

GM 005/011 Z 391

Patentanmeldung Z 391 (1941)

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 Probleme eingegangen wird, soll das Problem mathematisch dargestellt werden. Voraussetzung für jede Art der auszuführenden Rechnung ist die Aufstellung eines Rechenplanes, in dem 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

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

Wir haben neun Ausgangswerte. Um nicht für die im Lauf der Rechnung auftretenden Zahlen dauernd neue Buchstaben...

treten den Werte fortlaufend mit $V_1, V_2 \dots$ (Variablen)
 bezeichnet:

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

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.) | $V_{18} \cdot V_9$ | $= V_{19}$ | | |
| 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 abschnittsweise 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 Rechenplanes lösen selbsttätig die erforderlichen Operationen aus.

Wir brauchen also folgende Vorrichtungen:

- 1.) Vollautomatisches Rechenwerk, z.B. eine 4-Speziens-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 3

z. 24062 " Mechanisches Speicherwerk " verwiesen, in der eine Kombination Wählwerk - Speicherwerk beschrieben ist.

Neu ist die Kombination der Elemente derart, dass von einem Abtaster als 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 Determinante 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 Ver-

ter gebraucht werden. Es ist vorteilhaft, den Rechenplan auf Verwendung möglichst weniger Speicherzellen hin aufzubauen. Um den Rechenplan nach einem Schema hin aufbauen zu können wird eine Zahl, die zur nächsten Operation gleich in der Rechenvorrichtung bleibt, so betrachtet, als sei sie auf Speicherzelle 0 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 "Speichern des Resultates" und "Heranbringen des ersten Operanden zur nächsten Rechnung" ausfallen.

Maschinenfertiger Rechenplan.

Es bedeuten : Sp 1 Speichern auf Zelle 1
 Ab₁ Ablesen von Zelle 1
 x + - Rechenoperationen
 Res. Anzeigen des Resultats.

Befehl 1	Sp 1	Befehl 30	x
Befehl 2	Sp 2	" 31	Ab 8
" 3	Sp 3	" 32	x
" 4	Sp 4	" 33	Sp 13
" 5	Sp 5	" 34	Ab 2
" 6	Sp 6	" 35	Ab 4
" 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	+

Befehl 25	Ab 8	Befehl 54	⋮
" 26	"	" 55	Ab 15
" 27	Sp 12	" 56	"
" 28	Ab 1	" 57	RES.
" 29	Ab 6		

Der Rechenplan wird als Lochstreifen in die Abfühlvorrichtung von P (Abbildung 1) eingesetzt, und bewirkt nach Eintasten 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 bzw. neue Kombinationen besonders vorteilhaft zu lösen :

Da die Maschinen längere Rechnungen selbsttätig ausführt, kann man menschliche Gewohnheit übergehen und das einfachste Zahlensystem wählen. Bereits Leibniz 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 einfacheren 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 " ;

abgeleitet werden, ohne dass eine einzige Zahl in das Dezimalsystem übersetzt zu werden braucht.

Für die Durchführung des vorliegenden Verfahrens ist ferner grundlegend die Komma-Kennzeichnung. 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 $\epsilon = 0,000012$ und Elastizitätsmodul $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$ 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: $y = B^a \cdot b$, 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:

$$\begin{aligned} 12,75 &= 8 + 4 + 0,5 + 0,25 \\ &= 2^3 + 2^2 + 2^{-1} + 2^{-2} = LL00,LL \\ &= L0^{LL} \cdot L, L00LL = 2^a \cdot b \\ &\quad a = LL \\ &\quad b = L, L00LL \end{aligned}$$

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

Nunmehr können die konstruktiven Einzelheiten besprochen

zunächst die mechanischen Einzelheiten besprochen werden. So kann man

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 wesentlichen aus Relais¹schaltungen auf. Als Beispiel sind die bekannten elektromagnetischen Relais gewählt. Jedoch sind entsprechende Schaltungen auch in anderer Relais¹technik durchführbar (vergl. die Anmeldungen Z 23189, Z 23967, Z 24062).

Es zeigt Abbildung 1 das Grundprinzip,

Abb. 2 eine Übersichtszeichnung

- " 3 das Stellen⁵schema
- " 4 das Additionswerk (Teil B)
- " 5 die Kontakte der E - Relais
- " 6 die Kontakte der Relais F_p, F_q
- " 7 " " " " F_h, F_i, F_k, F_l, F_m
- " 8 " Selbsthaltekreise der Additionswerke
- " 9 " Steuerung des Relais Bt
- " 10 " Operationseinstellung (Teilschaltung I)
- " 11 " Steuerung der Multiplikation (Teilschaltg. H)
- " 12 " " " Division (Teilschaltung J)
- " 13 " " " des Quadratwurzelziehens
(Teilschaltung W)
- " 14 " " des Relais St.
- " 15 " Relaiskette der Sa - Sb Relais
- " 16 " durch diese Relaiskette bewirkten Einstel-
lungen.
- " 17 " Schaltung der ae - Kontakte
- " 18 " " " be - Kontakte
- " 19 " Zifferneinstellung (Teilschaltung Z)

Abb. 22/23 Einzelheiten der Teilschaltung U

- " 24 die Steuerung der Rückübersetzung (Teilschaltung B)
- " 25 die Betätigung des Steuerschalters Dd
- " 26 einen Teil der Schaltung R
- " 27 die Schaltung zum Aufrunden des Resultats.
- " 28 die Resultatsanzeigevorrichtung
- " 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 Wühlwerk (Pb ")
- " 35, 36, 37 Einzelheiten der Teilschaltung P
- " 38, 39, 40, 41 die Teilschaltung N

In der Anmeldung Z 23 624 IX/42 n ist eine im Sekundalsystem arbeitende Rechenmaschine beschrieben, mit der es möglich ist, die fünf Operationen: Addition, Subtraktion, 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 Ge-

Rechenwerk sind die Schaltungen dieser Anmeldung so ab-
geändert und erweitert, dass das Rechenwerk nach Einstel-
len der Operanden und der Art der Operation alle weiteren
Einstellungen selbsttätig durchführt, sodass das Rechen-
werk im Rahmen der beschriebenen Gesamteinlage eingesetzt
werden kann.

Die Rechenoperationen werden in Einzeladditionen auf-
gelöst. Die Zeit einer Einzeladdition wird als " Spiel "
bezeichnet. Jedes Spiel hat mehrere Schritte. Ein " Schritt "
ist die Ansprech- bzw. Abfallzeit eines Relais (falls
nicht abfallverzögert). In den nachfolgenden Schaltungen
hat jedes Spiel fünf Schritte. Die verschiedenen nachein-
ander ansprechenden Relaisgruppen erhalten Spannung über
einen Impulsgeber. Die Impulse sind mit römischen Ziffern
I, II, ... usw. bezeichnet und können ein oder mehrschritt-
tig sein. Trägt ein Pol z.B. die Bezeichnung IV V so be-
deutet das, dass er während der Schritte IVuV an Spannung
liegt. G bedeutet den Grundpol, der dauernd an Spannung
liegt.

Bei vielen Relais ist der Strom der Ansprechwicklung
schon abgeschaltet, während über die Kontakte noch wei-
tere 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 Selbsthalte-
kreise (möglichst an einer zweiten Wicklung) bewirkt

der Anmeldung nichts zu tun und sind dem Fachmann geklärt; sie sind in den meisten Fällen 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) Abchlüsse tragen die Bezeichnung der Relais, wenn sie direkt an Relaiswickelungen führen. Sie tragen mitunter auch die Bezeichnung von Schliesskontakten, wenn sie 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. a72)

Abbildung 2 zeigt die Gesamtübersicht. Wir haben die Teilschaltungen A und B zur Verarbeitung der Werte a und b mit den Verteilerrelais $E_a - i$ und F_{a-q} . 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 Rechenplanes. Pa die Entschlüsselungs Relais für die an das Leitwerk L gehenden Operationsbefehle und Pb das Wählwerk zur Auswahl der Speicherzellen. C ist das

ditionswerk B sechszehnstellig. 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 $1 \leq b < 10$, sodass 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 10^k ist ein Relais $Ba_k, Bb_k, Bc_k, Bd_k, Be_k$ 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 Leistung b_1 und b_2 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 Ziffern der betreffenden Stellen verschieden sind; d.h. wenn entweder Ba an

eine Übertragung auf die nächste Stelle statt, entweder wenn beide Ziffern gleich 1 sind oder eine = 1 (also Relais Bc angesprochen hat) und von der vorhergehenden Stelle eine Stellenübertragung stattfindet. Dieser Zusammenhang geht aus der Zeichnung ohne weiteres hervor. B_d spricht an, wenn auf die betreffende Stelle eine Stellenübertragung stattfindet. Im Schritt III wird aus der Stellung der Relais Bc und B_d das Resultat gebildet. Die Ziffern des Resultats sind = 1 wenn Bc ungleich B_d ist. Die Kontakte b_v sind hierbei angesprochen d.h. sie liegen anders als gezeichnet.

Beispiel :	0011011	27
	1010110	+ 86
	1110001	113

Ba	00X10X1
Bb	X0X0X10
Bc	X00X10X
Bd	0X1X100
Be	X1X000X

" X " bedeutet, dass das betreffende Relais angesprochen ist. Bei Subtraktion ist B_c eingeschaltet und es liegen die Leitungen b₂ und b₄ an Spannung. Die Subtraktion erfolgt durch Addition des Supplements. Das Supplement 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 Bc umgekehrt wirken wie bei Addition. Die Einführung der flüchtigen Eins erfolgt

Beispiel:	113	Ba	00000000
	- 86	Bb	01010101
		Bc	11011000
		Bd	11000011
	27	Be	00011011

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

Aus Abbildung 2 geht der Verlauf der Zahlen Kreislauf hervor.

Die auf den Relais $Ae_0 - Ae_{16}$ und $Be_0 - Be_{16}$ erscheinenden Resultate der Einzeladditionen können über Schließkontakte ae_0, be_0 und diesen zugeordnete Leitungen $ae_0 - ae_{16}$ und $be_0 - be_{16}$ abgelesen werden. Verteilerrelais Ec, Ed, Ee, Ef bewirken die Rückübertragung dieser Werte auf die Summandeneinstellrelais Aa, Ab bzw. Ba, Bb . Af und Bf sind Speicherrelais (Selbsterhalterelais). Es können Zahlen von Aa über Af auf Af und von Ba über Bf auf Bf übertragen werden. Von Af und Bf können wiederum über Ea, Eb, Ec, Ea, Eb die dort gespeicherten Zahlen auf Aa, Ab, Ba, Bb übertragen werden. Die Relais Ea, Ef, Ea, Ef haben soviel Schließkontakte wie Leitungen über die geführt werden. (Beispiel: $Ea, Abb. 5$). Werden sie betätigt, so ist die betreffende Verbindung hergestellt.

In Teil B kann der Wert über Ep, Eq mit Stellenverschiebung von $0, 1, 2, 3$ Stellen und über Eg, Eh, Ei, Ej, Ek mit

(Ad, sic!)

tragen werden. Die Schaltungen zeigen Abb. 6 und 7. An den Relais E_n bis E_m wird die erforderliche Stellenverschiebung als Sekundärzahl eingestellt, wobei E_m der untersten Stelle entspricht. Negative Zahlen werden als Supplemente dargestellt. (E_n = -1). Dementsprechend werden sämtliche Leitungen durch E_n um eine durch E_l um 2 durch E_k um 4 durch E_i um 8 Stellen aufwärts und durch E_h um 16 Stellen abwärts geschaltet. Die Relais E_g schalten um eine Stelle aufwärts und die Relais E_p um 2 Stellen abwärts.

Vor jeder Rechenoperation steht auf A_f, B_f der erste und auf A_b, B_b der zweite Operand. Die A_f, B_f, A_b, B_b Relais sind als Selbsterhalterelais angeführt und haben je eine zweite Wicklung. Die Abbildung 8 zeigt die Wicklungen der A_f und B_f-Relais, die Selbsterhaltewicklungen der A_b und B_b-Relais, und die zur Schaltung der Selbsterhaltekreise erforderlichen Relais A_h₁, A_h₂ und B_h. Die Selbsterhaltekreise der A_f und B_f-Relais werden über A_h₁, die der A_b-Relais über A_h₂ und die der B_b Relais über B_h eingeschaltet. Die Relais A_h₁ und A_h₂ und B_h sind ebenfalls Selbsterhalterelais und können durch Betätigen der Relais A_i, A_j und B_j gelöscht werden, womit dann auch die A_f, B_f, A_b, B_b Relais abfallen. Ferner können noch die A_f-Relais direkt durch die Relais A_i und die B_f-Relais direkt durch B_i gelöscht werden, ohne dass A_h₁ abfällt.

Abb 9 zeigt die Steuerung des B_t-Relais. B_t ist normalerweise über die Ruhekontakte l₁, l_w und l_m eingeschaltet. Die Schaltung wird im Einzelnen weiter unten besprochen.

Während der Rechenoperationen kann das Resultat in Teil

Teil A \pm L addiert werden. Dieser Vorgang wird durch die Relais B_r und B_{o_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 L in Teil A stattfindet und im Anschluß an die Addition die be-Leitungen (s.S.14) sofort umgeschaltet werden. Sind die Ziffern B_{a_0} und B_{b_0} beide = L, so findet eine Stellenübertragung auf Stelle 1 statt. Die zum Relais B_{d_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 in Teil A, wodurch dort die Addition von L bewirkt wird. Bei Multiplikationen kann der Wert a bereits vor dem letzten Spiel grösser als 2 sein, d.h. B_{a_1} hat angesprochen. In diesem Falle wird über den Umschaltkontakt ba_1 a_{60} eingeschaltet. Wird B_r betätigt, so spricht ausser B_{o_1} auch B_{o_1}' an, falls das Resultat grösser oder = 2 ist. B_{o_1}' schaltet über Wechselkontakte sämtliche zu den Verteilerrelais laufenden Leitungen be je eine Stelle tiefer, wodurch die Abwärtsverschiebung des b-Wertes bewirkt wird.

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

Der Ablauf der verschiedenen Operationen wird durch das Leitwerk gesteuert. Dieses besteht in 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. stehen.

