



DATENVERARBEITUNG

- 6 -

Digitalzusatz DEX 102

Beschreibung und Bedienungsanleitung

I N H A L T

	Seite
1. TECHNISCHE ÜBERSICHT	1
1. 1. Verwendungszweck	1
1. 2. Lieferumfang und Bestellbezeichnungen	2
1. 3. Technische Daten	4
1. 3. 1. Allgemeine Daten	4
1. 3. 2. Flipflop	4
1. 3. 3. Inverter	4
1. 3. 4. Verstärker	4
1. 3. 5. Zeitglied	4
1. 3. 6. Relaisverstärker	4
1. 3. 7. Verknüpfungselemente	5
1. 3. 8. Schalter	5
1. 3. 9. Taktgenerator	5
1. 3. 10. Stromversorgung	5
1. 3. 11. Abmessungen	6
1. 3. 12. Umgebungsbedingungen	6
1. 4. Aufbau	6
1. 5. Funktion	7
1. 6. Wirkungsweise	11
1. 6. 1. Flipflops	11
1. 6. 2. Verknüpfungselemente	12
1. 6. 3. Verstärker	13
1. 6. 4. Inverter	13
1. 6. 5. Zeitglieder	14
1. 6. 6. Relaisverstärker	14
1. 6. 7. Schalter	15
1. 6. 8. Koppelfeld	15
1. 6. 8. 1. Funktionsleitungen der Pausentaste	16
1. 6. 8. 2. Komparatorverstärkerausgänge	16
1. 6. 8. 3. Komparatorschaltereingänge	17
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

	Seite	
2. 2.	Anschluß von Externgeräten	19
2. 2. 1.	Parallelschaltung mehrerer DEX 102	19
2. 2. 2.	Anschluß von Tischanalogrechnern RA 742	19
2. 3.	Bedienung	20
2. 3. 1.	Normieren, Löschen	20
2. 3. 2.	Setzen der Flipflops	20
2. 3. 3.	Takten	20
2. 3. 3. 1.	Auslösung durch eine Impulsfolge	20
2. 3. 3. 2.	Einzeltakt	20
2. 3. 3. 3.	Paralleltakt	20
2. 3. 3. 4.	Fremdtakt	21
2. 3. 4.	Einstellen der Zeitglieder	21
2. 4.	Programmierung	21
2. 4. 1.	Aufteilung des Programmierfeldes (vgl. Abb. AR 314)	21
2. 4. 2.	Aufteilung des Steuerfeldes	25
2. 4. 3.	Ein- und Ausgabe von Daten	28
2. 4. 3. 1.	Manuelle Eingabe, visuelle Ausgabe	28
2. 4. 3. 2.	Ein- und Ausgabe von binären Informa- tionssignalen	28
2. 4. 3. 3.	Ein- und Ausgabe über Relais	28
2. 4. 4.	Spezielle Programmierungshinweise	28
2. 4. 4. 1.	Konjunktion (UND-Schaltung)	29
2. 4. 4. 2.	Disjunktion (ODER-Schaltung)	29
2. 4. 4. 3.	Konjunktion/Disjunktion	30
2. 4. 4. 4.	Disjunktion/Konjunktion	30
2. 4. 4. 5.	Vereinzeln	30
2. 4. 4. 6.	Mehrfachausnutzung eines disjunktiven Terms	31
2. 4. 4. 7.	Shiftregister	32
2. 4. 4. 8.	Zähler	33
2. 4. 4. 9.	Frei programmierbare Flipflops	33
2. 4. 4. 9.1.	Einfaches RS-Flipflop, binär-1-aktiv	34
2. 4. 4. 9.2.	Einfaches RS-Flipflop, binär-0-aktiv	34
2. 4. 4. 9.3.	Getaktetes RS-Flipflop, binär-1-aktiv	35

ANHANG: Stromlauf-, Bauschalt- und Anschlußpläne

Plan 1	Gesamtschaltplan
Plan 2	Löschverstärker-Inverter
Plan 3	Flipflop
Plan 4	Verstärker-Inverter
Plan 5	Zeitglied-Inverter
Plan 6	Pulsgenerator
Plan 7	Verbindungskabel RA 742 - DEX 102
Plan 8	Anschlußplan zum Verbindungskabel

