

Kurzgefasste Bedienungsanleitung  
für den Telefunken Analogrechner

RA 770

Diese Anleitung ist auf der Studienarbeit Nr.551 von Herrn R. Aderhold aufgebaut. Sie soll dem Benutzer die wichtigsten technischen Grundlagen für die Bedienung des Analogrechners vermitteln. Weitergehende Hinweise sind der ausführlichen Bedienungsanweisung von Telefunken zu entnehmen. Eine Bedienungsanleitung für den Digitalzusatz DEX wird gesondert herausgegeben.

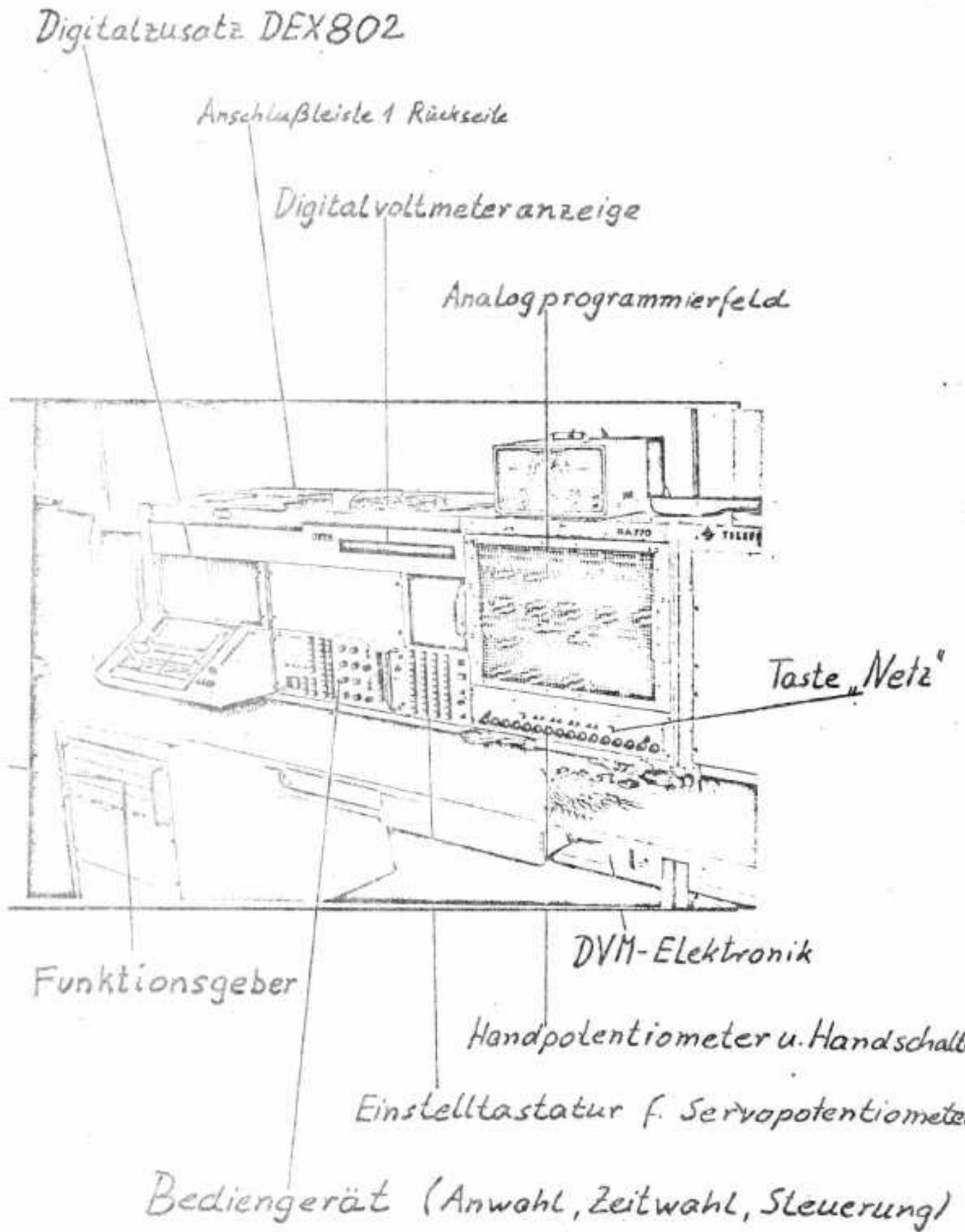
## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1.0 Einleitung	3
1.1 Einschalten eines Rechners	3
1.2 Einsetzen des auswechselbaren Analogprogrammierfeldes	4
1.3 Beschreibung der Funktion der zentralen Bedieneinheit, des Bediengerätes	4
1.3.1 Anwahl der Rechenelemente	4
1.3.1.1 Handanwahl der Rechenelemente	4
1.3.1.2 Die Anwahlsteuertasten	5
1.3.2 Zeitwahl	6
1.3.2.1 Einstellen der Pausenzeit	7
1.3.2.2 Einstellen der Rechenzeit	7
1.3.2.3 Die Haltzeit	7
1.3.2.4 Einstellen der Rechenzeit vierstellig	8
1.3.2.5 Die Taste " 10x "	8
1.3.3 Steuerung des Rechenablaufes	8
1.3.3.1 Steuerung der Betriebsarten	9
1.3.3.2 Steuerung der Rechenprogramme	9
1.3.4 Einstellen der Koeffizientenpotentiometer	11
1.3.4.1 Handpotentiometer	12
1.3.4.2 Servopotentiometer	12
1.4 Beschreibung des Analogprogrammierfeldes ( APP ) und der Einzelelemente	13
1.4.0 Allgemeine Übersicht über das Analogprogrammierfeld	13
1.4.1 Referenzspannungen	16
1.4.2 Koeffizientenpotentiometer	16
1.4.3 Die Rechenverstärker	16

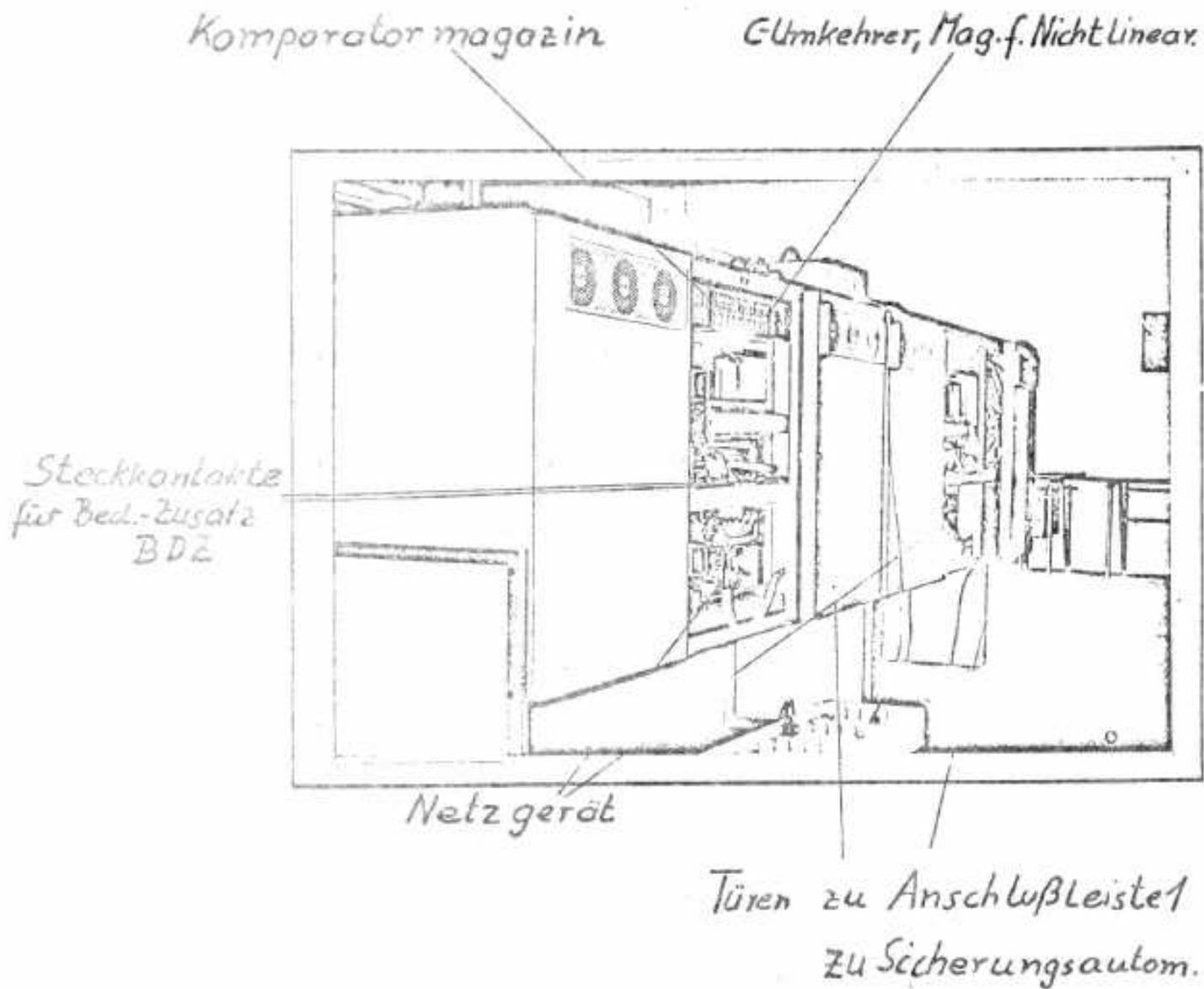
	Seite
1.4.3.1 Umschaltbare Verstärker	17
1.4.3.1.1 Summierer	17
1.4.3.1.2 Integrierer	19
1.4.3.1.3 Speicher	19
1.4.3.1.4 komplementäre Integrierer	20
1.4.3.1.5 komplementäre Speicher	21
1.4.3.1.6 offener Verstärker	21
1.4.3.1.7 einzelsteuerbare Integrierer/Speicher	22
1.4.3.1.8 zeitlicher Ablauf der Rechnung bei Integrierer/Speicher	23
1.4.3.1.9 Tabelle der notwendigen Verbindungen für die Betriebsarten der umschaltbaren Verstärker	24
1.4.3.2 Summierer	25
1.4.3.2.1 Summierer I	25
1.4.3.2.2 Summierer II	25
1.4.3.2.3 Summierer III	25
1.4.3.3 Umkehrverstärker	27
1.4.3.3.1 C - Umkehrer	27
1.4.3.3.2 Reine Umkehrer	28
1.4.4 Multiplizierer	28
1.4.4.1 Parabelmultiplizierer	28
1.4.4.2 Modulationsmultiplizierer	29
1.4.4.3 Parabelmultiplizierer im Resolver (1.4.6.4)	35
1.4.5 Funktionsgeber	29
1.4.5.1 Feste Funktionsgeber	30
1.4.5.1.1 Im Magazin für Nichtlineare Netzwerke an Stelle der Parabelmultipliziere	30
1.4.5.1.2 Universalknickfunktionen	30
1.4.5.2 Variable Funktionsgeber	30
1.4.5.2.1 Im Magazin für Nichtlineare Netzwerke an stelle der Parabelmultiplizierer	30
1.4.5.2.2 Variable Funktionsgeber	31
1.4.5.2.2.1 Beschreiben des Funktionsgebers	31
1.4.5.2.2.2 Einstellen des Funktionsgebers	31
1.4.5.2.2.3 Umkehrer	32
1.4.6 Elektronischer Resolver ( Koordinatenwandler )	32
1.4.6.1 Koordinatentransf.: Karthesische in Polarkoord.	33
1.4.6.2 Koordinatentransf. : Polar in Karthesische Koord.	34
1.4.6.3 Drehung eines Karthes. Koordinatensystems	34
1.4.6.4 Multiplizierer.	35

	Seite
1.4.6.5 Umkehrer im Resolver	35
1.4.7 Komparatoren	36
1.4.8 Rauschgeneratoren	37
1.4.9 Schalter	37
1.4.9.1 Handschalter	37
1.4.9.2 Schrittschalter	37
1.4.10 Freie Rechenelemente	37
1.4.10.1 Freie Eingangsnetzwerke	37
1.4.10.2 ALS- und AWS-Hülsen	38
1.4.10.3 Freie Vielfache	39
1.4.11 Steuerbuchsen, Aus- und Eingabebuchsen	39
1.4.11.1 Steuerbuchsen	39
1.4.11.1.1 H-Buchse	39
1.4.11.1.2 F,R,H-Buchsen	39
1.4.11.2 Ausgabebuchsen	39
1.4.11.2.1 OS-,SCH-Buchsen	39
1.4.11.2.2 ADU-Buchsen	40
1.4.11.3 Eingabebuchsen	40
1.4.11.3.1 EG-Buchse	40
1.4.11.3.2 RG-Buchse	40
1.4.11.3.3 VA-Buchse	40
1.4.11.3.4 Z-Buchse	40
1.4.11.3.5 DAU-Buchsen	40
1.5 Die verschiedenen Betriebskombinationen der beiden Rechner	41
1.5.1 Getrennter Betrieb	41
1.5.1.1 Lösen der Verbindungskabel	41
1.5.1.2 Wechsel des Bedienzusatzes gegen das Bediengerät	41
1.5.2 Parallelbetrieb	42
1.5.2.1 Wechsel des Bedienzusatzes gegen das Bediengerät	42
1.5.2.2 Stecken der Verbindungskabel	42
1.5.3 Master-Slave-Betrieb	42
1.5.3.1 Lösen der Verbindungskabel	42
1.5.3.2 Wechsel des Bediengerätes gegen den Bedienzusatz	43
1.5.4 Feststellen der Betriebsart bei übernommenen Rechner	43
1.5.4.1 Hauptrechner Bediengerät Nebenrechner Bed.-gerät	43
1.5.4.2 Hauptrechner Bediengerät Nebenrechner Bed.-zusatz	43

