



TELEFUNKEN

**Transistorisierter
Tisch-Analogrechner
RAT 700**



**Transistorisierter
Tisch-Analogrechner
RAT 700**

**Beschreibung
und Bedienungsanleitung**

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, bedürfen unserer Zustimmung.

AH/lt 0011

860 (0t)

Inhalt

Seite

1	Allgemeines	9
2	Mechanischer Aufbau	9
	Bestückung	10
	Zubehör	11
	Zusatzeinrichtungen	11
3	Wirkungsweise	17
3.1	Rechenverstärker	17
3.2	Koeffizientenpotentiometer	22
3.3	Parabelmultiplikator	22
3.4	Funktionsgeber	26
3.5	Freie Dioden	28
3.6	Komparatoren	28
3.7	Programmiersfeld	30
3.8	Bediengerät	34
	3.8.1 Betriebsartenwahlschalter	34
	3.8.2 Eigen-/Fremdsteuerung	42
	3.8.3 Pausenschalter	44
	3.8.4 Kompensationsmeßeinrichtung	44
3.9	Stromversorgung	44
4	Technische Daten	49
5	Bedienung	50
5.1	Aufstellung	50
5.2	Einschalten	51
5.3	Programmieren	51
5.4	Betriebsarten	54
5.5	Gebrauch der Kompensationsmeßeinrichtung	55
6	Wartung	56
6.1	Prüfung der Anzeige- und Kontrollampen	56
6.2	Prüfung der Stromversorgung	56
6.3	Prüfung der Rechenverstärker	56
6.4	Prüfung der Funktionsgeber	57
6.5	Prüfung der Multiplikatoren	57
7	Nachbestückung	58
8	Instandsetzung	59
8.1	Fehlererkennung	59
8.2	Fehlerortsbestimmung	59
8.3	Fehlerbeseitigung	62
8.4	Fehlersuchtabelle	67

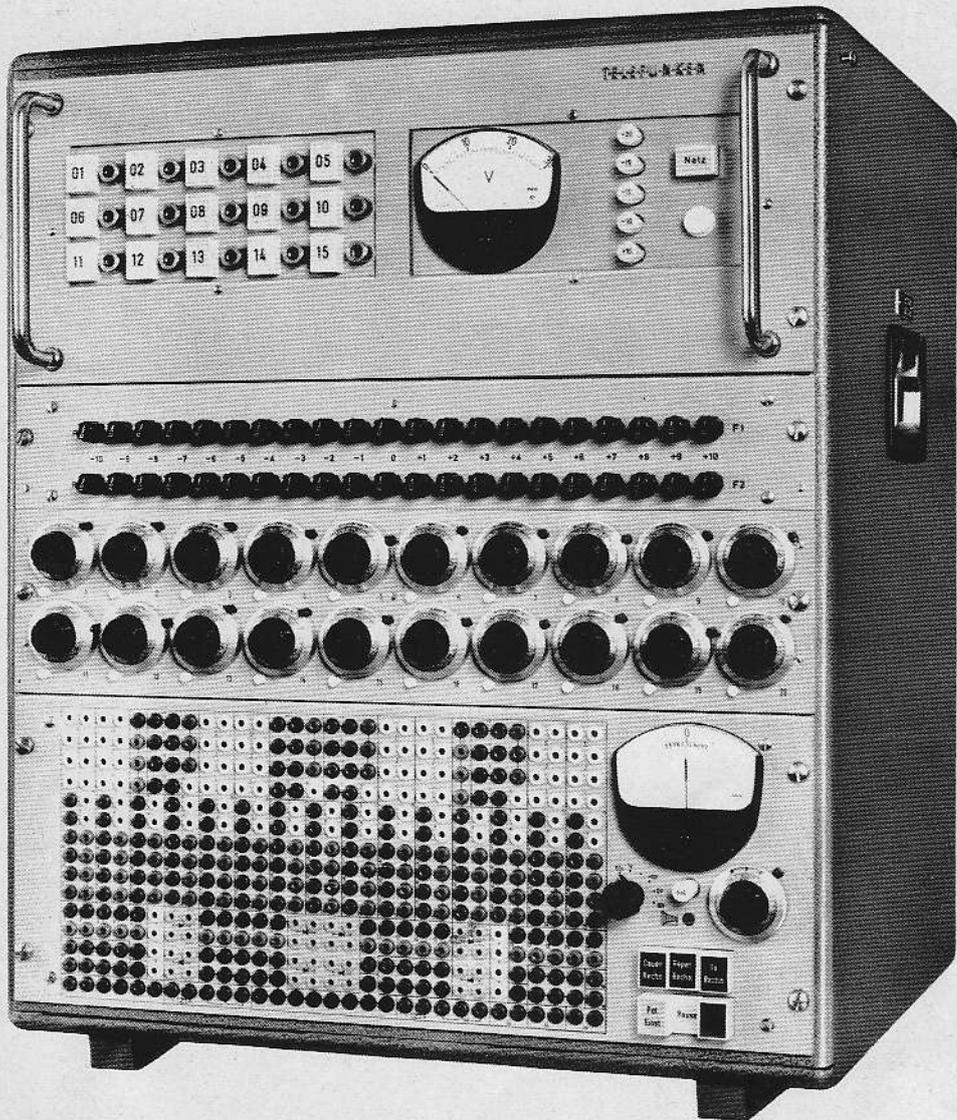
Erläuterungen

Die vorliegende Beschreibung und Bedienungsanleitung soll den Benutzer des Tisch-Analogrechners RAT 700 über den Aufbau, die Wirkungsweise sowie die technischen Daten informieren und ihm die Inbetriebnahme und Bedienung dieses Gerätes ermöglichen. Während sich dieses Buch grundsätzlich nur mit der Technik des Rechners befaßt, steht für dessen Gebrauch eine gesonderte „**Rechenanleitung für Analogrechner**“ zur Verfügung.

Die Beschreibung enthält, aufgeteilt auf die entsprechenden Abschnitte des Teiles „Wirkungsweise“, auch sämtliche Stromlaufpläne. Zu diesen ist zu bemerken, daß alle Schalter und Relais, unabhängig von den im einzelnen dargestellten Betriebsfällen, nach DIN im unbetätigten bzw. unerregten Zustand dargestellt sind.

Der Teil „Bedienung“ ist zugunsten der größtmöglichen Übersicht vorwiegend aus fortlaufend nummerierten Kurzsätzen aufgebaut, deren Reihenfolge der zeitlichen Folge der erforderlichen Tätigkeit entspricht. Er ermöglicht die sofortige Inbetriebnahme des Rechners ohne Kenntnis der übrigen Teile der Beschreibung.

Unter „Wartung“ sind alle Wartungsvorschriften für den Rechner zusammengefaßt. Ein Teil „Instandsetzung“ versetzt den Benutzer des Rechners in die Lage, eventuell auftretende Fehler in den meisten Fällen selbst erkennen und die betreffenden Teile austauschen zu können, ohne den Service in Anspruch nehmen zu müssen.



1 Allgemeines

Der Tisch-Analogrechner RAT 700 enthält neben den Rechenelementen auch sämtliche zu deren Betrieb erforderlichen Einrichtungen. Durch die vollständige Transistorisierung ergibt sich gegenüber Röhrenrechnern als besonderer Vorteil eine wesentliche Verkleinerung von Gewicht, Volumen und Leistungsaufnahme. Eine bei Röhrengeräten oft erforderliche Klimaanlage wird überflüssig, ja sogar Lüfter im Gerät selbst. Der Rechner ist dadurch handlich geworden, und auch bei Erweiterung zu größeren Anlagen ist der Platzbedarf klein. Die ausschließliche Verwendung von Halbleiterelementen, deren Lebensdauer äußerst groß ist, gewährleistet große Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit. Die Bauweise des Rechners gestattet es, daß der Maschinenumfang, d. h. die Bestückung mit Rechenelementen, entsprechend den Anforderungen zwischen der in der nachstehenden Tabelle angegebenen Grundbestückung und Vollbestückung frei gewählt werden kann.

Rechenelemente	Grundbestückung	Vollbestückung
Rechenverstärker	10	19
davon verwendbar als Integrator/Summator	8	8
als Summator	2	7
im Funktionsgeber	0	4
Multiplikator	0	4
Rechenpotentiometer	20	20
Funktionsgeber	0	2
Dioden	8	8
Relais für Komparatoren	0	2

Eine Unterschreitung der in der Tabelle angegebenen Grundbestückung ist möglich, jedoch nur in Sonderfällen sinnvoll. Ein vorhandener Rechner kleiner Bestückung kann jederzeit durch Einstecken entsprechender Bausteine nachbestückt werden. Reicht zur Lösung größerer Aufgaben der Maschinenumfang eines einzelnen Rechners nicht aus, so schaltet man mehrere Rechner parallel. Die zusammengeschalteten Rechner können zentral bedient werden.

Zur Anzeige der Rechenergebnisse kann ein Oszillograph, ein Schreiber, beides oder ein Digitalvoltmeter angeschlossen werden. Stationäre Rechenwerte sind auch mit Hilfe der eingebauten Kompensations-Meßeinrichtung meßbar. Zum Photographieren von Oszillogrammen ist eine Photoeinrichtung lieferbar. Beim Photographieren kann der Rechenvorgang vom Photoapparat aus ausgelöst werden.

2 Mechanischer Aufbau

Die Eigenart von Analogrechnern, gleichartige Rechenelemente in größerer Anzahl zu enthalten, und der Wunsch nach einer flexiblen Bestückung führten zu einem zweckentsprechenden Bausteinsystem. Als Bausteine werden verwendet:

- Steckeinheiten in gedruckter Schaltungstechnik,
- Montageeinheiten mit Magazinen für Steckeinheiten,
- steckbare Einschübe für Steckeinheiten bzw. Montageeinheiten.

Diese Bausteine sind in dem Tischgestell Ger 700 untergebracht (Bild 1). Der obere Einschub RVN 700 (Bild 2) nimmt die Montageeinheit Rechenverstärker RV 700 und die Montageeinheit Netzgerät NG 700 auf.

In der Mitte befindet sich der Einschub Funktionsgeber Fg 700 mit zwei Funktionsgebern (Bild 3). Die untere Aussparung dieses Einschubes nimmt das Potentiometerfeld auf, von dem es zwei Ausführungen gibt, die wahlweise verwendet werden können; das Potentiometerfeld Pf I 700 (Bild 4) mit 20 eingängigen Potentiometern oder das Potentiometerfeld Pf X 700 (Bild 5) mit 20 zehngängigen Potentiometern.

Bei der Grundbestückung und anderen Ausbaustufen des Rechners ohne Funktionsgeber wird an dessen Stelle eine Leerplatte LP 700 eingesetzt. Das Potentiometerfeld befindet sich dann unter der Leerplatte.

Der untere Einschub PB 700 (Bild 6) enthält das Programmierfeld und das Bediengerät. Im Innern nimmt er neben den Rechenwiderständen, Kondensatoren, Dioden und Relais die Multiplikatoren und die elektronischen Teile des Bediengerätes auf.

Die Bestückung der Einschübe bzw. Montageeinheiten mit Steckeinheiten ist aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Bestückung

Tischanalogrechner, Grundeinheit Tischanalogrechner, vollbestückt		RAT 700g	RAT 700v
Einschübe			
Montageeinheiten			
Steckeinheiten			
Rechenverstärker und Netzgerät	RVN 700	1	1
Rechenverstärker	RV 700	1	1
Hauptverstärker	HA 1 A	10	15
Hilfsverstärker	HI 1 A	10	15
Chopper	Ch 700	6	8
Netzgerät	NG 700	1	1
Stabilisator	NS 1 A	2	2
Stabilisator	NS 1 B	2	2
Stabilisator	NS 1 C	1	1
Leistungsgenerator 400 Hz	GE 1 A	1	1
Funktionsgebereinschub (2 Funktionsgeber)	Fg 700		1
Hauptverstärker	HA 1 A		4
Hilfsverstärker	HI 1 A		4
Spannungsteiler	FG 1 A		2
Dioden pos.	FG 2 A		2
Dioden neg.	FG 2 B		2
Nullpunktdioden	FG 3 A		2
Chopper	Ch 700		2
Leerplatte (anstelle des Funktionsgebereinschubes)	LP 700	1	
Potentiometerfeld (mit 20 eingängigen Pot.)	Pf I 700	1	1
wahlweise			
Potentiometerfeld (mit 20 zehngängigen Pot.)	Pf X 700	1	1
Programmierfeld und Bediengerät	PB 700	1	1
Schmitt-Trigger	ST 1 A	1	1
Parabel-Multiplikator	PM 1 A		4
Parabel-Multiplikator	PM 1 B		4
Verbindungskabel	VK I 700	1	1
Verbindungskabel	VK II 700	1	1

Die elektrische Verbindung der Einschübe untereinander ist aufgeteilt in eine feste Verdrahtung für die Stromversorgung und flexible Kabel für den Anschluß der Rechenelemente. Der Anschluß für die Einschübe und Montageeinheiten an die feste Verdrahtung erfolgt über Messerleisten, die beim Einsetzen in das Gestell durch Führungsstifte in die Federleisten der festen Verdrahtung eingepaßt werden.

Desgleichen sind die Steckeinheiten mit Messerleisten versehen, die in die Federleisten der Magazine in den Einschüben oder Montageeinheiten eingesteckt werden. Bei einer Nachbestückung des Gerätes sind daher in keinem Fall Lötarbeiten erforderlich.

Zubehör

In der Rückwand des Gerätes befinden sich eine Reihe von Ersatzteilen, wie Lampen und Sicherungen sowie einige Werkzeuge, wie Schraubenzieher für den Nullabgleich der Rechenverstärker sowie Lampen- und Kartenzieher. Für die Verbindungsschnüre zum Programmieren ist ein Kabelrechen an der linken oder rechten Seitenwand des Rechners vorgesehen. Zwei- und vierpolige Kurzschlußstecker sind für Umschaltungen erforderlich, zweipolige Kurzschlußstecker dienen außerdem zum Herstellen kurzer Verbindungen. Mit einem Repetierstecker wird das Programmieren des repetierenden Rechners wesentlich vereinfacht.

Zahlenmäßig ist das Zubehör in der nachstehenden Aufstellung erfaßt:

- 8 Umschaltstecker, vierpolig ✓
- 40 Kurzschlußstecker, zweipolig ✓
- 2 Mehrfachkupplungen
- 1 Flexo-Schuko-Leitung ✓
- 1 Satz Rechenschnüre, bestehend aus
 - 20 Rechenschnüren, 0,15 m lang ✓
 - 20 Rechenschnüren, 0,22 m lang ✓
 - 20 Rechenschnüren, 0,40 m lang ✓
 - 10 Rechenschnüren, 0,60 m lang ✓
 - 10 Rechenschnüren, 1,50 m lang ✓
- 2 Widerstandsstecker (rot) 500 kOhm ✓
- 3 Kondensatorstecker (blau) 300 pF ✓
- 1 Diodenstecker (schwarz) ✓
- 1 Kabelrechen ✓
- 1 Repetierstecker ✓

nach
Bedarf Parallelschaltkabel

Zusatzeinrichtungen

Oszillograph		OMs 700
Photovorsatz	}	zu OMs 700 passend
Kleinbildkamera, Robot Star		
Makrozwischenring	}	auf Anfrage auf Anfrage auf Anfrage
X-Y-Schreiber		
Fahrbarer Tisch für Tischrechner		
Aufhängekonsole für Oszillograph an den Tischrechner	} <i>Rechen + Schreiber Le. polid</i>	
Magnetband-Analogspeicher		MAS 24/2

