



289/2-23

Ausleihdauer 1 Woche

Lehrstuhl und Laboratorium für
Steuerungs- und Regelungstechnik
o. Professor Dr.-Ing. G. Schmidt
Technische Universität München
Arcisstraße 21, 8000 München 2

ANALOGRECHNER

DORNIER 80

Bedienungs-Handbuch

Januar 1975

Dornier System GmbH
7990 Friedrichshafen
Postfach 648

Telefon: 07545 - 81
Vertrieb 82707
Telex: 07 - 34359

1. Einleitung

Das vorliegende Bedienungshandbuch zum Analogrechner DORNIER 80 soll im wesentlichen zwei Zwecken dienen:

1. Für den im Betrieb als DO 80 Unerfahrenen soll es die zur Bedienung und Programmierung erforderlichen Hinweise geben.
2. Dem bereits Erfahrenen soll es ein Nachschlagewerk für spezielle Schaltungen sein.

Dieses Handbuch setzt Grundkenntnisse im Analogrechnen voraus, so daß keinerlei Theorie des Programmierens oder des analogen Rechnens gegeben wird. Hierfür sei das Dornier-Buch "Einführung in das Analogrechnen" empfohlen.

2. Aufbau des Rechners

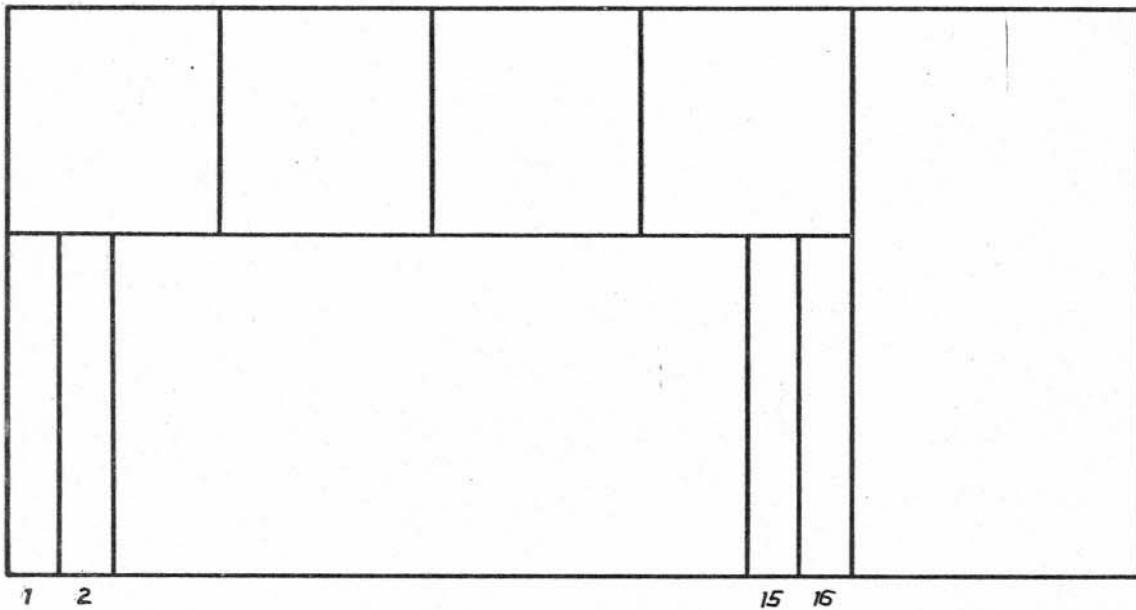


Bild 2.1: Frontansicht des DORNIER 80

Bild 2.1 zeigt eine Frontansicht des DORNIER 80. Im rechten Teil ist das Bedien- und Anzeigefeld zu erkennen. In der linken oberen Hälfte befinden sich die vier Potentiometer-Einschubplätze und darunter die 16 Einschubplätze für den Einbau von Rechenelementen. Jedes verfügbare Rechenelement kann auf jedem dieser 16 Plätze eingesetzt werden, da alle 16 Plätze durch eine Parallelverdrahtung miteinander verbunden sind (Bild 2.2).

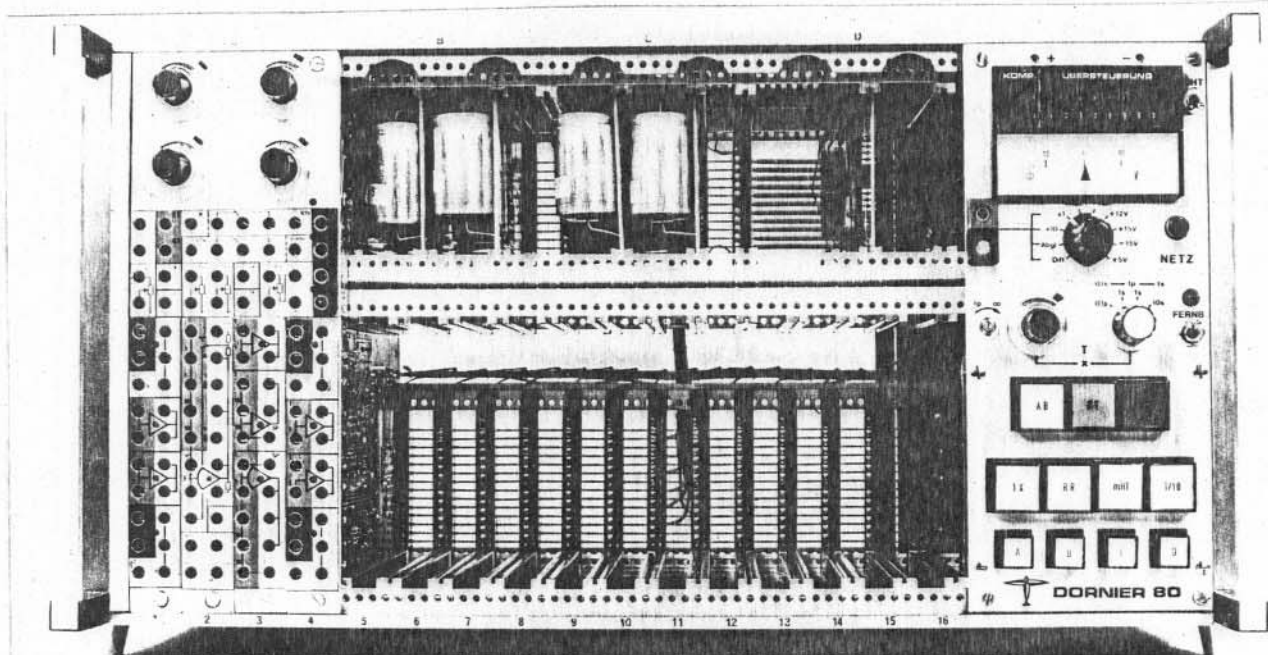


Bild 2.2: Parallelverdrahtung der einzelnen Einschubplätze

Daraus resultiert eine sehr große Anzahl möglicher Bestückungen.

Die einzelnen Bedien- und Anzeigeeorgane werden in Kapitel 3 beschrieben.

3. Beschreibung der DO 80-Grundeinheit

Bild 3.1 zeigt eine Frontansicht und Bild 3.2 eine Rückansicht des Rechners. Die einzelnen mit Nummern versehenen Bedien- und Anzeigeeingänge besitzen die nachstehende Bedeutung und Funktion:

1. Abgleichpotentiometer für + 10 V-Referenzspannung
2. Abgleichpotentiometer für - 10 V-Referenzspannung

Die Justierung der Referenzspannung ist gemäß den technischen Unterlagen vorzunehmen.

3. Lampenfeld zur Anzeige der Zustände der maximal vier Komparatoren.

Die Lampen leuchten bei offenen Komparatoreingängen sowie dann, wenn die Summe der beiden Eingangsspannungen negativ ist.

4. Übersteuerungsanzeigefeld

Für jeden der 16 Einschubplätze existiert in diesem Feld eine Lampe, die dann aufleuchtet, wenn die Ausgangsspannung mindestens eines der auf dem betreffenden Platz befindlichen Verstärker oder Multiplizierer den Wert von ca. ± 10.8 V überschreitet. Damit existiert eine Summenanzeige pro Einschub und nicht immer (außer bei Integrierer-Einschüben) eine Anzeige für jeden Verstärker. Außerdem wird angezeigt, wenn die positive oder negative Referenzspannung z. B. durch Kurzschluß einen Wert von ca. 9.95 V unterschreitet.

5. Analogvoltmeter zur Anzeige der Betriebsspannungen und Messung analoger Größen mit drei umschaltbaren Meßbereichen. Das Voltmeter enthält einen Trennverstärker, dessen Eingangsbuchsen bei 7 verfügbar sind.
6. Schalter für automatisches HALT bei Übersteuerung.

Befindet sich der Schalter ÜHT in der oberen Stellung, wird mit Ansprechen der Übersteuerungsanzeige der Rechner in die Betriebsart HT gesteuert.

7. Eingangsbuchsen zum Voltmeter-Trennverstärker.

Bild 3.3 zeigt die Voltmeteranschlüsse 7.

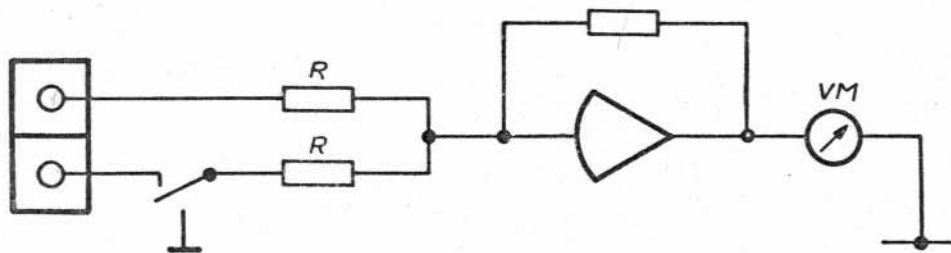


Bild 3.3: Schematische Darstellung der Voltmeter-Anordnung

Die untere (gelbe) Buchse ist üblicherweise durch den Schalter 8 abgetrennt, so daß die obere einen hochohmigen Eingang zum Voltmeter darstellt. Nur in Stellung DIFF (= Differenzmessung) des Schalters 8 wird auch der zweite Verstärkereingang freigegeben. Damit zeigt das Voltmeter die Summe der beiden Eingangsspannungen an.

8. Zwölfstelliger Wahlschalter für Voltmeter.

Mit diesem Schalter können gemessen werden:

Schalterstellung	Meßbereich	Zweck
+ 5 V	\pm 15 V	} Kontrolle der internen Versorgungsspannungen
- 15 V	\pm 15 V	
+ 15 V	\pm 15 V	
+ 12 V	\pm 15 V	
- Ref.	\pm 15 V	
+ Ref.	\pm 15 V	
x 1	\pm 15 V	} Messung der an der oberen (grünen) Buchse 7 anliegenden Spannungen
x 10	\pm 1,5 V	
Abgl.	\pm 150 mV	} Messung der Summe der an beiden Buchsen 7 an- liegenden Spannungen
Diff.	\pm 150 mV	

9. Netzschalter mit Anzeigelampe.

10. Einstellpotentiometer für die Rechenzeit.

Das Produkt aus der Stellung des Potentiometers 10 und der Schalterstellung 11 ergibt die Rechenzeit in den Betriebsarten 1 x (1 x Rechnen) und RR (Repetierend Rechnen), also die Zeit, in der sich der Rechner im Zustand "Rechnen" befindet.

11. Wahlschalter für die Grobeinstellung der Rechenzeit.

Mit Hilfe dieses Schalters und des Potentiometers 10 kann die Rechenzeit in folgenden Bereichen variiert werden:

Stellung Schalter 11	Pausenzeit t_p	Rechenzeit t_R
0.1 Sec	0.1 Sec	0.1 bis 1.1 Sec
1 Sec	0.1 Sec	1 bis 11 Sec
1 Sec	1 Sec	1 bis 11 Sec
10 Sec	1 Sec	10 bis 110 Sec

Die Rechen- und Pausenzeiten werden über den Schalter T/10 (21) auf ein Zehntel der obigen Werte gekürzt.

12. Einstellpotentiometer für Pausenzeit.

Die unter 11 angegebene Pausenzeit t_p gilt, wenn sich das Potentiometer 12 am Anschlag im Gegenuhrzeigersinn befindet. Von diesem Wert aus kann sie über das mehrgängige Potentiometer vergrößert werden. Pausen- und Rechenzeit werden über die Taste 21 auf ein Zehntel der eingestellten Werte herabgesetzt. Speziell bei Betrieb komplementärer Integrierer kann eine einstellbare Pausenzeit von Nutzen sein, was durch das Potentiometer erreicht wird.

13. Schalter FERN-Bedienung.

Dieser Schalter schaltet den DORNIER 80 als Nebenrechner zu einem anderen DORNIER-Rechner ("Master-Slave"-Betrieb). Der Zeitgeber eines Nebenrechners bleibt getrennt funktionsfähig und kann wie üblich über die Tasten 15 bis 21 gesteuert werden. Somit steht ein weiterer, unabhängiger Taktgenerator zur Verfügung.

14. Anzeige FERN-Bedienung.

Bei einem als Nebenrechner geschalteten DORNIER 80 leuchtet diese Lampe.

15. AB-Taste.

Ein Betätigen dieser Taste bringt den Rechner in die Betriebsarten AB (Anfangsbedingung), in der sämtliche normal beschalteten Integrierer ihre Anfangsbedingungen aufbauen.

Die Sammelschienen DR und HT im unteren Teil eines Integrierereinschubes werden in Abhängigkeit von der Betriebsart über Transistoren an Relaiserde geschaltet. Die einzelnen Einschübe sind hierbei über Dioden entkoppelt.

In der Betriebsart AB gilt für die Sammelschienen:

DR $\hat{=}$ Transistor gesperrt

HT $\hat{=}$ Transistor leitend (Relaiserde)

16. HT-Taste.

Durch diese Taste wird die Betriebsart HT (Halt) angesteuert, in der sämtliche Integrierer mit der Rechnung unter Beibehaltung ihrer momentanen Ausgangsspannungen anhalten. Aus der Betriebsart HT kann durch Betätigen der Taste DR (17) mit der Rechnung fortgefahren werden.

DR $\hat{=}$ Transistor leitend (Relaiserde)

HT $\hat{=}$ Transistor leitend (Relaiserde)

17. DR-Taste.

Hiermit wird der Zustand Rechnen angesteuert und damit eine Rechnung gestartet. Der weitere Ablauf hängt davon ab, welche Betriebsart über die Tasten 18 und 19 vorgewählt wurde. Ist weder die Taste 1 x noch die Taste RR gedrückt, so geht der Rechner in die Betriebsart Dauerrechnen. In dieser Betriebsart liefert der Zeitgeber eine mit den an 10, 11 und 12 eingestellten Pausen- und Rechenzeiten repetierende, von - 10 Volt nach + 10 Volt in der Rechenzeit ansteigenden Rampe, die an der Rückseite des Rechners z. B. für die externe Zeitabklenkung von Registriergeräten verfügbar ist.

DR $\hat{=}$ Transistor leitend (Relaiserde)

HT $\hat{=}$ Transistor gesperrt

18. Taste 1 x-Rechnen.

Nach Betätigung der Taste 1 x und anschließendem Drücken der Taste DR (Taste 17) verbleibt der Rechner solange im Zustand Rechnen, wie es der am Potentiometer 10 und Schalter 11 eingestellten Rechenzeit entspricht. Danach geht der Rechner wieder in die Betriebsart AB zurück. Auch hier liefert der Zeitgeber eine einmalige, in der Rechenzeit von - 10 Volt nach + 10 Volt ansteigenden Rampe, die anschließend in der Pausenzeit linear auf - 10 Volt zurückgeht.

19. Taste RR.

Über diese Taste wird die Betriebsart "Repetierend Rechnen" vorgewählt und nach Betätigen von DR (Taste 17) angesteuert. Die Zustände Rechnen und Anfangsbedingung werden mit den an 10, 11 und 12 eingestellten Pausen- und Rechenzeiten zyklisch durchlaufen. Diese Zeiten können über die Taste 21 auf ein Zehntel der eingestellten Werte verkürzt werden. Der Zeitgeber liefert stets eine repetierende und in der jeweiligen Rechenzeit von - 10 Volt nach + 10 Volt ansteigende Rampe. Die Betriebsart RR wird nach Betätigen der Taste AB verlassen.

20. Taste mHT (mit HALT).

Nach Betätigen dieser Taste wird nach Ende eines Rechenvorganges (sowohl in der Betriebsart RR wie 1 x) nicht wieder die Betriebsart AB, sondern HT angesteuert. Dabei besteht folgender Unterschied:

Bei RR "mit HALT" und bei DR "mit HALT" wird auch der Ausgang des Zeitgebers (Rampe) auf + 10 Volt angehalten, was bei Verwendung eines XY-Schreibers von Nutzen sein kann. Bei 1x-Rechnen mit HALT wird zwar auch die Rechnung unter Beibehaltung der Momentanwerte angehalten, die Rampe jedoch .

geht auf - 10 Volt zurück. Durch nochmaliges Betätigen der Taste DR kann der Rechenvorgang um ein definiertes Intervall fortgeführt werden. Somit ist ein abschnittweises Rechnen möglich.

21. Taste T/10.

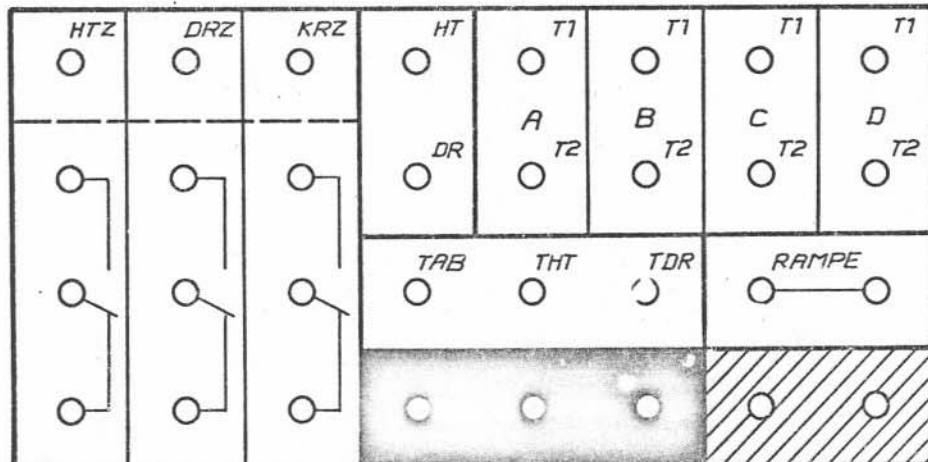
Diese Taste bewirkt ein Beschleunigen des gesamten Rechenvorganges um einen Faktor 10, und zwar unabhängig von den am Programmierfeld für die einzelnen Integrierer ausgewählten Zeitkonstanten. Gleichzeitig wird der Zeitgeber zehnfach beschleunigt.

22. Funktionsschalter.

Diese Tasten werden als am Programmierfeld frei verfügbare Funktionsschalter verwendet. Sie liefern dort je ein logisches Ausgangssignal mit TTL-Pegel, das mit einem Relais fest verdrahtet ist. Erst wenn der zusätzlich am Programmierfeld vorhandene Relaisreibereingang aus einer anderen Quelle versorgt wird, liefern die Tasten nur noch ihren logischen Ausgang, ohne das Relais zu beeinflussen. Falls mehrere Schalter gleichzeitig betätigt werden sollen, existiert die Möglichkeit, einen dieser Schalter niederzudrücken und festzuhalten, die anderen kurz zu betätigen und dann den ersten Schalter wieder freizugeben. Mit dem Schließen des Ruhekontaktes der Taste werden auch die anderen Schalterstellungen verändert.

Auf der Rückseite des Gerätes befinden sich folgende Anschlüsse:

23. Buchsenfeld.



Es bedeuten:

HT, DR

Diese Ausgänge sind mit den auf dem vorderen Programmierfeld entsprechend gekennzeichneten Buchsen identisch.

HTZ, DRZ

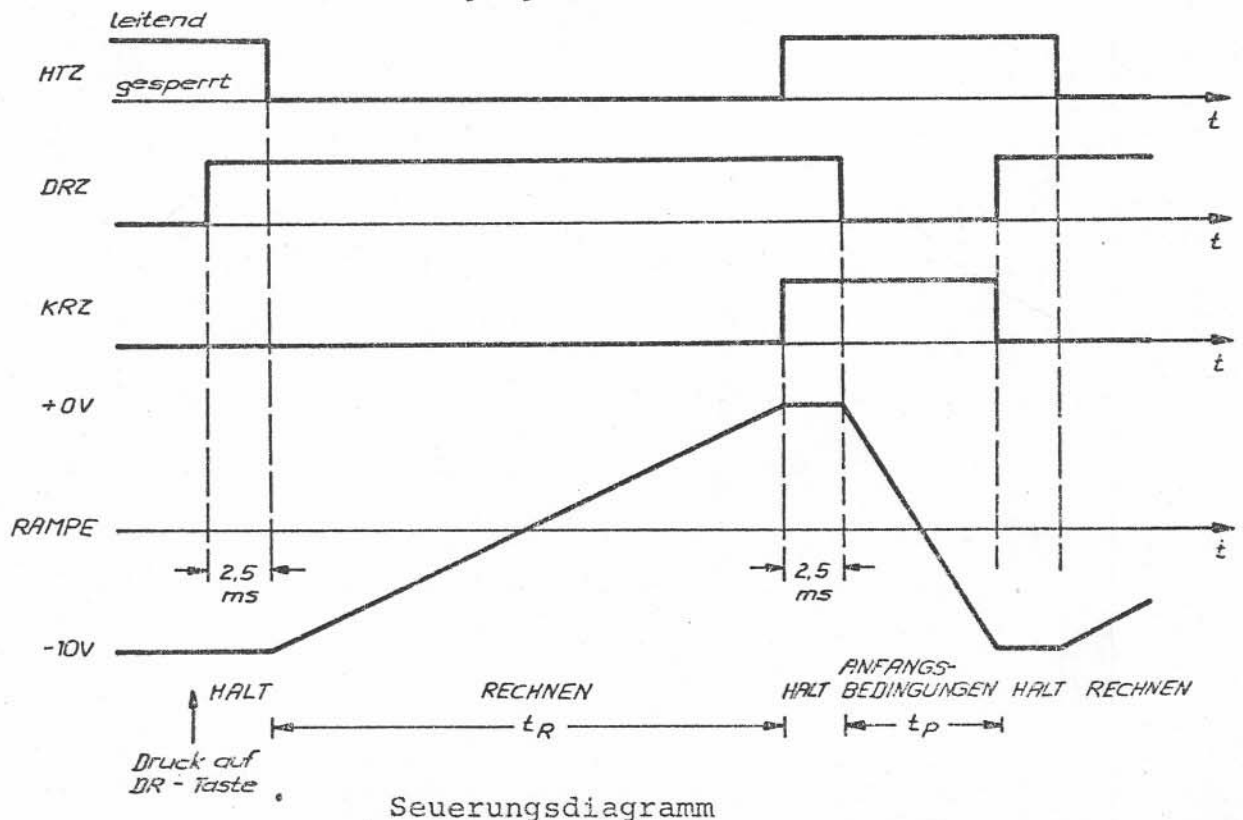
HTZ und DRZ sind die Steuersignale des Zeitgebers. Sie sind in den Betriebsarten 1x Rechnen und Repetierend Rechnen mit den HT-, DR-Signalen identisch. Bei Dauerrechnen arbeitet der Zeitgeber mit den entsprechend eingestellten Werten repetierend, um auch in dieser Betriebsart eine Zeitablenkung für externe Geräte zur Verfügung zu stellen.

KRZ Neben den Signalen HTZ, DRZ dient KRZ dazu, den Zustand des Zeitgebers zu kennzeichnen. Der Ausgangstransistor ist durchgesteuert, solange der Zeitgeber sich im Rücklauf befindet.

HTZ-, DRZ-, KRZ-Relaisanschlüsse Mit den genannten Signalen wird je ein Relais gesteuert, um potentialfreie Signale zur Verfügung zu stellen (z. B. Federsteuerung bei XY-Schreiber).

TAB, THT, TDR Diese Eingänge liegen den Tasten AB, HT, DR parallel. Durch Anlegen von Massepotential können die entsprechenden Funktionen wie beim Drücken der Taste ausgelöst werden. Dadurch ist eine einfache Fernbedienung des Rechners möglich.

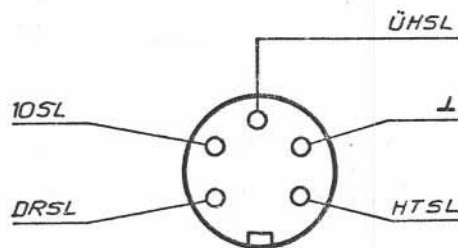
RAMPE An diesen Buchsen steht das analoge Ausgangssignal des Zeitgebers zur Verfügung.



Externe Leitungen A, B, C, D An den Buchsen sind die in den Pot-Feldern A, B, C, D mit T_1 , T_2 gekennzeichneten externen Leitungen herausgeführt. Diese Leitungen stehen ebenfalls am Stecker 25 zur Verfügung.

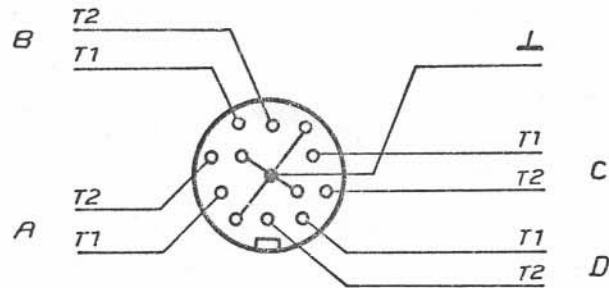
Massebuchsen Es sind drei Signalerdebuchsen und zwei Relaiserdebuchsen vorhanden.

24. Fernbedienungsstecker zum Anschluß weiterer DORNIER-Rechner.



Im Rechner werden separate Signale für die Parallelschaltung weiterer Rechner erzeugt. Diese bewirken das Schalten der Betriebsarten sowie das Übersteuerungshalt. Es sind Signale mit TTL-Pegel in positiver Logik. Die Kopplung von maximal 6 Rechnern erfolgt durch einfaches Verbinden der Buchsen 24.

25. Externe Verbindungsleitungen zum Programmierfeld. Über diesen Stecker können externe Registriergeräte (XY-Plotter, Oszillograph) angeschlossen werden. Die Zeitablenkung wird dann auf dem hinteren Buchsenfeld (23) mit einer externen Leitung verbunden. Damit wird die Verbindung zu dem externen Gerät über einen einzigen Stecker hergestellt. Dieser Stecker kann auch bei Parallelschaltung zweier Rechner mit dem entsprechenden Stecker des zweiten Rechners verbunden werden.



26. Netzsicherung

27. Netzstecker

28. Testbuchsen für die internen Spannungsversorgungen.

4. Betriebsartensteuerung und Zeitgeber

4.1 Allgemeines

Bild 4.1 zeigt die Tasten zur Steuerung der Betriebsarten.