BILDERVERZEICHNIS

			Seite
Bild	1	Digitalzusatz DEX 102	2
Bild	2	Vorderansicht DEX 102	6
Bild	3	Flipflop	11
Bild	4	Schema eines Verknüpfungselements	12
Bild	5	Schaltung von Verknüpfungselementen	12
Bild	6	Verstärker	13
Bild	7	Inverter	13
Bild	8	Zeitglied	14
Bild	9	Relaisverstärker	14
Bild	10	Schalter	15
Bild	11	Programmierfeld und Koppelfeld	15
Bild	12	Funktionsleitungen der Pausentaste	16
Bild	13	Komparatorverstärker	16
Bild	14	Taktgenerator	17
Bild	15	Steuerfeld	25
Bild	16	Schaltung bei zu geringem Pegel der Steuersignale	26
Bild	17	UND-Schaltung	29
Bild	18	ODER-Schaltung	29
Bild	19	Disjunktion mit zusätzlichem Inverter	30
Bild	20	Konjunktionen mit nachfolgender Disjunktion	30
Bild	21	Disjunktionen mit nachfolgender Konjunktion	30
Bild	22	Konjunktion mit mehreren Ausgängen	31
Bild	23	Konjunktion mit einem Ausgang, wenn Flipflops nachfolgen	31
Bild	24	Ein Term in den Variablen mehrerer Disjunktionen	31
Bild	25	Shiftregister	32
Bild	26	Schaltung zum Vorwärts-Shiften	32
Bild	27	Binärumsetzer vorwärts	33
Bild	28	Ereignis-Zähler	33
Bild	29	Einfaches RS-Flipflop, binär-1-aktiv	34
Bild	30	Einfaches RS-Flipflop, binär-0-aktiv a) allgemein b) Schaltung für DEX 102	34
Bild	31	Getaktetes RS-Flipflop, binär-1-aktiv a) allgemein b) Schaltung für DEX 102	35

1.1. Verwendungs- zweck

Der Digitalzusatz DEX 102 erfüllt zwei Aufgaben: Er dient erstens als Experimentier- und Schulungsgerät für die digitale Schaltungstechnik und hat zweitens spezielle Anschlußmöglichkeiten und Steuerelemente zum Einsatz als Digitalzusatz für Tischanalogrechner.

Digitalzusatz als Experimentiergerät

In den verschiedensten Anwendungsbereichen 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 Boole'scher (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 102 als komplexes Datenverarbeitungssystem in Steuerketten und Regelkreise einzubauen, da die Elemente des DEX 102 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.

Digitalzusatz für Tischanalogrechner

Ein wesentliches zusätzliches Einsatzgebiet findet das Gerät in Verbindung mit elektronischen Analogrechnern. Durch Hinzuschaltung des Digitalzusatzes zu dem TELEFUNKEN-Tischanalogrechner RA 742 werden iterative und hybride Problembearbeitungen durchführbar. Das DEX 102 wurde speziell als Zusatzgerät für den Analogtischrechner RA 742 gebaut. Es läßt sich daher auch nur sinnvoll über ein Verbindungskabel an diesen Rechner anschließen. Für einfache Schaltungen können jedoch auch Verbindungen vom Steckbrett des DEX 102 zum Programmierbrett eines Rechners direkt hergestellt werden. 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.

1.2.
Lieferumfang
und Bestellbe-
zeichnungen

Der Digitalzusatz besteht im wesentlichen aus einer Ansammlung von Flipflops, Verstärkern, Invertiern, 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 Invertiern zur Datenausgabe zur Verfügung. Alle diese Teile sind zusammen mit Taktgeber, Bedienteil und Stromversorgungseinrichtung in einem Gehäuse untergebracht.

Der Digitalzusatz ist so geschaltet, daß der Tischanalogrechner RA 742 gewisse Steuerfunktionen, wie Taktung, Normierung usw., übernehmen kann.

