgeber	28
1.4.2.5. Funktionsplätze	29
1.4.2.6. Komparatoren	31
1.4.2.7. Freie Dioden	32
1.4.2.8. Manuell zu betätigende Kippschalter	32
1.4.3. Aufteilung des Programmierfeldes	32
1.4.4. Anschlußfeld für Externgeräte u. Meßbuchsen	40
2. BETRIEB	
2.1. Aufstellen des Gerätes	42
2.1.1. Netzanschluß	42
2.1.2. Anschluß von Ausgabegeräten	42
2.1.3. Parallelschaltung mehrerer Rechner	43
2.2. Einschalten	44
2.3. Programmieren	44
2.3.1. Aufbau der Rechenschaltungen	44
2.3.2. Einstellung der Rechenelemente	45
2.3.2.1. Rechenverstärker	45
2.3.2.2. Koeffizientenpotentiometer	47
2.3.2.3. Parabelmultiplizierer	47
2.3.2.4. Variable Funktionsgeber	48
2.3.2.5. Bestückung und Programmierung der Funktionsplätze	50
2.4. Betriebsartenwahl	58
2.4.1. Pause	59

2.4.2.	Einmal Rechnen	59
2.4.3.	Repetierendes Rechnen	59
2.4.4.	Rechnen mit Halt	59
2.4.5.	Dauerrechnen	60
2.4.6.	Halt	60
2.4.7.	Potentiometer einstellen (Taste Pot.)	60
2.4.8.	Statisches Prüfen	60
2.4.9.	Nullabgleich der Rechenverstärker	61
2.5.	Anwahl	61
2.6.	Messen mit der Kompensationsmeßeinrichtung	62
2.7.	Automatisches Halten bei Übersteuerung	62
2.8.	• Oszillographieren der Rechenergebnisse	63
2.9.	Photographieren von Oszillogrammen	63
2.10.	Aufzeichnung durch Zweikoordinatenschreiber	63
2.11.	Ausmessen mit Digitalvoltmeter	63
3.	WARTUNG	64
3.1.	Prüfung der Anzeige- und Kontrolllampen	64
3.2.	Prüfung der Stromversorgung	64
3.3.	Prüfung der Rechenverstärker	64
3.3.1.	Nullabgleich	64
3.3.2.	Prüfung des Verstärkungsfaktors der Summierer	64
3.3.3.	Prüfung der Integrierer	64
3.3.4.	Prüfung der Funktionsgeber	65
3.3.5.	Prüfung der Multiplizierer	66
3.3.6.	Prüfung der Koeffizientenpotentiometer	66
4.	INSTANDSETZUNG	67
4.1.	Fehlererkennung	67
4.2.	Fehlerortbestimmung	67
4.2.1.	Ausfall einer Betriebsspannung	67
4.2.2.	Ausfall der 400-Hz-Spannung	69
4.3.	Fehlerbeseitigung	70
4.3.1.	Auswechseln defekter Anzeige- und Kontrolllampen	70
4.3.2.	Auswechseln der Sicherungen	71
4.3.3.	Aus- und Einbau der Einschübe	71
4.3.4.	Ausbau und Einsetzen von Steckeinheiten	72
5.	STROMLAUFBESCHREIBUNGEN	77
5.1.	Bediengerät	77
5.1.1.	Betriebsarten	77

	Seite
5.1.2. Eigensteuerung	78
5.1.3. Fremdsteuerung	78
5.1.4. Pause	78
5.1.5. 1 x Rechnen	79
5.1.6. Federsteuerung bei angeschlossenem Schreiber	81
5.1.7. Hellsteuerung eines angeschlossenen Kathodenstrahl- Oszillographen	81
5.1.8. Zeitgeber	81
5.1.9. Rechnen mit Halt	82
5.1.10. Repetierendes Rechnen	82
5.1.11. Dauerrechnen	83
5.1.12. Steuerbuchsen	83
5.1.13. Übersteuerungshalt	83
5.1.14. Potentiometereinstellen	84
5.1.15. Nullen	84
5.1.16. Statisch Prüfen	85
5.1.17. Betriebsarten-Anzeigelampen	85
5.1.18. Meßeinrichtung	87
5.2. Stromversorgung	87

ERLÄUTERUNGEN

Die vorliegende Beschreibung soll den Benutzer über die Technik des Tischanalogrechners 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

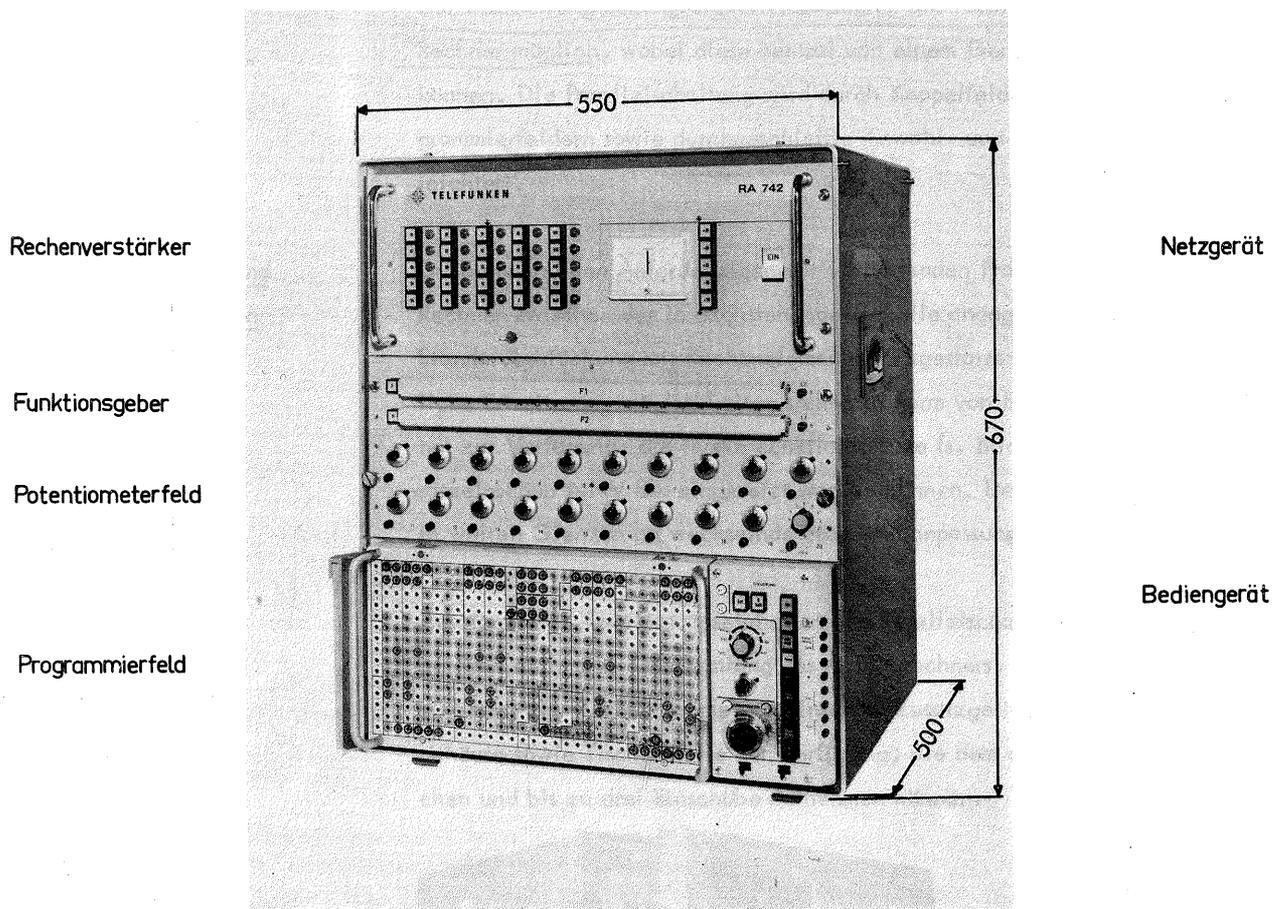


Bild 1 Tischanalogrechner RA 742, Bestückung und Abmessungen

1.1. Verwendungszweck

Der Tischanalogrechner RA 742 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 Differentialgleichungen und der Untersuchung dynamischer Vorgänge auf physikalisch-technischem und biologisch-medizinischem Gebiet als auch bei der Simulation von Prozessen, Anlagen und Geräten ein mit hoher Präzision arbeitendes Hilfsmittel.

Die Einzelsteuerbarkeit aller Integrierer und die Möglichkeit der Ergänzung des Analogrechners durch den Digitalzusatz DEX 102 erlaubt zusätzlich die Bearbeitung hybrider Problemstellungen.

Der Rechner wird wahlweise mit elektronisch- oder relaisgesteuerten Integrierern ausgerüstet.

Zusätzliche auswechselbare Programmierfelder 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 Programmierfeldern 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 801 eingesetzt werden können. Der Rechner ist somit in weiten Grenzen an wechselnde Probleme anpassungsfähig.

Zusatzgeräte, Erweiterungseinheiten und Parallelschaltkabel (s. Bild 4-9) 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.

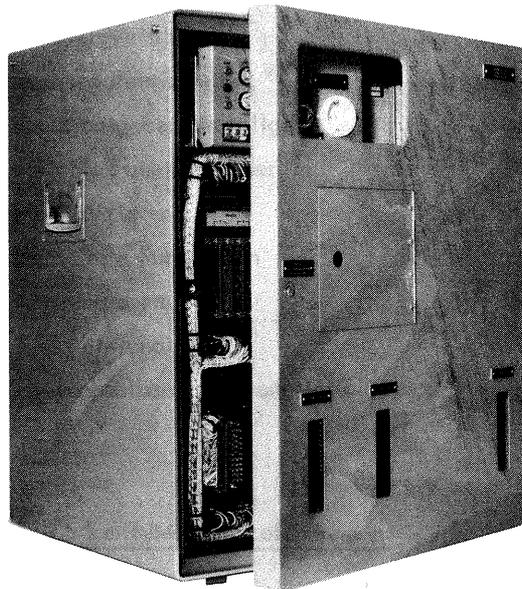


Bild 2 Tischanalogrechner RA 742, Rückansicht

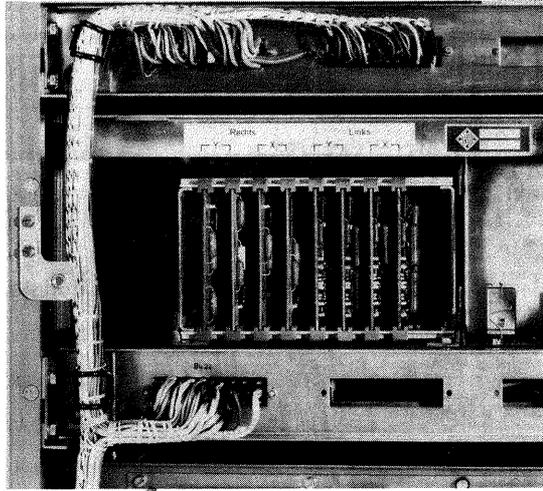


Bild 3 Funktionsplätze

Tabelle 1 Bestückungsumfang

Rechenelemente	Grund- gerät	Standard- bestückung
Rechenverstärker	-	23
davon verwendbar als		
Integrierer/Summierer	-	8
Summierer (groß)	-	7
Summierer (klein)	-	4
Umkehrverstärker	-	4
Rechenpotentiometer	19	19
Funktionsgeber Einstellgerät	1	1
variable Funktionsgeber	-	2
Multiplizierer		
bzw. feste Funktionen	-	4(8)
Komparatoren	-	2
Funktionsschalter	2	2
auswechselbares Programmierfeld	-	1

Tabelle 2 Bestückungsliste des RA 742 (S) mit Bestellbezeichnungen

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Steckeinheit Bestell-Nr.	Anzahl
Tischgestell		GER 742	55.3048.750	1
	Verbindungskabel			
	Verstärker-Ausgänge		55.3048.782	1
	Verbindungskabel			
	Verstärker-Eingänge		55.3048.783	1

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Steckeinheit	Bestell-Nr.	Anzahl	
Rechenverstärker und Netzgerät		RVN 742		55.3048.070	1	
	Rechenverstärker	SRV 742	HA 1 C	55.3040.845	16	
			HI 1 C	55.3040.846	16	
	Chopper	ACH 110		5Lv7331.001-26	10	
	Referenzeinheit +10 V		NS 6 B	55.3040.872	1	
	Referenzeinheit -10 V		NS 7 A	55.3040.835	1	
	Gleichspannungs- Regelsteckeinheit			H-GR 1	55.3005.521	3
				25/15 V Regel- Steckeinheit	H-GR 2	55.3005.529
	Komparatorverstärker			KV 1 C	55.3005.063	2
	400 Hz-Generator			GE 3 A	55.3040.854	1
	Kühlkarte			H-KS 1	55.3005.524	2
	Messverstärker			H-MV 1	55.3005.528	1
	Zeitgeber-Steuerung			A-ZS 1	55.3040.828	1
	400 Hz-Verstärker			H-GE 3	55.3005.536	1
	Komparator			H-KE 1	55.3005.513	1
	Siebungseinheit				55.3048.104	1
	Funktionsgeber		FG 742		55.3048.300	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 5 B	55.3040.875	2	
Verstärker-Netzwerk		AVN 742	H-VN 1	55.3005.520	1	
Chopper	ACH 110		5Lv7331.001-26	2		
Potentiometerfeld		PFX 742		55.3048.200	1	
	Potentiometer			5Lv5141.001-01	19	
Programmierfeld und Bediengerät		PB 742		55.3048.400	1	
	Rechenverstärker	SRV 742	HA 1 C	55.3040.845	4	
			HI 1 C	55.3040.846	4	
	Komparatoren	HKM 111	H-KM 1	55.3005.514	2	wahl- weise aus- tauschbar gegenein- ander
			HKE 111	H-KE 1	55.3005.513	

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Steckeinheit	Bestell-Nr.	Anzahl
	Parabel-Multiplizierer	SPM 134	PM 3 A	55.3005.064	8
			PM 3 B	55.3005.065	8
	Steuerlogik-Steckeinheit		H-SL 1	55.3005.532	1
	Steuerlogik-Steckeinheit		H-SL 2	55.3005.533	1
	Chopper	ACH 110		5Lv7331.001-26	2
	Programmiersfeld	PG 742		55.3048.700	1
	Satz Kontaktstifte			55.3048.000.16	450
Zubehör	Satz Zubehör			55.3040.000.29	1
	Satz Programmierzubehör				
	bestehend aus:			55.3040.000/57	1
	Trennstecker			5Lv4531.001-49	8
	Kurzschlußstecker			55.3001.605	40
	Programmierschnur	0,15 m sortiert in		5Lv4943.004-01	20
	Programmierschnur	0,25 m den Farben:		5Lv4943.004-06	20
	Programmierschnur	0,40 m Rot, Grün,		5Lv4943.004-11	20
	Programmierschnur	0,60 m Blau und		5Lv4943.004-16	10
	Programmierschnur	1,50 m Schwarz		5Lv4943.004-21	10
	Kabelhalter			55.3001.601	1
	Netzschnur			5Lv4941.001-19	1
	Bedienungsanleitung				1
	30-pol. Federleiste			B30 DIN 41622	2
	Komparator-Verbindungsstecker			55.3048.790	1
<u>Erweiterungs-</u> <u>einheiten</u>	Parabelmultiplizierer	SPM 134	PM 3 A	55.3005.064	2
			PM 3 B	55.3005.065	2
	Parabelmultiplizierer	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
	<u>Sinusfunktion</u>	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	55.3040.850	1
			ARC 1 B	55.3040.849	1
	Logarithmusfunktion	ALF 111	LOG 1 A	55.3040.826	1

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Steckeinheit	Bestell-Nr.	Anzahl
Erweiterungs- einheiten	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			55.3040.895	1
	Komparatorschalter	ASM 741	KS 2 A	55.3040.870	1
	Komparatorschalter	ASE 741	KS 6 A	55.3040.871	1
	Speicher-Netzwerk	ASN 742	A-SN 1	55.3040.827	1
	Rauschgenerator	RGF 104			1
	Parallelschaltkabel	Kabel RA 742/RA 742			55.3048.785/787
Kabel RA 742/RA 770				55.3048.786/787	
Kabel RA 742/RA 800 H				55.3048.786/788	
Kabel RA 742/NNV 801				55.3048.784	
Kabel RA 742/DEX 102				55.3048.789	
<u>Zusatzgeräte</u>	Nichtlineare Netzwerke	NNV 801		55.3003.502	
	Elektronischer Resolver	ERS 801		55.3003.550	
	<u>Ausgabe-Oszillograph</u>	OMS 700		5 M 7420.910-01	
	Zweistrahls-Oszillograph	OMS 811		55.3007.100	
	Digitalvoltmeter	DVM 740		53-892	
	Digitalzusatz	DEX 102		55.3044.901	
	<u>Magnetband-Analogspeicher</u>	MAS 24-2		58.1002.000	
	bzw.				
	MAS 24-4		58.1002-001		

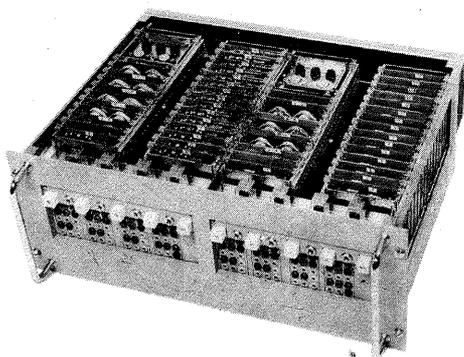


Bild 4 Einschub Nichtlineare Netzwerke
NNV 801

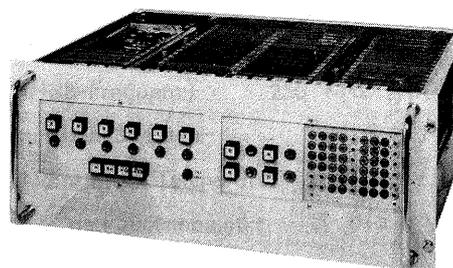


Bild 5 Einschub Elektronischer Resolver
ERS 801

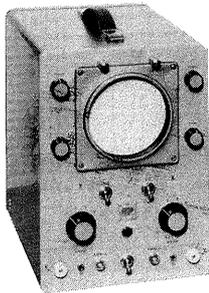


Bild 6 Oszillograph
OMS 700

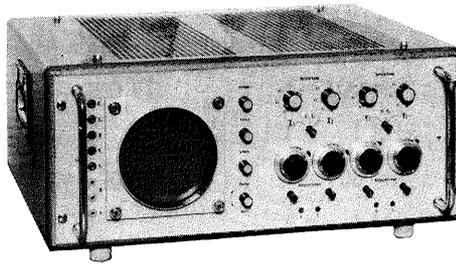


Bild 7 Zweistrahloszillograph OMS 811



Bild 8 Digitalvoltmeter DVM 740

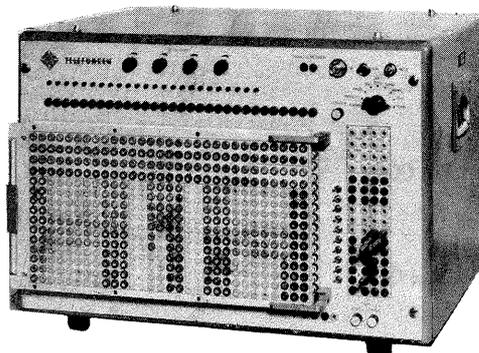


Bild 9 Digitalzusatz DEX 102

1.3. Technische Daten

Lineare Rechenelemente

Rechenverstärker, unbeschaltet :

<u>Ausgangsspannungsbereich</u>	$\pm 10 \text{ V}$
Belastbarkeit	10 m A
Eingangswiderstand d. Verstärkers	$> 100 \text{ K } \Omega$
Gleichspannungsverstärkung	10^9 typ.
Grenzfrequenz für $V = 1$ (0-dB-Frequenz)	250 KHz typ.
Nullpunktfehler bezogen auf den Summen-	
punkt, über 8 Stunden bei konstanter Temperatur	$\leq 10 \mu \text{ V}$
Temperaturdrift, bezogen auf den Summenpunkt	$\leq 0,5 \mu \text{ V}/^\circ\text{C}$

Daten des Summierers

Eingangswiderstand, Bewertung 1	$200 \text{ k}\Omega \pm 0,02 \%$
Bewertung 10	$20 \text{ k}\Omega \pm 0,02 \%$
Bandbreite (-3 dB), $R_o = 200 \text{ k}\Omega$	15 KHz
$R_o = 20 \text{ k}\Omega$	85 KHz

Amplitudenfehler, Inverter, statisch	2×10^{-4} typ. 4×10^{-4} max.
Amplitudenfehler, Inverter, dynamisch	
$R_o = 200 \text{ k}\Omega$ $f = 100 \text{ Hz}$	2×10^{-4}
$f = 1 \text{ kHz}$	2×10^{-2}
$R_o = 20 \text{ k}\Omega$ $f = 100 \text{ Hz}$	1×10^{-4}
$f = 1 \text{ kHz}$	2×10^{-3}
Phasenfehler, Inverter	
$R_o = 200 \text{ k}\Omega$ $f = 100 \text{ Hz}$	$0,03^\circ$
$f = 1 \text{ kHz}$	$0,6^\circ$
$R_o = 20 \text{ k}\Omega$ $f = 100 \text{ Hz}$	$0,004^\circ$
$f = 1 \text{ kHz}$	$0,06^\circ$
Rauschen, Inverter, über volle Bandbreite	
$R_o = 200 \text{ k}\Omega$	$0,5 \text{ mV typ.}$
$R_o = 20 \text{ k}\Omega$	$0,2 \text{ mV typ.}$
Kapazitätslast am Ausgang	
$R_o = 200 \text{ k}\Omega$	$0,2 \text{ }\mu\text{F zulässig}$
Ausgangswiderstand des Inverters	
$R_o = 200 \text{ k}\Omega$	$100 \text{ m}\Omega$
<u>Daten des Integrierers</u>	
Anfangswertwiderstand	$20 \text{ k}\Omega \pm 0,02 \%$
Integrationskapazität	
Integrationsfaktor 1	$5 \text{ }\mu\text{F}$
Integrationsfaktor 10	$0,5 \text{ }\mu\text{F}$
Integrationsfaktor 100	$0,05 \text{ }\mu\text{F}$
Abgleichfehler (Raumtemp. 23° C)	$0,05 \%$
Langzeitfehler	$< 0,03 \%$ /Jahr
Temperaturfehler	$-100 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
Amplitudenfehler, statisch	5×10^{-4} typ., 7×10^{-4} max.
dynamisch, $f = 100 \text{ Hz}$	1×10^{-4}
Drift des Integrierers, $k_o = 1$	$< 50 \text{ }\mu\text{V/sec.}$
<u>Schaltzeiten der Integrierschalter</u>	
relaisgesteuert	$800 \text{ }\mu\text{s typ.}$
elektronisch gesteuert	$1 \text{ }\mu\text{s typ.}$
Streuzeiten der Integrierschalter,	
relaisgesteuert	$\pm 200 \text{ }\mu\text{s typ.}$
<u>Koeffizienten-Potentiometer</u>	
Präzisions-Drahtdrehwiderstand, zehngängig	
Widerstand	$5 \text{ k}\Omega$
Widerstandstoleranz	$\pm 5 \cdot 10^{-2}$

Linearitätstoleranz	$\pm 5 \times 10^{-3}$
Auflösung	2×10^{-4}
Absicherung	Strombegrenzungslampen, 30 mA bei 10 V
Serienwiderstand der Sicherung	unbelastet ca. 30Ω

Präzisions-Spannungsteiler

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

Kompensationsmeßeinrichtung

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

Zeitgeber

Rechenzeit, kontinuierlich

einstellbar in 3 Bereichen

0,01 bis 110 s

Pausenzeit, 3 feste Zeiten

0,01, 0,1 und 1 s

Fehler der Rechenzeiteinstellung

$1 \times 10^{-3} \pm 0,2 \text{ ms}$

1×10^{-3}

Reproduzierbarkeit

$2 \times 10^{-4} \pm 0,2 \text{ ms typ.}$

1×10^{-4}

Nichtlinearität der Zeitgeber-
spannung

$< 1 \times 10^{-4}$

Nichtlineare Elemente

Alle spannungsabhängigen Fehler sind auf $2 E = 20 \text{ V}$ bezogen.

Parabelmultiplizierer SPM 134

Eingangsspannungsbereich

$\pm 1 E \text{ max.}$

Zahl der Diodenstrecken

10

pro Parabelast

Produktfehler, statisch

$< 1 \times 10^{-3} \text{ FS}$

Produktfehler, dynamisch, $f = 100 \text{ Hz}$

$1 \times 10^{-4} \text{ FS}$

Eingangswiderstand

$> 6 \text{ k}\Omega$

Bezugswiderstand des Folgeverstärkers

$20 \text{ k}\Omega \quad 2 \times 10^{-4}$

Parabelmultiplizierer SPM 142

Eingangsspannungsbereich

$\pm 1 E \text{ max.}$

⁺⁾ Belastungskompensiert auf einen Verstärkereingang $1 = 200 \text{ k}\Omega$

Zahl der Diodenstrecken pro Parabelast	6
Produktfehler, statisch	3×10^{-3} typ. 5×10^{-3} max.
Produktfehler, dynamisch $f = 100$ Hz	1×10^{-4} FS

Eingangswiderstand	8 k Ω
Bezugswiderstand des Folgeverstärkers	> 20 k Ω 2×10^{-4}

Variable Funktionsgeber

Funktionsgeber FG 742

äquidistante Knickpunkte	
Anzahl der Diodenstrecken	20
Abstand der Knickpunkte	0,1 E
Eingangsspannungsbereich	± 1 E max.
Ausgangsspannung	± 1 E max.
Eingangswiderstand	> 5 k Ω
Einstellbereich der Steigung umschaltbar	$\pm 1,7/5$ V/V
Einstellbereich der Ordinate	± 1 E
Konstanz und Reproduzierbarkeit	$< 0,05$ % FS
Störspannung am Ausgang Steilheit 1 : 1,7	5 mV typ.
Steilheit 1 : 5	10 mV typ.
Bezugswiderstand der Umkehrverstärker	200 k Ω 2×10^{-4}

Funktionsgeber Serie VAR 100⁺⁾

Einstellbare Knickpunkte und Ordinate	
Anzahl der Knickpunkte	5
Anzahl der einstellbaren Knickpunkte	4
Eingangsspannungsbereich	1 E max.
Eingangswiderstand	> 10 k Ω
Bezugswiderstand des Folgeverstärkers	20 bzw. 200 k Ω
Einstellbereich der Steigung	0,3 bzw. 3 E/E
(abhängig vom Bezugswiderstand des Folgeverstärkers)	
Einstellbereich der Knickpunkte	0 bis +1 E bzw. -1 E
Einstellbereich der Ordinate	± 1 E

Polarität:

	Eingangsspannung	Steigung
VAR 111 (VAR 1 A)	negativ	positiv
VAR 121 (VAR 1 B)	positiv	negativ
VAR 131 (VAR 1 C)	negativ	positiv
VAR 141 (VAR 1 D)	positiv	negativ

⁺⁾ Funktionsgeber der Serie 100 und 200 sind beliebig kombinierbar

Funktionsgeber Serie VAR 200⁺

Einstellbare Knickpunkte

Anzahl der einstellbaren Knickpunkte	6
Eingangsspannungsbereich	1 E max.
Eingangswiderstand	> 8 k Ω
Bezugswiderstand des Folgeverstärkers	20 bzw. 200 k Ω
Einstellbereich der Steigung (abhängig vom Bezugswiderstand des Folgeverstärkers)	0,3 bzw. 3 E/E
Einstellbereich der Knickpunkte	0 bis +1 E bzw. -1 E

Polarität:

	Eingangsspannung	Steigung
VAR 211 (VAR 2 A)	negativ	positiv
VAR 221 (VAR 2 B)	positiv	negativ
VAR 231 (VAR 2 C)	negativ	positiv
VAR 241 (VAR 2 D)	positiv	negativ

Feste Funktionen

Quadratfunktionen

	SQF 112	SQF 122
Übertragungsfunktion	+ x ²	- x ²
Eingangsspannungsbereich	± 1 E	± 1 E
Approximationsfehler	≤ 5 × 10 ⁻⁴ FS	≤ 5 × 10 ⁻⁴ FS
Eingangswiderstand	> 6 k Ω	> 6 k Ω
Bezugswiderstand	20 k Ω	20 k Ω

Sinusfunktion

	SSF 112	SSF 122
Übertragungsfunktion	+ sin $\frac{\pi}{2}$ x	+ sin π x
Eingangsspannungsbereich	± 1 E	± 1 E
Approximationsfehler	≤ 1 × 10 ⁻³ FS	≤ 3 × 10 ⁻³ FS
Eingangswiderstand	> 5 k Ω	> 2,5 k Ω
Bezugswiderstand	20 k Ω	20 k Ω

Cosinusfunktion

	SCF 112	SCF 122
Übertragungsfunktion	+ cos $\frac{\pi}{2}$ x	+ cos π x
Eingangsspannungsbereich	± 1 E	± 1 E
Approximationsfehler	≤ 1 × 10 ⁻³ FS	≤ 3 × 10 ⁻³ FS
Eingangswiderstand	> 10 k Ω	> 5 k Ω
Bezugswiderstand	20 k Ω	20 k Ω

Arcus-Sinusfunktion

	SAF 112
Übertragungsfunktion	$\frac{2}{\pi}$ arc sin x
Eingangsspannungsbereich	± 1 E
Approximationsfehler	≤ 1 × 10 ⁻³ FS
Eingangswiderstand	> 2 k Ω
Bezugswiderstand	100 k Ω

<u>Logarithmusfunktion</u>	ALF 111	
Übertragungsfunktion	+ 1/2 lg 100 x	- 1/2 lg 100 x
Eingangsspannungsbereich	- 0,01 bis -1 E	+ 0,01 bis +1 E
Approximationsfehler	$\leq 5 \times 10^{-3}$ FS	$\leq 5 \times 10^{-3}$ FS
Eingangswiderstand	> 7 k Ω	> 7 k Ω
Bezugswiderstand	20 k Ω	20 k Ω

Komparatoren

Komparator (Relaisschalter), HKM 111

Komparatorverstärker

Anzahl der Eingänge	2	
Eingangsspannungsbereich	± 10 V	
Eingangsempfindlichkeit	1 mV typ.	
Breite der Hysterese	1 mV	
Eingangswiderstand	> 10 k Ω	
Toleranz der Eingangswiderstände	$< 1 \times 10^{-4}$	
Schaltzeit	10 μ s typ.	
Ausgangssignal	OV	bei $\Sigma UE \leq 0$ V ("0")
	> 10 V	bei $\Sigma UE > 0$ V ("1")
Belastbarkeit	4 Schalter	

Relaisschalter

Anzahl der Umschalter	2
Umschaltzeit	600 \pm 100 μ s
Schaltspannung	60 V bei I \leq 70 mA
Schaltstrom	200 mA bei U \leq 10 V

Komparator (elektron. Schalter), HKE 111

Komparatorverstärker s. HKM 111

elektronische Schalter

Anzahl der Umschalter	2	
Umschaltzeit	≤ 2 μ s	
Schaltspannung	max. ± 10 V	
Fehlervoltage bei Belastung	$R_L = 200$ k Ω	$< 1 \times 10^{-4}$ FS
	$R_L = 20$ k Ω	$< 5 \times 10^{-4}$ FS
Quellwiderstand der zu schaltenden Spannung		< 1 Ω

Komparatorschalter (Relais), ASM 741

Ansteuerung durch Rechenverstärker SRV 742 (s. Bild 52),

Komparatorverstärker oder sonstige binäre Signale (aus Bediengerät DEX 102 etc.)

