42m / Gr. 14 Pat.-Abt. IX b

Bekanntgemachte und ausgelegte Anmeldung

(§ 30 des Patentgesetzes)

42m, 14. Z 391 Erf.: Dipl Ing Konrad Zuse, Neukirchen (Kr. Hunfeld) Anm.: Zuse K G, Neukirchen (Kr Hunfeld). | Rechenvorrichtung 16. 6 41. (T 58; Z. 12)

Auszug aus der Umschreib.-Verfügung

Antrag

Antrag mit Prioritätserklärung

Antrag mit Niederlegungserklärung

Vollmacht (die z. Zt. der Bekanntmachung gültige)

Prioritätserklärung

Niederlegungserklärung

Aktenvermerk über die Niederlegung

Erfinderbenennung

Aktenvermerk über Nichtnennung des Erfinders

Aktenvermerk über die Nachholung der Erfinderbenennung

Prioritätsbeleg

Einleitung

Beschreibung

Nachtrag

Anspruch 1

Zeichnung 1a

Gutachten

Tafel

Modell-Proben

Vorlage nicht besser kopierfähig

Hinweis.

Die Auslegestücke enthalten die unveränderten bekanntgemachten Unterlagen. Etwaige nach Ablauf der Auslegefrist erfolgte Änderungen sind nicht vermerkt.

4. 12. 52

~~München~~ Berlin

Z 391 IX b/42m

PA.237099*28.3.50

Antrag auf Weiterbehandlung einer Alt-Patentanmeldung

Dipl.Ing.K.Z u s e
(Name oder Firma des Antragstellers)

(16) Neukirchen
(Ort, Straße, Hausnr.)

den 22.3.1950.
(Tag)

An das

Deutsche Patentamt

(13b) München 26
Museumsinsel 1

Raum für den Eingangsstempel des Patentamts

Deutsches Patentamt
28. MRZ 1950
____ Uhr ____ Min.
Anlagen:

Auf Grund des Ersten Gesetzes zur Änderung und Überleitung von Vorschriften auf dem Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes vom 8 Juli 1949 (WiGBl. S. 175) beantrage(n) ich (wir) für

Dipl.Ing. K. Z u s e, Neukirchen Krs.Hünfeld
(Name (Firma) und Wohnort (Sitz) des Patentanmelders und gegebenenfalls seines Rechtsnachfolgers)

die Weiterbehandlung der folgenden Patentanmeldung [1] [4]

Aktenzeichen Z 26 476 IXb/42m

Falls das Aktenzeichen nicht angegeben werden kann Klasse und Unterklasse, in der die Anmeldung beim Reichspatentamt behandelt wurde ———

Tag der Anmeldung beim Reichspatentamt 16.Juni 1941

Bezeichnung der Erfindung Rechenvorrichtung

Tag der etwaigen Bekanntmachung beim Reichspatentamt (§ 30 des Patentgesetzes vom 5 Mai 1936, RGBl II S 112) ——— 19

Name und Anschrift ~~des Vertreters~~ [2] – des Zustellungsbevollmächtigten [3]

Dipl.Ing.K.Zuse, Neukirchen Krs.Hünfeld

~~Vollmacht liegt bei – wird nachgereicht~~ [2]

(Unterschrift des Antragstellers oder des Vertreters)

---

[1] Es sind vier Ausfertigungen einzureichen
Wünscht der Antragsteller davon 1 oder 2 Stück mit Eingangsbestätigung zurückzuerhalten so hat er auf der Rückseite der Ausfertigungen Nr 3 und 4 in den angedeuteten Räumen seine Anschrift selbst einzusetzen
[2] Nur ausfüllen, wenn Antrag durch Vertreter gestellt wird
[3] Nichtzutreffendes bitte streichen
[4] Es wird gebeten, die Gebühr für die Weiterbehandlung obiger Alt Patentanmeldung mit DM 25 — unter Angabe des Aktenzeichens auf das Postscheckkonto München 79191 des Deutschen Patentamts einzuzahlen sobald das neue Aktenzeichen mitgeteilt worden ist

ANCO-Formular mit Lizenz des Carl Heymanns Verlags

Nr. 024 4 (P 1)
Albert Nauck & Co, München — Detmold — Berlin
Nachdruck verboten

Ausfertigung Nr 2

Pa Zuse * 17.11.10

In 2 Stücken, je auf besonderem Blatt einzureichen

Benennung des Erfinders[1]

Der unterzeichnete Anmelder der Erfindung Rechenvorrichtung
(Vollstandige Bezeichnung)

unter dem amtlichen Aktenzeichen Z 391 IVb/42m
(wenn bereits bekannt)

benennt hiermit als Erfinder: Konrad Zuse

Vor- und Zuname:
(Bei Frauen auch Familienstand und Geburtsname)

Beruf: Dipl.Ing.

Wohnort: Neukirchen Wohnung: Kr.Hünfeld – – – Straße – Platz - Nr. _____

Der Unterzeichnete versichert, daß seines Wissens weitere Personen an der Erfindung nicht beteiligt sind.

Das Recht auf das Patent ist auf den Anmelder durch _____

_____

_____ ubergegangen[2].

[1] Die Benennung muß auch erfolgen, wenn der Anmelder selbst der Erfinder ist

[2] (Nur ausfullen wenn der Anmelder nicht oder nicht allein der Erfinder ist) z B durch schriftlichen Kaufvertrag vom – durch Erbfall vom – durch Inanspruchnahme auf Grund der Gefolgschaftserfinder – Durchfuhrungsverordnung

Neukirchen, den 15.11. 1951

K. Zuse

(Eigenhandige Unterschrift des Anmelders oder der Anmelder
Keine Beglaubigung)

Umgeschrieben auf: Fa. Zuse K.G., Neukirchen (Krs. Hünfeld)

Vertreter: - . -

Zust. Bevollm.:

Verfügung vom: 4.8.1952

In den Akten: Z 391 IXb/42m

zu Pat 31

XI 50

Z 391 ūb/42m

Abschrift. PA 596906 * 14.11.51

Rechenvorrichtung.

Vorliegende Erfindung bedeutet die Kombination zum größtenteil bekannter Einzelvorrichtungen zu einem Aggregat, das ermöglicht, häufig wiederkehrende Rechnungen beliebiger Länge und beliebigen Aufbaues, die sich aus elementaren Rechenoperationen zusammensetzen, mit Hilfe von Rechenmaschinen selbsttätig durchzuführen.

Bevor auf die konstruktiven Prombleme eingegangen wird, soll das Problem mathematisch klargestellt werden. Voraussetzung für jede Art der auszuführenden Rechnung ist die Aufstellung eines Rechenplanes, indem die aufeinanderfolgenden Rechenoperationen dem Charakter und der Reihe nach aufgezeichnet werden, und die im Verlauf der Rechnung auftretenden Zahlen fortlaufend nummeriert oder nach einem anderen Schema geordnet werden, ohne sie zunächst der Größe nach zu bestimmen. Man geht von bestimmten "Ausgangswerten" aus, die den Variablen einer Formel entsprechen und leitet aus diesen durch bestimmte Operationen über eine Reihe von Zwischenwerten die Resultatwerte ab. Ist für eine bestimmte Aufgabe ein solcher Rechenplan einmal aufgestellt, so gilt er für sämtliche Variationen der Ausgangswerte.

Das Verfahren wird nachstehend an einem Beispiel erörtert. Wir wollen den Rechenplan für eine dreistellige Determinante aufstellen

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Wir haben neun Ausgangswerte. Um nicht für die im Lauf der Rechnung auftretenden Zahlen dauernd neue Buchstabenbezeichnungen einführen zu müssen, werden die auftretenden Werte fortlaufend mit V_1, V_2 . . . . (Variablen) bezeichnet:

$$\Delta = \begin{vmatrix} V_1 & V_2 & V_3 \\ V_4 & V_5 & V_6 \\ V_7 & V_8 & V_9 \end{vmatrix}$$

Rechenplan- (Entwurf)

Operation 1.) $V_1 \cdot V_5 = V\ 10$

2.) $V_{10} \cdot V_9 = V\ 11$

3.) $V_2 \cdot V_6 = V\ 12$

4.) $V_{12} \cdot V_7 = V\ 13$

5.) $V_3 \cdot V_4 = V\ 14$

6.) $V_{14} \cdot V_8 = V\ 15$

7.) $V_1 \cdot V_6 = V\ 16$

8.) $V_{16} \cdot V_8 = V\ 17$

9.) $V_2 \cdot V_4 = V\ 18$

10.) $V_{18} \cdot V_{19} = V\ 19$

11.) $V_3 \cdot V_5 = V\ 20$

12.) $V_{20} \cdot V_7 = V\ 21$

13.) $V_{11} + V_{13} = V\ 22$

14.) $V_{22} + V_{15} = V\ 23$

15.) $V_{23} - V_{17} = V\ 24$

16.) $V_{24} - V_{19} = V\ 25$

17.) $V_{25} - V_{21} = V\ 26$ = Resultat

Die Durchführung der zahlenmäßigen Rechnung ist eine rein mechanische Tätigkeit. Sie läßt sich von Rechenmaschinen mit folgender Zusammenstellung von Vorrichtungen durchführen:

Man verbindet die Rechenvorrichtung über ein Wählwerk mit einem Speicherwerk, das je Zelle eine Zahl aufnehmen kann. Das Wählwerk hat den Zweck, die erforderliche Speicherzelle mit der Rechenvorrichtung zu verbinden, sei es auf elektrischem oder mechanischem Wege, um entweder die gespeicherte Zahl zu einer Rechenoperation zu verwenden, oder um in der Zelle eine Zahl zu speichern. Das Speicherwerk dient zur Aufnahme der Ausgangswerte und der im Verlauf der Rechnung auftretenden Zwischenwerte.

Man hält den Rechenplan in einer Form fest, die sich zur Steuerung der einzelnen Vorrichtungen eignet, beispielsweise auf einem Lochstreifen. Der Rechenplan wird nun abschnittweise von der Maschine abgetastet und gibt für jede einzelne Rechenoperation folgende Angaben: Die Nummern der die Operanden enthaltenden Speicherzellen; die Grundrechnungsart; die Nummer der das Resultat speichernden Zelle. Die Angaben des Rechenplans lösen selbsttätig die erforderlichen Operationen aus.

Wir brauchen also folgende Vorrichtungen:

1.) Vollautomatischen Rechenwerk, z.B. eine 4-Spezies-Rechenmaschine,
2.) Vorrichtungen zum Speichern von Zahlen.
3.) Vorrichtungen zum Übertragen von Zahlen vom Rechenwerk auf das Speicherwerk und umgekehrt.
4.) Eine Vorrichtung zum Verbinden einer bestimmten Speicherzelle mit dem Rechenwerk (Wählwerk).
5.) Vorrichtungen zum Steuern der Anlage durch Lochstreifen (Abtaster).

Im einzelnen sind alle diese Vorrichtungen bekannt, ferner ist die Kombination Rechenwerk - Speicherwerk bekannt, wobei man ein beliebiges Speicherwerk (Zelle) aus den vorhandenen auswählen kann (z.B. auf einer Trommel angebrachte Zählwerke). Bekannt ist es ferner, beliebige Organe einer Rechenmaschine durch Lochstreifen oder Lochkarten zu steuern. ~~Es sei auch auf die Anmeldung Z 24 062 "Mechanisches Speicherwerk" verwiesen, in der eine Kombination Wählwerk - Speicherwerk" beschrieben ist.~~

Neu ist die Kombination bei Elementen derart, daß von einem Abtaster aus Befehle an die Gesamtanlage gegeben werden, indem an das Wählwerk die Nummern der Speicherzellen an das Speicherwerk die Angaben, ob gespeichert oder abgelesen werden soll, und an das Rechenwerk die Art der Rechenoperation gegeben wird. Mit einer derartigen Kombination ist es im Gegensatz zu bestehenden Vorrichtungen möglich, jede beliebige Formel zu rechnen, die sich aus Elementaroperationen zusammensetzt. Abbildung 1 zeigt eine solche Vorrichtung im Grundprinzip. Das Rechenwerk A ist mit dem Speicherwerk C derart verbunden, daß sowohl die Resultate des Rechenwerks auf jede beliebige Zelle des Speicherwerks, als auch die gespeicherten Zahlen auf die Einzelorgane des Rechenwerks übertragen werden können. P ist das Planwerk mit dem Abtaster. Von hier aus werden die Operationstasten des Rechenwerks und das Wählwerk P b gesteuert, welches die erforderlichen Speicherzellen mit dem Rechenwerk verbindet.

Bei dem Beispiel der dreistelligen Derterminante treten im Verlauf der Rechnung 26 Zahlen auf. Hat das Speicherwerk genügend Zellen, so wäre es möglich, die Zahlen ihrer Nummer entsprechend auf 26 Zellen zu speichern. Man kommt aber mit weit weniger Zellen aus, da viele Zahlen nicht gespeichert zu werden brauchen, sondern gleich in der Rechenvorrichtung bleiben können, und viele Zellen im Verlauf der Rechnung frei werden, weil ihre Zahlen nicht weiter gebraucht werden. Es ist vorteilhaft, den Rechenplan auf Verwendung möglichst weniger Speicherzellen hin aufzubauen. Um den Rechenplan nach einem Schema aufbauen zu können, wird eine Zahl, die zur nächsten Operation gleich in der Rechenvorrichtung bleibt, so betrachtet, als sei sie auf Speicherzellen O gespeichert. Der maschinenfertige Rechenplan enthält dann für jede Operation vier Angaben. Dem eigentlichen Rechenplan gehen die Befehle für die Speicherung der Ausgangswerte voraus. Am Schluß muß der Befehl gegeben werden, das Resultat anzuzeigen. Bleibt eine Zahl gleich zur nächsten Operation in der Rechenvorrichtung, so können die Takte "Speicherndes Resultat" und "Heranbringen des ersten Operanden zur nächsten Rechnung" ausfallen.

Maschinenfertiger Rechenplan.

Es bedeutet:	Sp 1	Speichern auf Zelle 1
	Ab_1	Ablesen von Zelle 1
	x + -	Rechenoperation
	Res.	Anzeigen des Resultats

Befehl	1	Sp 1	Befehl	30	x
"	2	Sp 2	"	31	Ab 8
"	3	Sp3	"	32	x
"	4	Sp4	"	33	Sp 13
"	5	Sp 5	"	34	Ab2
"	6	Sp 6	"	35	Ab4
"	7	Sp 7	"	36	x
"	8	Sp 8	"	37	Ab 9
"	9	Sp 9	"	38	x
"	10	Ab 1	"	39	Sp 14
"	11	Ab 5	"	40	Ab 3
"	12	x	"	41	Ab 5
"	13	Ab 9	"	42	x
"	14	x	"	43	Ab 7
"	15	Sp 10	"	44	x
"	16	Ab 2	"	45	Sp 15
"	17	Ab 6	"	46	Ab 10
"	18	x	"	47	Ab 11
"	19	Ab 7	"	48	+
"	20	x	"	49	Ab 12
"	21	Sp 11	"	50	+
"	22	Ab 3	"	51	Ab 13
"	23	Ab 4	"	52	-
"	24	x	"	53	Ab 14
"	25	Ab 8	"	54	-
"	26	x	"	55	Ab 15
"	27	Sp 12	"	56	-
"	28	Ab 1	"	56	RES.
"	29	Ab 6			

Der Rechenplan wird als Lochstreifen in die Abfühlvorrichtung von P (Abbildung 1) eingesetzt, und bewirkt nach Eintasten ~~der~~ der Ausgangswerte im Rechenwerk den selbsttätigen Ablauf der Gesamtrechnung.

Das bisher Gesagte betrifft im Wesentlichen eine Grundform, die sich aus gebräuchlichen Mitteln aufbauen läßt. Die gestellte Aufgabe ist aber durch folgende Neuerungen bezw. neue Kombinationen besonders vorteilhaft zu lösen:

Da die Maschine längere Rechnungen selbsttätig ausführt, kann man menschliche Gewohnheit übergehen und das einfachste Zahlensystem wählen. Bereits Leibnitz hat als einfachstes System die Dyadik, das System mit der Basis 2 erkannt. Diese Erkenntnis gilt selbstverständlich auch für Rechenmaschinen. Der Gedanke, Rechenmaschinen im Sekundalsystem zu bauen ist nicht neu. Jedoch hat es wenig Sinn, Rechenmaschinen, die der dauernden Wartung bedürfen, im Sekundalsystem zu bauen, da die Veranschaulichung der Zahlen ihre dauernde Übersetzung in das Dezimalsystem bedingt, wodurch der Vorteil der einfachereren Operationen des Sekundalsystems wieder aufgehoben wird. Die Kombination des oben beschriebenen Verfahrens mit dem Sekundalsystem bedeutet jedoch einen wesentlichen Fortschritt, eine Arbeitsgemeinschaft, die gegenseitig die praktische Durchführung beider Methoden ermöglicht. Die Zahlen sind "unter sich"; es können Resultate über Tausende von Zwischenwerten abgeleitet werden, ohne daß eine einzige Zahl in das Dezimalsystem übersetzt zu werden braucht.

Für die Durchführung des vorliegenden Verfahrens ist ferner grundlegend die Kommakennzeichnung. Die bekannten Maschinen sind nur in der Lage, Zahlen zu verarbeiten, die in Bezug auf das Komma ausgerichtet sind. Bei technischen Rechnungen handelt es sich aber um ständig wechselnde Operationen zwischen Größen verschiedenster Dimension und Größenordnung. So können Größen wie Wärmeausdehnungszahl e = 0,000012 und Elastzitätsmodul E = 2100000 km/cm^2 in derselben Formel vorkommen. Es ist sinnlos, den gesamten Stellenbereich für jede Zahl zu verwenden, wenn die meisten Ziffern gleich Null oder unbekannt sind. Die Speicherwerke wären sehr umfangreich und nur teilweise ausgenutzt. Die Schwierigkeit läßt sich durch die "halblogarithmische Schreibweise" beheben. Die Zahl wird in der Form geschrieben $Y = B^a . b$, wo B die Basis des benutzten Zahlensystems, a ganzzahlig, und b größer als 1 und kleiner als B ist. Im Sekundalsystem und halblogarithmischer Schreibweise wird z.B. die Zahl 12,75 wie folgt dargestellt:

$$12{,}75 = 8 + 4 + 0{,}5 + 0{,}25$$
$$= 2^3 + 2^2 + 2^{-1} + 2^{-2} = 1100{,}11$$
$$= 10^{11} . 1{,}0011 = 2^a . b$$

$$a = 11$$
$$b = 1{,}0011$$

(Um Verwechslungen zu vermeiden wird bei Sekundalzahlen die Ziffer 1 geschrieben L.)

Nunmehr können die konstruktiven Einzelheiten besprochen werden. Es sind mannigfache Lösungen möglich. So kann man als Rechenwerk bekannte Vollautomaten benutzen, wobei die Einstellung und Übertragung der Zahlen beispielsweise entsprechend der Patentschrift 580 675 erfolgen kann. Die im folgenden beschriebene Ausführung arbeitet im Sekundalsystem und halblogarithmischer Form und baut sich im wesentlich aus Relaisschaltungen auf. Als Beispiel sind die bekannten elektromagnetischen Relais gewählt. Jedoch sind entsprechende Schaltungen auch in anderer Relaistechnik durchführbar ~~(vgl. die Anmeldungen Z 23189, Z 23967, Z 24062).~~

Es zeigt Abbildung 1 das Grundprinzip,
Abb. 2 eine Übersichtszeichnung
" 3 das Stellenschema,
" 4 das Additionswerk (Teil B)
" 5 die Kontakte der Ba Relais
" 6 die Kontakte Relais FP, Fq
" 7 die Kontakte Relais Fh, Fi, Fk, Fl, Fm
" 8 die Selbsthaltekreise der Addtionswerke
" 9 die Steuerung des Relais Bt
" 10 die Operationseinstellung (Teilschaltung L)
" 11 die Steuerung der Multiplikation (Teilschaltung M)
" 12 " " " Division (Teilschaltung J)
" 13 " " " das Quadratwurzelziehen (Teilschaltung W)
" 14 " " " Relais St.
" 15 " Relaiskette der Sa- Sb Relais
" 16 " durch diese Relaiskette bewirkten Einstellungen
" 17 " Schaltung der ae-Kontakte
" 18 " " " be-Kontakte
" 19 " Ziffeneinstellung (Teilschaltung Z)
" 20 " Kommaeinstellung (Teilschaltung K)
" 21 " Steuerung der Multiplikation mit 0,1 (Teilschaltung U)
" 22/23 Einzelheiten der Teilschaltung U
" 24 die Steuerung der Rückübersetzung (Teilschaltung B)
" 25 die Betätigung des Steuerschalters Ld
" 26 einen Teil der Schaltung R
" 27 die Schaltung zum Aufrunden des Resultats
" 28 die Resultatanzeigevorrichtung

Abb. 29 das Kommaanzeigewerk (Teilschaltung Q)
" 30 das Vorzeichenwerk (Teilschaltung V)
" 31 das Speicherwerk (Teilschaltung C)
" 32 das Planwerk (Teilschaltung P)
" 33 die Steuerung der Rechenoperation durch das Planwerk (Pa Relais)
" 34 das Wählwerk (Pb Relais)
" 35,36,37 Einzelheiten der Teilschaltung P
" 38,39, 40, 41 die Teilschaltung N.

~~In der Anmeldung Z 234 624 IX/42 m ist eine~~ Es wurde bereits eine Vorschlagen im Sekundalsystem arbeitende Rechenmaschine ~~beschrieben~~, mit der es möglich ist, die fünf Operationen, Addition, Suktraktion, Multiplikation, Division und Quadratwurzelziehen, ferner die Übersetzungen vom Dezimal ins Sekundalsystem und umgekehrt, durchzuführen. Die beschriebene Vorrichtung ist außerdem so aufgebaut, daß sich mit ihr Zahlen, die in halblogarithmischer Form gegeben sind, mit einander verrechnen lassen. Die Anmeldung ist auf die Probleme der eigentlichen Zahlenrechnung beschränkt, wobei offen bleibt, ob die zur Durchführung der Rechnungen erforderlichen Einstellungen an der Maschine von Hand oder ebenfalls durch maschinelle Organe betätigt werden. In dem nachfolgend beschriebenen Rechenwerk sind die Schaltungen dieser Anmeldung so abgeändert und erweitert, daß das Rechenwerk nach Einstellen der Operanden und der Art der Operation alle weiteren Einstellungen selbsttätig durchführt, so daß das Rechenwerk im Rahmen der beschriebenen Gesamteinlage eingesetzt werden kann.

Die Rechenoperationen werden in Einzeladditionen aufgelöst. Die Zeit einer Einzeladdition wird als "Spiel" bezeichnet. Jedes Spiel hat mehrere Schritte. Ein "Schritt" ist die Ansprech- bezw. Abfallzeit eines Relais (falls nicht abfallverzögert). In den nachfolgenden Schaltungen hat jedes Spiel fünf Schritte. Die verschiedenen nacheinander ansprechenden Relaisgruppen erhalten Spannung über einen Impulsgeber. Die Impulse sind mit römischen Ziffern I, II, ... usw. bezeichnet und können ein oder mehrschrittig sein. Trägt ein Pol z.B. die Bezeichnung IV V so bedeu-

tet das, daß er während der Schritte IV und V an Spannung liegt. G bedeutet den Grundpol, der dauernd in Spannung liegt.

Bei vielen Relais ist der Strom der Ansprechwicklung schon abgeschaltet, während über die Kontakte noch weitere Relais betätigt werden. Bei diesen Relais muß das schnelle Abfallen verhindert werden. Erstreckt sich die erforderliche Haltezeit nur auf einige Schritte, so muß das Relais abfallverzögert sein. Muß sich das Relais länger halten (z.B. über mehrere Spiele bis zum Schluß der Operation), so ist ein Selbsthaltekreis erforderlich. Auch die kurzzeitige Verzögerung kann durch Selbsthaltekreise (möglichst an einer zweiten Wicklung) bewirkt werden. Derartige Konstruktionen haben mit dem Prinzip der Anmeldung nichts zu tun und sind dem Fachmann geläufig; sie sind der besseren Übersicht wegen aus den Schaltungen fortgelassen.

Die Gesamtschaltung ist in Teilschaltungen zerlegt, welche mit großen Buchstaben bezeichnet sind. Die Relais sind mit einem großen und mit einem kleinen Buchstaben bezeichnet, (eventuell mit Index), wobei der erste Buchstabe die Teilschaltung angibt. (z.B. wa). Die durch die Relais betätigten Kontakte tragen die Bezeichnung des Relais mit kleinen Buchstaben (z.B. wa). Anschlüsse tragen die Bezeichnung der Relais, wenn sie direkt an Relaiswicklungen führen. Sie tragen mitunter auch die Bezeichnung von Schließkontakten, wenn sie stets Spannung erhalten, sobald das zugehörige Relais angesprochen hat (z.B. be). Im übrigen sind die Anschlüsse mit einem der Teilschaltung entsprechenden kleinen Buchstaben und einem Index bezeichnet. (z.B. a_{72})

Abbildung 2 zeigt die Gesamtübersicht. Wir haben die Teilschaltungen A und B zur Verarbeitung der Werte a und b mit den Verteilerrelais E_{a-h} und F_{a-m}. Vom Leitwerk L aus werden die Operationen gesteuert. Bei Z werden die Ziffern eingetastet und bei K das Komma eingestellt. R ist die Resultatanzeigevorrichtung und Q die zugehörige Anzeigevorrichtung des Kommas. P ist das Planwerk mit dem Abtaster des Rechenplans, Pa die Entschlüsselungsrelais für die an das Leitwerk L gehenden Operationsbefehle, und Pb das Wählwerk zur Auswahl der Speicherzellen. C ist

das Speicherwerk mit den Speicherzellen Ca und den Verteilerrelais Cc. Das Additionswerk A ist achtstellig, das Additionswerk B achtzehnstellig. Abbildung 3 zeigt das Schema der Stellenaufteilung mit der Lage des Kommas in Teil B. Der Index der Stellen gibt die Potenz von 2 des zugehörigen Stellenwertes an. Teil A arbeitet nur mit ganzzahligen Werten. Im Teil B liegt das Komma hinter der zweiten Stelle. Die Speicherzellen umfassen für Teil A nur 7 und für Teil B nur 14 Stellen. Für die Werte b gilt die Bedingung $1 \leqslant b < 10$, so daß die Ziffer der Stelle + 1 stets = 0 und die Ziffer der Stelle 0 stets = 1 ist, und nicht gespeichert zu werden braucht. Die beiden letzten Stellen - 15 und - 16 dienen nur einer zusätzlichen Genauigkeit im Rechenwerk. Abb. 4 zeigt die Additionsvorrichtung B. Jeder Stelle ist ein Relais Ba Bb, Bc, Bd, Be zugeordnet. Wir haben ferner ein Relais Bs und ein Relais Bt (in Abb.4 nur die Kontakte gezeichnet). Durch Bs wird die Additionsschaltung auf Subtraktion umgestellt. An der Relaisreihe Ba wird der erste und an der Relaisreihe Bb der zweite Summand eingestellt. Das Additionswerk arbeitet folgendermaßen. Bei Addition ist Bs nicht eingeschaltet und die Leitungen b_1 und b_3 liegen an Spannung. Die Relais Ba, Bb werden auf Schritt V des vorhergehenden Spiels eingeschaltet. Im Schritt I werden die Relais Bc betätigt. Sie sprechen über zwei Umschaltkontakte von Ba und Bb an, wenn die Ziffer der betreffenden Stellen verschieden sind ; d.h. wenn entweder Ba an Spannung liegt und Bb nicht oder umgekehrt. Im Schritt II wird die Stellenübertragung gebildet. Es findet eine Übertragung auf die nächste Stelle statt, entweder wenn beide Ziffern gleich L sind oder eine = L (also Relais Bc angesprochen hat) und von der vorhergehenden Stelle eine Stellenübertragung stattfindet. Dieser Zusammenhang geht aus der Zeichnung ohne weiteres hervor. Bd spricht an, wenn auf die betreffende Stelle eine Stellenübertragung stattfindet. Im Schritt III wird aus der Stellung der Relais Bc und Bd das Resultat gebildet. Die Ziffern des Resultats sind = L wenn Bc ungleich Bd ist. Die Kontakte bt sind hierbei angesprochen, d.h. sie liegen anders als gezeichnet.