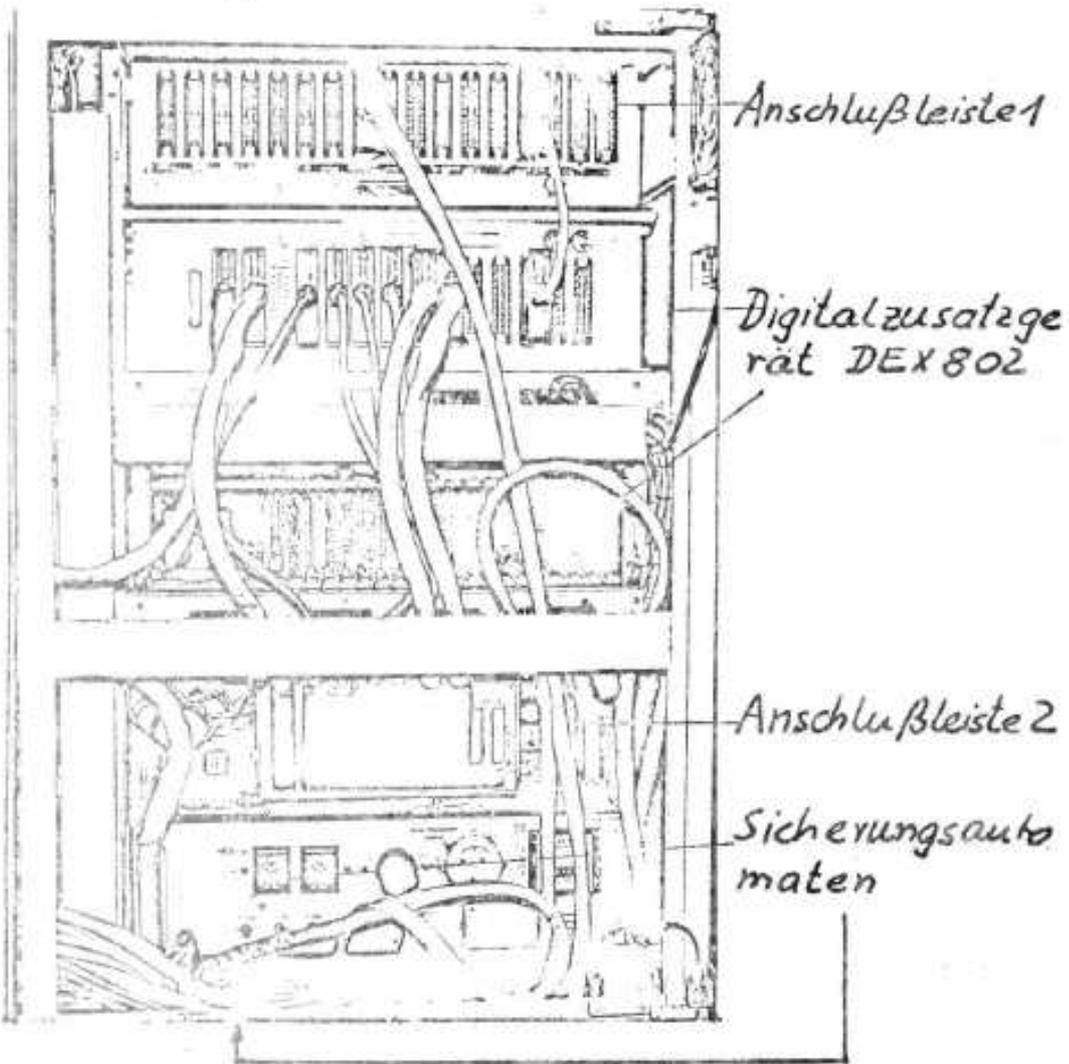
# Rechnervorderseite



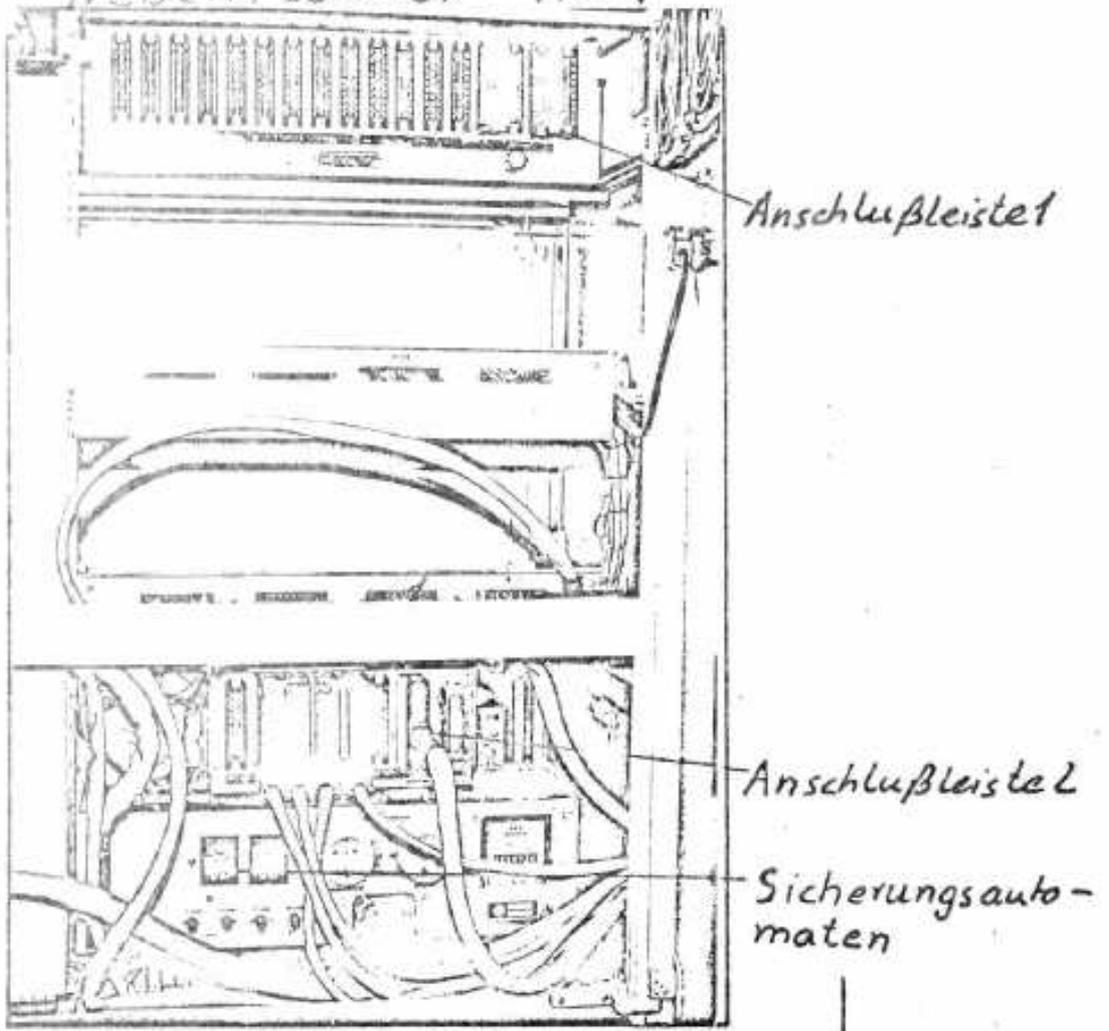
# Rechnerrückseite



# Hauptrechner (HR)



# Nebenrechner (NR)



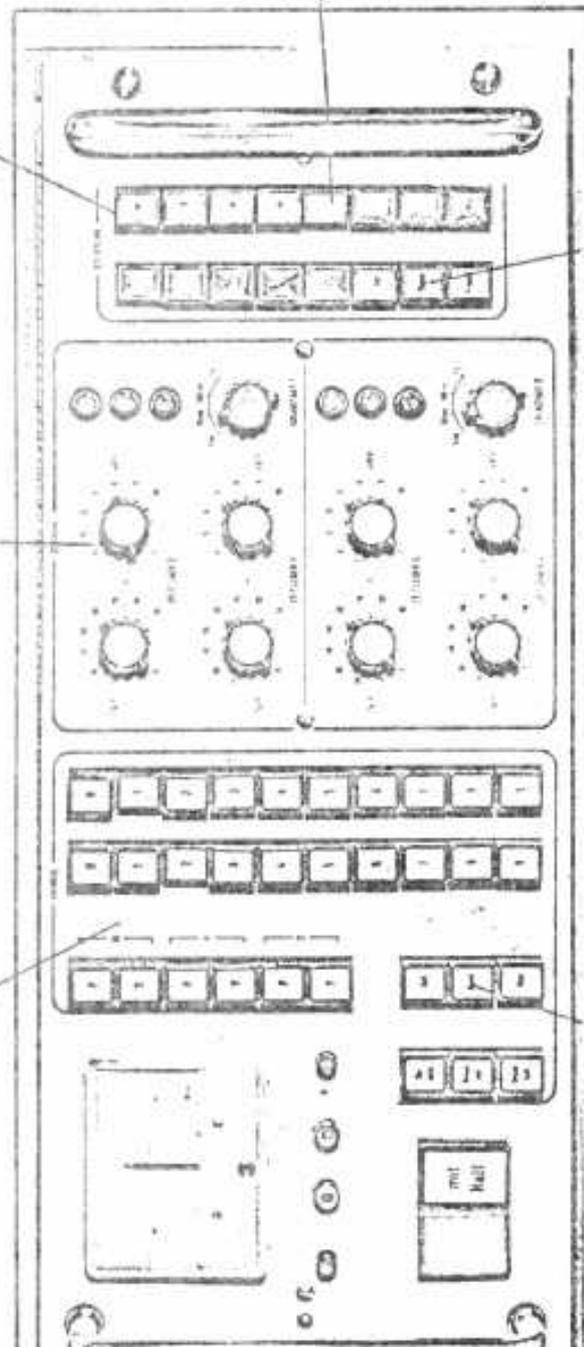
*Bediengerät u. Poti-Einstell tastatur*

*Anwahl*

*Zeitanwahl*

*Steuertasten*

*Servo-Pot.-Einstell tastatur*



*Taste „Pause“*

*Taste „Eigen“*

*Taste „Hand“*

## 1.0 Einleitung

Der Analogteil der am Institut im Aufbau befindlichen Hybridrechenanlage besteht aus zwei Telefunkenanalogrechnern KA 770. Die beiden Rechner werden in Hauptrechner ( 0 ) und Nebenrechner ( 1 ) unterschieden. Der Hauptrechner ist durch den Digitalzusatz gekennzeichnet. Beide Rechner können, wie es in Abschnitt 1.5 beschrieben ist, gekoppelt oder getrennt betrieben werden. Da beide Rechner nur in den nichtlinearen Rechenelementen unterschiedlich bestückt sind, wird im folgenden nur der Hauptrechner beschrieben.

### 1.1 Einschalten des Rechners

Ungeprüfte Analogprogrammierfelder ( APF ) werden mit dem Hebel rechts vom Buchsenfeld abgehoben. Bild 1a

Die Tasten " Hand " im Feld " Anwahl " und " Pause " im Feld " Steuerung " werden gedrückt. Bild 1c

Nun drückt man die Taste " Netz " rechts unter dem Analogprogrammierfeld über den Handpotentiometern. Bild 1a

( Sollten die Sicherungsautomaten ( Bild 1b ) durch den Stromstoß ansprechen, so öffnet man die rechte hintere Tür ( Bild 1a ) am Rechner und legt die Automatenhebel um, nachdem man vorher die Taste " Netz " gelöst hat. Man startet erneut mit " Netz ".) Es leuchten die gedrückten Tasten, dazu leuchtet kurz die große Taste " Ü " auf. Nun drückt man die Taste " Eigen " im Feld " Steuerung " und die Taste " Ein " links neben der Anzeige des Digitalvoltmeters. Bild 1c+1a

Damit ist der Rechner betriebsbereit. Bei genauen Rechnungen sollte man den Rechner ca. 1Std vorher warmlaufen lassen.

## 1.2 Einsetzen des auswechselbaren Analogprogrammierfeldes

Vor dem Einsetzen des ( fertig programmierten ) Analogprogrammierfeldes ( APF ) ist der Hebel rechts neben dem Buchsenfeld bis Anschlag nach oben vorn herauszuziehen. Dann wird das Programmierfeld an den Griffen aufgenommen und auf die dicken herausragenden Stifte aufgehängt und aufgeschoben. Schlägt es an, so wird das Feld angehoben und gleichzeitig oben und unten in Aufdruckautomatik eingehängt. Nun wird das Analogprogrammierfeld mit dem Hebel langsam auf das Buchsenfeld gedrückt. Dabei ist darauf zu achten, daß sich keine Programmierkabel lösen.

## 1.3 Beschreibung der Funktion der zentralen Bedieneinheit, des Bediengerätes ( DBG 801 )

Die gesamte Bedienung des Rechners ist im digitalen Bediengerät zusammengefaßt.

Das Bediengerät enthält vier Funktionsgruppen.

1. Anwahl der Rechenelemente
2. Zeitwahl
3. Steuerung des Rechenablaufes
4. Einstellen der Koeffizientenpotentiometer

Siehe dazu Bild 1.c

### 1.3.1 Anwahl der Rechenelemente

Im Feld " Anwahl " sind die Tasten zur Steuerung der Anwahl und die Tastatur zur eigentlichen Anwahl.

#### 1.3.1.1 Handanwahl der Rechenelemente

Die Anwahl der Rechenelemente geschieht mit der Tastatur, die im Feld " Anwahl " zusammengefaßt ist, mit Hilfe der sechs Tasten " P " und " V " und den zwei dekadischen Tastenstreifen. Die Tastatur dient zur Anwahl von 3 x 200 Rechenelementen, die sich auf drei Rechner 0, 1, 2, verteilen, wenn keiner der parallelen Rechner mit eigenem Bediengerät ausgerüstet ist ( dann ist nur die Anwahl von jedem Bediengerät zum zugehörigen Programmierfeld möglich ).

Mit P wählt man alle Koeffizientenpotenziometer sowie 10 kontrollierbare Versorgungsspannungen an.

Mit " V " werden alle anderen Rechenelemente angewählt.

Die 10-ner Stelle kennzeichnet eines der Felder, 0 bis 9, des

Analogprogrammierfeldes. Die 10-ner Stelle wird mit dem linken Tastenstreifen gewählt. Die Einerstelle kennzeichnet die innerhalb dieses Feldes eingetragene Adresse, sie wird mit dem rechten Tastenstreifen gewählt.

Das Digitalvoltmeter zeigt als Rückmeldung für das angewählte Element an erster Stelle einen Kennbuchstaben (P,K,I,S,M,F,Z), an zweiter Stelle die Nummer des Rechners (0,1,2), an dritter und vierter Stelle die Adresse von Feld und Rechenelement. Ist unter der angewählten Adresse kein Element vorhanden, so entfällt die Rückmeldung des Kennbuchstabens.

Zuordnungstabelle zwischen Anwahl und Rückmeldung

Taste	angewähltes Element	Zehner	Einer	Rückmeldg.
P	Koeffizientenpotentiometer	0,1,8,9 3 bis 6	0 bis 6	P
P	Koeffizientenpotentiometer	2,7	0,1,2 5,6	P
P	Versorgungsspannungen	0 bis 9	8	K
V	Integrierer/Speicher	0 bis 9	0,1,2	I
V	kompl. Integrierer/Speicher	0 bis 9	0,1,2	I
V	Summierer	0 bis 9	0 bis 5	S
V	Umkehrer ( Resolver )	2,7	7,8	S
V	Umkehrer ( Funktionsgeber )	0,1,8,9 3 bis 6	9	S
V	Modulationsmultiplizierer	0,1,8,9 3 bis 6	7,8	M
V	Variable Funktionsgeber	0,1,8,9 3 bis 6	9	F
V	Einzelbuchsen am APF	0,2,4 5,7,9	6	Z
V	Einzelbuchse am Dgitprogrfeld.	7	9	Z

### 1.3.1.2 Die Anwahlsteuertasten

Die Anwahlsteuertasten sind links unten im Feld " Anwahl ". Sie dienen zur automatischen Anwahl bzw. der automatischen

Ausgabe von Ausgangsgrößen angewählter Rechenelemente über einen angeschlossenen Digitaldrucker.

Die Taste " Hand " ist beim Einschalten schon gedrückt.

Die Taste " Druck ein " schaltet den Eingang des Druckers auf den Datenausgang des Digitalvoltmeters.

Die Taste " Druck bef. " löst einen Befehl zum Ausdrucken der am Digitalvoltmeter angezeigten Adressen und Werte aus.

Ein Druckbefehl erfolgt selbsttätig am Ende des Potentiometer-einstellvorganges, bei den Betriebsarten "Repet " oder " It. aut. " bei Grundtaktzeiten  $\leq 100\text{ms}$  am Ende der Rechenzeit und bei der automatischen Anwahl.

#### Automatische Anwahl

Die Startadresse wird mit der Anwahltastatur eingetastet. Die Taste " Aut " bewirkt die fortlaufende Ausgabe der abgefragten Adressen mit ihren Werten. Die Ausgabegeschwindigkeit beträgt bei " Druck ein " 2Hz, ohne 0,5 Hz.

Wird nach Ablauf des automatischen Anwahlvorganges die Endadresse eingetastet, so wird die Liste bis zu dieser Position ausgeführt. Unterbleibt dies oder ist die neue Endadresse kleiner als die Startadresse, so endet die Liste bei der Position 99 und springt auf die eingetastete Adresse zurück.

Der automatische Anwahlvorgang wird durch die Taste " Hand " beendet. Die Taste " Stop " unterbricht die Liste. Sie wird durch erneutes Drücken von " Aut " fortgesetzt.

Die Taste " Extern " schaltet das eingebaute Anwahlsystem für die Fernbedienung durch externe Steuergeräte ab. Die Taste " Extern " wird durch " Aut " oder " Hand " gelöscht.

#### 1.3.2 Zeitwahl

Im Feld "Zeitwahl" wird durch farbige Lampensignale angezeigt, welche der drei Phasen gerade vorliegt. Es bedeuten:

gelb- Pause  
grün- Rechnen  
rot- Halt

Die Dauer dieser Phasen wird an den drei Zeitgebern im gleichen Feld eingestellt. Die Anordnung ist zweimal vorhanden, sodaß sich zwei voneinander unabhängige Rechenabläufe ( ein normaler: Rechenzyklus 1 und ein komplementärer: Rechenzyklus 2 ) aufbauen lassen. Die Zyklen sind mit den fünf fest vorgegebenen Betriebsarten: " Dauer ", " Rechnen mit Halt ", " Repet. ", " Iter. aut " und " Iter. Hand " verknüpft.