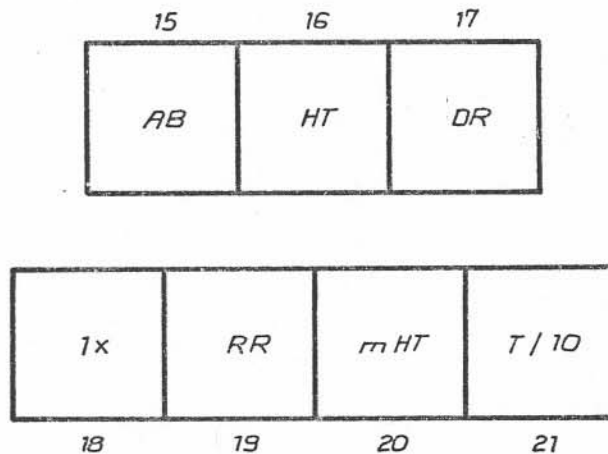


Bild 4.1: Steuertasten für Betriebsarten

Die Bedeutung der Tasten 15 bis 21 ist in Kapitel 3 unter diesen Numerierungen bereits vereinfacht dargelegt worden. Hier soll nochmals das Zusammenwirken von Zeitgeber und den Tasten 15 bis 21 detailliert erläutert werden.

4.2 Betriebsarten AB, HT und DR

Wenn keine der Vorwahltasten 18 bis 21 betätigt wurden, liefert der Zeitgeber an den mit RAMPE bezeichneten Buchsen an der Rechnerrückseite eine Rampenspannung nach Bild 4.2.

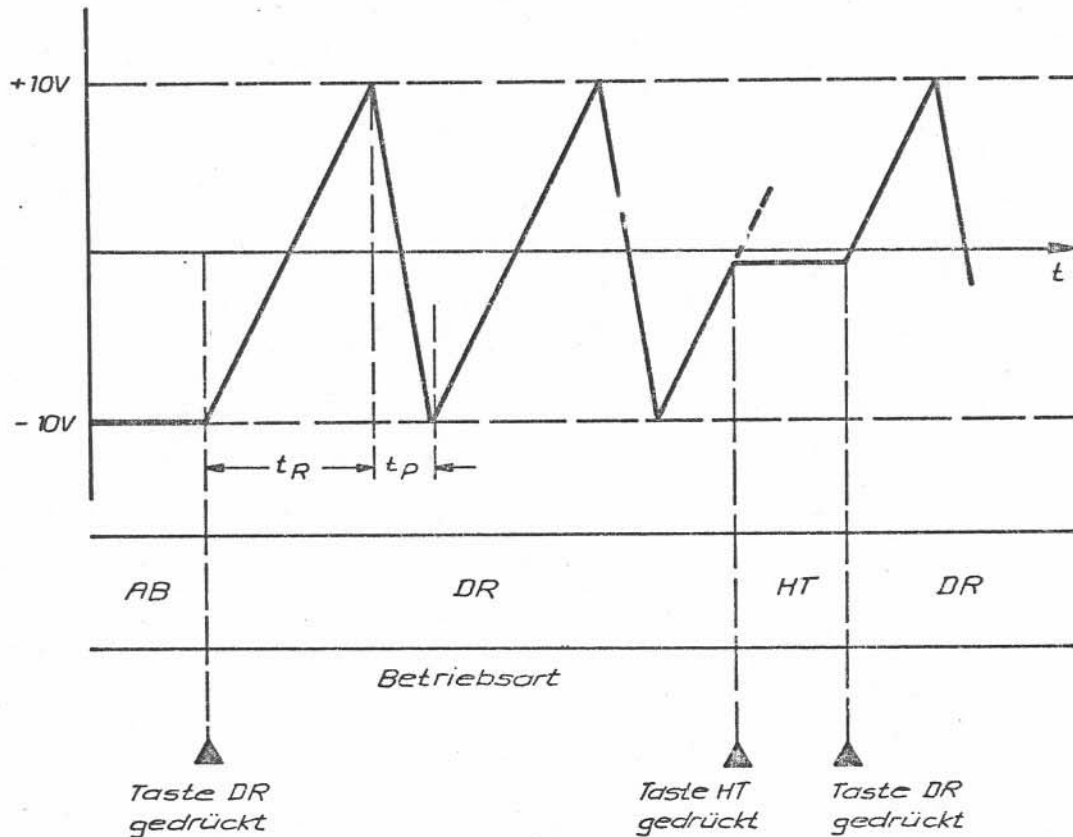


Bild 4.2: Ausgangsspannung des Zeitgebers

Die Zeiten t_R und t_P werden dabei am Potentiometer 10 und Schalter 11 bzw. am Potentiometer 12 eingestellt.

Diese Zeiten werden über die Taste 21 (T/10) auf ein Zehntel der eingestellten Werte verringert.

4.3 1x Rechnen

Bei gedrückter (leuchtender) Taste 1x startet ein Druck auf die DR-Taste einen einmaligen Rechendurchgang gemäß Bild 4.3.

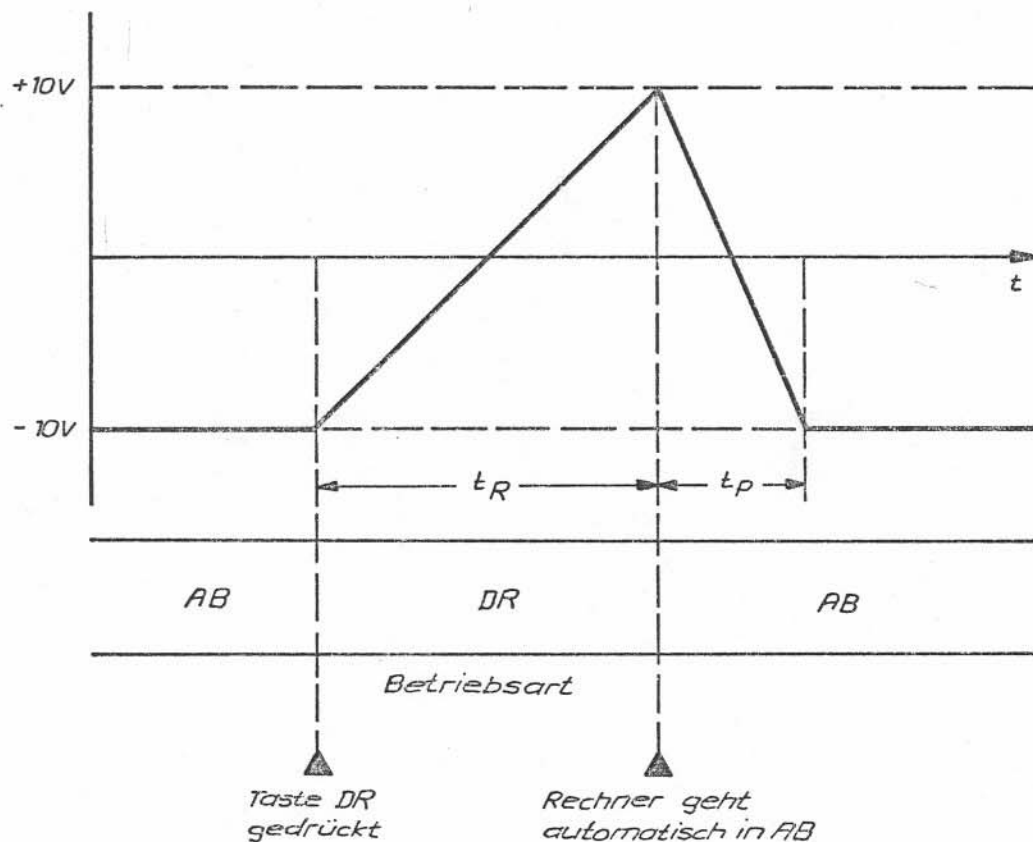


Bild 4.3: Ausgangsspannung des Zeitgebers bei 1x Rechnen

Nach Ablauf der Rechenzeit geht der Rechner automatisch in die Betriebsart AB zurück. Die Taste T/10 verringert die Zeiten t_R und t_P auf ein Zehntel der eingestellten Werte.

4.4 lx Rechnen "mit Halt"

Bei gedrückten Tasten 18 (lx) und 20 (mHT) liefert der Zeitgeber die in Bild 4.3 dargestellte Spannung. Nach Ablauf der Rechenzeit t_R wird jedoch nicht AB sondern die Betriebsart HT angesteuert.

Ein erneutes Starten setzt vorheriges Betätigen der Taste AB voraus.

4.5 RR (Repetierend Rechnen)

Bei gedrückter Taste 19 (RR) löst ein Druck auf die Taste DR einen repetierenden Rechenvorgang gemäß Bild 4.4 aus.

Nach Ablauf der Rechenzeit t_R wird für die Dauer des Rampenrücklaufs (t_p) der Rechner automatisch in die Betriebsart AB gesteuert, um danach einen erneuten Rechendurchgang zu beginnen.

Die Taste T/10 verringert die Zeiten t_R und t_p auf ein Zehntel der eingestellten Werte.

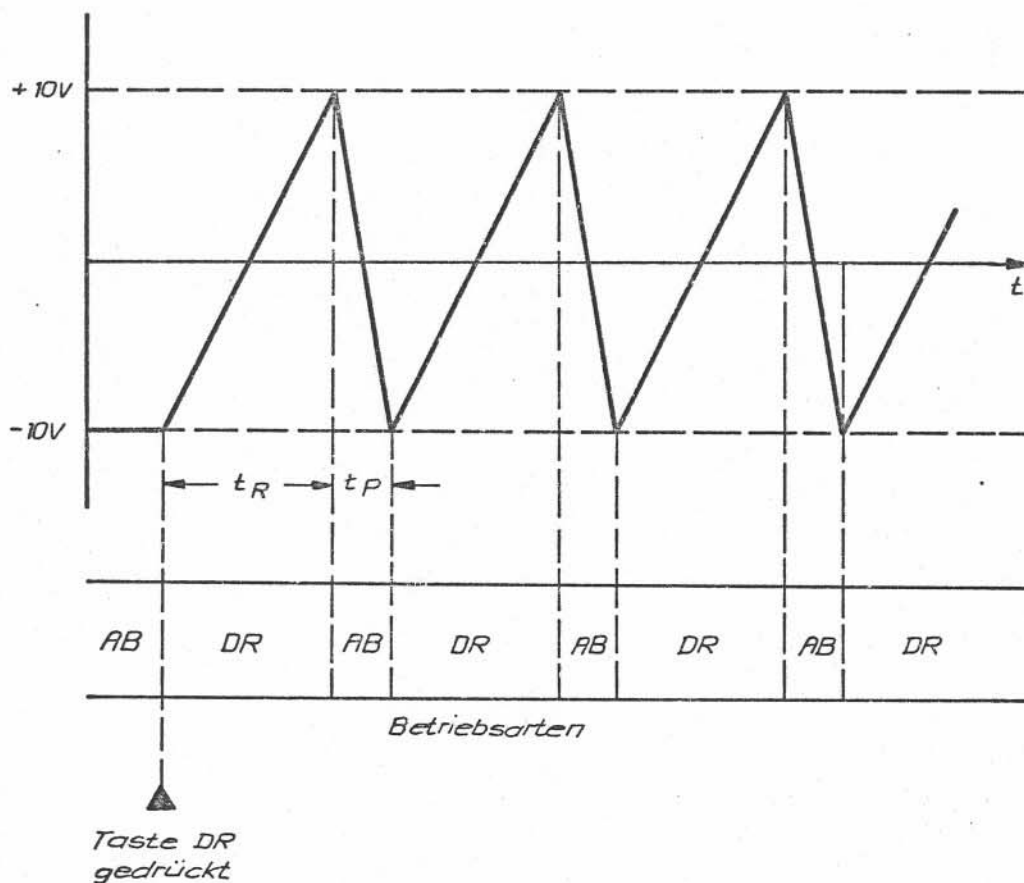


Bild 4.4: Ausgangsspannung des Zeitgebers bei RR
(Repetierend Rechnen)

4.6 Repetierend Rechnen "mit Halt"

Wenn nach Betätigen der Tasten 19 (RR) ^{+) und 20 (mHT)} ein Rechenvorgang über die Taste DR gestartet wird, ergibt sich ein Verlauf nach Bild 4.5.

+) Das gleiche gilt für den Fall, wenn lx Rechnen und RR nicht gedrückt sind.

Nach Ablauf der eingestellten Rechenzeit t_R wird die Betriebsart HT angesteuert und die Rampe bleibt auf + 10 V stehen.

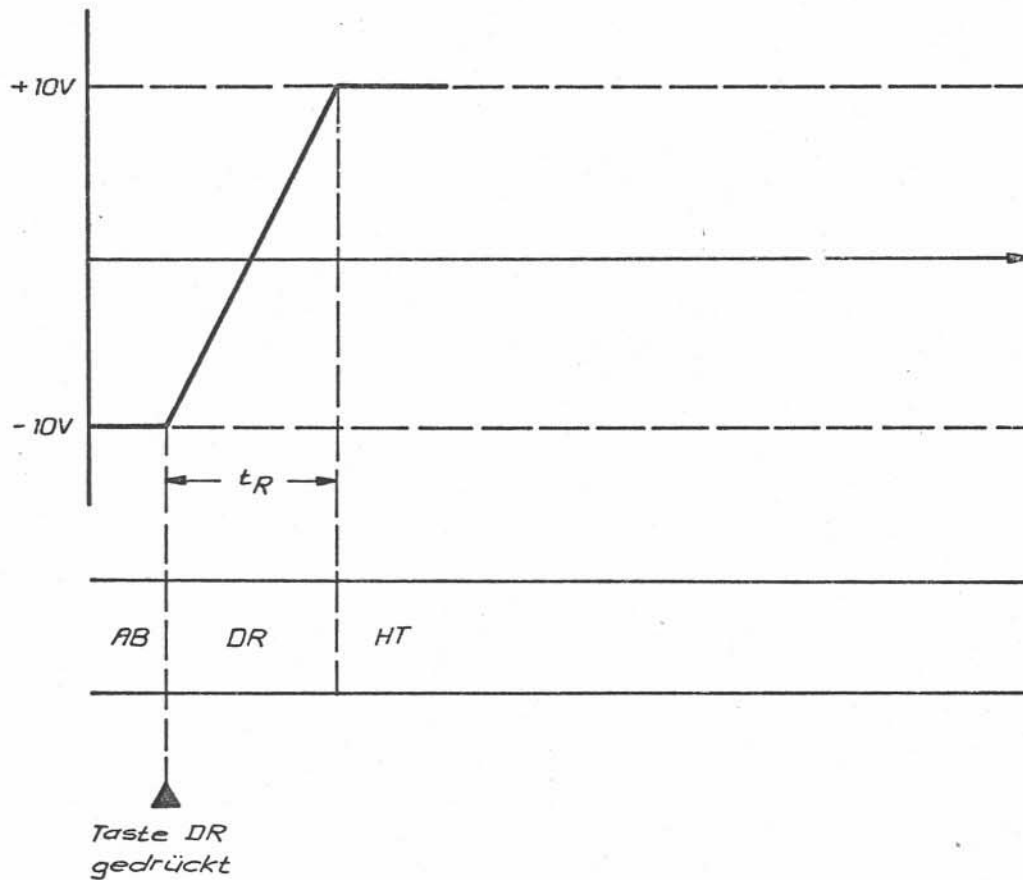


Bild 4.5: Ausgangsspannung des Zeitgebers bei Repetierend Rechnen mit Halt (RR, mHT)

Die Rampe zeigt den gleichen Verlauf auch in der Betriebsart DR mHT (also ohne RR). Hier dient der Zusatz mHT im wesentlichen folgendem Zweck: Bei der Aufzeichnung eines Ergebnisses auf einem XY-Schreiber läuft bei RR mHT bzw. DR mHT nach Ablauf des Rechenvorganges der Schreibarm

nicht über die Aufzeichnung, so daß das Ergebnis ohne Manipulationen am XY-Schreiber sofort beobachtet werden kann. Bei 1x-Rechnen mHT würde der XY-Schreiber in x-Richtung von + 10 V auf - 10 V zurücklaufen.

4.7 Abschnittweises Rechnen mit definierten Zeiten

Soll ein Rechenvorgang in mehrere definiert lange Einzelabschnitte unterteilt werden, empfiehlt sich das folgende Vorgehen:

1. 1x mHT
Während der Zeit t_R läuft die Rechnung ab; danach wird HT angesteuert und Rampe läuft auf - 10 V zurück. Rechner ist bereit für den 2. Durchgang, also für die Fortsetzung des unterbrochenen Vorganges. Die Endwerte des 1. Durchganges sind somit der Anfangszustand des 2. Durchganges (kein Repetierendes Rechnen!).
2. Taste DR drücken:
2. Durchgang wird gestartet und nach t_R wieder angehalten.

Bemerkung: Wurde aus Versehen oder aus einem besonderen Anlaß RR mHT oder nur mHT gedrückt, so kann durch nachträgliches Einschalten von 1x die Rampe zurück auf - 10 V gebracht und damit der nächste Rechenvorgang vorbereitet werden.

5. Summierer-Einschub

5.1 Steckfeldanschlüsse

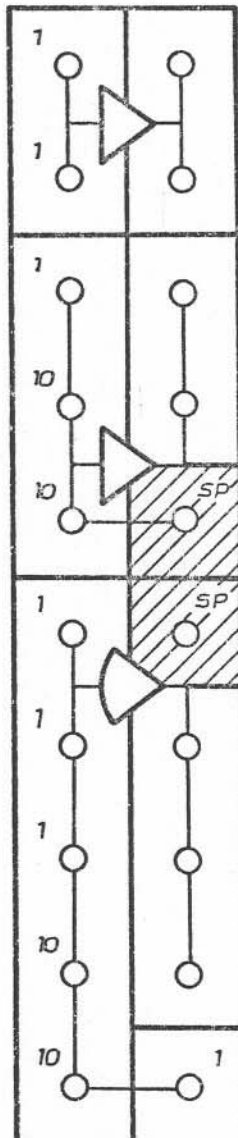


Bild 5.1 zeigt die Steckfeldanschlüsse eines Summierer-Einschubes.

Der obere Summierer besitzt lediglich zwei Eingänge der Wertigkeit 1. Die Rückführung ist fest verdrahtet. Das schematische Schaltbild zeigt Bild 5.2.

Beim mittleren Summierer existieren ein Einer- und zwei Zehnereingänge sowie ein herausgeführter Summenpunkt. Die Rückführung ist fest verdrahtet. (siehe Bild 5.3)

Der untere Summierer ist ein offener Verstärker mit vier Einereingängen (davon einer normalerweise als Standardrückführung verwendet) und zwei Zehnereingängen. Auch hier ist der Summenpunkt verfügbar.

Bild 5.1: Steckfeldanschlüsse eines Summierer-Einschubs

Anmerkung:

Ein nicht rückgeführter unterer Verstärker kann zu einem Ansprechen der Übersteuerungsanzeige führen.

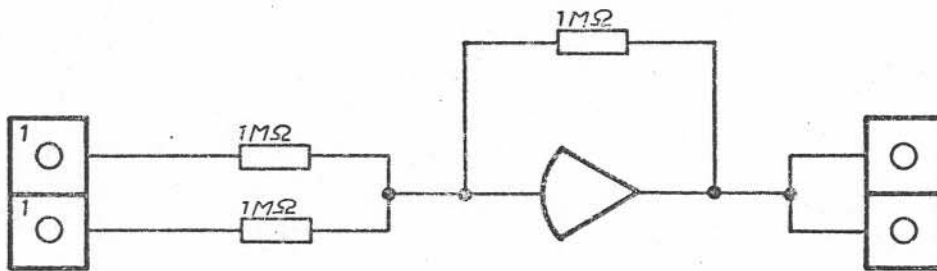


Bild 5.2: Schaltung des oberen Summierers

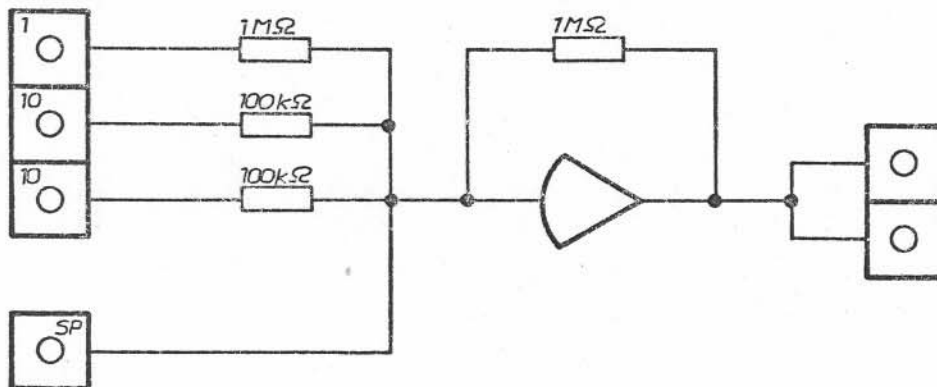


Bild 5.3: Schaltung des mittleren Summierers

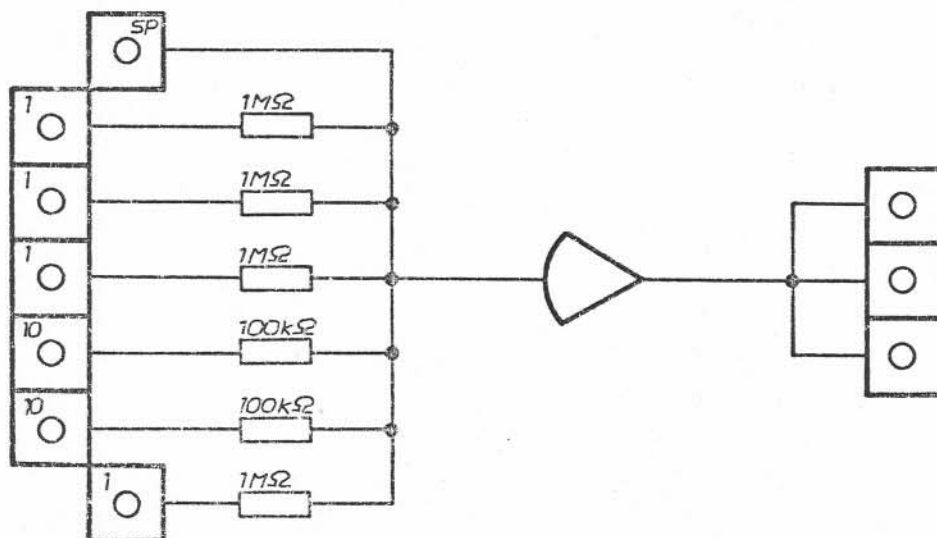
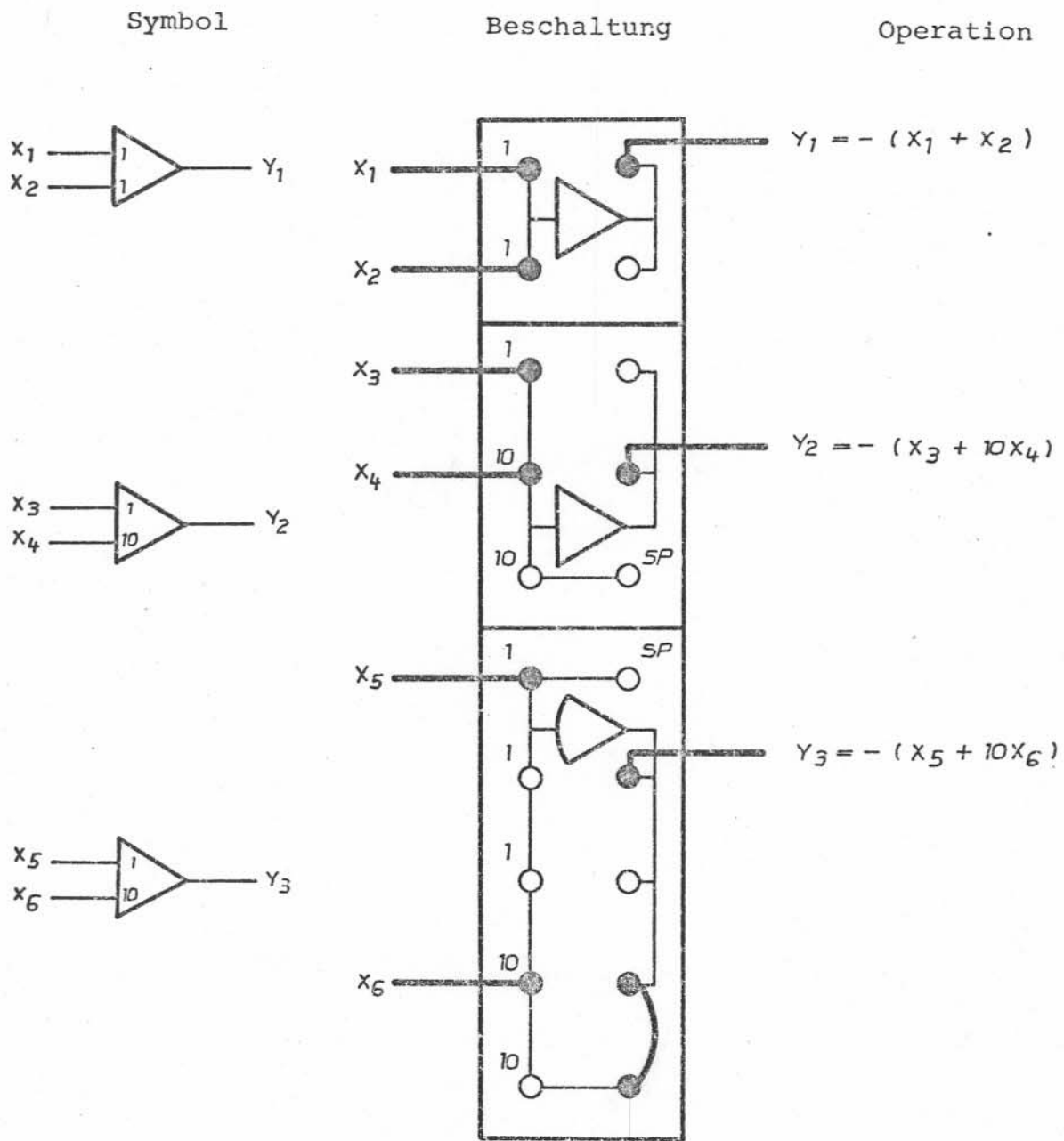


Bild 5.4: Schaltung des unteren Summierers

5.2 Programmierung

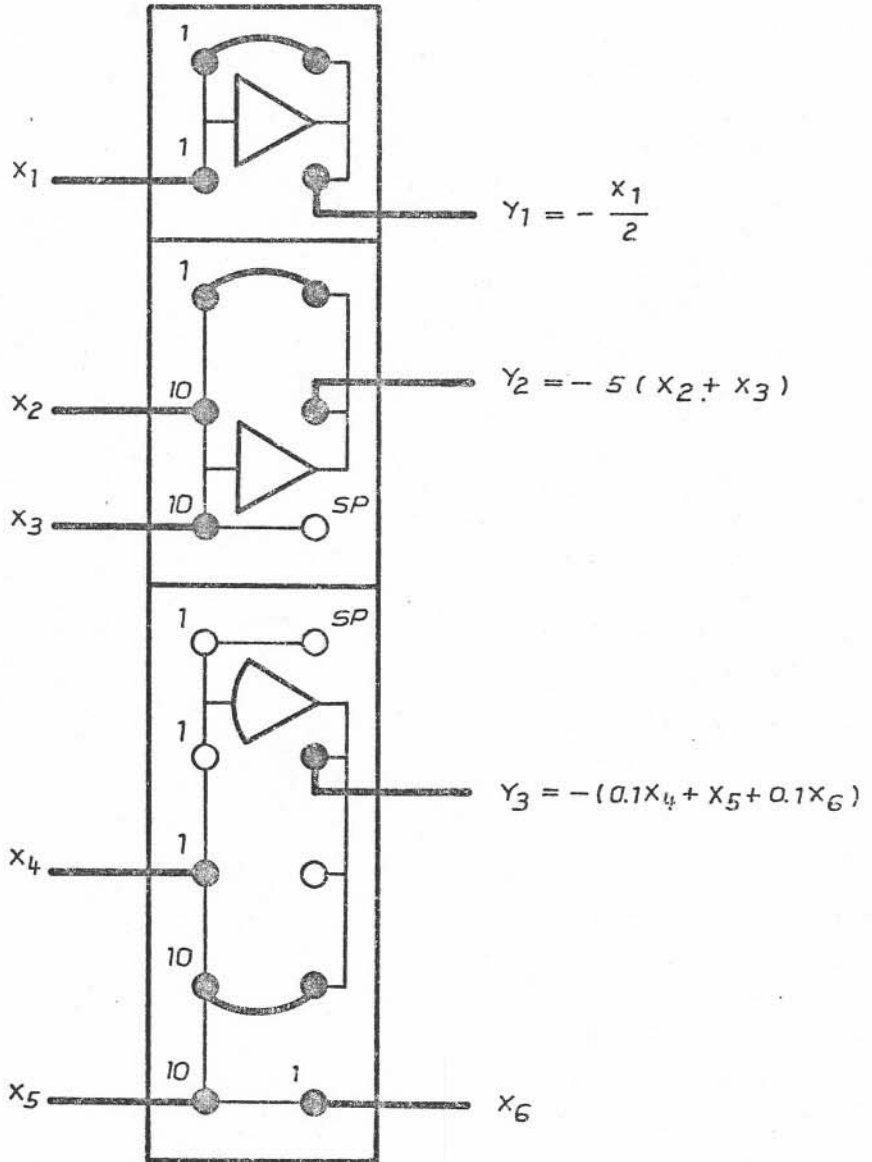
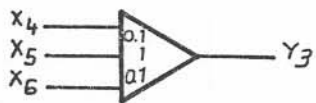
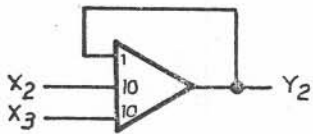
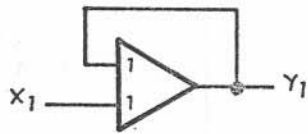
Die Wirkungsweise und Programmierung der Summierer sei anhand der nachstehenden Beispiele erläutert.