*bei Nachnahme hoch
nachfragen*

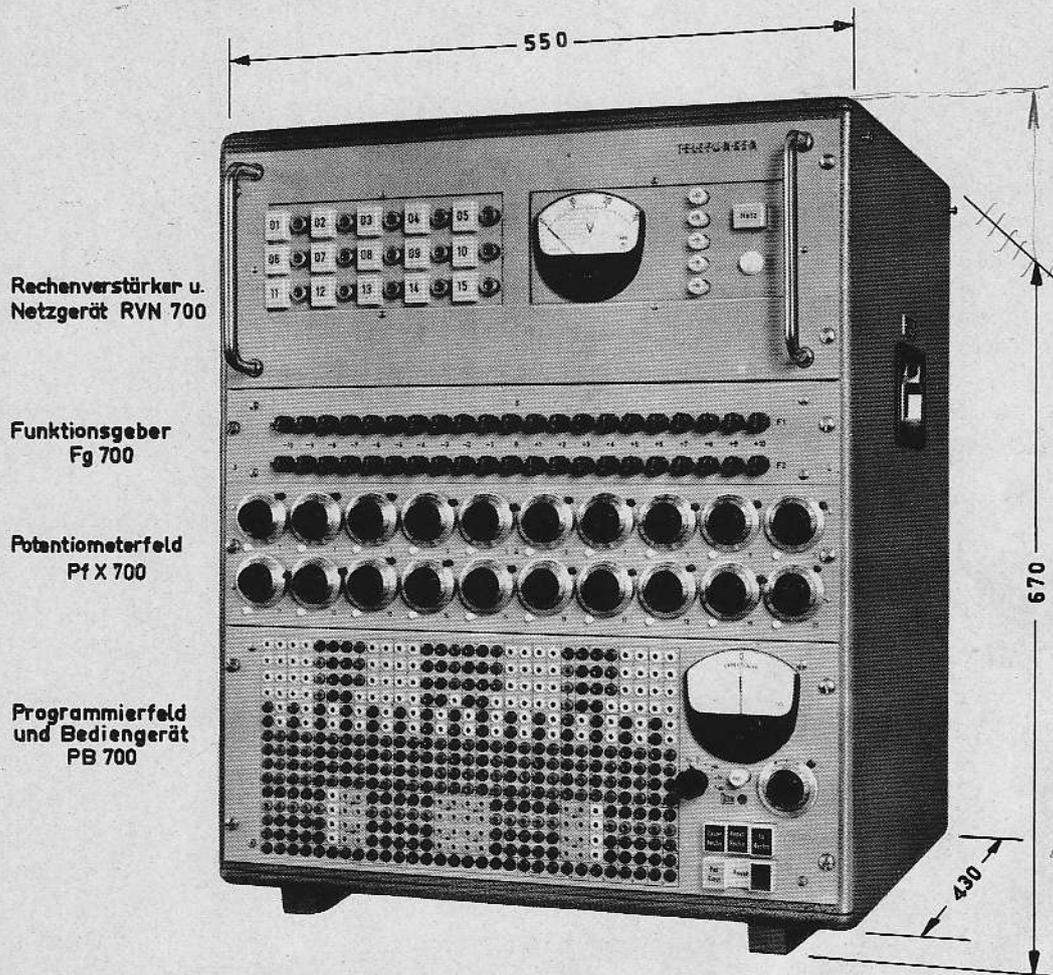


Bild 1 Bestückung und Abmessungen des Tisch-Analogrechners



Bild 2 Rechenverstärker und Netzgerät RVN 700

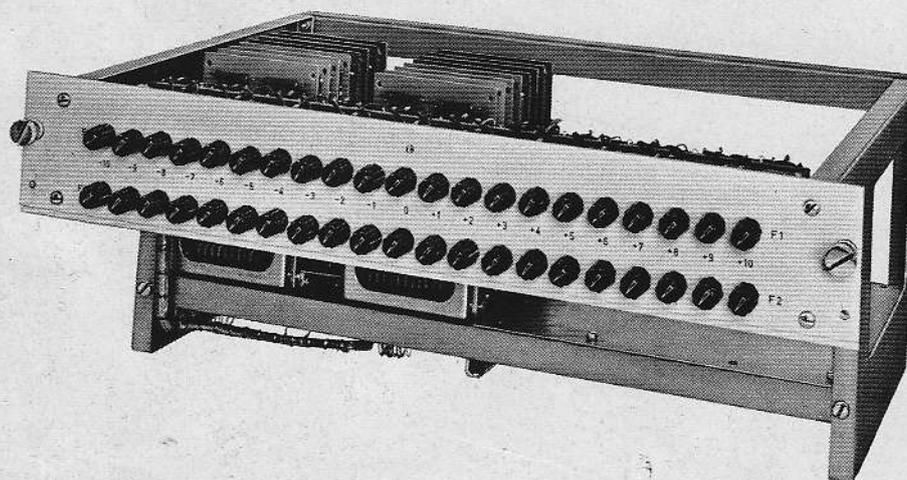


Bild 3 Funktionsgeber Fg 700

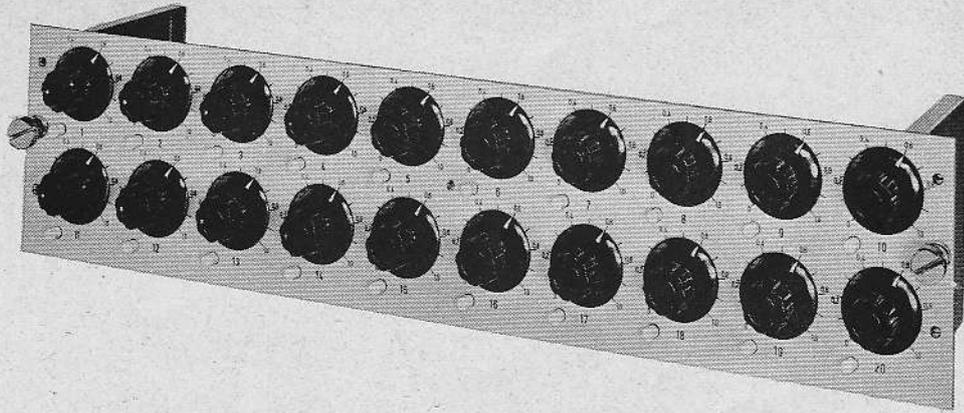


Bild 4 Potentiometerfeld Pf I 700

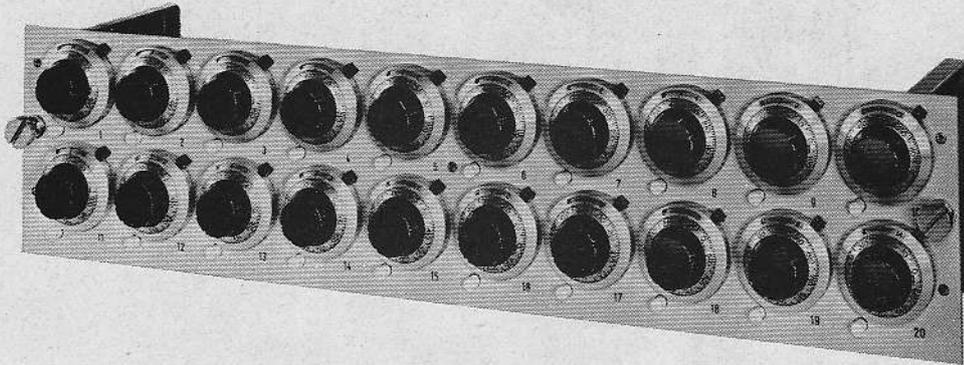


Bild 5 Potentiometerfeld Pf X 700

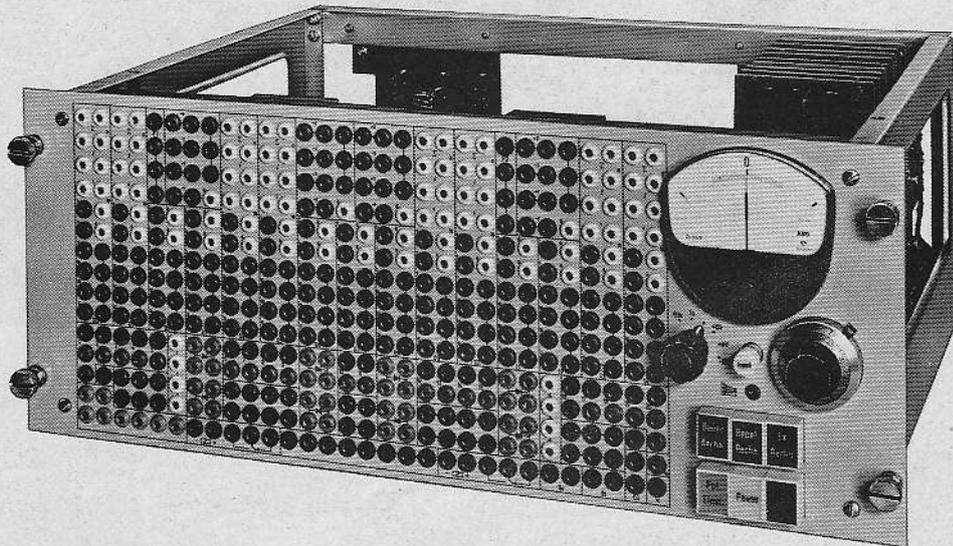


Bild 6 Programmierfeld und Bediengerät PB 700

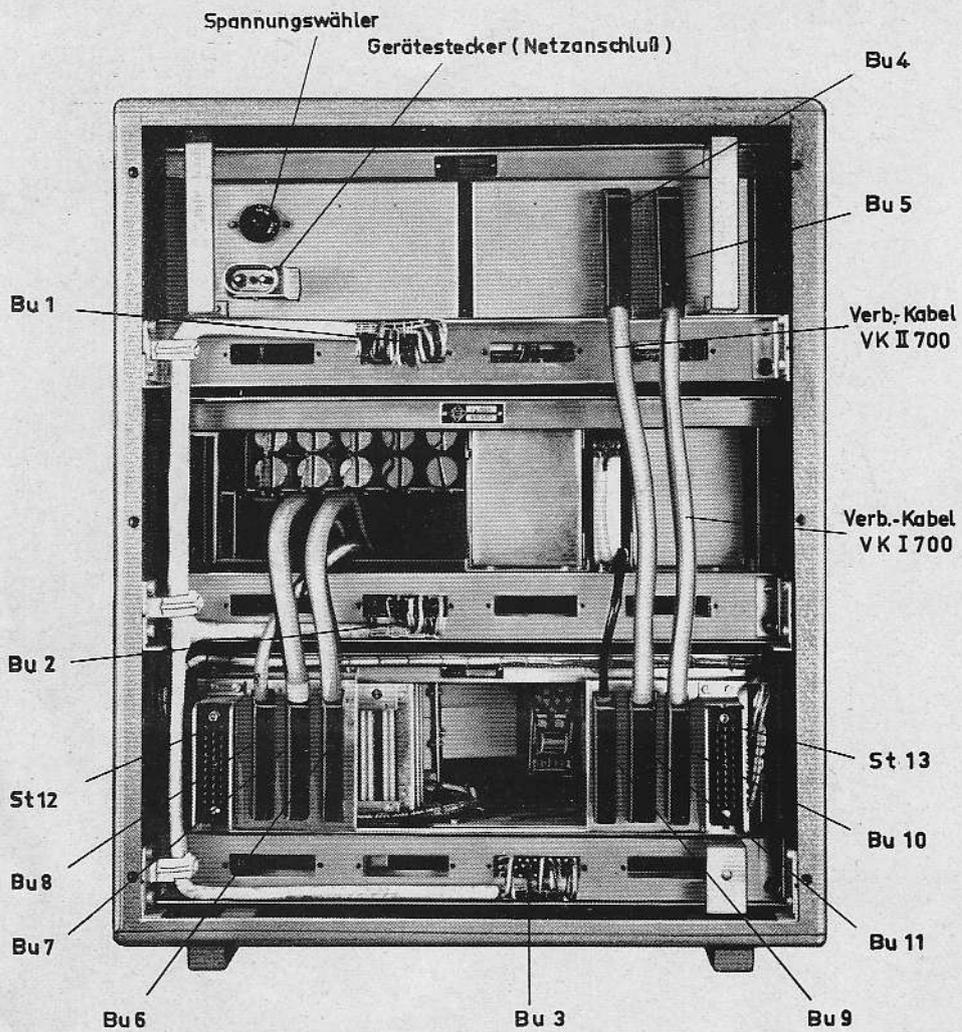


Bild 7 Rückansicht des Tisch-Analogrechners (Deckel entfernt)

3 Wirkungsweise

3.1 Rechenverstärker

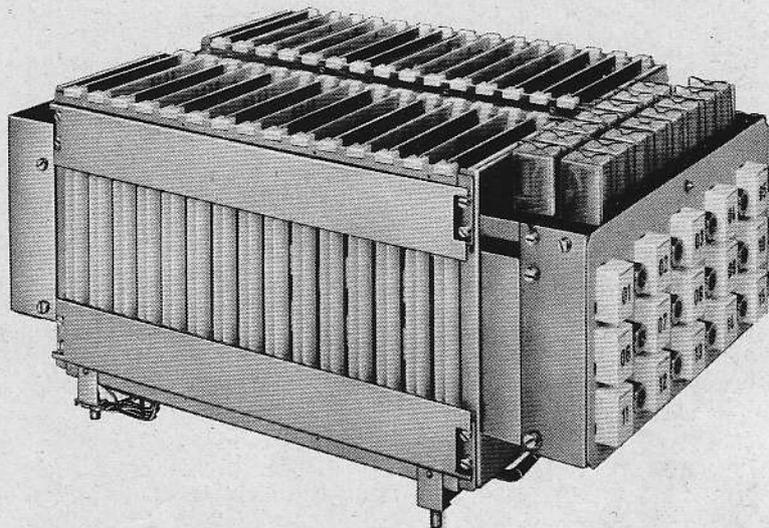


Bild 8 Montageeinheit Rechenverstärker RV 700

Die Rechenverstärker dienen zur Durchführung der linearen Rechenoperationen

Addition,
Integration
und Vorzeichenumkehr.

Sie sind im Grundprinzip stark gegengekoppelte Gleichspannungsverstärker, deren Schleifenverstärkung so groß ist, daß die Übertragungsfunktion allein durch die passiven Gegenkopplungselemente bestimmt wird.

Bild 9 zeigt das Prinzip der Rechenverstärker. Die für den Gleichspannungsverstärker notwendige Nullpunkt Konstanz wird durch einen drifffreien Wechselspannungsverstärker erzielt. Die durch den Nullpunktfehler des Hauptverstärkers entstehende Fehlerspannung wird durch den Hilfsverstärker verstärkt und so in den Hauptverstärker zurückgeführt, daß der ursprüngliche Fehler vermindert wird. Die Fehlerspannung wird vor der Verstärkung durch einen Zerhacker auf eine Trägerfrequenz von 400 Hz moduliert und hinter dem Verstärker durch einen Phasengleichrichter demoduliert.

Das Verfahren hat den zusätzlichen Vorteil, daß die Verstärkung für niedrige Frequenzen gleich dem Produkt aus der Verstärkung V des Hauptverstärkers und der Verstärkung A des Hilfsverstärkers ist.

Der Fehler der Rechenkomponenten der Rechenverstärker ist kleiner als 10^{-3} , der Phasenfehler ist kleiner als 10^{-4} bis zu einer Frequenz von 30 Hz. Bild 10 zeigt die Schleifen-

verstärkung über der Frequenz. Dem Diagramm ist zu entnehmen, daß der durch die endliche Verstärkung bedingte Rechenfehler bis zu der recht hohen Frequenz von 100 Hz kleiner als 0,1% bleibt. In Bild 11 ist der Einfluß der Temperatur auf die Drift dargestellt. Die Drift bleibt bei Umgebungstemperaturen bis zu plus 40° C unter 20 μ V.

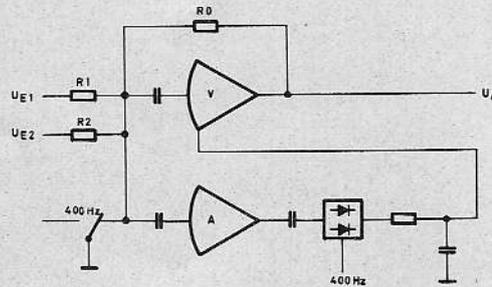


Bild 9 Prinzip der Rechenverstärker

Der Hauptverstärker und der Hilfsverstärker sind auf gesonderten Steckeinheiten aufgebaut (Bild 12). Der Chopper ist ebenfalls steckbar. Der Chopper hat zwei Kontakte, so daß ein Chopper für zwei Rechenverstärker benutzt werden kann. Bis zu 15 Rechenverstärker, also 15 Hauptverstärker, 15 Hilfsverstärker und 8 Chopper sind im oberen Einschub in der Montageeinheit RV 700 untergebracht. Vier weitere Verstärker befinden sich im Einschub Funktionsgeber, wo sie zum Summieren der Streckenabschnitte dienen.

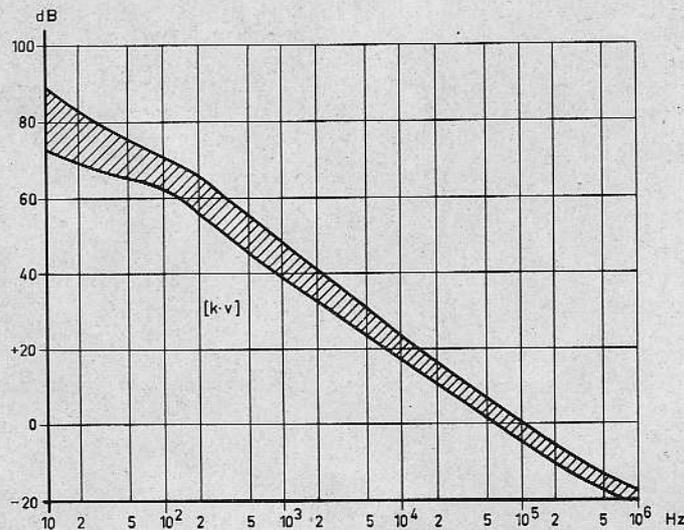


Bild 10 Schleifenverstärkung der Rechenverstärker

Die Rechenverstärker im oberen Einschub können wahlweise als offene Verstärker, Umkehrverstärker oder als Summatoren betrieben werden, acht von ihnen auch als Integratoren. Unter einem offenen Verstärker versteht man den Rechenverstärker ohne Rückführung. Für bestimmte Rechenschaltungen werden offene Verstärker gebraucht, deren Verstärkungsfaktor bei der Betriebsart „Pause“ aus Stabilitätsgründen begrenzt sein muß. Für diese Fälle sind die Verstärker 7 und 8 vorgesehen. Bei ihnen wird, während sie sonst wie alle Verstärker offen betrieben werden können, in der Betriebsart Pause zur Begrenzung des Verstärkungsfaktors automatisch die Rückführung eingeschaltet. Das geschieht durch Relais, die sich im unteren Einschub des Gerätes befinden.

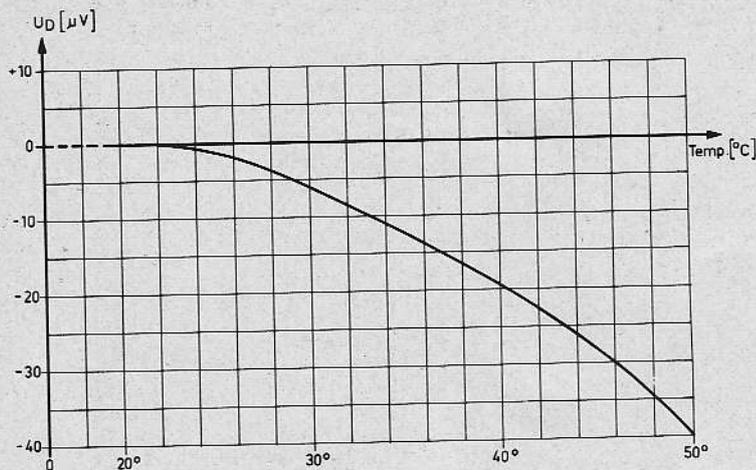


Bild 11 Einfluß der Temperatur auf die Drift

Durch Einschalten der Rückführung mittels des Steckers St wird jeder Verstärker des Rechners zum Summator (Bild 13). Die zu summierenden Spannungen ($U_{E1} \dots U_{E5}$) werden einzeln an die Eingänge der Schaltung gelegt. Hinter jedem Eingang befindet sich ein Rechenwiderstand, dessen Größenverhältnis zum Rückführwiderstand den Bewertungsfaktor des Eingangs (Verstärkungsfaktor für die angelegte Spannung) ergibt. Drei Eingänge haben den Bewertungsfaktor 1, zwei den Bewertungsfaktor 10. Die Eingangsbuchsen, die sich wie die übrigen Anschlüsse der Verstärker am Programmierfeld befinden, sind entsprechend beschriftet. Die mit „S“ bezeichnete Buchse ist mit dem Summenpunkt verbunden. Der im Schaltbild ersichtliche Relaiskontakt ps hat mit der Wirkungsweise des Summators nichts zu tun. Das Relais befindet sich im unteren Einschub und dient beim Einstellen der Koeffizienten-Potentiometer (siehe 3.7) unter Belastung dazu, den Summenpunkt zu erden und gleichzeitig den Verstärkereingang abzutrennen.

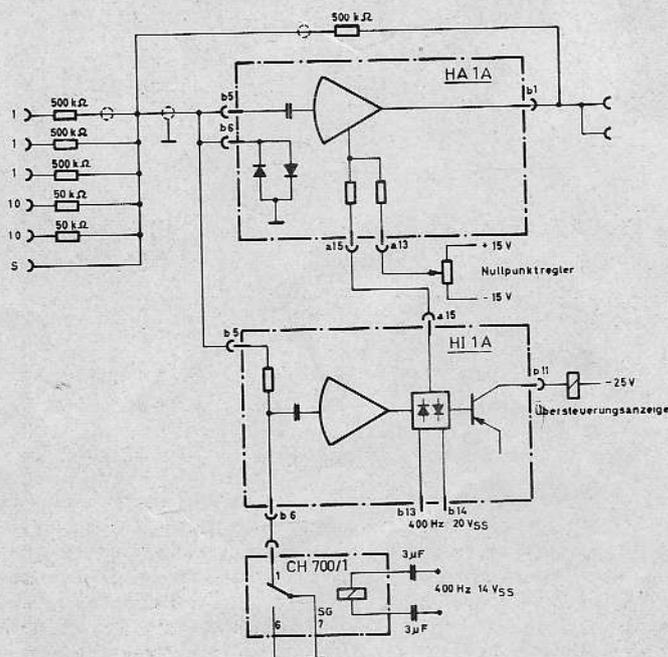


Bild 12 Zusammenschaltung eines Rechenverstärkers

Jeder Verstärker kehrt die an seinen Eingang gelegte Spannung um. Man nennt ihn aber nur dann Umkehrverstärker, wenn man ihn ausschließlich für diesen Zweck einsetzt. Dabei verwendet man einen als Summator geschalteten Verstärker und legt die umzupolende Spannung an einen Eingang mit dem Bewertungsfaktor 1.

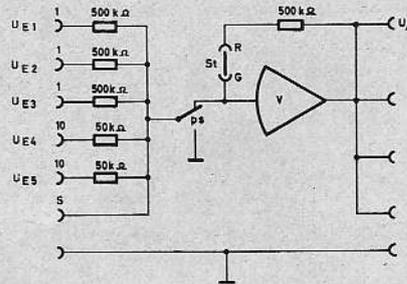


Bild 13 Summator

Beim Integrator wird der Rückführwiderstand des Summators durch einen Kondensator ersetzt. Das geschieht bei den umschaltbaren Summator/Integratoren (Bild 14) des Tisch-Analogrechners durch Umstellen des Steckers St 1 aus der Stellung „ Σ “ in die Stellung „ \int “. Durch einen zweiten Stecker (St 2) wird der Kondensator mit dem gewünschten Bewertungsfaktor (1 oder 10) gewählt. Das Produkt aus dem Bewertungsfaktor des Eingangs und des Kondensators ergibt den Wert der Integrationskonstante K_i in Sekunden⁻¹. Es sind also ohne äußere Hilfsmittel Integrationszeitkonstanten von 1 s^{-1} , 10 s^{-1} und 100 s^{-1} einstellbar. Der Anfangswert der Integration, die Integrationskonstante U_{A0} wird durch Aufladen des Kondensators auf eine entsprechende Spannung eingestellt. Die Spannung wird an einem Koeffizienten-Potentiometer abgegriffen und an die weiße Buchse „A“ des Summator/Integrators gelegt.

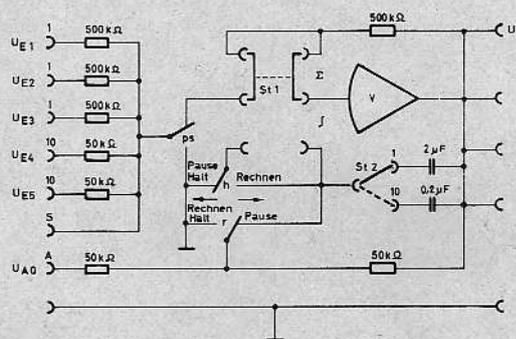


Bild 14 Als Summator und Integrator umschaltbarer Rechenverstärker

Der Relaiskontakt ps wird wie bei den Summatoren ausschließlich beim Einstellen der Koeffizienten-Potentiometer betätigt. Die Kontakte h und r dienen dagegen zum Festlegen des Integrationsbeginns und -endes sowie zum Anhalten während des Integrierens. Im letzteren Falle wirkt der Integrator als Speicher, so daß die Ausgangsspannung bis zum Weiterrechnen stehen bleibt. Die Kontakte sind in Pausenstellung gezeichnet. Während der Pause lädt sich der Integrationskondensator auf den negativen Wert der an die Buchse „A“ gelegten Anfangsspannung U_{A0} auf. Bei Rechenbeginn legen die Kontakte h und r um und der Integrationsvorgang beginnt. Bei „Halt“ geht nur der Kontakt h in die gezeichnete Stellung zurück und bleibt in derselben bis zum Weiterrechnen.

Der Verstärker 15 erfüllt als Integrator beim repetierenden Rechnen insofern eine besondere Aufgabe, als aus der Dauer des Anstieges seiner Ausgangsspannung von -10 V bis $+10\text{ V}$ die Rechenzeit abgeleitet wird. Die hierfür erforderliche Schaltung (Bild 15) kann mit Hilfe eines Repetiersteckers in sehr einfacher Weise hergestellt werden. In dieser Schaltung ist an den Verstärkereingang das an der Maschineneinheit liegende Potentiometer 20 angeschlossen. Die Anstiegsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung und damit die Rechenzeit wird folglich bei einer entsprechenden Wahl des Integrationskondensators mit diesem Potentiometer eingestellt. An den Ausgang des Verstärkers ist ein Schmitt-Trigger (d. i. ein spezieller Komparator) angeschlossen, der beim Überschreiten von $+E$ ($+10\text{ V}$) anspricht und dabei die Relais steuert, die die Umschaltung auf Pause und den Wiederbeginn des Rechnens, also das Repetieren bewirken. Voraussetzung ist natürlich, daß die Taste „Rep. Rechnen“ gedrückt ist.

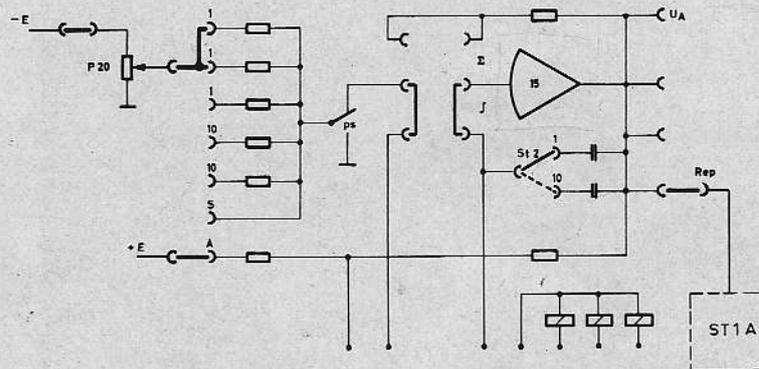


Bild 15 Beschaltung des Verstärkers 15 durch den Repetierstecker

Ist der Rechner dagegen auf die Betriebsart „Dauerrechnen“ geschaltet, der Repetierstecker aber trotzdem gesteckt, so arbeitet nur der Verstärker 15 repetierend. Von dieser Möglichkeit wird in erster Linie Gebrauch gemacht, wenn man die Ausgangsspannung des Verstärkers 15 als genaue Zeitablenkspannung für den Oszillographen verwendet, auf dem ein Rechenergebnis dargestellt werden soll. Beim Parallelbetrieb mehrerer Rechner darf der Repetierstecker sowohl beim repetierenden Rechnen als auch bei der Verwendung des Verstärkers 15 als Zeitablenkgenerator nur am Kommandogerät gesteckt werden.

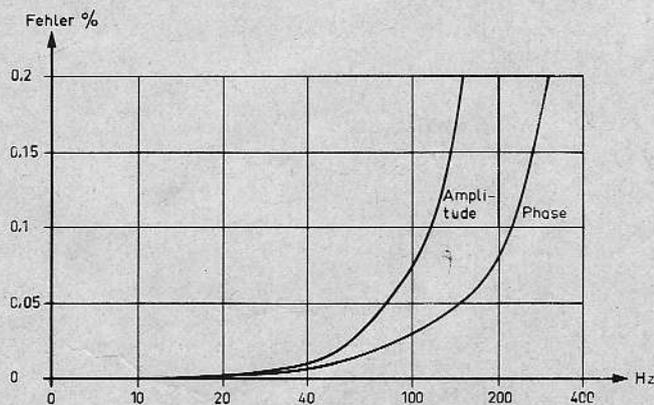


Bild 16 Amplituden- und Phasenfehler der Rechenverstärker in Abhängigkeit von der Frequenz

An jeden Verstärker des oberen Einschubes ist ein Übersteuerungsrelais angeschlossen. Dieses Relais schaltet eine mit der Verstärkernummer beschriftete Übersteuerungslampe ein, sobald der betreffende Verstärker übersteuert oder überlastet ist. Außerdem ist mit Hilfe der Übersteuerungsrelais ein automatisches Anhalten aller Rechenvorgänge im Augenblick der Übersteuerung möglich. Die hierfür erforderliche Einrichtung kann je nach Bedarf wirksam oder unwirksam gemacht werden. Um sie einzuschalten, brauchen lediglich die beiden violetten Buchsen „AS“ des Programmierfeldes miteinander verbunden werden.

Die Übersteuerungsrelais und Übersteuerungslampen befinden sich in bzw. an der Frontplatte der Montageeinheit RV 700 im oberen Einschub. Dort sind auch die Potentiometer für den Nullabgleich der Verstärker angebracht. Alle übrigen zu den Verstärkern gehörenden Relais sowie die Rechenwiderstände und Integrationskondensatoren sind dagegen im unteren Einschub untergebracht. Sämtliche Anschlüsse der Verstärker des oberen Einschubes sind an das Programmierfeld geführt, das sich an der Frontplatte des unteren Einschubes befindet.

3.2 Koeffizienten-Potentiometer

Die zehngängigen Potentiometer des Potentiometerfeldes Pf X 700 unterscheiden sich von den eingängigen Potentiometern des wahlweise zur Verfügung stehenden Potentiometerfeldes Pf I 700 durch ihre höhere Einstellgenauigkeit. Außerdem sind sie arretierbar.

Die Schaltung und die Anschlüsse der Potentiometer beider Felder an das Programmierfeld sind gleich. Ebenso haben beide Felder gleiche Abmessungen, so daß sie gegeneinander austauschbar sind.