Beispiel:	OOLLOLL	27
+	LOLOLLO	+ 86
	LLLOOOL	113

Ba	OOXXOXX
Bb	XOXOXXO
Bc	XOOXXOX
Bd	OXXXXOO
Be	XXXOOOX

Bei Subtraktion ist Bs eingeschaltet und es liegen die Leitungen b_2 und b_4 an Spannung. Die Subtraktion erfolgt durch Addition des Suplements. Das Suplement einer Sekundalzahl wird durch Umkehren der Ziffern gebildet, wobei in der letzten Stelle die flüchtige Eins addiert werden muß. Die Schaltung ist so aufgebaut, daß die Relais Bb bei Betätigung des Relais Bs umgekehrt wirken wie bei Additionen. Die Einführung der flüchtigen Eins erfolgt über das Relais Bd der untersten Stelle (- 16).

Beispiel:	113	Ba	OXXXOOOX
	- 86	Bb	OXOXOXXO
		Bc	XXOXXOOO
		Bd	XXOOOOXX
	27	Be	OOOXXOXX

Ist Bt nicht angesprochen, so ist das Resultat (Be Relais) gleich dem ersten Summanden (Ba Relais). Hierdurch wird der weiter unten besprochene blinde Kreislauf bewirkt. In der Additionsschaltung von A sind die entsprechenden Ae-Relais direkt an die Umschaltkontakte Bd angeschlossen.

Aus Abbildung 2 geht der Verlauf der Zahlenkreisläufe hervor. Die in den Relais Ae bezw. Be gebildeten Resultate können über die Verteilerrelais Ec, Ed, Fc, Fd wieder auf die Summanden-Einstellrelais Aa, Ab, Ba, Bb zurückübertragen werden. Af und Bf sind Speicherrelais (Selbsthalterelais). Es können Zahlen von Ae über Ef auf Af und von Be über Ff auf Bf übertragen werden. Von Af und Bf können wiederum über Ea, Eb, Ee, Fa, Fb die dort gespeicherten Zahlen auf Aa, Ab, Ba, Bb übertragen werden. Die Relais Ea ÷ Ef, Fa ÷ Ff haben soviel Schließkontakte wie Leitungen über sie geführt werden. (Beispiel: Ea Abb.5) werden sie betätigt, so ist die betreffende Verbindung hergestellt.

Im Teil B kann der Wert über Fp Fq mit Stellenverschiebung von +1,0,-1,-2 Stellen und über Fh, Fi, Fk, Fl, Fm mit Stellenverschiebungen von + 15 bis minus 16 Stellen übertragen werden. Die Schaltungen zeigen Abb.6 und 7. An den Relais Fh bis Fm wird die erforderliche Stellenverschiebung als Sekundalzahl eingestellt, wobei Fm der untersten Stelle entspricht. Negative Zahlen werden als Suplemente dargestellt. (fh = L). Dementsprechend werden sämtliche Leitungen durch Fm um eine, durch Fl um 2, durch Fk um 4 durch Fi um 8 Stellen aufwärts und durch Fh um 16 Stellen abwärts geschaltet. Die Relais Fq schalten um eine Stelle aufwärts, und die Relais Fp um 2 Stellen abwärts.

Vor jeder Rechenoperation steht auf Af, Bf der erste und auf Ab Bb der zweite Operand. Die Af, Bf, Ab, Bb Relais sind als Selbsthalterelais ausgeführt und haben je eine zweite Wicklung. Die Abb.8 zeigt die Wicklungen der Af und Bf Relais, die Selbsthaltewicklungen der Ab und Bb - Relais, und die zur Schaltung der Selbsthaltekreise erforderlichen Relais Ah 1, Ah 2 und Bh. Die Selbsthaltekreise der Af und Bf Relais werden über Ah_1 die der Ab-Relais über Ah_2 und die der Bb Relais über Bh eingeschaltet. Die Relais Ah_1 und Ah_2, Bh sind ebenfalls Selbsthalterelais, und sie können durch Betätigen der Relais Ai, Aj, Bj gelöscht werden, somit dann auch die Af, Bf, Ab, Bb-Relais abfallen. Ferner können noch die Af-Relais direkt durch die Relais Al und die Bf-Relais direkt durch Bl gelöscht werden, ohne daß Ah_1 abfällt.

Abb.9 zeigt die Steuerung des Bt-Relais. Bt ist normalerweise über die Ruhekontakte li lw und lm eingeschaltet. Die Schaltung wird im Einzelnen weiter unten besprochen.

Während der Rechenoperationen kann das Resultat im Teil b größer als Lo (2) werden. In diesem Fall muß der Wert b eine Stelle abwährts verschoben werden und zum Ausgleich im Teil A L addiert werden. Dieser Vorgang wird durch die Relais Br und Be_1' bewirkt. Die Schaltung ist so aufgebaut, (abb.4) daß bei Auftreten eines b-Wertes größer als 2 noch im gleichen Additionsspiel die Addition von 1 im Teil A stattfindet und im Anschluß an die Addition die be-Leitungen sofort umgeschaltet werden.

Sind die Ziffern Ba_0 und Bb_0 beide = L so findet eine Stellenübertragung auf Stelle 1 statt. Die zum Relais Bd_1 führende Leitung hat dann Spannung. Von hier aus führt eine Leitung über einen Umschaltkontakt ba_1 und einen Schließkontakt br nach a_{60}, d.h. zur untersten Übertragungsleitung im Teil A, wodurch dort die Addition von L bewirkt wird. Bei Multiplikationen kann der Wert a bereits vor dem letzten Spiel größer als z sein, d.h. Ba_1 hat angesprochen. In diesem Fall wird über einen Umschaltkontakt ba a_{60} eingeschaltet. Wird Br betätigt, so spricht außer Be_1 auch Be_1' an, falls das Resultat größer oder = 2 ist. Bei $1'$ schaltet über Wechselkontakte sämtliche von be zu den Verteilerrelais laufenden Leitungen je eineStelle tiefer, wodurch die Abwärtsverschiebung des b-Wertes bewirkt wird.

Jeder Operation ist ein Selbsthalterelais Lu Lm Li... zugeordnet, welches durch Tastendruck oder durch den Rechenplan über Pa eingeschaltet wird. (Abb.10) Im gleichen Stromkreis mit den Wicklungen der L-Relais liegt Lm. Sobald Lm angesprochen hat, werden die Ansprechwicklungen der Operationsrelais kurz geschlossen, wodurch verhindert wird, daß durch Drücken weiterer Tasten weitere Relais ansprechen. Durch Lz werden die Relais gelöscht.

Der Ablauf der verschiedenen Operationen wird durch das Leitwerk gesteuert. Dieses besteht im Wesentlichen aus Steuerschaltern und Relaisketten, die spielweise fortgeschaltet werden und für die einzelnen Spiele die nötigen Einstellungen am Rechenwerk bewirken, z.B. die Verteilerrelais Ea.... usw. steuern.

Die Operationsrelais werden im Schritt I eingeschaltet, die Steuerschalter schalten auf Schritt II. Während der Schritte III, IV, V werden die Einstellungen für das nächste Spiel vorgenommen.

Bei Multiplikation muß im Teil A die Summe der a-Werte gebildet werden und im Teil B die eigentliche Multiplikation durchgeführt werden. Zwecks Addition der a-Werte muß der auf Af gespeicherte Wert über Ea auf Aa übertragen werden. Durch den Steuerschalter Md wird daher im Spiel 1 Ea eingeschaltet (Abb.12) Alsdann wird der auf Ab gespeicherte Wert durch Aj gelöscht (Spiel 2). Während

der ganzen Multiplikation ist ec eingeschaltet, so daß in den folgenden Spielen die Summe der a-Werte im Teil A über Aa, Ae, Ec umläuft. Im Teil B bleibt der zweite Faktor auf den Bb Relais eingestellt. Das Produkt wird durch Umlaufenlassen des im Laufe der Rechnung aufzubauenden Resultats über Ba, Be, Fc, Fp, Fq gebildet, wobei Fp und Fq eingeschaltet sind, so daß der Wert um eine Stelle abwärts verschoben auf Ba eingestellt wird. Bt wird während der Multiplikation durch Mm gesteuert (s.Abb.9Lm hat geschaltet). Ein Arm des Steuerschalters Ld tastet während der einzelnen Spiele die Kontakte der Bf-Relais ab, auf denen der Multiplikator gespeichert ist. Ist die betreffende Ziffer = L, so spricht Mm und somit Bt an. Hierdurch wird bei Ziffer L der Multiplikand zum kreisenden Produkt dazu addiert. Das abwärtskreisende Produkt entspricht den Schlittenverschiebungen bei üblichen Rechenmaschinen nur mit dem Unterschied, daß hier der Multiplikand stillsteht und das Resultat relativ zu ihm verschoben wird. Im letzten Additionsspiel (15) wird Br eingeschaltet und somit das Resultat in Bezug auf das Komma ausgerichtet. (Vergleiche S.13). Im Spiel 16 wird das Resultat auf die Af und Bf Relais übertragen (Ef Ff). Ist das Schlußzeichen Lz gegeben, so fällt Lm ab und die Operation ist beendet. Ferner werden noch im Spiel 2 die Löschbefehle Aj, Al und im Spiel 16 Bj und Bl gegeben. Bu ist ein Zeichen an das Planwerk P und wird weiter unten besprochen.

Bei der Division wird im Teil A die Differenz der A-Werte gebildet und im Teil B die eigentliche Division durch Subtraktion des Divisors vom Dividenden gebildet. Die Differenz der a-Werte wird entsprechend der Multiplikation durchgeführt. Im Teil B bleibt der Divisor auf dem Bb Relais eingestellt und der Rest macht einen Kreislauf über Ba Be Fc Fp Fq, wobei nur Fq eingeschaltet ist und somit der Rest um eine Stelle aufwärts verschoben auf die Ba-Relais eingestellt wird. Er wandertalso aufwärts, der Devisor verschiebt sich relativ dazu abwärts. Die Bt-Relais werden bei der Division so gesteuert, daß bei positiver Differenz Bt eingeschaltet und bei negativer Differenz Bt nicht eingeschaltet ist, so daß der Rest einen blinden Kreislauf ohne Subtraktion des Divisors ausführt. Ist die Differenz

positiv, so ist die Übertragungsangabe b_{61} (s.Abb.4) ebenfalls positiv, d.h. sie liegt an Spannung, da die vor der ersten Stelle liegenden Ziffern des Divisorssupliments (Bs auf Subtraktion geschaltet) = L sind. Soll das Resultat der Subtraktion positiv werden, so müssen die vor der ersten Stelle liegenden Ziffern 0 sein. Hierzu ist eine über sämtliche Stellen laufende Stellen-Übertragung nötig. Die Schaltung des Bt - Relais zeigt Abb.9. Durch den Wechselkontakt Li wird das normalerweise an den Impuls II III angeschlossene Relais Bt an den Anschluß B 61 umgeschaltet. Das Resultat wird ziffernweise angefangen von der ersten Ziffer (1.Stelle vor dem Komma) durch die Angabe b 61 gegeben. Bei positivem Rest, dh. wenn der Dividend aufgeht, ist die betreffende Ziffer des Resultats = L.

Durch den Steuerschalter Id (Abb.12) wird b 61 nacheinander an die Ansprechwicklung (1.Wicklung) der Bf.-Relais gelegt und so das Resultat aufgebaut. Die weitere Steuerung des Rechenwerks bei Division gent ebenfalls aus Abbildung 12 hervor. Im Spiel 1 wird im Teil A, Ea (Übertragung Af auf Aa) und As (Subtraktion im Teil A) eingeschaltet. Über Fa wird der auf Bf gespeicherte Dividend auf die Ba Relais übertragen.

Das Resultat der Division kann kleiner als 1 sein, muß aber größer als 0,L sein; das heißt, die erste von 0 verschiedene Ziffer kann entweder auf Bf_0 oder auf Bf_1 stehen. Im Spiel 17 wird nun das auf Bf stehende Resultat über Fa auf Ba übertragen. Ist $Bf_0 = 0$, so wird über einen Trennkontakt bf_0 Eh, Ei und Fq eingeschaltet. Ei ist die Einstellung von - 4 (LLLLLLOO, Suplement) auf die Ab-Relais, ferner wird Ab_0 und Ab_1 eingeschaltet, wodurch im Teil A die noch kreisende Differenz der a-Werte um 1 vermindert wird. Gleichzeitig wird Fq eingeschaltet, wodurch im Teil B der Wert b um eine Stelle aufwärts verschoben auf die Ba Relais eingestellt wird. Im Spiel 18 wird dann über Ef, Ff das Resultat auf die Af, Bf-Relais zurück übertragen. Lz ist das Schlußzeichen, Aj, Bj, Al, Bl Löschbefehle. Über das Relais Li ist dauernd im Teil A der Kreislauf über Ec eingeschaltet, ferner der Kreislauf des Restes im Teil B über Fc mit einer Abwärtsverschiebung durch Fq. Teil B ist Bs auf Subtraktion gestellt. Im Spiel 18 werden diese Einstellungen über das Relais Ic abgeschaltet.

Das Quadratwurzelziehen hat große Ähnlichkeit mit der Division. An Stelle des Divisors wird das im Laufe der Rechnung aufzubauende Resultat vom Radikanden abgezogen ~~(Vergl. Anmeldung Z 23624 S.1)~~. Die quadratische Ergänzung besteht durch einfache Addition von 1. Im Teil A muß der auf Af stehende Wert halbiert werden, während im Teil B die eigentliche Wurzel gezogen wird. Ist a ungrade, so muß, damit beim Halbieren wieder eine ganze Zahl entsteht, dieser um Eins erniedrigt werden und dafür die Wurzel aus 2b gezogen werden. Die Erniedrigung von a um Eins geschieht selbsttätig durch Verlorengehen der letzten Stelle beim halbieren (halbieren gleich eine Stelle abwärts verschieben).

Abbildung 13 zeigt die Schaltung des Steuerschalters Wd. Im Spiel 1 wird der b-Wert des Radikanden über Fa von Bf auf Ba übertragen; ist der a-Wert des Radikanden ungrade, so ist Af_0 gleich L. Es wird dann im Spiel 1 außerdem Fq eingeschaltet und somit der B-Wert um eine Stelle aufwärts verschoben auf Bb eingestellt. Ferner ist die erste quadratische Ergänzung auf Bb_0 eingestellt. In dem folgenden Spiel wird die quadratische Ergänzung jeweils eine Stelle tiefer auf die Bb Relais eingestellt und genau wie beim Dividieren das Resultat auf den Bf Relais aufgebaut. Hierbei haben wir die Einstellungen Fc, Fq (aufwärtslaufender Kreislauf des Restes) und Fb, Fm zur Einstellung des auf Bf stehenden Resultats um eine Stelle aufwärts verschoben (Fm) auf die Bb-Relais. Im Spiel 19 wird der a-Wert über Ee um eine Stelle abwärts verschoben auf Aa übertragen und zugleich das Resultat von Bf über Fa auf Ba übertragen. Im Spiel 20 findet die Übertragung des endgültigen Resultats über Ef und Af und über Ff auf Bf statt. Zugleich wird das Schlußzeichen Lz gegeben. Bl und Al sind Löschbefehle. Die Einstellungen Fc, Fq, Fb, Fm werden über Lw eingeschaltet, sind aber während der Spiele 1 und 19 durch die Relais Wa und Wb unterbrochen.

Bei Addition und Subtraktion zweier in halblogarithmischer Form gegebener Zahlen muß die Differenz der a-Werte gebildet werden und der dem kleineren a zugeordneten b-Wert um $a_1 - a_2$ Stellen abwärts verschoben werden. Aus den Vorzeichen

der beiden Werte und der befohlenen Operation ergibt sich die auszuführende Operation. Diese ist gleich der befohlenen (Addition oder Subtraktion) wenn beide Vorzeichen gleich sind, und entgegengesetzt der befohlenen, wenn beide ungleich sind. Vg ist ein Relais des weiter unten besprochenen Vorzeichenwerks und spricht bei gleichen Vorzeichen der gegebenen Operanden an. Ls_1 spricht bei befohlener Addition und Ls_2 bei befohlener Subtraktion an. Abbildung 14 zeigt die Schaltung des Relais St. Es spricht an, entweder wenn Ls_1 und Vg oder wenn Ls_2 und Vg nicht angesprochen hat. Liegt St an Spannung, so bewirkt es, daß die ausgeführte Operation eine Addition ist, sonst eine Subtraktion. Der Ablauf der Spiele wird durch eine Relaiskette gesteuert (Abbildung 15). Die Kette läuft von Sa_1 über Sb_1 Sa_2 , Sb_2, Sa_3, Sb_3, Sa_4, Sb_4, Sa_5, wobei die Sa-Relais die Einstellungen für das jeweilige Spiel bewirken.

Im Spiel 1 wird die Differenz der a-Werte gebildet. Im Spiel 2 findet die eigentliche Addition bezw. Subtraktion statt. bei Addition wird dann die Relaiskette sofort auf das Schlußspiel 5 geschaltet. Bei Subtraktion kann der b-Wert des Resultats negativ werden, das heißt: im Additionswerk b als Suplıment erscheinen. Dann muß von ihm wieder das Suplement gebildet werden. Das geschieht im Spiel 3. Ist kein Suplement zu bilden, so wird die Relaiskette gleich von Spiel 2 auf Spiel 4 geschaltet. Bei Subtraktionen kann die erste von Null verschiedene Ziffer des b-Wertes des Resultats an beliebiger Stelle liegen. In diesem Falle muß der b-Wert "ausgerichtet werden; d.h. der b-Wert muß um soviel Stellen aufwärts verschoben werden, daß die Bedingung $1 \leqslant b < 2$ erfüllt ist. Dabei muß der a-Wert um den Betrag der erforderlichen Stellenverschiebungen vermindert werden. Dieses Ausrichten findet im Spiel 5 statt.

Abbildung 16 zeigt die durch die Relaiskette in den einzelnen Spielen bewirkten Einstellungen an der Maschine. Die Vorgänge sind im einzelnen folgende:

Wird die Addition oder Subtraktion über Relais Ls_1 oder Ls_2 eingeleitet, so spricht das Relais Sa_1 an. Dadurch wird Su eingeschaltet und Su schaltet wiederum die Kontakte ls_1 ls_2 ab, so daß die Relaiskette während ihres Arbeitens nicht neu einge-

schaltet werden kann. Im Spiel 1 wird über Ba der auf Af stehende a-Wert auf Aa übertragen, und das Werk A auf Subtraktion gestellt.(As). Ist $a_1 > a_2$ so ist die Übertragungsangabe a_{61} positiv (vergl. S.15, b_{61}). Diese schaltet ein Relais Av (nur die Kontakte gezeichnet) Av steuert die Einstellungen für das zweite Spiel. Ist Av eingeschaltet, so wird der auf Ab stehende zweite a-Wert des Operanden über Aj gelöscht, und über Ea der auf Af stehende erste a-Wert auf Aa übertragen. Ist Av nicht eingeschaltet, so bleibt der zweite a-Wert auf Ab stehen. Während des Additionsspieles wird dann in jedem Fall der größere a-Wert auf die Ae-Relais übertragen. Er kreist während der folgenden Spiele über Ec, Aa, Ae. Entsprechend wird im Teil B, wenn Av eingeschaltet ist, der erste b-Wert von Bf über Fa auf Ba übertragen und der inzwischen von Bb auf Be übertragene zweite b-Wert von Fd auf Bb zurück übertragen. Ist Av nicht eingeschaltet, so wird umgekehrt der erste b-Wert über Fb auf Bb und der zweite b-Wert über Fc auf Ba übertragen. Es steht also in jedem Falle der dem größeren A-Wert zugeordnete b-Wert auf den Ba Relais. Der auf Bb einzustellende Wert muß also um die Differenz der a-Werte abwärts verschoben werden.

Dies erfolgt über die Relais Fh bis Fm, welche durch die Kontakte ae_3 bis ae_0 entsprechend Abb. 17 gesteuert werden und zwar nach folgendem Schema:

ae		F
43210		hiklm
XXXX	15	x x
xxx	14	x x
xx x	13	x xx
xx	12	x x
x xx	11	x x x
x x	10	x xx
x x	9	x xxx
x	8	xx
xxx	7	xx x
xx	6	xx x
x x	5	xx xx
x	4	xxx
xx	3	xxx x
x	2	xxxx
x	1	xxxx
xxxxx	-1	xxxx
xxxx	-2	xxxx
xxx x	-3	xxx x
xxx	-4	xxx
xx xx	-5	xx xx
xx x	-6	xx x
xx x	-7	xx x

xx	-8	xx
x xxx	-9	x xxx
x xx	-10	x xx
x x x	-11	x x x
x x	-12	x x
x xx	-13	x xx
x x	-14	x x
x x	-15	x x
x	-16	

Links stehen die letzten 5 Ziffern der Differenz der a-Werte als Secundalzahlen, negative Zahlen als Suplemente dargestellt. Rechts die erforderlichen Einstellungen an den Fh - Fm Relais. Sie stellen ebenfalls die Stellenverschiebungen als sekundale Suplemente dar. Ist Av negativ, d.h. bei negativer Differenz der a-Werte, so kann der auf den Ae-Relais eingestellte Wert direkt auf die Fh - Fm-Relais übertragen werden. Ist Av positiv,so gilt folgende Regel:

Ein beliebiges F-Relais muß ansprechen, entweder wenn das der gleichen Stelle zugeordnete Ae-Relais angesprochen ist, aber keins der Ae-Relais von niederer Stellenzahl, oder wenn das der gleichen Stelle zugeordnete Ae-Relais nicht angesprochen ist, aber dafür mindestens 1 der Ae-Relais von niederer Stellenzahl. Die Lösung dieser Aufgabe geht ohne weiteres aus Abb. 11 hervor. Diese Schaltung gilt nur für den Bereich, in dem $a_1 - a_2$ kleiner als + 15 und größer als -16 ist. Anderenfalls würde sie falsche Einstellung ergeben: In diesem Fall hat auch die Addition keinen Sinn, da der zweite Wert zu klein ist. Seine Einstellung muß verhindert werden. Dies erfolgt durch den Teil der Schaltung von Abb.16, der über Sa_2, $ae_{7,6,5,4}$ die Einstellungen von Fb bewirkt. Für alle Zahlen des obengenannten Bereiches gilt folgendes: Entweder ist die Zahl größer als 15, dann müssen alle vor Ae 3 liegenden Ziffern gleich Null sein, oder sie ist kleiner als minus16, also ein Suplement, dann müssen alle vor Ae_3 liegenden Ziffern gleich L sein.

Im Spiel 2 erfolgt die eigentliche Addition. Ist St nicht eingeschaltet, so wird Bs eingeschaltet und es erfolgt eine Subtraktion. Ist St eingeschaltet, so wird die Relaiskette über den Umschaltkontakt St sofort auf Sa_5 umgeschaltet. Bei Subtraktion (St. nicht eingeschaltet) wird durch die Angabe b_{61} (Abb.4) angezeigt, ob die Differenz der b-Werte negativ oder positiv ist. B_{61} steuert ein Relais Bv (entsprechend Av (vgl. S.18) Hat Bv angesprochen, so ist die Differenz positiv und die Relaiskette wird

von Sa_2 auf Sa_4 geschaltet, hat Bv nicht angesprochen, so wird Sa_3 eingeschaltet. Im Spiel 3 wird im Teil B das Suplement gebildet. Über Fd wird das Resultat von Be auf Bb übertragen und durch Bs der Teil B auf Subtraktion gestellt. Dadurch werden in den Bb-Relais die Ziffern umgekehrt und durch Addition der flüchtigen 1 das Suplement gebildet. Im Spiel 4 erfolgt die Ausrichtung der b-Werte, denn bei Subtraktion können die ersten Ziffern Null sein, so daß das Resultat aufwärts verschoben werden muß. Abb.18 zeigt die Schaltung durch die entsprechend der Lage der ersten von Null verschiedenen Ziffer die Fi - Fm-Relais so geschaltet werden, daß sich die richtige Stellenverschiebung ergibt. Fi muß ansprechen, wenn die Zahl der Stellenverschiebungen ungrade ist, also wenn die erste Ziffer bei der Stelle -1, -3, -5 usw. liegt. Über hintereinander geschaltete Trennkontakte liegen die Leitungen an Spannung bis sie durch ein Be-Relais abgeschaltet sind. Ist dieses einer ungraden Stelle zugeordnet, so wird über einen Wechselkontakt Fi eingeschaltet. Entsprechend wird Fk bei den Stellen -2, - 3, - 6, - 7, - 10, - 11, - 14, -15, Fl bei den Stellen - 4, - 5, - 6, - 7, - 12, - 13, - 14, - 15 und Fm bei den Stellen - 8, - 9, - 10, - 11, - 12, - 13, - 14, - 15 eingeschaltet. Die so gebildete Kombination stellt die Zahl der Stellenverschiebung als Sekundärzahl dar und wird durch die Kontakte des Bm Relais einerseits auf die Fk- fm- Relais, und durch Br auf die Ab_0 - Ab_3 - Relais übertragen. Teil A wird über As auf Subtraktion geschaltet und somit der auf Aa stehende a-Wert um die Zahl der Stellenverschiebungen vermindert.