### 1.3.2.1 Einstellen der Pausenzeit

Die Pausenzeit  $T_{p1}$  für den normalen Rechenzyklus wird durch die Kombination von Grundtakt 1 GT1 und Zeitgeber 1 ZG1 zweistellig mit Hilfe der schwarzen Gravour eingestellt. Die Einstellung der beiden Drehschalter für ZG1 werden addiert und mit der Einstellung von GT1 multipliziert:

$$T_{p1} = F_{ZG1} \times GT1$$

Die Pausenzeit im komplementären Takt wird durch die Kombination von Grundtakt 2 GT2 und Zeitgeber 4 ZG4 eingestellt.

$$T_{p2} = F_{ZG4} \times GT2$$

### 1.3.2.2 Einstellen der Rechenzeit

Die Rechenzeit für den normalen Rechenzyklus wird durch Addition der beiden Drehschalter von Zeitgeber 2 ZG2 zweistellig mit Hilfe der schwarzen Gravour eingestellt. Der Wert wird mit der Einstellung von GT1 multipliziert:

$$T_{R1} = F_{ZG2} \times GT1$$

Es lassen sich Rechenzeiten zwischen  $100\mu s$  und  $100s$  zweistellig einstellen.

Die Rechenzeit des Komplementärzyklus ist durch Zeitgeber 5 ZG5 und den Grundtakt 2 gegeben.

$$T_{R2} = F_{ZG5} \times GT2$$

### 1.3.2.3. Die Haltzeit

Die Haltezeit für den normalen und komplementären Rechenzyklus entspricht der jeweiligen Grundtaktzeit.

$$T_{H1} = GT1$$

$$T_{H2} = GT2$$

Demnach sind Haltzeiten von  $100\mu s$ ,  $1ms$ ,  $10ms$ ,  $100ms$ ,  $1s$  möglich.

#### 1.3.2.4 Einstellen der Rechenzeit vierstellig

Die vierstellige Einstellung der Rechenzeit ist nur bei den Rechenprogrammen " Repet " und " Repet mit Halt " möglich. Es gilt die weiße Gravour an den Drehschaltern für ZG2 und GT1.  $T_p$  und  $T_H$  sind auf 1s festgelegt. Die Einstellung wird an den Drehschaltern von GT1, ZG2 und ZG1 vorgenommen. Die Einstellung von ZG2 und ZG1 addieren sich wie angegeben und werden mit GT1 multipliziert:

$$T_R = [ 100x F_{ZG2} + F_{ZG1} ] \times GT1$$

Die Rechenzeit läßt sich mit den Grundtaktzeiten 1ms und 10ms ( weiße Gravour ) zwischen 1ms und 100s vierstellig einstellen. Durch Taste " 10 X " von 100us bis 10s.

#### 1.3.2.5 Die Taste " 10x "

Die Taste "10x " befindet sich links im Handpotentiometerfeld unter dem Analogprogrammierfeld.

Durch Drücken der Taste " 10x " erhält man bei Grundtaktzeiten  $GT1/GT2 \geq 10ms$  eine Zeitraffung der Rechnung um den Faktor 10. Die Grundtaktzeiten werden um den Faktor 10 verkleinert, die Integrationsfaktoren  $k_0$  werden um 10 vergrößert durch Umschalten auf den nächstkleineren Kondensator.

#### 1.3.3 Steuerung des Rechenablaufes

Der linke Streifen der Steuertastatur enthält alle Tasten für die Voreinstellung der festen Rechenprogramme und die Tasten für Eigen- bzw. Fremdsteuerung des Rechners. Im rechten Streifen ist die Steuerung der Betriebsarten und die Funktionsprüfung von Rechner und Rechenprogrammen zusammengefaßt.

Bei Parallelbetrieb beider Rechner müssen die Rechenprogramme an Haupt- und Nebenrechner vorgewählt werden während die Funktionen der rechten Tastenreihe vom Hauptrechner zentral gesteuert werden. (vergl. Kap. 1.5.2.).

Über die Möglichkeiten, die fest vorgegebenen 5 Rechenprogramme mit Hilfe der Taste " Programm " und dem Digitalzusatz abzuändern, externe Steuerung sowie die Funktion der Prüftasten informiert die ausführliche Bedienungsanleitung von Telefunken in Kapitel 6.

### 1.3.3.1 Steuerung der Betriebsarten

#### Steuerung der eingestellten Rechenprogramme

Die Eigensteuerung des Rechners ist eingeschaltet ( die Taste " Eigen " leuchtet ).

- PAUSE** Die Taste " Pause " beendet alle laufenden Rechenprogramme und ist der Ausgangszustand des Rechners für jedes Rechenprogramm. In der Betriebsart " Pause " übernehmen die Integratoren die Anfangswerte, Änderungen an der Rechenschaltung werden in Stellung "Pause" und bei abgefahrenem Programmierbrett vorgenommen
- RECHNEN** Die Taste " Rechnen " startet jeden Rechenablauf, dessen Programm zuvor mit den Programmwahltasten festgelegt wurde.
- HALTEN** Die Taste " Halt " unterbricht das Rechenprogramm. Es bleiben die zu diesem Zeitpunkt bestehenden Ergebnisse erhalten. Das Programm wird durch die Taste " Rechnen " fortgesetzt. Von der eingestellten Rechenzeit  $T_{R1}$  bzw.  $T_{R2}$  gehen dann bis zu  $2x$  Grundtaktzeit  $GT1$  bzw.  $GT2$  verloren.
- WEITER** Die Taste " Weiter " führt den Rechenzyklusablauf fort, der zuvor in den Betriebszustand " Halten " gelaufen war.

### 1.3.3.2 Voreinstellung der Rechenprogramme

Die Rechenprogramme werden in "Pause" voreingestellt und mit der Taste "Rechnen" gestartet.

- Die sich anschließende Rechenzeit wird nur beendet
- a) durch Betätigung der Taste "Halt" oder "Pause"
  - b) durch Übersteuerung eines Rechenverstärkers, falls die Taste "Ü mit Halt" gedrückt ist
  - c) von einem Signal, das die weiße H-Buchse mit grüner Diagonale auf Relaiserde oder von Aufschalten von 0 am Digitalprogrammierfeld auf Buchse H.

RECHNEN MIT HALT Die Taste " mit Halt " grün

Nach Ablauf der Rechenzyklusphasen Pause und Rechnen entsprechend der eingestellten Pausen- und Rechenzeit  $T_{P1}$  und  $T_{R1}$  steuert der Zyklus in Betriebsart Halt. Durch Betätigen der Taste " Weiter " wird ohne Pause erneut um die eingestellte Rechenzeit  $T_{R1}$  weitergerechnet. Vor Betätigen von " Weiter " kann  $T_{R1}$  neu eingestellt werden.

REPETIERENDES RECHNEN Die Taste " Repet "

Bei repetierendem Rechnen wird fortlaufend der Zyklus Pause-Rechnen-Halt mit den eingestellten Zeiten  $T_{P1}, T_{R1}, T_{H1}$  durchlaufen. Durch Betätigen der Taste " Programm " wird die feste Abhängigkeit der Haltezeit  $T_{H1} = GT1$  aufgehoben und durch entsprechende Programmierung auf dem Digitalprogrammierfeld beendet. Wenn die Einstellung der Rechenzeit  $T_{R1}$  auf zwei Dezimalen nicht ausreicht, dann besteht die Möglichkeit bei Betriebsart " Repet " die Einstellung der Rechenzeit auf vier Dezimalen zu erweitern ( 1.3.2.4 ). Die Pausen- und Haltzeit sind dann auf 1s festgelegt.

ITERIERENDES RECHNEN Die Taste " It. Aut. "

Diese Rechenart dient dem automatischen iterativen Rechnen mit zwei getrennten Integrierergruppen. Die Gruppen werden als normale und komplementäre Integrierer/Speicher am Analogprogrammierfeld entsprechend programmiert. Während eine Gruppe rechnet, befindet sich die andere bei der Anfangswerteinstellung, in Pause. Die beiden Gruppen durchlaufen bis zum Abbruch des Rechenprogrammes durch Halt oder Pause den Zyklus:

a) wenn die Grundtakte gleich sind :

Pause1-Rechnen1-Halt1-Pause2-Rechnen2-Halt2-Pause1

b) wenn die Grundtakte verschieden sind:

Pause1- -Rechnen1-Halt1-Pause1-

Pause2-Rechnen2-Halt2- -Pause2-

Bei der Wahl verschiedener Grundtakte ist deshalb zu beachten, daß die Summe aller Zeiten ( Pausen-, Rechen-, Haltzeit ) des schnelleren Taktes ein ganzzahliges Vielfaches des langsameren Taktes sein muß.

zu b) bei Beginn des Programmes wird zunächst Zyklus 1 durchlaufen bevor der 2. Zyklus in Pause1 rechnet.

damit ein definierter Taktübergang stattfindet. Wenn  $F_R$  der eingestellte Rechenzeitfaktor und  $F_P$  der Pausenzeitfaktor ist, dann lautet für  $GTa \leq GTb$  die Bedingung:

$$\left[ F_{Ra} + F_{Pa} + 1 \right] \times GTa = n \times GTb$$

n ganzzahlig, positiv  
a, b = 1, 2 oder 2, 1

Mit der Taste " Programm " in Verbindung mit dem Digitalzusatz können abweichende Programme erzielt werden.

Die Taste " It. Hand "

Diese Rechenart entspricht dem automatisch iterierendem Rechnen mit dem Unterschied, daß nach dem Durchlaufen eines Teilzyklus der Rechner in Halt stehen bleibt. Mit der Taste " Weiter " erreicht man den Taktwechsel.

ÜBERSTEUERN MIT HALT Die weiße Taste " mit Halt "

Die weiße Taste mit Halt ist neben der großen roten Übersteueranzeige- und Übersteuerlöschtaete.

Ist sie gedrückt ( beleuchtet ), dann wird unabhängig von der eingestellten Rechenart bei Übersteuern eines anwählbaren Rechenverstärkers die Rechnung angehalten. Nachdem der Übersteuerungsgrund beseitigt wurde ( Taste Pause ), muß die Rechnung neu gestartet werden ( Taste Rechnen ). Das Aufheben der Haltesperre durch nochmaliges drücken der Taste " mit Halt " führt zur Fortsetzung des Programmes. Es gehen hier maximal 2 x GT verloren.

#### 1.3.4 Einstellen der Koeffizientenpotentiometer

Es sind die Tasten " Pot " im Feld " Steuerung " und " Hand " im Feld " Anwahl " zu drücken. Damit werden alle Potentiometer vom Analogprogrammierungsfeld abgetrennt, die erdfreien Potentiometer werden geerdet, und an +1 ( 10V ) gelegt. Die Einstellung der Koeffizientenpotentiometer erfolgt nach beendeter Programmierung, die Einstellwerte sind belastungsabhängig. Das einzustellende Potentiometer wird mit Kennbuchstaben P und Adresse nach 1.3.1 angewählt.

#### 1.3.4.1 Handpotentiometer

Die Handpotentiometer sind durch die Einer- Adresse 3,4 gekennzeichnet mit den Feldadressen 0,1,3,4,5,6,8,9. Die Einstellung erfolgt von Hand an den mit den Adressen bezeichneten Handpotentiometern im Feld unter dem Analogprogrammierfeld. Adresse und eingestellter Wert werden nach Anwahl am Digitalvoltmeter angezeigt. Die Handpotentiometer im Feld 0 und 9 lassen sich koppeln. Man kann dann mit einem Drehgriff beide Potentiometer gleichmäßig verändern. Der Schalter in der Mitte über den Potentiometer wird hineingedrückt und auf // ( gekoppelt ) oder / / ( nicht gekoppelt ) gedreht.

#### 1.3.4.2. Servopotentiometer

Die Servopotentiometer haben die Feldadresse 0 bis 9 und die Eineradresse 0,1,2,5,6.

Der einzustellende Wert zwischen 0,00 und 1,0 ( entspricht 0000 bis 9999 ) wird auf der vierdekadischen Tastatur rechts neben dem Bediengerät eingetastet. Der Einstellbefehl wird durch die Taste " Pot " rechts neben der Tastatur gedrückt. Die Taste rastet ein und leuchtet. Ist der Einstellvorgang beendet, so springt sie heraus und es zeigt sich der tatsächlich eingestellte Wert am Digitalvoltmeter. Es sind Abweichungen von  $\pm 3mV$  zulässig. Die genaue Einstellung erreicht man

- a) durch nochmaliges Geben des Einstellbefehles
- b) durch Betätigen des Schalters " Direkt " unterhalb der Taste " Pot ".

> bedeutet Wert wird größer

< bedeutet Wert wird kleiner

Mit dem darunter befindlichen Potentiometer stellt man die Einstellgeschwindigkeit ein.

Wenn nach Geben des Einstellbefehls innerhalb einer Zeit von ca. 3s der gewünschte Wert nicht eingestellt werden kann (Einstellwert liegt an der oberen oder unteren Bereichsgrenze oder kein Servopot. angewählt), dann leuchtet die, über der Taste "Pot" befindliche rote Warntaste auf. Um den Einstellbefehl aufzuheben muß diese Taste gedrückt werden.

Eine andere kontinuierliche Einstellung von Servopotentiome-

tern mit Hilfe der Ausgangsspannungen von Rechenelementen wird in der ausführlichen Bedienungsanleitung in Kapitel 5.2.5 angegeben.

#### 1.4 Beschreibung des Analogprogrammierfeldes ( APF ) und der Programmierung der Einzelemente

##### 1.4.0 Allgemeine Übersicht über das Analogprogrammierfeld

Das Analogprogrammierfeld ( APF ) ist in 10 Adreßfelder eingeteilt, deren Adreßziffern am oberen ( 0 bis 4 ) bzw. unteren ( 5 bis 9 ) Rand stehen. Die Felder 0,1,3,4,5,6, 8,9 sowie die Felder 2 und 7 sind im wesentlichen in ihrem Aufbau gleich.

Feld 0,1,3,4,5,6,8,9, = Feldtyp 1

Feld 2,7 = Feldtyp 2

siehe Bild 1.4a/b

Links und rechts am Rand befindet sich je eine senkrechte Buchsenreihe, die die Querverbindungen von ApF zu APF, Digitalzusatz zu APF und Koppelwerk zu APF herstellen können oder herstellen. Jedes Rechenelement hat eine zweistellige Adresse zur Kennzeichnung der Lage seiner Programmierbuchsen auf dem Programmierfeld. Sie setzt sich aus der Zehnerstelle für die Feldadresse und einer Einerstelle für die Adresse im Feld zusammen. Die Anwahl der anwählbaren Rechenelemente erfolgt vom Bediengerät aus ( siehe Abschnitt 1.3.1 ). Das Analogprogrammierfeld ist nach einem Farbcode aufgebaut. So entspricht die Farbe:

Grün o. grüne Diagonale: den Eingängen von Rechenelementen, Ausgabegeräten und freien Netzwerken.

Orange o. orange Diagonale: den Ausgängen von Rechenelementen; orange-mit-weißer-Diagonale-Ausgang darf nur mit Summenpunkt von Verstärkern belastet werden.