Die Fußpunkte von vier Potentiometern sind gesondert an das Programmierfeld geführt, die der restlichen an $\pm 0\text{ V}$ (Erde) gelegt. Die Buchsenfarbe der Eingänge ist hellgrün, die der Schleifer hellorange und die der Fußpunkte dunkelgrün. Die Potentiometer sind überlastungsgeschützt, so daß sie durch Fehlschaltungen nicht zerstört werden können. Jedem Potentiometer ist eine Drucktaste S zugeordnet, über die das betreffende Potentiometer beim Abgleich an die Maschineneinheit und die Kompensationsmeßeinrichtung angeschlossen werden kann.

3.3 Parabelmultiplikator

Die vier Parabeläste des Multiplikators werden durch Sekantenapproximation gebildet. Für jeden Parabelast werden sechs Diodenstrecken verwendet. Gegenüber einer idealen Parabel $y = x^2$ gilt für die approximierte Parabel $\bar{y} + F = x^2$, daraus folgt für den Fehler $F = y - \bar{y}$, wobei $F = F(y)$ ist. Bild 17 zeigt den gemessenen Fehler eines Parabelastes. Hierin entspricht x mit dem Bereich $0 \dots x \dots E$ der Eingangsspannung ($E =$ Maschineneinheit 10 V) und y bzw. \bar{y} der Ausgangsspannung ebenfalls in dem Bereich $0 \dots y \dots E$. Der in V gemessene Fehler ist gleichfalls auf die einfache Maschineneinheit bezogen. Es sei darauf hingewiesen, daß man in der Literatur oder in Prospekten verschiedentlich Werte des Fehlers von approximierten Parabelästen findet, die auf den gesamten Arbeitsbereich eines Analogrechners von $-E \dots 0 \dots +E$, d. h. auf $2E$, bezogen sind. Für einen Vergleich mit diesen Werten sind unsere Werte durch 2 zu teilen, der maximale Fehler beträgt dann weniger als $0,15\%$.

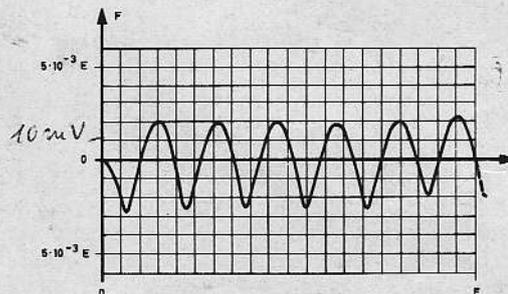


Bild 17 Gemessener Fehler eines Parabelastes

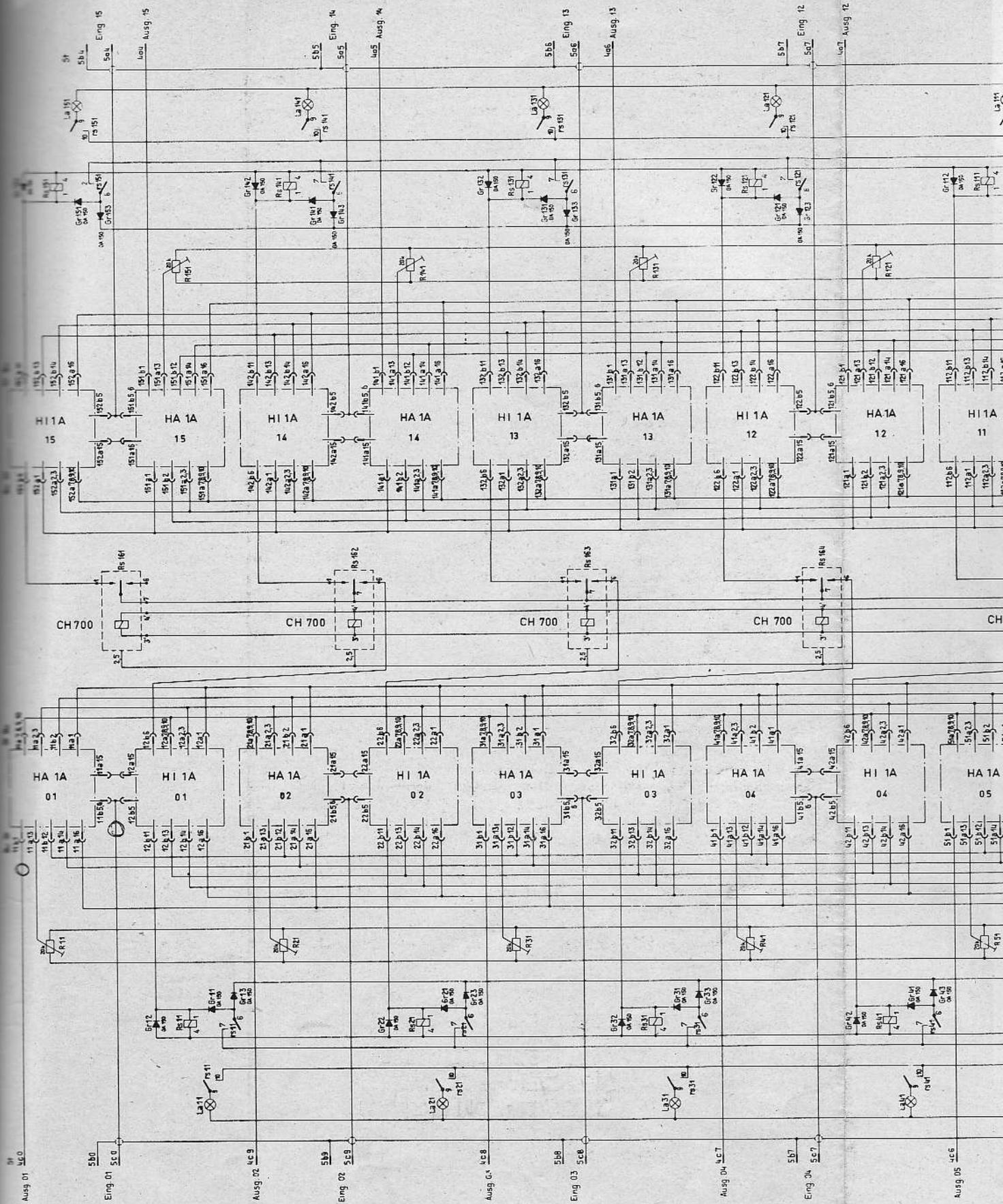
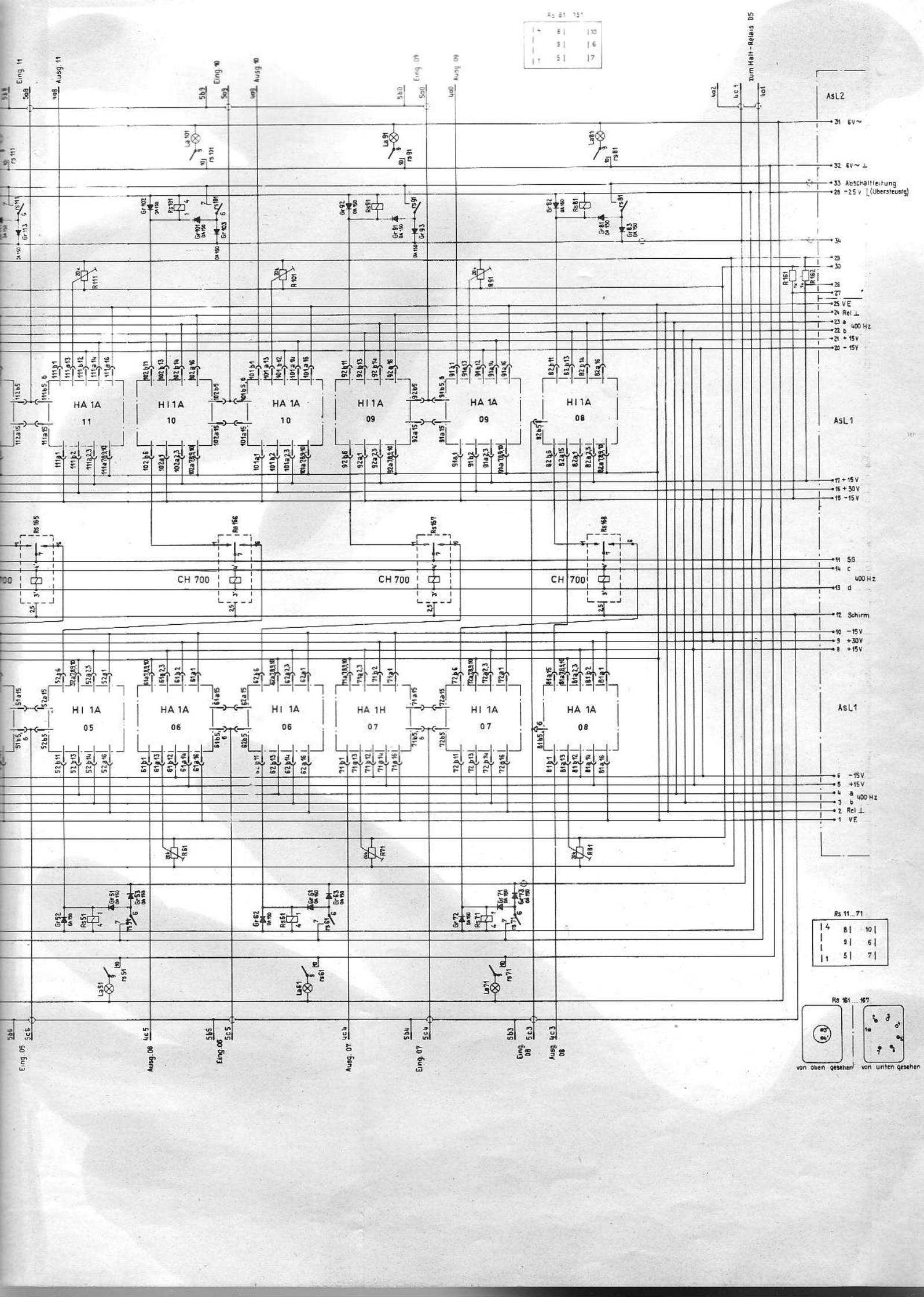
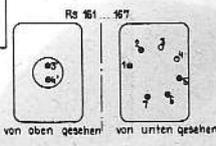


Bild 18 Stromlaufplan der Montageeinheit Rechenverstärker



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Rs 11...71			
14	81	101	
1	91	61	
11	51	71	



von oben gesehen von unten gesehen

- 1 VE
- 2 Rel L
- 3 b
- 4 400 Hz
- 5 +30V
- 6 -15V

- 7 +15V
- 8 -30V
- 9 -15V
- 10 Schirm
- 11 d
- 12 c
- 13 b
- 14 a
- 15 50
- 16 400 Hz
- 17 +15V

- 18 -15V
- 19 +30V
- 20 -15V
- 21 Rel L
- 22 a
- 23 b
- 24 400 Hz
- 25 +15V
- 26 -30V
- 27 -15V
- 28 VE
- 29 Rel L
- 30 a
- 31 b
- 32 400 Hz
- 33 +15V
- 34 -30V
- 35 -15V

- 36 ASL2
- 37 31 6V ~
- 38 32 6V ~
- 39 Abschaltleitung
- 40 -25V (Übersteuerung)
- 41 54
- 42 55
- 43 56
- 44 57
- 45 58
- 46 59
- 47 60
- 48 61
- 49 62
- 50 63
- 51 64
- 52 65
- 53 66
- 54 67
- 55 68
- 56 69
- 57 70
- 58 71
- 59 72
- 60 73
- 61 74
- 62 75
- 63 76
- 64 77
- 65 78
- 66 79
- 67 80
- 68 81
- 69 82
- 70 83
- 71 84
- 72 85
- 73 86
- 74 87
- 75 88
- 76 89
- 77 90
- 78 91
- 79 92
- 80 93
- 81 94
- 82 95
- 83 96
- 84 97
- 85 98
- 86 99
- 87 100
- 88 101
- 89 102
- 90 103
- 91 104
- 92 105
- 93 106
- 94 107
- 95 108
- 96 109
- 97 110
- 98 111
- 99 112
- 100 113
- 101 114
- 102 115
- 103 116
- 104 117
- 105 118
- 106 119
- 107 120
- 108 121
- 109 122
- 110 123
- 111 124
- 112 125
- 113 126
- 114 127
- 115 128
- 116 129
- 117 130
- 118 131
- 119 132
- 120 133
- 121 134
- 122 135
- 123 136
- 124 137
- 125 138
- 126 139
- 127 140
- 128 141
- 129 142
- 130 143
- 131 144
- 132 145
- 133 146
- 134 147
- 135 148
- 136 149
- 137 150
- 138 151
- 139 152
- 140 153
- 141 154
- 142 155
- 143 156
- 144 157
- 145 158
- 146 159
- 147 160
- 148 161
- 149 162
- 150 163
- 151 164
- 152 165
- 153 166
- 154 167
- 155 168
- 156 169
- 157 170
- 158 171
- 159 172
- 160 173
- 161 174
- 162 175
- 163 176
- 164 177
- 165 178
- 166 179
- 167 180
- 168 181
- 169 182
- 170 183
- 171 184
- 172 185
- 173 186
- 174 187
- 175 188
- 176 189
- 177 190
- 178 191
- 179 192
- 180 193
- 181 194
- 182 195
- 183 196
- 184 197
- 185 198
- 186 199
- 187 200

zum Halt-Relais 05

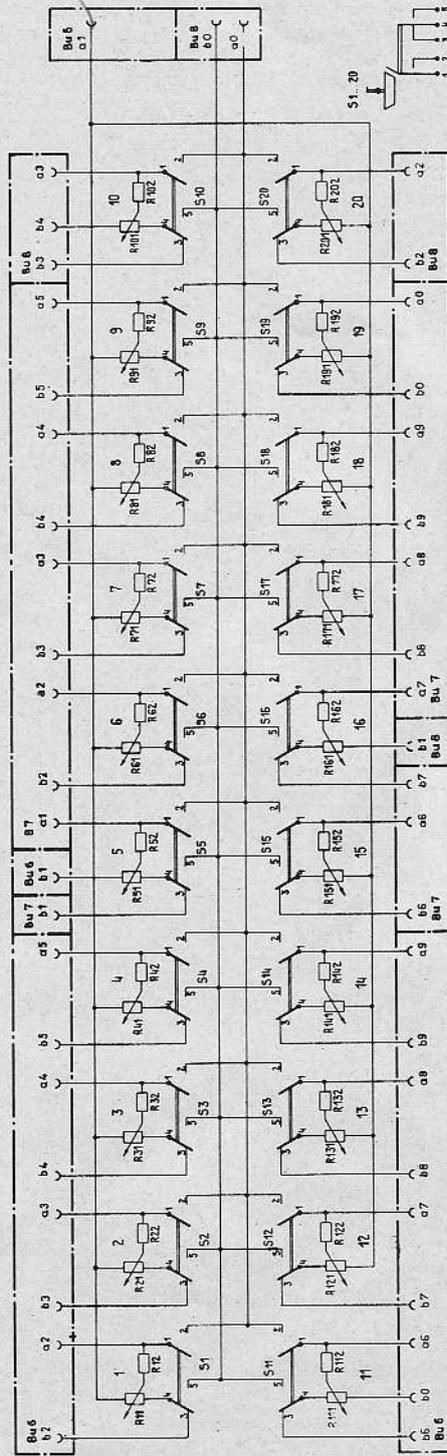
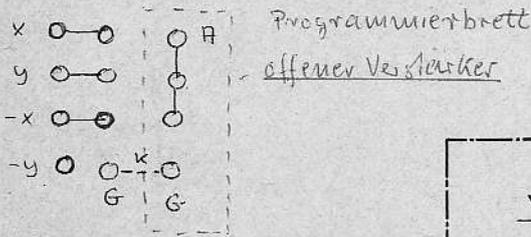


Bild 19 Stromlaufplan des Potentiometerfeldes (Pf I 700 und Pf X 700)

Die vier Multiplikatoren befinden sich im unteren Einschub. Ein Multiplikatornetzwerk ist auf zwei steckbaren Karten untergebracht. Als Verstärker werden die Rechenverstärker des oberen Einschubes benützt. Für jeden der vier Eingänge $+x$, $-x$, $+y$ und $-y$ sind am Programmierfeld zwei parallel geschaltete, dunkelgrüne Buchsen vorgesehen. Die drei parallel geschalteten Ausgangsbuchsen des Multiplikators sind dunkelorange. Die drei weißen Eingangsbuchse G eines offenen Verstärkers zu verbindende weiße Buchse G des Multiplikators ist so angeordnet, daß die Verbindungsleitung sehr kurz ist. Eine Ausgangsbuchse des Multiplikators ist weiter mit einer Ausgangsbuchse des offenen Verstärkers zu verbinden, damit der zum Multiplikator gehörende Rückführwiderstand, der zugleich eine gute Temperaturkompensation der approximierten Parabelstrecke bewirkt, angeschlossen wird.

Änderung



mit Kurzschlußstecker K:

Multipliziernetzwerke mit nachgeschalteten Verstärker wie nebenstehend:

ohne Kurzschlußstecker K:

Verstärker A an Stelle ① vom Multipliziernetzwerk abgetrennt und kann als offene Verstärker benützt werden.

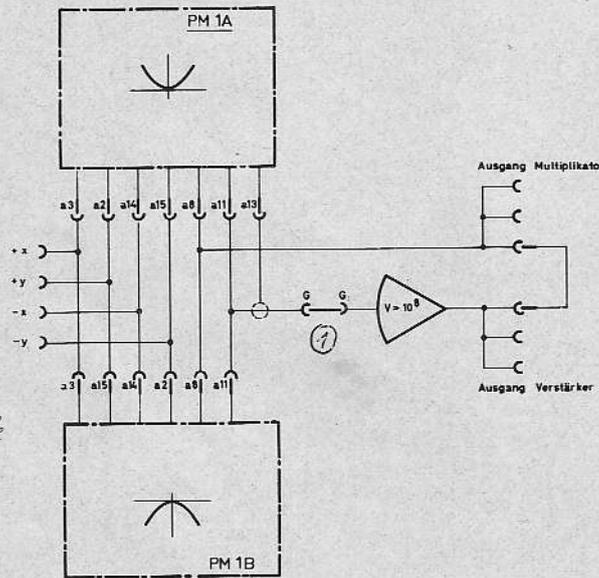


Bild 20 Zusammenschaltung eines Parabelmultiplikators

3.4 Funktionsgeber

Mit dem Funktionsgeber wird eine eindeutige Ausgangsfunktion y erzeugt, die eine weitgehend beliebig einstellbare vorgegebene Funktion der Eingangsgröße x ist, $y = f(x)$. Wie im vorstehenden Abschnitt erwähnt, erfolgt die Approximation der vorgegebenen Funktion beim Tisch-Analogrechner durch ein Polygonzug. Der Polygonzug besteht aus 20 Strecken. Seine Knickpunkte auf der Abszisse sind äquidistant. In jedem der beiden Funktionsgeber eines Einschubes sind zwei Rechenverstärker (V_A und V_B) eingebaut, so daß sich jede Diodenstrecke mit positiver und negativer Steigung einstellen läßt. Die Einstellung eines Funktionsgebers erfolgt mit 21 Potentiometern, von denen das mittlere - „0“ - eine Ordinatenverschiebung bewirkt. Diese ist im ganzen Arbeitsbereich $-E \dots U_a \dots +E$ möglich.

Die Eingangsbuchse des Funktionsgebers ist hellgrün, die parallel geschalteten Ausgangsbuchsen sind hellorange. Bild 22 zeigt die prinzipielle Schaltung, Bild 23 den Stromlaufplan des Funktionsgebers.

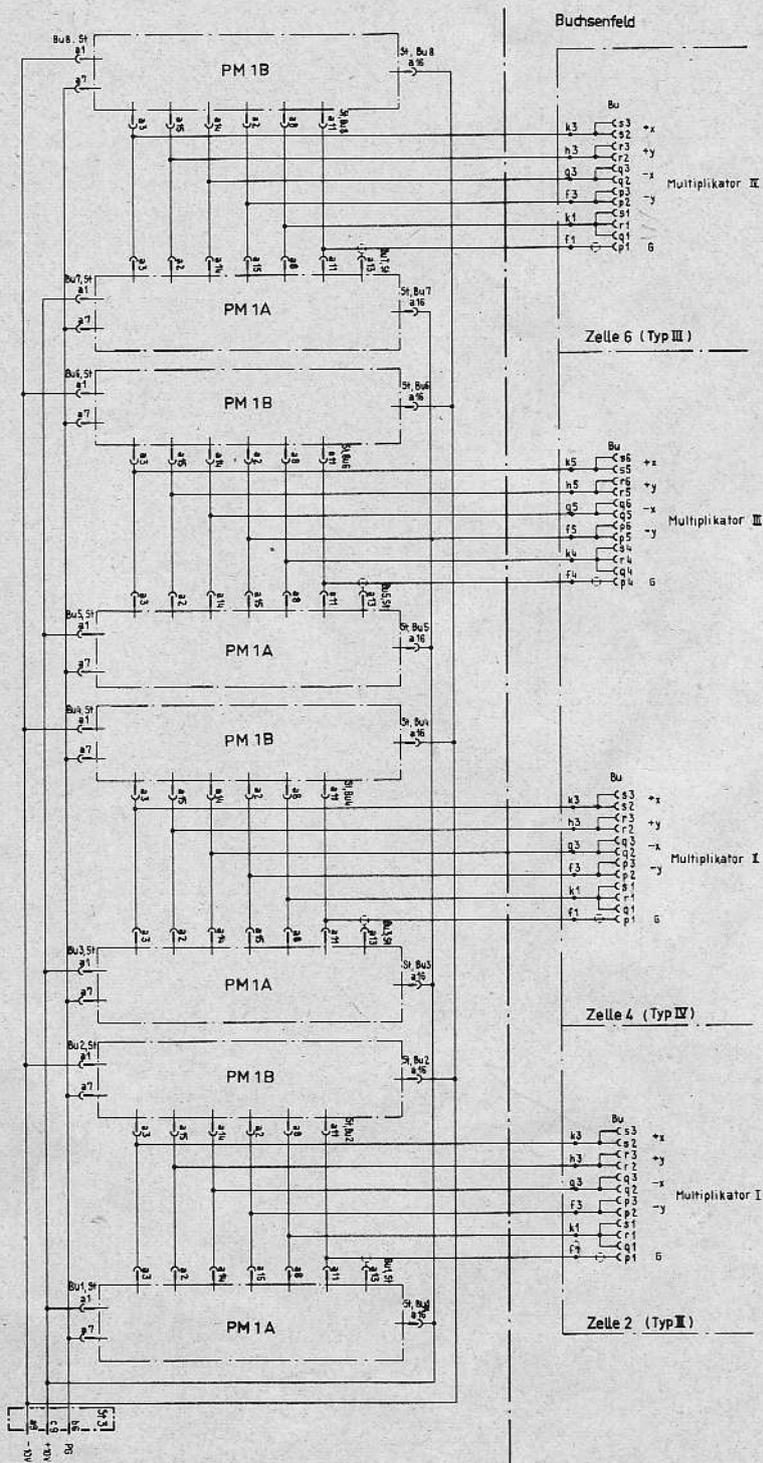


Bild 21 Stromlaufplan des Multiplikators

Änderung:

Kontakt b5,6 ist auf das Programmierfeld geführt worden

ist die Kurzschlußbrücke K getrennt, liegt eine normale Funktionsausgabe vor.
Wird K aufgetrennt, so wird das Funktionsausgabennetzwerk vom Folgeverstärker
getrennt und dieses liegt als offener Verstärker vor.

