

TELEFUNKEN



Digital-Experimentiergerät

DEX 100

Beschreibung

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT
AEG-TELEFUNKEN
Fachbereich Anlagen-Informationstechnik
175 Konstanz, Postfach 115

DE 8 123 2, 68

Wiedergabe mit Quellenangabe gestattet
Printed in Western Germany

I N H A L T

		Seite
1.	Technische Übersicht	1
1.1.	Verwendungszweck	1
1.2.	Lieferumfang	2
1.3.	Technische Daten	5
1.4.	Aufbau	8
1.5.	Funktion	9
1.6.	Wirkungsweise	11
1.6.1.	Flipflops	11
1.6.2.	Verknüpfungselemente	12
1.6.3.	Verstärker	14
1.6.4.	Inverter	14
1.6.5.	Zeitglieder	14
1.6.6.	Relaisverstärker	15
1.6.7.	Schalter	15
1.6.8.	Koppelfeld	16
1.6.9.	Taktgenerator	17
1.6.10.	Stromversorgung	18
2.	Betrieb	19
2.1.	Inbetriebnahme	19
2.1.1.	Netzanschluß	19
2.1.2.	Einschalten	19
2.2.	Anschluß von Externgeräten	19
2.2.1.	Parallelschaltung	19
2.2.2.	Anschluß von Tischanalogrechnern	20
2.3.	Bedienung	20
2.3.1.	Normieren, Löschen	20
2.3.2.	Setzen der Flipflops	20
2.3.3.	Takten	21
2.3.4.	Einstellen der Zeitglieder	21
2.4.	Programmierung	22
2.4.1.	Aufteilung des Programmierfeldes	22
2.4.2.	Aufteilung des Steuerfeldes	27
2.4.3.	Ein- und Ausgabe von Daten	30

2.4.4.	Spezielle Programmierungshinweise	30
3.	Schaltpläne	
3.1.	Gesamtgerät DEX 100	
3.2.	Flipflop FS 6 N	
3.3.	Verstärker-Inverter V I 6 A	
3.4.	Zeitglied-Inverter Z I 6 A	
3.5.	Pulsgenerator PG 6 A	
3.6.	Relais-Steckeinheit S-RS 1	
3.7.	Konjunktions-St S-KS 1	
3.8.	Verbindungskabel RA 741 - DEX 100 Z	

1. TECHNISCHE ÜBERSICHT

1.1. Verwendungszweck

Das Digital-Experimentiergerät DEX 100 erfüllt zwei Aufgaben. Es dient einmal als Experimentier- und Schulungsgerät für die digitale Schaltungstechnik und hat zum anderen spezielle Anschlußmöglichkeiten und Steuerelemente für den Einsatz als Digitalzusatz für Tischanalogrechner. Für den letzteren Anwendungsfall können zusätzliche Steuerfunktionen durch die Nachrüstung mit Steckeinheiten gewonnen werden.

Digital-Experimentiergerät

Für die verschiedensten Anwendungsbereiche der Praxis dient das Gerät zum schnellen und flexiblen Aufbau von digitalen Schaltungen. So läßt sich der provisorische Laboraufbau einer solchen Schaltung elegant durch eine Programmierung mit den vorhandenen Standardelementen umgehen. Es können mit Boolescher (Schalt-) Algebra oder experimentell aufzubauende Schaltungen schnell realisiert werden.

So lassen sich zum Zweck der Problemanalyse und Demonstration Digitale Zähl- und Rechenwerke, Schaltwerke für Codierung und Übersetzung sowie komplette Steuer- und Regelwerke realisieren.

Ebenso ist es möglich, das DEX 100 als komplexes Datenverarbeitungssystem in Steuerketten und Regelkreise einzubauen, da die Elemente des DEX 100 direkt mit binären Signalen ansteuerbar sind und eine Ausgabe über die hochbelastbaren Flipflop- und Verstärker-Ausgänge bzw. über Relais möglich ist. Außerdem ist eine zeitabhängige Steuerung durch Fremdtaktung möglich.

Damit ergeben sich breite Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiet der digitalen Informationsverarbeitung. Das hierfür ausgerüstete Experimentiergerät (vgl. 2.4.1.) wird zusätzlich zur Typbezeichnung DEX 100 mit dem Buchstaben E gekennzeichnet:

im Rahmen dieser Beschreibung jedoch nur dort, wo es auf eine Unterscheidung gegenüber der als Digitalzusatz für Analogrechner vorgesehenen Ausführung ankommt.

Digitalzusatz für Tischanalogrechner

Ein wesentliches zusätzliches Einsatzgebiet findet das Gerät in Verbindung mit elektronischen Analogrechnern. Durch Hinzuschaltung des Digital-Experimentiergerätes zu den TELEFUNKEN-Tischanalogrechnern RÄT 740 SE, RA 741 und RA 742 werden iterative und hybride Problembearbeitungen durchführbar.

Der Ablauf der analogen Rechenprogramme läßt sich von den frei programmierbaren digitalen Schaltelementen her beeinflussen und steuern. Damit wird die Art des hybriden Rechnens, bei dem sich die Vorteile analoger Problembearbeitung und digitaler Programmüberwachung ergänzen, auch bei den weitverbreiteten und preiswerten Tischanalogrechnern möglich. Diese Ausführung des Gerätes wird, dort wo es auf eine Unterscheidung gegenüber dem als Digital-Experimentiergerät verwendeten ankommt, mit dem Kennbuchstaben Z versehen.

1.2. Lieferumfang und Bestellbezeichnungen

Das Digital-Experimentiergerät besteht im wesentlichen aus einer Ansammlung von Flipflops, Verstärkern, Invertern, Zeitgliedern, Relaisverstärkern und Verknüpfungselementen, die größtenteils zur leichteren Wartung auf Steckeinheiten untergebracht sind. Die Ein- und Ausgänge sind zur flexiblen Programmierung auf ein zentrales, auswechselbares Programmierfeld geführt. Für den Eingriff in das Programm sind eine Reihe von Bedienelementen wie Schalter, Tasten und Potentiometer vorhanden. Mehrere Relais stehen neben den Ausgängen von Flipflops, Verstärkern und Invertern zur Datenausgabe zur Verfügung. Alle diese Teile sind zusammen mit Taktgeber, Bedienteil und Stromversorgungseinrichtung in einem Stahlgehäuse untergebracht.

Bei der Verwendung des Digital-Experimentiergerätes als Digitalzusatz werden einige Steuerleitungen durchgeschaltet, so daß ein Tischanalogrechner RA 741 oder RA 742 gewisse

Bestückungsumfang

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Bestell-Nr.	Anzahl	
				Exper. Ger.	Dig. Zus.
Digital-Experimentiergerät		DEX 100 E	55.3044.901-00/E	1	-
Digitalzusatz		DEX 100 Z	55.3044.901-00/Z	-	1
Gehäuse			55.3044.125-00	1	1
Einschub			55.3044.101-00	1	1
	Flipflop	FS 6 A	55.5001.840-00	6	6
	Vers. Faktor-Inverter	VI 6 A	55.5001.895-00	1	1
	Zeitglied-Inverter	ZI 6 A	55.5001.896-00	1	1
	Puls-Generator	PG 6 A	55.5001.897-00	1	1
	Relais-Steckeinheit	S-RS 1	55.7111.065-00	-	1
	Konjunktions-Steck.	S-KS 1	55.7111.070-00	1	-
Zubehör	Satz Programmierzub.		55.4044.901-14	1	1
	bestehend aus:				
	Programmierschnur 12,5 cm lang) sortiert in den			120	120
	Programmierschnur 25 cm lang) Farben			80	80
	Programmierschnur 50 cm lang) Rot- Blau-			40	40
	Programmierschnur 100 cm lang) Gelb- Grün			10	10
	Kabelhalter		55.3001.601-00	*)	*)
	Netzschnur		5 Lv 4941.001-19	1	1
Auswechselbare					
Programmierfelder	zum Experimentiergerät DPF 110		55.3044.110-00	*)	-
	zum Digitalzusatz DPF 111		55.3044.111-00	-	*)
	Satz Kontaktstifte		55.3001.715-00	*)	*)
Verbindungskabel	Kabel RA 741/DEX 100		55.3040.620-00	-	*)

*) nur auf besondere Bestellung

1.3. Technische Daten

1.3.1. Allgemeine Daten

Die binären Ziffern 0 und 1 werden durch folgende Spannungen dargestellt:

Eingangsgröße "0"	$\leq 2 \text{ V}$	$\geq -2 \text{ V}^*)$
Eingangsgröße "1"	$\geq 10 \text{ V}$	$\leq 20 \text{ V}$
Ausgangsgröße "0"	$\leq 2 \text{ V}$	$\geq 0 \text{ V}$
Ausgangsgröße "1"	$\geq 10 \text{ V}$	$\leq 20 \text{ V}$

Einheitslast, disjunktiv $\sim 50 \text{ k}\Omega$ gegen $-13,5 \text{ V}$

konjunktiv $\sim 1 \text{ k}\Omega$ gegen $+13,5 \text{ V}$

*) Für die Konjunktionen genügt "0" = Kontaktschluß
gegen Masse

"1" = offener Kontakt

1.3.2. Flipflop

Typ	getaktetes RS-Flipflop mit JK-Charakteristik
Eingangslast	1 Einheit, disjunktiv
Ausgangsbelastung	10 Einheiten
Dynamische Daten	
max. Folgefrequenz	100 kHz typ. 25 kHz min.
Abfallverzögerung	$\leq 3 \mu\text{s}$
Anstiegsverzögerung	$\leq 1 \mu\text{s}$
Abfallzeit	$\sim 1 \mu\text{s}$
Anstiegszeit	$\sim 1 \mu\text{s}$

1.3.3. Inverter

Eingangslast	1 Einheit, disjunktiv
Ausgangsbelastung	10 Einheiten
max. Folgefrequenz	$>100 \text{ kHz}$

1.3.4. Verstärker

Eingangslast	2 Einheiten, disjunktiv
Ausgangsbelastung	10 Einheiten
max. Folgefrequenz	$>100 \text{ kHz}$

