

T e i l I

E i n l e i t u n g

Zweck des Unterweisungshandbuches

Dieses Unterweisungshandbuch ist als Grundlage der technischen Unterweisung für den elektronischen Rechenautomaten LGP-30 (Royal Precision Electronic Computer,) hergestellt vom Librascope, Inc., Glendale, Calif., herausgegeben. Beschreibende Angaben, Erklärungen zur Theorie der Arbeitsweise und die Bedienungs- und Wartungsanleitungen für diese Anlage sind hier in ausreichender Ausführlichkeit dargelegt, um qualifiziertem Personal zu ermöglichen, die Bedienung und die vollständige Wartung auszuführen.

Zweck der Anlage

Der LGP-30 ist ein elektronischer Allzweck-Digital-Rechner von geringeren räumlichen Abmessungen als ein normaler Schreibtisch. Die Rechengeschwindigkeit und die Speicherkapazität sind mit viel größeren und kostspieligeren Anlagen vergleichbar. Die Grundeinheit kann von verhältnismäßig ungeschultem Personal bedient werden. Der Rechner wurde entwickelt, um für wissenschaftliche und technische Berechnungen einen zuverlässigen und leistungsfähigen Kleincomputer auf den Markt zu bringen.

Allgemeine Kennzeichen

Der LGP-30 ist ein programmgesteuerter Allzweck-Digital-Rechner, der eine Vielzahl von mathematischen und technischen Aufgaben löst. Die Befehle (verschlüsselt in numerischer Form) sowie die Zahlen, mit denen gearbeitet wird, sind in einem Speicher aufbewahrt, dessen Inhalt man verändern kann.

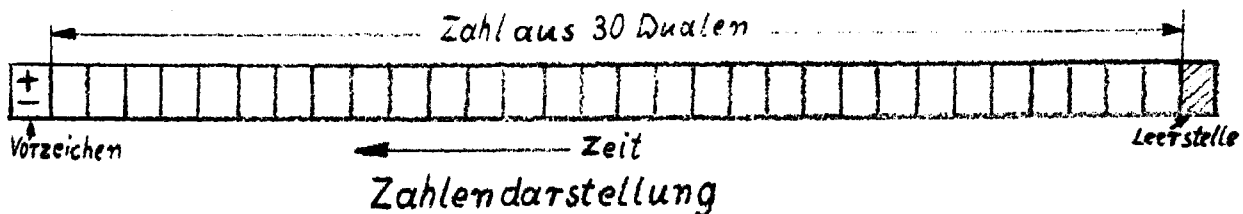
Die grundsätzlichen Fähigkeiten, Befehle oder Zahlen miteinander vergleichen und Befehlsfolgen verändern zu können, ermöglichen der Rechenanlage demgemäß:

rechnerische und logische Operationen auf Befehl oder Zahlen hin in Übereinstimmung mit Befehlsfolgen, die im Speicher enthalten sind, auszuführen;

zweierlei Befehlsfolgen in Abhängigkeit von dem Ergebnis eines Vergleiches zwischen zwei Zahlen oder Befehlen auszuwählen;

einen oder mehrere Befehle in Übereinstimmung mit einer festen Befehlsfolge zu verändern.

Die Rechenanlage arbeitet intern im Dualsystem, jedoch können verschlüsselte dezimale und alphabetische Zeichen verarbeitet werden. Es wird mit festem Komma gearbeitet. Alle Zahlen werden so behandelt, als ob das Komma zwischen dem Vorzeichen und der Ziffer mit dem größten Stellenwert steht. Alle Zahlen liegen zwischen +1 und -1. (negative Zahlen werden durch Komplementbildung dargestellt) Die Grundeinheit einer Information im LGP-30 nennt man ein Wort. Da es sich um eine programmgesteuerte Maschine handelt, kann ein Wort entweder eine Zahl oder einen Befehl enthalten und wird intern durch 32 Dualstellen dargestellt. Wenn ein Wort nur benutzt wird, um zu verarbeitende Daten zu speichern, gibt das erste Bit das Vorzeichen an, 30 Bits die Größe der Zahl und das letzte Bit wird aus technischen Gründen als Zwischenraum benötigt.



Der LGP-30 benützt einen Einadress-Befehls-Code, wobei jeder Befehl aus drei Teilen besteht:

dem Befehl, d.h. dem Zahlencode für die betreffende Operation, die ausgeführt werden soll. (4 Dualstellen),

der Adresse, d.h. der Nummer des Speicherplatzes, der während der Ausführung eines Befehls angewählt wird (12 Dualstellen),

den Reserve-Bits, die für die Speicherung von Konstanten oder für besondere Berechnungen verwendet werden können (13 Dualstellen).

Da die Maschine als ein Ein-Adressen-Rechner arbeitet, ist die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls nicht gesondert angegeben. Die Befehle werden immer in der Reihenfolge ausgeführt, in der sie auf der Trommel gespeichert sind, bis diese Reihenfolge durch einen Sprungbefehl, welcher die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls angibt, unterbrochen wird.

Eine Magnettrommel mit Lese-Schreibköpfen sowie elektronischen Kreisen dient als Informationsspeicher der Rechenanlage. Dieser "Hauptgedächtnis" hat eine Kapazität von 4069 Worten. 64 Spuren in axialer Richtung nebeneinander enthalten je 64 Worte auf dem Trommelumfang. Jede Spur hat einen eigenen Leseschreibkopf. Von drei Zeitspuren mit gleichbleibendem Inhalt werden Impulse gelesen, die in Verbindung mit elektronischen Kreisen Steuerfunktionen übernehmen und die Auswahl von Wort-und Ziffer-Positionen auf dem Trommelumfang ermöglichen. Jedes einzelne Wort des Speichers kann durch die betreffende Spur und die Zelle (Lage auf dem Trommelumfang, 1 von 64) angewählt werden. Zur Bequemlichkeit des Programmierers sind die Adressen der Wort-Positionen mit zwei bestimmten Zahlen von 00-00 an bis 63-63 durchgehend bezeichnet. Die Überführung einer so bezeichneten Adresse in die Koordinaten von Spur und Zelle wird elektronisch ermöglicht.

In der unten stehenden Befehlsliste werden in zusammenfassender Form die vom Rechner selbsttätig durchführbaren Operationen beschrieben. Dabei wird auf verschiedene Register bezug genommen, die als sog. Umlaufspeicher realisiert sind, um eine kurze Zugriffszeit zu den Registern zu ermöglichen. Jeder besteht aus einem Schreibkopf mit einem oder mehreren (im Trommeldrehsinn) nachfolgenden Leseköpfen. Die Zeitspanne zwischen dem Beschreiben und dem Lesen eines Bits im Umlaufspeicher beträgt eine Wortzeit. Die in dieser Zeit gelesene Information wird dem Schreibkopf wieder zugeführt, der die gleiche Information um eine Wortlänge versetzt wieder auf die Trommel schreibt.

Die Funktionen der verschiedenen Umlaufspeicher sind folgende:

Das Befehlszählregister - enthält jeweils die Adresse der Speicherzelle, in der der nächste auszuführende Befehl steht.

Das Befehlsregister - in ihm wird der gerade auszuführende Befehl festgehalten. Außerdem nimmt es während der Multiplikation oder Division zeitweilig den zweiten Operanten auf.

Der Akkumulator - er nimmt in üblicher Weise den einen Operanten auf und speichert das Ergebnis einer Operation., normalerweise mit Wortlänge .

Erklärung der Befehle.

(m bedeutet diejenige Speicherzelle, die im Adressenteil des Befehls-
wortes bezeichnet wird.)

- B m Lösche den Akkumulator und schreibe den Inhalt der Speicherzelle m hinein.
- A m Addiere zu dem Inhalt des Akkumulators den Inhalt der Speicherzelle m und behalte das Ergebnis im Akkumulator.
- S m Subtrahiere von dem Inhalt des Akkumulators den Inhalt der Speicherzelle m und behalte das Ergebnis im Akkumulator.
- M m Multipliziere den Inhalt des Akkumulators mit dem Inhalt der Speicherzelle m und behalte die bedeutsamere (obere) Hälfte im Akkumulator.
- N m Wie M, aber behalte die weniger bedeutsame (untere) Hälfte im Akkumulator.
- D m Dividiere den Inhalt des Akkumulators durch den Inhalt der Speicherzelle m und behalte den auf 30 Dualstellen abgerundeten Quotienten im Akkumulator.
- E m Bilde das logische Produkt aus dem Inhalt des Akkumulators und dem der Speicherzelle m, d.h. mache die Dualen des Akkumulators an den Stellen zu Null, an denen im Speicher m auch Nullen stehen. Die restlichen Dualen des Akkumulators bleiben unverändert. Dieser Befehl wird oft benutzt, um gewisse Wortteile auszublenden.
- H m Schreibe den Inhalt des Akkumulators in die Speicherzelle m und behalte das Wort im Akkumulator.
- C m Wie H, aber lösche anschließend den Akkumulator.

- U m Nimm den nächsten Befehl aus der Speicherzelle m. Gleichzeitig wird der Befehlszähler auf diesen Wert gesetzt; er zählt von da aus weiter, so daß die nächsten Befehle aus den Zellen genommen werden, die der Zelle m folgen.
- T m Nimm den nächsten Befehl nur dann aus der Speicherzelle m, wenn der Inhalt des Akkumulators negativ ist, sonst gehe normal weiter.
- Y m Schreibe den Adressen-teil des Wortes, das im Akkumulator steht, in den Adressenteil des Wortes im Speicher m. Meistens ist das Wort im Speicher m ein Befehl, dessen Adresse auf diese Weise umgeändert worden ist. Das Wort im Akkumulator bleibt unverändert.
- R m Füge eine "1" zu der Zahl im Befehlszähler, welcher die Adresse des nächsten Befehls angibt hinzu und bringe die neue Zahl in den Adressenteil des Wortes, das im Speicher m steht. Die Adresse des Wortes in m ist also jetzt um 2 größer als die Adresse der Speicherzelle, in welcher der Befehl R steht. Meistens folgt auf den R-Befehl ein Sprungbefehl zum Beginn eines Unterprogramms. Der R-Befehl schreibt dann die zu seiner Adresse übernächste Adresse in den Ausgangssprungbefehl des Unterprogramms, so daß die Befehlsfolge wieder an die richtige Stelle des Hauptprogramms zurückkehrt.
- I m Eine Adressenangabe ist unnötig. (m = 0000) Der Befehl bringt den Rechenautomat in einen Zustand, in dem er vom Lochstreifen oder Tastenfeld her Gruppen von Bits in den Akkumulator übernehmen kann. Bei jedem Tastenanschlag wird eine Vierer- bzw. Sechsergruppe von rechts her in den Akkumulator übernommen, während der bisherige Inhalt um 4 bzw. 6 Stellen nach links geschoben wird. Nach 8 Tetraden ist der gesamte Akkumulator gefüllt. Bei Lochstreifen-Eingabe wird der Streifen automatisch so lange weitertransportiert und bei jedem Symbol eine Tetrade in den Akkumulator übernommen, bis ein besonderer Haltebefehl (normalerweise nach 8 Tetraden) kommt, der aber nicht mit dem Z-Befehl identisch ist. Dieser bewirkt, daß der Rechner zum folgenden Befehl geht.

- P m Schreibe ein Symbol auf der Schreibmaschine. Der Spurteil von m gibt an, welches Symbol geschrieben werden soll. Es können auf diese Weise alle 50 Funktionen der Schreibmaschine ausgelöst werden. Falls gewünscht, kann gleichzeitig mit der Niederschrift ein Lochstreifen angefertigt werden.
- Z m Maschine anhalten. Ist m = 0000, dann wird unbedingt angehalten. Ist m = 0400; 0800; 1600 oder 3200 oder eine Kombination dieser Zahlen, so wird der Haltebefehl ignoriert, wenn die entsprechenden, mit 4; 8; 16 und 32 gekennzeichneten Schalter KEIN HALT am Bedienungspult gedrückt sind.

T e i l I I =====

Technische Beschreibung.

Der LGP-30 ist eine unabhängige, in sich abgeschlossene Einheit. Alle Elemente, aus denen der Rechner besteht, sind in einem einzigen Gehäuse untergebracht. Das Gehäuse besteht aus Stahl und Aluminium mit einer aufklappbaren Haube, Ventilationsöffnungen und abnehmbaren Seitenteilen. Das Gerät ist auf Rollen montiert, um jeden gewünschten Platzwechsel vornehmen zu können.

Die Hauptbestandteile des LGP-30 sind in Bild 1 gezeigt und in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Die Energieversorgung

Es werden folgende Gleichspannungen erzeugt:

+ 150 V, + 300 V, und - 160 V.

Alle Spannungen sind durch magnetische Spannungskonstanthalter geregelt, um konstante Ausgangsspannungen zu gewährleisten. Die Spannungskonstanthalter gleichen Schwankungen der Netzwechselspannungen zwischen 180 und 240 V aus. Jedes Unterchassis hat eine Strombegrenzung und schützt sich daher selbsttätig gegen Überlastungen und Kurzschlüsse. Dieses wird bewirkt durch AEG-Spannungskonstanthalter, deren Wirkungsweise in dem Abschnitt über Wartungsaufgaben beschrieben ist.

Eine zusätzliche -20 V Gleichspannung, die notwendig ist für eine ordnungsgemäße Funktion des Rechners, wird an einem Widerstand erzeugt, der in der Rückleitung des negativen Gleichstromkreises gegen 0 V potential liegt.

Der Widerstand befindet sich an der Vorderseite des Netzgerätes.

Heiz- und Trenntransformatoren

Alle Röhren werden von zwei besonderen Transformatoren geheizt. Einer davon speist die Röhren in der Speichereinheit, der andere die Röhren für die logischen Funktionen. Die Transformatoren T1 und T2, dargestellt in Bild 1, haben zwei Primärwicklungen, um entweder die volle oder die halbe Heizspannung für die Röhren liefern zu können. Die Spannung für diese Transformatoren werden ebenfalls durch einen magnetischen Spannungskonstanthalter (500 W) geregelt, (Bild 3 unten links).

Ein Transformator ist für die elektrische Schreibmaschine vorgesehen, da sie einen eigenen Netzgleichrichter besitzt, dessen Ausgang vom Rechner her geerdet werden kann.

Speicher-Einheit

Die Speicher-Einheit ist in drei getrennte Einheiten aufgeteilt:

die Speichertrommel mit Lese-Schreibköpfen und Antriebsmotor,

die Kopf-Auswahl-Dioden-Matrix und

die Karten-Einschübe mit den Röhren.

Diese Teile sind in Bild 1 dargestellt. Die Speichertrommel besteht aus einer Aluminiumlegierung hoher Festigkeit, ist dynamisch ausgewuchtet und mit geräuscharmen Speziallagern versehen.

Eine besondere Taktspur mit 2048 Bits ist in den Trommelumfang eingefräst, um einen Grundtakt von ca. 130 kHz zu erzeugen.

Auf die Trommeloberfläche ist eine 30 u starke Eisenoxydschicht nach einem Spezialverfahren aufgebracht.

Vierundsechzig Lese-Schreibköpfe des Hauptspeichers sind auf sechs axial angeordneten Leisten befestigt, die sich auf der einen Hälfte des Trommelumfangs befinden.

Der normale Abstand zwischen Kopf und Trommeloberfläche beträgt 20-25 u.

Zwei Ein-Wort-Umlaufspeicher und ein besonderer Zwei-Wort-Umlaufspeicher befinden sich zwischen den Hauptspeicher-Kopfleisten und der rechten Endplatte der Trommelhalterung. Drei Spuren werden als Zeitspuren mit gleichbleibendem Inhalt verwendet, die jede Trommelumdrehung in 64 verschiedene Zeit-Worte aufteilen. Die zugehörigen Leseköpfe sind zusammen mit den Hauptspeicherköpfen montiert. Alle Köpfe sind zur Abschirmung und zur Vergrößerung der mechanischen Stabilität gekapselt, haben niederohmige Wicklungen und Kerne aus gesintertem Ferrit.

Die Trommel wird über einen Keilriemen von einem Asynchronmotor (250 W, 2800 U/min bei 50 Hz) angetrieben. Die Übersetzung ist so gewählt, daß die Trommel mit etwa 3900 U/min umläuft und die entstehende Taktfrequenz 130 kHz beträgt.

Die Dioden-Matrix zur Kopf-Auswahl ist an der Außenseite der linken Trommelendplatte befestigt. 128 Dioden zur Kopf-Auswahl des Hauptspeichers sind auf dieser Platte montiert. Bei Auswahl eines bestimmten Kopfes werden durch diese Dioden die Schreib- oder Lesesignale dem Kopf zugeführt. Die flexiblen Zuleitungen der Köpfe sind an der Rückseite der Matrixplatte angelötet, während ein Kabel mit Steckern die Matrix mit den Verstärker-Einschüben verbindet. Die Baugruppe "Speichereinheit" enthält außer der Trommel:

- 21 Karten mit gedruckter Schaltung,
- die Steckverbindungen für Signalleitungen, Stromversorgung und
- die Führungsbleche für die Kühlluft,

die den Kühlluftstrom über die wärmeerzeugenden Teile der Einschübe führen.

Diese Speicher-Einheit enthält an Karten mit gedruckter Schaltung:

- 8 Lese-Flip-Flops
- 8 Matrix-Treiber
- 3 Schreibverstärker
- 1 Lese-Schreib-Tor, und
- 1 Taktgenerator.

Rechenwerk und Leitwerk, (Logik)

Das Rechen- und Leitwerk ist in zwei Teile aufgeteilt:

- das Diodennetzwerk, bezeichnet als Logikplatte,

und darunter angeordnet

- die Karten mit gedruckter Schaltung.

Die Logikplatte besteht aus zwei Einzelplatten, die beiderseitig mit gedruckter Schaltung versehen sind. Etwa 700 Dioden sind auf der Oberseite der Platte in Spalten angeordnet, die von 1 bis 60 durchnummeriert sind, und in 12 Zeilen, von denen jede mit jeweils zwei Buchstaben von A bis Z bezeichnet ist.

Zwischen den Anoden bzw. Kathoden der Dioden bestehen elektrische Verbindungen in Form gedruckter Leitungen.

Alle Widerstände und Kondensatoren befinden sich auf der Unterseite der Logikplatte. Die Dioden arbeiten bei Spannungen von 0 V oder -20 V, und nur diese Spannungen sind auf der Oberseite der Logikplatte vorhanden. Normalerweise wird das ganze von einem Leitblech bedeckt, welches die Kühlluft über die Dioden führt, um entstehende Wärme bei ungünstigen Arbeitsbedingungen abzuführen. Unterhalb der Logikplatte befinden sich Karten mit gedruckter Schaltung; dieses sind:

- 5 Dreifach-Flip-Flop-Karten
- 2 Inverterkarten
- 1 Kathodenfolger und
- 3 Thyatron-Karten.

Mit Ausnahme der Lesesignale vom Hauptspeicher, der Zeitsteuerungssignale, der Schreibmaschinensignale und der Signale der Bedienungstasten führen alle Eingänge zur Logikplatte über diese Karten.

Zur Abführung der entstehenden Wärme wird ein Luftstrom durch Leitbleche über die wärmeabgebenden Teile geführt.

Bedienungspult und Kathodenstrahlröhre

Die vorgesehenen Tasten und Kontrollampen dienen folgenden Zwecken:

1. Bei Drücken der Taste "Ein" wird das Gerät eingeschaltet.
2. Bei Drücken der Taste "Aus" wird das Gerät ausgeschaltet.
3. Wenn die Taste "Pause" gedrückt wird, wird die Gleichspannung abgeschaltet und die Heizspannung um die Hälfte vermindert.
4. Wenn die Taste "Betrieb" gedrückt ist, bekommen die Röhren ihre volle Heizung und nach etwa 50 Sekunden wird die Gleichspannung automatisch eingeschaltet.

Wenn die Tasten "Betrieb" und "Eingabe von Hand" gedrückt sind, bevor das Gerät eingeschaltet wird, werden selbsttätig die Zustände von "Pause" bis "Betrieb" durchlaufen.

5. Das gelbe Licht der Taste "Betrieb" zeigt an, daß die Aufheizung im Gange ist, und die Trommel anläuft.
6. Wenn die Gleichspannung eingeschaltet wird, erlischt das Licht der Taste "Betrieb" und das grüne Licht der Taste "Bereit" zeigt an, daß das Gerät zum Rechnen bereit ist.
7. Mit den Tasten "Normal", "Einzeloperation" und "Eingabe von Hand", läßt sich einer von drei möglichen Betriebszuständen auswählen. In der Stellung "Normal" werden durch ein Startsignal die Befehle des gespeicherten Programms selbsttätig bis zu einem programmierten Halt ausgeführt. Bei "Einzeloperationen" wird von der Rechenanlage auf ein Startsignal hin eine Operation ausgeführt und dann angehalten. Bei einem zweiten Startsignal wird die nächstfolgende Operation ausgeführt.
Bei "Eingabe von Hand" wird die Maschine bereit gemacht, Zahlen oder Befehle von der Schreibmaschine her aufzunehmen und im Akkumulator zu speichern. Diese drei Betriebsartenschalter sind gegeneinander verriegelt, um zu verhindern, daß Zahlen oder Befehle im Speicher durch falsche Bedienung verlorengehen können.
8. Bei Drücken der Taste "Start" wird ein gespeichertes Programm in der Betriebsart "Normal" oder "Einzeloperation" ausgeführt.
9. Bei Drücken der Taste "Zähler löschen" wird das Befehlsregister auf Null gesetzt.
10. Ein Drücken der Taste "Befehle eingeben" bewirkt den Transport des Inhaltes des Akkumulators in das Befehlsregister, wenn die Betriebsart "Einzeloperation" oder "Eingabe von Hand" vorliegt.
11. Wenn die Taste "Befehl ausführen gedrückt wird, erfolgt die Ausführung des im Befehlsregister stehenden Befehls.

12. Ein programmierter Halt wird übergangen, wenn eine oder mehrere Tasten mit der Inschrift "Kein Halt" gedrückt sind.
13. Wenn die "6-Bit-Eingabe" -Taste gedrückt wird, werden alle sechs Dualstellen jedes Zeichens der Schreibmaschine bei der Eingabe in den Akkumulator gebracht. Wenn jedoch diese Taste nicht gedrückt ist, werden nur vier Dualstellen verwendet.
14. Bei Drücken der Taste "Sprung" erzwingt man einen Sprung zur eventuellen Ausführung eines geeignet verschlüsselten Test-Befehls.

Abhängig von dem Betriebszustand leuchtet jede der in Funktion befindlichen Tasten auf. Es darf nur eine Taste gedrückt werden, die aufleuchtet. Wenn eine Taste nicht aufleuchtet, so geschieht nichts, wenn sie dann trotzdem gedrückt wird.

Die "Start"-Taste leuchtet nicht auf bei "Eingabe von Hand". Wenn sie jedoch gedrückt wird, kommt das nächste Wort in das Befehlsregister und der Befehlszähler zählt um 1 weiter. Die Ausführung jeder logischen bzw. rechnerischen Operation oder von Ein- bzw. Ausgabebefehlen wird von dem grünen Leuchtfeld "Rechnet" angezeigt. Wenn kein Befehl infolge eines programmierten oder logischen Haltes oder durch das Ergebnis einer nicht einwandfreien Rechenoperation ausgeführt wird, bleibt der Rechenautomat in einem blockierten Zustand, der durch ein rotes Leuchtfeld "Halt" angezeigt wird.

Der Oszillograph, der mit dem Bedienungspult kombiniert ist, zeigt in Dualform den Inhalt der drei Umlaufsregister mit der Vorzeichenstelle, dem Befehlskennzeichen und den Adressenstellen an. Diese sind auf dem Schirm der Oszillographenröhre markiert. Die Einstellknöpfe für den Oszillographen befinden sich unterhalb des Bildschirms unter der Kunststoffplatte mit dem Firmenzeichen. Unterhalb des Bedienungspultes befindet sich ein Käfig, der die Hoch- und Heizspannungserzeugung für die Kathodenstrahlröhre enthält (Bild 1). Neben dem Käfig befinden sich die Karten für die Horizontal- und Vertikalablenkung.

Alle Spannungen, Ein- und Ausgangssignale werden über Kabel mit Stecker an das Gerät geführt. An der Frontseite des Gerätes befindet sich die elektrische Zeituhr.

Relais-Kasten

Der Relaiskasten befindet sich unterhalb des Rechen- und Leitwerkes an der Rückseite der Rechenanlage. Die Relais und zugehörigen Kreise, welche die Reihenfolge der einzuschaltenden Spannungen steuern, und die Transformatoren, welche die Niederspannung für die Kontrollampen im Bedienungspult liefern, sind in diesem Chassis untergebracht. Wie alle anderen Baugruppen der Rechenanlage ist auch dieses Chassis mit Kabeln und Steckern versehen. Mit Ausnahme des Anschlusses für die Ein- und Ausgabe, die sich oben an der linken Seite der Maschine befindet, gehen alle Wechselspannungen über dieses Chassis.

Die Kühlung

Das Gehäuse, in dem der Rechenautomat untergebracht ist, enthält auch die Einrichtung, die für die Kühlung der Anlage sorgt. An der Vorderseite links unten befindet sich ein Lüftermotor, der ein Radialgebläse antreibt. Es werden etwa $1,2 \text{ m}^3/\text{Min.}$ Kühlluft mit Hilfe von Leitblechen über alle wärmeerzeugenden Teile geleitet. Durch die Öffnungen an der Rückseite des Gehäuses wird die erwärmte Luft hinausgeblasen, während die Frischluft durch drei Luftfilter an den Seiten des Energieversorgungschassis und durch Gitter im Sockel der Maschine angesaugt wird. Die angesaugte Luft gelangt somit durch das Energieversorgungschassis in das Gebläse.

Die elektrische Schreibmaschine

Eine elektrische Schreibmaschine ist die hauptsächliche Ein- und Ausgabevorrichtung des LGP-30. Die Schreibmaschine enthält einen Lochstreifenleser und -stanzer. Wenn ein Lochstreifen gelesen wird, oder wenn auf dem Tastenfeld der Schreibmaschine eine Taste gedrückt wird, werden die innerhalb der Schreibmaschine verschlüsselten elektrischen Signale über ein Kabel an die Rechenanlage als Eingangsinformation gegeben. In der gleichen Weise werden Signale, die von dem Rechengerät in die Schreibmaschine kommen, entweder als Zeichen ausgedruckt, ein entsprechender Lochstreifen hergestellt oder es wird der Lochstreifen-Leser gestartet.

Die elektrische Schreibmaschine ist auf den Code eingerichtet, den die Rechenanlage benutzt.

Wenn die Taste "6-Biteingabe" nicht gedrückt ist, werden nur Dualziffern der Kanäle 1-4 eingelesen. Wenn diese Taste gedrückt ist, werden alle sechs Dualziffern, entsprechend der Lochkombination eingelesen. Obwohl entweder 4 oder 6 Bits eingelesen werden können, müssen beim Ausdrucken 6 Dualsziffern von dem Rechner an die Schreibmaschine gegeben werden, damit sie einwandfrei arbeiten kann. Auf einen Bandbefehl hin oder durch einen Befehl vom Tastenfeld her können Informationen vom Lochstreifen in die Maschine eingegeben werden. Die entsprechende Art des Einlesens kann durch Tastendruck an der Schreibmaschine gewählt werden. Es ist ein Schalter vorgesehen, um die Schreibmaschine von der Rechenanlage elektrisch zu trennen. Man kann so Lochstreifen herstellen, während die Maschine rechnet. Bild 6 zeigt die Anordnung der Tasten der elektrischen Schreibmaschine an. Für eine bequeme Ein- und Ausgabe ist die Schreibmaschine mit einem besonderen Schalter für automatischen Wagenrücklauf ausgerüstet. Die Wagenstellung, bei der der Rücklauf erfolgen soll, kann von Hand eingestellt werden. An der Seite der Schreibmaschine befinden sich der Lochstreifenstanzer und der Leser. Die zugehörigen Bedienungstasten sind in Bild 6 gezeigt. Die Eingabe einer Lochstreifeninformation entspricht der Eingabe einer Information von Hand. Wenn die Taste "Lochen" gedrückt ist, wird bei Drücken irgendeiner Buchstaben- oder Zifferntaste die entsprechende Lochkombination in den Lochstreifen gestanzt. Der automatische Wagenrücklauf wird nicht gestanzt. Der Lochstreifenleser kann durch Drücken der Taste "Lesen start" in Gang gesetzt werden oder durch Einschaltung des Lese-Relais durch einen Eingabe-Befehl. Das Einlesen des Lochstreifens kann durch das Lesen eines "Bedingten Stop" oder durch Drücken der Taste "Lesen-Stop" unterbrochen werden. Wenn ein Lochstreifen abgelesen und gedoppelt wird, kann der Halt bei jedem "Bedingten Stop" übergangen werden, indem die Taste "Bedingter Stop" gedrückt wird. Wenn ein Zeichen falsch gelocht wurde, bewirkt ein Drücken der Taste "Zeichenlöschung", daß alle 6 Löcher gelocht werden und so ein nicht lesbares Zeichen entsteht. Die Starttaste der Schreibmaschine hat die gleiche Funktion wie die Starttaste auf dem Bedienungspult der Rechenanlage.

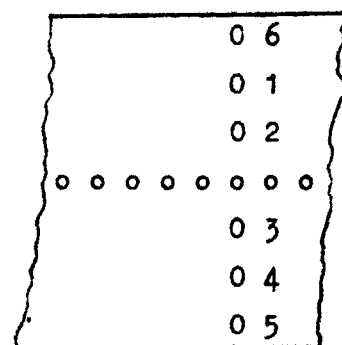
T a f e l 16-Bit-Schlüssel der Schreibmaschine

Hexadezimal Ziffer		Numerisch		Befehle		Bedienungszeichen
		123456		123456		123456
1	L1	000110	Bb	000101	(obere Type) Um†	000100
2	*2	001010	Yy	001001	(untere Type) Um†	001000
3	"3	001110	Rr	001101	Farbumschaltung	001100
4	Δ4	010010	Ii	010001	Wagen Rücklauf	010000
5	%5	010110	Dd	010101	Rücktaste	010100
6	\$6	011010	Nn	011001	Tabulator	011000
7	π7	011110	Mm	011101	Bedingter Stop	100000
8	Σ8	100010	Pp	100001	Lesen	000000
9	(9	100110	Ee	100101	Zwischenraum	000011
0	)0	000010	Uu	101001	Löschung	111111
10	Ff	101010	Tt	101101	Vorzeichen:	
11	Gg	101110	Hh	110001		
12	Jj	110010	Cc	110101	= +	001011
13	Kk	110110	Aa	111001	- -	000111
14	Qq	111010	Ss	111101		
15	Ww	111110	Zz	000001		

Weitere Tasten:

	123456
;	001111
?/	010011
].	010111
[,	011011
Vv	011111
Oo	100011
Xx	100111

←
Transportrichtung



Bemerkung: Die Ziffern in den obigen Säulen beziehen sich auf die entsprechenden Löcher im Lochstreifen. Bei "0" ist kein Loch vorhanden, eine "1" stellt ein Loch dar. Während der 4-Bit-Abtastung werden nur die Zeichen an den Stellen 1 bis 4 in die Rechenmaschine gegeben. Alle 6 Zeichen werden nur eingegeben bei der 6-Bit-Eingabe. Mit Ausnahme des Tabulierungs- und Zwischenraumzeichens gelangen keine Bedienungszeichen in die Maschine. Bei Lesen des Tabulierungs- oder Zwischenraumzeichens werden entweder 4 oder 6 Bits in Abhängigkeit von der Stellung der 6-Bit-Eingabetaste eingelesen.

T e i l I I I *****

Die Theorie der Arbeitsweise

Die Ausführung der Befehle im LGP-30 wird gesteuert durch das Kommandowerk, - ein Netzwerk logischer Schaltungen - , deren Eingangsspannungen von Flip-Flops geliefert werden und deren Stellungen bestimmt werden durch das Rechenwerk, die Zeitspuren, die Umlaufregister, den Hauptspeicher, die Stellungen der Tasten des Bedienungspultes und durch die Stellungen der Kontakte der Schreibmaschinen-Eingabe.

Die Ausgänge des Kommandowerkes gehen zu den Eingängen von Flip-Flops, zu den Schreibköpfen der Umlaufspeicher, zum Hauptspeicher und zu den Ausgabe-Thyratrons. Jeder Ein- oder Ausgang ist für jede Bitzeit veränderbar in den einen oder anderen von zwei möglichen Spannungszuständen. Die aktiven Elemente des Kommando- und Rechenwerkes sind:

- 15 Flip-Flops,
- 6 Inverter und
- 6 Kathodenfolger.

Während der Ausführung eines Befehls wird der Zustand von diesen aktiven Elementen zu jeder Bit-Zeit geprüft und am Ende der Bit-Zeit kann der Zustand der 15 Flip-Flops geändert werden.

Die Beschreibung der Logik des Rechners besteht aus der Angabe der Bedingungen, unter denen sich irgendwelche Ausgangszustände ändern, z. B. die Stellungen von Flip-Flops.

Diese Zustände, sind in passender Weise in der Sprache der "Booleschen Algebra" beschrieben. Bei dem folgenden im einzelnen beschriebenen Arbeitsablauf des LGP-30 wird vorausgesetzt, daß das technische Personal mit der Praxis und Theorie der Elektronik und mit grundlegenden Vorstellungen der "Booleschen Algebra" bzw. Logistik und dem dualen Zahlensystem vertraut ist.

Die Gleichungen, die benutzt werden, um die logischen Operationen zu beschreiben, drücken immer aus, daß eine "hohe" Spannung kennzeichnend für den betriebenen Kreis ist, entsprechend dem Zustand "1". Niedrige Spannungen entsprechen der "0". Jedes aktive Element ist durch einen einzelnen Buchstaben gekennzeichnet.

Das in diesem Zusammenhang zu diskutierende aktive Element wäre vor allem das Flip-Flop.



Das mit dem Buchstaben G bezeichnete Flip-Flop hat den Eingang G' und G', sowie den Ausgang G und G.

Ein Signal an G' bewirkt in Verbindung mit dem Takt, daß der Ausgang G = "1" (0 V) wird. Wenn G bereits "1" war, bleibt der Flip-Flop gesetzt. Gleiches gilt entsprechend für den Eingang G und dem dazugehörigen Ausgang G.

Man bezeichnet auch ein Flip-Flop, bei dem der Ausgang G = "1" ist, als gesetzt; wenn G = "0" oder G = "1" ist, nennt man es zurückgesetzt.

"Und-Schaltung" (siehe Anhang E)

Das Produkt von zwei oder mehr Buchstaben gibt an, daß das gleichzeitige Vorhandensein der beschriebenen Stellungen der entsprechenden Flip-Flops einer erfüllten Bedingung entspricht. Somit stimmt die Bedingung F G H nur, wenn F = 0 (oder F = 1), G = 1 und H = 0 ist.

"Oder-Schaltung" (siehe Anhang E)

Die Summe von zwei oder mehr logischen Ausdrücken gibt an, daß sich durch das Auftreten aller geforderten Stellungen der entsprechenden Flip-Flops eine erfüllte Bedingung ergibt.

Somit stimmt die Bedingung F + PQ nur, wenn F = 0, oder wenn P = 1 und Q = 0 ist.

Die Umstände, bei denen ein Flip-Flop in die Stellung 1 oder 0 gesetzt werden soll, wurden durch ein (')-Symbol hinter dem Buchstaben gekennzeichnet:

z. B.

$F' = \underline{F} \underline{G} \underline{H}$ besagt:

wenn G in "1" und H in "0" steht, so soll F in "1" gesetzt werden, wenn dieses in "0" steht.

$\underline{F}' = F \underline{G} \underline{H}$ bedeutet:

wenn G in "1" und H in "0" steht, dann setze F in "0", wenn es in "1" steht.

Um zu zeigen, wie Dioden und Widerstände in logischen Kreisen zur Summen- und Produktbildung verwendet werden, soll eine typische Anwendung, die Schaltung eines Binärzählers erläutert werden. Der erste Schritt zur Erklärung eines Binärzählers besteht darin, zuerst ein Blockschaltbild zu entwickeln (Bild 5). Darin sind A_1 und A_2 die beiden Flip-Flops, verbunden mit dem logischen Netzwerk und der Zeitsteuerung von dem Takt T. Es handelt sich um einen zweistufigen Binärzähler mit A_1 , als der am wenigsten bedeutenden Binärziffer.

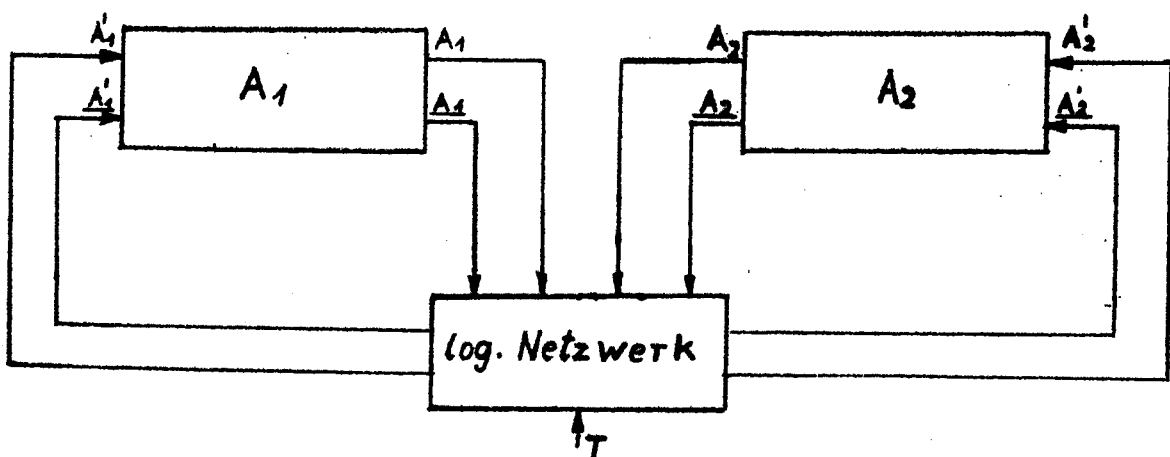


Bild 5

Die Zeitfolge der gewünschten Stellungen von A_1 und A_2 ist in Bild 6 dargestellt.

Zeit (t)	A_2	A_1
0_t	0	0
1_t	0	1
2_t	1	0
3_t	1	1

Bild 6

An diesem Punkte muß der Binärzähler wieder in die Ausgangsstellung zurückgesetzt werden. Diese geforderte Stellung kann man nur durch Änderung der Gittersignale bzw. der Eingänge von A_1' , $\underline{A_1'}$, A_2' und $\underline{A_2'}$ erreichen. Da jede Stellung von A_1 und A_2 das Eingangssignal für die nächste Stellung von A_1 und A_2 bestimmt, wurde folgende Tafel aufgestellt.