Die Operationsrelais werden in 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 in Teil A die Summe der a-Werte gebildet werden und in Teil B die eigentliche Multiplikation durchgeführt werden. Zwecks Addition der a-Werte muß der auf A2 gespeicherte Wert über Fb auf Ab übertragen werden. Durch den Steuerschalter M2 wird daher in Spiel 1 Ea eingeschaltet (Abbildung 11). Alsdann wird der auf Ab gespeicherte Wert durch A1 gelöscht (Spiel 2). Während der ganzen Multiplikation ist Eo eingeschaltet, sodass in den folgenden Spielen die Summe der a-Werte in Teil A über Aa, Ae, Ec unläuft. In Teil B bleibt der zweite Faktor auf den Ub Relais eingestellt. Das Produkt wird durch Umlaufenlassen des in Laufe der Rechnung aufzubauenden Resultats über Ea, Ee, Ec, Ep, Fq gebildet, wobei Ep und Fq eingeschaltet sind, sodass der Wert um eine Stelle nach rechts verschoben auf Ea eingestellt wird. Et wird während der Multiplikation durch Mm gesteuert (s. Abb. 9: Mm hat geschaltet). Ein Arm des Steuerschalters Nd tastet während der einzelnen Spiele die Kontakte der Df-Relais ab, auf denen der Multiplikator gespeichert ist. Ist die betreffende Ziffer = 0, so spricht Mm und somit Et an.

Hierdurch wird bei Ziffer L der Multiplikand zum kreisförmigen Produkt dazu addiert. Das abwärtskreisende Produkt entspricht der 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 Er eingeschaltet und somit das Resultat in Bezug auf das Komma ausgerichtet (Vergl. S.16) Im Spiel 16 wird das Resultat auf die Af und Ef Relais übertragen (Kf Ff). Ist das Schlusszeichen Ls gegeben, so fällt Im ab und die Operation ist beendet. Ferner werden noch im Spiel A und Q die Maschinenbefehle Aj, Al und im Spiel 16 Bj und Bf gegeben. Pa 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 Eb Relais eingestellt und der Rest macht einen Kreislauf über Ba Be Fe Ff Fg, wobei nur Fg eingeschaltet ist und somit der Rest um eine Stelle aufwärts verschoben auf die Da-Relais eingestellt wird. Er wandert also aufwärts, der Divisor verschiebt sich relativ dazu abwärts. Die Et-Relais werden bei der Division so gesteuert, dass bei positiver Differenz Et eingeschaltet und bei negativer Differenz Et nicht eingeschaltet ist, so dass der Rest einen blinden Kreislauf ohne Subtraktion des Divisors ausführt. Ist die Differenz positiv, so ist die Übertragungsangabe b_{G1} (s. Abb. 4) ebenfalls positiv, d.h. sie liegt an Spannung, da die vor der ersten Stelle

tion geschaltet) = 1 sind. Soll das Resultat der Subtraktion positiv werden, schliessen die vor der ersten Stelle liegenden Ziffern 0 sein. Hierzu ist eine über sämtliche Stellen laufende Stellenübertragung nötig. Die Schaltung des B₁ - Relais zeigt Abb. 9. Durch den Wechselkontakt Id wird das normalerweise an den Impuls II III angeschlossene Relais B₁ an den Anschluss b 61 umgeschaltet. Das Resultat wird zifferweise, angefangen von der ersten Ziffer (1. Stelle vor dem Komma), durch die Angabe b 61 gegeben. Bei positivem Rest, d.h. wenn der Dividend aufgeht, ist die betreffende Ziffer des Resultats = 1.

Durch den Steuerschalter Id (Abb. 12) wird die Stellung von B₁ nacheinander auf die Ansprechrückleitung (1. Stellung) der B₁ Relais übertragen und so das Resultat aufgebaut. Die weitere Steuerung des Rechenwerks bei Division geht ebenfalls aus Abbildung 12 hervor. Im Spiel 1 wird in Teil A, Ka (Übertragung Af auf Aa) und Aa (Subtraktion in Teil A) eingeschaltet. Über Fa wird der auf B₁ gespeicherte Dividend auf die Ba Relais übertragen.

Das Resultat der Division kann kleiner als 1 sein, muss aber größer als 0,1 sein, das heisst die erste von 0 verschiedene Ziffer kann entweder auf B₀ oder auf B₁ stehen. Im Spiel 17 wird nun das auf B₁ stehende Resultat über Fa auf B₂ übertragen. Ist B₁ = 0, so wird über einen Brennkontakt B₀^{Ab₀} B₁ und B₂ eingeschaltet. B₁ hat die Einstellung von = 0 (ILLIAC, Supplement) auf

Wachsende Differenz der a - Werte um 1 vermindert wird. Gleichzeitig wird die Einschaltung von Fg durch das Relais Ib von bfo abhängig gemacht, wodurch in 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 , $A\bar{j}$, $B\bar{j}$ Löschbefehle. Über das Relais Lj 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 durch Es auf Subtraktion gestellt.

Das Quadratwurzelziehen hat grosse Ähnlichkeit mit der Division. An Stelle des Divisors wird das in Laufe der Rechnung aufzubauende Resultat von Radikanden abgezogen. (Vergl. Anmeldung Z 23629, 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 ungerade, so muss damit beim Halbieren wieder eine ganze Zahl entsteht, diese um Eins erniedrigt werden und dafür die Wurzel aus $2b$ gezogen werden. Die Erniedrigung von $\frac{1}{2}a$ um Eins geschieht selbsttätig durch Verlorengehen der letzten Stelle beim Halbieren (halbieren gleich eine Stelle abwärts verschieben).

Abbildung 15 zeigt die Schaltung des Steuerschalters Ed . Im Spiel 1 wird der b -Wert des Radikanden über Fa von Bf auf Ba übertragen; ist der a -Wert des Radikanden ungerade, so ist Af gleich L . Es wird dann im Spiel 1 ausserdem Fg eingeschaltet und damit der b Wert um eine Stelle auf-

Spiegel wird die quadratische Ergänzung jeweils eine Stelle tiefer auf die Bb Relais eingestellt und genau wie beim Dividieren das Resultat auf den Ef Relais aufgebracht. Hierbei haben wir die Einstellung Fc, Fq (aufwärtslaufender Ergänsler des Restes) und Fb, Fm zur Einstellung des auf Ef stehenden Resultats um eine Stelle aufwärts verschoben (Fm) auf die Bb - Relais. Im Spiel 19 wird der a-Wert über Eo um eine Stelle abwärts verschoben auf Aa übertragen und zugleich das Resultat von Ef über Fa auf Ba übertragen. Im Spiel 20 findet die Übertragung des endgültigen Resultats über Ef auf Af und über Fp auf Ef statt. Zugleich wird das Schlusszeichen Lz gegeben. Bl und Al sind Löschbefehle. Die Einstellungen Fo, Fq, Fb, Fm werden über Lz eingeschaltet, sind aber während der Spiele 1, 18 und 19 durch die Relais Wa und Wb und Wc zum Teil unterbrochen.

Bei Addition und Subtraktion zweier in halblogarithmischer Form gegebener Zahlen muss die Differenz der a-Werte gebildet werden und der dem kleineren a zugeordnete 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 $Sb.Es$ spricht an, entweder, wenn Ls_1 und Vg angesprochen haben, oder wenn

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 , 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. In Spiel 2 findet die eigentliche Addition bzw. Subtraktion statt, bei Addition wird dann die Relaiskette sofort auf das Schlusspiel 5 geschaltet. Bei Subtraktion kann der b - Wert des Resultats negativ werden, das heisst : im Additionswerk b als Supplement erscheinen. Dann muss von ihm wieder das Supplement gebildet werden. Das geschieht in Spiel 3. Ist kein Supplement 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 - Werts des Resultats an beliebiger Stelle liegen. In diesem Falle muss der b-Wert " ausgerichtet " werden, d.h. der b-Wert muss um so viel Stellen aufwärts verschoben werden, dass die Bedingung $1 \leq b < 2$ erfüllt ist. Dabei muss der a-Wert um den Betrag der erforderlichen Stellenverschiebungen vermindert werden. Dieses Ausrichten findet in 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 La_1 oder La_2 eingeleitet, so spricht das Relais Sa_1 an. Dadurch wird Sa eingeschaltet und Sa schaltet das Relais Sa_1

Ea 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. 12,
 b_{61}). Diese schaltet eine Relais Av (nur die Kontakte
 gezeichnet) Av steuert die Einstellungen für das zwei-
 te Spiel. Ist Av eingeschaltet, so wird der auf Ab ste-
 hende zweite a-Wert des Operanden über Aj gelöscht
 und über Ea der auf Af stehende erste a-Wert auf Aa über-
 tragen. Ist Av nicht eingeschaltet, so bleibt der
 zweite a-Wert auf Ab stehen. Während des Additionsspie-
 les wird dann in jedem Fall der grössere a-Wert auf die
 Aa-Relais übertragen. Er kreist während der folgenden
 Spiele über Ec, Aa, Ae. Entsprechend wird in Teil
 B, wenn Av eingeschaltet ist, der erste b-Wert von Bf
 über Ea auf Ba übertragen und der inzwischen von Bb auf
 Bc übertragene zweite b-Wert von Fd auf Bb zurück über-
 tragen. Ist Av nicht eingeschaltet, so wird umgekehrt
 der erste b-Wert über Fb auf Bb und der zweite b-Wert
 über Fe auf Ba übertragen. Es steht also in jedem Fall
 der dem grösseren a-Wert zugeordnete b-Wert auf dem Ba-
 Relais.

Der auf Bb einzustellende Wert muss also um die Diffe-
 renz der a-Werte abwärts verschoben werden.

Dies erfolgt über die Relais Fh bis Fn, welche durch die
 Kontakte ae_3 bis ae_0 entsprechend Abb. 12 gesteuert werden
 und zwar nach folgendem Schema :

ae

45240

F

Mühlh

II	12	X X
II II	11	X X X
II II	10	X XX
II II	9	X XXX
II	8	XX
XXX	7	XX X
XX	6	XX X
XXX	5	XX XX
X	4	XXX
XX	3	XXX X
X	2	XXX
X	1	XXXX
	0	
XXXXX	-1	XXXXX
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 4 Ziffern der Differenz der a-Werte als Sekundalzahlen, negative Zahlen als Supplemente dargestellt. a_{e4} entspricht a_v . Rechts die erforderlichen Einstellungen an den F_n - und F_m Relais. Sie stellen ebenfalls die Stellenverschiebungen als sekundale Supplemente dar. Ist a_v negativ, d.h. bei negativer Differenz der a-Werte, so kann der auf den A_e -Relais eingestellte Wert direkt auf die F_n - F_m -Relais übertragen werden. Ist a_v positiv, so gilt folgende Regel:

Ein beliebiges F -Relais muß angesprochen, entweder wenn das der gleichen Stelle zugeordnete A_e -Relais angesprochen ist, aber keins der A_e -Relais von niedriger Stellenzahl, oder wenn das der gleichen Stelle zugeordnete A_e -Relais nicht angesprochen ist, aber dafür

mindestens 1 der As-Relais von niedriger Stellenzahl.
Die Lösung dieser Aufgabe geht ohne weiteres aus Abb.17 hervor. Diese Schaltung gilt nur für den Bereich, in dem $a_1 - a_2$ kleiner als + 15 und grösser als - 16 ist. Andernfalls würden die falsche Einstellungen ergeben: In diesem Falle 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 $sa_2, sa_7, 5, 5, 4$ die Einstellungen von Fb bzw. Fd bewirkt. Für alle Zahlen des oben genannten Bereichs gilt folgendes: Entweder ist die Zahl grösser als + 15, dann müssen alle vor As_3 liegenden Ziffern gleich Null sein, oder sie ist kleiner als minus 16, also ein Supplement, dann müssen alle vor As_3 liegenden Ziffern gleich 1 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 um-geschaltet. Bei Subtraktion (St. nicht eingeschaltet) wird durch die Angabe b_{G1} (Abb.4) angezeigt, ob die Differenz der b-Werte negativ oder positiv ist. b_{G1} steuert ein Relais Bv (entsprechend Av (vgl. s.23) Hat Bv angesprochen, so ist die Differenz positiv und die Relaiskette wird von Sb_2 auf Sa_4 geschaltet, hat Bv nicht angesprochen, so wird Sa_3 eingeschaltet. Im Spiel 3 wird im Teil B das Supplement gebildet. Über Fd wird das Resultat von Ba auf Bb übertragen und durch Bc dem Teil B ent-

l das Supplement bildet. Im Spiel 4 erfolgt die Ausrichtung der b - Werte, denn bei Subtraktionen können die ersten Ziffern Null sein, sodass das Resultat aufwärts verschoben werden muss. Abb. 18 zeigt die Schaltung durch die, entsprechend der Lage der ersten von Null verschiedenen Ziffer, die F_1 - F_m -Relais so geschaltet werden, dass sich die richtige Stellenverschiebung ergibt.

F_1 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 Spannungen bis sie durch ein B_0 -Relais abgeschaltet sind. Ist dieses einer ungeraden Stelle zugeordnet, so wird über einen Wechselkontakt F_1 eingeschaltet. Entsprechend wird F_k bei den Stellen -2, -3, -6, -7, -10, -11, -14, -15, F_l bei den Stellen -4, -5, -6, -7, -12, -13, -14, -15 und F_m 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 F_m -Relais auf die F_1 - F_a -Relais und durch B_n auf die Ab_0 - Ab_3 - Relais übertragen. Teil A wird über A_3 auf Subtraktion geschaltet und somit der auf A_n stehende a -Wert um die Zahl der Stellenverschiebungen vermindert.

Im Spiel 5 erfolgt die Herausgabe des endgültigen Resultates über die Relais E_f , F_f auf die Relais A_f , B_f . Genau wie bei der Multiplikation (vergl. S. 14) kann das Resultat der Addition größer als zwei sein und

Beim Übersetzen der auf Z-X (Abb.2) eingestellten Zahl wird zunächst unabhängig von der Lage des Kommas der auf Z eingestellte vierstellige Dezimalwert als ganze Zahl übersetzt. Dies geschieht in Teil B entsprechend der Anordnung Z 23624, indem die Dezimalziffern für sich im Sekundärsystem übersetzt werden und als solche, angefangen von der höchsten Stelle, nacheinander auf das Additionswerk übertragen werden und zwischen jeder neu-eingestellten 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

<u>LOOO</u>	<u>8</u>
LOOOO	16
<u>LOOOOOO</u>	<u>64</u>
LOLOOOO	80
LL	3
<u>LOLOOOL</u>	<u>83</u>
LOLOOOLLO	166
<u>LOLOOOLLOO</u>	<u>664</u>
LOLOOOLLOLO	830
LOL	5
<u>LOLOOOLLOLOL</u>	<u>835</u>

Abbildung 19 zeigt die Zifferneinstellungsvorrichtung Z für eine Stelle, Sie besteht im Wesentlichen aus einer Tastatur mit durch Tasten betätigte Kontakte, durch die die Dezimalziffer im Sekundärsystem übersetzt wird. Durch die Relais Zg, Zb, Zc, Zd werden dann diese Kombinationen auf die Relais Ba₁₀, Ba₁₁, Ba₁₂, Ba₁₃ übertragen. Die durch den Steuerschalter Ud (nicht gezeichnet) bewirkten Einstellungen sind für die einzelnen Spiele folgende:

Spiel 2	xLOLO	Fc, Fd, Fq, Fl, Fm
" 3	2. Ziffer	Zb, Fd
" 4	x LOLO	Fc, Fd, Fq, Fl, Fp
" 5	3. Ziffer	Zc, Fd
" 6	x LOLO	Fc, Fd, Fq, Fl, Fm
" 7	4. Ziffer	Zd, Fd
" 8	Ausrichten	Em, En, As
	+LLOL(Teil A) Eg.	Uc.