1.3.5. Zeitglied

Eingangslast	1 Einheit, disjunktiv
Ausgangsbelastung	5 Einheiten
Anstiegsverzögerung	einstellbar zwischen 10 ms und 10 s

Abfallverzögerung	< 1 μ s
Tastverhältnis	
"0"-Zeit/Verzögerungszeit	~ 1

1.3.6. Relaisverstärker

Eingangslast	1 Einheit, disjunktiv
Ausgang	2 Umschaltkontakte
Belastbarkeit	100 V, 1 A, 30 W
Anzugsverzögerung	< 10 ms
Abfallverzögerung	< 25 ms

1.3.7. Verknüpfungselemente

Typ	passive Diodenlogik	
Eingänge	konjunktiv verknüpft	
Ausgänge	disjunktiv verknüpfbar	
Belastung	Eingangslast	Ausgangsbelastg.
	Einheiten	Einheiten
3 Diodenlogik	1/2	10
4 Diodenlogik	1	20
5 Diodenlogik	1	20
6 Diodenlogik	1	20
7 Diodenlogik	1	20
11 Diodenlogik	2	> 20

1.3.8. Schalter

Ausgang	1 Umschaltkontakt
Belastbarkeit	> 20 Einheiten, konjunktiv 4 Einheiten, disjunktiv

1.3.9. Taktgenerator

Pulsfolgefrequenz	1; 2, 5; 50; 100 Hz; 1; 10 kHz und Einzeltaktauslösung
Taktsperre	
Ansteuerung	binär "1"
Eingänge	2, disjunktiv verknüpft
Eingangslast	2 Einheiten
Triggereingang	
Ansteuerpegel	6 V
Steuerflanke	negativ
Steilheit	> 10 V/ μ s

Impulsdauer	>1 μ s
max. Folgefrequenz	80 kHz typ. 20 kHz min.
Eingangsimpedanz	4,7 k Ω // 1000 pF
Einzeltakt	
Ansteuerung	Kontaktschluß gegen Masse
Schaltspannung	\sim -25 V
Schaltstrom	\leq 40 mA
max. Folgefrequenz	>10 Hz
Paralleleingang	
Ansteuerung	positive Impulse
Amplitude	>10 V
Flankensteilheit	>10 V / μ s
Impulsdauer	>3 μ s
max. Folgefrequenz	>100 kHz
Eingangswiderstand	\sim 5,6 k Ω
Parallelausgang	
Impulsform	Rechteck
Amplitude	> -10,5 V
Flankensteilheit	>10 V / μ s
Dauer der Pulsstücke	\leq 25 μ s
Belastbarkeit	>800 Ω $\hat{=}$ 7 Paralleleingänge

1.3.10. Stromversorgung

Spannung	220 V \sim
Frequenz	50 Hz \pm 5 %
Aufnahme	\sim 80 W

1.3.11. Abmessung

Höhe	584 mm
Breite	550 mm
Tiefe	410 mm
Gewicht	\sim 30 kg

1.3.12. Umgebungsbedingungen

Temperatur	23 ⁰ \pm 15 ⁰ C
rel. Luftfeuchte	20 ... 90 %

1.4. Aufbau

Das Digital-Experimentiergerät stellt eine geschlossene Einheit dar, in der neben den Schaltbaugruppen auch die erforderlichen Versorgungseinheiten untergebracht sind.

Die aktiven Elemente wie Flipflops, Verstärker, Inverter, Zeitglieder und Relaisverstärker sowie der Pulsgenerator sind auf Steckeinheiten mit gedruckter Leitungsführung aufgebaut und in einem Magazin untergebracht. Daneben befindet sich auf einem gesonderten Chassis das Netzgerät, während die Elemente der Verknüpfungsglieder direkt hinter dem Programmier-Feld verdrahtet sind.

Den Hauptteil der Frontplatte nimmt das Programmierfeld ein, auf dessen Buchsen die Ein- und Ausgänge sämtlicher Schaltbaugruppen geführt sind.

Zum leichten Auffinden sind die Buchsen durch Farben gekennzeichnet und gleiche Elemente gruppenweise zusammengefaßt. Das Gerät kann mit austauschbaren Programmierfeldern ausgerüstet werden, um z. B. das Gerät selbst rationeller einsetzen zu können bzw. bestimmte Programme auf diese Weise speichern zu können. Zu diesem Zweck muß das eigentliche Programmierfeld nur noch mit einem Satz von Kontaktstiften ausgerüstet werden, da die Aufhängevorrichtung und der Verriegelungsmechanismus des abnehmbaren Programmierfeldes zur Grundausrüstung der Geräte gehören.

Um das Programmierfeld sind die verschiedenen Bedien- und Anzeigeelemente angeordnet. Direkt über dem Programmierfeld befindet sich eine Reihe von Anzeigelämpchen, die den darunterliegenden Ein- und Ausgängen von Flipflops und Invertern vertikal zugeordnet sind. Sie zeigen den Zustand dieser Elemente an. Darüber liegen in der gleichen Zuordnung die Tasten zum Setzen der Flipflops. Mit den vier darüberliegenden Potentiometern kann die Verzögerungszeit Δt von vier Zeitgliedern einzeln eingestellt werden.

In der rechten oberen Ecke ist der Bedienteil mit Netzschalter, Löschtaste und Taktwahlschalter untergebracht. Darunter befindet sich das Koppelfeld zum Analogrechner. Die Buchsen dieses Feldes sind mit zwei 30poligen Steckerleisten an der Rückseite des Gerätes verbunden, über die der Anschluß von zwei Tischanalogrechnern RA 741 möglich ist. Auf das Koppelfeld sind außerdem die Kontakte der Ausgangsrelais geführt.

Die danebenliegenden Schalter sind einer Doppelreihe von Buchsen horizontal zugeordnet. Am unteren Rand der Frontplatte liegen Tasten und Eingangsbuchsen für Einzeltakt und Fremdtriggerung.

1.5. Funktion

Das Digital-Experimentiergerät besteht aus einer Reihe von binären Schaltelementen. Die Konzeption dieses Gerätes ermöglicht es, binäre Schaltwerke anhand von Blockschaltbildern oder Boolescher Gleichungen zu programmieren, d.h. die auf das Programmierfeld geführten Ein- und Ausgänge der Schaltelemente mit Hilfe von Programmierschnüren geeignet zu verbinden. Besonders elegant und einfach wird dieses Programmieren dadurch, daß nur die binären Informations-Verbindungen hergestellt werden müssen, da Stromversorgung und eventuell erforderliche Taktleitungen bereits intern verdrahtet sind.

Da das Gerät nur getaktete Flipflops oder sog. RST-Flipflops enthält, lassen sich mit ihm getaktete oder Synchron-Schaltwerke aufbauen. Den Hauptbestandteil eines solchen Systems bilden die Flipflops als zeitbestimmende und speichernde Elemente.

Die Flipflops lassen sich mit binären Signalen über Vorspeicher setzen und rücksetzen. Außerdem lassen sie sich mit Tasten einzeln setzen und gemeinsam über eine Löschtaste rücksetzen. Der Zustand des Flipflops wird durch ein Lämpchen angezeigt. Auf dem Programmierfeld steht neben dem Ausgangssignal auch das dazu komplementäre Ausgangssignal zur Verfügung.

Letzteres ist besonders im Hinblick auf die Verknüpfungselemente wichtig. Diese lassen sich als passive Diodennetze nur zweistufig-konjunktiv-disjunktiv verknüpfen. Eine Umkehrung ist jedoch mit Hilfe der de-Morganschen Theoreme durch die inversen Ausgänge gegeben. Eine mehrstufige Logik läßt sich durch Zwischenschalten der Verstärker und Inverter realisieren. Die Steuerung des zeitlichen Ablaufs erfolgt über die Zeitglieder. Ein auf den Eingang dieser Elemente gegebenes Signal erscheint um eine zwischen 0,01 und 10 Sekunden einstellbare Zeit verzögert am Ausgang.

Die Eingabe von Daten erfolgt durch Handschalter, Setzen der Flipflop oder Ansteuerung mit binären Signalen. Zur Auswertung dienen Anzeigelämpchen. Es können aber auch Externgeräte, wie zum Beispiel Analogrechner, sowohl direkt von den Ausgängen der aktiven Elemente (Flipflop, Inverter, Verstärker) als auch über die Relaisverstärker und -Kontakte angesteuert werden.

Bei Verwendung des DEX 100 Z als Digitalzusatz für Analogrechner werden über die Verbindungsstecker an der Rückseite des Gerätes eine Reihe von Steuer- und Signalleitungen auf das Programmierfeld und auf das Koppelfeld, das ein Teil des Programmierfeldes ist, geführt:

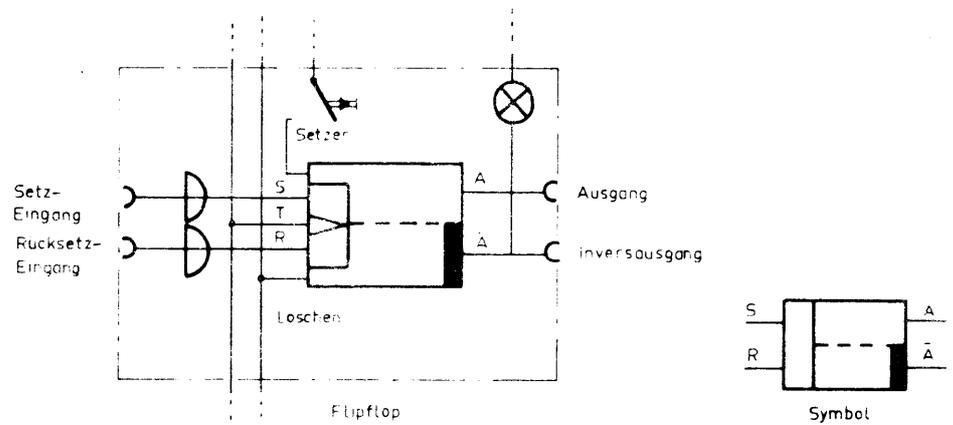
- Ausgänge von Komparatorverstärkern des Analogrechners
- Eingänge von Digital-/Analog-Schaltern des Analogrechners
- Steuerbuchsen zum Normieren der Flipflops
- Eingänge der Ansteuerleitungen für Analogrechner-Betriebszustände
- Eingänge der Steuerleitungen zur Einzelsteuerung der Integrierer
- Parallelschaltleitungen zur Übertragung zusätzlicher Steuerfunktionen (z. B. für den Anschluß von Komparatoren und Schaltern bei Erweiterung des Analogrechners)
- Eingänge zum Takt des Experimentiergerätes

Auf diese Weise ist der wechselseitige Eingriff der digital und der analog programmierten Steuer- bzw. Rechenschaltung möglich.