Anzahl der Umschalter	2
Ansteuerung, Arbeitslage = "0"	< 2 V
, Ruhelage = "1"	> 8 V

sonstige Daten siehe HKM 111. - Relaisschalter

Komparatorschalter (elektronisch) ASE 741 (s. Bild 52)

Ansteuerung durch Rechenverstärker SRV 742,

Komparatorverstärker oder sonstige binäre Signale (aus Bediengerät, DEX 102 etc.)

Anzahl der Umschalter	2
Ansteuerung, Arbeitslage = "0"	< 2 V
Ruhelage = "1"	> 8 V

sonstige Daten siehe HKE-111. - elektron. Schalter

Speichernetzwerk ASN 742

Netzwerk zur Programmierung von Speichern (s. Bild 51)

mit Rechenverstärkern SRV 742, vom Programmierfeld aus steuerbar

Anzahl der Netzwerke	2
Anzahl der Eingänge pro Netzwerk	1
Eingangswiderstand	$1 \text{ k}\Omega \pm 2 \times 10^{-4}$
Übertragungsfunktion, in "Folgen"	$U_A = \frac{-U_E}{1 + pT}$
, in "Halten"	$U_A = \text{konst.}$
Ladezeitkonstante	0,5 ms
Folgen statischer Fehler	2×10^{-4} typ. $\leq 4 \times 10^{-4}$ max.
Phasenfehler bei 1 Hz	$\leq 0,2^\circ$
Haltefehler	$\leq 0,2 \text{ mV/s}$

Rauschgenerator RGF.104

Effektivwert der Ausgangsspannung	$3,3 \text{ V}_{\text{eff}}$
Spitzenwert der Ausgangsspannung	$\pm 10 \text{ V}$
Konstanz der Leistungsdichte im Bereich von 0 ÷ 4,5 kHz	$\pm 1 \%$
Abweichung von der Gauß'schen Normalverteilung	$\pm 1 \%$

Referenzspannung

Maschineneinheit E	+10 V und -10 V
Inkonstanz	$\leq 0,5 \text{ mV}$
Belastbarkeit	100 mA

Stromversorgung

Netzanschluß:	110, 127, 130 bzw. 220 und 240 ($\pm 10 \%$) 47 bis 63 Hz
---------------	----------------------------------------------------------------

Leistungsaufnahme (vollbestückt)	120 VA
----------------------------------	--------

Betriebsbedingung

Betriebsbedingungen für die oben spezifizierten Daten

Temperatur	$23 \pm 5^\circ \text{ C}$
Luftfeuchte	90 %

Betriebsfähig ist der Rechner bei Temperaturen von $+10^\circ \text{ C}$ bis $+40^\circ \text{ C}$

Abmessungen

des Rechners

Höhe: 670 mm

Breite: 550 mm

Tiefe: 500 mm

des Programmierbrettes

Höhe: 215 mm

Breite: 380 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 Anwahl-tasten mit eingebauten Übersteuerungslampen auch Nullpotentiometer, Anwahl-tasten und Übersteuerungslampen für die im unteren Einschub untergebrachten Multiplizierer-Folgeverstärker (16 bis 19), für die Verstärker des Funktionsgeber-Einschubes (U_{11} , U_{12} , U_{21} , U_{22}) und für Zeitgeber- und Meßverstärker ("Z" bzw. "Null"). Den rechten Teil des oberen Einschubes nimmt die Montageeinheit Netzgerät ein. Auf ihrer Frontplatte sind neben dem Netzschalter ein Meßinstrument und fünf Sicherungsleuchttasten vorhanden. Die Lämpchen dieser Tasten dienen zur Ausfallanzeige der Sicherungsautomaten für die stabilisierten Spannungen. Durch die Tasten können die einzelnen Spannungen zu Prüfzwecken an das Meßinstrument gelegt werden.

An der Rückseite des Netzgerätes sind vier Netzsicherungen, drei Buchsen zum Anschluß von Externgeräten, der Spannungswähler und der zentrale Erdungspunkt vorhanden.

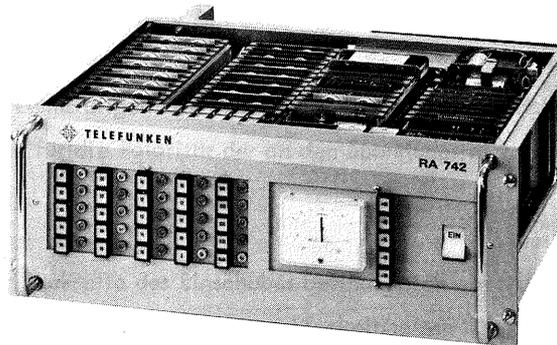


Bild 10 Oberer Einschub

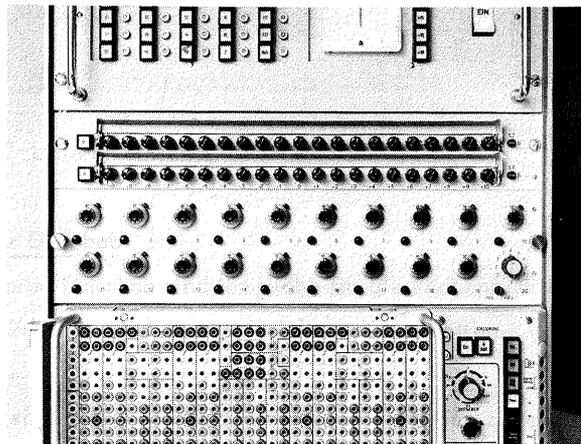


Bild 11 Mittlerer Einschub

Mittlerer Einschub

Dieser Einschub enthält 2 Funktionsgeber mit 4 zugehörigen Umkehrverstärkern. Rechts der Einstellpotentiometer ist jedem Funktionsgeber ein Drehschalter zur Auswahl der Steigungen 1 : 1,7 oder 1 : 5 zugeordnet. Durch Leuchtdrucktasten links außen lassen sich die vier Umkehrverstärker von den zugehörigen Funktionsgebern zur freien Verwendung abtrennen. Das Potentiometerfeld mit 19 Koeffizientenpotentiometern

und einem Stufenschalter als Funktionsgeber-Einstellgerät und Spannungsteiler ist als Untereinschub in den mittleren Einschub eingesetzt. Jedem Potentiometer ist eine Anwahltaete 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 acht Funktionsplätzen zur Aufnahme von Steckeinheiten für spezielle Funktionen. Die Kartenplätze des Magazins sind mit entsprechend bezeichneten Buchsen des Programmierfeldes verbunden.

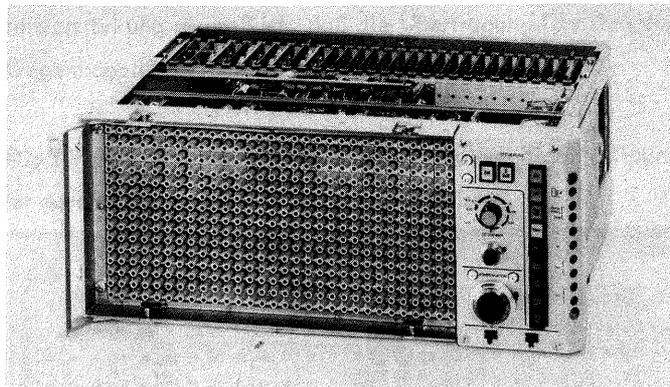


Bild 12 Unterer Einschub

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 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 folgende Bedien- und Kontrolleinrichtungen:

Ein neunteiliges Tastenaggregat zur Wahl der Betriebsarten,
die Leuchttasten für externe Steuerung und Übersteuerungshalt,
zwei Lampen zur Anzeige der Komparatorzustände,
Drehschalter und Präzisionspotentiometer zum Einstellen der Rechen- und Pausenzeiten,

ein Präzisionspotentiometer für die Kompensationsmeseinrichtung, zwei Lampen zur Anzeige der Polarität der Meßspannung, zwei Funktionsschalter (Kippschalter), deren Kontakte auf das Programmierfeld geführt sind.

Der rechte abgeschrägte 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 Ausführung der linearen Rechenoperationen

Summieren, Integrieren und Vorzeichenumkehr

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

Die für den Gleichspannungsverstärker notwendige Nullpunkt Konstanz ist durch Chopperstabilisierung gewährleistet.

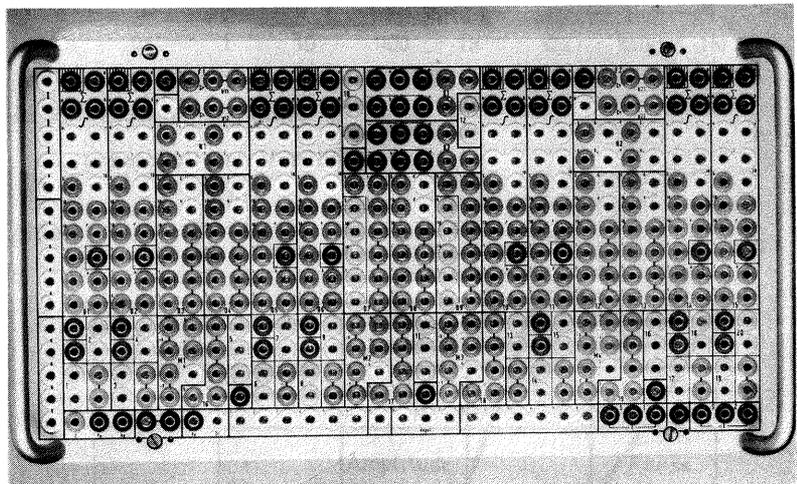


Bild 13 Programmierfeld

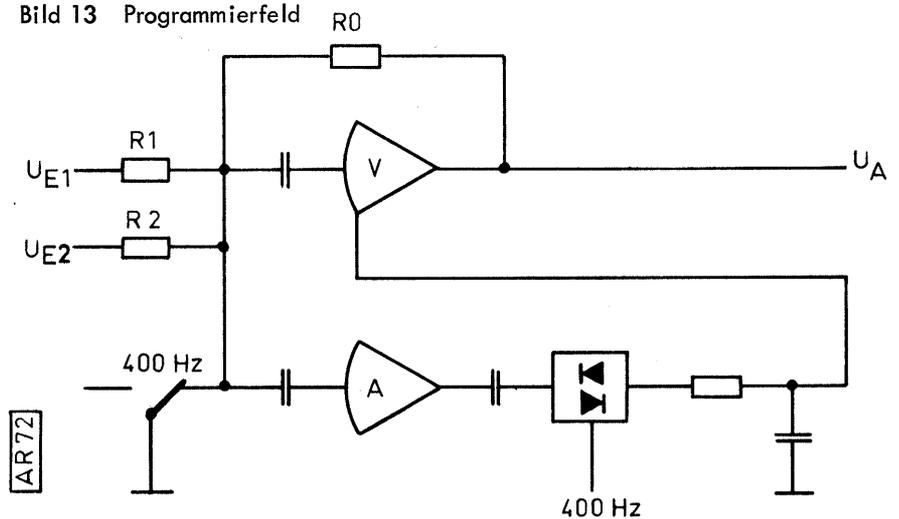


Bild 14 Prinzipschaltbild eines Rechenverstärkers

Der Fehler der Rechenkomponenten der Rechenverstärker ist kleiner als 5×10^{-4} in Bezug auf die Rechenkondensatoren und kleiner als 2×10^{-4} in Bezug auf die Rechenwiderstände. Im Bild 15 ist der Frequenzgang eines unbeschalteten Verstärkers angegeben. Der durch die endliche Verstärkung bedingte Rechenfehler bleibt bis zu einer Frequenz von 100 Hz kleiner als 0,02 % und liegt bei 300 Hz noch unter 0,2 %.

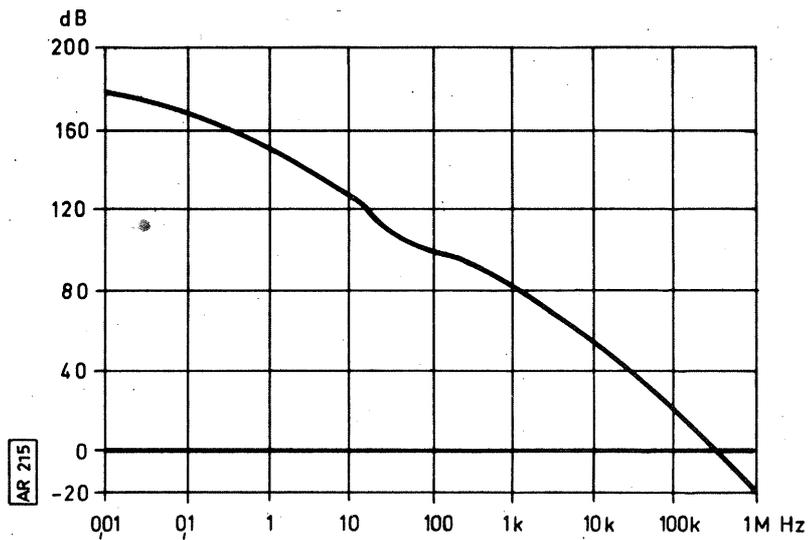


Bild 15 Frequenzgang eines unbeschalteten Verstärkers

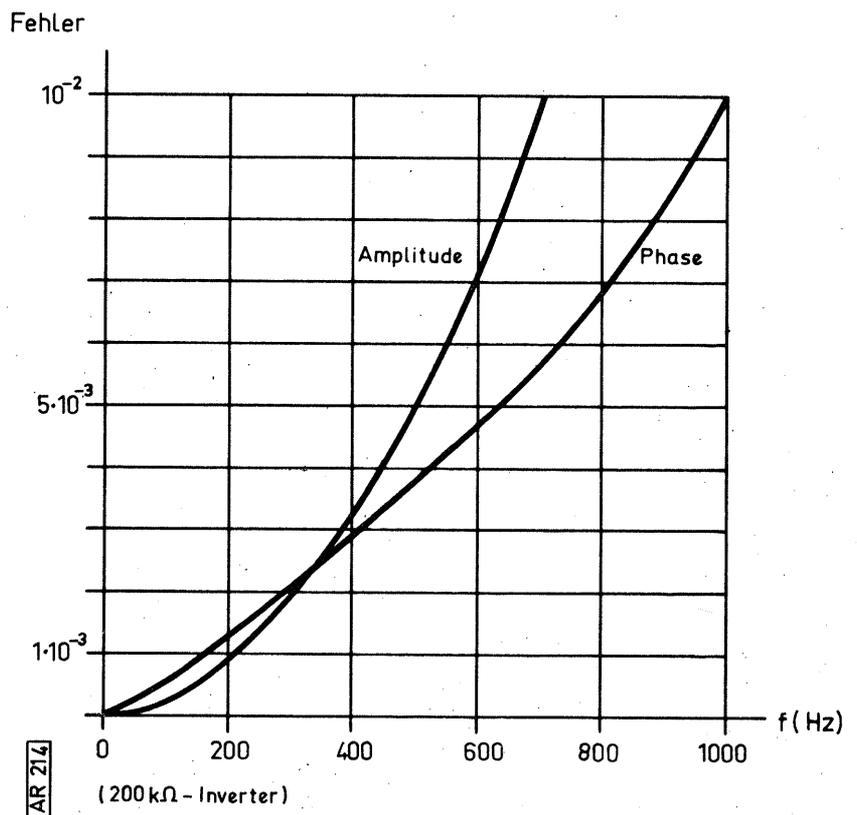


Bild 16 Amplituden- und Phasenfehler der Rechenverstärker (20 kOhm Inverter) in Abhängigkeit von der Frequenz

Fehler

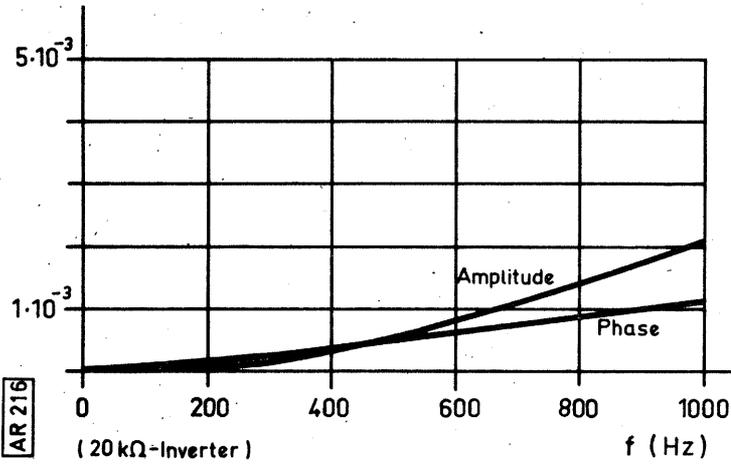


Bild 17 Amplituden- und Phasenfehler der Rechenverstärker (20 kΩ Inverter) in Abhängigkeit von der Frequenz

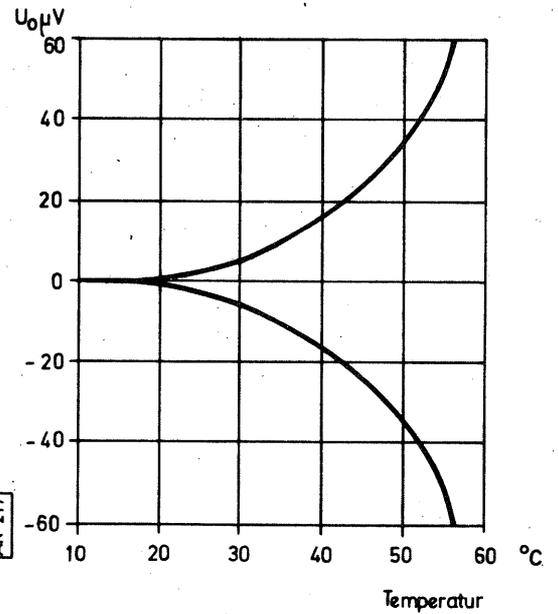


Bild 18 Summenpunktdrift eines Verstärkers als Funktion der Temperatur

In Bild 18 ist die Abhängigkeit der Drift von der Temperatur dargestellt. Die Drift bleibt bei Umgebungstemperaturen bis zu +35° unter 10 μV.

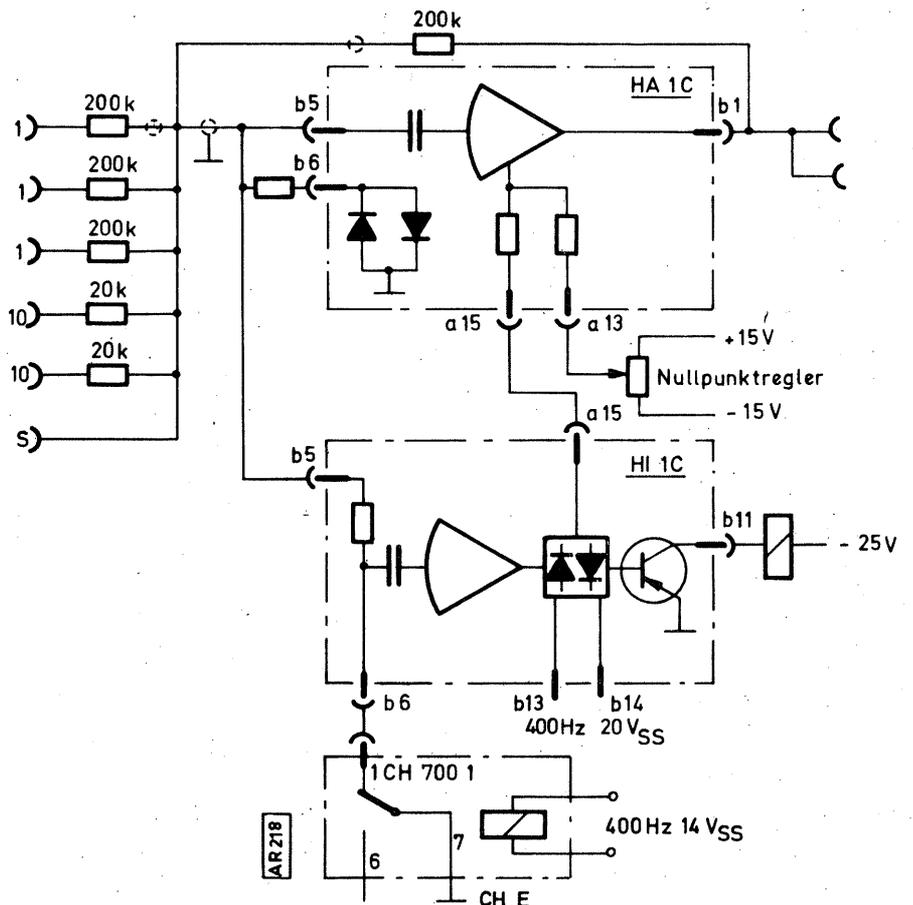


Bild 19 Zusammenschaltung eines Rechenverstärkers

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

Zur Modulation der Nullpunkt-Fehlervspannung 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 Choppern 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 Ω hat, muß der Wert der Widerstände für zusätzliche Eingänge mit dem Bewertungsfaktor 1 ebenfalls jeweils 20 k Ω 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 (siehe Bild 20).

Die offenen Verstärker finden besonders bei der Nachbildung von Nicht-linearitäten mit Dioden (Begrenzungen, Hysterese, Absolutwertbildung etc.) und bei Schaltungen der sog. impliziten Technik, also Divisionsschaltungen, Bilden von Umkehrfunktionen oder Auflösen implizit gegebener Gleichungssysteme Verwendung.

Summierer

Bild 20a zeigt, wie die Verstärker 3, 4, 8, 12 und 13 durch Einschalten eines Rückführwiderstandes (Schließen der Verbindung über den Kurzschlußstecker St am Programmierfeld) zum Summierer werden. Die zu summierenden Spannungen werden einzeln an die Eingänge des Widerstandsnetzwerkes gelegt. Hinter jedem Eingang befindet sich ein Rechenwiderstand, dessen reziprokes 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.

Die Verstärker 7 und 9 sind zunächst ebenfalls sog. kleine Summierer mit zwei Eingängen der Bewertung 1 und festverdrahtetem Rückführwiderstand (200 k Ω). Die Verbindung ihrer Summenpunkte mit dem jeweils darunter gelegenen Summenpunkt eines freien Widerstandsnetzwerkes schafft zwei weitere Eingänge der Bewertung 1 und zwei der Bewertung 10 (siehe Bild 20b). Diese freien Widerstandsnetzwerke können auch mit jedem anderen Summierer oder Integrierer zur Erhöhung der Zahl der Eingänge verbunden werden.

Achtung: Die Verbindungen zu den Summenpunktseingängen der Verstärker sollte man im Hinblick auf Störspannungen und Stabilität möglichst kurz halten, also beispielsweise nicht über Querverbindungen zum Parallelrechner führen.

Der 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 Potentiometer-einstellung führen würde, vermieden. Beim "Nullen" wird der Verstärker gleichfalls vom Eingangsnetzwerk getrennt.

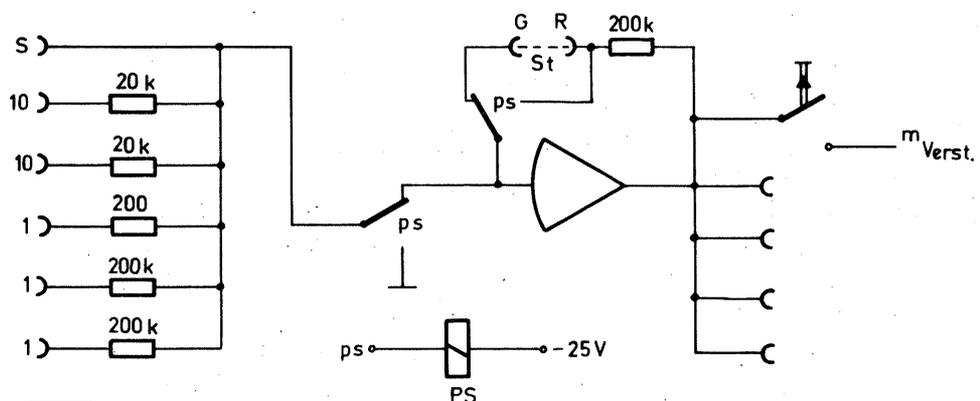


Bild 20a Summierer

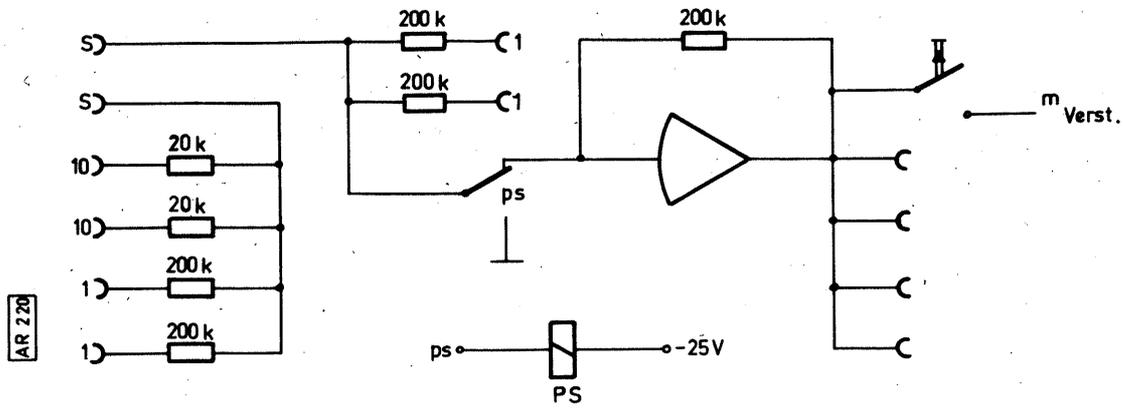


Bild 20b Summierer mit freiem Widerstandsnetzwerk und fester Rückführung

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. Auch bei den Umkehrverstärkern wird in den Betriebsarten "Pause" oder "Nullen" das Eingangsnetzwerk durch einen "ps"-Kontakt geerdet und vom Verstärkereingang getrennt.

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 Trennsteckers am Programmierfeld (St 1) aus der Stellung "Σ" in die Stellung "∫".

Ein zweiter Stecker (St 2) dient zur Auswahl des Integrierkondensators und damit des gewünschten Integrationsfaktors 1, 10 oder 100 (k_0).

Aus dem Bewertungsfaktor des Eingangs c und dem Integrationsfaktor k_0 ergibt sich die Integrationszeitkonstante zu:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{c \cdot k_0} \text{sek}$$

Es sind also Integrationszeitkonstanten von 1 s; 0,1 s; 0,01 s und 0,001 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. Die Kontakte h und r dienen zunächst 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.

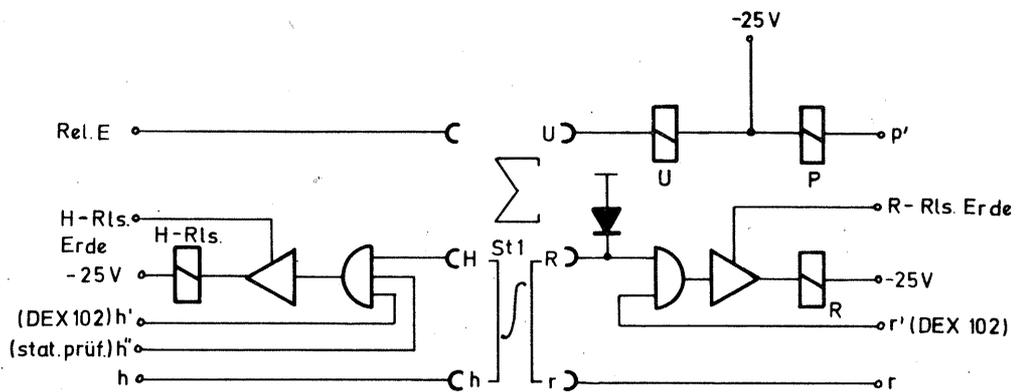
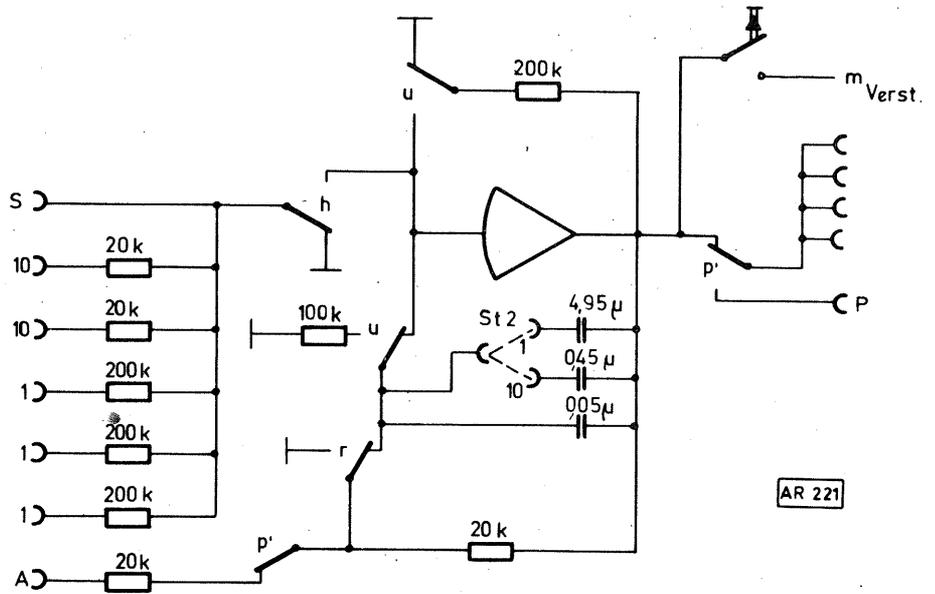


Bild 21 Umschaltbare Summierer/Integrierer

Während der Pause lädt sich der Integrierkondensator auf den negativen Wert der an die Buchse "A" gelegten Anfangsspannung U_{a_0} 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.