Schaltelemente	Anzahl der vorhandenen Elemente
Flipflops	24
Verstärker	6
Inverter	10
Zeitglieder	4
Relaisverstärker	4
Verknüpfungsglieder	
mit 3 Dioden	12
mit 4 Dioden	23
mit 5 Dioden	10
mit 6 Dioden	6
mit 7 Dioden	2
mit 11 Dioden	4
Schalter	10

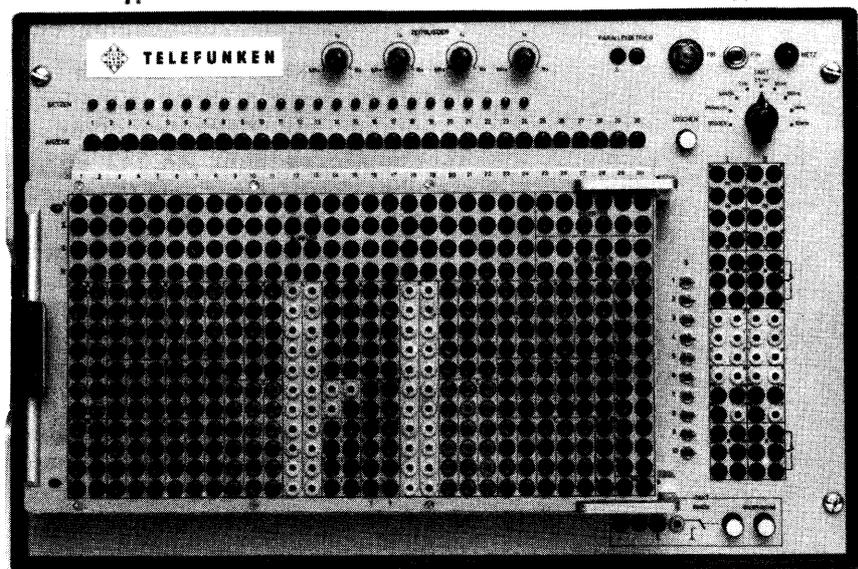


Bild 1 Digitalzusatz DEX 102

Bestückungsumfang

Baugruppe	Bezeichnung	Typ	Bestell-Nr.	Anzahl
Digitalzusatz		DEX 102	55.3044.300-00	1
Gehäuse			55.3044.302-00	1
Einschub			55.3044.310-00	1
	Löschverstärker-Inverter	H-LI 1	55.3044.800-00	1
	Flipflop	FS 6 N	55.5001.840-00	6
	Verstärker-Inverter	VI 6 A	55.5001.895-00	1
	Zeitglied-Inverter	ZI 6 A	55.5001.896-00	1
	Puls-Generator	PG 6 A	55.5001.897-00	1
Zubehör	Satz Programmierzubehör,		55.4044.901-14	1
	bestehend aus:			
	Programmierschnur 12,5 cm lang)	sortiert in den		120
	Programmierschnur 25 cm lang)	Farben		80
	Programmierschnur 50 cm lang)	Rot, Blau,		40
	Programmierschnur 100 cm lang)	Gelb und Grün		10
	Kabelhalter		55.3001.601-00	*)
	Netzschnur		5 Lv 4941.001-19	1
Auswechselbares Programmierfeld	zum Digitalzusatz	DPF 121	55.3044.320-00	
	Satz Kontaktstifte		55.3001.715-00	*) *)
Verbindungskabel	Kabel RA 742/DEX 102		55.3048.789-00	*)

*) 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 $\approx 50 \text{ k}\Omega$ gegen $-13,5 \text{ V}$
 konjunktiv $\approx 1 \text{ k}\Omega$ 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	$\approx 1 \mu\text{s}$
Anstiegszeit	$\approx 1 \mu\text{s}$

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	$< 1 \mu\text{s}$
Tastverhältnis	
"0" - Zeit/Verzögerungszeit	≈ 1