Ein Digitalzusatz DEX 100 Z kann Anlagen mit bis zu zwei Tischanalogrechnern versorgen. Die Verbindung des Digitalzusatzes mit Tischanalogrechnern geschieht über Parallelschaltkabel ohne äußere Verbindungsleitungen.

1.6. Wirkungsweise

1.6.1. Flipflops



Die Flipflops sind aktive Elemente mit Speichereigenschaften für binäre Zustände. Sie sind als getaktete symmetrische Flipflops mit Kondensatorvorspeicher und Ausgangsverstärker aufgebaut. Auf das Programmierfeld geführt sind Setzeingang "S", Rücksetzeingang "R" und zwei Ausgänge "A" und " \bar{A} ", deren Zustände zueinander komplementär sind, so daß neben dem Ausgangssignal auch das dazu inverse Signal zur Verfügung steht.

Die Flipflops lassen sich ungetaktet einzeln mittels Drucktaste setzen und über die gemeinsame Löschleitung normieren. Den Ausgangszustand zeigt ein Lämpchen an, das leuchtet, wenn am Ausgang die Bedingung "1" herrscht.

Die Funktionstabelle der Flipflops ist in Tab 1 dargestellt. Die Eingangssignale S_n bzw. R_n werden zum Zeitpunkt t_n an die Eingänge S bzw. R der Vorspeicher gelegt. Die Ausgänge A bzw. \bar{A} haben zu diesem Zeitpunkt die Zustände A_n bzw. \bar{A}_n . Nach dem Eintreffen des Taktimpulses gehen diese dann in den Zustand A_{n+1} bzw. \bar{A}_{n+1} über.

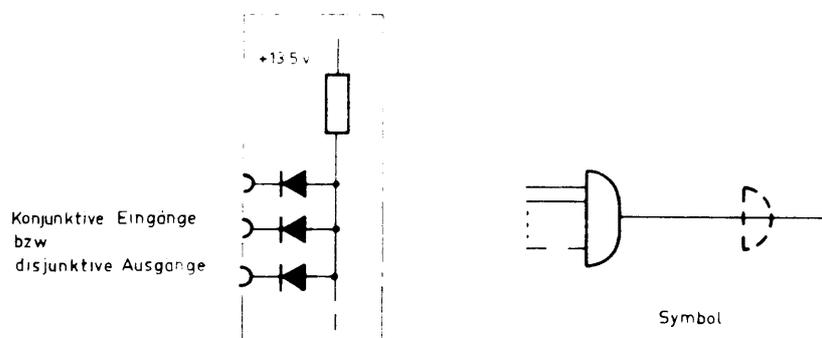
Tabelle 1

Eingangssignal		Ausgangszustand
S_n	R_n	A_{n+1}
0	0	A_n
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{A}_n

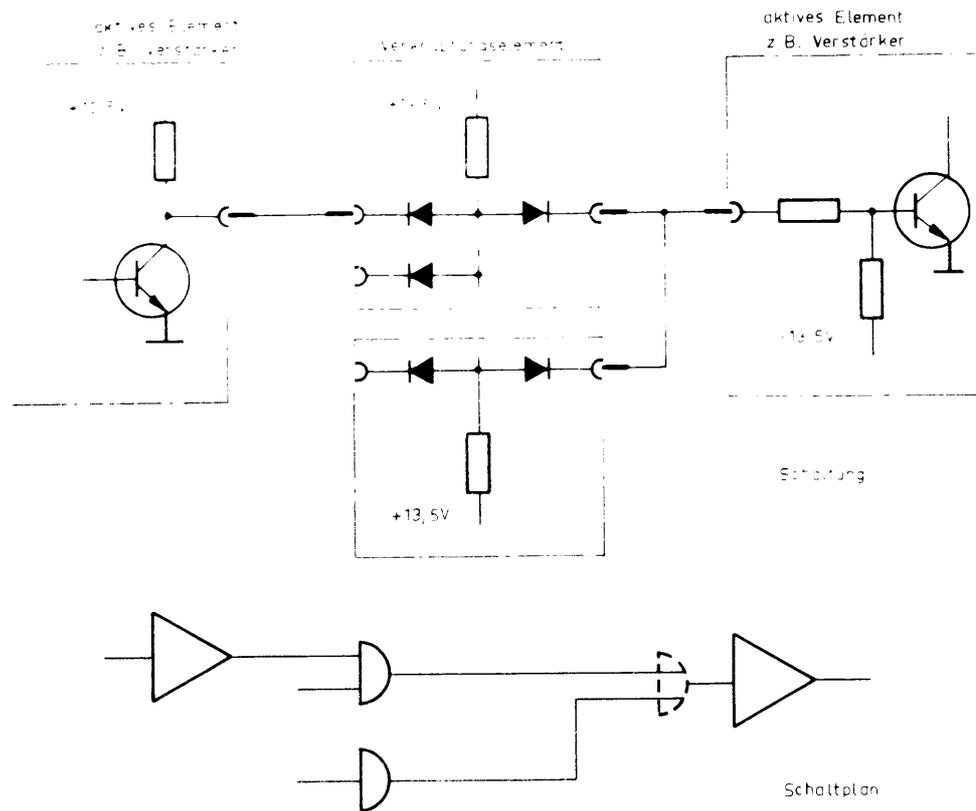
Das aus der letzten Zeile der Tabelle ersichtliche Verhalten kennzeichnet die JK-Charakteristik der Flipflops. Dieses JK-Verhalten ermöglicht es, auf einfache Weise Binär-Unter-setzer und Zähler zu realisieren, obwohl die Flipflops synchron getaktet werden (siehe hierzu auch Programmierung 2.4.). Es genügt, beide Eingänge mit einer "1" zu beschalten, die Aus-gänge wechseln dann mit jedem Takt ihren Zustand.

Einen weiteren Vorteil haben die Flipflops aufgrund der in den Eingängen befindlichen Entkopplungsdioden (vgl. Abs. 2.4.4.5.). Sie ermöglichen den Aufbau von Schieberegistern u.ä. durch einfaches Hintereinanderschalten der Flipflops (vgl. Abs. 2.4.4.7.).

1.6.2. Verknüpfungs- elemente



Bei den Verknüpfungselementen handelt es sich um passive Diodennetzwerke, mit denen sich je nach Programmierung Konjunktionen oder Disjunktionen realisieren lassen. Vom Eingang her gesehen ergeben die Dioden für den verwendeten positiven Signalhub eine Konjunktion (UND-Glied). Die Anoden-seite ist direkt mit dem Konjunktionswiderstand verbunden. Mindestens eine der Dioden muß als Ausgang verwendet werden. Diese läßt sich dann mit Dioden weiterer Elemente direkt zu einer Disjunktion (ODER-Glied) verbinden. Der zugehörige Dis-junktionswiderstand wird durch das Eingangsnetzwerk des folgenden aktiven Elements (Flipflop, Verstärker usw.) ge-bildet.



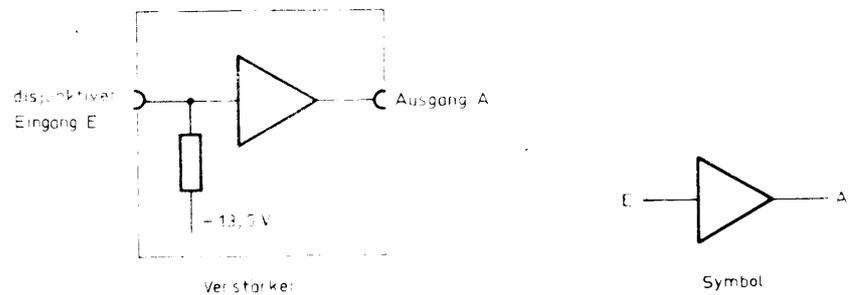
Es läßt sich damit eine zweistufige Logik in der Reihenfolge Konjunktion-Disjunktion aufbauen. Für eine mehrstufige Logik ist die Zwischenschaltung von aktiven ungetakteten Elementen wie Verstärkern und Invertern erforderlich. Eine Umkehrung der Reihenfolge ist nur durch Anwendung der de-Morganschen-Theoreme (siehe Programmierung) möglich.

Die Mehrfachausnutzung einer Diode als Ausgang ist möglich, wenn dem Netzwerk als aktive Elemente Flipflops folgen, da in deren Eingängen Entkopplungsdioden eingeschaltet sind. In allen anderen Fällen ist es jedoch zweckmäßig, mehrere Dioden als Ausgänge zu verwenden.

Nach dem Vorhergesagten stehen also von jedem n-teiligen Verknüpfungselement maximal n-1 Dioden zur Bildung einer Konjunktion zur Verfügung und zur Bildung einer Disjunktion mit m Variablen sind m Verknüpfungselemente erforderlich.