Stellungen der Flip-Flops		erforderliche Eingangssignale, um den nächsten Zustand zu erhalten.				
Zeit t	A_2	A_1	A_1'	$\underline{A_1'}$	A_2'	$\underline{A_2'}$
0_t	0	0	1	0	0	1
1_t	0	1	0	1	1	0
2_t	1	0	1	0	1	0
3_t	1	1	0	1	0	1

Wenn ein Flip-Flop bereits gesetzt ist, ist es unnötig, es nochmal in dieselbe Stellung zu setzen. Aus diesen obigen Werten lassen sich eine Reihe von logischen Gleichungen aufstellen. Somit ist die vollständige logische Gleichung für jeden Eingang gleich der logischen Summe aller solcher Produkte; sowie der Taktimpulse T für die Zeitsteuerung.

$$A_1' = (\underline{A_1} \underline{A_2} + \underline{A_1} A_2) T$$

$$\underline{A_1'} = (A_1 A_2 + A_1 \underline{A_2}) T$$

$$A_2' = (A_1 \underline{A_2} + \underline{A_1} A_2) T$$

$$\underline{A_2'} = (A_1 A_2 + \underline{A_1} \underline{A_2}) T$$

Wenn man aufgrund dieser vier Gleichungen ein Netzwerk aufbauen würde, so hätte man den gewünschten Binärzähler, aber es wäre eine Verschwendung von

logischen bzw. elektronischen Bauelementen. Durch Anwendung der "Booleschen Algebra" lassen sich diese Gleichungen folgendermaßen vereinfachen.

$$A_1' = \underline{A_1} (A_2 + \underline{A_2}) T; \text{ es ist aber } A_2 + \underline{A_2} = 1$$

$$A_1' = \underline{A_1} T \text{ und } \underline{A_1}' = A_1 (A_2 + \underline{A_2}) T = A_1 T$$

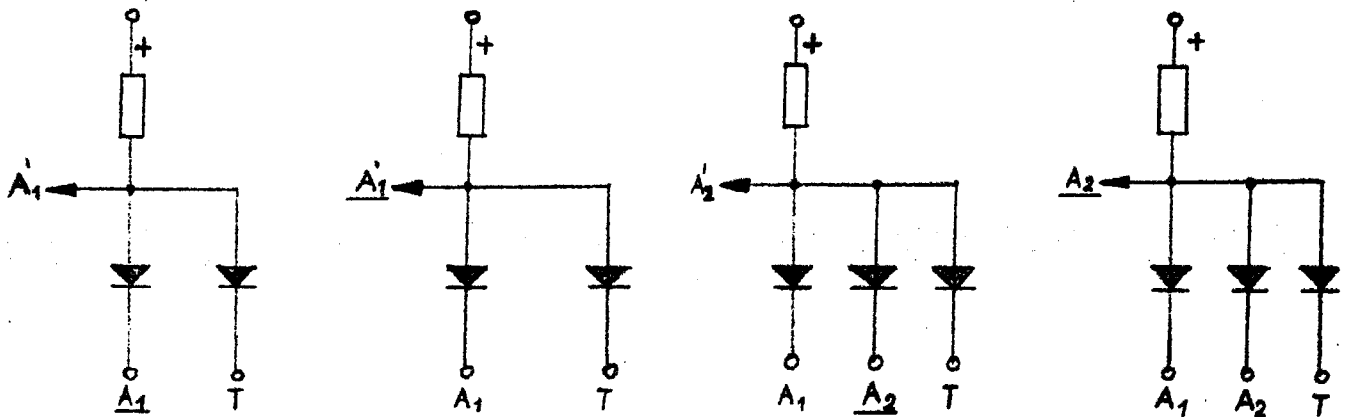
dann ist auch

$$A_2' = A_1 \underline{A_2} T$$

$$\underline{A_2}' = A_1 A_2 T$$

weil ja z.B. $\underline{A_1} A_2$ besagt, daß A_2 gesetzt werden soll, wenn es gesetzt ist; es kann also fortgelassen werden.

Durch Anwendungen der oben entwickelten logischen Gleichungen können die Schaltungen für das logische Netzwerk gezeichnet werden.



Die Impulse, die an den verschiedenen bezeichneten Punkten erscheinen, lassen sich vorausbestimmen. Diese Impulse treten auch invertiert auf. (Bild 10)

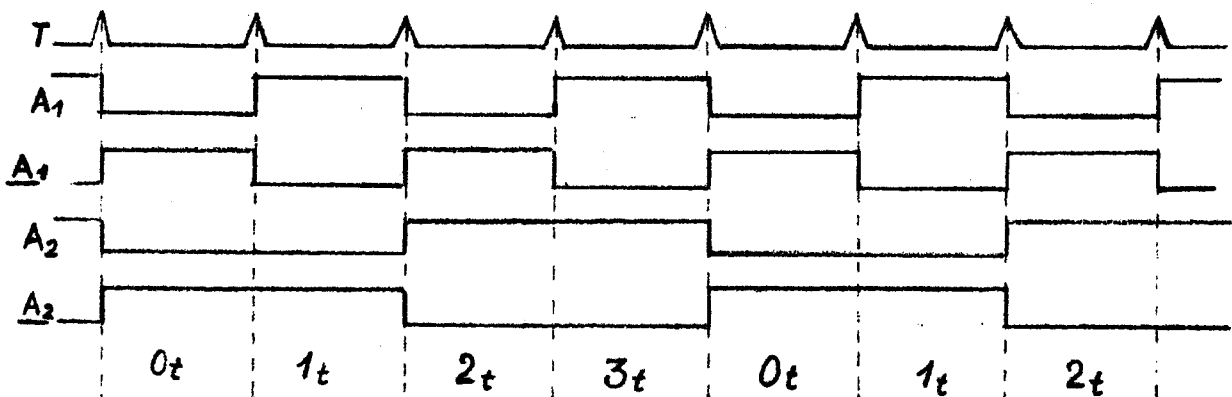


Bild 10.

Die Taktimpulse, welche zum Setzen der Flip-Flops notwendig sind, wurden in den Gleichungen und den Schaltungen fortgelassen. Alle notwendigen Setzimpulse werden direkt an die zuständigen Flip-Flop-Bausteine geführt.

Die Zeitsteuerung

Die Ausführung der Befehle ist in vier einzelne Phasen aufgeteilt:

- Phase 1 suche das Befehlswort
- " 2 bringe das Befehlswort aus dem Hauptspeicher in das Befehlsregister "R"
- " 3 suche den Operanden
- " 4 führe den Befehl aus.

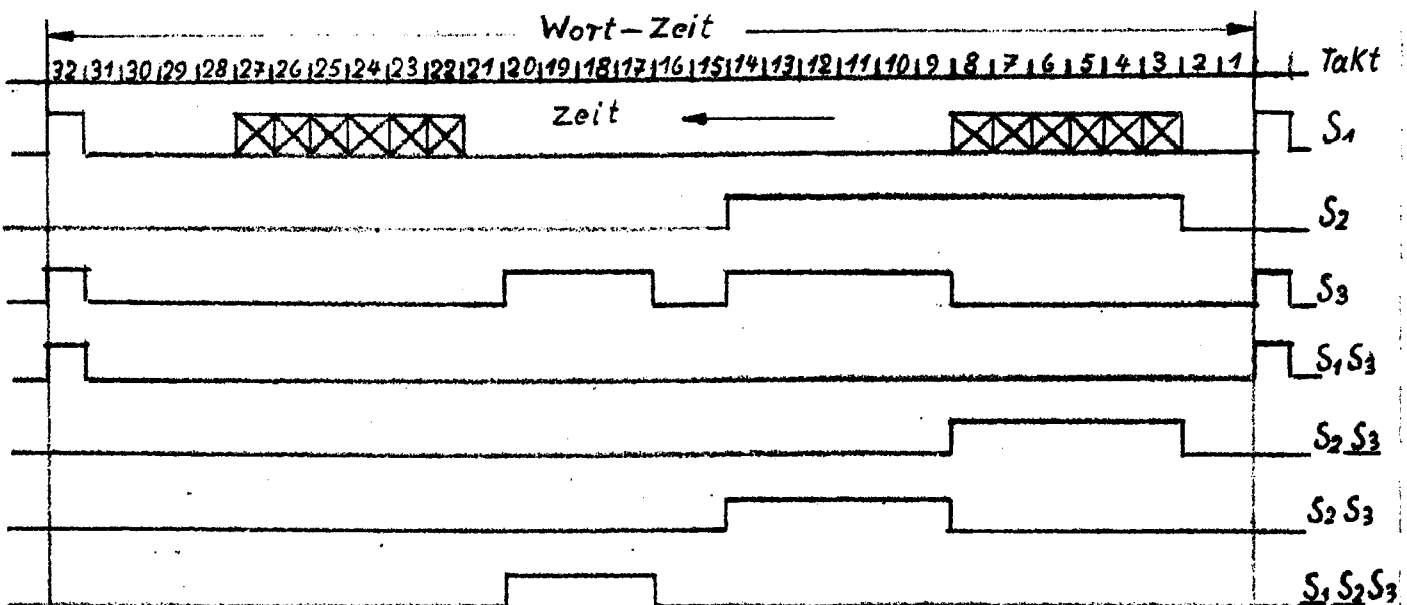
Die Phasen 1 und 3 erfordern je eine oder mehrere Wortzeiten zur Ausführung.

Die Phasen 2 und 4 benötigen je eine Wortzeit für alle Befehle mit der Ausnahme, daß Phase 4 bei N, M und D auf 63, 65, oder 66 oder mehr Wortzeiten ausgedehnt wird.

Eine Wortzeit ist $1/64$ einer Trommelumdrehung oder die Zeit, in der 32 Dualstellen einer Spur an einem festen Punkt, z.B. einem Schreib-Lesekopf, vorbeistreichen. Die Aufteilung einer Spur in Worte und Teile von Worten wird mit drei permanent beschriebenen Zeitspuren S_1 , S_2 und S_3 erreicht.

Während jeder Wortzeit wird mit diesen Spurimpulsen durch logische Übereinstimmung der betreffende Sektor, das Vorzeichen bzw. der Befehl und die Bitzeiten der Adresse festgestellt.

Die typische Wortzeit einer Spur ist im folgenden Bild dargestellt.



Eine "1" kennzeichnet die Stellen, an denen die Bits am Ausgang der Leseschaltung der betreffenden Spur positiv sind. Ein Kreuz "X" kennzeichnet veränderliche Ausgänge (Bits), die sich auf die Dualstellen beziehen, welche den Sektor kennzeichnen.

S_1 enthält die Zellennummerierung in den Bitzeiten 3 - 8 und 22 -27
 S_2 gibt die Adresszeit
 $S_2 \underline{S_3}$ die Sektorzeit
 $S_2 \underline{S_3}$ die Spuradresszeit
 $\underline{S_1} \underline{S_2} \underline{S_3}$...die Befehlszeit
 $S_1 \underline{S_3}$ die Vorzeichenzeit (in den logischen Gleichungen ist dieser Ausdruck mit t_3 abgekürzt)

Jede Wortzeit beginnt und endet mit der Vorzeichenbitzeit. Die Sektoren sind bezeichnet von 00, 01, 02 usw. bis 63. Die Sektoren sind jedoch nicht in dieser Reihenfolge auf der Trommel angeordnet. Der Sektor 00 liegt nicht hinter dem Sektor 01, sondern er liegt um 9 Sektoren weiter, dadurch ergibt sich unten stehende Anordnung. Diese Anordnung ergibt einen Zwischenraum von 2 ms, von einer Adresse n bis zu nächsten n + 1. Es ist dadurch möglich, mit einem Minimum an Aufwand ein annähernd optimales Programm aufzustellen.

Sektor-Nummer	Sektor-Adresse
1	00
2	57
3	50
4	43
5	36
6	29
7	22
8	15
9	08
10	01
11	58
"	"
"	"
63	14
64	07

Die vier Phasen eines Befehls werden unterschieden durch die drei Flip-Flops F, G, und H. Außer bei dem ausgedehnten Schritt 4 steht das H-Flip-Flop dauernd in 0 (M, N und D)

Phase

1	<u>F</u> <u>G</u> <u>H</u>
2	<u>F</u> <u>G</u> <u>H</u>
3	F <u>G</u> <u>H</u>
4	F G <u>H</u>

Die Phasen 1 bis 4 wiederholen sich in der angegebenen Reihenfolge. Das Flip-Flop F steht während der Phase 1 und 2 in "0". F wird am Ende der Phase 2 in "1" gesetzt und bleibt in dieser Stellung während der Phase 3 und 4. Wenn Phase 1 wieder beginnt, wird F auf "0" zurückgesetzt.

Da jeder Phasenwechsel am Ende einer Wortzeit stattfindet, ist das Signal t_3 oder S_1 S_3 - das letzte Bit eines jeden Wortes - in jeder Gleichung für F und G enthalten.

$$\begin{aligned} F' &= \underline{F} \underline{G} \underline{H} S_1 S_3 + \\ \underline{F}' &= F G H S_1 S_3 + \end{aligned}$$

Das +Zeichen hinter den Gleichungen zeigt an, daß es sich nicht um die vollständige Gleichung handelt, sondern nur um den Teil, der die beschriebenen Funktionen darstellt. Da Phase 2 und 4 nur je eine Wortzeit benötigen, kann G - eine Wortzeit, nachdem es gesetzt wurde - zurückgesetzt werden. G wird am Ende der Phase 1 oder 3 gesetzt. Das Ende der Phase 1 oder 3 wird durch die Stellung des Flip-Flops K bestimmt, das zur Zeit t_3 nur während der letzten Wortzeit dieser Phasen gesetzt bleibt.

$$\begin{aligned} G' &= \underline{G} \underline{H} K S_1 S_3 Q_2 + \\ \underline{G}' &= G H S_1 S_3 + \end{aligned}$$

Um anzuzeigen, daß kein blockierter Zustand vorhanden ist, wurde das Zeichen Q_2 dem Ausdruck angefügt. Die Funktion dieses Zeichens Q_2 ist in dem Abschnitt "Blockierter Zustand" beschrieben.

Phase 1

Während der Phase 1 wird der Befehl gesucht, dessen Adresse im umlaufenden Zählregister "C" enthalten ist. In jeder Wortzeit der Phase 1 werden die Bits, die während der Sektoradressenzeit (bezeichnet mit $S_2 \underline{S}_3$) in C erscheinen, Bit für Bit mit der Sektornummer verglichen, die von S_1 gelesen wird. Eine Übereinstimmung aller sechs Bits zeigt an, daß der nächste Sektor die gesuchte Adresse ist, und beendet die Phase 1. Zu diesem Zweck wird das Vergleichs-Flip-Flop K zu Beginn jeder Wortzeit gesetzt. Wenn die Bits von (C) und S_1 während der Zeit $S_2 \underline{S}_3$ nicht übereinstimmen, wird K zurückgesetzt. Ist jedoch eine Übereinstimmung von (C) und S_1 während der Zeit $S_2 \underline{S}_3$ vorhanden, bleibt K während der ganzen Wortzeit gesetzt, wodurch die Phase 1 beendet wird, und G gesetzt werden kann.

$$K' = t_3 \text{ (setze K am Ende der Vorzeichenzeit)}$$

$$\underline{K}' = S_2 \underline{S}_3 \underline{G} \underline{H} (\underline{S}_1 \underline{C} + S_1 \underline{C}) +$$

Der Ausdruck $\underline{S}_1 \underline{C} + S_1 \underline{C}$ ist nur erfüllt, wenn S_1 und (C) nicht übereinstimmen.

$S_2 \underline{S}_3 \underline{G} \underline{H}$ zeigt die Sektorzeit der Phase 1 oder 3 an.

Um die richtige Spur vor Beginn der Phase 2 auszuwählen, werden die sechs Bits des Zählregisters C während der Spurzeit $S_2 \underline{S}_3$ in die Flip-Flops $P_1 \dots P_6$ copiert. Für diesen Zweck sind die sechs Flip-Flops zu einem Schieberegister verbunden. Die Bits von (C) werden in P_1 geschoben und eine Bit-Zeit später in P_2 usw.. In dieser Weise kommt die unterste Stelle der Spuradresse in P_6 und die oberste in P_1 zur Zeit des letzten Bits der Zeit $S_2 \underline{S}_3$.

$$\begin{aligned} P_1^i &= i \underline{G} \underline{C} +) \\ \underline{P}_1^i &= i \underline{G} \underline{C} +) \end{aligned} \quad \text{übernehme Inhalt C zu jeder Bitzeit}$$

$$\begin{aligned} P_2^i &= i P_1 +) \\ \underline{P}_2^i &= i \underline{P}_1 +) \end{aligned} \quad \text{übernehme } P_1 \text{ zu jeder Bitzeit}$$

$$\begin{aligned} P_3^i &= i P_2 +) \\ \underline{P}_3^i &= i \underline{P}_2 +) \end{aligned} \quad \text{übernehme } P_2 \text{ zu jeder Bitzeit}$$

$$\begin{aligned} &\text{usw.} \\ i &\neq S_2 \underline{S}_3 \underline{H} \underline{G} \underline{F} + (\text{Spuradressenzeit, Phase 1.}) \end{aligned}$$

Phase 2

Während der Phase 2 wird der Befehl, dessen Adresse in Phase 1 gefunden wurde, vom Hauptspeicher in das R-Register übernommen. Das Lesesignal vom Hauptspeicher wird mit "V" bezeichnet. Während der Phase 2 wird der Umlauf des R-Registers unterbrochen und die neue Information wird eingelesen. Am Ende der Phase 2 läuft für die nachfolgende Phase 3 ein neuer Befehl in "R" um.

$$R' = \underline{F} \underline{G} \underline{H} \underline{V} + \underline{G} \underline{R} \underline{b}_R, \text{ wobei } \underline{b}_R \text{ angibt, daß die Taste "Befehl eingeben" nicht in Funktion ist.}$$

Hierbei gibt R' das Schreibsignal und nicht den Eingang eines Flip-Flops an. Mit R wird das Signal vom R-Register bezeichnet. $\underline{F}\underline{G}$ zeigt Phase 2 an und $\underline{G}$ Phase 1 und 3. Der Umlauf von R während Phase 4 ist hier ausgenommen, da er von dem auszuführenden Befehl abhängig ist. Der Inhalt des C-Registers, welches die Adresse des gerade gefundenen Befehls enthält, wird zur Vorbereitung der nächsten Phase 1 um eins erhöht. Das K-Flip-Flop dient als Übertrags-Flip-Flop zur Erhöhung der Adresse in C, unter der Bedingung des gleichzeitigen Vorhandenseins der Adressenzeit S 2. K wird zu Beginn jeder Wortzeit gesetzt. K wird zurückgesetzt, sobald eine Null in der Adresse erscheint, die im C-Register enthalten ist und bleibt zurückgesetzt bis zur nächsten Wortzeit.

$$C' = \underline{F} \underline{G} \underline{H} \underline{S}_2 (\underline{K}\underline{C} + \underline{K} \underline{C}) +$$

$$\underline{K}' = \underline{t}_3$$

$$\underline{K}' = \underline{S}_2 \underline{F} \underline{G} \underline{C} +$$

Die Ausdrücke für den Umlauf der Adresse des nächsten Befehls während Phase 1 und 3 sind:

$$C' = \underline{b}_C \underline{C} \underline{G} \underline{S}_2 + , \text{ wobei } \underline{b}_C \text{ anzeigt, daß die Taste "Zähler löschen" nicht gedrückt ist.}$$

Während der Phase 4 läuft ebenfalls in C die Adresse des nächsten Befehls um, außer bei der Ausführung eines U-Befehls.

$$C' = \underline{b}_c C F S_2 (\underline{Q}_1 + \underline{Q}_2 + \underline{Q}_3 + \underline{Q}_4) +$$

Die logische Summe der Q-Flip-Flops gibt alle Befehle außer "U" an.

Phase 3

Während der Phase 3 wird der Operand gesucht, in einer ähnlichen Weise wie bei Phase 1, nur mit dem Unterschied, daß die Adresse des gesuchten Wortes in R steht. Dies wird erreicht durch die Logik von K und P:

$$K' = t_3$$

$$\underline{K}' = S_2 \underline{S}_3 \underline{G} \underline{H} (\underline{S}_1 r_1 + S_1 \underline{r}_1) + \text{wobei } r_1 = \underline{C}\underline{F} + F R \underline{H} +$$

$$\underline{P}'_1 = i \underline{G} r_1 +$$

$$\underline{P}'_1 \neq i \underline{G} \underline{r}_1 +$$

$$\underline{P}'_2 = i \underline{P}_1 +$$

$$\underline{P}'_2 = i \underline{P}_1 +$$

$$\underline{P}'_3 = i \underline{P}_2 +$$

$$\underline{P}'_3 = i \underline{P}_2 +$$

$$i = S_2 S_3 \underline{H} \underline{G} (\underline{Q}_1 + \underline{Q}_2 + \underline{Q}_3 + \underline{Q}_4 +) + \text{wobei die } Q \text{ gesetzt sind bei allen Befehlen, außer bei der Eingabe während der Phase 3.}$$

r_1 bezeichnet hier die Phase in Verbindung mit $\underline{G} \underline{H}$ ebenso wie die Übernahme der Bits, welche in die P'-Flip-Flops geschoben werden.

In der gleichen Wortzeit der Phase 3 werden die vier Bits des Befehls vom R-Register in vier Q-Flip-Flops copiert, in der gleichen Weise, wie die P-Flip-Flops bei Phase 3 gesetzt werden, jedoch zur Befehlszeit durch $\underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3$ dargestellt.

$$\left. \begin{aligned} \underline{Q}'_1 &= \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 F \underline{G} R \underline{H} \underline{b}_q + \\ \underline{Q}'_1 &= \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 F \underline{G} R \underline{H} \underline{b}_q + \end{aligned} \right\} \text{Copiere R in } Q_1$$

$$\left. \begin{aligned} \underline{Q}'_2 &= \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 F \underline{G} \underline{Q}_1 \underline{H} \underline{b}_q + \\ \underline{Q}'_2 &= \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 F \underline{G} \underline{Q}_1 \underline{H} \underline{b}_q + \end{aligned} \right\} \text{Copiere } Q_1 \text{ in } Q_2$$

usw. für Q_3 und Q_4

$\underline{b}_q$ gibt an, daß die Taste "Eingabe von Hand" nicht gedrückt ist. Mit einigen Ausnahmen werden diese Stellungen der Q-Flip-Flops ohne Änderung bis zur nächsten Phase gehalten. Die Stellungen der Q-Flip-Flops für jeden der 16 Befehle sind im folgenden Bild gezeigt. Während der Ausführungen eines Eingabe-Befehls wird Phase 2 ausgelassen und das Copieren der Adresse vom R-Register in die P-Flip-Flops während der Phase 3 wird verhindert, um zu vermeiden, daß die neue Information, welche in die P-Flip-Flops gelangt ist, zerstört wird, (siehe Eingabe-Befehl). Der Ausdruck für i in der P-Logik, welcher dieses Copieren verhindern soll lautet:

$$i = S_2 S_3 \underline{H} \underline{G} (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 +) +$$

Dieser Ausdruck kann nur während eines I-Befehls nicht erfüllt werden.

Befehl	Code			
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
Z	0	0	0	0
B	0	0	0	1
Y	0	0	1	0
R	0	0	1	1
I	0	1	0	0
D	0	1	0	1
N	0	1	1	0
M	0	1	1	1
P	1	0	0	0
E	1	0	0	1
U	1	0	1	0
T	1	0	1	1
H	1	1	0	0
C	1	1	0	1
A	1	1	1	0
S	1	1	1	1

Phase 4

Während der Phase 4 wird der Befehl ausgeführt. Die folgenden, zur Erläuterung verwendeten Gleichungen der einzelnen Befehle sind nicht vollständig. Sie enthalten nur diejenigen Ausdrücke, die zur Erklärung der Operation nötig sind. Die Ausführung aller Befehle hängt in erster Linie mit der Operation des Akkumulators oder A-Registers zusammen.

Der Inhalt des Akkumulators läuft während der Phase 1, 2 und 3 bei allen Befehlen, und während der Phase 4 bei den Befehlen U, T, H, Y, R, P und Z um. Die Stellungen der Q-Flip-Flops für diese Befehle können zu einem Ausdruck für den Umlauf des Akkumulators zusammengefaßt werden:

$Q_1 Q_3 Q_4 + Q_2 (Q_3 + Q_4)$, wobei $Q_1 Q_3 Q_4$ die Befehle P und H einschließen,

$Q_2 Q_3$ die Befehle Y, R, U, T und
 $Q_2 Q_4$ den Befehl Z.

Die Gleichung für den Umlauf des Akkumulators bei Phase 1, 2 und 3 und für die obigen Befehle lautet:

$$A' = A \underline{H} [\underline{F} + \underline{G} + Q_1 Q_3 Q_4 + Q_2 (Q_3 + Q_4)] +$$

worin $\underline{H} (\underline{F} + \underline{G})$ die Phasen 1, 2 und 3 kennzeichnen. Für alle weiteren Befehle gilt eine erweiterte Logik.

Die Gleichungen sind bei der Erläuterung der einzelnen Befehle in den folgenden Abschnitten niedergeschrieben.

Bringe B

$(Q_1 Q_2 Q_3 Q_4)$ Copiere V in den Akkumulator.

Unterbreche den Akkumulator-Umlauf zu Beginn der Phase 4. und schreibe V in den Akkumulator.

Beende die Phase 4 nach einer Wortzeit und laß den neuen Inhalt umlaufen.

$$A' = F G (Q_1 Q_2 Q_3 Q_4) V +$$

$F G$ kennzeichnet die Phase 4, $Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$ den Befehl und V die Information vom Speicher.

$$\underline{F}' = G \underline{H} S_1 S_3 \quad \text{normale Rücksetzbedingung}$$

$$\underline{G}' = G \underline{H} S_1 S_3$$

Extrahiere E (Log. Produkt)

$(Q_1 Q_2 Q_3 Q_4)$ Behalte im Akkumulator alle binäre Einsen, die in den gleichen Positionen sind wie die binären Einsen von V . Setze binäre Nullen an alle die Stellen in Akkumulator, wo binäre Nullen bei V stehen. Die Operation wird mit den Grundlagen der Multiplikation im Dualen ohne Verwendung des Übertrags ausgeführt.

Das Produkt $A \cdot V$ wird im Akkumulator gespeichert.

Die Phase 4 wird nach einer Wortzeit beendet.

$$A' = \underline{H} F G Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 A V +$$

Die Ausdrücke für A' der obigen beiden Befehle sind zusammengefaßt, da sie sich nur in der Stellung von Q_1 unterscheiden.

$$A' = \underline{H} F G Q_2 Q_3 Q_4 V (Q_1 + A) +$$

Wenn Q_1 gesetzt ist, bringe V in den Akkumulator.

Wenn Q_1 nicht gesetzt ist, schreibe das Produkt von V und A in den Akkumulator

Addiere $(Q_1 Q_2 Q_3 Q_4) A$

Addiere A und V und speichere die Summe in A . Beende Phase 4 nach einer Wortzeit.

Während der Addition hält das "L"-Flip-Flop die Überträge. Das "L"-Flip-Flop wird immer am Ende jeder Wortzeit, außer bei der verlängerten Phase 4 zurückgesetzt. Bei Additionen in Phase 4 und gleichzeitigem Auftreten einer dualen 1 in A und V wird "L" gesetzt; es wird zurückgesetzt, wenn A und V Null sind. Wenn A und V verschieden sind, bleibt die Stellung von "L" unverändert, wie es die Regeln der dualen Addition erfordern.

Die Signale V und A werden über die Inverter I_1 und I_2 zur Adierlogik geführt. Die Summe von A und V wird, wie in den folgenden Ausdrücken erläutert, in den Akkumulator geschrieben.

$$\begin{aligned} I_1 &= A \underline{H} + & I_2 &= \underline{H} V + \\ L' &= I_2 I_1 \underline{S} \underline{t}_3 + (\underline{S} \text{ gibt Addition an}) \\ \underline{L}' &= (Q_2 Q_3) \underline{I}_2 \underline{I}_1 \underline{S} + \underline{H} S_1 S_3 + \\ A' &= F G (Q_1 Q_2 Q_3) (I_1 I_2 L + \underline{I}_1 \underline{I}_2 L + I_1 \underline{I}_2 \underline{L} + \underline{I}_1 I_2 \underline{L}) + \end{aligned}$$

Die Logik von $\underline{L}'$ ist von dem Befehl abhängig gemacht, um den "L"-Flip-Flop auch bei anderen Operationen verwenden zu können.

$\underline{t}_3$ verhindert, daß L am Ende der Wortzeit gesetzt wird. Q_4 ist in der Gleichung für A' ausgelassen, da dieser Ausdruck für die Addition ebenso gilt wie für die Subtraktion. Der Ausdruck $Q_2 Q_3$ ist in der $\underline{L}'$ -Gleichung notwendig, um zu verhindern, daß L während der Ausführung von Y-, R-, H- oder C-Befehlen zurückgesetzt wird. Negative Zahlen werden als Zweier-Komplemente und Zeichen gespeichert und verarbeitet. Ein Komplement wird durch Ergänzung bis zur größten Ziffer des Systems und Hinzufügen einer 1 zur untersten Stelle gebildet. Die Addition negativer und positiver Zahlen geht in gleicher Weise vor sich.

Subtraktion S

$(Q_1 Q_2 Q_3 Q_4)$

Subtrahiere V vom Inhalt A und behalte die Differenz im Akkumulator.

Die Subtraktion wird ausgeführt, indem das Komplement der Ziffern im Akkumulator gebildet und V hinzuaddiert wird. Von dieser Summe wird dann wieder das Komplement gebildet und das Ergebnis im Akkumulator gehalten. Ein Beispiel der Subtraktion nach dieser Methode ist in Anhang A zu finden. Durch Umwandlung der algebraischen Gleichungen für die obigen Operationen ergibt sich:

$$\begin{aligned}
 A' &= F G Q_1 Q_2 Q_3 (L I_1 I_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} I_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 I_2) + \\
 L' &= \underline{I}_1 I_2 S \underline{t}_3 + \\
 \underline{L}' &= Q_3 Q_2 \underline{I}_2 I_1 S + \underline{H} S_1 S_3 + \\
 S &= \underline{H} Q_4
 \end{aligned}$$

wobei S die Subtraktion bezeichnet.

Die Gleichungen für L stellen die binären Überträge für die Addition von V und A dar, wobei A das Einer-Komplement von A ist.

Unbedingter Sprung U

(Q₁ Q₂ Q₃ Q₄)

Hole den nächsten Befehl aus dem Speicher, dessen Adresse in dem Befehl im Befehlsregister angegeben ist. Um diesen Befehl ausführen zu können, wird der Umlauf des C-Registers unterbrochen und der Inhalt des R-Registers wird nach C gebracht.

Nach einer Wortzeit ist Phase 4 beendet und die neue Adresse läuft in C um. Als nächstes wird der Befehl mit der Adresse aus dem Speicher gelesen, die gerade von R nach C gebracht wurde. Da es bei der Ausführung des Sprungbefehls nicht notwendig ist, einen Operanden zu suchen, wird Phase 3 nach einer Wortzeit beendet, indem G gesetzt wird:

$$\begin{aligned}
 G' &= Q_1 Q_2 Q_3 t_3 F \underline{G} + \text{wobei } Q_1 Q_2 Q_3 \text{ den U- oder T-Befehl bezeichnen.} \\
 C' &= \underline{H} F G R Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 +
 \end{aligned}$$

Der Ausdruck für den Umlauf von C ist hier nicht inbegriffen. Er wurde bei der Beschreibung der Phase 2 erläutert.

Bedingter Sprung

Test (Q₁ Q₂ Q₃ Q₄) T

Hole den nächsten Befehl aus dem Speicher mit der im Befehl enthaltenen Adresse nur, wenn der Akkumulator negativ oder wenn die Taste "Sprung" gedrückt ist und eine 1 in der Vorzeichenstelle des Befehlswortes steht.

Da sich der U- und der T-Befehl nur durch die Stellung des Flip-Flops Q₄ unterscheiden, wird der T-Befehl nur durch Nullsetzen des Q₄ (Q₄) ausgeführt, wenn die obigen Bedingungen erfüllt sind.

Da der Sprung während der Phase 4 ausgeführt wird, erfolgt die Entscheidung während der Phase 3. Zur Vorzeichenzeit t_3 der Phase 3 wird der Inhalt des Akkumulators, die Stellung der Sprung"-Taste und das Vorzeichenbit des R-Registers geprüft und Q_4 entsprechend geschaltet.

$$Q_4' = Q_1 Q_2 Q_3 t_3 (A + R T) \text{ hierin bedeutet } T \text{ die "Sprung"-Taste.}$$

Stop

$$(Q_1 Q_2 Q_3 Q_4) Z$$

Halte die Rechnung in Abhängigkeit von der Stellung der vier "Kein-Halt"-Tasten an.

Die Art der Ausführung ist in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Blockierter Zustand

Halte die Rechnung an, wenn ein Stop oder ein Eingabe-Befehl kommt, oder wenn bei einem Additions-, Subtraktions- oder Divisionsbefehl ein Überlauf stattfindet.

Normalerweise wird das Setzen des G-Flip-Flops für den Beginn der Phase 2 durch das Q_2 -Flip-Flop gesteuert.

Wenn in Phase 1 das Q_2 nicht gesetzt ist, kann G nicht gesetzt werden und Phase 1 bleibt bestehen. Die Maschine befindet sich in einem blockierten Zustand. Q_2 wird immer zur Vorzeichenzeit t_3 der Phase 4 gesetzt, wenn bei Befehlen Q_2 in Null steht und der Befehl kein Halt- bzw. Stop-Befehl ist.

$$Q_2' = H F G t_3 Q_2 Q_1 [Q_1 + (Q_3 + Q_4) +] +$$

Hierbei gibt Q_1 an, daß die Taste "Einzeloperation" nicht gedrückt ist.

Die Q-Symbole in den eckigen Klammern kennzeichnen alle Befehle, außer den Stop-Befehlen, bei denen Q_2 nicht gesetzt ist.

Bei der Ausführung des Stopbefehls werden die Stellungen der P-Flip-Flops in Verbindung mit den Stellungen der Tasten "Kein Halt" geprüft.

Q_2 wird gesetzt, wenn die Stellungen der Flip-Flops und der Tasten übereinstimmen, z. B. wenn in der meistbedeutenden Stelle der Spurensadresse eine 1 steht und T_1 gedrückt ist, wird Q_2 gesetzt. Wenn nicht, ergibt es einen "blockierten Zustand", z.B. wenn T_1 nicht gedrückt ist.

$$Q_2' = H F G t_3 Q_2 Q_1 + P_1 T_1 + P_2 T_2 + \dots P_5 T_5 +$$

$T_1 \dots T_5$ bedeuten die Tasten "Kein Halt".

Bei der Ausführung eines Additions- oder Subtraktionsbefehls werden zur Vorzeichenzeit alle Ausdrücke der Addierlogik auf Überlauf geprüft, und Q_2 wird demgemäß gesetzt.

$$Q_2' = G t_3 + Q_1 Q_2 Q_3 (\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 S + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S} + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S} + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 S$$

Ein Überlauf ist bei folgenden Fällen gegeben:

A	V	
(-)-(+) $\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 S$	Subtrahiere ein positives V von einem negativen A und die Differenz ist größer als -1	
(+)-(-) $\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 S$	Subtrahiere ein negatives V von einem positiven A und die Differenz ist größer als + 1	
(+)(+) $\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}$	Addiere ein positives V zu einem positiven A und die Summe ist größer als 1	
(-)(-) $\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}$	Addiere ein negatives V zu einem negativen A und die Summe ist größer als - 1.	

Während der Ausführung eines Eingabe-Befehls herrscht immer ein blockierter Zustand.

$$Q_2' = G t_3 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 +$$

Es ist nur G eingeschlossen, denn es ist notwendig, daß bei einem I-Befehl Q_2 sowohl am Ende der Phase 2 als auch am Ende der Phase 4 zurückgesetzt wird. Dadurch wird dafür gesorgt

daß nur während der ersten Wortzeit der Phase 3 im nächsten Befehl die Adresse in die P-Flip-Flops geschoben wird.

Wenn bei einem Divisionsbefehl der Zähler größer als der Nenner ist, findet ein Überlauf während der zweiten Wortzeit der verlängerten Phase 4 statt.

Die Vorzeichen vom Zähler und Quotienten werden zur Anzeige verwendet, ob ein Überlauf stattgefunden hat, da die Ausführung einer Division durch einen logischen Prozeß von Additionen und Subtraktionen erfolgt. Das Vorzeichen des Teil-Quotienten wird während dieser Wortzeit im Akkumulator und das des Nenners in P_6 gehalten. Im Fall eines Überlaufes ist der Ausdruck für das Rücksetzen des Q_2 Flip-Flops:

$$Q_2' = \underline{F} \underline{G} \underline{H} P_1 t_3 Q_3 (A P_6 + \underline{A} \underline{P}_6) + \text{wobei } \underline{F} \underline{G} \underline{H} P_1 t_3 \text{ das Vorzeichen-Bit der zweiten Wortzeit der verlängerten Divisions-Ausführung bedeutet.}$$

Q_3 = bedeutet Division

Bei der Division muß das Vorzeichen des Zählers und das des Quotienten verschieden sein, wenn der Nenner größer als der Zähler ist. Wenn nicht, erfolgt ein Überlauf bezeichnet durch $A P_6$ oder $\underline{A} \underline{P}_6$ (siehe Anhang "Rechnen im dualen Zahlensystem").

Bei der "Einzeloperation" ist es notwendig, nach der Ausführung eines jeden Befehles den Ablauf der Rechnung zu unterbrechen. Dieses wird durch Einschließen des Signals von der "Einzeloperations"-Taste (O_1) in die Gleichungen für Q_2 und Q_2 erreicht. Wenn O_1 positiv ist, wird am Ende der Phase 4 das Setzen von Q_2 verhindert und zwar für alle Befehle, bei denen es nicht gesetzt ist. Für alle Befehle, bei denen Q_2 während der Phase 4 gesetzt ist, mit Ausnahme der Division und Multiplikation, setzt ein positives O_1 zu Beginn der Phase 1 das Q_2 in Null.

$$Q_2' = G t_3 O_1 Q_1 + \text{hierin kennzeichnet } Q_1 \text{ alle Befehle außer N, M und D.}$$

Bei der Ausführung eines N-, M- oder D-Befehles wird das Q_2 am Ende der vollständigen Operation durch die gleiche Bedingung zurückgesetzt, durch die auch H zurückgesetzt wird.

$$Q_2' = O_1 \underline{H}' +$$

Bei der "Eingabe von Hand" wird ein blockierter Zustand dadurch erzwungen, daß ein I-Befehl in die Q-Flip-Flops gesetzt wird. Dieser Vorgang ist in dem Kapitel "Eingabe" beschrieben.

Das Startsignal "b_s" setzt Q₂ und beendet den blockierten Zustand.

$$Q_2' = \underline{F} \underline{G} \underline{H} b_s +$$

$\underline{F} \underline{G} \underline{H}$ besagt, daß das Startsignal Q₂ nur in Phase 1 setzen kann.

b_s kommt von der "Start"-Taste im Bedienungspult oder von dem Start-Relais in der Schreibmaschine.

Speichern und Halten (Q₁ Q₂ Q₃ Q₄) H

Schreibe den Inhalt des Akkumulators in den Hauptspeicher und erhalte den Akkumulatorinhalt. Das Schreiben in den Hauptspeicher erfolgt nach folgendem Ausdruck

$W = \underline{F} \underline{G} Q_1 Q_2 Q_3$, welcher zu Beginn der Phase 4 erfüllt wird und während der Ausführung des mit Q₁ Q₂ Q₃ bezeichneten Befehls erhalten bleibt.

Die zu speichernde Information wird mit "V" bezeichnet und lautet für den obigen Befehl:

$$\underline{V}' = \underline{A} (Q_1 +) + \underline{L} +$$

Es wird die invertierte Form von V' und A benutzt, da es logisch einfacher ist, die vollständige Gleichung für V' in dieser Weise darzustellen, als in der nicht invertierten Form.

$\underline{V}'$ wird elektronisch invertiert, um V' zu erhalten.

Um nur eine Null in das Zwischenraum-Bit schreiben zu können, ist $\underline{L}$ in den Ausdruck für das Schreiben aufgenommen. Das L-Flip-Flop wird am Ende jeder Wortzeit in Null gesetzt.

Wenn nach dem ersten Bit der Phase 4 "W" in 1 steht, wird das Flip-Flop L gesetzt, damit der Inhalt des Akkumulators auf die Trommel geschrieben werden kann.

Q₁ ist notwendig, um anzuzeigen, daß V' den Inhalt des Akkumulators und nicht den Inhalt von C, wie bei dem R-Befehl, auf die Trommel schreibt.

$$\underline{L}' = \underline{W} +$$

$$\underline{L}' = \underline{H} t_3$$

Der Inhalt von A bleibt erhalten, wie aus den Gleichungen für A der Beschreibung der Phase 4 hervorgeht.

Speichern und Löschen (Q₁ Q₂ Q₃ Q₄) C

Schreibe den Inhalt des Akkumulators in den Hauptspeicher und lösche den Akkumulator während der Phase 4. Das Speichern auf die

Trommel durch den Löschbefehl erfolgt in der gleichen Weise wie beim Umspeicherbefehl, jedoch wird der Umlauf von A während der Phase 4 unterbrochen und der Inhalt dadurch gelöscht.