E ○
G ○
G ○
A ○

offener Verstärker

Programmierfeld

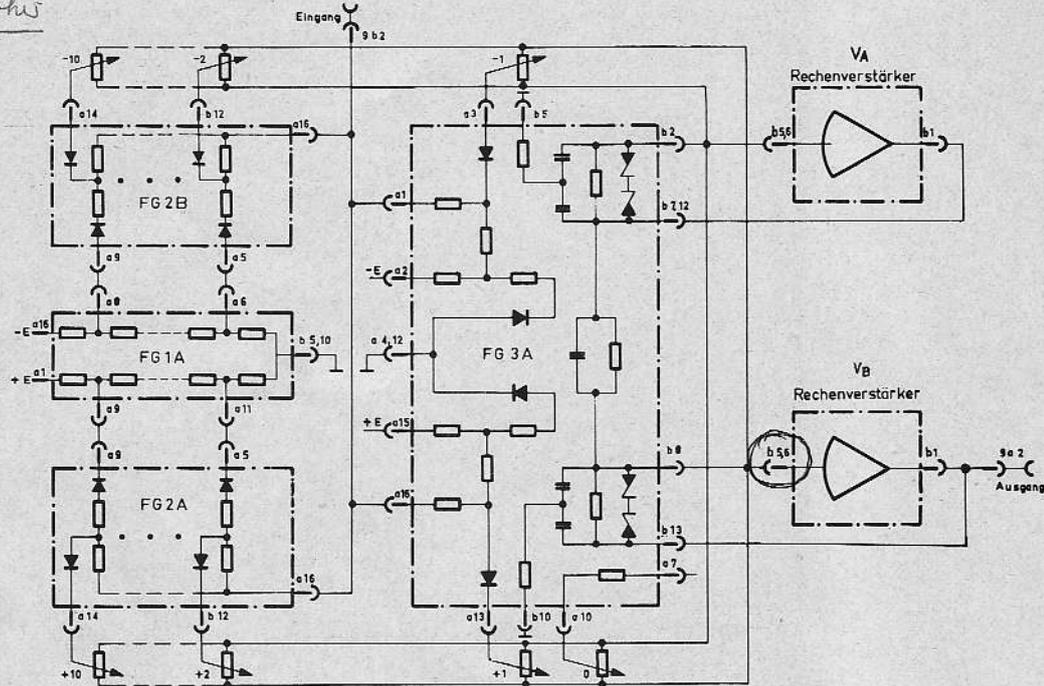


Bild 22 Schaltung eines Funktionsgebers

3.5 Freie Dioden

Um spezielle Funktionen erzeugen zu können, enthält der Tisch-Analogrechner acht freie Dioden. Die Kathode und Anode jeder Diode sind an zwei parallel geschaltete gelbe Buchsen des Programmierfeldes angeschlossen. Polung und Schaltung sind aus der Frontplattenbeschriftung zu ersehen. Die Dioden sind auf der Frontplatte so angeordnet, daß sie in der Nähe von freien Potentiometern oder Verstärkern liegen, mit denen zusammen sie meist betrieben werden. Die speziellen Funktionen, die erzeugt werden können, sind vielfältig, z. B. Begrenzerfunktionen, Hysterisis, Getriebelose, Treppenfunktionen, tote Zonen, Betragsbildung und andere.

3.6 Komparatoren

Zum Schalten einer Rechengröße in Abhängigkeit von einer zweiten werden Komparatoren benutzt. Zum Aufbau der Komparatoren dienen die eingebauten Rechenrelais. Den beiden Rechenrelais sind die braunen Buchsen des Programmierfeldes zugeordnet. An die Buchsen sind sowohl die Wicklungen als auch die Kontakte der Relais angeschlossen. Die Beschriftung ist unmißverständlich. Als Relais werden polarisierte Relais mit zweiseitiger Ruhelage verwendet. Das Umlegen der Kontakte erfolgt durch Ändern der Stromrichtung in der Wicklung. Der Kontakt bleibt jedoch in seiner Lage, wenn der Erregerstrom zu 0 wird. Die Zuordnung der Kontaktlage ist aus der Beschriftung ersichtlich. Liegt an der Wicklung eine Spannung, deren Polarität gleich der der Beschriftung ist, dann legt sich der Kontakt in die mit \oplus bezeichnete Lage.

3.7 Programmierfeld

Am Programmierfeld sind die Ein- und Ausgänge aller Rechenelemente sowie die Maschineneinheit (+ 10 V und - 10 V) zugänglich. Außerdem befinden sich dort die Trennstellen zum Umschalten der Rechenverstärker und zum Unterbrechen der Abschaltleitung, der Eingang der Kompensations-Meßeinrichtung, die Anschlüsse zum Betrieb von Ein- und Ausgabegeräten sowie einige potentialfreie Buchsen und geerdete Buchsen.

Die Zuordnung der Buchsen zu den Rechenelementen ist in Bild 24 ersichtlich. Die Bedeutung der Farben und Beschriftung der Buchsen wird im folgenden einzeln beschrieben.

3.7.1 Buchsenfelder

Rechenverstärker

Die einzelnen Felder der Rechenverstärker sind mit den entsprechenden Verstärkernummern beschriftet. Die **Eingangsbuchsen** sind dunkelgrün, die **Ausgänge** rot. Die Beschriftung der Eingangsbuchsen weist auf die verschiedenen **Bewertungsfaktoren** hin. Die mit „S“ bezeichnete Buchse stellt den **Eingangs-Summenpunkt** dar. Die Verbindungslinie zwischen den roten Buchsen kennzeichnet die Parallelschaltung dieser Buchsen.

Die Trennstellen zum Umschalten der **Summatoren/Integratoren** liegen an weißen Buchsen. Beim Betrieb eines solchen Verstärkers als Summator werden die beiden durch das Summenzeichen gekennzeichneten Buchsenpaare durch einen vierpoligen Umschaltstecker miteinander verbunden. Beim Betrieb des Verstärkers als Integrator wird der Umschaltstecker in die um das Integralzeichen gruppierten Buchsen gesteckt. Der **Integrationskondensator** wird durch Überbrücken der weißen Buchsen gewählt, die auf der Frontplatte symbolisch durch den Bewertungsfaktor „1“ oder „10“ verbunden sind. Die **Anfangsbedingungen** für die Integration werden dem Integrator über die mit „A“ beschriftete weiße Buchse eingegeben.

Bei den **nicht umschaltbaren Summatoren** stellen die weißen Buchsen die Trennstelle in der **Rückführung** dar. Die Buchse R liegt am Rückführwiderstand, die Buchse G am Verstärker.

Funktionsgeber

Die Buchsenfelder für die beiden Funktionsgeber sind entsprechend den Nummern der Funktionsgeber mit „F1“ und „F2“ beschriftet. Die **Eingangsbuchsen** sind dunkelgrün, die **Ausgangsbuchsen** rot.

Multiplikatoren

Die dunkelgrünen **Eingangsbuchsen** der Multiplikatoren sind mit den Bezeichnungen der Parabeläste beschriftet. Jedem Eingang sind zwei parallel geschaltete Buchsen zugeordnet.

Die weiße, mit G bezeichnete Buchse dient zu der zur Komplettierung des Multiplikators erforderlichen **Zusammenschaltung des Multiplikator-Netzwerkes mit einem Verstärker**. Sie wird mit der Buchse G des Verstärkers verbunden.

Die roten Buchsen sind im Innern des Gerätes mit dem **Rückführwiderstand des Multiplikators** verbunden. Sie müssen bei der Zusammenschaltung mit dem Verstärker mit dessen Ausgang verbunden werden. Da der Verstärkerausgang zugleich der Ausgang des kompletten Multiplikators ist, stehen also insgesamt fünf Ausgangsbuchsen zur Verfügung, zwei im Buchsenfeld des Multiplikators und drei im Buchsenfeld des Verstärkers.

Koeffizientenpotentiometer

Die Anschlußbuchsen der Koeffizientenpotentiometer sind einzeln mit den Nummern der Potentiometer beschriftet. Die Schleifer der Potentiometer sind an orange Buchsen geführt. Der Anfang jedes Potentiometers ist geerdet mit Ausnahme der Potentiometer 5, 10, 11

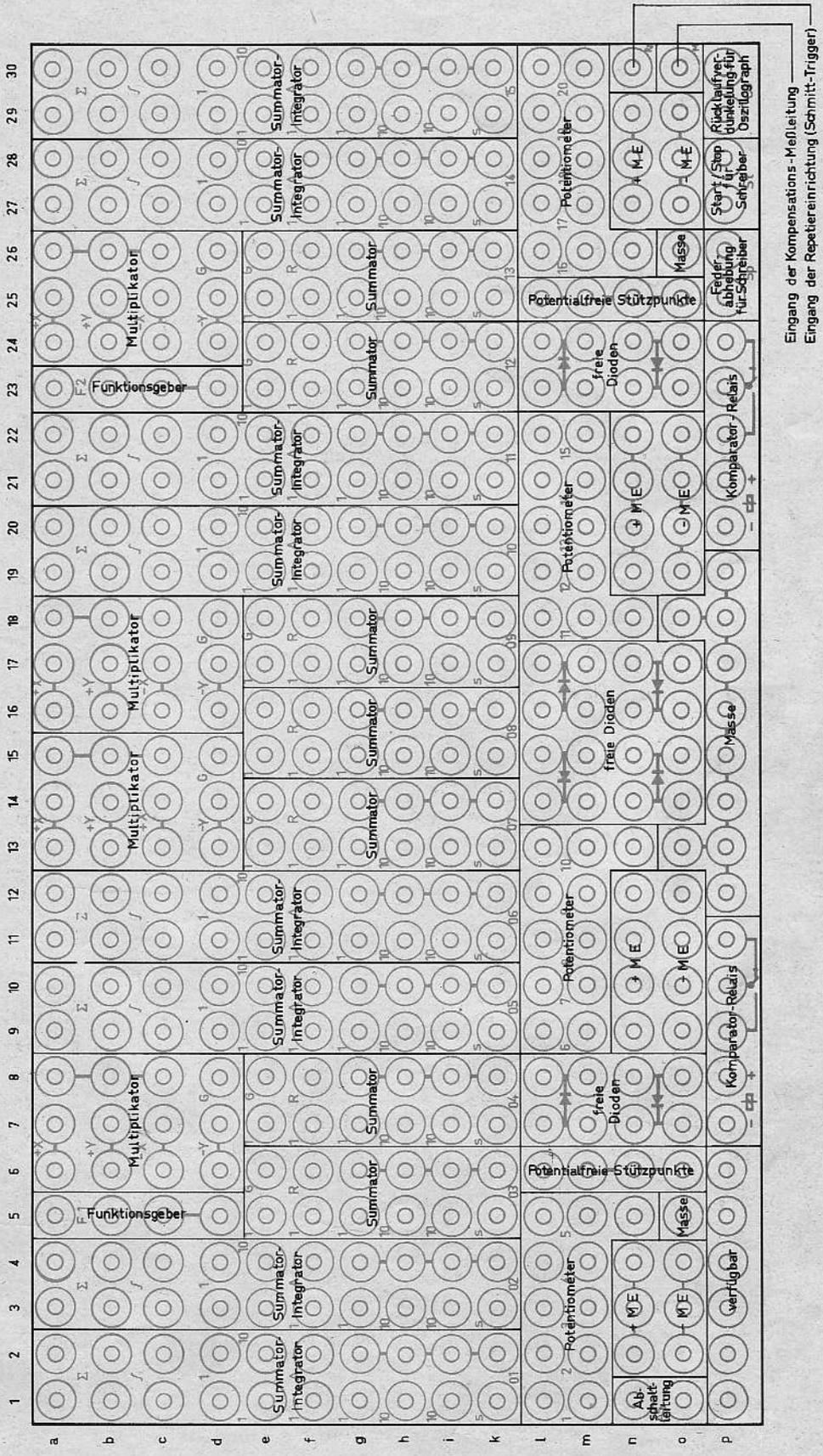
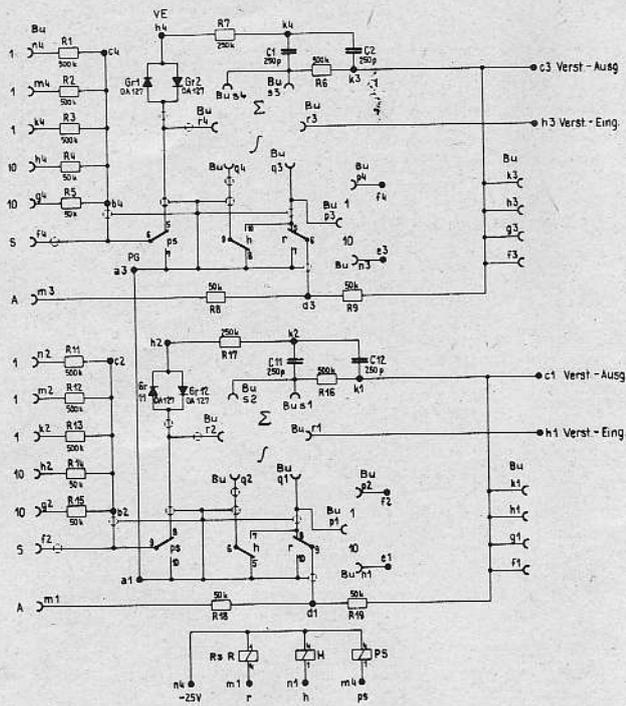


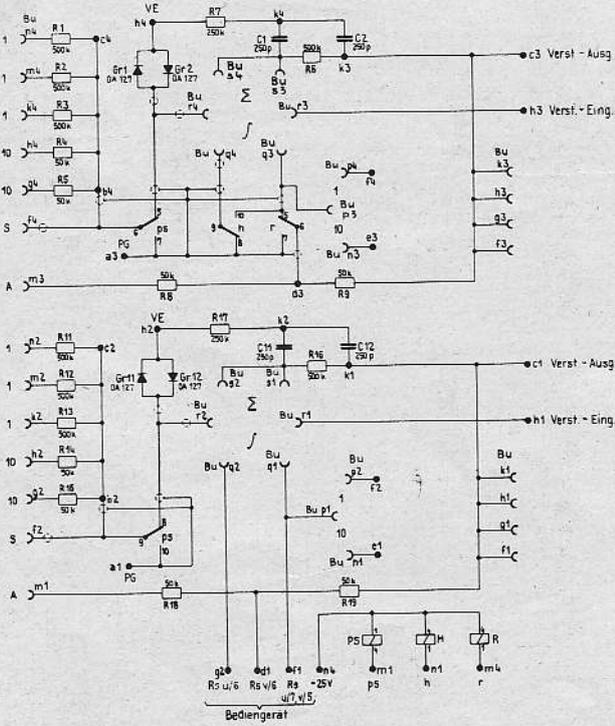
Bild 24 Einteilung des Programmierfeldes



Rs H, PS, R

h	h1	h3
i	i1	i3
l	l1	l3

Bild 25 Stromlaufplan der Zelle Typ I



Rs H, PS, R

h	h1	h3
i	i1	i3
l	l1	l3

Bild 26 Stromlaufplan der Zelle Typ II

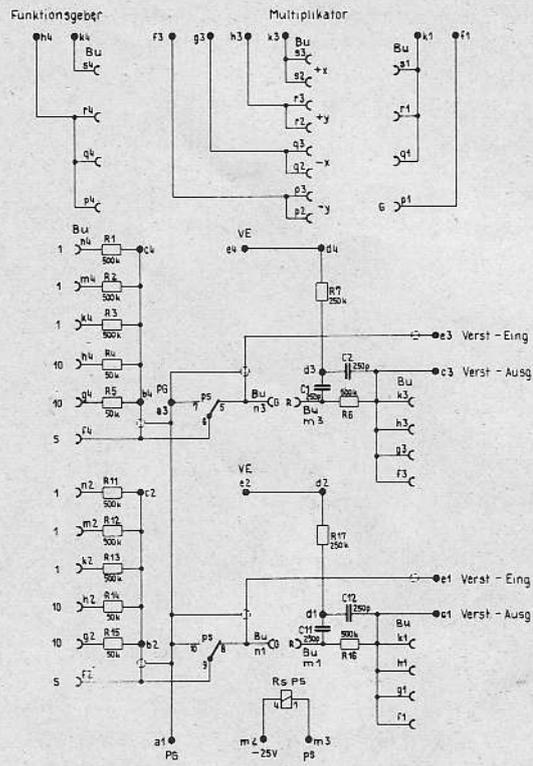


Bild 27 Stromlaufplan der Zelle Typ III

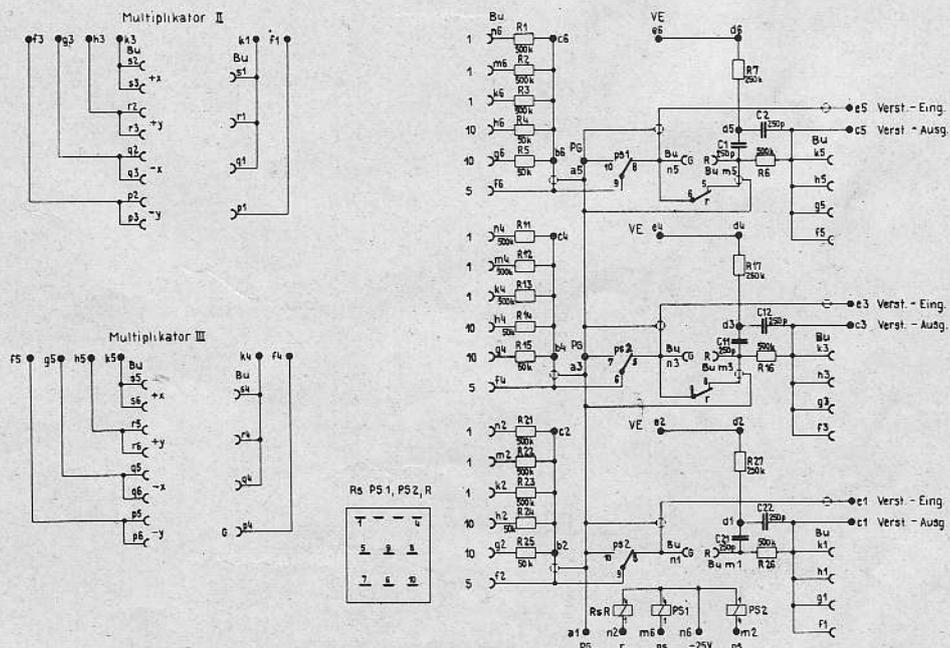


Bild 28 Stromlaufplan der Zelle Typ IV

und 16. Die Endanschlüsse liegen an den hellgrünen Buchsen. Die Anfänge der ungeerdeten Potentiometer sind mit den dunkelgrünen Buchsen der Buchsenfelder der Potentiometer verbunden.

Freie Dioden

Die Anschlußbuchsen der freien Dioden sind gelb. Die Polung der Dioden ist aus der symbolischen Beschriftung der Frontplatte ersichtlich.

Maschineneinheit

Die Maschinenspannung + E (+ 10 V) liegt an den roten, die Maschinenspannung - E (- 10 V) an den blauen Buchsen.

Komparator-Relais

Die Anschlußbuchsen für die beiden Komparator-Relais sind braun. Die Zuordnung der Anschlüsse ist aus der symbolischen Beschriftung ersichtlich.

3.7.2 Zellen

Hinter dem Programmierfeld sind in sieben Zellen viererlei Typs (Bild 25... 28), die Rechenwiderstände und Rückführglieder untergebracht. An den Zellen befinden sich die zum Umschalten der Rechenverstärker bei den verschiedenen Betriebsarten (s. 3.8.1) erforderlichen Relais.

Die Verbindungen der Zellen untereinander und mit den Steckern des Einschubes sind im Stromlaufplan (Bild 29) dargestellt. Außerdem ist dort die Verdrahtung der nicht an den Zellen angeschlossenen Buchsen ersichtlich.

3.8 Bediengerät

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

3.8.1 Betriebsarten-Wahlschalter

Der Betriebsarten-Wahlschalter besteht aus einem sechsteiligen Tastenaggregat. Durch die Tasten werden die Relais geschaltet, die die weiteren Schaltfunktionen übernehmen. Die Tasten sind gegeneinander mechanisch verriegelt, so daß jeweils nur eine Betriebsart eingestellt werden kann.

Je nach der Betriebsart müssen die Relais H, R und PS entsprechend der nachstehenden Tabelle erregt (schwarz) oder stromlos (weiß) sein.

Betriebsart	Relais		
	H	R	PS
Pause			
Rechnen			
Halt			
Pot.-Einst.			

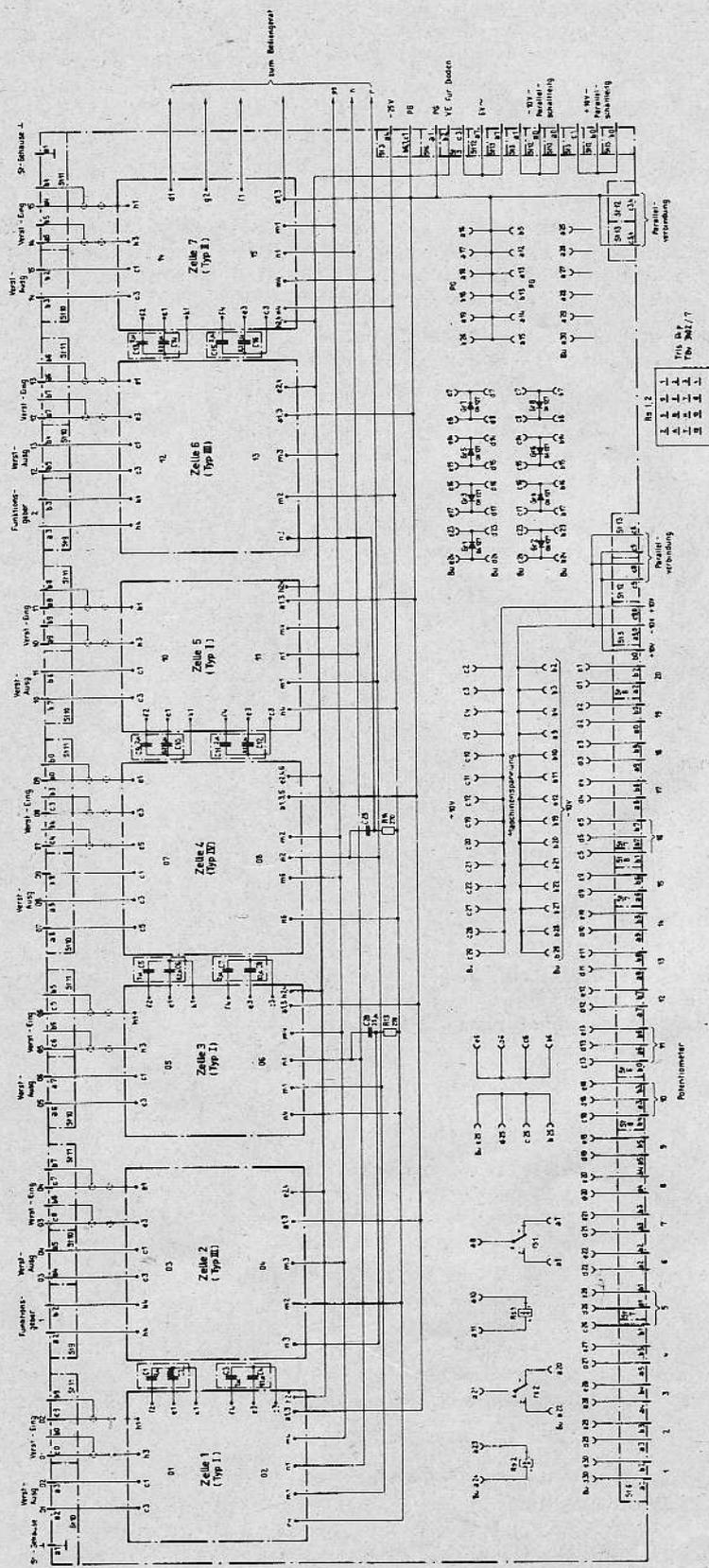


Bild 29 Anschlüsse der Zellen und der unteren fünf Buchsenreihen

Diese Relais befinden sich an den verschiedenen Zellen des Einschubes (s. Bilder 25 ... 28). Je ein Satz der Relais ist zwei Rechenverstärkern zugeordnet. Bei den Sätzen für die nicht umschaltbaren Verstärker (Summatoren) entfällt das Relais H. Für den Verstärker 15 erfüllt das Relais U die Funktion des Relais H und das Relais V die Funktion des Relais R.