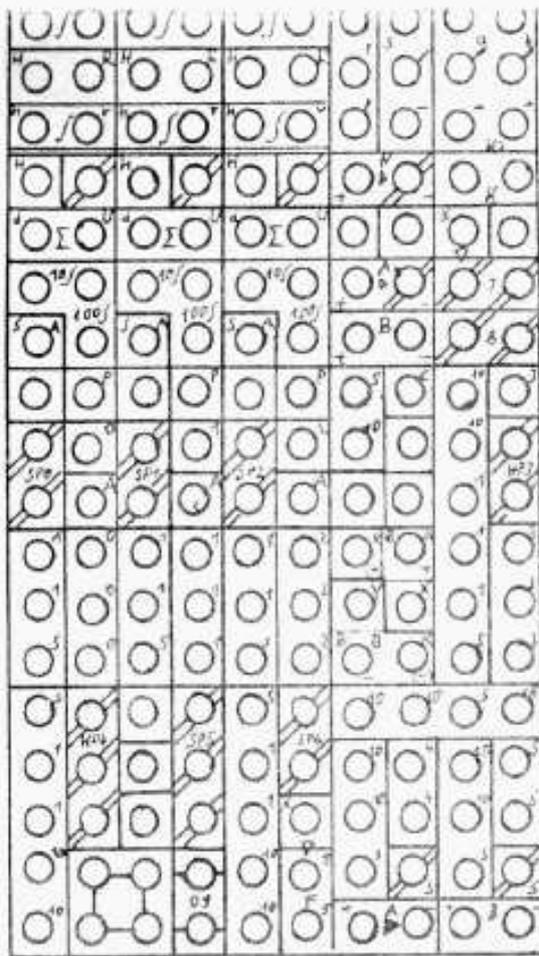
gelb: entspricht den Potentiometerbuchsen

weiß: den freien Vielfachen, den Ausgängen von Steuerleitungen oder den von der Anwahl aus anwählbaren Z 6 Buchsen.

blau: der negativen Referenzspannung

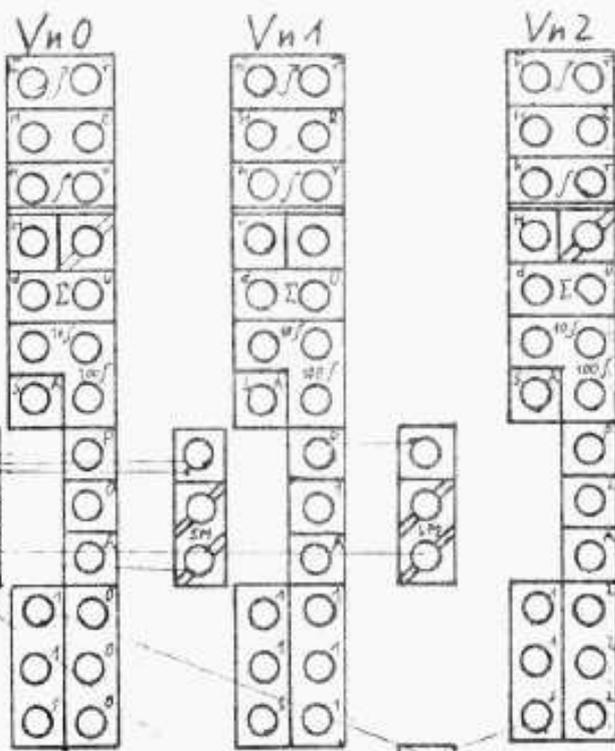
rot: der positiven Referenzspannung

schwarz: der Rechenerde



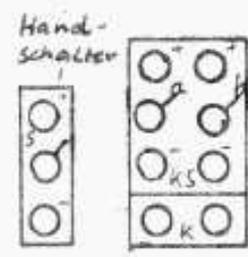
Feldtyp 1

Felder 0, 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9

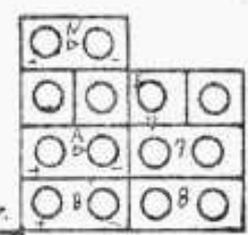


Ref. Spang.  
Servo pot.

P-Steuerbuchsen

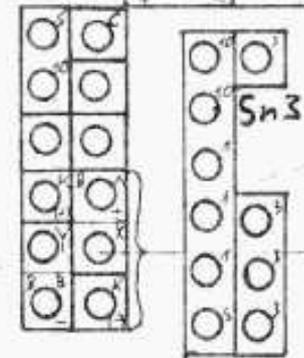


Komparator



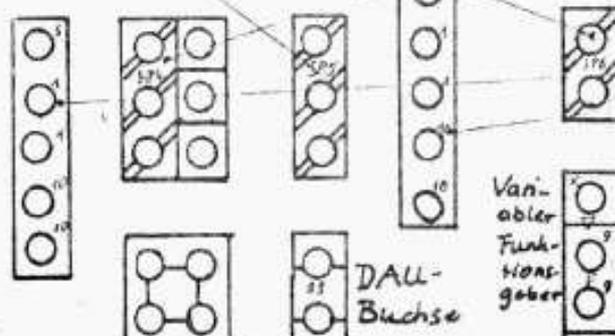
Modulations multiplizierer

C-Umkehr.



Hand potentiom.

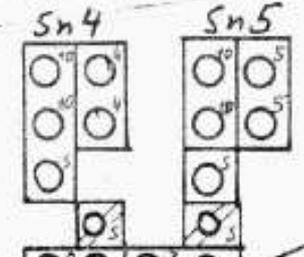
Buchsen für feste Funktionsgeber



Variabler Funktionsgeber

DALL-Buchse

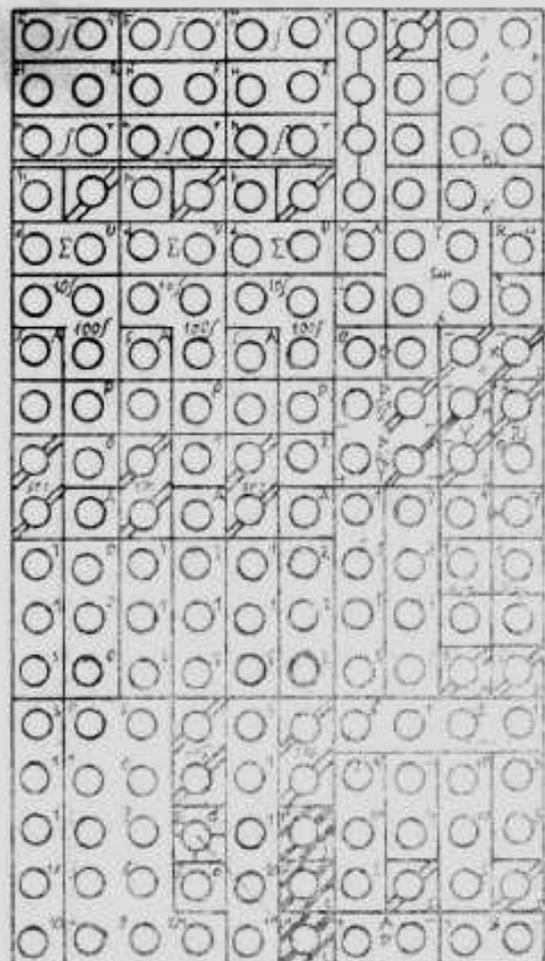
freies Eingangsnetzwerk



Buchsen des Mag. für Nichtlin. Einschübe

Feldtyp II

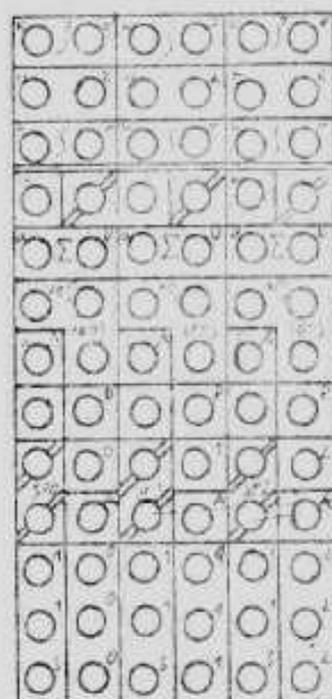
Feld 2 und 7



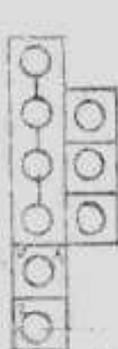
EC-Buchse

h-Buchse: Rechner geht in "Halt" bei Aufschalten von 0

Vn0 Vn1 Vn2



Verstärker-  
wähl-Ausgang



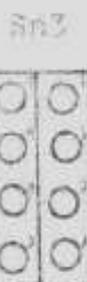
-Komparator



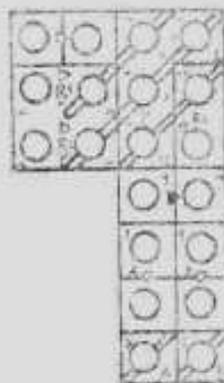
— Sine-Generator

— Sägezahn-Ausgang

Schreiber/Oszillographenbuchsen



Sn3



Resolverbuchsen

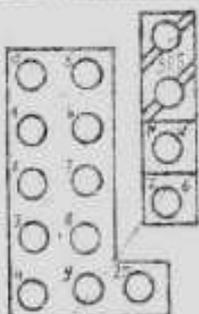
Servicepotential-  
meter

schübe

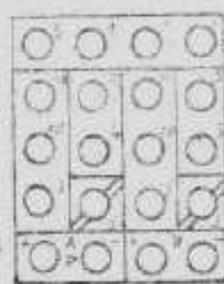
Ausgangsbuchse für den Einschub für Nichtlin. Ein-



Schrittschalter  
DVM-Anwahlbuchse



25V  
Steuer-  
leitungen



— freies Netzwerk

Sn4

Sn5

Buchsen des Mag. für  
Nichtlin. Einschübe

**braun:** entspricht Schaltern ( Hand-, Schritt-, Komparator- und Integrierer/Summierer-Schalter ).

#### 1.4.1 Referenzspannungen

Farbe der Buchsen:

rot	= Positive Referenzspannung ( +10V )	+1
blau	= Negative Referenzspannung ( -10V )	-1
schwarz	= Rechnererde	( 0V ) 0

#### 1.4.2 Koeffizientenpotentiometer

In jedem der 8 Feldtyp-1-Felder sind 7 ( 0 bis 6 ) gelbe Potentiometerbuchsen angeordnet mit den Kennbuchstaben HP ( Handpotentiometer ) oder SP ( Servopotentiometer ). In den Feldern 2 und 7 stehen 5 Servopotentiometer SP zur Verfügung. Die Eingänge der Potentiometer sind mit grüner Diagonale, die Ausgänge mit oranger Diagonale gekennzeichnet. Bei manchen Potentiometern ist zusätzlich das untere Ende herausgeführt. Diese Potentiometer sind erdfrei. Sie werden vor allem zum Aufbau von nichtlinearen Schaltungselementen benötigt. Beschaltet man den den herausgeführten Anschluß mit Rechnererde so läßt sich das Potentiometer wie ein Koeffizientenpotentiometer verwenden.

Der Ausgang der Potentiometer darf nie mit Verstärkerausgängen oder Referenzspannungen beschaltet werden ! Alle Potentiometer lassen sich vom Digitalbediengerät auswahlen ( 1.3.1 ). Die Einstellung erfolgt nach 1.3.4 .

#### 1.4.3 Die Rechenverstärker

Die Rechenverstärker sind zum Teil mit äußeren Netzwerken versehen, die eine wahlweise Programmierung als Summierer, Integrierer/Speicher bzw. komplementärer Integrierer/Speicher oder als offener Verstärker zulassen. Für die Programmierbuchsen gilt folgender Farbcode:

grün	= Eingänge der Rechenverstärker
orange	= Ausgänge der Rechenverstärker
braun	= Anschlußbuchsen der elektrn. oder Relaischalter
schwarz/ braune Diagonale	Relaiserde
weiß	= Steuerleitungen vom Bediengerät

Alle Verstärker sind intern stabilisiert.

### 1.4.3.1 Umschaltbare Verstärker

Alle Felder enthalten drei umschaltbare Verstärker, die als Summierer, Integrierer/Speicher oder komplementäre Integrierer/Speicher programmiert werden können. Die Einerstelle der Adresse ist mit 0, 1, 2 auf dem APF angegeben. Jeder Verstärker verfügt über zwei Einer ( 1 )- Eingänge. Über den Summenpunkt S können mit Hilfe der freien Eingangsnetzwerke zusätzliche Eingänge geschaffen werden. Bei der Programmierung ist darauf zu achten, daß die Integrationszeitkonstante  $T = 1/k_0 = RC$ , die für die Anfangsbedingungen  $T_A = 1/40k_0 = (1/40) T$  beträgt, der jeweiligen Pausenzeit  $T_P$  angepaßt ist. Anderenfalls ergeben sich nach

$$A = A_0 ( 1 - e^{-t/T_A} )$$

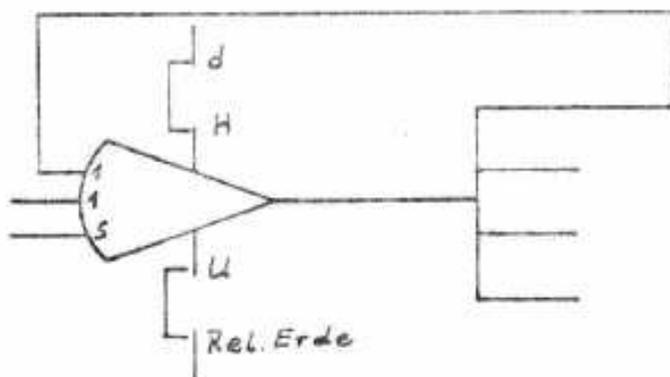
Fehler durch unvollständiges Einstellen des Anfangswertes  $A_0$ .

#### 1.4.3.1.1 Summierer

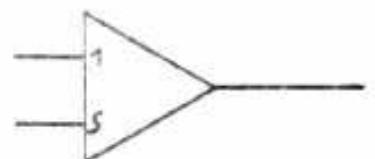
Adresse 0, 1, 2 im Feld mit Kennbuchstabenrückmeldung S

Der vierpolige Kurzschlußstecker ( Trennstecker ) wird so gesteckt, daß seine untere Hälfte das Zeichen "  $\Sigma$  " verdeckt und d mit H und U mit Relaiserde verbunden ist.

Die Rückführung wird durch Verbindung des Ausgangs mit einem Eingangswiderstand hergestellt.



verdrahtetes Schaltbild



symbolisches Schaltbild

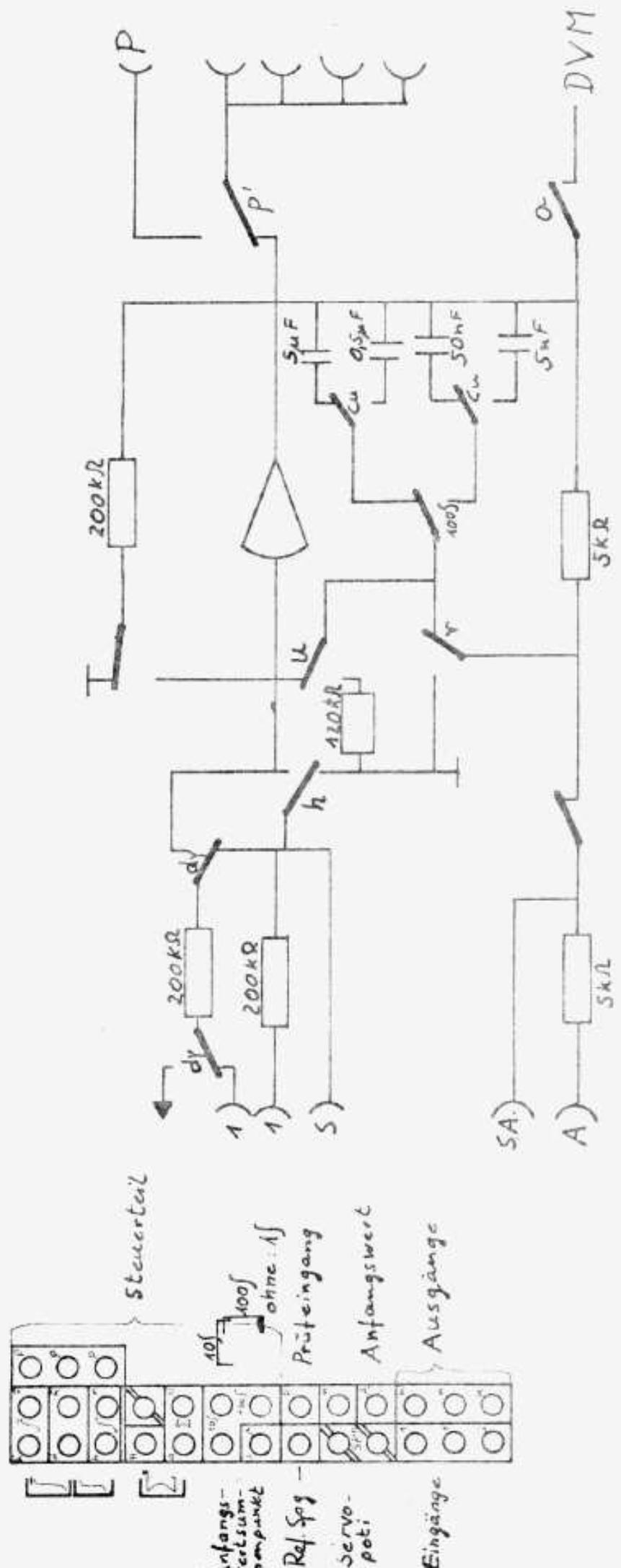


Abb. 14.3.1

### 1.4.3.1.2 Integrierer

Eineradresse 0,1,2 , Kennbuchstabenrückmeldung I

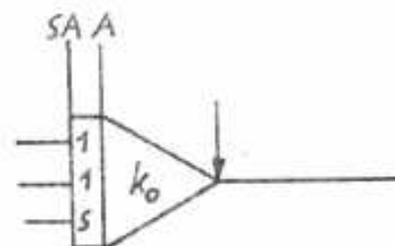
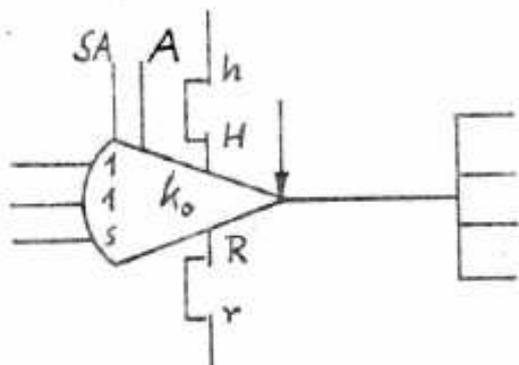
Der Trennstecker wird so gesteckt, daß seine untere Hälfte das Zeichen "∫" verdeckt. Für die Wahl einer anderen als der Integrationskonstanten  $k_0 = 1 \text{ s}$  muß ein zusätzlicher einfacher Kurzschlußstecker das Zeichen