Der Ausdruck $Q_1 Q_3 Q_4 + Q_2 (Q_3 + Q_4)$ schließt die Zeichen U, T, H, Y, R, P und Z ein, aber er schließt C aus (siehe Beschreibung der Phase 4)

Adressenersatz ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$) Y

Schreibe nur den Adressenteil des Akkumulatorinhalts während der Phase 4 in den Speicher. Der Ausdruck "W" für das Schreiben ist nur zur Zeit S_2 erfüllt. Folglich wird nur der Adressenteil des Wortes übertragen. Dieses wird durch den Befehl $Q_1 Q_2 Q_3$ bewirkt.

$$W = F G Q_1 Q_2 Q_3 S_2$$

Die zu schreibende Information wird von A geholt.

$$\underline{V}' = \underline{A} (+Q_4) + \underline{L} +$$

Q_4 ist eingefügt worden, um zu bewirken, daß A, und nicht wie in dem unten beschriebenen R-Befehl, C geschrieben wird.

L wird gesetzt, bevor W gesetzt wird durch den Ausdruck

$$L' = Q_2 F G$$

Dadurch ist es möglich, das erste Bit der Zeit S_2 zu schreiben.

Rückkehr-Adresse ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$) R

Füge zu der Adresse, die in C steht, eine 1 hinzu und schreibe die Summe auf den angegebenen Speicherplatz.

Die Schreibttore W und L sind geöffnet wie bei dem Befehl "Adressenersatz". Die zu schreibende Information wird von C geholt.

$$\underline{V}' = Q_1 Q_4 (\underline{K} \underline{C} + \underline{K} \underline{C}) +$$

K, das am Ende jeder Wortzeit gesetzt wird, addiert zu dem letztbedeutenden Bit des Adressenteils von C eine 1 - vermittelt des Ausdrucks, der in $\underline{V}'$ enthalten ist, hinzu. Demnach wirkt K als Übertrags-Flip-Flop, welches beim Auftreten der ersten 0 in C wie bei Phase 2 zurückgesetzt wird.

$$\underline{K}' = S_2 \underline{H} (G \underline{C} +) +$$

Drucke ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$) P

Drucke das Zeichen aus, welches durch die 6 obersten Dualstellen in dem Adressenteil des Befehlswortes während der Phase 4 gegeben ist (Spuradresse).

Bei der Ausführung des Befehls werden die 6 Dualstellen der Spur-adresse während der Phase 3 in die P-Flip-Flops geschiftet und dort auch während der Phase 4 gespeichert. Der Druck-Befehl wird mit X bezeichnet, wobei

$$X = F G Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 \text{ ist.}$$

Dieser Ausdruck bildet zusammen mit den P-Flip-Flops die Bedingung zum Zünden der 6 Ausgabe-Thyratrons. Jedes Thyatron erregt einen Magneten im Translator der Schreibmaschine.

Für jedes Zeichen, das eine mechanische Verzögerung in der Schreibmaschine erfordert, (z. B. "Rück", "Tab." usw.) wird das Verzögerungsthyatron gezündet. Für alle Zeichen, mit Ausnahme von "Lesen Start" wird die Translatorkupplung erregt, um den mechanischen Ausdruckvorgang zu starten. Das wird erreicht durch das Zünden des "X"-Thyratrons.

$$Tp_1' = XP_1$$

$$Tp_2' = XP_2$$

$$Tp_3' = XP_3$$

$$Tp_4' = XP_4$$

$$Tp_5' = XP_5$$

$$Tp_6' = XP_6$$

$$Tx' = Xy \quad \text{wobei } y = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6) \text{ ist.}$$

Die Kupplung arbeitet nicht bei einem "Lesen Start-Befehl".

$$T \text{ Lesen Start} = X P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6$$

$$T \text{ Verzögerung} = X P_1 P_2 P_5 P_6$$

Am Ende der Wortzeit, in der die Thyratrons gezündet wurden, ist Phase 4 beendet. Das Ausdrucken des Zeichens ist zu dieser Zeit nicht abgeschlossen; die Thyratrons bleiben gezündet, bis ihre Anodenspannung durch das Öffnen eines Kontaktes gegen Ende des mechanischen Ausdruck-Vorganges in der Schreibmaschine unterbrochen wird. (siehe Beschreibung der Funktion der Schreibmaschine).

Eingabe ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$) 1

Schiebe in Phase 4 die Information durch die P-Flip-Flops in den Akkumulator.

Setze Q_2 zurück und beginne einen blockierten Zustand am Ende von Phase 1.

Vor der Ausführung des Eingabe-Befehls ist es notwendig, daß der Druckbefehl P0000 ausgeführt wird. Hierdurch wird das Abtaster-Lesen-Start-Relais in der Schreibmaschine aktiviert und der Lochstreifenabtaster der Schreibmaschine mechanisch gestartet.

Jedes Zeichen wird von dem Lochstreifenabtaster gelesen und in vier oder sechs den Dualziffern entsprechenden Spannungen umgewandelt, welche die vier Bits des Zeichens angeben. Diese Signale, bezeichnet mit P_1^* , $\underline{P}_1^*$ bis P_4^* , $\underline{P}_4^*$ oder P_6^* , $\underline{P}_6^*$ setzen die P_1 -bis P_4 -, bzw. die P_1 - bis P_6 -Flip-Flops.

$$\begin{array}{ll} P_1' = P_1^* + & P_4' = P_4^* + \\ \underline{P}_1' = \underline{P}_1^* + & \underline{P}_4' = \underline{P}_4^* + \\ P_2' = P_2^* + & P_5' = P_5^* + \\ \underline{P}_2' = \underline{P}_2^* + & \underline{P}_5' = \underline{P}_5^* + \\ P_3' = P_3^* + & P_6' = P_6^* + \\ \underline{P}_3' = \underline{P}_3^* + & \underline{P}_6' = \underline{P}_6^* + \end{array}$$

Zur gleichen Zeit, in der die P-Flip-Flops durch Signale von der Schreibmaschine gesetzt wird, setzt ein besonderes Signal, bezeichnet als P^* , das Flip-Flop "F" zur Zeit t_3 . ($F' = P^* t_3$)

Infolge des Setzens von "F" wird die Phase 3 begonnen, in der der Eingabe-Befehl ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$) aus dem Befehlsregister R, in dem er gespeichert ist, in die Q-Flip-Flops übernommen wird.

Die Phase 3 wird durch das Setzen von G, bedingt durch $\underline{P}^*$, beendet.

$$G' = Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 F \underline{P}^* t_3$$

Während der Phase 4 wird der normale Akkumulator-Umlauf unterbrochen und die Flip-Flops werden zu einem Schiebe-Register verbunden.

A' , der Ausdruck für das Akkumulator-Schreibsignal übernimmt den Inhalt von P_4 bei 4-Bit-Eingabe oder von P_6 bei 6-Bit-Eingabe während jeder Bit-Zeit einer Wortzeit der Phase 4.

Während A' den Inhalt von P_4 oder P_6 übernimmt, wird der Inhalt von P_5 nach P_6 , P_4 nach P_5 , P_3 nach P_4 , P_2 nach P_3 , P_1 nach P_2 und der Akkumulatorinhalt nach P_1 geschoben.

In dieser Weise ist am Ende der Phase 4 der Inhalt des Akkumulators um 4 oder 6 Stellen nach links verschoben. Die obersten Dualstellen werden in die P-Flip-Flops geschoben und sind grundsätzlich verloren. Der Inhalt der P-Flip-Flops wird in die untersten Dualstellen des Akkumulators geschoben. Am Ende der Phase 4 wird Q_2 wieder zurückgesetzt und der blockierte Zustand der Phase 1 beginnt. Die Ausdrücke für das Schreiben in den Akkumulator und das Schieben in die P-Flip-Flops sind:

$$\begin{array}{ll} P_1' = i G A & P_4' = i P_3 \\ \underline{P}_1' = i G A & \underline{P}_4' = i \underline{P}_3 \\ P_2' = i P_1 & P_5' = i P_4 \\ \underline{P}_2' = i \underline{P}_1 & \underline{P}_5' = i \underline{P}_4 \end{array}$$

$$P_3' = i P_2$$

$$\underline{P}_3' = i \underline{P}_2$$

$$A' = F G H Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 (P_4 D + P_6 D)$$

$$P_6' = i P_5$$

$$\underline{P}_6' = i \underline{P}_5$$

hierbei ist $i = F G H Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$ und D die 6-Bit-Eingabe-Taste.

Die Phase 2 wird bei der Ausführung des Eingabe-Befehls übersprungen, damit der Eingabe-Befehl im Befehlsregister R gespeichert bleibt, und der Zähler nicht um 1 erhöht wird. Wenn eine Phase 2 vorhanden wäre, würde der nächste Befehl, der durch die Angabe des Zählregisters in das Befehlsregister gelesen wird, den Eingabe-Befehl zerstören.

Der Vorgang des Speicherns in den P-Flip-Flops und des Schiebens in den Akkumulator wird für jedes vom Lochstreifen gelesene Zeichen fortgesetzt. Der Eingabe-Befehl wird durch das Start-Signal (b_s) (Beginn zum Rechnen) von der Schreibmaschine, welches beim Lesen eines Stop-Codes erzeugt wird, beendet. Das b_s -Signal setzt Q_2 und eine normale Phase 2 beginnt.

Multiplikation N ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$)

Multipliziere A mit V und behalte die untersten Dualziffern (den weniger bedeutsamen Teil) des Produktes im Akkumulator.

Der Vorgang der Multiplikation besteht aus einer Reihe von Additionen des Multiplikanden zu dem Teilprodukt und dem Schieben des Teilproduktes um jede Stelle des Multiplikators. Eine Multiplikation erfolgt von der ersten Ziffer des Multiplikators bis zur letzten. Das Teilprodukt, welches aus jeder Addition und Verschiebung entsteht, vergrößert sich von einer Wortlänge auf annähernd zwei Wortlängen und erfordert mindestens 64 Wortzeiten (zwei für jede Ziffer des Multiplikators), um das Produkt von V und A zu bilden. Phase 4 wird verlängert durch das Setzen von H am Ende einer Wortzeit der normalen Phase 4, und das Zurücksetzen von F und G am Ende der ersten Wortzeit der normalen Phase 4. Danach wird während der nächsten 63 Wortzeiten der Ablauf der arithmetischen Vorgänge, die das Teilprodukt bilden, ausgeführt. V wird während der ersten Wortzeit der Phase 4 in R übernommen, um den Multiplikanden während der Ausführung des Befehls greifbar zu haben.

$$R' = G H V (+ Q_1 Q_2 (Q_3 +)) +$$

$$H' = F G H S_1 S_3 Q_1 Q_2 (Q_3 +)$$

Um die Ziffern des vollen Produktes speichern zu können, ist der Akkumulator durch Verwendung eines zweiten Lesekopfes "A*" auf zwei Worte plus eine Bitzeit verlängert.

Während der ersten Wortzeit der Multiplikation enthält der auf zwei Worte vergrößerte Akkumulator die 32 Bits des Multiplikators und ein Wort des Teilproduktes. Während die Multiplikation fortgesetzt wird, vergrößert sich das Teilprodukt auf annähernd zwei Worte und der Multiplikator verringert sich auf Null. Dies wird ausgeführt, indem jedes Bit des Multiplikators, nachdem es gebraucht wurde, vom Umlauf ausgeschlossen und der Rest des Multiplikators und das angewachsene Teilprodukt zur nächst höheren Dualstelle geschoben wird. In dem erweiterten Akkumulator werden die Bits von dem A*-Lesekopf (Lesekopf des erweiterten Akkumulators), 65 Bit-Zeiten nachdem sie geschrieben wurden, gelesen. Diese Verzögerung von einer Bit-Zeit über zwei Wortzeiten verschiebt die Information, die von dem A*-Lesekopf gelesen wird, um eine Bitzeit für je zwei Wortzeiten der Multiplikation. Die Bits des Multiplikators werden, nachdem sie verwendet wurden, durch Verhinderung des Schreibens von A' zur letzten Vorzeichenstelle, von jeder der beiden Wortzeiten der Multiplikation beseitigt. Um dieses zu erreichen, ist die A'-Gleichung für das Schreiben nur aus denjenigen Ausdrücken geformt, welche die Vorzeichenzeit der beiden letzten Wortzeiten ausschließen. Das Flip-Flop P_1 wird am Ende der ersten Wortzeit der Phase 4 zurückgesetzt. Am Ende der nächsten Wortzeit wird es wieder gesetzt, am Ende der folgenden wieder zurückgesetzt und so fort, bis die Multiplikation beendet ist. Dieses geschieht zur Unterscheidung der Schiftwortzeit und der Additionswortzeit. Bei jeder geraden Wortzeit ist P_1 zurückgesetzt, bei jeder ungeraden ist es gesetzt. Mit Ausnahme der ersten Wortzeit der Phase 4 wird jedes Paar von Worten mit

$\underline{P}_1$ und P_1 unterschieden

$$P_1' = H S_1 S_3 \underline{P}_1 +$$

$$\underline{P}_1' = G t_3 P_1 + H P_1 t_3 +$$

($G t_3 P_1$ setzt P_1 während der ersten Wortzeit der Phase 4 zurück)

Wegen der gekennzeichneten Zahlendarstellung wird die Vorzeichenstelle ausgesondert und entweder der Multiplikand oder eine Null von dem Teilprodukt abgezogen. (Siehe duales Zahlensystem, Anhang A). Die Subtraktion geschieht in der zweiten Wortzeit der Phase 4, wenn das Teilprodukt (Null) an A* vorhanden ist.

Wenn der Multiplikand negativ ist, wird während der dritten Wortzeit eine "Eins" von jeder Ziffer des Multiplikators subtrahiert.

Die Folge hiervon ist, daß eine 1 zu der untersten Dualstelle, dem Zwischenraumbit, hinzuaddiert wird.

Dieses ist notwendig, um einen Übertrag von den folgenden Additionen zu dem Teilprodukt zu verhindern, wodurch der Multiplikator verfälscht würde. Wenn die unterste Dualstelle des Teilproduktes und die des Multiplikanden addiert ist, wird der Übertrag der Addition in den geraden Wortzeiten bis in die ungeraden Wortzeiten ausgedehnt, in der der Rest des Multiplikators genau wie die obersten Dualstellen des Teilproduktes von dem erweiterten Akkumulator gelesen wird. (Unter der Bedingung, daß der Übertrag wirksam wird, tritt der Multiplikator nur auf, wenn er positiv und der Multiplikand negativ ist.) Wenn der Multiplikand positiv ist, werden Nullen subtrahiert. Die beiden Wortzeiten, in denen die Subtraktionen stattfinden, werden durch $\underline{F} \underline{G} \underline{H}$ dargestellt. Die gerade Wortzeit ist durch $\underline{P}_1$ und die ungerade durch $\underline{P}_1$ gekennzeichnet. Der Ausdruck für die Subtraktion in der normalen Addierlogik wird durch

$$S = \underline{F} \underline{H} Q_3 +$$

dargestellt. Dabei ist Q_3 notwendig, um die Multiplikation von der Division zu unterscheiden. $\underline{F} \underline{H}$ ist nur für die zweite und dritte Wortzeit der Multiplikation erfüllt.

Der Multiplikand wird von dem Anfangs-Teilprodukt der Wortzeit 2 subtrahiert, wenn das Vorzeichen des Multiplikators eine 1 ist. Während der ersten Wortzeit der Phase 4 wird die Vorzeichenstelle des Akkumulators, welche das erste Bit des Multiplikators darstellt, in $\underline{P}_6$ abgesetzt und im Akkumulator gelöscht, indem die Vorzeichenzeit t_3 von der A'-Gleichung ausgeschlossen wird.

$$A' = \underline{H} \underline{A} Q_1 Q_2 (Q_3 +) \underline{t}_3 +$$

$$\underline{P}'_6 = \underline{F} \underline{G} \underline{H} S_1 S_3 \underline{A}$$

$$\underline{P}'_6 = \underline{F} \underline{G} \underline{H} S_1 S_3 \underline{A}$$

Die Q-Ausdrücke bezeichnen nur die Multiplikation.

Der Ausdruck für I_2 der Addierlogik in der zweiten Wortzeit ist abhängig von $\underline{P}_6$.

$$I_2 = \underline{H} \underline{R} \underline{P}_1 (\underline{G} \underline{P}_6 +) +$$

$\underline{P}_1 \underline{G}$ geben die zweite Wortzeit an.

Wenn $\underline{P}_6$ gesetzt ist, ist I_2 gleich R, wenn nicht, dann wird I_2 gleich Null.

Der Ausdruck für das Schreiben der zweiten Wortzeit ist:

$$A' = \underline{H} \underline{P}_1 (\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2) +$$

wobei $\underline{I}_1=0$ und $\underline{I}_2$ = wie oben

Der Ausdruck für das Addieren ist der gleiche wie für die normale Addition oder Subtraktion. Die Tatsache, daß t_3 aus der Gleichung ausgeschlossen ist,

erlaubt es, einen entstehenden Übertrag bei der Subtraktion über die Vorzeichenstelle eines geraden Wortes hinaus in die des ungeraden Wortes zu bringen.

Wortzeit 3

Da die Subtraktion in der dritten Wortzeit fortgesetzt wird, ist die Gleichung für A' :

$$A' = H \underline{t}_3 (L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2) +$$

Das Vorzeichenbit wird durch den Ausdruck $H \underline{t}_3$ unterdrückt, da P_1 für diese Wortzeit gesetzt ist. Das Bit, welches normalerweise zu dieser Zeit geschrieben wird, ist die nächste Ziffer des verwendeten Multiplikators. Demgemäß wird es in P_6 abgesetzt, wo es zur Steuerung der nächsten Rechenoperation dient.

Während dieser Wortzeit steht der verschobene Multiplikator im erweiterten Akkumulator und es wird von jeder Dualstelle des Multiplikators, wenn der Multiplikand aus dem vorher besprochenen Grund negativ ist, eine 1 subtrahiert. Sonst wird eine Null subtrahiert. I_1 entspricht dem A^* -Lesesignal.

Wenn P_5 gesetzt ist, wird I_2 für die volle Wortzeit erfüllt. P_5 wird während der ersten Wortzeit zur Vorzeichenzeit des Multiplikanden gesetzt und bleibt in dieser Stellung für den Rest der Multiplikation.

$$P'_5 = G \underline{H} S_1 S_3 V$$

$$\underline{P}'_5 = G \underline{H} S_1 S_3 \underline{V}$$

$$P'_6 = H P_1 \underline{t}_3 (A^* Q_3 +) +) \text{ Schreibe das nächste Bit des Multi-}$$

$$\underline{P}'_6 = H P_1 \underline{t}_3 (\underline{A}^* Q_3 +) +) \text{ plikators in } P_6.$$

Um die Multiplikation anzuzeigen, ist Q_3 mit aufgeführt.

$$I_1 = A^* H Q_3 P_1 + \text{ dabei bezeichnet } Q_3 P_1 \text{ die ungeraden Wortzeiten der Multiplikation.}$$

$$I_2 = H Q_3 P_1 \underline{F} P_5 + \text{ hierbei bezeichnet } Q_3 P_1 \underline{F} \text{ nur die dritte Wortzeit der Multiplikation.}$$

Die Übertragslogik, welche die Subtraktion ermöglicht und Überträge über die Vorzeichenstelle der geraden Wortzeit hinaustransportiert, ist:

$$L' = H Q_3 \underline{P}_1 (\underline{I}_1 \underline{I}_2 S +) +$$

$$\underline{L}' = Q_2 (Q_3 +) (\underline{I}_1 \underline{I}_2 S +) + P_1 \underline{t}_3 +$$

Der Ausdruck $H Q_3 \underline{P}_1$ erlaubt der Übertragslogik zur Vorzeichenzeit der geraden Wortzeiten zu arbeiten. Der Ausdruck $P_1 \underline{t}_3$ setzt das normale Flip-Flop-L wieder zurück.

Wortzeiten 4 bis 63

Für die übrigen 61 Wortzeiten der Multiplikation wird der Multiplikand oder Null zu dem verschobenen Teilprodukt während jeder

geraden Wortzeit addiert, abhängig von der Stellung von P_6 , dem Multiplikator-Bit.

Diese Addition wird in die ungerade Wortzeit übertragen und das neue Multiplikator-Bit wird am Ende der ungeraden Wortzeit in P_6 gesetzt. Wenn der Multiplikand negativ ist, wird eine 1 zu dem Teilprodukt addiert, und zwar zu jedem Bit links von der obersten Dualstelle des Multiplikanden, wenn das Bit des Multiplikators eine 1 ist. (die Erklärung hierzu ist im Anhang A enthalten).

F ist gesetzt, und bleibt in diesem Zustand bis zum Ende der Multiplikation, um die Wortzeiten 4 bis 63 zum Unterschied von 2 und 3 zu kennzeichnen

$$F' = \underline{G} \underline{H} \underline{P}_1 \underline{t}_3$$

Die entsprechenden Gleichungen für diese Wortzeiten lauten wie folgt:

$$\underline{I}_1 = \underline{A} * \underline{H} \underline{F} \underline{G}$$

$$\underline{I}_2 = \underline{H} \underline{R} \underline{P}_1 (+ \underline{G} \underline{P}_6) + \underline{H} \underline{Q}_3 [+ \underline{P}_1 \underline{P}_5 (+ \underline{P}_6)] +$$

$$\underline{L}' = (\underline{t}_3 + \underline{H} \underline{Q}_3 \underline{P}_1) (\underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S} +) +$$

$$\underline{L}' = \underline{Q}_2 (\underline{Q}_3 +) (\underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S} +) +$$

$$\underline{A}' = (\underline{H} \underline{t}_3 + \underline{H} \underline{P}_1 +) (\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2)$$

Das Flip-Flop P_1 kennzeichnet weiterhin die geraden bzw. ungeraden Wortzeiten. Der erste Ausdruck für $\underline{I}_2$ ist zu jeder geraden Wortzeit, der zweite Ausdruck zu jeder ungeraden Wortzeit erfüllt.

Am Ende der 64. Wortzeit befindet sich das ganze Produkt in dem erweiterten Zwei-Wort-Akkumulator, in den die untersten Dualstellen gerade hineingeschrieben wurden.

Um die untersten Dualstellen des Produktes im Akkumulator zurückbehalten zu können, wird die ausgedehnte Phase 4 beendet und die Phase 1 beginnt. Dadurch ist ein normaler Akkumulator-Umlauf gewährleistet. Der Inhalt des Akkumulators sind in diesem Falle die wenigstbedeutenden Bits des Produktes. Um die letzte Wortzeit der Multiplikation bestimmen zu können, wird die Sektoradresse, die in S_1 enthalten ist, zu jeder Wortzeit der Phase 3 in die 22. bis 27. Dualstelle des C-Registers zur Zeit $\underline{S}_2 \underline{S}_3$ kopiert. Wenn die richtige Adresse des Operanden während der Phase 3 gefunden ist, ist die letzte Adresse, die in das C-Register geschrieben wurde, die Adresse des Operanden.

Wenn Phase 4 beginnt, läuft diese Adresse im C-Register um:

$$\underline{C}' = \underline{b}_c \underline{C} (\underline{G} \underline{S}_2 +) + \underline{H} (\underline{G} \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 +) +$$

Der zweite Ausdruck übernimmt S_1 in das C-Register. Der erste Ausdruck gewährleistet während der Phase 4 den Umlauf in C.

Während der verlängerten Phase 4 läuft der gesamte Inhalt des C-Registers um.

$$\underline{C}' = \underline{b}_c \underline{C} (\underline{H} +) +$$

Da das Ende der Multiplikation genau mit der Wortzeit zusammenfällt, in der der Operand gefunden wurde, wird die in das C-Register geschriebene Adresse verwendet, um die Übereinstimmung mit der Adresse zu suchen, die in der Spur S_1 erscheint.

Das K-Flip-Flop wird zu Beginn jeder Wortzeit gesetzt und wird wieder zurückgesetzt, wenn die Bits von C und S_1 nicht übereinstimmen.

$$K' = t_3$$

$$K' = \underline{S}_2 H (\underline{S}_1 r_1 + S_1 \underline{S}_3 \underline{r}_1) +$$

dabei ist $r_1 = C H +$

$\underline{S}_3$ ist in den Ausdruck für den Vergleich aufgenommen, da S_1 während der Vorzeichenzeit positiv ist und ein Vergleich nicht möglich wäre.

Wenn K am Ende der Vorzeichenzeit während der Wortzeiten 4 - 63, gesetzt ist, werden F und H zurückgesetzt und Phase 1 beginnt.

$$\underline{F}' = F H S_1 S_3 \underline{Q}_4 K$$

$$\underline{H}' = H S_1 S_3 (K \underline{Q}_4 +)$$

Es ist notwendig, $\underline{Q}_4$ einzufügen, um die Multiplikationen M und N zu unterscheiden.

Multiplikation M ($\underline{Q}_1 \underline{Q}_2 \underline{Q}_3 \underline{Q}_4$)

Multipliziere V mit A und behalte die meistbedeutenden Dualstellen des Produktes im Akkumulator.

Die Multiplikation M wird in der gleichen Weise ausgeführt wie die Multiplikation N, mit Ausnahme der letzten Wortzeit. Während dieser Zeit werden die weniger bedeutenden Dualstellen in den Akkumulator geschrieben und die meistbedeutenden Dualstellen sind bis zur nächsten Wortzeit aus dem erweiterten Akkumulator A* nicht greifbar.

Zu dieser Zeit wird Phase 4 nicht beendet, sondern wird auf zwei weitere Wortzeiten ausgedehnt.

Während der 65. Wortzeit werden die meistbedeutenden Dualstellen des Produktes in den Akkumulator geschrieben. Am Ende dieser Wortzeit ist das Produkt um eine Stelle verschoben (dieses wird hervorgerufen durch Multiplizieren mit dem Zwischenraumbit.)

Eine weitere Wortzeit, die 66., wird verwendet, um A zu A zu addieren, wodurch das Produkt um eine Stelle nach links verschoben wird. Die 65.

Wortzeit ist durch den Ausdruck

F G H P_1 gekennzeichnet

G wird gesetzt, während F und H gesetzt bleiben :

$$G' = \underline{G} K \underline{P}^* (\underline{Q}_4 H S_1 S_3 +) +$$

$\underline{Q}_4$ bezeichnet die Multiplikation M anstelle von N.

Die P- und Addierlogik sowie die A'-Logik bleibt unverändert.

Die nächste Wortzeit, bezeichnet mit $F G H \underline{P}_1$, ist die letzte Wortzeit. Die Eingänge zum Addierwerk sind nun A und A .

$$\underline{I}_1 = A (F G Q_3 \underline{P}_1) +$$

$$\underline{I}_2 = H Q_3 (G A \underline{P}_1) +$$

$$A' = H \underline{P}_1 (L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2)$$

Am Ende der Wortzeit werden F , G und H zurückgesetzt und Phase 1 beginnt.

$$\underline{F}' = t_3 \underline{P}_1 F G +$$

$$\underline{G}' = G t_3 (\underline{P}_1 Q_3 +) +$$

$$\underline{H}' = H S_1 S_3 (G \underline{P}_1 Q_3 +) +$$

Die Wortzeiten der Multiplikation und die Ein- und Ausgänge zur Addierlogik sind vereinfacht in der folgenden Tabelle dargestellt.

Multiplikation $Q_1 Q_2 Q_3$

Wortzeit	F	G	H	$\underline{P}_1$	A'	$\underline{I}_1$	$\underline{I}_2$	S
1	1	1	0	X	$A t_3 (A)$	(V)		
2	0	0	1	0	$\leq$	$0 P_6 R$		1
3	0	0	1	1	$\leq t_3$	$A^* P_5$		1
4	1	0	1	0	$\leq$	$A^* P_6 R$		0
5	1	0	1	1	$\leq t_3$	$A^* P_6 P_5$		0
6, 8 ... 62	1	0	1	0	$\leq$	$A^* P_6 R$		0
7, 9 ... 63	1	0	1	1	$\leq t_3$	$A^* P_6 P_5$		0
64	1	0	1	0	$\leq$	$A^* P_6 R$		0 Ende bei N
65	1	1	1	1	$\leq t_3^*$	$A^* P_6 P_5$		0
66	1	1	1	0	$\leq$	$A A$		0 Ende bei M

Division ($Q_1 Q_2 Q_3 Q_4$)

Dividiere den Akkumulatorinhalt durch V und behalte den abgerundeten Quotienten im Akkumulator.

Die Division wird durchgeführt, indem - je nach Übereinstimmung der Vorzeichen des Restes und des Nenners - durch Addieren oder Subtrahieren des Nenners der Rest nach Null hin verschoben wird.

Es wird wie bei der Multiplikation der Akkumulator erweitert. Dadurch wird für die Speicherung des wachsenden Quotienten Platz gewonnen. Es wird außerdem Platz für die Verdoppelung oder Verschiebung des Restes bei jedem Schritt gewonnen. Wie bei der Multiplikation benötigt jeder Schritt der Division zwei Wortzeiten. Der Nenner V wird in der ersten Wortzeit der Phase 4 in das Befehlsregister R geschrieben. Das Vorzeichen wird wie bei der Multiplikation in P_5 abgesetzt.

$$R' = G \underline{H} V \left[+ \underline{Q}_1 \underline{Q}_2 (\underline{Q}_4 +) \right] +$$

$$P'_5 = G \underline{H} S_1 S_3 V +$$

$$\underline{P}'_5 = G \underline{H} S_1 S_3 \underline{V} +$$

Während der ersten Wortzeit der Division wird das Vorzeichen des Akkumulators in P_6 abgesetzt und dort für die nächsten beiden Wortzeiten gespeichert. Zur gleichen Zeit wird das Vorzeichen des Zählers im Akkumulator von dem Umlauf ausgeschlossen.

$$P'_6 = F G \underline{H} S_1 S_3 A +$$

$$\underline{P}'_6 = F G \underline{H} S_1 S_3 \underline{A} +$$

$$A' = \underline{H} A \left[\underline{Q}_1 \underline{Q}_2 (+ \underline{Q}_4) \underline{t}_3 + \right] +$$

Das Vorzeichen von jedem neuen Rest wird in P_6 abgesetzt und dort während zweier Wortzeiten gespeichert.

Der neue Rest wird gebildet und in jeder geraden Wortzeit geschrieben.

Das Vorzeichen des Restes erscheint dann am Lesekopf des Akkumulators zur Vorzeichenzeit der ungeraden Wortzeiten

$$P'_6 = H P_1 t_3 (A \underline{Q}_3 +) +$$

$$\underline{P}'_6 = H P_1 t_3 (\underline{A} \underline{Q}_3 +) +$$

Während je zwei Wortzeiten der Division wird das Vorzeichen des Restes um ein Bit verschoben, um die aufeinanderfolgenden Ziffern des Teilquotienten zu bilden.

In jeder geraden Wortzeit von 4 bis 64, wird der verdoppelte frühere Rest durch Subtraktion oder Addition des Nenners berichtigt, je nachdem, ob die in P_5 und P_6 gespeicherten Vorzeichen-Bits übereinstimmen (siehe Dualzahlen im Anhang A).

In den ungeraden Wortzeiten 3 bis 65 läuft im erweiterten Akkumulator der Teil-Quotient um.

Die Wortzeiten 1, 2 und 3 bis 65, 64 und 66 werden gekennzeichnet durch $F G \underline{H}$, $\underline{F} \underline{G} H$, $F \underline{G} H$ und $\underline{F} \underline{G} H$, entsprechend wie bei der Multiplikation.

In der Wortzeit zwei wird die erste Ziffer des Quotienten gebildet :

$$I_1 = \underline{F} \underline{G} \underline{P}_1 \underline{Q}_3 (A + t_3 P_6) +$$

(In A steht der Zähler ohne Vorzeichen, dieses wird durch P_6 dargestellt)

$$I_2 = H R \underline{P}_1 (\underline{Q}_3 +) +$$

$$L' = (I_1 I_2 \underline{S} + \underline{I}_1 I_2 S) (t_3 +) + \quad) \text{Übertrag wird nicht}$$

$$\underline{L}' = \underline{Q}_3 t_3 + (I_1 \underline{I}_2 S + \underline{I}_1 I_2 \underline{S}) (\underline{Q}_1 +) \underline{Q}_2 + \quad) \text{zwischen geraden und ungeraden Wortzeiten gespeichert.}$$

$$A' = H \underline{P}_1 (L I_1 I_2 + L \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} I_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 I_2)$$

$$S = H \underline{Q}_3 (P_5 + \underline{P}_6) (\underline{P}_5 + P_6) + (\text{Subtrahiere, wenn die Vorzeichen gleich sind})$$

Für die dritte Wortzeit ist :

$$I_1 = A' H \left[+ \underline{Q}_3 (\underline{G} P_1 +) \right] +$$

$$I_2 = 0$$

$$A' = H \underline{t}_3 \text{ (Summe) } +$$

Für die folgenden ungeraden Wortzeiten gilt:

$$I_1 = A * H F \underline{G} +$$

$$I_2 = 0 \text{ (Um eine Änderung des Teilproduktes des Quotienten zu vermeiden, wird kein Ausdruck erfüllt)}$$

$$A' = H \underline{t}_3 \text{ (Summe) } +$$

(Laß die oberste Dualstelle des verschobenen Zählers wegfallen)

Für die nachfolgenden geraden Wortzeiten ist

$$I_1 = A * H F \underline{G} +$$

$$I_2 = H R \underline{P}_1 (\underline{Q}_3 +) +$$

Die S-, L- und A-Ausdrücke sind die gleichen wie in Wortzeit 2. Am Ende der 64. Wortzeit findet die "Sektorübereinstimmung" statt. Der Divisionsvorgang jedoch erfordert für seine Ausführung drei Wortzeiten mehr. Bei der Sektorübereinstimmung wird G gesetzt und bleibt in dieser Stellung für zwei Wortzeiten.

Zur Vorzeichenzeit der zweiten Wortzeit, in der G in I steht, wie durch $\underline{P}_1$ bezeichnet, wird F in Null gesetzt.

Zur Kennzeichnung der 67. Wortzeit bleibt G gesetzt.

$$\underline{F}' = \underline{t}_3 \underline{P}_1 F G +$$

Am Ende der 66. Wortzeit ist der vollständige Quotient in seiner richtigen oder in seiner Komplementform dargestellt. Das Vorzeichen des Nenners gibt bei dieser Methode der Division an, ob der Quotient in seiner Komplementform dargestellt ist oder nicht.

Bei positivem Vorzeichen des Nenners wird immer das Komplement des Quotienten gebildet.

Der Quotient wird durch Subtraktion einer "1" von jeder Ziffernstelle abgerundet, wenn das Vorzeichen des Restes (die oberste Dualstelle des Restes) und das Vorzeichen des Nenners übereinstimmen. Wenn nicht, werden Nullen abgezogen. Die Komplementbildung und das Abrunden erfolgen gleichzeitig in der 67. Wortzeit.

$$I_1 = \underline{F} G H A * \underline{P}_5 + A * H [+ \underline{Q}_3 (G P_5 +)] +$$

$$I_2 = \underline{F} G H (P_5 + \underline{P}_6) (\underline{P}_5 + P_6) +$$

$$S = \underline{F} G H$$

$$A' = H \underline{t}_3 \text{ (Summe) } +$$

Am Ende der 67. Wortzeit ist die Division abgeschlossen und durch das Rücksetzen von G und H beginnt Phase 1. Der abgerundete Quotient läuft im Akkumulator um.

$$\underline{G}' = G \underline{t}_3 (\underline{F} +) +$$

$$\underline{H}' = \underline{F} G H \underline{t}_3 +$$

Für die Division sind die vereinfachten Wortzeiten im folgenden Bild dar-

gestellt.

Wortzeit	DIVISION $Q_1 \ Q_2 \ Q_3 \ Q_4$							
	F	G	H	P_1	A'	I_1	I_2	S
1	1	1	0	X	$A \ t_3$	(A)	(V)	(1)
2	0	0	1	0	$\leq A + t_3$	P_6	R	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
3	0	0	1	1	$\leq t_3$	A^*	O	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
4	1	0	1	0	$\leq$	A^*	R	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
5-63	1	0	1	1	$\leq t_3$	A^*	O	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
6-64	1	0	1	0	$\leq$	A^*	R	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
65	1	1	1	1	$\leq t_3$	A^*	O	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
66	1	1	1	0	$\leq$	A^*	R	$(P_5 \ P_6 + \underline{P}_5 \ \underline{P}_6)$
67	0	1	1	1	$\leq (P_5 A^* + \underline{P}_5 A^*)$	$(P_5 P_6 + \underline{P}_5 \underline{P}_6)$	1	

Die verwendeten logischen Gleichungen, welche die oben aufgeführten Befehlsfolgen erklären, sind zu den folgenden Gleichungen zusammengefaßt, welche die vollständigen internen Rechenoperationen zu jedem Zeitabschnitt beschreiben.