Symbol

Beschaltung

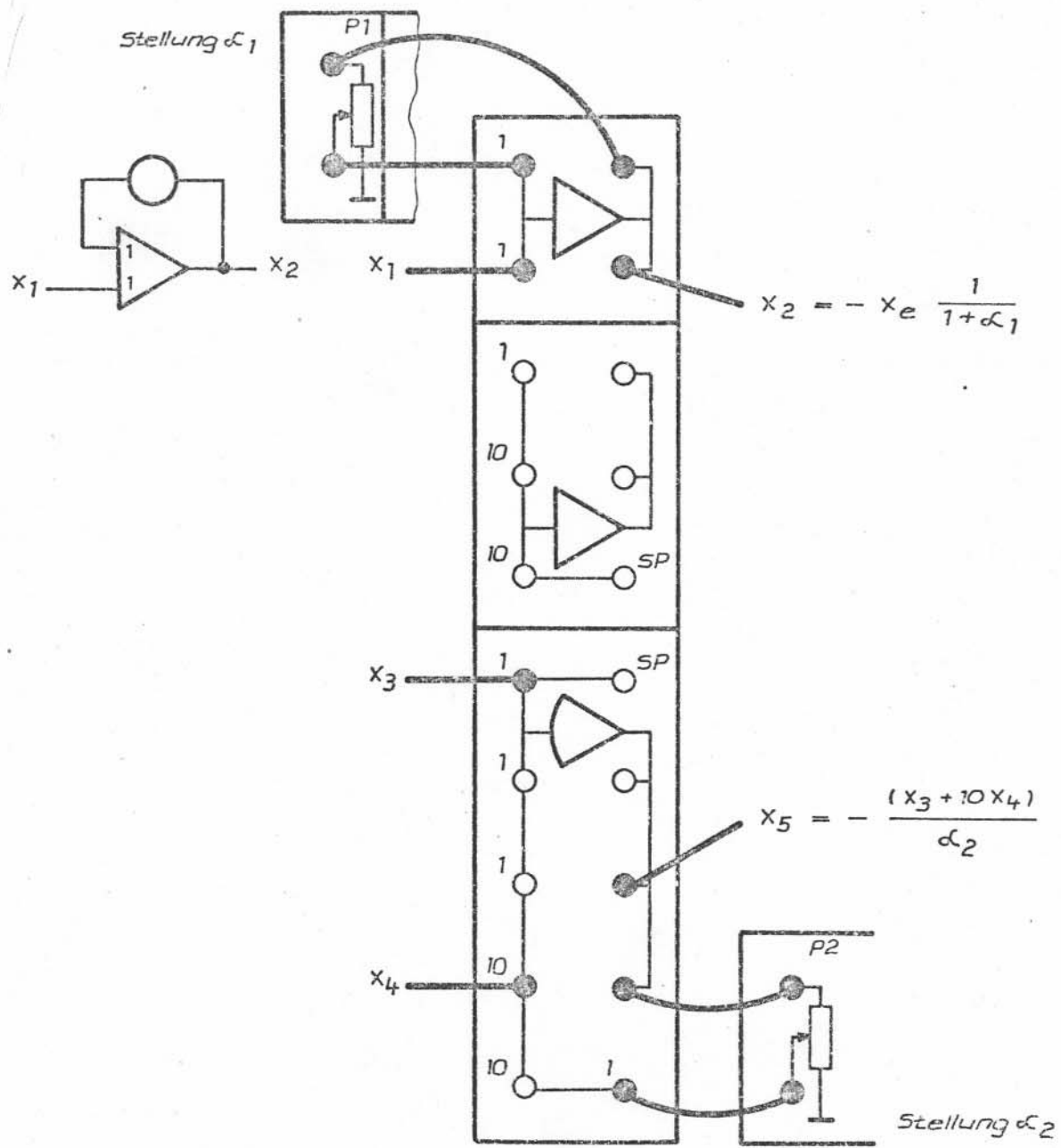
Operation



Symbol

Beschaltung

Operation



6. Integrierer-Einschub

6.1 Steckfeldanschlüsse

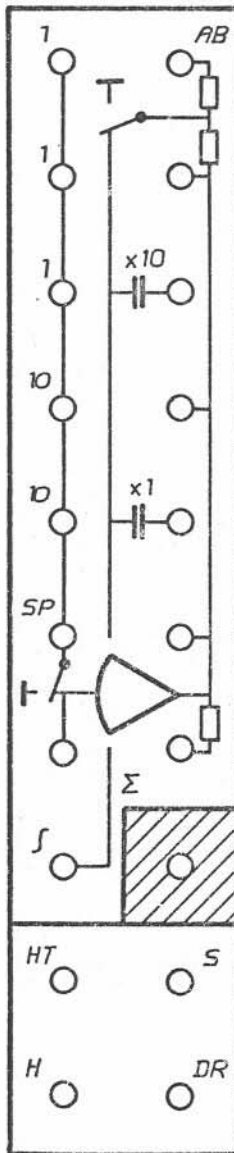


Bild 6.1 zeigt die Steckfeldanschlüsse eines Integrierer-Einschubes.

Jeder Integrierer kann wahlweise auch als Summierer betrieben werden (siehe Abschnitt 6.3). Ferner ist jeder Integrierer in seinen Betriebsarten und Zeitkonstanten (=Rückführkondensatoren) einzeln steuerbar.

Die Schaltung eines Integrierers und die nähere Bedeutung der einzelnen Steckfeldanschlüsse ist Bild 6.2 zu entnehmen.

Bild 6.1: Steckfeldanschlüsse eines Integrierer-Einschubes

Anmerkung:

Ein nicht rückgeführter Summierer/Integrierer kann zu einem Ansprechen der Übersteuerungsanzeige führen.

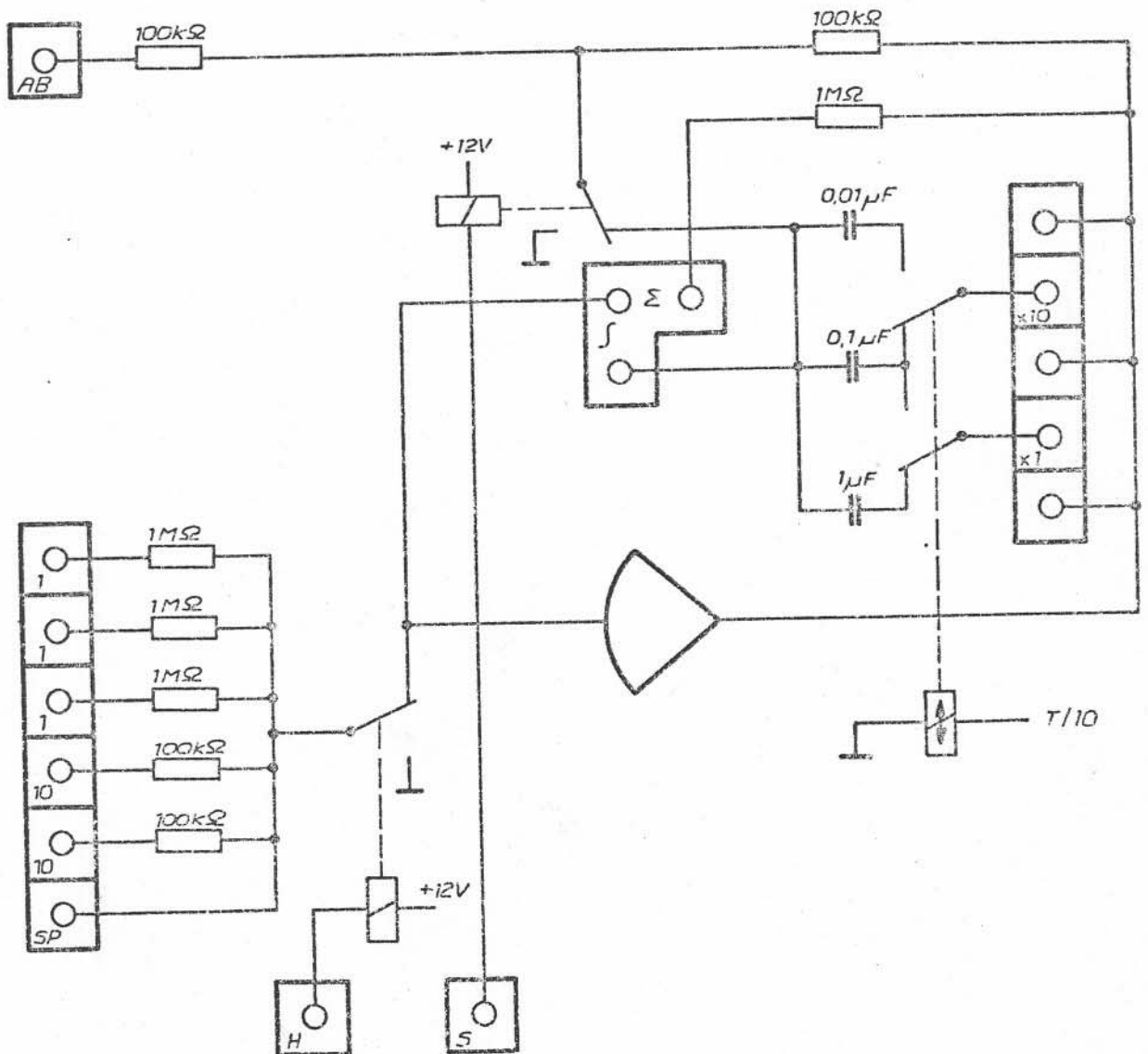
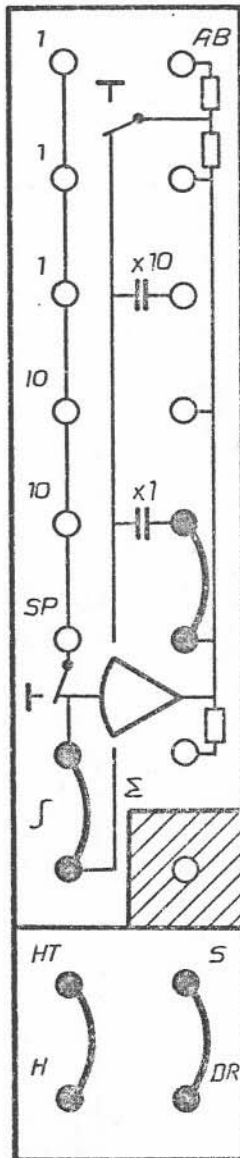


Bild 6.2: Schaltung eines Integrierers (Relais in Ruhestellung)

Über die Buchsen H und S erfolgt die Betriebsartensteuerung. Diese Buchsen liegen (Bild 6.1) unmittelbar neben den Ausgängen der von den Betriebsartentasten gesteuerten Sammelschienen HT und DR.

6.2 Betrieb als Integrierer



Zum Betrieb als Integrierer ist der Verstärker wie in Bild 6.3 zu beschalten.

Hierzu sind die mit einem Integralzeichen versehenen Buchsen zu überbrücken und ein Rückführkondensator auszuwählen (Bild 6.3 durch Verbindung des Ausganges mit dem x1-Kondensator). Soll der Integrierer nicht getrennt gesteuert werden, sind jeweils die Steuereingänge H und S mit den Sammelschienen HT und DR zu verbinden. Diese Sammelschienen werden von den Betriebsartentasten AB, DR und HT gesteuert gemäß folgender Wahrheitstabelle:

Bild 6.3: Beschaltung zum Betrieb als Integrierer

angesteuerte Betriebsart	Sammelschiene	
	HT	DR
AB	Relaiserde	offen
DR	offen	Relaiserde
HT	Relaiserde	Relaiserde

Die Bezeichnung "Relaiserde" und "offen" ist so zu verstehen, daß die Sammelschienen einen "Open-Collector-Ausgang" gemäß Bild 6.4 darstellen. "Relaiserde" bedeutet somit einen leitenden Endtransistor; "offen" entsteht durch einen gesperrten Endtransistor.

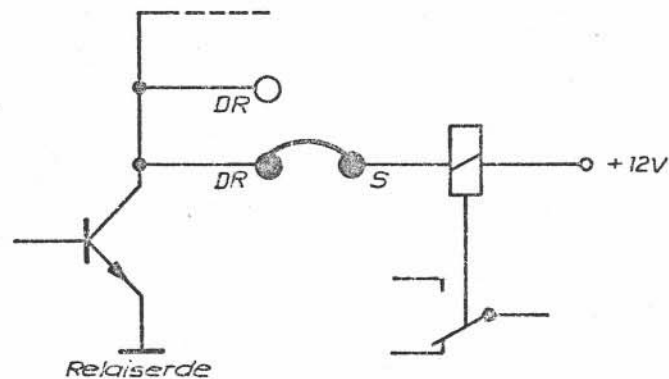


Bild 6.4: Versorgung der Sammelschienen

6.3 Zeitkonstanten-Änderung

Bei jedem Integrierer kann eine Auswahl zwischen drei verschiedenen Zeitkonstanten getroffen werden (siehe hierzu auch Bild 6.2):

- Über Kurzschlußstecker am Programmierfeld individuell wählbar,
- über die Taste T/10, generell für alle Integrierer.

Für die jeweilige Zeitkonstante gilt die folgende Wahrheitstabelle:

Verbindung zwischen Aus- gang und	Taste T/10	Rückführ- konden- sator	Zeitkonstante bei $1M\Omega$ Ein- gangswiderstand
X 1	nicht gedrückt	1 μF	1 Sec
X 10	nicht gedrückt	0.1 μF	0.1 Sec
X 1	gedrückt	0.1 μF	0.1 Sec
X 10	gedrückt	0.01 μF	0.01 Sec

6.4 Betrieb als komplementärer Integrierer

Ein nach Bild 6.5 beschalteter Integrierer arbeitet komplementär. Der einzige Unterschied in der Beschaltung besteht in der horizontalen Anordnung der beiden Kurzschlußstecker im Steuerfeld. Die nachstehende Tabelle verdeutlicht den Betrieb des Komplementär-Integrierers im Vergleich zu einem normalen Integrierer.

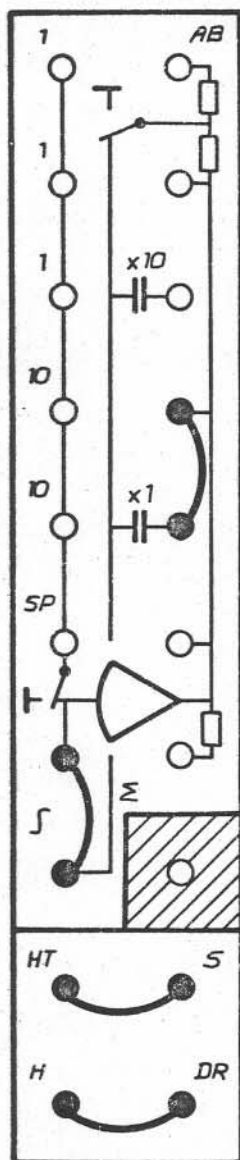
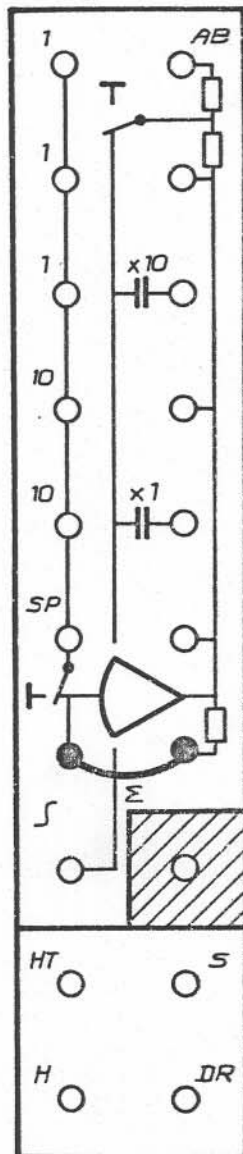


Bild 6.5: Beschaltung zum Betrieb als komplementärer Integrierer.

angesteuerte Rechnerbetriebsart	Betriebsart des normalen Integrierers	Betriebsart des komplementären Integrierers
AB	AB	DR
DR	DR	AB
HT	HT	HT

6.5 Betrieb als Summierer

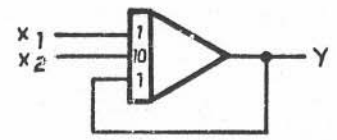
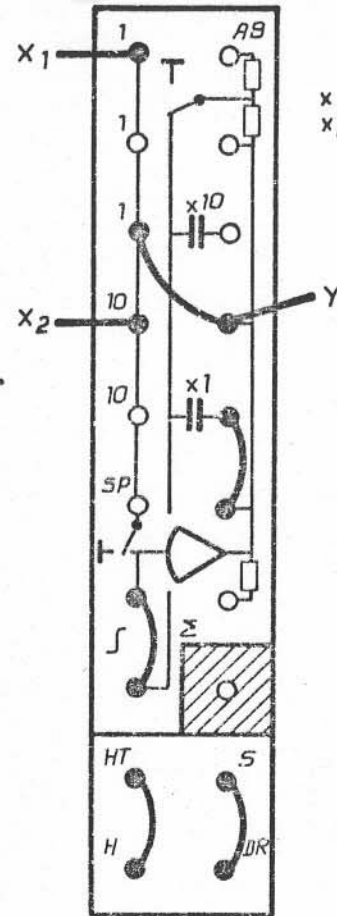


Ein nach Bild 6.6 beschalteter Verstärker arbeitet als Summierer. Eine Beschaltung der Steuereingänge S und H entfällt. Bild 6.2 zeigt, daß über den Eingang H das Eingangsnetzwerk vom Verstärker abgetrennt werden kann. Solche Sonderschaltungen sind in Kapitel 6.6 zusammengefaßt.

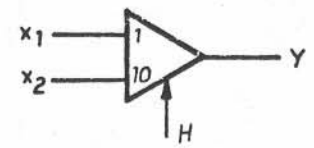
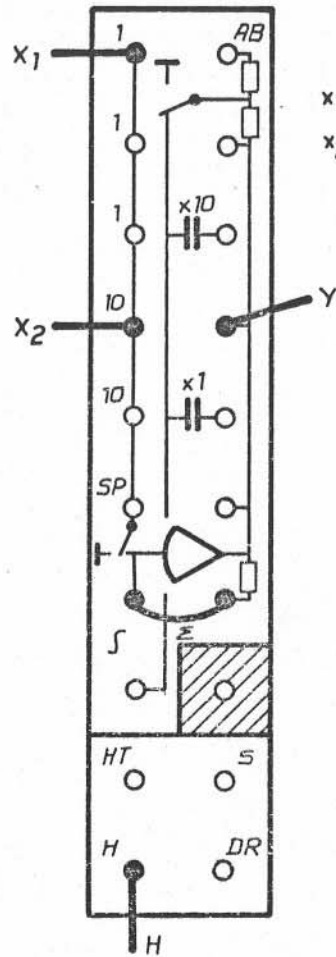
Bild 6.6: Beschaltung zum Betrieb als Summierer.

6.6 Spezielle Schaltungen

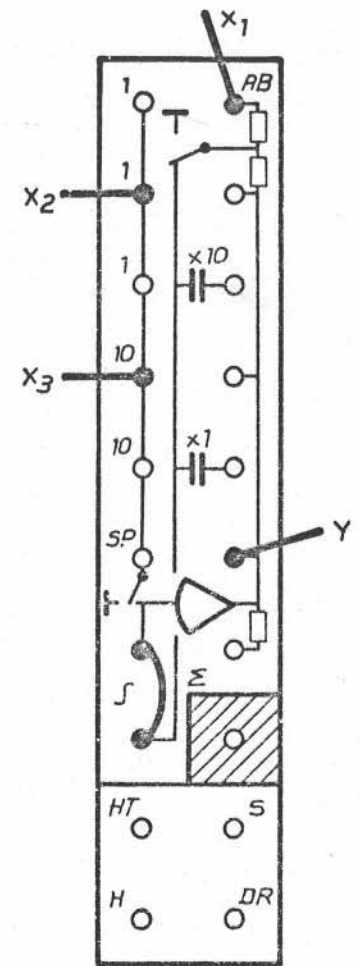
Nachstehend werden einige spezielle Beschaltungen und Betriebsformen eines Summierer/Integrierers gezeigt. Diese Auswahl ist sicherlich nicht die Zusammenstellung aller Möglichkeiten, sie soll vielmehr eine Anregung darstellen, wie über besondere, vom Üblichen abweichende Schaltungen einem Summierer/Integrierer eine Form des Betriebs vermittelt werden kann, die u. U. zur Einsparung von Rechenelementen führen kann.



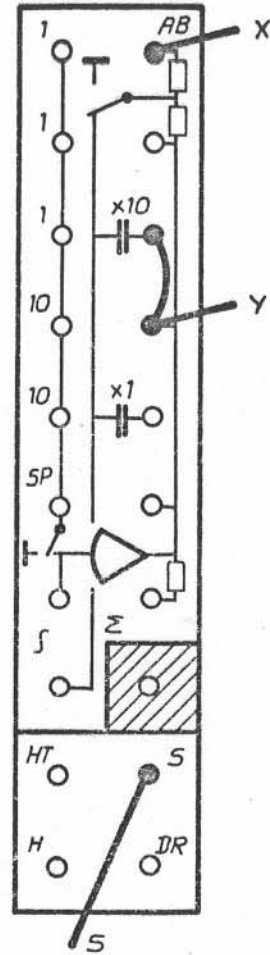
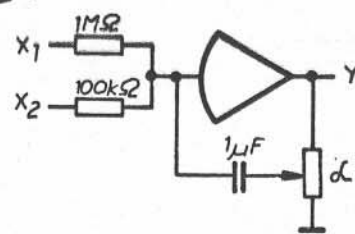
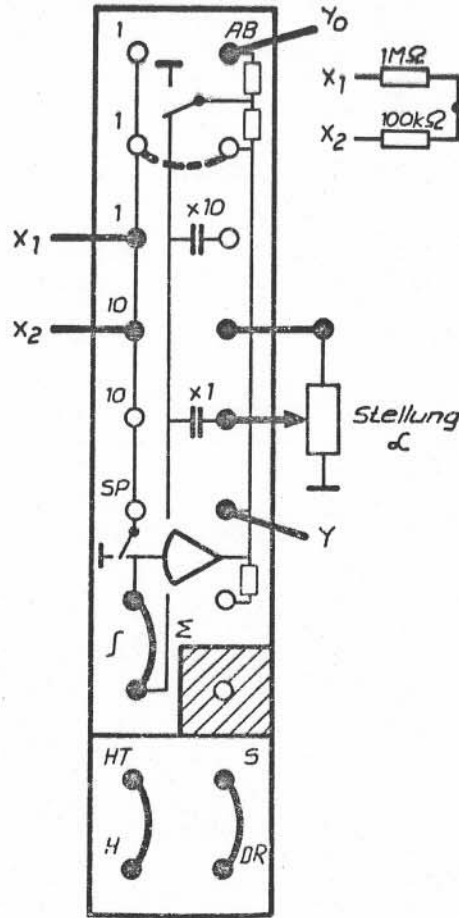
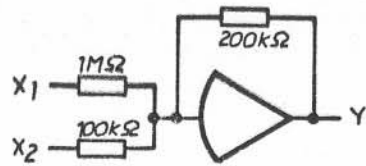
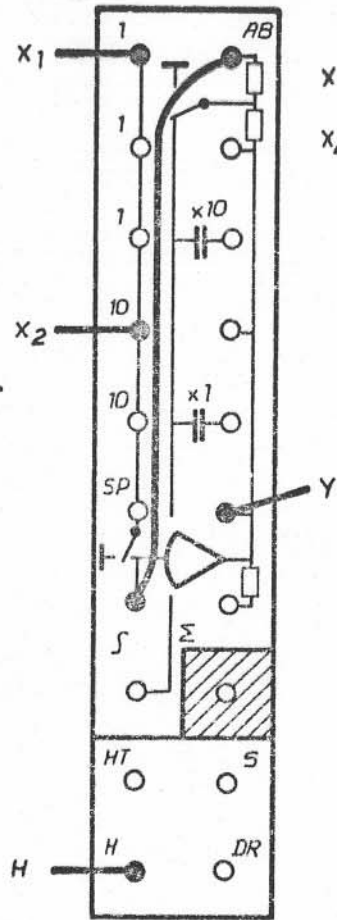
$T\dot{Y} + Y = -(X_1 + 10X_2)$
mit $T = 1\text{ s}$



H = Relaiserde:
 $Y = -(X_1 + 10X_2)$
 H = offen:
 $Y = 0$



H	S	Y =
offen	offen	$-(X_1 + 0.1X_2 + X_3)$
Relaiserde	offen	$-X_1$
offen	Relaiserde	} nicht erlaubt
Relaiserde	Relaiserde	



- H = offen :
- Y = - (0.2 X₁ + 2 X₂)
- H = Relaiserde :
- Y = 0

$$Y = - Y_0 - \frac{1}{d} \frac{1}{T} \int (X_1 + 10 X_2) dt$$

(Achtung: Streng genommen PI-Verhalten mit Anfangssprung $\leq 0.25\%$)

mit gestrichelter Verbindung:

$$d T \dot{Y} + Y = - (X_1 + 10 X_2)$$

und $Y(0) = Y_0$

d.h. Verzögerung 1. Ordnung mit veränderter Zeitkonstante!