Im Spiel 5 erfolgt die Herausgabe des endgültigen Resultats über die Relais Ef, Ff, auf die Relais Af, Bf. Genau wie bei Multiplikation (vergl.S14) kann das Resultat der Addition größer als zwei sein und muß in Bezug auf das Komma ausgerichtet werden. Dies geschieht entsprechend S13 über Br.

Beim Übersetzen der auf Z-K (Abb.2) eingestellten Zahl wird zunächst unabhängig von der Lage des Kommas der auf Z eingestellte vierstellige Dezimalwert als ganze Zahl übersetzt. Dies geschieht im Teil B entsprechend der Anmeldung Z 23624,

indem die Dezimalziffern für sich im Sekundalsystem übersetzt werden und als solche angefangen von der höchsten Stelle nacheinander auf das Additionswerk übertragen werden und zwischen jeder neueingestellten Ziffer das bisher aufgebaute Resultat mit 10 multipliziert wird.

Die Multiplikation mit 10 geschieht durch Einstellen des doppelten und achtfachen Wertes auf das Additionswerk, also dadurch, daß das Resultat einmal eine Stelle aufwärts und einmal 3 Stellen aufwärts verschoben wird.

Beispiel: 835

LOOO	8
LOOOO	16
LOOLOOO	64
LOLOOOO	80
LL	3
LOLOOLL	83
LOLOOLLO	166
LOLOOLLOOO	664
LLOOLLLLLO	830
LOL	5
LLOLOOOOLL	835

Abbildung 19 zeigt die Ziffereinstellvorrichtung Z für eine Stelle. Sie besteht im Wesentlichen aus einer Tastatur mit durch Tasten betätigte Kontakte, durch die die Dezimalziffer ins Sekundalsystem übersetzt wird. Durch die Relais Za, Zb, Zc Zd werden dann diese Kombinationen auf die Relais Ba_{10}, Ba_{11}, Ba_{12} Ba_{13} übertragen. Die durch den Steuerschalter Ud (nicht gezeichnet) bewirkten Einstellung sind für die einzelnen Spiele folgende:

Spiel	1	1. Ziffer	Za.
"	2	xLOLO	Fb, Fc, Fq, Fl, Fm
"	3	2.Ziffer	Zb,
"	4	xLOLO	Fb, Fc, Fq, Fl, Fm
"	5	3. Ziffer	Zc,
"	6	X LOLO	Fb, Fc, Fq, Fl, Fm
"	7	4. Ziffer	Zd,
"	8	Ausrichten	Bm, Bn
		+ LLOL (Teil/A)	Eg. Uo.

Im Spiel 8 muß die so übersetzte ganze Zahl auf die Form $y=2^a.b$ gebracht werden. Da die Einer auf die Stelle - 13 eingestellt werden, muß im Teil A zum Ausgleich + 13 addiert werden (LLOL) Ferner muß die Zahl entsprechend der Lage der ersten von Null verschiedenen Ziffer ausgerichtet werden. Dies geschieht genau wie bei der Subtraktion durch die in Abb.18 dargestellte Teilschaltung über die Relais Bm, Bn. Uc bewirkt die zur Berücksichtigung des Kommas erforderlichen weiteren Operationen. Abbildung 20 zeigt die Teilschaltung K zur Einstellung des Kommas. Es wird die der Lage des Kommas entsprechende Taste gedrückt. Der dem Tasten zugeordnete Index gibt an, mit welcher Potenz von 10 die bei Z eingestellte Zahl zu multiplizieren ist. Ist Tk_0 gedrückt, so ist eine Korrektur der übersetzten Zahl nicht nötig. Liegt das Komma weiter rechts, so muß der übersetzte Wert entsprechend oft mit 10, liegt er weiter links mit 0,1 multipliziert werden. Die Multiplikation mit 10 bedeutet in halblogarithmischer Form ($10 = LO^{LL} . L,OL$) die Addition von LL im Teil A und im Teil B, die Addition von b und b/4; sie läßt sich also in einem Spiel erledigen. Die zugehörigen Einstellungen Fc, Fd, Ec, Ei, Ab_0, As, Fh, Fi, Fk, Fl, bewirkt das Relais Ug (nicht gezeichnet). Ug schaltet ferner Br ein, wodurch der Wert ausgerichtet wird. (vgl. S.13) Die Addition von 3 wird durch Subtraktion von - 3 (LLLLLOL) bewirkt, der Grund wird weiter unten angegeben.

Die Multiplikation mit 0, 1 ist etwas komplizierter. 1/10 hat im Sekundalsystem die Periode 0,000LL bezw. in halblogarithmischer Form für 16 Stellen hinter dem Komma:

$$0,1 = LO^{-LOO} . L,LOOLLOOLLOOLLOOL.$$

Diese Multiplikation läßt sich in vier Spielen wie folgt durchführen. Ist x_0 der zu multiplizierende Wert, so wird im ersten Spiel $x_1 = x_0 . L,L$, im zweiten Spiel $x_2 = L,OOOL . x_1$, im dritten Spiel $x_3 = L,OOOOOOOL . x_2$ und im vierten Spiel $x_4 = L,OOOOOOOOOOOOOOOL . x_3$ gebildet, womit die Multiplikation für den Bereich der vorhandenen Stellen durchgeführt ist.

Beispiel: 100 x 1/10

$100 = 1100100 = 10^{110} \times 1,1001$

1,1001 . 1,10011001 ...

= 1,1001
  1100 1

10,0101
 0,0010010011

10,0111111101
 0,0000001001111110011 drittes Spiel

10,0111111111111111011
 0,0000000000000010011111 viertes Spiel

10,0111111111111111111111

aufgerundet: $10,1 \cdot 10^{10} = 1,01 \cdot 10^{11} = 10$

Die Multiplikation mit 1/10 erfolgt nun so, daß in jeden der vier Spiele das Resultat soweit es bereits aufgebaut ist, einmal ohne Stellenverschiebung auf Ba und zum anderen mit den Stellenverschiebungen - 1, - 4, - 8, - 16 auf Bb eingestellt wird. Die Steuerung der Stellenverschiebungen erfolgt über die Fh - Fm -Relais, an denen die Stellenverschiebungen als Sekundalzahlen eingestellt werden müssen. Es sind also in den einzelnen Spielen folgende Relais zu schalten.

	Fh,	Fi,	Fk,	Fl,	Fm
Spiel 1)	x	x	x	x	x
" 2)	x	x	x	0	0
" 3)	x	x	0	0	0
" 4)	x	0	0	0	0

Es müssen also zunächst alle 5 Relais eingeschaltet sein und dann nach dem ersten Spiel Fl, Fm, nach dem zweiten Spiel Fk und nach dem dritten Spiel Fh abgeschaltet werden. Dieses wird durch die in Abbildung 21 dargestellte Schaltung bewirkt.

Durch Einschalten von Uf wird die Multiplikation mit 0,1 eingeleitet. Uf hält sich über eine Selbsthaltewicklung Uf^2 während der ganzen Operation. Über die Schließkontakte uf werden zunächst die Relais Fh, Fi, Fk, Fl, Fm eingeschaltet. Uf wird im Schritt III eingeschaltet. Fh - Fm im Schritt IV, im Schritt V erfolgt über

die Fh-Fm-Relais die Einstellung des Summanden auf die Bb Relais, im Schritt II des nächsten Spiels wird Um eingeschaltet, (Abb.21) während Uk und Ui durch die Trennkontakte fm und fk noch abgeschaltet sind. Um schaltet über einen Trennkontakt Fm und Fl ab, womit die Einstellungen für das zweite Spiel vollzogen sind. Im nächsten Spiel wird das Uk Relais eingeschaltet, da Fm abgefallen ist. Es bewirkt die Abschaltung von Fk und somit die Einstellung für Spiel 3. Dadurch wird auch Ui freigegeben, so daß im nächsten Spiel auch Fi abgeschaltet wird. Hierdurch wird das Schlußrelais Uh, welches bis dahin über Fi abgeschaltet war, freigegeben. Uh bewirkt die Abschaltung von Uf und Fh. Während der ganzen Zeit sind ferner zur Aufrechterhaltung des Zahlenkreislaufs die Einstellungen Fc, Fd, Ec, erforderlich. Ferner muß das Rechenwerk über Br auf Ausrichten geschaltet werden (vgl. S.13), da der auftretende b-Wert größer als 2 werden kann. Außerdem muß in Teil A-4 (LLLLLOO) addiert werden, was im Spiel 3 über einen Schließkontakt von Uk und einem Trennkontakt ui durch das Relais Ei erfolgt.

Ist in der Teilschaltung K eine Kommataste mit negativem Index gedrückt, so spricht Ka an, bei einer Taste mit positivem Index Kb. Das durch den Steuerschalter Ud im Spiel 8 eingeschaltete Relais Uc bewirkt (Abb.22) bei Einschaltung von Ka die Einschaltung von Uf und somit der Multiplikation mit 0,1 und bei Einschaltung von Kb die Einschaltung von Ug und somit der Multiplikation mit 10. Bei jeder Einzelmultiplikation wird entweder über die Kontakte lu, uf, fi bezw. die Kontakte Lu, ug der Schrittschalter Kd betätigt. Dies erfolgt so oft, bis der Arm des Schrittschalters die gedrückte Kommataste erreicht hat. Dann spricht Kc an und bewirkt die Abschaltung von Uf bezw. Ug und die Einschaltung des Schlußrelais Uz (Abb.22). Uz bewirkt die Übertragung der übersetzten Zahl, entweder über Ef, Ff, auf Af, Bf oder über Ed, Fd auf Ab, Bb. (Abb.23) Zunächst sind weder die Einstellglieder für den ersten (Af, Bf) noch für den zweiten Operanden (Ab, Bb) gesetzt. Ah_1, Ah_2, und Bh sind ebenfalls abgefallen (Abb.8). Durch Uz wird über a_{72} ~~xxfxxkxxxxx~~ (Abb.23,8) zunächst Ah_1' eingeschaltet und dadurch etwas verzögert Ah_1, wodurch die Selbsthalteleitungen der Af, Bf Relais eingeschaltet werden. Ah_1 schaltet den Anschluß A_{72} auf Ah_2

und Bh um, (Abbildung 8); ferner Ef auf Ed, Ff auf Fd, Vx auf Vx (Vorzeicheneinstellung s.weiter unten), so daß die nächste Zahl auf den Relais Ab, Bb gespeichert wird. Sollten die Zahlen direkt ins Speicherwerk übertragen werden, so wird dies durch den Rechenplan gesteuert. (s.weiter unten). Der Drehwähler Kd muß nach erfolgter Operation auf die Null-Stellung zurückgehen. Die zugehörige Schaltung ist nicht geschaltet.

Die Rückübersetzung vom Sekundalsystem und Dezimalsystem erfolgt ebenfalls nachdem in der Anmeldung Z 23624 angegebenen Prinzip. Durch Multiplikation mit 10 bezw. 0,1 und Ausrichten muß die Zahl zunächst auf eine Form gebracht werden, bei der der a-Wert gleich Null und der b-Wert zwischen Null und 15 liegt. Es wird dann der vor dem Komma liegende ganzzahligeTeil der Zahl in die entsprechende Dezimalziffer überführt und der hinter dem Komma liegende Rest mit 10 multipliziert, wieder der vor dem Komma liegende Teil in die zweite Dezimalziffer überführt, der Rest mit 10 multipliziert usw. Für dieses Verfahren werden im Teil B vier Stellen vor dem Komma gebraucht. Da das Additionswerk B nur zwei Stellen vor dem Komma hat, wird für das Rückübersetzen das Komma hinter die vierte Stelle von vorn verlegt (s.Abb.3) der b-Wert also um 2 Stellen abwärts verschoben. Dementsprechend muß der zugehörige a-Wert um zwei erhöht werden, d.h. bei der fertig umgeformten Zahl muß a = 10 sein.

Die Steuerung erfolgt durch die Teilschaltung D über den Steuerschalter Dd (Abb.4) Im Spiel 1 wird über Ea und Fa die auf Af, Bf eingestellte Zahl auf Aa und Ba übertragen. Im Spiel 2 wird entweder Ug, Uf oder Un eingeschaltet, und zwar wie folgt: Ist der a-Wert negativ, so ist die Ziffer af_6 = L (Suplement). Über einen Umschaltkontakt af_6 wird Ug eingeschaltet und somit die Multiplikation mit 10 eingeleitet. Ist der Wert a größer als LL so muß mindestens eine der Ziffern Af 5 Af_4, Af_3, Af_2 = L sein. In diesem Fall spricht Aq (Abbildung 8) an. Der Steuerschalter Ld schaltet über af_0 aq, Uf_1 ein und löst somit die Multiplikation mit 0,1 aus. Während dieser Zeit ist Ef eingeschaltet, der reduzierte a-Wert wird also nach jeder Einzel-

multiplikation auf die Af-Relais zurück übertragen. Dies erfolgt solange, bis der Wert a im Bereich 0, +1, +2, +3 liegt.

Liegt der a-Wert von vornherein in diesem Bereich, so ist af_0 und aq abgefallen und Dm spricht an. Dm bewirkt über Ec, Fc die Zurückübertragung der eingestellten Zahl.

Der Schrittschalter Dd ist so geschaltet, daß die Fortschaltung bei Einschaltung von uf oder ug unterbrochen ist (Abb.25). Ist uf eingeschaltet, so erfolgt die Weiterschaltung sobald aq abgefallen ist, und ist ug eingeschaltet, so erfolgt die Weiterschaltung sobald durch a_{61} angezeigt wird, daß im Teil A bei der Multiplikation mit 10 positive Werte erreicht sind. Die Addition von 3 (Multiplikation mit 10) erfolgt durch Subtraktion von - 3, (vgl. S.)so daß die Stellenübertragungsangabe a_{61} positiv ist, sobald positive Werte erreicht werden.

Im nächsten Spiel muß die Zahl so ausgerichtet werden, daß a = 2 ist, a kann jetzt nur LL, LO, OL, OO sein. Der zugehörige b-Wert muß dementsprechend bei a = LL um eine Stelle aufwärts a = OL um eine Stelle abwärts und bei a = OO um zwei Stellen abwärts verschoben werden. Dies wird durch die Relais Fp, Fq bewirkt. Die zugehörigen Stellungen ergeben sich aus folgendem Schema:

a	Af_1	Af_0	Stellenverschiebung	Fp	Fq
0	0	0	-2	x	0
+ 1	0	X	- 1	x	x
+ 2	X	0	0	0	0
+ 3	X	X	+ 1	0	X

Fp muß ansprechen, wenn Af_1 abgeschaltet ist und Fq, wenn Af_0 eingeschaltet ist. Dieses wird durch den Steuerschalter Dd im Schritt 3 bewirkt.

In den nächsten Spielen wird die eigentliche Rückübersetzung durchgeführt. In diesen Spielen wird über Fc, Fd der im Laufe der Rechnung abgebaute Wert auf Ba und Bb zurückübertragen. Fq bewirkt

die Stellenverschiebung + 1 . Fl, Fm die Stellenverschiebung + 3, wodurch die Multiplikation mit 10 (LOLO) bewirkt wird. Über die Relais Ra_{1-4} (Abb.26) (nur Kontakte gezeichnet) werden die vor dem Komma liegenden Stellen auf die Bf-Relais übertragen. Da bewirkt die Unterbrechung der Leitungen, die von den Relais Be_1, Be_0, Be_{-1}, Be_{-2} zu den Relais Fc, Fd laufen, wodurch die vor dem Komma liegenden Ziffern gelöscht werden. Nach diesem Prozeß steht die Zahl als Dezimalzahl, deren Ziffern einzeln im Sekundalsystem verschlüsselt sind, auf den Bf.-Relais(erste Ziffer Bf_0 - Bf_{-3}, zweite Ziffer Bf_{-4} - Bf_{-7}, dritte Ziffer Bf_{-8} - Bf_{11}, vierte Ziffer Bf_{-12} Bf_{-15}.

Bei der letzten Ziffernbildung wird die erste hinter dem Komma stehende Stelle auf Bf_{-16} übertragen. Ist sie gleich L so muß das Resultat aufgerundet werden. Dies geschieht im folgenden Spiel. (Schritt 8 des Steuerschalters).

Beispiel: 15,28

LLLLOLOOOLLLLOLOLL	15
LOOOLLLLOLOLL	
LOLLOOLLOOLOLLL	2
LLOOLLOOLOLLL	
LLLLLLLLLLLOOLL	7
LLLLLLLLOOLL	
LOOLLLLLOLLLLLL	9

LLLL OOLO OLLL LOOL L

L L

LLLL OOLO LOOO LOLO

15 2 8 10

In obigem Beispiel sind nacheinander die Ziffern 15, 2, 7, 9, ermittelt worden, ferner Bf_{-16} = L. Die erste Ziffer kann zwischen 0 und 15 liegen). Die Zahl muß aufgerundet werden. Das bedeutet eine Stellenübertragung auf die letzte Dezimalstelle. Ist diese gleich 9 (LOOL) so muß eine weitere Übertragungsangabe auf die nächste Stelle erfolgen usw. Dies wird durch die in Abb. 27 dargestellte Schaltung bewirkt. Ist die letzte Dezimalziffer = 9, so müssen die Relais Bf_{-12} und Bf_{-15} angesprochen haben.

Entsprechend Bf_{-8} und Bf_{-11} bezw. Bf_{-4} und Bf_{-7} wenn die weiteren Ziffern = 9 sind. Die Schaltung ist so aufgebaut, daß dann die auf Bf_{-16} eingeleitete Stellenübertragung zu den nächsten Stellen weiterläuft. Durch ein Relais Rr (nur Kontakte gezeichnet) werden die so ermittelten Stellenübertragungen auf die Relais Ba_{-3} Ba_{-7} Ba_{-11} Ba_{-15} übertragen und zugleich die eingeleitete Stellenübertragung zumnächsten Stelle weiterläuft. Durch ein Relais Rr (nur die Kontakte gezeichnet) werden die so ermittelten Stellenübertragungen auf die Relais Ba_{-3} Ba_{-7} Ba_{-11} Ba_{-15} übertragen und zugleich die auf Bf stehenden Ziffern auf Bb übertragen. Im darauffolgenden Additionsspiel werden die Stellenübertragungen zu den Ziffern addiert. Der Steuerschalter betätigt also im Spiel 8 Fb und Rr.

Im letzten Spiel erfolgt nun die Entschlüsselung der so ermittelten Dezimalziffern. Die erste Ziffer kann die Werte 0 - 16 annehmen, die weiteren 0 bis 10. Letztere müssen bei 10 (LOLO) Null anzeigen. Diese erfolgt durch die in Abbildung 28 gezeigte Schaltung. Sie ist nur für eine Stelle gezeichnet. Die weiteren Stellen haben nur die Ziffern 0 bis 9. Durch das Rk-Relais werden die Ziffern auf die Relais Rc Rd, Re Rf übertragen. (nicht gezeichnet). Diese übernehmen die Entschlüsselung und betätigen die zugehörigen Fallklappen.

Die Anzeigevorrichtung des Kommas zeigt Abbildung 29. Die Normallage des Kommas, d.h. die Lage, die das Komma einnimmt, wenn keine Korrekturmultiplikationen erforderlich sind, liegt vor der dritten Stelle von rechts. Sonst muß das Komma um die Zahl der erfolgten Multiplikationen verschoben werden und zwar bei Multiplikation mit 10 nach links und mit 0,1 nach rechts. Dies bewirkt der Drehwähler Qd, der falls ug (mal 10) verg. Abbildung 21 oder ui (mal 0,1 vergl. Abb. 22) eingeschaltet sind je Operation einen Schritt vollführt. Ug schaltet ferner das Relais Qg ein, wodurch bewirkt wird, daß bei Multiplitation mit 0,1 der rechte Arm an Spannung liegt. Im Schritt 9 des Steuerschalters Dd werden die Fallklappen der Kommaanzeigung betätigt.

Abbildung 30 zeigt das Vorzeichenwerk. Die Vorzeichen der beiden Operanden werden auf den Relais Vx und Vy gespeichert (Selbsthalterelais bei Plus angesprochen). Das Relais Vg spricht bei gleichen Vorzeichen an. Vc und Vd bilden eine Relaiskette zur Steuerung der Vorzeichenermittelung. Vc wird bei Multiplikation und Division durch die Steuerschalter Md bezw. Jd über das Relais ae angeregt, beim Wurzelziehen über wv und beim Addieren über Sa_2 . Vc bewirkt die Schaltung des Relais Vr, welches beim positiven Vorzeichen des Resultats positiv ist. Bei Multiplikation und Division entspricht das Vorzeichen der Stellung von Vg. Beim Wurzelziehen wird stets das Vorzeichen auf Plus geschaltet. Beim Addieren und Subtrahieren wird die Schaltung von Vr über Sc, welches durch Sa_2 geschaltet wird, bewirkt. Das Vorzeichen ergibt sich hierbei aus den Vorzeichen der beiden Operanden, der befohlenen Operation (Addition oder Subtraktion), dem Vorzeichen der Differenz der a-Werte und dem Vorzeichen des b-Wertes des Resultats nach folgender Regel:

Maßgebend ist zunächst, welcher Operand den größeren a-Wert hat, da der dem größeren a-Wert zugehörige b-Wert auf jeden Fall (gleichgiltig ob tatsächliche Addition oder Subtraktion) positiv auf die ba-Relais eingestellt wird. Hat der erste Operand den größeren a-Wert (Av positiv) und ist das Resultat im Teil B positiv, so ist das Vorzeichen des Resultats (Vr) gleich dem des ersten Operanden (Vx); ist jedoch das im Teil B errechnete Resultat negativ, (was nur bei tatsächlicher Subtraktion eintreten kann), so ist Vr entgegengesetzt Vx. Hat der zweite Operand den größeren a-Wert (av hat nicht angesprochen), so gilt bei befohlener Addition (Ls_1) dasselbe nur, daß an Stelle von Vx Vy tritt. Ist jedoch Subtraktion befohlen, so ist das gleichbedeutend mit einer Umkehrung des Vorzeichens des zweiten Operanden (Vx). Und es muß auch Vr in jedem Falle die entgegengesetzte Werte annehmen.

Diese Bedingungen sind aus der Schaltung von Abb.30 ohne weiteres ablesbar. Bv spricht an, wenn das Resultat der Addition bezw. Subtraktion im Teil B positiv ist.

Von Vr wird das Vorzeichen des Resultats über Vd auf Vx zurück übertragen. Vx und Vy sind vorher durch Vc gelöscht worden.

Hiermit wäre das eigentliche Rechenwerk in den wesentlichen Zügen gekennzeichnet. Wir kommen nun zum Speicherwerk. Folgendes Beispiel stellt ein elektromagnetisches Speicherwerk dar, bei dem die Zahlen auf Selbsthalterelais gespeichert werden. Abb. 31 zeigt ein solches für zwei Zeilen zu drei Stellen. Die nebeneinanderliegenden Ca -Relais sind einer Stelle zugeordnet. Die übereinander liegenden gehören der gleichen Stelle an. Den einzelnen Stellen sind die Leiter c_1, c_2, c_3 zugeordnet, welche über die cc-Kontakte mit den Wicklungen der ca-Relais verbunden werden können. Die cc-Kontakte für eine Stelle sprechen zugleich an. Die Wicklungen der ca-Relais sind ferner über Selbsthaltekontakte ca an einem Haltestromkreis gelegt, der über die Folgekontakte cb an eine Spannungsquelle von geringer Voltzahl angeschlossen ist. (Beispiel 8 Volt). Soll eine Zahl gespeichert werden, so wird vom Rechenwerk an diejenigen c-Leitungen, deren Ziffern auf Eins lautet, Spannung gelegt, und die cc-Kontakte der betreffenden Stelle eingeschaltet. Die Ca-Relais,an deren zugehöriger c-Leitung Spannung liegt, sprechen an und halten sich über die Selbsthalteleitungen. Zuvor muß jedoch der Folgekontakt cb der betreffenden Zelle auf die Leitung c_{50} von höherer Voltzahl (Beispiel 24 Volt) umgeschaltet werden, damit es keinen Kurzschluß gibt. Die Leitung c_{50} liegt normalerweise über einen Schutzwiderstand an dem Pol I II. Der Schutzwiderstand verhindert einen Kurzschluß zwischen der 8 Volt-und der 24 Volt-Leitung während des Umlegens des Folgekontaktes cb. Der Pol I II hat zur Folge, daß die vorher auf der Zelle gespeicherte Zahl sich nur bis Schritt II hält und dann gelöscht wird. Die neue Zahl wird im Schritt V aus dem Rechenwerk gegeben, hält sich über c_{50} während des Schrittes I, worauf durch cb die ca-Relais auf die 8 Voltleitung umgelegt werden.

Soll eine Zahl abgelesen werden, so wird ebenfalls das Cb und das Cc-Relais der betreffenden Stelle eingeschaltet. Außerdem spricht Pr an, wodurch über den Folgekontakt pr die Leitung c_{50} an den Grundpol von 24 Volt gelegt wird. Die Leitungen c_1, c_2, c_3 haben dann Spannung, wenn die der Stelle zugeordneten

Ca-Relais eingeschaltet sind. Durch cd wird der Schutzwiderstand kurz geschlossen, damit an den Leitungen c_1, c_2, c_3 die volle Spannung (24 Volt) liegt. Die gespeicherte Zahl kann nun an diesen Leitungen abgelesen werden.