Flip-Flops

$$F' = P^* t_3 + \underline{F} (G \underline{H} S_1 S_3 + \underline{G} H P_1 t_3)$$

$$\underline{F}' = \underline{F} G \underline{H} S_1 S_3 + t_3 \underline{P}_1 \underline{F} G + \underline{F} H S_1 S_3 Q_4 K$$

$$G' = \underline{G} K \underline{P}^* (\underline{F} \underline{H} S_1 S_3 + Q_2 \underline{H} S_1 S_3 + Q_4 \underline{H} S_1 S_3) + \underline{G} Q_1 Q_2 Q_3 t_3 \underline{F} + \underline{G} Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 \underline{F} \underline{P}^* t_3$$

$$\underline{G}' = \underline{G} \underline{H} S_1 S_3 + \underline{G} t_3 (\underline{F} + \underline{P}_1 Q_3)$$

$$H' = \underline{F} G \underline{H} S_1 S_3 Q_1 Q_2 (Q_3 + Q_4)$$

$$\underline{H}' = \underline{F} G H t_3 + H S_1 S_3 (K Q_4 + \underline{G} \underline{P}_1 Q_3)$$

$$K' = t_3$$

$$\underline{K}' = S_2 \underline{H} [G \underline{C} + \underline{G} \underline{S}_3 (\underline{S}_1 r_1 + \underline{S}_1 \underline{r}_1)] + \underline{S}_2 H (\underline{S}_1 r_1 + S_1 \underline{S}_3 \underline{r}_1)$$

$$L' = Q_2 \underline{F} G + (\underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S} + \underline{I}_1 \underline{I}_2 S) (t_3 + H Q_3 \underline{P}_1) + W$$

$$\underline{L}' = \underline{H} S_1 S_3 + P_1 t_3 + Q_3 t_3 + (\underline{I}_1 \underline{I}_2 S + \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}) (Q_1 + Q_3) Q_2$$

$$P_1' = i \underline{G} r_1 + i \underline{G} A + H S_1 S_3 \underline{P}_1 + P_1^*$$

$$\underline{P}_1' = i \underline{G} \underline{r}_1 + i \underline{G} \underline{A} + H P_1 t_3 + \underline{G} t_3 P_1 + \underline{P}_1^*$$

$$P_2 = i P_1 + P_2^*$$

$$\underline{P}_2' = i \underline{P}_1 + \underline{P}_2^*$$

$$\begin{aligned}
P_3' &= i P_2 + P_3^* \\
P_3' &= i P_2 + P_3^* \\
P_4' &= i P_3 + P_4^* \\
P_4' &= i P_3 + P_4^* \\
P_5' &= i P_4 + G H S_1 S_3 V + P_5^* \\
P_5' &= i P_4 + G H S_1 S_3 V + P_5^* \\
P_6' &= i P_5 + F G H S_1 S_3 A + H P_1 t_3 (A Q_3 + A^* Q_3) + P_6^* \\
P_6' &= i P_5 + F G H S_1 S_3 A + H P_1 t_3 (A Q_3 + A^* Q_3) + P_6^* \\
Q_1' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q R \\
Q_1' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q R + b_Q \\
Q_2' &= F G H b_s + H G F S_1 S_2 S_3 b_Q Q_1 + H F G t_3 Q_2 Q_1 [Q_1 + (Q_3 + Q_4) + P_1 T_1 + P_2 T_2 + \dots] + b_Q P^* \\
Q_2' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q Q_1 + F G H P_1 t_3 Q_3 (A P_6 + A P_6) + G t_3 [Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 + O_1 Q_1 + Q_1 Q_2 Q_3 (L I_1 I_2 S + L I_1 I_2 S + L I_1 I_2 S + L I_1 I_2 S)] + O_1 H' \\
Q_3' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q Q_2 \\
Q_3' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q Q_2 + b_Q \\
Q_4' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q Q_3 \\
Q_4' &= H G F S_1 S_2 S_3 b_Q Q_3 + b_Q + Q_1 Q_2 Q_3 t_3 (A + R T)
\end{aligned}$$

Inverter

$$\begin{aligned}
(r_1) &= C F + C H + F H R \\
(S) &= H Q_4 + F G H + H Q_3 (P_5 + P_6) (P_5 + P_6) + F H Q_3 \\
(t_3) &= S_1 S_3 \\
(V') &= [Q_1 Q_4 (K C + K C) + A (Q_1 + Q_4) + L] \\
(I_1) &= F G H A^* P_5 + A (H + F G Q_3 P_1) + F G P_1 Q_3 (A + t_3 P_6) + A^* H [F G + Q_3 P_1 + Q_3 (F + G P_1 + G P_5)] \\
(I_2) &= F G H (P_5 + P_6) (P_5 + P_6) + H V + H R P_1 (Q_3 + G P_6) + H Q_3 [G A P_1 + P_1 P_5 (F + P_6)]
\end{aligned}$$

Katodenfolger

$$\begin{aligned}
(i) &= F G H Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 + S_2 S_3 H G [Q_1 + Q_2 + (Q_3 + Q_4) + F] \\
(X) &= F G Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 \\
(W) &= F G Q_1 Q_2 Q_3 + F G Q_1 Q_2 Q_3 S_2 \\
(R') &= b_R A + G H V [F + Q_1 Q_2 (Q_3 + Q_4)] + b_R R [H + G + F (Q_1 + Q_2 + Q_3 Q_4)] \\
(C') &= H [F G R Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 + G S_1 S_2 S_3 + F G S_2 (K C + K C)] + b_C C [H + G S_2 + G S_2 + F S_2 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)]
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (A') &= \underline{H}(\underline{F} \underline{G} [\underline{Q}_1 \underline{Q}_2 \underline{Q}_3 \underline{Q}_4 (\underline{P}_4 \underline{D} + \underline{P}_6 \underline{D}) + \underline{Q}_2 \underline{Q}_3 \underline{Q}_4 \underline{V} (\underline{Q}_1 + \underline{A})] + \underline{A} \\
 &\quad [\underline{Q}_1 \underline{Q}_3 \underline{Q}_4 + \underline{F} + \underline{G} + \underline{Q}_2 (\underline{Q}_3 + \underline{Q}_4) + \underline{Q}_1 \underline{Q}_2 (\underline{Q}_3 + \underline{Q}_4) \underline{t}_3]) + \\
 &\quad (\underline{F} \underline{G} \underline{Q}_1 \underline{Q}_2 \underline{Q}_3 + \underline{H} \underline{t}_3 + \underline{H} \underline{P}_1 + \underline{F} \underline{G} \underline{H}) (\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \\
 &\quad \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2) \\
 Y &= (\underline{P}_1 + \underline{P}_2 + \underline{P}_3 + \underline{P}_4 + \underline{P}_5 + \underline{P}_6)
 \end{aligned}$$

Thyratrons

$$\underline{Tp}_1 = \underline{X} \underline{P}_1$$

$$\underline{Tp}_2 = \underline{X} \underline{P}_2$$

$$\underline{Tp}_3 = \underline{X} \underline{P}_3$$

$$\underline{Tp}_4 = \underline{X} \underline{P}_4$$

$$\underline{Tp}_5 = \underline{X} \underline{P}_5$$

$$\underline{Tp}_6 = \underline{X} \underline{P}_6$$

$$\underline{Tx} = \underline{X} \underline{Y}$$

$$\underline{T} \text{ Lesen} = \underline{X} \underline{P}_1 \underline{P}_2 \underline{P}_3 \underline{P}_4 \underline{P}_5 \underline{P}_6$$

$$\underline{T} \text{ Verzögerung} = \underline{X} \underline{P}_1 \underline{P}_2 \underline{P}_5 \underline{P}_6$$

$$\underline{T}_{BS} = \underline{F} + \underline{G} + \underline{Q}_2$$

Schalterfunktionen

$$\underline{b}_s = \text{Rechnerstartsignal}$$

$$\underline{b}_R = \text{Befehl eingeben}$$

$$\underline{b}_Q = \text{Eingabe von Hand}$$

$$\underline{O}_1 = \text{Einzeloperation}$$

$$\underline{P}^* = \text{Befehl ausführen - Schreibmaschinen Eingangssignal}$$

$$\underline{b}_c = \text{Zähler löschen}$$

$$\underline{D} = \text{6-Bit-Eingabe}$$

* Die oben niedergeschriebenen Gleichungen sind auf der Logik in einer etwas anderen Weise realisiert. Es wurden einige, immer wiederkehrende Ausdrücke zusammengefaßt, um Dioden und andere Elemente zu sparen. Die zusammengefaßten Ausdrücke sind mit α_1 bis α_8 bezeichnet.

Die wirklich verwendeten logischen Gleichungen sind dann:

$$\text{M 52 } \underline{F}' = \underline{P}^* \underline{t}_3 + \underline{F} (\alpha_{14} + \underline{G} \alpha_3)$$

$$\text{R 40 } \underline{F}' = \alpha_{17} + \underline{t}_3 \underline{P}_1 \alpha_{13} + \underline{F} \alpha_{15} \underline{K} \underline{Q}_4$$

$$\text{O 44 } \underline{G}' = \underline{G} [\underline{K} \underline{P}^* (\underline{F} \alpha_{16} + \underline{Q}_2 \alpha_{16} + \underline{Q}_4 \alpha_{15}) + \alpha_{18} \underline{F} + \alpha_2 \alpha_{10} \underline{F} \underline{P}^* \underline{t}_3]$$

$$\text{M 39 } \underline{G}' = \alpha_{14} + \underline{G} \underline{t}_3 (\underline{F} + \underline{P}_1 \underline{Q}_3)$$

$$\text{Z 59 } \underline{H}' = \alpha_{17} \alpha_2 \alpha_9$$

$$\text{K 48 } \underline{H}' = \alpha_{12} \underline{t}_3 + \alpha_{15} (\underline{K} \underline{Q}_4 + \underline{G} \underline{P}_1 \underline{Q}_3)$$

$$\text{J 51 } \underline{K}' = \underline{t}_3$$

$$\text{R 4 } \underline{K}' = \underline{S}_2 \underline{H} [\underline{G} \underline{C} + \underline{G} \underline{S}_3 (\underline{S}_1 \underline{r}_1 + \underline{S}_1 \underline{r}_1)] + \underline{S}_2 \underline{H} (\underline{S}_1 \underline{r}_1 + \underline{S}_1 \underline{S}_3 \underline{r}_1)$$

- H 46 $L' = W + (\alpha_5 + \alpha_7) (t_3 + H Q_3 P_1) + \alpha_{13} Q_2$
- F 37 $\underline{L}' = \alpha_6 + P_1 t_3 + Q_3 t_3 + (\alpha_6 + \alpha_8) (Q_1 + Q_3) Q_2$
- H 6 $P'_1 = i G r_1 + i G A + \alpha_{15} P_1 + P_1^*$
- M 15 $\underline{P}'_1 = i G \underline{r}_1 + i G \underline{A} + \alpha_3 + G t_3 P_1 + \underline{P}_1^*$
- F 8 $P'_2 = i P_1 + P_2^*$
- F 14 $\underline{P}'_2 = i \underline{P}_1 + \underline{P}_2^*$
- D 9 $P'_3 = i P_2 + P_3^*$
- F 3 $\underline{P}'_3 = i \underline{P}_2 + \underline{P}_3^*$
- D 16 $P'_4 = i P_3 + P_4^*$
- D 4 $\underline{P}'_4 = i \underline{P}_3 + \underline{P}_4^*$
- B 16 $P'_5 = i P_4 + \alpha_{14} V + P_5^*$
- B 23 $\underline{P}'_5 = i \underline{P}_4 + \alpha_{14} \underline{V} + \underline{P}_5^*$
- F 24 $P'_6 = i P_5 + \alpha_{17} A + \alpha_3 (A Q_3 + A^* Q_3) + P_6^*$
- F 28 $\underline{P}'_6 = i \underline{P}_5 + \alpha_{17} \underline{A} + \alpha_3 (\underline{A} Q_3 + \underline{A}^* Q_3) + \underline{P}_6^*$
- C 37 $Q'_1 = \alpha_{11} R$
- F 49 $\underline{Q}'_1 = \alpha_{11} \underline{R} + b_q$
- T 7 $Q'_2 = \underline{F} \underline{G} \underline{H} b_s + \alpha_{11} Q_1 + \alpha_{13} t_3 Q_2 Q_1 (Q_1 + \alpha_9 + P_1 T_1 + P_2 T_2 + P_3 T_3 + P_4 T_4 +) + b_Q P^*$
- V 28 $\underline{Q}'_2 = \alpha_{11} \underline{Q}_1 + \underline{F} \underline{G} \alpha_3 Q_3 (A P_6 + \underline{A} \underline{P}_6) + \underline{G} t_3 [\alpha_2 \alpha_{10} + O_1 Q_1 + Q_1 Q_2 Q_3 (\underline{L} \alpha_7 + \underline{L} \alpha_5 + \underline{L} \alpha_6 + \underline{L} \alpha_8)] + O_1 \underline{H}'$
- C 39 $Q'_3 = \alpha_{11} Q_2$
- F 51 $\underline{Q}'_3 = \alpha_{11} \underline{Q}_2 + b_Q$
- C 41 $Q'_4 = \alpha_{11} Q_3$
- F 52 $\underline{Q}'_4 = \alpha_{11} \underline{Q}_3 + b_Q + \alpha_{18} (A + RTc)$
- V 4 (i) $= \alpha_{13} H \alpha_2 \alpha_{10} + S_2 S_3 H G (Q_1 + Q_2 + \alpha_9 + \underline{F})$
- Z 7 $(r_1) = C \underline{F} + C H + F \underline{H} R$
- V 26 (S) $= H Q_4 + \alpha_{12} + H Q_3 \alpha_4 + \underline{F} H Q_3$
- S 57 (X) $= \alpha_{13} \alpha_{10} Q_1 Q_2$
- Y 42 $(t_3) = S_1 S_3$
- Z 46 (W) $= \alpha_1 Q_3 + Q_1 Q_2 Q_3 S_2 \alpha_{13}$
- Z 57 $(\underline{V}') = Q_1 Q_4 (\underline{K} \underline{C} + K C) + \underline{A} (Q_1 + Q_4) + \underline{L}$

$$Z 22 \quad (I_1) = \alpha_{12} \underline{A}^* \underline{P}_5 + A (\underline{H} + \alpha_{13} Q_3 \underline{P}_1) + \underline{F} \underline{G} \underline{P}_1 \underline{Q}_3 (A + t_3 \underline{P}_6) + \\ A^* \underline{H} [\underline{F} \underline{G} + Q_3 \underline{P}_1 + \underline{Q}_3 (\underline{F} + \underline{G} \underline{P}_1 + \underline{G} \underline{P}_5)]$$

$$Z 34 \quad (I_2) = \alpha_{12} \alpha_4 + \underline{H} \underline{V} + \underline{H} \underline{R} \underline{P}_1 (\underline{Q}_3 + \underline{G} \underline{P}_6) + \underline{H} \underline{Q}_3 [\underline{G} \underline{A} \underline{P}_1 + \underline{P}_1 \underline{P}_5 \\ (\underline{F} + \underline{P}_6)]$$

$$O 52 \quad (R') = b_R A + \underline{G} \underline{H} \underline{V} (\underline{F} + \alpha_2 \alpha_9) + b_R R [\underline{H} + \underline{G} + \underline{F} (Q_1 + \underline{Q}_2 + \alpha_{10})]$$

$$X 50 \quad (C') = \underline{H} [\alpha_{13} R Q_1 \underline{Q}_2 Q_3 \underline{Q}_4 + \underline{G} \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 + \underline{F} \underline{G} \underline{S}_2 (\underline{K} \underline{C} + \underline{K} \underline{C})] + \\ b_C C [\underline{H} + \underline{G} \underline{S}_2 + \underline{G} \underline{S}_2 + \underline{F} \underline{S}_2 (Q_1 + Q_2 + \underline{Q}_3 + Q_4)]$$

$$O 23 \quad (A') = \underline{H} (\alpha_{13} [\alpha_2 \alpha_{10} (\underline{P}_4 \underline{D} + \underline{P}_6 \underline{D}) + \underline{Q}_2 \underline{Q}_3 \underline{Q}_4 \underline{V} (\underline{Q}_1 + A)] + \\ A [Q_1 \alpha_{10} + \underline{F} + \underline{G} + \underline{Q}_2 (Q_3 + \underline{Q}_4) + \alpha_2 \alpha_9 t_3]) + (\alpha_1 Q_3 + \\ \underline{H} t_3 + \underline{H} \underline{P}_1 + \alpha_{12}) (\underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2 + \underline{L} \underline{I}_1 \underline{I}_2)$$

(kein blockierter Zustand) = $\underline{F} + \underline{G} + Q_2$

$$J 53 \quad \alpha_1 = \underline{F} \underline{G} Q_1 Q_2$$

$$J 56 \quad \alpha_2 = \underline{Q}_1 Q_2$$

$$C 34 \quad \alpha_3 = \underline{H} \underline{P}_1 t_3$$

$$A 10 \quad \alpha_4 = (\underline{P}_5 + \underline{P}_6) (\underline{P}_5 + \underline{P}_6)$$

$$E 17 \quad \alpha_5 = \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}$$

$$E 20 \quad \alpha_6 = \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}$$

$$G 21 \quad \alpha_7 = \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}$$

$$G 24 \quad \alpha_8 = \underline{I}_1 \underline{I}_2 \underline{S}$$

$$B 44 \quad \alpha_9 = Q_3 + Q_4$$

$$A 45 \quad \alpha_{10} = \underline{Q}_3 \underline{Q}_4$$

$$G 49 \quad \alpha_{11} = \underline{H} \underline{G} \underline{F} \underline{S}_1 \underline{S}_2 \underline{S}_3 b_Q$$

$$G 55 \quad \alpha_{12} = \underline{F} \underline{G} \underline{H}$$

$$G 58 \quad \alpha_{13} = \underline{F} \underline{G}$$

$$G 1 \quad \alpha_{14} = \underline{G} \underline{H} \underline{S}_1 \underline{S}_3$$

$$A 5 \quad \alpha_{15} = \underline{H} \underline{S}_1 \underline{S}_3$$

$$A 2 \quad \alpha_{16} = \underline{H} \underline{S}_1 \underline{S}_3 \text{ oder } \underline{H} t_3$$

$$E 57 \quad \alpha_{17} = \underline{F} \underline{G} \underline{H} \underline{S}_1 \underline{S}_3$$

$$A 40 \quad \alpha_{18} = Q_1 \underline{Q}_2 Q_3 t_3$$

Schalterschütz- und Relais-Kreise - Ein - Aus

Wie aus der Zeichnung 8801.180 Schem 1 (4) ersichtlich, wird

die Spannung an die Stromkreise des Rechenautomaten in der folgenden Weise gelegt:

Durch Drücken der Taste "Ein"-wird die Netzspannung an den Spulenanschluß 1 des Schützes M E 2, die Kontakte 1 und 33 der "Ein"-Taste, den Ruhekontakt 5 - 3 des UR-Relais und an den Spulenanschluß 2 des Schützes M E 2 gelegt. Das Schütz M E 2 hält sich selbst über die Kontakte 3 und 4 des UR-Relais, die Kontakte 4, 3 des Überstromrelais "ST", die "Aus"-Schalterkontakte 2 und 7, die Kontakte 1 und 2 des Überstromrelais, die Spule des Überstromrelais "ST" und über die Arbeitskontakte 5 und 6 des Schützes M E 2 an der Netzspannung. Die Arbeitskontakte 3 und 4 des Schützes M E 2 verbinden die Netzleitung² mit dem Spulenanschluß 1 des Kuax-Relais, mit dem Spulenanschluß 1 des Relais R 3, mit dem Spulenanschluß 1 des Zeit-Relais VR-2, mit dem Spulenanschluß 2 des Zeit-Relais VR-1, mit dem Spulenanschluß 1 des Relais R 2, mit einer Seite des Heizspannungskonstanthalters (HSK), dem Lüftermotor, dem Trommelmotor, der Gleichspannungsversorgung, dem Transformator Tr 5 für das Thyatron des blockierten Zustandes und den Transformator für die Beleuchtung des Bedienungspultes. Die Arbeitskontakte 5 und 6 des Schützes M E 2 verbinden die Neztleitung 1 über den Anschluß 1 des Überstromrelais "ST" über dessen Spule mit dem Heizspannungskonstanthalter, dem Lüftermotor, Kontakt 6 des Relais R 2, Kontakt 12 des Relais R 4, Anschluß A 1 von Tr 4 und "Aus"-Taste, Kontakt 7. Das Zeit-Relais VR-1 wird über die Ruhe-Kontakte 6 und 8 des R-2-Relais gespeist.

Wenn sich die Arbeitskontakte 3 und 4 des Schützes VR-1 schließen, wird die Spannung an die Relais R 2 und an die Kontakte 11 und 12 der Taste "Eingabe von Hand" und die Kontakte 5 und 6 der Taste "Betrieb" gelegt. Das Relais R 2 wird durch die eigenen Arbeitskontakte 3 und 4 gehalten. Wenn das Relais R 2 anzieht, wird VR-1 abgeschaltet und der Trommelmotor wird über die Arbeitskontakte 6 und 7 des Relais R 2 gespeist. Wenn das Relais R 3 anzieht, wird die halbe Heizspannung des Heiztransformators auf die volle Heizspannung umgeschaltet:

Die Kontakte 3 und 5 des Relais R 3 werden auf 3 und 4, und die Kontakte 6 und 8 des Relais auf 6 und 7 umgeschaltet. Die Kontakte 9 und 10 des Relais R 3 schalten das "Pause"-Licht ab und die Lampe für "Betrieb" an dem Transformator Tr 4 an.

Das Verzögerungsrelais VR-2 wird über die Ruhekontakte 3 und 5 des Relais R 4 zum Anzug gebracht.

Wenn VR-2 schließt, zieht R 4 über die Arbeitskontakte 3 und 4 von Vr-2 an. R 4 hält sich über die Arbeitskontakte 3 und 4 von R-4 und die Arbeitskontakte 3 und 4 von R 2. Wenn R 4 schließt, fällt VR-2 ab. Die Spannung wird über die Arbeitskontakte 12 und 13 von R 4 an den Transformator der Gleichspannungsversorgung und an Tr 5 gelegt. Das "Betrieb"-Licht wird abgeschaltet und das Licht "Bereit" wird über die Ruhekontakte 6 und 8 des R 4 auf die Arbeitskontakte 6 und 7 geschaltet, die Kontakte 11 und 12 der Taste "Handeingabe" sind durch die Arbeitskontakte 9 und 10 des R 4 kurzgeschlossen.

Die Spannung wird von den internen Schaltkreisen der Rechenanlage in der folgenden Weise abgeschaltet :

Durch das Drücken der Taste "Aus" wird der Haltekreis für M E 2 geöffnet. Beim Abfallen von M E 2 werden alle Spannungen in der Rechenanlage abgeschaltet. Bei Überlastung zieht das ST-Relais und öffnet den Haltekreis für M E 2.

Bei einem blockierten Zustand ist das Relais GR nicht angezogen. GR wird über die Verbindung Transformator Tr 5, Spule von GR, Thyatron T_{BS} und Chassis angezogen.

Wenn der blockierte Zustand von neuem beginnt, wird das Thyatron beim Nulldurchgang der Wechselspannung an der Anode gelöscht und GR fällt ab.

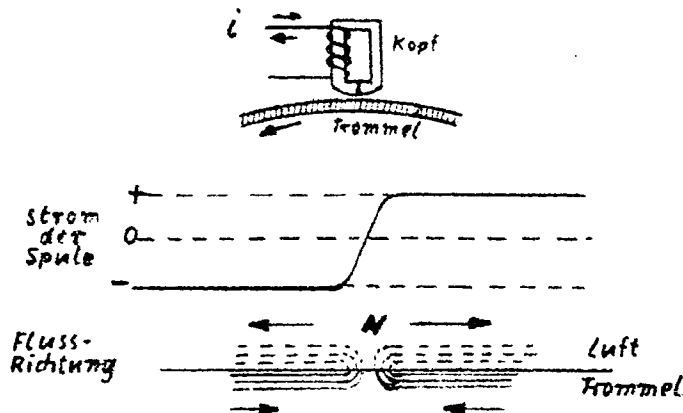
MAGNETSPEICHERTECHNIK

Allgemeines

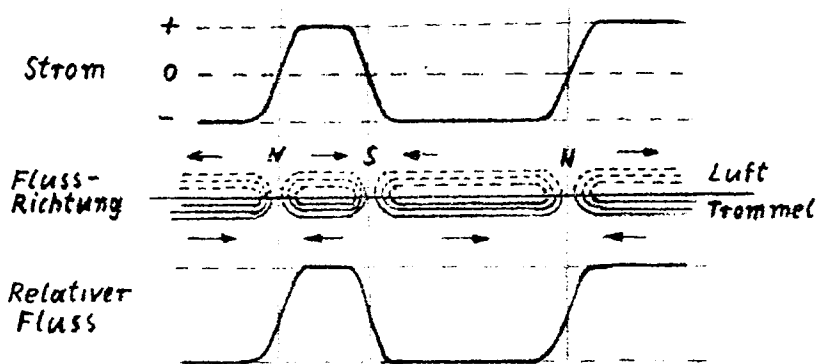
Beim Speichern von Impulsen auf der Magnettrommel verläuft die Richtung des magnetischen Feldes in tangentialer Richtung zur Trommeloberfläche. Das magnetische Feld wird durch die Windungen eines elektromagnetischen Schreibkopfes mit Ferrit-Kern erzeugt.

Die Schreib- bzw. Lesespulen sind um die Polschenkel gewickelt. Jeder Kopf ist so angeordnet, daß der Luftspalt parallel zur Trommelachse verläuft und auf einen Abstand von ungefähr 25 u von der Trommeloberfläche eingestellt ist.

Wenn bei laufender Trommel ein ausreichender Strom durch den Schreibkopf fließt, wird ein Streifen der Trommeloberfläche in Umfangsrichtung bis zur Sättigung magnetisiert. Ein Umkehren der Stromrichtung hat eine Umkehrung der Magnetisierungsrichtung zur Folge.



Eine Folge von Umkehrungen der Stromrichtung durch den Schreibkopf erzeugt das auf der nächsten Seite gezeichnete Impulsformen:



Dieses Verfahren des Schreibens wird als "non-return to zero" bezeichnet, weil die Trommeloberfläche auf der ganzen Spur unter dem Kopf bis zur Sättigung in der einen oder anderen Richtung magnetisiert wird.

Wenn eine in der beschriebenen Weise magnetisierte Spur unter einem Lesekopf vorbeiläuft, wird in dessen Wicklung eine Spannung induziert, die proportional der Größe der magnetischen Flußänderung im Luftspalt ist. Wie angedeutet, ist der Fluß gleichbleibend, außer an den Polen (N und S) der einzelnen magnetisierten Zonen auf der Trommeloberfläche. Wenn einer dieser Pole den Kopf passiert, wird, infolge der Flußänderung eine Spannung in der Spule des Lesekopfes induziert, dessen Richtung von der Richtung der Flußänderung abhängt. Wenn eine bestimmte Flußrichtung dem Schreiben einer "1" entsprechen soll, so entspricht

die andere Flußrichtung dem Schreiben einer "0". Die entsprechenden Spannungsimpulse am Lesekopf können dann umgeformt werden, um damit einen bistabilen Multivibrator (Flip-Flop) anzusteuern, an dessen Ausgang dann die auf die Trommel geschriebene Information erscheint.

Umlauf-Speicher

Die elektronischen Schaltkreise für das Schreiben eines jeden Umlaufspeichers sind sich ähnlich. Sie erhalten ihre Signale von den Diodenschaltungen A', R' und C'. Dieser Ausdruck wird für jedes Umlaufregister verwendet, um die Schreib-Verstärker der einzelnen Register anzusteuern. Da das Schreiben nach der "non-return to zero"-Methode erfolgen soll, wird von jeder Anode des entsprechenden Flip-Flops eine eigene Schreibpentode angesteuert.

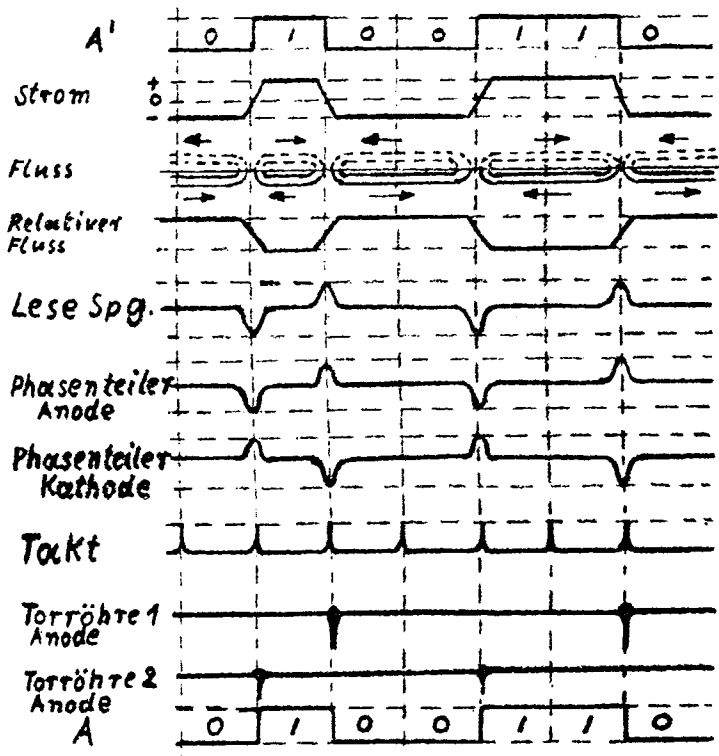
Die Wicklung des Schreibkopfes hat eine Mittellanzapfung. Die beiden äußeren Anschlüsse sind mit je einer Anode der beiden Schreibverstärkerröhren verbunden. Die Mittellanzapfung führt über eine 60 mA-Sicherung auf + 150 V. Die Schaltung ist in dem Bild 8801.227 Schem 1(4) dargestellt.

Beim Lesen wird das Lesesignal von annähernd 0,5 V von einer Pentode mit einem Verstärkungsfaktor von etwa 60 verstärkt. Der Ausgang des Vorverstärkers steuert eine Phasenumkehrstufe an, von deren Anode das zweite Steuergitter einer Schaltröhre (E 91 H) angesteuert wird. Von der Katode der Phasenumkehrstufe wird das Signal dem zweiten Steuergitter einer zweiten Schaltröhre zugeführt.

(Siehe Schaltbild 8801.224 Schem 1 (4))

An das erste Steuergitter jeder Schaltröhre wird die Taktfrequenz gelegt. Wenn am zweiten Steuergitter positive Signale auftreten, erscheint an der Anode der Röhre der Takt um 180° gedreht.

Diese negativen Takt-Impulse von den Anoden steuern die beiden Eingänge eines Flip-Flops. Somit hat jede Änderung der magnetischen Flußrichtung auf der Spur ein Kippen des Flip-Flops zur Folge. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Impulsformen veranschaulicht die Wirkungsweise der Leseschaltung.



Hauptspeicher

Der Schreib- und Lesevorgang im Hauptspeicher erfolgt in einer ähnlichen Weise, wie es bei den Umlauf-Registern beschrieben wurde, es sind jedoch eine Reihe von wichtigen Unterschieden in der Wirkungsweise und in den Schaltungen vorhanden.

Das Schreiben in eine Zelle der 64 Hauptspeicherspuren wird ausgeführt, indem die Information entweder vom Akkumulator A oder vom Zählregister C über die Bedingungen W und V', den Schreib-Lesekopf der betreffenden Spur und einen oder zwei der acht Matrix-Treiber auf die betreffende Spur gegeben wird. Jeder Matrix-Treiber führt grundsätzlich drei Funktionen aus :

Die Anwahl des Schreib-Lesekopfes,
die Steuerung des Schreibstromes,
und die Steuerung der Lesespannung.

Die 64 Hauptspeicherköpfe sind in acht Zeilen und acht Spalten angeordnet und verdrahtet.

Jedes Spulenende von Kopf 0 ist über Dioden mit den gleichen Spulenenden der Köpfe 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 verbunden. Die Spulenenden der Köpfe 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 und 15 sind untereinander verbunden, es besteht jedoch keine Verbindung mit den Köpfen 0 bis 7.

In dieser Weise werden acht Spalten von je acht Köpfen gebildet. Die Mittelanzapfung des Kopfes 0 ist mit den Mittelanzapfungen der Köpfe 8, 16, 24, 32, 40, 48 und 56 verbunden. Die Mittelanzapfung des Kopfes 1 ist mit den Mittelanzapfungen der Köpfe 9, 17, 25, 33, 41, 49 und 57 verbunden. Jeder Kopf einer Spalte ist mit dem entsprechenden Kopf der nächsten Spalte verbunden. Diese Verbindungen sind in Bild 8801.223 Schem 1 (4) dargestellt.

Jede der Mittelanzapfungen führt zu anwählbaren Zeilenverstärkern. In der gleichen Weise führen die Spulenenden der Spalten von je acht Köpfen zu anwählbaren Spaltenverstärkern.

Wenn auf eine bestimmte Spur eine Information geschrieben werden soll, ist es notwendig, die Auswahlspannung der Zeile an die Mittelanzapfung des Kopfes zu schalten sowie den Schreibverstärker der zugehörigen Spalte anzusteuern.

Auf jeder Matrix-Treiber-Karte wird eine Doppeltriode (V_1) als anwählbarer Schreibverstärker und eine Doppeltriode (V_3) als anwählbare Schaltöhre für das Schreiben verwendet.

Die Schreibverstärker-Röhre ist so lange gesperrt, wie die Bedingung P_1 , P_2 , P_3 und W nicht erfüllt ist. Als weitere Bedingung kommt bei dem einen Gitter das Schreibsignal V' und bei dem anderen $\underline{V}'$ hinzu. Unter Verwendung aller möglichen Stellungen der Flip-Flops P_1 , P_2 und P_3 ist es möglich, jeden der acht Schreibverstärker anzuwählen.

Das Signal V' ($\underline{V}'$) ist die zu schreibende Information. Nach Bild 8801.225 Schem 1 (4) ist Gitter 7 der Röhre V_3 positiv, wenn die Bedingung von P_4 , P_5 und P_6 erfüllt ist.

Die Anode 9 der Röhre V_3 ist mit Gitter 2 verbunden. Da sich am Gitter 7 der Röhre V_3 Spannungen von 0 V oder - 20 V, je nach Stellung der P-Flip-Flops, einstellen, stellt sich an der Anode 9 und damit am Gitter 2 der ersten Röhrenhälfte entweder eine Spannung von + 100 V oder + 150 V ein. Am Gitter 2 liegt eine Begrenzungsdiode, welche die Spannung nicht höher als + 150 V werden läßt. Die eine Hälfte der Röhre V_3 arbeitet als Katodenfolger und damit als niederohmige Schaltspannungsquelle für den Schreib-Lesekopf. Wenn das Gitter 2 des ersten Röhrensystems negativ ist, liegt über dem Katodenwiderstand eine Spannung von + 100 V gegen Erde. Wenn das Gitter 2 positiver wird, steigt die Spannung am Katodenwiderstand auf + 150 V.

Da zu jedem Zeilenverstärker acht Köpfe gehören, führt die Schaltspannung für das Schreiben an alle acht Köpfe.

Es wird jedoch nur der Kopf zum Schreiben angewählt, bei dessen Schreibverstärker auch die Bedingung W erfüllt ist. Alle anderen Köpfe, die zu der von dem Schreibverstärker angewählten Spalte gehören, werden

durch die Dioden, welche die Köpfe mit den gemeinsamen Leitungen verbinden, vom Schreiben ausgeschlossen. Dieses kommt daher, daß die nicht angewählten Köpfe und damit die Anoden der Dioden an einer Spannung von + 100 V, die Katoden dagegen an der Spannung des angewählten Kopfes von + 150 V liegen. Beim Schreiben fließt der Schreibstrom durch die eine oder die andere Wicklungshälfte des angewählten Kopfes, in Abhängigkeit davon, ob eine "Null" oder eine "Eins" geschrieben werden soll. Der Strom fließt weiter über die zugehörige Trenn-Diode, den Schreibverstärker, den gemeinsamen Katodenwiderstand von 43 Ohm und über den Schalter "Eingabe von Hand" gegen Erde.

In der Arbeitsstellung "Normal" oder "Einzeloperation" ist dieser Schalter gewöhnlich geschlossen, um einen kräftigen Schreibstrom zu erhalten. Wenn jedoch bei der "Eingabe von Hand" dieser Schalter geöffnet ist, fließen alle Schreibströme über den 10 kOhm Widerstand.

Bei der "Eingabe von Hand" ist es nicht möglich, etwas auf die Trommel zu schreiben. Da beim Einschalten Gleichspannungen an die logischen und elektronischen Kreise gelegt werden, kann es unter Umständen möglich sein, daß Störimpulse auf die Trommel geschrieben werden. Um dieses zu verhindern, sind die Schaltkreise zur "Ein"-Schaltung mit der Taste "Eingabe von Hand" verriegelt.

Für das Lesen einer Spur wird der zugehörige Kopf in der gleichen Weise angewählt wie beim Schreiben. Die Röhre V₃, welche die Schreibspannung liefert, wählt nun den richtigen Kopf und sieben andere in der Weise an, daß die Spannung an diesen Köpfen um + 50 V höher liegt als an allen anderen. Die Schreibverstärker sind gesperrt, da W nicht positiv ist. Von jeder der nun angewählten acht Spuren gelangt das Lesesignal über die Dioden D 8 und D 11 auf die Gitter der Röhren V₂. Die Gitter der Röhren V₂ sind über 180 kOhm-Widerstände mit der Anode des Lese-Schreib-Tores verbunden, welches, wenn nicht geschrieben wird, eine Spannung von etwa + 210 V hat.

Wenn für das Schreiben W erfüllt ist, sinkt die Anodenspannung des Lese-Schreib-Tores auf + 95 V; somit werden die Gitter der Röhren V₂ von den Schreib-Leseköpfen abgeschaltet, indem die Richtung der Spannung an den Dioden D 8 und D 11 umgekehrt wird.

Dieses ist notwendig, um das Schreibsignal von der Leseschaltung fernzuhalten. Die Katoden der Röhren V₂ liegen über je einen 1 kOhm-Widerstand und ein gemeinsames Symmetrierungspotentiometer auf 150 V. (siehe Abschnitt V, Einstellung).

Die Wicklungen der Schreib-Leseköpfe liegen mit ihren beiden Anschlüssen über je zwei Dioden an den Steuergittern der beiden Systeme der Röhre V₂.

Jedes gelesene Signal bewirkt, daß das eine Gitter der Röhre kurzzeitig negativer und das andere kurzzeitig positiv wird. Es fließen in den beiden Systemen ungleiche Ströme, die an den 1 kOhm-Katodenwiderständen ungleiche Spannungen hervorrufen. Zwischen den beiden Katoden liegt die Primärwicklung eines 1:1-Übertragers. Durch die ungleichen Spannungen an den Katoden wird bewirkt, daß durch die Primärwicklung des Übertragers ein Strom fließt, der in der Sekundärwicklung eine Spannung induziert, welche die gleiche Größe und Richtung wie die von dem Lesekopf erzeugte Spannung hat.

Die Sekundärwicklungen von allen acht Leseübertragern sind über trennende Dioden parallel geschaltet. Jede Sekundärwicklung liegt mit ihrer Mittelanzapfung an 0 oder - 5 V und wird in der gleichen Weise wie beim Schreiben angewählt.

Die angewählte Sekundärwicklung liegt auf 0 V, während alle anderen an - 5 V liegen. Sie sind somit durch die Sperrwirkung der Dioden vom Leseverstärker getrennt. Nur die Signale des angewählten Kopfes erscheinen an den Gittern des Lese-Vor-Verstärkers. Wie in Bild 8801.226 Schem 1 (4) gezeigt, besteht der Vorverstärker aus einer Differenzverstärkerstufe und einem Katodenfolger. Das gegenphasige Eingangssignal wird als einphasiges dieser Stufe entnommen, ähnlich wie es bei den Umlaufregistern der Fall ist.

Die Lese-Flip-Flops, die für das Lesesignal vom Hauptspeicher als auch für die Umlaufregister verwendet werden, sind ähnlich. Da das Lesen und das Schreiben mit demselben Kopf vorgenommen wird, kommt das Lesesignal zeitlich etwas später als das Schreibsignal. Der magnetische Fluß ist in Phase mit dem Strom und infolge der hohen Induktivität des Kopfes liegt das Strommaximum etwas hinter dem Spannungsnulldurchgang. Damit ein Impuls gelesen werden kann, ist es notwendig, daß die ersten Steuergitter der Schaltröhren E 91 H im HLFF mit einem positiven Takt-Impuls angesteuert werden, der um etwa 2,2 μ s gegenüber dem normalen Takt verzögert ist.

Diese Verzögerung wird durch eine eingefügte LC-Kombination bewirkt. Das Haupt-Speicher-Lese-Flip-Flop wird immer zur ersten Bit-Zeit eines jeden Wortes durch den Ausdruck S_1 , S_3 und T zurückgesetzt. Dieses Signal wird auf der Karte des Taktgenerators erzeugt; es ist kapazitiv mit dem Hauptspeicher-Flip-Flop gekoppelt, um es am Ende jeder Vorzeichenzeit in Null zu setzen.

Die Schaltung des Taktgenerators

Die Taktspur ist in Form von Nuten, die genauso breit wie die Zwischenräume sind, in die Trommeloberfläche eingefräst.

Nachdem die Trommeloberfläche mit einer Magnetschicht überzogen worden ist, wird die Taktspur abgedreht, so daß das magnetische Material nur noch in den Nuten vorhanden ist. Der Taktspurkopf wird dann mit einem Gleichstrom

erregt, um das magnetisierbare Material in den Nuten zu polarisieren. Das gelesene Taktspursignal erscheint als schneller Spannungsanstieg mit einem langsamen exponentiellen Abfall.

Die Spannungsänderung wird über drei Verstärkerstufen an einen Katodenfolger geführt. Am Ausgang des Katodenfolgers erscheint eine unsymmetrische Sinuswelle. Dieses Signal wird auf das Gitter eines Sperrschwingers gegeben. Der Impulstransformator im Anodenkreis des Sperrschwingers formt das positive Signal von dem Katodenfolger in einen spitzen Nadelimpuls von etwa $+ 125 \text{ V}$ um. Mit diesem Impuls wird ein zweiter Katodenfolger angesteuert. Der Ausgang dieses Katodenfolgers ist mit einem zweiten Impulstransformator mit zwei Sekundärwicklungen gekoppelt. Das Gitter dieses Katodenfolgers ist in der Weise mit dem Ausgang verkoppelt, daß nur positive Impulse in der Primärwicklung des Impulstransformators auftreten. Die auftretenden Spannungen an den Sekundärwicklungen liegen zwischen 0 V und $- 20 \text{ V}$. Die Polarität der Sekundärwicklungen ist so gewählt, daß ein positiver Impuls von 20 V an der Sekundärwicklung auftritt, die an $- 20 \text{ V}$ liegt, und ein negativer Impuls von 20 V an dem Anschluß der Sekundärwicklung auftritt, die an Erde liegt.

Oszillograph zur Anzeige des Inhaltes der drei Umlaufregister

Die Anzeige der drei Umlaufregister A, C, und R wird erreicht, indem die Ausgänge der drei Umlaufregister nacheinander auf den Eingang des Verstärkers für die Vertikalablenkung während einer Zeit von je drei Wortzeiten geschaltet werden. Während der ersten Wortzeit der Dreiwort-Periode wird der Ausgang des C-Registers auf die Vertikalablenkkreise geschaltet.

Während der zweiten Wortzeit wird der Ausgang des R-Registers und während der letzten Wortzeit das A-Register auf die Vertikalablenkung geschaltet. Am Ende der Dreiwort-Periode wird der Vorgang wiederholt. Somit werden die Umlaufregister in der angegebenen Reihenfolge dargestellt.