Track & Store-Betrieb:
 S = offen : Track
 S = Relaiserde : Store
 Zeitkonstante: 10ms
 (bzw. 1ms bei T/10)

7. Multiplizierer-Einschub

7.1 Steckfeldanschlüsse

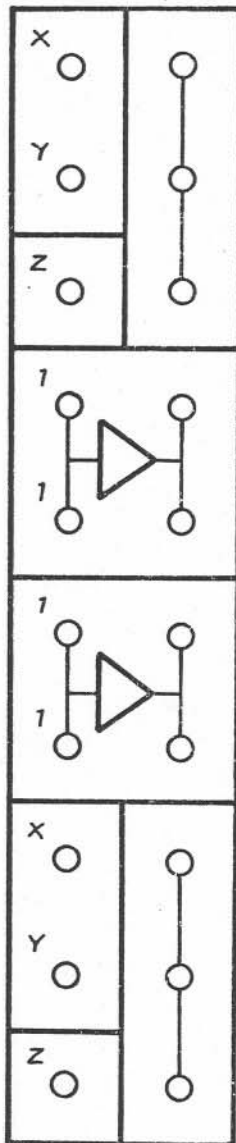


Bild 7.1 zeigt die Steckfeldanschlüsse eines Multiplizierer-Einschubes. Der obere und untere Platz ist mit je einem Multiplizierer belegt, während sich dazwischen zwei kleine Summierer befinden. Diese Summierer sind frei verfügbar und werden in keiner Weise für den Betrieb der Multiplizierer benötigt, da diese bereits mit allen Verstärkern ausgerüstet sind.

Bild 7.2 zeigt die schematische Schaltung der vier Elemente eines Multiplizierer-Einschubes.

Anmerkung: Ein nicht rückgeführter Multiplizierer kann zu einem Ansprechen der Übersteuerungsanzeige führen.

Bild 7.1: Steckfeldanschlüsse eines Multiplizierer-Einschubes.

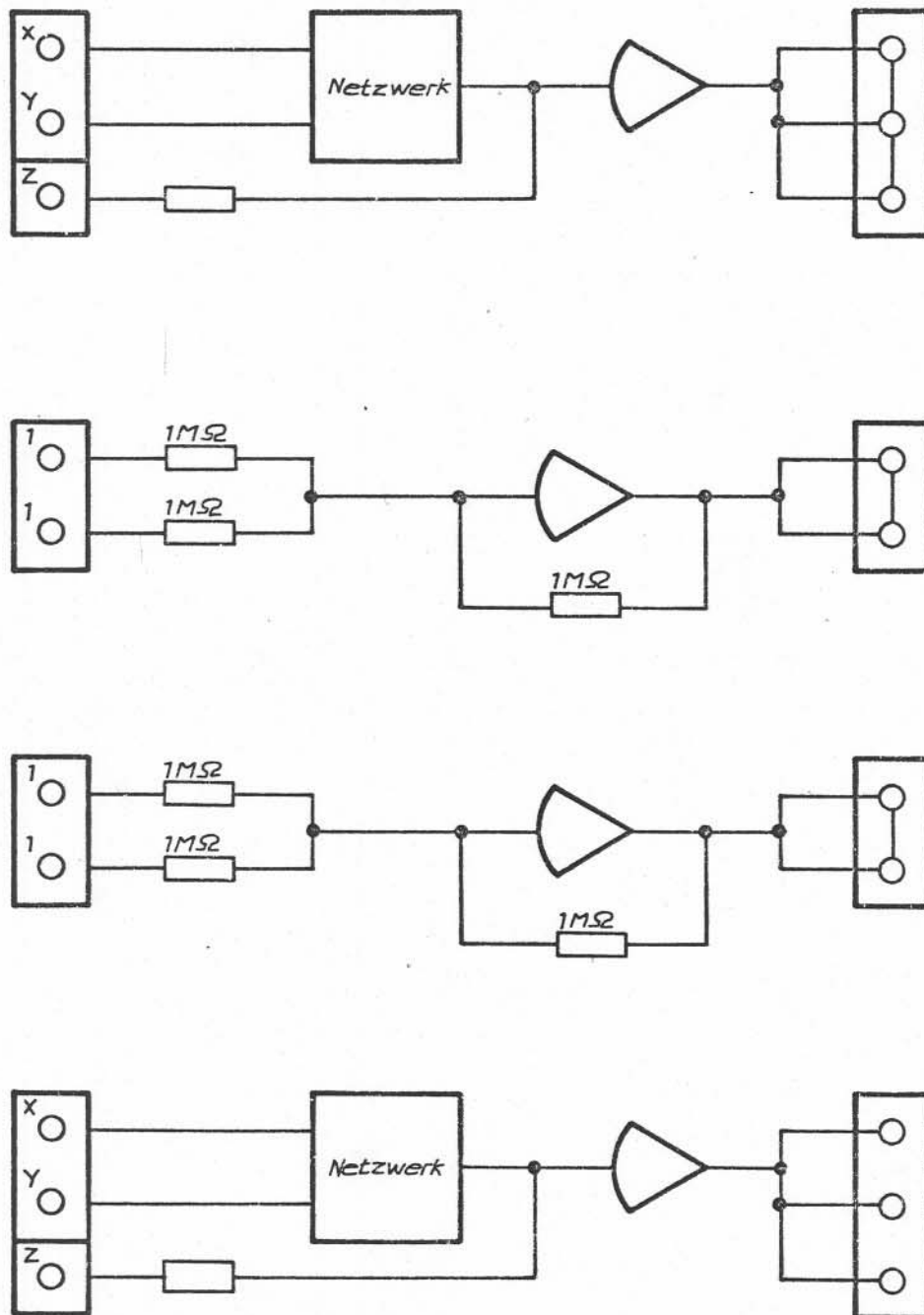
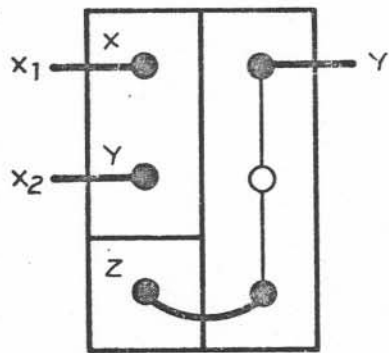


Bild 7.2: Schematische Schaltung der Rechenelemente eines Multiplizierer-Einschubes.

7.2 Betrieb als Multiplizierer

Ein nach Bild 7.3 beschalteter Multiplizierer bildet das Produkt der beiden Eingänge x_1 und x_2 :

$$y = x_1 \cdot x_2$$

Dabei werden x_1 und x_2 als normierte Variable angenommen, die sich betragsmäßig zwischen 0 und 1 bewegen.

Bild 7.3: Beschaltung als Multiplizierer

In Spannungen gerechnet gilt die Beziehung

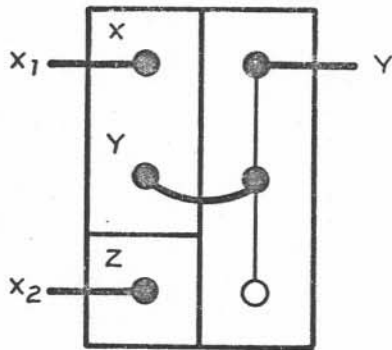
$$\frac{U_{x_1}}{10V} \cdot \frac{U_{x_2}}{10V} = \frac{U_y}{10V}$$

wobei U_{x_1} und U_{x_2} die Eingangsspannungen und U_y die Ausgangsspannung sind.

Anmerkung: Die Eingangswiderstände betragen konstant:

für	x	10	M Ω
	y	12,5	K Ω
	z	36	K Ω

d. h. werden y oder z direkt von Potentiometern gespeist, so muß der Spannungsabfall durch die Belastung berücksichtigt werden.

7.3 Betrieb als Dividierer

Ein nach Bild 7.4 beschalteter Multiplizierer arbeitet als Dividierer. Es gilt die Beziehung

$$y = \frac{x_2}{x_1}$$

Der Nenner x_1 unterliegt der Beschränkung

$$x_1 < 0$$

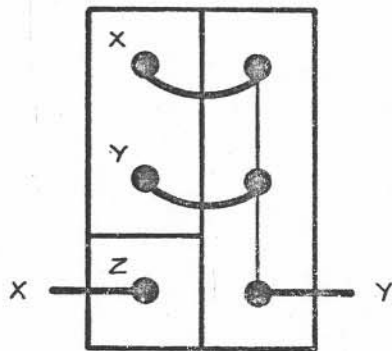
Bild 7.4: Beschaltung als Dividierer

Für einen positiven Nenner arbeitet der Dividierer nicht stabil.

Die obige Beziehung versteht sich für normierte Variable. In Spannungen gilt

$$\frac{U_Y}{10 \text{ V}} = \frac{\frac{U_{x_2}}{10 \text{ V}}}{\frac{U_{x_1}}{10 \text{ V}}} \quad (U_{x_1} < 0)$$

wobei U_{x_1} und U_{x_2} die beiden Eingangsspannungen und U_Y die Ausgangsspannung sind.

7.4 Betrieb als Radizierer

Zur Herstellung einer Wurzelbeziehung ist der Multiplizierer gemäß Bild 7.5 zu beschalten. Hier gilt die Beziehung (in normierten Variablen):

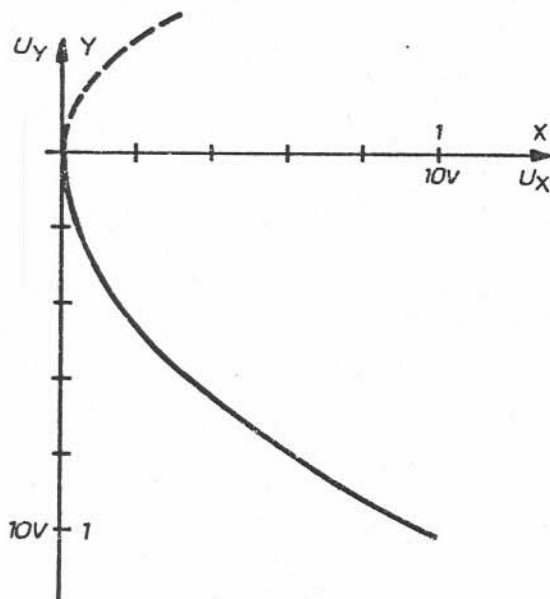
$$y = -\sqrt{x} \quad (x > 0)$$

In Spannungen geschrieben:

$$\frac{U_y}{10 \text{ V}} = -\sqrt{\frac{U_x}{10 \text{ V}}}$$

Bild 7.5: Beschaltung als Radizierer

Damit ergibt sich für den Radizierer eine Kennlinie nach Bild 7.6.



Es ist darauf zu achten, daß der Radikand immer positiv bleibt. Für den Fall, daß im Verlauf der Rechnung der Radizierer in einen nicht stabilen Betriebszustand gebracht wurde (x negativ), erholt sich die Schaltung nicht mehr selbständig aus der Übersteuerung (auch nicht bei wieder positivem Eingang). In diesem Fall ist durch Lösen einer der beiden Kurzschlußstecker zwischen

Bild 7.6: Kennlinie des Radizierers

Aus- und Eingang die Übersteuerung zu beheben, oder aber es muß eine zusätzliche Diode nach Bild 7.7. benutzt werden.

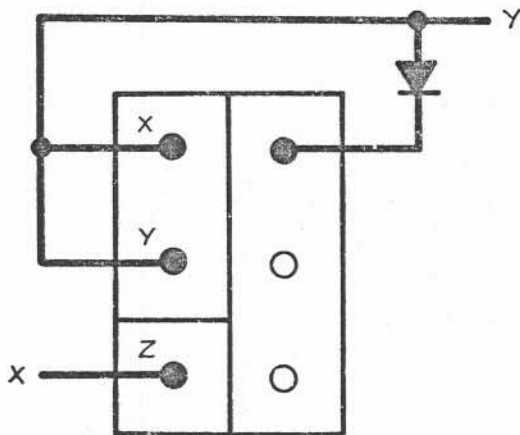


Bild 7.7:

8. Potentiometer

8.1 Steckfeldanschlüsse

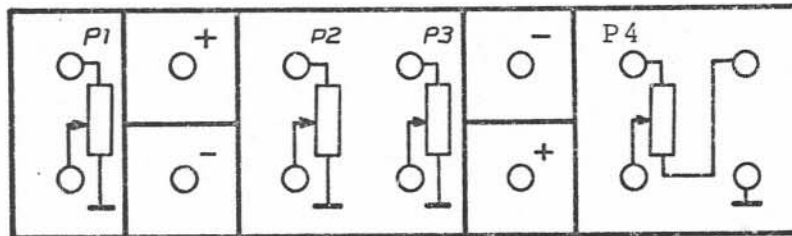


Bild 8.1: Steckfeldanschlüsse der Potentiometer

Bild 8.1 zeigt die in einem Potentiometer-Einschub verfügbaren Steckfeldanschlüsse der Potentiometer. Jeweils drei Potentiometer eines Einschubes sind mit geerdetem und das vierte mit ungeerdetem Fußpunkt ausgeführt. Zwischen den Potentiometerbuchsen befinden sich die Anschlüsse für die Referenzspannungen.

8.2 Einstellung

Ein nach Bild 8.2 mit R_L belastetes Potentiometer, dessen Gesamtwiderstand mit R bezeichnet wird, kann anhand seiner Skalenstellung x nur mit einem Fehler auf ein gewünschtes Spannungsteilerverhältnis U_2/U_1 eingestellt werden.

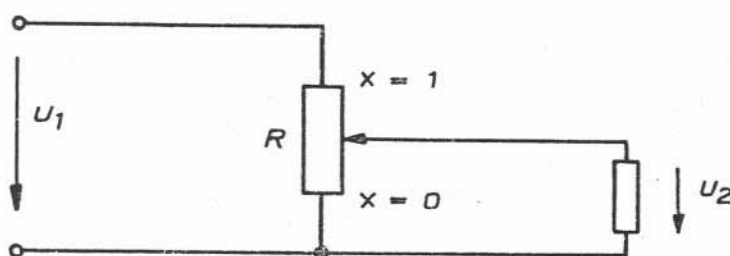


Bild 8.2: Geerdetes Potentiometer

Der genaue Zusammenhang wird gegeben durch

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{x}{1 + \frac{R}{R_L} (x - x^2)}$$

Der relative Fehler ergibt sich nach folgender Beziehung:

$$F_{\text{rel}} = \frac{\frac{U_2}{U_1} - x}{\frac{U_2}{U_1}}$$

$$F_{\text{rel}} = \frac{R}{R_L} (x - x^2)$$

Dieser Zusammenhang wird durch die Kurven nach Bild 8.3 veranschaulicht.

Einstellung anhand von Korrekturkurven

Im normalen Betrieb wird es fast immer Standardbelastungen für Potentiometer geben. Für diese Lastfälle kann nun eine Korrekturrechnung durchgeführt werden, die die tatsächliche Skaleneinstellung angibt, auf die ein Potentiometer zur Erzielung eines gewünschten Koeffizienten (= Spannungsteilerverhältnis) gestellt werden muß.

Bild 8.4 gibt die Differenz wieder, um die die Skala eines Potentiometers höher eingestellt werden muß als es der idealen (unbelasteten) Potentiometercharakteristik entspricht. Um ein Teilungsverhältnis U_2/U_1 zu erhalten, muß das Potentiometer auf $U_2/U_1 + \Delta X$ eingestellt werden.

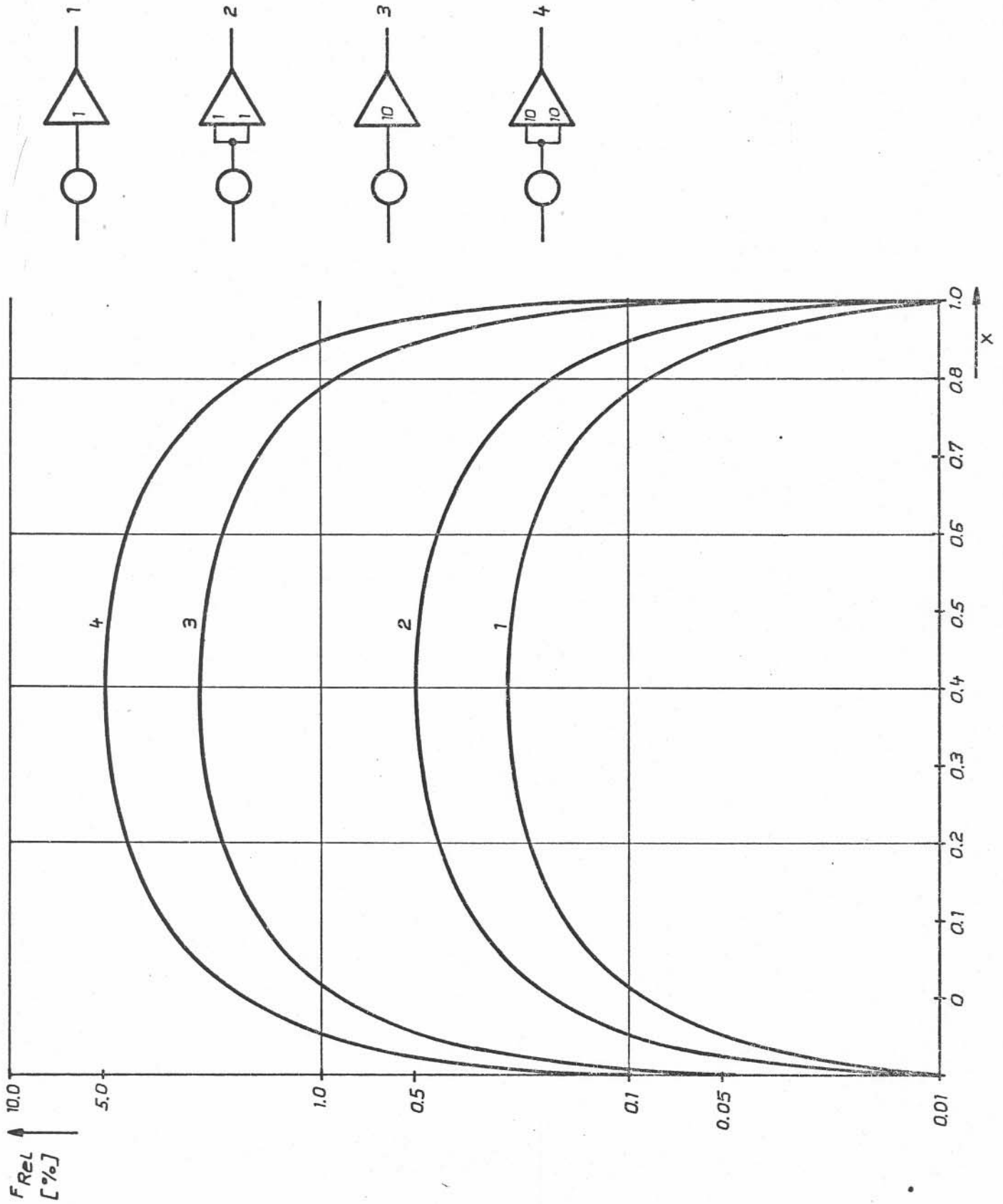


Bild 8.3

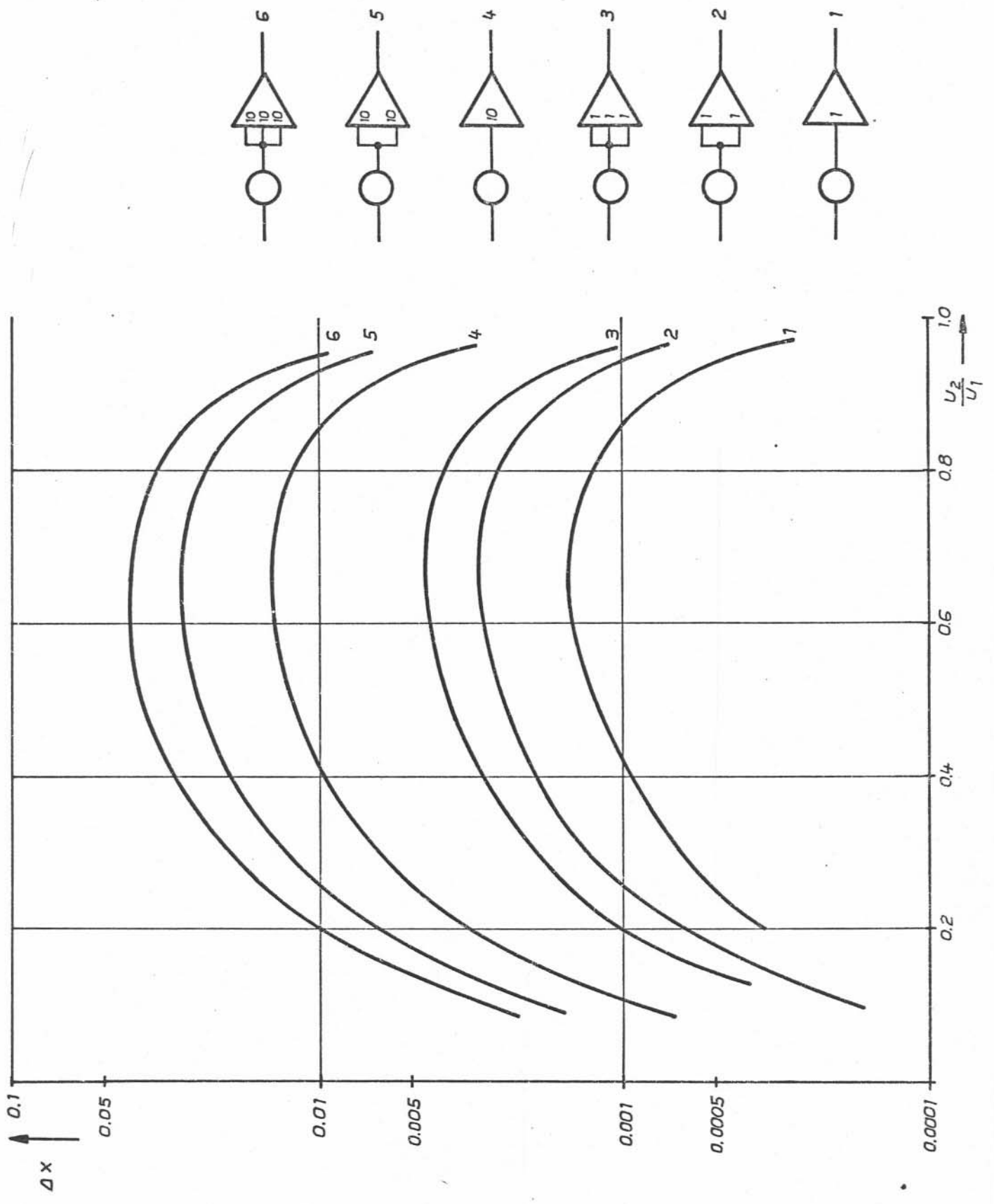


Bild 8.4 : Korrekturkurven für Analogrechner

Einstellung über Kompensationsmessung

Bei Benutzung des DO 80 Voltmeters im 100 mV-Meßbereich (Stellung DIFF) zeigt Bild 8.5 die Beschaltung dieses Voltmeters:

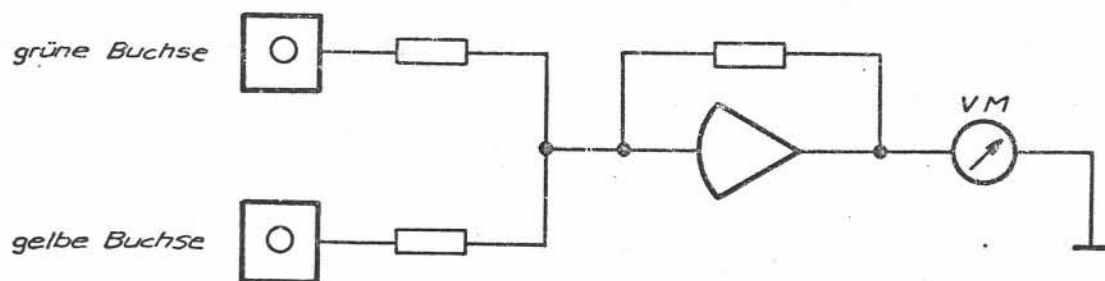


Bild 8.5: Voltmeter-Beschaltung bei 100 mV-Meßbereich (Stellung DIFF)

Zur genauen Potentiometer-Einstellung ist folgende Kompensationsschaltung mit Hilfe eines weiteren Potentiometers aufzubauen.

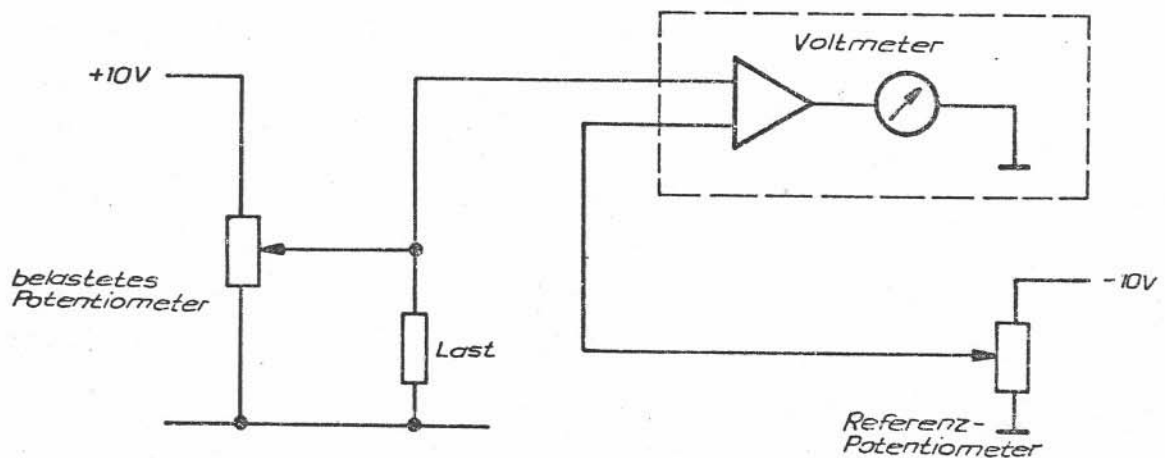


Bild 8.6: Kompensationsschaltung

Die Einstellung vollzieht sich in folgenden Schritten:

1. Einzustellendes Potentiometer an + 10 V legen.
2. Potentiometer-Ausgang mit grüner Voltmeterbuchse verbinden.
3. Freies Potentiometer an - 10 V legen und Ausgang mit schwarzer Voltmeterbuchse verbinden. Damit ist dieses Potentiometer als Referenzpotentiometer verwendbar.
4. Referenzpotentiometer anhand der Skala auf gewünschten Koeffizienten einstellen.
5. Einzustellendes Potentiometer solange verdrehen, bis Voltmeter Null zeigt. Damit ist dieses Potentiometer eingestellt.