3.8.1.1 Dauerrechnen

Nach Druck auf die Taste „Dauerrechnen“ läuft die Rechnung so lange, bis sie durch Druck auf eine andere Taste unterbrochen oder angehalten wird. Eine Ausnahme macht der Verstärker 15, der auch nach dem Einschalten der Betriebsart Dauerrechnen repetierend rechnet, wenn er mit dem Repetierstecker beschaltet ist (s. 3.1).

Beim Drücken auf die Taste schließen die nachstehend aufgeführten Schalter – (z. B. S3/3,4) und Relaiskontakte (z. B. d3/6,7) – folgende Stromkreise:

- S3/3,4 den Erregerstromkreis (25 V) des Relais D3, das daraufhin anzieht
- d3/6,7 den Lampenstromkreis für die Lampe La 3 (in der Taste „Dauerrechnen“)
- d3/9,10 den Erregerstromkreis aller R-Relais (r-Leitung)
- d3/12,13 den Erregerstromkreis aller H-Relais (h-Leitung).

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

S3/6,7 schließt außerdem den Erregerstromkreis des Relais D4.

Die von diesem geschalteten Stromkreise unterscheiden sich in Abhängigkeit davon, ob der Rechner mit Eigensteuerung oder mit Fremdsteuerung betrieben wird.

Bei Eigensteuerung (Relais F erregt):

- d4/9,10 schließt über f/9,10 den Erregerstromkreis für das Relais V.
- d4/12,13 schließt über f/6,7 den Erregerstromkreis für das Relais U,

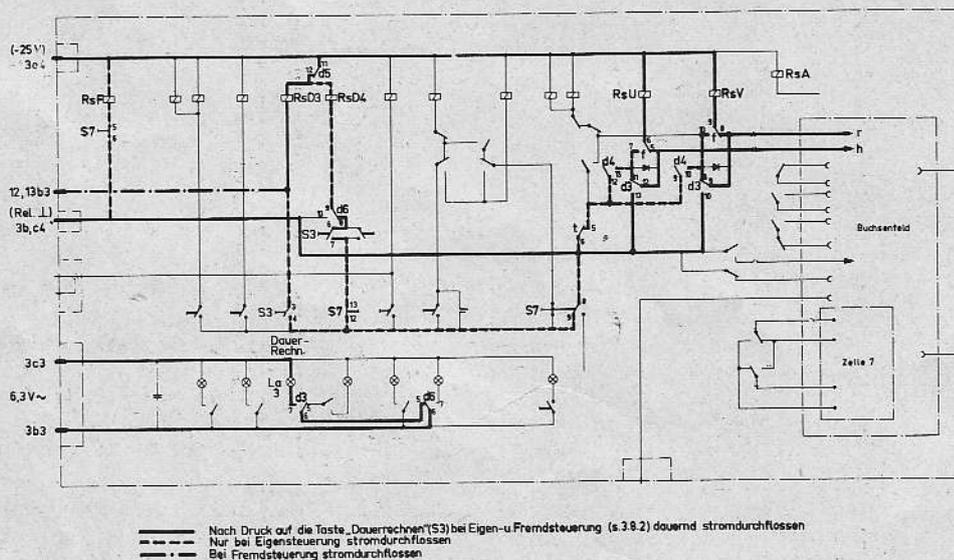


Bild 30 Stromkreise bei Dauerrechnen

so daß jetzt auch der Verstärker 15 auf Dauerrechnen geschaltet ist.

Bei der Beschaltung des Rechners mit dem **Repetierstecker** arbeitet der Verstärker 15 repetierend, d. h. durch sein Zusammenspiel mit dem Schmitt-Trigger sowie den Relais A, J, JH und T (s. 3.8.1.2) werden die Relais U und V abwechselnd erregt und stromlos, entsprechend den Betriebsarten „Rechnen“ und „Pause“. Die Relais H und R werden von diesem Spiel nicht betroffen, da sie über die Kontakte d3/12,13 und d3/9,10 dauernd an der Erregerspannung liegen bleiben.

Bei Fremdsteuerung (Relais F stromlos)

kommt repetierendes Rechnen des Verstärkers 15 nicht in Frage. Aus diesem Grunde wird das Relais V über den Kontakt f/8,9 den Relais R und das Relais U über den Kontakt f/5,6 den Relais H parallel geschaltet.

3.8.1.2 Repetierendes Rechnen

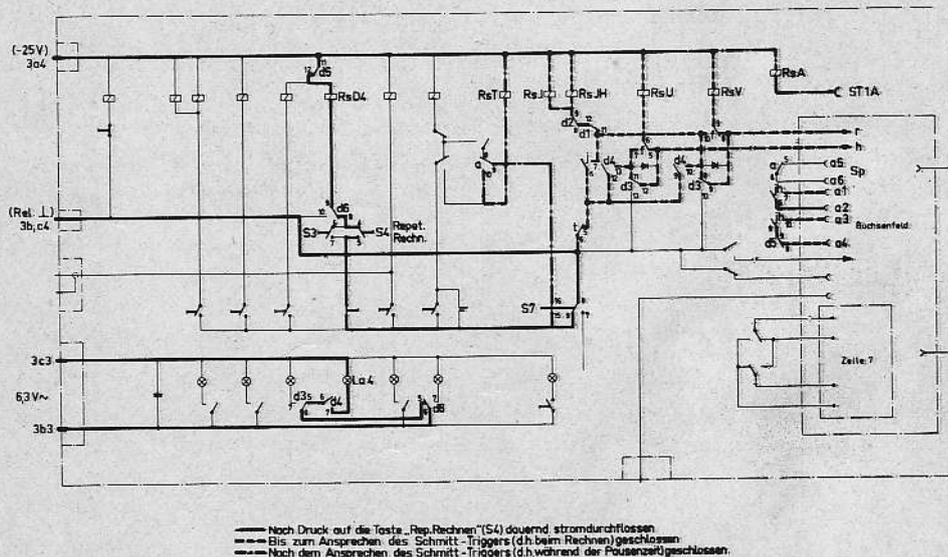


Bild 31 Stromkreise bei repetierendem Rechnen

Bei dieser Betriebsart wird der Rechner automatisch abwechselnd auf die den Betriebsarten „Rechnen“ und „Pause“ entsprechenden Zustände umgeschaltet.

Als Zeitgeber für das Rechnen wird vorzugsweise der mit dem Repetierstecker beschaltete Verstärker 15 benutzt. Die Ausgangsspannung des Verstärkers wird über den Repetierstecker an den Eingang (Buchse Rp) des Schmitt-Triggers ST 1 A gelegt. Durch den Schmitt-Trigger wird das Relais A erregt, sobald die Verstärkerausgangsspannung + 10 V überschreitet. Das Relais A löst in der unten näher beschriebenen Weise die Umschaltung von „Rechnen“ auf „Pause“ aus.

Die Rechenzeit ist an dem am Eingang des Verstärkers 15 liegenden Koeffizientenpotentiometer – das ist bei Verwendung des Repetiersteckers das Potentiometer 20 – einstellbar. Die Pausenzeit wird durch wahlweises Einschalten verschieden großer Kondensatoren durch den Pausenschalter (S 8) definiert. Der jeweils eingeschaltete Kondensator wird während der Rechenzeit aufgeladen und entlädt sich in der darauffolgenden Pause. Nach seiner Entladung wird das Relais A stromlos, wodurch nunmehr die Umschaltung von „Pause“ auf

„Rechnen“ eingeleitet wird.

Grundsätzlich kann nicht nur der Verstärker 15, sondern auch jeder andere Verstärker als Zeitgeber verwendet werden. Er muß dann aber anstatt mit dem Repetierstecker mit Hilfe einzelner Rechenschnüre entsprechend programmiert werden.

Nach dem Einschalten der Betriebsart „Repetierendes Rechnen“ durch die Taste „Rep. Rechnen“ entstehen folgende Stromkreise:

- S4/4,5 schließt über d6/8,9 den Erregerstromkreis des Relais D4 (das Relais liegt über d5/11,12 an - 25 V)
- d4/6,7 schließt den Lampenstromkreis für die Lampe La 4 (in der Taste „Rep. Rechnen“)
- d4/9,10 schließt den Erregerstromkreis aller R-Relais (r-Leitung) über d3/8,9 schließt den Erregerstromkreis des Relais V, über f/9,10 oder f/9,8 und d3/9,8, abhängig davon, ob das Relais F erregt oder stromlos ist (Eigen/Fremdsteuerung)
schließt die Erregerstromkreise für die Relais J und JH
- j/6,7 schließt über t/5,6 einen Haltestromkreis für die Relais J und JH
- jh/6,7 hebt, falls ein Oszillograph an den Rechner angeschlossen ist, dessen Rücklaufverdunkelung auf
- jh/9,10 startet den ggf. an den Rechner angeschlossenen Schreiber
- d4/12,13 schließt über t/5,6 und d3/11,12 den Erregerstromkreis für alle Relais H (h-Leitung)
schließt den Erregerstromkreis des Relais U, über t/5,6 und f/6,7 oder f/6,5, abhängig davon, ob der Rechner mit Eigen- oder Fremdsteuerung betrieben wird (Relais F erregt oder stromlos).

Damit beginnt die Maschine zu rechnen und die mit der Rechenzeit ansteigende Ausgangsspannung des als Zeitgeber benutzten Verstärkers gelangt in den Schmitt-Trigger. Übersteigt sie den Schwellwert + 10 V des Schmitt-Triggers, so wird das Relais A erregt und der Rechner auf „Pause“ umgeschaltet.

- a/5,6 bewirkt das Abheben der Feder eines ggf. an den Rechner angeschlossenen Schreibers (durch Öffnen des über die Buchsen „Sp“ geschleiften Stromkreises)
- a/9,10 schließt über S7/16,15 den Erregerstromkreis des Relais T, jedoch nur bei Eigensteuerung, denn bei Fremdsteuerung wird das Relais über 12 b 7 oder 13 b 7 vom Kommandogerät aus geschaltet
- t/5,6 trennt den Erregerstromkreis der Relais J und JH auf
trennt den Erregerstromkreis aller Relais H und R sowie der Relais U und V auf.

Damit ist die Umschaltung auf den Zustand „Pause“ vollzogen. Das Relais A bleibt angezogen, bis die Pausenzeit abgelaufen ist. Dann fällt es ab und

- a/9,10 trennt den Erregerstromkreis des Relais T
- t/5,6 schließt wieder die Stromkreise für die Relais H, R, U, V, J und JH.

Die Bedingungen für den Zustand „Rechnen“ sind somit erneut erfüllt, bis das Relais A wieder anzieht.

3.8.1.3 Einmal Rechnen

Durch Druck auf die Taste „1 × Rechnen“ wird ein einmaliger Ablauf des Rechnens ausgelöst. Der Verstärker 15 muß mit dem Repetierstecker beschaltet oder ein anderer Verstärker muß als Zeitgeber programmiert werden (s. 3.8.1.2). Die Rechenzeit ist wie beim repetierenden Rechnen einstellbar. Einmal Rechnen kann über die Photobuchse auch vom Photoapparat aus ausgelöst werden.

- S6/3,4 (oder der Blitzlichtkontakt des an die Photobuchse angeschlossenen Photoapparates) schließt über t/9,8 und d2/11,12 kurzzeitig (die Taste rastet nicht ein) den Erregerstromkreis des Relais D6
- d6/12,13 schließt einen Haltestromkreis für das Relais D6
- d6/6,7 legt Spannung an die Lampe La 6, die sich in der Taste „1 × Rechnen“ befindet

d6/9,10 schließt den Erregerstromkreis des Relais D4.

Das Relais D4 bewirkt nunmehr dieselben Umschaltungen, die auch beim repetierenden Rechnen den Beginn des Rechnens einleiten (s. 3.8.1.2). Wie beim repetierenden Rechnen dauert auch jetzt der Rechenvorgang selbst bis zur Erregung des Relais A über den Schmitt-Trigger.

a/8,9 trennt den über d6/12,13 geschleiften Haltestromkreis des Relais D6 auf.

Das Relais A fällt je nach Stellung „0,1 s“ oder „1 s“ des Pausenschalters nach der entsprechenden Zeit wieder ab. Eine Wiederholung des Rechenvorgangs kann nur durch erneutes Drücken der Taste „1 × Rechnen“ ausgelöst werden.

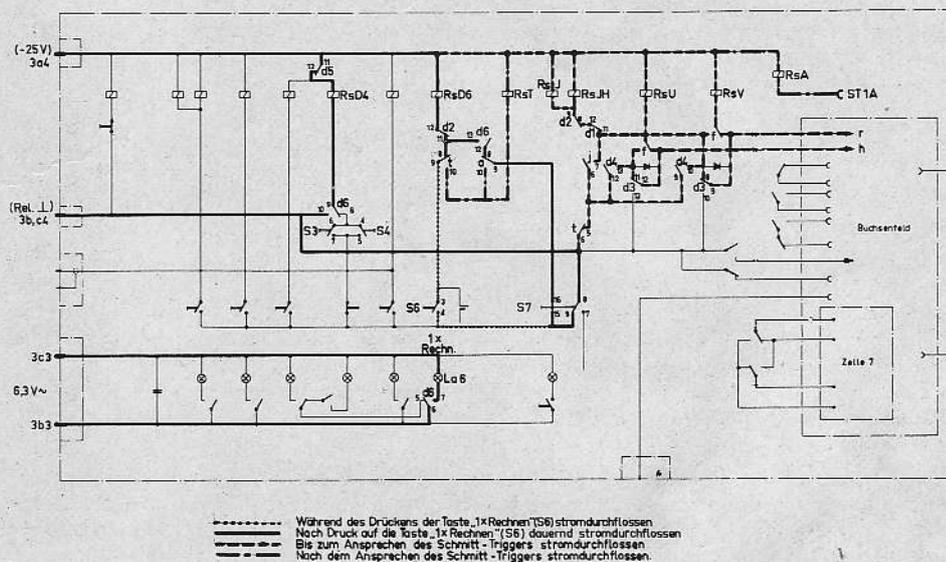


Bild 32 Stromkreise bei Einmal Rechnen

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

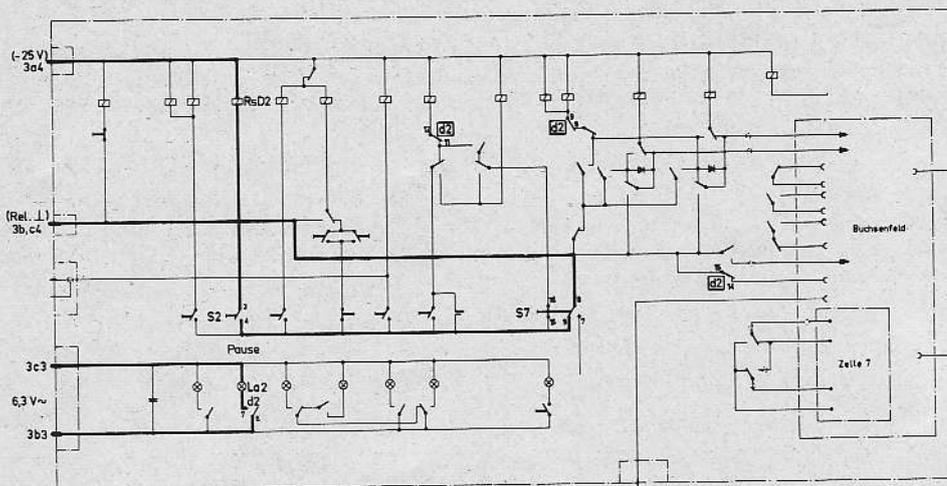
3.8.1.4 Pause

Beim Drücken der Taste „Pause“ werden die laufenden Rechnungen abgebrochen, und die Integratoren nehmen die Anfangswerte an. Die Taste muß vor Beginn jeder Rechnung betätigt werden.

S2/3,4 schließt den Erregerstromkreis des Relais D2

d2/6,7 legt die Lampe La2, die sich in der Taste befindet, an Spannung.

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



— Nach Druck auf die Taste „Pause“ (S2) stromdurchflossen
 [d2] Relaiskontakt zum Auftrennen evtl. vorhandener Haltestromkreise.

Bild 33 Stromkreise bei Pause

3.8.1.5 Halt

Durch Druck auf die Taste „Halt“ wird die Rechnung angehalten, d. h. die Maschinenzeit bleibt stehen, und die im Augenblick des Haltens bestehenden Rechenspannungen bleiben erhalten. Halten ist bei Dauerrechnen, repetierendem Rechnen und $1 \times$ Rechnen, also bei allen Rechenarten, möglich.

- S5/3,4 schließt den Erregerstromkreis des Relais D5
- d5/6,7 legt die in der Taste „Halt“ befindliche La 5 an Spannung
- d5/8,9 setzt den ggf. an die Buchsen „St“ angeschlossenen Schreiber still
- d5/11,12 unterbricht die Erregerstromkreise der Relais D3 und D4
- d3/12,13 trennt – bei vorherigem Dauerrechnen bei Eigensteuerung des Rechners (Relais F erregt) – den Erregerstromkreis aller Relais H (h-Leitung) auf,
 trennt – bei vorherigem Dauerrechnen bei Fremdsteuerung des Rechners (Relais F stromlos) – den Erregerstromkreis aller Relais H und den des Relais U auf
- d4/12,13 trennt – bei vorherigem repetierendem Rechnen oder Dauerrechnen – den Erregerstromkreis aller Relais H und den des Relais U auf.

Die Relais J und JH bleiben von der vorherigen Betriebsart her erregt, so daß über deren Kontakte auch die Relais R und V erregt bleiben. Somit sind die Bedingungen für die Betriebsart Halt erfüllt.

Automatisches Halten

Die Betriebsart Halt kann auf Wunsch auch durch den Anzug der Übersteuerungsrelais der Rechenverstärker (s. 3.1) ausgelöst werden. Zu diesem Zweck ist ein an der Wicklung liegender Arbeitskontakt jedes Übersteuerungsrelais mit einer Abschaltleitung verbunden, die über die Buchse „AS“ des Programmierfeldes zur Relaiserde des Bediengerätes durchgeschaltet werden kann. Zieht dann ein Übersteuerungsrelais an, so entsteht zunächst über die Abschaltleitung ein Haltestromkreis.

Zugleich mit der Wicklung wird durch denselben Kontakt des Übersteuerungsrelais auch eine Leitung an die aus dem Bediengerät herangeführte Relaiserde gelegt, die in das Bediengerät zurückführt und dort mit der Wicklung des Relais D5 verbunden ist. Das Relais D5 wird folglich ebenfalls erregt und bewirkt nunmehr die gleichen Vorgänge wie beim Anhalten des Rechners von Hand. Gegenseitige Beeinflussungen der Übersteuerungsrelais über die gemeinsamen Leitungen werden durch Dioden verhindert.

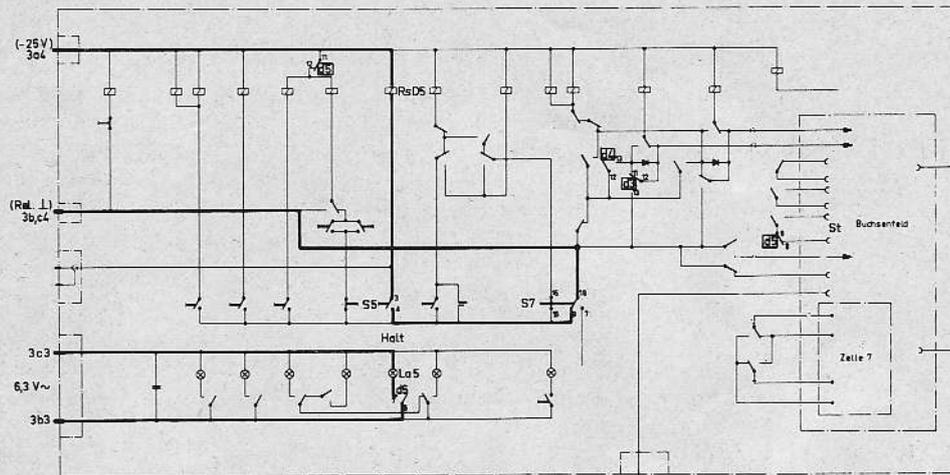


Bild 34 Stromkreise bei Halt

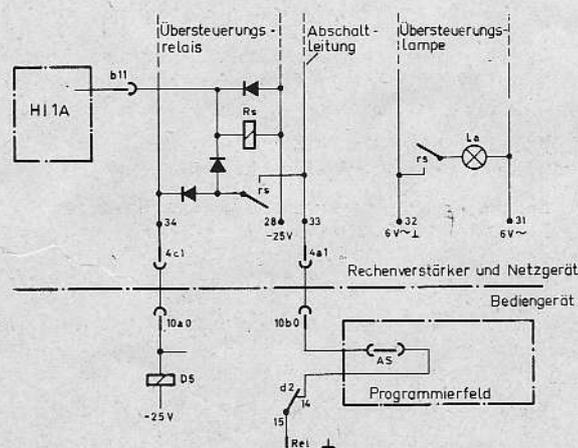


Bild 35 Stromkreise bei automatischem Halt

3.8.1.6 Potentiometereinstellung

Beim Einstellen der Koeffizientenpotentiometer müssen die Potentiometer dem Betriebsfall entsprechend belastet werden, während die Verstärker abzutrennen sind, um Übersteuerung zu vermeiden. Die hierfür erforderlichen Umschaltungen werden von dem beim Drücken der Taste „Pot. Einst.“ erregten Relais PS bewirkt. Gleichzeitig wird der Eingang des Eichpotentiometers an + E (+ 10 V) gelegt und sein Ausgang, d. h. sein Mittelabgriff, mit der Kompensationsmeßeinrichtung verbunden. Außerdem wird der Eingang der Kompensationsmeßeinrichtung an das zum Einstellen angewählte Potentiometer gelegt. Die Auswahl dieses Potentiometers und dessen Anschluß an + E erfolgt durch Tastendruck am Potentiometerfeld.

- S1/3,4 schließt den Erregerstromkreis der Relais D1 und DH1
- d1/6,7 legt die in der Taste „Pot. Einst.“ befindliche Lampe La1 an Spannung
- d1/9,10 schließt den Erregerstromkreis für alle Relais PS (ps-Leitung)
- d1/11,12 trennt den ggf. von einer vorherigen Betriebsart her bestehenden Haltestromkreis der Relais J und JH auf
- d1/14,15 trennt den Schalterkontakt S8 II 12 von der Geräteerde PG, um zu verhindern, daß der Mittelabgriff des Eichpotentiometers R 11 über den Schalter geerdet werden kann
- dh1/6,7 legt den Eingang des Eichpotentiometers R 11 an + E (+ 10 V)
- dh1/8,9 trennt den Eingang der Kompensationsmeßeinrichtung von der Buchse „M“
- dh1/9,10 legt den Eingang der Kompensationsmeßeinrichtung an die Meßleitung, die über St 8 a 0 an den Mittelabgriff des zum Einstellen angewählten Potentiometers führt.