Im Spiel 8 muss die so übersetzte ganze Zahl auf die Form $y = 2^a \cdot b$ gebracht werden. Da die Einer auf die Stelle 213 eingestellt werden, muss in Teil A zum Ausgleich + 13 addiert werden (LLOL)(Eg). Ferner muss die Zahl entsprechend der ^{der Lage}ersten von Null verschiedenen Ziffer ausgerichtet werden. Dies geschieht, genau wie bei der Subtraktion, durch die in Ab. 13 dargestellte Teilschaltung über die Relais Em, En, und As. Ue 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 den 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 ($10 = 10^{II} \cdot L, OL$), die Addition von LL im Teil A und im Teil B die Addition von $b + b^2$;

Fachrechnung (auf Seite 30) durch die Inkrementalität 10 und 10^2 durchgeführt.

Die Multiplikation mit $0,1$ erfolgt nun so, dass in jedem der 4 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 Sekundärzahlen 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 Fi 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 Selbsthaltung 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 Ul

sind. Um schaltet über einen Trennkontakt F_m und F_l ab, womit die Einstellungen für das zweite Spiel vollzogen sind. Im nächsten Spiel wird das Uk Relais eingeschaltet, da F_m abgefallen ist. Es bewirkt die Abschaltung von F_k und somit die Einstellung für Spiel 3. Dadurch wird auch U_i freigegeben, sodass im nächsten Spiel auch F_l abgeschaltet wird. Hierdurch wird das Schlussrelais U_h , welches bis dahin über F_l abgeschaltet war, freigegeben. U_h bewirkt die Abschaltung von U_f und U_h . Während der ganzen Zeit sind ferner zur Aufrechterhaltung des Zahlenkreislaufes die Einstellungen F_c , F_d , F_e erforderlich. Ferner muss das Rechenwerk über E_r auf Ausrichten geschaltet werden. (Vgl. S.16), da der auftretende b - Wert grösser als 2 werden kann. Ausserdem muss im Teil A - 4 (LLLLLOO) addiert werden, was im Spiel 3 über einen Schliesskontakt von U_k und einen Trennkontakt u_i durch das Relais EI erfolgt.

Ist in der Teilschaltung K (Abb.20) eine Kommataste mit negativem Index gedrückt, so spricht K_a an, bei einer Taste mit positivem Index, K_b . Das durch den Steuerschalter U_d im Spiel 8 eingeschaltete Relais U_c bewirkt (Abb.22) bei Einschaltung von K_a die Einschaltung von U_f und somit die Multiplikation mit 0,1 und bei Einschaltung von K_b die Einschaltung von U_g und somit die Multiplikation mit 10. Bei jeder Einzelmultiplikation wird entweder über die Kontakte l_u , u_f , f_l bzw. die Kontakte l_u , u_g der Schrittschalter E_2

betätigt. (Abb. 20) Dies erfolgt so oft, bis der Arm des Schrittschalters die gedrückte Kommataste erreicht hat. Dann spricht Ko an und bewirkt die Abschaltung von Uf bzw. 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, Eb. (Abb. 23) Zunächst sind weder die Einstellglieder für den ersten (Af, Bf) noch für den zweiten Operanden (Ab, Eb) gesetzt. Ah₁, Ah₂, und Bh sind also ebenfalls abgefallen (Abb.8) .Durch Uz wird über a₇₂(Abb. 23,8) zunächst Ah₁ eingeschaltet und dadurch etwas verzögert Ah₁, wodurch die Selbsthalteleitungen der Af, Bf Relais eingeschaltet werden. Ah₁ schaltet den Anschluss a₇₂ auf Ah₂ und Bh um. (Abbildung 8) ; ferner b₇ auf Ed, Ff auf Fd, Vz auf Vy (Vorzeicheneinstellung s.weiter unten) sodass die nächste Zahl auf dem Relais Ab, Eb 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 gezeichnet.

Die Rückübersetzung vom Sekundärsystem $0,25$ Dezimalsystem erfolgt ebenfalls nach dem in der Anmeldung Z 23 624 angegebenen Prinzip. Durch Multiplikation mit 10 bzw. 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 ganzzahlige Teil der Zahl in die entsprechende

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. 24) im Spiel I wird über Ea und Fa die auf Af, Bf eingestellte Zahl auf Aa und Ba übertragen. Im Spiel 2 wird entweder Ug, Uf oder Da eingeschaltet, und zwar wie folgt : Ist der a-Wert negativ, so ist die Ziffer $af_6 = L$ (Supplement) über einen Umschaltkontakt af_6 wird Ug eingeschaltet und somit die Multiplikation mit 10 eingeleitet. Ist der Wert a grösser als 11, so muss mindestens eine der Ziffern $af_5, af_4, af_3, af_2 = L$ sein. In diesem Falle spricht Aq (Abbildung 8) an Der Steuerschalter Dd schaltet über af_6 und a_4 Uf 1 ein und löst somit die Multiplikation mit 0,1 aus.

Während dieser Zeit ist Ef eingeschaltet Dd-schaltet-über af_6 der reduzierte a-Wert wird also nach jeder Einzelmultiplikation 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 a_{60} und a_9 abgefallen und D_4 spricht an. D_4 bewirkt über E_0 , F_0 die Zurückübertragung der eingestellten Zahl.

Der Schrittschalter D_4 ist so geschaltet, dass die Fortschaltung bei Einschaltung von u_f oder u_g unterbrochen ist (Abb. 25) Ist u_f eingeschaltet, so erfolgt die Weiterschaltung, sobald a_9 abgefallen ist und ist u_g 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 $\bar{3}$, (Vergl. S.25) sodass 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 F_p , F_q bewirkt. Die Zugehörigen Stellungen ergeben sich aus folgendem Schema :

a	Af_1	Af_0	Stellen- verschiebung	F_p	F_q
0	0	0	-2	x	0
+1	0	x	-1	x	x
+2	x	0	0	0	0
+3	x	x	+1	0	x

F_p muss ansprechen, wenn Af_1 abgeschaltet ist und F_q , wenn Af_0 eingeschaltet ist. Dieses wird durch den Steuer-

Rückübersetzung durchgeführt. In diesen Spielen wird über F_0, F_d der im Laufe der Rechnung abgebaute Wert auf B_0 und B_b zurückübertragen. F_q bewirkt die Stellenverschiebung $+1$, F_l, F_m die Stellenverschiebung $+3$, wodurch die Multiplikation mit 10 (L0L0) bewirkt wird. Über die Relais R_{a_1-74} (Abb. 25) (nur Kontakte gezeichnet) werden die vor dem Komma liegenden Stellen auf die B_f -Relais übertragen. Das Relais bewirkt die Unterbrechung der Leitungen, die von dem Relais $B_{e_1}, B_{e_0}, B_{e_{-1}}, B_{e_{-2}}$ zu den Relais F_0, F_d laufen, wodurch die vor dem Komma liegenden Ziffern gelöscht werden. Nach diesem Prozess steht die Zahl als Dezimalzahl, deren Ziffern einzeln in Sekundärsystem verschlüsselt sind, auf den B_f - Relais (erste Ziffer $B_{f_0} - B_{f_3}$, zweite Ziffer $B_{f_4} - B_{f_7}$, dritte Ziffer $B_{f_8} - B_{f_{11}}$ vierte Ziffer $B_{f_{12}} - B_{f_{15}}$.

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

Beispiel : 15, 28

<u>LILL, 0L000L LLL0L0LL</u>	15.
<u>1000L LLL0L0LL</u>	
<u>L0, 1L00LL00L0LL</u>	2
<u>LL 00L00L0L1L</u>	
<u>LLL, LLLLLL L00LL</u>	7
<u>LLLLLL L00LL</u>	
<u>L00L, LLLL0L LLLL</u>	9

LILL 00L0 0LL1. 000L L

Im obigen 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 (L O O L), 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} und Bf_{-15} bzw. 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 (Abb. 27 § 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 0-10. Letztere müssen bei 10 (L O L O) Null anzeigen. Dies erfolgt durch die in Abbildung 28 gezeigte Schaltung. Sie ist nur für eine Stelle gezeichnet. 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 Grundstellung des Kommas, d.h. die Lage, die das Komma hat, wenn keine Korrekturmultiplicationen erforderlich sind, liegt vor der dritten Stelle von rechts. Sonst muss das Komma um die Zahl der erfolgten Multiplicationen verschoben werden und zwar bei Multiplicationen mit 10 nach links und mit 0,1 nach rechts. Dies bewirkt, der Drehwähler Qd, der falls u_9 (mal 10) oder u_1 (mal 0,1 vergl.

Abb. 21) eingeschaltet sind je Operation einen Schritt vollführt. u_9 schaltet ferner das Relais Qg ein (Abb. 29) wodurch bewirkt wird, dass bei Multiplication mit 10 der linke Arm des Drehwählers, bei Multiplication mit 0,1 der rechte Arm an Spannung liegt. Im Schritt 9 des Steuerschalters Dd werden die Fallklappen der Kommanzeigeung 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 Vorzeichenermittlung. Vc wird bei Multiplication und Division durch die Steuerschalter Md bzw. Jd angeregt, beim Wurzelziehen über Wd und beim Addieren über Sa₂. Vc bewirkt die Schaltung des Relais Vr, welches beim positiven Vorzeichen des Resultats positiv ist. Bei Multiplication 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 Sa₂ 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, d_a der dem grösseren a-Wert zugehörige b-
Wert auf jeden Fall, (gleichgültig ob tatsächlich Addi-
tion oder Subtraktion) positiv auf die Ba-Relais einge-
stellt wird. Hat der erste Operand den grösseren a-Wert

(A_v positiv) und ist das Resultat in Teil B positiv,
so ist das Vorzeichen des Resultats (V_r) gleich dem des
ersten Operanden (V_x); ist jedoch das in Teil B errech-
nete Resultat negativ, (was nur bei tatsächlicher Sub-
traktion eintreten kann) so ist V_r entgegengesetzt V_x .

Hat der zweite Operand den grösseren a-Wert (A_v hat
nicht angesprochen), so gilt bei befohlener Addition
(LS_1) dasselbe nur, dass an Stelle von V_x V_y tritt. Ist
jedoch Subtraktion befohlen, so ist das gleichbedeutend
mit einer Umkehrung des Vorzeichens des zweiten Operanden
(V_x). Und es muss auch V_r in jedem Falle die entgegen-
gesetzten Werte annehmen.

Diese Bedingungen sind aus der Schaltung von Abb. 30 ohne
weiteres ablesbar. B_v spricht an, wenn das Resultat der
Addition bzw. Subtraktion in Teil B positiv ist. Von
 V_r wird das Vorzeichen des Resultats über V_d auf V_x zu-
rückübertragen. V_x und V_y sind vorher durch V_e gelöscht.
worden.

Hiermit wäre das eigentliche Rechenwerk in den
wesentlichen Stufen gekennzeichnet. Wir können nun zum

Der b-Wert ist wieder um eine Stelle abwärts verschoben, was durch Addition von L im Teil A (Spiel 2) ausgeglichen wurde.

Die Division (Op4) vollzieht sich entsprechend, nur daß im Teil A die Differenz der ~~a~~ a = Werte gebildet wird und im Teil B die Division entsprechend dem bereits auf Seite 11 besprochenen Verfahren durchgeführt wird.

Beim Wurzelziehen (Op 5) wird in Spiel 1 b auf Ad_I eingestellt ($L_{48}, Op_I \rightarrow Ad_I$), falls a gerade ist (B_{12} , Abb.33) und 2b ($L_{49}, Op_I^{+1} \rightarrow Ad_I$), falls a ungerade ist (\bar{B}_{12}). Der Wert a wird halbiert (L_{11}). Im übrigen vollzieht sich der Vorgang entsprechend Seite 13.

Das Übersetzen vom Dezimalsystem ins Sekundalsystem (Op6) erfolgt in den Spielen 4- 7 entsprechend entsprechend Seite 8.

Im Teil A wird über L_{29} +16 eingestellt, da entsprechend Hauptpatent Abb. 2 die Übersetzung so erfolgt, als läge das Komma 16 Stellen weiter abwärts.

In den Spielen 8 erfolgt die wiederholte Multiplikation mit LO^{LL} . L,OL (10) durch $L_{28}, L_{35}, L_{46}, L_{52}$ solange bis das von der Kommaeinstellung K E (Abb. 31) das Signal B_{10} gegeben wird. Darauf erfolgt Umstellung auf Spiel 9, in welchem geprüft wird, ob das Resultat ^{mit} 10^{-6} multipliziert werden muß. Dies wird durch K E über B_9 angezeigt. Bei \bar{B}_9 wird das Schlußzeichen L_9 gegeben, bei B_9 durch L_{10} Spiel 10 eingestellt, in welchem über L_{11} der b = Wert von 10^{-6} als Multiplikator auf Mkr und über L_{12} die übersetzte Zahl als Multiplikand auf Sp - Op_I eingestellt wird. Ferner wird über L_{70} die Sonderbedingung B_{18} (vergl. Multiplikation) eingeschaltet und durch L_{72} das Leitwerk auf Multiplikation gestellt, worauf die Korrekturmultiplikation durchgeführt wird.

Beim Rückübersetzen (Op7 und 8) muß zunächst geprüft werden ob die zu übersetzende Zahl mit 10^{-6} multipliziert werden

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 a_{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 (vergl.S.5) gehören 8 Felder. p_1 bis p_3 sind die Abfrühlkontakte 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- bzw. Ablesebefehl an das Speicherwerk bedeutet, und zwar nach folgendem Schema :

pa_1	pa_2	
0	X	Rechenoperation
X	0	Speicher...