Alle Integrierer lassen sich über die am Programmierfeld herausgeführten Steuereingänge der R- und H-Schalter auch individuell ansteuern. Dadurch ist es möglich, diese unabhängig vom Repetiertakt des Zeitgebers z. B. in Abhängigkeit von Komparatorzuständen oder einer externen Logik (Digitales Experimentiergerät DEX 102) zu steuern, bzw. spezielle Abtast- und Haltekreise, wie sie zur Datenspeicherung in Iterationszyklen benötigt werden, zu programmieren. Für die Integrierer 02, 06, 11 und 15 existieren zusätzliche Steuereingänge zu den R- und H-Schaltern (in Bild 21 : r' und h'), die über den Anschlußstecker St9 zum Steuerfeld des DEX 102 führen.

In den Betriebsarten "Potentiometereinstellen", "Nullen" und "statisches Prüfen" muß jede eventuelle Einzelsteuerung der Integrierer automatisch aufgehoben werden. Dazu werden durch Abtrennen des über entsprechende Relaiskontakte zugeführten Erdpotentials von den R- und H-Schaltern deren Steuereingänge wirkungslos gemacht. Über einen weiteren Steuereingang h" des H-Schalters wird dieser in der Stellung "stat.Prüfen" erregt. Für den Betrieb mit dem normalen Repetiertakt müssen am Programmierfeld die Verbindungen h-H und r-R durch Kurzschlußstecker hergestellt werden. Wird der Verstärker als Summierer programmiert, so stellt ein Umschaltrelais die nötigen Verbindungen her. Die Rolle des ps-Kontaktes übernimmt der h-Kontakt.

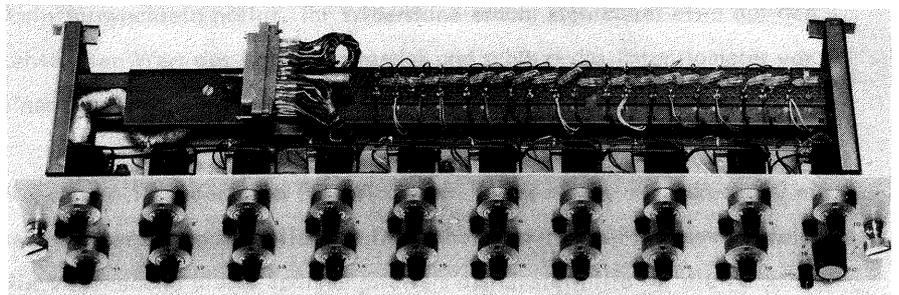


Bild 22 Potentiometereinschub

Übersteuerungsanzeige

Jedem Verstärker ist ein Übersteuerungsrelais zugeordnet, das eine mit der Verstärker Nummer 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 Bediengerät je nach Bedarf wirksam oder unwirksam gemacht werden.

Die Übersteuerungslampen sind am oberen 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 drahtgewickeltes, zehngängiges Präzisionspotentiometer mit einem Widerstand von 5 k Ω bei einem Linearitätsfehler von $\leq 0,5\%$ und einem Auflösungsvermögen von $\leq 0,02\%$ bezogen auf 2 E.

Zur genauen Potentiometereinstellung ist jedem Potentiometer eine Drucktaste zugeordnet, durch die es mit seinem Eingang an die Maschineneinheit - 10 V und mit seinem Schleifer an die Kompensationsmeßeinrichtung gelegt werden kann. Jedem Schleifer ist eine Strombegrenzungslampe zur Absicherung vorgeschaltet. Bei einer Fehlprogrammierung des Potentiometers könnte über den Schleifer ein unzulässig hoher Strom fließen. Die Strombegrenzungslampe glüht dann, brennt aber nicht durch (kein Auswechseln nötig). Ihr Widerstand erhöht sich dabei etwa auf den zehnfachen Wert des Kaltwiderstandes und schützt das Potentiometer vor einer Beschädigung.

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 Einstellung der Koeffizientenwerte 0,1; 0,2 bis 1,0 verwendbar. (Nur bei Einer-Eingang.)

1.4.2.3. Parabelmultiplizierer

Das Prinzip des Parabelmultiplizierers beruht auf der algebraischen Beziehung $x \cdot y = \left(\frac{x+y}{2}\right)^2 - \left(\frac{x-y}{2}\right)^2$. Die vier Parabeläste zur Bildung der Quadratfunktionen in allen Quadranten werden durch Sekantenapproximation dargestellt. Der Approximationsfehler als Funktion der Eingangsspannung ist die Differenz zwischen der idealen Parabel und der Sekantenapproximation.

Bild 23 zeigt den gemessenen Approximationsfehler eines Parabelastes, wobei x die Eingangsspannung im Bereich $0 \leq x \leq E$ und y der Fehler ist. Bezogen auf den gesamten Arbeitsbereich des Analogrechners von $-E$ bis $+E$ ist der Produktfehler für die Multiplizierer demnach $\leq 0,1\%$.

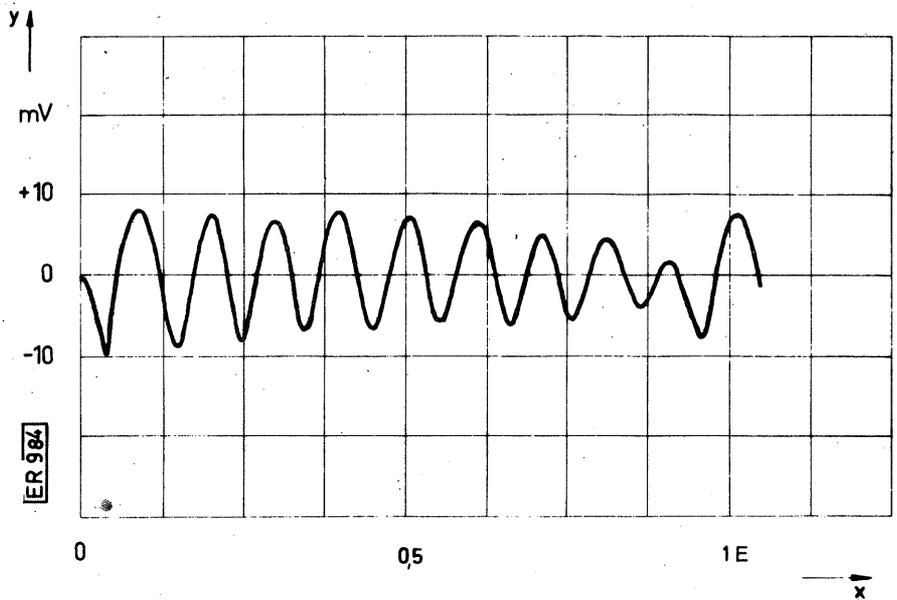


Bild 23 Gemessener Fehler eines Parabelastes

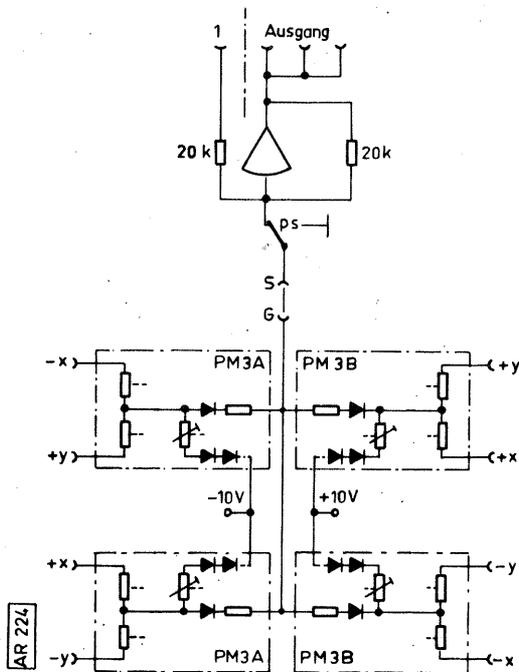


Bild 24 Schaltung eines Parabelmultiplizierers

Die vier Multiplizierer, die der Rechner in seiner Standardbestückung enthält, befinden sich zusammen mit den Verstärkern 16...19, 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. 2.3.2.3.) 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 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 der Knickpunkte sind also äquidistant. Die Steigungen der aneinandergereihten Kennlinien lassen sich zwischen positiven und negativen Werten (max. etwa $\pm 5\text{ V/V}$ pro Strecke) einzeln an je einem, insgesamt also an 20 Potentiometern einstellen. Ein weiteres Potentiometer ("0") 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 U_{11} und U_{12} bzw. U_{21} und U_{22} . Bei Nichtgebrauch der Funktionsgeber stehen die Folgeverstärker als Umkehrverstärker zur Verfügung. (S. 1.4.1.)

1.4.2.5. Funktionsplätze

Aus der nachstehenden Tabelle 3 sind die Eigenschaften von Steckeinheiten bzw. Steckeinheitensätzen zu ersehen, die zum Aufbau zusätzlicher Rechenelemente in beliebigen Kombinationen auf 8 Funktionsplätzen eingesetzt werden können, die von der Geräterückseite her zugänglich sind.

Die gleichen Steckeinheitensätze lassen sich m.E. 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 einen Polygonzug approximiert.

In Tabelle 3 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

Tabelle 3 Steckeinheiten mit festen Funktionen

Bezeichnung des	Übertragungs- funktion	zugehörige Steckeinheit		Anzahl der Strecken pro Steckeinheit
		Typ	Anz.	
Parabelmultiplizierer SPM 134	$x \cdot y$	PM3A	2	10
		PM3B	2	10
Parabelmultiplizierer SPM 142	$x \cdot y$	PM4A	1	2 x 6
		PM4B	1	2 x 6
Quadrierer SQF 112	$+x^2$	PM3B	2	10
Quadrierer SQF 122	$-x^2$	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	$+ 1/2 \log 100 x$ und $- 1/2 \log 100 x$	LOG1A	1/2	2 x 5
Speichernetzwerk ASN 742	$-\frac{x}{1 + p T}$	A-SN 1	1/2	-
Komparatorschalter elektronisch AKE 742		A-KS6	1/2	-
Komparatorschalter elektromechanisch AKM 742		A-Ks5	1/2	-

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 Abszissenachse 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 Abszissenachse. Wie ersichtlich, ist jeder Steckeinheitentyp nur für eine Polarität der Eingangsspannung und eine Richtung des Anstieges der Funktionskurve vorgesehen. Darüber hinaus erfordern abwechselnde Krümmungsrichtungen auch bei gleichbleibenden Anstiegstendenzen das Vorhandensein der Steckeinheiten für beide Anstiegsrichtungen. 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-742 sind 2 komplette Komparatoren enthalten, die aus je einem Komparator-Verstärker mit 2 Eingängen und zwei Umschaltern (elektronisch oder Schnellschaltrelais) bestehen. Die Umschalter lassen sich durch den Komparatorverstärker oder unabhängig voneinander durch beliebige binäre Signale (Digitales Experimentiergerät DEX 102) betätigen. Die Eingänge der Komparator-Verstärker, ihre binären Ausgänge sowie die Umschaltkontakte der beiden Schalter sind am Programmierfeld zugänglich.

1.4.2.7. Freie Dioden

Zur Erzeugung spezieller Funktionen enthält das Programmierzubehör mehrere Diodenstecker. Die speziellen Funktionen, die erzeugt werden können, sind z.B. Begrenzungsfunktionen, Hysteresis, Getriebelose, Treppenfunktionen, Tote Zonen und Betragsbildungen.

1.4.2.8. Manuell zu betätigende Kippschalter

Zwei einpolige Umschalter mit neutraler Mittelstellung dienen der manuellen Umschaltung von Anfangswerten, Koeffizienten, dem Ein- oder Ausschalten von Störfunktionen etc. Die Kontakte der am unteren Rand des Bedienteils montierten Schalter erscheinen rechts unten auf dem Programmierfeld.

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 (gelb). Potentiometereingänge sind hellgrün, ihre Ausgänge gelb. Die Referenzspannungen liegen an blauen und roten Buchsen. Braune Buchsen kennzeichnen Schalter und Eingänge für Steuerrelais, während weiße Buchsen auf binäre Steuersignale, Querverbindungen und Stützstellen hinweisen. 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 16 bis 19, 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 25 ersichtlich und die eines umschaltbaren Summierer/Integrierers aus Bild 27.

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 Kurzschlußstecker die Rückführung eingeschaltet werden kann. Läßt man diese

Verbindung entfallen, so erhält man offene Verstärker. Bei den Verstärkern 07 und 09 läßt sich die Rückführung nicht auftrennen. Ihre Felder enthalten je ein freies Summiernetzwerk. Der Relaiskontakt ps trennt beim Potentiometereinstellen den Verstärker von seinen Eingangsnetzwerken und legt diese an Erde. Als Verstärkerausgang dienen vier parallel geschaltete Buchsen. (Bild 26)

Die Felder der umschaltbaren Summierer/Integrierer unterscheiden sich von denen der nicht umschaltbaren Summierer durch zusätzliche Buchsen. Sechs davon dienen zur Umschaltung des Verstärkers durch einen vierpoligen Stecker. Befindet sich dieser Stecker in den oberen vier Buchsen, so ist über das Umschaltrelais ein Rückführwiderstand eingeschaltet und der Verstärker arbeitet als Summierer. Die Funktion des ps-Relais übernimmt dabei der H-Schalter, der nur in den Betriebsarten "Nullen" und "Potentiometereinstellen" das Widerstandsnetzwerk vom Verstärkereingang trennt. Verbindet der Stecker das zweite mit dem dritten Buchsenpaar, so werden die r-Steuerleitung an den R-Schalter und die h-Steuerleitung an den H-Schalter gelegt: Der Integrierer wird durch den internen Zeitgeber gesteuert. Die drei weißen Buchsen unterhalb der r- und h-Steuerleitungen gestatten die Wahl des Integrierkondensators und damit der Integrationsgeschwindigkeit. Überbrückt man horizontal (Zwischenbeschriftung "1"), so ergibt sich ein Kondensator von $5 \mu\text{F}$. Eine vertikale Brücke (Zwischenbeschriftung "10") ergibt $0,5 \mu\text{F}$, also zehnfach Integrationsgeschwindigkeit, das Weglassen beider Verbindungen bringt $0,05 \mu\text{F}$ und damit hundertmal so schnelles Integrieren. Die Buchse "A" dient der Anfangswerteingabe. Eine Kontrolle der Eingangsgrößen der Integrierer wird durch die Betriebsart "statisches Prüfen" ermöglicht. Die Anfangswerteingänge sind durch die Prüfreis abgetrennt und alle Eingangsgrößen werden, bewertet mit dem Faktor $1/10$, aufsummiert. Die Summe kann durch Drücken der entsprechenden Anwahl taste an der internen oder einer externen Meßeinrichtung abgelesen werden. Sie erscheint aber nicht am Programmierfeld, denn die Ausgangsbuchsen jedes Integrierers sind vom Verstärker getrennt und mit der Prüfbuchse "P" verbunden, zur Eingabe einer beliebigen Prüfspannung für nachgeschaltete Rechenelemente. Alle übrigen Buchsen haben dieselbe Aufgabe wie bei den Summierern. Die Ausgangsbuchsen sind so verteilt, daß sich häufig benutzte Verbindungen durch Kurzschlußstecker realisieren lassen. Die im Integriererfeld enthaltenen Referenzbuchsen lassen sich gleichfalls über Kurzschlußstecker mit Eingängen, Anfangswert- oder Prüfbuchsen verbinden.

Achtung: In der Betriebsart "statisches Prüfen" sind bei den als Summierer programmierten Summierer/Integrierern die Ausgangsbuchsen ebenfalls vom Verstärker getrennt und mit der Prüfbuchse "P" verbunden.

Die Verstärker 16 bis 19 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.

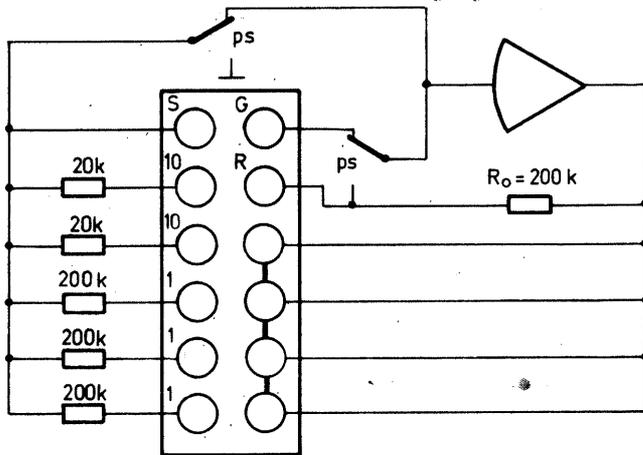


Bild 25 Beschriftung des Buchsenfeldes eines Summierers

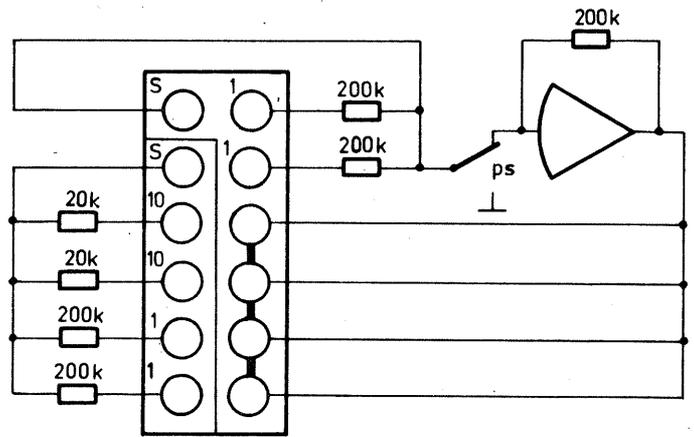


Bild 26 Beschriftung des Buchsenfeldes eines Summierers mit freiem Netzwerk

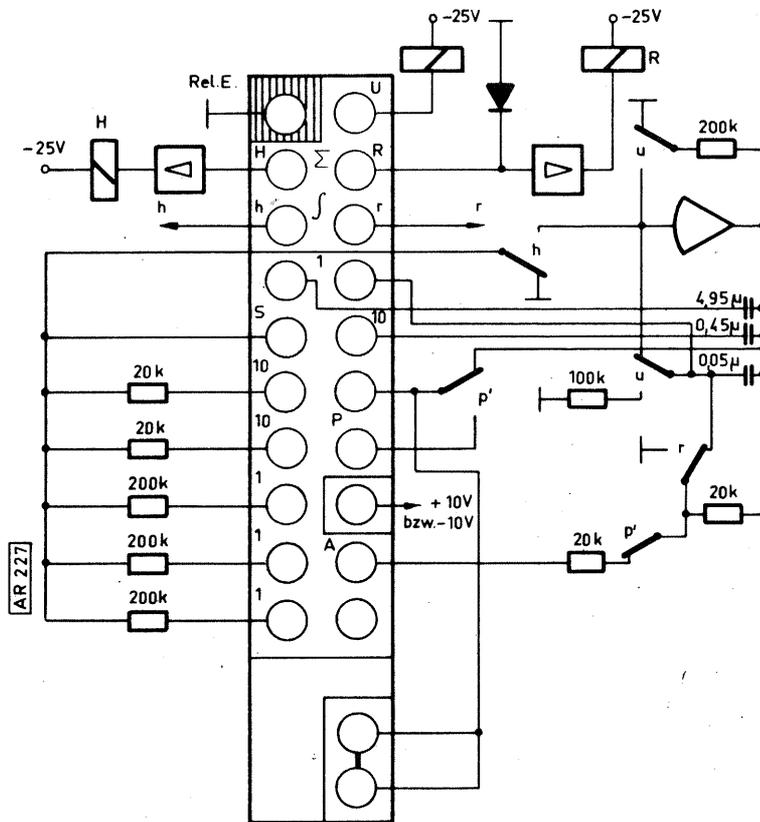


Bild 27 Beschriftung des Buchsenfeldes eines Summierers/Integrierers

Parabelmultiplizierer

Die Buchsenfelder der Multiplizierer befinden sich unter den Feldern der Verstärker 7 bis 9 sowie unter den Feldern der Verstärker 3 und 12. Die Eingänge sind entsprechend der notwendigen Beschriftung mit "+x", "-x", "+y" und "-y" beschriftet. Zur Nachschaltung des zugeord-

neten Verstärkers durch einen Kurzschlußstecker dient die der Buchse "S" des Verstärkers unmittelbar benachbarte Buchse "G" des Multiplizierernetzwerkes. Die den Multiplizierernetzwerken nachgeschalteten Folgeverstärker gestatten über ihren Eingang 1 die zusätzliche Addition einer Größe bei der Multiplikation.

Achtung: Rückführwiderstand = 20 k Ω

Variable Funktionsgeber

Die Buchsenfelder der beiden variablen Funktionsgeber F1 und F2 befinden sich in den beiden oberen Buchsenreihen des Programmierfeldes.

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 nach dem Umschalten (Taste am mittleren Einschub eingedrückt) für den dann freiwerdenden Umkehrverstärker vorgesehen. (Bild 28)

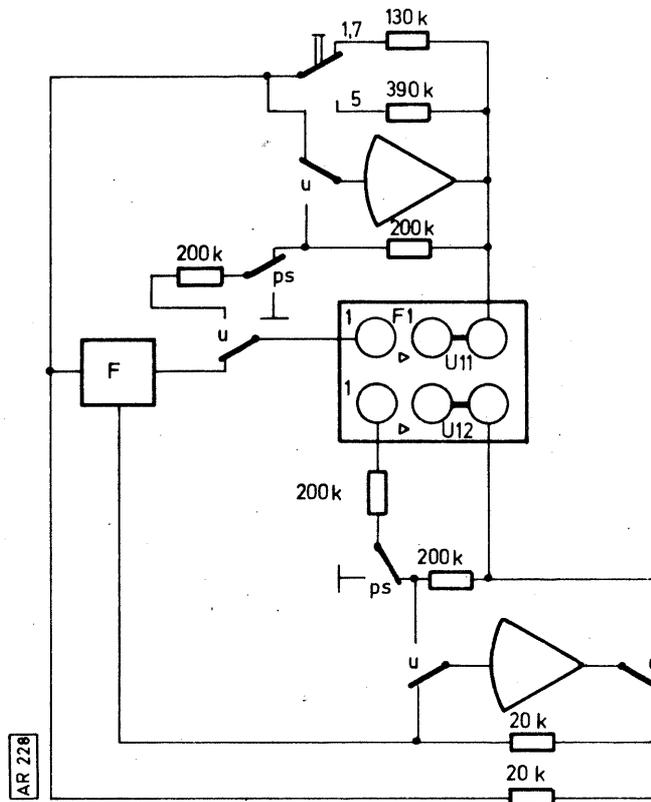


Bild 28 Beschaltung des Buchsenfeldes eines Funktionsgebers

Funktionsplätze

Die Ein- und Ausgänge für spezielle Funktionen N1 und N2 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.

Koeffizientenpotentiometer

Die Anschlußbuchsen der Potentiometer sind mit denselben Zahlen wie die Potentiometer numeriert. Sie befinden sich bis auf die bei den Komparatoren gelegenen Potentiometer 10 und 12 in den vier Buchsenreihen unter den Rechenverstärkern. Die Eingangsbuchsen der Potentiometer sind hellgrün und die Buchsen der Schleifer gelb. Die Fußpunkte der Potentiometer 5, 10, 11 und 16 sind ebenfalls über hellgrüne Buchsen zugänglich. Die Fußpunkte der übrigen Potentiometer sind intern geerdet. Die Buchsen Nr. 20 sind dem Spannungsteiler des Potentiometerfeldes zugeordnet.

Komparator

Die beiden grünen Buchsen dienen zur Eingabe der zu vergleichenden Spannungen. Die Umschaltkontakte liegen in der mit + bezeichneten Stellung, wenn die Summe der Eingangsspannungen >0 ist. Rechts der grünen Eingangsbuchsen liefert eine orange Buchse das binäre Ausgangssignal des jeweiligen Komparatorverstärkers.

In einigen Anwendungsfällen ist eine statische Hysterese des Komparator-Schaltverhaltens erwünscht (z.B. bei stark verrauschten Eingangssignalen). In Bild 29a und b sind hierzu zwei Programmierungsvorschläge dargestellt. Bei Schaltung a erfolgt der Vergleich der Eingangsgrößen x_1 und x_2 an einem vorgeschalteten Summierer. Dieser Summierer kann entfallen, wenn eine Größe mit Null verglichen wird, also x_1 oder x_2 gleich Null ist. Da das binäre Ausgangssignal des Komparators, K, die Werte 0 (ca. 0 Volt) bzw. 1 (ca. +10 V) annimmt, entspricht die Breite der Hysterese direkt dem Potentiometerwert α .

Schaltung b benötigt ein erdfreies Potentiometer, dafür entfällt der vorgeschaltete Summierer. Der Potentiometerwert ist nahezu 1,0, genauer $1-\xi$, wobei ξ die Breite der Hysterese darstellt. Abhängig von x_2 verschieben sich die Schaltpunkte auf der (x_1+x_2) -Achse. x_2 sollte einer niederohmigen Quelle, also einem Verstärkerausgang entnommen werden.

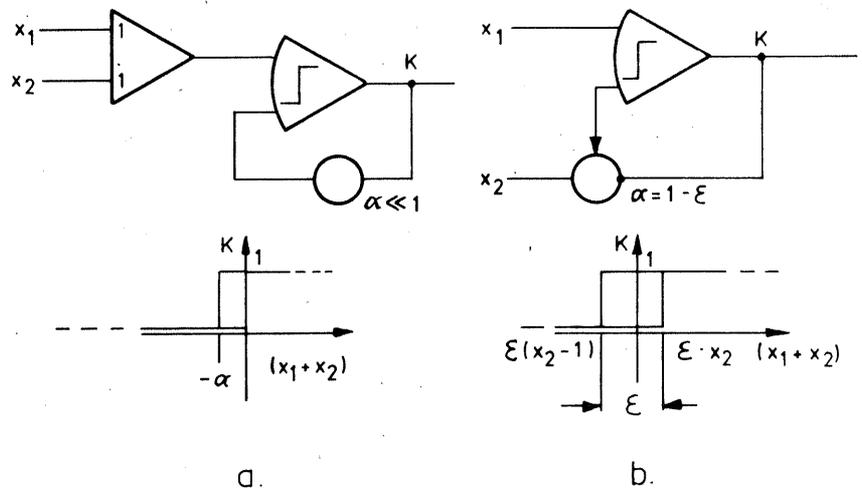


Bild 29 Komparatorhysterese

Die binären Komparatorausgänge und die Steuereingänge der Komparator-schalter sind über den Stecker 9 an der Rückseite des unteren Einschubes herausgeführt. Sie erscheinen beim Anschluß des Digitalzusatzes DEX 102 auf dessen Koppelfeld. Damit ist es vom jeweiligen Programm abhängig, ob die Ansteuerung der Schalter durch Elemente des Digitalzusatzes oder direkt durch die Komparatorverstärkerausgänge erfolgt.

Entfällt der Anschluß des Digitalzusatzes, so werden über eine 30-polige Federleiste an Stecker 9 die Komparatorausgänge mit den zugehörigen Schaltereingängen verbunden (Brücken $c_1 - c_2 - c_3$ und $c_4 - c_5 - c_6$).

Maschineneinheit + 10 Volt

Die Buchsen für die Referenzspannung sind so verteilt, daß sich Verstärker- oder Potentiometereingänge bei Bedarf über Kurzschlußstecker anschließen lassen. An den roten Buchsen liegen +10 Volt, an den blauen Buchsen -10 Volt. Unter jedem erdfreien Potentiometer findet man eine schwarze Buchse an der die Rechnererde (Verstärkererde) liegt.

Steuerbuchsen

Die zur Steuerung des RA 742 verwendeten binären Zustände werden durch die folgenden Spannungen dargestellt:

binär "0" $\hat{=}$ 0 Volt (\cong + 2 Volt, Relaiserde)

binär "1" $\hat{=}$ +10 Volt (\cong + 5 Volt oder unbeschalteter Eingang)

Zu beachten ist, daß alle steuerbaren Eingänge durch "0" aktiviert werden ! Die "r"- und "h"-Steuerleitungen auf allen Integriererfeldern ermöglichen, verbunden mit den Steuereingängen der "R"- und "H"-Schalter, den am Bedienteil gewählten Rechenablauf auszuführen.

Das Steuersignal der " \bar{r} "-Buchse in der Mitte der unteren Buchsenreihe ist komplementär zu dem der "r"-Steuerleitung und dient der Steuerung eines komplementären Speichers (siehe Programmierung, 2.3.2.1.).