3.8.2 Eigen-/Fremdsteuerung

In den Abschnitten 3.8.1.1 bis 3.8.1.6 wurde die Wirkungsweise des Bediengerätes nur für Eigensteuerung beschrieben, mit Ausnahme der Unterschiede zwischen Eigen- und Fremdsteuerung beim Verstärker 15 (Relais U und V). Der wesentliche Unterschied zwischen Eigen- und Fremdsteuerung besteht jedoch darin, daß die Erregerstromkreise der Relais des Bediengerätes von fremdgesteuerten Rechnern nicht über die eigenen Tasten, sondern über die des Kommandogerätes geschlossen werden. Zu diesem Zweck sind über die Parallelschaltstecker und -kabel die betreffenden Relais aller fremdgesteuerten Rechner mit den entsprechenden Tasten des Kommandogerätes verbunden, und zwar:

Relais	über Stecker	an Taste
D1 und DH1	12b1/13b1	S1/3
D2	12b2/13b2	S2/3
D3	12b3/13b3	S3/3
D4	12b4/13b4	S3/6 und S4/4
D5	12b5/13b5	S5/3
D6	12b6/13b6	S6/3

Die Tasten des eigenen Betriebsarten-Wahlschalters werden dabei von Erde getrennt. Alle für das Umschalten von Eigensteuerung auf Fremdsteuerung erforderlichen Umschaltungen werden durch die Taste „Fremd“ bewirkt bzw. eingeleitet.

- S7/17,18 legt die Lampe La7 der Taste an Spannung
- S7/8,9 trennt die Tasten des Betriebsartenwahlschalters von Erde
- S7/12,13 trennt den Kontakt S3/7 vom Kontakt S3/4, um bei Aussteuerung des Relais D4 vom Kommandogerät die Anregung des Relais D3 über die (evtl.) gedrückte Taste S3 zu vermeiden

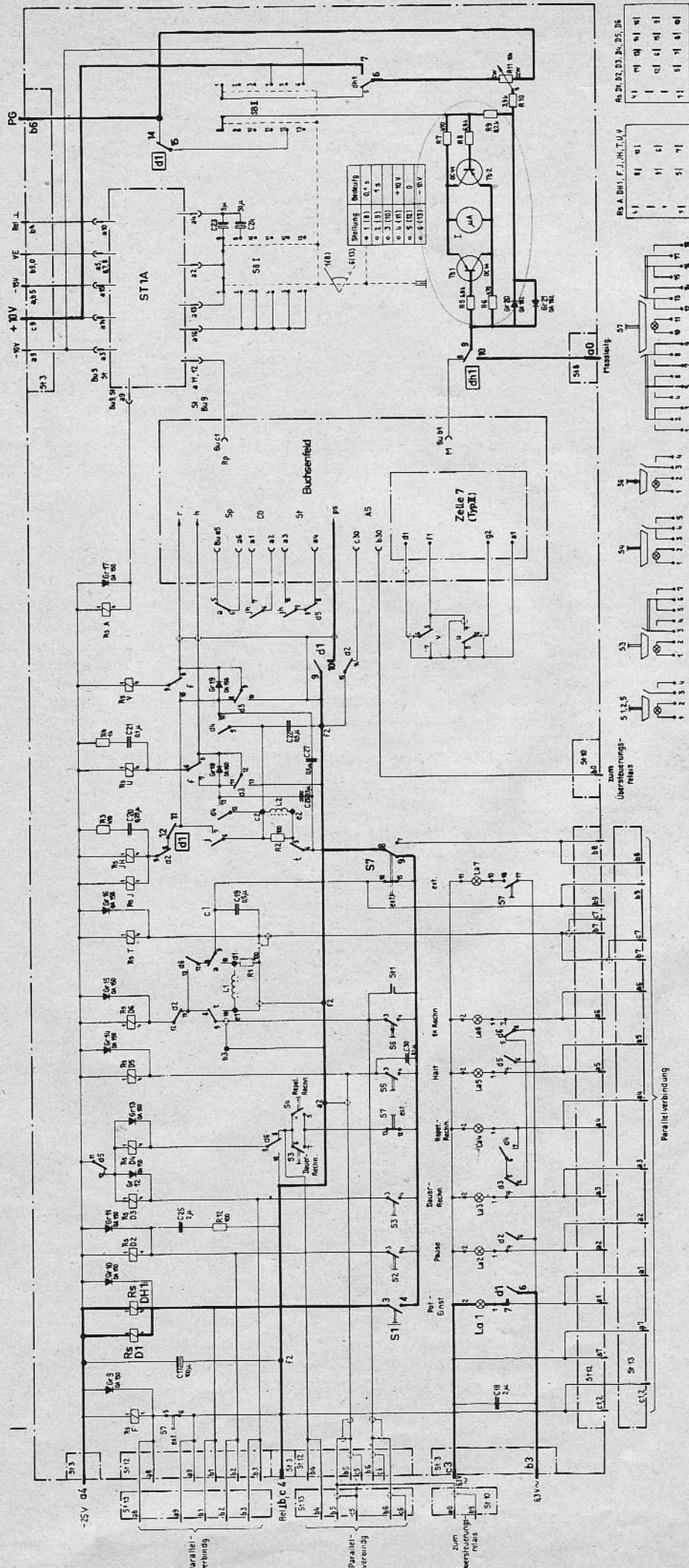


Bild 36 Stromlaufplan des Bediengerätes
(hervorgehoben: Stromkreise bei Potentiometereinstellung)

— Nach Druck auf die Taste „Pot. Einst.“ stromdurchlässigen
 [d1] [d7] Relaiskontakte zum „Auffremden evtl. bestehender Stromkreise“

- S7/7,8 verbindet die Relaiserde über 12 b 8 und 13 b 8 mit der der übrigen fremdgesteuerten Geräte
- S7/5,6 trennt den Erregerstromkreis des Relais F auf
- f/5,6 schaltet das Relais U dem Relais H parallel
- f/8,9 schaltet das Relais V dem Relais R parallel.

3.8.3 Pausenschalter

Der Pausenschalter wird außer zum Einstellen der Pausenzeit zum wahlweisen Anlegen von + E und - E an das Eichpotentiometer sowie zum Umgehen des Eichpotentiometers R 11 beim Anlegen einer Kompensationsspannung von 0 V (PG) an die Kompensations-Meßeinrichtung benutzt. Letztere ist, z. B. beim Abgleich der Rechenverstärker, erforderlich, um den Endwiderstand des Eichpotentiometers auszuschalten.

Die einzelnen Stellungen des Pausenschalters sind auf der Frontplatte des Bediengerätes unmißverständlich beschriftet.

3.8.4 Kompensations-Meßeinrichtung

In der Kompensations-Meßeinrichtung wird die zu messende Spannung an ein hochempfindliches Nullageinstrument gelegt und durch eine sehr genau einstellbare Vergleichsspannung aufgehoben. Die Vergleichsspannung wird an dem Eichpotentiometer R 11, einem zehngängigen Potentiometer mit einer Linearität von 0,1%, abgegriffen. Lastabhängige Anzeigefehler sind ausgeschlossen, da die Brücke im Augenblick des Abgleichs stromlos ist. Das Instrument ist durch die besondere Schaltung der Meßbrücke gegen Überstrom geschützt. Der Eingang der Kompensations-Meßeinrichtung ist normalerweise mit der Buchse „M“ des Programmierfeldes verbunden, wird aber beim Abgleich der Koeffizientenpotentiometer (s. 3.8.1.6) automatisch mit den abzugleichenden Potentiometern verbunden.

3.9 Stromversorgung

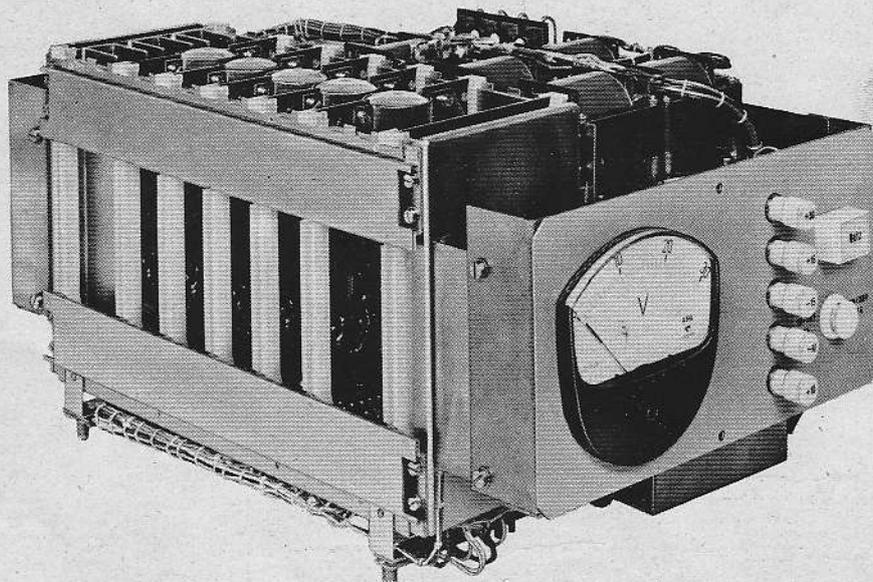


Bild 37 Montageeinheit Netzgerät NG 700

Das Netzgerät 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 + 15 V, - 15 V und + 30 V zur Versorgung der Rechelektronik, eine nichtstabilisierte Spannung von - 25 V zur Erregung der Relais, eine 400-Hz-Rechteckspannung von 14 und 20 V_{SS} zur Steuerung der Chopper und Phasengleichrichter sowie eine Wechselspannung von 6 V zur Speisung der Anzeige- und Kontrolllampen.

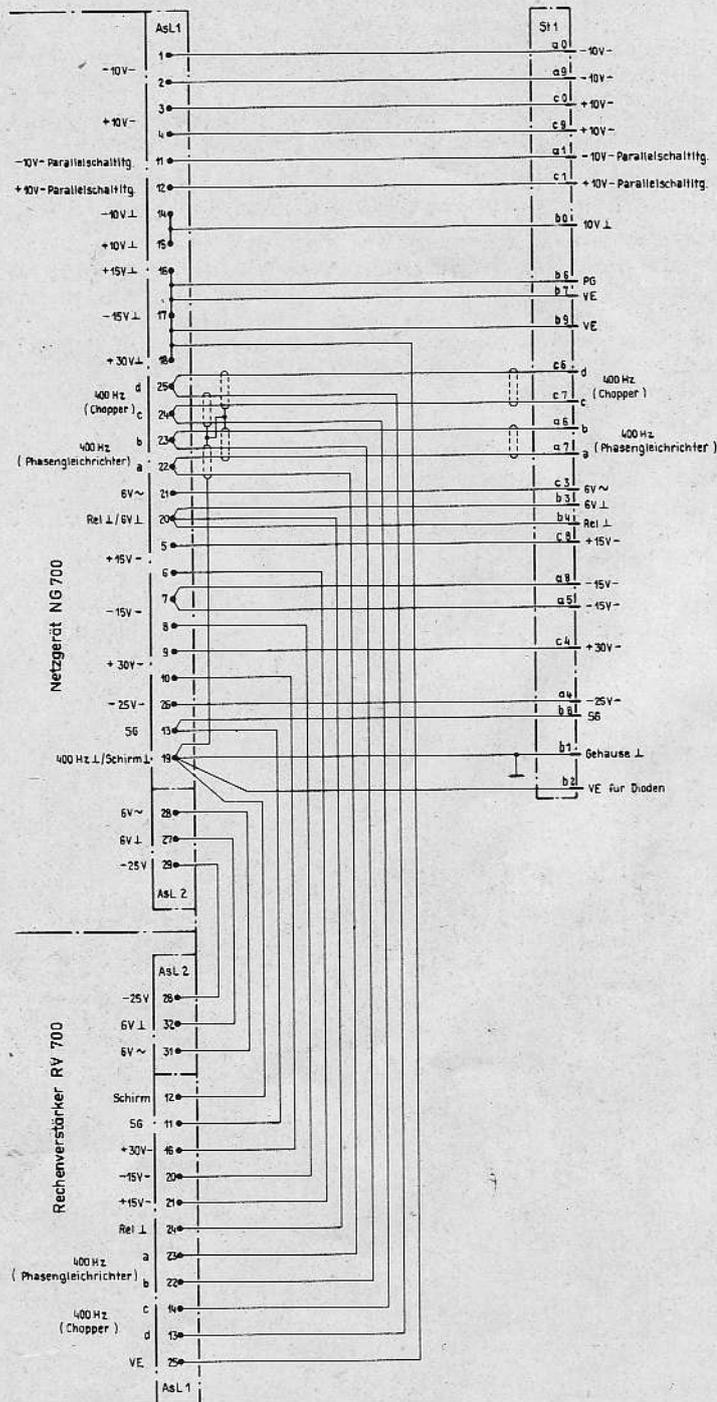


Bild 38 Anschluß der Montageeinheit Rechenverstärker an die Stromversorgung

Die Maschineneinheit ist an das Programmierfeld geführt und kann dort abgenommen werden. Für die positive Maschineneinheit sind 14 rote, für die negative 14 blaue und für die Spannung $\pm 0\text{ V}$ (Masse) 12 schwarze Buchsen vorgesehen.

Unter dem Netzschalter, einer Leuchtdrucktaste, befindet sich die Netzsicherung. Die fünf Leuchtdrucktasten mit den Beschriftungen „+ 30“, „+ 15“, „- 15“, „+ 10“ und „- 10“ links neben dem Netzschalter sind den der Beschriftung entsprechenden stabilisierten Spannungen zugeordnet und haben eine dreifache Funktion:

Aufleuchten einer Leuchttaste bedeutet, daß die betreffende Spannung, die durch ein schnelles Relais abgesichert ist, wegen eines Kurzschlusses abgeschaltet wurde, der z. B. durch einen Fehler beim Programmieren aufgetreten sein kann.

Durch das Drücken der Leuchttaste kann die ausgefallene Spannung nach Beheben des Kurzschlusses wieder eingeschaltet werden.

Beim Drücken der Taste wird der Betrag der Spannung vom Instrument des Netzgerätes stets angezeigt, dies auch ohne vorherigen Kurzschluß.

Die Versorgungsspannungen gelangen über die Verdrahtung des oberen Einschubes (Bild 38) in die Montageeinheit Rechenverstärker und über den Kabelbaum des Gestells in die übrigen Einschübe. Die Anschlüsse der Einschübe an den Kabelbaum sind in den Bildern 39...44 der Übersichtlichkeit halber für jede Spannung einzeln dargestellt. Die Verteilung der Versorgungsspannungen in den Einschüben ist aus dem jeweiligen Stromlaufplan ersichtlich. Die örtliche Lage der Stecker und Buchsen zeigt Bild 7.

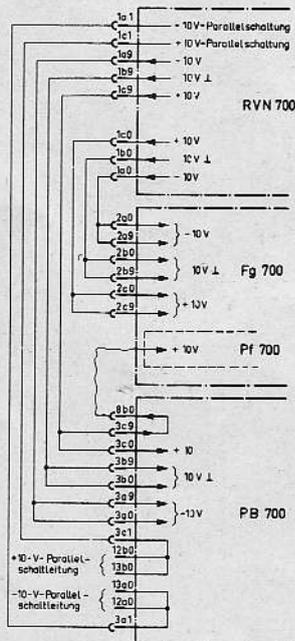


Bild 39 Verteilung der Maschinenspannung

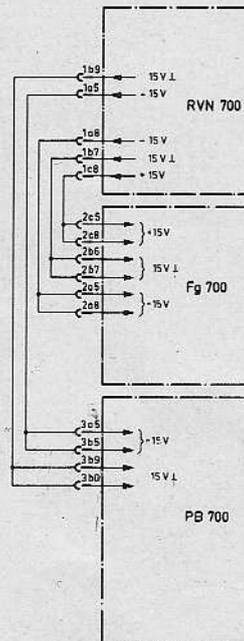


Bild 40 Verteilung der Spannungen + 15 V und - 15 V

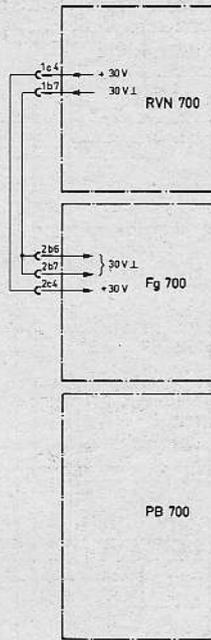


Bild 41 Verteilung der Spannung + 30 V

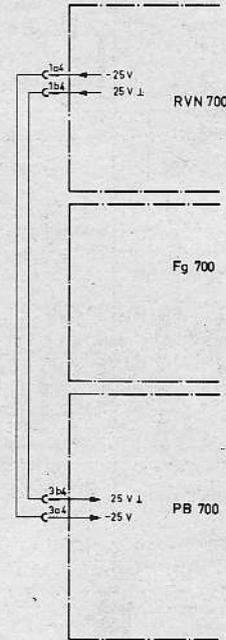


Bild 42 Verteilung der Relaisversorgungsspannung

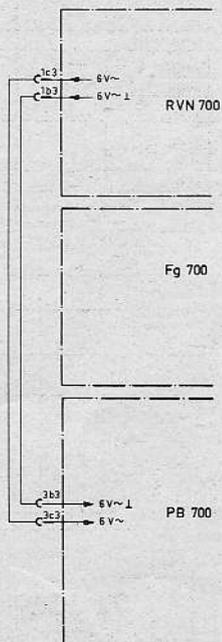


Bild 43 Verteilung der Lampenspannung

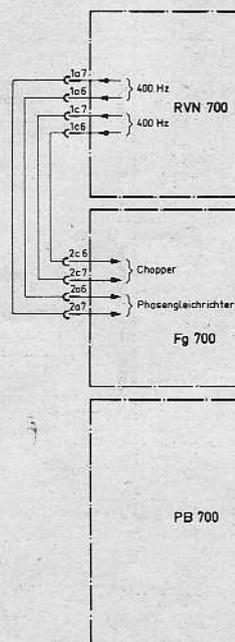


Bild 44 Verteilung der 400-Hz-Rechteckspannung

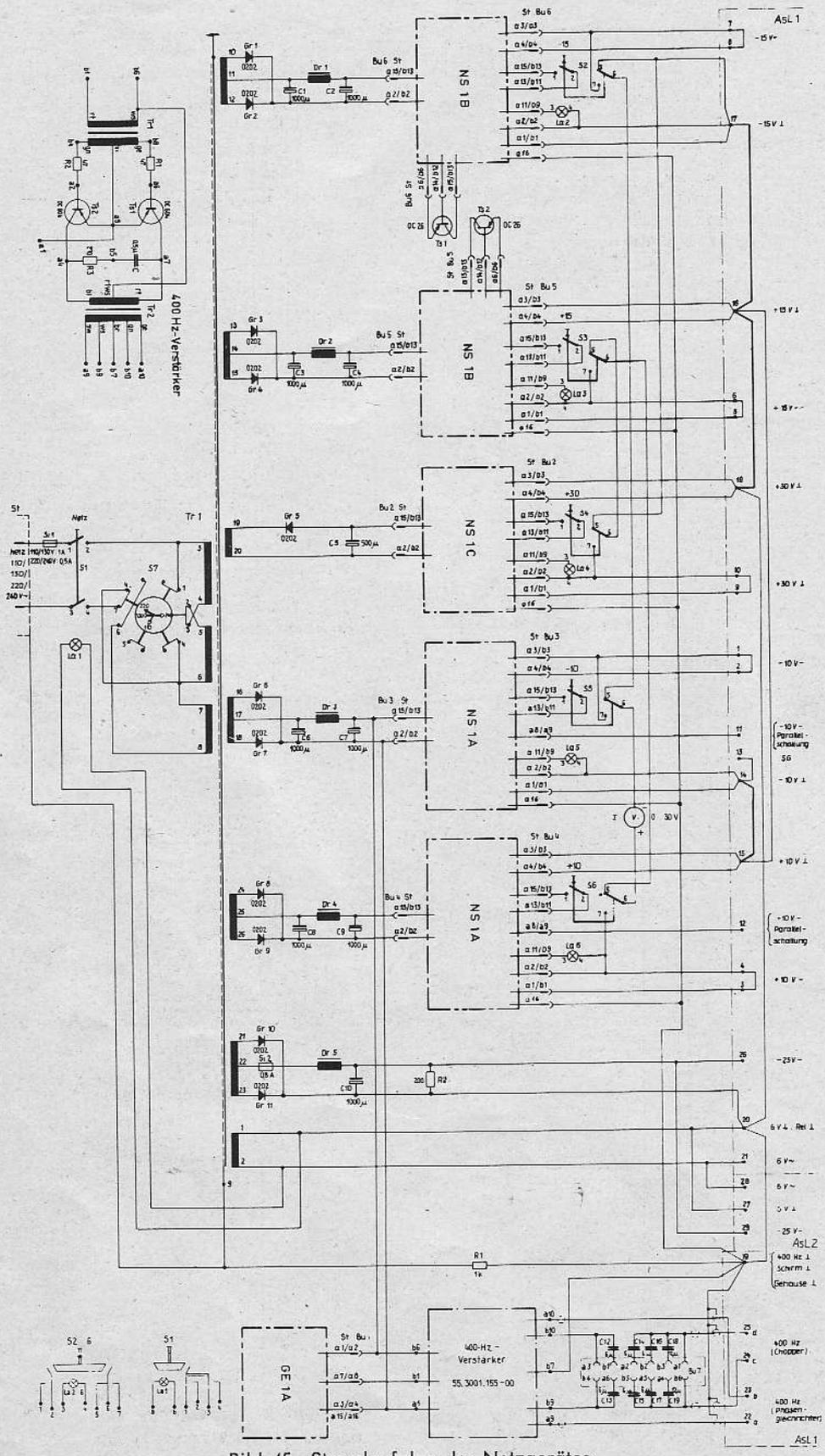


Bild 45 Stromlaufplan des Netzgerätes

4 Technische Daten

Rechenverstärker

Gleichspannungsverstärkung	$> 10^8$
Mittlerer statischer Rechenfehler	ca. 0,1%
Eingangswiderstand des Umkehrverstärkers (für Verstärkung 1)	500 kOhm
Langzeitdrift (Umgebungstemperatur + 10° C bis + 40° C)	$< 50 \mu\text{V}$
Rechenspannung	$\pm 10 \text{ V}$
Zulässige Belastung	$\geq 1 \text{ kOhm}$

Multiplikator

Produktfehler	$< 0,5\%$ (bezogen auf 10 V)
Nullpunktfehler	$< 0,3\%$ (bezogen auf 10 V)
Eingangswiderstand	$> 15 \text{ kOhm}$
Eingänge	+ x; - x; + y; - y

Funktionsgeber

für beliebige Funktionen in vier Quadranten. Approximierung durch Geraden in zwanzig festen Abschnitten.

Eingang	+ x
Ausgang	f (x)
Maximaler Anstieg	$\pm 4 \text{ V/V}$
Mittlerer statischer Fehler	$< 0,5\%$ (bezogen auf 10 V)
Eingangswiderstand	$> 15 \text{ kOhm}$

Potentiometer

in zwei Ausführungen, beide kurzschlußsicher.

Ausführung 1: 20 Eingang-Potentiometer 10 kOhm mit Anwahltaсте zur Einstellung unter Belastung

Ausführung 2: 20 drahtgewickelte Zehngang-Potentiometer 10 kOhm mit Feststellvorrichtung und Anwahltaсте zur Einstellung unter Belastung

Stromversorgung

Wechselspannung 50 bis 60 Hz	110, 127, 220 und 240 V
Leistungsaufnahme vollbestückt	ca. 90 VA

Abmessungen

Höhe	670 mm
Breite	550 mm
Tiefe	430 mm

Gewicht

mit 10 Rechenverstärkern vollbestückt	etwa 67 kg etwa 78 kg
--	--------------------------

5 Bedienung

5.1 Aufstellung

Das Gerät wird mit eingebauten Einschüben, Montageeinheiten und Steckeinheiten geliefert. Es wird auf einen normalen Tisch oder auf den auf Wunsch lieferbaren fahrbaren Tisch aufgestellt. Vor der erstmaligen Inbetriebnahme sind die zur Transportsicherung dienenden Schaumgummipolster aus dem oberen und mittleren Einschub zu entfernen (Aus- und Einbau der Einschübe s. 8.3.4).