Das Planwerk hat die Aufgabe, die Gesamtanlage dem Rechenplan entsprechend zu steuern. Der Rechenplan hat die Form eines Lochstreifens. Zu jedem Befehl (vgl. S.) gehören 8 Felder. p_1 bis p_8 sind die Abfühlkontakte des Lochstreifens. Die Relais (Pa_1 bis Pa_7 liegen direkt an den Kontakten p_1 bis p_7. Abbildung 32) Die ersten beiden Felder des Lochstreifens pa_1 und pa_2 geben an, ob der Befehl ein Operationsbefehl an das Rechenwerk oder ein Speicher - bezw. Ablesebefehl an das Speicherwerk bedeutet, und zwar nach folgendem Schema:

pa_1	pa_2	
0	X	Rechenoperation
X	0	Speichern
X	X	Ablesen

Ist pa_1 nicht, jedoch pa_2 eingeschaltet, so wird entsprechend Abbildung 33 und entsprechend der Stellung der Relais Pa_3, Pa_4, Pa_5 ein Befehl an das Rechenwerk gegeben. Ist pa_1 eingeschaltet, so werden auch die Relais Pb_3 bis Pb_8 eingeschaltet. Diese stellen das eigentliche Wählwerk dar (Abb.34) Die Nummer des Wählwerks stellen ebenfalls eine Sekundalzahl dar. Jeder Zelle ist eine andere Kombination der Stellungen der Relais Pb_3 bis Pb_8 zugeordnet. Über die Pb Relais wird das der betreffenden Zelle zugeordnete Cb-Relais eingeschaltet. Ferner wird beim Ablesen das Relais Pr und beim Speichern das Relais Ps eingeschaltet. (Abbildung 32).

Da das Speichern stets im Anschluß an eine Rechenoperation erfolgt, werden die zur Speicherung erforderlichen Einstellungen schon während dieser Operation gemacht und das Resultat der Operation direkt von den Ae, Be-Relais (Additionswerk Abbildung 4) auf die Ca-Relais (Speicherwerk Abb.31) übertragen. Das Resultat wird also nicht wie beim Arbeiten ohne Rechenplan über Ef und Ff auf Af und Bf übertragen (Abb.2). Die vom Leitwerk des Rechenwerks gegebenen Befehle Ef und Ff werden entsprechend Abbildung 35

abgeschaltet bezw. auf die Oc-Relais (Abb.31) umgeleitet. (Ef) ist der vom Leitwerk kommende Anschluß Ef die Wicklung der Ef-Relais und entsprechendes gilt für (Ff) und Ff. Ist Pf nicht eingeschaltet, so ist (Ef) direkt mit Ef und (Pf) direkt mit Ff verbunden. Ist Pf eingeschaltet, das Planwerk also auf Speichern gestellt, so ist (Ff) abgeschaltet und Ef über die cb-Kontakte mit den Oc-Relais verbunden. Nur wenn Cb_0 eingeschaltet ist, ist (Ef) mit Ef und(Ff) mit Ff verbunden, da die Af, Bf-Relais die Zeile"Null" darstellen (vergl.S 14). Entsprechend müssen die Befehle Al bezw. Bl auf Ai umgelenkt werden. Beim Arbeiten ohne Rechenplan bleibt Ah_1 eingeschaltet (vgl. Abb.8) und die Selbsthaltekreise von Af und Bf werden nur durch Al und Bl kurzzeitig unterbrochen. Wird die Zahl jedoch in das Speicherwerk gegeben, so muß Ah_1 ebenfalls gelöscht werden. Diese Schaltung zeigt Abbildung 36. Hat Ps nicht geschaltet, so ist (Al) mit Al und (Bl) mit Bl verbunden. Sobald Ps eingeschaltet ist, ist Al und Bl abgeschaltet und dafür (Al) mit Ai verbunden. Bei Multiplikation (1m) ist(Bl) mit Ai verbunden, da Al im Spiel 2 der Multiplikation geschaltet wird und dann nicht Ai geschaltet werden darf. Abbildung 37 zeigt noch einige weitere Schaltungen des Planwerks und zwar wird durch Pr also beim Übertragen vom Speicherwerk auf das Rechenwerk Uz be_0 und Cd geschaltet. Uz bewirkt dieselbe Übertragung wie beim letzten Spiel des Übersetzens vom Dezimal ins Sekundalsystem (vgl. S. 21 Abb.23). Die Einstellung von be_0 ist erforderlich, da die erste Stelle vor dem Komma des b-Wertes immer gleich Eins ist, und nicht gespeichert wird. Die Wirkung von Cd ist weiter obern besprochen (S.Abbildung 31).

Die Abfühlvorrichtung für den Rechenplan wird nicht beschrieben, da derartige Konstruktionen zur Genüge bekannt sind. Pf bewirkt den Transport des Lochstreifens, sei es durch direkten Vorschub oder durch Einschalten einer Kuppdung. Normalerweise ist Pf eingeschaltet, d.h. der Lochstreifen rückt mit jedem Spiel einen Schritt vor. Während einer Rechenoperation muß der Lochstreifen stehen bleiben. Es wird daher vom Rechenwerk der Befehl Pu zur Abschaltung von Pf gegeben (vergl. S. 33) und zwar wird der Auskuppelungsbefehl Pu immer im zweiten Spiel der Rechenoperation

gegeben (Abbildung 32).

Es seien jetzt die aufeinanderfolgenden Vorgänge für folgende charakteristische Befehlsfolge beschrieben.

1.) Ablesen von Zelle 3 (LL)
2.) Wurzelziehen (CXX)
3.) Speichern auf Zelle 5 (LOL)
4.) Ablesen von Zelle 4 (LOO)

Als Lochstreifen sieht der Rechenplan folgendermaßen aus:

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
X	X					X	X
	X		X	X			
X					X		X
X	X				X		

Der erste Befehl schaltet Pr (Abbildung 32) und über das Wählwerk (Abb.34) Cb_3 ein. Pr bewirkt über Cb_3 die Einschaltung von Cc_3 (Abbildung 35). Über cb_3 pr und od werden die Selbsthalteleitungen der Ca- Relais der Zelle 3 an die 24 Volt-Leitung gelegt, und über cc_3 die Ca-Relais der Zelle 3 mit den Leitungen c_1, c_2 ... verbunden. Zugleich ist über pr Uz eingeschaltet (Abbildung 37), wodurch die Ef und Ff-Relais geschaltet und die erste Speicherleitung c_1 (Vorzeichen) mit Vx verbunden wird. Die Zahl wird somit auf die Relais VX, Af, Bf übertragen.

Der nächste Befehl ist ein Operationsbefehl und wird über die Kontakte der pa-Relais (Abbildung 33) an das Rechenwerk gegeben. Im Beispiel wird Lw (Wurzelziehen) eingeschaltet. Der Steuerschalter Wd läuft an und bewirkt die auf S. 16 beschriebenen Einstellungen. Zunächst läuft der Rechenplan weiter und bewirkt noch während der Durchführung der Multiplikation die Einstellung zum Speichern des Resultats.

Es wird Ps und über das Wählwerk Cb_5 eingeschaltet. Ps ist ein Selbsthalterelais und bewirkt ferner die Einschaltung der Selbsthaltekreise der Cb-Relais (Abbildung 34). Ps und Pb_5 bleiben bis zum Schluß der Rechenoperation eingeschaltet. Daraufhin rückt der Rechenplan noch einen Schritt weiter und wird erst jetzt vom Rechenwerk her über Pu abgeschaltet. Im letzten Spiel der Rechenoperation wird Ef eingeschaltet. Dieses bewirkt nach Abbildung 35 die Einstellung von Cc_5 (Ps und Cb_5 sind angesprochen). Schon vorher war im Speicherwerk über cb_5 die Selbsthalteleitung der Zelle 5 an die Leitung c_{50} gelegt worden und die alte Einstellung der Ca-Relais gelöscht. Jetzt sind die Ca-Relais der Zelle 5 über die Kontakte Cc 5 direkt mit den Kontakten des Rechenwerks verbunden. Die Zahl wird von Ae Be auf die Speicherzelle 5 übertragen. Durch das Schlußzeichen Lz der Rechenoperation wird Ps und somit Cb 5 und Pu abgeschaltet, so daß der Rechenplan weiterläuft. Für das darauffolgende Spiel "Ablesen" lag der Befehl des Rechenplans schon in Bereitschaft. Er bewirkt die gleichen Einstellungen wie oben beschrieben.

In der halblogarithmischen Form ist die Darstellung der Zahl 0 exakt nicht durchführbar, da der Wert a gleich Minus unendlich wäre. Die Maschine läßt sich so bauen, daß die Zahl mit dem kleinsten darstellbaren a-Wert als Null verrechnet wird. Dieser ist 1000000 (Minus 128 Suplement). Entsprechend gilt die Zahl mit dem größten a-Wert, nämlich 0111111 (Plus 127) als unendlich. Dies gilt unabhängig von der Größe des b-Werts. Die Teilschaltung N löst die mit den Werten Null und unendlich zusammenhängenden Aufgaben. Den Werten Unendlich sind für die beiden Operanden die Relais Ni_1 und Ni_2, den Werten Null die Relais Nn_1 Nn_2 zugeordnet (Abbildung 38). Sie haben Selbsthaltekreise, die entsprechend Vx und Vy geschaltet sind (Abbildung 30). Diese sind nicht gezeichnet. Wird eine Zahl aus dem Speicherwerk in das Rechenwerk gegeben, so muß der a-Wert untersucht werden. Trifft auf ihn eins der Kriterien Null oder Unendlich zu, so muß das betreffende Relais Ni oder Nn ansprechen. Diese Aufgabe lösen die Na_0 bis Na_6 Relais. (Abbildung 38). An die Leitungen ae_6 bis ae_0, also die Übertragungs-

leitungen Speicherwerk - Rechenwerk sind die Na-Relais angeschlossen. Beim Einstellen eines Operanden spricht Uz an (s.oben). Dieses schaltet Nz ein, wodurch die Erdleitungen der Na-Relais geschlossen werden. Die Na Relais sprechen an, falls die zugehörigen be-Leitungen an Spannung liegen. Na_6 hat einen Wechselkontakt, an diesen schließt sich einmal eine Schaltung mit 6 hintereinander geschalteten Schließkontakten na_5 bis na_0 und am anderen Pol eine hintereinander Schaltung von Trennkontakten na_5 bis na_0 an. Auf das Kriterium OLLLLLL (unendlich) sprechen die Ni-Relais auf das Kriterium LOOOOOO (0) die Relais Nn an. Ob Ni_1 oder Ni_2 bezw. Nn_1 oder Nn_2 geschaltet werden, wird durch ah_1 gesteuert (vergl. S.).

Zunächst müssen die Fälle gemeldet werden, in denen das Resultat undefinierbar ist. Es ist das Unendlich Plus oder Minus Unendlich, Null mal Unendlich, Unendlich durch Unendlich und Null durch Null. Ferner wird das Resultat in folgenden Füllen Unendlich:

1.) Bei Addition und Multiplikation, wenn einer der beiden Operanden Unendlich ist. (Falls Null mal Unendlich wird gesondert gemeldet).

2.) Bei Division, wenn der Dividend Unendlich (Ni_1) oder der Divisor gleich Null ist (Nn_2).

3.) Beim Quadratwurzelziehen, wenn der Radikant Unendlich ist.

In den folgenden Fällen wir das Resultat Null:

1.) Bei Addition, wenn beide Summanden gleich Null sind.

2.) Bei Multiplikation, wenn einer der beiden Faktoren gleich Null ist. (Null mal Unendlich wird gesondert gemeldet).

3.) Bei Division, wenn entweder der Dividend gleich Null ist (Nn_1) oder der Divisor Unendlich ist (Ni_2).

4.) Beim Wurzelziehen, wenn der Radikant Null ist.

Bei Addition spricht Sa_3 an, bei Multiplikation Lm und bei Division Li. In folgendem Schema sind die oben angeführten Fälle zusammengestellt. X heipt: das Relais hat angesprochen.

Nebeneinanderliegende Zeichen bedeuten hintereinder zu schaltende Kontakte:

	Ni_1	Ni_2	Nn_1	Nn_2	Sa_3	Lm	Li	Lw	
1	X				X				Ni_3
2		X				X			
1	X						Ni_3		
4				X			X		
1	X							X	
5			X	X	X				Nn_3
3			X			X			
4				X					
2		X					X		
3			X						
3			X					X	
6	X	X			X				$\infty \pm \infty$
7	X			X					$0 \times \infty$
8		X	X						
6	X	X							$\frac{\infty}{\infty}$
5			X	X					$\frac{0}{0}$

Abbildung 39 zeigt die Schaltung, welche diese Aufgabe löst. Die vor den Zeilen stehenden Ziffern 1 bis 8 in obigem Scheme entsprechen den Leitungen 1 bis 8 in der Schaltung. Die Bedingungen des obigen Schemas sind ohne weiteres aus der Schaltung abzulesen. Nn_3 kann ferner noch über die Leitungen b_{82} (siehe Abbildung 18) und die Kontakte sa_4 und lu eingeschaltet werden. b_{82} hat Spannung, wenn samtliche Ziffern des b-Wertes Null sind (Abb.18). Es kann dies bei Subtraktion (sa_4) und beim Übersetzen (ud_8) eintreten.

Die Stellung von Ni_3 und Nn_3 werden auf Ni_1 und Nn_1 übertragen, welche vorher über Vc gelöscht werden. (vgl. Vorzeichenwerk).

Ist das Resultat einer Rechnung/Endlich oder Null, so muß der a-Wert auf die Form OLLLLLL bezw. LOOOOOO gebracht werden und sämtliche Ziffern des b-Wertes gelöscht werden. Dies erfolgt durch die Relais Ni_4, Nn_4 und Ng. (Abbildung 40/41). Diese Schaltung wird im letzten Spiel über Lz betätigt. Ist Ni_1 angesprochen, so spricht Ni_4 und Ng an, ist Nn_2 angesprochen, so spricht Nn_4 und Ng an. Ferner kann es im letzten Spiel eintreten, daß der a-Wert die Stellenkapazität der Maschine überschreitet; z.B. bei der Multiplikation. Der a-Wert hat im allgemeinen 7 Stellen (ae_0 bis ae_6). Die Stelle ae_7 ist normalerweise gleich ae_6 und zwar bei positiven Zahlen Null und bei negativen Zahlen Eins (Suplement). Wird a eine zu große positive Zahl, so bleibt ae_7 Null aber ae_6 wird Eins und umgekehrt bei negativen Zahlen bleibt ae_7 Eins und ae_6 wird Null. In diesen Fällen sprechen Ni_4 bezw. Nn_4 ebenfalls an (Abbildung 40). Ni_4 bewirkt nun einmal die Einstellungen von ae_0 ae_1, ae_2, ae_3 ae_4, ae_5 und die Löschung (Unterbrechung der Leitung) von ae_6 (Abbildung 2) Nn_4 bewirkt die Einstellung von ae_6 und die Unterbrechung der restlichen ae-Leitungen. Ferner bewirkt Ng die Unterbrechung sämtlicher be-Leitungen (Abbildung 2.)

Ansprüche.

1. Rechenvorrichtung, bestehend aus einem eigentlichen Rechenwerk A, welches nach Einstellung der Operanden und der auszuführenden Rechenoperationen selbsttätig das Resultat bestimmt, einem Speicherwerk C mit mehreren Zellen, wobei jede Zelle zwecks gegenseitiger Zahlenübertragung über ein Wählwerk Pa mit dem Rechenwerk verbunden werden kann, und einem Planwerk P zum Steuern der Gesamtanlage durch einen Rechenplan, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechenplan dem gewünschten Ablauf der Operationen entsprechend am Rechenwerk die Art der Operation, am Speicherwerk die Ablese-oder Speicherkommandos und am Wählwerk die Nummern der Speicherzellen fortlaufend und selbsttätig angibt (Abb.1).

2. Rechenvorrichtung nach Anspruch 1) dadurch gekennzeichnet, daß ein im Sekundalsystem arbeitendes Rechenwerk benutzt wird, und die Zwischenwerte der Rechnung als Sekundalzahlen gespeichert werden, so daß die eigentliche Rechnung ohne Übersetzungen vom Dezimal ins Sekundalsystem und umgekehrt durchgeführt wird.

3. Rechenvorrichtungen nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß das Rechenwerk in halblogarithmischer Form arbeitet ($y = B^a \cdot b$) und jede Speicherzelle sämtliche zur Kennzeichnung einer solchen Zahl erforderlichen Angaben aufnimmt, nämlich
   1) das Vorzeichen,
   2) den ganzzahligen Teil des Logarithmus der Zahl (Wert a).
   3) den zwischen 1 und der Basis des Zahlensystems liegenden Faktor (Wert b).

4. Rechenvorrichtung nach Anspruch 1 bis 3 mit einem im Sekundalsystem und halblogarithmischer Form arbeitenden Rechenwerk, bei dem zur Bearbeitung der Werte a ein Additionswerk A mit dem Summanden Einstellgliedern Aa und Ab und zur Bearbeitung

der Werte b. ein Additionswerk B mit den Summanden Einstellgliedern Ba und Bb vorgesehen ist, gekennzeichnet durch einen Operanden und Resultatspeicher Af Bf und durch die Möglichkeit der Zahlenübertragung von Af über Ea auf Aa und über Eb auf Ab, von Bf über Fa auf Ba und über Fb auf Bb, ferner von den Resultatgliedern Ae des Additionswerks A über Ec auf Aa, über Ed auf Ab und über Ef auf Af, bezw. von den Resultatsgliedern des Additionswerks B über Fc auf Ba über Fd auf Bb und über Ff auf Bf, wobei durch die Glieder Fp, Fq die Einstellungen auf die Ba Relais mit den Stellenverschiebungen von + 1, 0 - 1, - 2 Stellen und durch die Glieder Fh, Fi, Fk, Fl, Fm, die Einstellungen auf die Bb Relais mit Stellenverschiebungen von + 15 bis - 16 Stellen möglich ist. (Abbildung 2).

5. Additionsvorrichtung im Sekundalsystem nach Anspruch 2, 3 und 4 bei dem jeder Stelle ein Relais Ba, Bb, Bd, Bd, Be, (bezw. Teil A: Aa, Ab, Ac, Ad, Ae,) zugeordnet ist und die beiden Summanden der Einzeladditionen an den Relais Ba und Bb eingestellt werden, dadurch gekennzeichnet, daß

   1) die Bc-Relais über zwei gegenläufig geschaltete Umschaltkontakte Ba und bb ansprechen, wenn die Stellung von Ba ungleich von Bb ist (Ziffernsumme = L),

   2) Eine Stellenübertragungsleitung über eine Hintereinanderschaltung von Schließkontakten sämtlicher Bc-Relais führt, wobei die zur nächst höheren Stelle führende Leitung über zwei hintereinander geschaltete Schließkontakte Ba und Bb an Spannung gelegt wird (Ziffernsumme - 10) und Bd Relais an die von der nächst niedrigen Stelle kommende Stellenübertragungsleitung angeschlossen sind und

   3) das Resultat der Addition durch die Be-Relais angezeigt wird, welche über zwei gegenläufig geschaltete Umschaltkontakte Bc und bd an Spannung liegen, wenn die Stellung der der betreffenden Stelle zugeordneten Relais Bc und Bd verschieden ist (Abbildung 4).

6. Additionsvorrichtung nach Anspruch 5 zur Ausführung von Additionen sowie Subtraktionen, dadurch gekennzeichnet, daß einerseits die Relais Bb bei Subtraktion entgegengesetzt wirksam sind wie bei Addition, indem bei Subtraktion über einen zweiten Umschaltkontakt bb und den Umschaltkontakt ba das Relais Bc bei gleicher Stellung von Ba und Bb an Spannung gelegt wird, und die Bd - Relais der nächst höheren Stelle über einen dritten Umschaltkontakt bb und den Schließkontakt ba an Spannung gelegt werden, falls Ba aber nicht Bb eingeschaltet ist, wobei durch ein Relais Bs entweder die der Addition oder der Subtraktion zugeordneten Pole der Wechselkontakte bb an Spannung gelegt werden und andererseits durch Spannung legen an das Relais Bd der untersten Stelle über Bs die Addition der flüchtigen Eins berücksichtigt wird (Abb.4)

7. Additionsvorrichtung nach Anspruch 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwecks Durchführung des blinden Umlaufs durch ein Relais Bt über jeder Stelle zugeordnete Umschaltkontakte bt die Be-Relais direkt an Schließkontakte ba gelegt werden, so daß die auf Ba eingestellte Zahl ohne Addition bezw. Subtraktion der auf Bb eingestellten Zahl direkt auf die Be - Relais übertragen wird (Abb.4).

8. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, daß durch 1 Relais Br bei Auftreten eines b - Wertes größer oder gleich L0,0 dessen Abwärtsverschiebung um eine Stelle bei gleichzeitiger Erhöhung des a-Wertes um L bewirkt wird, indem einerseits über einen Schließkontakt br zugleich mit Be_1 das Relais Be_1 eingeschaltet wird, welches über Umschaltkontakte sämtlicher von den Relais Be zum Verteiler führenden Leitungen be um eine Stelle tiefer schaltet und andererseits die Stellenübertragung auf das Relais Bd_1 über einen Schließkontakt br auf das Relais Ad_0 im Teil A (Anschluß a_{60}) übertragen wird bezw. falls Ba_1 eingeschaltet ist, Ad_0 über einen Umschaltkontakt ba_1 und einen Schließkontakt br direkt an Spannung (Impuls 1 Il gelegt wird (Abbildung 4).

9. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß die Stellenverschiebung der auf Ba einzustellenden Zahlen über Umschaltkontakte der Relais Ft, Fq erfolgt, wobei durch Ft sämtliche Leitungen um 2 Stellen abwärts und durch Fq sämtliche Leitungen um eine Stelle aufwärts geschaltet werden und die Stellenverschiebung der auf Bb einzustellenden Zahl über Umschaltkontakte der Relais Fh, Fi, Fk, Fl, Fm erfolgt, wobei die Fh-Relais sämtliche Leitungen um 16 Stellen abwärts, die Fi-Relais um 8 Stellen aufwärts, die Fk-Relais um 4 Stellen, die Fl-Relais um zwei Stellen und die Fm-Relais um eine Stelle aufwärts schalten. (Abb. 6-7).

10. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß vor Beginn jeder Rechenoperation der erste Operand auf den Selbsthalte-Relais Af und Bf und der zweite Operand auf den Selbsthalte-Relais Ab Bb eingestellt wird, wobei die Selbsthaltekreise von Af, Bf durch das Relais Aa_1, die Selbsthaltekreise von Ab durch An_2 und die Selbsthaltekreise von Bb durch Bh eingeschaltet werden und wobei ferner die Relais Ah_1, Ah_2, Bh ebenfalls Selbsthalte-Relais sind, die über Ai (Ah_1) Aj (Ah_2) und Bj (Bh) gelöscht (abgeschaltet) werden können, und schließlich die Selbsthaltewicklungen der Af-Relais direkt über das Relais A1 und die Selbsthaltewicklungen der Bf Relais direkt durch B1 unterbrochen werden können (Abb.8).

11. Rechenvorrichtung, nach Anspruch 1 - 10 dadurch gekennzeichnet, daß den einzelnen Rechenoperationen die Operations-Relais Lm, Li, Lw, usw. zugeordnet sind, die durch Tastendruck oder vom Planwerk (P) aus eingeschaltet werden und sich über eine zweite Selbsthaltewicklung selbst halten, ferner im gleichen Stromkreis mit dem Parallelgeschalteten ersten und zweiten Wicklungen der Operationsrelais ein Relais Lm liegt, welches die erste Wicklung der Operationsrelais durch Kurzschließen abschaltet und schließlich das eingeschaltete Operationsrelais nach Beendigung der Rechenoperation durch Unterbrechen der Selbsthaltesammelleitung durch das Operationsschlußrelais Lz abgeschaltet wird, womit auch Lm abfällt und eine neue Operation eingestellt werden kann. (Abb.10).

12. Rechenwerk nach Anspruch 1 - 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Operationsrelais Steuerschalter, Relaisketten oder ähnliche fortschreitende Vorrichtungen schalten, welche pro Spiel einen Schritt ausführen und hierdurch für jedes Spiel die für den Ablauf der eingestellten Operationen erforderlichen Einstellungen bewirkt werden, z.B. die Einstellungen am Verteiler (Ea - Ee, Fa - Fq) an den Additionswerken (As, Bs, Br, Bt) und das Schlußzeichen (Lz).

13. Steuerung des Rechenwerks zwecks Multiplikation nach Anspruch 1 - 12 durch das Relais Lm und den Steuerschalter Md, dadurch gekennzeichnet, daß

1) im Teil A im ersten Spiel über Ea der auf Af eingestellte A-Wert des Multiplikators auf Aa übertragen wird und zu dem auf Ab stehenden a-Wert des Multiplikanden hinzu addiert wird, hierauf im zweiten Spiel durch Aj und Al die A-Werte der beiden Faktoren gelöscht werden und in den weiteren Spielen über Ec der Kreislauf der Summe der a-Werte (Aa, Ac, Ec) aufrecht erhalten wird,

2) im Teil B in sämtlichen Spielen Fc, Fp, Fq, geschaltet wird, wodurch der im Laufe der Operation aufzubauende b-Wert des Resultats einen Kreislauf über Aa, Ac, Fc, Fp, Fq und zwar mit einer Abwärtsverschiebung um eine Stelle je Spiel ausführt,

3) durch einen Arm md der Multiplikator Ziffer für Ziffer über die Kontakte bf_{-16}, bf_{-15}, bf_{-14} .... abgetastet wird, und über ein Relais Mm diese Ziffern auf Bt übertragen werden, welches durch einen Umschaltkontakt lm auf Steuerung durch Mm geschaltet ist (Abb.9), wodurch der Kreislauf im Teil B bei der Ziffer 0 des Multiplikators auf blinden Umlauf und bei der Ziffer 1 auf Addition gestellt wird.

4) Im letzten Additionsspiel durch Br das Resultat entsprechend Anspruch 8 ausgerichtet wird und hierauf über Ef, Ff auf Af, Bf übertragen wird, die b-Werte der beiden Faktoren über Bj und Bl gelöscht werden und das Schlußzeichen Lz gegeben wird. (Abb.11).