Rechts daneben sind die Buchsen " r_{Repet} ", " h_{Repet} " und " \bar{r}_{Repet} ". Sie unterscheiden sich von den "r"-, "h"- und " \bar{r} "- Steuerleitungen darin, daß sie in der Betriebsart "Dauerrechnen" repetierende Steuersignale führen, die der weiterlaufende Zeitgeber erzeugt. Damit lassen sich einige repetierende Integrierer oder Speicher programmieren, während die übrigen Integrierer die Betriebsart "Dauerrechnen" ausführen.

Links des Funktionsgeber-Buchsenfeldes ist je eine weiße Buchse mit "p" bezeichnet. Sie führt nur bei gedrückter Pausentaste eine binäre "1", sonst immer "0". Verbunden mit dem "R"-Schalttereingang eines Speichers ermöglicht die "p"-Steuerleitung die Eingabe eines Anfangswertes über Buchse "A" in den Speicher, wenn man die Pausentaste z.B. vor dem Ablauf einer iterativen Rechnung drückt (siehe Programmierung, 2.3.2.1.).

Die "Z"-Buchse in der linken unteren Ecke des Programmierfeldes liefert die Ausgangsspannung des Zeitgeber - Integrieres. Anstiegs- und Abfallsteilheit dieser Sägezahnspannung werden durch die eingestellte Rechen- bzw. Pausenzeit bestimmt. Sie wird zu Rechen- oder Testzwecken und als Ablenkspannung für x-y Schreiber oder Oszillographen herangezogen.

Über die benachbarte Buchse "Pa" (Pause) lassen sich alle Steuerleitungen in den Zustand "Pause" versetzen. Das gilt bei allen Rechenarten und bei "Halten". Der vorhergehende Betriebszustand stellt sich wieder ein, sobald man die Pausensteuerung über "Pa" aufhebt. Die Buchse "Pa" entspricht wirkungsmäßig nicht vollständig der Pausentaste.

Durch die Buchse "Ha" (Halt) kann jeder Rechenvorgang, Zeitgeber eingeschlossen, in "Halt" gesetzt werden. Nach Beendigung des Haltesignals wird der begonnene Rechenablauf fortgesetzt. Die Buchse "Ha" entspricht der Taste "Halt".

Mit der Buchse "Re" (Rechnen) lassen sich einmalige Rechenvorgänge ebenso auslösen, wie über den Fotokontakt ("Rechnen mit Halt", "Einmal Rechnen", siehe 1.4.4.). Im Gegensatz zu "Pa" und "Ha" wirkt die Buchse "Re" dynamisch. Der Steuerimpuls sollte eine Mindestdauer von 10 ms besitzen. Die Steuerung über "Re" funktioniert nur, wenn einmal die Taste "mit Halt" oder "weiter -1 x" betätigt wurde und eingerastet bleibt.

Die Buchse "It" gibt ein "0"-Signal ab, solange das Bediengerät im Zustand "Halten" ist. Durch "It" wird eine alternierende Rechenweise zweier parallelgeschalteter Rechner möglich, wenn man jeweils die Buchse "Re" des einen Rechners mit "It" des anderen verbindet. Sobald einer der Rechner in "Halt" geht, startet er den Ablauf von "Pause" und "Rechnen" beim anderen Rechner und bleibt solange auf "Halt", bis er selbst vom anhaltenden zweiten Rechner wieder gestartet wird.

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

Betriebszustand				Integrierer			Integrierer als Speicher		
Funktion	r	h	p	Funktion	R	H	Funktion	R	H
Pausentaste	1	1	1	Anfangswert	1	1	Anfangswert	1	1
Rechnen	0	0	0	Integrieren	0	0	Folgen	0	0
Halt	0	1	0	Halten	0	1	Halten	0	1
Repetierpause	1	1	0	Anfangswert	1	1	Halten	0	1

Anm.: Die Schalter werden durch "0" aktiviert.

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 miteinander ist die Anzahl der Verbindungen auf 12 erweiterbar.

1.4.4. Anschlußfeld für Externgeräte und Meßbuchsen

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. Hinsichtlich der Wirkung entspricht diese Buchse der Rechenbuchse "Re" oder der Taste "weiter - 1 x".

*Wf
Meh/Saldet*

Buchse M

ist ein Meßeingang für Kompensationsmessung bzw. normale Spannungsmessung. "M" ist eine Schaltbuchse und trennt bei Beschaltung die Meßleitung des Verstärkeranwahlsystems von der Meßeinrichtung.

Buchse DVM

ist für den Anschluß eines Digitalvoltmeters vorgesehen. Bei gedrückter "Pot."-Taste lassen sich die Koeffizientenpotentiometer über das Digitalvoltmeter einstellen. Bei allen anderen Betriebsarten, "Nullen" ausgenommen, liegt die Meßleitung des Verstärkeranwahlsystems an der Buchse "DVM". Dieselbe Buchse "DVM" ist an der Rückseite des oberen Einschubes herausgeführt. Will man ein Digitalvoltmeter gemeinsam für mehrere parallelgeschaltete Rechner anschließen, so wird man die rückseitigen "DVM"-Buchsen aller Rechner durchschleifen.

Die Buchse "VA",

ebenfalls an der Rückseite des oberen Einschubes, bringt die Ausgangsspannung eines angewählten Rechenverstärkers.

Die Buchse "Komp.Messung"

ist über einen Kurzschlußbügel mit der Buchse "DVM" zu verbinden, sobald man die Kompensationsmeßeinrichtung zum Messen einer Spannung über das Anwahlsystem oder über die Meßbuchse "M" oder zum Einstellen der Potentiometer benötigt.

Buchsen "OSZ"

dienen bei der Verwendung eines Oszillographen OMS 700 oder OMS 811 zur Hellsteuerung des Kathodenstrahls während der Betriebsart Rechnen.

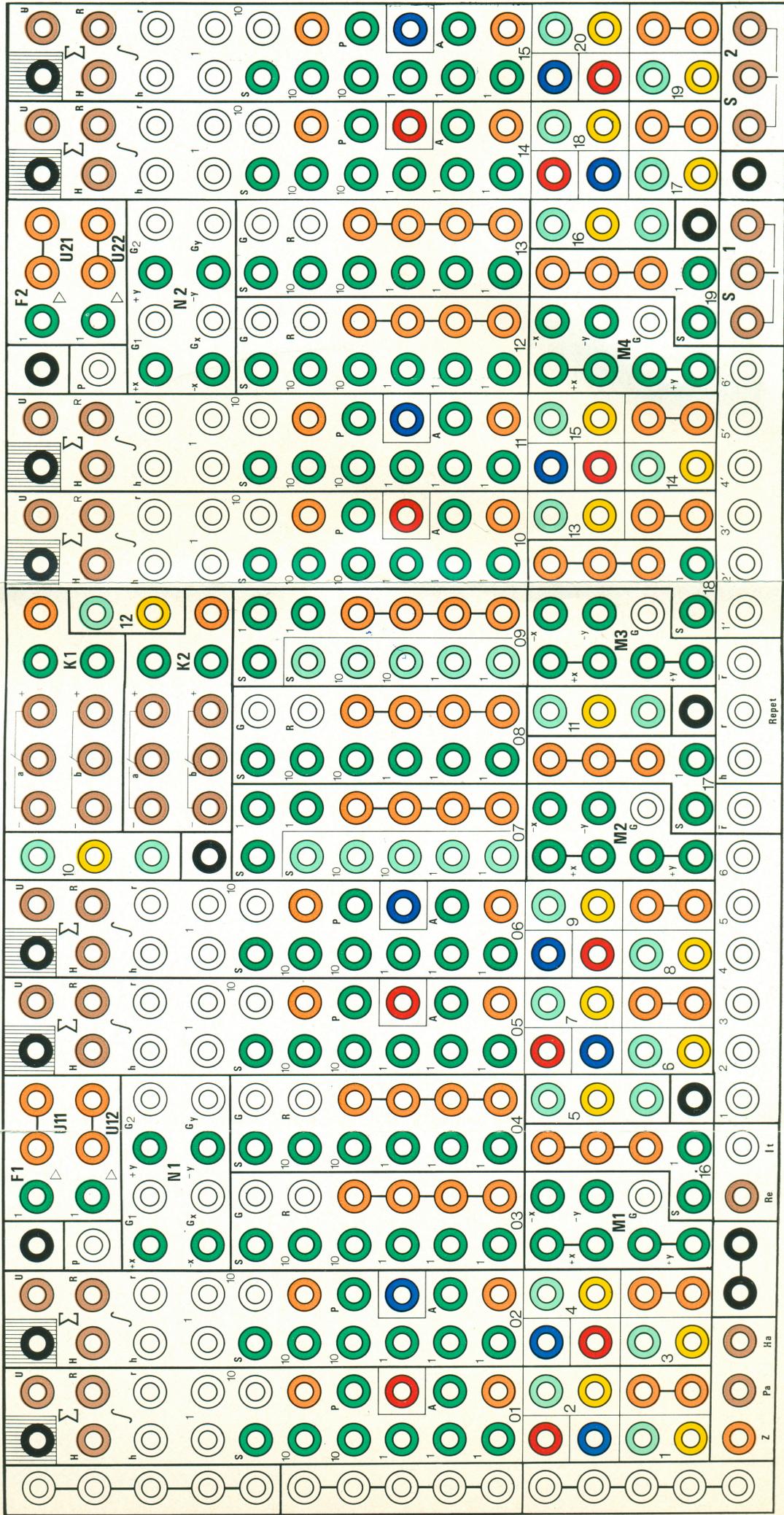
Buchsen "Sch"

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



RA 742

Programmierfeld



Farbcode:

- grün Eingänge
- orange/gelb Ausgänge
- rot Referenz + 10 V
- blau Referenz - 10 V
- schwarz Erde
- braun Steuereingänge und Schalter

- weiß Steuerleitungen
- freie Vielfache

- Repet

2. BETRIEB

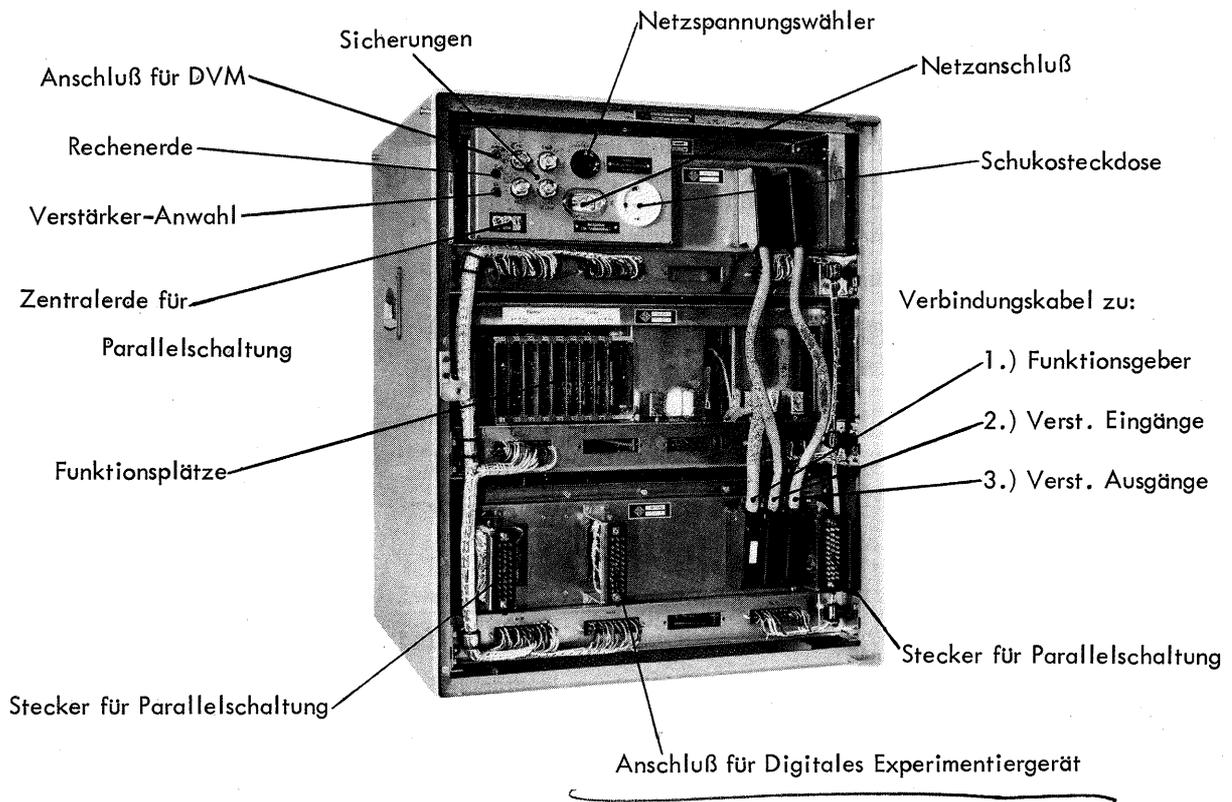


Bild 31 Lage der Anschlüsselemente

2.1. Aufstellen des Gerätes

Das Gerät wird mit eingebauten Einschüben, Montageeinheiten und Steckeinheiten geliefert. Es wird auf einen normalen Tisch aufgestellt. Vor der ersten Inbetriebnahme sind die zur Transportsicherung dienenden Schaumgummipolster aus dem oberen und mittleren Einschub zu entfernen (Aus- und Einbau der Einschübe s. 4.3.3.).

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 ist an der Rückseite des oberen Einschubes, direkt neben dem Gerätestecker
3. Gerätestecker (Bild 31) 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 742 sind die TELEFUNKEN-Gleichspannungsozillographen OMS 811 und OMS 700 vorgesehen.

1. Die beiden braunen Buchsen "OSZ" rechts am Bediengerät des Rechners dienen zur Hellsteuerung während des Rechenvorgangs. Sie sind beim OMS 811 mit den Buchsen "H" und beim OMS 700 mit den Buchsen "Co" zu verbinden.
Ist die Hellsteuerung 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. Rechnereerd buchse des Rechners mit der Erdungsbuchse des Oszillographen verbinden.
3. Oszillograph an das Netz anschließen

Zweikoordinatenschreiber

1. Die schwarze Buchse (Rechenerde) des Bediengerätes des Rechners mit der Erdungsbuchse oder -klemme des Schreibers verbinden.
2. Braune Buchsen "Sch." am Bediengerät des Rechners mit der Einrichtung zum Abheben der Schreibfeder des Schreibers verbinden. Die obere der beiden Buchsen ist als Schaltbuchse ausgeführt, womit automatisch jeder Rechenstart verzögert wird, zum sicheren Aufsetzen der Schreibfeder.
3. Schreiber an das Netz anschließen.

Digitalvoltmeter

1. Die Meßleitung des Digitalvoltmeters mit den Buchsen "DVM" und " " am Bediengerät des Rechners oder an der Rückseite verbinden.
2. Digitalvoltmeter an das Netz anschließen.

2.1.3. Parallelschaltung mehrerer Rechner

Der Tisch-Analogrechner RA 742 kann vom Präz. Analogrechner RA 800 H und RA 770 direkt mitgesteuert werden. Es ist dabei das entsprechende Parallelschaltkabel und dazugehörige Erdkabel anzuschließen und am RA 742 die Taste "Ext" zu drücken. Zur Parallelschaltung mehrerer RA 742 ist folgendes zu beachten:

1. Messerleiste "Parallelschaltung" durch Parallelschaltkabel mit Messerleiste "Parallelschaltung" des jeweils benachbarten Rechners verbinden (St 5 oder St 10, Bild 31).
2. Bei allen Rechnern, mit Ausnahme des Steuerrechners, die Taste "Ext." drücken.
3. An einem beliebig wählbaren Rechner wird der zentrale Erdpunkt für alle

zusammengeschalteten Rechner realisiert. Dazu bei allen übrigen Rechnern der Erdpunkt an der Rückseite des Netzgerätes auftrennen und die drei Anschlüsse über dreidradige Erdkabel mit der zentralen Erde des erstgenannten Rechners verbinden. Das so geschaffene Erdungssystem ist auch für den Einzelbetrieb der Rechner geeignet. Für Einzelbetrieb nur Taste "Ext." lösen; Parallelschaltkabel müssen dazu nicht gelöst werden.

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 und die Lampen der "+10" und "-10"V 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 Programmierschnüren zusammenschaltet (siehe gesonderten Band "Rechenanleitung für Analogrechner").

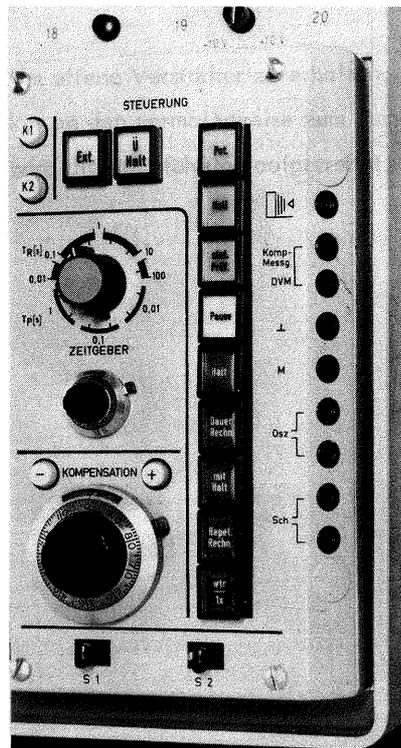


Bild 32 Bediengerät

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 Σ bzw. \int umgeschaltet. Die Wahl der Bewertungsfaktoren "1" oder "10" bzw. der Integrationsfaktoren "1", "10" oder "100" wird durch Beschaltung der entsprechend bezeichneten Eingänge bzw. durch Umschaltung der Integrierkondensatoren vorgenommen (siehe hierzu 1.4.2.1.).

Die normale Steuerung der Integrierer erfolgt über die vom Zeitgeber gesteuerten Leitungen r und h. Sollen einzelne Integrierer oder Integrierergruppen separat gesteuert werden, so sind die Eingänge der R- und H-Schalter auf entsprechende, unter 1.4.3. beschriebene Steuerbuchsen zu schalten. Manche Aufgaben erfordern eine Steuerung der Integrierer oder Speicher abhängig von einer analogen Rechengröße. Dazu verbindet man die binären Ausgänge der entsprechend beschalteten Komparatoren mit den Steuereingängen betreffender Integrierer.

Beim Anschluß eines digitalen Experimentiergerätes DEX 102 an den Rechner wird die Betriebsartensteuerung der Integrierer 02, 06, 11 und 15 vom Steuerfeld des DEX 102 durch Festverdrahtung ermöglicht. Die Steuerung weiterer Integrierer kann über Parallelschaltleitungen erfolgen. Dabei empfiehlt es sich, zur Vermeidung undefinierter Zustände, die R- und H-Schaltereingänge der betreffenden Integrierer am Programmierfeld unbeschaltet zu lassen.

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

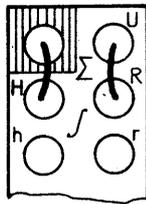


Bild 33 Steckverbindung eines Summierers/Integrierers als Summierer

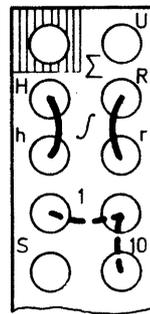


Bild 34 Steckverbindung eines Summierers/Integrierers als Integrierer

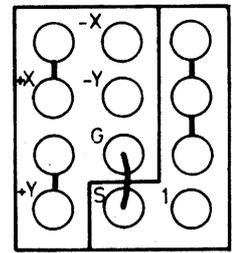
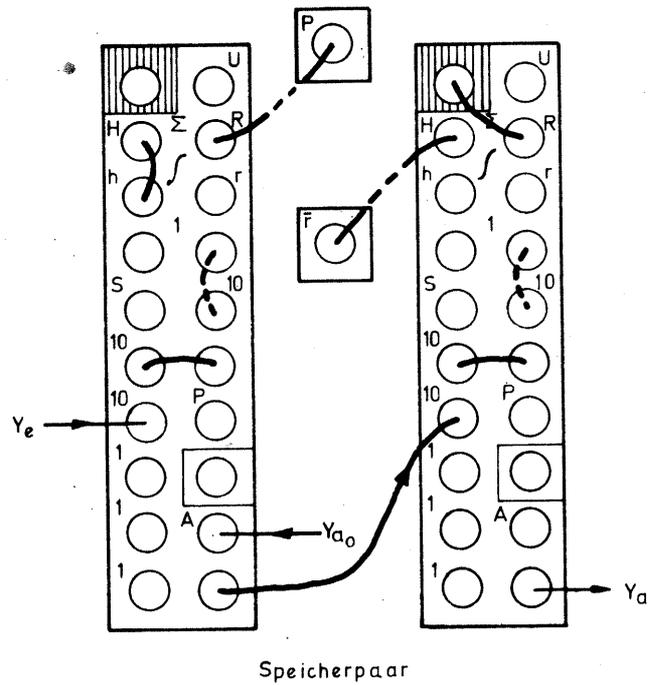
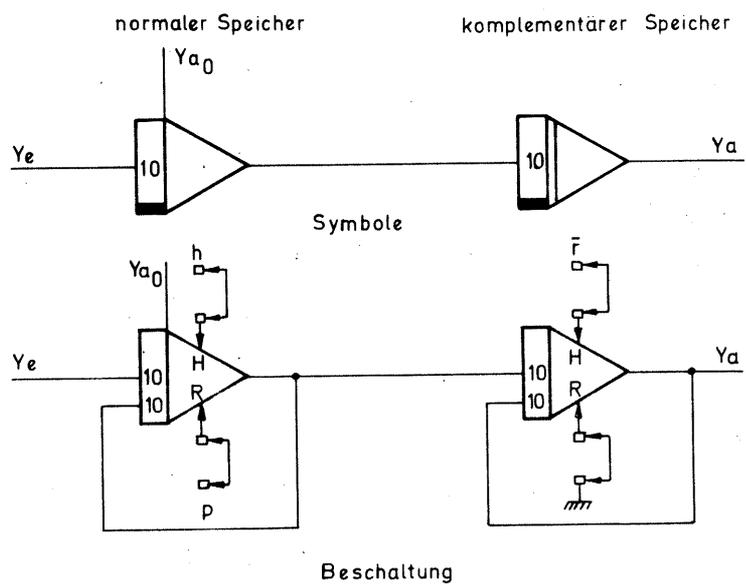


Bild 36 Steckverbindung eines Multiplizierers



Speicherpaar



Beschaltung

Bild 35 Speicherpaar

Die Verwendung der Verstärker 16 bis 19 als zusätzliche Umkehrverstärker oder Summierer setzt voraus, daß diese Verstärker nicht für die Multiplizierer benötigt werden. Dabei ist zu beachten, daß auf dem Programmierfeld zwischen der weißen Buchse "G" des betreffenden Multiplizierers und der grünen Buchse "S" des zugeordneten Verstärkers keine Verbindung besteht. Um diese Verstärker als Summierer verwenden zu können, ist auf ihre Summenpunktbuchse "S" jeweils ein freies Widerstandsnetzwerk zu schalten.

Umkehrverstärker stehen auch in den Funktionsgeberverstärkern zur Verfügung, sofern die Funktionsgeber nicht benötigt werden. Dazu muß die jeweilige Umschalttaste am Funktionsgebereinschub betätigt werden. Eingang ist jeweils die grüne Buchse 1. Ausgänge sind die daneben liegenden orangen Buchsen.

2.3.2.2. Koeffizienten- potentiometer

Die Rechenpotentiometer können für die Überschalgerechnungen nach der Skala an ihrem Einstellknopf eingestellt werden. Für genaue Rechnungen ist jedoch eine Einstellung unter Zuhilfenahme der Kompensationsmeßeinrichtung erforderlich. Diese Einstellung wird erst nach dem Programmieren vorgenommen, damit die Werte nicht nachträglich durch die Belastung der Potentiometer verfälscht werden.

Sie wird wie folgt durchgeführt:

1. Buchsen "DVM" und "Komp.Messung" am Anschlußfeld durch einen Kurzschlußstecker verbinden.
2. Taste "Pot." am Bediengerät drücken.
3. Erdfreie Potentiometer mit Kurzschlußstecker am Buchsenfeld mit Rechen-erde verbinden.
4. Präzisionspotentiometer am Bediengerät auf den Wert einstellen, den das einzustellende Rechenpotentiometer haben soll.
5. Anwahl-taste des einzustellenden Rechenpotentiometers drücken.
6. Rechenpotentiometer in die Stellung bringen, bei der das Instrument des oberen Einschubs "0" anzeigt.

2.3.2.3. Parabelmultiplizierer

Die Eingangsbuchsen $+x$, $-x$, $+y$ und $-y$ der Multiplizierer müssen niederohmig angesteuert werden, d.h. zwischen diese Eingänge und vorgeschaltete Rechenverstärkerausgänge dürfen keine passiven Elemente wie z.B. Potentiometer oder Dioden zwischengeschaltet sein. Die weiße Buchse "G" wird mit der grünen Summenpunktbuchse "S" des zugehörigen Verstärkers verbunden. Dieser Verstärker hat einen Rückführwiderstand von $20\text{ k}\Omega$. An seinem Ausgang erscheint das Produkt vorzeichenrichtig, wenn an den x - und y -Eingängen die Faktoren vorzeichenrichtig eingegeben wurden.

2.3.2.4. Variable Funktionsgeber

Die Funktionsgeber können mit Hilfe des Einstellgerätes, eines Umkehrverstärkers und der Kompensationsmeßeinrichtung oder einem Digitalvoltmeter genau eingestellt werden. Als Einstellgerät ist der als Drehschalter 20 bezeichnete Spannungsteiler auf Potentiometerplatz 20 in Verbindung mit dem darunter befindlichen Umschalter 21 zu verstehen.

Wie Bild 37 zeigt, wird der Abgriff des Spannungsteilers (gelbe Ausgangsbuchse am Potentiometerfeld 20) auf den 1er-Eingang eines Umkehrverstärkers geschaltet, der lediglich zur Trennung des Spannungsteilers vom Funktionsgebereingang dient, um Rückwirkungen zu vermeiden. Die dadurch erfolgende Vorzeichenumkehr ist bei der nachfolgenden Funktionsgebereinstellung zu beachten. Die Ausgangsspannung des Funktionsgebers wird mit der Kompensationsmeßeinrichtung oder einem Digitalvoltmeter gemessen.

Am Umschalter 21 unterhalb des Spannungsteilers (Pot. 20) wird die Aufschaltung der positiven oder negativen Maschineneinheit auf den Spannungsteiler gewählt. Am Drehschalter 20 selbst werden nacheinander die Werte für x , die den einzelnen Knickstellen entsprechen, also $x = 0; +0,1; +0,2; \dots +1$ bzw. $-0,1; -0,2; \dots -1$ eingestellt. Für jeden dieser Werte wird die Ausgangsgröße y des Funktionsgebers durch Verstellen des zugehörigen Funktionsgeberpotentiometers ("0", "+1", "+2", ... "+10", bzw. "-1", "-2", ... "-10") auf den Wert gebracht, den der Funktionsverlauf vorschreibt, wobei die Einstellung mit Hilfe der Kompensationsmeßeinrichtung oder einem Digitalvoltmeter erfolgt. Eine empfindliche Einstellung der Funktionsgeberpotentiometer ist durch die Feintriebe auf den Potentiometerachsen gewährleistet. Die Einstellung muß stets von $x = 0$ aus beginnend schrittweise nach höheren Werten vorgenommen werden, da ein einmal eingestellter Wert alle folgenden beeinflusst.

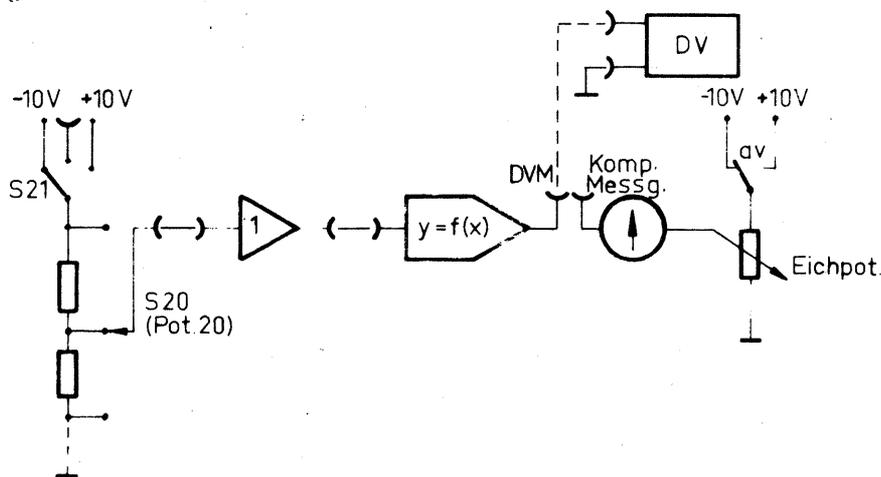


Bild 37 Funktionsgebereinstellung

Die notwendigen Tätigkeiten in ihrer chronologischen Reihenfolge sind nachfolgend angegeben :

1. Für die gewünschte Funktion $y = f(x)$ wird eine Kurve oder Tabelle erstellt, in der zu den Werten $x = 0; +0,1; +0,2; \dots +1,0$ sowie $-0,1; -0,2; \dots -1,0$ die entsprechenden y -Werte aufgeführt sind.
2. Abgriff des Spannungsteilers 20 über einen Umkehrverstärker mit dem Eingang des Funktionsgebers verbinden. Umschalter 21 in Mittelstellung bringen.
3. Buchse "DVM" am Bediengerät mit der Buchse "Komp. Messg." durch Kurzschlußstecker oder "DVM" mit dem Meßeingang eines Digitalvoltmeters verbinden.
4. Taste "Pause" drücken.
5. Drehschalter 20 des Spannungsteilers in Stellung "0" bringen.