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 stellt ebenfalls eine Sekundälzahl 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 Pc und beim Speichern das Relais Ps eingeschaltet. (Abbildung 32)

Da das Speichern stets in 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 bzw. auf die Cc -Relais (Abb. 31) umgeschaltet. $[Ef]$ ist der vom Leitwerk kommende Anschluss, Ef die Wicklung der Ef -Relais und entsprechendes gilt für $[Ff]$ und Ff . Ist P_5 nicht eingeschaltet, so ist $[Ef]$ direkt mit Ef und $[Ff]$ direkt mit Ff verbunden. Ist P_5 eingeschaltet, das Planwerk also zur Speicherung gestellt, so ist $[Ef]$ abgeschaltet und

mit Pf verbunden, da die Af, Pf-Relais die Zelle "Null" darstellen. (Vergl. S. 4). Entsprechend müssen die Befehle A1 bzw. B1 auf A1 umgelenkt werden. Beim Arbeiten ohne Rechenplan bleibt Ah₁ eingeschaltet. (Vergl. Abb. 8) und die Selbsthaltungskreise von Af und Bf werden nur durch A1 und B1 kurzzeitig unterbrochen. Wird die Zahl jedoch in das Speicherwerk gegeben, so muss Ah₁ ebenfalls gelöscht werden. Diese Schaltung zeigt Abb. 36. Hat Ps nicht geschaltet, so ist [A1] mit A1 und [B1] mit B1 verbunden. Sobald Ps eingeschaltet ist, ist A1 und B1 abgeschaltet und dafür [A2] mit A1 verbunden. Bei Multiplikation (lm) ist [B2] mit A1 verbunden, da A1 im Spiel 2 der Multiplikation geschaltet wird und dann nicht A2 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, bo₀ und Cd geschaltet. Uz bewirkt dieselbe Übertragung wie beim letzten Spiel des Übersetzens von Dezimal ins Sekundärsystem. (vgl. S. 32 Abb. 23) Die Einstellung von bo₀ 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 oben besprochen. (S. Abbildung 4 31)

Die Abfühlvorrichtung für den Rechenplan wird nicht beschrieben, da derartige Konstruktionen zur Genüge bekannt sind. Pf bewirkt den Transport des Lochstrahls von der ersten zur zweiten Zelle, so dass der Rechenplan durch Pf von der ersten zur zweiten Zelle transportiert wird.

tet, 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 P_u zur Abschaltung von P_f gegeben, (Vergl. S.18) und zwar wird der Auskuppelungsbefehl P_u immer im zweiten Spiel der Rechenoperation gegeben (ABB. 32). Es seien jetzt die aufeinanderfolgenden Vorgänge für folgende charakteristische Befehlsfolge beschrieben:

- 1). Ablesen von Zelle 3 (IL)
- 2). Wurzelziehen (OMX)
- 3). Speichern auf Zelle 5 (LCL)
- 4). Ablesen von Zelle 4 (LCC)

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 P_r (Abbildung 32) und über das Wählwerk (Abb.34) Cb_3 ein. P_r bewirkt über Cb_3 die Einschaltung von Cc_3 (Abbildung 35). Über cb_3 pr und cd 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 U_2 eingeschaltet (Abb.37) wodurch die B_f und F_f - Relais geschaltet (Abb.13) und die erste Speicherleitung c_1 (Wurzelziehen) mit P_r ver-

Der nächste Befehl ist ein Operationsbefehl und wird über die Kontakte der Pa-Relais (Abbildung 33) an das Rechenwerk gegeben. Im Beispiel wird Lv (Wurzelzeichen) eingeschaltet. Der Steuerschalter Wd läuft an und bewirkt die auf 7. 20 beschriebenen Einstellungen. Zunächst läuft der Rechenplan weiter und bewirkt noch während der Durchführung der Operation die Einstellung zum Speichern des Resultates.

Es wird Ps und über das Wahlwerk Cb₅ eingeschaltet. Ps ist ein Selbsthalterelais und bewirkt ferner die Einschaltung der Selbsthaltekreise der Cb-Relais (Abbildung 34) Pa und Pb₅ bleiben bis zum Schlusse der Rechenoperation eingeschaltet.

Daraufhin rückt der Rechenplan auch noch einen Schritt weiter und wird erst jetzt vom Rechenwerk her über Tu abgeschaltet. Im letzten Spiel der Rechenoperation wird Tf eingeschaltet. Dieses bewirkt nach Abbildung 33 die Einstellung von Cc₅ (Pa und Cb₅ sind angesprochen). Schon vorher war im Speicherwerk über eb₅ die Selbsthalteleitung der Rolle 5 an die Leitung c₅₀^A gelegt worden und die alte Einstellung der Ca-Relais gelöscht. Jetzt sind die Ca-Relais der Zelle 5 über die Kontakte Cc₅ direkt mit den Kontakten des Rechenwerks verbunden. Die Zahl wird von Ae Pa auf die Speicherzelle 5 übertragen. Durch das Schlüsselzeichen lz der Rechenoperation wird Pa und somit Cb₅ und Tu abgeschaltet, so daß der Rechenplan weiterläuft. Für das darauf folgende Spiel "Ableasen" 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 C 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 64 Supplement). Entsprechend gilt die Zahl mit dem grössten a-Wert, nämlich 0111111 (Plus 63) als Unendlich. Dies gilt unabhängig von der Grösse des b-Wertes. Die Teilschaltung N löst die mit den Worten Null und Unendlich zusammenhängenden Aufgaben. Den Worten Unendlich sind für die beiden Operanden die Relais N_{11} und N_{12} , den Worten Null die Relais N_{21} und N_{22} zugeordnet. (Abbildung 38). Sie haben Selbsthaltekreise, die entsprechend V_x und V_y geschaltet sind, (Abbildung 30). Diese sind nicht gezeichnet. Wird eine Zahl auf 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 N_1 oder N_2 ansprechen. Diese Aufgabe lösen die N_{a_0} bis N_{a_6} Relais. (Abbildung 38). An die Leitungen ae_6 bis ae_0 , also die Übertragungsleitungen Speicherwerk-Rechenwerk sind die N_a -Relais angeschlossen. Beim Einstellen eines Operanden spricht U_2 an (s. oben) Dieses schaltet N_z ein, wodurch die Erdleitungen der N_a -Relais geschlossen werden. Die N_a -Relais sprechen an, falls die zugehörigen ae -Leitungen an Spannung liegen. N_{a_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 0111111 (unendlich) sprechen die N_1 -Relais auf das Kri-

En_1 oder En_2 geschaltet werden, wird durch an_1 gesteuert.
(vergl. S. 32)

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 Fällen Unendlich :

- 1.) Bei Addition und Multiplikation, wenn einer der beiden Operanden Unendlich ist. (Fall Null mal Unendlich wird gesondert gemeldet.)
- 2.) Bei Division, wenn der Dividend Unendlich ($W1_1$) oder der Divisor gleich Null ist) (En_2).
- 3.) Beim Quadratwurzelzeichen, wenn der Radikant Unendlich ist.

In folgenden Fällen wird 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 (En_1) oder der Divisor Unendlich ist. ($W1_2$)
- 4.) Beim Wurzelzeichen, wenn der Radikant Null ist.

Bei Addition spricht sa_3 an, bei Multiplikation la und bei Division li . In folgendem Schema sind die oben angeführten Fälle zusammengestellt. X heisst : das Relais hat angesprochen. Nebeneinanderliegende Zeichen bedeuten hintereinander zu schaltende Kontakte.

$W1_1$ $W1_2$ En_1 En_2 sa_3 la li ln

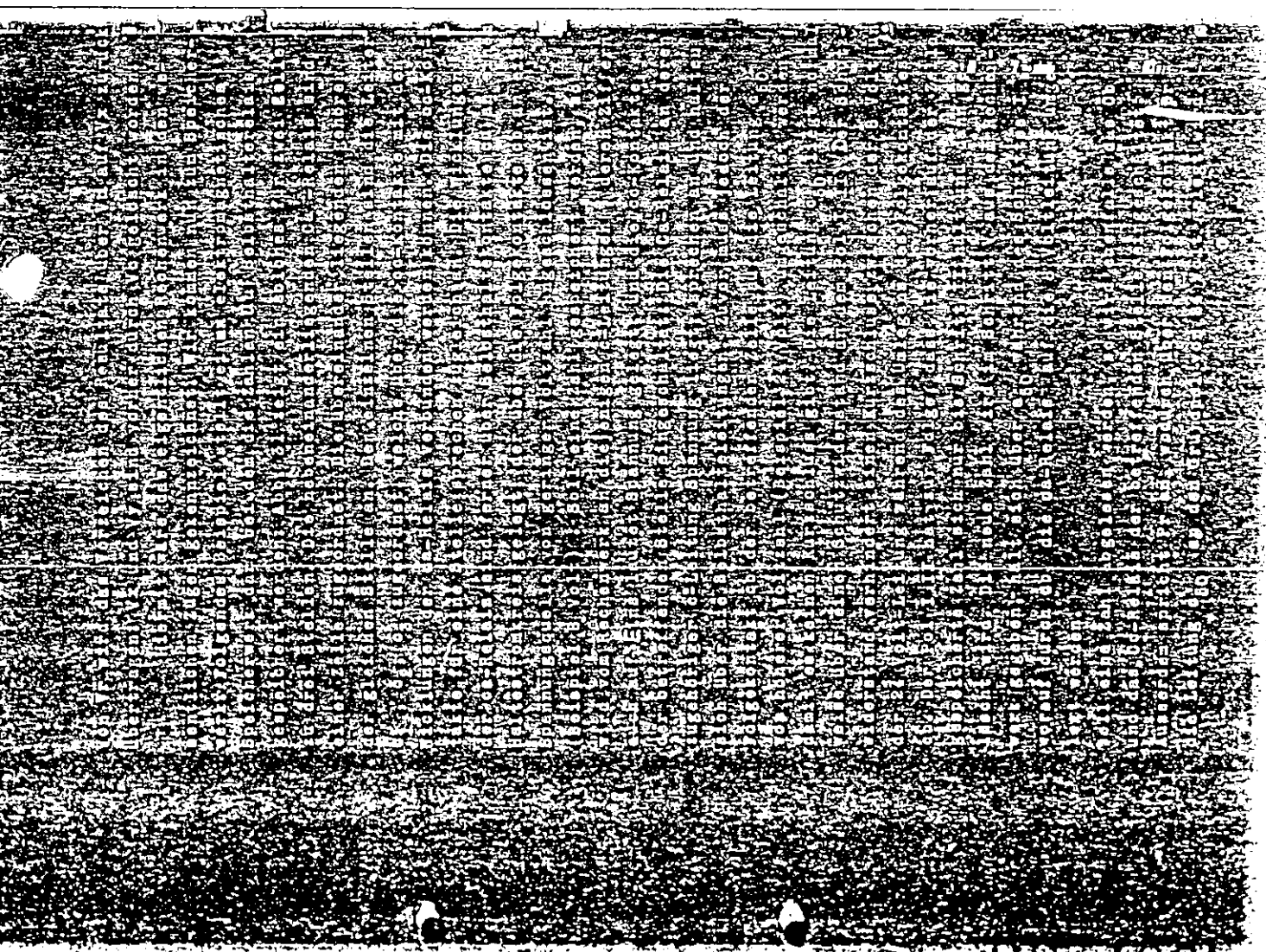
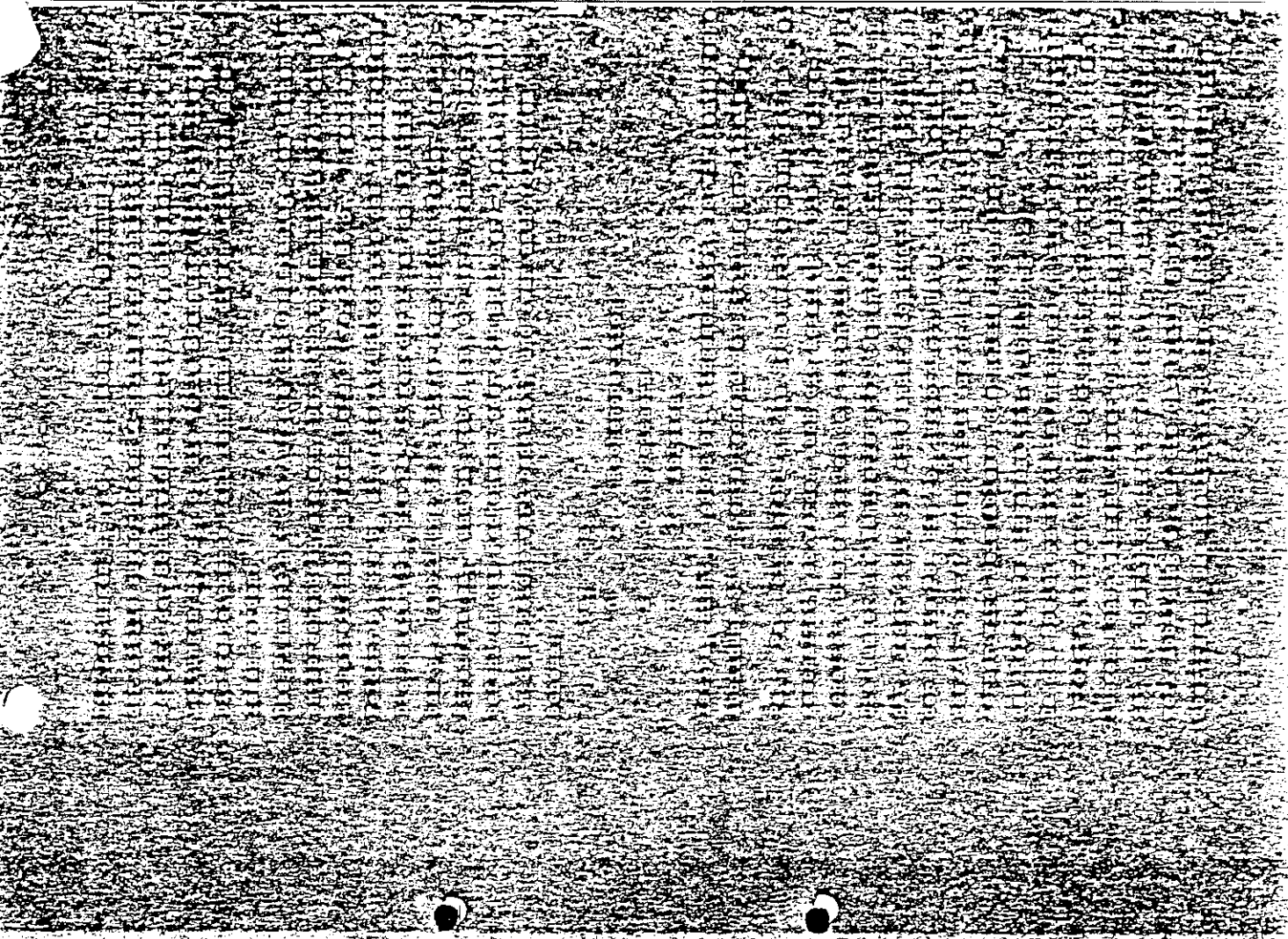
	Na_1	Na_2	Na_1	Na_2	Na_3	Im	Id	Iu
1	X				X			
2		X				X		
1	X						X	
4				X				
1	X							X
5			X	X	X			
3			X			X		
4				X				
2		X						
3			X				X	
3			X					X
6	X	X				X		$\infty + \infty$
7	X			X				$0 \cdot \infty$
8		X	X					$\frac{\infty}{\infty}$
6	X	X						$\frac{\infty}{0}$
5			X	X				$\frac{0}{0}$