Die Zeitkonstanten der Kreise für die Horizontal-Ablenkung sind so gewählt, daß der Strahl $0,23 \text{ ms}$ oder eine volle Wortzeit von rechts nach links benötigt. Daher wird während jeder Horizontalablenkung der Inhalt von einem der drei Umlaufspeicher auf dem Oszillographen-Schirm angezeigt. Während einer Periode von drei Wortzeiten wird dann der Inhalt von den drei verschiedenen Umlaufspeichern nacheinander dargestellt. Die vertikale Lage des Horizontalstrahles wird zu jeder Wortzeit einer Dreiwort-Periode um etwa 6 mm auf dem Oszillographenschirm abgelenkt, um eine Überschneidung der dargestellten Inhalte der drei Umlaufspeicher zu vermeiden.

Die vertikale Lage wird von einem Ringzähler bestimmt, welcher den Verstärker für die Vertikalablenkung steuert.

Dadurch wird es möglich gemacht, daß die Inhalte von jedem der drei Umlaufspeicher immer in der gleichen relativen vertikalen Lage und somit voneinander getrennt erscheinen. Der zyklische Umlauf und die Nachleuchtdauer des Schirmes sind so gewählt, daß die Inhalte der drei Umlaufspeicher gleichzeitig als "stehendes Bild" angezeigt werden.

Während jeder horizontalen Ablenkung wird der Inhalt desjenigen Umlaufspeichers, der auf den Verstärker für die Vertikalablenkung geschaltet ist, in Form von zwei verschiedenen Spannungszuständen für jede Dualziffer dargestellt. Eine duale "Eins" wird durch einen hohen und eine duale "Null" durch einen niedrigen Spannungspegel dargestellt. Das dreistufige Zählwerk, das sich in dem Baustein für den Vertikalablenkverstärker befindet, schaltet die Signale auf den Verstärker für die Vertikalablenkung und bestimmt auch die vertikale Lage der betreffenden Umlaufspeicher. Die Schaltung des Zählwerkes (siehe Schaltung 8801.234 Schem 1(4) - Horizontalablenkverstärker) ist so ausgelegt, daß immer nur eine Röhre während einer Wortzeit Strom führt. Die beiden anderen Röhren sind gesperrt.

Die Anodenspannung (V 101) ist bei einer gesperrten Röhre 0V und bei einer stromführenden - 40V. Die Anodenausgänge von je zwei Stufen sind über "Und"-Glieder so miteinander verbunden, daß bei Übereinstimmung das Gitter der dritten Stufe positiv angesteuert wird. Das Gitter einer stromführenden Röhre wird auf etwa - 132 V gehalten, die Gitter der gesperrten Röhren auf - 140 V. Zur Vorzeichenzeit (t_z , T) eines jeden Wortes wird ein negativer Takt-Impuls von 20 V über eine kapazitive Kopplung auf die drei Gittereingangsdioden gegeben.

Die Katoden dieser Gitterdioden liegen auf - 125 V, deshalb wird der Takt-Impuls nur auf das Gitter der stromführenden Röhre übertragen, welches auf -132 V liegt. Der positive Impuls, der an der Anode der stromführenden Röhre bei der Sperrung derselben auftritt, wird kapazitiv auf das Gitter der folgenden Stufe gekoppelt und macht sie damit stromführend. Die Schaltung ist so ausgeführt, daß der zyklische Umlauf immer fortgesetzt wird. Von dem Anodenwiderstand jeder Stufe des Zählwerkes führt ein zweiter Ausgang zu Dioden, welche die Spannung auf 0 V oder - 20 V begrenzen. Jeder verkoppelte Ausgang des Zählwerkes wird über "Oder"-Glieder mit dem negierten Ausgang eines Umlaufspeichers verbunden. Die drei Oder-Glieder sind durch "Und"-Glieder miteinander verbunden, deren Ausgang mit dem Steuergitter eines Katodenfolgers verbunden ist. Dieser steuert eine Vertikalablenkplatte (PS 1) an. Zwei der Ausgänge der "Oder"-Glieder, die auf die "Und"-Glieder führen, sind immer positiv, entsprechend den 0 V-Ausgängen, die von dem Zählwerk zu den

Oder-Toren führen. Das dritte "Oder-Tor" und damit das "Und"-Tor ist positiv oder negativ, abhängig vom Zustand des A-Umlaufregisters. Die Größe der Signalamplitude kann durch Wahl der Vorspannung einer Begrenzungsdiode (D 127) mit dem Potentiometer R 5 von 10 kOhm eingestellt werden. Die relative vertikale Lage der Horizontalablenkung für jedes Register wird gesteuert durch Erfüllung des "Und"-Gliedes (A, B, Erde) am Eingangsgitter des Vertikalverstärkers für die zweite Ablenkplatte (PS 2). Zwei Eingänge dieses "Und"-Gliedes sind mit den Zählwerkausgängen A und B verbunden. Die eine Diode dieses "Und"-Gliedes liegt in Reihe mit einem Widerstand. Der Ausgang dieses Und-Gliedes verhält sich folgendermaßen :

- 1) Wenn beide Eingänge 0 V sind, ist der Ausgang auch 0 V.
- 2) Wenn der Eingang ohne Widerstand an 0 V liegt und der Eingang mit Widerstand an - 20 V, dann ist der Ausgang - 10 V.
- 3) Wenn der Eingang ohne Widerstand an - 20 V liegt, dann ist der Ausgang auch - 20 V.

Somit erscheint als Ergebnis von drei verschiedenen Spannungen eine Spannungsstufe am Gitter der Verstärker-Röhre. Der Ausgang dieser Röhre ist mit dem Gitter der Endstufe für die zweite Ablenkplatte (PS 2) gekoppelt. Die Gittervorspannung dieser Röhre kann mit dem Potentiometer P 1 = 5 MOhm verändert werden, um die gleichzeitige Lage der drei dargestellten Umlaufregister einstellen zu können. Die Schaltung der Horizontalablenkung (Schaltung 8801.234) verwendet einen herkömmlichen Sägezahn-generator für konstanten Strom. Zur Vorzeichenzeit (t_3) eines jeden Wortes wird der Ablenkkreis durch den Taktimpuls (T, negativ) getriggert, der den Kondensator C_1 des RC-Gliedes entlädt. Der zweimal negierte Nadelimpuls entlädt den Zeitkondensator $C_6 = 50$ pF.

Die Größe der Horizontalamplitude kann durch Verändern der Spannung für den Zeitkondensator durch ein Potentiometer eingestellt werden. Die Heizspannung für die Karten der Horizontal- und Vertikalablenkung liefert der Transformator T 702. Er befindet sich neben der Hochspannungsversorgung für den Oszillographen. Die Heizung für die Katodenstrahlröhre wird von dem Transformator T 1 geliefert, der sich auf dem gleichen Chassis befindet. Die Primärwicklungen der Transformatoren sind parallel zu den Wicklungen für die volle Heizung der Transformatoren T 1 und T 2 geschaltet. Die Hochspannung für den Oszillographen wird in der Baueinheit

T 3 erzeugt. Der Eingang für diese Spannungsversorgung ist mit der Primärwicklung des Transformators des Spannungskonstanthalters für die Gleichspannungsversorgung parallel geschaltet. Die Eingangsspannung von 220 V wird hochtransformiert und gleichgerichtet, so daß eine Gleichspannung von 2000 V zur Verfügung steht. Die Gleichspannung führt auf einen Spannungsteiler.

Festsetzen der Heizspannungen auf ein bestimmtes Potential

Um die Potentialdifferenz zwischen Katoden und Heizkreisen zu vermindern, sind die Heizwicklungen der Transformatoren T 1 und T 1 für die Karten durch Spannungsteiler etwa auf Katodenpotential gelegt (siehe Bild 8801.233). Die 12,6 V Heizung von T 1 für das Leitwerk liegt auf - 106 V. Der Spannungsteiler hierfür befindet sich auf der einzelnen Katodenfolger-Karte. Die zugehörige 6,3 V-Heizung ist nicht auf ein besonderes Potential gelegt. Die 6,3 V-Heizung des Transformators T 2 liegt auf + 75 V. Dies wird durch acht parallel liegende Spannungsteiler, welche sich auf den Karten für die Anwahlverstärker befinden, erreicht. Die 12,6 V-Heizung liegt über einen Spannungsteiler auf - 50 V. Der Spannungsteiler befindet sich auf der Karte des Lese-Schreib-Tores.

Die Steuerkreise (Der Startsignalkreis (bs))

Das Setzen des Flip-Flops Q_2 , um den normalen Rechenablauf zu beginnen, geschieht in der folgenden Weise. Mit allen Schaltern und Kontakten wird die Spannung an der Katode der Dioden b_s bei - 20 V, abzüglich des Spannungsabfalls über den Spannungsteiler 4,7 k Ω m und 100 k Ω m gehalten. Wenn die "Start"-Taste gedrückt wird, oder wenn das Startrelais in der Schreibmaschine anzieht, wird die Verbindung zwischen dem Knotenpunkt der Widerstände 100 k Ω m und 220 k Ω m und der Erde gelöst, und es liegen dann an den 100 k Ω m-Widerstand mit dem parallel geschalteten 0,01 μ F-Kondensator etwa 90 V.

Wenn die Erdverbindung durch Lösen der "Start"-Taste oder des Startrelais wieder hergestellt wird, erfolgt ein positiver Spannungssprung, so daß die "Und-Schaltung" in Phase 1 erfüllt ist. Die Zeitkonstante des Kreises ist so gewählt, daß der Spannungsrückgang auf - 20 V lange genug andauert, um das Flip-Flop Q_2 mit Sicherheit zu setzen.

Während der Ausführung eines Druckbefehles ist es notwendig, ein Startsignal zu geben, um dem Rechenautomaten das Ende des Ausdruck-Vorganges anzuzeigen.

Da jeder Druckbefehl mechanisch ausgeführt werden muß, öffnet die Nockenscheibe B im Translator die Verbindung zwischen den Startsignal-Dioden (b) und Erde kurz vor dem Ende des Ausdruck-Vorganges. Um das Start-

signal zu verzögern, damit es erst nach Ausführung des Wagenrücklaufes oder einer Tabulation zur Rechenanlage gelangt, zieht das Startrelais an und fällt nach Ausführung der Operationen ab. Dadurch wird die Erdverbindung wieder hergestellt (siehe Schaltung der Schreibmaschine). Da ein automatischer Wagenrücklauf während eines Translator-Umlaufes erfolgt, schließen die Kontakte 5 und 6 des Relais K 8, um durch Kurzschließen der Nockenscheibenkontakte B die Erzeugung des Startsignales zu verhindern. In ähnlicher Weise werden beim Lesen von Lochstreifen durch das Relais K 5 die Nockenscheibenkontakte B kurzgeschlossen. Das Lesen eines Stop-Zeichens bewirkt jedoch, daß K 5 abgeschaltet wird. Da B noch geöffnet ist, wird während des letzten Umlaufes des Translators ein Startsignal gegeben. Damit verhindert werden kann, daß Startsignale von der Schreibmaschine an den Rechner gegeben werden, kann mit dem Verbindungsschalter S 2 (wenn er in der Stellung "Aus" steht) der Startsignalkreis des Flexowriters gegen Ende kurzgeschlossen werden.

Befehl ausführen - Wenn die Befehlsausführungstaste "R" gedrückt ist, springt der Rechenautomat von Phase 1 zur Phase 3 und läßt dabei Phase 2 aus. Dadurch wird der Befehl, der im R-Register steht, nicht zerstört. Das Überspringen der Phase 2 wird in der gleichen Weise vorgenommen wie bei der Ausführung eines I-Befehles.

In Stellung "Einzeloperation" (siehe Schem. 8801.400) liegt $\underline{P^*}$ über die Kontakte 4,5 - 8,9 an 0 V. $\underline{P^*}$ liegt an einem Potential von - 20 V. Wird die Taste "Befehl ausführen" gedrückt, dann liegt $\underline{P^*}$ über die Kontakte 2,3 - 9,8 an 0 V und an $\underline{P^*}$ stellen sich - 20 V ein.

Das F-Flip-Flop wird gesetzt ($F' = P^* t_3$) und Phase 3 beginnt. Die Schalter für "Zähler löschen", "Befehl eingeben", "Sprung" und "kein Halt" haben je zwei Anschlüsse für den Signalspannungspegel von - 20 V und 0 V. Wenn eine Taste gedrückt wird, erfolgt eine Vertauschung der Spannungszustände: Der Anschluß, der normalerweise an 0 V liegt, erhält - 20 V, und der Anschluß an - 20 V wird auf 0 V geschaltet.

Die Schaltung der Schreibmaschine

Die folgende Schaltungsbeschreibung bezieht sich auf Relais, Kontakte, Anschlüsse und Schalter, die mit Buchstaben bzw. Zahlen wie folgt bezeichnet sind:

Die Anordnung dieser Bauteile ist in der Flex.-Abb. dargestellt. Schaltungsbeschreibungen sind in der Druckschrift Nr. 31 2627 enthalten.

JL	- Kabelverbindung
K1	- Motor-Start-Relais
TC	- Netzanschluß
CRTC	- Wagenrücklauf/Tabulator-Kontakt
BSC	- Rand-Abstand-Kontakt
TA	- Anschluß(für Relais-Gruppe)
TB	- Anschluß(für Relais-Gruppe)
JTA	- Übersetzer-Kabelstecker
JTB	- Übersetzer-Kabelstecker
JR	- Stecker für Abtasterkabel
JP	- Stecker für Lochstreifendruckerkabel
LKL	- Tastenhebelsperre
F	- Sicherung
S1	- Netzschalter
S 11	- Mikroschalter (automatischer Wagenrücklauf)
S 12	- Mikroschalter (automatischer Wagenrücklauf)
RCR	- Lesen-Start-Relais (K 5)
DCR	- Verzögerungsrelais (K 7)
LRC	- Abtaster-Kupplungsmagnet
PCC	- gemeinsamer Locherkontakt
ARR	- Nicht-Wiederholungsrelais
SCC	- gemeinsamer Wählkontakt
SC1 - 6	- Selektorkontakte für Lochen
SC 7-11-P*	- Selektorkontakte für Eingabe
LPC	- Kupplungsmagnet für Lochen
LP1 - 6	- Locher-Magnete
RTC	- Abtaster-Klappe
PTC	- Bandzug-Kontakt des Lochers
RCC	- gemeinsamer Leser-Kontakt
RC 1 - 6	- Kontakte der Leser-Fühlhebel
CDR	- Zeichenlöschungsrelais (K 3)
PLC	- Loch-Sperr-Kontakt
CRR 1	- Relais für automatischen Wagenrücklauf (K 7)
CR	- Sperrdioden
S 2	- Ein-Aus-Schalter
LTC	- Translator-Kupplungsmagnet
LT 1 - 6	- Translator-Magnete
A	- Translator-Nocken-Kontakt
B	- Translator-Nocken-Kontakt
TH	- Thyatron

Motor- und Gleichstromkreise

Über die parallel geschalteten Kabelanschlüsse JL 34 und JL 35, TC 2, Schalter S 1, Sicherung F 1, Motor-Startrelais K 1, TC 3 einerseits und TC 1 und die parallel geschalteten Kabelanschlüsse JL 33 und JL 37 andererseits wird die nötige Wechselspannung an den Motor der Schreibmaschine geführt.

Die Kabelanschlüsse sind parallel geschaltet, um einen ausreichenden Leitungsquerschnitt zu erhalten. Der Einschaltstromstoß in diesem Kreis ist groß genug, um das Relais K 1 zum Ansprechen zu bringen.

Wenn K 1 anzieht, wird die Anlaufwicklung des Motors an die Netzspannung gelegt.

Entsprechend der Charakteristik des Motors und des Startrelais K 1 bleiben die Relaiskontakte so lange geschlossen, bis der Motor seine volle Drehzahl erreicht hat. Zu diesem Zeitpunkt geht der Strom auf einen Wert zurück, bei dem K 1 nicht mehr länger angezogen bleibt. Dadurch wird die Anlaufwicklung abgeschaltet.

Wenn über den Schalter S₁ die Spannung an den Motor gelegt wird, ist auch über die Sicherung F 2 die Spannung am Zweiweggleichrichter CR vorhanden. Der Ausgang von diesem Gleichrichter speist alle Relais und Magnete der Schreibmaschine. Den positiven Anschluß TC 5 haben alle gemeinsam.

Tastensperre (LKL)

Um zu verhindern, daß die Tastenhebel bei fehlender Netzspannung gedrückt werden können, und um gleichfalls ein Arbeiten der Schreibmaschine zu vermeiden, wenn die Lochstanz-Kreise in Funktion sind und eine Bandstörung auftritt, ist eine Sperre vorgesehen, die ein Drücken der Tasten nicht zuläßt.

Der Magnet der Tastensperre wird, wenn die Taste "Lochen" nicht gedrückt ist, von der negativen Seite des Netzteiles TC 6 über die Ruhekontakte des Tastenschalters "Lochen", TC 7 und durch die Spule nach TC 5 erregt. Wenn die Taste "Lochen" gedrückt ist, kommt die Spannung über TC 6, die Lochstreifen-Kontakte DTC und TC 7. Wenn der Magnet der Tastensperre nicht in Funktion ist, geht die Sperrklinke in ihre Sperrstellung.

Lochermagnet- und Locherkupplungsmagnetkreise

Wenn einer der Tastenhebel gedrückt wird, wird der mechanische Vorgang (durch die Selektorkontakte) in entsprechende elektrische Signale umgewandelt, die dem Code der Schreibmaschine entsprechen.

Beim Schließen der Kontakte wird die Spannung an die zugehörigen Lochstanz-Magnete gelegt. Dieses geschieht von der negativen Seite des Netztesiles her über die Arbeitskontakte von der Taste "Lochen ein", SCC, TB 27 Relais K 8 - Ruhekontakte 1 und 2, die Ruhekontakte von PLC, TA 13, K 2 - Ruhekontakte 11 und 12, TA 14 und SC 1 - 6. Der Locherkupplungsmagnet wird zur gleichen Zeit über TA 13, K 2 - Ruhekontakt 13 und 14 und TA 15 erregt. Die Kupplung und die Lochermagnete werden zur gleichen Zeit erregt. Infolge des langsamen Ansprechens des Locherkupplungsmagneten sind die Lochermagnete bereits angezogen, bevor die Locherkupplung beginnt, sich zu drehen.

Schaltkreis des Nichtwiederholungsrelais K 2

Da die Funktionsabläufe des Lochens und des Schreibens nicht synchron sind, ist es möglich, daß der Locher einen Kreislauf vollendet, bevor der Schreibvorgang beendet ist. Um zu vermeiden, daß die Locherkupplung noch einmal anzieht, wird das Nichtwiederholungsrelais K 2 zum Anziehen gebracht und von der negativen Seite des Netztesiles her, über die Taste "Lochen", SCC, TB 27, K 8 - Ruhekontakte 1 und 2, TA 16, die Arbeitskontakte der Lochersperre (die zu Beginn des Lochungskreislaufes schließen), und TA 11 gehalten. Wenn K 2 anzieht, wird der Kreis für die Locherkupplung und die Kontakte SC 1 - 6 geöffnet. Falls der gemeinsame Wählkontakt noch geschlossen ist, wenn der Kontakt der Lochersperre am Ende des Lochungskreislaufes schließt, bleibt K 2 an der Spannung über seine eigenen Arbeitskontakte 3 und 4 und durch SCC zur negativen Seite des Netztesiles hin angezogen.

Der Bandlaufkreis

Die Locherkupplung LPC wird von der negativen Seite des Netzteiles, über den Schalter "Lochen" und die Arbeitskontakte der Taste "Bandlauf" erregt.

Zeichenlöschungs-Kreis

Ein irrtümlich gestanztes Zeichen auf dem Lochstreifen wird durch Stanzen aller Löcher gelöscht. Solch ein Zeichen kann nicht gelesen werden. Wenn die Taste "Code-Löschen" gedrückt wird, zieht das zugehörige Relais K 3 an. Die Spannung wird vom Netzteil über den Schalter "Lochen ein", die Arbeitskontakte des Schalters "Code-Löschen" und TA 17 angelegt. Das Relais K 3 wird dann durch die Verbindung über den Schalter "Lochen ein", PLC, TA 12, die Ruhekontakte 1 und 2 von K 2 und die Arbeitskontakte 1 und 2 von K 3 gehalten. Wenn die Taste "Code-Löschen" wieder freigegeben wird, werden alle sechs Lochermagnete erregt. Dieses geschieht durch Anlegen einer Spannung von der negativen Seite des Netzteiles her über den Schalter "Lochen ein", die Ruhekontakte des Schalters "Code-Löschen", TA 19, die Arbeitskontakte 4 und 5 von K 3, TA 16, die Arbeitskontakte von PLC, TA 13, die Ruhekontakte 11 und 12 von K 2, die sechs Arbeitskontaktsätze von K 3 und TA 1 - 32. Zur gleichen Zeit werden K 2 und die Locherkupplung über TA 16 erregt, wie soeben beschrieben wurde.

Translator

Die elektrischen Signale des Lesers oder des Rechners werden mit Hilfe des Translators in mechanische Bewegungen umgeformt. Wenn die Magnete des Translators durch elektrische Signale erregt werden, wählen die Fühlhebel das zugehörige Zeichen aus. Zur gleichen Zeit wird die Translator-Kupplung erregt und dies bewirkt einen Anschlag des angewählten Typenhebels. Bei Lochstreifeneingabe wird durch Abtasten eines Loches der zugehörige Translator-Magnet von der negativen Seite des Netzteiles her über RTC, die Fühlhebelkontakte RC 1 - 6, über die Translatorsmagnetspulen und den Kontakt der Nockenscheibe A an die gemeinsame Leitung der Spannung geschaltet. Wenn irgendein Fühlhebel ein Loch anzeigt, wird der Translator-Kupplungsmagnet zusätzlich zu den betreffenden Zeichenmagneten erregt.

Die Anoden der Thyratrons werden direkt über die Kabelverbindung JL 1 - 7 mit dem zugehörigen Translatorsmagnet verbunden. Die Katoden der Thyratrons werden mit der negativen Seite der Gleichspannung der Rechenanlage

wenn der Verbindungs-Schalter S 2 in seiner "Ein"-Stellung steht, verbunden (S 2 muß in der "Ein"-Stellung stehen, damit ein Druckbefehl ausgeführt wird). Durch ein positives Signal an den Gittern der Thyratrons werden diese gezündet und die Translatorkreise werden in Funktion gesetzt.

Gegen Ende des mechanischen Vorganges öffnet die Nockenscheibe A und schaltet die Anodenspannung der Thyratrons ab. Diese werden also gelöscht und die Magnete fallen ab. Um Schaltstörungen von den elektrischen Kreisen der Rechenanlage fernzuhalten, sind die Translatormagnete zur Entstörung mit je einem 10 kOhm-Widerstand und einer Diode (JN 93) parallel geschaltet.

Lesersteuerkreise

Das Leserrelais K 5 wird durch Drücken der Taste "Lesen Start" erregt. Die erforderliche Spannung wird von der negativen Seite des Netzteiles über RTC, den "Lesen Start"-Schalter S 4 und TB 18 an das Relais geführt. Das "LesenStart"-Thyatron im Rechner erregt über die Leitung JL 11 auch das Relais K 5. Dieses Relais K 5 hält sich über TB 10, die Arbeitskontakte 14 und 15 von K 5, die normalerweise geschlossenen Kontakte des Lesen-Stop-Schalters, die Ruhekontakte des Schalters "Rechnen Start" und RC 1, die Arbeitskontakte von RC 5 und RC 6, die alle parallel geschaltet sind und über RTC zur negativen Seite des Netzteiles.

Wenn ein "Bed. Stop" gelesen wird, oder wenn der Schalter "Rechner Start" oder der "Lesen-Stop"-Schalter gedrückt ist, wird der Haltekreis für das Leserrelais K 5 unterbrochen. Die normale Funktion von K 5 ist, den Kreis für den Leser-Kupplungsmagneten zu schließen. Es kann jedoch manchmal wünschenswert sein, bei der Ausführung eines Eingabebefehles die Information von Hand mit der Schreibmaschine an Stelle der Lochstreifeneingabe einzugeben. Dieses ist wählbar durch den Schalter "Eingabe von Hand".

Der Leserkupplungsmagnet :

Der Leserkupplungsmagnet wird über die Kontakte von RTC, die Ruhekontakte des "Lesen Ein" - Schalters, CRTC, BSC, TB 17, 1 und 2 von K 7, 12 und 13 von K 5, 11 und 12 von K 4 und die Ruhekontakte der Taste "Eingabe von Hand" an die Spannung geschaltet. Wenn der Kupplungsmagnet einmal erregt ist, bleibt er angeschaltet bis das Relais K 7 anzieht, oder bis das Lese-Relais K 5, wie bereits beschrieben, abfällt.

Verzögerungsrelais (K7)

Es ist notwendig, daß in der Schreibmaschine eine automatische Verzögerungsschaltung vorhanden ist, um die Tätigkeit des Lesers zu unterbrechen, bis eine andere Funktion in der Schreibmaschine beendet ist. Es gibt drei Funktionen, deren Ablauf mehr Zeit erfordert, als die normalen Zeichen. Diese sind : Rücktaste, Wagenrücklauf und Tabulator. Es wurden besondere Zeichen für diese Operationen gewählt. Sie unterscheiden sich von den anderen Zeichen bzw. Operationen dadurch, daß sie alle das Loch 2, aber nicht die Löcher 5 und 6 auf dem Lochstreifen besitzen. Beim Lesen eines jeden dieser Zeichen wird das Verzögerungsrelais K 7 erregt und zwar von der negativen Seite des Netzteiles her, über RTC, die Ruhekontakte vom RC 5 und RC 6, die Arbeitskontakte von RC 2 und TB 5. Wenn eine Operation von der Rechenanlage ausgelöst wird, erhält das Relais K 7 seine Spannung von dem Verzögerungsthyatron über den Anschluß JL 9. Das Relais K 7 hält sich über seine eigenen Arbeitskontakte 2 und 3, TB 17, BSC, CRTC den Schalter "Lesen Start" und RTC. Zu Beginn des mechanischen Ablaufes bewirken die Kontakte von CRTC oder BSC, daß das Relais K 7 abfällt. K 7 bewirkt die Abschaltung der Einlesekupplung, so daß nicht eingelesen werden kann, bis der mechanische Vorgang beendet ist. Zu dieser Zeit öffnen die Kontakte von CRTC oder BSC, wobei der Stromkreis für die Einlesekupplung geöffnet wird. Die Leserkupplung wird wieder bei Beendigung des Vorgangs durch Schließen der Kontakte von CRTC oder BSC erregt.

Automatischer Wagenrücklauf

Um einen automatischen Wagenrücklauf auszuführen, ist es notwendig, den Translator in Betrieb zu setzen. Dies geschieht durch Anschalten des Mikroschalters S 12 durch den Wagenrücklaufreiter. Wenn der Schalter S 12 geschlossen wird, erhält die Translator-Kupplung LTC die Spannung von der negativen Seite des Netzteiles und über RTC, den Lesen Start-Schalter S 4, CRTC, TB 7, S 12, die Ruhekontakte 3 und 4 des Relais K 6, die Diode CR 1 und TB 15. Der Translormagnet LT 2 für das besondere Wagenrücklaufzeichen wird über die Ruhekontakte 1 und 2 des Relais K 6, die Diode CR 1 und TB 15 erregt. Damit das Wagenrücklaufzeichen nicht gelöscht wird, wird das Relais K 8 durch das Schließen von S 12 über die Diode CR 3 zum Anziehen gebracht. Das Relais K 6 wird erregt, wenn S 12 schließt. Das Ansprechen des Relais K 6 wird durch eine Kurzschlußwindung verzögert (Anzugsverzögerung). Dadurch gelangt für eine ausreichende Zeit eine Spannung über die Ruhekontakte von K 6 an die Wicklung der Translatorschleife LT2, um den Translormagneten zu erregen.

Wenn sich die Kontakte von K 6 schließen, wird die Spannung von der Spule LT2 des Translators abgeschaltet und Relais K 7 wird über S 12 und die Arbeitskontakte 13 und 14 von K 6 erregt (siehe Verzögerungsrelaisschaltung). Das Relais K 7 hält sich über seine eigenen Arbeitskontakte 2 und 3, TB 17, BSC, CRTC, den "Lesen-Start" Schalter S 4, RTC und der negativen Seite des Netzteiles. K 8 wird über die CRTC-Kontakte, die sich zu Beginn des Wagenrücklaufvorganges schließen und über seine eigenen Kontakte 3 und 4 gehalten. Am Ende jedes Rücklaufvorganges geht der CRTC-Kontakt in seine Normalstellung zurück, öffnet den Haltekreis von K 8 und gibt die Spannung an die normalen Leserkreise. Der Zweck der Dioden CR1 und CR2 ist, daß das Wagenrücklauf-Relais K 6 nicht anspricht, wenn ein Wagenrücklauf von anderen Kreisen als von der Automatik veranlaßt wird. Die Diode CR 3 verhindert, daß das Relais K 6 über den Haltekreis von K 8 erregt wird.

P* - Schaltung

Die Kontakte SC 6 - 12 geben die Information der Schreibmaschine an den Rechenautomaten. Die Betätigungslaschen von SC 6, 8, 9, 10, 11 und 12 sind mit dem Arbeitskontakt von SC 7 gekoppelt. Die Ruhekontakte sind mit den P-Eingängen der P-Flip-Flops verbunden ($P_1 - P_6$). Die Arbeitskontakte sind mit den P ... - Eingängen verbunden. Normalerweise werden die Katoden der Sperrdioden an jedem der P-Flip-Flop-Gitter auf - 20 V gehalten, und zwar über einen Widerstand, der an - 160 V liegt, wie es im Bild für die P* - Kreise gezeigt ist. Es ist zu bemerken, daß dieses eine vereinfachte Darstellung ist, und die erwähnten Widerstände für die $P_1^* - P_6^*$ nicht gezeichnet sind. Bei "Eingabe von Hand" wird die Erde über P 331 - X mit dem Arbeitskontakt von P* (SC 7)- verbunden, oder wenn ein Lochstreifen gelesen wird, über den Verbindungsschalter S 2 und das Leserelais K 5 zu dem Arbeitskontakt von P*.

Der Anschlag eines Typenhebels bewirkt, daß der P*-Kontakt schließt und Erdpotential an den gemeinsamen Anschluß aller $P_1^* - P_6^*$ - Kontakte gelegt wird. In Abhängigkeit von dem Zeichen wird das Erdpotential über die entsprechenden $P_1^* - P_6^*$ - Kontakte an die Katoden der Sperrdioden gelegt, wodurch die Taktimpulse die entsprechenden Flip-Flops in 1 oder 0, je nach Stellung der Kontakte, setzen. Die Leitung P* wird normalerweise auf 0 V über den Ruhekontakt von P* gehalten. Wenn sich der P*-Kontakt schließt, geht die P*-Leitung auf - 20 V zurück und an P* stellen sich 0 V ein. P* und P* steuern die Flip-Flops F und G bei der "Eingabe von Hand" oder der Ausführung eines Eingabe-Befehls.

Wenn der Verbindungs-Schalter in Stellung "Aus" steht, treten die P*-Kreise bei allen Operationsarten nicht in Tätigkeit, außer bei "Eingabe von Hand". Dieses wird durch Lösen der Erdverbindung von dem Leserelais und durch das Halten der P*-Leitung auf 0 V erreicht.

Start-Signal-Relais

Während der Ausführung eines Wagenrücklaufes, Rücktaste oder Tabulation, ausgelöst durch einen Druckbefehl, ist es notwendig, das Startsignal bis nach der Ausführung des mechanischen Vorganges zu verzögern. Dies wird durch das Erregen des Startsignal-Relais K 4 erreicht, welches den Kreis öffnet, der unter "Startsignalkreis" beschrieben ist. Das Relais K 4 wird über die Arbeitskontakte 4 und 5 von K 7 und die Ruhekontakte 5 und 6 von K 6 erregt. K 4 hält sich über die Ruhekontakte 12 und 13 von K 7 und die Arbeitskontakte 3 und 4 von K 4. Zur gleichen Zeit ist der Haltekreis über RTC, den Schalter "Lesen"-Start, CRTC oder BSC, und die Arbeitskontakte 3 und 4 von K 4 geschlossen.

Somit wird das Startsignal verzögert, wenn durch irgendeine Funktion der Schreibmaschine das Relais K 7 zum Anziehen gebracht und damit auch K 4 erregt wird. Wenn eine Verzögerung von einem automatischen Wagenrücklauf herrührt, verhindert das angezogene Relais K 6, daß das Relais K 4 erregt wird. Bei der Ausführung einer Tabulation durch einen Druckbefehl schließt der Wagen während eines Wagenrücklaufes den Mikroschalter S 11. Der Haltekreis für K 4 wird, bis der normale Haltekreis über die K 7-Kontakte wieder hergestellt ist, geschlossen.

Zeitsteuerung

Jede Schreibmaschine sollte optimal eingestellt sein, wenn sie für den LGP-30 verwendet wird. Da die Arbeitscharakteristiken der verschiedenen Maschinen voneinander abweichen, können keine grundsätzlichen Einstellungen angegeben werden.

Von besonderer Wichtigkeit sind gewisse Nockenscheiben und Kontakte, auf deren allgemeine Einstellung hier hingewiesen wird:

Nockenscheibe A - Der Kontakt soll unmittelbar, nachdem die Leser-Kontakte schließen, geöffnet werden.

Öffnen bei 125°

Schließen bei 240°

Nockenscheibe B - Die Einstellung ist so vorzunehmen, daß der Kontakt während des Ausdruckvorganges so früh wie möglich schließt.

Richtiges Ausdrucken beachten!

Öffnen bei 240°

Schließen bei 300° - 320°

F : Nockenscheibe B und Geschwindigkeit des Flexowriters sollten mit dem "Flexowriter-Test" überprüft werden.

SC 7

- darf erst schließen, wenn SC 8 bis SC 11 mit Sicherheit schon geschlossen sind und wieder öffnen, wenn SC 8 bis SC 11 noch Kontakt geben.

I V

B E D I E N U N G

Aufstellung

Die Aufstellung des Rechenautomaten LGP-30 wird normalerweise von SCHOPPE & FAESER - Wartungspersonal durchgeführt.

Für die Aufstellung des LGP-30 muß ein hinreichend großer Raum zur Verfügung stehen, um sorgfältiges Arbeiten zu ermöglichen. Es sind mindestens 13 m² Bodenfläche erforderlich. Die höchstzulässige Raumtemperatur für den LGP-30 beträgt 35° C. Die Rechenanlage sollte nicht in einer toten Ecke aufgestellt werden. Eine freie Luftströmung um den ganzen Rechner herum sollte gewährleistet sein.

Die Rechenanlage wird in drei Einheiten zum Versand gebracht :

1. Das Rechengerät,
 2. Die Schreibmaschine,
 3. Die Abstellplatte, Druckschriften, Handbücher, Kabel, usw.
- Alle Einsteckeinheiten sind bereits an ihren Plätzen.

Die Aufstellungsarbeiten sind folgende :

Montieren der Abstellplatte,

Anschließen der Schreibmaschine,

Anschließen der Netzzuleitung,

Die erforderliche Netzspannung ist 220 V Einphasenwechselstrom, 50 Hz. Es ist nicht nötig, auf besondere Polung zu achten. Die Netzzuleitung ist mit einem normalen Schuko-Stecker versehen. Die Verwendung eines Schukosteckers wird empfohlen.

Im folgenden werden die einzelnen Schritte zur Aufstellung des Rechenautomaten angegeben :

- 1) Entfernen der Verkleidungen und Durchsicht des Rechners. Es ist auf Transportschäden zu achten, und man sollte sich davon überzeugen, ob alle Teile an ihrem Platze sind. Die Trommel ist mit der Hand leicht zu drehen, um zu kontrollieren, ob sie frei läuft.
Die Schreibmaschine ist aufzurichten und die Antriebswelle ist von Hand zu drehen, um evtl. verklemmte Nockenscheiben zu lösen.

- 2) Bevor die Rechenanlage an das Netz angeschlossen wird, ist zu beachten, daß die Tasten auf dem Bedienungspult in den folgenden Stellungen sind :

"Betrieb"-Taste gedrückt und
"Eingabe von Hand" gedrückt.

- 3) Wenn das Gerät an das Netz angeschlossen worden ist, sollten die üblichen Einschaltvorgänge durchgeführt werden. Dabei ist jedes Mal auf richtige Funktion zu achten. Zu dieser Zeit sollten auch alle Spannungen geprüft werden. Wegen der Verwendung eines Spannungskonstanthalters sind keine Vorkehrungen getroffen, die Gleichspannungen zu regulieren, mit Ausnahme der -20V. Bei Abweichung dieser Spannungen von ihren Sollwerten ist die Eingangsspannung und die Netzfrequenz zu prüfen.
- 4) Nach Kontrolle aller Spannungen ist zu prüfen, ob alle Befehle richtig ausgeführt werden.

Achtung

Die Rechenanlage sollte nicht an ein Netz angeschlossen werden, das durch den Betrieb schwerer elektrischer Maschinen starke Spannungsschwankungen aufweist.

Bedienungstasten

Das Bedienungspult des Rechners enthält 17 Drucktasten, drei Anzeigelampen und einen Oszillographenschirm. Die Funktionen sind in der technischen Beschreibung angegeben. Der Gebrauch der Tasten wird hier erläutert :

Ein - Wenn der Rechner eingeschaltet werden soll, muß die Taste "Eingabe von Hand" gedrückt sein. Wenn die Taste "Eingabe von Hand" gedrückt ist, bewirkt ein kurzzeitiges Drücken auf die "Ein"-Taste, daß mit Hilfe von Relaiskreisen die halbe Heizspannung an die Röhren gelegt und der Lüfter eingeschaltet wird. Nach einer Verzögerung von 50 s werden die Röhren normal geheizt, und der Trommelmotor läuft an. Wenn anstatt der Taste "Betrieb" die Taste "Pause" gedrückt ist, findet am Ende der 50s-Periode keine Anschaltung der Gleichspannung statt. Die Tasten "Betrieb" und "Pause" sind gegeneinander mechanisch verriegelt, so daß nur immer eine allein wirksam sein kann. Bei gedrückter "Betrieb"-Taste wird nach Ablauf der 50s-Periode eine zweite 50s-Aufheizungsperiode begonnen, an deren Ende die Gleichspannung eingeschaltet wird.

Während den Aufheizungsperioden befindet sich der Rechenautomat in den Betriebszuständen, die durch Aufleuchten der Tasten "Pause", "Bereit" und "Betrieb" gekennzeichnet sind.

Aus - Wenn die Rechenanlage ausgeschaltet werden soll, muß zuvor die Taste "Eingabe von Hand" gedrückt sein.

Achtung - Wenn diese Vorkehrung nicht getroffen wird, können auf der Trommel gespeicherte Informationen verlorengehen. Wenn bei gedrückter "Handeingabe"-Taste die "Aus"-Taste kurzzeitig gedrückt wird, fallen die Relais ab, die die Verbindung mit dem Netz herstellen.

Eingabe - In erster Linie dient Die Schreibmaschine als Eingabe- und Ausgabegerät. Wenn die Anlage bereit ist, Eingabe-Informationen aufzunehmen, d. h. bei "Eingabe von Hand" oder bei der Ausführung eines Eingabe-Befehls, bewirkt das Drücken irgendeiner Taste der Schreibmaschine - mit Ausnahme der unten aufgeführten Tasten -, daß vier oder sechs Dualstellen des betreffenden Zeichens in die untersten Stellen des Akkumulators geschoben werden.

Gleichzeitig wird der vorherige Inhalt des Akkumulators um vier oder sechs Dualstellen nach links verschoben. Die meistbedeutenden vier oder sechs Dualstellen gehen verloren. Somit genügen acht oder fünf Zeichen, um den Akkumulator zu füllen.

Die oben erwähnten Ausnahmen sind :

Wagenrücklauf

Um

Um

Rücktaste

Stop-Code

Diese Zeichen steuern keine Eingabe-Kreise. In den Schaltkreisen der Rechenanlage wird zwischen Buchstaben und Zahlen kein Unterschied gemacht.

Die Eingabe von Befehlen, die intern als Zahlen dargestellt werden, wird dadurch erleichtert, daß der erste Buchstabe der Befehlsbezeichnung die gleiche Verschlüsselung hat, wie die entsprechende hexadezimale Zahl, die den Befehl darstellt, z. B. ist der Buchstabe "D" für die Angabe der Division wie die hexadezimale Zahl 5 - (0101) verschlüsselt.