1.3.6.
Relaisverstärker

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

1.3.7. Verknüpfungselemente	Typ Eingänge Ausgänge Belastung	passive Diodenlogik konjunktiv verknüpft disjunktiv verknüpfbar Eingangslast Ausgangsbelastung Einheiten Einheiten
	3 Dioden-Logik	1/2 10
	4 Dioden-Logik	1 20
	5 Dioden-Logik	1 20
	6 Dioden-Logik	1 20
	7 Dioden-Logik	1 20
	11 Dioden-Logik	2 > 20
1.3.8. Schalter	Ausgang Belastbarkeit	1 Umschaltkontakt > 20 Einheiten, konjunktiv 4 Einheiten, disjunktiv
1.3.9. Taktgenerator	Pulsfolgefrequenz	1; 2; 5; 50; 100 Hz; 1; 10 kHz und Einzeltaktauslösung
	Taktsperr	
	Ansteuerung	binär "1"
	Eingänge	2, disjunktiv verknüpft
	Eingangslast	2 Einheiten
	Triggereingang	
	Ansteuerpegel	6 V
	Steuerflanke	negativ (1/0-Sprung)
	Steilheit	> 10 V/μs
	Impulsdauer	> 1 μs
	max. Folgefrequenz	80 kHz typ. 20 kHz min.
	Eingangswiderstand	4,7 kΩ, 1000 pF
	Einzeltakt	
	Ansteuerung	Kontaktschluß gegen Masse
	Schaltspannung	≈ - 13,5 V
	Schaltstrom	≤ 40 mA
	max. Folgefrequenz	> 10 Hz
	Paralleleingang	
	Ansteuerung	positive Impulse
	Amplitude	> 10 V
	Flankensteilheit	> 10 V / μs
	Impulsdauer	> 3 μs
	max. Folgefrequenz	> 100 kHz
	Eingangswiderstand	≈ 5,6 kΩ
	Parallelausgang	
	Impulsform	Rechteck
	Amplitude	> + 10,5 V
	Flankensteilheit	> 10 V / μs
	Dauer der Pulslücke	≤ 25 μs
	Belastbarkeit	≥ 800 Ω ≅ 7 Paralleleingänge
1.3.10. Stromversorgung	Spannung Frequenz Aufnahme	220 V ~ 50 Hz ± 5 % ≈ 80 W

1.3.11.
Abmessungen

Höhe	384 mm
Breite	550 mm
Tiefe	410 mm
Gewicht	≈ 30 kg

1.3.12.
Umgebungsbedingungen

Temperatur	$23^{\circ} + 15^{\circ}\text{C}$
rel. Luftfeuchte	20...90 %

1.4.
Aufbau

Der Digitalzusatz 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 Programmierfeld verdrahtet sind.

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

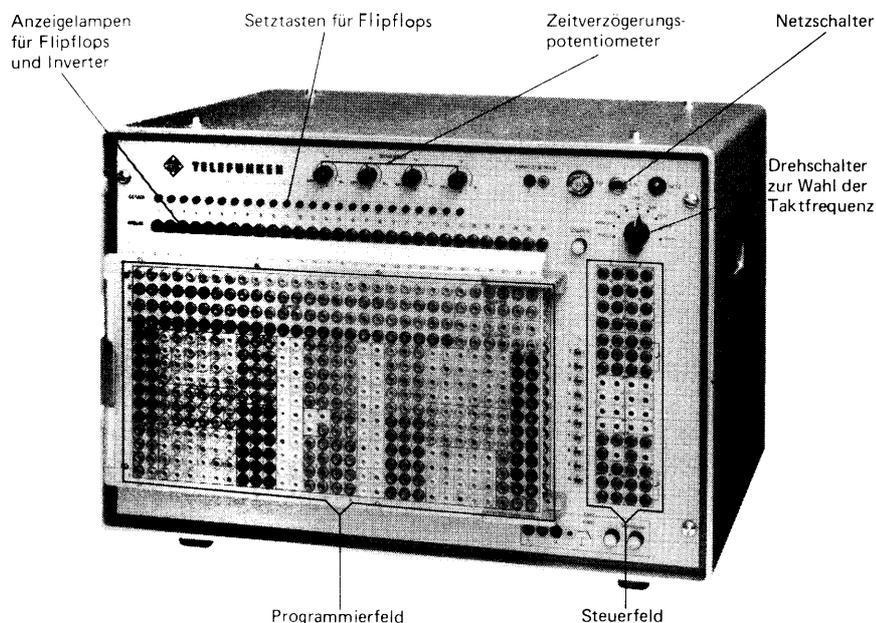


Bild 2 DEX 102, Vorderansicht

Zum leichten Auffinden sind die Buchsen durch Farben gekennzeichnet und gleiche Elemente gruppenweise zusammengefaßt. Das Gerät kann mit auswechselbaren Programmierfeldern ausgerüstet werden, um z. B. das Gerät selbst rationeller einsetzen 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 Anzeigelemente 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 Steuerfeld zum Analogrechner. Die Buchsen dieses Feldes sind mit zwei 30 poligen Steckerleisten an der Rückseite des Gerätes verbünden, über die der Anschluß von zwei Tischanalogrechnern RA 742 möglich ist. Auf das Steuerfeld sind außerdem die Kontakte der Ausgabe-relais 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