14. Steuerung des Rechenwerks zwecks Division nach Anspruch 1 bis 13 durch das Relais Li und den Steuerschalter Id, dadurch gekennzeichnet, daß

1) Im Teil A im ersten Spiel durch Einschalten von Ea und Af die Differenz der a-Werte gebildet wird und über Ec in den folgenden Spielen der Kreislauf dieser Differenz aufrecht erhalten wird,

2) im Teil B im ersten Spiel über Fa der auf Bf stehende b-Wert des Dividenden auf Ba übertragen wird, und während der folgenden Spiele Fc, Fq, Bs eingeschaltet wird, wodurch Teil B auf Subtraktion gestellt wird und der Rest, d.h. der im Laufe der Operation abzubauende b-Wert des Dividenden einem je Spiel um eine Stelle abwärts laufenden Kreislauf Ba, Be, Fc, Fq ausführt,

3) das Relais Bt über einen Umschaltkontakt li (Abb.9) an den Anschluß b 61 angeschlossen wird, d.h. an die Stellenübertragungsleitung der höchsten Stelle im Teil B, so daß bei positivem Rest der auf Bb stehende b-Wert des Dividenden vom Devisor-Rest abgezogen wird, bei negativer Differenz der Rest jedoch einen blinden Kreislauf ausführt,

4) durch einen Arm id des Steuerschalters die Stellung von Bt für jedes Spiel auf das entsprechende Bf-Relais übertragen wird, (angefangen mit Bf_0) wordurch das Resultat auf den Relais Bf gespeichert wird,

5) im vorletzten Spiel (17) das auf Bf gespeicherte Resultat über Fa auf Ba übertragen wird, und zwar mit einer Aufwärtsverschiebung des b-Wertes um eine Stelle und Addition von - 1 (LLLLLLL) im Teil A, indem über einen Trennkontakt bf_0 falls Bf_0 nicht angesprochen ist, Ab_0, Ab_1, Ei und Fq eingeschaltet wird, wobei Ei die Einstellung von LLLLOO (- 4) auf den Ab-Relais bewirkt,

6) im letzten Spiel die Löschbefehle Al, Bl gegeben werden, das Resultat über Ef, Ff auf Af, Bf übertragen, und das Schlußzeichen Lz gegeben wird. (Abb.12)

15. Steuerung des Rechenwerks zwecks Quadratwurzelziehens nach Anspruch 1 - 14 durch das Relais Lw und den Steuerschalter Wd, dadurch gekennzeichnet, daß

1) im ersten Spiel Fa und über einen Schließkontakt af_0 Fq geschaltet wird, wodurch der auf Bf eingestellte b-Wert des Radikanden auf die Ba-Relais übertragen wird und zwar um eine Stelle aufwärts verschoben, falls der a-Wert ungrade ist (Af_0 angesprochen),

2) in den folgenden Spielen über Ec und Fq wie bei der Division der Rest einen aufwärts laufenden Kreislauf vollführt und ferner Fb, Fm und Bs eingeschaltet wird, wodurch das auf den Bf-Relais im Laufe der Operation aufzubauende Resultat um eine Stelle aufwärts verschoben auf die Bb-Relais eingestellt wirdund der Teil B auf Subtraktion geschaltet wird,

3) analog der Division über einen Umschaltkontakt lw (Abb.9) Bt an b_{61} angeschlossen wird, und die Bt gegebenen Ziffern des Resultats Ziffer für Ziffer auf den Bf-Relais gespeichert werden.

4) durch einen Arm wd des Steuerschalters der Einer der quadratischen Ergänzung im ersten Spiel auf Bb_0, im zweiten auf bb_{-1} usw. eingestellt wird,

5) im vorletzten Spiel (19) Be und Fa geschaltet wird, wodurch der auf Af stehende a-Wert des Radikanden um eine Stelle abwärts verschoben auf Aa und der b-Wert des Resultats auf Ba übertragen wird, wobei durch das Relais Wb die Einstellungen Ec, Fq, Fb, Fm abgeschaltet werden,

6) im letzten Spiel (20) analog der Multiplikation und Division das Schlußzeichen Lz gegeben wird und das Resultat über Ef und Ff auf Af und Bf übertragen wird, nachdem zuvor der auf Af stehende Wert durch Al gelöscht wurde. (Abb.13).

16. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei befohlener Addition das Relais Ls_1 und bei befohlener Subtraktion das Relais Ls_2 eingeschaltet wird, und zunächst aus der befohlenen Operation und den Vorzeichen der Operanden die auszuführende Operation über ein Relais Vg, welches bei gleichen Vorzeichen (Vx, Vy) anspricht (Abb.30), bestimmt wird, indem ein Relais St entweder eingeschaltet wird, wenn Ls_1 und Vg oder Ls_2 aber nicht Vg angesprochen ist, und durch St (tatsächliche Addition) die zur Durchführung von Addition bezw. Subtraktion erforderlichen Einstellungen bewirkt werden. (Abb.14, 15, 16).

17. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Addition durch eine über ls_1 bezw. ls_2 eingeschaltete Relaiskette $Sa_1\ Sb_1$, $Sa_2\ Sb_2$ ..... erfolgt, welche spielweise fortschaltet wird, und im ersten Spiel die Differenz der a-Werte gebildet wird, im zweiten Spiel die eigentliche Addition bezw. Subtraktion stattfindet und hierauf bei tatsächlicher Addition die Relaiskette über einen Umschaltkontakt st sofort auf das Schlußspiel 5 (Sa_5) geschaltet wird, während bei tatsächlicher Subtraktion entweder, falls das Resultat negativ ist, im Spiel 3 hierzu das Supplement gebildet wird oder, falls es positiv ist, die Relaiskette über einen Umschaltkontakt bv sofort auf Spiel 4 (sa_4) geschaltet wird, in welchem das Resultat so ausgerichtet wird, daß die Bedingung $1 \leq b < L$ erfüllt ist. (Abb.15)

18. Rechenwerk nach Anspruch 1 - 17, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Spiel (Sa_1) zur Bildung der Differenz der a Werte der erste a-wert über Ea auf Aa übertragen wird

und durch As der Teil A auf Subtraktion gestellt wird, und die Stellenübertragungsangabe a_{61} auf das Relais Av übertragen wird und einerseits, falls Av angesprochen ist ($a_1 - a_2$ positiv) einmal Ba und Aj geschaltet werden, wodurch im Teil A Wert a_1 auf Aa übertragen wird und Wert a_2 gelöscht wird, zum anderen Fa und Fd geschaltet werden, wodurch der Wert b_1 auf Ba und der inzwischen von Bb auf Be übertragene Wert b_2 auf Bb zurückübertragen wird, andererseits, falls Av nicht eingeschaltet ist, Fb und Fc geschaltet werden, wodurch der Wert b_1 auf Bb und der Wert b_2 auf Ba übertragen wird, so daß für das erste Spiel in jedem Falle im Teil a der größere a-Wert eingestellt ist und im Teil B der diesen zugeordnete b-Wert auf den Ba-Relais und der andere auf den Bb Relais eingestellt ist. (Abb. 2,16).

19. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem ersten Spiel durch die Ae-Relais, auf die die Differenz der a-Werte eingestellt wird, über ein Relais Am die Relais Fh - Fm so gesteuert werden, daß

    1) Fh anspricht, sobald eins der Relais $Ae_{3,2,1,0}$ angesprochen ist,

    2) Falls Av abgefallen ist (negative Differenz der a-Werte) die Stellungen der Relais $Ae_{3,2,1,0}$ direkt von den Relais Fi, Fk, Fl, Fm gesteuert werden,

    3) Falls Av angesprochen ist, das Relais Fm anspricht, wenn Ae_0 angesprochen ist, Fl anspricht, wenn die Stellung von Ae_1 ungleich der von Ae_0 ist, fh anspricht, wenn entweder Ae_2 eingeschaltet, aber weder Ae_1 noch Ae_0 oder Ae_2 agefallen ist, jedoch mindestens 1 der Relais Ae_1 und Ae_0 eingeschaltet ist und schließlich Fi anspricht, wenn entweder Ae_3 angesprochen ist, aber weder Ae_2 noch Ae_1, noch Ae_0 oder Ae_3 abgefallen ist, aber mindestens eines der Relais Ae_2, Ae_1 oder Ae_0 eingeschaltet ist (Abb.17).

20. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 19 dadurch gekennzeichnet, daß bei der Addition die Einstellung der auf Bb kommenden Summanden über Fb bezw. Fd über Kontakte der Relais $Ae_{7,6,5,4}$ nur dann erfolgt, wenn entweder eins dieser Relais oder alle eingeschaltet sind, so daß die Addition bezw. Subtraktion nur durchgeführt wird, wenn die Differenz der a-Werte im Bereich + 15 bis - 16 liegt. (Abb.16).

21. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß im Spiel 4 der Addition bezw. Subtraktion die Relais Fi - Fm so geschaltet werden, daß bei Übertragung des auf Be stehenden b-Wertes des Resultats auf Bb stets die erste von Null verschiedene Ziffer auf Stelle Bb_0 steht und gleichzeitig durch das Relais Bn die Stellung der Relais Fi - Fm auf die Relais $Ab_{0,1,2,3}$ übertragen wird und Teil A auf Subtraktion geschaltet wird (As), so daß der zugehörige a-Wert um die Zahl der Stellenverschiebungen erniedrigt wird. (Abb. 16-18).

22. Schaltung zur Ermittlung der ersten von Null verschiedenen Ziffer des auf den Be Relais eingestellten Wertes nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß eine über hintereinander geschaltete Trennkontakte be führende Leitung auf Fm umgeschaltet wird, wenn das erste angesprochene Be-Relais den Index - 1, - 3- 5- 7 - 9 - 11 - 13 - 15 hat, entsprechend Fl bei den Stellen - 2, - 3 - 6 - 7 - 10 - 11 - 14 - 15 Fk bei den Stellen - 4 - 5 - 6 - 7 - 12 - 13 - 14 - 15, Fi bei den Stellen - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 eingeschaltet wird, so daß die Stellungen der Relais Fi - Fm den Index der ersten angesprochenen Be-Relais und somit die Zahl der erforderlichen Stellenverschiebungen als Sekundalzahl darstellen. (Abb.18).

23. Steuerung des Rechenwerks zur Durchführung der Übersetzung der auf Z, K eingestellten Dezimalzahl in eine Sekundalzahl von halblogarithmischer Form nach Anspruch 1 bis 22 durch das Relais Lu und den Steuerschalter Ud, dadurch gekennzeichnet, daß

1) in den Spielen 1,2,3,5,7 über die Relais Za, Zb, Zc, Zd die vier auf Z eingetasteten Dezimalziffern einzeln in das Sekundalsystem übersetzt nacheinander auf die Relais Ba_{-10} Ba_{-11} Ba_{-12} Ba_{-13} übertragen werden und in den Spielen 2,4,6 durch Einstellen von Fb, Fc, Fg, Fl Fm das Resultat soweit es bereits aufgebaut ist, mit LOLO (10) multipliziert wird,

2) im Spiel 8 die Zahl auf die halblogarithmische Form gebracht wird, indem einerseits über Eg auf die Aa-Relais LLOL (13) eingestellt wird und andererseits über Bm und Bn entsprechend Anspruch 21, 22 der b-Wert so aufwärts verschoben wird, daß die erste von Null verschiedene Ziffer auf die Stelle Null gelangt und im Teil A die Zahl der Stellenverschiebungen von 13 abgezogen wird,

3) für die folgenden Spiele durch das Relais Uc entsprechend der Lage des Kommas der zu übersetzenden Dezimalzahl die Multiplikation der Sekundalzahl mit 10 bezw. 0,1 eingeleitet wird.

24. Steuerung der Multiplikation mit LO^{LL} . L,Ol (10) nach Anspruch 23 durch das Relais Ug, dadurch gekennzeichnet, daß

1) der a-Wert über Ec auf die Aa - Relais und durch Ei und Ab_0 - 3 (LLLLLLOL) auf die Ab-Relais eingestellt wird, und dabei über As Teil A auf Subtraktion gestellt wird.

2) Der b-Wert über Fc auf Ba und über Fd, Fh, Fi, Fk, Fl auf Bb mit einer Stellenverschiebung von - 2 eingestellt wird.

3) durch Br das Resultat ausgerichtet wird, falls es größer oder = LO ist.

25. Rechenwerk zur Durchführung der Multiplikation mit 0,1 nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der a-Wert um 4 vermindert wird und der b-Wert zunächst mit L,L, im nächsten Spiel dieses Produkt mit L,OOOL, das letzte Produkt wieder mit L,OOOOOOOL und schließlich der so erhaltene Wert mit L,OOOOOOOOOOOOOOOL multipliziert wird.

26. Steuerung des Rechenwerks zwecks Multiplikation mit 0,1 nach Anspruch 23 und 25 durch ein Relais Uf, dadurch gekennzeichnet, daß

1) über Ec, Fc, Fd die Zwischenresultate auf die Einstellrelais der Additionswerke zurückübertragen werden und ferner zunächst Fh, Fi, Fk, Fl, Fm eingeschaltet werden und somit die Stellenverschiebung von - 1 des auf Bb eingestellten Wertes für das erste Spiel,

2) die Relais Fh - Fm mit den Relais Ui, Uk, Um als sich selbst abbauende Relaiskette so geschaltet sind, daß die Relais Um Uk, Ui nacheinander die Abschaltung von Fl, Fm (Um), Fk (UK) und Fi (Ui) bewirken, indem Um nach dem ersten Spiel anspricht, Uk über einen Trennkontakt fm erst nach dem zweiten Spiel, wenn Fm abgeschaltet ist und Ui nach dem dritten Spiel, wenn auch Ui abgeschaltet ist, anspricht,

3) im dritten Spiel über einen Schließkontakt uk und einem Trennkontakt ui Ei geschaltet wird, welches die Einstellungen von LLLLLLOO (-4) auf die Ab-Relais bewirkt,

4) während sämtlicher Spiele zwecks Ausrichtens Br geschaltet wird und

5) im letzten Spiel, sobald fi abgeschaltet ist das Schlußrelais Uh anspricht, welches Uf abschaltet (Abb. 21)

27. Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstellung des Kommas der zu übersetzenden Zahl an einer Tastenreihe erfolgt, wobei über Widerstände alle von der Nulltaste (diejenige Taste, die hinter der letzten Dezimaltastenreihe liegt) aus linksliegenden Tasten an ein gemeinsames Relais Ka und alle rechts liegenden Tasten an ein gemeinsames Relais Kb angeschlossen sind, und ferner die linke und die rechte Tastenreihe von der Nulltaste aus je von einem Arm eines Schrittschalters Kd abgetastet werden, wobei ein Relais Kc einmal an die Nulltaste und ferner an die Arme des durch uf und ug gesteuerten Schrittschalters angeschlossen ist, so daß es anspricht, sobald der Schrittschalter Kd die den erforderlichen Einzelmultiplikationen mit 10 bezw. 0,1 entsprechende Zahl von Schritten geschaltet hat. (Abb.20).

28. Rechenwerk nach Anspruch 23 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Steuerschalter Ud im Spiel 8 betätigte Selbsthalterelais Uc entweder über Ka Uf oder über kb, Ug eingeschaltet, wodurch das Rechenwerk je nach Lage der gedrückten Kommataste auf Multiplikation mit 0,1 bezw. 10 geschaltet wird und sobald Kc angesprochen hat, Uz eingeschaltet wird, wodurch die Übertragung des Resultats auf die Glieder Af, Bf bezw. Ab, Bb bewirkt wird (Abb.22).

29. Übertragung des Resultats der Übersetzung vom Dezimal- ins Sekundalsystem auf die Einstellrelais der Operanden nach Anspruch 23 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Schlußrelais Uz, falls noch kein Operand gespeichert ist (Ah_1 abgefallen Af, Bf unbesetzt)

    1) über a_{72} Ah_1 und somit etwas später Ah_1 eingeschaltet wird, wodurch die Selbsthaltekreise der Af, Bf-Relais eingeschaltet werden,

    2) über Ef, Ff die übersetzte Zahl auf Af, Bf übertragen wird,

3) über die Vorzeichentaste Tv, Vx eingeschaltet wird, falls Tv gedrückt ist (Vorzeichen positiv),

und falls bereits ein Operand gespeichert ist (Ah_1 angesprochen, Af, Bf besetzt)

1) über $a_{7\angle}$ und einen Umschaltkontakt ah_1 $Ah_\angle$ und Bh und somit die Selbsthaltekreise der Ab, Bb, Relais eingeschaltet werden,

2) über Ed, Fd die übersetzte Zahl auf die Ab, bb-Relais übertragen wird,

3) das durch Tv gegebene Vorzeichen auf Vy übertragen wird

und schließlich das Schlußzeichen Lz gegeben wird, somit die Übersetzung beendet ist (Abb.8,23).

30) Steuerung des Rechenwerks nach Anspruch 1 bis 29 zur Durchführung der Übersetzung vom Sekundal ins Dezimalsystem durch das Relais Ld und den Steuerschalter Dd, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Spiel die zu übersetzende Zahl über Ea und Fa auf Aa und Ba übertragen wird, und im Spiel 2 entweder, falls der a-Wert negativ ist, über einen Umschaltkontakt af_6 Ug eingeschaltet und somit die Multiplikation mit 10 eingeschaltet wird, oder falls der a-Wert größer als Li (3) ist über einen Umschaltkontakt von Aq, welches im gleichen Stromkreis mit den Relais Af_5, Af_4, Af_3, Af_2 liegt und anspricht, wenn eins dieser Relais an Spannung liegt, Uf eingeschaltet und somit die Multiplikation mit 0,1 eingeleitet wird, und das falls weder af_6 noch a_9 eingeschaltet ist, Lm eingeschaltet wird, welches einen toten Umlauf der Zahl über Ec und Fc bewirkt. (Abb.24).

31) Steuerung des Rechenwerks nach Anspruch 1 bis 30 zur Durchführung der Übersetzung vom Sekundal zum Dezimalsystem, dadurch gekennzeichnet, daß die Fortschaltung des Steuerschalters

Dd während des zweiten Spiels (Multiplikation mit 10 bezw. 0,1) einerseits, falls Ug eingeschaltet ist (mal 10) über den Anschluß a_{61} erfolgt, welcher Spannung hat, sobald durch die fortgesetzten Multiplikationen mit 10 der reduzierte a-Wert positiv wird, andererseits, falls Uf eingeschaltet ist, über einen Trennkontakt aq erfolgt, wobei der reduzierte a-Wert nach jedem Spiel über Ef auf Af übertragen wird und Aq abfällt, sobald der a-Wert kleiner als LOO (4) ist. (Abb.25).

32) Steuerung des Rechenwerks nach Anspruch 1 bis 31 zur Durchführung der Übersetzung vom Sekundal- ins Dezimalsystem, dadurch gekennzeichnet, daß im Spiel 3 der b-Wert über Fc auf die Ba-Relais zurückübertragen wird und zwar mit einer Stellenverschiebung von - 2, -1, 0 + 1 Stellen je nachdem ob der sich nach den Multiplikationen mit 10 bezw. 0,1 ergebende a-Wert = 0 , 1 , LO oder 11 ist, indem über einen Schließkontakt af_0 Fq und über einen Trennkontakt af_1 Fp eingeschaltet wird und in den folgenden Spielen die eigentliche Rückübersetzung erfolgt, indem die auf den Relais Be_1, Be_0, $\underline{Be}_1$ $\underline{Be}_2$ stehende Kombination nacheinander über Ba_1 auf Bf_{0-3} über Ba_2 auf $\underline{Bf}_{4-7}$ und sofort übertragen wird, und bei jedem Spiel durch Einschalten von Fc, Fd, Fq, Fl, Fm der jeweilige Rest mit LOLO (10) multipliziert wird, wobei La die Unterbrechung der Leitungen be_1, be_0 $\underline{be}_1$ $\underline{be}_2$ bewirkt (Abb.24-26.)

33) Schaltung zum Aufrunden des Resultats beim Übersetzen vom Sekundal- ins Dezimalsystem, dadurch gekennzeichnet, daß die übersetzte Folge von Dezimalziffern um Eins erhöht wird, falls der nach der letzten Ziffernbildung verbliebene Rest größer oder gleich einhalb ist ($\underline{Be}_3$ angesprochen), indem

1) bei der letzten Ziffernbildung die auf $\underline{Be}_3$ stehende Sekundalziffer auf $\underline{Bf}_{16}$ übertragen wird.

2) die auf den Bf-Relais gespeicherte Kombination über Fb auf Bb übertragen wird,

3) über ein Relais Rf und Schließkontakte bf die Relais Ba_{-15}, Ba_{-11} Ba_{-7} Ba_{-3} eingeschaltet werden, wenn die auf den Bf-Relais als Sekundalkombinationen stehenden Dezimalziffern von niederer Wertenz = LOOL (9) sind,

wodurch nach Durchführung der Addition die aufgerundete Zahl auf den Ac Relais erscheint und über Rk auf Entschlüsselungsrelais Rc, Rd, Re, Rf übertragen wird, welche die Ziffern über Fallklappen, Schauzeichen oder dergl. zur Anzeige bringen, wobei bei der Kombination LOLO (10) O angezeigt wird.

34) Vorrichtung zum Anzeigen des Kommas bei der Übersetzung vom Sekundal- ins Dezimalsystem nach Anspruch 30, 31, 32 dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiarmiger Schrittschalter bei jeder Einzelmultiplikation mit 10 über ug und mit 0,1 über ui von der Nullstellung aus um einen Schritt weitergeschaltet wird, wobei der eine Arm über einen Umschaltkontakt ug bei Multiplikation mit 10 (ug) an Spannung gelegt wird und die links von der Grundstellung (vor der dritten Stelle von rechts) liegenden Kommazeichen (zum Beispiel Fallklappen) betätigt, während der andere Arm bei Multiplikation mit 0,1 (ui) an Spannung gelegt wird und die rechts von der Grundstellung liegenden Kommazeichen betätigt (Abb.29).

35) Rechenwerk nach Anspruch 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorzeichen der beiden Operanden auf den Selbsthalterelais Vx und Vy gespeichert werden (+ angesprochen) und die Vorzeichenbildung über eine Relaiskette Vc, Vd erfolgt, wobei Vc bei den einzelnen Operationen direkt oder indirekt durch die Steuerschalter bezw. Relaisketten (Addition: sc) geschaltet wird, und erst durch Vc zunächst das Vorzeichen des Resultats auf Vr dann durch Vd von dort auf das inzwischen durch Ai gelöschte Relais vx übertragen wird. (Abb.30)

36) Vorrichtung zur Bestimmung des Vorzeichens nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß bei Multiplikation und Division Vr über einen Schließkontakt Vg geschaltet wird, wobei Vg bei gleicher Stellung von Vx und Vy (gleiche Vorzeichen) anspricht. (Abb.30).

37) Vorrichtung zur Bestimmung des Vorzeichens nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß bei Addition bezw. Subtraktion Vr über Kontakte Sc, av, ls_1, ls_2, vx, vy, bv so geschaltet wird, daß es anspricht

1) wenn Av eingeschaltet ist (erster Operand hat den größeren a-Wert) und Vx die gleiche Stellung hat wie Bv (Vorzeichen des b-Wertes des Resultats = dem Vorzeichen des ersten Operanden),

2) wenn Av nicht eingeschaltet ist (zweiter Operand hat den größeren a-Wert) und bei befohlener Addition (ls_1) die Stellung von Vy und Bv gleich ist, bei befohlener Subtraktion (ls_2), jedoch wenn die Stellung von Bv ungleich Vy ist (Abbildung 30).

38) Elektromagnetisches Speicherwerk nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Speicherzelle zugeordnet ist

1) eine Reihe von Selbsthalterelais Ca zur Speicherung des Vorzeichens, des a-Wertes und des b-Wertes,

2) je ein Relais Cc mit der Anzahl der Relais Ca entsprechenden Schließkontakten, welche diese mit zum Rechenwerk führenden Verbindungsleitungen $c_{1,2,3}$ .... (ae, be) verbindet

3) je ein Relais Cb, mit einem Folgekontakt cb, durch welchen die Sammelleitung der Zelle, wenn Cb abgefallen ist, an einen Pol niederer Spannung, und wenn Cb angesprochen ist, an einen Pol der Be-

triebsspannung des Rechenwerks gelegt wird (c_{50}), wobei durch einen Schutzwiderstand ein Kurzschluß zwischen beiden Polen vermindert wird (Abb.31).

39. Planwerk zur Steuerung der Rechenvorrichtung nach Anspruch 1-38, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Übertragungsvorgang vom Rechenwerk auf das Speicherwerk und umgekehrt und für jede Operationseinstellung am Rechenwerk durch den Rechenplan ein Befehl gegeben wird, der durch eine Kombination mehrerer (Beispiel 8) Ja-NeinAngaben beispielsweise den Feldern eines Lochstreifens (p_1-p_8) dargestellt wird, wobei die ersten beiden Felder (p_1, p_2) angeben, ob es sich um einen Speicher, Ablese- oder Operationsbefehl handelt und die weiteren Felder entweder die Art der Operation oder die Nummer der Speicherzelle in verschlüsselter Form angeben (Abb.32).

40. Planwerk nach Anspruch 1 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Abfühlkontakte $p_{1,2,3}$ .... des Rechenplans die Relais Pa_1, Pa_2..... gesteuert werden und falls Pa_2 aber nicht Pa_1 angesprochen ist, an das Rechenwerk über eine Entschlüsselungsschaltung von Umschaltkontakten der Relais $Pa_{3,4,5}$ der der betreffenden Kombination von $Pa_{3,4,5}$ entsprechende Operationsbefehl an das Rechenwerk gegeben wird (Abb.32/33).

41. Planwerk, nach Anspruch 1-40, dadurch gekennzeichnet, daß, falls Pa_1 eingeschaltet ist, an die Abfühlkontakte P_3-P_8 weitere Relais Pb_3 bis Pb_8 angeschlossen werden, durch welche die Auswahl der Speicherzellen erfolgt, indem über eine Entschlüsselungsschaltung bei jeder Kombination der Stellungen der Bb-Relais ein anderes Relais Cb_0, Cb_1 .... eingeschaltet wird (Abb.32-34).

42) Planwerk nach Anspruch 1-37, dadurch gekennzeichnet, daß beim Übertragen einer Zahl vom Speicherwerk auf das Rechenwerk durch den Rechenplan Pa_1 und Pa_2 geschaltet werden und hierdurch ein Relais Pr anspricht, welches einerseits ein Relais Od einschaltet, welches wiederum im Speicherwerk die Leitung c_{50} und somit die an die Folgekontakte ob der ausgewählten Zelle angeschlossene Sammelleitung der betreffenden Speicherzelle zur Übertragung der gespeicherten Zahl auf das Rechenwerk an den Grundpol legt und andererseits das Relais Oc einschaltet, wodurch entsprechend Anspruch 29 die Zahl entweder auf die Relais Vx, Af, Bf oder Vy, Ab, Bb übertragen wird. (Abb. 31, 32, 37).