Die Tasten für Befehle sind farblich gekennzeichnet.

Es sei hier vermerkt, daß das Zwischenraum-Bit immer die unterste Dualstelle bei der Eingabe darstellt. Da das Zwischenraum-Bit immer als eine Null in den Speicher geschrieben wird, müssen die Eingabe-Daten so verschoben

werden, daß die Information beim Schreiben in dem Hauptspeicher erhalten bleibt.

Die erste Eingabe von Informationen in die Rechenanlage muß von Hand ausgeführt werden. Dieses wird folgendermaßen ausgeführt :

In der Stellung "Eingabe von Hand" ist von der Schreibmaschine her ein H-Befehl mit der ersten Adresse des Programmes einzutasten. Danach ist die Taste "Befehl eingeben" zu drücken, wodurch der Akkumulator-Inhalt in das Befehlsregister übertragen wird. Jetzt kann der erste Befehl des Programmes in den Akkumulator gegeben werden.

Nach Drücken der Taste "Einzeloperation" wird durch Drücken der Taste "Befehl ausführen" der im Befehlsregister stehende Befehl ausgeführt. Dann ist wieder die Taste "Eingabe von Hand" zu drücken und es kann der H-Befehl mit der Adresse des nächsten zu füllenden Speicherplatzes eingetastet werden.

Es ist in dieser Weise fortzufahren, bis das ganze Programm und alle Daten eingegeben sind.

Zu Anfang wird ein einfaches Programm, der "boot strap", von Hand in den Rechner gebracht. Dieses Programm ist so verschlüsselt, daß eine Befehlsfolge von dem Lochstreifen gelesen werden kann und somit das anfangs von Hand eingegebene Programm vergrößert. Wenn das Programm einmal in die Maschine gelangt ist, kann die Rechnung begonnen werden, indem der Befehl "Sprung" und die Adresse des ersten Befehls in den Akkumulator gebracht wird; die Taste "Befehl eingeben" ist zu drücken und dann die Taste "Einzeloperation". Wenn die Taste "Befehl ausführen" gedrückt ist, gelangt die Adresse des ersten Befehls des Programms in das C-Register. Man verbleibt entweder in der Stellung "Einzeloperation" und drückt die "Start"-Taste, um jeden gespeicherten Befehl auszuführen oder man drückt die Tasten "Normal" und "Start", um ein gespeichertes Programm vollständig ablaufen zu lassen.

Numerische Werte oder Adressen können dezimal eingegeben werden, sie können aber nur in dualer oder hexadezimaler Form von der Rechenanlage verarbeitet werden.

Wenn keine Eingabe-Routine verwendet wird, die die Umwandlung automatisch bewirkt, müssen alle Zahlen und Adressen in hexadezimaler Form eingegeben werden.

Bei der Eingabe der Adressen muß daran erinnert werden, daß die Zahlen zur Bezeichnung der Spuren und Sektoren aus je sechs Dualziffern bestehen, und daß der Adressteil nicht in der untersten Dualstelle beginnt, sondern mit der zweiten Dualstelle in Richtung der oberen Dualstelle.

Halt - Die Rechnung kann jederzeit angehalten werden, wenn man von der Stellung "Normal" auf "Einzeloperation" umschaltet. Der gerade in Ausführung befindliche Befehl wird zu Ende geführt und die Rechnung wird angehalten durch Eintreten des blockierten Zustandes. Der Leser wird auf die Grundlagen des Programmierens verwiesen, die in dem "Programmierungshandbuch für den LGP-30" enthalten sind.

Tafel 6

Sektornummerierung

Ziffernstelle		<u>Sektor-Adresse</u>		<u>Sektor-Adresse</u>	
Dez.	Hexa.	Dual	Dez.	Hexa.	Dual
0	0	0 0 0 0 0 0 0 0	32	80	1 0 0 0 0 0 0 0
1	4	0 0 0 0 0 1 0 0	33	4	1 0 0 0 0 1 0 0
2	8	0 0 0 0 1 0 0 0	34	8	1 0 0 0 1 0 0 0
3	J	0 0 0 0 1 1 0 0	35	J	1 0 0 0 1 1 0 0
4	10	0 0 0 1 0 0 0 0	36	90	1 0 0 1 0 0 0 0
5	4	0 0 0 1 0 1 0 0	37	4	1 0 0 1 0 1 0 0
6	8	0 0 0 1 1 0 0 0	38	8	1 0 0 1 1 0 0 0
7	J	0 0 0 1 1 1 0 0	39	J	1 0 0 1 1 1 0 0
8	20	0 0 1 0 0 0 0 0	40	FO	1 0 1 0 0 0 0 0
9	4	0 0 1 0 0 1 0 0	41	4	1 0 1 0 0 1 0 0
10	8	0 0 1 0 1 0 0 0	42	8	1 0 1 0 1 0 0 0
11	J	0 0 1 0 1 1 0 0	43	J	1 0 1 0 1 1 0 0
12	30	0 0 1 1 0 0 0 0	44	GO	1 0 1 1 0 0 0 0
13	4	0 0 1 1 0 1 0 0	45	4	1 0 1 1 0 1 0 0
14	8	0 0 1 1 1 0 0 0	46	8	1 0 1 1 1 0 0 0
15	J	0 0 1 1 1 1 0 0	47	J	1 0 1 1 1 1 0 0
16	40	0 1 0 0 0 0 0 0	48	JO	1 1 0 0 0 0 0 0
17	4	0 1 0 0 0 1 0 0	49	4	1 1 0 0 0 1 0 0
18	8	0 1 0 0 1 0 0 0	50	8	1 1 0 0 1 0 0 0
19	J	0 1 0 0 1 1 0 0	51	J	1 1 0 0 1 1 0 0
20	50	0 1 0 1 0 0 0 0	52	KO	1 1 0 1 0 0 0 0
21	4	0 1 0 1 0 1 0 0	53	4	1 1 0 1 0 1 0 0
22	8	0 1 0 1 1 0 0 0	54	8	1 1 0 1 1 0 0 0
23	J	0 1 0 1 1 1 0 0	55	J	1 1 0 1 1 1 0 0
24	60	0 1 1 0 0 0 0 0	56	QO	1 1 1 0 0 0 0 0
25	4	0 1 1 0 0 1 0 0	57	4	1 1 1 0 0 1 0 0
26	8	0 1 1 0 1 0 0 0	58	8	1 1 1 0 1 0 0 0
27	J	0 1 1 0 1 1 0 0	59	J	1 1 1 0 1 1 0 0
28	70	0 1 1 1 0 0 0 0	60	WO	1 1 1 1 0 0 0 0
29	4	0 1 1 1 0 1 0 0	61	4	1 1 1 1 0 1 0 0
30	8	0 1 1 1 1 0 0 0	62	8	1 1 1 1 1 0 0 0
31	J	0 1 1 1 1 1 0 0	63	J	1 1 1 1 1 1 0 0

Dezimal : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Hexadezimal : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 F G J K Q W 10

V W A R T U N G

Vorbeugende Wartung

Der Sinn eines festgesetzten, regelmäßigen Wartungsprogramms ist, schwache Teile vor ihrem totalen Ausfall zu erkennen und zu ersetzen, um einen plötzlichen, unerwarteten Stillstand der Rechenanlage zu vermeiden.

Beim Auftreten von Fehlern sollte in jedem Fall das betreffende Bauteil festgestellt und sofort repariert werden. Wenn durch Vernachlässigung der vorbeugenden Wartung die Maschine bei irgendwelchen Grenzbedingungen arbeitet, können zahlreiche Fehler an Bauteilen auftreten, die dann sehr schwer zu finden sind und die nützliche Rechenzeit der Anlage erheblich herabsetzen.

Das Wartungspersonal sollte nach einem festen Programm die vorbeugenden Wartungsarbeiten durchführen. Jede vorbeugende Wartungsarbeit sollte zusammen mit einem Bericht in einem Log-Buch festgehalten werden.

Wartungs-Ausrüstung

Ersatzteile - -

Es wird eine in Anhang B beigelegte Ersatzteilliste empfohlen. Diese Teile sollten immer vorrätig sein.

Die Liste enthält die notwendigen Bausteine, Röhren, Dioden, Widerstände, Werkzeug, usw. (siehe Anhang B).

Prüfausrüstung - -

Die im folgenden empfohlene Ausrüstung ist für eine vollständige Wartung des LGP-30 ausreichend.

Oszillograph - -

Bandbreite-Vertikal : Gleichspannung bis 5 MHz Wechselspannung.

Empfindlichkeit-Vertikal : Gleichspannung und Wechselspannung
0,01 V oder besser eine größere Vertikal-
ablenkung.

Ablenkung : Intern, bzw. extern getriggert und Rücklauf

Ablenk-Zeitbereiche : 0,1 μ s bis 5 s

Spannungseichung : Intern, Rechteckwelle; Spannung gemessen von Spitze zu Spitze.

Es hat sich gezeigt, daß die Oszillographentypen Nr. 310, Nr. 315-D, Nr. 517 und Nr. 535 des Fabrikates Tektronix zur Zufriedenheit verwendbar sind.

In manchen Fällen erleichtert die Verwendung des Types Nr. 535 die Auffindung von Fehlern in der Multiplikations- und Divisionslogik.

Spannungsohmmeter - -

Gleichspannungsbereiche : 0 ... 1000 V mit mindestens vier Bereichen
(20 000 Ohm/V)

Wechselspannungsbereiche : 0 ... 300 V mit mindestens drei Bereichen
(500 Ohm/V)

Strom-Meßbereiche : 0 ... 12 A mit mindestens vier Bereichen

Widerstandsbereiche : x 1, x 10, x 1 kOhm, x 100 kOhm

Röhren-Prüfgerät - -

Durchlaßbereich : Direkt-Skala bis 15 Ohm (15 000 μ Ohm)

Zusätzliche Funktionen : Kurzschluß-Prüfung; Krachprüfung, Vakuum-Prüfung.

Plan für vorbeugende Wartung

Den größten Nutzen erhält man bei einem regelmäßigen Wartungsprogramm durch eine Aufstellung, aus der hervorgeht, welche Bauteile in regelmäßigen Zeitabschnitten zu prüfen sind. (siehe Druckschrift "Routinemäßige Wartung")

Die Praxis hat gezeigt, daß gewisse Kreise bzw. Bauteile störanfälliger sind und ihnen eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß, während andere Teile nur hin und wieder überprüft werden brauchen.

Die Dioden für Spannungsbegrenzungen und logische Glieder arbeiten unter Bedingungen, die eine beträchtliche Abweichung von ihren Normalwerten gestatten, ohne die Funktion des Rechners ernsthaft zu beeinträchtigen.

Das Ein- und Auslöten von Dioden - um sie zu prüfen - verursacht mehr Fehler als viele Stunden Rechenbetrieb.

Es wird empfohlen, Dioden nur dann zu prüfen, wenn der Verdacht einer Fehlerursache begründet ist.

Die in den Flip-Flops verwendeten Röhren zeigen ein Anwachsen der Empfindlichkeit mit zunehmender Alterung.

Dadurch ist es möglich, daß sie durch Störimpulse, die sonst keinen Einfluß haben, angesteuert werden können.

Die Röhrenalterung ist an dem Nachlassen der Emission zu erkennen. In den Speicherkreisen können Fehler durch schadhafte Lese-Flip-Flop-Karten hervorgerufen werden, durch Nachlassen der Verstärkung des Verstärkers der Schaltröhren oder ein Anwachsen der Empfindlichkeit der Flip-Flops.

Alle anderen Bauteile bzw. Kreise erfordern keine besondere Beachtung.

Prüfprogramm

Das Programm für die Zuverlässigkeitsprüfung ist eine umfassende Routine, die jeden Befehl in der Rechenanlage unter einer großen Anzahl von numerischen Bedingungen überprüft.

Einschubkarten

Alle Karten müssen auf ihre Funktion unter den vorgesehenen Arbeitsbedingungen geprüft werden. Alle Flip-Flop-Karten müssen unter Last auf ihre Empfindlichkeit geprüft werden. Es ist normalerweise ausreichend, alle anderen Bausteine durchzusehen und die Emission ihrer Röhren zu prüfen.

Es ist wünschenswert, alle Karten regelmäßig unter folgenden Bedingungen zu prüfen :

1. Unter extremen Spannungswerten
2. ohne Last
3. mit Belastung durch "Und"- bzw. "Oder"-Schaltungen
4. mit kleinsten, normalen und größten Eingangssignal-Amplituden.

Mit Rücksicht auf Netzspannungsschwankungen sind alle Kreise des LGP-30 so ausgelegt, daß sie bei Spannungsschwankungen von $\pm 5\%$ noch einwandfrei arbeiten.

Die Karten können mit Hilfe eines Prüfgerätes unter den angegebenen Bedingungen geprüft werden.

Wenn das Prüfgerät nicht erhältlich ist, sind die Werte der Lastwiderstände der verschiedenen Kreise für größte Last und kleinstmögliches Eingangssignal wie folgt :

Dreifach-Flip-Flop

Kleinste Belastung durch "Und"-Glieder - 15 kOhm

Kleinste Belastung durch "Oder"-Glieder - 47 kOhm

Kleinstes Takt-Eingangssignal - 15 V

Ohne Eingangssignale soll ein Flip-Flop in einer seiner beiden Stellungen stehen.

Dreifach-Inverter

Kleinste Belastung durch "Und"-Glieder - 20 kOhm

Kleinste Belastung durch "Oder"-Glieder - 51 kOhm

Katodenfolger

Kleinste Belastung durch "Und"-Glieder - 20 kOhm

Kleinste Belastung durch "Oder"-Glieder - 33 k Ω

Takt

Prüflast einer "Und"-Schaltung für negativen Takt-Impuls - 1 k Ω

Prüflast gegen Erde für positiven Takt-Impuls - 1 k Ω

Potential des negativen Takt-Impulses - 0 V

Potential des positiven Takt-Impulses - 15 V ... -18 V

Nennwert der Eingangsamplitude ... 0,5 V Spitze ... Spitze

Spannungsbereich der Eingangsamplitude ... 0,1 V bis 1,0 V
Spitze ... Spitze

Lese-Flip-Flop

Kleinste Belastung durch "Und"-Glieder - 15 k Ω

Kleinste Belastung durch "Oder"-Glieder - 47 k Ω

Nennwert der Eingangsspannung 0,6 V Spitze ... Spitze

Kleinste Eingangssignalspannung - 0,4 V Spitze ... Spitze

Mindestspannung am zweiten Steuergitter, um die Schaltröhre zu öffnen.

- + 5,0 V (z. Z. des Takt-Signales)

Mindestspannung am zweiten Steuergitter der Schaltröhre - + 10 V

(z. Z. des Takt-Signals)

Kleinste Ausgangsspannung der Schaltröhre 40 V - Impuls

Mindest-Gittervorspannung des zweiten Steuergitters der Schaltröhre

- 10 V

Schreibverstärker :

Schreibstrom des Kopfes etwa 37 mA

Kleinstes Eingangssignal des Taktes 15 V

Thyratron

Zünden alle Eingänge auf 0 V

Nichtzünden irgendein Eingang auf - 20 V

Matrix-Treiber

Schreibstrom des Kopfes etwa 50 mA

Bemerkung : Bei Prüfung der Matrix-Treiber-Karten dürfen die Karten nicht verwechselt werden!

Schreib-Lese-Tor

Kleinste Ausgangsspannung 0,5 V Spitze Spitze

Messungen und Einstellungen

Die Meß- und Abgleichpunkte der Stromversorgung befinden sich an der Vorderseite des Stromversorgungschassis. Mit Ausnahme der -20 V sind keine Möglichkeiten zur Veränderung der Gleich- und Wechselspannungen vorgesehen, da sie von dem magnetischen Spannungskonstanthalter erzeugt werden.

Der Spannungskonstanthalter besteht aus einem abgestimmten elektrischen Kreis und einem magnetischen Kreis mit großer Blindleistung.

Der elektrische Kreis besteht aus drei Wicklungen :

- 1 Primärwicklung,
- 1 Zwischen- oder Resonanzwicklung und
- 1 Kompensationswicklung.

Der magnetische Kreis besteht aus einer Spule, die mit Nebenwiderständen versehen ist. Wenn eine kleine Wechselspannung an die Primärwicklung gelegt wird, wird durch den entstehenden magnetischen Fluß eine Spannung in die Resonanzwicklung induziert. Bei Vergrößerung der Spannung an der Primärspule vergrößert sich auch der magnetische Fluß bis zu dem Punkt, an dem der induktive Widerstand der Resonanzwicklung den Wert eines kapazitiven Widerstandes eines äußeren Kondensators bei der Frequenz der magnetisierenden Spannung erreicht. An diesem Punkt ist der Kreis in Resonanz und die an der Wicklung erscheinende Spannung steigt schnell auf einen vorherbestimmten stabilen Wert an.

Durch Netzspannungsschwankungen hervorgerufene Flußschwankungen werden größtenteils durch das System der magnetischen Nebenwiderstände ausgeglichen und die Spannungsschwankung im Resonanzkreis ist klein.

Die Kompensationswicklung ist in Serie geschaltet, um kleine Änderungen zu korrigieren.

Aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen ist es nicht möglich, Transformatoren eines Typs vollkommen gleichzumachen. Deshalb muß jede Stromversorgungsanlage durch besondere Auswahl der Kondensatoren, Anzapfen der Spulen und durch wiederholtes Prüfen an einer Ersatzlast betriebsbereit gemacht werden. Es wird davor gewarnt, den Resonanz-Kondensator auszuwechseln, da er die Ausgangsspannung und die Regelung steuert. Die zulässige Spannungsschwankung für die einzelnen Spannungen ist :

- + 150 V 145 V bis 155 V
- 160 V 160 V bis 155 V
- + 300 V 300 V bis 320 V

Diese Werte beziehen sich auf eine Eingangsspannung von 220 V bei voller und ohne Belastung. Die Regelung muß wirksam sein von 180 V bis 250 V Eingangsspannung.

Die Primärwicklungen der Heiztrafos sind an den magnetischen Spannungskonstanthalter angeschlossen. Die Heizspannungen sollen sich nicht mehr als $\pm 5\%$ ändern.

Jede größere Abweichung von den Soll-Werten deutet auf falsche Netzspannung, falsche Netzfrequenz oder auf einen Kurzschluß in den Verbraucherkreisen hin.

Die Begrenzungs-Spannung von -20 V kann, wenn notwendig, durch Verschieben der Schelle an dem zugehörigen Widerstand verändert werden. Mit der Schelle an diesem Widerstand ist eine Spannungsvariation zwischen 0 und - 40 V möglich. Es wird nichts beschädigt, wenn einer von diesen beiden Extrem-Werten bei der Einstellung auftritt.

Für eine richtige Arbeitsweise der logischen Elemente muß die Begrenzungs-Spannung auf - 20 V $\pm 10\%$ eingestellt werden.

Matrix-Treiber

Der Vorgang der Einstellung der Potentiometer in den Lesekreisen ist wie folgt :

Prüfprogramm einlesen, um die Spuren wiederholt zu beschreiben, deren Matrix-Treiber justiert werden soll. Beobachte das verstärkte Signal an den Gittern der Schaltröhren des Hauptspeicher-Lese-Flip-Flops. Justiere das Potentiometer so, daß das beobachtete Signal, das bei Beginn des Schreibens auftritt, in der kürzest möglichen Zeit auf 0 kommt.

Kopf-Montage und radiale Einstellung

Die folgenden Anweisungen zur Kopf-Montage und ihrer radialen Einstellung beziehen sich auf alle Köpfe im LGP-30 mit Ausnahme der Köpfe der Umlaufregister :

1. Rechenanlage einschalten und zwanzig Minuten laufen lassen, um normale Arbeitstemperaturen zu erhalten. Danach Rechner abschalten.

Achtung! Um mögliche Beschädigungen der Trommeloberfläche zu vermeiden, muß man sich davon überzeugt haben, daß die Trommel wirklich steht, bevor ein Kopf verstellt wird.

2. Die Flächen um die Befestigungsleiste und Kopf herum sind gründlich zu säubern. Es darf sich kein Fremdkörper zwischen Kopf und Trommeloberfläche befinden.
3. Befestige die exzentrische Justierschraube in dem Mittelloch.
4. Setze den neuen Kopf auf die Justierschraube.

5. Befestige den Kopf in dem Führungsschlitz mit den beiden Befestigungsschrauben, eine über und eine unter der Justierschraube.
6. Schiebe zwischen Kopf und Trommeloberfläche eine Stahlfolie von $25\ \mu$ und senke den Kopf in dem Schlitz, bis er die Folie berührt.
7. Ziehe die Befestigungsschrauben an, bis sich der Kopf unter leichtem Handdruck nicht mehr bewegt.
8. Mit Hilfe der exzentrischen Befestigungsschrauben ist der Kopf so weit zu heben oder zu senken, daß die Folie leicht schleift.
9. Befestigungsschrauben so weit anziehen, daß die Stellung eingehalten wird.
10. Entferne die Folie und bewege die Trommel von Hand, um sie auf freien Lauf zu prüfen.
11. Verbinde die Kopfanschlüsse mit der Kopfanwahlmatrix, schalte den Rechner an und beobachte die Lesesignale. Wenn sie kleiner als 0,5 V Spitze zu Spitze sind, schalte die Anlage ab und wiederhole den Justiervorgang.

Tangentiale Einstellung

Das folgende bezieht sich auf alle Umlaufspeicher-Köpfe :

1. Setze den neuen Schreib- bzw. Lesekopf nach einer Anwärmzeit in die zugehörige Halterung ein. Für die Köpfe der Umlaufregister wird nur eine Befestigungsschraube verwendet; sie befindet sich in der Mitte des Kopfes. Es werden zwei exzentrische Schrauben verwendet. Die obere bestimmt die radiale Lage, die untere die tangentiale.
2. Stelle den Schreibkopf mit der unteren exzentrischen Schraube auf die Mitte der tangentialen Lage ein und mit der oberen exzentrischen Schraube auf $20\ \mu$ Abstand von der Trommeloberfläche.
3. Entferne die Ansteuerungen für das einzustellende Register und ersetze sie durch t_3 , das Vorzeichenbit.
4. Stelle den Lesekopf auf etwa die Mitte der tangentialen Lage ein und auf $35\ \mu$ Abstand von der Trommeloberfläche. Ziehe die Befestigungsschrauben leicht an. Schalte die Rechenanlage ein.
5. Verstelle den Lesekopf in tangentialer Richtung, bis das geschriebene Signal t_3 zur richtigen Bitzeit gelesen wird.
6. Schalte den Rechner ab. Wenn die Trommel steht, bringe den Lesekopf auf einen Abstand von $20\ \mu$ von der Trommeloberfläche.
7. Schalte den Rechner ein und mache abschließend tangentiale Einstellungen.

Ziehe die Befestigungsschrauben an !

Bemerkung: In den Fällen, in denen nur ein Kopf zu ersetzen oder radial zu justieren ist, können die obigen Anweisungen entsprechend befolgt werden.

Im Falle des A-Registers kann es nötig sein, eine tangentielle Einstellung des Schreibkopfes vorzunehmen, um den Abstand zu berichtigen. Der Kopf ist richtig justiert, wenn das Signal in richtiger Phasenlage umläuft und der Takt-Impuls mit den Spitzen des gelesenen Signals zusammenfällt. Wenn die tangentielle Einstellung bei einem Kopfabstand von 20 μ vorgenommen wird, muß das Signal am Ausgang des Vorverstärkers beobachtet werden. Jede erkennbare Vergrößerung der Amplitude zeigt an, daß der Kopf näher an die Trommel heranrückt und sie berühren kann. Schalte die Rechenmaschine ab und wiederhole die radiale Einstellung.

Wartung der Schreibmaschine

Der Hersteller der elektrischen Schreibmaschine, die für den LGP-30 verwendet wird, empfiehlt eine vierteljährliche Reinigung und Ölung bei normalen Betriebsbedingungen. Das Wartungspersonal wird auf das Wartungshandbuch der Commercial Controls Corporation verwiesen.

Die folgenden Arbeiten sind als Minimum der Wartungsarbeiten anzusehen.

Monatlich:

1. Keilriemen des Antriebsmotors ist auf Brüche hin zu untersuchen.
2. Ausbauen und Reinigen der Gummi-Walze.
3. Es ist auf Abnutzungserscheinungen und Reinigung der Nockenscheiben-Kontakte zu achten.
4. Die elektrischen Kontakte müssen überprüft werden.
5. Alle Kontaktflächen sind mit einem sich nicht abnutzenden Papier zu reinigen.
6. Ölen der Locher- und Translatorkupplung.
7. Es sind alle beweglichen Teile auf Abnutzung und Lockerung zu überprüfen.
8. Prüfe die Zeitsteuerung und die Zusammenarbeit mit dem Rechner.

Vierteljährlich :

1. Die Maschine ist vollständig zu reinigen und zu ölen. Es werden fünf verschiedene Arten von Ölen verwendet.
Diese sind
 - a) Ein leichtes Öl mit guten Schmier- und Rostschutzeigenschaften, wie Shell Nr. 27. Es wird bei allen beweglichen Teilen verwendet, die nicht gefettet werden.
 - b) Ein dickeres Öl, SAE-20 V, wird nur für die Antriebskette verwendet.
 - c) Ein besonderes Öl mit guten Eindringeigenschaften, wie Soncony Vacuum Oil Quargoyle DTE-797 für alle porösen Bronzelager.
 - d) Ein leichtes Fett mit oxydationsverhindernden Eigenschaften, wie Shell Retinax "T".
 - e) Graphitpulver für die Tastenhebelverriegelungen
2. Achte auf Abnutzungserscheinungen und justiere oder ersetze die betreffenden Teile.
3. Prüfe die Zeitsteuerung und die Zusammenarbeit mit dem Rechner.

Im allgemeinen werden alle Zahnräder, Federenden, Gelenke, Wellen, Zahnstangen, Getriebe usw. leicht eingefettet. Beide Fedekupplungen müssen ausgebaut, gereinigt und gefettet werden. Es darf in keinem Fall zu viel Öl verwendet werden, da es auf die Gummiwalze und die elektrischen Kontakte gelangen kann.

VerschiedenesRelais

Warnung - Bevor die Relais kontrolliert werden, ist die Netzleitung zu ziehen. Die Relais sind von Hand zu betätigen, wobei darauf zu achten ist, ob sie kleben oder hängen. Es ist zu kontrollieren, ob die Federn in Ordnung sind und der Federdruck ausreichend ist. Die Kontakte sollen nicht gereinigt werden, wenn sie keinen Fehler verursachen.

Es ist zur Säuberung keine Feile sondern ein Polierstahl zu verwenden. Die Verzögerungsrelais im Einschaltkreis sind auf eine Verzögerung von etwa 50 s hin zu prüfen. Wenn nötig, nachjustieren. Alle Relais sollen ohne Klappern schließen und die Kontaktverbindungen gleichmäßig halten. Wenn Relais ausgewechselt werden müssen, ist die Einbauvorschrift des Herstellers genau zu beachten.!

Luftfilter

An den Seitenwänden des Stromversorgungsteils befinden sich drei Luftfilter. Um sie auszuwechseln, sind die Vorder- und Rückwand des Gehäuses abzu-

nehmen und die Karten aus der unteren Reihe der Speicher-Einheit zu entfernen. Es darf nicht versucht werden, die Luftfilter zu reinigen.

Tasten und Anzeige-Lampen

Bei gezogener Netzleitung sind alle Tastenschalter und Lampensockel auf richtige Lage und Arbeitsweise zu prüfen. Alle defekten Lampen sind zu ersetzen. Es ist auf abgenutzte Isolierung und Drahtbrüche in den flexiblen Leitungen zu achten.

Schmierung und Motorüberprüfung

Die Motore und Lager des LGP-30 sollen etwa alle 10 000 Betriebsstunden geschmiert werden.

Alle Lager sind staubgeschützt oder vollkommen gekapselt. Sie sollten einmal monatlich auf ihre Temperatur geprüft werden. Bei Auflegen der Hand auf das Lager darf man keine Übermäßige Hitze spüren. Gleichermaßen darf kein störendes Lagergeräusch auftreten. Im Falle einer übermäßigen Erhitzung oder ungewöhnlichen Geräuschen ist ein Auswechseln nötig. Die Lüfter bzw. Trommelmotorlager sind Kugellager. Fehlerhafte oder trockene Lager im Lüftermotor müssen ersetzt werden. Die Lager des Trommelmotors können mit einem passenden Lösungsmittel gereinigt und nach den Herstellervorschriften neu geschmiert werden. Wenn die Trommellager nicht einwandfrei sind, darf nicht versucht werden, sie zu reparieren. Die ganze Trommel muß zur Überholung in das Werk geschickt werden.

Mechanische Inspektion

1. Kontrolliere alle Bolzen und Schrauben auf festen Sitz
2. Prüfe alle Steckverbindungen
3. Prüfe alle Leitungen auf Beschädigungen
4. Prüfe alle Chassis auf lockere Karten und Röhren
5. Allgemeine Prüfung des Gehäuses, der Seitenteile usw. auf mechanische Beschädigungen aller Art.

ANHANG B

MINDEST-ERSATZTEILLISTE FÜR LGP-30

Anzahl	Gegenstand
1	Dreifach-Flip-Flop-Baustein
1	Dreifach-Inverter-Baustein
1	Matrix-Treiber
1	Schreibverstärker-Baustein
1	Lese-Flip-Flop-Baustein
6	Röhren E 182 CC
4	Röhren E 180 CC
2	Röhren 5963
4	Röhren E 91 H
3	Röhren 6197
3	Röhren 6 AN 8
2	Röhren 5727
50	Dioden O A 95
5	3AG-1 Amp, 125 V Feinsicherungen
5	FN1-1/8 Amp, Feinsicherungen
5	FN1-3 Amp, 250 V Feinsicherungen
5	Buss MDL 2 Amp, 125 V
6	6 V 1,2 w Lampen
2	8 3/8" x 18" x 1" Luftfilter (Fiberglas)
4	9" x 14" x 1" Luftfilter (Fiberglas)

TECHNISCHE DATEN DES LGP-30

Typ :	Vielzweck-Einadressen-Rechner, Fest-Komma gespeichertes Programm
Zahleneinheit :	dual
Wortlänge :	9 Dezimalziffern plus Vorzeichen (30 Dualstel- len plus Vorzeichenzeit und Zwischenraumbit)
Art der Arbeitsweise :	Serie
Speicher :	Magnetische Trommel 4096 Zellen, 3 Einwort- Umlaufspeicher
Takt-Frequenz :	137 kHz
Zugriffszeit :	Minimum = 2 ms; Maximum = 15 ms
Sprung-Zeit :	minmal = 1 ms; maximal = 15 ms
Additions-Zeit :	230 μ s ohne Zugriffszeit
Multiplikations- oder Divisionszeit :	15 ms ohne Zugriffszeit
Ein- und Ausgabe :	Lochstreifen oder elektrische Schreibmaschine
Abmessungen :	Tiefe 66 cm, Länge 118 cm, Höhe 84 cm
Gewicht :	365 kg
Kühl-System :	Intern-Gebläse-Zwangskühlung
Wärmeabgabe :	1260 kcal/h
Leistungsaufnahme :	1,7 kW
Anzahl der Röhren :	113
Anzahl der Dioden :	1350

ANHANG C

WARTUNGSAUSRÜSTUNG FÜR DEN LGP-30

Anzahl	Gegenstand
1 Stück	Oscilloscope - Tektronic 310, 315-D, 517, 535 oder ähnliches Gerät
1 Stück	Multavi
1 Stück	30 Watt Lötkolben
1 Stück	Diagonal-Zange
1 Stück	Schnabel-Zange
1 Stück	Lötzinn
1 Stück	Satz Schraubenschlüssel
1 Stück	22/25 μ Stahl-Fühlmaßstab
1 Stück	Satz Karten-Extender
1 Stück	Schraubenzieher 100 mm lang; Schneide 4,7mm
1 Stück	Schraubenzieher 152 mm lang; Schneide 6,3mm

Logische Funktionen

- F = Das Flip-Flop, welches in Verbindung mit G und H verwendet wird, um eine Operations-Phase zu bestimmen.
- G = Das Flip-Flop siehe oben, nur mit F und H
- H = Siehe oben, nur mit F und G (dieses steht normalerweise in O, außer bei Multiplikationen oder Divisionen).
- K = Das Flip-Flop dient als Entscheidungselement, um eine Sektor-Übereinstimmung bei Phase 1 und 3 anzuzeigen, als Speicher-Flip-Flop bei Phase 4, bei der Addition einer 1 in das C-Register auf einen "R"-Befehl, als ein Entscheidungselement bei Multiplikationen oder Divisionen, um die Ausführung anzuzeigen.
- L = Ein Speicher-Flip-Flop bei Rechenoperationen; es dient außerdem dazu, eine Null in das Zwischenraum-Bit bei jedem Wort zu schreiben.
- P₁ = Das Flip-Flop, welches die oberste Dualstelle der Eingangsinformation von der Schreibmaschine aufnimmt; es dient auch dazu, gerade und ungerade Wortzeiten der Phase 4 anzuzeigen und die oberste Dualstelle der Spuradresse während Phase 1 und 3 zu speichern.
- P₂ = Das Flip-Flop, welches das 2^2 -Bit der Schreibmaschine aufnimmt, sowie das 2^4 -Bit der Spuradresse während der Phasen 1 und 3.
- P₃ = Das Flip-Flop zur Speicherung des 2^1 -Bits der Schreibmaschineneingabe. Speicher-Flip-Flop für das 2^3 -Bit der Spuradresse während Phase 1 oder 3.
- P₄ = Das Flip-Flop zur Speicherung der untersten Dualstelle des Schreibmaschineneinganges. Speicher-Flip-Flop für das 2^2 -Bit der Spuradresse während Phase 1 oder 3.
- P₅ = Das Flip-Flop zur Speicherung des 2^1 -Bits der Spuradresse während Phase 1 oder 3, sowie zur Speicherung des (Vor-)Zeichens des Operanden aus dem Hauptspeicher.
- P₆ = Das Flip-Flop, welches die unterste Dualstelle der Spuradresse während Phase 1 oder 3 aufnimmt; es dient auch zur Speicherung des (Vor-)Zeichens im Akkumulator während der Phase 4, sowie zur Speicherung aufeinanderfolgender Bits des Multiplikanden oder des Quotienten.

- Q_1 = Es ist das Flip-Flop zur Speicherung der obersten Dualstelle des Befehlskennzeichens.
- Q_2 = Das Flip-Flop zur Speicherung des 2^2 -Bits des Befehlskennzeichens. Außerdem dient es zur Anzeige des "blockierten Zustandes" während der Phase 1.
- Q_3 = Flip-Flop zur Speicherung des 2^1 -Bits des Befehlskennzeichens.
- Q_4 = Flip-Flop zur Speicherung der untersten Dualstelle des Befehlskennzeichens.
- r_1 = Inverter. Sie werden in Verbindung mit dem Sektorkanal S_1 in der Sektorkoizidenzschaltung verwendet.
- S = Wird verwendet zur Komplementbildung am Eingang des Addierwerkes bei Subtraktions-, Multiplikations- und Divisionsbefehlen.
- t_3 = Der Ausgang ist positiv, nur während der Zeit des Vorzeichenbits.
- $\underline{V}$ = Schreibsignal für Hauptspeicher
- I_1 = Der A-Registerausgang ist abhängig von dem Befehlskennzeichen und dem Operationsschritt - verwendet in logischen Summenschaltungen (Algebraische Addition).
- I_2 = Der Ausgang des Hauptspeichers, und das R-Register (Befehlsregister), oder alle 1 oder 0, die vom Befehl und Operationsschritt abhängig sind.
- i = Kathodenfolger. Öffnen den Eingang der P-Flip-Flops während Phase 1 und 3 oder lesen die Information von der Schreibmaschine ein.
- X = Steuert das Zünden der Ausgabe-Thyratrons (AEG), Stromtor (Siemens), Gastriode (Philips).
- W = Steuert das Schreibsignal. Dieses "Und"-Glied ist nur erfüllt während Phase 4 bei Schreibbefehlen.
- T = Thyatron.
- R_1 = Schreibsignal für das R-Register (Befehlsregister).
- C_1 = Schreibsignal für das C-Register (Zähler).
- A_1 = Schreibsignal für das A-Register (Akkumulator).

Sonstige Symbole

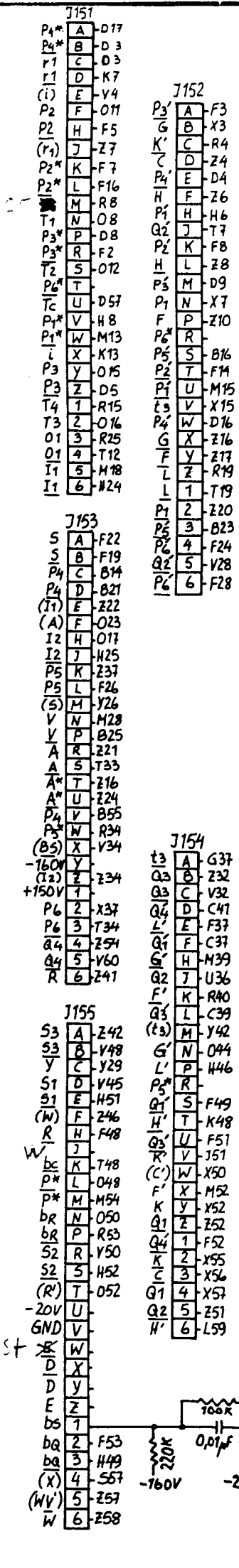
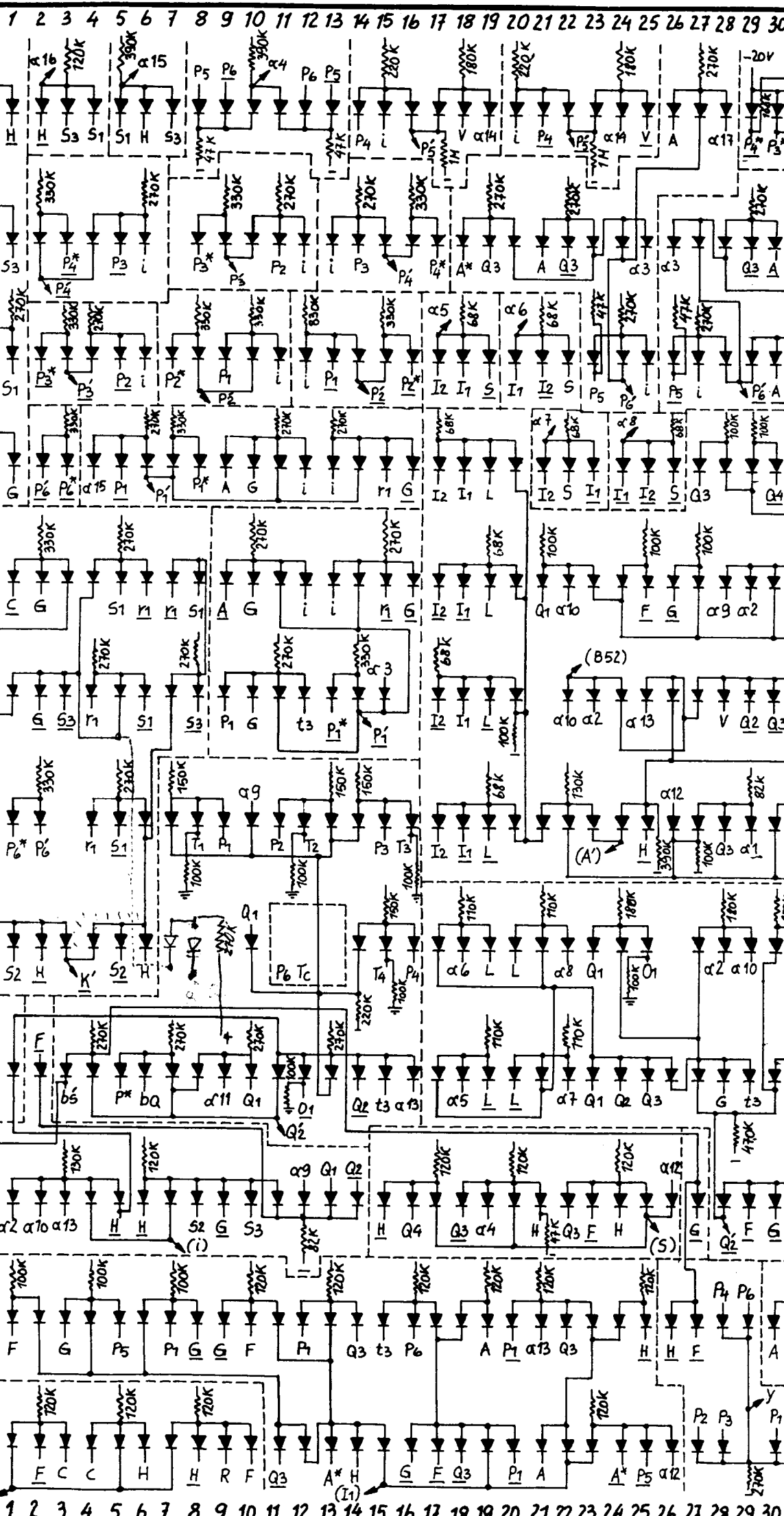
- V = Lesesignal vom Hauptspeicher
 A = Lesesignal vom normalen A-Register (Akkumulator)
 A^* = Lesesignal vom erweiterten A-Register (Akkumulator)
 R = Lesen vom R-Register (Befehlsregister)
 C = Lesen vom C-Register (Zähler)

Zeitspuren, Taktspuren

- S_1 = Lesen von aufeinanderfolgenden Bits der Sektoradresse und für jede t_3 - Zeit.
 S_2 = Erfüllt für Sektor- und Spurenadressenzeit.
 S_3 = Erfüllt für Spur-, Befehlskernzeichen- und Vorzeichen-Bit-Zeit.