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, 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 FG 2), gleichzeitig Potentiometer "0" des Funktionsgebers so einstellen, daß das Instrument des oberen Einschubs "0" anzeigt und an den Vorzeichenlämpchen 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 -10 V und den Drehschalter 20 auf "1" stellen. Damit liegt am Funktionsgebereingang $+1$ V, 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 $+10$ V und den Drehschalter 20 wieder auf "1" stellen. Damit liegt am Funktionsgebereingang -1 V, also $x = -0,1$ an. Nun die Einstellung für die negativen Werte von x sinngemäß, wie unter 7., 8. und 9 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 +10 V und -10 V bedeutet, ein Einfachpfeil aber nur eine Verschiebbarkeit zwischen 0 und +10 V oder 0 und -10 V. 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 47 bzw. Bild 48 voraus. Bei einem gewünschten Einsatz dieser Typen kommt je nach der Anzahl bei 2 Steckeinheiten Bild 49 und bei 4 Steckeinheiten Bild 50 in Betracht.

In Bild 38 sind die Anschlußbuchsen eines Funktionsplatzes auf dem Programmierfeld bezeichnet. Diese Bezeichnungen kehren in den nachstehenden Programmierschaltbildern zur Orientierung wieder.

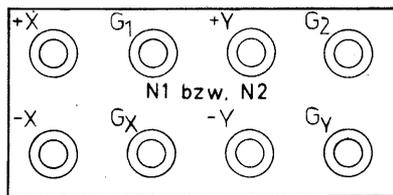


Bild 38 Buchsenfeld eines Funktionsplatzes

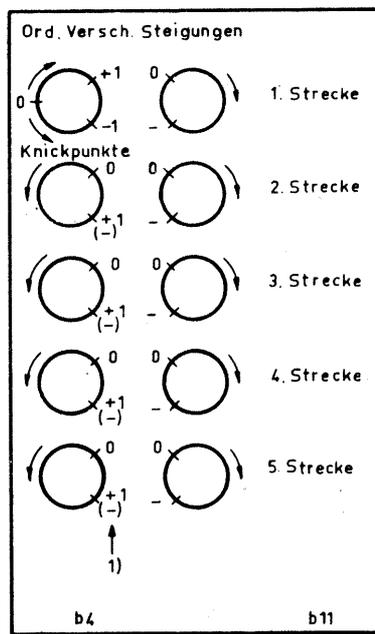
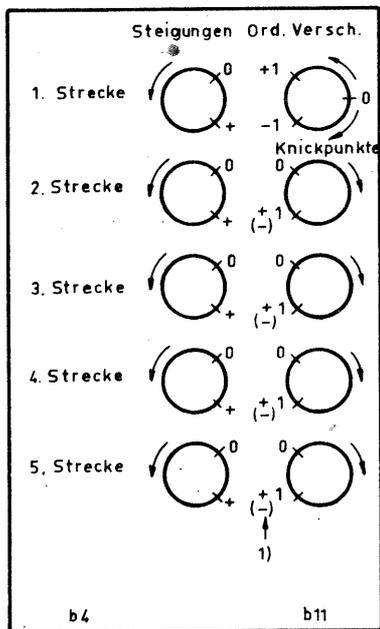


Bild 39 Steckeinheiten vom Typ VAR 1 ... (Serie VAR 100)

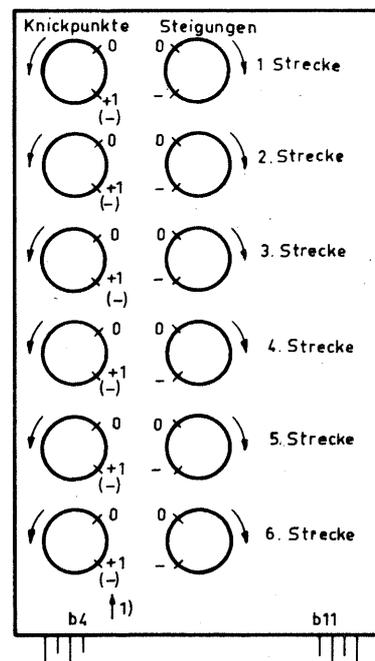
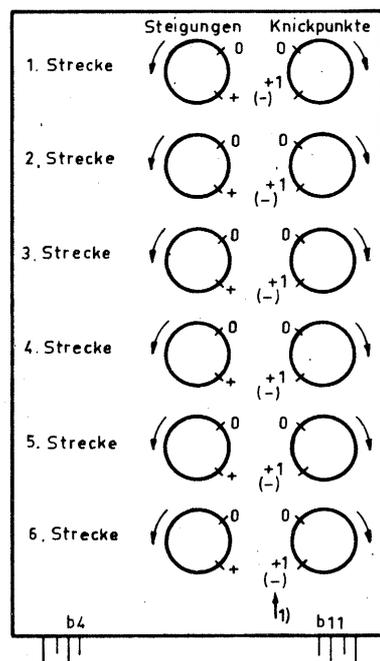


Bild 40 Steckeinheiten vom Typ VAR 2 ... (Serie VAR 200)

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					41
Parabelmultiplizierer SPM 142	$x \cdot y$			PM 4B	PM 4A					41
Quadrierer SQF 112	$+x^2$	PM 3B		PM 3B						42
Quadrierer SQF 122	$-x^2$		PM 3A		PM 3A					43
Winkelfunktion SSF 112	$\sin \frac{\pi}{2} x$	SIN 1B	SIN 1A							44
Winkelfunktion SSF 122	$\sin \pi x$	SIN 2B	SIN 2A							44
Winkelfunktion SCF 112	$\cos \frac{\pi}{2} x$	COS 1B	COS 1A							44
Winkelfunktion SCF 122	$\cos \pi x$	COS 2B	COS 2A							44
Bogenfunktion SAF 112	$\frac{2}{\pi} \arcsin x$	ARC 1B	ARC 1A							45
Logarithmusfunktion ALF 111	$\pm \frac{1}{2} \lg 100 x$		LOG 1A							46

Speichernetzwerke

ASN 742				A-SN 1						51
---------	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	----

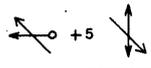
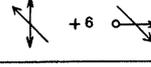
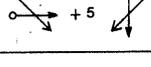
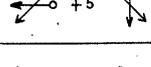
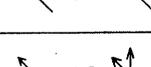
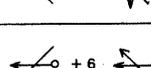
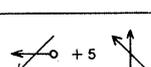
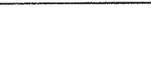
Komparatorschalter

elektronisch ASE 741				A-KS 6						52
elektromechanisch ASM 741				A-KS 5						52
Rauschgenerator RGF 104 Ausgang an Buchse Gx des Funktionsplatzes				RG 134						

TABELLE 6

Variable Funktionen

Streckenanzahl, Anstiegsrichtung und Verschiebbarkeit*	Steckeinheiten								Schaltung (Bild-Nr.)
	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	
5		111							47
5 + 6	211	111							47
5	131								48
6 + 5	231	131							48
5	141								47
6 + 5	241	141							47
5		121							48
6 + 5	221	121							48
6 + 5	231	111							49
6 + 5	211	131							49
6 + 5	241	111							47
5 + 6	141	211							47
6 + 5	221	111							49
6 + 5	211	121							49
6 + 5	241	131							49
6 + 5	231	141							49

6  + 5 	231	21							48
5  + 6 	131	221							48
6  + 5 	221	141							49
6  + 5 	241	121							49
6  + 6  + 6  + 5 	231	231	211	111					50
6  + 5  + 6  + 6 	231	131	211	211					50
6  + 6  + 6  + 5 	241	231	221	111					50
6  + 5  + 6  + 6 	241	131	221	211					50

$\left. \begin{matrix} 5 \\ 6 \end{matrix} \right\}$ Anzahl der mit einer Steckeinheit zu erzeugenden Streckenabschnitte
 Anstiegsrichtung der von der jeweiligen Steckeinheit erzeugten Polygonstrecken

 Ordinatenverschiebung 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

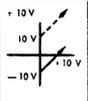
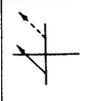
Typ	VAR 111	VAR 121	VAR 131	VAR 141	VAR 221	VAR 221	VAR 231	VAR 241
Anzahl der Strecken	5	5	5	5	6	6	6	6
Verschiebbarkeit der Funktion in Ordinatenrichtung	einstellbar zwischen +10 V und -10 V							
Abzissenlage des 1. Knickpunktes	0V				einstellbar zwischen 0V und +10 V +10 V -10 V -10 V			
Abzissenlage 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 41 Parabel Multiplizierer
SPM 134 und SPM 142

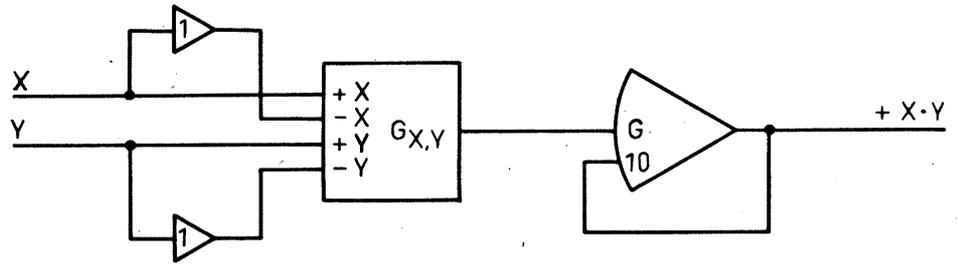


Bild 42 Quadrierer SQF 112

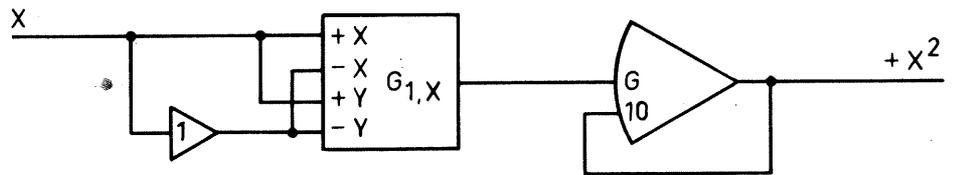


Bild 43 Quadrierer SQF 122

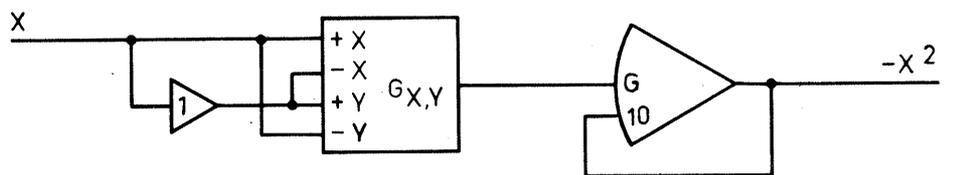


Bild 44 Winkelfunktionen SSF 112
und SSF 122 sowie SCF 112
und SCF 122

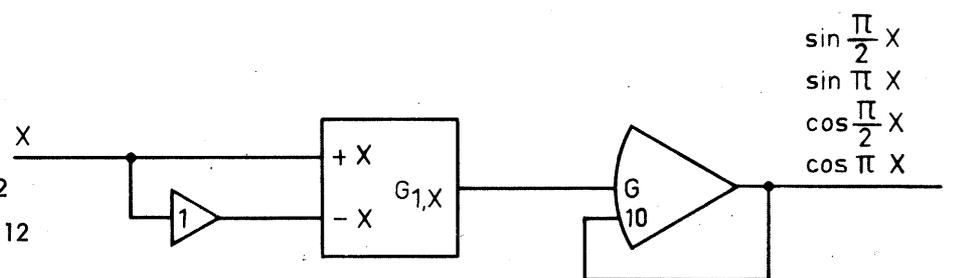
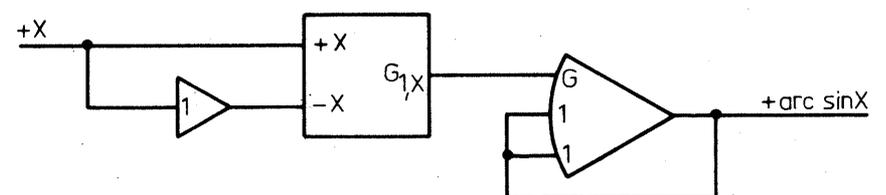


Bild 45 Arcus-Sinusfunktion
SAF 112



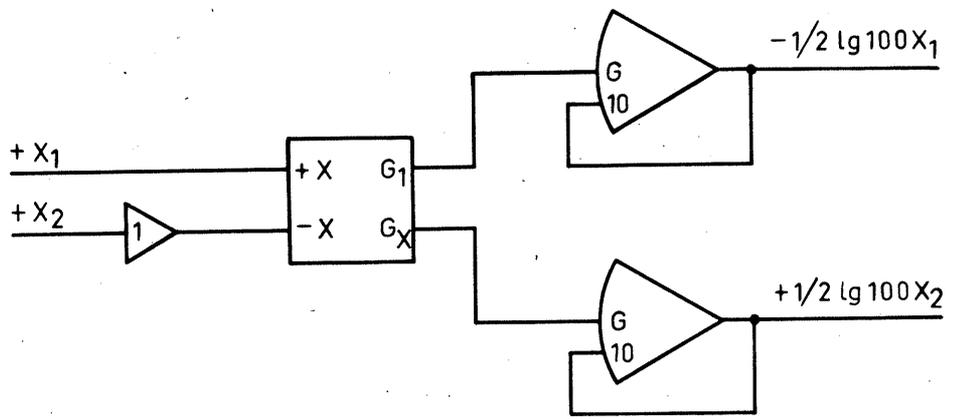


Bild 46 Logarithmenfunktion
ALF 111

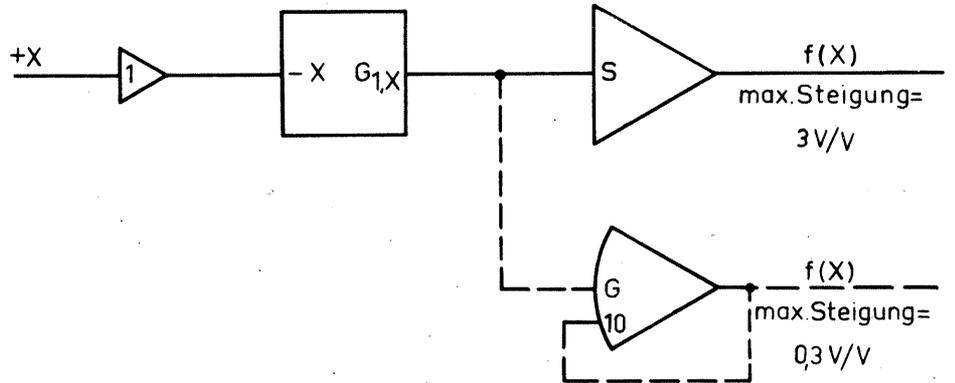


Bild 47 Variable Funktion
VAR 111 (211) und
VAR 141 (241)

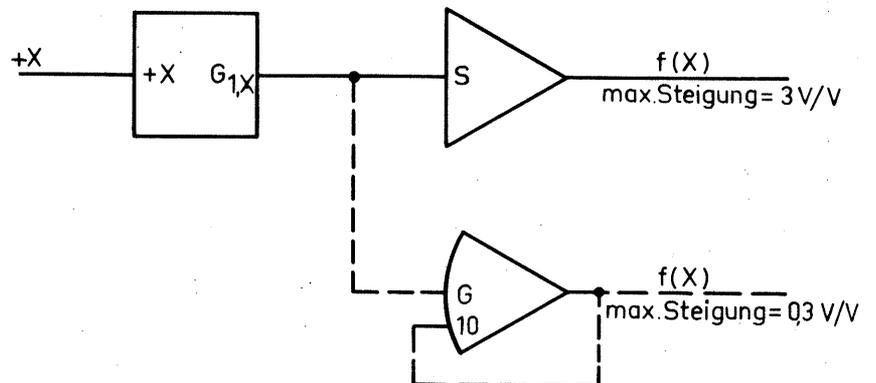


Bild 48 Variable Funktion
VAR 121 (221) und
VAR 131 (231)

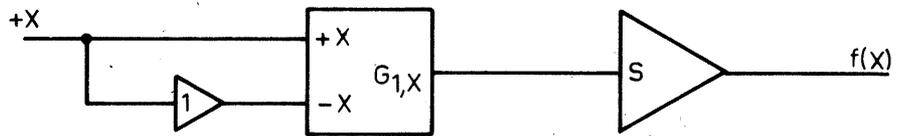


Bild 49 Variable Funktion aus 2 Steckeinheiten

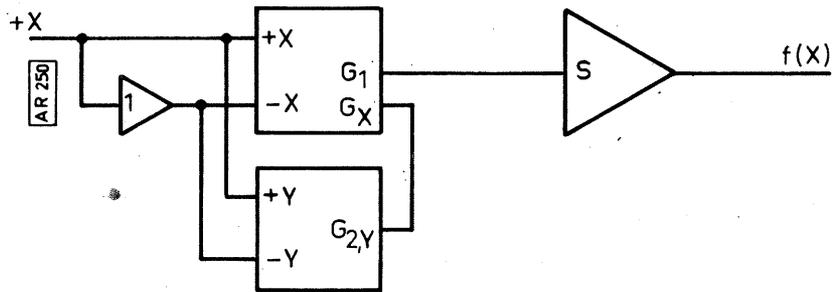


Bild 50 Variable Funktion aus 4 Steckeinheiten

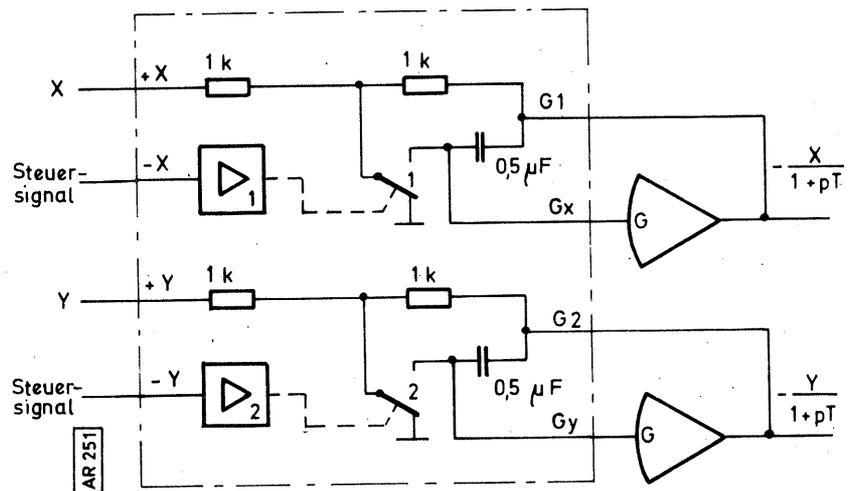


Bild 51 Speichernetzwerk ASN 742

Anm.:

Die Eingangsgröße (Buchse +x bzw. +y) wird übernommen, wenn der Steuereingang (Buchse -x bzw. -y) an binär "0" liegt und gespeichert, sobald binär "1" ansteht.

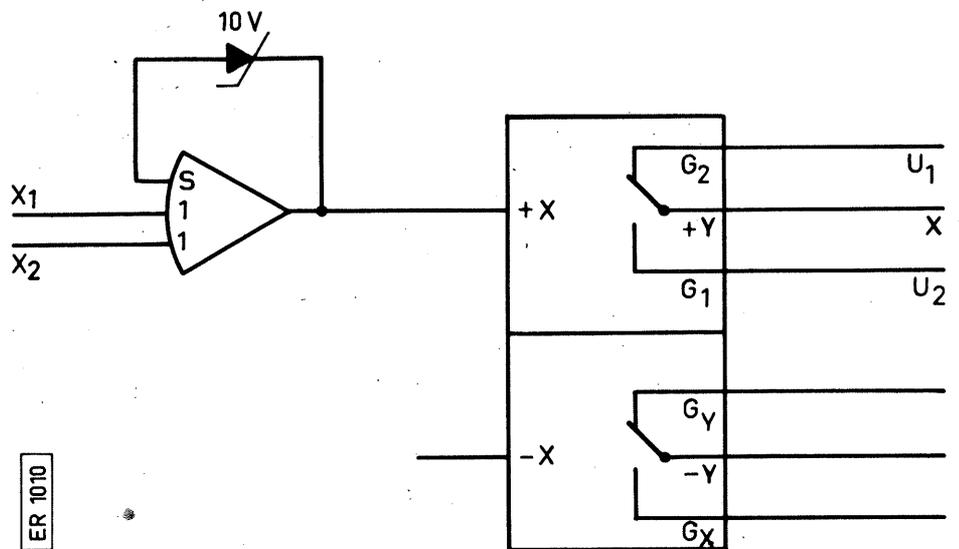


Bild 52 Komparatorschalter ASE 741, ASM 741

Anm.:

$$x = \begin{cases} U_1, & \text{wenn } (x_1 + x_2) > 0 \\ U_2, & \text{wenn } (x_1 + x_2) < 0 \end{cases}$$

Die Schalter lassen sich auch durch jedes binäre Signal aus dem Rechner oder dem Digitalzusatz DEX 102 steuern.

2.4. Betriebsartenwahl

Die Betriebsarten werden durch Drücken der entsprechend bezeichneten Leuchttasten am Bediengerät gewählt. Bei den Betriebsarten Einmal Rechnen, Repeating 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 oberen Präzisionspotentiometers am Bediengerät vorgenommen. Die Skala des Drehschalters für die Rechenzeit zeigt in ihrer oberen Hälfte die Bereiche an, innerhalb derer sich die Rechenzeit durch das Präzisionspotentiometer einstellen lassen. So kann man beispielsweise im untersten Bereich alle Rechenzeiten zwischen 0,01 und 0,1 sec. wählen (genauer: zwischen 0,01 und 0,11 sec., da nach höheren Rechenzeiten hin eine zehnpromtente Überlappung besteht). Insgesamt ermöglichen die 4 Bereiche eine kontinuierliche Einstellung der Rechenzeit zwischen 0,01 und 110 sec. Die untere Skalenhälfte besagt, daß je zwei aufeinanderfolgenden Bereichen der Rechenzeit eine der drei festen Pausenzeiten von 0,01, 0,1 und 1 sec. zugeordnet ist. Für die beiden mittleren Bereiche,

0,1 bis 1 sec. und 1 bis 10 sec., stehen damit je zwei verschiedene Pausenzeiten zur Wahl. Zwischen den Pausenzeiten und den Integrationsfaktoren der in der Rechenschaltung verwendeten Integrierer sollte folgende Zuordnung bestehen:

Integrationsfaktor	1 ($5 \mu\text{F}$)	1. sec. minimale Pausenzeit
Integrationsfaktor	10 ($0,5 \mu\text{F}$)	0,1 sec. minimale Pausenzeit
Integrationsfaktor	100 ($0,05 \mu\text{F}$)	0,01 sec. minimale Pausenzeit

Andernfalls reicht die Pausenzeit zwischen zwei Repetierläufen nicht zur genauen Eingabe eines Anfangswertes aus.

2.4.1. Pause

Taste "Pause" drücken

Die Betriebsart Pause ist praktisch der Ausgangszustand aller Rechenvorgänge. Beim Drücken der Taste wird jeder eventuell laufende Rechenvorgang abgebrochen und die Integrierer übernehmen wieder die ursprünglichen Anfangswerte. Buchse "Pa" hat dieselbe Wirkung, nur bleibt dabei die vorhergehende Rechenart im Bediengerät gespeichert.

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 "weiter -1 x" drücken.

Der Rechenvorgang Pause-Rechnen-Halt 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. Nach einmaliger Auslösung über die Taste kann dieser Rechenvorgang auch durch Buchse "Re" oder die Fotobuchse gestartet werden.

2.4.3. Repetierendes Rechnen

1. Rechen- und Pausenzeit einstellen.
2. Taste "Rep.Rechnen" drücken.
3. Beenden bzw. Abbrechen des Rechenvorganges durch Drücken der Taste "Pause" oder "Halt".

2.4.4. Rechnen mit Halt

1. Rechenzeit einstellen.
2. Taste "mit Halt" 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 Drücken der Taste "weiter -1x", auch über Buchse "Re" oder die Fotobuchse 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 Rechenganges durch Drücken der Taste "Pause" oder "Halt".

Während der Betriebsart "Dauerrechnen" läuft der Zeitgeber repetierend mit der eingestellten Rechenzeit weiter und stellt repetierende Steuersignale an den Buchsen r_{Repet} , h_{Repet} und \bar{r}_{Repet} sowie den Ablenksägezahn an Buchse "Z" zur Verfügung.

2.4.6. Halt

Diese Taste gestattet das willkürliche Unterbrechen jedes Rechenganges zu jedem Zeitpunkt. Alle Rechenspannungen bleiben dabei erhalten, bis der Rechengang durch Betätigen einer der drei Rechentasten fortgesetzt oder durch die Pausentaste abgebrochen wird. Die Buchse "Ha" hat dieselbe Wirkung.

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 entsprechend 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 rechnerisch ermittelten diskreten Lösungen.

Zum statischen Prüfen einer normalen Rechenschaltung sind folgende Maßnahmen erforderlich:

1. Taste "stat.Prüf." drücken.
2. Prüfspannungen, die an den Ausgangsbuchsen der Integrierer erscheinen sollen, entweder direkt von den Referenzbuchsen oder über Potentiometer an "P"-Buchsen der Integrierer legen. Aus Gründen der Belastung wird dabei das Potentiometer zur Erzeugung der Prüfspannung nicht in gewohnter Weise eingestellt. Vielmehr ist die Einstellung in der Betriebsart "stat. Prüfen" vorzunehmen, indem man eine Ausgangsbuchse des betreffenden Integrierers direkt mit der Meßbuchse "M" oder dem Digitalvoltmeter verbindet. Die so gestreckten Verbindungen können nach der Prüfung auch

während des Rechengangs bestehen bleiben, sodaß sie bei einer späteren Wiederholung der Prüfung weiterhin zur Verfügung stehen. Bei Einschalten einer Rechenbetriebsart werden die "P"-Buchsen automatisch von den Ausgangsbuchsen getrennt.

3. Über Verstärkeranwahlsystem Summe der Eingangsgrößen an allen verwendeten Rechenverstärkern für den gewählten stationären Fall messen und mit den theoretisch ermittelten Werten vergleichen.

Beachte: Bei Integrierern erscheint diese Summe multipliziert mit 1/10.

Sie ist nur über das Anwahlsystem, nicht aber über die Ausgangsbuchsen meßbar.

2.4.9. Nullabgleich der Rechenverstärker

1. Alle umschaltbaren Verstärker als Summierer schalten (U11, U12, U21, U22).
2. Taste "Null" am Bediengerät drücken.
3. Nullpunkt-Meßverstärker nullen:
Anwahltaste "Null" für Meßverstärker im oberen Einschub drücken, gleichzeitig zugehöriges Nullpotentiometer einstellen und die Anzeige des Meßinstrumentes damit auf 0 bringen.
4. Rechenverstärker durch Druck auf die zugehörige Taste anwählen und mit dem zugehörigen Nullpotentiometer Anzeige auf 0 einstellen. Der Nullabgleich sollte erst eine halbe Stunde nach dem Einschalten des Rechners erfolgen.

2.5. Anwahl

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

Am oberen Einschub befinden sich die Anwahltasten aller Rechenverstärker. Die vier Rechenverstärker 16 bis 19 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 Funktionsgebernetzwerk durch gedrückte Leuchttaste von den Folgeverstärkern abgetrennt, so stehen jeweils 2 Umkehrverstärker zur Verfügung, die mit den Tasten U11 und U12 bzw. U21 und U22 anwählbar sind.

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.

Meßleitung DVM

Für angeschlossene Digitalvoltmeter

Buchse "VA" an der Rückseite des oberen Einschubs zum Anschluß von Schreibern oder anderen Externgeräten.

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

2.6. Messen mit der Kompensationsmeßeinrichtung

1. Buchse "DVM" mit "Komp. Messg." durch einen Kurzschlußstecker verbinden. Zu messende Spannung entweder direkt über Buchse "M" oder über das Anwahlsystem der Verstärker bzw. Potentiometer eingeben. Funktioniert nicht bei Betriebsart "Nullen".
2. Instrumentenanzeige mit dem am Bediengerät 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" eingeschaltet. Der Rechengang 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. Nach Beseitigung der Übersteuerungsursache kann die Rechnung nach Drücken der Pausentaste erneut begonnen werden. Der begonnene Rechenvorgang kann auch fortgesetzt werden, sofern man die Taste "Ü-Halt" löst und damit das Übersteuerungshalt aufhebt.

2.8. Oszillographieren der Rechenergebnisse

1. Ausgang der Rechenschaltung an die Meßeingänge des Oszillographen legen, entweder direkt oder durch Anwahl über Buchse "VA".
2. Zeitablenkspannung im Bedarfsfall dem Zeitgeber über Buchse "Z" 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. Taste "weiter -1 x" drücken, Rechenvorgang ablaufen lassen.
4. Photoapparat auslösen.
Der Rechenvorgang läuft dadurch in derselben Weise ab wie beim Drücken der Taste "weiter -1 x".

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

Siehe hierzu die Punkte 2.1.2. (Anschluß von Ausgabegeräten) und 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 und die Lampen der Sicherungsautomaten in den Tasten "+10" und "-10" V 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 Tasten "Ü-Halt" und "Extern" nacheinander drücken.

Die Anzeigelampen in den Tasten des Bedienungsgertes müssen im gedrückten bzw. eingerasteten Zustand der Tasten leuchten. Eine Ausnahme bilden die Tasten "Pause", "Halt" und alle Rechentasten, die den momentanen Rechenzustand anzeigen.

3.2. Prüfung der Stromversorgung

Die mit den Spannungswerten beschrifteten Prüftasten des Netzgerätes nacheinander drücken.

Das Anzeigeinstrument muß die entsprechenden Spannungen anzeigen.

3.3. Prüfung der Rechenverstärker

3.3.1. Nullabgleich

Siehe 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. Die Maschineneinheit +E (+ 10V) von einer roten Buchse aus nacheinander an die Eingänge "1" der zu messenden Verstärker legen.
4. Die zugehörige Taste des zu prüfenden Verstärkers drücken.
5. Die Verstärkerausgangsspannung messen (mit einem Digitalvoltmeter)

Die Differenz zu 10 V soll nicht größer sein als ± 4 mV.

3.3.3. Prüfung der Integrierer

1. Die umschaltbaren Verstärker als Integrierer schalten.
2. Mit Drehschalter und Potentiometer eine Rechenzeit von 1 sec. einstellen.