5.1.1 Netzanschluß

- .1 Netzspannungswähler auf den Nennwert der Netzspannung einstellen.
- .2 Eine der Netzspannung entsprechende Sicherung einsetzen: Bei 110 und 130 V 1 A, bei 220 und 240 V 0,5 A (beide mittelträge).
Unter dem Netzschalter am oberen Einschub Kappe abschrauben.
Feinsicherung in die Kappe einsetzen.
Kappe wieder einschrauben.
- .3 Gerätestecker (Bild 7) über das Netzanschlußkabel mit dem Netz verbinden.

5.1.2 Anschluß eines Ausgabegerätes

Zur Anzeige der Rechenergebnisse kann ein Oszillograph, ein Zweikoordinatenschreiber oder beides angeschlossen werden.

a) Oszillograph

Als spezieller Oszillograph für den Tisch-Analogrechner ist der TELEFUNKEN-Gleichspannungsozillograph OMs 700 vorgesehen.

- .1 Die beiden violetten Buchsen „CO“, rechts unten am Programmierfeld, mit den Buchsen „CO“ an der Rückseite des Oszillographen verbinden.
Die Verbindung dient der Dunkelsteuerung des Oszillographen beim Strahlrücklauf. Ist die Dunkelsteuerung von Fall zu Fall unerwünscht, so kann sie mit dem Schalter „CO“ des Oszillographen unwirksam gemacht werden.
- .2 Eine schwarze Buchse des Programmierfeldes (Masse) des Rechners mit der Erdungsbuchse des Oszillographen verbinden.
- .3 Oszillographen an das Netz anschließen.

b) Zweikoordinatenschreiber

- .1 Eine schwarze Buchse des Programmierfeldes (Masse) des Rechners mit der Erdungsbuchse oder Erdungsklemme des Schreibers verbinden.
- .2 Bei Schreibern mit eigener Zeitablenkung violette Buchsen „St“ des Rechners mit der Einrichtung zum Starten und Stoppen der Zeitablenkung verbinden.
- .3 violette Buchsen „Sp“ mit der Einrichtung zum Abheben der Schreibfeder des Schreibers verbinden.
- .4 Schreiber an das Netz anschließen.

5.1.3 Parallelschaltung mehrerer Rechner

- .1 Messerleiste „Parallelschaltung“ durch Parallelschaltkabel VK III 700 mit Messerleiste „Parallelschaltung“ des jeweils benachbarten Rechners verbinden.

- .2 An allen Geräten Taste „extern“ drücken, mit Ausnahme des Rechners, der als Kommandogerät vorgesehen ist.

Bei parallelgeschalteten Rechnern ist der unabhängige Betrieb eines einzelnen Rechners nicht möglich.

5.2 Einschalten

- .1 Taste „Pause“ am Bediengerät drücken.
- .2 Taste „Netz“ am Netzgerät drücken.

Die Lämpchen in den Tasten „Pause“ und „Netz“ sowie die Übersteuerungslampen leuchten jetzt auf. Wenn die Übersteuerungslampen nach kurzer Zeit wieder erlöschen, ist der Rechner betriebsbereit.

5.3 Programmieren

Vor der erstmaligen Inbetriebnahme ist es zweckmäßig, die unter 6 beschriebenen Funktionsprüfungen durchzuführen.

5.3.1 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 Rechenschüren zusammengeschaltet (siehe gesonderten Band „Rechenanleitung für Analogrechner“).

5.3.2 Einstellung der Rechenelemente

5.3.2.1 Rechenverstärker

Die wahlweise als **Summatoren oder Integratoren** verwendbaren Rechenverstärker werden durch Umstecken der vierpoligen Umschaltstecker umgeschaltet. Die Wahl der Bewertungsfaktoren „1“ oder „10“ wird durch Beschaltung der entsprechend bezeichneten Eingangsbuchsen der Verstärker vorgenommen.

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

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

5.3.2.2 Multiplikatoren

Die Multiplikatoren werden gemeinsam mit Rechenverstärkern betrieben. Die Variablen, die den vier Eingängen des Multiplikators zugeführt werden, dürfen den Ausgängen der Rechenverstärker nur direkt, ohne Zwischenschaltung anderer Elemente, z. B. Potentiometer oder Dioden, entnommen werden.

Die Buchse „G“ des Multiplikators wird mit der Buchse „G“ eines Summators verbunden, ebenso der Ausgang des Multiplikators mit dem Ausgang desselben Summators.

Gilt dies nicht!

5.3.2.3 Rechenpotentiometer

Die Rechenpotentiometer, insbesondere die zehngängigen, können für Überschlagsrechnungen 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 Taste „Pot.Einst.“ am Bediengerät drücken.
- .2 Präzisionspotentiometer am Bediengerät auf den Wert einstellen, den das einzustellende Rechenpotentiometer haben soll.
- .3 Die dem Rechenpotentiometer am Potentiometerfeld zugeordnete weiße Taste drücken.
- .4 Rechenpotentiometer in die Stellung bringen, bei der das Instrument des Bediengerätes „0“ anzeigt.

5.3.2.4 Funktionsgeber

Die Funktionsgeber können auf verschiedene Weise eingestellt werden. Ein genaues Verfahren ist z. B. mit Hilfe der eingebauten Kompensationsmeßeinrichtung durchführbar. Dabei wird eine Schaltung nach Bild 46 hergestellt. Sie besteht aus einem Koeffizientenpotentiometer, einem Umkehrverstärker, dem Funktionsgeber und der Kompensationsmeßeinrichtung. Der Umkehrverstärker dient lediglich zur Trennung des Potentiometers vom Funktionsgebereingang, um Rückwirkungen zu vermeiden.

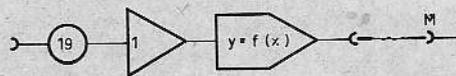


Bild 46 Schaltung zum Einstellen des Funktionsgebers

Am Potentiometer (z. B. 19) stellt man nacheinander die Werte für x ein, die den einzelnen Knickstellen entsprechen, also $x = 0; +0,1; +0,2 \dots +1,0; -0,1; -0,2 \dots -1,0$. Für jeden dieser Werte wird die Ausgangsgröße y des Funktionsgebers durch Verstellen des zugehörigen Potentiometers („0“, „+1“, „+2“ ... „+10“, „-1“, „-2“ ... „-10“) auf den Wert gebracht, den der Funktionsverlauf vorschreibt. Die Einstellung muß stets von 0 beginnend schrittweise nach den höheren Werten zu erfolgen, da ein einmal eingestellter Wert alle folgenden beeinflußt.

Unter den folgenden Punkten .1 bis .16 sind die zum Einstellen des Funktionsgebers notwendigen Tätigkeiten ausführlich in ihrer chronologischen Reihenfolge angegeben.

*.0 Unbedingt
Kurzschlusspotenket zwischen
P4 u. P5 („DV“)
(siehe Ergänzung)*

- .1 Für gewünschte Funktion $y = f(x)$ Kurve oder Tabelle erstellen, in der zu den Werten $x = 0; +0,1; +0,2 \dots +1,0$ sowie $x = 0; -0,1; -0,2 \dots -1,0$ die entsprechenden Werte von y aufgeführt sind.
- .2 Schleifer des Potentiometers 19 über einem Umkehrverstärker mit dem Eingang des Funktionsgebers verbinden, das Potentiometer aber noch nicht an die Maschineneinheit anschließen.
- .3 Ausgang des Funktionsgebers mit der Meßbuchse „M“ verbinden.
Damit ist die in Bild 46 gezeigte Schaltung hergestellt.
- .4 Am Präzisionspotentiometer des Bediengerätes den Betrag des Wertes von y für $x = 0$ einstellen.
- .5 Stufenschalter des Bediengerätes in Stellung „+ 10 V“ oder „- 10 V“ bringen, je nachdem, ob y positiv oder negativ ist.
- .6 Taste „Pause“ drücken.
- .7 Potentiometer „0“ des Funktionsgebers so einstellen, daß das Instrument des Bediengerätes „0“ anzeigt.
Damit ist der y -Wert für $x = 0$ eingestellt.
- .8 Nunmehr das Potentiometer 19 an die negative Maschineneinheit legen.
- .9 Taste „Pot.Einst.“ drücken.
- .10 Das Präzisionspotentiometer des Bediengerätes auf 0,1 einstellen.
- .11 Das Potentiometer 19 so einstellen, daß das Instrument des Bediengerätes „0“ anzeigt.

Damit ist die Schleiferspannung des Potentiometers 19 genau auf den Wert $x = 0,1$ eingestellt.

- .12 Taste „Pause“ drücken.
- .13 Am Potentiometer „+ 1“ des Funktionsgebers den zu $x = 0,1$ gehörigen y-Wert einstellen, sinngemäß wie unter .4 bis .7 beschrieben.
- .14 Einstellungen für $x = +0,2; +0,3$ usw. bis $+1,0$ sinngemäß, wie unter .9 bis .13 beschrieben, durchführen.
- .15 Nachdem der Funktionsgeber auf die positiven Werte von x eingestellt ist, das Rechenpotentiometer (s. Pos. .8) anstelle der negativen an die positive Maschinen-spannung legen und Einstellung für die negativen Werte von x sinngemäß, wie unter .4 bis .14 beschrieben, durchführen.

Beachten, daß jetzt die Potentiometer 0; - 1; - 2 usw. des Funktionsgebers eingestellt werden müssen.

- .16 Zur Erzielung größter Genauigkeit alle Einstellungen in der angegebenen Reihenfolge (evtl. mehrfach) wiederholen.

Um die Knickspannungen $\pm 0,1; \pm 0,2$ usw. nicht immer wieder mit Hilfe der Kompensationsmeßeinrichtung einstellen zu müssen, ist es zweckmäßig, die einmal gefundenen Einstellwerte des Potentiometers in eine Tabelle einzutragen (s. Bild 47) und bei späteren Gegebenheiten das Potentiometer 19 danach einzustellen.

Potentiometer 19	
Sollwert	Einstellwert
0,000	$\pm E$ abtrennen
0,100	
0,200	
0,300	
0,400	
0,500	
0,600	
0,700	
0,800	
0,900	
1,000	$\pm E$ ohne Pot. eingeben

Bild 47 Muster einer Tabelle zum Eintragen der Einstellwerte für den Funktionsgeber

5.4 Betriebsarten

Die Betriebsarten werden durch Drücken der entsprechend bezeichneten Leuchttasten des Bediengerätes gewählt.

5.4.1 Pause

Taste „Pause“ drücken.

Dadurch wird jeder Rechengang beendet. Die Integrationskondensatoren laden sich auf ihren Anfangswert auf.

In der Betriebsart Pause werden die Rechenschaltungen gesteckt.

5.4.2 Dauerrechnen

.1 Taste „Dauerrechnen“ drücken.

.2 Rechengang zur gewünschten Zeit durch Drücken der Taste „Pause“ beenden.

Bei der Verwendung eines Oszillographen als Ausgabegerät kann man die Zeitablenkung mit dem Verstärker 15 erzeugen. Man verbindet den Ausgang des Verstärkers mit dem x-Eingang des Oszillographen und verfährt wie unter 5.4.3.1 bis 5.4.3.4 beschrieben.

5.4.3 Repetierendes Rechnen

.1 Verstärker 15 als Integrator schalten (s. 5.3.2.1).

.2 Repetierstecker in die Buchsen f 29/30 bis o 29/30 des Programmierfeldes stecken.

Dadurch ergibt sich die in Bild 15 gezeigte Schaltung.

.3 Taste „Rep. Rechnen“ drücken.

.4 Gewünschte zeitliche lineare Änderung

$$\frac{dU_a}{dt^*} = k \cdot \alpha \qquad t^* = \text{Maschinenzeit}$$

der Ausgangsspannung des Verstärkers mit Potentiometer 20 (Einstellung von α) und Schalstecker (zweipoliger Kurzschlußstecker) für Rechenkondensatoren (Einstellung der Integrationszeitkonstanten k) einstellen.

Die Ausgangsspannung des Verstärkers steigt, bei $t^* = 0$ beginnend, von $-E$ linear mit $k \cdot \alpha$. Überschreitet sie $+E$ (10 V), dann spricht der Schmitt-Trigger an und löst die Umschaltung auf Pause und den Wiederbeginn des Rechnens, also das Repetieren, aus.

Definiert man als Rechenzeit die Dauer des Spannungsanstieges, beginnend von $-E$ bei $t^* = 0$ bis zum Erreichen von $+E$ bei $t^* = T^*$, so erhält man

$$T^* = \frac{1}{k \cdot \alpha} \text{ oder } \alpha = \frac{1}{k T^*}$$

.5 Rechenpause mit dem Stufenschalter des Bediengerätes nach Wahl auf 0,1 oder 1 s einstellen.

Wenn in Rechenschaltungen Integratoren verwendet werden, deren großer Kondensator ($k = 1$) eingeschaltet ist, muß die Rechenpause 1 s betragen. Das ist erforderlich, um den Kondensator in der Rechenpause auf den Anfangswert aufladen zu lassen.

.6 Rechengang zur gewünschten Zeit durch Drücken der Taste „Pause“ beenden.

5.4.4 Einmal Rechnen

- .1 Repetierstecker stecken (bzw. Verstärker 15 entsprechend programmieren).
- .2 Taste „1 × Rechnen“ drücken.

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

5.4.5 Halten

- .1 Zum Anhalten des Rechenvorganges Taste „Halt“ drücken.
Im Gegensatz zur Betriebsart „Pause“ bleiben alle Rechenspannungen stehen.
- .2 Weiterrechnen in der gewünschten Betriebsart durch Drücken der entsprechenden Taste.

5.4.6 Automatisches Halten bei Übersteuerung und Überlastung

Wird beim Rechnen ein Verstärker übersteuert oder überlastet, so wird das Rechenergebnis verfälscht, und ein Weiterrechnen ist oft sinnlos.

Für diesen Fall ist automatisches Halten vorgesehen. Um es bei Bedarf wirksam werden zu lassen, verbindet man die beiden violetten Buchsen „AS“ unten am linken Rand des Programmierfeldes durch einen Kurzschlußbügel.

Das Halten erfolgt im Augenblick der Übersteuerung eines Verstärkers. Die Rechenspannungen bleiben stehen. Die Übersteuerung wird durch das Aufleuchten der Übersteuerungslampe des betreffenden Verstärkers angezeigt. Das automatische Halten ist durch Aufleuchten der Taste „Halt“ gekennzeichnet.

5.4.7 Photographieren von Oszillogrammen

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

Der Rechenvorgang läuft in derselben Weise einmal ab, wie beim Drücken der Taste „1 × Rechnen“ (s. 5.4.4).

5.5 Gebrauch der Kompensations-Meßeinrichtung

- .1 Pausenschalter (links unter dem Instrument) je nach Polarität der zu messenden Spannung in Stellung „+ 10 V“ oder „- 10 V“ bringen.
- .2 Zu messende Spannung an die violette Buchse „M“ des Programmierfeldes legen.
- .3 Instrumentenanzeige mit dem Kompensationspotentiometer (rechts unter dem Instrument) auf 0 bringen.
- .4 Den Wert der zu messenden Spannung an der Skala des Kompensationspotentiometers ablesen.

6 Wartung

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

6.1 Prüfung der Anzeige- und Kontrolllampen

- 1 Rechner aus- und wieder einschalten.

Die Übersteuerungslampen aller vorhandenen Verstärker müssen kurzzeitig aufleuchten.

Die Anzeigelampe in der Taste „Netz“ muß im eingeschalteten Zustand des Rechners dauernd leuchten.

- 2 Die sechs Tasten des Betriebsarten-Wahlschalters sowie die Taste „ext.“ am Bediengerät nacheinander drücken.

Die Anzeigelampen in den Tasten des Bediengerätes müssen im gedrückten bzw. eingerasteten Zustand der Tasten leuchten.

6.2 Prüfung der Stromversorgung

Die mit den Spannungswerten beschrifteten Prüftasten des Netzgerätes nacheinander drücken.

Das Anzeigeelement des Netzgerätes muß die entsprechenden Beträge der Spannungen anzeigen.

6.3 Prüfung der Rechenverstärker

6.3.1 Nullabgleich

- 1 Alle umschaltbaren Verstärker als Summatoren schalten (s. 5.3.2.1).
- 2 Den Ausgang des jeweils abzugleichenden Verstärkers mit dem Eingang „10“ eines beliebigen Summators verbinden.

Die Einschaltung dieses Verstärkers dient dazu, die Empfindlichkeit des Anzeigeelementes um das zehnfache zu erhöhen.

- 3 Den Ausgang dieses Summators mit der violetten Buchse „M“ (rechts unten am Programmierfeld) verbinden.
- 4 Stufenschalter des Bediengerätes in Stellung „0 V“ bringen.
- 5 Eventuelle Abweichung von 0 der Instrumentenanzeige am Bediengerät mit dem Potentiometer des zu prüfenden Verstärkers korrigieren.

Die Nullpotentiometer der Rechenverstärker befinden sich am oberen Einschub rechts neben den Übersteuerungslampen (Schraubenzieher im Werkzeugfach). ✓

6.3.2 Prüfung des Verstärkungsfaktors der Summatoren

- 1 Die umschaltbaren Verstärker in der Schaltung für Summieren belassen.
- 2 Stufenschalter des Bediengerätes in Stellung „- 10 V“ bringen.
- 3 Potentiometer des Bediengerätes auf „10“ einstellen.

- 4 Die Ausgänge aller (vorhandenen) Rechenverstärker nacheinander mit der violetten Buchse „M“ verbinden, dabei gleichzeitig die Maschinenspannung + E (karminrote Buchsen in der Zeile n) an einen Eingang „1“ des jeweiligen Verstärkers legen.

Die Instrumentenanzeige am Bediengerät darf nicht mehr als vier Teilstriche von 0 abweichen. ✓

6.3.3 Prüfung der Integratoren

- 1 Die umschaltbaren Verstärker als Integratoren schalten (s. 5.3.1).
- 2 Repetierstecker in die Buchsen f 29/30 bis o 29/30 stecken.
- 3 Die große Zeitkonstante der Integratoren einschalten.
Das durch die Zahl „1“ gekennzeichnete weiße Buchsenpaar jedes umschaltbaren Verstärkers (auch des Verstärkers 15) durch Kurzschlußbügel verbinden.
- 4 Potentiometer 20 auf „1,0“ einstellen. 10!
- 5 Maschinenspannung + E (karminrote Buchsen in der Zeile n) an die weiße Buchse „A“ und Maschinenspannung - E (blaue Buchsen in der Zeile o) an eine dunkelgrüne Buchse „1“ des Verstärkers 01 legen.
- 6 Taste „Rep. Rechnen“ drücken.
Die Ausgangsspannung des Repetierverstärkers muß innerhalb von 1 s zeitlinear von -10 V bis +10 V ansteigen.
- 7 Mit den Verstärkern 02, 05, 06, 10, 11 und 14 der Reihe nach nach Position .5 und .6 verfahren.
- 8 Die kleinen Kondensatoren der Integratoren einschalten (auch bei Verst. 15).
Das durch die Zahl „10“ gekennzeichnete weiße Buchsenpaar jedes umschaltbaren Verstärkers (auch des Verstärkers 15) durch Kurzschlußbügel verbinden (Anstiegszeit 0,1 Sekunden).
- 9 Nach Positionen .5 bis .7 verfahren.

6.4 Prüfung der Funktionsgeber

- 1 Verstärker 15 in der Schaltung als Integrator und Repetierstecker in den Buchsen f 29/30 bis o 29/30 belassen.
- 2 Ausgang des Repetiersteckers mit dem Eingang (grüne Buchse) des Funktionsgebers F 1 verbinden.
- 3 Einen weiteren Ausgang des Repetiersteckers mit dem x-Eingang eines Oszillographen verbinden.
- 4 Ausgang des Funktionsgebers F 1 mit dem y-Eingang des Oszillographen verbinden.
- 5 Taste „Rep. Rechnen“ drücken.
Am Oszillographen muß ein Polygonzug erscheinen, der sich durch Verstellen der 21 Knöpfe des Funktionsgebers F 1 (Einschub Funktionsgeber) variieren läßt.
- 6 Funktionsgeber F 2 sinngemäß in der gleichen Weise nach Positionen .2 bis .5 prüfen.

6.5 Prüfung der Multiplikatoren

- 1 Multiplikatoren nach 5.3.2.2 durch Verstärker ergänzen.
- 2 Ausgang des Multiplikators mit der violetten Buchse „M“, rechts unten am Programmierfeld verbinden.
- 3 Stufenschalter des Bediengerätes in Stellung „-10 V“, Potentiometer auf „0“ bringen.

.4 Mit dem ersten Multiplikator die Multiplikation $0 \times 1 = 0$ wie folgt durchführen:

Maschinenspannung + E an Buchse „+ y“ legen.
Maschinenspannung - E an Buchse „- y“ legen.
Buchsen „+ x“ und „- x“ mit Massebuchsen verbinden.

Die Instrumentenanzeige am Bediengerät darf nicht mehr als 10 Skt von 0 abweichen.

.5 Mit dem ersten Multiplikator die Multiplikationen $1 \times 0 = 0$ wie folgt durchführen:

Maschinenspannung + E an Buchse „+ x“ legen.
Maschinenspannung - E an Buchse „- x“ legen.
Buchsen „+ y“ und „- y“ mit Massebuchsen verbinden.

Die Instrumentenanzeige am Bediengerät darf wieder nicht mehr als 10 Skt von 0 abweichen.

.6 Mit dem ersten Multiplikator die Multiplikationen $1 \times 1 = 1$ wie folgt durchführen:

Maschinenspannung + E an die Buchsen „+ x“ und „+ y“ legen.
Maschinenspannung - E an die Buchsen „- x“ und „- y“ legen.
Das Instrument des Bediengerätes soll + 10 V anzeigen (zulässige Abweichung max. 10 Skt).

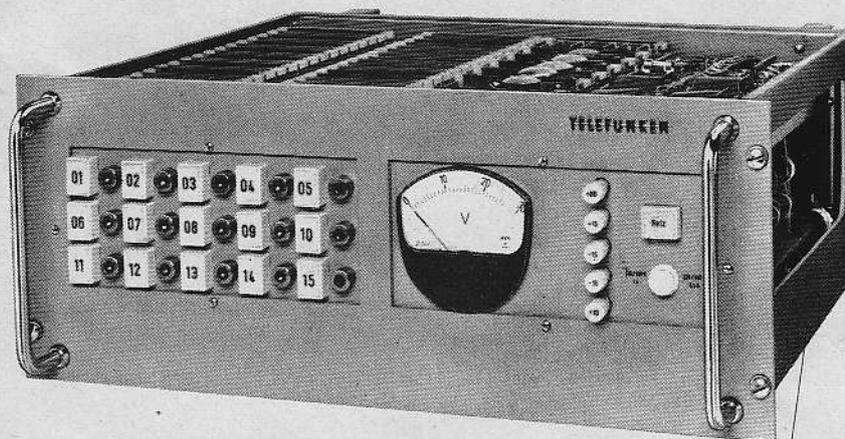
.7 Die unter .4 bis .6 beschriebenen Multiplikationen der Reihe nach mit den übrigen Multiplikatoren durchführen.

7 Nachbestückung

Zur Nachbestückung des Rechners sind die entsprechenden Steckeinheiten in die im allgemeinen bereits vorhandenen Einschübe einzusetzen. Nur zur Nachrüstung mit Funktionsgebern muß die Grundausrüstung zunächst auch durch einen Funktionsgeber-Einschub ergänzt werden. Beim Potentiometerfeld hingegen kommt normalerweise kein Nachrüsten, sondern nur ein eventueller Austausch des Potentiometerfeldes Pf I 700 (mit eingängigen Potentiometern) gegen das Potentiometerfeld Pf X 700 (mit zehngängigen Potentiometern) in Frage.

Der Aus- und Einbau der Einschübe ist im Abschn. 8.3.4 und das Einsetzen der Steckeinheiten im Abschn. 8.3.5 beschrieben.