Tasten-Schalter

- b_S = Rechensignale
 b_R = Einlese-Befehl
 b_Q = Eingabe von Hand
 O_1 = Einzeloperation
 p^* = Befehlsausführung, Schreibmaschineneingangssignal
 b_C = (Befehls)Zähler löschen (Null setzen)

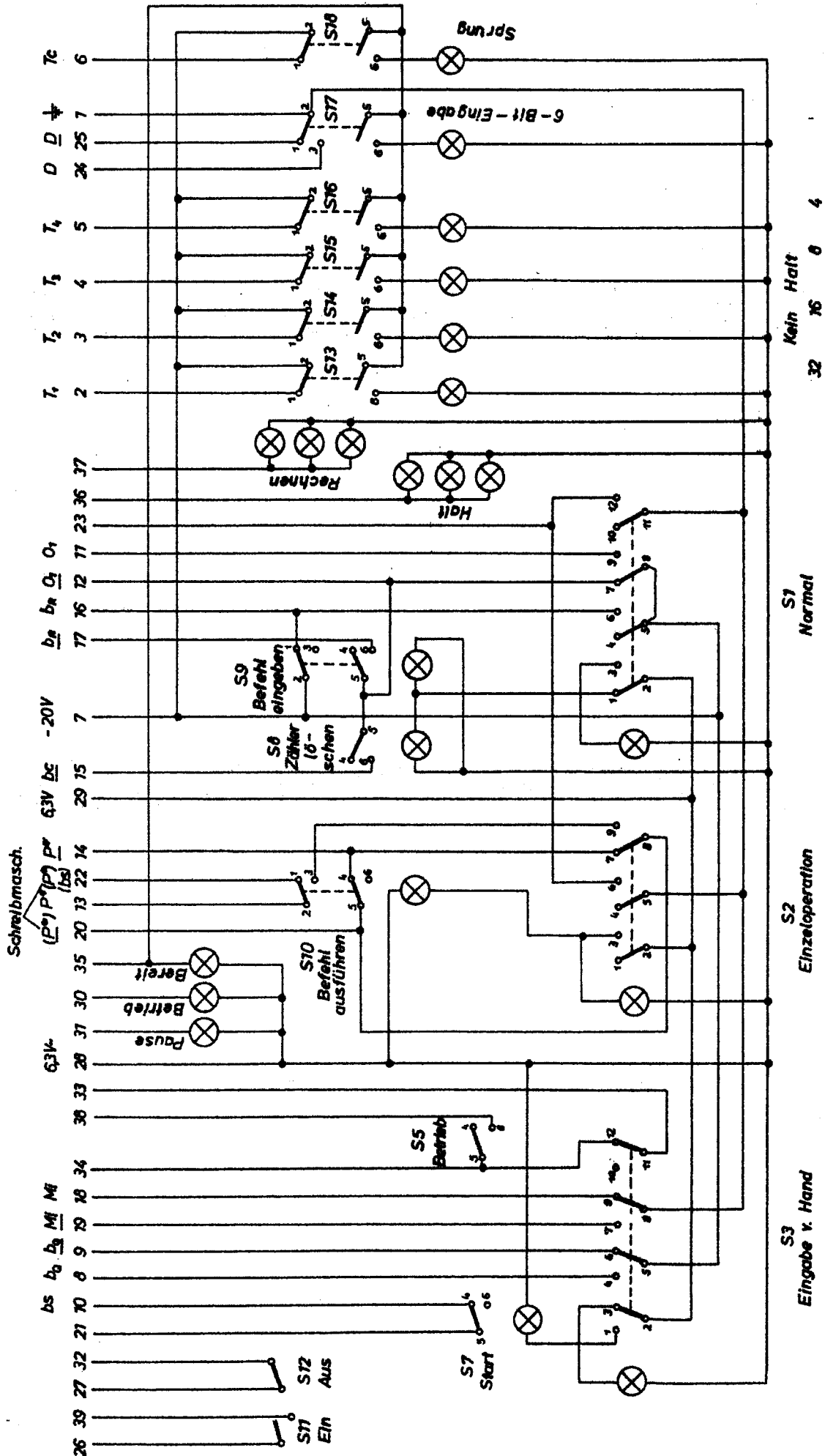


-150V



Logik

5. 9. 59

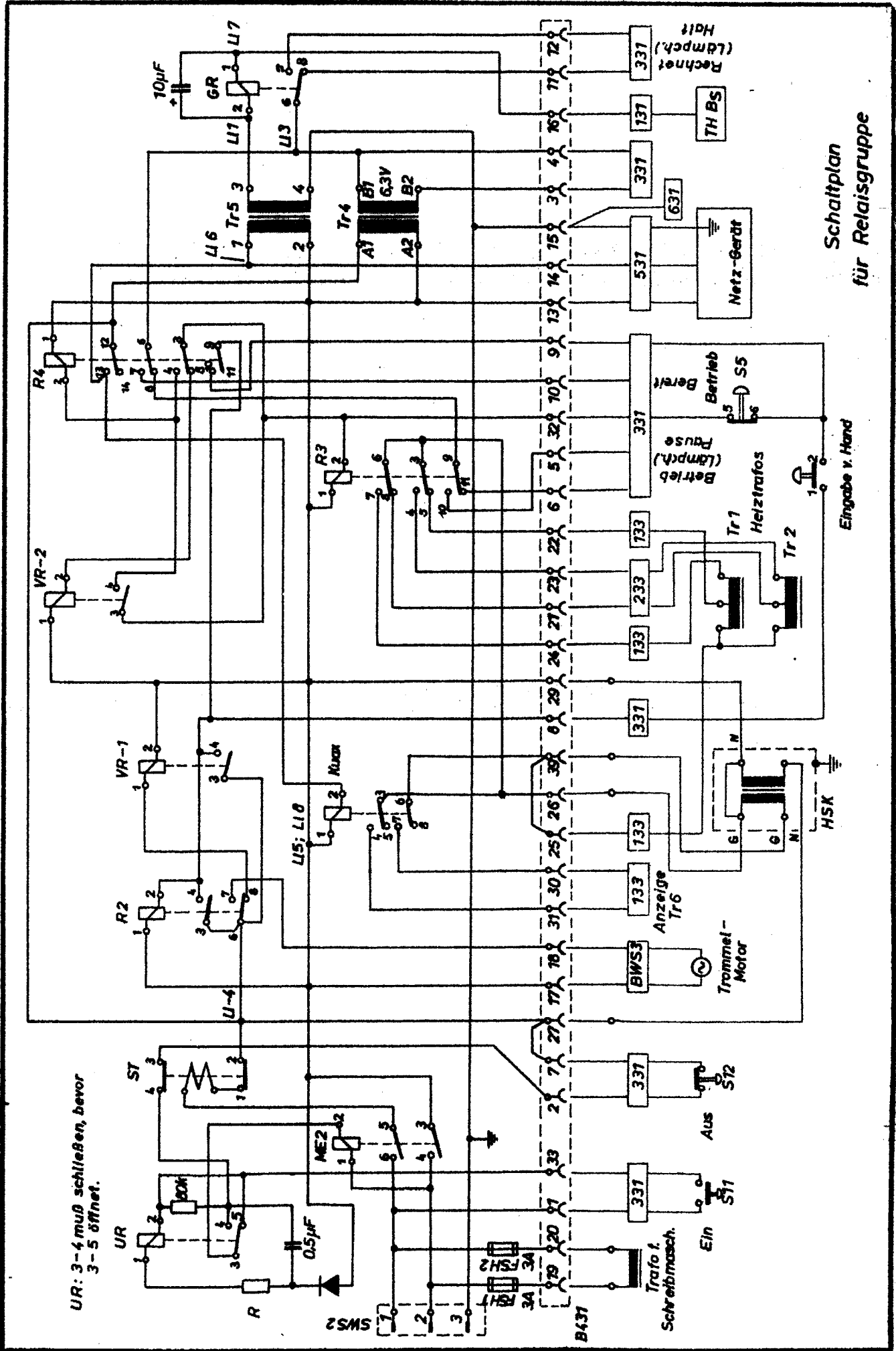


Schaltplan für
Bedienungspult

S9 u. S10 nicht kurzschließend.
7, 8, 9 von S1 kurzschließend.
S1 - 12 soll schließen, bevor S2 - 6 öffnet.

Änderung: a'
 Spannung f. Gleich-
 richter a. UR von
 ME 2 abgegriffen
 15.1.60
 Schaltungsänderung
 n UR. 16.3.60
 Kondens. 0,5µF
 an UR-5 auf
 IR-4 gelegt.
 6.12.60

16. 6. 59
 21. 8. 59 Md



Schoppe & Faeser
 G. m. b. H.
 Minden (Westf.)

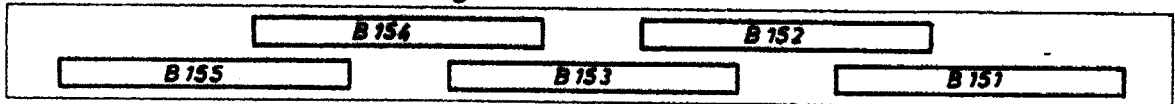
Schaltplan
 für Relaisgruppe

8801.180 Schem 1(4)

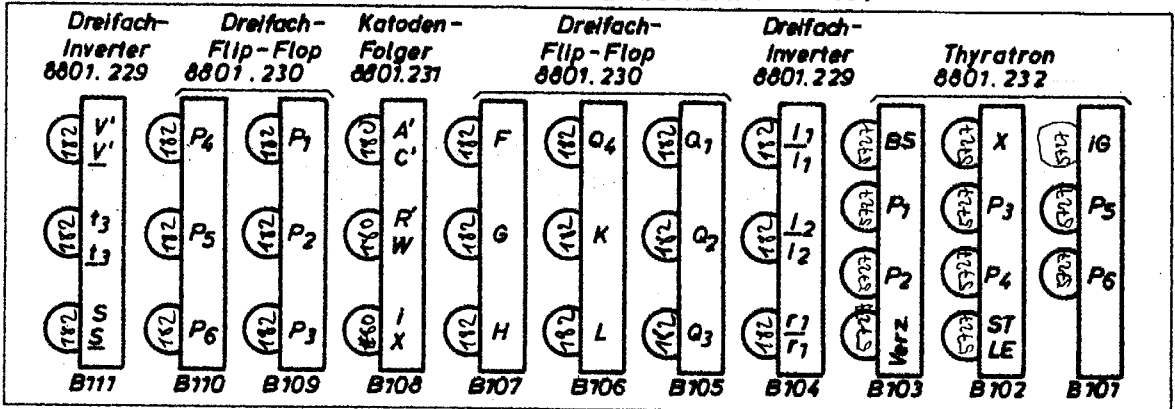
Schaltplan
 für Relaisgruppe

Eingabe v. Hand

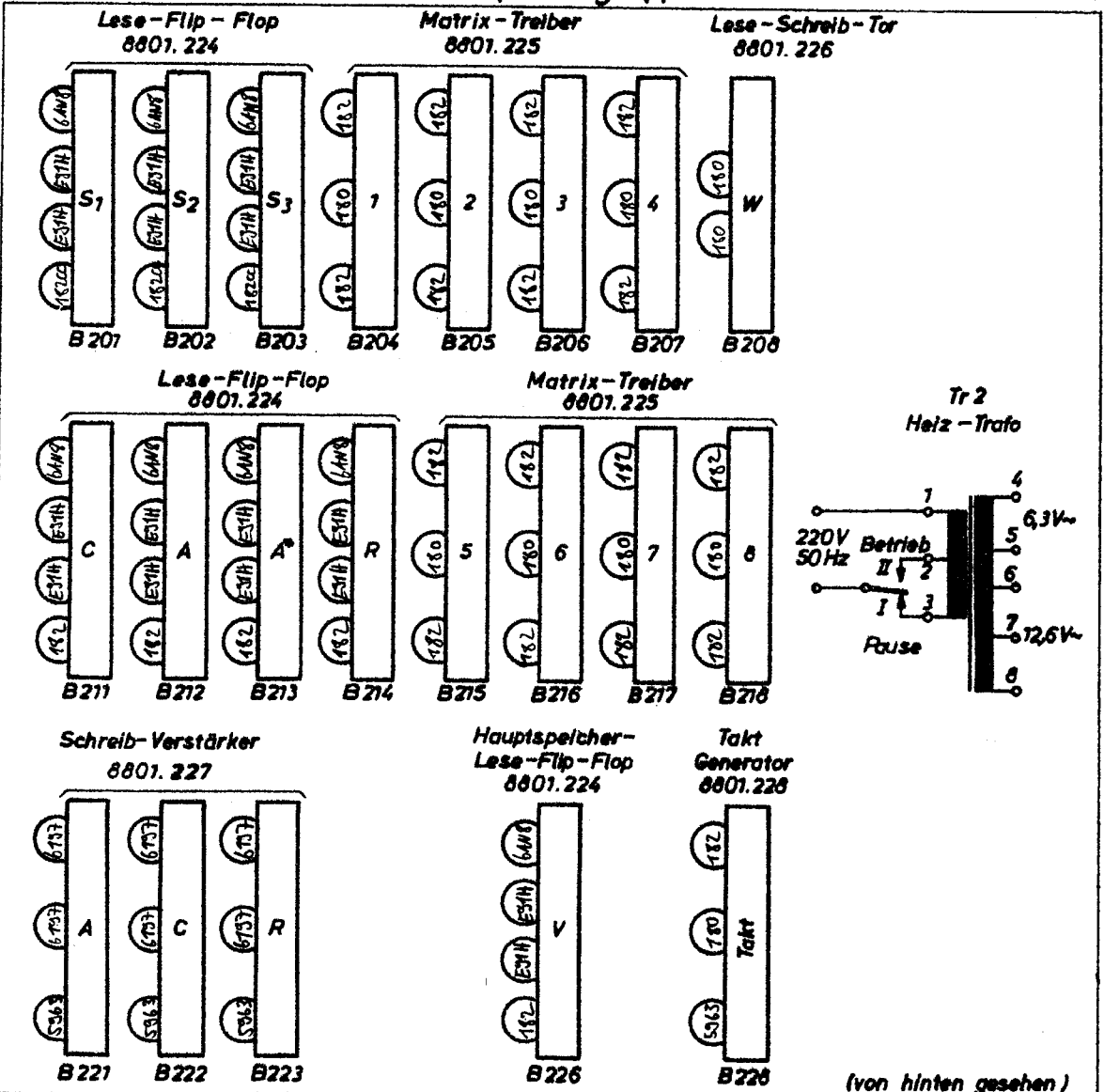
Logik - Platte (8801.125)



Einschübe für Kommandowerk (8801.120)



Einschübe für Speichergruppe (8801.112)



Anordnung der Einschübe



Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Anordnung der Einschübe

8801.220 SK10 (4)

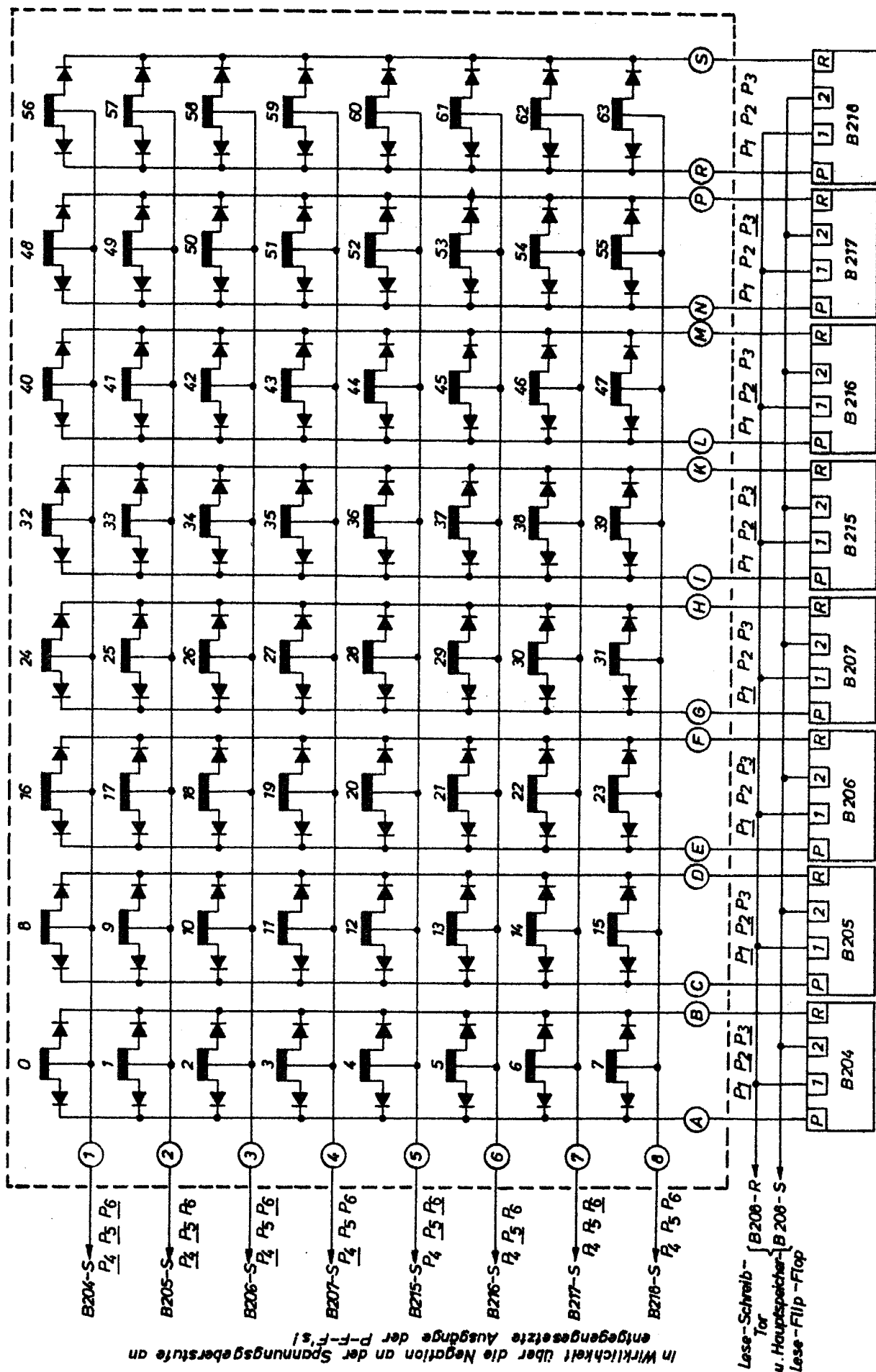
10.9.59
10.9.55



Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

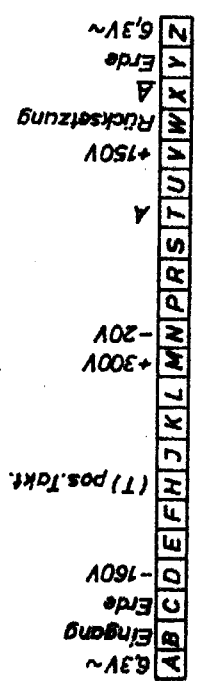
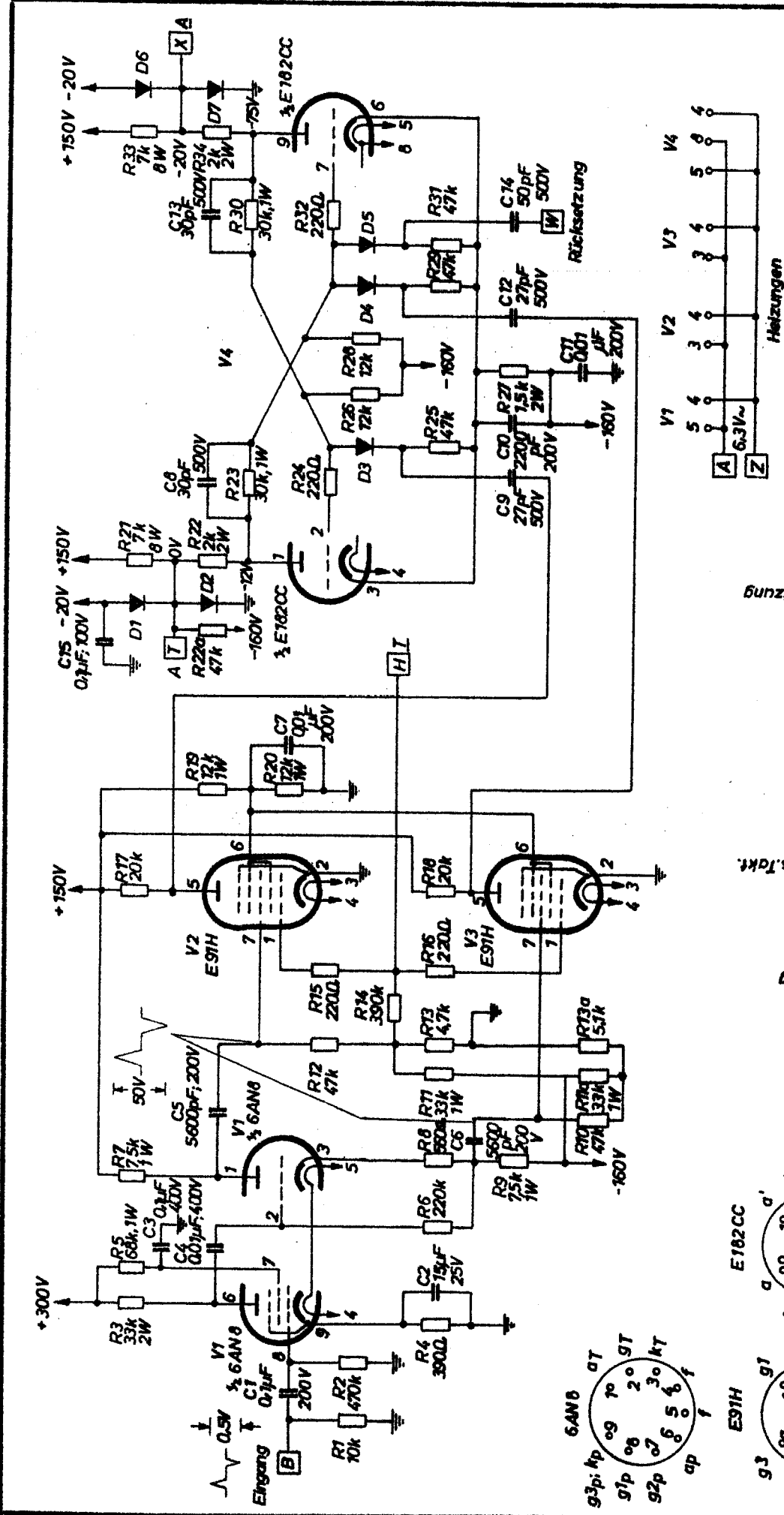
Schaltplan
für
Kopf - Auswahl - Matrix

8801.223 Schem 1(4)



Schaltplan für Kopf - Auswahl - Matrix

Änderung: c: R11a
und R13a hinzu.
13.4.60
Änderung: b: R34a
auf 10k. C6 um-
gelegt.
16.3.60
Änderung: a:
22a u. R34a
neue Widerst-
stände R21 u.
R22 geändert.
26.2.60
9.59
9.59



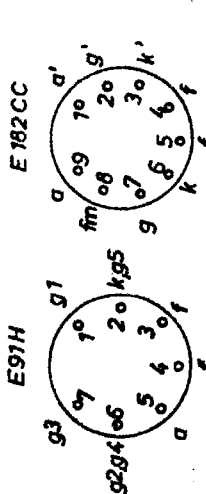
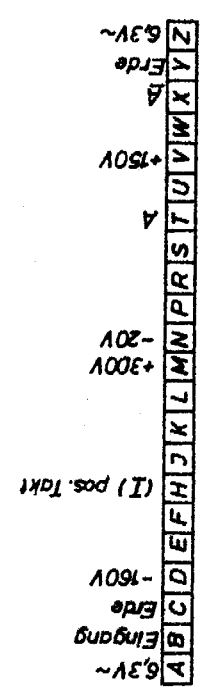
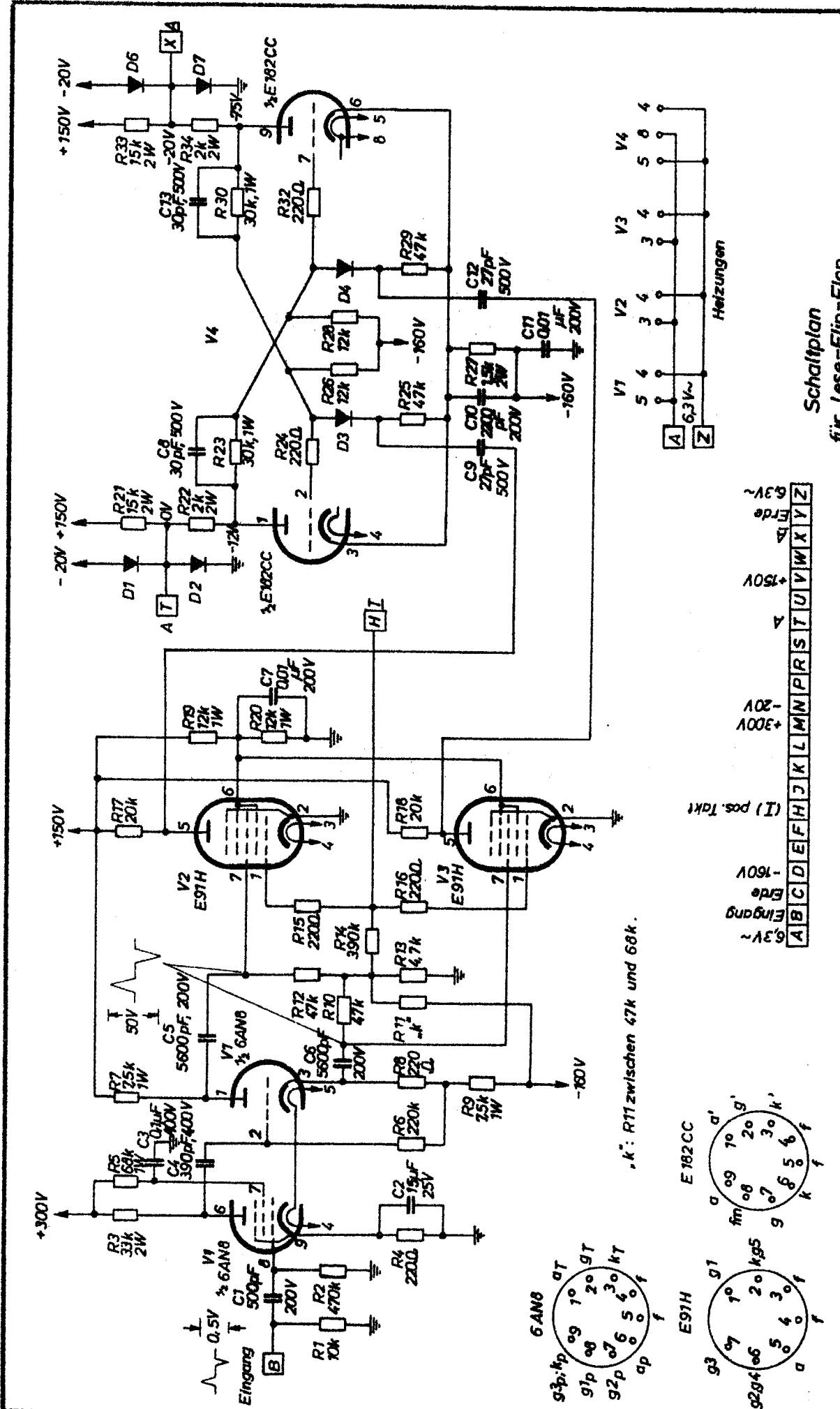
Schaltplan
für Hauptspeicher-Lese-Flip-Flop.

Alle Widerstände 1/2W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA95.

Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Schaltplan für
Hauptspeicher - Lese - Flip - Flop
(Karte 8801. 224)

8801. 224 Schem 2 (4)



Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA 95.

k: R11 zwischen 47k und 68k.

Schaltplan
für Lese-Flip-Flop.

12.6.59
27.8.59

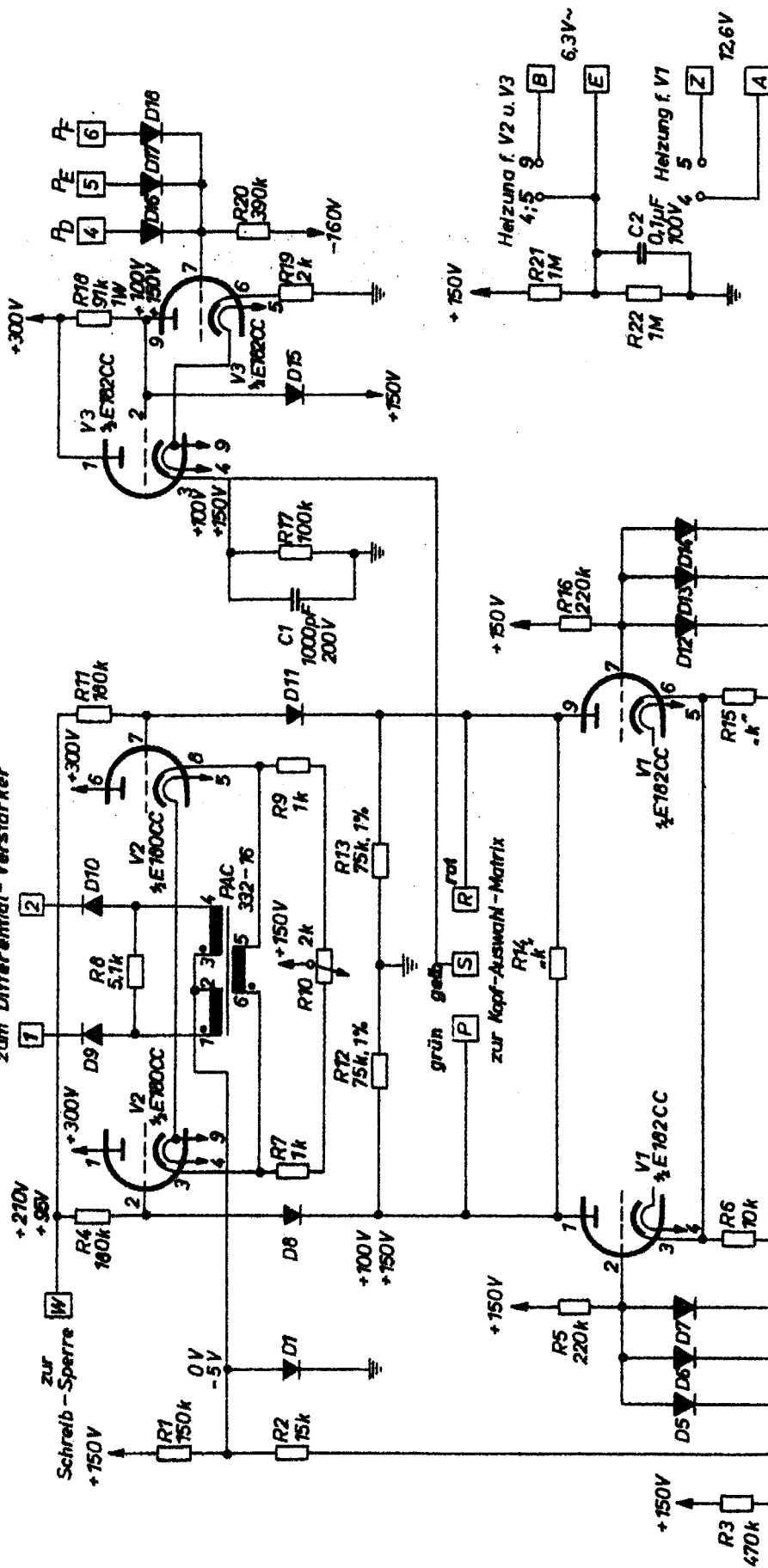


Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Schaltplan
für Matrix - Treiber
(Karte 8801.225)

8801.225 Schem 1(4)

zum Differential-Verstärker



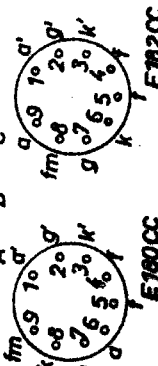
Lesen
Schreiben

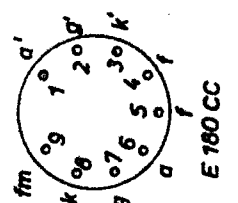
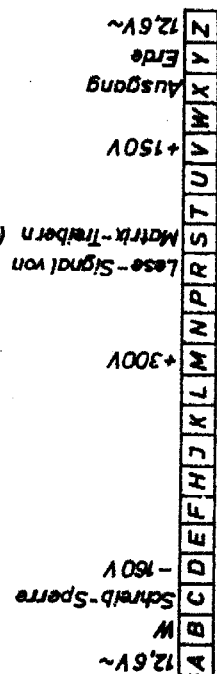
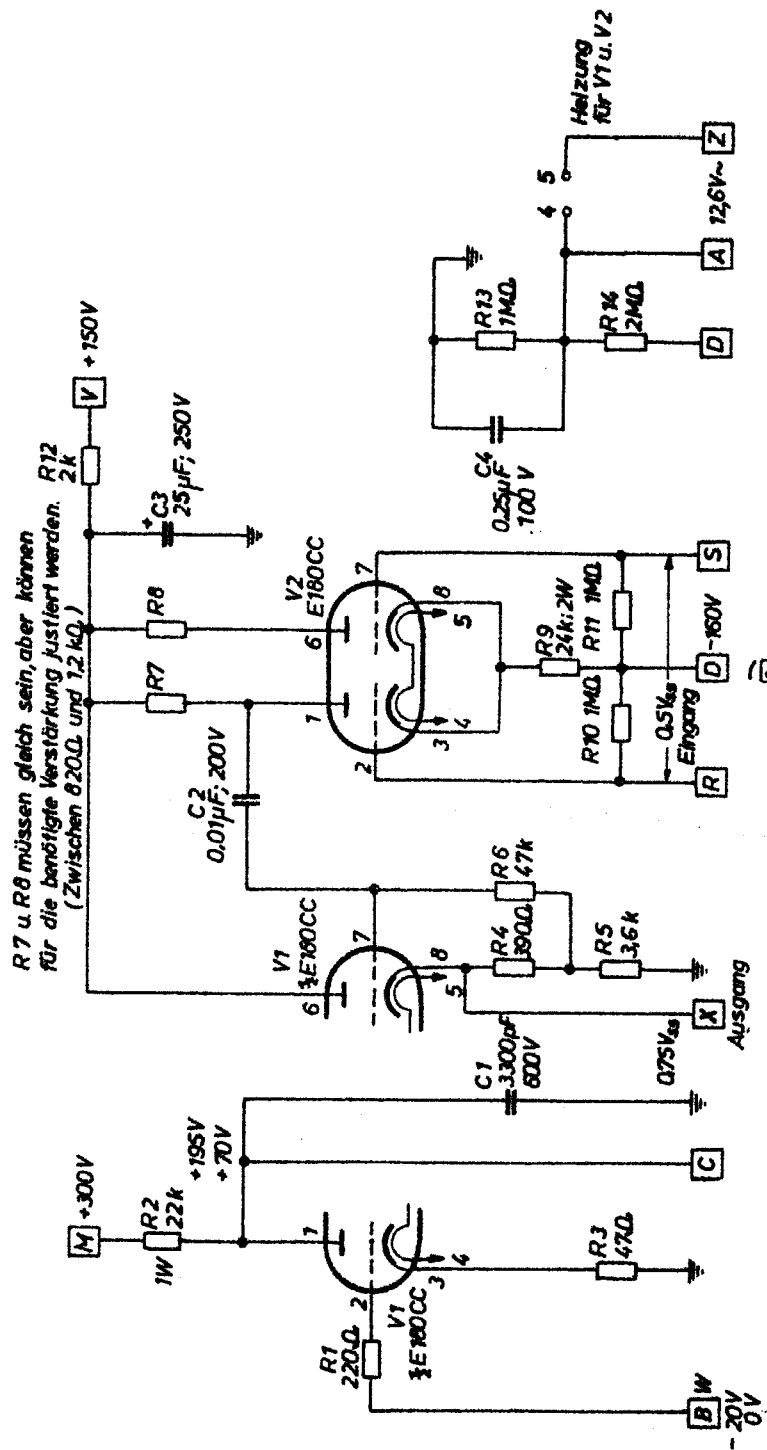
R14: zwischen 10k u. 15k.
R15: zwischen 43Ω u. 82Ω.

Bei „Eingabe v. Hand“ (am Bedienungsputz) ist die Erdung unterbrochen, so daß nicht in den HS. geschrieben werden kann.
Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden sind OA-95.

Schaltplan
für Matrix - Treiber

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6
~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	
~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	
~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	~2,6V	





Schaltplan
für Lese - Schreib - Tor

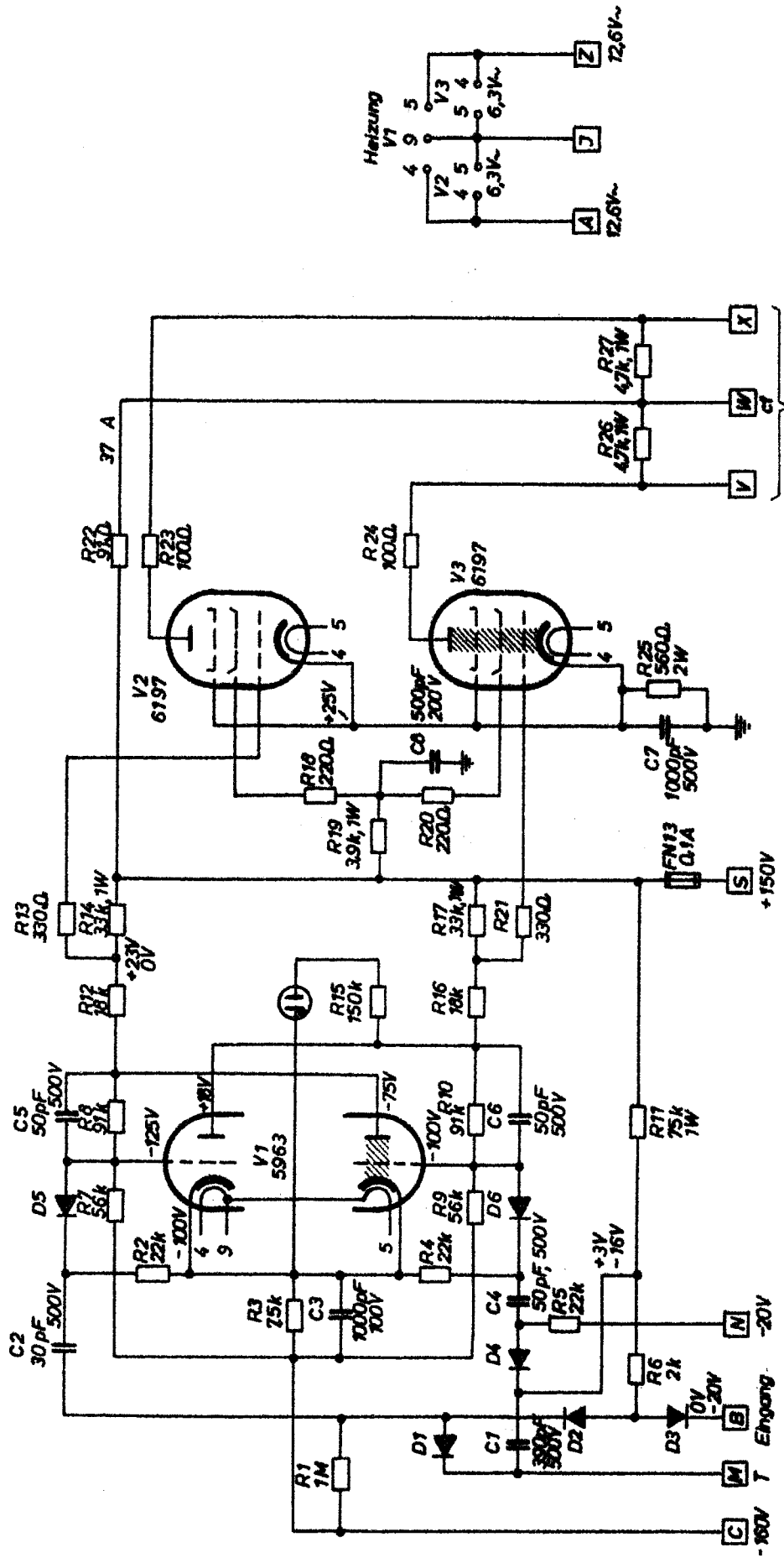
Alle Widerstände ½ W, wenn nicht anders angegeben.