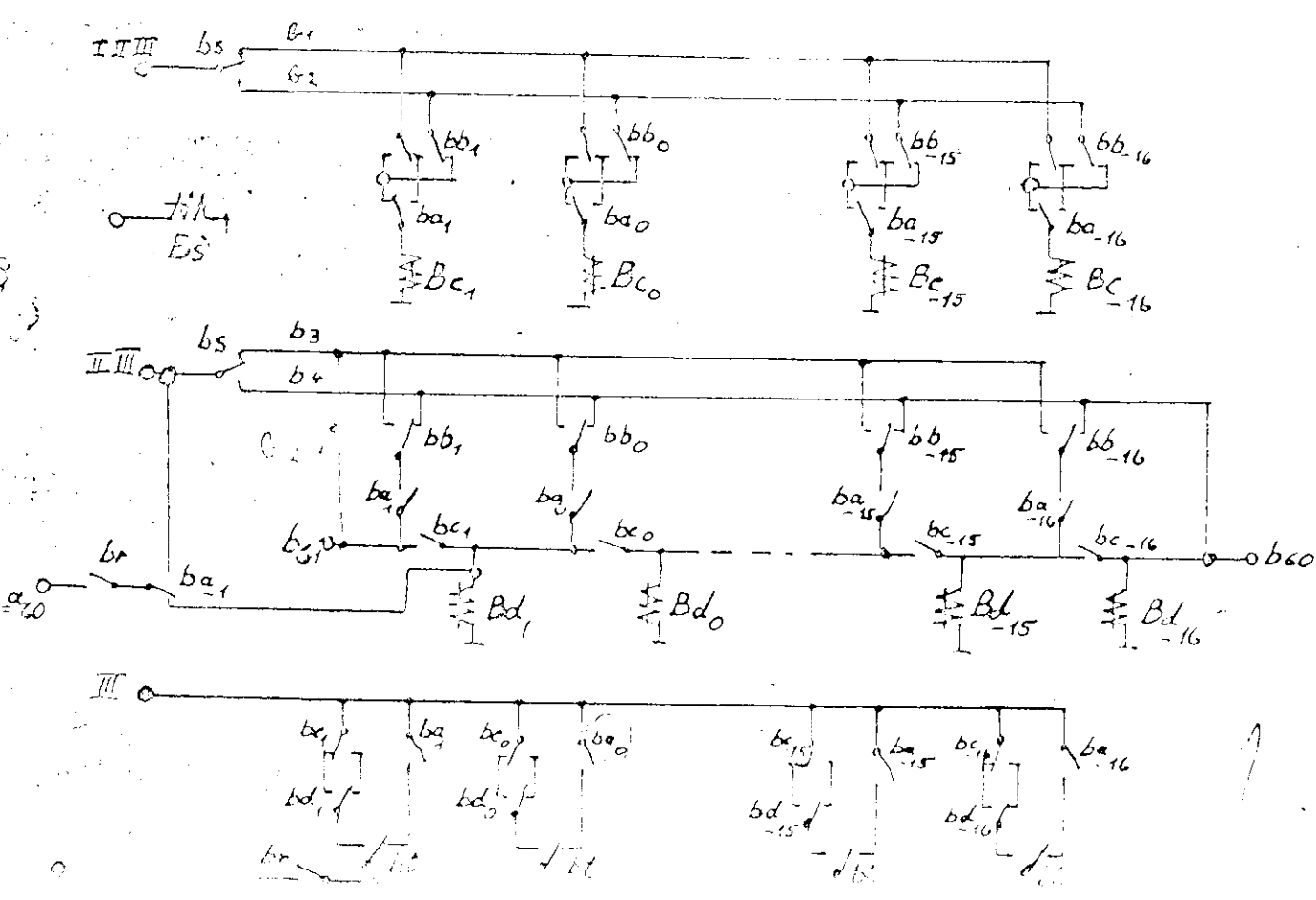
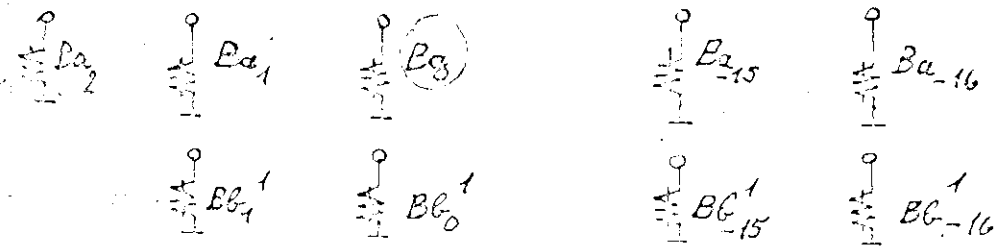
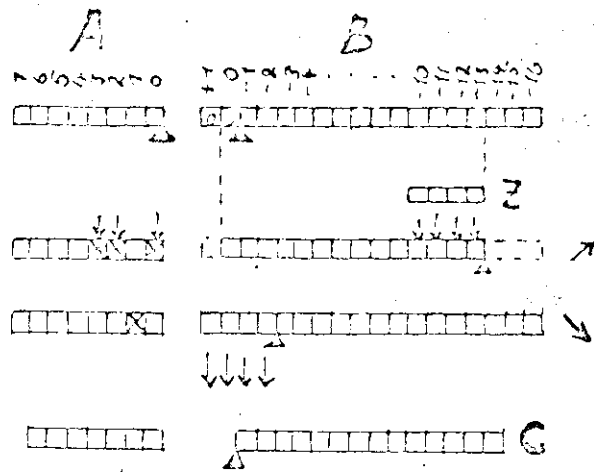
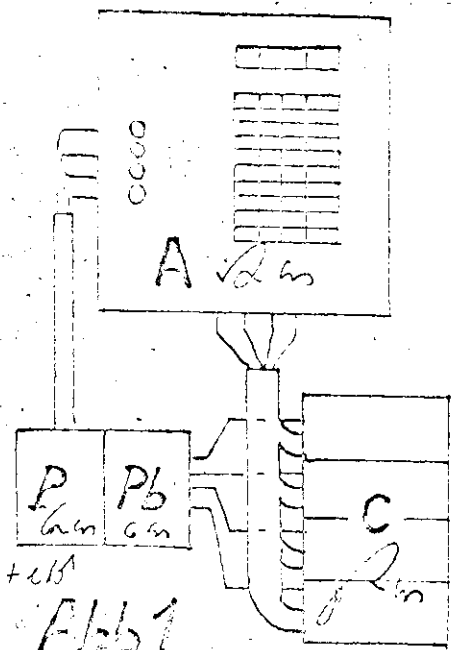
Abbildung 39 zeigt die Schaltung, welche diese Aufgabe löst. Die vor den Zeilen stehenden Ziffern 1 bis 8 in obigen Schema entsprechen den Leitungen 1 bis 8 in der Schaltung. Die Bedingungen des obigen Schemas sind ohne weiteres aus der Schaltung abzulesen. Na_3 kann ferner noch über die Leitung b_{82} (Siehe Abbildung 18) und die Kontakte sa_4 und ud_8 eingeschaltet werden. b_{82} hat Spannung, wenn sämtliche Ziffern des b-Wertes Null sind. (Abb. 18) Es kann dies bei Subtraktion (sa_4) und beim

Übersetzen eintreten (nd 8)

Die Stellung von H_3 und H_4 werden auf H_1 und H_2 übertragen, welche vorher über V_C gelöscht werden. (vgl. Vorzeichenwerk)

Ist das Resultat einer Rechnung Unendlich oder Null, so muss der a-Wert auf die Form OLLLLL bzw. LCCCCC gebracht werden und sämtliche Ziffern des b-Wertes gelöscht werden. Dies erfolgt durch die Relais H_4 , H_4 und H_5 . (Abbildung 40 / 41). Diese Schaltung wird im letzten Spiel über L_2 betätigt. Ist H_1 angesprochen, so spricht H_4 und H_5 an ; ist H_2 angesprochen, so spricht H_4 und H_5 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 in allgemeinen 7 Stellen (a_0 bis a_6) Die Stelle a_7 ist normalerweise gleich a_6 und zwar bei positiven Zahlen Null und bei negativen Zahlen Eins (Supplement) Wird a eine zu grosse positive Zahl so bleibt a_7 Null aber a_6 wird Eins und umgekehrt bei negativen Zahlen bleibt a_7 Eins und a_6 wird Null. In diesen Fällen sprechen H_4 bzw. H_4 ebenfalls an (Abbildung 40). H_4 bewirkt nun einmal die Einstellung $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ und die Löschung (Unterbrechung der Leitung) von a_6 (Abbildung 2) H_4 bewirkt die Einstellung von a_6 und die Unterbrechung der restlichen a - Leitungen. Ferner bewirkt H_5 die Unterbrechung sämtlicher b -Leitungen. (Abbildung 2)