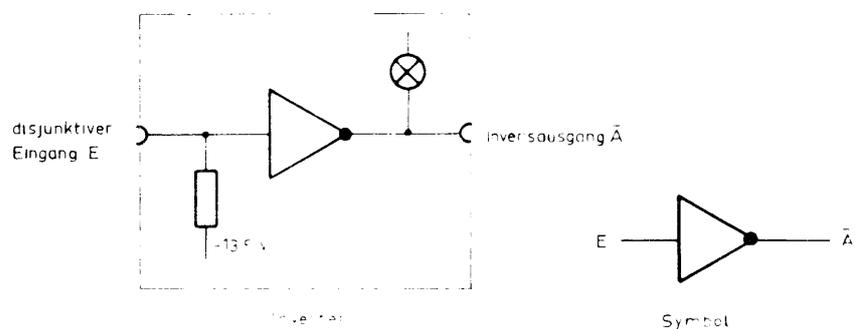
1.6.3. Verstärker

Die Verstärker sind ungetaktete aktive Elemente und liefern am Ausgang das verstärkte Eingangssignal. Sie dienen im Zusammenhang mit den passiven Diodennetzwerken besonders zum Aufbau von mehrstufigen Verknüpfungen (siehe 1.6.2.).



1.6.4. Inverter

Die Inverter sind ungetaktete aktive Elemente und liefern am Ausgang das invertierte und verstärkte Eingangssignal. Sie dienen dem Aufbau von mehrstufigen Verknüpfungen (s. 1.6.2.). Da sie außerdem mit Anzeigelämpchen ausgerüstet sind, die aufleuchten, wenn am Eingang eine "1" steht, eignen sie sich besonders zum Eingeben von Schaltwerken. Die passive Logik kann damit schon vor Taktauslösung auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

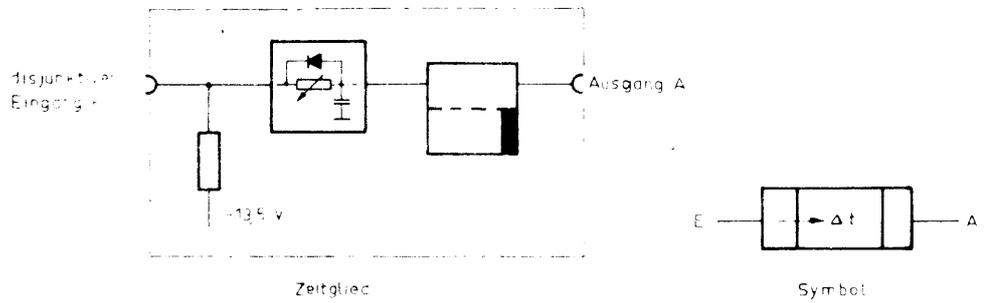


1.6.5. Zeitglieder

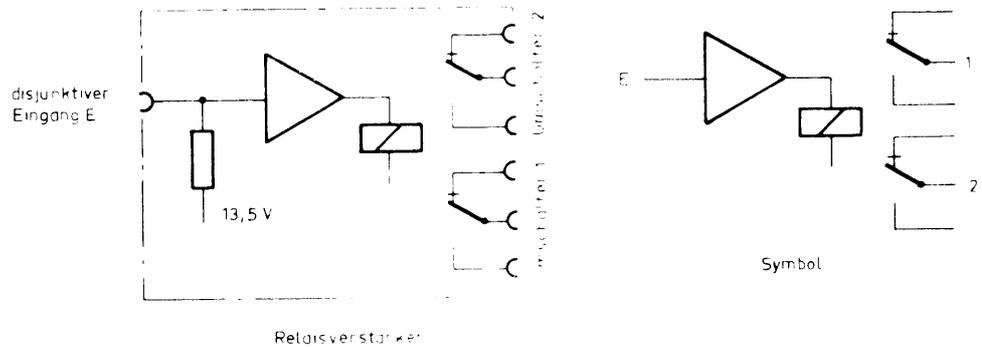
Die Zeitglieder sind ungetaktete aktive Elemente, deren Ausgänge das zeitvergrößerte Eingangssignal liefern. Sie ermöglichen es, in den getakteten Ablauf der Synchronlogik einzugreifen und gewisse Zeitabhängigkeiten hineinzubringen.

Die Zeitglieder bestehen im wesentlichen aus einem RC-Glied mit nachgeschaltetem Impulsformer. Das RC-Glied ist mit einem Richtelement überbrückt, so daß die 0 unverzögert, die 1 jedoch verzögert durchgeschaltet wird. Die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist für Verzögerungszeiten Δt von 10 ms bis 10 s mit einem von der Frontplatte aus bedienbaren Potentiometer einstellbar. Die Erholzeit des Eingangsnetz-

werkes liegt in der Größenordnung der kleinsten Zeitkonstanten, so daß für konstante Verzögerungszeiten die Zeit, für die der Eingang auf 0 gesetzt wird, mindestens ebenso groß sein muß, wie die folgende Verzögerungszeit.



1.6.6. Relaisverstärker

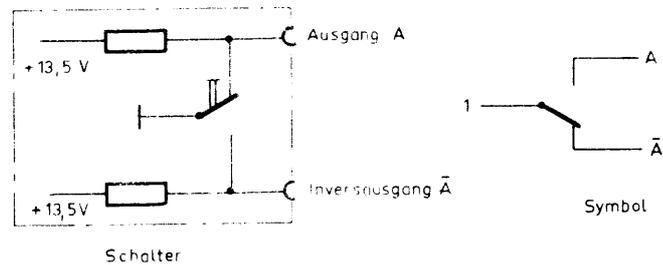


Die Relaisverstärker ermöglichen es, den Ausgang eines Schaltwerkes über Umschaltkontakt extern auszuwerten. So ist es z.B. möglich, über die Kontakte die Integrierer-Relais eines angeschlossenen Analogrechners zu steuern. Um zu vermeiden, daß durch eine Fehlprogrammierung Fremdspannungen auf die Logikelemente kommen, wurden die Kontakte außerhalb des Programmierfeldes auf das Steuerfeld verlegt. (vgl. Abb. AR 135) Die Kontakte sind im vorstehenden Bild gekennzeichnet. Wird der Verstärker-Eingang mit 0 beschaltet, liegt die Kontaktzunge in der mit einem Querstrich gekennzeichneten Lage.

1.6.7. Schalter

Die Schalter sind aktive Elemente und dienen zur manuellen Eingabe von Booleschen Variablen. Sie sind symmetrisch mit zwei zueinander komplementären Ausgängen aufgebaut.

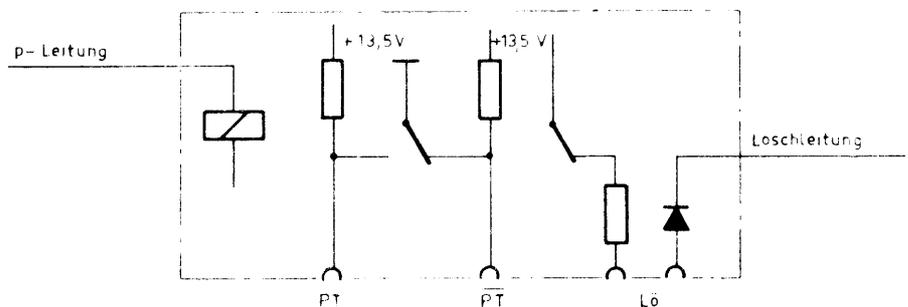
Die Schalter haben zwei Stellungen. In der linken Stellung (beim Blick auf das Gerät) liefert A (linke Buchse) eine 1 und \bar{A} eine 0, in der rechten Lage ist A = 0 und \bar{A} = 1.



1.6.8. Koppelfeld

Das Koppelfeld ist ein besonderer Teil des Programmierfeldes (s. Aufteilung Programmierfeld 2.4.1.). In der Geräteausführung DEX 100 L (mit der Steckeinheit S-KS 1) ist es mit normalen 6-teiligen Verknüpfungselementen ausgerüstet. In der Ausführungsform DEX 100 Z (mit der Steckeinheit S-RS 1) treten jedoch an deren Stelle neben zwei vierteiligen Verknüpfungselementen die Funktionsleitungen der Pausentaste des angeschlossenen Tischanalogrechners RA 741 sowie dessen Komparatorverstärkerausgänge und Komparatorschaltäreingänge (Digital-/Analog-Schalter).

1.6.8.1. Funktionsleitungen der Pausentaste nur bei DEX 100 Z

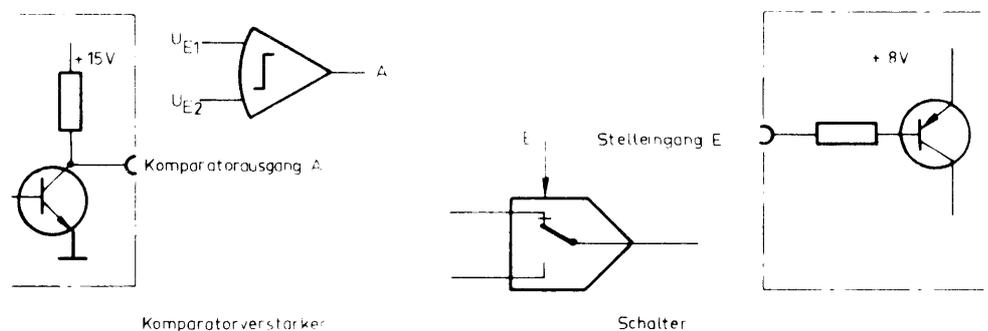


Die p-Leitung wird durch einen Ruhekontakt des Pausenrelais im Tischanalogrechner gesteuert, d.h. wenn die Pausentaste betätigt ist, ist das Relais nicht erregt. Die Kontakte befinden sich in der gezeichneten Stellung, PT liefert eine 1, \bar{PT} eine 0. Sind die Buchsen Lö verbunden, werden die Flipflops gelöscht. In allen anderen Betriebsstellungen des Rechners ist das Relais erregt.

1.6.8.2. Komparator- verstärkerausgänge (nur bei DEX 100 Z)

Der Zustand des Ausgangs eines Komparatorverstärkers gibt eine binäre Aussage über die Größe seiner Eingangsspannungen und damit über den Zustand des Analogrechnerprogramms. Er besitzt somit eine besondere Bedeutung bei der Kopplung von analogen und digitalen Systemen. Die Komparatorverstärkerausgänge werden wie die Ausgänge der übrigen aktiven Elemente behandelt. Allerdings sind die Komparatoren des Analogrechners RA 741 (Typen HKM 111 und HKE 111) nur mit zwei Einheiten belastbar (siehe Technische Daten, Abschn. 1.3.)