43) Rechenvorrichtung nach Anspruch 1 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Ziffer der Stelle Null (erste Stelle vor dem Komma) des b-Wertes nicht gespeichert wird, da sie stets = 1 ist und beim Übertragen einer Zahl vom Speicherwerk auf das Rechenwerk durch das Relais Pr stets die Leitung be_0 und somit entweder Bf_0 oder Bb_0 auf Eins geschaltet wird. (Abb.37).

44) Planwerk nach Anspruch 1 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß beim Übertragen einer Zahl vom Rechenwerk auf das Speicherwerk durch den Rechenplan Pa_1 aber nicht Pa_2 geschaltet wird, wodurch ein Relais Pa anspricht, welches einerseits den vom Rechenwerk nach Abschluß jeder Rechenoperation kommenden Schaltbefehl (Af) auf die über Pb und Cb ausgewählten Relais Oc umlenkt, so daß die Zahl nicht auf die Relais Af, Bf des Rechenwerks, sondern auf die ausgewählte Speicherzelle übertragen wird und andererseits die vom Rechenwerk gegebenen Löschbefehle (Al) bezw. (Bl) auf Ai umgelenkt werden, und zwar im allgemeinen (Al) auf Ai, bei Multiplikation jedoch Bl auf Ai (über einen Umschaltkontakt Lm), so daß die Selbsthalteleitungen der Af- Bf-Relais nicht kurzzeitig unterbrochen, sondern durch Ai voll abgeschaltet werden (Abbildung 32, 35, 36).

45) Planwerk nach Anspruch 1 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Speichern eines Resultats erforderlichen Einstellungen Fs und Cb schon während der Rechenoperation gemacht werden und bis zum Herausgeben des Resultats gespeichert werden, während der Rechenplan weiter rückt und den nächsten Befehl in Bereitschrift bringt und erst dann im zweiten Spiel der Rechenoperation über ein Selbsthalterelais Fu, welches durch die Steuerschalter bezw. Relaisketten des Rechenwerks geschaltet wird, die Fortschaltung des Rechenplans unterbrochen wird, bis durch das Schlußzeichen der Rechenoperation Lz, Fu wieder abgeschaltet und die Fortschaltung des Rechenplans freigegeben wird (Abb.32).

46) Rechenvorrichtung, nach Anspruch 1 - 45, dadurch gekennzeichnet, daß die in halblogarithmischer Form an sich nicht darstellbaren Werte Null und Unendlich durch besondere Zeichen oder Kombinationen kenntlich gemacht werden.

47) Rechenvorrichtung nach Anspruch 1 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert Null durch den kleinsen (L00000) und der Wert Unendlich durch den größten (OLLLLLL) mit sieben Stellen darstellbaren a-wert gekennzeichnet wird, wobei durch die Relais $Aa_{0,1,2\ \ldots..}$, welche an die Leitungen $ae_{0,1,2\ \ldots..}$ angeschlossen sind, über einen Umschaltkontakt na_6 und hintereinander geschaltetes Schließ- bezw. Trennkontakte na_5 - na_0 bei a = L000000 An_1 bezw. falls Ah_1 eingeschaltet ist An_2 und bei a = OLLLLLL Ni_1 bezw. Ai_2 eingeschaltet wird (Abb.38).

48) Rechenvorrichtung nach Anspruch 1 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß bei den Fällen $\frac{0}{0}$, $\frac{\infty}{\infty}$ $0 \cdot \infty$, $\infty \pm \infty$

Signal gegeben wird und zwar

über die Schließkontakte				nn_1,	nn_2,	li	das Signal		0/0
"	"	"	"	ni_1	ni_2,	li	"	"	∞/∞
"	"	"	"	ni_1	ni_2	sa_3	"	"	$\infty \pm \infty$
"	"	"	"	ni_1	nn_2	lm	"	"	} 0×0
"	"	"	"bezw.	ni_2	nn_2	lm	"	"	}

(Abb.39)

49) Rechenvorrichtung, nach Anspruch 1 bis 48 dadurch gekennzeichnet, daß ein Relais Ni_3 geschaltet wird, wenn

1) bei Addition (Sa_3) oder Multiplikation (Lm) einer der beiden Operanden Unendlich ist, (Ni_1 oder Ni_2).
2) bei Division (Li) der Dividend Unendlich (Ni_1) oder der Divisor Unendlich ist (Nn_2),
3) beim Wurzelziehen (Lw) der Radikand (Ni_1) Unendlich ist,

und ein Relais Nn_3 geschaltet wird, wenn

1) bei Addition bezw. Subtraktion (Sa_3) beide Summanden gleich Null sind ~~xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx~~ (Nn_1 und Nn_2)
2) bei Multiplikation (Lm) einer der beiden Faktoren Nul ist (Nn_1 oder Nn_2),
3) bei Division (Li) der Dividend gleich Null ist (Nn_1) oder der Divisor Unendlich ist (Ni_2),
4) beim Wurzelziehen der Radikand Null ist und

hierauf über Vd (Vorzeichenwerk) die Stellungen von Ni_3 und Nn_3 auf Ni_1 und Nn_1 übertragen werden, wobei die alten Stellungen von Ni_1, Ni_2, Nn_1, Nn_2 über Vc gelöscht werden (Abb.39).

50) Rechenvorrichtungen nach Anspruch 1 bis 49, dadurch gekennzeichnet, daß, falls bei Subtraktion (Se_4) bezw. beim Übersetzen vom Dezimal ins Sekundalsystem (ud_8) der b-Wert des Resultats Null ist (sämtliche Be-Relais abgefallen) über den Anschluß b_{82} (Abbildung 18) das Relais Nn_3 eingeschaltet wird, und somit das Resultat den Wert Null annimmt. (Abb.39).

51) Rechenvorrichtung nach Anspruch 1 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Schlußzeichen Lz die Stellungen der Relais Ni_1 und Nn_1 auf die Relais Ni_4 und Nn_4 übertragen werden, welche je mit dem Relais Ng hintereinander geschaltet sind, wobei Ni_4 die Leitungen ac_6 unterbricht

und die Leitungen $ae_{5,4,3,2,1,0}$ an Spannung legt, Kn_4 die Leitung ae_6 an Spannung legt und die Leitungen $ae_{5,4,3,2,1,0}$ unterbricht und Kg sämtliche Leitungen be unterbricht, so daß der Wert a die Größe OLLLLLL bezw. 1000000 annimmt und sämtliche Ziffern des b-Wertes gelöscht werden. (Abb.2,41).

52) Rechenvorrichtung nach Anspruch 1 bis 51, dadurch gekennzeichnet, daß, falls der a-Wert des Resultats einer Rechenoperation zu groß wird, indem die Ziffer Ae_6 L wird, während Ae_7 Null ist, über einen Umschaltkontakt Ae_7 und einen Schließkontakt ae_6 Ki_4 eingeschaltet wird und falls der a-Wert zu klein wird, indem die Ziffer Ae_6 Null wird, während Ae_7 L ist, über einen Umschaltkontakt Ae_7 und einen Trennkontakt ae_6 Kn_4 eingeschaltet wird, und somit das Resultat auf den Wert Unendlich bezw. Null gebracht wird.

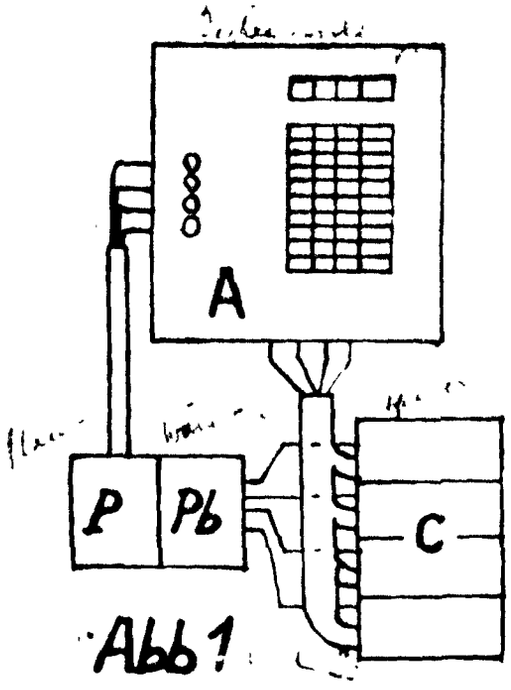


Abb 1

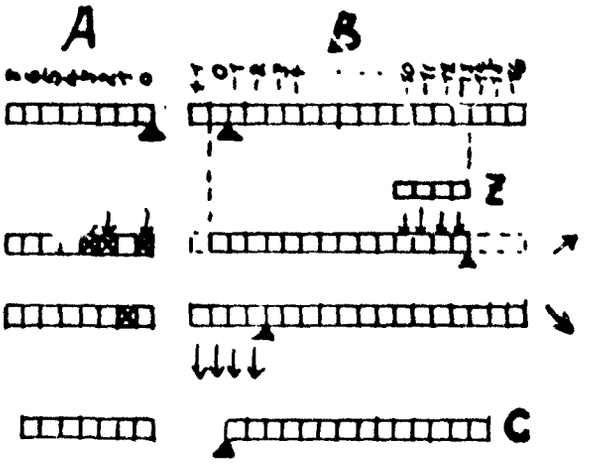


Abb 3

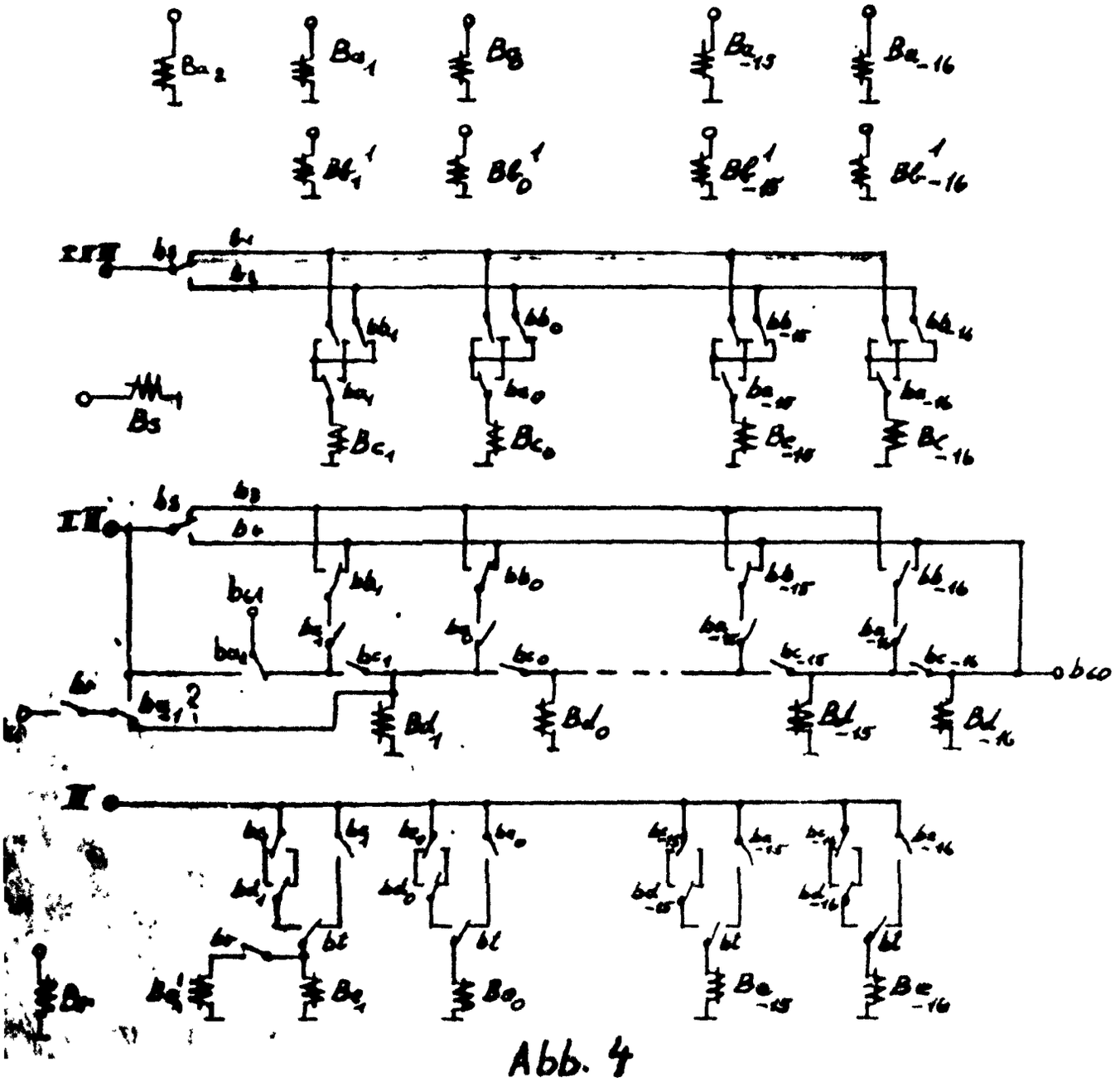


Abb. 4

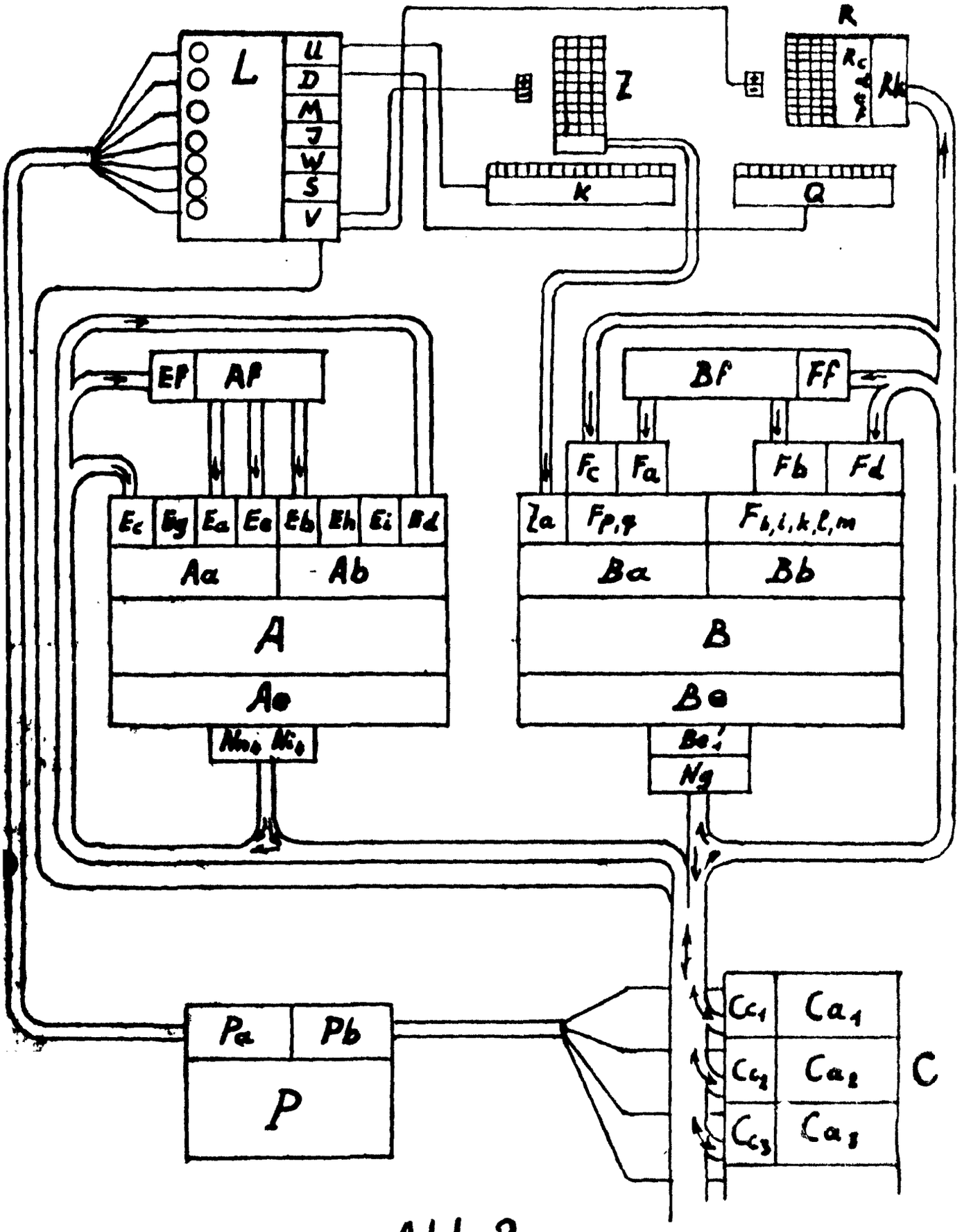

L
U
D
M
J
W
S
V
Z
K
R
Rc
Rk
Q
EF
AF
BF
FF
Fc
Fa
Fb
Fd
Ec
Eg
Ea
Ee
Eb
Eh
Ei
Ed
Aa
Ab
A
Ae
Za
Fp,q
Fb,i,k,l,m
Ba
Bb
B
Be
Be'
Ng
Pa
Pb
P
Cc1
Ca1
Cc2
Ca2
Cc3
Ca3
C

Abb. 2

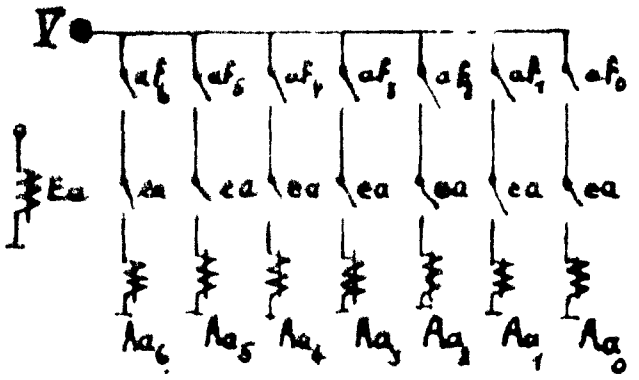


Abb. 5

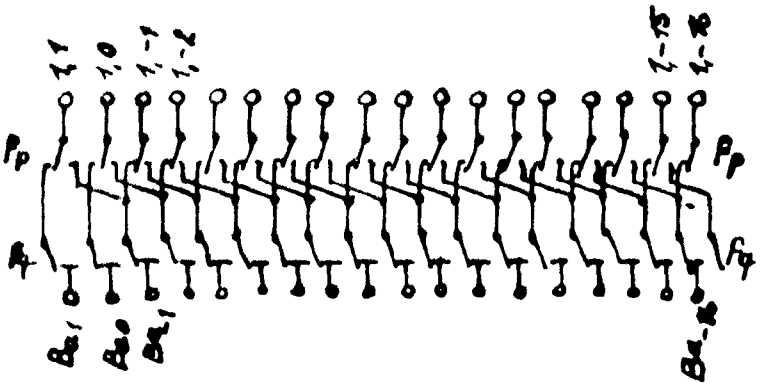


Abb. 6

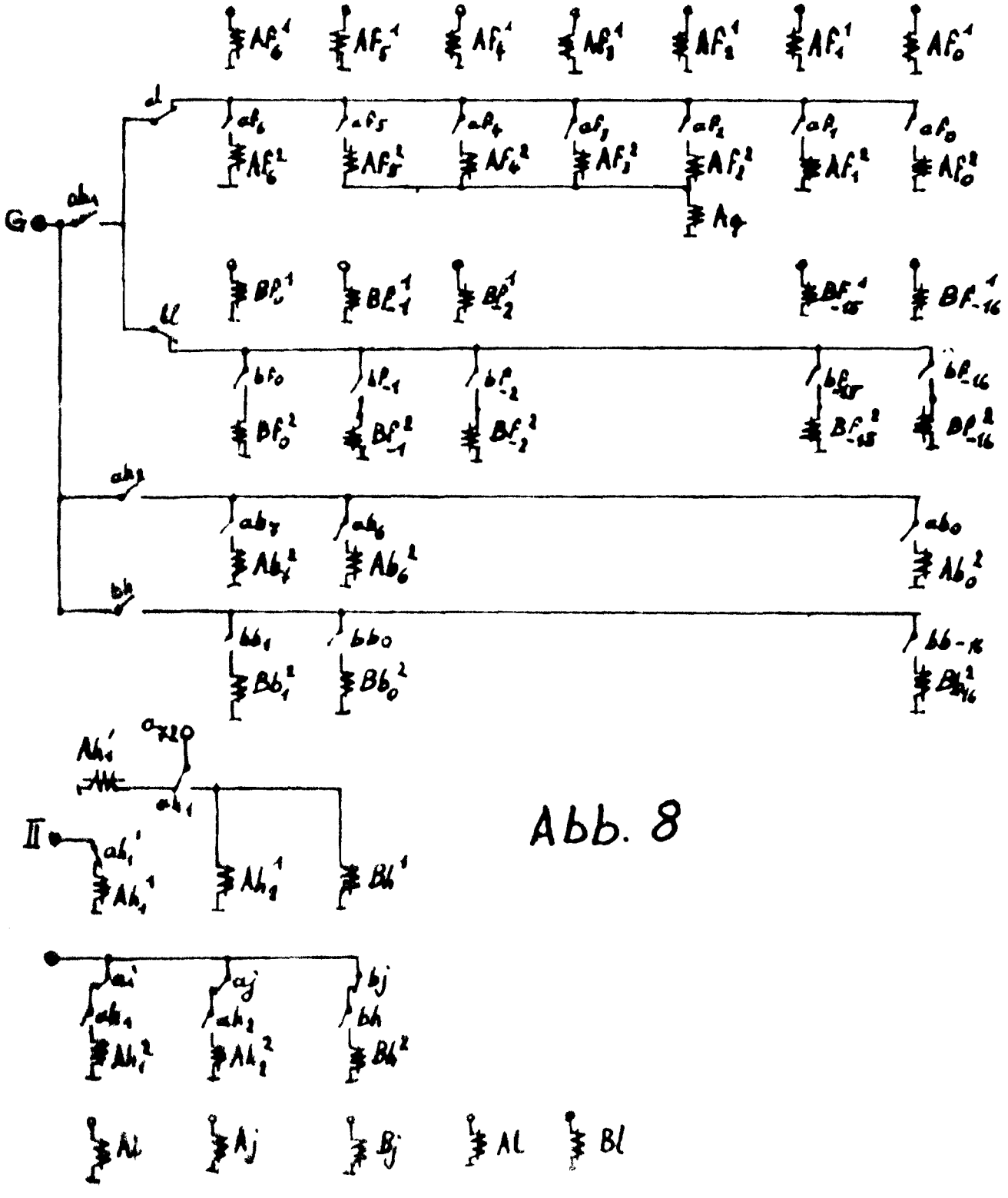


Abb. 8

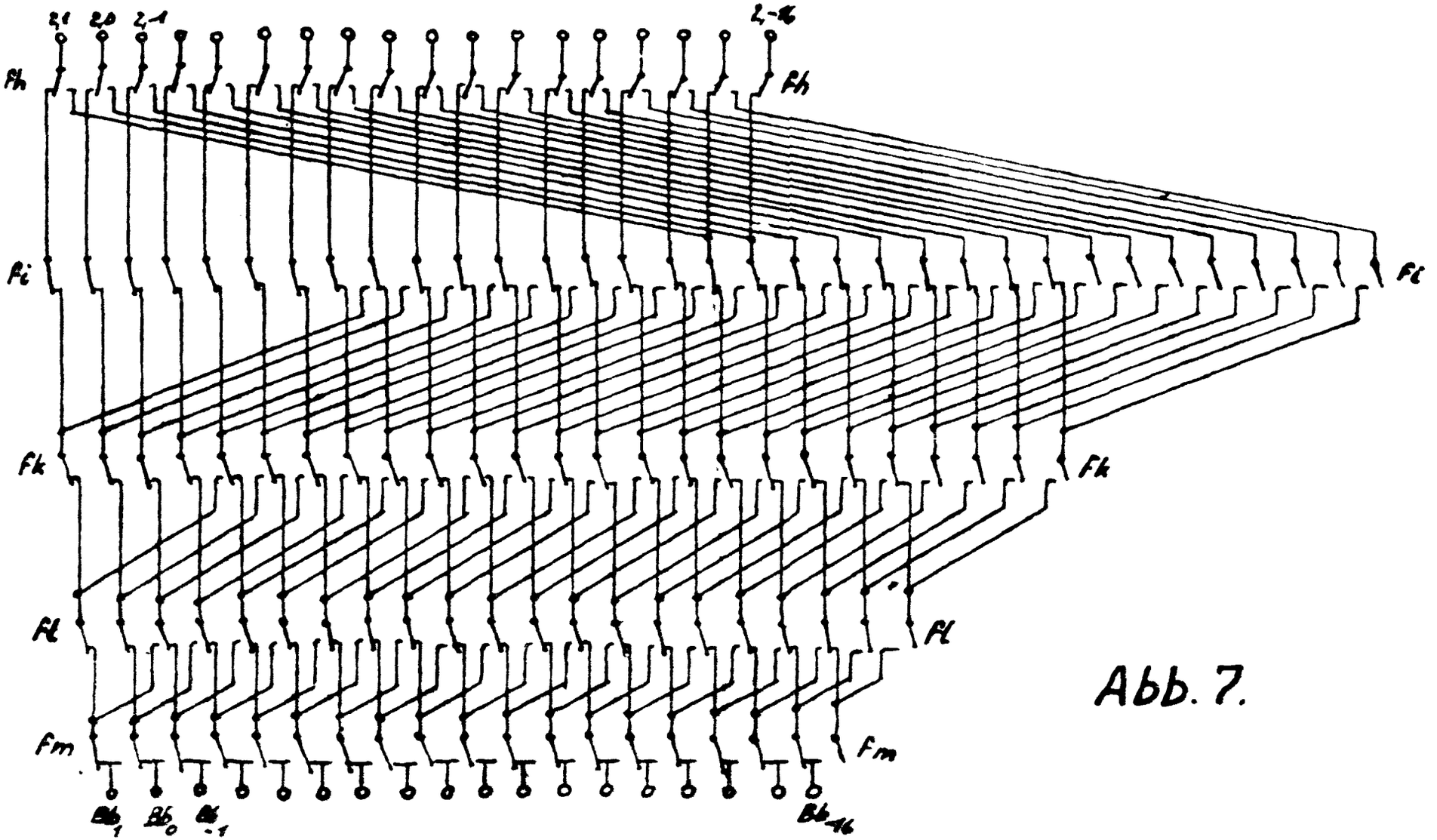


Abb. 7.