3. Die Maschineneinheit -E (-10 V) von einer blauen Buchse mit einem Eingang "1" des zu prüfenden Integrierers verbinden.
4. Mittels Kurzschlußstecker den Integrationsfaktor "1" ($5 \mu\text{F}$) wählen (s. 1.4.3.)
5. Taste "mit Halt" betätigen.
6. Sobald Rechenzustand "Halt" erreicht ist, den betreffenden Verstärker anwählen und dessen Ausgangsspannung messen.
Die Differenz zu +10 V darf nicht größer sein als 20 mV.
7. Dieselben Messungen durchführen mit einer Eingangsspannung von -0,1 E (-1 V) und dem Integrationsfaktor "10" ($0,5 \mu\text{F}$).
Die tolerierten Abweichungen von +10 V sind maximal 20 mV.
8. Dieselben Messungen durchführen mit der Eingangsspannung -0,01 E (-0,1 V) und dem Integrationsfaktor "100" ($0,05 \mu\text{F}$).
Die Abweichungen von +10 V sollen 50 mV nicht überschreiten.
Einstellung von -0,1 E und -0,01 E mittels Digitalvoltmeter an Potentiometer und nachgeschaltetem Umkehrer.

3.3.4. Prüfung der Funktionsgeber

1. Taste "Pause" drücken.
2. Den Ausgang des Drehschalters 20 mit dem Eingang "1" eines Umkehrverstärkers und den Ausgang dieses Verstärkers mit der Eingangsbuchse des Funktionsgebers verbinden.
3. Umschalttasten links am Funktionsgebereinschub müssen gelöst sein (dürfen nicht aufleuchten).
4. Drehschalter 20 auf 0 stellen.
5. Funktionsgeberausgang durch Drücken der Taste U11 (Funktionsgeber 1) bzw. U21 (Funktionsgeber 2) anwählen. 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.
6. Mit Potentiometer "0" die Ausgangsspannung genau auf 0 einstellen, unter Verwendung der Kompensationsmeßeinrichtung oder eines Digitalvoltmeters.
7. Schalter des Einstellgerätes (Umschalter S 21 unter Drehschalter 20) auf -10 V stellen.
8. 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 bei Verwendung des Instrumentes im oberen Einschub als normalen Spannungsmesser, genaue Anzeige bei Verwendung als Nullinstrument der Kompensationsmessung oder mit Digitalvoltmeter.

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

9. Schalter des Einstellgerätes auf + 10 V stellen.
10. Wie 8., jedoch Funktionsgeber-Potentiometer "-1" bis "-10" verstellen.
11. Schalter des Einstellgerätes auf "0" zurückstellen.

3.3.5. Prüfung der Multiplizierer

1. Den Ausgang des Multiplizierernetzwerkes (weiße Buchse "G") mit der dunkelgrünen Summenpunktbuchse "S" des zugehörigen Verstärkers verbinden.
2. Taste "Pause" drücken.
3. 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 Rechenerdebuchsen verbinden. Anwahltaste des Multipliziererfolgeverstärkers drücken.
Die Abweichung von Null soll nicht mehr als 10 mV betragen, entsprechend einer Ablage des Nullinstrumentes von etwa 1 Skalenteil bei Kompensationsmessung.
4. 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 Rechenerdebuchsen verbinden.
Anwahltaste des Multipliziererfolgeverstärkers drücken.
Für die tolerierten Abweichungen gilt dasselbe wie unter Punkt 3.
5. 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 Multipliziererfolgeverstärkers drücken.
Die Abweichung der Ausgangsspannung von 10 V soll kleiner als 20 mV sein, entsprechend einer Ablage des Nullinstrumentes von gut 2 Skalenteilen bei Kompensationsmessung.
6. Die unter 3. bis 5. beschriebenen Multiplikationen der Reihe nach mit den übrigen Multiplizierern durchführen.

3.3.6. Prüfung der Koeffizientenpotentiometer

1. Taste "Pot" drücken.
2. Anwahltasten betätigen und durch Kompensationsmessung oder mit Digitalvoltmeter prüfen, ob sich die Potentiometer einstellen lassen. (Die erdfreien Potentiometer müssen dazu mit Rechenerde verbunden werden).

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.

Wenn diese Prüfungen nicht zum Erfolg führen, oder wenn es sich um Fehler handelt, die nicht durch Austauschen von Steckeinheiten behoben werden können, 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. Bei Ausfall der Relaisspannung, 400-Hz-Spannung oder Lampenspannung zuerst kontrollieren, ob eine der Sicherungen an der Rückseite des Netzgerätes defekt ist. Der Ausfall wird durch Aufleuchten einer Lampe im Sicherungshalter angezeigt. Sind die Sicherungen in Ordnung, oder handelt es sich nicht um eine der drei obengenannten Spannungen, oberen Einschub herausziehen (s. 4.3.3.). Über die Stecker 3 und 4 (s. 55.3048. 100 - 00 BSP) folgende Verbindungen herstellen:

Stecker 4, c8-c9

c8-a9

Stecker 4, b4 - Stecker 3, c9

Man verwendet dazu zwei 30-polige Siemensbuchsen, (im Zubehör enthalten) die man entsprechend vorbereitet und bei herausgezogenem Einschub auf Stecker 3 und 4 setzt.

Bevor der herausgezogene Einschub wieder zur Prüfung ans Netz angeschlossen wird, überzeuge man sich davon, daß diese Buchsen wieder entfernt sind und die Brücke am rückseitig herausgeführten zentralen Erdpunkt fest angeschraubt ist.

Warnung: Nach dem Anschluß des ausgebauten Einschubes an das Netz, verbietet die VDE-Vorschrift, die hinter seiner Frontplatte liegenden Teile zu berühren. 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 probeweise 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 (s. 4.3.3.) 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 be-
hafteten 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. 4.3.3.), 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 in den übrigen Einschüben;
nach 4. bis 7. verfahren.
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 Ein-
schubes; 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. Nacheinander Generator-Steckeinheit GE 3A, 400-Hz-Verstärker H-GE3
(im Abschirmgehäuse) und Spannungsregelkarte H-GR2 des Netzgerätes
gegen Ersatzeinheiten 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: eine der Steckeinheiten GE 3A,
H-GE 3 oder H-GR 2 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 oder im unteren Einschub;
 - 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.
6. Funktionsgeber wieder in das Gestell einsetzen, unteren Einschub ausbauen und Netz einschalten.
 - 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 unteren Einschub; nach 7. verfahren.
7. Nacheinander die Chopper (CH 700) und Hilfsverstärker (HI-1C) des unteren Einschubes ziehen.
 - a) 400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:
Fehler liegt in der Verdrahtung des unteren Einschubes. Service anfordern oder Einschub in das Werk einsenden.
 - b) Die 400-Hz-Spannung ist nach dem Ziehen eines der Chopper oder Hilfsverstärker wieder vorhanden;
Die zuletzt gezogene Einheit ist defekt und wird ausgetauscht.

4.3. Fehlerbeseitigung

4.3.1. Auswechseln defekter Anzeige- und Kontrolllampen

Achtung: Die Glühlampen dürfen nur im ausgeschalteten Zustand des Rechners ausgewechselt werden. Falls keine Ersatzlampen zur Verfügung stehen, sind die defekten Glühlampen in den Fassungen zu lassen, damit die Lampentypen beim Austausch nicht verwechselt werden.

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

Sicherungen im Netzgerät

Die Sicherungen dürfen nur im ausgeschalteten Zustand des Rechners ausgetauscht werden. Sie befinden sich an der Rückseite des Netzgerätes. 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	1 A (flink)
25 V	1,6 A (träge)
6 V	2,5 A (träge)

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

Achtung: Sicherungskappen (mit Lampen) nicht vertauschen!

Kennzeichnung durch Farbpunkte!

4.3.3. 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.

Achtung: Vor dem Ausbau des unteren Einschubes das Potentiometerfeld lösen und herausziehen. Steckerverbindung zum unteren Einschub trennen durch linksdrehen der gerändelten Stellschraube. Das gelöste Anschlußkabel so in den unteren Einschub legen, daß es das Herausziehen des Einschubes nicht behindert.

b) Einbau

6. Einschub von vorn einsetzen.
Vor dem Einbau des Potentiometerfeldes zunächst den Funktionsgeber-Einschub einsetzen.
7. Einschub an seiner Frontplatte mit dem Gestell verschrauben.
8. Stecker der Anschluß- und Verbindungskabel in der in Bild 31 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.

4.3.4. Ausbau und Einsetzen von Steckeinheiten

Warnung: Ausbau und Einsetzen von Steckeinheiten dürfen nicht an unter Spannung stehenden Einschüben vorgenommen werden.

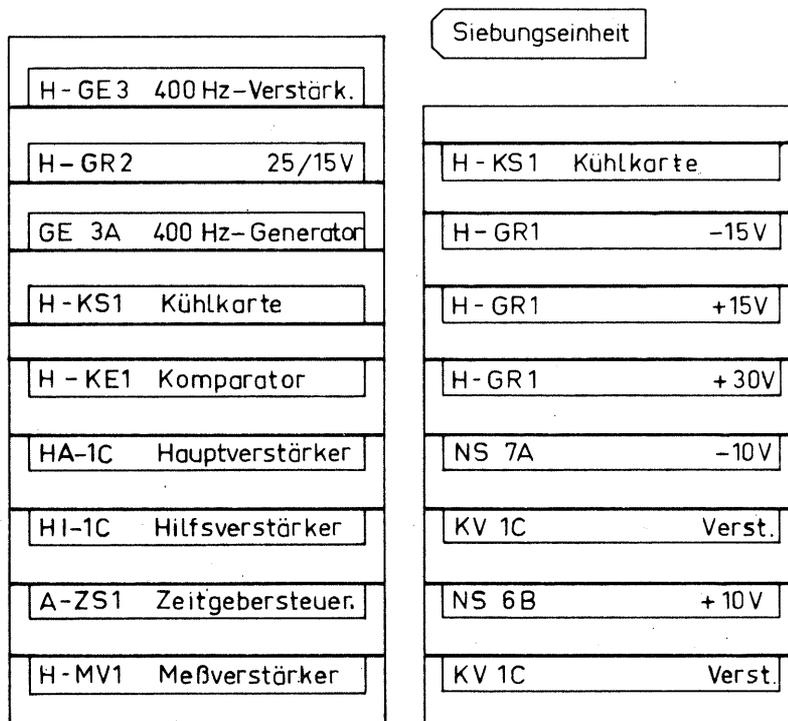


Bild 53 Montageeinheit Netzgerät

HA 1C	08	CH 700 07/08	HI 1C	08								
HI 1C	07		HA 1C	09								
HA 1C	07	CH 700 06/09	HI 1C	09								
HI 1C	06		HA 1C	10								
HA 1C	06	CH 700 05/10	HI 1C	10								
HI 1C	05		HA 1C	11								
HA 1C	05	CH 700 04/11	HI 1C	11								
HI 1C	04		HA 1C	12								
HA 1C	04	CH 700 03/12	HI 1C	12								
HI 1C	03		HA 1C	13								
HA 1C	03	CH 700 02/13	HI 1C	13								
HI 1C	02		HA 1C	14								
HA 1C	02	CH 700 01/14	HI 1C	14								
HI 1C	01		HA 1C	15								
HA 1C	01	CH 700 15	HI 1C	15								
Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs
U 22	U 21	U 12	U 11	Z	19	18	17	16	15	14	13	
Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	

Bild 54 Montageeinheit
Rechenverstärker

a) Ausbau

1. In Frage kommenden Einschub, wie unter 4.3.3.1. 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 53 bis 56) in die Führungsschienen des Magazins gleiten lassen.
In den Bestückungsplänen ist die mit der gedruckten Schaltung versehene Seite der Steckeinheiten durch einen dicken Strich 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 herausnehmen und prüfen ob Steckerstifte nicht verbogen sind.
5. Einschub wieder in das Gestell einsetzen, wie unter 4.3.3.6. bis 10. beschrieben.

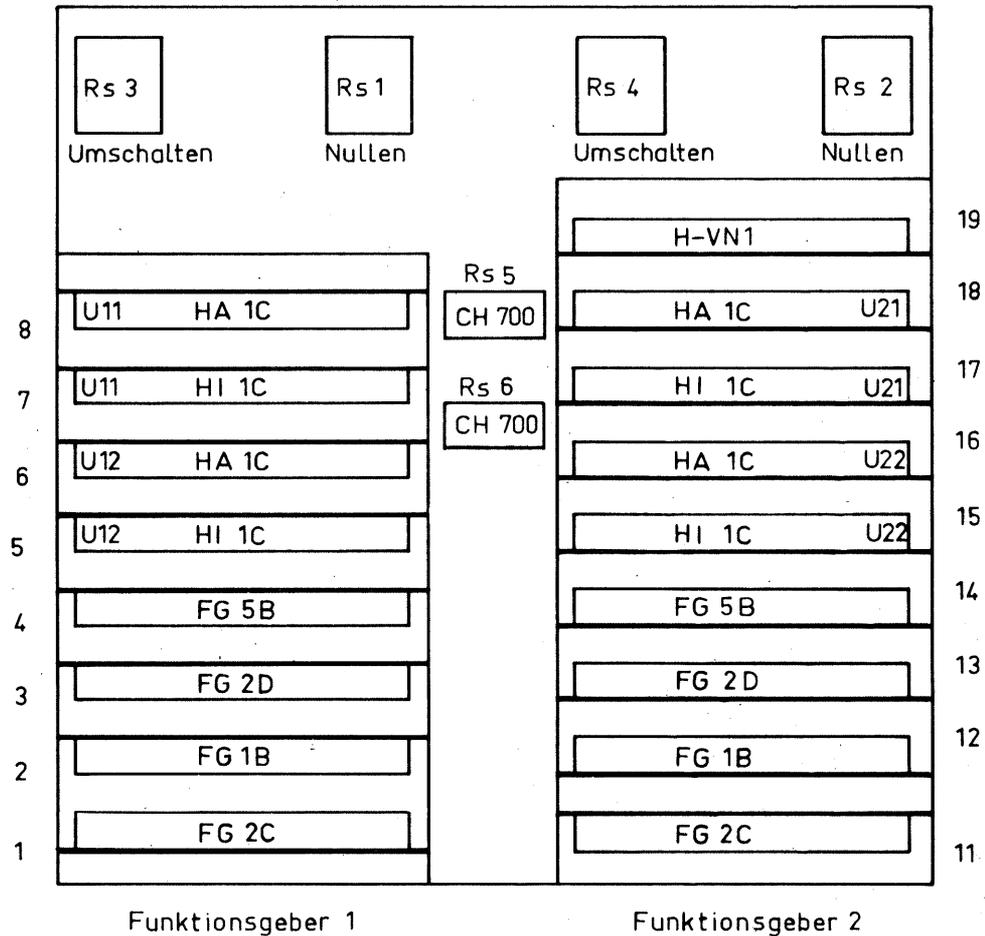


Bild 55 Montageeinheit Funktionsgeber

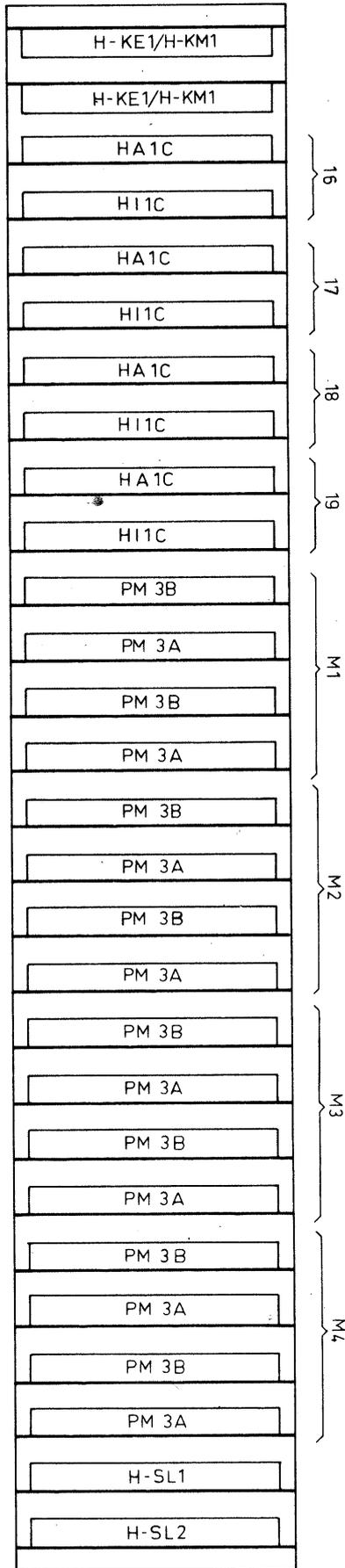


Bild 56 Magazin im Unteren Einschub

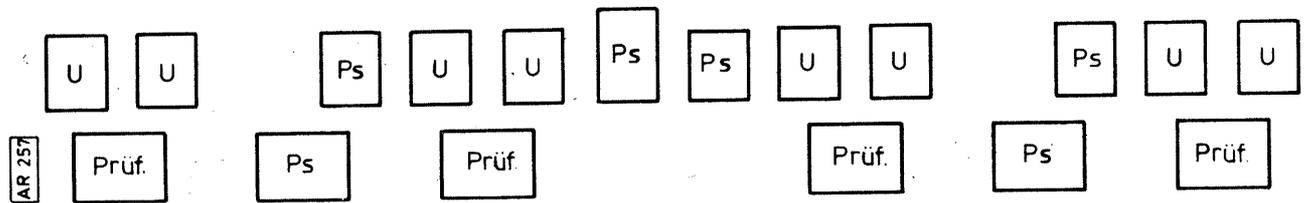


Bild 57 Anordnung der Relais hinter dem Programmierfeld

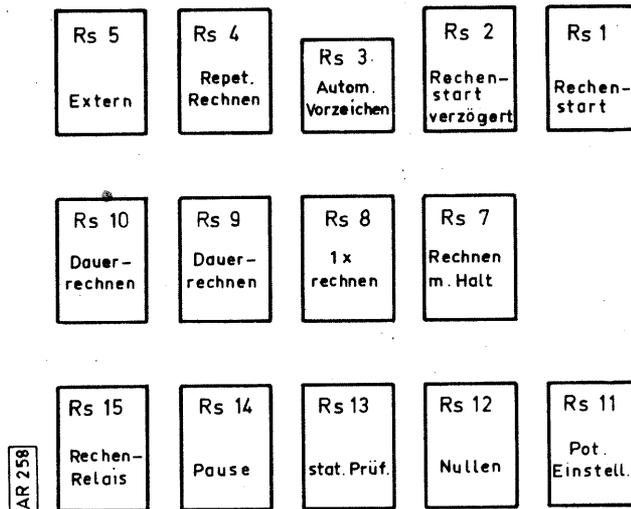


Bild 58 Anordnung der Relais im Bediengerät

(Die Relais Rs20 und 21 sind vor dem Stecker 10 angeordnet, das Relais Rs 22 vor dem Stecker 5)

5. STROMLAUFBESCHREIBUNGEN

(sh. hierzu Bild 59, 60, 61 sowie Plan 3 u.6)

5.1. Bediengerät

Das Bediengerät umfaßt alle zum Steuern des Rechners erforderlichen Elemente. Es enthält u.a. einen hochgenauen Zeitgeber zur Ablaufsteuerung der Rechenarten sowie eine Meßeinrichtung, die normale Spannungsmessung oder präzise Messung nach dem Kompensationsprinzip gestattet.

5.1.1. Betriebsarten

Der Betriebsarten-Wahlschalter besteht aus einem neunteiligen Tastenaggregat und zwei Einzeltasten. Die neun Tasten lösen sich gegenseitig aus und sind mechanisch gegeneinander verriegelt, damit jeweils nur die Wahl einer Betriebsart möglich ist. Mit Ausnahme der direkt wirkenden Tasten "Halt" und "Ü-Halt" werden über die Kontakte aller Tasten S3 bis S13 entsprechende Relais erregt, die weitere Schalt- und Speicherfunktionen übernehmen. Eine elektronische Logik verknüpft die Relaiszustände teils untereinander, teils mit den Steuersignalen des Zeitgebers und liefert die der gewählten Betriebsart entsprechenden Zustände der in Tabelle 8 zusammengestellten Steuerleitungen.

Tabelle 8

Steuerleitung	Bemerkung	Pot. Einst.	Nullen	stat. Prüf.	Pause	Rechnen	Halt
r (r _{repet.})	Zur Steuerung der R- und H-Relais	1	1	1	1	0	0
h (h _{repet.})		1	1	0	1	0	1
\bar{r} (\bar{r} _{repet.})	Komplement zu r (r _{repet.})	0	0	0	0	1	1
p	Speichersteuerung: Anfangswert	0	0	0	1	0	0
p'	Zum Prüfrelais der Integrierer	1	0	0	1	1	1
ps	Erdung der Widerstandsnetzwerke	0	0	1	1	1	1
n	Nullsignal	1	0	1	1	1	1

Beachte: Durch "0" werden Steuereingänge bzw. Relais aktiviert.

Der jeweilige Rechenzustand wird durch Lampen in den entsprechenden Tasten angezeigt. Dabei ist die Ansteuerung der Lampen abhängig vom Zustand der r- und h-Steuerleitungen, d.h. die Anzeige ist eine echte Funktionskontrolle des Bediengerätes, die auch im fremdgesteuerten Rechner arbeitet.

5.1.2. Eigensteuerung

Bei nicht betätigter Taste "Extern" sind die Relais 5, 20 und 21 stromlos. Relaiserde gelangt über rs 5/5,6 zum Tastenaggregat und über rs 5/14,15 und Stecker 3C9 zum Referenzrelais Rs 6 des oberen Einschubs. Die Eigensteuerung ist auch dann gewährleistet, wenn zwei oder mehrere Rechner über Parallelschaltkabel verbunden sind, weil alle auf Stecker 5 und 10 geführten Parallelschaltleitungen durch Dioden entkoppelt sind.

5.1.3. Fremdsteuerung

Durch Drücken der Taste "Extern" werden die Relais 5, 20 und 21 erregt. Die übrigen Tasten sind wirkungslos, da ihnen durch den geöffneten Kontakt rs 5/5,6 die Relaiserde fehlt. Im oberen Einschub fällt das Referenzrelais Rs 6 ab und ersetzt die intern erzeugte Referenzspannung durch die des steuernden Rechners. Die Entkopplungsdioden in den Parallelschaltleitungen sind durch Arbeitskontakte der Relais 5, 20 und 21 kurzgeschlossen. Damit werden die Relais Rs6 bis Rs14 direkt vom Steuerrechner geschaltet. Über den geöffneten Kontakt rs 5/11,12 und durch das von rs 5/7 an Buchse 102, b8 gelegte Sperrsignal ist der Zeitgeber des fremdgesteuerten Rechners blockiert. Die r- bzw. h-Steuerleitungen von Steuerrechner und gesteuerten Rechnern sind direkt über die Kontakte b7 bzw. b6 der Parallelschaltstecker verbunden. Im Gegensatz zu den Tasten bleiben die Steuerbuchsen "Pa" (Pause) und "Ha" (Halt) eines fremdgesteuerten Rechners weiterhin wirksam. Durch sie kann der Hauptrechner über die Anschlüsse St 5/10/b4 bzw. St 5/10/a9 in "Pause" oder "Halt" versetzt werden und rückwirkend über die r- und h-Leitungen alle angeschlossenen Nebenrechner. Beim Anschluß eines RA 742 an einen RA 800 H oder RA 770 erhält der Tischrechner die r- und h-Signale über spezielle Eingänge St 5/10/c7 und St 5/10/a0, denen je eine Stufe zur Anpassung der Steuerpegel nachgeschaltet ist.

5.1.4. Pause

Beim Drücken der Taste "Pause" (S7) wird jeder laufende Rechenvorgang abgebrochen und die Integrierer nehmen die Anfangswerte an. Rs 14 zieht an: rs 14/15,16 schaltet "0" auf die Logik und der Rechner geht in Pause, rs 14/5,6 öffnet und beendet die evtl. bestehende Selbsthaltung des Relais 15. Damit bleibt auch keines der Relais Rs 1, Rs 2, Rs 6 bis Rs 10 erregt. Die r- und h-Steuerleitungen sind im Zustand "Pause" und die Erdung der p-Steuerleitung ist durch den geöffneten Kontakt rs 14/8,9 aufgehoben.

5.1.5. 1 x Rechnen

Betätigen irgendeiner Rechentaste läßt durch die gegenseitige mechanische Auslösung aller Tasten ein evtl. angezogenes Relais 11 bis 14 abfallen. Während der Prüffarten und bei gedrückter Pausetaste ist Rs 15 abgefallen, der Ruhekontakt rs 15/8,9 erzwingt über die Logik, daß der Komparator am Ausgang 0 Volt hat. Dadurch ist Rs1 angezogen. "Einmal Rechnen", erstmalig ausgelöst durch die Taste S 12, bei Wiederholung auch durch die Photobuchse oder Buchse "Re", bedeutet den Durchlauf des Zyklus "Pause" - "Rechnen" - "Halt". Die gewünschte Rechen- und Pausenzeit ist am Schalter S 17 und Präzisionspotentiometer R 17 einzustellen. Das Auslösesignal für "Einmal Rechnen" durchläuft ein Differenzglied und bringt das Relais 3⁺ 1) der Karte H-SL2 (Buchse 101) kurzzeitig zum Ziehen, wodurch der Umschaltkontakt rs 3⁺ über die Diode Gr 27 das Relais 8 und über Gr 28 das Relais 15 erdet.

Über rs 11/5,6, rs 12/5,6, rs 13/5,6, rs 14/5,6 und rs 15/6,7 bleibt Erde an Rs 15; über diese Erde, Gr 29 und den Kontakt rs 8/6,7 hält sich auch Rs 8. Gleichzeitig wird über den Arbeitskontakt rs 1 + auf Karte H-SL 2 das Relais Rs 1 zum Anzug gebracht, das über rs 1/9,10 und R 11 das Relais 2 erregt (R 12 und C 28 sind ein Kontaktschutz für rs 1/9,10).

Das über den Arbeitskontakt rs 2/15,16 ankommende Erdsignal macht nach Durchlauf einer Verzögerungsstufe (zur Überbrückung der Prellzeit des Relais 2) auf der Karte H-SL2 (Bu 101) und einiger UND-Glieder und Inverter auf H-SL1 (Bu 102) die r- und h-Steuerleitungen zu "0": Die Rechenzeit beginnt. Gleichzeitig werden über die Logik der Karte H-SL1 die Ur- und V-Schalter erregt (St 3,c6 und St 3,c4): Der Zeitgeber-Integrierer beginnt von -10 V nach +10 V zu laufen. Sobald +10 V erreicht sind, d.h. nach Ablauf der gewählten Rechenzeit, schaltet der Zeitgeber-Komparator wieder um auf "1" (+ 10 V).

Über die Kontakte rs 5/11,12 und rs 10/5,6 sowie über eine Reihe logischer Verknüpfungen wird dadurch:
die h-Steuerleitung auf "1" geschaltet, was der Betriebsart "Halten" entspricht,
der Ur-Schalter geöffnet, wodurch auch der Zeitgeber-Integrierer den Zustand "Halten" annimmt,
das Relais 1⁺ der Karte H-SL2 umgeschaltet.

1) Die auf der Karte H-SL2 untergebrachten Schnellschaltrelais sind hier mit einem Kreuz gekennzeichnet, zum Unterschied gegenüber dem Kammrelais

Damit ist der einmalige Rechenzyklus abgeschlossen und der Rechner bleibt in "Halten". Über $rs\ 3^+$, $rs\ 8/12,13$ und $rs\ 1/6,7$ bleibt $Rs\ 1$, und damit auch $Rs\ 2$, erregt; $Rs\ 15$ hält sich ebenfalls.

Bei einer Wiederholung des Vorganges "Einmal Rechnen" wird zunächst wieder $Rs\ 3^+$ kurzzeitig erregt, was das Abfallen der Relais 1 und 2 zur Folge hat. Relaiserde gelangt über $rs\ 1^+$ und $rs\ 2/11,12$ an $Bu\ 102/a13$; die U_p - und V -Schalter des Zeitgebers schließen, und damit beginnt der neue Zyklus mit der Pausenzeit. Über den Ruhekontakt $Rs\ 1^+$ auf Karte H-SL2 und $rs\ 2/11,12$ gelangt Erde an die Steuerlogik ($Bu\ 102, a13$), bringt V - und U_p -Relais des Zeitgebers zum Anzug und startet den Ablauf der "Pause", d.h. der Zeitgeber-Integrierer läuft von $+10\ V$ bis $-10\ V$ (s. hierzu Bild 61, "Zeitgeber schematisch"). Nach Ablauf der Pausenzeit schaltet der Komparator des Zeitgebers um auf "0" (0 Volt) und bringt auf der Karte H-SL2 $Rs\ 1^+$ zum Ansprechen.

Damit wird:

Erde von der $Bu\ 102, a13$ getrennt, wodurch V -Schalter und U_p -Schalter des Zeitgebers öffnen. Der neue Rechenzyklus läuft nun weiter ab, wie oben bei der erstmaligen Auslösung beschrieben.

Tabelle 9: Zusammenfassung der Hauptaufgaben der Relais im Bediengerät

Rs 1	Ansteuerung von $RS\ 2$ zu Beginn einer Rechenart; Selbsthaltung.
Rs 2	Start der Rechenarten "Rechnen mit Halt" und "1 x Rechnen"; Rechenbeginn verzögern zum Aufsetzen der Schreibfeder bei angeschlossenem XY-Schreiber.
Rs 3	Bei Kompensationsmessung Anzeige und automatische Umschaltung der Polarität der Kompensationsspannung.
Rs 4	Bei "Repetierendem Rechnen" und "Dauerrechnen" Umschalten auf Zyklus "Pause - Rechnen" falls kein Schreiber angeschlossen ist.
Rs 5	Bei externer Steuerung Abtrennen der Relaiserde vom Betriebsarten-Tastenaggregat; Blockieren des Zeitgebers; Zusammen mit $Rs\ 20$ und $Rs\ 21$ Durchschaltung von Parallelschaltleitungen
Rs 6	Steuerung der Betriebsart "Rechnen mit Halt"
Rs 8	Steuerung der Betriebsart "1 x Rechnen".
Rs 9	Steuerung der Betriebsart "Dauerrechnen".
Rs 10	wie $Rs\ 9$
Rs 11	Beenden eines Rechenzustandes; Umschalten der Meßeinrichtung bei Betriebsart "Potentiometereinstellen"; Erden der Summiernetzwerke über "ps"-Leitung.