Der Digitalzusatz besteht aus einer Reihe von binären Schaltelementen. Die Konzeption dieses Gerätes ermöglicht es, binäre Schaltwerke anhand von Blockschaltbildern oder booleschen 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 oder die Löschbuchse (LÖ) 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 Diodennetzwerke 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 Flipflops oder Ansteuerung mit binären Signalen. Zur Auswertung dienen Anzeigelämpchen. Es können aber auch Externgeräte, wie z. B. Analogrechner, sowohl direkt von den Ausgängen der aktiven Elemente (Flipflop, Inverter, Verstärker) als auch über die Relaisverstärker und -kontakte angesteuert werden.

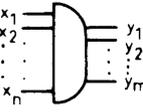
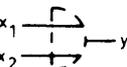
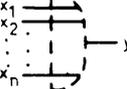
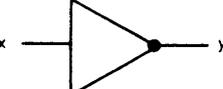
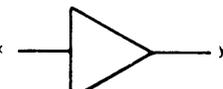
Bei Verwendung des DEX 102 als Digitalzusatz für Analogrechner werden über die Verbindungsstecker an der Rückseite des Gerätes eine Reihe von Steuer- und Signalleitungen auf das Programmierfeld und auf das Steuerfeld geführt:

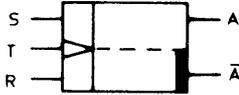
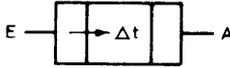
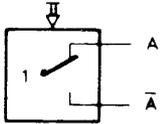
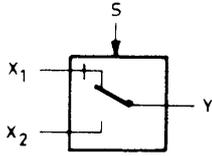
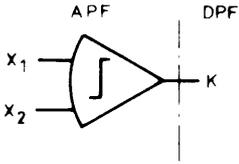
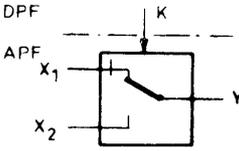
- Ausgänge von Komparatorverstärkern des Analogrechners,
- Eingänge von Digital-/Analog-Schaltern des Analogrechners,
- Steuerbuchsen zum Normieren der Flipflops,
- Eingänge der Ansteuerleitungen für Analogrechner-Betriebszustände,
- Meldeleitungen für Analogrechner-Betriebszustände,
- Eingänge der Steuerleitungen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

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

Ein Digitalzusatz DEX 102 kann Anlagen mit max. zwei Tischanalogrechnern versorgen. Die Verbindung des Digitalzusatzes mit Tischanalogrechnern geschieht über Parallelschaltkabel ohne äußere Verbindungsleitungen.

In der folgenden Übersicht sind die hier verwendeten Schaltelemente und ihre Symbole zusammengefaßt.

	Nr.	Benennung des Elementes	Symbol (Schaltzeichen)	Bemerkungen
Digitale Elemente	1.	UND - Glied (Konjunktionsglied)		$y = x_1 \wedge x_2$
		1.1.		Symbolform bei n Ein- und m Ausgängen $y_1 = y_2 = \dots = y_m = x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_n$ Wird eine Konjunktion zur Bildung mehrerer Disjunktionen benötigt, so sind hierbei zur gegenseitigen Entkopplung getrennte Konjunktionsausgänge zu verwenden.
	2.	ODER - Glied (Disjunktionsglied)		$y = x_1 \vee x_2$
		2.1.		Symbol bei n Eingangssignalen. $y = x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n$ Dieses Element entsteht durch Sammeln von 2 oder mehr UND - Glied - Ausgängen auf dem (statischen) Eingang eines aktiven Elementes. Um die logische Wirkung einer solchen Schaltung deutlich zu machen, wird das ODER - Symbol gestrichelt und Phantom - ODER genannt.
Aktive Elemente (s. a. Nr. 5 - 8)	3.	Inverter (Negationsglied)		$y = \bar{x}$
	4.	Verstärker		$y = x$ Bei mehr als 2 Verknüpfungsstufen muß nach jeweils 2 Stufen 1 Inverter zwischengeschaltet werden.
				Elemente der Digital-Zusätze DEX 100/DEX 102 Blatt 1
			AR 144.4	