"10∫" =  $k_0 = 10 \text{ s}$  oder "100∫" =  $k_0 = 100 \text{ s}$

verdecken. Die Taste "10x" erhöht die Integrationskonstante um den Faktor 10 ( 1.3.2.5 ). Der Anfangswert wird an der Buchse A programmiert, die Buchse P ist im Zusammenhang mit der Betriebsart " Statisches Programmprüfen " erforderlich, siehe dazu Kapitel 6 der ausführlichen Bedienungsanleitung.

verdrahtetes Schaltbild

symbolisches Schaltbild



		10 x schneller
ohne Kurzschlußstecker	$k_0 = 1 \text{ s}^{-1}$	$10 \text{ s}^{-1}$
Stecker über 10 ∫	$k_0 = 10 \text{ s}^{-1}$	$100 \text{ s}^{-1}$
Stecker über 100 ∫	$k_0 = 100 \text{ s}^{-1}$	$1000 \text{ s}^{-1}$

### 1.4.3.1.3 Speicher

Eineradresse 0,1,2 , Kennbuchstabenrückmeldung I

Die Programmierung eines Speichers erfolgt ohne Trennstecker mit kurzen Programmierschnüren. Man verbindet:

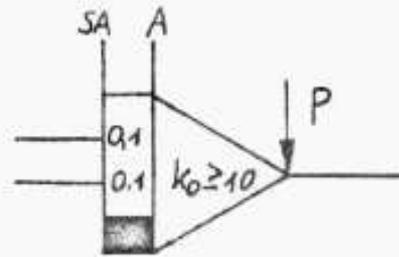
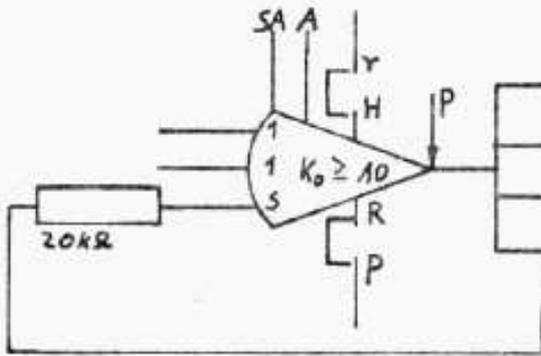
- Buchse R - weiße Buchse P
- Buchse H - Buchse r

Der Kurzschlußstecker zur Anwahl des Integrierkondensators ( Speicherkondensators ) wird je nach Rechengeschwindigkeit und Speicherzeit über "10∫" oder "100∫" gesteckt, um kurze Ladezeiten zu erreichen.

Eine andere Schaltmöglichkeit über den Digitalzusatz ist in der ausführlichen Bedienungsanleitung unter 5.1.1.6 beschrieben ( Anfangswertnetzwerk wird Speichereingang, kleine Zeitk.)

verdrahtetes Schaltbild

symbolisches Schaltbild



Der Anfangswert wird über die Buchse A aufgegeben.

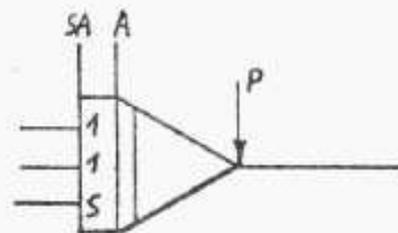
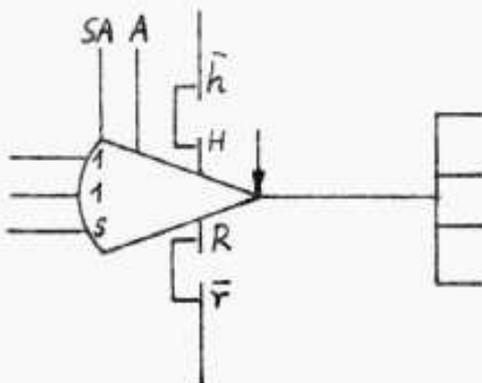
1.4.3.1.4 komplementäre Integrierer

Eineradresse 0,1,2 , Kennbuchstabenrückmeldung I

Komplementäre Integrierer finden bei dem iterativen Rechenprogramm Anwendung. Der Trennstecker wird so gesteckt, daß seine obere Hälfte das Zeichen "∫" verdeckt. Als Integrationskonstanten stehen wie unter 1.4.3.1.2 wieder 1s bis 1000s über das gleiche Kondensatornetzwerk zur Verfügung.

verdrahtetes Schaltbild

symbolisches Schaltbild



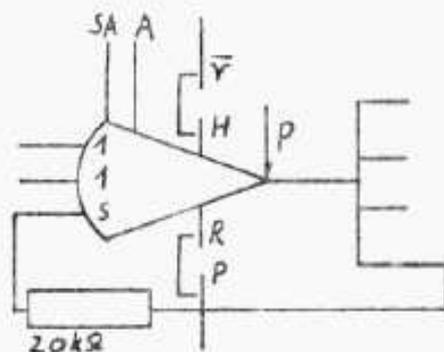
### 1.4.3.1.5 komplementärer Speicher

Eineradresse 0,1,2 , Kennbuchstabenrückmeldung I

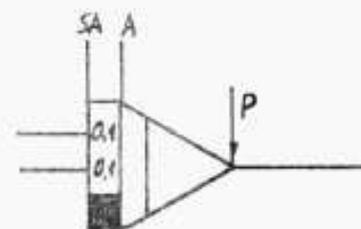
Die Programmierung erfolgt wie beim normalen Speicher unter 1.4.3.1.3 mit der abgeänderten Steuerung:

Buchse R - weiße Buchse P

Buchse H - Buchse  $\bar{r}$



verdr. Schaltbild

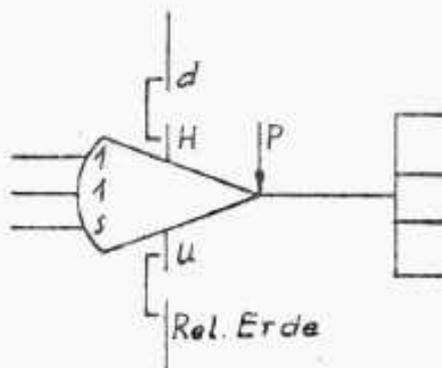


symb. Schaltbild

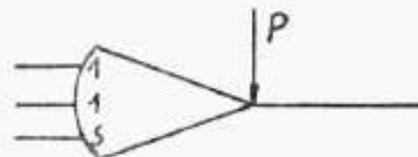
### 1.4.3.1.6 offener Verstärker

Eineradresse 0,1,2 , Kennbuchstabenrückmeldung S

Zur Programmierung eines offenen Verstärkers wird nur der Trennstecker benötigt. Er wird so gesteckt, daß sein unterer Teil das Feld "Σ" bedeckt und H - d und U- Relaiserde verbindet.



verdrahtetes Schaltbild



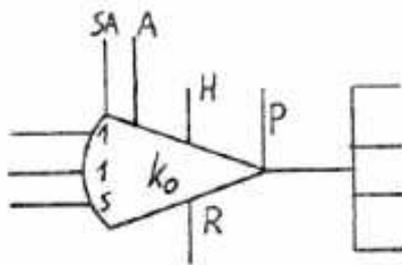
symbolisches Schaltbild

### 1.4.3.1.7 einzelsteuerbare Integrierer/Speicher Eineradresse 0,1,2 , Kennbuchstabenrückmeldung I

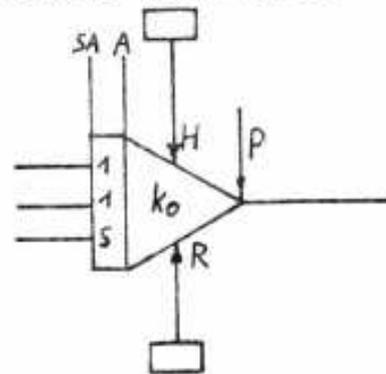
Integrierer und Speicher lassen sich unabhängig vom Bediengerät steuern. ( d.h. vom Digitalzusatz aus oder von Hand )  
Die an den Steuerleitungseingängen in den Schemazeichnungen unten angebrachten Zeichen  bedeuten, daß das Anlegen von Rechnererde am APF ( durch eine geerdete Steuerleitung ) oder einer binären 0 am Digitalzusatzgerät das Anziehen des entsprechenden Relais' oder Schalten des Schalters bewirkt.

#### Integrierer

verdrahtetes Schaltbild

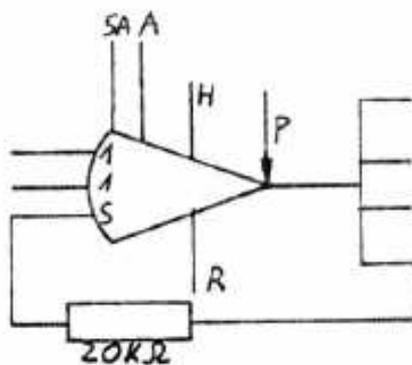


symbolisches Schaltbild

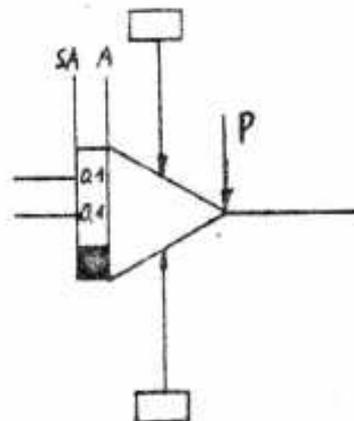


#### Speicher

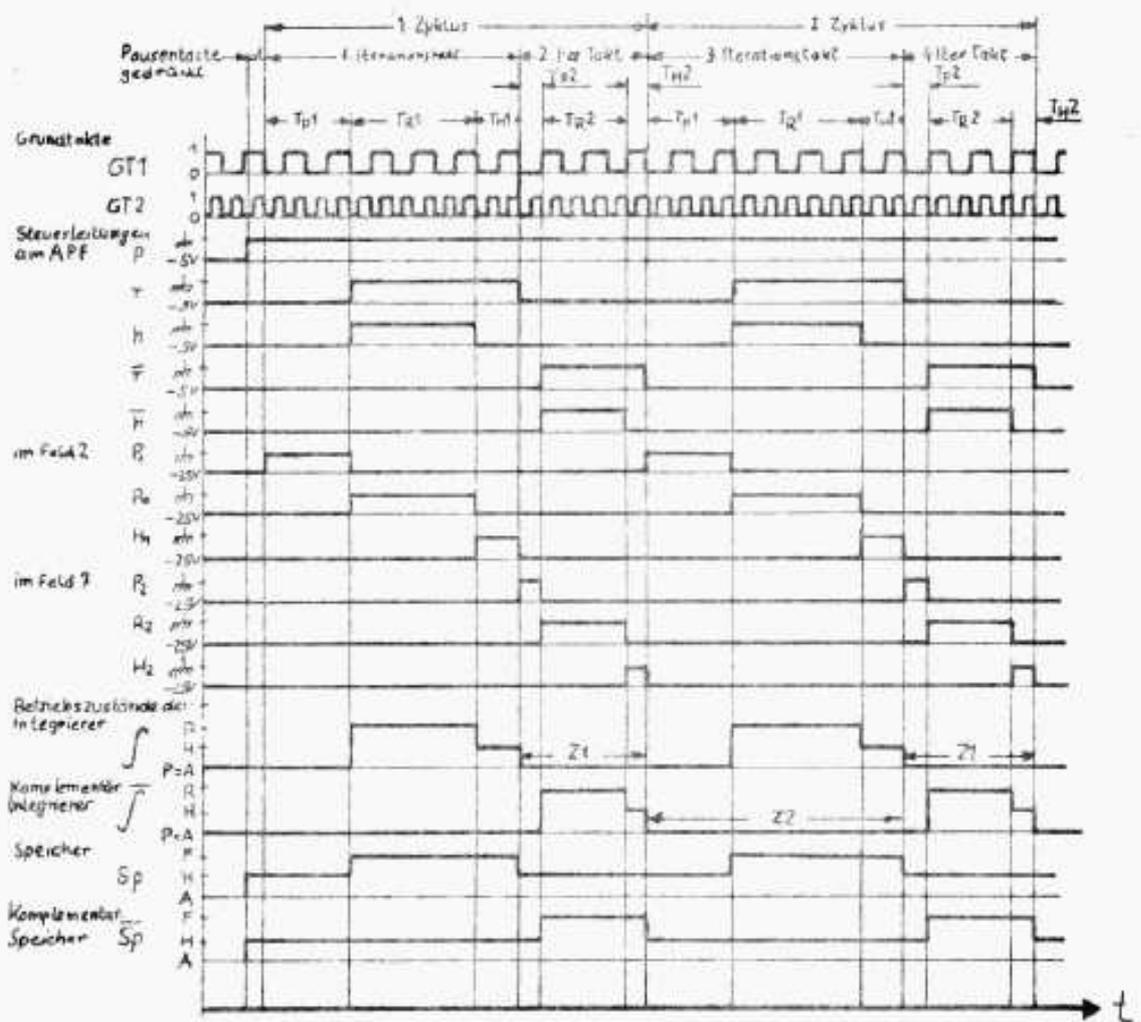
verdrahtetes Schaltbild



symbolisches Schaltbild



### 1.4.3.1.8 zeitlicher Ablauf der Rechnung bei Integrierer/ Speicher



1.4.3.1.9 Tabelle der notwendigen Verbindungen für die Betriebsarten der umschaltbaren Verstärker:

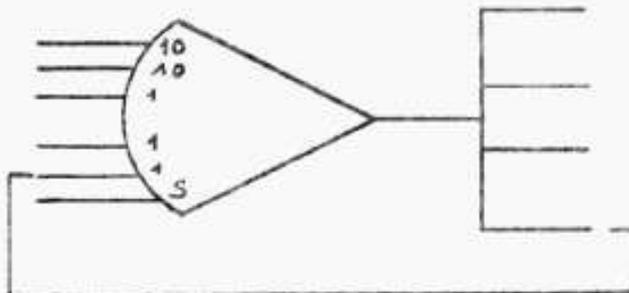
Betriebsart	Verbindung der Buchsen	
Summierer	H - d U - Relaisrede	mit Rückführung
Integrierer	H - h R - r	evtl. Kurzschlußstecker über 10 $\int$ oder 100 $\int$
kompl. Integrierer	H - $\bar{h}$ R - $\bar{r}$	evtl. Kurzschlußstecker über 10 $\int$ oder 100 $\int$
Speicher	H - r R - P	Rückf. über 10-Eingang eines angekoppelten fr. Netz.
kompl. Speicher	H - $\bar{r}$ R - P	Rückf. über 10-Eingang eines angekop. freien Netzwerk.
Off. Verstärker	H - d U - Rel.-erde	

### 1.4.3.2 Summierer

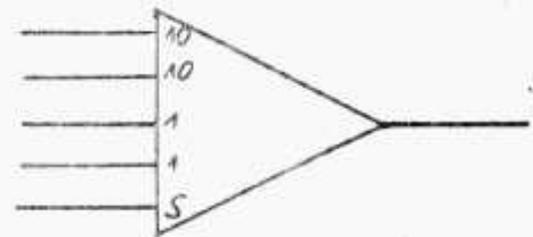
Neben den umschaltbaren Integrierern- Summierern sind in beiden Feldtypen noch weitere Summierer vorhanden. Sie sind ebenfalls stabilisiert und direkt anwählbar. Um die Rückführung herzustellen muß mit Hilfe eines Kurzschlußsteckers der Ausgang mit einem Eingangswiderstand verbunden werden.