Einstellung mit Hilfe eines Digitalvoltmeters

Die Anwendung eines Digitalvoltmeters erspart die Durchführung der Kompensation. Hier kann die Ausgangsspannung eines Potentiometers direkt mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden.

9. Komparatoren

9.1 Steckfeldanschlüsse

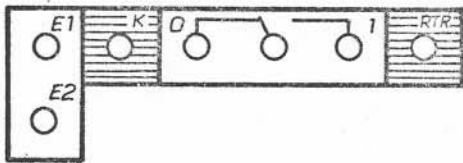


Bild 9.1: Steckfeldanschlüsse eines Komparators

Bild 9.1 zeigt die Steckfeldanschlüsse eines Komparators. Die Buchsen E 1 und E 2 sind die Eingänge des Komparators. Die Polarität der Summe E 1 und E 2 bestimmt die Stellung des nachgeschalteten Relais. Die Buchse K (rot/weiß schraffiert) stellt einen logischen Ausgang des Komparators dar. RTR ist ein getrennter Treibereingang zum Komparatorrelais. Die exakte Wirkungsweise ist Abschnitt 9.2 zu entnehmen.

9.2 Betrieb

Bild 9.2 zeigt schematisch die Schaltung des Komparators und die Bedeutung der Buchsen K und RTR.

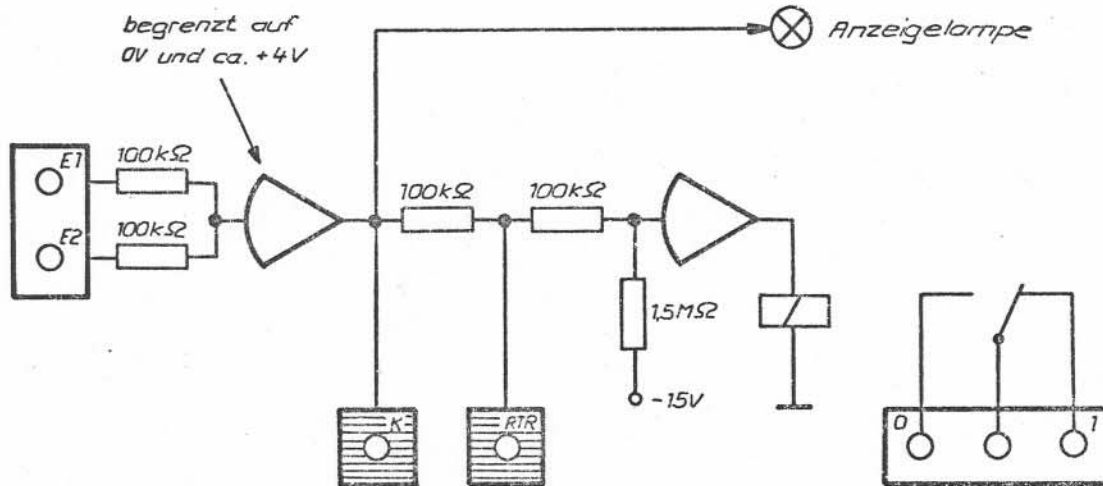


Bild 9.2: Schematische Schaltung eines Komparators

Für die einzelnen Signale gilt die folgende Wahrheitstabelle:

E1 + E2	RTR-Eingang	Ausgang K	Relaisstellung	Anzeigelampe
> 0	offen	0	0	aus
< 0	offen	1	1	an
> 0	1	0	1	aus
< 0	1	1	1	an
> 0	0	0	0	aus
< 0	0	1	0	an

Es ist ersichtlich, daß der logische Komparatorausgang K wie auch der Zustand der Anzeigelampe nur von der Polarität der Summe der Eingangssignale E1 und E2 abhängt.

Über den Relaisstreibereingang RTR kann das nachgeschaltete Relais unabhängig vom Komparator betrieben werden, z. B. durch ein Signal mit TTL-Pegel. Der RTR-Eingang kann auch mit einem beliebigen Analogsignal angesteuert werden, doch muß dabei beachtet werden, daß der Schaltpunkt nicht genau bei 0 Volt, sondern etwa bei + 1.5 V liegt. Ein Beispiel für die getrennte Verwendung des Relais zeigt Bild 9.3 Hier ist der logische Ausgang eines Handschalters (siehe Kapitel 10) mit dem RTR-Eingang eines Komparator-Relais verbunden. Damit bestimmt der Zustand des Funktionsschalters auch die Stellung des Komparator-Relais.

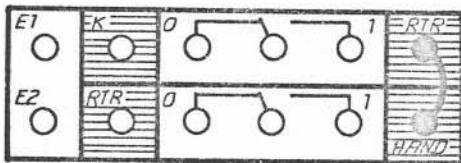


Bild 9.3: Getrennte Verwendung des Komparator-Relais

Bild 9.4 zeigt den umgekehrten Fall der Ansteuerung des Funktionsschalter-Relais durch den logischen Ausgang K des Komparators.

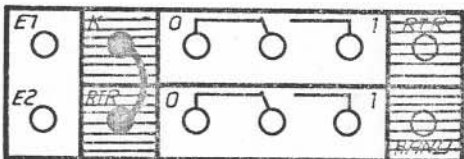


Bild 9.4: Komparator mit zwei nachgeschalteten Relais

Anmerkung: Der logische Ausgang K eines Komparators kann selbstverständlich zur Ansteuerung sämtlicher Logikkomponenten mit TTL-Spezifikationen verwendet werden. Insbesondere können die rückwärtigen Buchsen TAB, THT und TDR unmittelbar angesteuert werden.

10. Funktionsschalter

10.1 Steckfeldanschlüsse

Jeder DO 80 ist mit bis zu vier Funktionsschaltern ausgerüstet, die manuell über Drucktasten 22 (Bild 3.1) bedient werden. Bild 10.1 zeigt die Steckfeldanschlüsse eines Funktionsschalters in einem Potentiometereinschub.

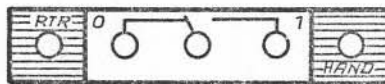


Bild 10.1: Steckfeldanschlüsse eines Funktionsschalters

Die Buchse HAND liefert einen logischen Ausgang des Funktionsschalters. Das Relais ist wie beim Komparator über den separaten Eingang RTR auch getrennt zu verwenden. Die Stellung des Relais wird ansonsten durch die Stellung eines Flipflops gegeben, dessen Zustand sich mit jedem Druck auf die dem Funktionsschalter zugeordnete Handschalter ändert.

10.2 Betrieb

Der Aufbau des Funktionsschalters ist demjenigen des Komparators (Bild 9.2) identisch, nur daß das Eingangssignal des ersten Verstärkers durch die Handtaste und das nachgeschaltete Flipflop geliefert wird. Im einzelnen gilt die folgende Wahrheitstabelle:

Handtaste	Lampe	Eingang RTR	Ausgang HAND	Relais- stellung
gesetzt	an	offen	1	1
gelöscht	aus	offen	0	0
gesetzt	an	1	1	1
gelöscht	aus	1	0	1
gesetzt	an	0	1	0
gelöscht	aus	0	0	0

Für die Versorgung des RTR-Eingangs mit logischen oder analogen Signalen gilt das in Abschnitt 9.2 Erwähnte.

Anmerkung: Sollen mehrere Schalter gleichzeitig betätigt werden, ist ein Schalter niederzudrücken und niederzuhalten und währenddessen die anderen zu betätigenden Tasten kurz zu drücken. Mit dem Freigeben des ersten Schalters werden alle obigen Schalterstellungen verändert, was an den entsprechenden Anzeigelampen verfolgt werden kann.

11. Begrenzer

11.1 Allgemeines

In jedem Potentiometereinschub befinden sich die Anschlüsse eines Begrenzers zur Begrenzung der Ausgangsspannung eines Verstärkers (Bild 11.1).

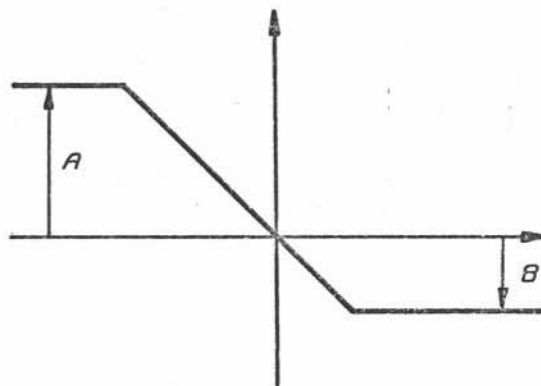


Bild 11.1: Begrenzung eines Verstärkers

Die Einstellpotentiometer für die Anschläge A und B befinden sich am oberen bzw. unteren Rand des Steckbrettfeldes. (siehe Bild 11.2).

11.2 Betrieb als Begrenzer

Bild 11.2 zeigt die Steckbrettanschlüsse eines Begrenzers. Um eine Nichtlinearität gemäß Bild 11.1 (Begrenzung) nachzubilden, muß die Buchse A mit dem Ausgang und SP mit dem Summenpunkt SP eines Verstärkers verbunden werden, wie Bild 11.3 zeigt.

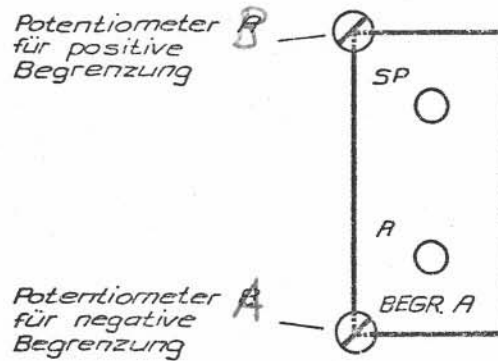


Bild 11.2: Steckbrettanschlüsse eines Begrenzers

Dabei kann jeder beliebige Verstärker, dessen Summenpunkt SP und Ausgang mit einem Begrenzer gemäß Bild 11.3 verbunden werden, auf einstellbare Werte begrenzt werden. Insbesondere gilt dies auch für Integrierer und offene Verstärker. Letztere liefern zusammen mit einem Begrenzer eine Kennlinie nach Bild 11.4.

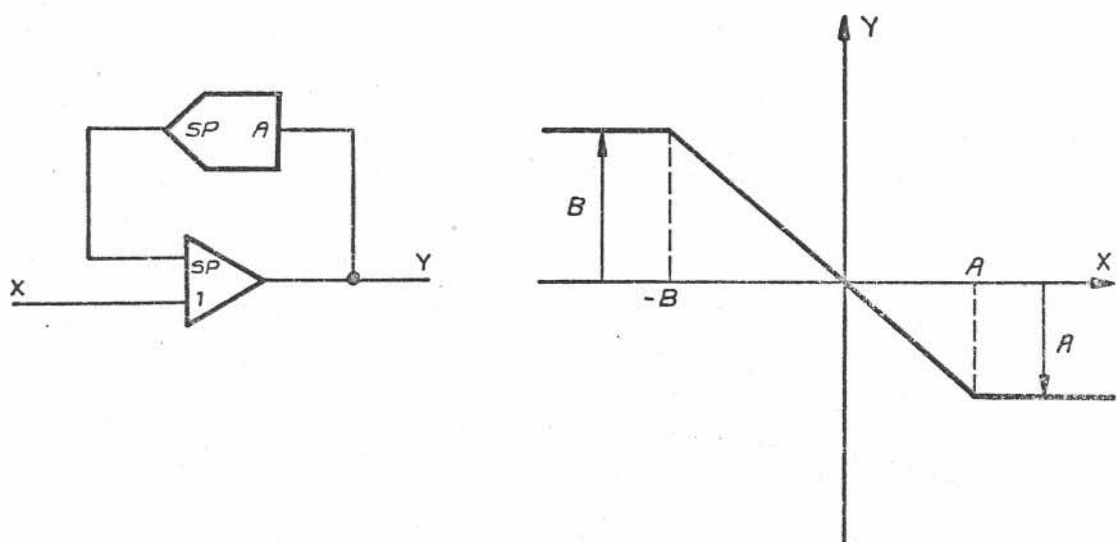


Bild 11.3: Beschaltung eines Verstärkers mit einem Begrenzer

Es sei darauf hingewiesen, daß die Begrenzung auf einen positiven und einen negativen Anschlag eingestellt werden kann, gleichgültig in welcher Halbebene. Der positive Anschlag muß nur positiver als der negative Anschlag sein.

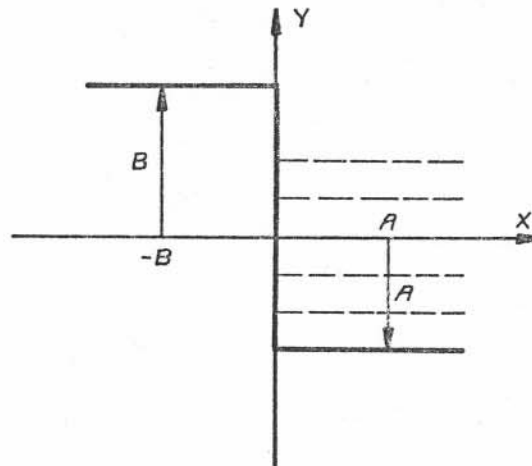


Bild 11.4: Begrenzter offener Verstärker

11.3 Nachbildung spezieller Nichtlinearitäten

Mit den Begrenzern können eine Reihe von speziellen Nichtlinearitäten genau nachgebildet werden. In der Literatur finden sich zahlreiche Beispiele, von denen im folgenden einige wiedergegeben werden.

Betragsbildung

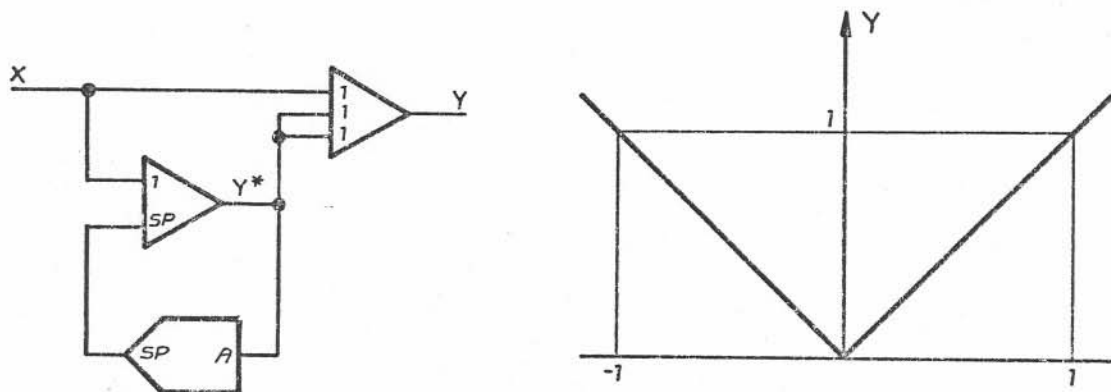


Bild 11.5: Schaltung zur Betragsbildung eines Begrenzers

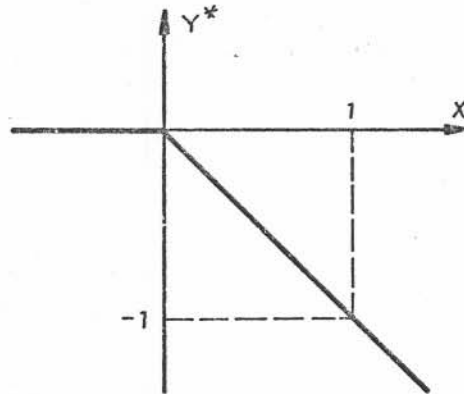


Bild 11.6: Einstellung des Begrenzers in Bild 11.5

Signumfunktion

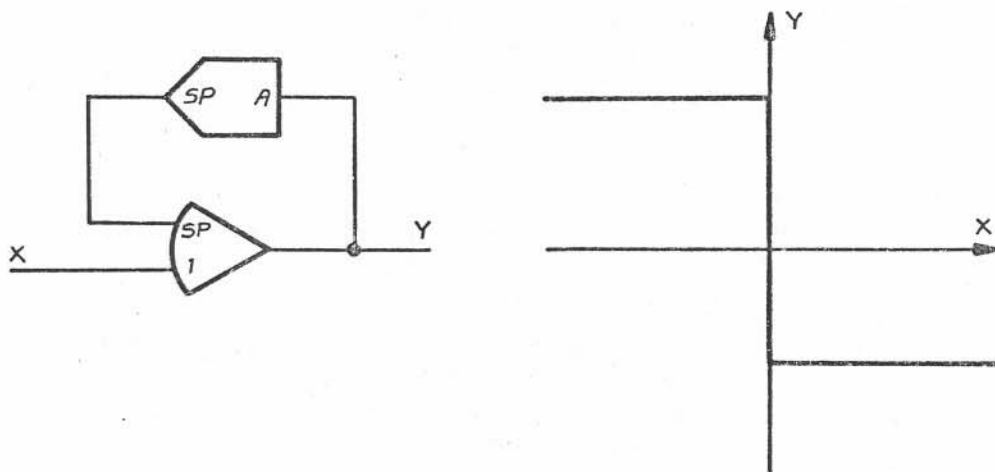


Bild 11.7: Signumfunktion, Schaltung und Kennlinie

Der in der Schaltung nach Bild 11.8 verwendete Begrenzer muß dabei nach Bild 11.9 eingestellt werden.

Tote Zone

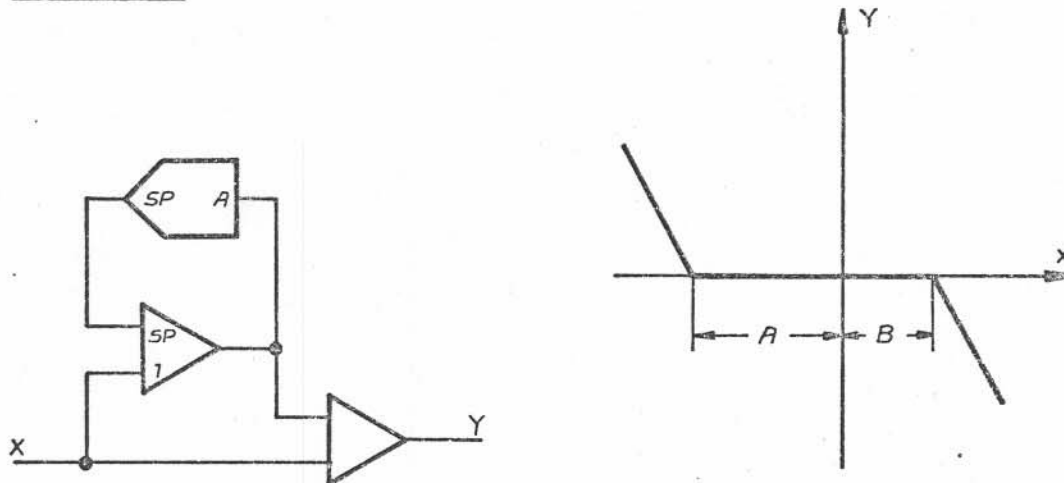


Bild 11.8: Tote Zone, Schaltung und Kennlinie

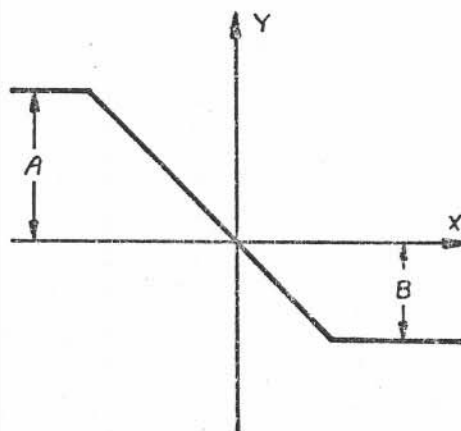


Bild 11.9: Einstellung des Begrenzers in Bild 11.8

Rechteck-Hysterese (Relaiskennlinie)

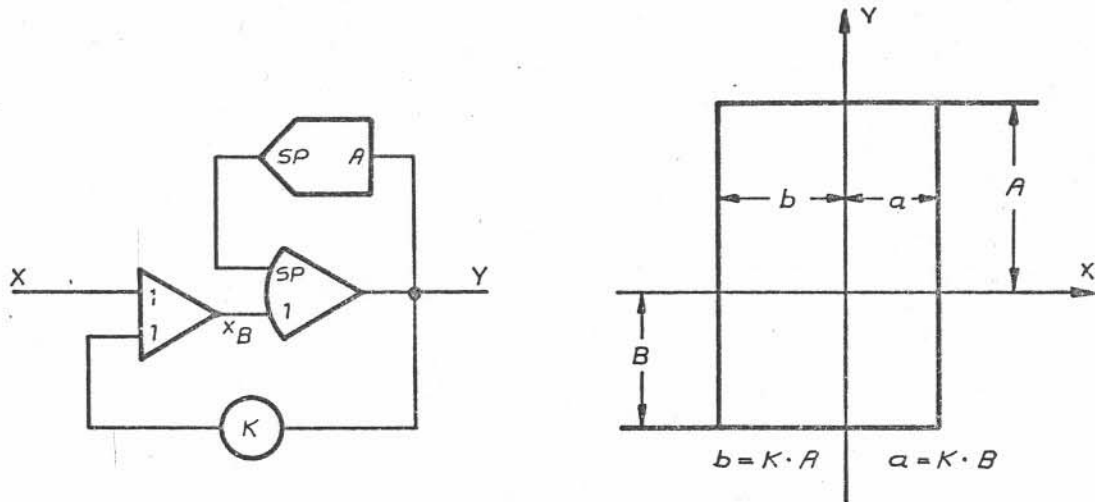


Bild 11.10: Rechteckhysterese, Schaltung und Kennlinie

Der in der Schaltung nach Bild 11.10 verwendete Begrenzer muß dabei nach Bild 11.11 eingestellt werden.

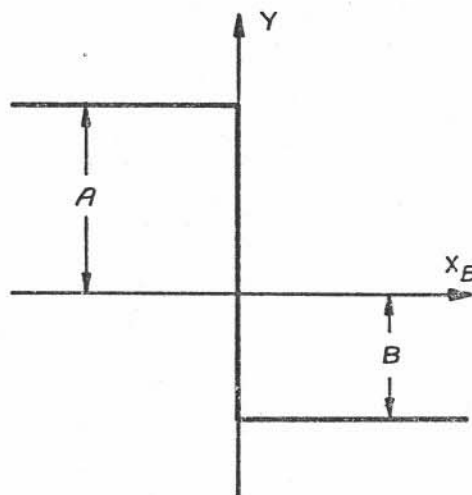


Bild 11.11: Einstellung des Begrenzers in Bild 9.10

Dreipunkt-Hysterese

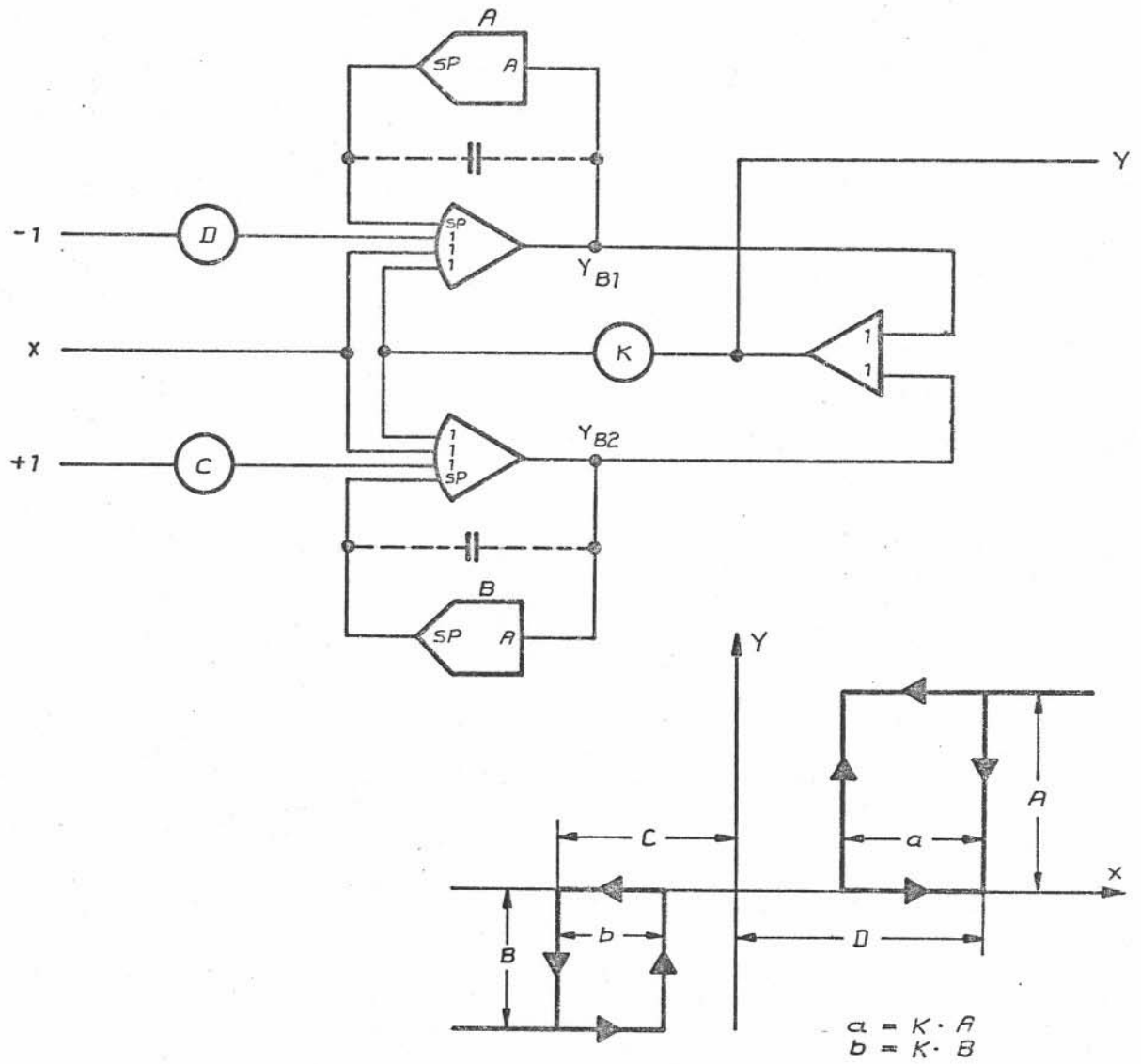


Bild 11.12: Dreipunkthysterese, Schaltung und Kennlinie

12. Variabler Dioden-Funktionsgeber

12.1 Allgemeines

Bild 12.1 zeigt die Steckbrettanschlüsse eines Funktionsgeber-Einschubs.