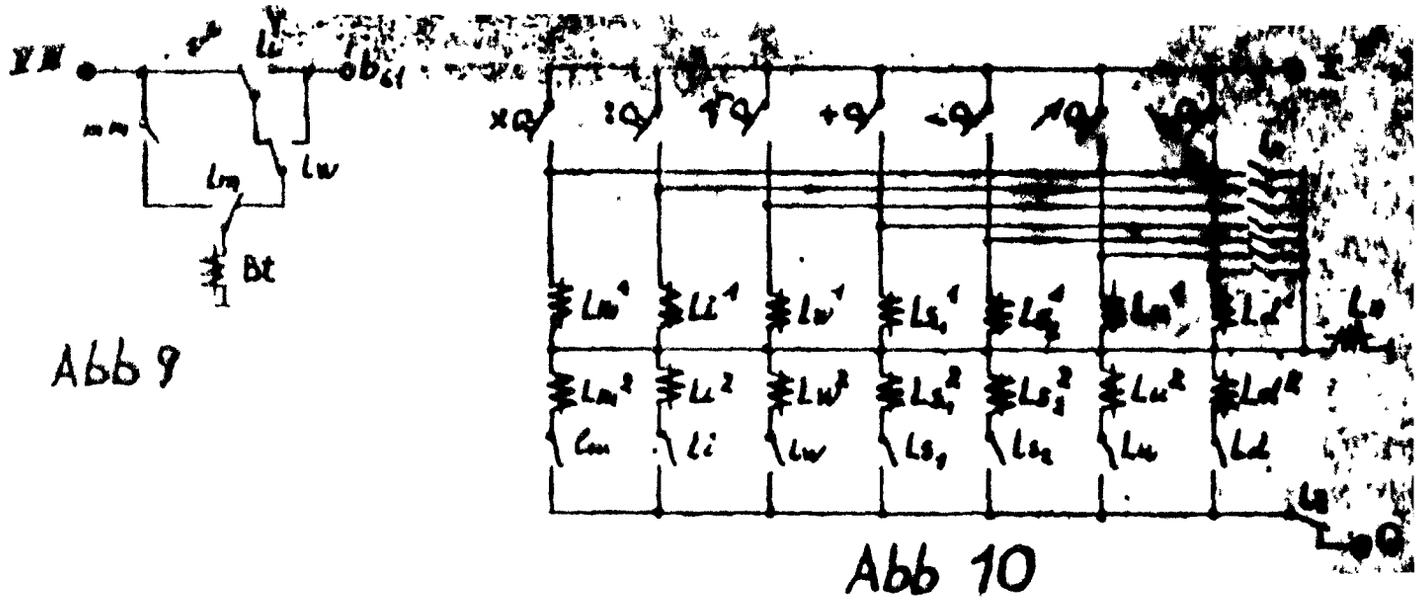


Abb 9

Abb 10

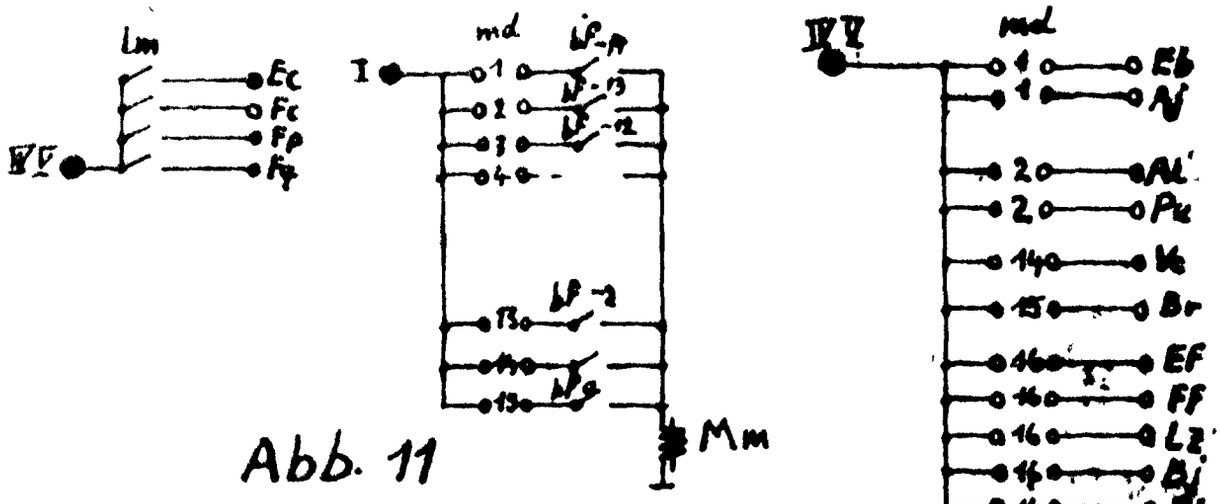


Abb. 11

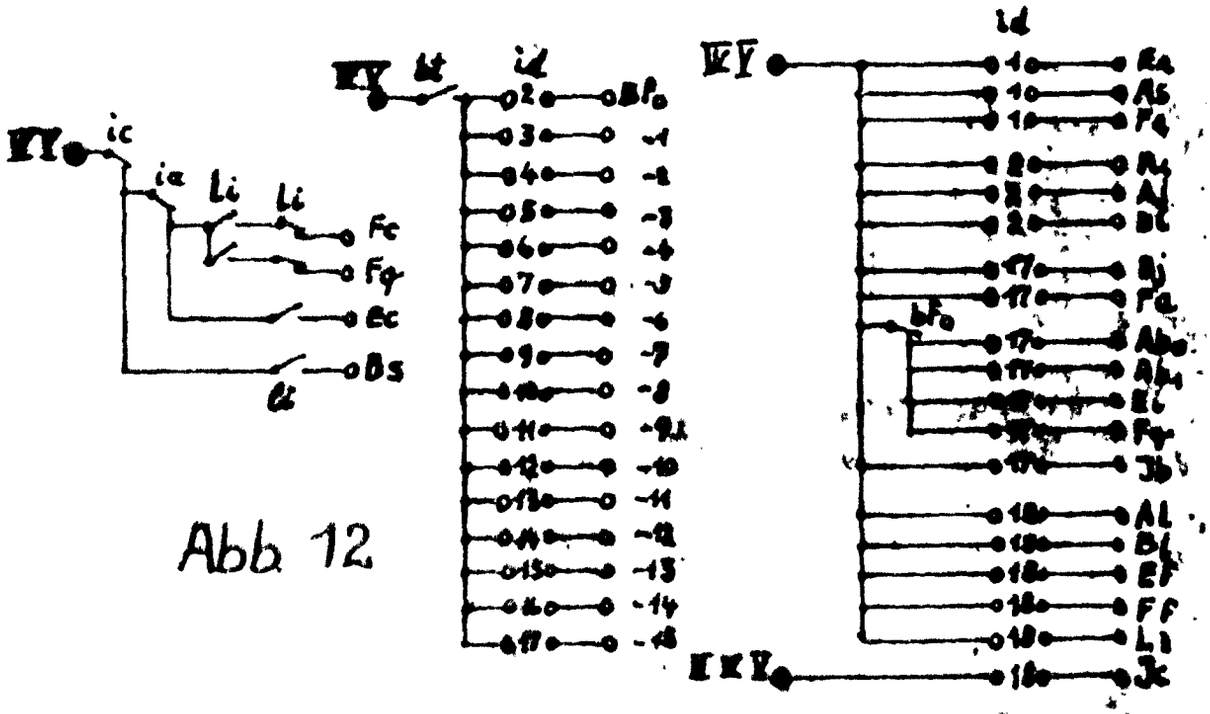


Abb 12

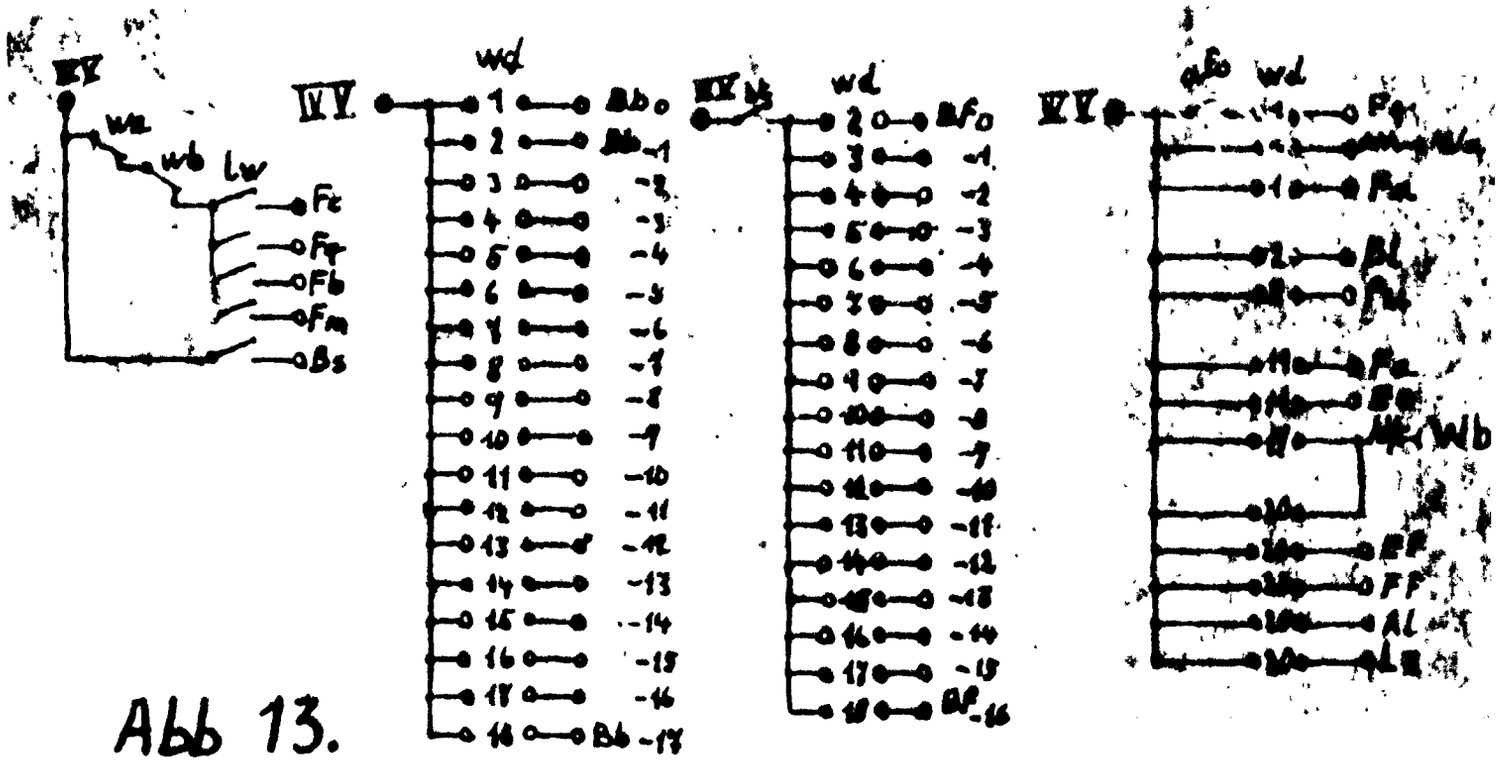


Abb 13.

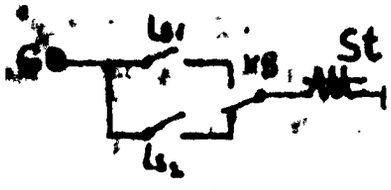


Abb 14

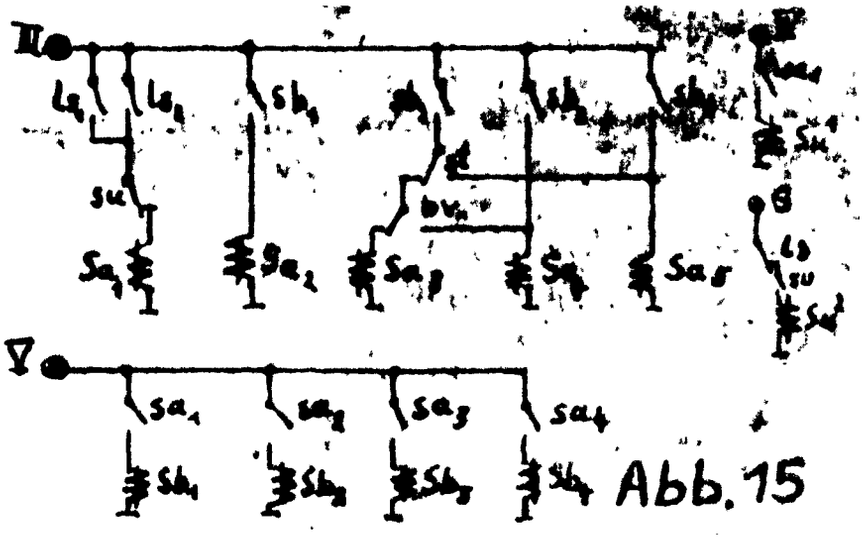


Abb. 15

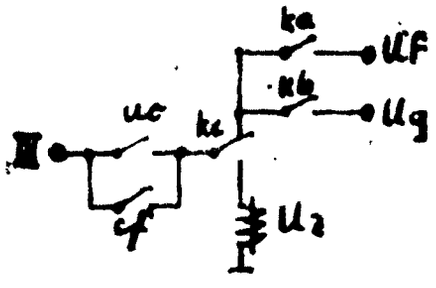


Abb. 22

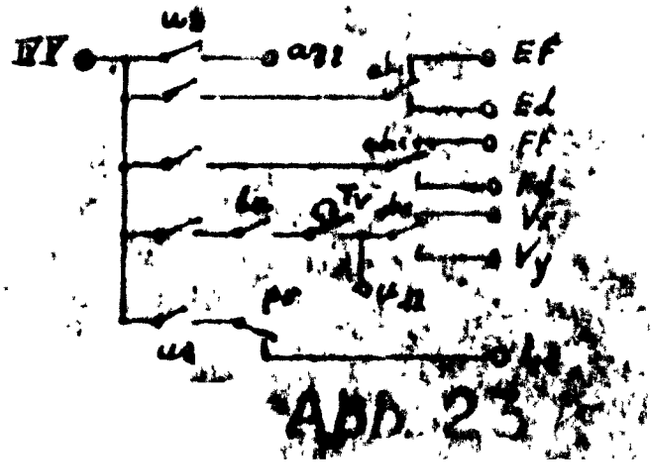


Abb. 23

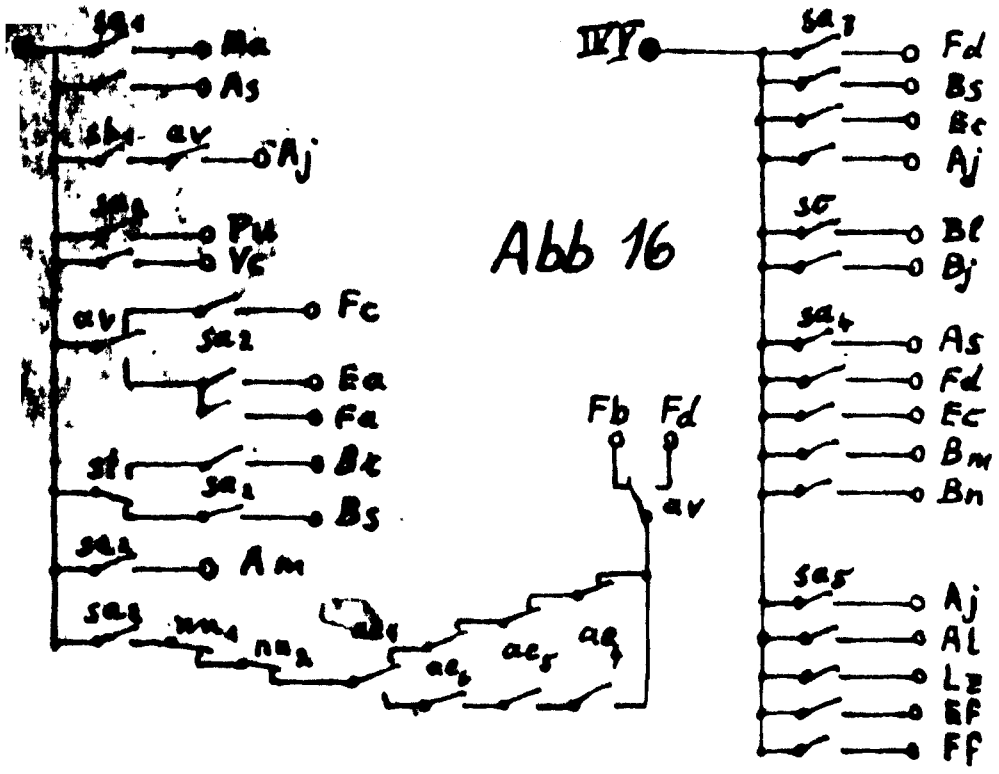


Abb 16

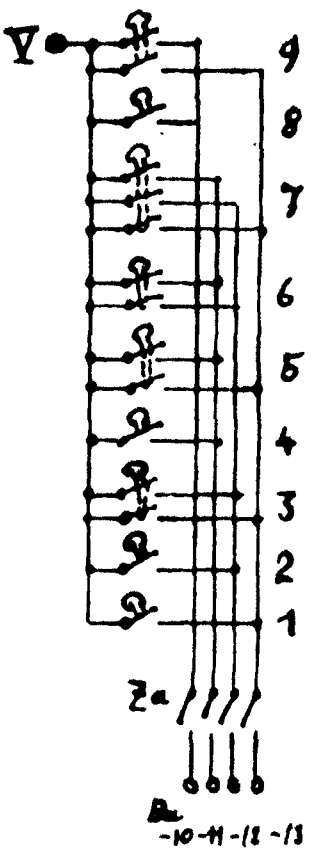


Abb. 19

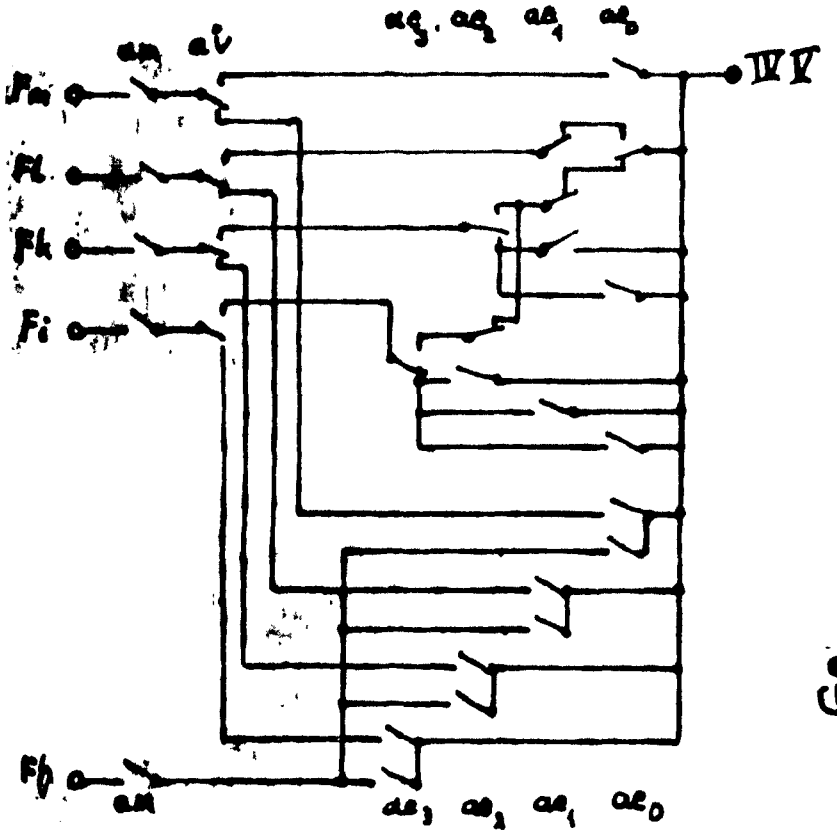


Abb. 17

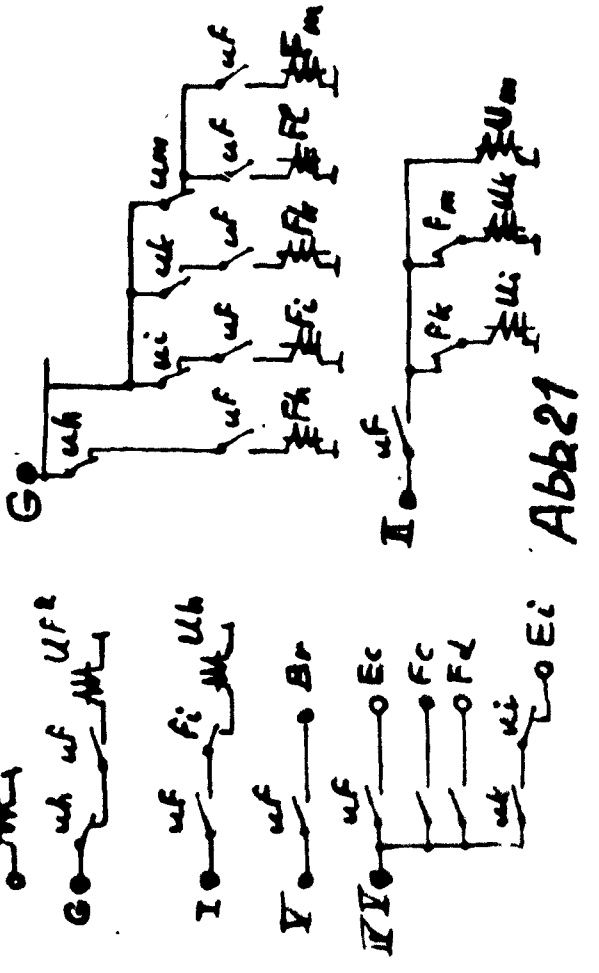


Abb21

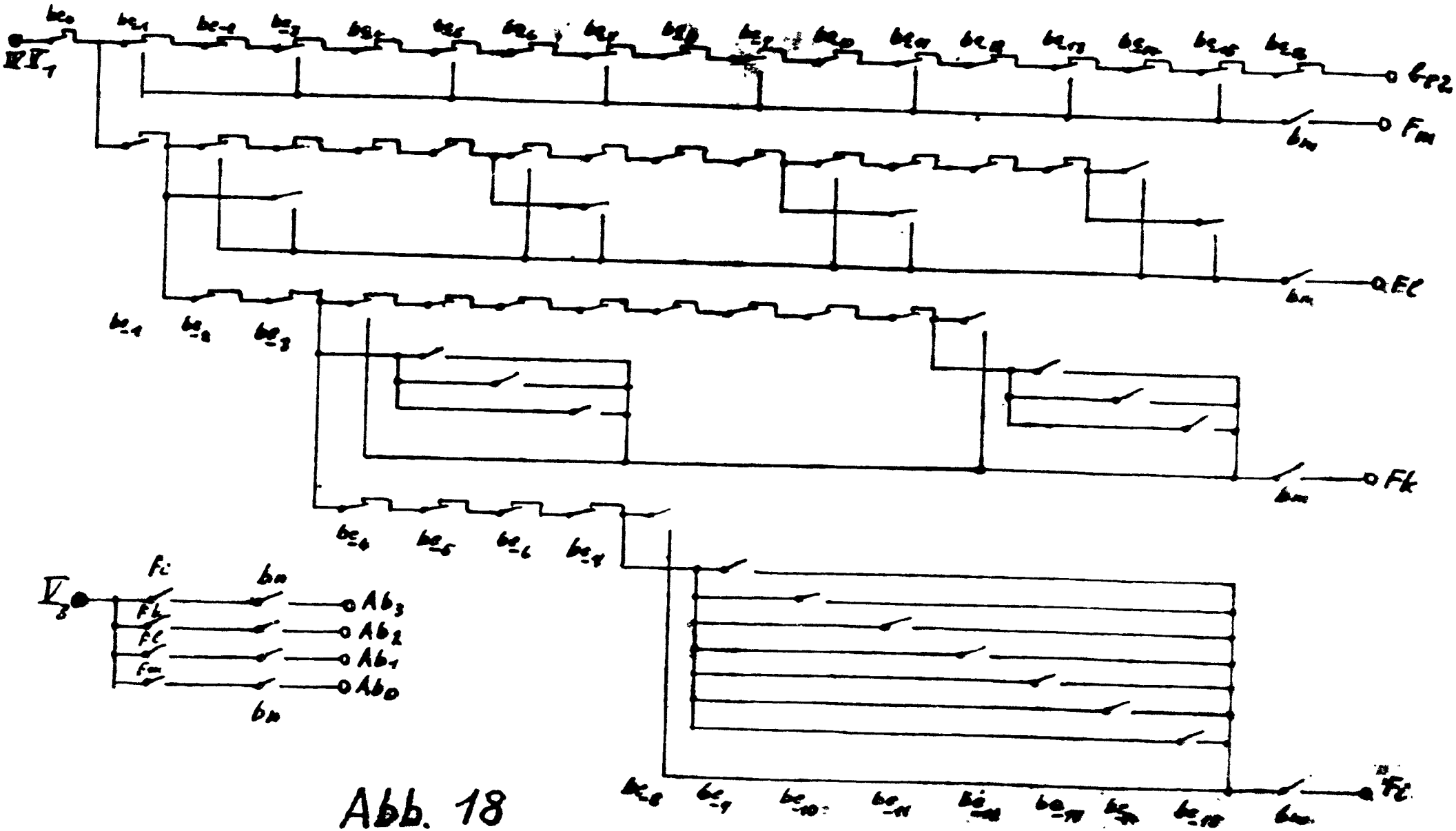
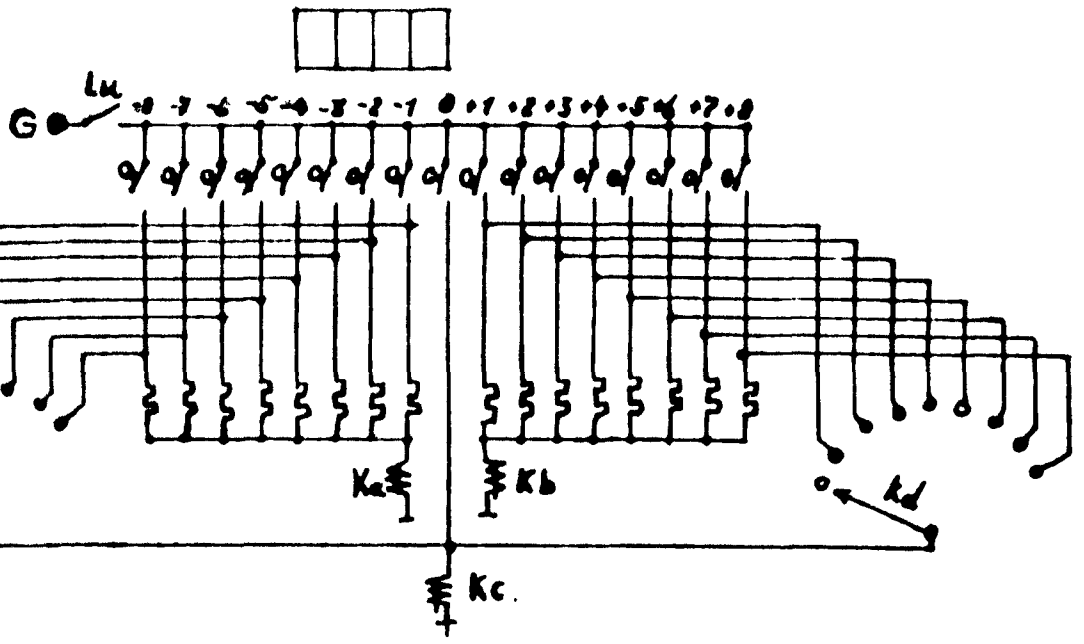