#### 1.4.3.2.1 Summierer I

Feldadresse 0 bis 9 ohne 2,7, Eineradresse 3, Kennbuchstabe S



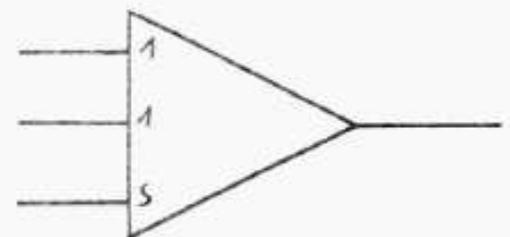
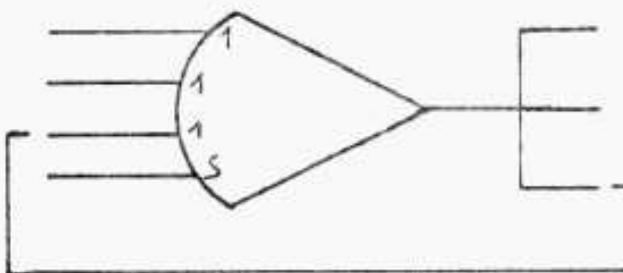
verdrahtetes Schaltbild



symbolisches Schaltbild

#### 1.4.3.2.2 Summierer II

Feldadresse 2,7, Eineradresse 3, Kennbuchstabe S



#### 1.4.3.2.3 Summierer III

Feldadresse 0 bis 9, Eineradresse 4,5, Kennbuchstabe S

Die Summierer 4 und 5 liegen bei den Buchsen für die nicht-linearen Steckkarten ( Parabelmultiplizierer ). Sie werden benötigt, um dessen Eingang -B herzustellen und über den Summenpunkt gekoppelt, um als Ausgangsverstärker zu dienen.

0/10

Kontakt c schließt nur bei "Pot" und "Null".

SI SII

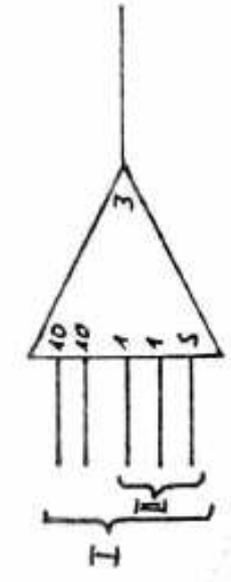
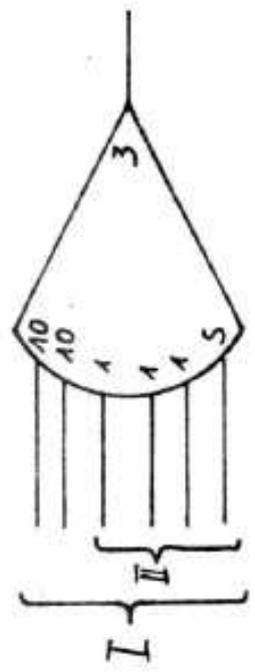
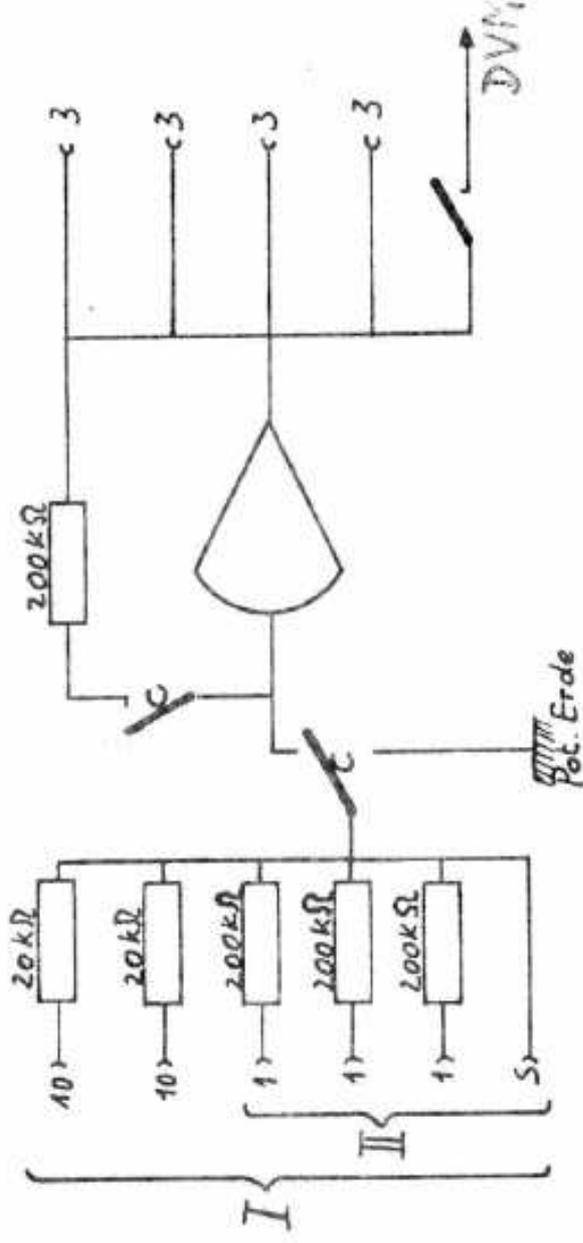
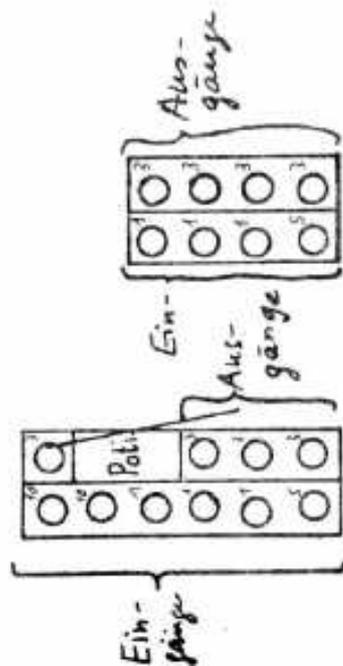
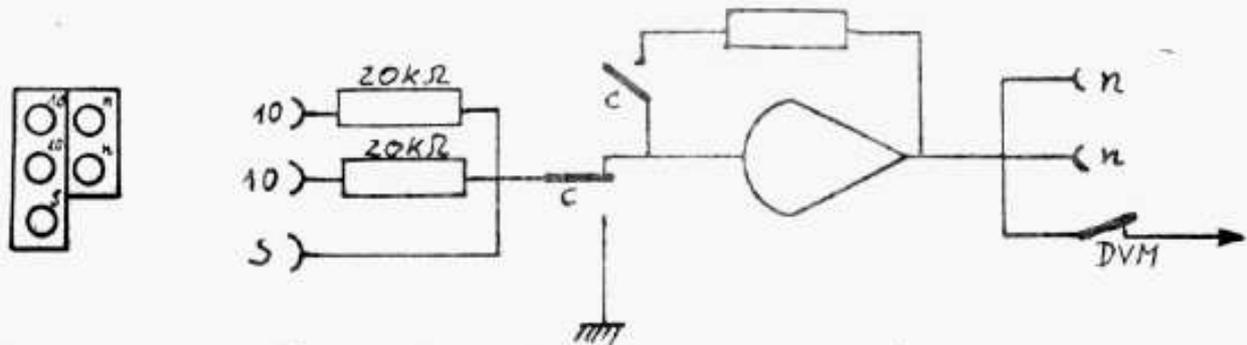
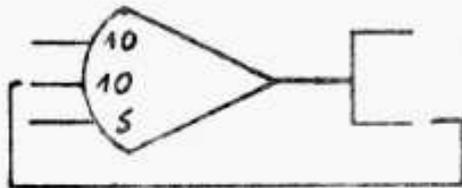


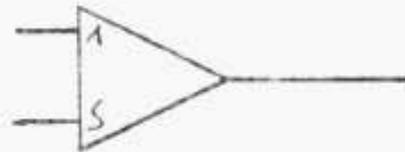
Abb. 1.4.3.2.1



Verstärker mit Eingangsnetzwerk



verdrahtetes Schaltbild



symbolisches Schaltbild

### 1.4.3.3 Umkehrer

Neben den Summierern und Integrierern stehen noch einige Umkehrverstärker am Analogprogrammiersfeld zur Verfügung. Diese Verstärker sind entweder durch Tastendruck am entsprechenden Einschub oder nur über eine Z6-Buchse auf den Umkehrerausgang anwählbar. Die reinen Umkehrer liegen zwischen den Symbolen:



oder

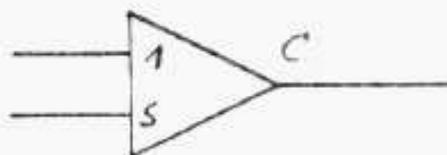
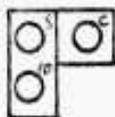
Sie sind vorhanden, wenn der entsprechende Einschub bestückt ist.

#### 1.4.3.3.1 C-Umkehrverstärker

Feldadresse 0 bis 9 ohne 2,7; Eineradresse C ; keine dir.Anwahl

Diese Verstärker haben eine 10-ner ( 20kΩ ) Rückführung und Eingang. Sie lassen sich durch Zuschalten eines freien Eingangsnetzwerkes an S zu Summierern erweitern. Die mit "10"

bezeichneten Eingänge haben dann die Wertigkeit 1 , die mit "1" bezeichneten Eingänge die Wertigkeit 0,1.



symbolisches Schaltbild

#### 1.4.3.3.2 Reine Umkehrer

Diese Umkehrer sind über die beiden Buchsen zugänglich, zwischen denen das Zeichen  $\triangleright$  oder  $\blacktriangleright$  steht, sofern der entsprechende Einschub bestückt ist. Bei Funktionsgeber, Resolver, und nichtlinearem Einschub muß vorher die Taste  $\triangleright$  gedrückt werden, die sich am Einschub befindet.

#### 1.4.4 Multiplizierer

Im Rechner sind zwei Multiplizierertypen einsetzbar:

- a) Modulationsmultiplizierer
- b) Parabelmultiplizierer

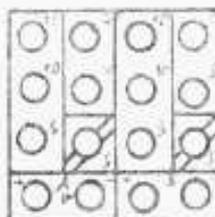
Die Lage in den Feldern des APF ergibt sich wie bei allen hier vorgestellten Elementen aus den Übersichtsbildern zu Feldtyp 1 und 2 ( Bild 1.4a/b ). Maximal lassen sich 8 Modulationsmultiplizierer und 10 Parabelmultiplizierer im Rechner unterbringen. Die Multiplizierer lassen sich zur Multiplikation/Division und zum Radizieren/Potenzieren verwenden.

##### 1.4.4.1 Parabelmultiplizierer

In jedem Feld des APF kann sich an den Buchsen des Magazins für Nichtlineare Netzwerke ( nicht zu verwechseln mit dem Einschub für Nichtlineare Netzwerke ), das sich über dem Digitalzusatzgerät befindet, ein Parabelmultiplizierer zur vorzeichenrichtigen Multiplikation befinden.

Da zwischen den Buchsen + A und - A bereits ein Umkehrer vorhanden ist, braucht -A nicht mehr beschaltet zu werden. Von den beiden parallelgeschalteten Ausgängen ( orange mit weißer Diagonale ) wird einer auf den Summenpunkt S eines Verstärkers geschaltet. An dessen Ausgang steht das Ergebnis zur weiteren Programmierung zur Verfügung. Mit Summierern 4,5 ergibt sich eine gute Zusammenschaltmöglichkeit für den Ausgangsverstärker und +B in -B Umkehrer.

Siehe auch in der ausführlichen Bedienanleitung in Kapitel 5.3.2 .



#### 1.4.4.2 Modulationsmultiplizierer

In allen Feldern des APF außer 2 und 7 kann je ein Modulationsmultiplizierer zur Verfügung stehen. Kennbuchstabe M

Der Modulationsmultiplizierer bildet zwei Produkte:

$$\frac{X \cdot A}{N} \quad (7) \quad \text{und} \quad \frac{X \cdot B}{N} \quad (8)$$

Die se Produkte werden in ( 7 ) bzw. ( 8 ) für die direkte weitere Programmierung hergestellt.

Der Rechner ist z. Zt. nicht mit Modulationsmultiplizierer bestückt ( siehe Kapitel 5.3.1 der ausführlichen Bedienungsanleitung )

#### 1.4.4.3 Parabelmultiplizierer im Resolver

Siehe Kapitel 1.4.6

#### 1.4.5 Funktionsgeber

Es stehen am Analogprogrammierfeld in 8 Feldern ( Feldtyp 1 ) die Programmierbuchsen für je ein variabler Funktionsgeber und je eine Universalknickfunktion ( Begrenzer, Tote Zone, Schräge Hysterese, Betragsfunktion und Logarithmusfunktion ) zur Verfügung, wenn der Einschub VFG ( Variable Funktionsgeber ) und im Magazin für Nichtlineare Netzwerke über dem Digitalzusatzgerät ( DEX-Gerät ) die Plätze BG 0 bis BG 9 belegt sind. Außerdem besteht die Möglichkeit an Stelle der parabelmultiplizierer im Magazin für Nichtlineare Netzwerke andere Funktionen einzustecken.

#### 1.4.5.1 Feste Funktionsgeber

##### 1.4.5.1.1 Im Magazin für Nichtlineare Netzwerke an Stelle der Parabelmultiplizierer

Es gibt folgende Steckeinheiten

- a)  $+x^2$  und  $-x^2$  für  $-1 \leq x \leq +1$
- b)  $\sin \pi x$ ,  $\sin \frac{\pi}{2} x$ ,  $\cos \pi x$ ,  $\cos \frac{\pi}{2} x$  für  $-1 \leq x \leq +1$
- c)  $\frac{1}{\pi} \arcsin x$  für  $-1 \leq x \leq +1$
- d)  $\lg 100x$  für  $-1 \leq x \leq -0,01$  u.  $0,01 \leq x \leq +1$

Genaueres wird in Kapitel 9 und 5.4 der ausführlichen Bedienungsanleitung angegeben.

##### 1.4.5.1.2 Universalknickfunktionen

Im Magazin für Nichtlineare Netzwerke rechts neben den Plätzen für 1.4.5.1.1 oder 1.4.4.1 . Feldadresse BG 0 bis BG 9 . Es gibt hier folgende Steckeinheiten:

- a) Begrenzer
  - Tote Zone
  - Schräge Hysterese
  - Betragsbildung
- b) Rauschgenerator auf Feld 0,5
- c) Logarithmusfunktion

Siehe die Buchsenbelegung in Kapitel 9 und 5.10 der ausführlichen Bedienungsanleitung.

#### 1.4.5.2 Variable Funktionsgeber

##### 1.4.5.2.1 Im Magazin für Nichtlineare Netzwerke an Stelle der Parabelmultiplizierer

Im Magazin für Nichtlineare Netzwerke oder im Einschub für Nichtlineare Netzwerke können Variable Funktionsgeberkarten VAR eingesetzt werden. Siehe dazu Kap. 9 und Kap. 5.4.2 in der ausführlichen Bedienungsanleitung.