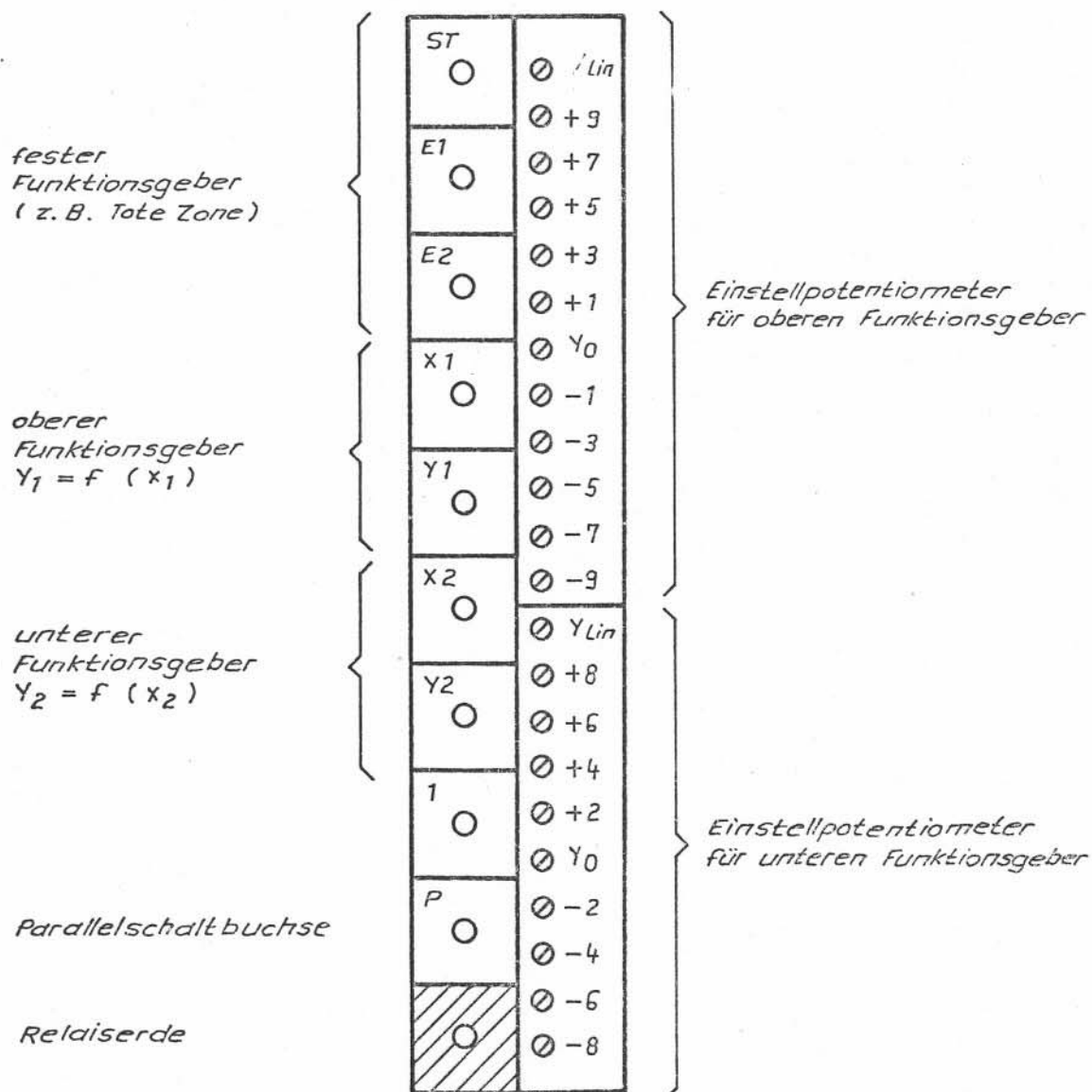


Bild 12.1: Steckbrettanschlüsse eines Funktionsgeber-Einschubs

Ein Einschub enthält zwei einstellbare Funktionsgeber mit äquidistanten Stützstellen.

Der obere Funktionsgeber besitzt $2 \times 5 = 10$ Stützstellen (Bild 12.2), der untere $2 \times 4 = 8$ Stützstellen (Bild 12.3).

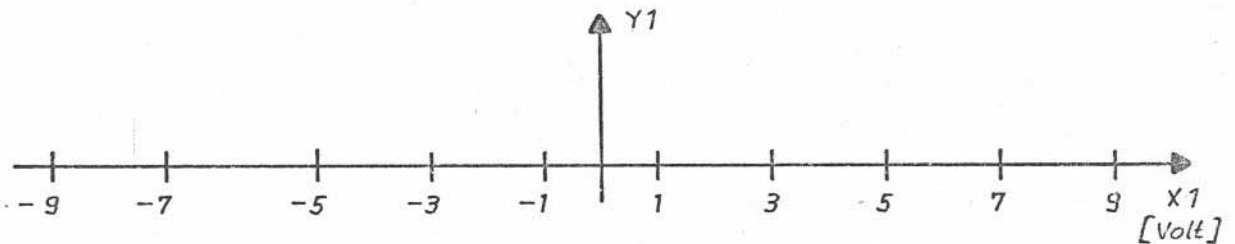


Bild 12.2: Stützstellen des oberen Funktionsgebers

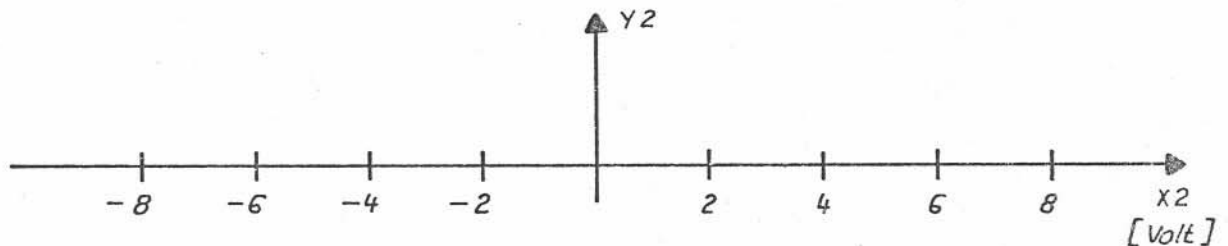


Bild 12.3: Stützstellen des unteren Funktionsgebers

Mit Hilfe der Stützstellen kann eine weitgehend beliebige Funktion durch einen Polygonzug in allen vier Quadranten approximiert werden (Bild 12.4).

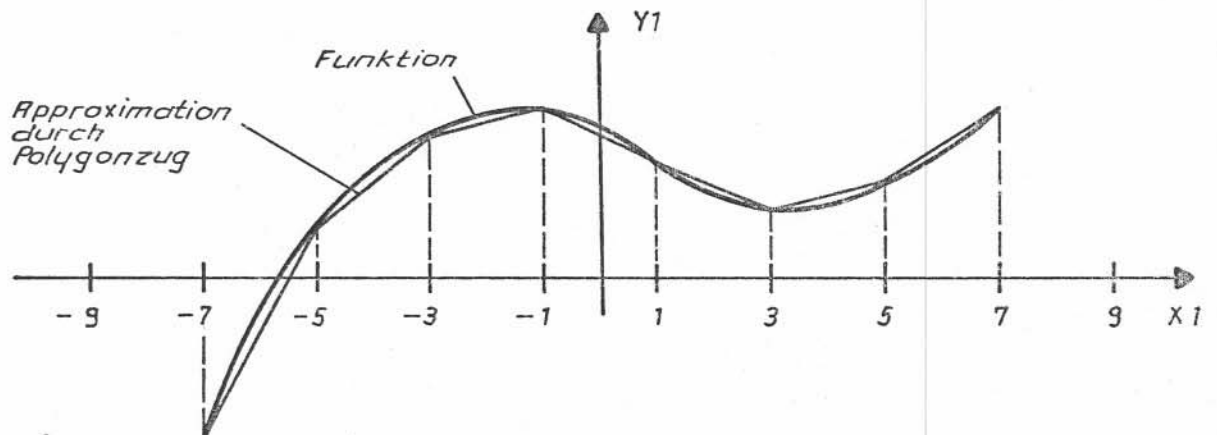


Bild 12.4; Beispiel für Approximation einer Funktion durch einen Polygonzug

An der Vorderseite des Einschubs sind Potentiometer verfügbar, mit deren Hilfe die Steigung der einzelnen Segmente zwischen den Stützstellen eingestellt werden kann.

Für die Nachbildung komplizierter Funktionen können beide Funktionsgeber parallel geschaltet werden. Damit ergibt sich eine Gesamtzahl von 19 Polygonzugsegmenten zwischen - 10 Volt und + 10 Volt.

12.2 Aufbau des Funktionsgeber-Einschubs

Bild 12.5 zeigt den prinzipiellen Aufbau der in einem Einschub enthaltenen Funktionsgeber.

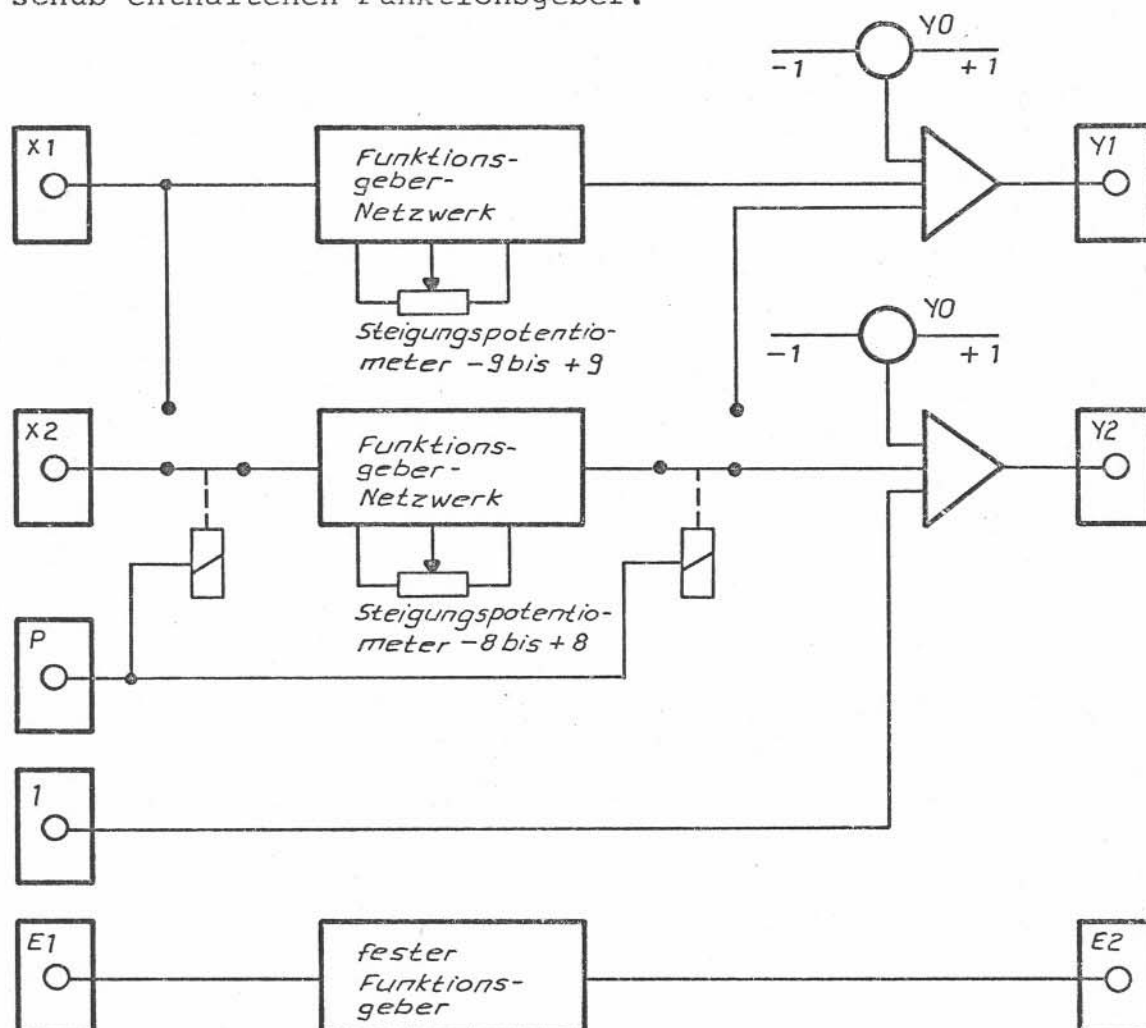


Bild 12.5: Schematische Darstellung eines Funktionsgeber-Einschubs

Der untere Funktionsgeber ist mit den Relais für den Parallelbetrieb ausgerüstet. Sein Endverstärker besitzt außerdem noch einen zusätzlichen Eingang mit der Wertigkeit 1, so daß Operationen der Form

$$Y_2 = f(x_2) + z$$

möglich sind.

Außer den beiden variablen Funktionsgebern enthält der Einschub noch einen festen Funktionsgeber zur Nachbildung spezieller Nichtlinearitäten (Signumfunktion, Tote Zone, usw.).

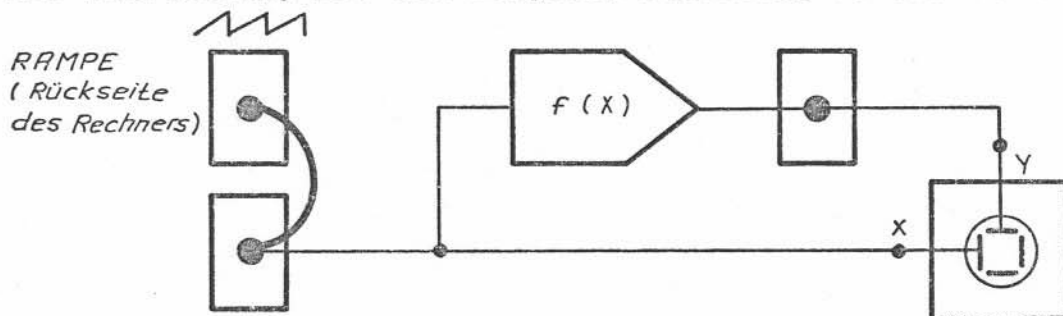
12.3 Einstellung eines Funktionsgebers

Prinzipiell existieren drei Verfahren für die Einstellung eines Funktionsgebers, die sich durch Genauigkeit und Zeitaufwand unterscheiden:

12.3.1 Einstellung mit Hilfe eines Oszillographen

Diese Art der Einstellung erfordert zwar den geringsten Zeitaufwand, führt jedoch allein schon wegen der geringen Ablesegenauigkeit am Oszillographen zu größeren Fehlern.

Zur Einstellung ist die folgende Schaltung aufzubauen:



Der DO 80 rechnet repetierend mit je 10 ms Rechen- und Pausenzeit. Dadurch erscheint auf dem Oszillographen ein stehendes Bild der gerade eingestellten Funktion.

Zuerst wird mit Hilfe des y_0 -Potentiometers der Funktionswert $f(x=0)$ eingestellt und danach die Anfangssteigung y_{lin} so variiert, daß die Funktion an der Stelle $x = x_1$ (1. Stützstelle, z.B. bei 1 Volt) den vorgeschriebenen Funktionswert $f(x)$ annimmt. Mit der Einstellung des zu x_1 gehörigen Steigungspotentiometers 1 erreicht das Segment ($x_1 < x < x_3$) den vorgegebenen Funktionswert $f(x_3)$ an der Stützstelle x_3 (3 Volt). Für die weiteren Segmente ist gleichermaßen zu verfahren. Nach Einstellung der Funktion in der rechten Halbebene ($x > 0$), werden die Steigungen in der linken Halbebene, ausgehend vom Punkt x_{-1} eingestellt. Die Einstellreihenfolge linke bzw. rechte Halbebene ist beliebig.

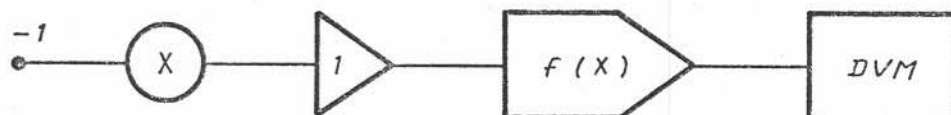
Nach vollendeter Einstellung ist die eingestellte Funktion zu überprüfen. Da die Knickpunkte sich gegenseitig beeinflussen können, ist unter Umständen eine Wiederholung der Einstellung erforderlich. Nach höchstens zwei Einstellungen ist jedoch keine Beeinflussung mehr erkennbar.

12.3.2 Einstellung mit Hilfe eines Digitalvoltmeters

Diese Einstellung ist zwar die genaueste, allerdings auch die zeitaufwendigste. Es ist deshalb zu überlegen, ob die Genauigkeit in der Einstellung der Knickpunkte erforderlich ist, wenn zwischen den einzelnen Stützstellen doch nur eine lineare Interpolation besteht. Der Vollständigkeit halber sei jedoch auch dieses Verfahren beschrieben.

Die Einstellung vollzieht sich in folgenden Schritten:

1. Meßschaltung aufbauen



Die Versorgung des Funktionsgebers muß wegen seines nicht-linearen Eingangswiderstandes aus einer niederohmigen Spannungsquelle bezogen werden (Ausgang eines aktiven Elementes; z.B. Verstärker, Multiplizierer).

2. $x = 0$ einstellen
Mit y_0 -Potentiometer den Wert $f(x = 0)$ einstellen.
3. $x = x_1$ (1 Volt) einstellen
Mit y_{lin} -Potentiometer den Wert $f(x_1)$ einstellen.
4. $x = x_3$ (3 Volt) einstellen
Mit Steigungspotentiometer 1 den Wert $f(x_3)$ einstellen.
5. Mit den weiteren Stützstellen ist gleichermaßen zu verfahren. Der Funktionswert an einer Stützstelle wird jeweils mit dem Steigungspotentiometer an der vorherigen Stützstelle eingestellt.
6. Nach Einstellung der Funktion für $x > 0$ erfolgt die Einstellung für $x < 0$ in gleicher Weise, beginnend mit der Stützstelle x_{-1} (- 1 Volt).

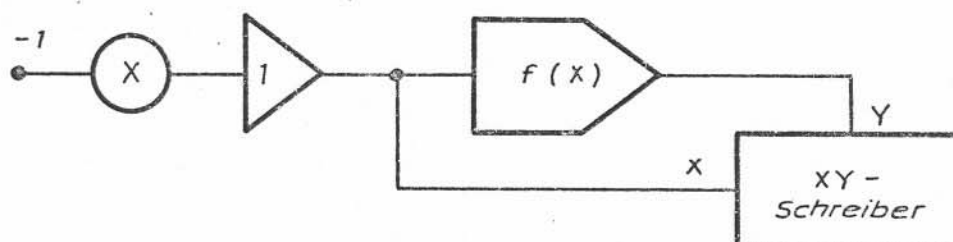
Die Kurveneinstellung ist wie in 12.3.1 erwähnt unter Umständen zu wiederholen.

12.3.3 Einstellung mit Hilfe eines xy-Schreibers

Dieses Verfahren gewährleistet eine hinreichende Genauigkeit bei erträglichem Zeitaufwand. Außerdem können die Zwischenstadien bei der Einstellung beobachtet werden.

Das Verfahren vollzieht sich in folgenden Einzelschritten:

1. Funktion normiert auf xy-Schreiber-Papier aufzeichnen.
2. Meßschaltung aufbauen.



3. $x_1 = 0$ einstellen
Mit y -Potentiometer $f(x = 0)$ einstellen.
4. $x = x_1$ einstellen (1 Volt)
Mit y_{lin} -Potentiometer $f(x_1)$ einstellen.
5. $x = x_3$ einstellen (3 Volt)
Mit Steigungspotentiometer 1 Funktionswert $f(x_3)$ einstellen.
6. Die weitere Einstellung erfolgt wie unter 12.3.2 Punkt 5 und 6.

Der Vorteil der Einstellung mit Hilfe eines xy-Schreibers liegt in der Möglichkeit, die Güte der erreichten Approximation noch während des Einstellvorganges zu beobachten.

12.4 Parallelschalten von Funktionsgebern

Zur Erhöhung der Zahl der Stützstellen können die beiden Funktionsgeber eines Einschubs parallelgeschaltet werden. Hierzu ist die Buchse P mit der darunter befindlichen Re-

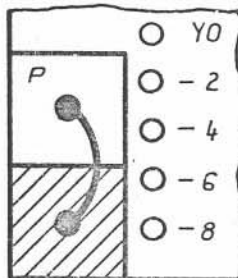


Bild 12.6: Parallelschaltung zweier Funktionsgeber

bei -9 V , -8 V , -7 V ... $+7\text{ V}$, $+8\text{ V}$, $+9\text{ V}$.

Der Funktionswert an der Stelle $x = 0$ wird mit dem y_0 -Potentiometer des oberen Funktionsgebers eingestellt. Zur Einstellung der Anfangssteigung wird ebenfalls das y_{lin} -Potentiometer des oberen Funktionsgebers verwendet.

laiserde zu verbinden (Bild 12.6).

Dadurch wird intern über Relais das untere Funktionsgeber-Netzwerk dem oberen Funktionsgeber parallelgeschaltet und es entsteht ein einziger Funktionsgeber mit äquidistanten Stützstellen

Bild 12.7 zeigt schematisch die F-Anordnung der Funktionsgeber bei Parallelbetrieb.

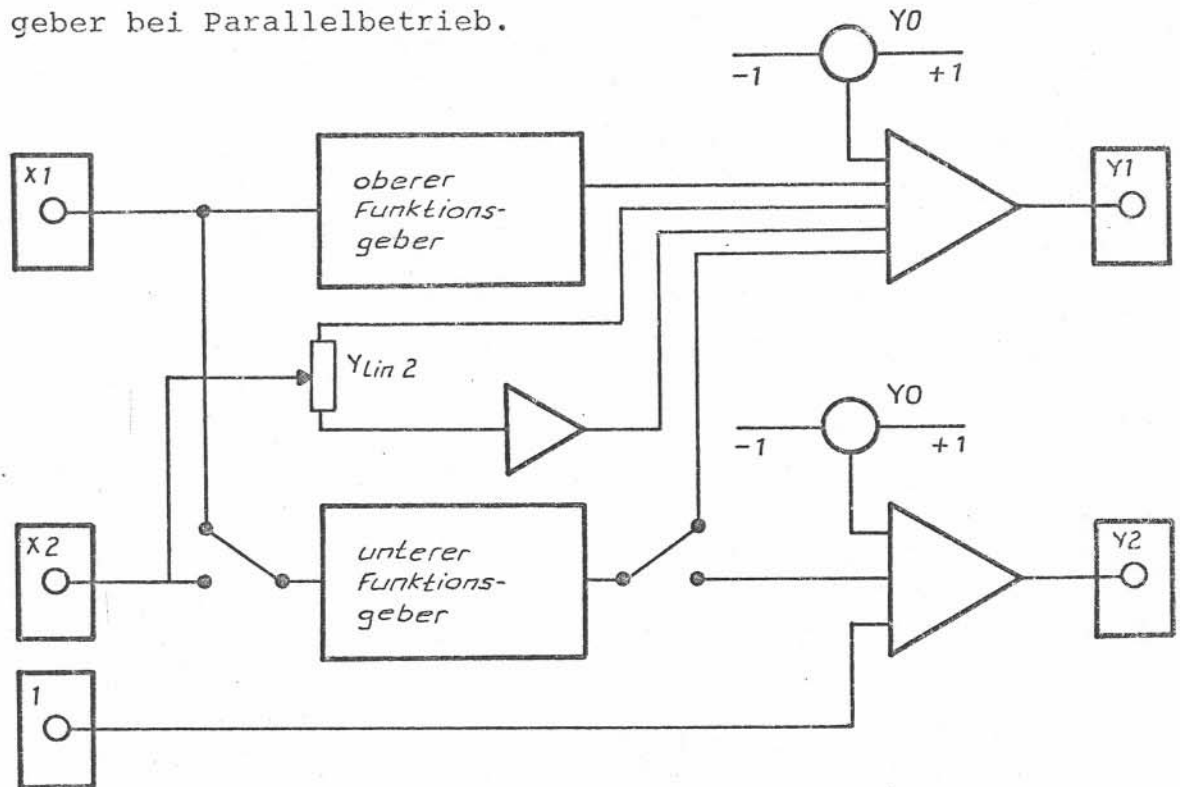


Bild 12.7: Schematische Darstellung des Parallelbetriebs

Bei Parallelschaltung wird der Endverstärker des unteren Funktionsgebers frei und kann für andere Aufgaben verwendet werden. Hierfür steht dann der Einereingang und das y_0 -Potentiometer des unteren Funktionsgebers gemäß Bild 12.7 zur Verfügung.

Die Einstellung der beiden parallelgeschalteten Funktionsgeber vollzieht sich nach den unter 12.3 beschriebenen Verfahren. Es ist lediglich zu beachten, daß die einzelnen Steigungen in der Reihenfolge + 1 (oberer Funktionsgeber), + 2 (unterer Funktionsgeber), + 3 (oberer Funktionsgeber) usw. eingestellt werden müssen.

Auch hier kann es erforderlich sein, die Einstellung zu wiederholen.

12.5 Fester Funktionsgeber (Tote Zone)

Der im oberen Teil verfügbare feste Funktionsgeber besitzt drei Anschlüsse:

- E 1 { Ein- und Ausgang; Wirkungs-
- E 2 { richtung beliebig
- S Steuereingang

Die beiden mit E 1 und E 2 bezeichneten Anschlüsse sind von der Funktion her identisch. Der Signalfluß kann also von E 1 nach E 2 oder auch umgekehrt erfolgen.

Für die Realisierung benötigt man zusätzlich einen Verstärker mit am Steckfeld verfügbaren Summenpunkt SP.

Im folgenden sind einige mit Hilfe dieses Funktionsgebers simulierbare Funktionen dargestellt.