Die Ausgänge liefern eine 1, wenn die Summe der Eingangsspannungen größer als 0 ist.



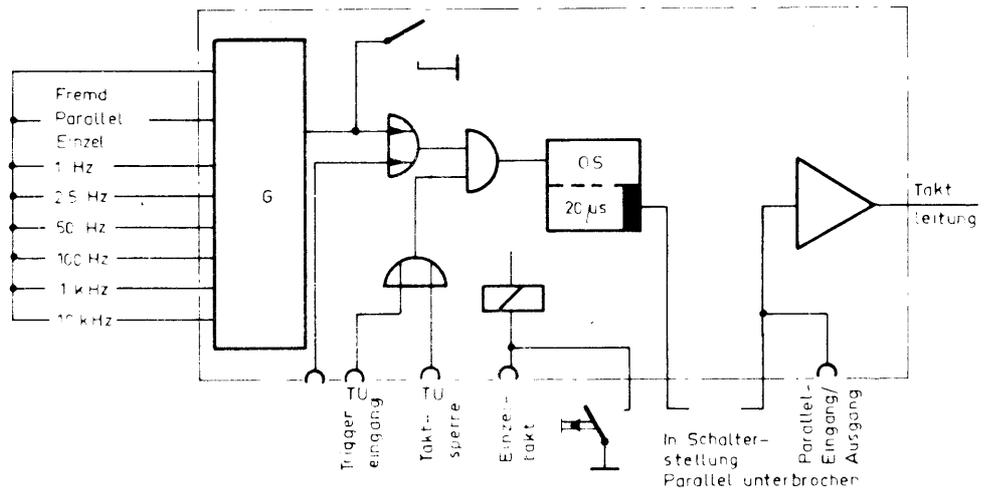
1.6.8.3. Komparator- Schalttereingänge (nur bei DEX 100 Z)

Komparatorschalter oder Digital/Analog-Schalter (D/A-Schalter) ermöglichen es, eine analoge Größe mit Hilfe einer digitalen Stellgröße zu schalten und erlauben es somit, das Analogprogramm zu steuern. Die D/A-Schalter bilden das Gegenstück zu den Komparatorverstärkern.

Die Schalttereingänge der im RA 741 verwendeten Komparatorschalter (Typen HKM 111, HKE 111, AKM 741, AKE 741) sind beim Programmieren des DEX 100 Z wie die Verknüpfungselemente (Konjunktionen) zu behandeln, bilden jedoch nur eine Belastung von 0,1 Einheiten. Ebenso wie bei diesen wirkt auch ein unbeschalteter Eingang wie mit 1 beschaltet. Die Zungen der dazugehörigen Umschalter befinden sich dann in Ruhelage.

1.6.9. Taktgenerator

Der Taktgenerator liefert die für die Flipflops erforderlichen Taktimpulse. Er besteht aus Generator, Impulsformer und Leistungsverstärker.



Der Generator ist ein modifizierter Multivibrator und liefert eine Impulsfolge, deren Frequenz durch einen Drehschalter an der Frontplatte wählbar ist. In den Stellungen "Fremd-, Parallel- und Einzeltakt" wird der Generator angehalten. Bei 50 Hz ist der Takt netzsynchronisiert.

Der nachfolgende Impulsformer besteht aus Ansteuerteil und einem Monoflop OS. Über den Ansteuerteil kann das Monoflop durch Eigentakt, Einzeltakt und Fremdtriggerung angestoßen werden. Dieses liefert dann einen negativen Impuls von $20 \mu\text{s}$ Dauer, dessen positive Flanke, nach Verstärkung im Leistungsverstärker, zur Taktung der Flipflops herangezogen wird. Der Parallelausgang ermöglicht es, mehrere parallelgeschaltete Leistungsverstärker synchron von einem Taktgenerator anzusteuern.

Im Ansteuerteil des Impulsformers ist noch eine Taktsperrschalter vorgesehen, die es ermöglicht, die Durchschaltung der Takt- und Triggerimpulse zum Monoflop per Programm zu unterbinden.

1.6.10. Stromversorgung

Von der Stromversorgungseinheit werden alle für den Betrieb des Gerätes erforderlichen Gleichspannungen geliefert. Drei Brückengleichrichter mit anschließenden Glättungsgliedern erzeugen die Gleichspannungen von +10,5 V, +13,5 V und -13,5 V.

Zur Anzeige des Einschaltzustandes und zur Kontrolle der Netzsicherung dienen zwei Lämpchen an der Frontplatte des Gerätes.

2. BETRIEB

2.1. Inbetriebnahme

2.1.1. Netzanschluß

Das Gerät wird mit einer normalen Netzschmur (Flexo-Schuko-Leitung) an das Wechselstromnetz angeschlossen. Dabei ist auf richtige Netzspannung und -frequenz zu achten ($220\text{ V} \pm 10\%$, $50\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$). Das Gerät ist auch bei abweichenden Netzfrequenzen noch betriebsfähig (45 Hz bis 65 Hz), jedoch treten Mitzieherscheinungen des Taktgenerators bei 50 und 100 Hz auf.

2.1.2. Einschalten

Das Gerät ist mit dem Netzschalter, der sich in der rechten oberen Ecke der Frontplatte befindet, einzuschalten. Danach muß die daneben befindliche "Netz"-Kontrolllampe aufleuchten. Leuchtet auch die Sicherungskontrollleuchte auf, so ist die dahinter befindliche Netzsicherung unterbrochen und auszuwechseln.

2.2. Anschluß von Externgeräten

Für den Anschluß von Externgeräten sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich, außer, daß für einen gemeinsamen Bezugspunkt durch Verbinden der Massepunkte gesorgt wird. Ausnahmen davon bilden nur die Parallelschaltung von Digital-Experimentiergeräten und der Anschluß von Tischanalogrechnern des Typs RA 741.

2.2.1. Parallelschaltung mehrerer DEX 100

Beim Parallelbetrieb von Digital-Experimentiergeräten sind neben der Masse auch noch die Leistungsverstärker der Taktgeneratoren parallel zu schalten, um eine synchrone Taktung der Flipflops zu gewährleisten. Zu diesem Zweck brauchen nur die Buchsen "Parallel-Betrieb" der Geräte miteinander verbunden zu werden und die Taktwahlschalter der parallel laufenden Geräte auf "Parallel" geschaltet zu werden (siehe 2.3.3.3.). Der Taktgenerator des nicht auf "Parallel" geschalteten Gerätes übernimmt dann die Steuerung. Es können maximal 7 DEX 100 von einem Taktgenerator angesteuert werden.

2.2.2. Anschluß von Tisch-analogrechnern RA 741

An der Rückseite des DEX 100 Z befinden sich zwei 30polige Buchsenleisten, an die über je ein Verbindungskabel (Typ RA 741/DEX 100) zwei RA 741 angeschlossen werden können. Über diese Kabel werden neben Bezugspunkt und Relaisspannung auch sämtliche erforderlichen Funktionsleitungen zum Koppelfeld und Steuerfeld (siehe diese unter 2.4.1. und 2.4.2.) geführt.

Zu beachten ist, daß das DEX 100 Z bei Anschluß eines RA 741 über die Buchsenleisten auch als Digitalzusatz ausgerüstet ist. In diesem Falle ist die S-Einheit S-RS 1 anstelle der S-KS 1 vorgesehen. Eine Beschädigung der Elemente entsteht bei falscher Bestückung nicht, aber die Funktion des Koppelfeldes ist beeinträchtigt.

2.3. Bedienung

Die Bedienung des Gerätes ist in wesentlichen einteil von der Programmierung, außerordentlich einfach. Sie beschränkt sich neben der Wahl des Taktes auf das Normieren und Setzen der Flipflops sowie auf die Einstellung der Zeitglieder.

Die erforderlichen Einstellungen werden - ebenso wie das Programmieren - zweckmäßigerweise vor Auslösung des Taktes, d.h. in der Stellung "Einzeltakt" (siehe 2.3.3.), vorgenommen. Erst danach wird mit der Wahl der gewünschten Taktfrequenz der Takt ausgelöst.

2.3.1. Normieren, Löschen

Durch Drücken der Taste "Löschen" lassen sich, vor Auslösung des Taktes, sämtliche Flipflops gemeinsam auf $A = 0$ normieren. Die Anzeigelampen der FF müssen dann alle gelöscht sein.

Bei angeschlossenem RA 741 kann die Normierung auch durch Betätigen dessen Pausentaste vorgenommen werden, wenn die Buchsen "Lö" überbrückt sind (siehe 2.4.1., Koppelfeld).

2.3.2. Setzen der Flipflops

Mit Hilfe der Setztasten können die Flipflops einzeln auf $A = 1$ gesetzt werden. Die Setztasten befinden sich oberhalb des Programmierfeldes mit senkrechter Zuordnung zu den

entsprechenden Ein- und Ausgangsbuchsen der Flipflops. Die entsprechenden Anzeigelampen müssen dann aufleuchten.

2.3.3. Takten

Der Drehschalter in der rechten oberen Ecke der Frontplatte ermöglicht es, zwischen bestimmten Auslöseformen des für die Flipflops erforderlichen Taktes zu wählen.

2.3.3.1. Auslösung durch eine Impulsfolge

In den Stellungen 1 Hz, 2,5 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz wird der Takt durch eine Impulsfolge gleicher Frequenz ausgelöst.

2.3.3.2. Einzeltakt

In der Stellung "Einzel" kann der Takt einzeln durch Drücken der Taste "Einzel" (rechts unten) ausgelöst werden. Das Gleiche ist auch durch Kontaktschluß zwischen der danebenliegenden Buchse "Einzel" und Masse möglich. Außerdem kann durch Drücken der Taste "Dauer" eine Impulsfolge mit der Frequenz von 2,5 Hz ausgelöst werden.

2.3.3.3. Paralleltakt

In der Stellung "Parallel" wird der Takt von einem parallelgeschalteten DEN 100 geliefert. Zu diesem Zweck müssen außerdem die Buchsen "Parallelbetrieb" der Geräte miteinander verbunden werden (siehe 2.2.1.).