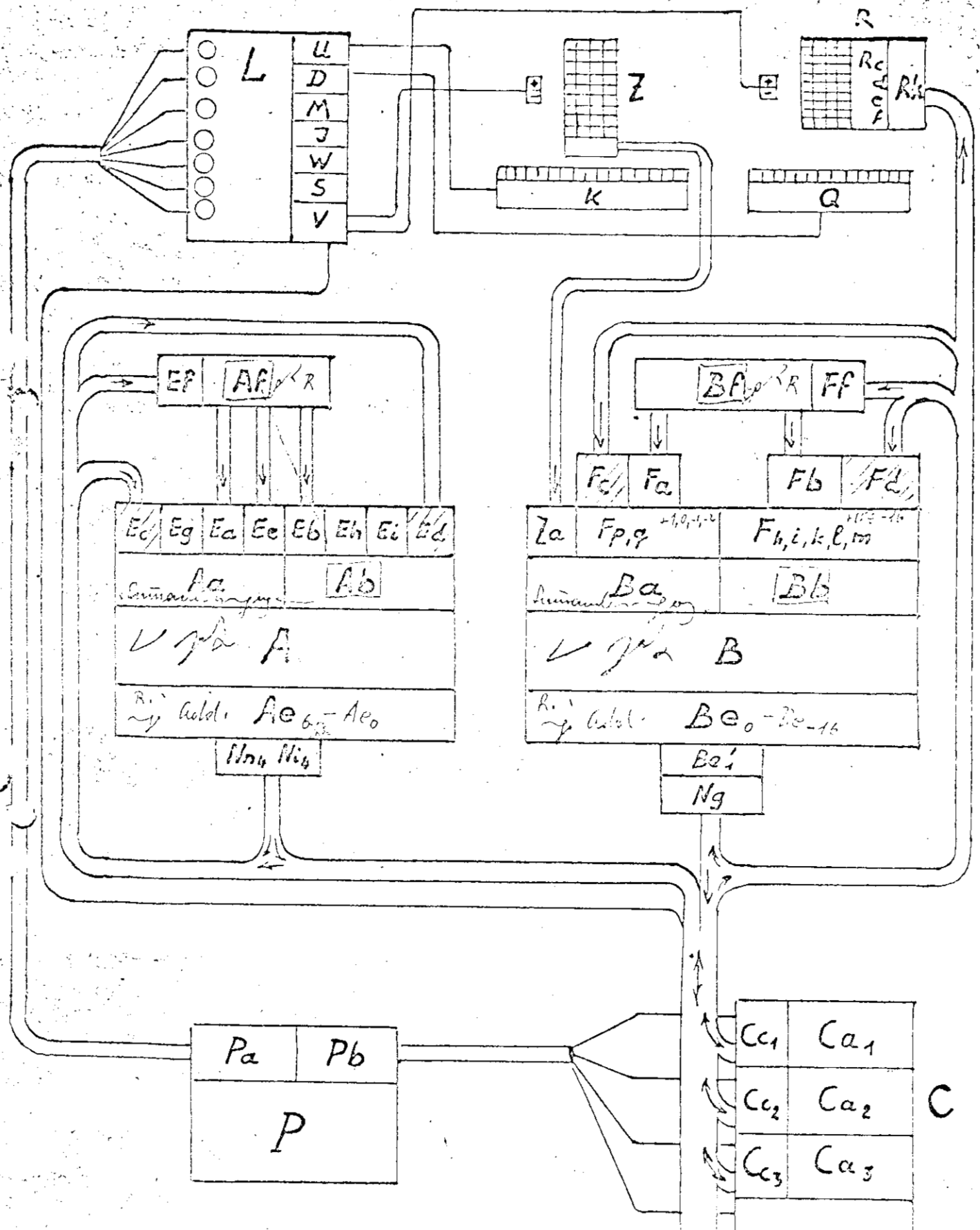


Abb. 2

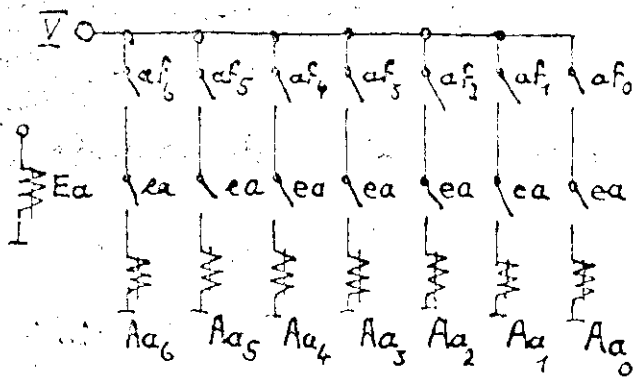


Abb. 5

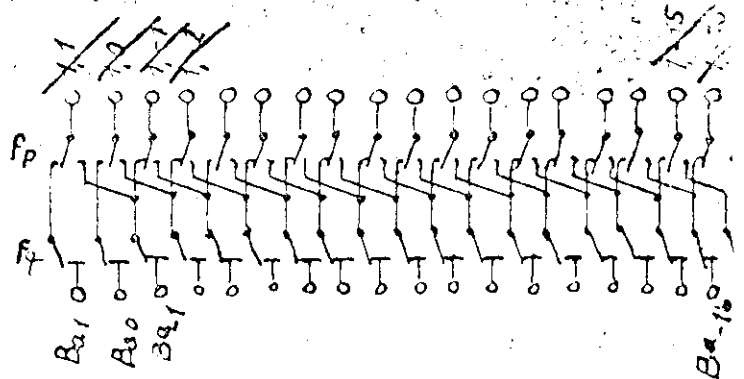


Abb. 6

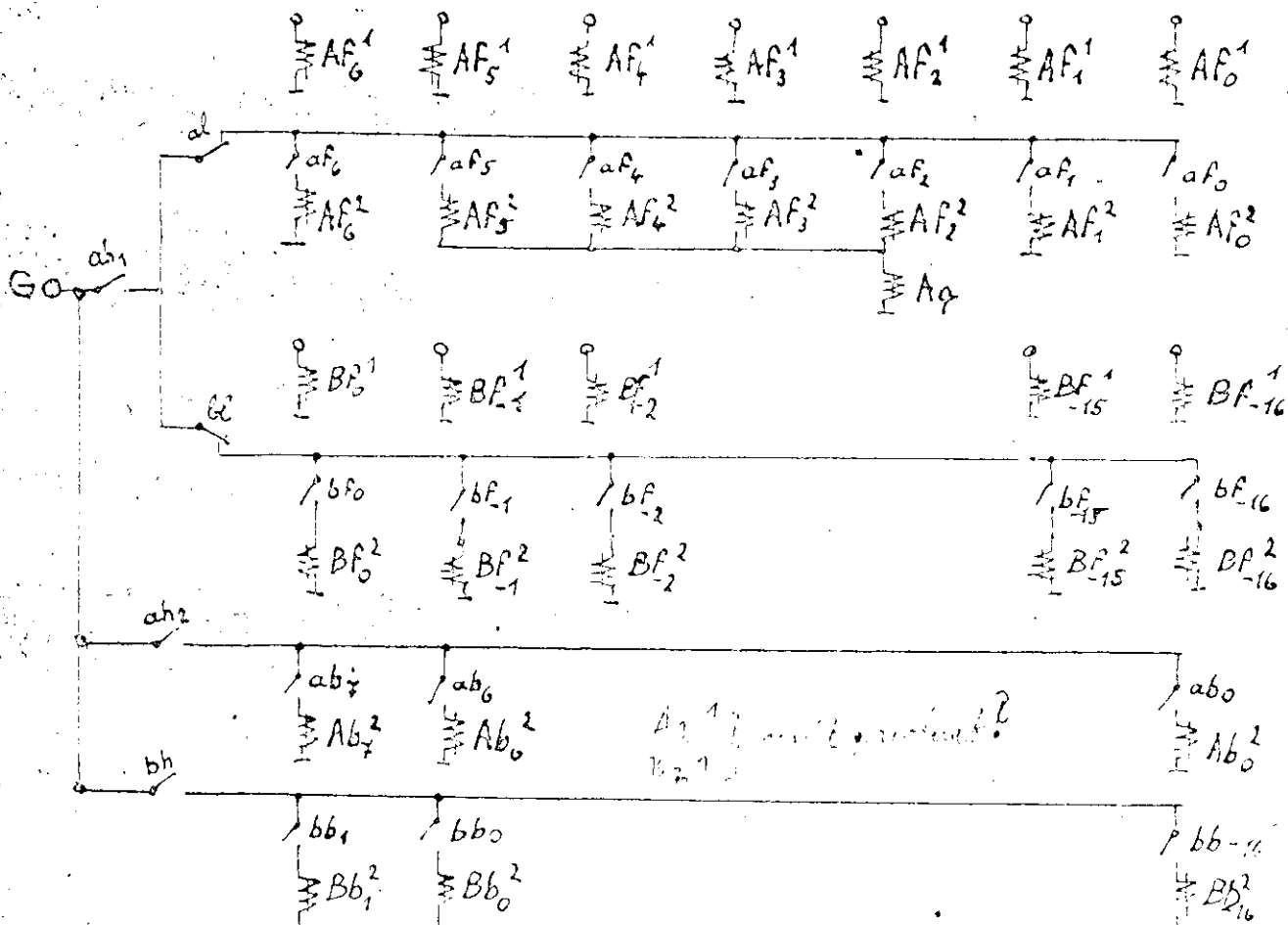
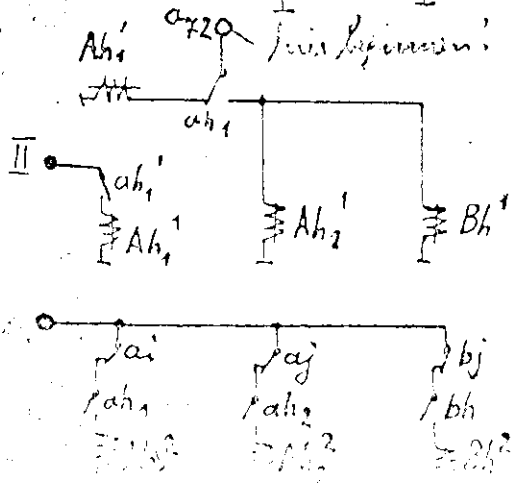


Abb. 8



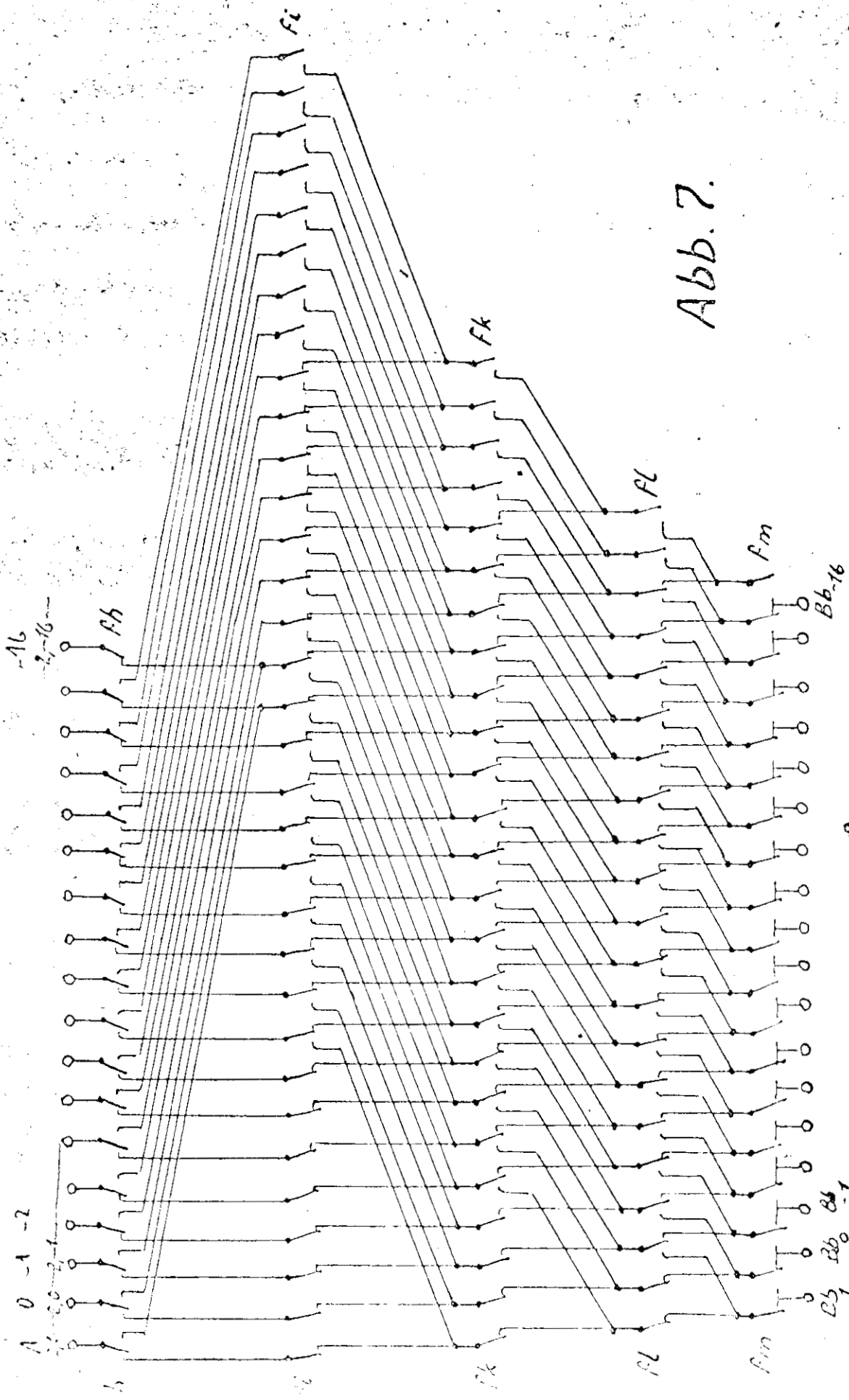


Abb. 7.

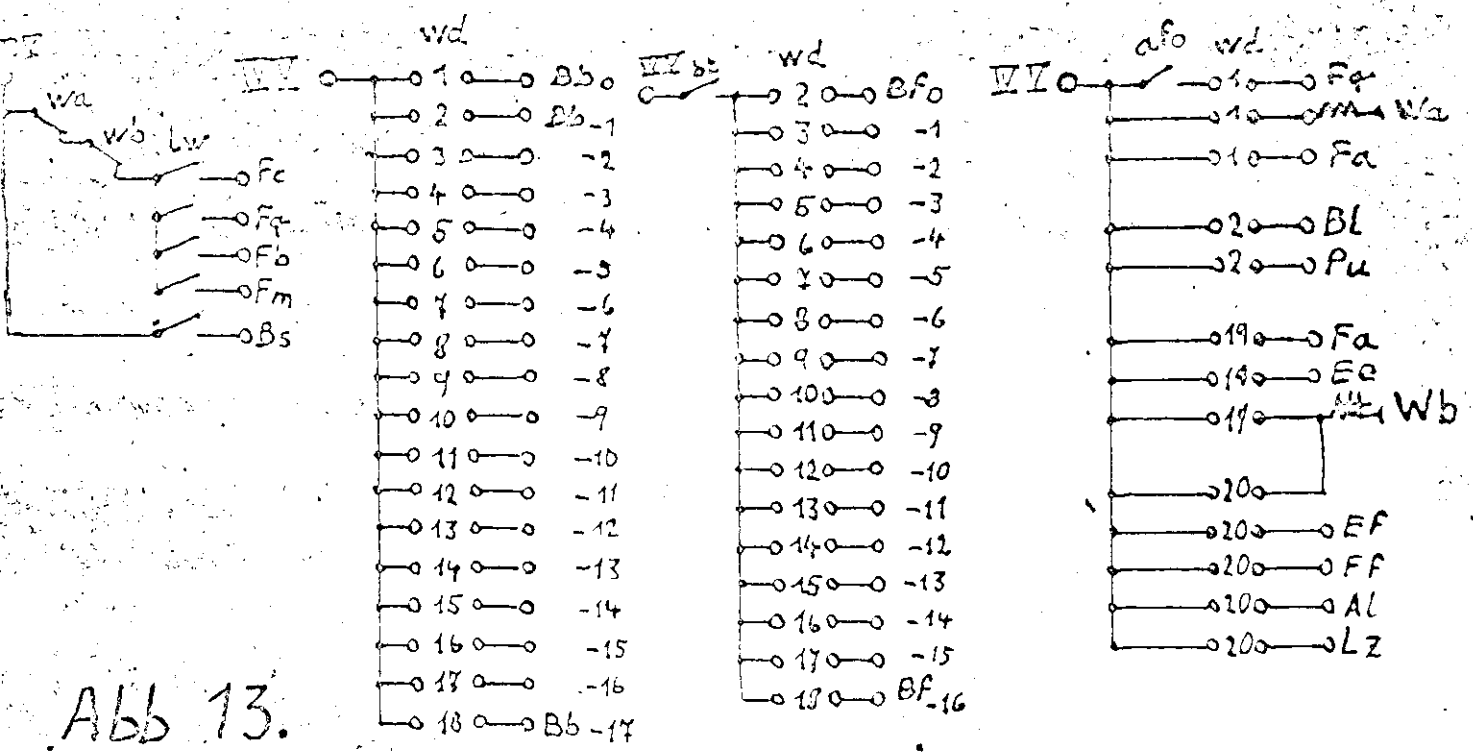


Abb 13.

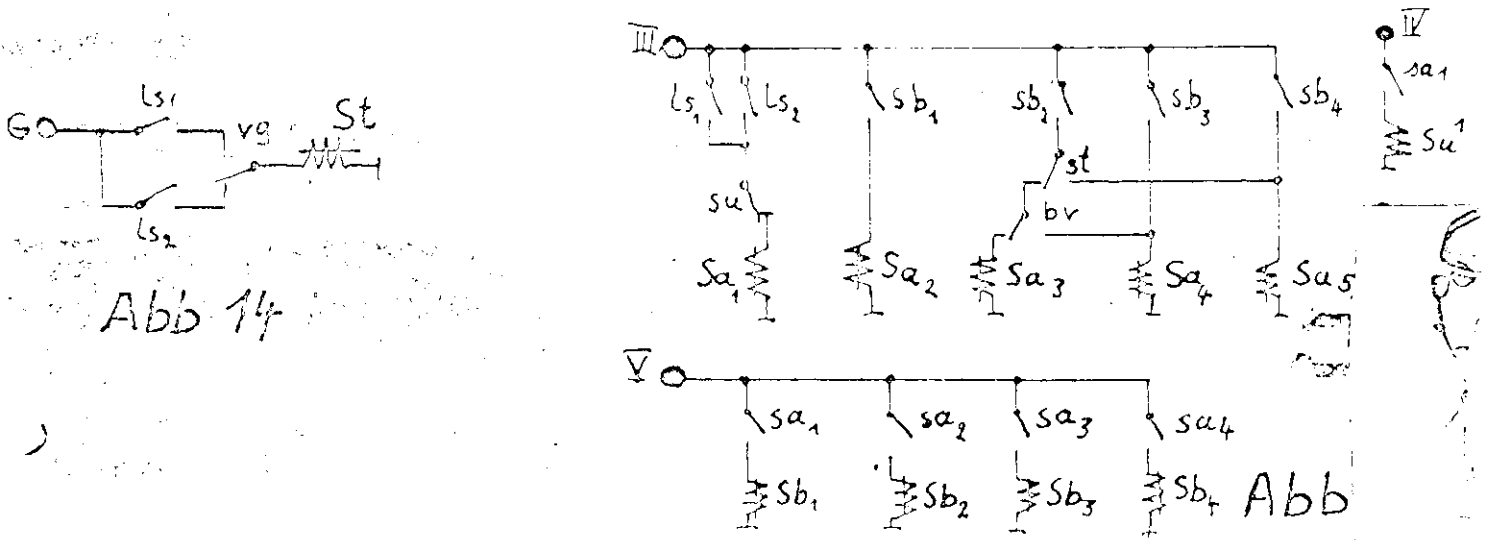


Abb 14

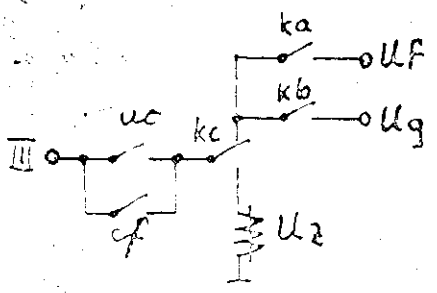
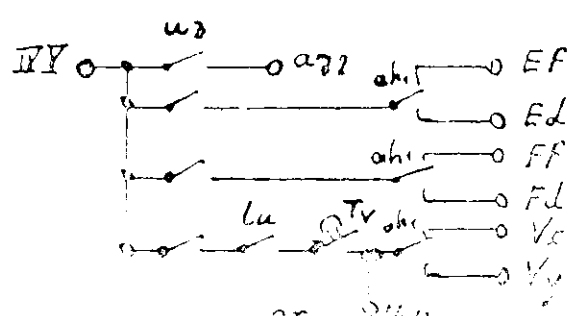