Rs 12	Beenden eines Rechenzustandes; Umschalten der Meßeinrichtung zum Nullen; Erden der Summiernetzwerke über "ps"-Leitung, und Erregen des Prüfrelais der Integrierer.
Rs 13	Beenden eines Rechenzustandes; Erregen des H-Relais der Integrierer bei "statisch Prüfen" und des Prüfrelais über "p' "-Leitung.
Rs 14	Beenden eines Rechenzustandes; Erzeugung des "p"-Steuersignals: Bei "Pause" ist "p" = 1, bei allen anderen Betriebsarten ist "p" = 0.
Rs 15	Einleitung aller Rechenarten; Selbsthaltung über Ruhekontakt von Rs 11, 12, 13 und 14.

5.1.6. Federsteuerung bei angeschlossenem Schreiber

Die Federsteuerung eines angeschlossenen Schreibers erfolgt über die Buchsen Bu 18 und Bu 19, durch die der Arbeitskontakt $rs\ 2^+$ des Relais 2^+ heraufgeführt ist. $Rs\ 2^+$ wird vom Zeitgeber-Komparator derart gesteuert, daß bei "Pause" $rs\ 2^+$ öffnet und dadurch die Feder abhebt und bei "Rechnen" die Feder aufsetzt durch Schließen von $rs\ 2^+$. Mit der Beschaltung der als Schaltbuchse ausgebildeten Bu 18 ist eine Anzugs- und Abfallverzögerung für Rs 2 gekoppelt (S 14 und C 27). Dadurch ist gewährleistet, daß die Feder vor dem Rechenbeginn aufsetzt.

5.1.7. Hellsteuerung eines angeschlossenen Kathodenstrahl- Oszillographen

Die Einrichtung zur Hellsteuerung eines Oszillographen wird entsprechend 2.1.2. an die Buchsen 16 und 17 des Bediengerätes angeschlossen. Bu 17 ist eine Massebuchse, während Bu 16 nur für die Zeit der Strahlauflhellung elektronisch auf Erde durchgeschaltet wird. Das Steuersignal wird normalerweise den Steuerleitungen r und h entnommen. Der Strahl ist während "Rechnen" und "Halt" sichtbar. In der Betriebsart "1 x Rechnen" wirkt nur die u-Steuerleitung. In diesem Fall ist nur in der Rechenphase aufgehellt (zum Photographieren).

5.1.8. Zeitgeber (s. Bild 61)

Das Hauptelement des Zeitgebers ist ein als Integrierer verwendeter Rechenverstärker. Während der Rechenzeit liegt über den u_r -Schalter eine negative Spannung am Integrierer. Die Ausgangsspannung verläuft von -10 V bis +10 V und läßt den Komparator schalten. In der Pausenzeit wird die positive Maschineneinheit über einen Widerstand von 100 kOhm und den U_p -Schalter an den Integrierereingang gelegt. Beginnend von einem über den v-Schalter eingegebenen Anfangswert von +10 V läuft die Ausgangsspannung des Verstärkers nach -10 V. Der nachgeschaltete Komparator vergleicht diese Spannung mit einer Schwelle von +10 V, schaltet um, sobald die Integrierer-Ausgangsspannung -10 V erreicht ist und öffnet damit indirekt den U_p -Schalter. Mit jedem Schalten des

Komparators ist ein Wechsel der Polarität der Vergleichsspannung und des Anfangswertes verbunden. Für eine richtige Anfangslage bei Beginn eines Rechenvorganges sorgt der Kontakt rs 15/8,9. Die Rechenzeit ergibt sich aus dem am Schalter 17 wählbaren Integrationsfaktor und der Spannungsabteilung durch R 19, R 18 und das Präzisionspotentiometer R 17. Für die Rechenzeit stehen 4 Integrationsfaktoren zur Wahl, entsprechend 3 Kondensatoren und 2 Widerständen. R 20 und R 21 sorgen dafür, daß die Belastung des Spannungsteilers durch die Eingangswiderstände R 22 und R 23 für alle Schalterstellungen gleich bleibt.

5.1.9. Rechnen mit Halt

Diese Rechenart wird erstmalig durch die Taste "mit Halt" (S 10) ausgelöst, bei Fortsetzung der Rechnung entweder durch die Taste "Weiter/1 x", die Fotobuchse oder die Buchse "Re".

Der Ablauf erfolgt ähnlich wie bei "1 x Rechnen". Erdpotential läßt über Taste S 10 und die Diode Gr 31 das Relais 15 ziehen und startet über den Arbeitskontakt von rs 1⁺ den Rechenzyklus. Rs 2 leitet die Rechenzeit ein und erregt mit dem Kontakt rs 2/9,10 die Relais 6 und 7, die sich über rs 7/6,7 und rs 9/5,6 und rs 9/5,6 halten. rs 7/15,16 bewirkt, daß die r-Steuerleitung auch nach dem Ablauf der Rechenzeit auf "0" bleibt, d.h. der Rechner in "Halt" geht. Bei Fortsetzung des Rechenvorganges bringt das kurzzeitig erregte Rs 3⁺ die Relais 1 und 2 zum Abfallen. Damit beginnt die Pausenzeit für den Zeitgeber, und die Rechnung wird danach um die eingestellte Rechenzeit fortgesetzt.

5.1.10. Repetierendes Rechnen

Durch Drücken der Taste "Repet.Rechn." erdet man die Relais 4 und 15. Der Rechenzyklus wird in bekannter Weise über rs 1⁺ eingeleitet.

Solange repetierend gerechnet wird, bleiben Rs 1 und Rs 2 über die Halteschaltung rs 1/6,7 und rs 4/12,13 angezogen. Der U_p-Schalter des Zeitgebers wird direkt vom Komparatorausgang über rs 4/6,7 gesteuert, ebenso die r-Steuerleitung über rs 4/6,7 und rs 10/11,12. Daraus ergibt sich ein unmittelbarer Übergang von der Rechenzeit zur Pausenzeit ohne die durch Anzugs- und Abfallzeiten der Relais 1 und 2 bedingte Haltezeit. Die Steuerbuchsen r_{repet} und r_{repet} bekommen ihre Signale über rs 4/9,10 bzw. rs 4/15,16 ebenfalls unmittelbar vom Komparator des Zeitgebers. Sind zur Federsteuerung eines Schreibers die Buchsen 18 und 19 mit Bananensteckern beschaltet, so verhindert der an der Schaltbuchse 18 angebrachte Schalter S14 ein Anziehen von Rs 4. Der Repetierzyklus ist dann Pause - Rechen - Halt ähnlich wie bei "1 x Rechnen". Die Haltezeit wird jedoch nicht durch Selbsthaltung von Rs 1 erzeugt, sondern durch Abfallverzögerung von Rs 2. Während dieser Zeit wird die Feder abgehoben. Zum Federaufsetzen ist Rs 2 anzugverzögert (R 11, C 27).

5.1.11. Dauerrechnen

In der Arbeitsweise des Zeitgebers besteht kein Unterschied zum repetierenden Rechnen. Die Relais 1 und 2 bleiben gleichfalls dauererregt über rs 1/6,7 und rs 4/12,13. Über die Taste "Dauerrechnen" (S 9), Gr 23 und rs 2/6,7 liegen die Relais 9 und 10 an Erde. Damit wird: die h-Steuerleitung durch den geöffneten Kontakt rs 10/5,6 nicht mehr vom Zeitgeber beeinflusst;

die h-Steuerleitung durch rs 9/12,13 auf "0" festgelegt;

die r-Steuerleitung durch den geöffneten Kontakt rs 10/11,12 vom Zeitgeber abgetrennt;

die r-Steuerleitung über rs 9/15,16 und rs 7/14,15 ebenfalls auf "0" festgelegt;

Rs 2⁺ zur Federsteuerung eines Schreibers über rs 10/9,10 dauererregt.

5.1.12. Steuerbuchsen

Buchse "Re": siehe 5.1.5., 5.1.9.

Buchse "Pa": Die Aktivierung mit "0" während eines Rechenganges erzwingt den Zustand "Pause" bei den Steuerleitungen r, h und \bar{r} . Der Zeitgeber nimmt durch Schließen des v-Schalters eine dem Beginn der Rechenzeit entsprechende Stellung ein.

Buchse "Ha": Die Aktivierung mit "0" während eines Rechenganges bewirkt den Zustand "Halt" für Rechner und Zeitgeber, d.h. h = "1", u_r-Schalter geöffnet.

Buchse "It": It = "0", wenn r = "0" und h = "1", d.h. wenn der Zustand "Halt" besteht.

5.1.13. Übersteuerungshalt (s. Bild 59)

Solange eine Rechentaste gedrückt ist, gelangt Relaiserde über die Haltekette für Rs 15 zum "Ü-Halt"-Schalter S 13 und nach Betätigung desselben über die Ü2-Leitung (Stecker 1, a1) zu den Übersteuerungsrelais der Rechnerverstärker. Sobald ein Verstärker übersteuert wird, zieht das zugehörige Übersteuerungsrelais. Die Relaiserde auf Ü2 versetzt dann über die ÜH-Leitung (St 1, b1) den Rechner in den "Halt"-Zustand. Außerdem wird das betreffende Übersteuerungsrelais durch Ü2 gehalten, so daß auch nach beendeter Übersteuerung die Anzeige bestehen bleibt, bis der Rechenzustand beendet wird.

5.1.16. Statisch Prüfen

Das durch Drücken der Taste "stat.Prüfen" erregte Rs 13 übernimmt folgende Aufgaben:

rs 13/5,6 öffnet, unterbricht die Haltekette für Rs 15 und beendet damit jeden Rechengang.

rs 13/12,13 schaltet Relaiserde auf die Prüfleitung p' ;

über rs 13/15,16 und h_{sp} werden alle H-Schalter der Integrierer erregt.

5.1.17. Betriebsarten- Anzeigelampen

Die Lampen zur Anzeige der Betriebsarten "Potentiometereinstellen", "Nullen", "Extern" und "Übersteuerungshalt" werden direkt durch die betreffenden Tasten eingeschaltet. Alle anderen Lampen zur Betriebsartenanzeige signalisieren den Zustand bestimmter Steuerleitungen und Relais. *

Lampe "Pause" : $r = h = "1"$, keine der Tasten "Null" oder "stat.Prüfen" gedrückt.

Lampe "Halt" : $r = "0"$, $h = "1"$.

Lampe "Repet.Rechnen" : $h = "0"$, keines der Relais 7,8,9 oder 13 erregt.

Lampen "stat.Prüfen", "Dauerrechnen", "mit Halt" und "Weiter-1x":
 $h = "0"$, betreffendes Relais ist erregt.

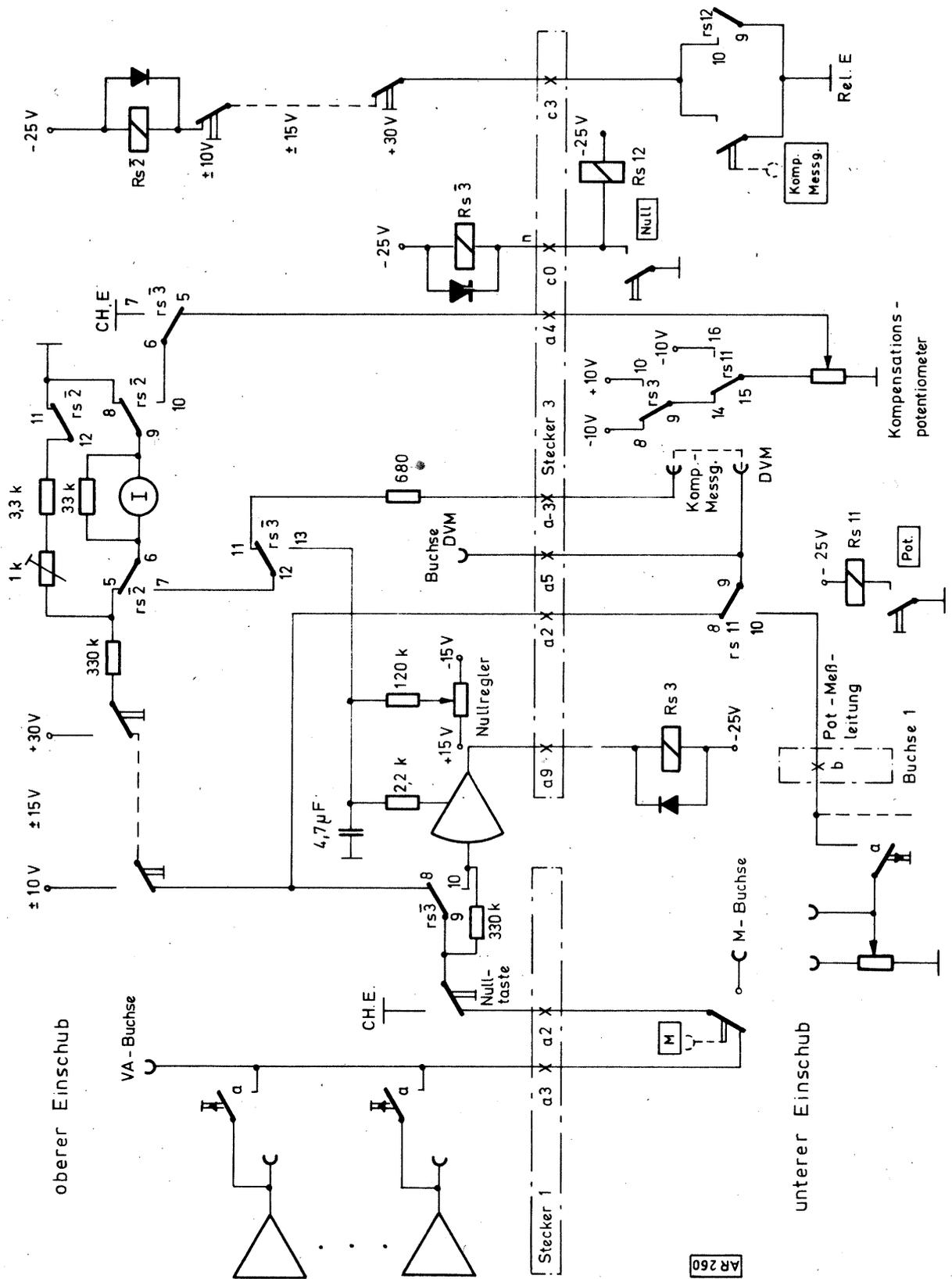


Bild 60 Meßeinrichtung

5.1.18. Meßeinrichtung

(s. Bild 60)

- a) Nullen : Der Verstärkerausgang liegt über seine Anwahl-taste, die Null-taste des oberen Einschubes und $rs\bar{3}/9,10$ am Eingang des Meßverstärkers. Das verstärkte Signal wird gefiltert und gelangt über $rs\bar{3}/12,13$ und $rs\bar{2}/6,7$ zum Meßinstrument, das über $rs\bar{2}/9,10$ und $rs\bar{3}/6,7$ gegen die hochgenaue Choppererde mißt. Das Umschaltrelais $Rs\bar{2}$ ist über die nicht betätigten Spannungs-Anwahl-tasten und den Kontakt $rs\bar{12}/9,10$ im unteren Einschub erregt. Zum Eichen wird der Eingang des Meßverstärkers durch die Null-taste mit Choppererde verbunden und der Zeiger des Instrumentes mittels des Nullreglers in Mittelstellung gebracht.
- b) Kompensationsmessung: $Rs\bar{2}$ ist durch die beschaltete Schaltbuchse "Komp.Messung" (unterer Einschub) geerdet. Die zu messenden Spannungen kommen aus der Verstärker-Anwahlleitung oder der Messbuchse "M" über die Null-Taste, $rs\bar{3}/8,9$, $rs\bar{11}/8,9$, Buchse "DVM", Kurzschlußstecker nach Buchse "Komp.Messung", $rs\bar{3}/11,12$ und $rs\bar{2}/6,7$ zum Meßinstrument. Beim "Potentiometereinstellen" ist die Potentiometer-Messleitung durch $rs\bar{11}/9,10$ an die Messeinrichtung geschlossen. Die Kompensationsspannung, abgegriffen am Präzisionspotentiometer, liegt über $rs\bar{3}/5,6$ und $rs\bar{2}/9,10$ an der anderen Seite des Meßinstrumentes. Mit $Rs\bar{3}$ schaltet der Messverstärker entsprechend dem Vorzeichen der Mess-Spannung die Polarität der Kompensationsspannung um.
- c) Normale Spannungsmessung: Das Umschaltrelais $Rs\bar{2}$ ist abgefallen und erdet das Instrument einseitig über $rs\bar{2}/8,9$. An der anderen Seite liegt die Meßspannung über $rs\bar{2}/5,6$, die Ruhekontakte der Spannungsanwahl-tasten, $rs\bar{3}/8,9$ und die Null-Taste. Soll zur Kontrolle eine Betriebsspannung angezeigt werden, so wird jede andere Messung unterbunden. Die gedrückte Messtaste sorgt dafür, daß $Rs\bar{2}$ abfällt und die gewünschte Betriebsspannung zum Meßinstrument gelangt.

5.2. Stromversorgung

Das Netzgerät NG 742 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 Spannung von -25 V zur Erregung der Relais, eine 400-Hz-Rechteckspannung von 7 und 10 V_{os} zur Steuerung der Chopper und Phasengleichrichter sowie eine Wechselspannung von 6 V zur Speisung der Anzeige- und Kontrollampen.

Unterer Einschub

Oberer Einschub

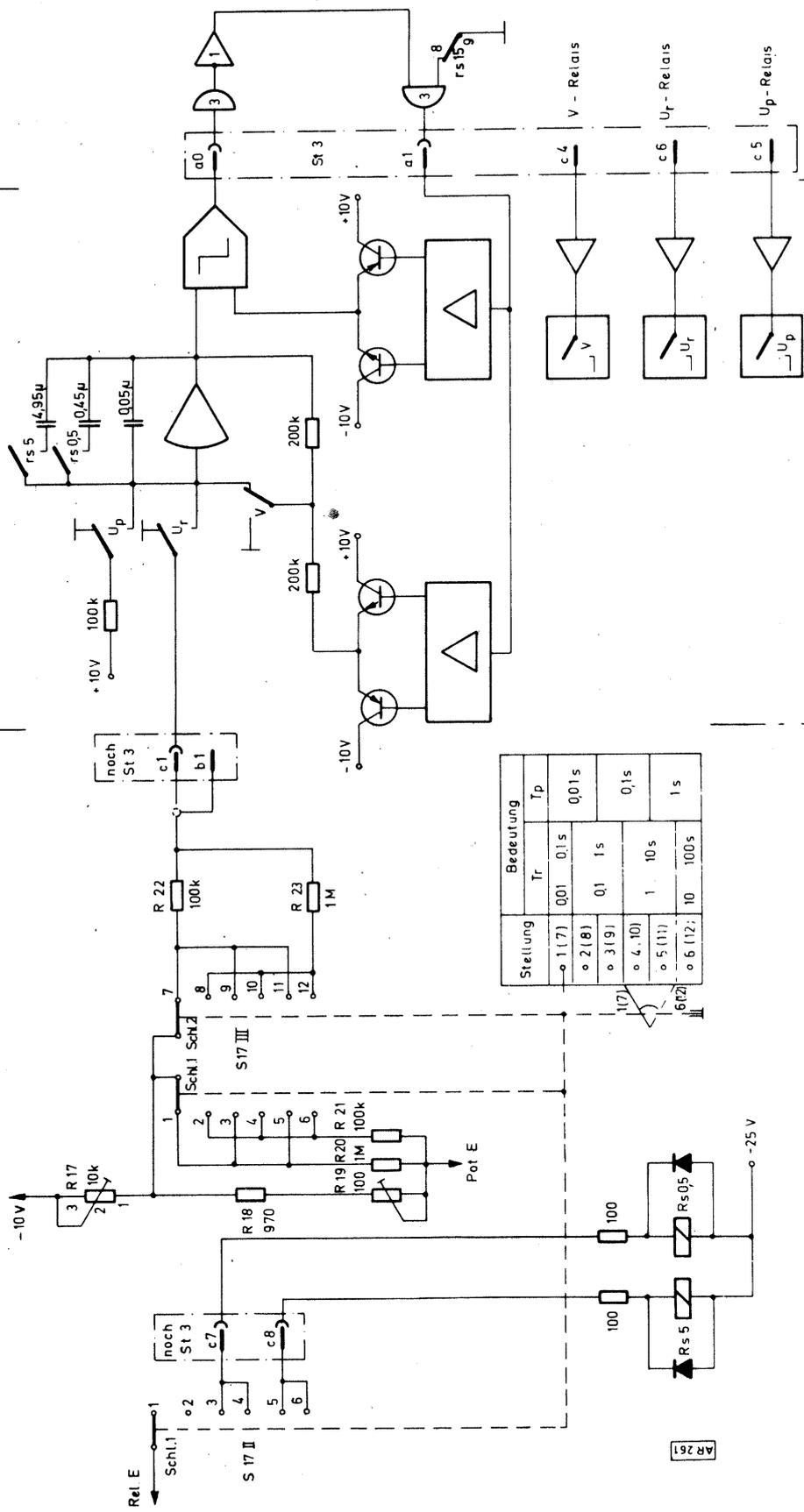
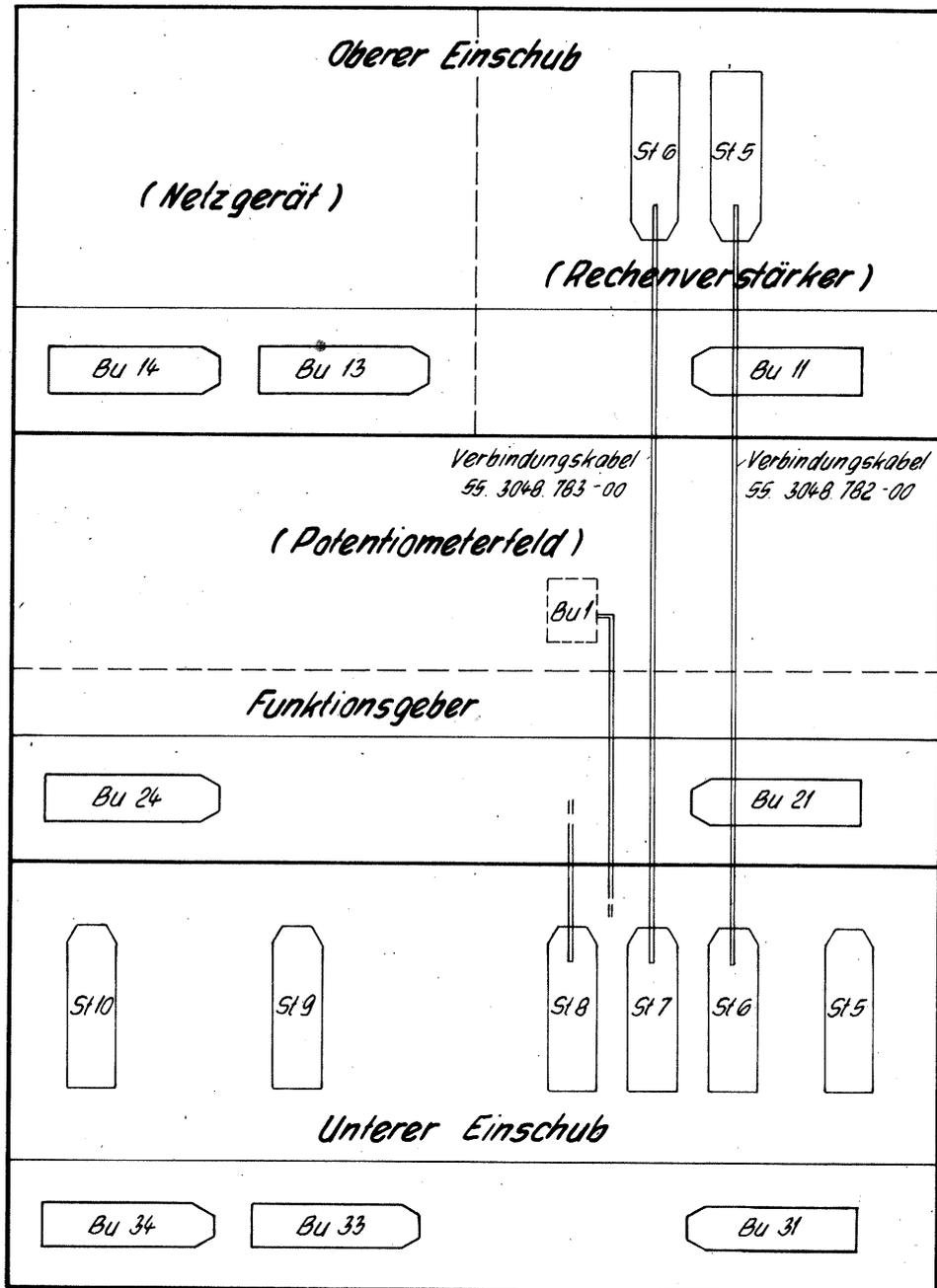
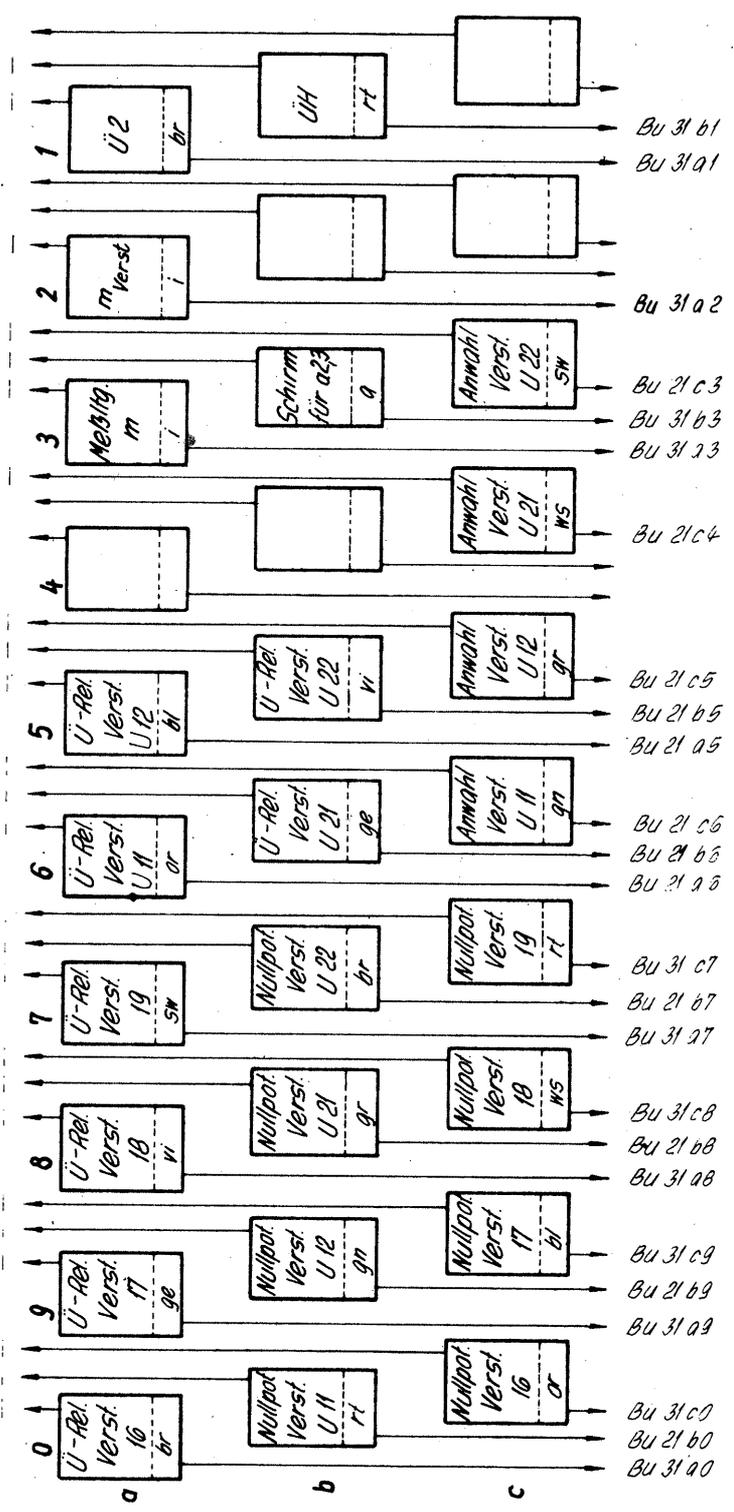