2.3.3.4. Fremdtakt

In der Stellung "Fremd" kann der Takt durch Fremd-Triggerimpulse, die über die Buchse "Triggereingang" eingegeben werden, ausgelöst werden. Hierzu sind die Technischen Daten "Taktgenerator, Triggereingang"(Abschn. 1.3.) zu beachten.

2.3.4. Einstellen der Zeitglieder

Die Verzögerungszeit Δt der Zeitglieder kann mit Hilfe der Potentiometer, die sich am oberen Rand der Frontplatte befinden, im Bereich von 10 ms bis 100 s eingestellt werden. Die Einstellung ist ungefähr logarithmisch.

2.4. Programmierung

Unter Programmierung versteht man in diesem Zusammenhang das Verbinden der auf ein Buchsenfeld geführten Ein- und Ausgänge spezifisch definierter Digitalelemente mittels Steck-schnüren zu einem gewünschten Schaltwerk. Das Schaltwerk wird in den meisten Fällen als Funktionsübersicht oder in algebraischer Schreibweise (Boolsche Gleichungen) festgelegt sein.

Das DEX 100 besitzt zwei Buchsenfelder. Einmal das Programmierfeld - oder im Gegensatz zum Programmierfeld eines Analogrechners auch "Digital-Programmierfeld" genannt - auf das die Ein- und Ausgänge der "logischen Elemente" geführt sind. Diese Elemente sind so ausgelegt, daß praktisch auch eine Fehlprogrammierung, solange sie nicht über das Programmierfeld hinausgeht, nicht zu einer Zerstörung der Elemente führen kann.

Das zweite Buchsenfeld, das sogenannte Steuerfeld, führt dagegen insbesondere bei Kopplung mit einem Tischanalogrechner Relaisspannungen, die in einem ganz anderen Bereich als die binären Informationssignale liegen. Eine Verbindung zwischen Programmierfeld und Steuerfeld ist deshalb nach Möglichkeit zu vermeiden.

2.4.1. Aufteilung des Programmierfeldes (vgl. Abb. AR 135)

Das Programmierfeld enthält 450 Buchsen, die entsprechend ihrer Funktion durch Beschriftung und Farbe gekennzeichnet sind. Zur leichteren Auffindung sind die Buchsen gleicher Funktionsgruppen zusammengefaßt und gegen die übrigen durch Striche abgegrenzt.

In der folgenden Liste der Buchsenbelegung sind die Buchsen zur Orientierung mit Adressen versehen. Die Zuordnung der Adressen ergibt sich aus den Koordinaten des Übersichtsplanes (Seite 39). Die Zeilen und Spalten des Programmierfeldes wurden zu diesem Zweck mit Buchstaben bzw. Zahlen versehen. Die Numerierung korrespondiert mit derjenigen des Stromlaufplanes 3.1.

Das DEX 100 wird in zwei Ausführungsformen geliefert, die sich nur in der Belegung des Koppelfeldes unterscheiden (Pos. - 9 -). In der Ausführung DEX 100 E ist das Koppel-

feld mit vier Verknüpfungselementen belegt.

In der Ausführung DEX 100 Z sind zusätzlich zu zwei Verknüpfungselementen die Komparatorverstärkerausgänge und Komparatorschaltereingänge sowie die Funktionsleitungen der Pausentaste von zwei anzuschließenden RA 741 auf das Koppelfeld geführt.

Die Beschriftung sowohl des festen als auch des auswechselbaren Programmierfeldes ist einheitlich und trägt der Anwendung des Gerätes als Digitalzusatz (DEX 100 Z) Rechnung. Die Buchsenfarben dagegen dienen in erster Linie beim Gebrauch als Experimentiergerät zur Orientierung. Sie sind daher beim festen wie beim auswechselbaren Programmierfeld DPF 110 entsprechend der Ausführungsform des Digital-Experimentiergerätes (DEX 100 E) ausgelegt. Auf Wunsch ist aber auch das auswechselbare Programmierfeld DPF 111 lieferbar, bei dem außer der Beschriftung auch die Farbgebung der Ausführungsform als Digitalzusatz entspricht.

Buchsenbelegung des Programmierfeldes

Nr.	Bezeichnung	Kennzeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
1	Flipflops (FF) 1-24 Ausgang A Inversausgang \bar{A} Setzeingang S Rücksetzeingang R	Flipflop	hellorange dunkelorange hellgrün dunkelgrün	a-d, 1-24 a, 1-24 b, 1-24 c, 1-24 d, 1-24	Ein- und Ausgänge sowie die darüberliegenden Anzeigelämpchen und Setztasten eines FF sind einander senkrecht zugeordnet. Bei gesetztem FF liegt an A eine 1, die Anzeigelampe leuchtet Bei rückgesetztem (gelöschtem) FF ist \bar{A} 1 FF wird bei anliegendem Takt gesetzt, wenn S = 1 FF wird bei anliegendem Takt rückgesetzt, wenn R = 1
2	Inverter 25-30 Ausgang \bar{A} Eingang E	Inverter	dunkelorange hellgrün	a-b, 25-30 a, 25-30 b, 25-30	Ein- und Ausgang sowie die darüberliegende Anzeigelampe eines Inverters sind einander senkrecht zugeordnet. Anzeigelampe leuchtet bei E 1 bzw. \bar{A} 0
3	Verstärker 25-30 Ausgang A Eingang E	Verstärker	hellorange hellgrün	c-d, 25-30 c, 25-30 d, 25-30	Ausgang und Eingang liegen jeweils übereinander
4	Zeitglieder 1-4 Eingang E Ausgang A	Z, 1-4	hellgrün hellorange	p-s, 1-2 p-s, 1 p-s, 2	Jeweiliger Ein- und Ausgang sind nebeneinander angeordnet. Zugehörige Potentiometer, bezeichnet mit "Zeitglieder 1-4" liegen an der oberen Frontplattenkante. Eine 1 am Eingang der Zeitglieder erscheint verzögert, eine 0 unverzögert am Ausgang.
5	Relaisverstärker 1-4 Eingang E	R, 1-4	dunkelgrün	p-s, 28	Zugehörige Relaiskontakte liegen auf dem Steuerfeld
6	Verknüpfungselemente Dreier- elemente B 3-8 B 23-28 Vierer- elemente A 3-8 C 3-8 C 14, 15 ¹⁾ A 23-28 C 23-28 Fünfer- elemente A 9-11 A 14-17 A 20-22 Sechser- elemente C 9-11	B B A C C A C A A A C	hellorange hellorange gelb hellgrün	k-n, 3-8 k-n, 23-28 e-h, 3-8 p-s, 3-8 p-s, 14-15 e-h, 23-28 p-s, 23-28 e-k, 9-11 e-k, 14-17 e-k, 20-22 m-s, 9-11	Die Dioden eines Verknüpfungselementes sind einander senkrecht zugeordnet, durch die gleiche Farbe gekennzeichnet und gegen die übrigen Elemente durch Striche abgegrenzt. Liegt an allen "Eingangs"-Dioden eines Elementes eine 1, so liegt auch an allen "Ausgangs"-Dioden eine 1. Unbeschaltete Dioden wirken wie mit 1 beschaltet. 1) Nur bei Verwendung als Digitalzusatz mit Steckereinheit S-RS 1

Nr.	Bezeichnung	Kennzeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
	Sechser- elemente C 14-17 ²⁾ C 20-22	C C	blau	m-s, 14-17 m-s, 20-22	2) Nur bei Verwendung als Experimentiergerät mit Steckeinheit S-KS 1
	Siebener- elemente A 1-2	A	violett	e-n, 1-2	
	Elfer- elemente A 12-13 A 18-19	A A	weiss	e-s, 12-13 e-s, 18-19	
7	Schalter 1-10 Ausgang A Inversauegang \bar{A}	S, 1-10	schwarz	e-r, 29-30 e-r, 29 e-r, 30	Die beiden Ausgänge A und \bar{A} sowie der dazugehöri- ge Schalter sind einander waagrecht zugeordnet. Ist der Schalter nach links gelegt, liegt an A 1 und an \bar{A} 0 und umgekehrt.
8	Taktunterbrechung	TU	rot	s, 29-30	Liegt an einem der Eingänge eine 1, wird kein Takt durchgeschaltet (Intern wie auch Fremdtriggrerung)
9	Koppelfeld			m-s, 14-17	Das Koppelfeld ist nur bei Verwendung als Digitalzu- satz mit Steckeinheit S-RS 1 mit untenstehender Be- legung versehen und kann im Gegensatz zum Steuer- feld mit logischen Signalen beschaltet werden.
					Die Felder I und II sind - über die an der Rückseite liegenden Buchsen anzuschliessenden - Rechnern RA 741 I (links) und II (rechts) zugeordnet.
				m, 14	Bei gedrückter Pausentaste an jedem der angeschlos- senen RA 741 ist $\overline{PT} = 0$
				n, 14	Bei gedrückter Pausentaste an jedem der angeschlos- senen RA 741 ist $\overline{PT} = 1$
	Löschleitung	Lö	weiss	m-n, 15	Die Flipflops werden gelöscht, wenn Lö überbrückt ist und die Pausentaste an jedem der angeschlossenen RA 741 gedrückt ist.
	Komparatorver- stärkerausgänge 1-2			m-n, 16-17	Die Komparatorausgänge liefern dann eine 1, wenn die Summe der zugehörigen Eingangsspannungen > 0 ist.
		I - II, 1	dunkelorange	m, 16-17	Ausgänge der Komparatoren K 1
		I - II, 2	dunkelorange	n, 16-17	Ausgänge der Komparatoren K 2

Nr.	Bezeichnung	Kennzeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
	Komparator-Schaltereingänge 1-4		dunkelgrün	p-s, 16-17	Steuer-Eingänge zu den auf dem Analogrechner-programmierfeld zugänglichen Schalterkontakten. Wird eine 1 aufgeschaltet, liegen die Kontakte in der gekennzeichneten, rechten Ruhelage.
		I - II, 1 I - II, 2		p, 16-17 q, 16-17	Steuer-Eingänge zu den Schaltern K 1 Zugehörige Kontakte liegen auf Parallelschalthebungen 4, 5, 6. Anordnung wie K1. Hierzu "Buchsenbelegung des Steuerfeldes" Pos. 4. beachten.
		I - II, 3 I - II, 4		r, 16-17 s, 16-17	Steuer-Eingänge zu den Schaltern K 2 Zugehörige Kontakte liegen auf Parallelschalthebungen 1, 2, 3. Anordnung wie K2. Hierzu "Buchsenbelegung des Steuerfeldes" Pos. 4 beachten.