Signumfunktion

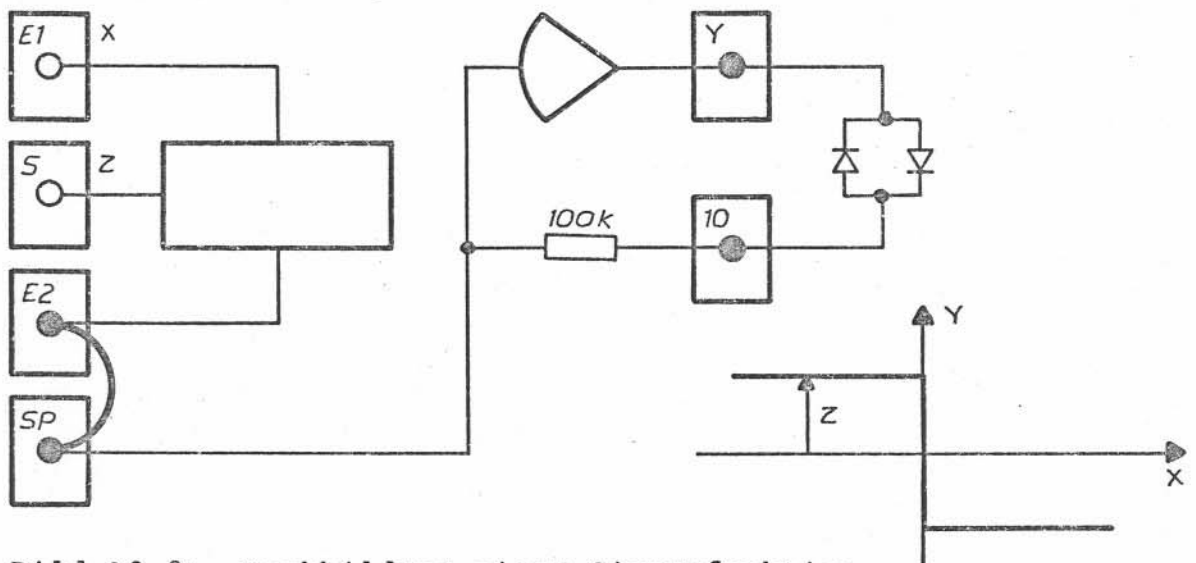


Bild 12.8: Nachbildung einer Signumfunktion

Die an der Steuerbuchse S anliegende Größe z bestimmt die Amplitude ("Anschläge") der Signumfunktion. Die antiparallelen Dioden in der Rückführung dienen der Fehler-Kompensation. Ohne diese Dioden entsteht eine Abweichung von ca. 0.5 Volt zwischen der Steuergröße z und den wirklich erreichten Anschlägen.

Tote Zone

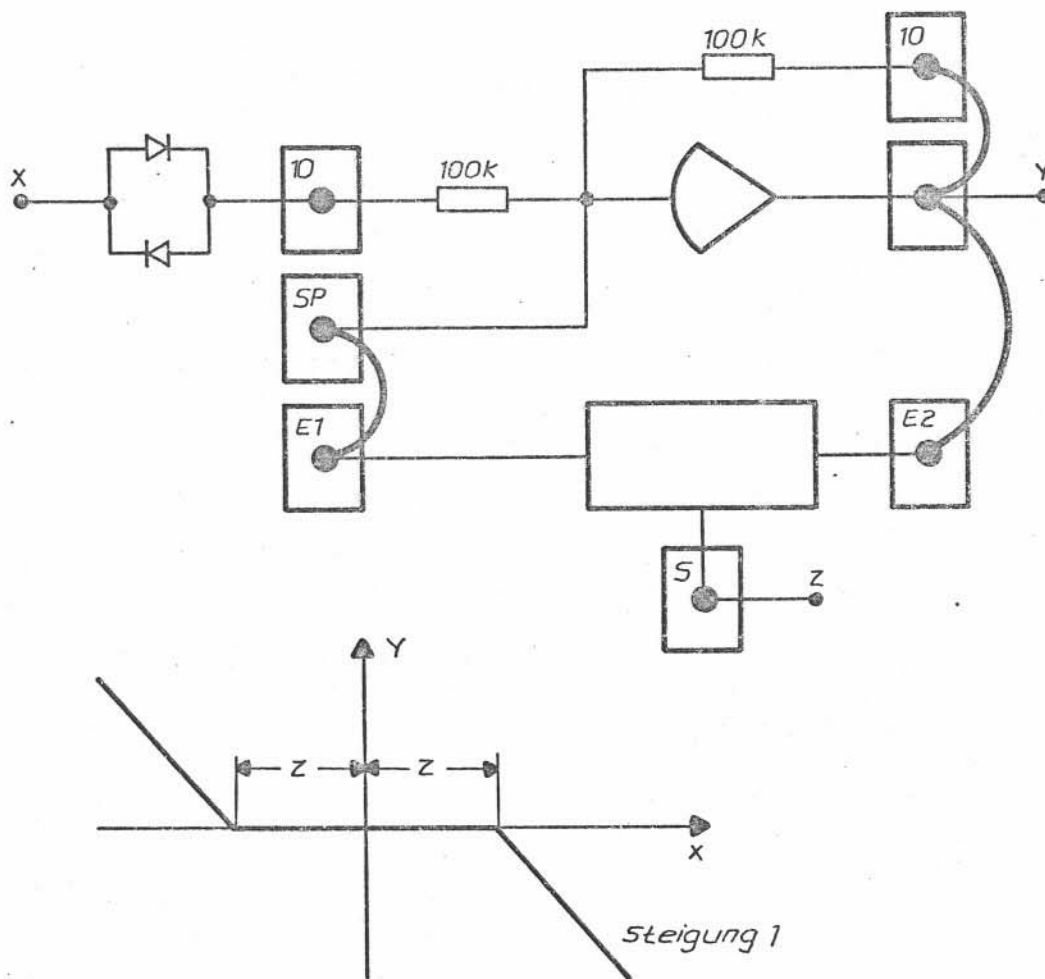


Bild 12.9: Nachbildung einer Toten Zone

Die Breite $2z$ der Toten Zone wird nur exakt mit Hilfe der antiparallelen Dioden erreicht. Ohne diese Dioden entsteht eine Abweichung von ca. 0.5 Volt zwischen der Steuergröße z und der halben Breite der Toten Zone.

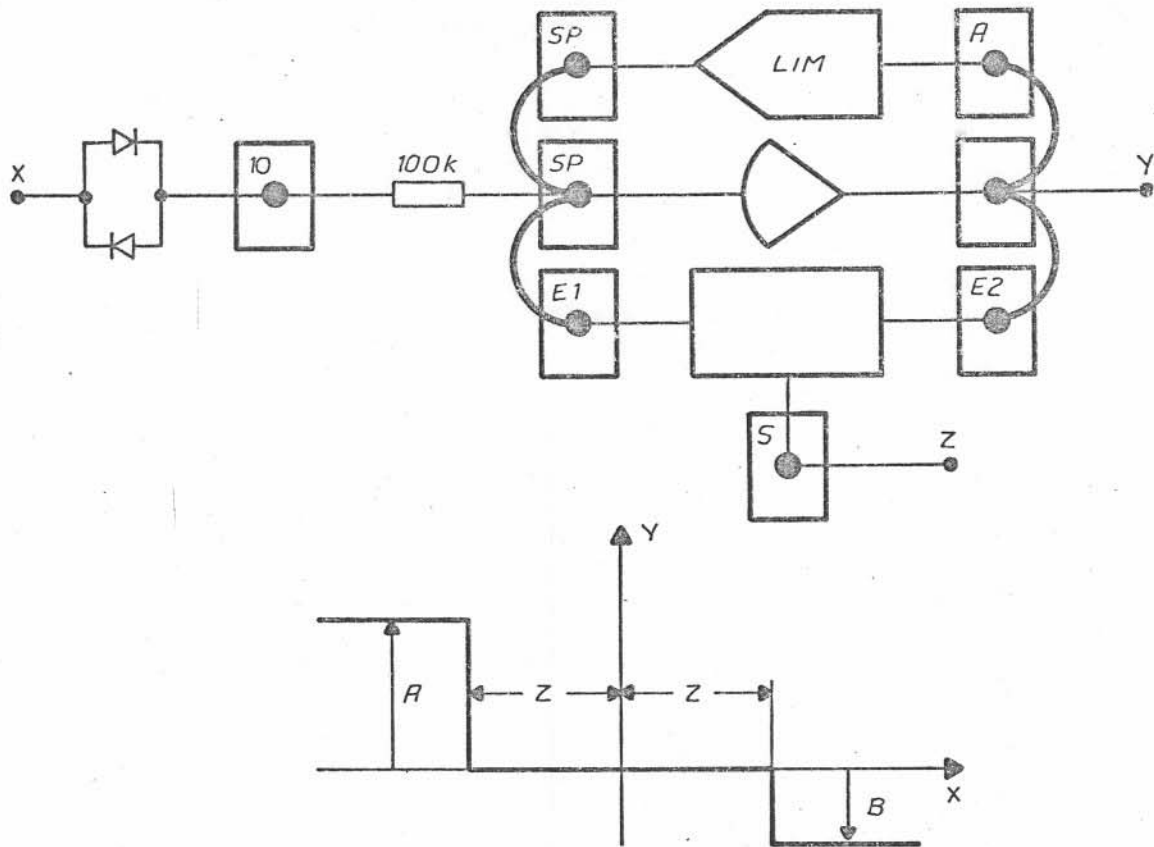
Dreipunkt-Kennlinie

Bild 12.10: Nachbildung einer Dreipunkt-Kennlinie

Die Anschläge A und B werden mit Hilfe der Einstellpotentiometer des Begrenzers eingestellt. Die Breite $2z$ entspricht der Steuergröße z unter Verwendung der antiparallelen Dioden. Ohne diese entsteht in der Gesamtbreite $2z$ ein Fehler von ca. 0.5 Volt.

Da die Begrenzer auch die Einstellung zweier Anschläge in der oberen oder unteren Halbebene ermöglichen, sind als Sonderfälle von Bild 12.10 auch Kennlinien nach Bild 12.11 möglich.

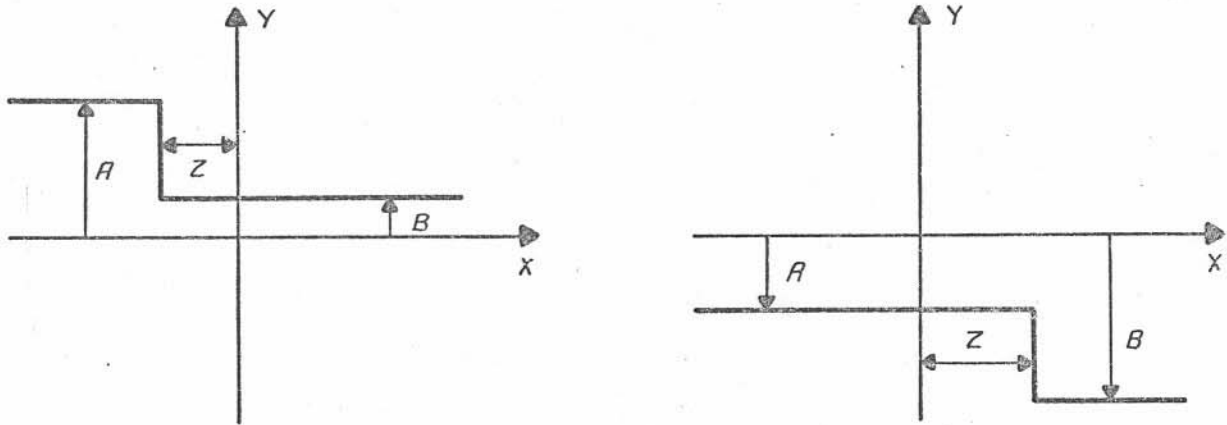


Bild 12.11: Sonderfälle der Schaltung nach Bild 12.10

13. Logik-Komponenten

13.1 Allgemeines

Auf den insgesamt 16 Einschubplätzen können neben analogen Rechenelementen auch logische Komponenten eingesetzt werden, und zwar existieren

Einschub mit einem Taktgeber und zwei 4-Bit-Zählern
Einschub mit drei Flipflops und einem Monoflop
Einschub mit fünf AND/NAND-Gattern.

Beim Einbau von Logik-Einschüben durch den Benutzer ist folgendes zu beachten:

Um die (wenn auch geringe) Gefahr von Einstreuungen aus dem Logikteil auf Analogkomponenten zu vermeiden, sollen die Logikkomponenten auf den am weitesten links (Platz 1 usw.) befindlichen Plätzen eingesetzt werden. Dabei ist der Taktgeber-Einschub als letzter (also innerhalb der Logik am weitesten rechts) zu montieren, da der Taktgeber-Einschub auf der Leiterseite eine Abschirmplatte trägt.

Die Logik-Komponenten sind in TTL-Technik ausgeführt mit folgenden Pegeln für die einzelnen Zustände:

$$\begin{array}{l} 0 \text{ V bis } + 0.8 \text{ V} \quad \hat{=} \quad "0" \\ + 2.4 \text{ V bis } + 5 \text{ V} \quad \hat{=} \quad "1" \end{array}$$

Alle Eingänge und Ausgänge sind geschützt gegen Spannungen, welche am vorderen Buchsenfeld des DO 80 auftreten können.

Alle Komponenten sind mit speziellen Ausgangsstufen ausgerüstet, die zwar ein TTL-Signal liefern, jedoch auch direkt Relais steuern können. Es ist also z.B. möglich, von einem Logikelement direkt den Steuereingang eines Integrierers zu versorgen.

Insbesondere ist auch eine Parallelverbindung von Ausgängen zur Herstellung eines "verdrahteten UND" bzw. eines "verdrahteten ODER" möglich.

Ausgangsleistung: 10 Logik-Eingänge oder 2 Relais

13.2 Taktgeber-Einschub

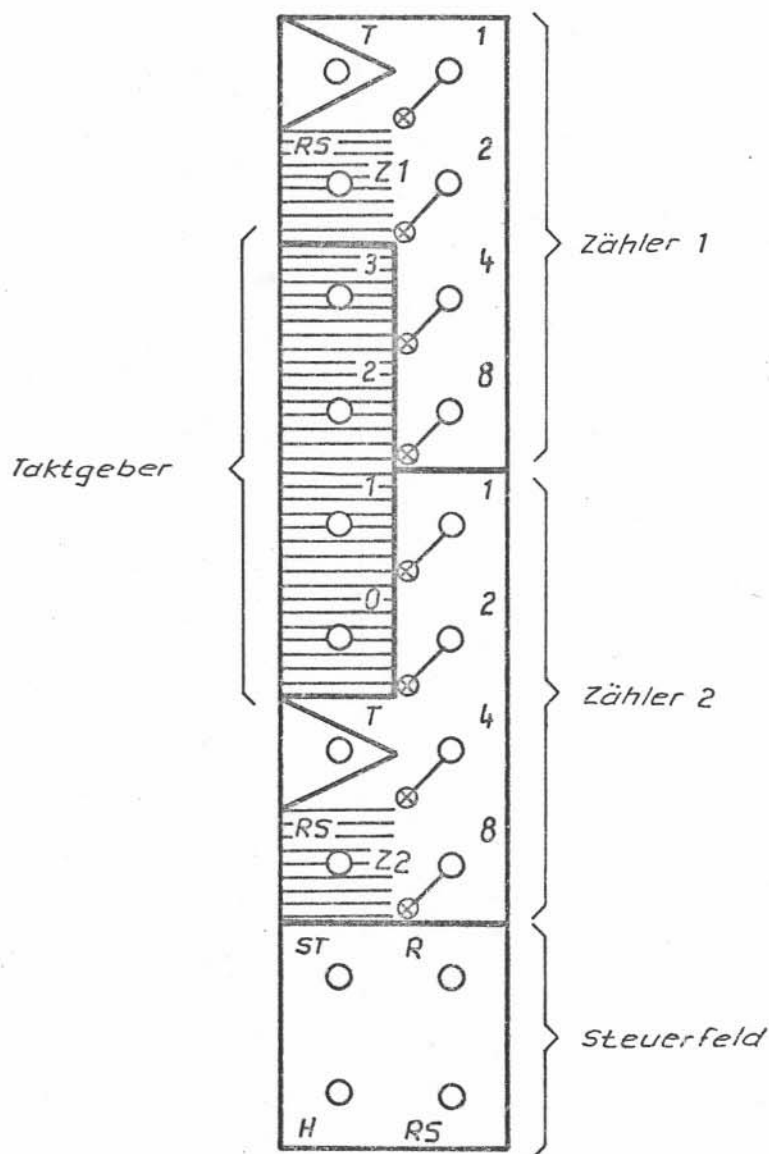


Bild 13.1: Taktgeber-Einschub (Steckfeld)

Bild 13.1 zeigt das Steckfeld eines Taktgeber-Einschubs. Außer den Eingangs- und Ausgangsbuchsen sind hier noch die 2 x 4 Leuchteffektioden zur Anzeige der beiden Zählerinhalte untergebracht.

13.2.1 Taktgeber

Bild 13.2 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Taktgebers.

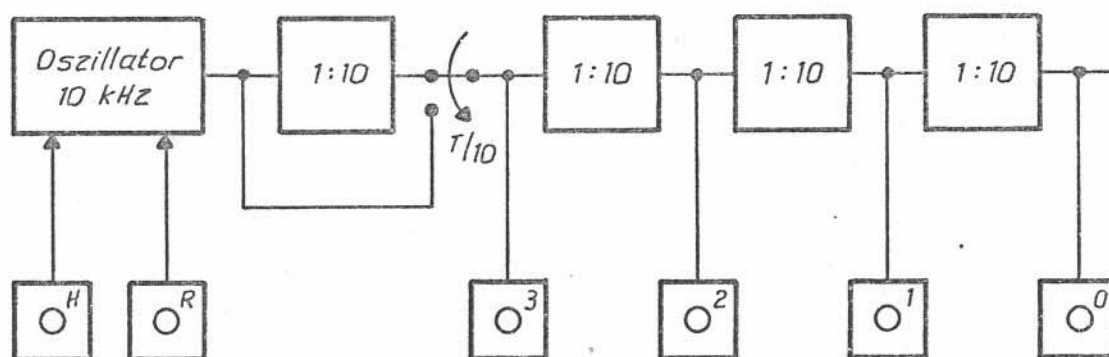


Bild 13.2: Prinzipschaltbild des Taktgebers

Der Taktgeber besteht aus einem 10 KHz-Oszillator, dessen Ausgangssignal dekadisch bis 1 Hz heruntergeteilt wird. Die einzelnen Taktfrequenzen werden über die T/10 Taste zehnfach erhöht, so daß an den Taktgeberausgängen Impulse mit folgenden Frequenzen anliegen:

Ausgang	Taste T/10 nicht gedrückt	Taste T/10 gedrückt
0 ($\hat{=} 10^0$)	1 Hz	10 Hz
1 ($\hat{=} 10^1$)	10 Hz	100 Hz
2 ($\hat{=} 10^2$)	100 Hz	1 KHz
3 ($\hat{=} 10^3$)	1 KHz	10 KHz

Die Taktimpulse stehen mit einer Dauer von 10 μ s zur Verfügung, so daß ihre direkte Beobachtung auf dem Oszillographen insbesondere bei niederen Frequenzen problematisch ist.

Die Betriebsarten des Taktgebers werden über die im Steuerfeld befindlichen Buchsen H und R gesteuert. Den einzelnen Steuersignal-Zuständen entsprechen folgende Betriebsarten:

R	H	Betriebsart
1	0	Taktgeber in AB (Anfangsbedingung)
1	1	Taktgeber in AB (Anfangsbedingung)
0	1	Taktgeber arbeitet
0	0	Taktgeber in HT (hält unter Beibehaltung des Momentanzustandes an)

Im Normalfall sind die Buchsen R und H mit den benachbarten Sammelschienen RS und ST durch senkrechte Kurzschlußstecker verbunden (Bild 13.3).

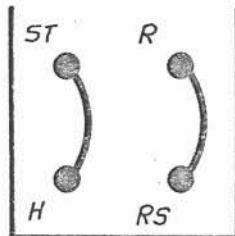


Bild 13.3: "Normalbeschaltung" der Steuereingänge

In diesem Fall folgt der Taktgeber den mit den Handtasten AB, DR und HT des Analogrechners gesteuerten Betriebsarten.

13.2.2 4-Bit-Zähler

Bild 13.4 zeigt schematisch den Aufbau eines 4-Bit-Zählers.

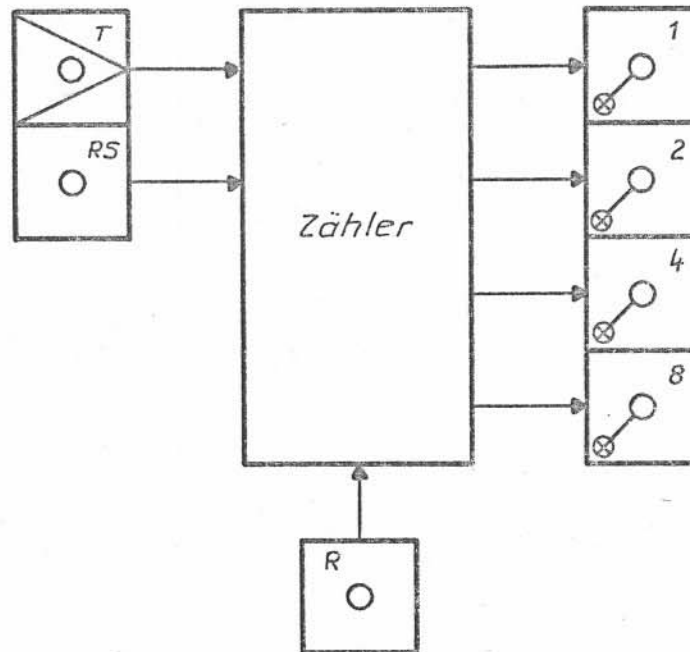


Bild 13.4: Prinzipanordnung des Zählers

Der Zähler ist als binärer Aufwärtszähler ausgeführt. Die einzelnen Anschlüsse haben die folgende Funktion:

- T : Takteingang; mit jeder negativen (abfallenden) Flanke an diesem Eingang wird der momentane Zählerstand um Eins erhöht, falls nicht an R eine "1" anliegt. (Bedingung RS beachten)
- RS : Rücksetz-Eingang; eine positive (ansteigende) Flanke an diesem Eingang setzt den Zählerstand auf Null zurück und blockiert den Zähler für die Zeit von ca. 3 μ sec.
- R : Steuereingang; ist identisch mit dem Steuereingang R des Taktgebers. Eine logische "1" an diesem Eingang.

setzt den Zähler zurück und blockiert ihn (Betriebsart AB).

Falls der Steuereingang R wie in Bild 13.3 normal beschaltet ist, folgt der Zähler den Betriebsarten AB und DR des Analogrechners. In der Betriebsart HT arbeitet der Zähler weiter, wenn am Takteingang Zählimpulse anliegen.

- 1 : Zählerausgang (least significant bit) Wertigkeit 1
- 2 : " " Wertigkeit 2
- 4 : " " Wertigkeit 4
- 8 : " (most significant bit) Wertigkeit 8

Den Ausgängen sind Leuchtanzeigen zugeordnet. Eine leuchtende Anzeige besagt, daß das betreffende Bit den Zustand "1" besitzt.

Die Zustände der einzelnen Ausgänge entsprechen folgender Wahrheitstabelle:

Zahl der T-Impulse	Ausgänge			
	8	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

- Ein Zähler zählt somit bis zu 15 Impulsen und zeigt die Zahl der Impulse binär an. Der 16. Impuls setzt den Zähler wieder auf Null zurück.

13.2.3 Applikationshinweise für Zähler

Erweiterung auf mehr als 4 Bit

Sollen mehr als 15 Impulse gezählt werden, sind zwei oder mehrere Zähler hintereinander zu schalten. Dabei ist der Ausgang 8 des ersten Zählers mit dem T-Eingang des zweiten Zählers zu verbinden (Bild 13.5).

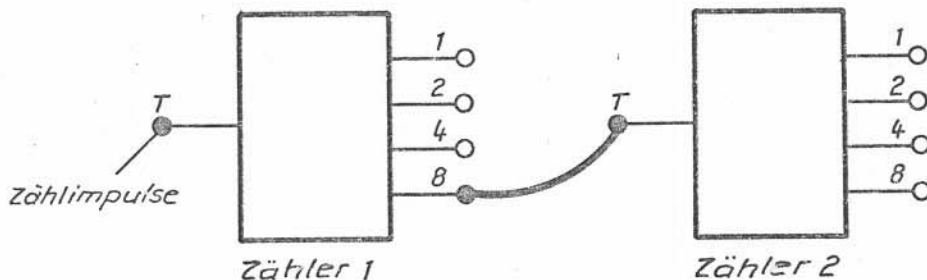


Bild 13.5: Hintereinanderschalten von Zählern

Bei Verwendung von zwei Zählern können somit 255 Impulse (entsprechend 8 bit) gezählt werden. Damit gilt für die obige Anwendung die folgende Wahrheitstabelle:

Anzahl der Zähleinheiten	Ausgänge Zähler 2				Ausgänge Zähler 1			
	8	4	2	1	8	4	2	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1
.								
.								
14	0	0	0	0	1	1	1	0
15	0	0	0	0	1	1	1	1
16	0	0	0	1	0	0	0	0
.								
.								
254	1	1	1	1	1	1	1	0
255	1	1	1	1	1	1	1	1

Programmierung als Dezimalzähler

Soll der Zähler nach einer dezimal vorgegebenen Zahl von Zählimpulsen seinerseits einen Impuls abgeben, so ist dies mit Hilfe der Parallelschaltung von Ausgängen möglich (verdrahtetes UND).

Beispiel: Es sollen 11 Impulse gezählt werden. Dem Zählerstand 11 (dezimal) entspricht ein Zustand an den Ausgängen wie folgt:

8	=	1
4	=	0
2	=	1
1	=	1

Somit sind die Bits 8, 2 und 1 UND-mäßig zu verknüpfen (Bild 13.6).

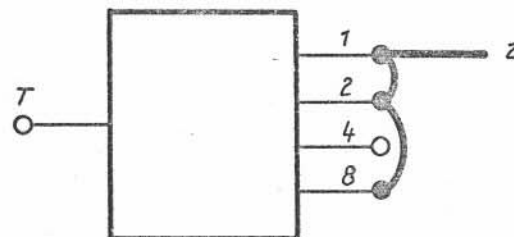


Bild 13.6 : Programmierung als Dezimalzähler

Nach dem 11. Impuls an T wird der Ausgang $Z = 1$ und nach Eintreffen des 12. Impulses wird solange $Z = 0$, bis der Zählerstand wieder 11 beträgt.

Automatisches Rücksetzen bei Erreichen eines vorgegebenen Zählerstandes

Soll ein Zähler zyklisch immer wieder bis zu einem vorgegebenen Endstand zählen und danach den Zählvorgang wieder neu starten, so ist der Endstand wie in Bild 13.6 zu kodieren. Das Ausgangssignal Z ist ferner mit dem Rücksetz-Eingang RS zu verbinden.

Beispiel: Nach jeweils 5 Taktimpulsen soll der Zähler einen Impuls weitergeben.