1.9.59
b. 9. 55 1/4 d

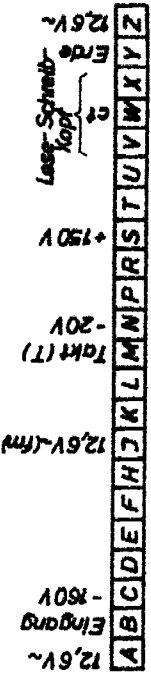
Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Schaltplan
für Schreibverstärker
(Karte 8801. 227)

8801. 227 Schem 1(4)



Leser - Schreib - Kopf



Schaltplan
für Schreibverstärker

Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA 95.

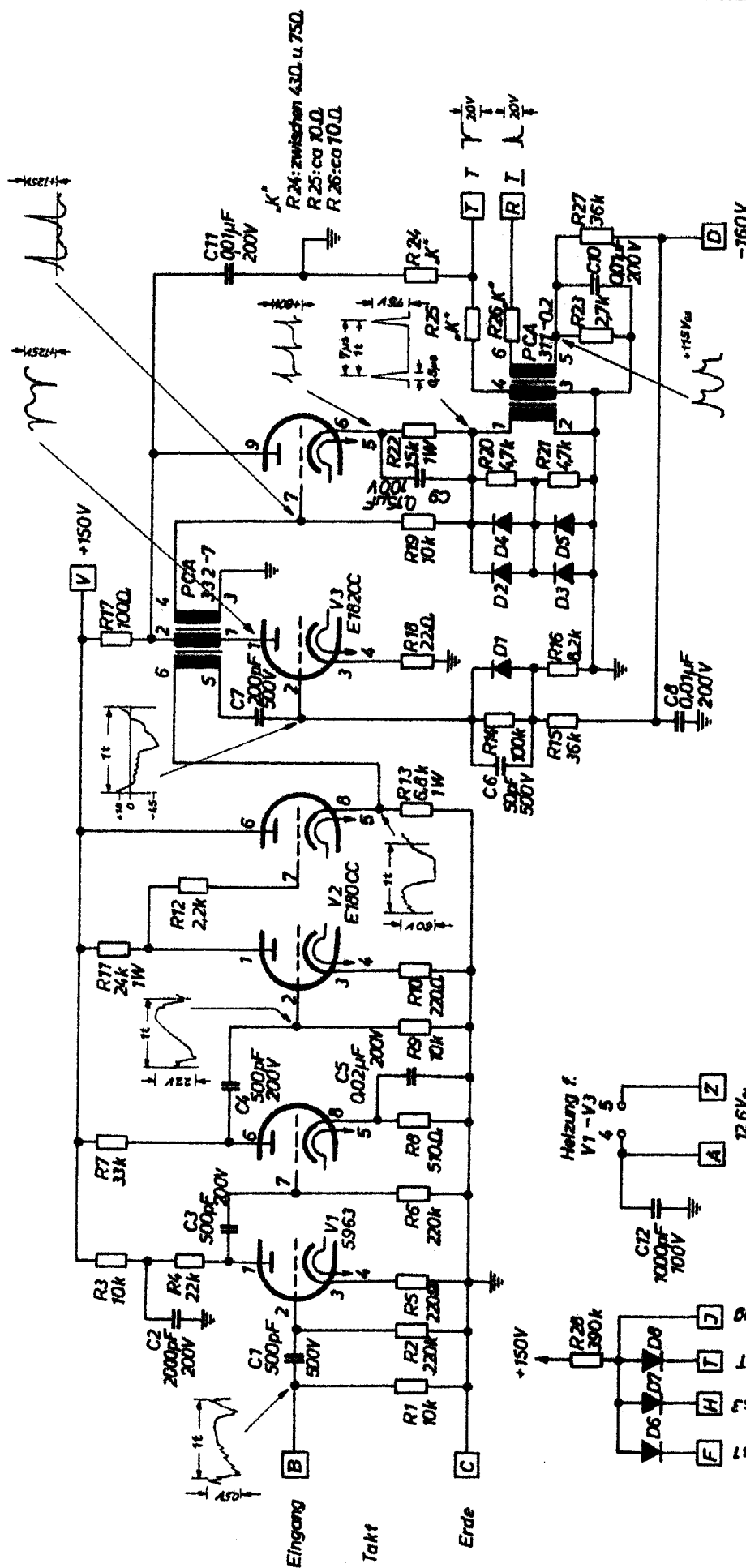
11.6.59
1.8.59 Hvd



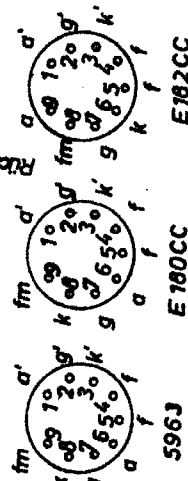
Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Schaltplan
für Takt-Generator
(Karte 8802.228)

8801.228 Schem 1(4)



12.6V	Erde	12.6V	Erde
A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M	N	P	Q
R	S	T	U
V	W	X	Y
Z			



Schaltplan
für Takt-Generator

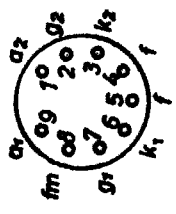
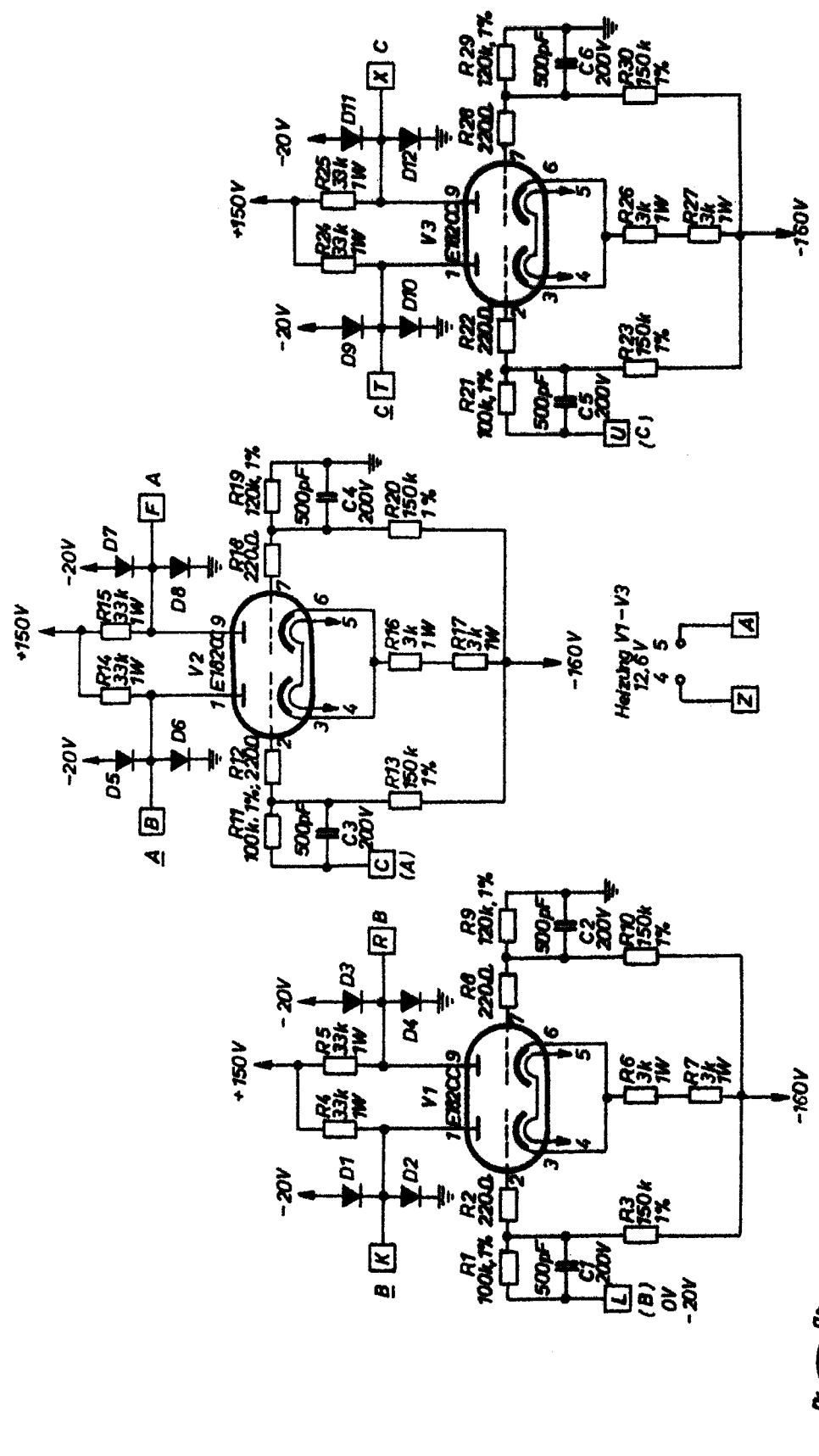
Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA-95.

19.8.59
v. 9.59 M.H.

Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Schaltplan
für Dreifach-Inverter
(Karte 8801.229)

8801.229 Schem1(4)



Wenn nicht anders angegeben,
alle Widerstände 1/2 W.
Alle Dioden OA 95.

12.6V ~	Erde	~	Z
150V	(C)	U	V
20V	(B)	M	N
160V	(A)	L	K
12.6V ~	A	H	G
	B	F	E
	C	D	A
	D	C	B
	E	B	A
	F	A	Z
	G	Z	A
	H	A	Z
	I	Z	A
	J	A	Z
	K	Z	A
	L	A	Z

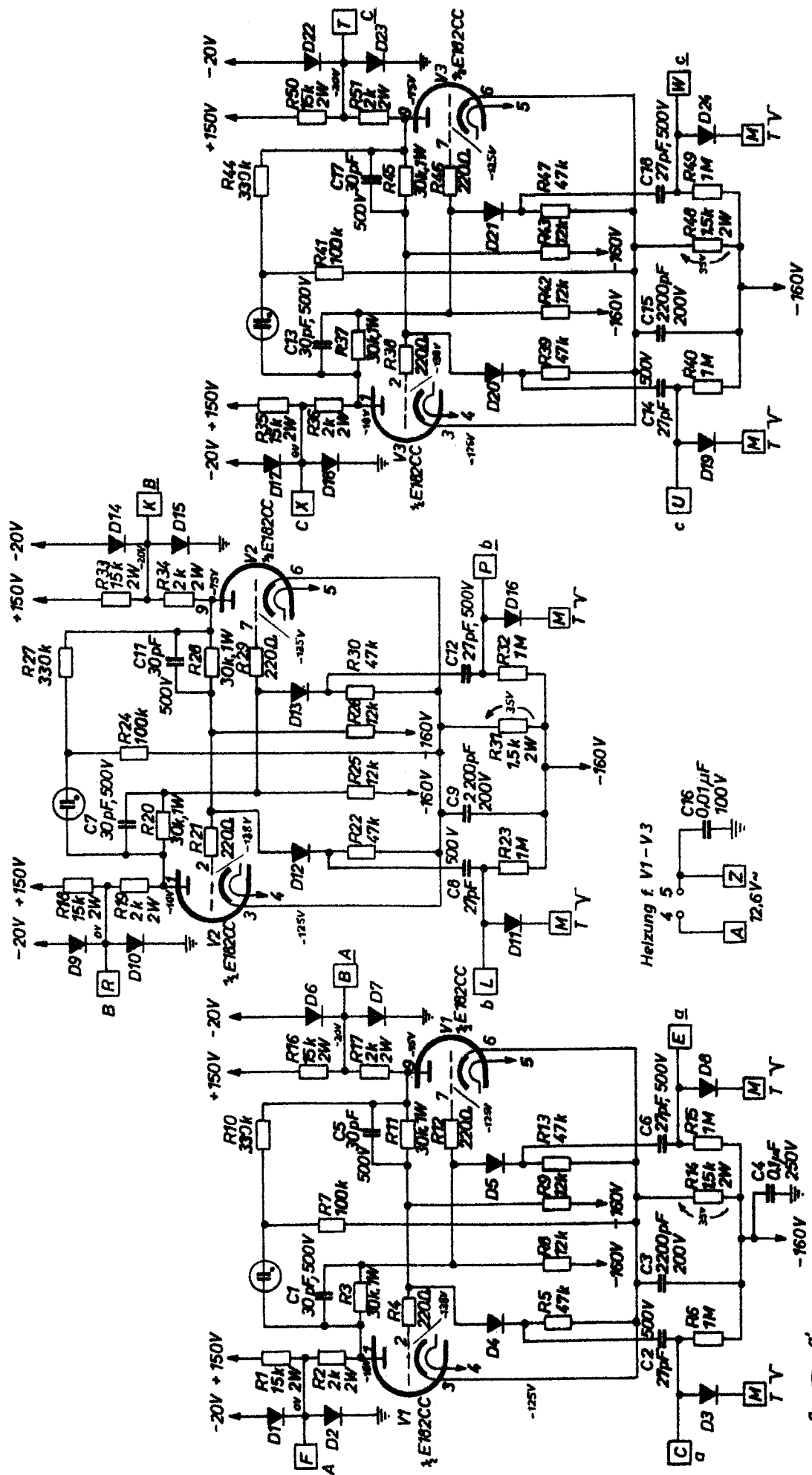
Schaltplan
für Dreifach-Inverter

15. 6. 59
1. 8. 59 Mid

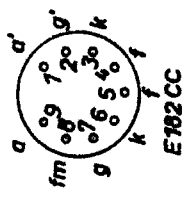
Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

Schaltplan
für Dreifach-Flip-Flop
(Karte 8801.230)

8801.230 Schem 1(4)



12,6V	150V	20V	106V	12,6V	106V	150V	12,6V	Erde	12,6V
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	P	Q	R	S	T	U
V	W	X	Y	Z					



Alle Widerstände 1/2W, wenn
nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA-95.
Spannungen mit Meßgerät Tektronik 535 gemessen.

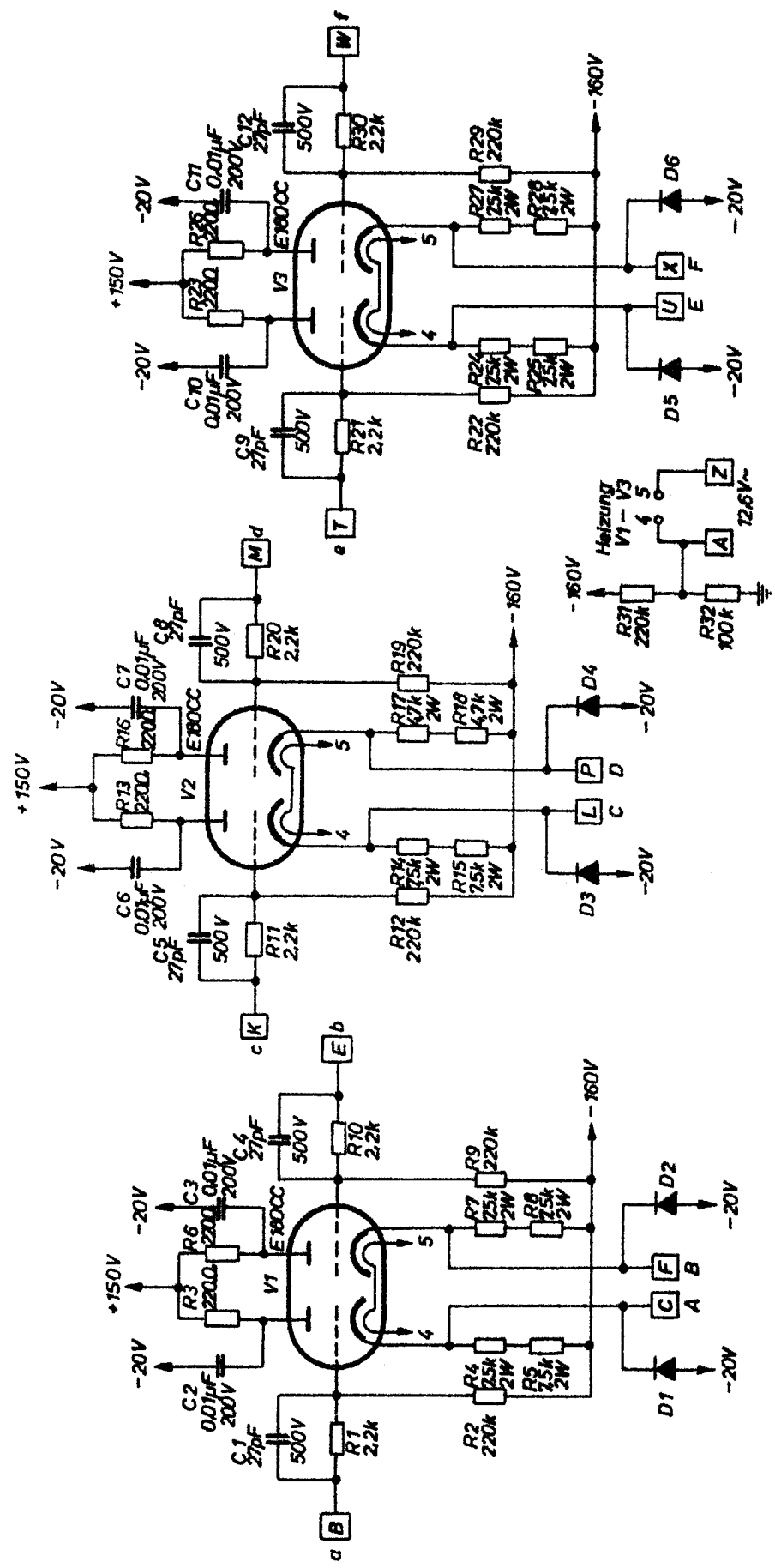
Schaltplan
für Dreifach-Flip-Flop

1.9.59
 0.9.53 Nord

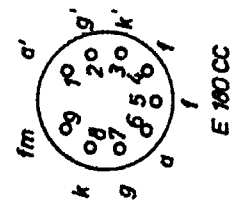
Schoppe & Faeser
 G.m.b.H.
 Minden (Westf.)

Schaltplan
 für Katoden-Folger
 (Karte 8801.231)

8801.231 Schem 1 (4)

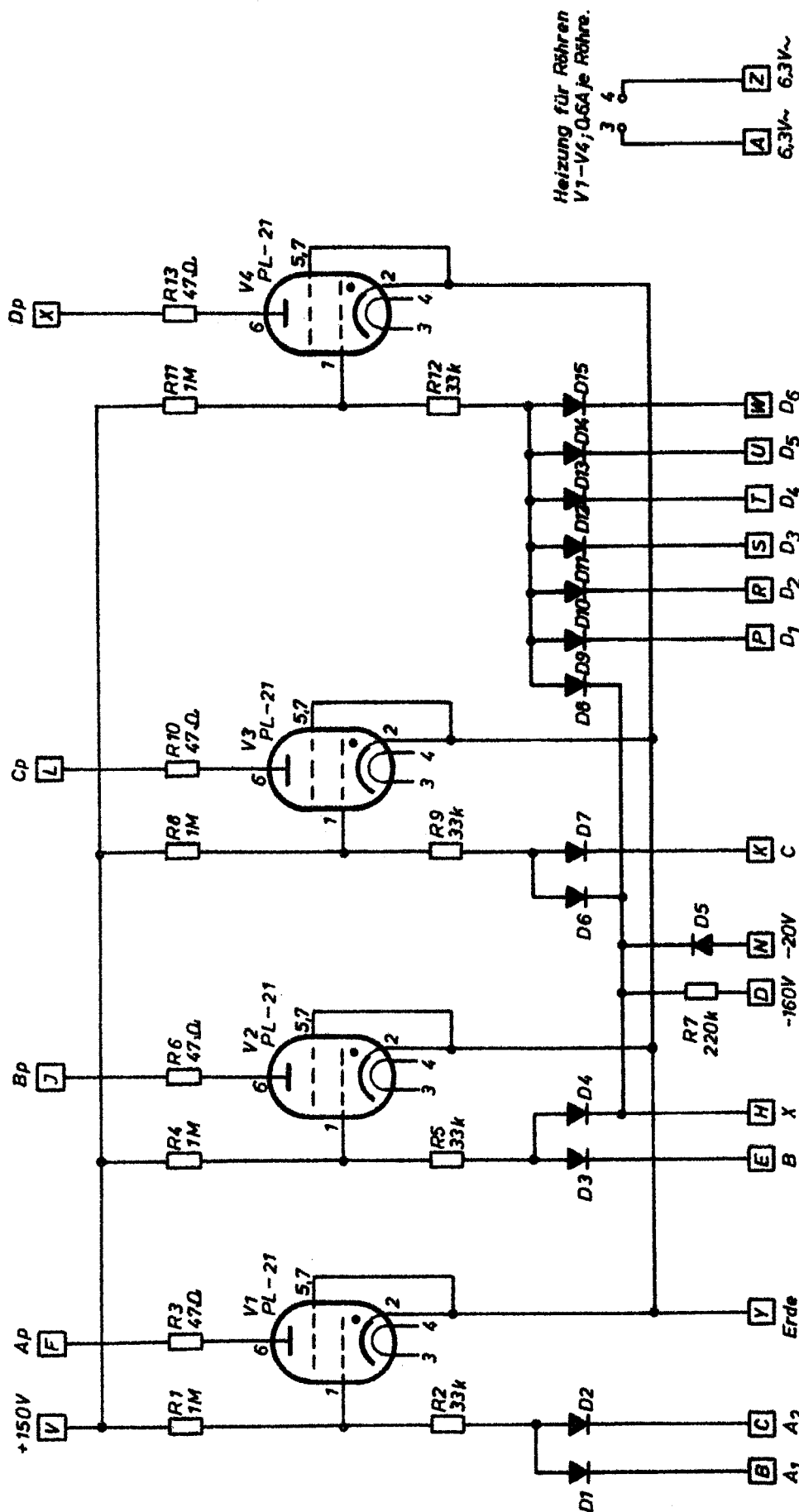


12.6V~	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Erde																										



Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
 Alle Dioden OA 95.

Schaltplan für
 Katoden-Folger

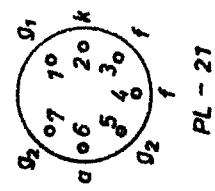


Heizung für Röhren
V1-V4; 0,6A je Röhre.

6,3V~	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Erde	Dp	D6	D5	D4	D3	D2	D1	-20V	Cp	C	Bp	X	Ap	B	-160V	A2	A1	6,3V~
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------	----	----	----	----	----	----	----	------	----	---	----	---	----	---	-------	----	----	-------

Schaltplan
für Thyatron

Alle Widerstände 1/2 W.
Alle Dioden OA-95.



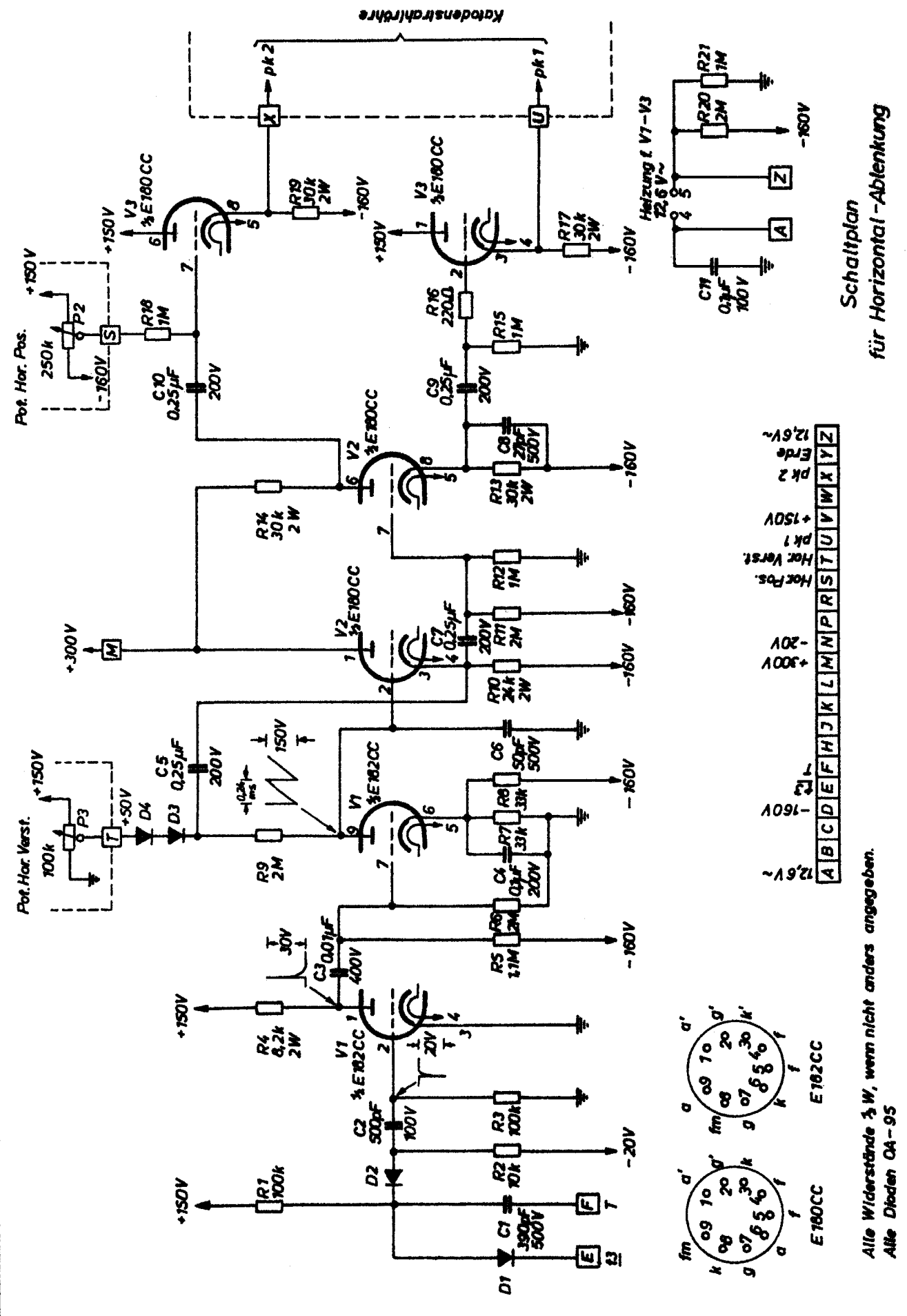
7.7.59
7.8.59

10.6.59
1.8.59 Wd

Schoppe & Faeser
G.m.b.H.
Minden (Westf.)

Schaltplan
für Horizontal-Ablenkung
(Karte 8801.233)

8801.233 Schem 1(4)



Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA-95

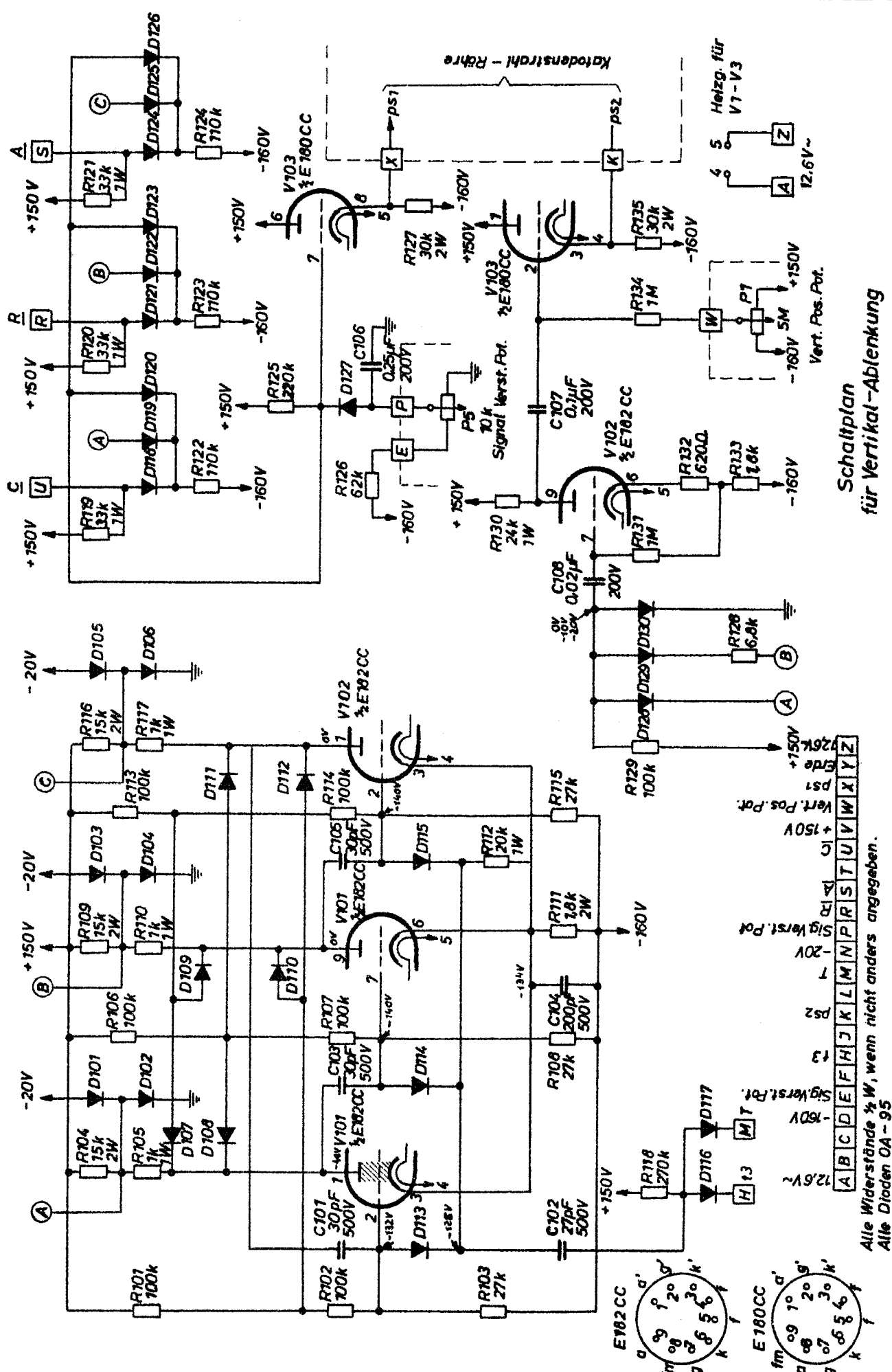
Schaltplan
für Horizontal-Ablenkung

9.7.59
9.8.59 H.d

Schoppe & Faeser
G. m. b. H.
Minden (Westf.)

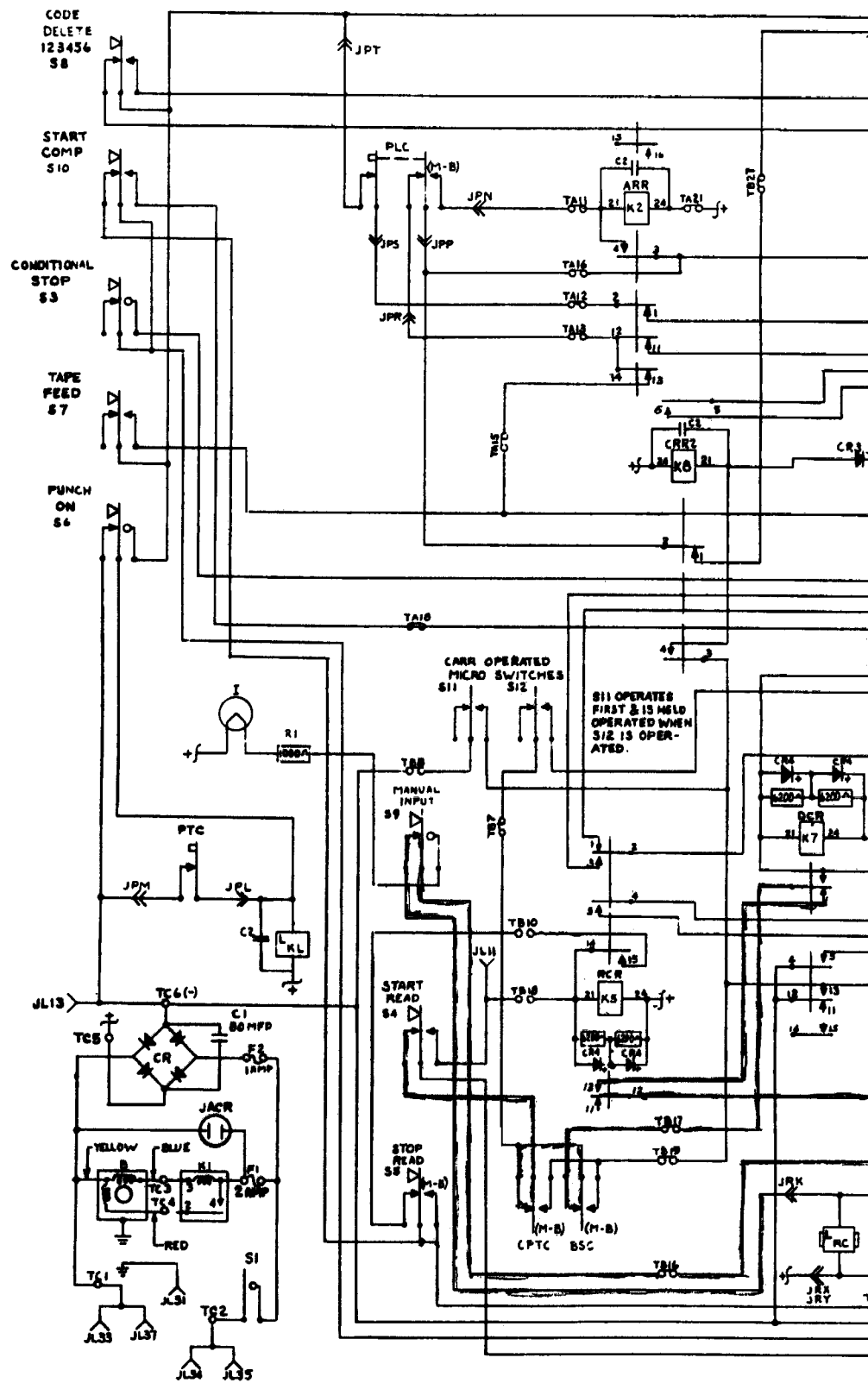
Schaltplan
für Vertikal-Ablenkung
(Karte 8801.234)

8801.234 Schem 1(4)



Schaltplan
für Vertikal-Ablenkung

Alle Widerstände 1/2 W, wenn nicht anders angegeben.
Alle Dioden OA - 95



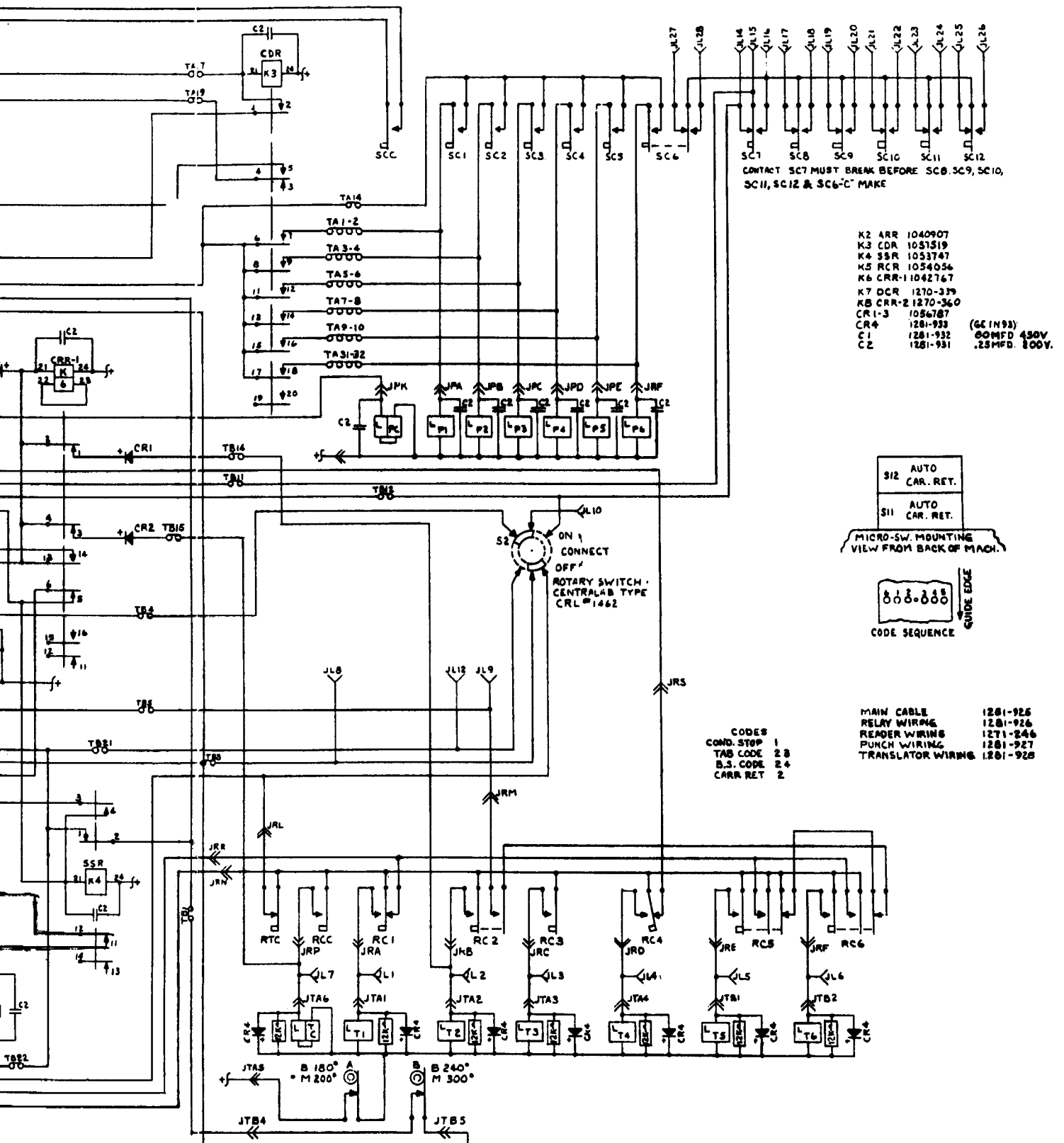


Figure F31 - Typewriter Schematic