Abb. 22



Abb

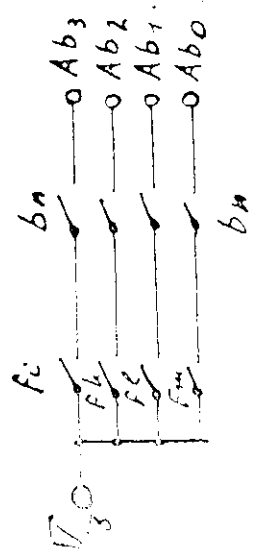
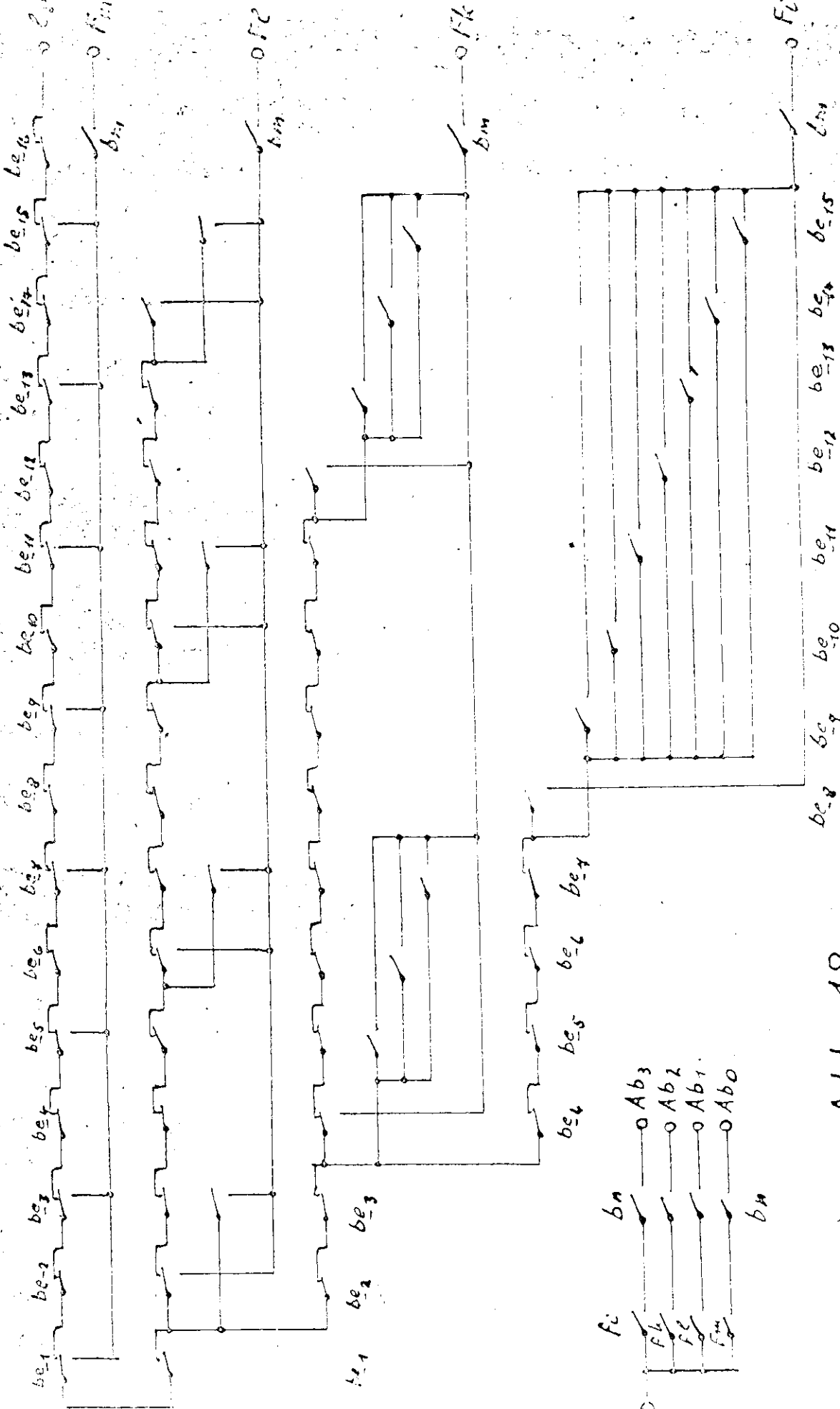


Abb. 18

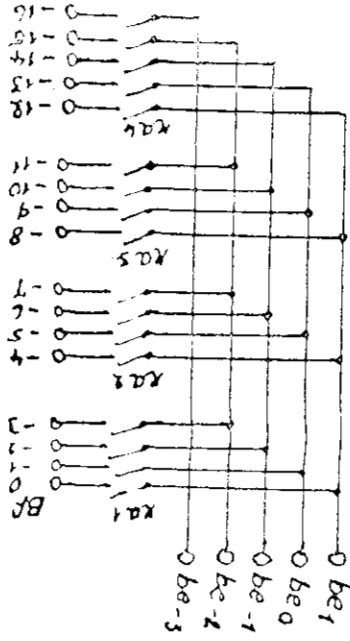


Abb. 24

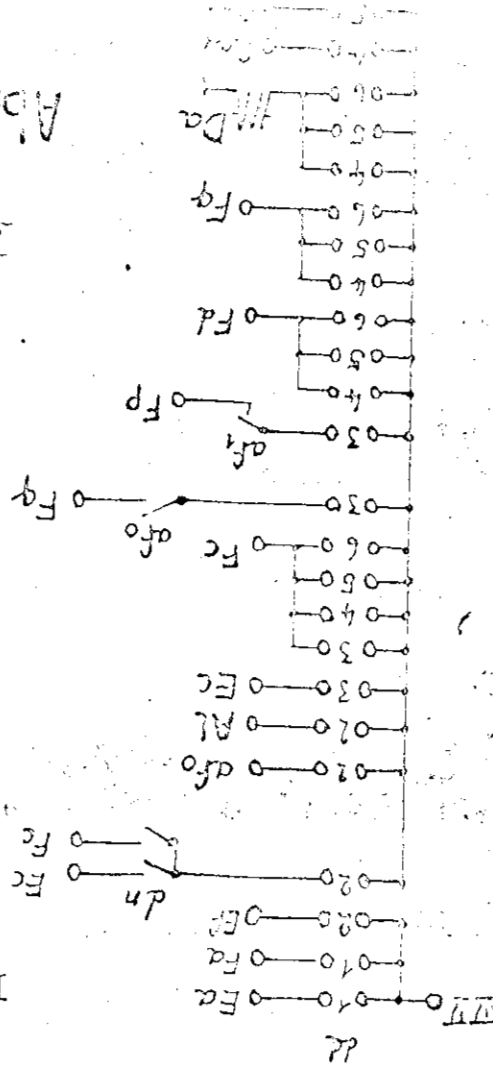
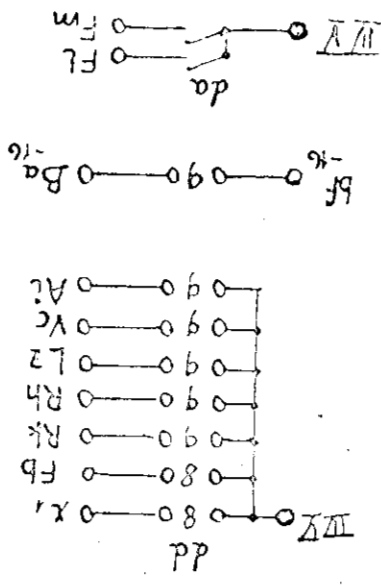


Abb. 25

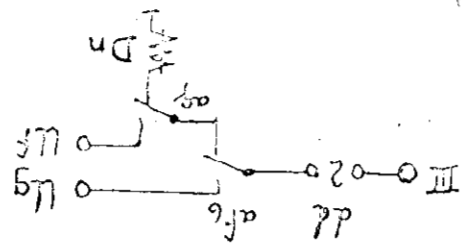
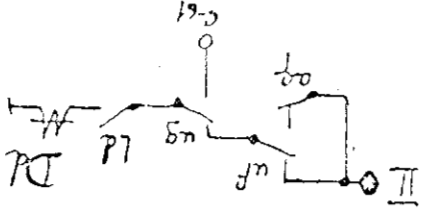
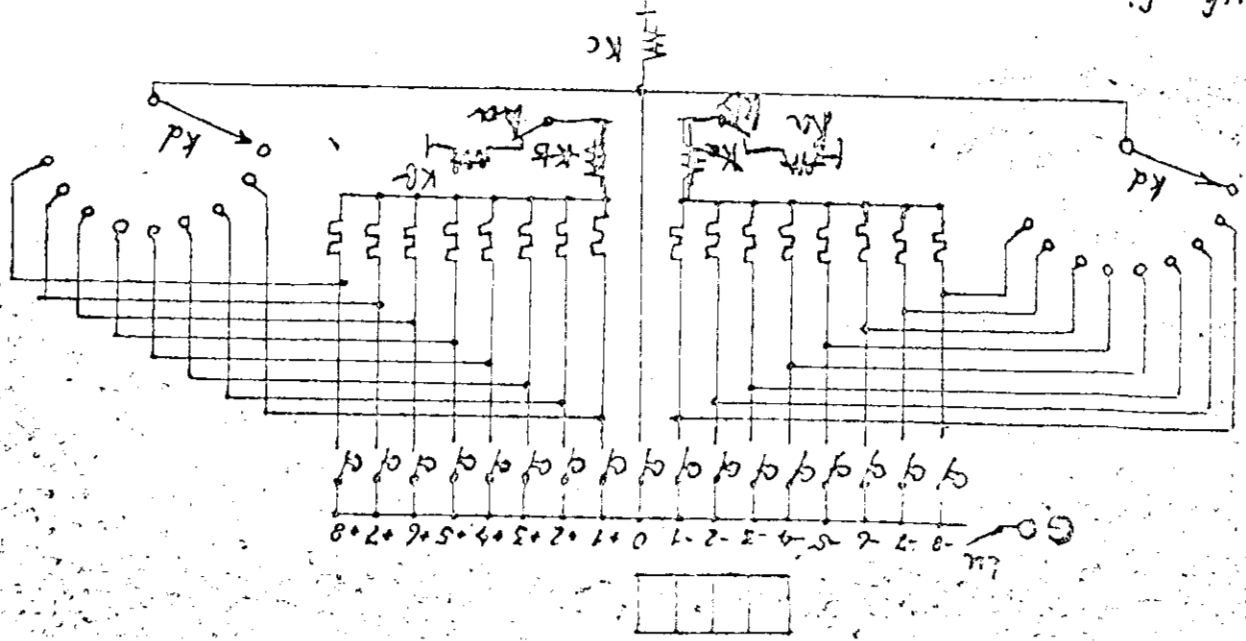
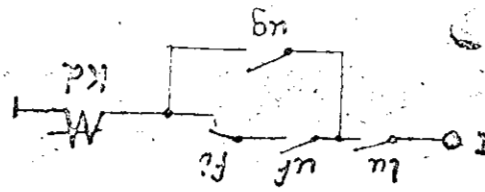