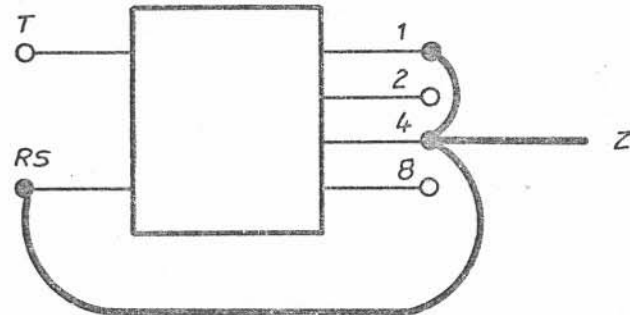
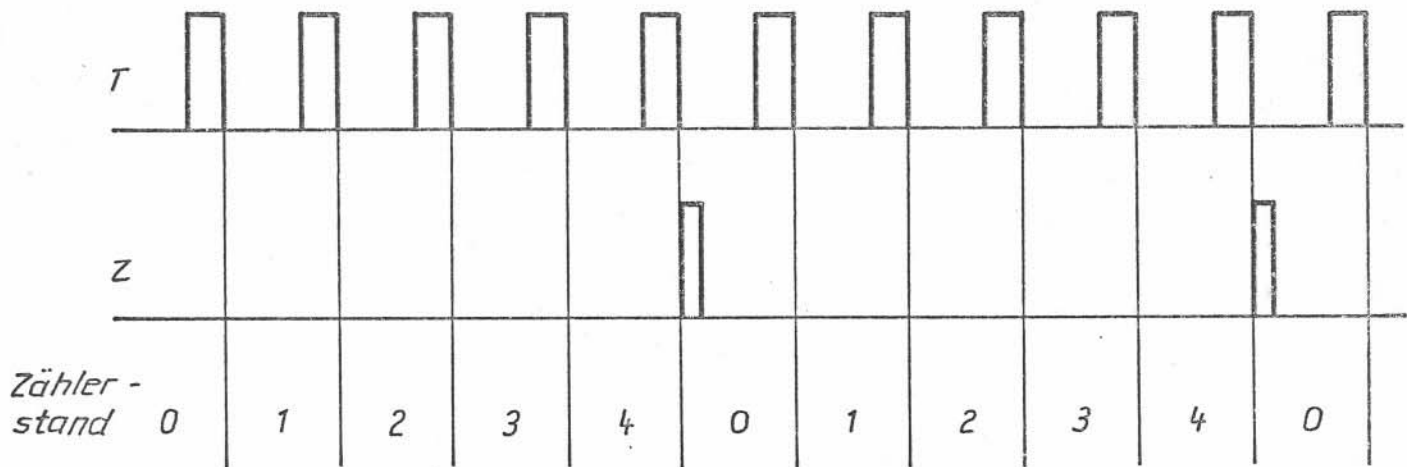


Bild 13.7: Automatisches Rücksetzen bei Zählerstand 5



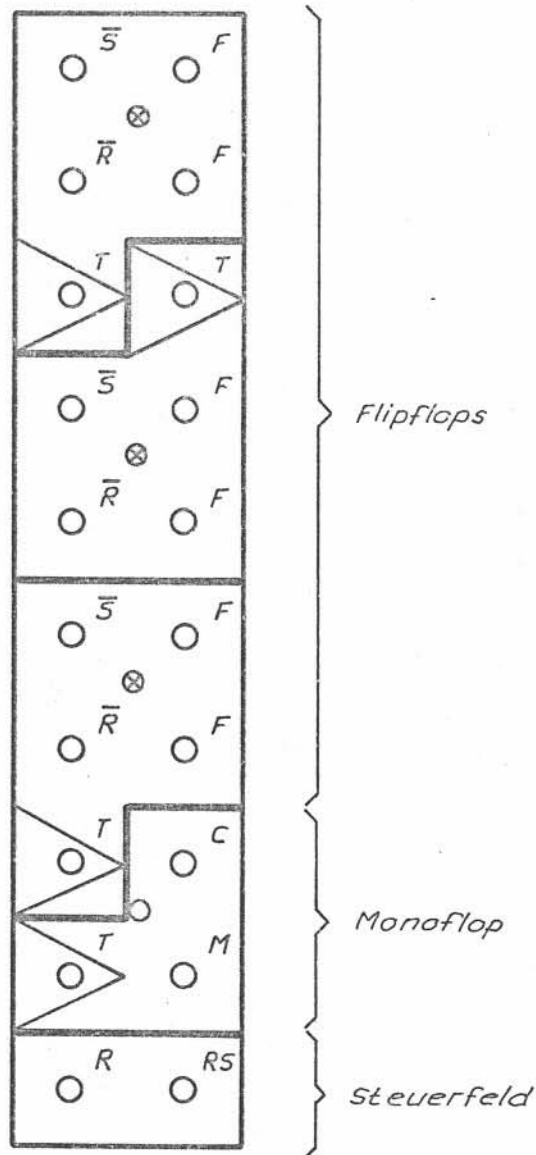
13.3 Flipflop-Einschub

Bild 13.8: Flipflop-Einschub (Steckfeld)

Bild 13.8 zeigt das Steckfeld eines Flipflop-Einschubs, der neben drei RS-Flipflopseinen Monoflop enthält. In den Flipflop-Feldern existieren Leuchtanzeigen für den jeweiligen Flipflop-Zustand. Im Monoflop-Feld kann über das Potentiometer die Impulsdauer des Monoflops variiert werden.

13.3.1 Flipflops

Die Flipflops sind als RS-Flipflops ausgeführt. Die prinzipielle Anordnung zeigt Bild 13.9.

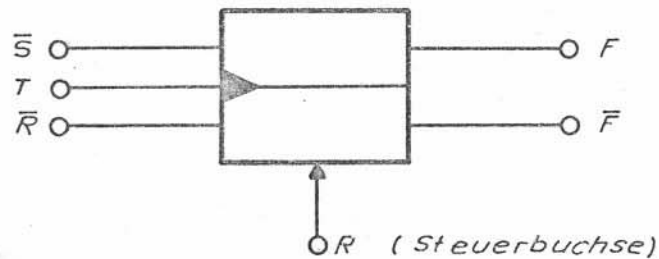


Bild 13.9: Prinzipanordnung eines Flipflops

Die Anschlüsse haben folgende Funktion:

- \bar{S} : Setz-Eingang; eine logische "0" an diesem Eingang setzt das Flipflop in den Zustand $F = 1$ (Anzeige leuchtet)
- \bar{R} : Rücksetz-Eingang; eine logische "0" an diesem Eingang setzt das Flipflop in den Zustand $F = 0$ zurück (Anzeige leuchtet nicht)
- T : Takt-Eingang; mit jeder negativen (abfallenden) Flanke am T-Eingang ändert das Flipflop seinen Zustand
- F, \bar{F} : Wahrer und invertierter Ausgang
- R : Steuereingang (Betriebsartensteuerung)

Die Wirkung der \bar{S} - und \bar{R} -Eingänge veranschaulicht die folgende Wahrheitstabelle:

\bar{S}	\bar{R}	F	\bar{F}
1 → 0	1	1	0
1	1 → 0	0	1
0	0	1	1 (keine sinnvolle Ansteuerung, daher keine Anzeige)

Voraussetzung für die Funktion des \bar{S} - bzw. \bar{R} -Eingangs ist somit, daß der nicht benutzte Eingang den Zustand 1 annimmt oder offen ist.

Der Takteingang ist nur dann wirksam, wenn sowohl \bar{S} als \bar{R} den Zustand 1 besitzen bzw. offen sind.

Der Eingang R im unteren Steuerfeld genügt folgender Wahrheitstabelle:

R	Flipflops
1 oder offen	arbeiten
0	arbeiten nicht und sind in den Zustand $F = 0$ zurückgesetzt

Normalerweise wird der Steuereingang R mit der benachbarten Sammelschiene RS verbunden sein. Dadurch folgen alle drei Flipflops den Analogrechner-Betriebsarten AB, DR und HT so, daß in AB die Flipflops zurückgesetzt und blockiert sind und in den beiden anderen Betriebsarten normal arbeiten.

Anmerkung: Die Steuerbuchse RS im Flipflop-Einschub ist nicht identisch mit der Steuerbuchse RS des Taktgebereinschubs.

13.3.2 Monoflop

Bild 13.10 zeigt das Prinzipschaltbild eines Monoflops.

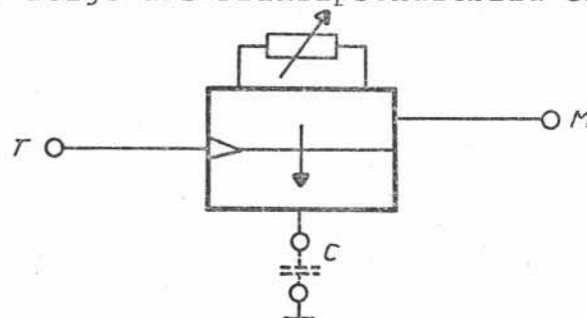


Bild 13.10: Prinzipieller Aufbau eines Monoflops

Die Anschlüsse haben folgende Bedeutung:

- T : Takteingang; eine positive (ansteigende) Flanke läßt den Ausgang M für eine einstellbare Zeit den Zustand "1" annehmen
- M : Ausgang
- C : Anschluß für zusätzlichen Kondensator zur Verlängerung der Impulsdauer (Standzeit) des Monoflops

Poten-
tiometer: Einstellung der Impulsdauer

Der Einstellbereich ohne Zusatzkondensator beträgt ca. 10 μ s bis ca. 1 ms.

Dieser Einstellbereich verschiebt sich bei Einsatz eines Zusatzkondensators zwischen C und Masse wie folgt:

Zusatzkondensator	Maximale Impulsdauer ca.
10 nF	2 msec
100 nF	10 msec
1 μ F	100 msec
10 μ F	1 sec

Dabei ist auf die Erholzeit des Monoflops, ca. 0,5 μ sec/nF zu achten.

Das Monoflop arbeitet in Bezug auf den Steuereingang R wie die Flipflops, d.h. bei R = 0 sind die Monoflops blockiert.

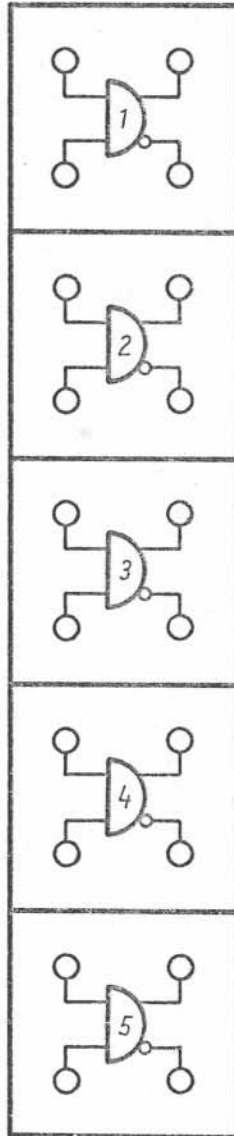
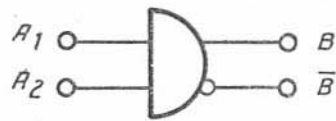
13.4 Gatter-Einschub

Bild 13.11: Gatter-Einschub (Steckfeld)

Bild 13.11 zeigt die Steckfeldbelegung des Gatter-Einschubs.

Ein Einschub enthält fünf AND/NAND-Gatter mit einer Funktion gemäß folgender Wahrheitstabelle:



A_1	A_2	B	\bar{B}
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Eine Erweiterung der Zahl der Eingänge ist durch Parallelschalten der Ausgänge von mehreren Gattern möglich (Bild 13.12).

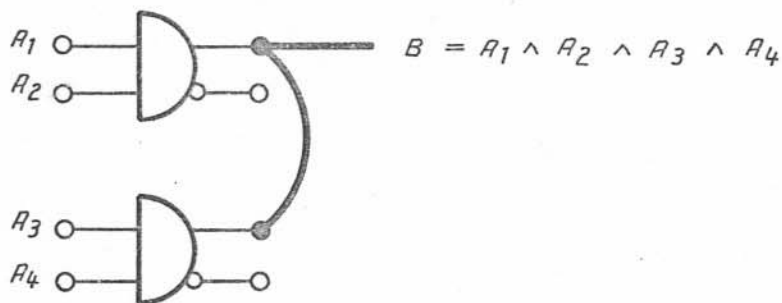


Bild 13.12: Erweiterung auf UND-Gatter mit 4 Eingängen

14. Totzeitglied14.1 Allgemeines

Totzeitglieder dienen der Nachbildung von Laufzeiten bzw. im regelungstechnischen Sinn der Nachbildung der Übertragungsfunktion

$$F(p) = e^{-pTt}$$

Die Simulation solcher Funktionen mit Allpässen (Padé-Approximation) ist meist nicht befriedigend, weshalb der DO 80 dem Benutzer ein echtes Totzeitglied anbietet.

Das Totzeitglied ist als einfach breiter Einschub ausgeführt und kann wie jeder DO 80-Einschub auf jedem beliebigen Platz eingesetzt werden. Die einzige Einschränkung besteht wie bei den Logik-Einschüben darin, daß analoge Einschübe sich nur rechts (und nicht links) vom Totzeitglied-Einschub befinden sollten. Da das Totzeitglied u.U. mit hohen Taktfrequenzen arbeitet, werden durch diese Position Einstreuungen in die analogen Einschübe auf ein Mindestmaß beschränkt.

Soweit das Totzeitglied logische Signale erzeugt oder benötigt, gelten für diese Signale die auf Seite 13 - 1 gegebenen TTL-Spezifikationen.

Die Laufzeit wird gemäß dem Prinzipschaltbild 14.1 erzeugt.

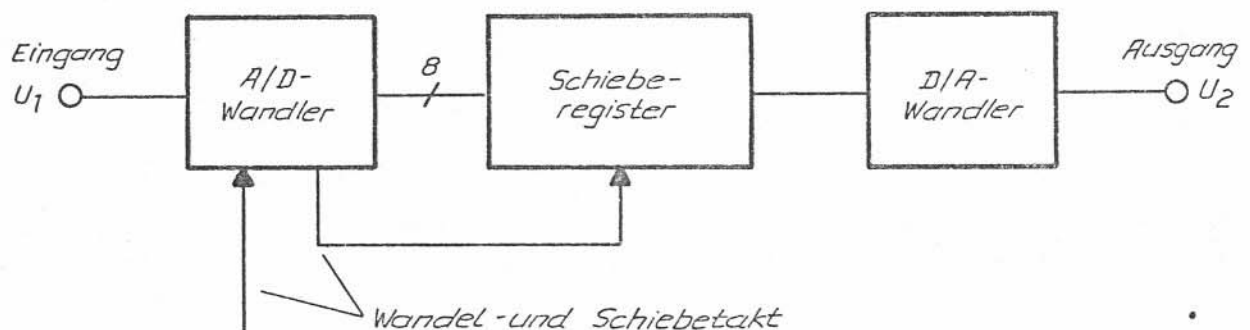


Bild 14.1: Prinzipschaltbild des Totzeitgliedes

Die Eingangsspannung U_1 wird über einen 8-bit-A/D-Wandler digitalisiert und einem Schieberegister (Länge: 100 Worte zu 8 bit) zugeführt. Nach 100 Schiebeimpulsen erscheint das Eingangssignal wieder am Ausgang des Registers und wird über den D/A-Wandler in eine analoge Spannung zurückgewandelt. Die Frequenz des Schiebetaktes bestimmt somit die Länge der Totzeit.

14.2 Steckfeldanschlüsse

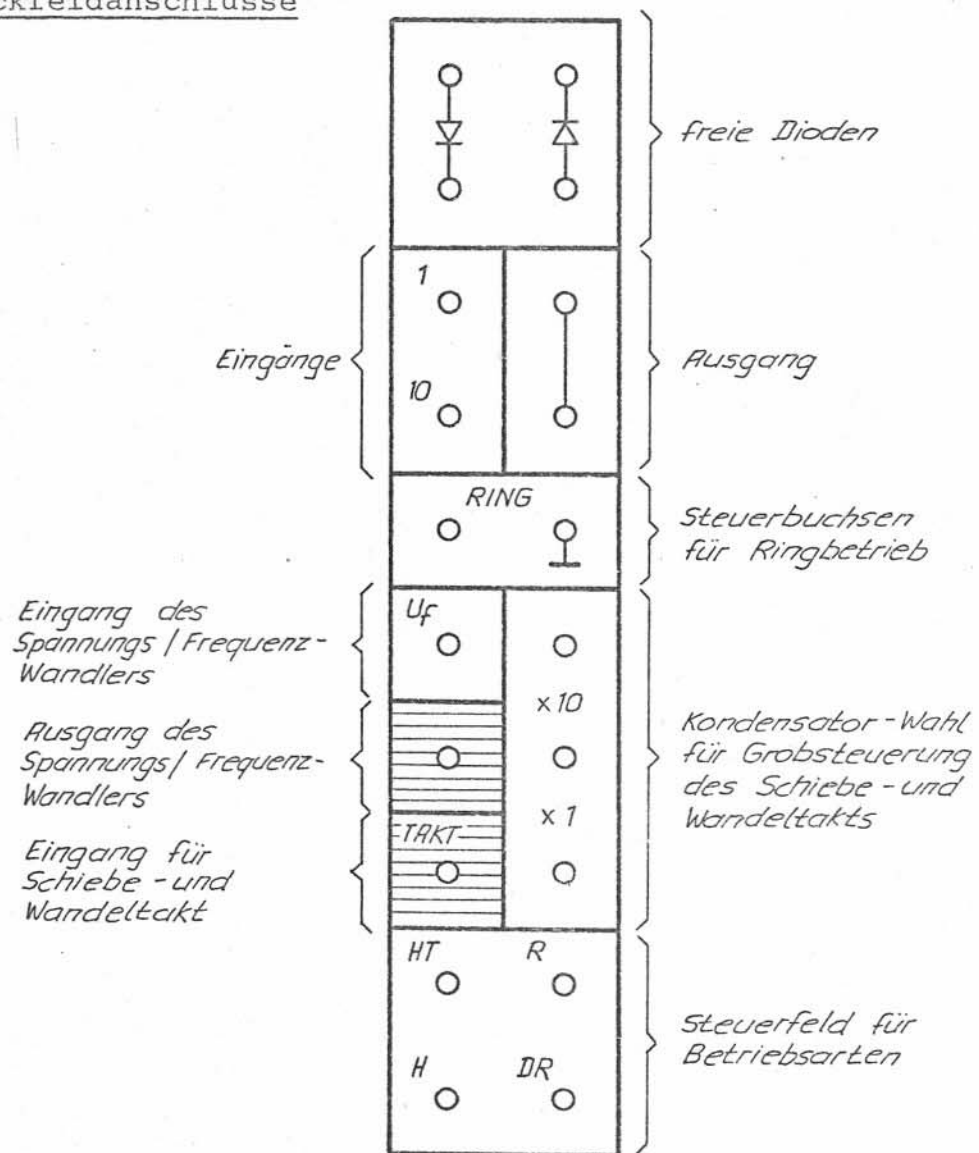


Bild 14.2: Steckfeldanschlüsse

Bild 14.2 zeigt die Steckfeldanschlüsse des Totzeitglied-Einschubs. Im oberen Teil sind noch zwei freiverfügbare Dioden enthalten, die z.B. für spezielle Nichtlinearitäten oder im Zusammenhang mit dem im VDFG-Einschub vorhandenen festen Funktionsgeber verwendet werden können.

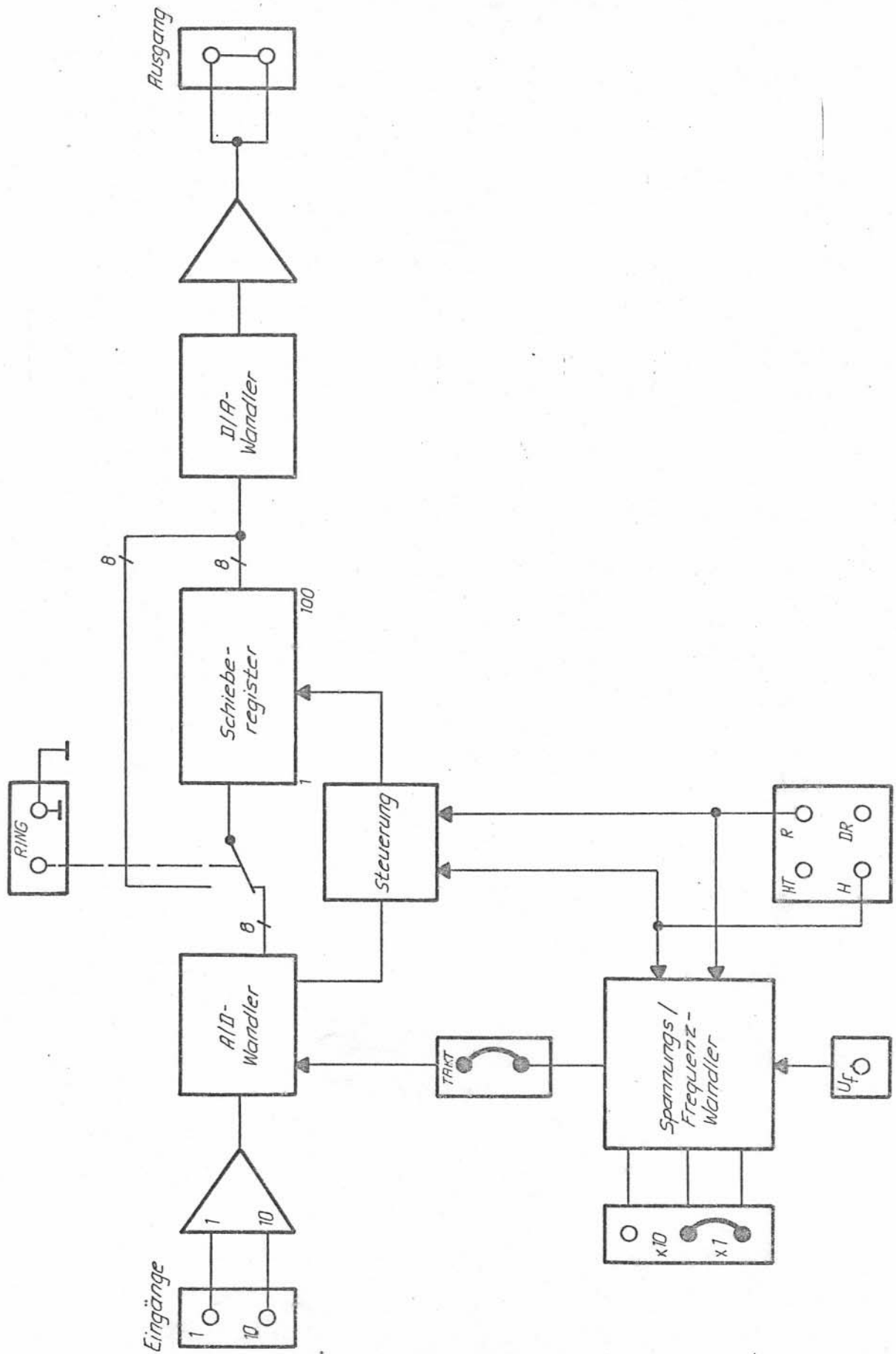
14.3. Aufbau des Totzeitgliedes

Bild 14.3 zeigt den Aufbau des Totzeitgliedes. Der TAKT-Eingang führt ein hier angelegtes Taktsignal als Wandel- und Schiebetakt dem A/D-Wandler und anschließend dem Schieberegister zu. Das Taktsignal kann als TTL-Signal aus irgendeinem Logik-Baustein oder aus dem im Totzeitglied enthaltenen Spannungsfrequenzwandler bezogen werden.

Die Ausgangsfrequenz des Spannungs/Frequenz-Wandlers ist linear abhängig von der Eingangsspannung an der U_F -Buchse. Sie kann durch Überbrücken der x10-Buchsen (anstatt der x1-Buchsen) verzehnfacht und durch zusätzliches Betätigen der T/10-Taste verhundertfacht werden. Die Steuerung des Spannungs/Frequenz-Wandlers erfolgt durch die Eingänge R und H.

Der A/D-Wandler besitzt einen Vorverstärker. Je ein Eingang mit der Verstärkung 1 und 10 stehen zur Verfügung.

Über die mit RING bezeichneten Buchsen kann der Ausgang des Schieberegisters auf dessen Eingang zurückgeführt werden. Damit wird der momentane Inhalt des Schieberegisters zugleich mit dem Wandel- und Schiebetakt ausgegeben.



14.4 Einstellbereich des Spannungs/Frequenz-Wandlers

Zwischen der Eingangsspannung U_f und der Frequenz des Ausgangstaktes besteht ein linearer Zusammenhang:

$$f = a \cdot U_f$$

Die einzelnen Einstellbereiche werden in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Taste T/10	Überbrückung x1, x10	a	für $U_f = -0.1 \text{ V bis } -10 \text{ V}$ f	T_t
nicht gedrückt	x1	$100 \frac{\text{Hz}}{\text{V}}$	10 Hz bis 1 kHz	10s bis 100 ms
gedrückt	x1	$1 \frac{\text{kHz}}{\text{V}}$	100 Hz b. 10 kHz	1 s bis 10 ms
nicht gedrückt	x10	$1 \frac{\text{kHz}}{\text{V}}$	100 Hz bis 10kHz	1 s bis 10 ms
gedrückt	x10	$10 \frac{\text{kHz}}{\text{V}}$	1 kHz bis 100kHz	100ms bis 1ms

- Anmerkung:
1. Der Spannungs/Frequenz-Wandler funktioniert nur für negative Eingangsspannungen U_f einwandfrei.
 2. Zwischen der Eingangsspannung U_f und der Totzeit T_t existiert ein hyperbolischer Zusammenhang:

$$T_t = \frac{100}{a} \cdot \frac{1}{U_f}$$

14.5 Betriebsartensteuerung

Die Betriebsartensteuerung des Spannungs/Frequenz-Wandlers erfolgt über die Eingänge R und H.

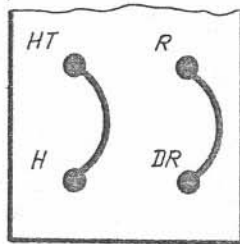


Bild 14.4 zeigt die Verbindung der Eingänge R und H mit den Sammenschienen DR und HT. Damit werden die Betriebsarten des Totzeitglieders über die Tasten AB, HT und DR gemäß folgender Wahrheitstabelle gesteuert:

Bild 14.4: Normalbeschaltung des Steuerfeldes

Rechnerbetriebsart			Betriebsart des Totzeitglieders
	R	H	
AB	1	0	AB
DR	0	1	DR
HT	0	0	HT

Anmerkungen zu den Betriebsarten:

DR : Der Spannungs/Frequenz-Wandler arbeitet entsprechend der in Abschnitt 14.4 beschriebenen Einstellungen

HT : Der Wandler wird angehalten und der Momentanzustand bzw. -inhalt des Totzeitglieders gespeichert.

AB : Nach dem Übergang in die Betriebsart AB liefert ein

spezieller Frequenzgenerator für 1 ms ein 100 kHz-Ausgangssignal. Gleichzeitig wird an den Eingang des Schieberegisters eine Nullinformation (8 bit) gelegt. Damit wird während dieser Zeit von 1 ms der Momentaninhalt des Schieberegisters gelöscht. Danach ist das Totzeitglied wieder betriebsbereit. Das Leerschreiben des Registers erfolgt unabhängig davon, aus welcher Quelle (Wandler oder externer Takt) der Wandel- und Schiebetakt bezogen wird.

14.6 Betrieb als Ringschieberegister

Durch Überbrücken der beiden mit RING bezeichneten Buchsen wird der Eingang des Schieberegisters vom A/D-Wandler abgetrennt (siehe Bild 14.3) und mit dem Ausgang des Schieberegisters verbunden. Dadurch entsteht ein Ringschieberegister.

Der momentane Inhalt des Schieberegisters wird zyklisch entsprechend dem Wandel- und Schiebetakt ausgegeben. Damit kann das Totzeitglied quasi als Funktionsgenerator verwendet werden.