2.4.2. Aufteilung des Steuerfeldes

Das Steuerfeld dient nur der Kopplung des DEX 100 Z mit Tischanalogrechnern RA 741. Auf dem Steuerfeld sind alle die Leitungen zusammengefaßt, die gegenüber den auf das Koppelfeld geführten Leitungen Relaisspannung (-25 V) führen und deshalb nicht mit den digitalen Schaltgliedern verknüpft werden dürfen.

Das Steuerfeld ist in der gleichen Art wie das Programmierfeld gekennzeichnet und adressiert. Zu beachten ist noch die Aufteilung in zwei senkrechte gleiche Gruppen. Diese sind an an der Rückseite befindlichen 30-poligen Buchsenleisten und somit dem dort anzuschließenden linken Rechner I und dem rechten Rechner II zugeordnet.

Buchsenbelegung des Steuerfeldes

Nr.	Bezeichnung	Kennzeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
1	Integrierer-Steuerung		weiß	a-d, 31-34	Die Integrierersteuerung liegt zu den gleichen Buchsen am Programmierfeld des Analogrechners direkt parallel. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Buchsen nur dann wirksam sein können, wenn die zugehörigen Steuerleitungen im Analogrechner nicht auf Masse liegen.
	R-Relais	R 01, 02 R 05, 06 R 10, 11			Steuerleitungen der R-Relais der Integriererpaare 01/02, 05/06, 10/11. Diese Relais schalten bei Belegung mit Masse und setzen Integrierer von Anfangswertübernahme auf Speichern.
	H-Relais	H 01, 02 H 05, 06 H 10, 11			Steuerleitungen der H-Relais der Integriererpaare 01/02, 05/06, 10/11. Diese Relais schalten bei Belegung mit Masse und setzen Integrierer von Speichern auf Integrieren.
	r-Leitung	r			r-Steuerleitung des Rechners, liegt bei Rechnen und Halt an Masse
	h-Leitung	h			h-Steuerleitung des Rechners, liegt bei Rechnen an Masse
					Über die beiden letztgenannten Leitungen können auch die Integrierer 14/15 bzw. der gesamte Rechner gesteuert werden, indem die Leitungen entsprechend auf Masse gelegt werden.
2	Relaiskontakte		braun		Relaiskontakte liegen in gekennzeichneten Ruhelage, wenn der zugehörige Relaisverstärker mit 0 beschaltet ist.
		R 11, 12 R 21, 22 R 31, 32 R 41, 42	braun braun braun braun	e-g, 31-32 e-g, 33-34 r-t, 31-32 r-t, 33-34	Kontaktpaar zu Relaisverstärker 1 Kontaktpaar zu Relaisverstärker 2 Kontaktpaar zu Relaisverstärker 3 Kontaktpaar zu Relaisverstärker 4
3	Querverbindungsleitungen	1', 3', 4', 6'	weiss	h-k, 31-34	frei verfügbare Querverbindungsleitungen zu den Buchsen 1', 3', 4', 6' am Analogprogrammierfeld
4	Komparatorbrücken Querverbindungsbuchse 2 Schalterzunge	2	weiss braun	m-n, 31-34 m, 31 u. 33 n, 31 u. 33	Durch Überbrückung von zwei übereinanderliegenden Buchsen werden jeweils die Zungen der Komparatorschalter 2 und 4 mit den Parallelschaltbuchsen 2 und 5 am Analogprogrammierfeld verbunden und so erst voll funktionsfähig.
	Querverbindungsbuchse 5	5	weiss	m, 32 u. 34	Anderenfalls stehen die Parallelschaltbuchsen 1 bis 6 zur freien Verfügung (siehe Buchsenbelegung des Programmierfeldes Nr. 9, Schaltereinstellung 2.4)
	Schalterzunge		braun	n, 32 u. 34	

Nr.	Bezeichnung	Kennzeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
5	Steuerbuchsen		violett	p-q, 31-34	Die Steuerbuchsen liegen gleichbezeichneten Buchsen am Analogrechner-Programmierfeld parallel. Voraussetzung für eine eindeutige Steuerung über die Buchsen ist, daß keine der Bedientasten des Analogrechners gedrückt ist. Rechner geht bei Belegung mit Masse immer in "Pause".
	P-Leitung	P			
	R-Leitung	R			Rechner geht bei kurzzeitiger Belegung mit Masse in Betriebsart "ExRechnen", wenn nicht P und H belegt sind.
	H-Leitung	H			Rechner geht von "Rechnen" auf "Halt"
	It-Buchse	It			It liegt vom Beginn des Zustandes Halt bis zum Ende der Repetierpause (Einstellung der Pausenzeit) an Massepotential. Da der Kontakt sonst potentialfrei ist, können direkt Konjunktionen (Verknüpfungselemente) geschaltet werden.

2.4.3. Ein- und Ausgabe von Daten

Bei der Ein- und Ausgabe von Daten sind drei Möglichkeiten zu unterscheiden:

2.4.3.1. Manuelle Eingabe, visuelle Ausgabe

Die Daten werden direkt durch Schen der Flipflops bzw. über die Schalter eingegeben. Die Ausgabe erfolgt durch Auswertung der Flipflop- und Inverter-Anzeigen.

2.4.3.2. Ein- und Ausgabe von binären Informationssignalen

Stellen zur Dateneingabe binäre Informationssignale mit elektrischen Werten wie in 1.3.1. beschrieben) zur Verfügung, so werden mit diesen zweckmäßigerweise Konjunktionen (Verknüpfungselemente) angesteuert. Wird dann die "1" hochohmig ($> 1 \text{ k}\Omega$) und die "0" niederohmig ($< 50 \text{ }\Omega$) angeboten, kann selbst eine Fehlprogrammierung nicht zur Zerstörung der Elemente führen. Zur Ausgabe stehen die aktiven Elemente wie Flipflop, Verstärker und Inverter zur Verfügung, da diese gegen positive Spannungen zwischen 10 und 20 Volt hoch belastbar sind (ca. 100 mA).

2.4.3.3. Ein- und Ausgabe über Relais

Können die Daten nicht im Spannungsbereich der binären Ziffern (vgl. Abs. 1.3.1.) angeboten bzw. ausgewertet werden, so kann in vielen Fällen die Ein- und Ausgabe über Relais erfolgen.

Die Ansteuerung der Konjunktionen ist besonders einfach: ein offener Kontakt entspricht einer "1", Kontaktschluß gegen Masse einer "0".

Für die Ausgaben stehen die vier Relaisverstärker mit je zwei Umschaltkontakten zur Verfügung. Die Kontakte sind potentialfrei, so daß im Bereich der unter 1.3.6. genannten Werte beliebige Spannungen geschaltet werden können.

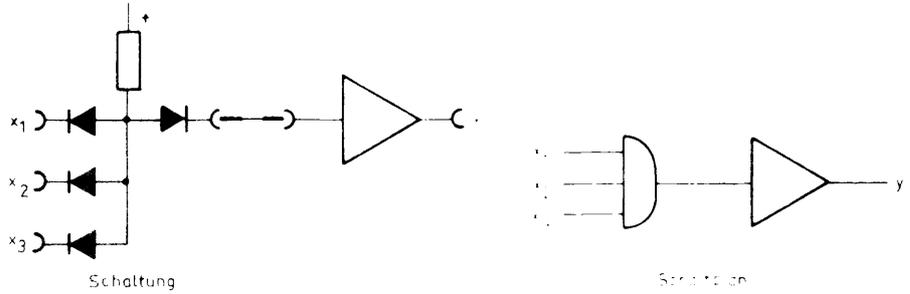
2.4.4. Spezielle Programmierungshinweise

Bei der Programmierung des DEX 100 sind einige Besonderheiten zu beachten, die sich aus der Art der verwendeten Schaltweise, insbesondere der passiven Verknüpfungselemente, ergeben und anhand folgender Beispiele erläutert werden sollen.

2.4.4.1. Konjunktion
(UND-Schaltung)

Die Dioden der Verknüpfungselemente sind, vom Eingang her gesehen, konjunktiv verknüpft. Die Konjunktion ist daher sehr einfach zu realisieren.

$$\text{Funktion: } y = x_1 \wedge x_2 \wedge x_3$$

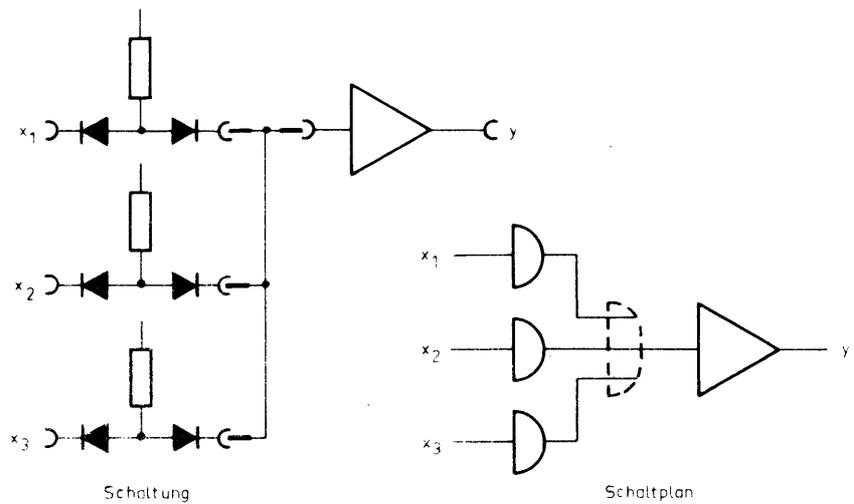


Zu beachten ist, daß eine der Dioden als Ausgang verwendet werden muß. Es können also nur die Dioden eines Elements maximal $(n - 1)$ Variablen miteinander konjunktiv verknüpft werden. Das symbolisierte Gate-Element kann z.B. aus einem Flipflop, Verstärker oder anderen bestehen.