Bild 61 Zeitgeber, schematisch

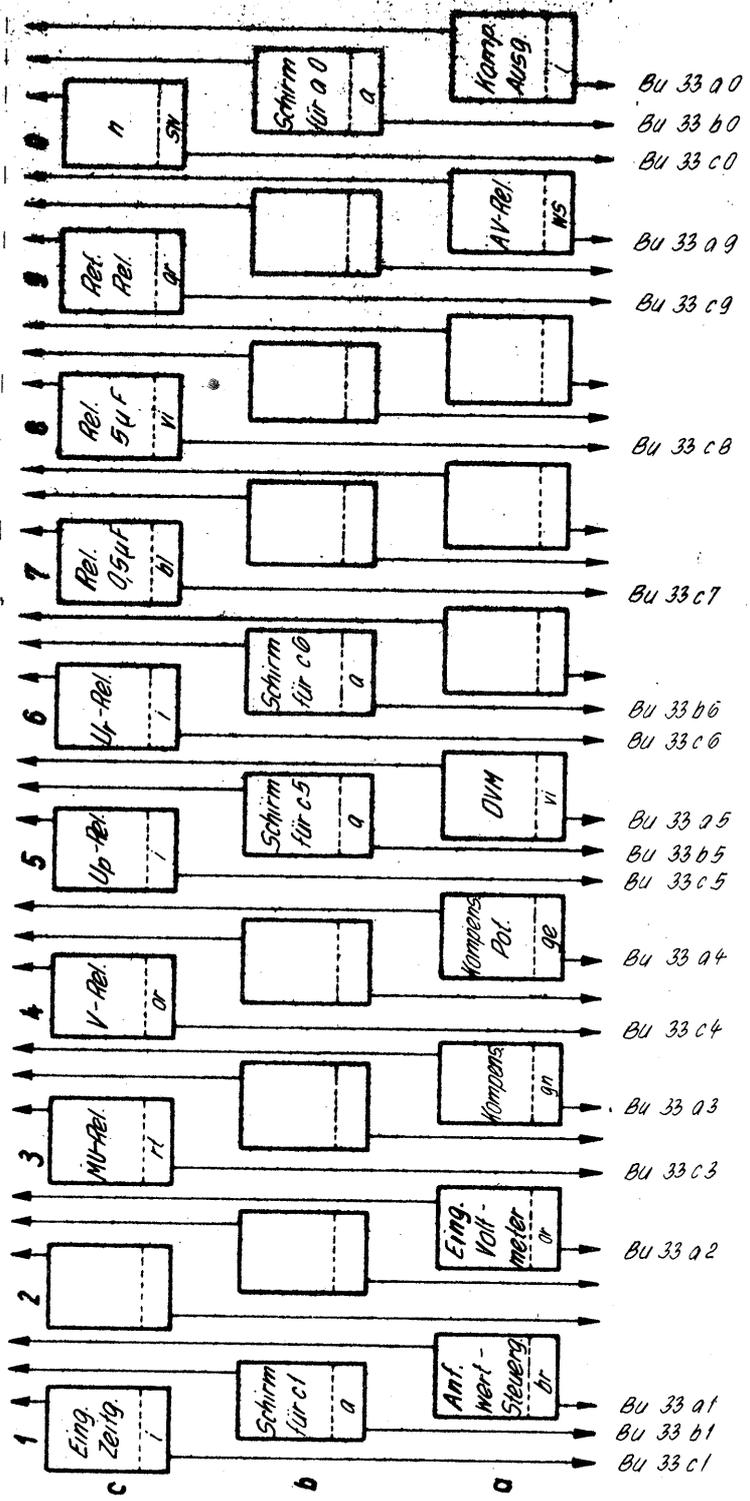
Rückansicht



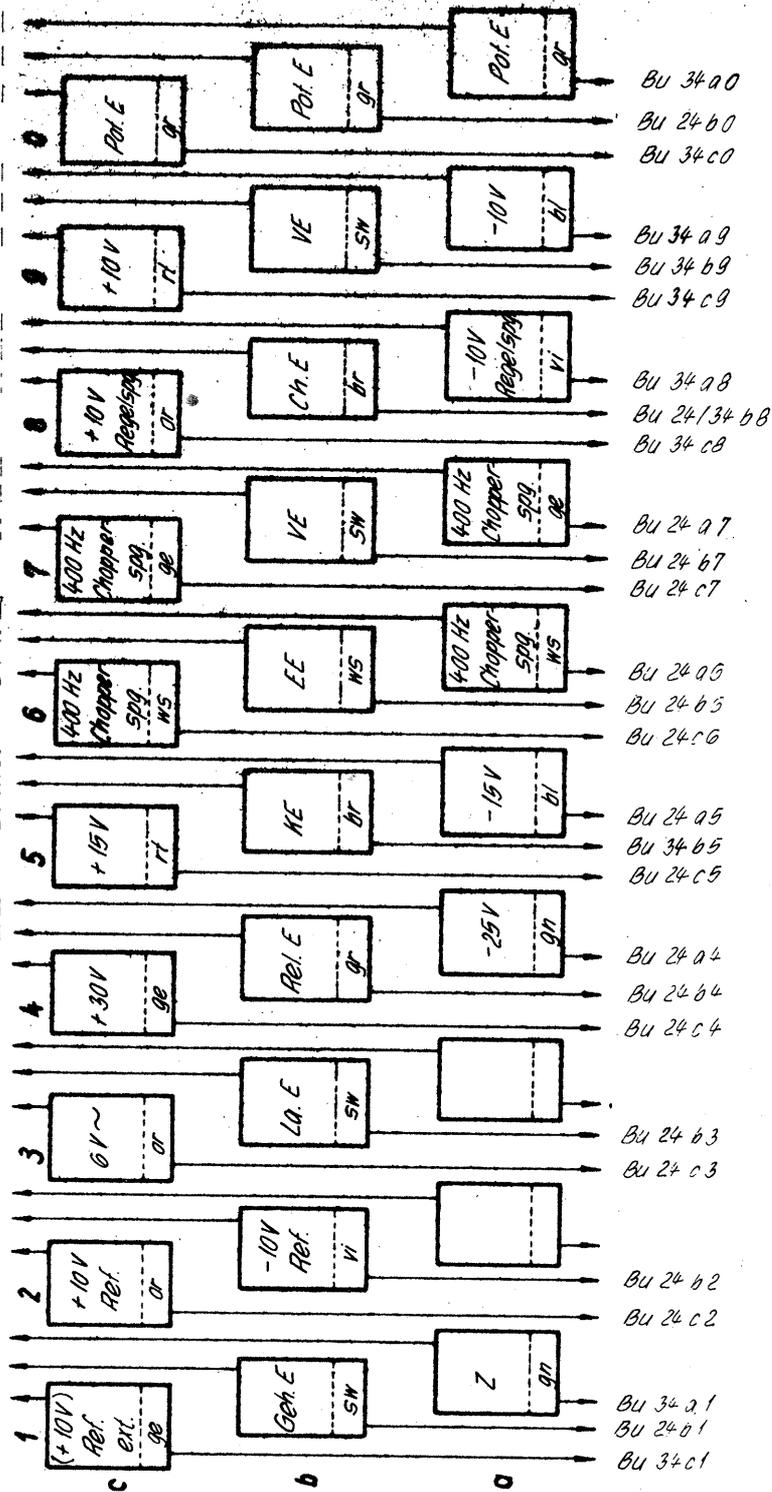
Plan 1.1
Tischgestell, vollst.
55. 3048. 750-00 ASP



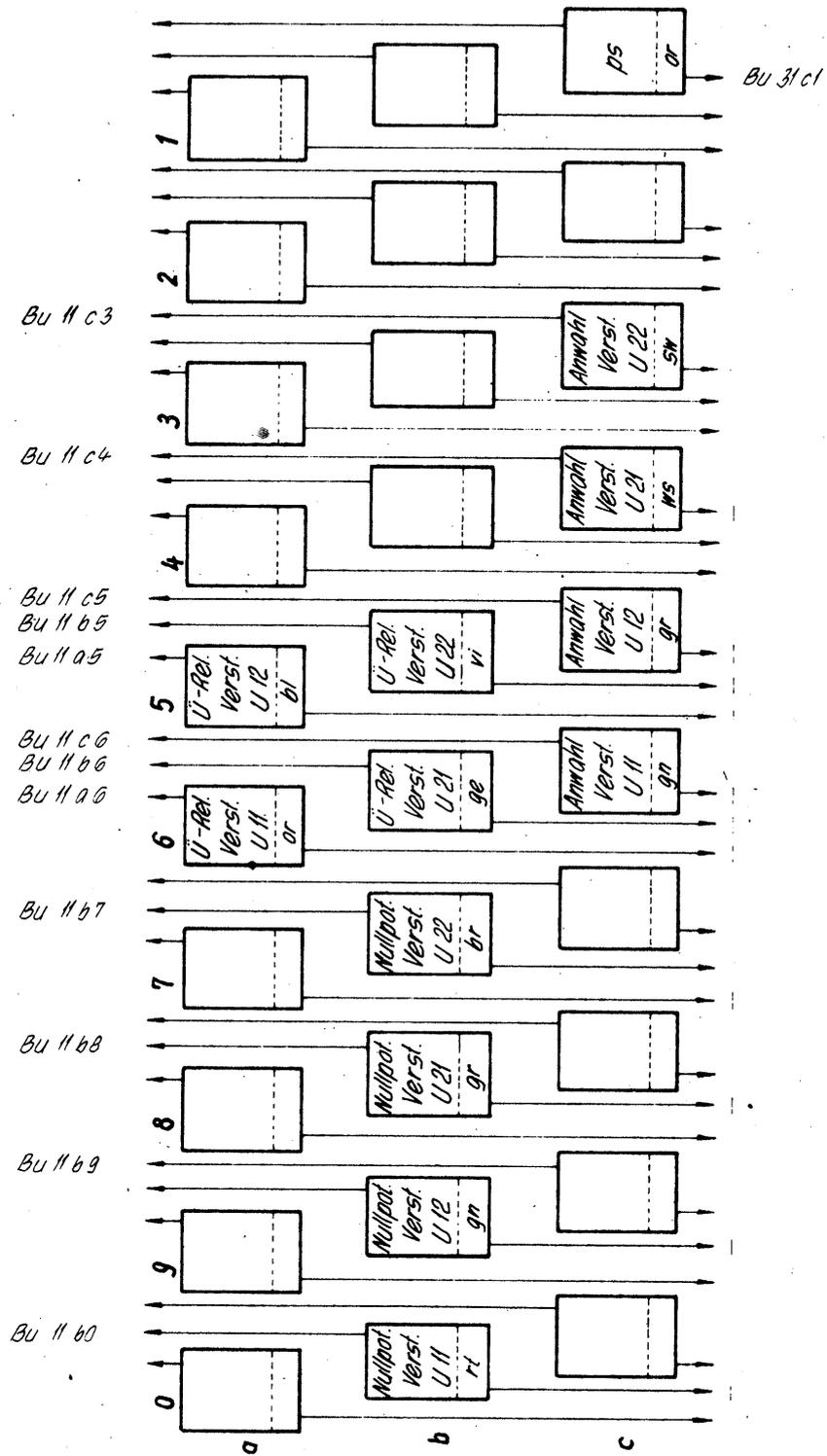
Plan 1.2
 Tischgestell (Bu11)
 55. 3048. 750-00 ASP



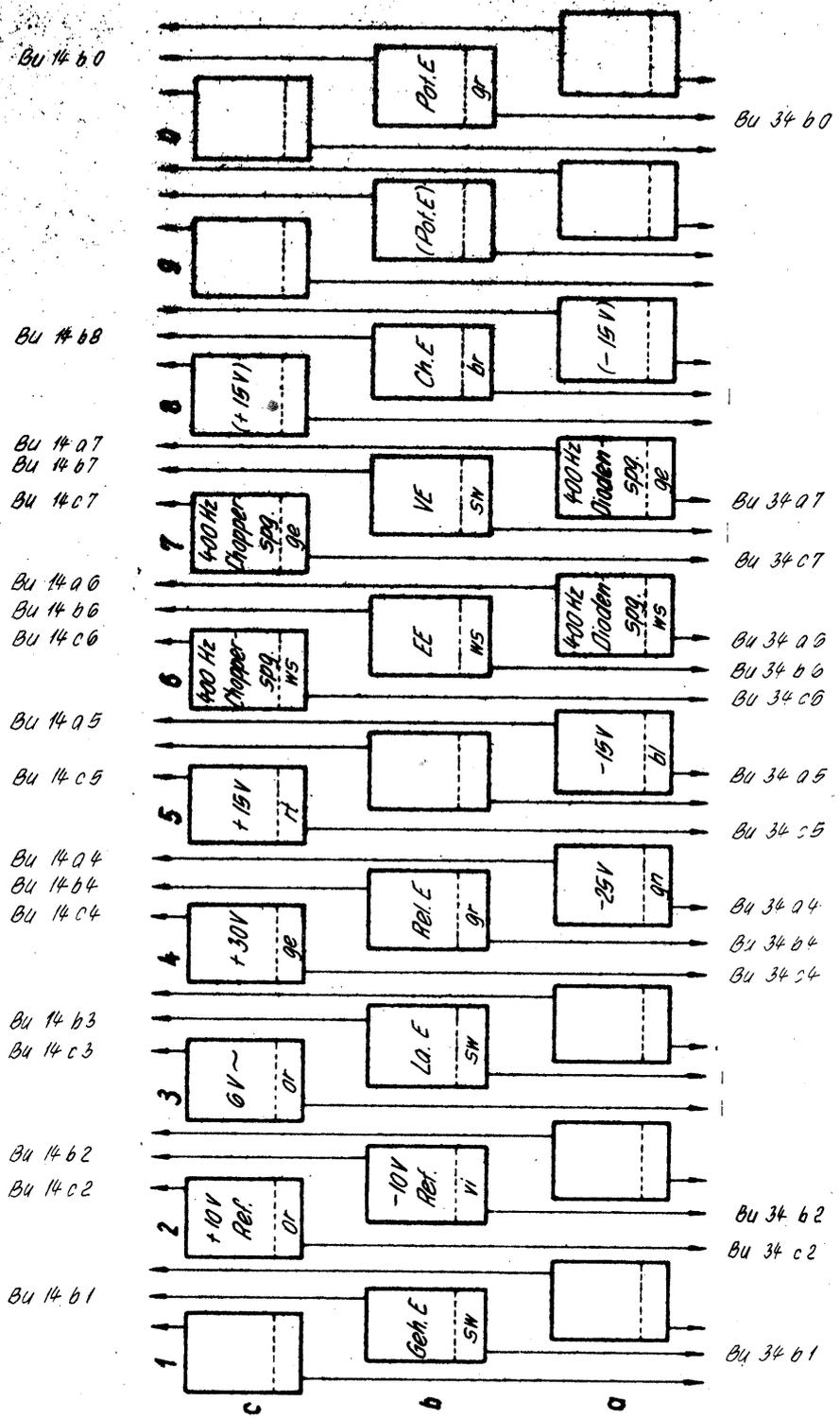
Plan 1.3
 Tischgestell (Bu13)
 55. 3048. 750-00 ASP



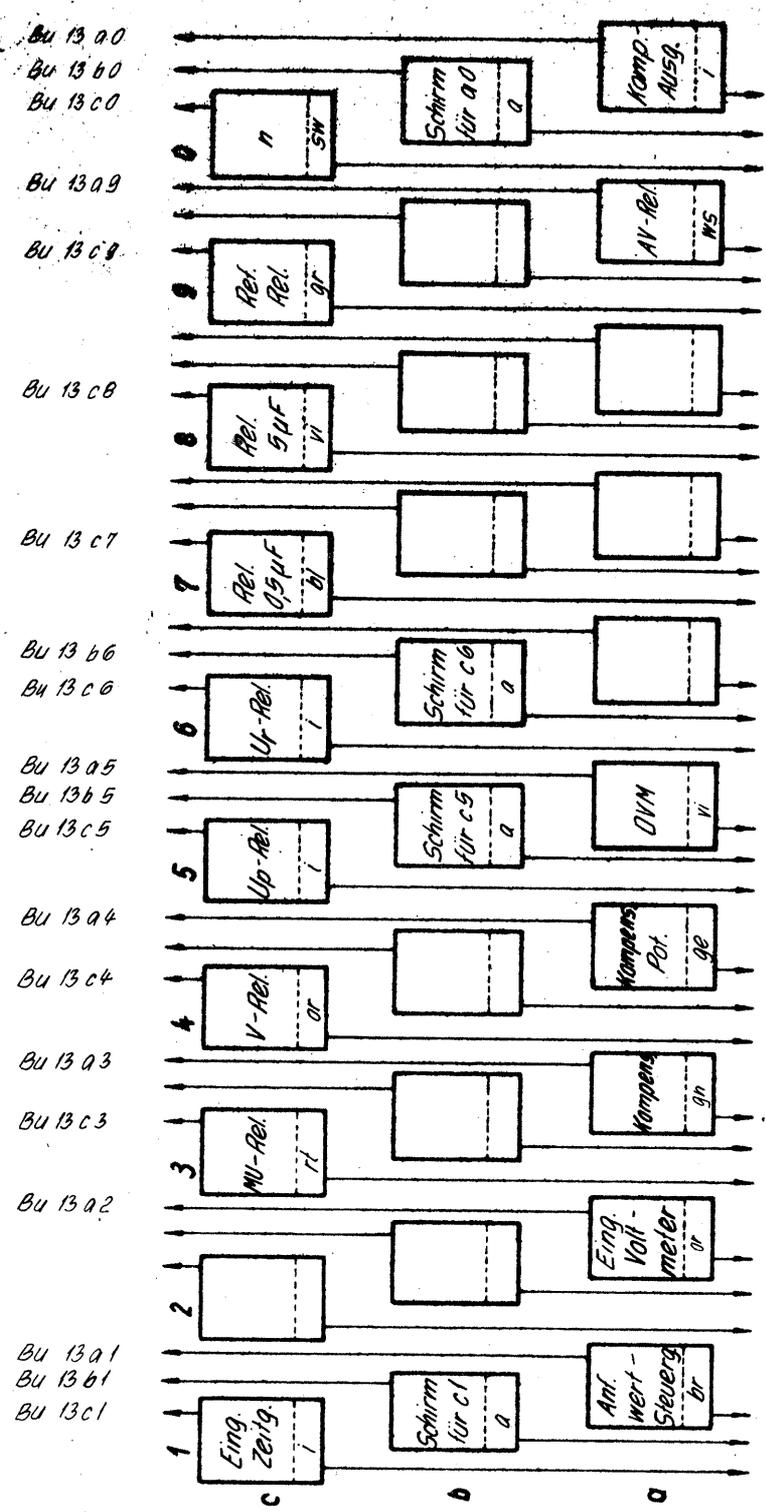
Plan 1.4
Tischgestell (Bu14)
55.3048.750-00 ASP



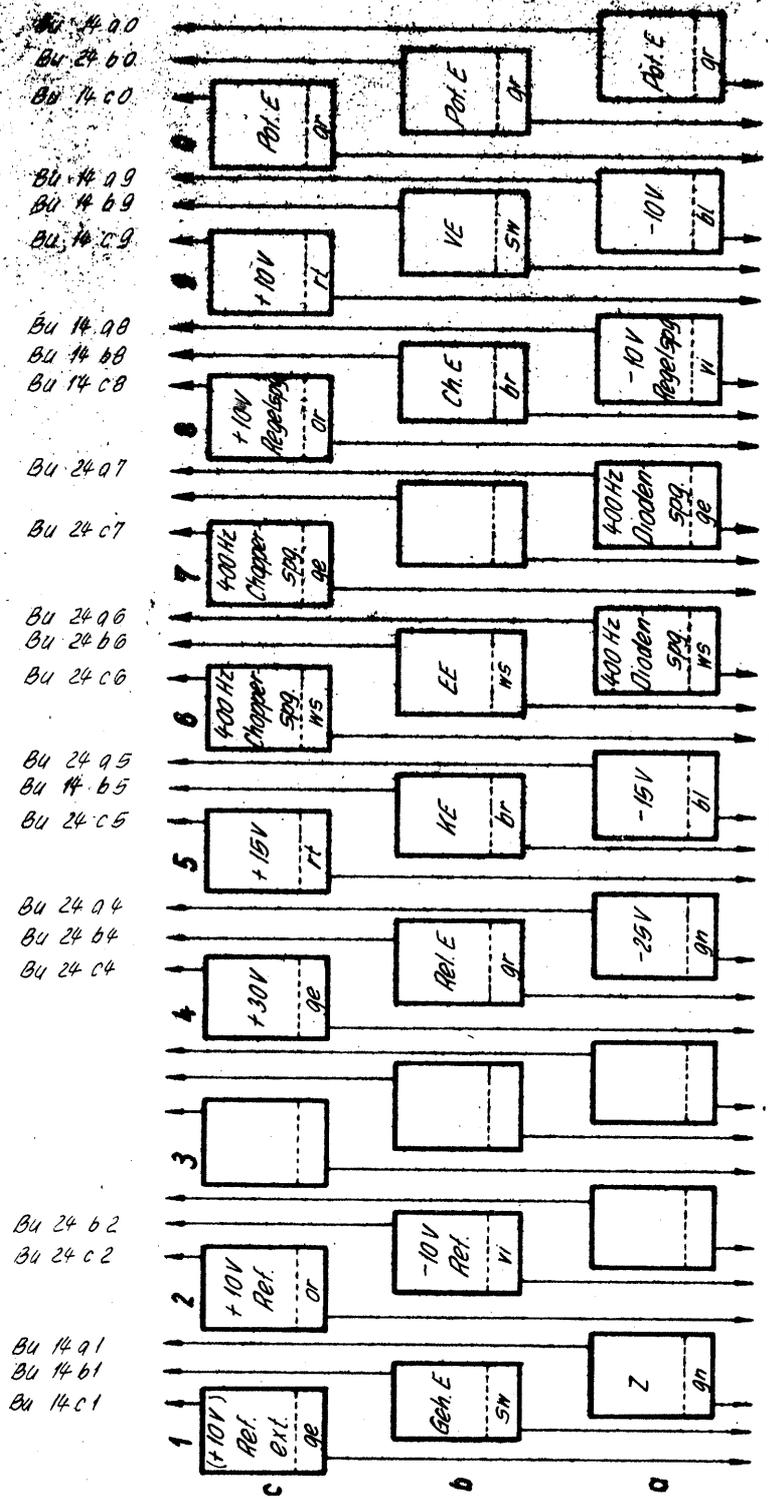
Plan 1.5
 Tischgestell (Bu21)
 55.3048.750-00 ASP



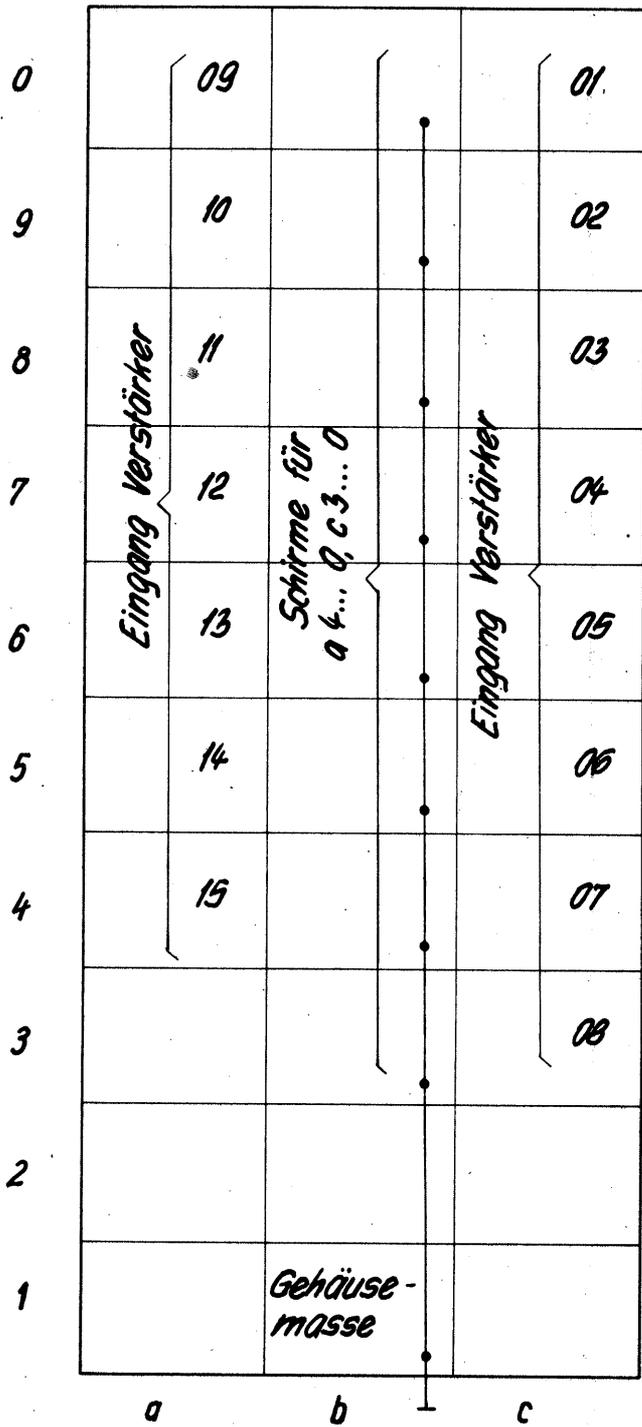
Plan 1.6
Tischgestell (Bu24)
55.3048.750-00 ASP



Plan 1.8
 Tischgestell (Bu33)
 55.3048.750-00 ASP



Plan 1.9
 Tischgestell (Bu34)
 55.3048.750-00 ASP



Plan 1.10
 Verbindungskabel
 (Verstärker-Eingänge)
 55. 3048. 783-00 ASP

0	09		01
9	10		02
8	* 11		03
7	12		04
6	Ausgang Verstärker } 13		Ausgang Verstärker } 05
5	14		06
4	15		07
3			08
2	Anwahl Verst. 17		Anwahl Verst. 18
1	Anwahl Verst. 16	Gehäuse - masse	Anwahl Verst. 19
	a	b	c

Plan 1.11
Verbindungskabel
(Verstärker-Ausgänge)
55.3048.782-00 ASP

0	hext	+10V Ref. ext.	Geh. E
9	Par. schltg. Halt	1x Rechnen	+10V Ref.
8	Null	Rechnen mit Halt	-10V Ref.
7	stat. Prüfen	r	r _{ext}
6	Q 6	h	m _{NN}
5	Q 5	ÜH	-25V
4	Q 4	Par. schaltg. Pause	Ch. E
3	Q 3	Dauer	VE
2	Q 2	Pause	Rel. E
1	Q 1	Pol.	Ü 2
	a	b	c

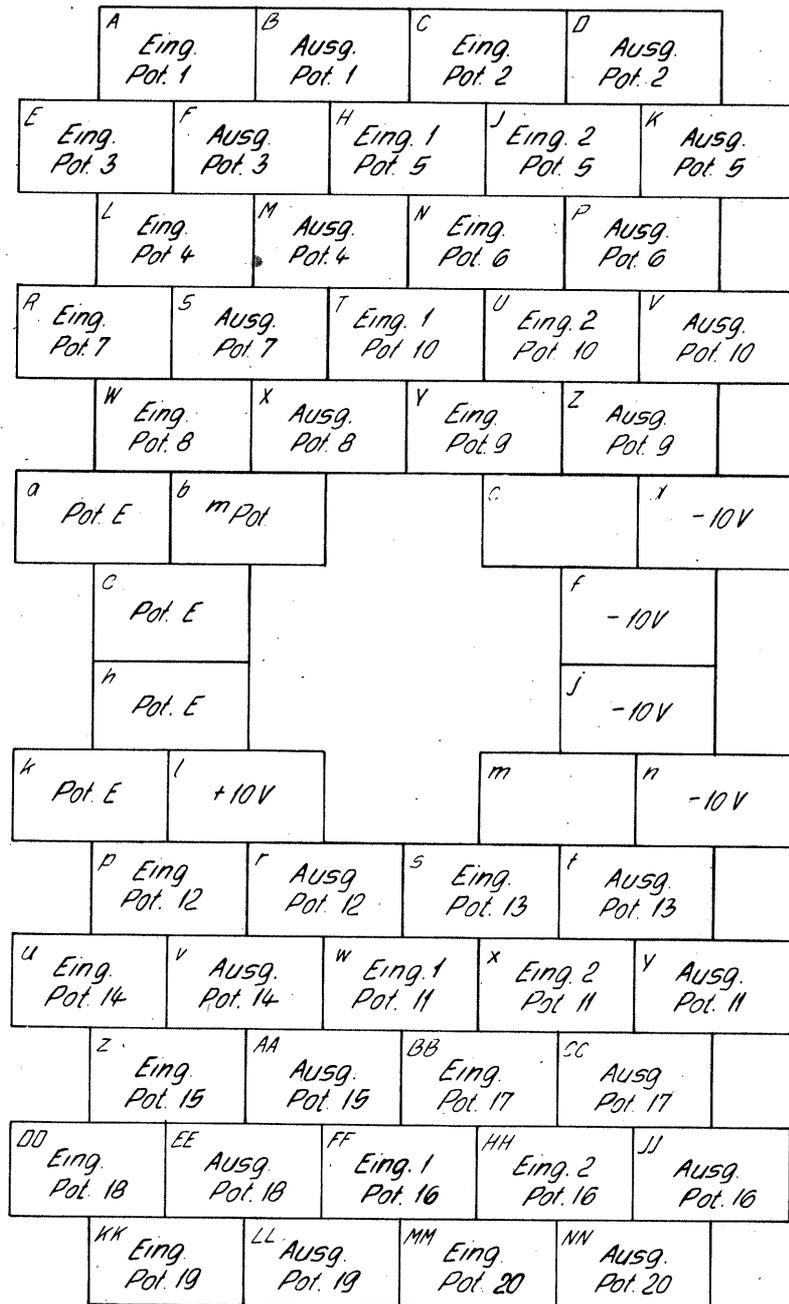
1) bei St 10
Q 1' bis Q 6'

0	Eing. U11	Schirm für a, c 0	Eing. U21
9	Eing. U12 } F1	Schirm für a, c 9	Eing. U22 } F2
8	+x	Ausg. U11	+x
7	-x	Ausg. U12 } F1	-x
6	+y	Ausg. U21	+y
5	-y } NN1	Ausg. U22 } F2	-y } NN2
4	G1	Schirm für a, c 4	G1
3	Gx	Schirm für a, c 3	Gx
2	G2	Schirm für a, c 2	G2
1	Gy	Schirm für a, c 1	Gy
	a	b	c

Plan 1.13
 Unterer Einschub
 (St. 8 zum Funktionsgeber)
 55. 3048. 400-00 ASP

0	H 15	R 15	Pa
9	H 11	R 11	Ha
8	H 06	R 06	Re
7	H 02	R 02	II
6	Q 6'	h	Komp. sch. 22
5	Q 5'	r	Komp. sch. 21
4	Q 4'	pr	Komp. 2
3	Q 3'	p	Komp. sch. 12
2	Q 2'	Geh. E	Komp. sch. 11
1	Q 1'	Rel. E	Komp. 1
	a	b	c

Plan 1. 14
 Unterer Einschub
 (St. 9 zum DEX 100)
 55. 3048. 400-00 ASP



Plan 1.15
 Unterer Einschub
 (Bu1 zum Pot.feld)
 55.3048.400-00 ASP