## 1.4.5.2.2 variable Funktionsgeber

## 1.4.5.2.2 Einschub Variabler Funktionsgeber

Es stehen auf dem APF in den Feldern 0 bis 9 ohne 2,7 je ein variabler Funktionsgeber zur Verfügung, wenn der entsprechende Einschub vorhanden ist. Man wählt sie unter V mit der Feldadresse  $m$  und der Eineradresse 9 an. Kennbuchstabenrückmeldung F



Der Eingang  $x$  muß direkt aus einem Verstärker beschaltet werden ( ohne Zwischenpotentiometer )

Jeder Funktionsgeber kann eine Funktion  $y = f(x)$  durch 20 Geradenstücke approximieren. Die 20 Knickstellen des Diodennetzwerkes sind äquidistant und liegen symmetrisch zu  $x = 0$  von  $-1$  bis  $+1$  (  $1 = 10V$  Maschineneinheit ). Die Maximalsteigung der Approximationsgeraden kann auf  $\pm 5V/V$  oder  $\pm 1,7V/V$  mit einem Drehschalter eingestellt werden. Die kleinere Steigung verbessert die Genauigkeit.

## 1.4.5.2.2.2 Einstellen des Funktionsgebers

Die Einstellung des variablen Funktionsgebers geschieht mit dem Digitalvoltmeter und der Tastatur zur Einstellung der Servopotentiometer. Zur Anzeige des Ordinatenwertes ist das Digitalvoltmeter notwendig. Bei der Anzeige wird die letzte Stelle unterdrückt, weil das Ausgangsrauschen des Funktionsgebers groß ist.

Einstellvorgang:

1. Feststellen und Berechnen der Werte der Funktion  $y = f(x)$  an den Knickstellen der Approximationsgeraden also Tabellieren der Werte  $y_n = f(x_n)$  für  $x_n = n \cdot 0,1$   
 $n = -10 \dots 0 \dots +10$
2. Anwahl des einzustellenden Funktionsgebers  
Drücken der Taste " Pot " im Feld " Steuerung "
3. An der Einstelltastatur 0000 eintasten, Schalter zur Polaritätswahl ( Schalter EG rechts neben der Einstelltastatur ) in Mittelstellung bringen.
4. Potentiometer " 0 " des Funktionsgebers ( mittleres Potentiometer, sichtbar, wenn Schutzklappe am Funktionsgeber hochgeklappt ist ) so einstellen, daß am digitalen Voltmeter ( DVM

der Wert von  $y(0)$  erscheint.

5. Schalter zur Polaritätswahl ( Schalter EG ) auf + bringen
6. An der Einstelltastatur den Wert 1000 (  $x = 0,1$  Maschineneinheit = 1V ) eintasten
7. Potentiometer " +1 " des Funktionsgebers so verdrehen, daß  $y(0,1)$  angezeigt wird
8. So verfahren 6. und 7. für  $x = 0,2 \dots 1$
9. EG-Schalter negativ stellen
10. Beginnend mit der Einstellung  $x = -0,1$  und  $y(-0,1)$  wird der Vorgang entsprechend 6,7,8 für negative Werte wiederholt.
11. Kontrolle des Gesamtergebnisses und evtl. Nachstellen, weil sich auch bei dieser Einstellung die Diodenstrecken beeinflussen.

#### 1.4.5.2.2.3 Umkehrer

Man kann den Ausgangsverstärker des Funktionsgeber als Umkehrer durch Tastendruck auf Taste  auf das APF schalten, wenn der Funktionsgeber nicht benötigt wird. Eingang ist  $x$ , er hat zwei parallele Ausgänge. Abgleich dieses Verstärkers ist über die Funktionsgeberanwahl möglich.

#### 1.4.6 elektronischer Resolver ( Koordinatenwandler )

Je ein elektronischer Resolver ist in einem Einschub untergebracht. Die eingebauten Rechenelemente können durch entsprechende Drucktasten auf der Frontplatte des Einschubes zusammenschaltet werden. Pro Analogprogrammierfeld stehen maximal 2 Resolver verteilt auf die Felder 2 und 7 zur Verfügung.

Die Drucktasten an der Front des Einschubes bedeuten:

Taste 1. "  $\rightarrow R, \odot$  "

Koordinatentransformation karthes. Koord.  $\rightarrow$  Polarkoord.

2. "  $\rightarrow X, Y$  "

Koordinatentransformation Polarkoord.  $\rightarrow$  karthes. Koord.

3. "  $\rightarrow X, Y$  "

Drehung des Koordinatensystems

4. "  $M, \triangle$  "

Durchführung von 4 Multiplikationen mit Parabelmultiplizierern

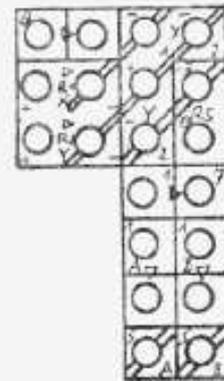
5. "▷"

Es stehen 6 Umkehrverstärker zwischen den Zeichen am APF zur Verfügung

Die gedrückten Tasten leuchten. Die Tasten 1 bis 4 rasten und werden untereinander oder mit der Taste "▷" gelöst.

Die Programmierbuchsen auf der rechten Seite der Frontplatte des Einschubes dienen zur Programmierung des Resolvers beim Einsatz in einem Tischrechner. Der Verstärkerabgleich ist über die Anwahl möglich.

Resolverbuchsenfeld in Feld 2 und 7 :



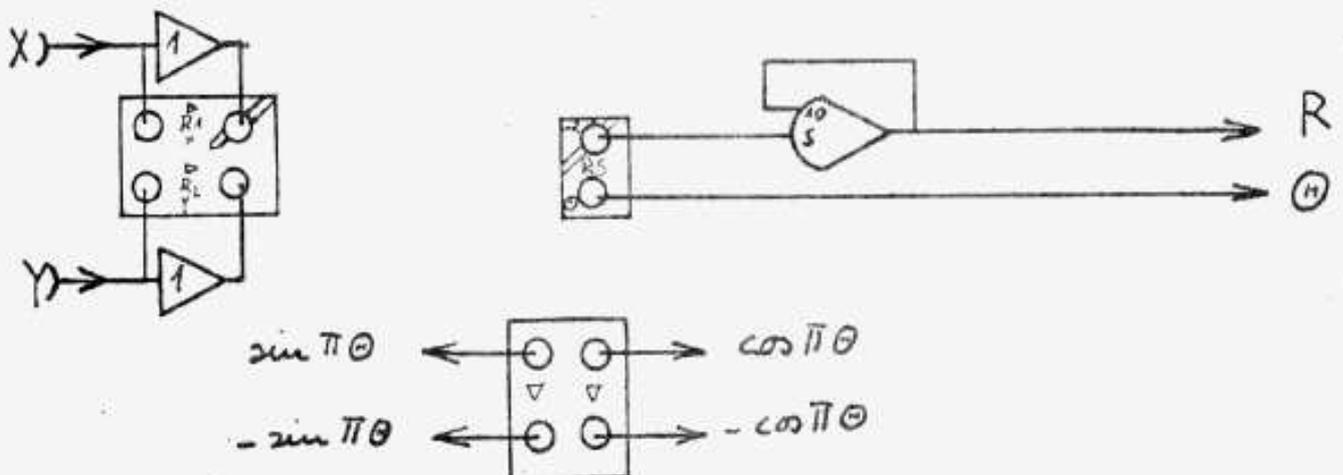
Vor Aufbringen des APF ist am Resolver die gewünschte Rechenoperation zu wählen, weil sonst leicht Kurzschlüsse entstehen.

Bei gedrückter Taste "▷" stehen zwischen allen Buchsen im Resolverfeld, die das Symbol "▷" oder "▶" tragen, ein Umkehrer zur Verfügung. (Eingangs- und Rückführwiderstand 20k) Alle Eingangsgrößen bei Transformation und Multiplikation dürfen nur aus Verstärkerausgängen beschaltet werden.

1.4.6.1 Koordinatentransformation

Karthesische- in Polarkoordinaten

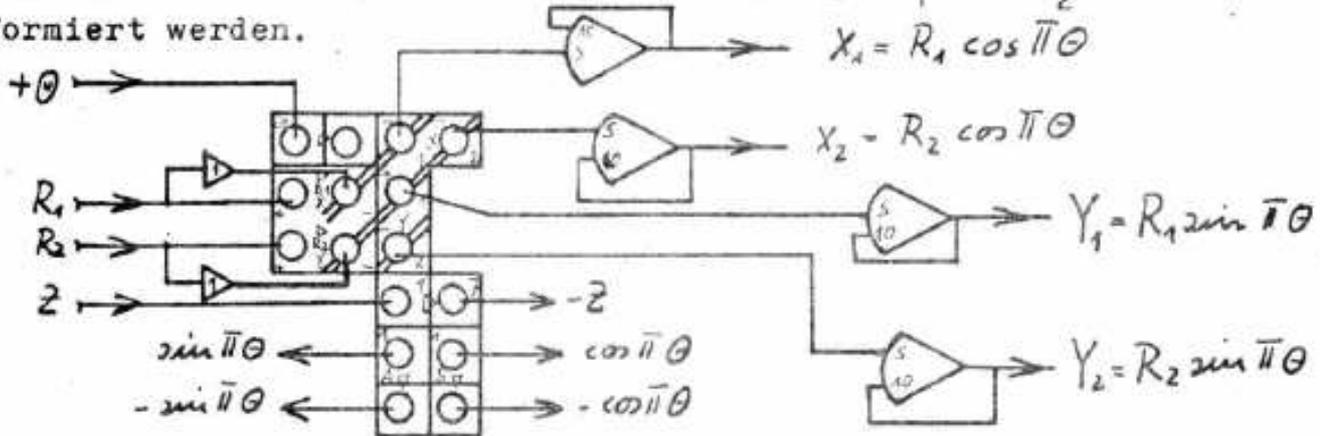
Es muß am Resolver die Taste "→R,Θ" gedrückt sein, bevor das APF aufgeföhren wurde.



### 1.4.6.2 Koordinatentransformation

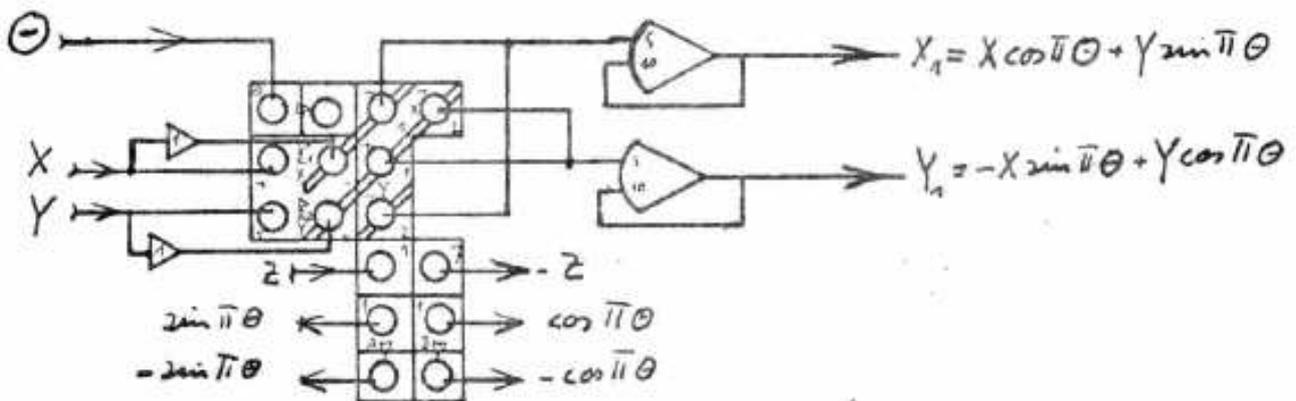
#### Polar- in karthesische Koordinaten

Nun muß die Taste "→X,Y" vor Aufbringen des APF gedrückt sein. Zwischen dem Symbol "▶" steht ein Umkehrer zur Verfügung. Es können gleichzeitig zwei Beträge  $R_1$  und  $R_2$  transformiert werden.



### 1.4.6.3 Drehung eines karthesischen Koordinatensystems

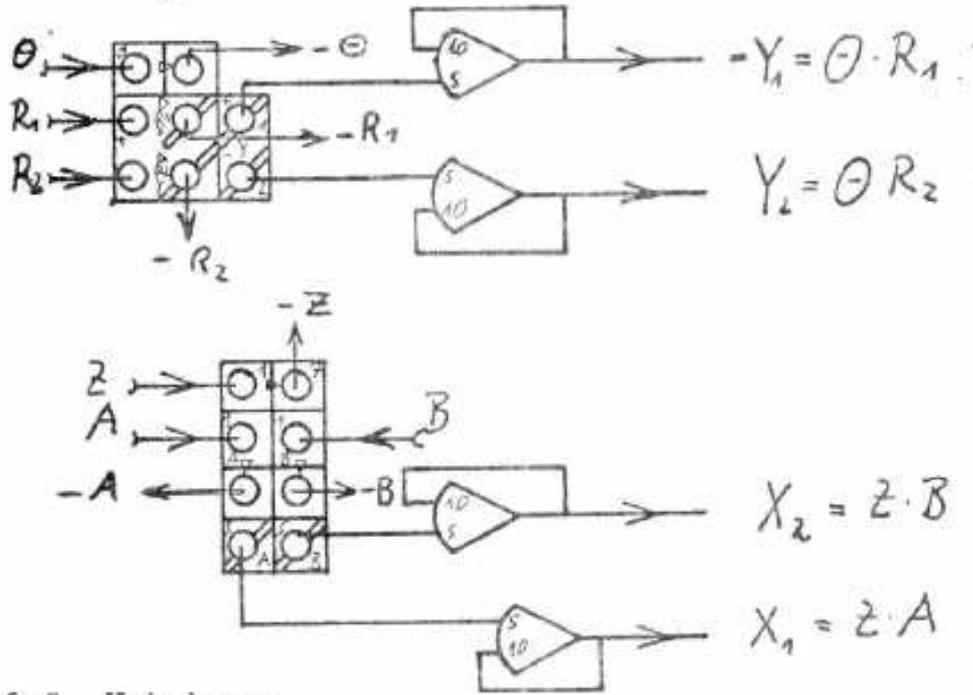
Die Taste "→X,Y" wird gedrückt, bevor das APF aufgebracht wird. Das Koordinatensystem  $x,y$  wird um den normierten Drehwinkel  $\theta = \alpha / \pi$  gedreht. Die neuen Koordinaten seien  $x_1, y_1$ .



1.4.6.4 Multiplizierer

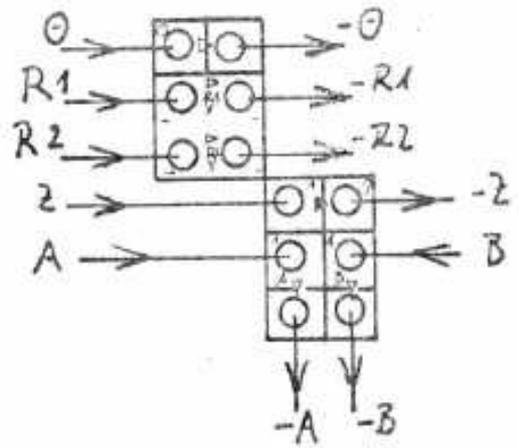
Die Taste " M, ▷ " wird gedrückt, bevor das APF aufgedrückt ist. Es stehen vier Parabelmultiplizierer zur Verfügung mit 6 notwendigen Eingangsumkehrern zur Bildung von 2 x 2 abhängigen Produkten.

$$\begin{aligned}
 -y_1 &= \ominus \cdot R_1 \\
 +y_2 &= \ominus \cdot R_2 \\
 x_1 &= Z \cdot A \\
 x_2 &= Z \cdot B
 \end{aligned}$$



1.4.6.5 Umkehrer

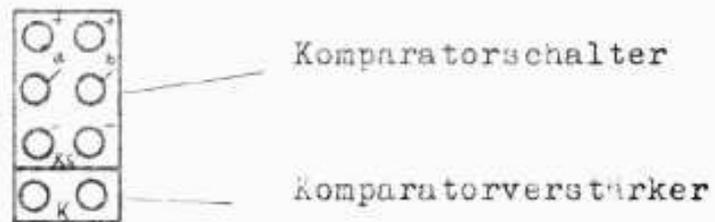
Die Taste " ▷ " muß leuchten bevor programmiert wird !