Abb. 18



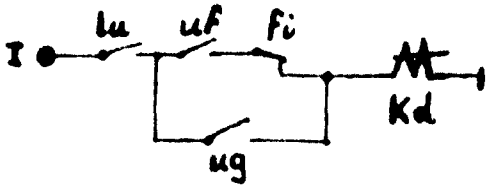
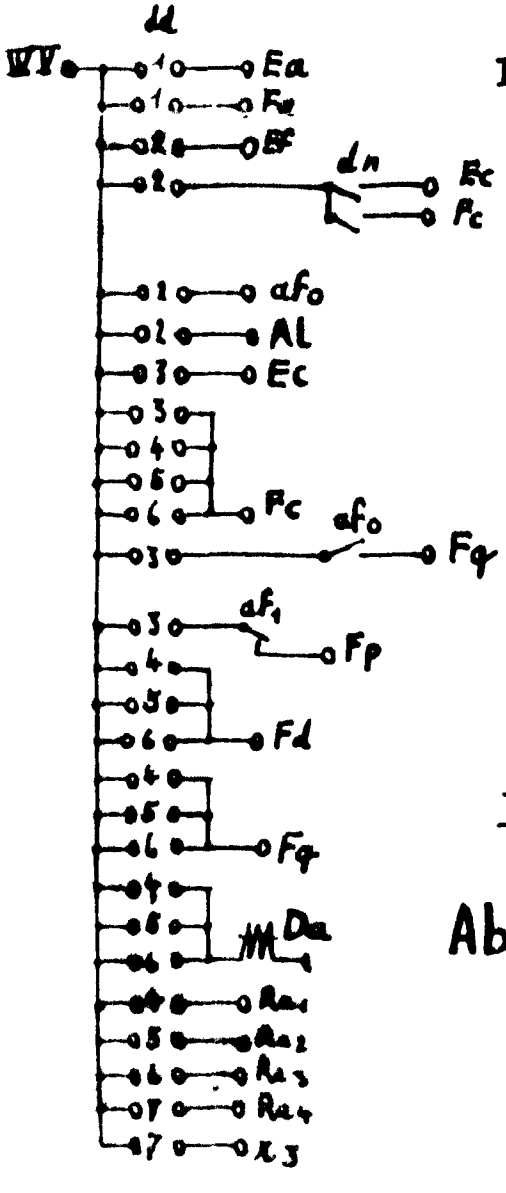


Abb. 20



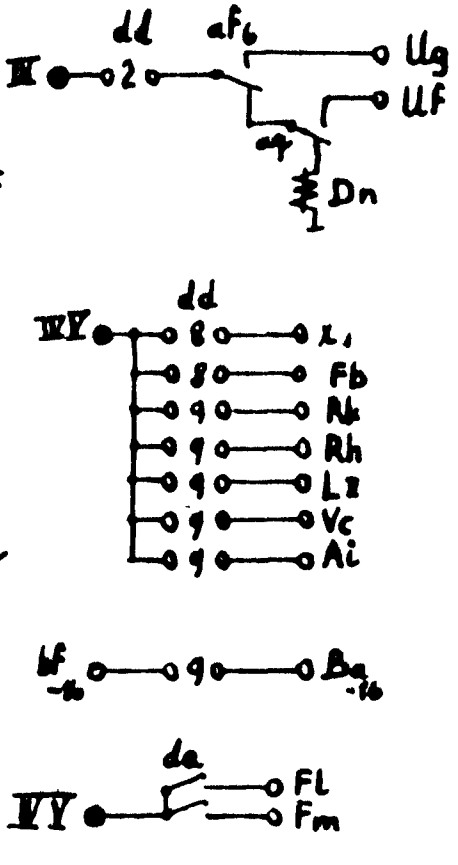


Abb. 24

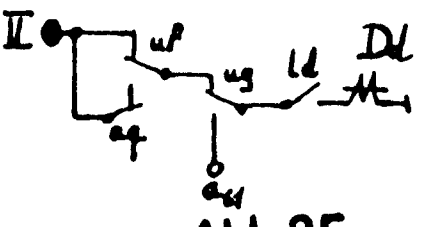


Abb 25

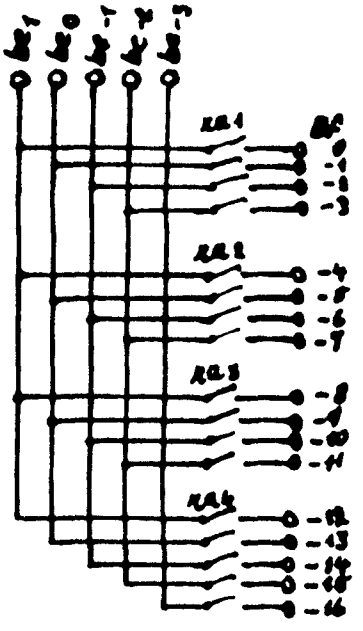


Abb. 26

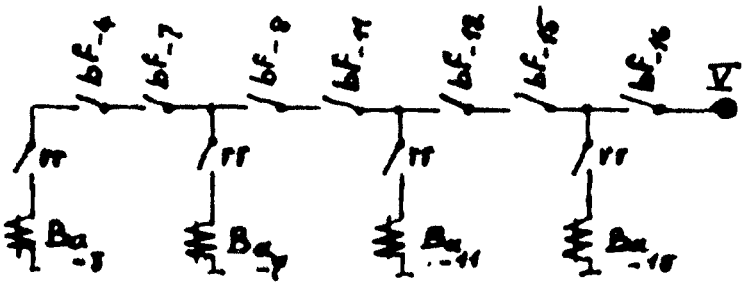


Abb 27

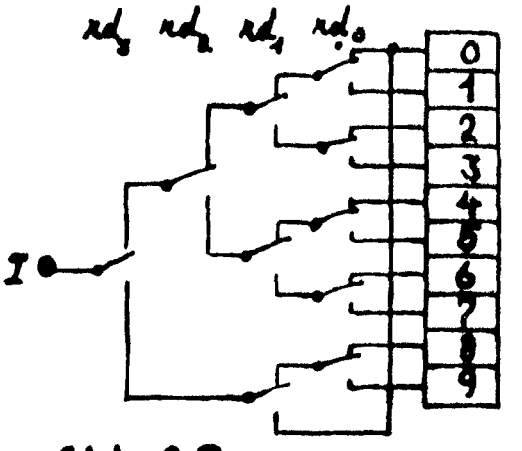


Abb. 28

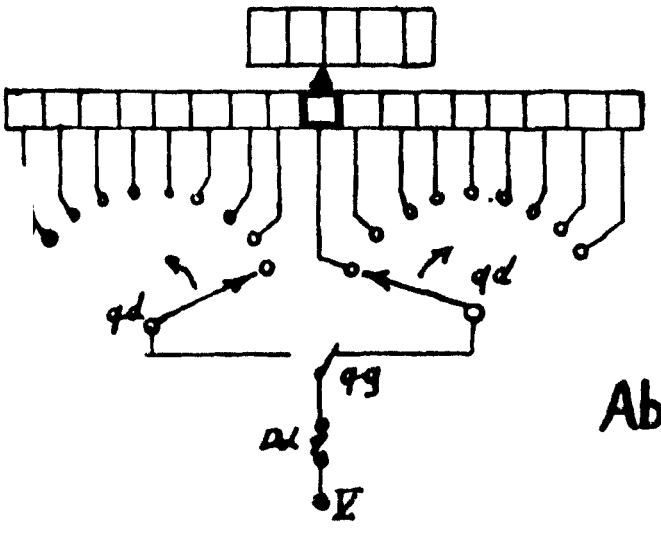
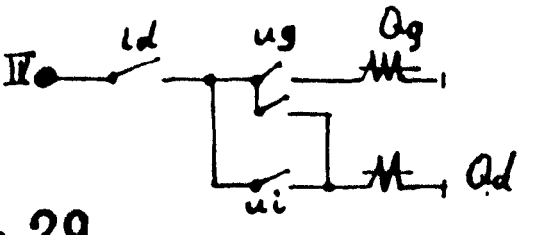


Abb 29



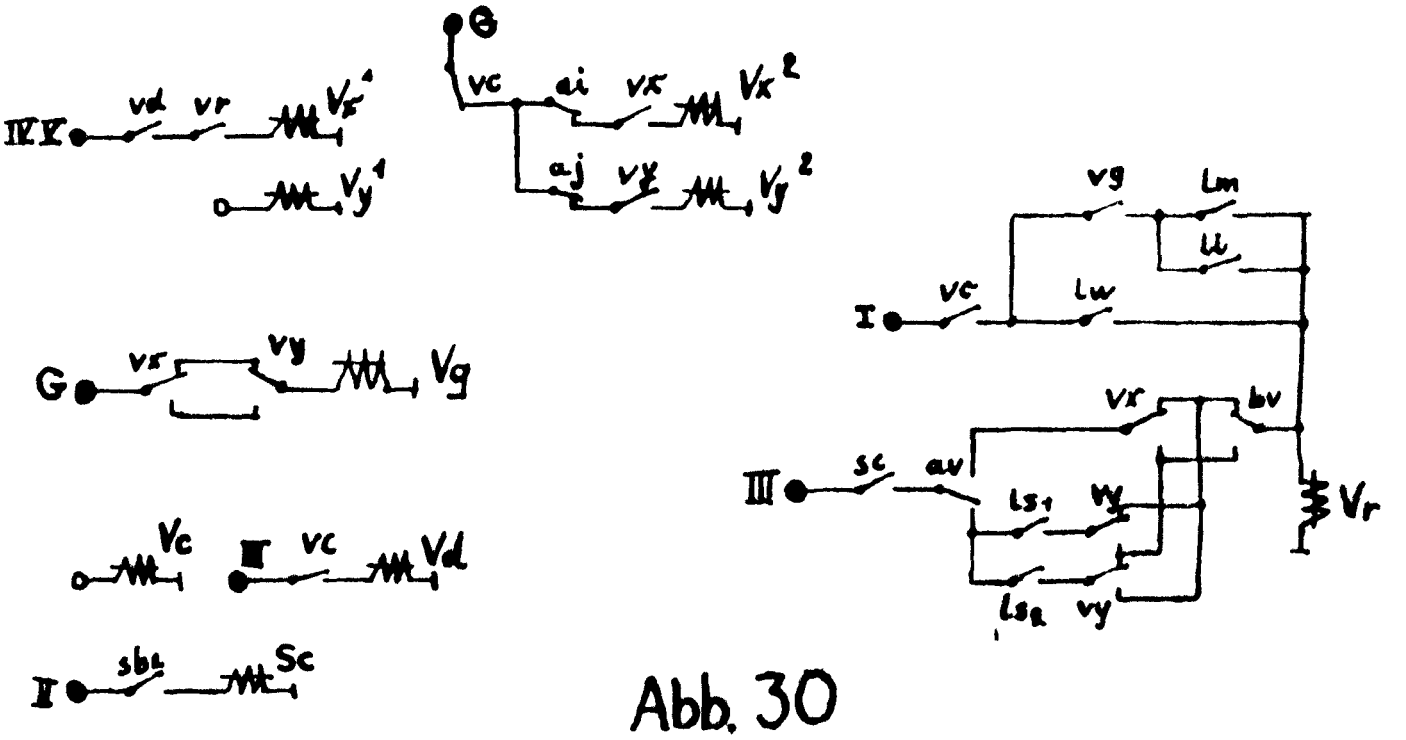


Abb. 30

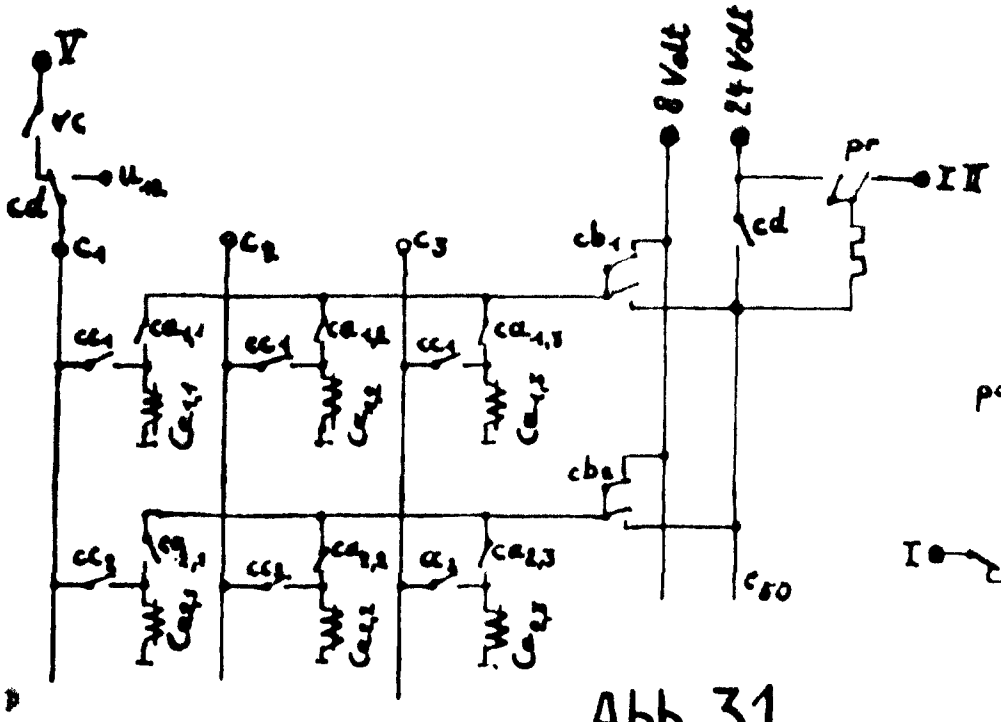


Abb. 31

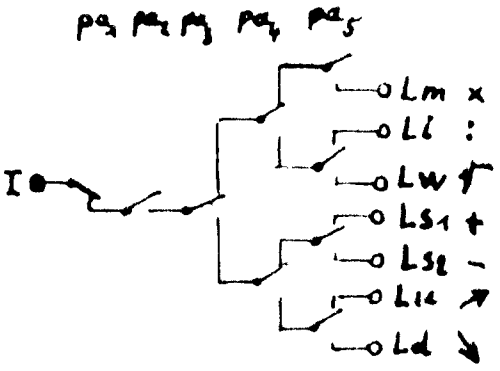
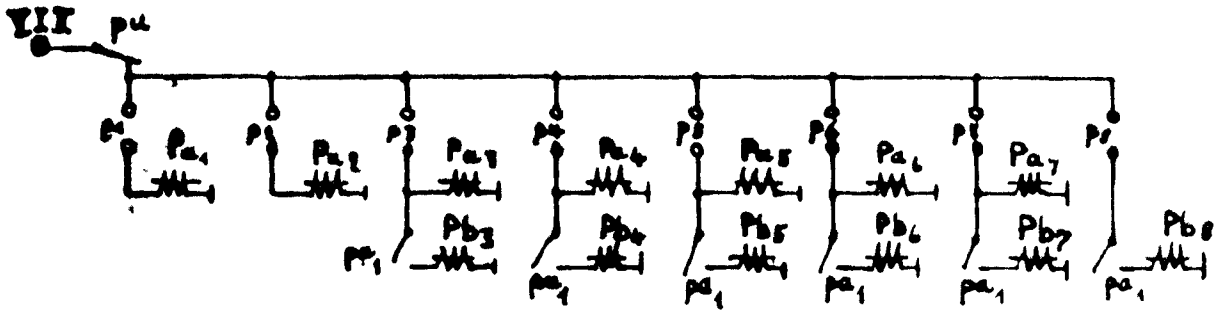


Abb. 33



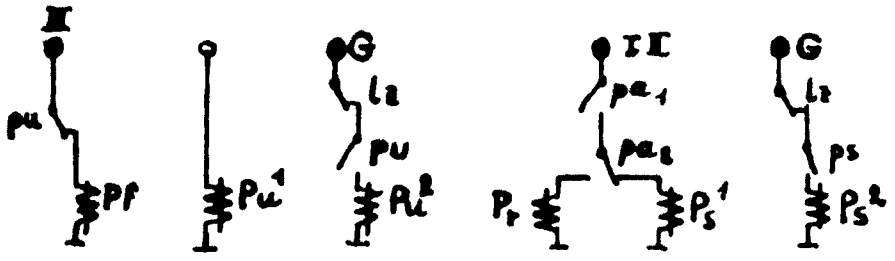


Abb. 32

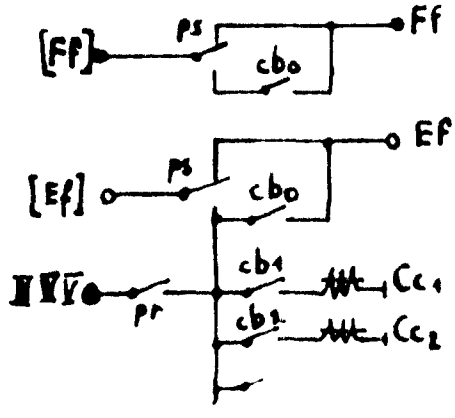


Abb. 35

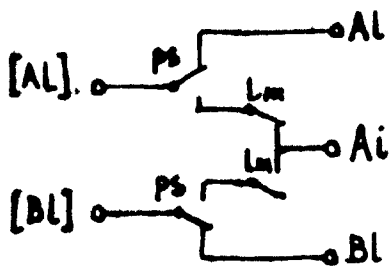


Abb. 36

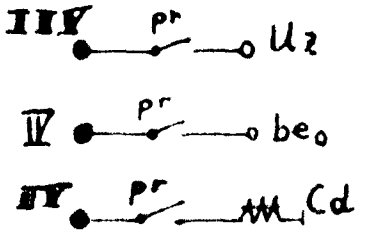


Abb. 37

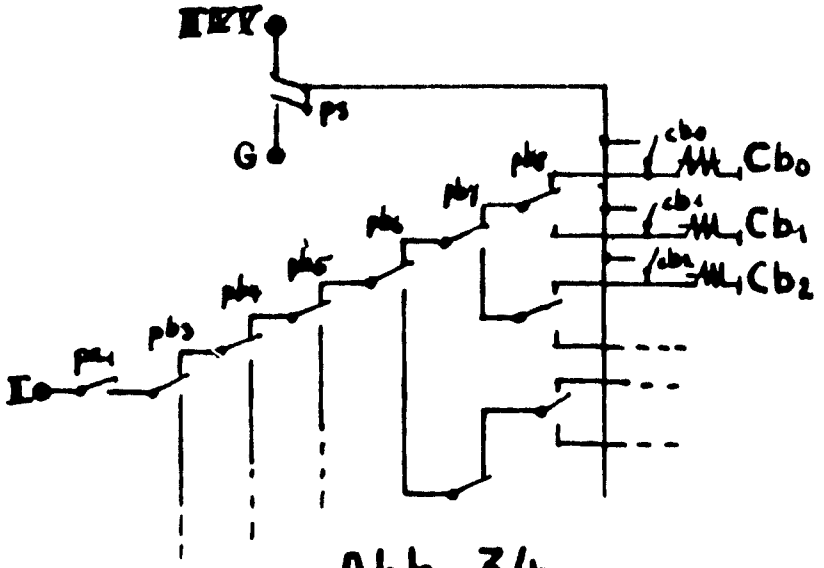


Abb. 34

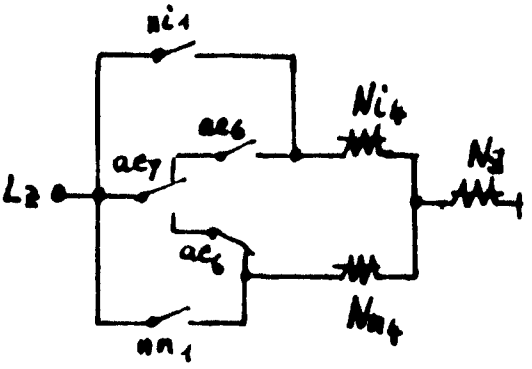
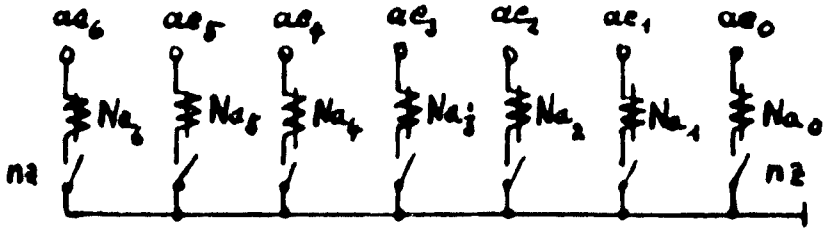


Abb. 40



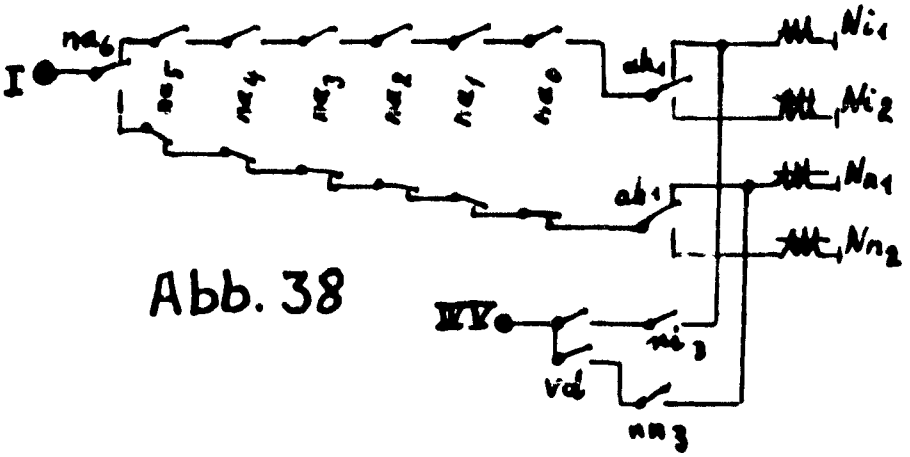


Abb. 38

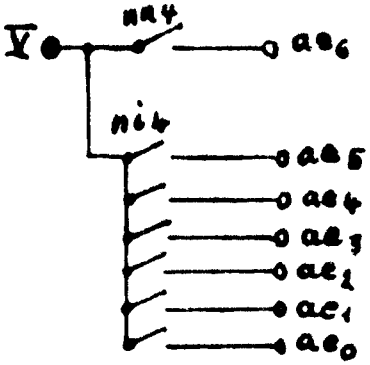


Abb. 41

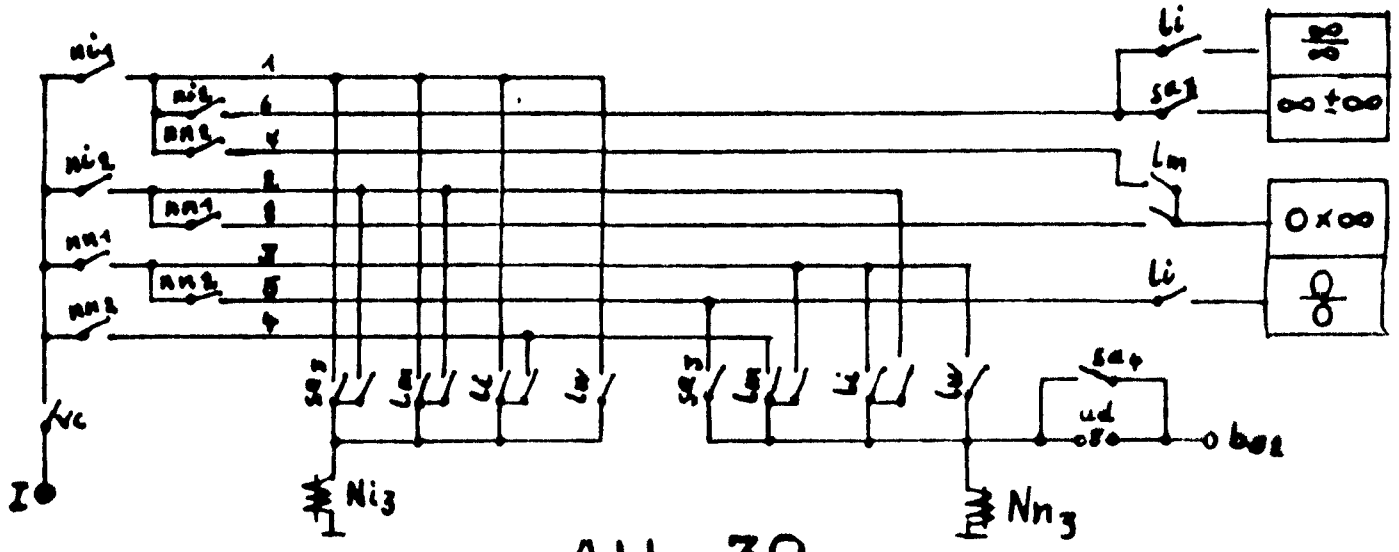


Abb. 39