Beim Nachbestücken des oberen Einschubes oder des Funktionsgebers mit Rechenverstärker-Steckeinheiten ist der Schaltstecker unter dem Netzgerät (Bild 48) auszutauschen. Die Beschaltung dieses Steckers für verschiedene Bestückungen ist aus Bild 49 ersichtlich.



• Umschaltstecker

Bild 48 Schaltstecker für Phasenkorrektur

Chopper-Anzahl	Steckerschaltung
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9 oder 10	

Bild 49 Beschaltung des Schaltsteckers für Phasenkorrektur

8 Instandsetzung

8.1 Fehlererkennung

Liefert der Rechner trotz richtiger Bedienung keine oder offensichtlich falsche Ergebnisse, so sind zunächst die im Abschn. 6 beschriebenen Funktionsprüfungen durchzuführen. Dabei können an Hand der Tabelle 8.4 die Fehlerursachen erkannt und die zu ihrer Beseitigung erforderlichen Maßnahmen ermittelt werden.

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

8.2 Fehlerortsbestimmung

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

8.2.1 Ausfall einer Betriebsspannung

- .1 Oberen Einschub ausbauen (s. 8.3.4), im ausgebauten Zustand wieder an das Netz anschließen, Taste „Netz“ drücken und Spannungen erneut prüfen.

Warnung!

Nach dem Anschluß des ausgebauten Einschubes an das Netz dürfen die hinter seiner Frontplatte liegenden Teile nicht mehr berührt werden. Beim Ausbau 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!

Jeweils erst den Hilfsverstärker HI 1 A und dann den Hauptverstärker HA 1 A ziehen.

- a) **Ausgefallene Spannung fehlt auch nach Ausbau sämtlicher Steckeinheiten:**
Fehler liegt wahrscheinlich im Netzgerät;
nach .3 verfahren.
 - b) **Sämtliche Spannungen sind nach dem Ziehen einer bestimmten Steckeinheit wieder vorhanden:**
die zuletzt gezogene Steckeinheit ist defekt und muß ausgetauscht werden.
- .3 Steckeinheiten NS 1 A, NS 1 B und NS 1 C 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. 8.2.1.1b).

- .4 Die übrigen Einschübe aus dem Gestell ausbauen 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 eingebauten Funktionsgeber;
nach .6 verfahren.
- .6 Nacheinander die einzelnen Steckeinheiten des mit dem Fehler behafteten Einschubes ziehen. Danach jedesmal erneut den Einschub einbauen 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.

8.2.2 Ausfall der 400-Hz-Spannung

- .1 Oberen Einschub ausbauen (s. 8.3.4), im ausgebauten Zustand an das Netz anschließen und Taste „Netz“ drücken.
 - a) **400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:**
Fehler liegt im oberen Einschub; nach .2 und .3 verfahren.
 - b) **400-Hz-Spannung ist nunmehr vorhanden:**
Fehler liegt in der Gestellverdrahtung oder im unteren Einschub.
- .2 Nacheinander alle Chopper (CH 700) und alle Hilfsverstärker (HI 1 A) der Montageeinheit „Rechenverstärker“ ziehen.
 - a) **400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:**
Fehler liegt im Netzgerät oder in der Verdrahtung des oberen Einschubes;
nach .3 verfahren.
 - b) **Die 400-Hz-Spannung ist nach dem Ziehen eines bestimmten Choppers oder Hilfsverstärkers wieder vorhanden:**
der zuletzt gezogene Chopper oder Hilfsverstärker ist defekt und muß ausgetauscht werden.
- .3 Leistungsgenerator-Steckeinheit GE 1 A des Netzgerätes gegen Ersatzeinheit austauschen.
 - a) **400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:**
Fehler liegt in den fest eingebauten Teilen oder in der Verdrahtung des Einschubes; Service anfordern oder Einschub in das Werk einsenden.
 - b) **400-Hz-Spannung ist wieder vorhanden:**
Steckeinheit GE 1 A ist defekt; Ersatzeinheit im Einschub belassen.
- .4 Oberen Einschub wieder in das Gerät einsetzen, Funktionsgeber ausbauen und Taste „Netz“ des Netzgerätes im oberen Einschub drücken.
 - a) **400-Hz-Spannung fehlt weiterhin:**
Fehler liegt in der Gestellverdrahtung;
Service anfordern oder Gerät in das Werk einschicken.
 - b) **400-Hz-Spannung ist wieder vorhanden:**
Fehler liegt im Funktionsgeber; nach .5 verfahren.
- .5 Nacheinander die Chopper (CH 700) und Hilfsverstärker (HI 1 A) 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.

8.3 Fehlerbeseitigung

8.3.1 Auswechseln defekter Anzeige- und Kontrollampen

Achtung!

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

Die rechteckigen Kappen der Übersteuerungslampen und Bedienungstasten lassen sich mit Hilfe eines Schraubenziehers absprengen und durch Hineindrücken wieder einsetzen.

Die runden Kappen der Prüftasten neben dem Anzeigeinstrument des Netzgerätes und unter dem Anzeigeinstrument des Bedienungsgerätes sind aufgeschraubt.

Die Glühlampen der Übersteuerungskontrolle können von Hand ausgetauscht werden. Zum Entfernen der Zwergglühlampen in den Bedienungs- und Prüftasten steht im Zubehörfach an der Rückseite des Rechners ein Lampenzieher zur Verfügung. Ersatzglühlampen befinden sich ebenfalls im Zubehörfach.

8.3.2 Auswechseln der Sicherungen

a) Hauptsicherung

Die Sicherung darf nur im ausgeschalteten Zustand des Rechners ausgetauscht werden. Sie befindet sich unter der Taste „Netz“ im Netzgerät. Die Sicherungskappe ist herauszuschrauben und mit ihr das Sicherungselement herauszuziehen. Beim Einsetzen eines neuen Sicherungselementes ist auf den richtigen Nennwert zu achten. Dieser beträgt bei Netzspannungen von

110 V oder 130 V	1 A (mittelträge)
220 V oder 240 V	0,5 A (mittelträge).

Ersatzsicherungen befinden sich im Zubehörfach an der Rückseite des Rechners.

Bei wiederholtem Durchbrennen der Sicherung ist auf falsche Einstellung des Netzspannungswählers (s. 5.1.1) oder auf Fehler in den Stromversorgungskreisen zu schließen.

b) Sicherung der Relais-Erregerstromkreise

Oberen Einschub herausziehen (s. 8.3.4). Die Sicherung befindet sich auf dem Transformator des Netzgerätes. Der Wert der Ersatzsicherung muß 0,8 A (mittelträge) betragen.

8.3.3 Auswechseln der Übersteuerungsrelais

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

8.3.4 Aus- und Einbau der Einschübe

a) Ausbau

- .1 Netzstecker an der Netzsteckdose und am Gerät ziehen.
- .2 Rückwand des Rechners abschrauben.
- .3 Stecker der Anschluß- bzw. Verbindungskabel des auszubauenden Einschubes ziehen (Sperrn lösen!).
- .4 Halteschrauben an der Frontplatte des auszubauenden Einschubes entfernen.
- .5 Einschub von vorn herausziehen.

Vor dem Ausbau des **Funktionsgeber-Einchubes** oder der an seiner Stelle befindlichen Leerplatte zunächst das Potentiometerfeld entfernen.

Beim Ausbau des **Potentiometerfeldes** und des **Funktionsgeber-Einchubes** Anschlußkabel vorsichtig von Hand nachführen.

b) Einbau

- .6 Einschub von vorn einsetzen.

Vor dem Einbau des **Potentiometerfeldes** zunächst den Funktionsgeber-Einschub oder die Leerplatte einsetzen.

Beim Einbau des **Funktionsgeber-Einchubes** und des **Potentiometerfeldes** Anschlußkabel nach hinten durchreichen.

- .7 Einschub an seiner Frontplatte mit dem Gestell verschrauben.
- .8 Stecker der Anschluß- und Verbindungskabel in der in Bild 7 gezeigten Anordnung mit den dafür vorgesehenen Anschlußleisten verbinden.
- .9 Rückwand des Rechners anschrauben.
- .10 Netzanschlußkabel an den Gerätestecker des Rechners anschließen und mit der Netzsteckdose verbinden.

8.3.5 Ausbau und Einsetzen von Steckeinheiten

Warnung!

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

a) Ausbau

- .1 In Frage kommenden Einschub, wie unter 8.3.4.1 bis .5 beschrieben, ausbauen.
- .2 Steckeinheit ziehen.

Achtung!

Bei den Rechenverstärker-Steckeinheiten (in der Montageeinheit Rechenverstärker und im Funktionsgeber) jeweils erst den Hilfsverstärker HI 1 A und dann den Hauptverstärker HA 1 A ziehen.

b) Einsetzen

- .3 Steckeinheit nach Bestückungsplan des Einschubes (Bild 51 bis 54) in der in Bild 50 gezeigten Weise in die Führungsschienen des Magazins gleiten lassen.

In den Bestückungsplänen ist die mit der gedruckten Schaltung versehene Seite der Steckeinheiten durch einen dickeren Strich gekennzeichnet.

Die in ihrer Funktion zusammengehörigen Steckeinheiten (z. B. eines Rechenverstärkers oder Multiplikators) sind durch gleiche Nummern gekennzeichnet. Die in der Grundausrüstung bereits vorhandenen Steckeinheiten sind durch voll ausgezogene Linien dargestellt; die nachträglich einzusetzenden sind gestrichelt gezeichnet.

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

Achtung!

Bei den Rechenverstärker-Steckeinheiten (in der Montageeinheit Rechenverstärker und im Funktionsgeber) jeweils erst den Hauptverstärker HA 1 A und dann den zugehörigen Hilfsverstärker HI 1 A einsetzen.

- .5 Einschub wieder in das Gestell einsetzen, wie unter 8.3.4.6 bis .10 beschrieben.

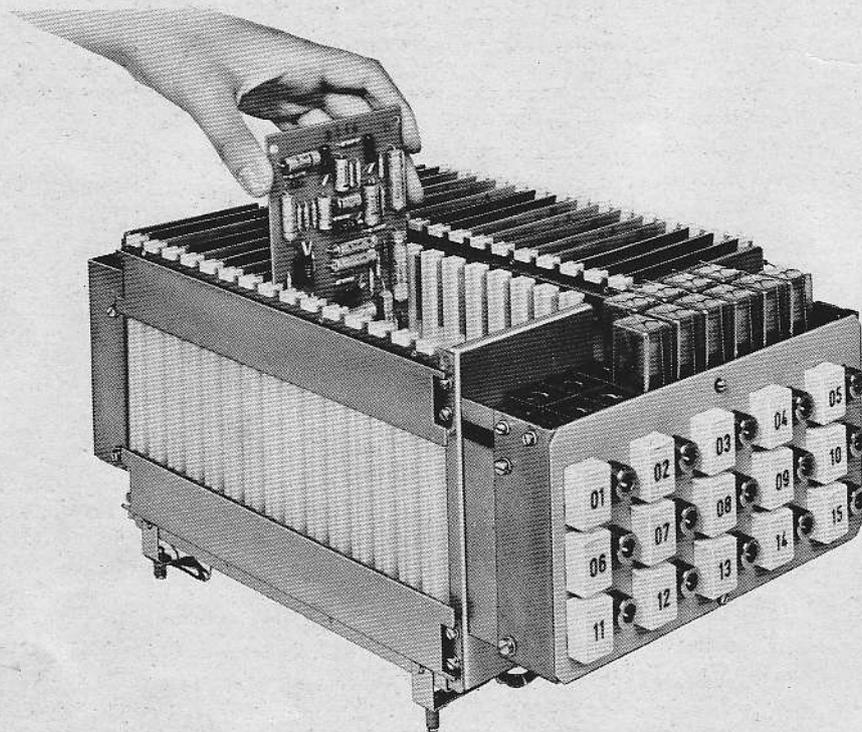


Bild 50 Einsetzen der Steckeinheiten

HA 1A	08	CH 700 07/08	HI 1A	08			
HI 1A	07		HA 1A	09			
HA 1A	07	CH 700 06/09	HI 1A	09			
HI 1A	06		HA 1A	10			
HA 1A	06	CH 700 05/10	HI 1A	10			
HI 1A	05		HA 1A	11			
HA 1A	05	CH 700 04/11	HI 1A	11			
HI 1A	04		HA 1A	12			
HA 1A	04	CH 700 03/12	HI 1A	12			
HI 1A	03		HA 1A	13			
HA 1A	03	CH 700 02/13	HI 1A	13			
HI 1A	02		HA 1A	14			
HA 1A	02	CH 700 01/14	HI 1A	14			
HI 1A	01		HA 1A	15			
HA 1A	01	CH 700 15	HI 1A	15			
HI 1A	01		HA 1A	15			
Rs 91	Rs 101	Rs 111	Rs 121	Rs 131	Rs 141	Rs 151	
Rs 11	Rs 21	Rs 31	Rs 41	Rs 51	Rs 61	Rs 71	Rs 81

Bild 51 Bestückungsplan der Montageeinheit Rechenverstärker

NS 1B +15V
NS 1B -15V
NS 1A +10V
NS 1A -10V
NS 1C +30V
GE 1A 400Hz

Bild 52 Bestückungsplan des Magazins im Netzgerät

HA 1A	CH700 HI 1A	HA 1A
HI 1A	CH700 HI 1A	HI 1A
HA 1A	CH700 HI 1A	HA 1A
HI 1A	⊗	HI 1A
FG 3A	FunZ ⊗	FG 3A
FG 2B	⊗	FG 2B
FG 1A	FunT ⊗	FG 1A
FG 2A	⊗	FG 2A

Funktionsgeber 1 Funktionsgeber 2

Bild 53 Bestückungsplan des Funktionsgebers

PM 1A
PM 1B
St 1A

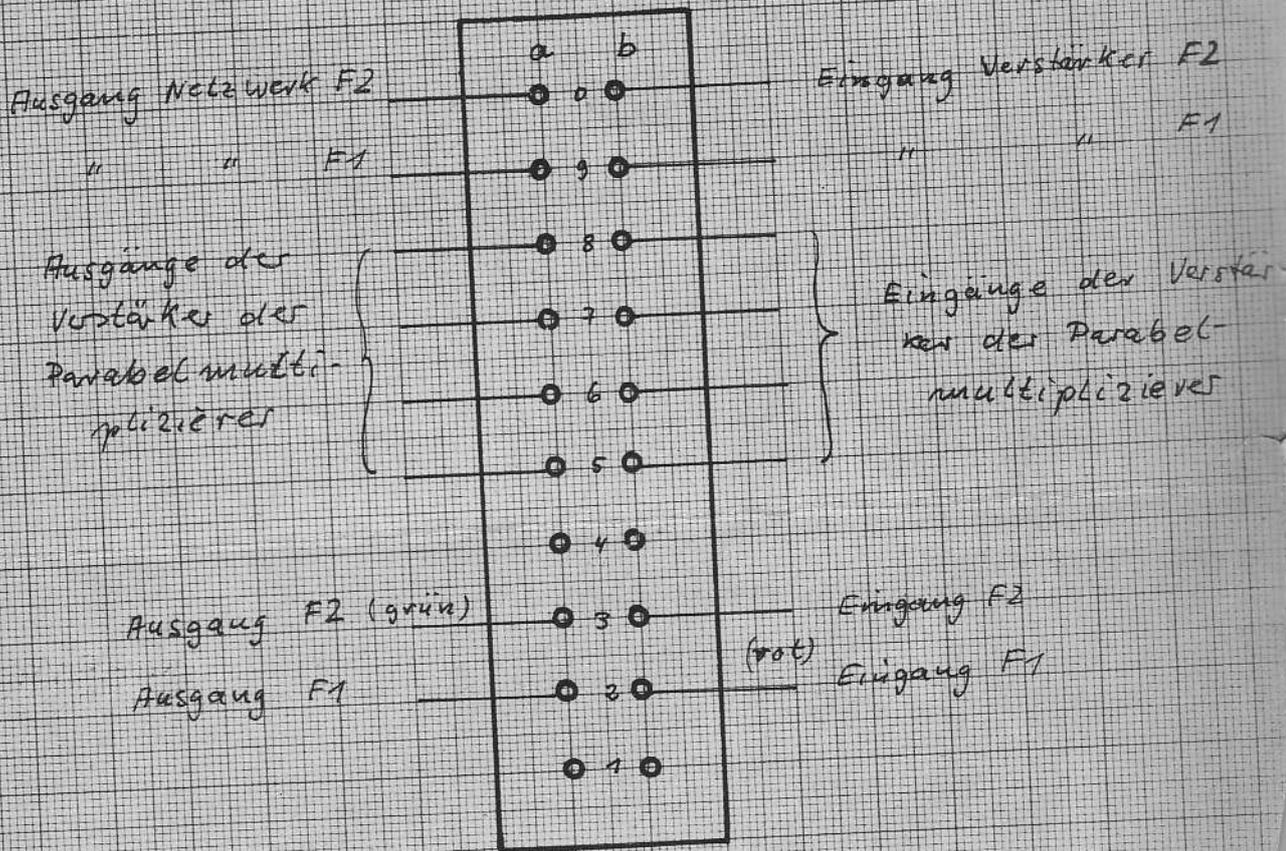
Bild 54 Bestückungsplan des Magazins im unteren Einschub (Parabelmultiplikator)

8.4 Fehlersuchtablelle

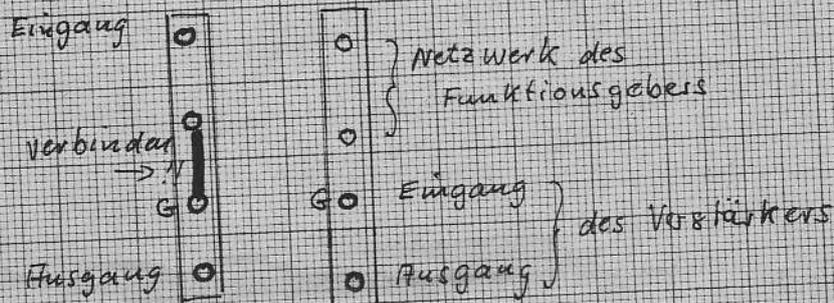
Fehlererscheinung	Vermutliche Ursache	Kontrolle	Instandsetzung
1 Taste „Netz“ bleibt im eingeschalteten Zustand des Rechners dunkel	a) Netzausfall	Beim Drücken der Prüftaste des Netzgerätes erfolgt keine Instrumentenanzeige wie a)	Netzspannung prüfen
	b) Sicherungsausfall		Sicherung auswechseln
	c) Anzeigelampe defekt	Prüfspannungen der Stromversorgung werden angezeigt	Lampe auswechseln
2 Das Anzeigement des Netzgerätes zeigt beim Drücken der Prüftaste keinen oder einen falschen Wert an	a) Kurzschluß beim Verbraucher	—	Kurzschluß beheben
	b) Fehler in Steckeinheiten des Netzgerätes	—	Steckeinheit auswechseln
3 Einzelne Übersteuerungslampen leuchten beim Einschalten des Rechners nicht kurzzeitig auf	a) Der betr. Verstärker ist nicht bestückt	—	—
	b) Kontrollampe defekt	—	Lampe auswechseln
	c) Übersteuerungsrelais defekt	—	Relais auswechseln
	d) Relaisspannung 25 V fehlt	Alle Übersteuerungslampenleuchten nicht auf. Rechner nicht betriebsfähig	Sicherung für 25 V auswechseln
	e) Verstärker defekt	—	Verstärker auswechseln
4 Einzelne Übersteuerungslampen erlöschen beim Einschalten nicht	a) Verstärker defekt	—	Verstärker auswechseln
	b) 400-Hz-Spannung fehlt	Alle Übersteuerungslampen erlöschen nicht	s. Abschn. 8.2.2
	c) Stromversorgung ausgefallen	Spannungsprüfung mit Prüftaste i. d. Montageeinheit „Netzgerät“	—
5 Mit dem Funktionsgeber läßt sich kein Polygonzug herstellen	a) Verstärker defekt	Durch Einsatz anderer Verstärker arbeitet der Funktionsgeber einwandfrei	Verstärker auswechseln
	b) s. Punkte 6...9	Der andere Funktionsgeber arbeitet einwandfrei	s. Punkte 6...9
6 Der Polygonzug des Funktionsgebers läßt sich durch Potentiometer „0“ in Ordinateurichtung nicht verschieben	+ 10 V ausgefallen	Spannungskontrolle in Montageeinheit „Netzgerät“ (Taste „+ 10“ drücken)	s. Abschn. 8.2.1
7 Die Diodenstrecken mit Knickspannung 0 V lassen sich durch die Potentiometer -1 und +1 des Funktionsgebers nicht variieren	Steckeinheit FG 3 A defekt	Nach Einsatz der betr. Steckeinheit aus dem anderen Funktionsgeber arbeitet das Gerät einwandfrei	Steckeinheit auswechseln

Fehlererscheinung	Vermutliche Ursache	Kontrolle	Instandsetzung
8 Einzelne Streckenabschnitte im negativen Teil des Polygonzuges lassen sich nicht einstellen	Steckeinheit FG 2 B defekt	Nach Einsatz der betr. Steckeinheit aus dem anderen Funktionsgeber arbeitet das Gerät einwandfrei	Steckeinheit auswechseln
9 Einzelne Streckenabschnitte im positiven Teil des Polygonzuges lassen sich nicht einstellen	Steckeinheit FG 2 A defekt	Nach Einsatz der betr. Steckeinheit aus dem anderen Funktionsgeber arbeitet das Gerät einwandfrei	Steckeinheit auswechseln
10 Einzelne Multiplikatoren arbeiten nicht	a) Steckeinheiten PM 1 A bzw. PM 1 B defekt b) Summierverstärker für Multiplikator arbeitet nicht	— Mit einem anderen Verstärker arbeitet der Multiplikator	Steckeinheit auswechseln —
11 Einzelne Rechenverstärker arbeiten nicht	a) Der betr. Verstärker ist nicht bestückt b) Chopper defekt c) Steckeinheit defekt	— — —	— Chopper auswechseln Steckeinheit HA1 A oder HI 1 A auswechseln
12 Alle Rechenverstärker arbeiten nicht	a) Netzspannung bzw. Sicherung ausgefallen b) 400-Hz-Spannung fehlt (Steckeinheit GE 1 A bzw. 400-Hz-Verstärker defekt) c) Versorgungsspannung ausgefallen	s. Punkt 1 Beide Funktionsgeber arbeiten nicht Prüfen der Versorgungsspannung in Montageeinheit „Netz“	s. Punkt 1 s. Abschn. 8.2.2 s. Abschn. 8.2.1
13 Einzelne Bedienungstasten leuchten beim Drücken nicht auf	a) Anzeigelampe defekt b) Spannung 25 V fehlt c) Relais defekt	Taste „Netz“ leuchtet Rechner ist in keiner Betriebsart funktionsfähig Der Rechner ist in den übrigen Betriebsarten funktionsfähig	Lampe auswechseln Auswechseln der Sicherung für 25 V Relais auswechseln
14 Taste „ext“ leuchtet beim Drücken nicht auf	Lampe defekt	Taste „Netz“ leuchtet	Lampe auswechseln
15 Repetierendes Rechnen nicht möglich	a) Steckeinheit ST 1 A defekt b) Relaisspannung 25 V fehlt c) Relais defekt d) Fehler im Repetierstecker	— Der Rechner arbeitet in keiner Betriebsart In allen übrigen Betriebsarten arbeitet der Rechner Rechner repetiert, wenn das Programm des Repetiersteckers nachgebildet ist	Steckeinheit auswechseln Sicherung für 25 V auswechseln Relais auswechseln Repetierstecker reparieren bzw. auswechseln

Änderung für Stecker 9 (ST9) in den Rechnern Ra 700



Funktionsgeber



weitere Erläuterungen
siehe Beschreibung des Ra 700