### 1.4.7 Komparatoren

In jedem Feld befinden sich ein Komparatorverstärker K und zwei Komparatorschalter a und b. Die Komparatorverstärker haben eine Schaltzeit von ca. 10  $\mu$ s, die Schalter ca. 2  $\mu$ s. Die maximale Schaltspannung beträgt  $\pm 10$  V.

Die Komparatorschalter lassen sich von den Ausgängen der Komparatorverstärker oder von der frei programmierbaren Logik ansteuern. Die Programmierung wird am DEX vorgenommen.



Am Ausgang des Komparatorverstärkers erscheint eine logische "L" wenn die Summe der Eingangsspannungen größer als Null ist, eine logische "O" wenn sie kleiner als Null ist. Es müssen immer beide Eingänge beschaltet sein.

Die Komparatorschalter haben zwei Eingänge (a und b) und einen Ausgang (Schalterzunge). Der Ausgang darf nie mit Spannungen beschaltet werden, die Schalter sind sonst sofort zerstört. Schaltet man mehrere Komparatorschalter parallel, so müssen die Ausgänge über Summierer addiert werden, damit es nicht zu geschalteten Kurzschlüssen kommt.

Die Spannungen kann man beliebig an + und - legen. Jedoch sind die Schaltzeiten günstiger, wenn die positivere der zu schaltenden Spannungen an + und die negativere an - gelegt wird.

Es ist stets + und - mit einer Spannung zu beschalten, damit der Schalter eindeutig arbeitet. Die Spannungen an + und - müssen hart sein, dh. es müssen Referenzspannungen oder Verstärkerausgangsspannungen sein.

Einstellen der Komparatorhysterese (eindeutige Entscheidung) siehe Kapitel 5.6 Seite 5.59 in der ausführlichen Bedienungsanleitung.

#### 1.4.8 Rauschgenerator

Die Buchsen für Rauschgenerator RG1 und RG2 sind in Feld 2 und 7 mit RG gekennzeichnet.

Die Buchsen sind nicht bestückt, siehe Kapitel 5.7 Seite 5.61 in der ausführlichen Bedienungsanleitung.

#### 1.4.9 Schalter

##### 1.4.9.1 Handschalter

Je ein Handschalter steht in den Feldern 0 bis 9 ohne 2,7 zur Verfügung. Die braunen Buchsen sind neben den Komparatorschaltern angeordnet. Die Schalter befinden sich mit den entsprechenden Adressen beschriftet unter dem APF über dem Handpotentiometerfeld. Die Schalter haben drei Stellungen: in der Mittelstellung ist die Zunge frei, in der Stellung + ist sie mit der oberen Buchse und bei - mit der unteren Buchse verbunden. Die Mittelstellung sollten die Schalter beim Wechseln des APF haben, damit unterschiedliche Programmierung keine Kurzschlüsse erzeugen.

max. Schaltstrom	50 mA
max. Schaltspannung	60 V

##### 1.4.9.2 Schrittschalter

Die zweimal 10 braunen Anschlußbuchsen des Schrittschalters liegen in den beiden Mittelfeldern 2 und 7. Die Steuerung des erfolgt vom Digitalzusatz aus.

Typische Anwendungsfälle:

- a) Automatische Parametervariation
- b) Automatisches Ausdrucken von Rechenergebnissen

Siehe dazu Kapitel 5.9 Seite 5.65 und A6.1

#### 1.4.10 Freie Rechenelemente

##### 1.4.10.1 freie Eingangsnetzwerke

In jedem Feld befinden sich drei freie Eingangsnetzwerke:  
in den Feldern 0 bis 9 ohne 2,7

je 2x mit 2 Einer- und 2 Zehneringängen

1x mit 3 Zehneringängen

in den Feldern 2 und 7

in den Feldern 2 und 7

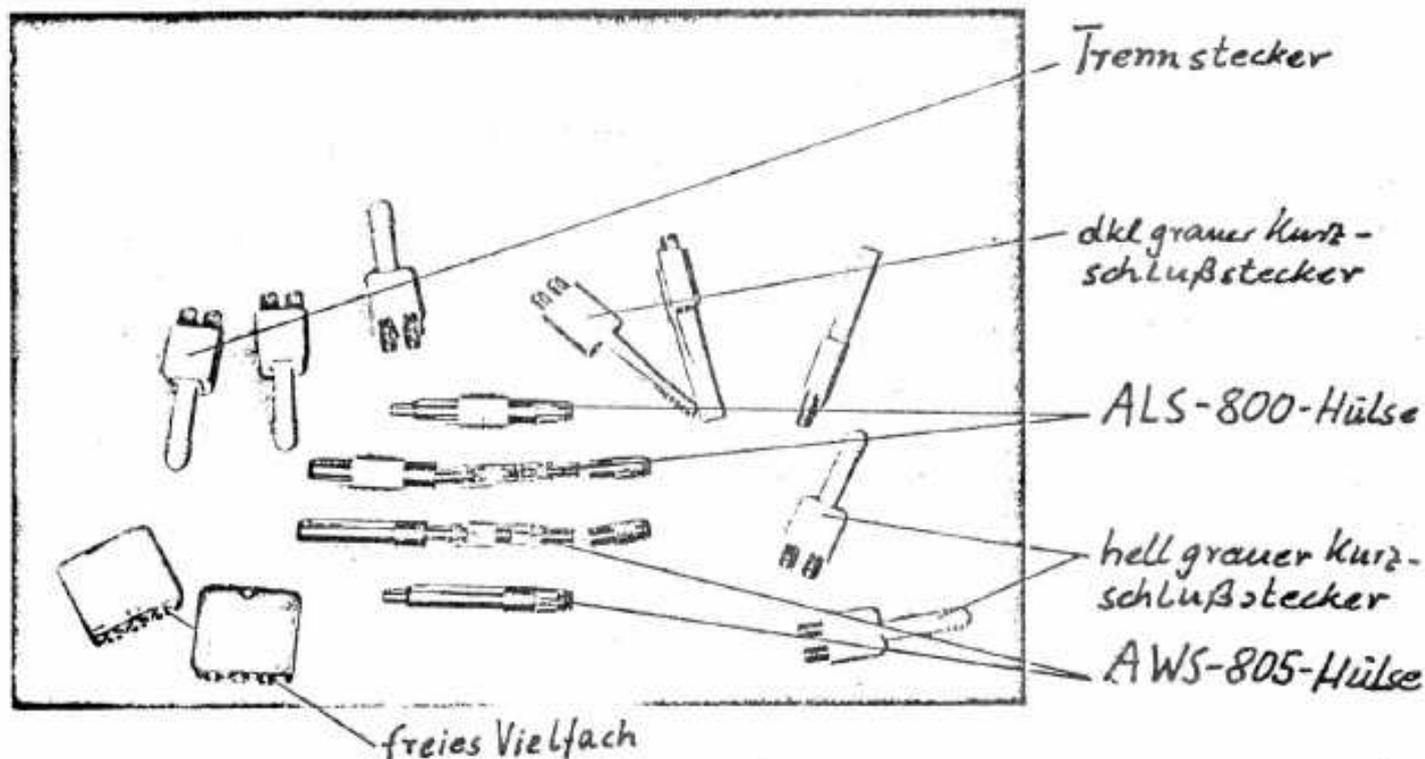
je 2x mit 2 Einer- und 2 Zehnereingängen

1x mit 3 Einereingängen

Diese Netzwerke können über S an Verstärkersummenpunkte S als zusätzliche Eingänge angekoppelt werden. Die Zahlen an den Eingangsbuchsen geben das Übertragungsverhältnis bei einem Rückführwiderstand von  $200\text{ k}\Omega$  an.

#### 1.4.10.2 ALS- und AWS-Hülsen

siehe Bild



Die AWS-805-Hülse enthält einen Widerstand  $5\text{ k}\Omega$ ,  $0,1\text{ W}$ , der dem Anfangswertnetzwerkwiderständen und dem maximalen Potentiometerwiderständen entspricht.

Die AWS-820-Hülse enthält einen Widerstand  $20\text{ k}\Omega$ ,  $0,1\text{ W}$ , der den Zehnereingangs- Widerständen entspricht.

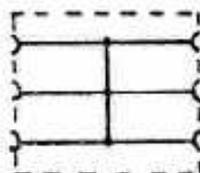
Die ACS-800-Hülsen sind mit Kondensatoren von  $30, 68, 82$  oder  $100\text{ pF}$  bestückt.

Die ALS-800-Hülsen sind leere Hülsen, in die Dioden, Kondensatoren etc. eingelötet werden können.

1.4.10.3 freie Vielfache.

siehe Bild 1.4.10.2

Schemaverdrahtung:



Die freien Vielfache sind nötig, um zB. die Anzahl der Verstärkerausgänge zu erhöhen. Sie werden mit möglichst kurzen Programmierschnüren verbunden.

1.4.11 Steuerbuchsen, Aus- und Eingabebuchsen

Neben den, bisher schon erwähnten Steuerbuchsen für die Integrierersteuerung, sowie den Querverbindungen befinden sich auf dem Analog- Programmierfeld noch folgende Buchsen, die zur Steuerung oder zur Ein- oder Ausgabe analoger Größen von oder zu peripheren Geräten dienen:

1.4.11.1 Steuerbuchsen

1.4.11.1.1 H-Buchse (weiß mit grüner Diagonale), Feld 7

Durch Aufschalten von Rechenerde wird der Rechner in die Betriebsart " Halt " gesteuert.

1.4.11.1.2 P,R,H-Buchsen (weiß, schwarze Diagonale), Feld 2,7

Relaissteuerausgangsbuchsen ( 25 V !! ), die der Länge von Pausenzeit, Rechenzeit und Haltezeit entsprechen.

1.4.11.2 Ausgabebuchsen

1.4.11.2.1 OS und SCH - Buchsen, grün

Die OS und SCH - Buchsen sind Ausgabebuchsen für Oszillographen, Magnetbandgerät und Schreiber. Sie befinden sich in Feld 2 und Feld 7.

Zum Anschluß von BNC Steckern sind die acht Buchsen am Einschub über dem Bediengerät herausgeführt.

Zum Anschluß von Magnetbandgerät und 6-Kanal Schreiber sind zwei Mehrfachstecker vorgesehen, die sich unter der Tischplatte neben der DVM - Elektronik befinden.

1.5. Die verschiedenen Betriebskombinationen der beiden Rechner  
Dieses Kapitel kann bei der ersten Einarbeitung überschlagen  
werden.

Es sind drei verschiedene Kombinationen beider Rechner möglich:

1. Getrennter Betrieb
2. Parallelbetrieb mit 2 Bediengeräten
3. Master-Slave-Betrieb

#### 1.5.1 Getrennter Betrieb

Bei getrenntem Betrieb kann man auf beiden Rechnern verschiedene Programme rechnen oder vorbereiten.

##### 1.5.1.1 Lösen der Verbindungskabel

Um getrennten Betrieb zu erreichen, muß man alle Verbindungskabel zwischen Haupt- und Nebenrechner lösen. Steckt das Bediengerät im Einschubplatz des Nebenrechners, so vergewissert man sich, daß das Kabel 800 H 770 am Anschlußfeld 1 im Nebenrechner gelöst ist (Bild 1b), siehe dazu Abschnitt 1.5.4 . Ist dagegen der Bedienzusatz im Einschub, so muß dieser gegen das Bediengerät gewechselt werden.

##### 1.5.1.2 Wechsel des Bedienzusatzes ( BDZ ) gegen das Bediengerät ( BG )

Zunächst löst man die mittlere Rückwand des Nebenrechners mit den beiden oberen Schrauben und hebt die Wand nach oben ab. Dann zieht man die beiden Steckkontakte von Stecker 6 und 7 des Bedienzusatzes. Nun löst man die Schrauben an der Vorderfront des BDZ und zieht ihn an den Bügeln ein Stück heraus. Man faßt ihn darauf an den Holmen, zieht ihn ganz heraus und setzt ihn auf dem Ablageplatz ab. Man nimmt das Bediengerät in gleicher Weise auf und führt es in den freigewordenen Einschubplatz ein. Beim Einschieben leicht anheben, weil es sich sonst vorne verhakt. Dann drückt man das Bediengerät kräftig in die Steckkontakte. Die Tasten " Hand ", " Pause " und " Eigen " werden gedrückt und man hat nun getrennten Betrieb der beiden RA 770 .

## 1.5.2 Parallelbetrieb

Bei Parallelbetrieb werden die festen Grundtakte und die Funktion der rechten Tastenreihe des Feldes " Steuerung " vom Hauptrechner an den Nebenrechner übergeben. Die Anwahl ist wie die Einstellung von Zeitgeber und Koeffizientenpotentiometern sowie die Wahl der Rechenprogramme nicht zentralisiert. Man kann also mit verschiedenen Rechenprogrammen bei definiertem Rechenbeginn rechnen.

### 1.5.2.1 Wechseln des Bedienzusatzes (BDZ ) gegen das Nebenrechner bediengerät (BG).

Ist der BDZ im Nebenrechner, so ist er, wie unter 1.5.1.2 beschrieben, gegen das Bediengerät zu wechseln.

### 1.5.2.2 Stecken des Verbindungskabels

Es wird, um das notwendige Verbindungskabel zu stecken, die rechte Tür des Nebenrechners geöffnet und die Kabelsteckerbuchse 800 H770 auf den Stecker 800 H770 im oberen Anschlußfeld ( Anschlußfeld 1 ) gesteckt. Bei Haupt- und Nebenrechner muß die Taste " Fremd " im Feld Steuerung leuchten, sonst ist das andere Ende des Kabels 800 H770 in gleicher Weise am Hauptrechner anzuschließen. Nun drückt man am Hauptrechner die Taste " Eigen " im Feld " Steuerung " und erklärt ihn damit zur bestimmenden Einheit.

## 1.5.3 Master-Slave-Betrieb

Rechner mit einem Bediengerät für Haupt- und Nebenrechner

In dieser Betriebsart der Rechner werden alle Rechen-, Anwahl-, Zeitwahl- und Einstellvorgänge zentral vom Hauptrechner aus gesteuert.

### 1.5.3.1 Lösen der Verbindungskabel

Man vergewissert sich, wie in 1.5.4 beschrieben, daß das Kabel 800 H 770 nicht gesteckt ist. Sonst muß man am Anschlußfeld 1 des Nebenrechners diese Verbindung trennen. ( Siehe Bild 1b )

### 1.5.3.2 Wechsel des Bediengerätes ( BG ) gegen den Bedienzusatz im Nebenrechner

Ist das Bediengerät im Einschubplatz des Nebenrechners, so muß es gegen den Bedienzusatz gewechselt werden. Man löst auch hier die mittlere Rückwand des Nebenrechners und verfährt in Umkehrung des in 1.5.1.2 beschriebenen<sup>ten</sup> Verfahrens: Bediengerät herausziehen - Bedienzusatz einschieben - Stecken der Steckkontakte 6,7 auf Stecker 6,7 am Bedienzusatz.

### 1.5.4 Feststellen der Kopplungsart bei übernommenem Rechner

#### 1.5.4.1 Hauptrechner Bediengerät und Nebenrechner Bediengerät

Am schnellsten überzeugt man sich, indem man , wenn beide Rechner eingeschaltet sind, abwechselnd bei beiden Rechners die Taste " Eigen " drückt. Wenn das mögliche Verbindungskabel gesteckt ist, so muß am jeweiligen zweiten Rechner die Taste " Fremd " leuchten, dh. es liegt Parallelbetrieb vor. Sonst liegt getrennter Betrieb vor.

#### 1.5.4.2 Hauptrechner Bediengerät und Nebenrechner Bedienzusatz

Hier überzeugt man sich über die Anwahl, ob alle Verbindungskabel für den Master-Slave-Betrieb gesteckt sind, indem man für den Nebenrechner ( 1 ) die Rechnelemente anwählt. Wird am Digitalvoltmeter das angewählte Rechnelement mit seiner vollen Adresse zurückgemeldet, so sind alle Verbindungskabel gesteckt.