Abb. 20



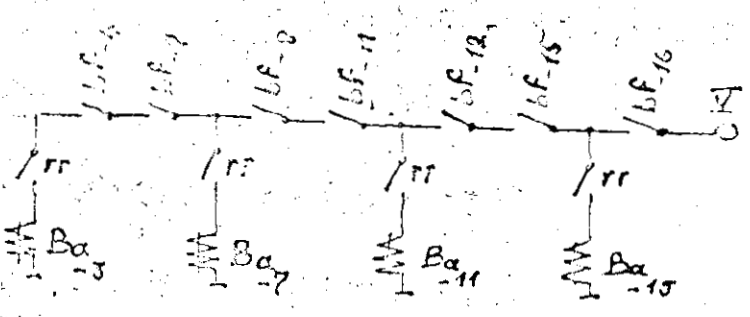


Abb 27

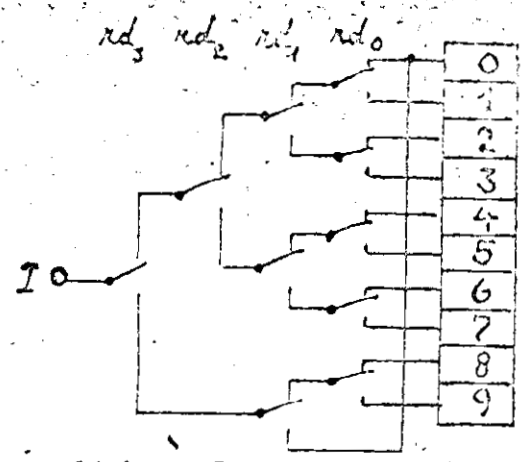


Abb. 28

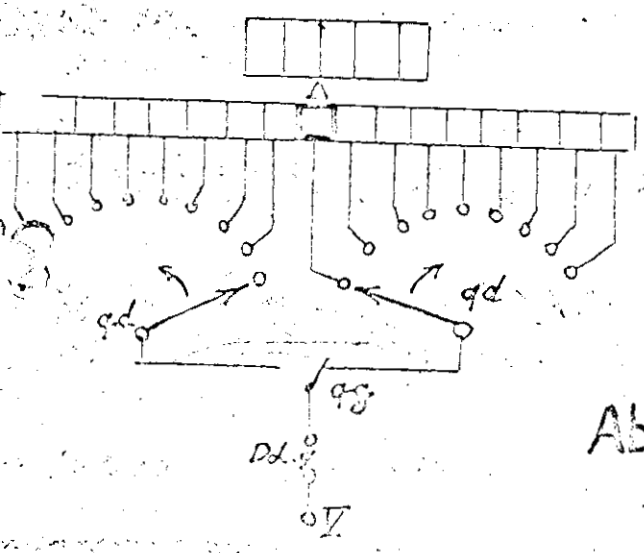
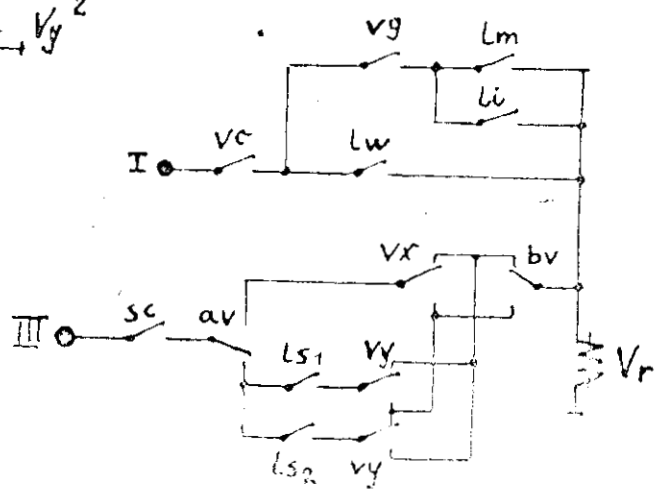
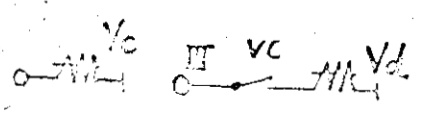
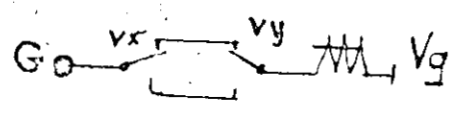
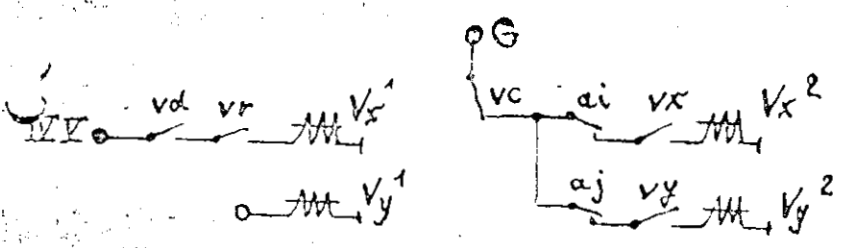
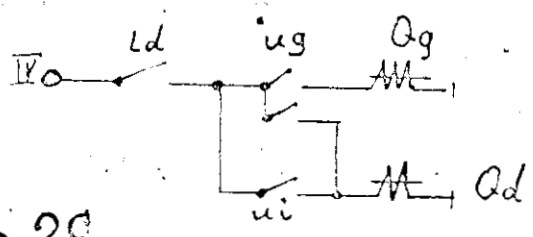


Abb 29



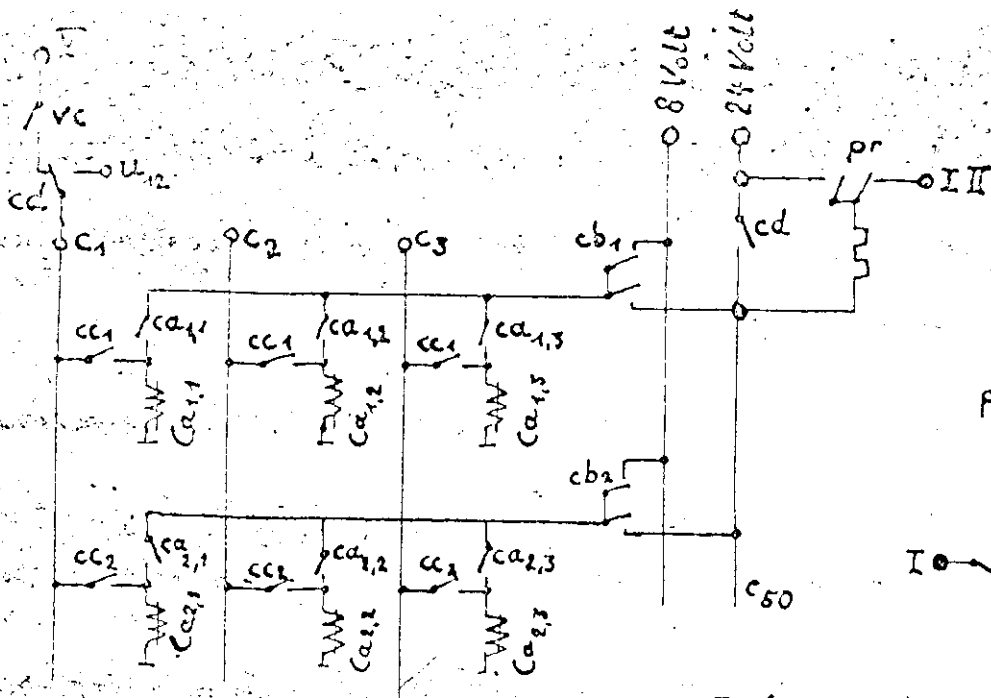


Abb. 31

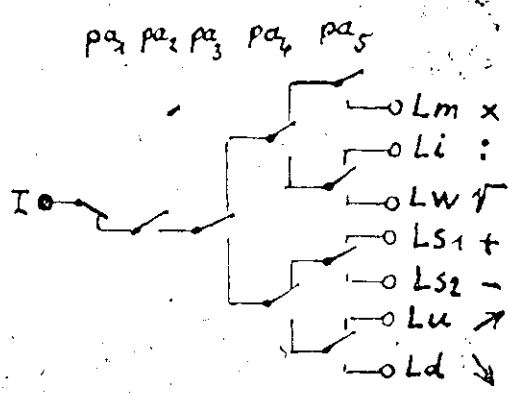


Abb. 33

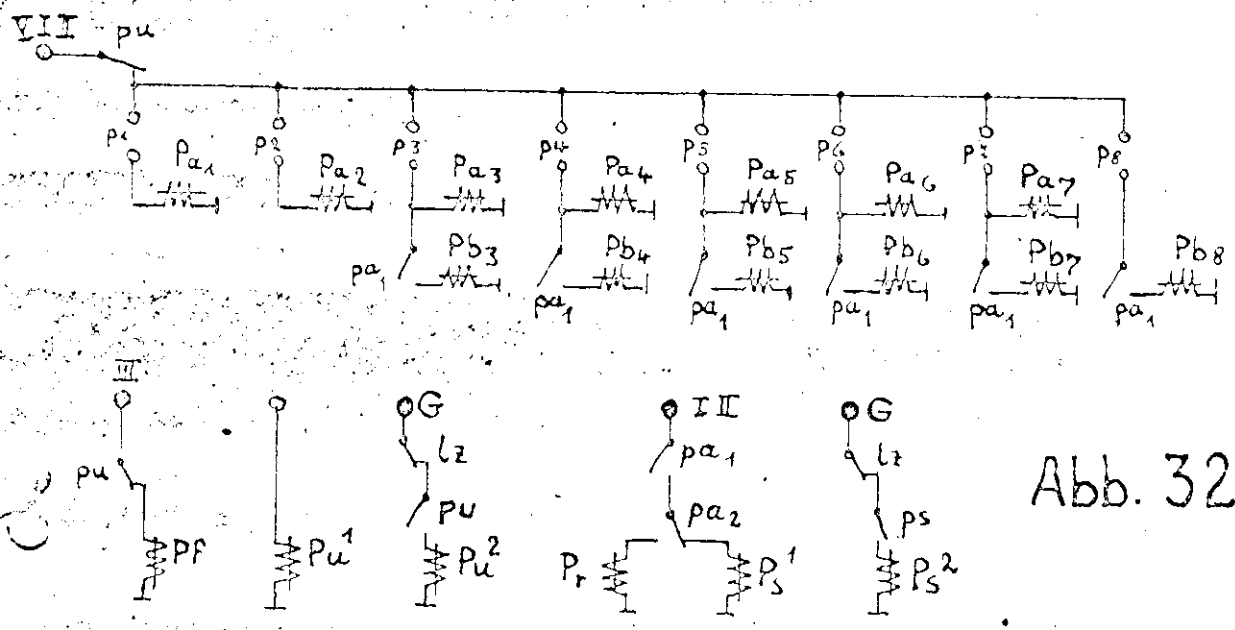
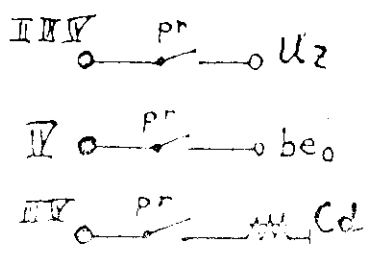
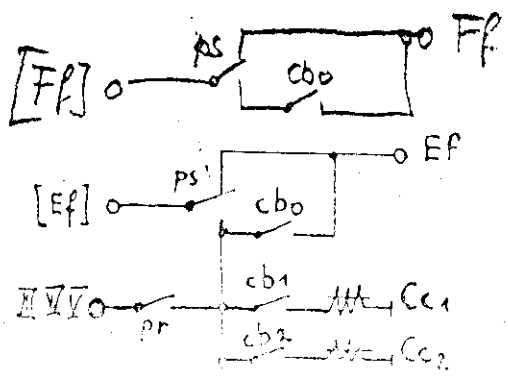
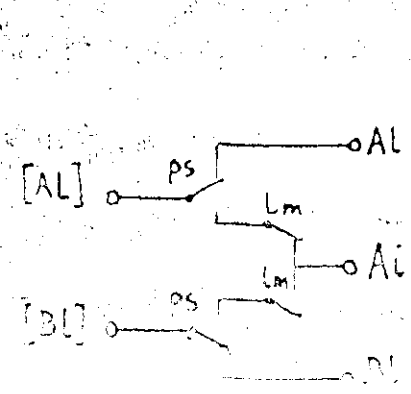


Abb. 32



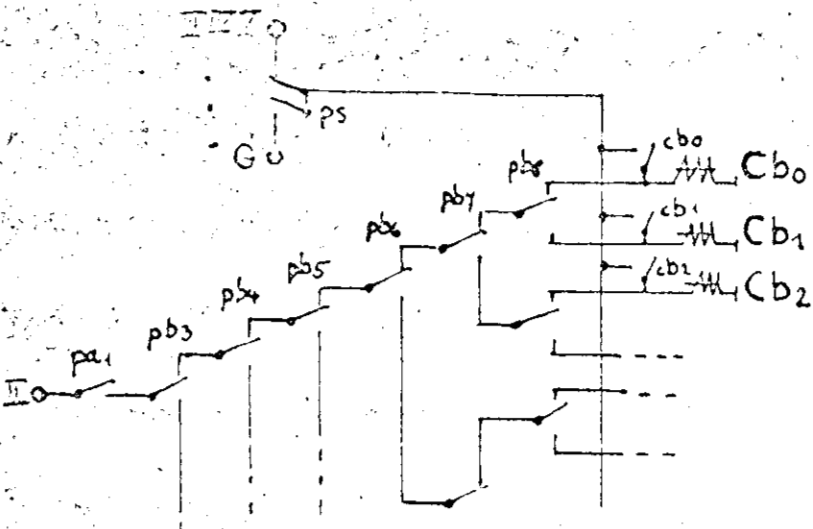


Abb. 34

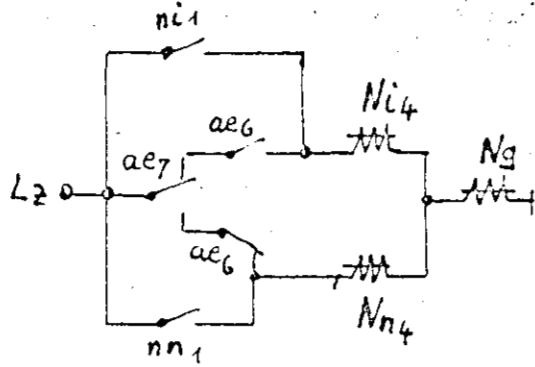


Abb. 40

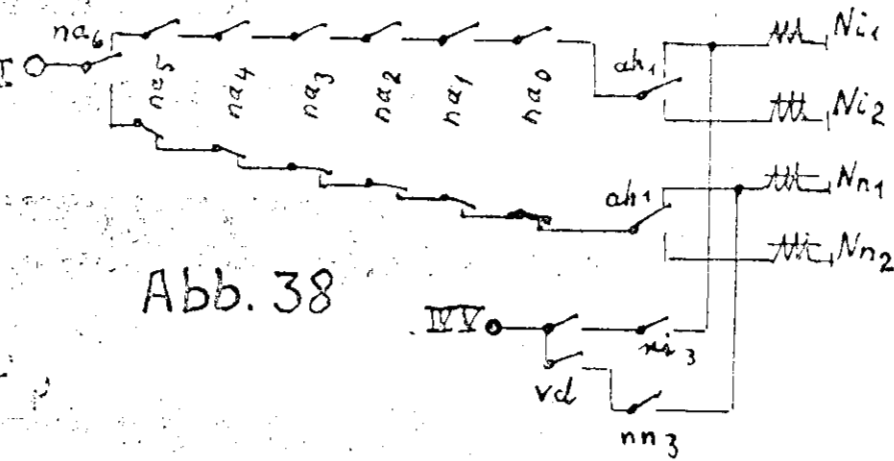
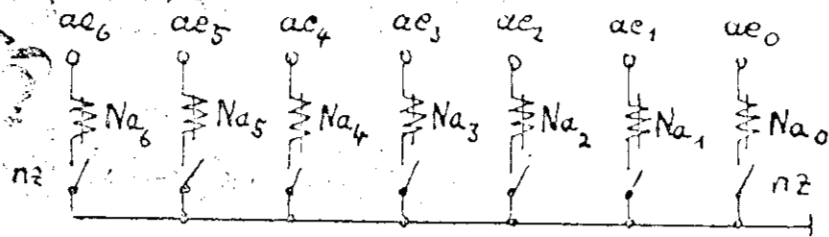


Abb. 38

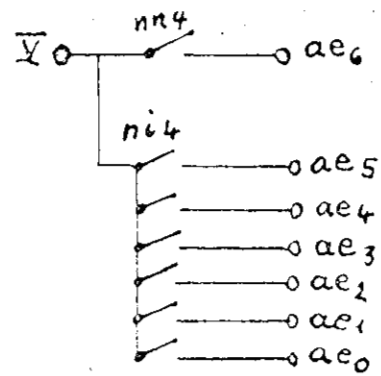


Abb. 41