2.4.4.2. Disjunktion
(ODER-Schaltung)

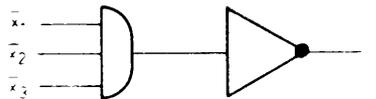
Die als Ausgang der Verknüpfungselemente verwendeten Dioden sind disjunktiv verknüpfbar, indem sie direkt miteinander verbunden werden. Der erforderliche Disjunktionswiderstand befindet sich im nachfolgenden aktiven Element:

$$\text{Funktion: } y = x_1 \vee x_2 \vee x_3$$



Für die Bildung einer Disjunktion mit m Variablen werden also m Verknüpfungselemente benötigt. Wenn keine konjunk-tiven Verknüpfungen vorausgehen, kann dies sehr aufwendig werden. Es ist dann oft zweckmäßiger, nach dem de-Morganschen-Theoreme umzuformen, da meistens - z.B. bei Flipflops und Schaltern - neben der Variablen auch deren Komplement zur Ver-fügung steht.

$$\text{Funktion: } y = x_1 \vee x_2 \vee x_3 = \overline{\overline{x_1} \wedge \overline{x_2} \wedge \overline{x_3}}$$

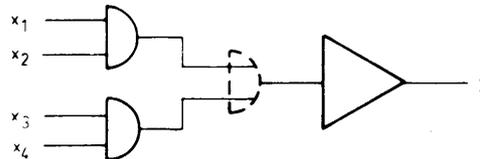


Der zusätzliche Aufwand beschränkt sich gegenüber der Kon-junktion nur auf den zusätzlichen Inverter.

2.4.4.3. Konjunktion/Disjunktion

Verknüpfungen in der Reihenfolge Konjunktion/Disjunktion sind - bedingt durch die Art der verwendeten Verknüpfungs-elemente - äußerst rationell zu verwirklichen.

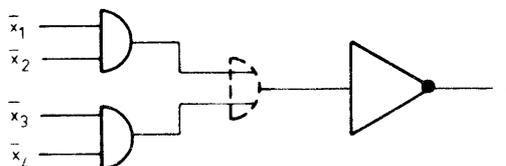
$$\text{Funktion: } y = (x_1 \wedge x_2) \vee (x_3 \wedge x_4)$$



2.4.4.4. Disjunktion/Konjunktion

Verknüpfungen in der Reihenfolge Disjunktion/Konjunktion werden zweckmäßigerweise durch die Anwendung der de-Morgan-schen-Theoreme realisiert, da sonst ein verhältnismäßig hoher Aufwand erforderlich ist (Zwischenschaltung von Ver-stärkern).

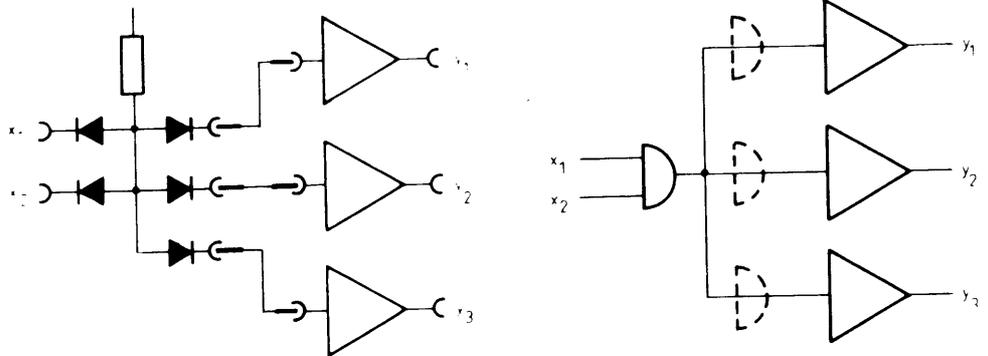
$$\begin{aligned} \text{Funktion: } y &= (x_1 \vee x_2) \wedge (x_3 \vee x_4) \\ &= \overline{(\overline{x_1} \wedge \overline{x_2}) \vee (\overline{x_3} \wedge \overline{x_4})} \\ &= \overline{\overline{x_1} \wedge \overline{x_2}} \vee \overline{\overline{x_3} \wedge \overline{x_4}} \end{aligned}$$



2.4.4.5. Vereinzeln

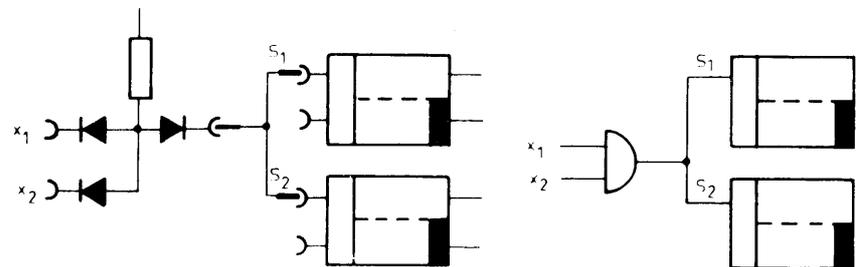
Wird die Ausgangsgröße einer Konjunktion als Eingangsgröße mehrerer aktiven Elemente benötigt, so können mehrere Dioden als Ausgänge verwendet werden.

$$\text{Funktion: } y_1 = y_2 = y_3 = x_1 \wedge x_2$$



Handelt es sich bei den folgenden aktiven Elementen um Flipflops, so kann auf die Verwendung mehrerer Ausgangsdioden verzichtet werden, da die Eingänge der FF bereits mit Entkopplungsdioden versehen sind.

$$\text{Funktion: } S_1 = S_2 = x_1 \wedge x_2$$



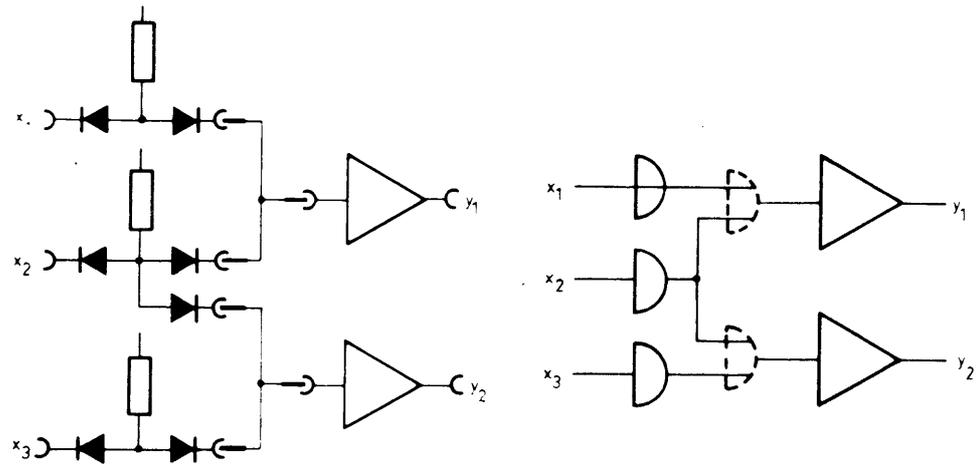
Zu beachten ist die maximale Ausgangsbelastung der Verknüpfungselemente. (vgl. 1.3.7.)

2.4.4.6. Mehrfachausnutzung eines disjunktiven Terms

Kommt ein Term in den Variablen mehrerer Disjunktionen vor, so sind verschiedene Dioden als Ausgänge zu benutzen.

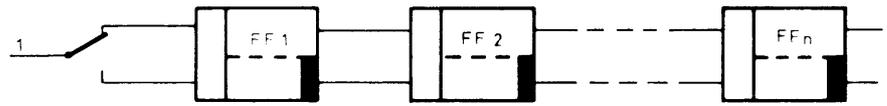
Funktion: $y_1 = x_1 \vee x_2$

$y_2 = x_2 \vee x_3$



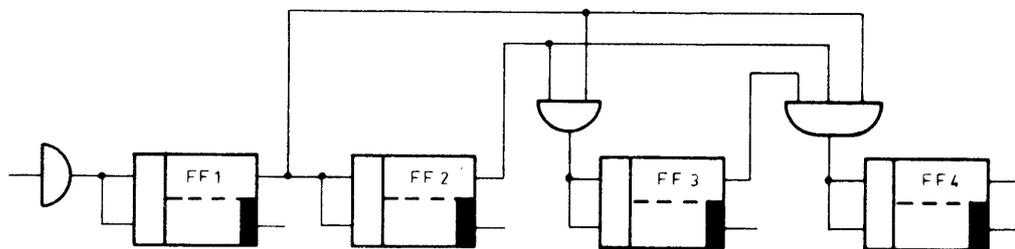
2.4.4.7. Schieberegister

Die Eingänge und Vorspeicher der Flipflops sind so ausgelegt, daß sich, obwohl nur ein Takt zur Verfügung steht, Schieberegister durch einfaches Hintereinanderschalten bilden lassen.



2.4.4.8. Zähler

Die verwendeten Flipflops haben eine sogenannte JK-Charakteristik (s. 1.6.1.). Dieses besagt, daß, wenn am Setz- und am Rücksetzeingang eine 1 gelegt wird, die Zustände der Ausgänge mit jedem Takt wechseln. Aufgrund dieses Verhaltens lassen sich sehr einfach Binär-Untersetzer und Zähler realisieren, obwohl nur ein gemeinsamer Takt zur Verfügung steht.



Obige Schaltung stellt einen 4-Bit-Dualzähler dar, der von 0 bis 15 zählen kann. Durch entsprechende Verknüpfungen lassen sich natürlich auch beliebig verschlüsselte Zähler bilden, wie z.B. dekadische Zähler.