	Nr.	Benennung des Elementes	Symbol (Schaltzeichen)	Bemerkungen
Aktive digitale Elemente (unbeschaltete Eingänge wirken wie mit 0 beschaltet)	5.	Flipflop (FF)		Nach dem Drücken der Lösch-taste ist: $A = 0, \bar{A} = 1$ S = Setzen R = Rücksetzen S und R werden durch 1 aktiviert T = Takt spricht auf einen 0/1-Sprung an.
	6.	Zeitglied (Z)		$\Delta t = 10\text{ms} \dots 10\text{s}$ Das Zeitglied verzögert den Übergang von 0 auf 1 um die einstellbare Verzögerungszeit Δt . Bei unbeschaltetem Zeitglied ist $A = 0$.
	7.	1/0 - Schalter (S)	 <p style="font-size: small;">* an der Frontseite des Gerätes ** auf dem Programmierfeld</p>	$A = 1, \bar{A} = 0$ Handschalter zur Erzeugung der binären 1 und 0. Der Handschalter* und die beiden Buchsen A und \bar{A} ** sind waagrecht angeordnet. Die Lage des Schalters weist auf die Buchse, an der eine 1 anliegt; die jeweils andere Buchse führt dann eine 0.
	8.	Relaisverstärker (R)		$Y = X_1$ für $S = 0$ (unbeschaltet, Ruhelage) $Y = X_2$ für $S = 1$ S darf als disjunktiver Eingang verwendet werden.
Hybride Elemente	9.	Komparator - Verstärker oder Analog/Digital-Schalter (AD-Schalter)		$K = 1$ für $X_1 + X_2 > 0$ $K = 0$ für $X_1 + X_2 \leq 0$
	10.	Komparator-Schalter oder Digital/Analog-Schalter (DA-Schalter)		$Y = X_1$ für $K = 1$ (unbeschaltet) $Y = X_2$ für $K = 0$ K darf nicht als disjunktiver Eingang verwendet werden.
	Elemente der Digital-Zusätze DEX 100 / DEX 102		Blatt 2 AR 145.2	

1.6.
Wirkungsweise

1.6.1.
Flipflops

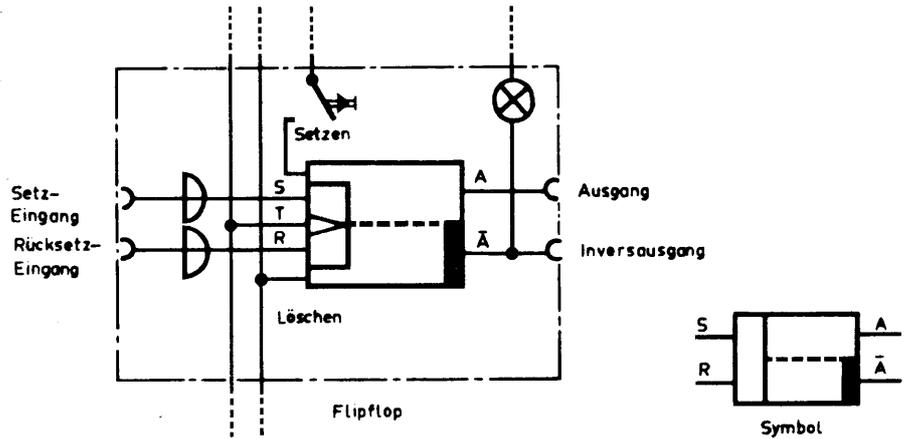


Bild 3 Flipflop

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 "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		Ausgangssignal
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-Untersetzer 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 Ausgänge wechseln dann mit jedem Takt ihren Zustand.

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

1.6.2.
Verknüpfungselemente

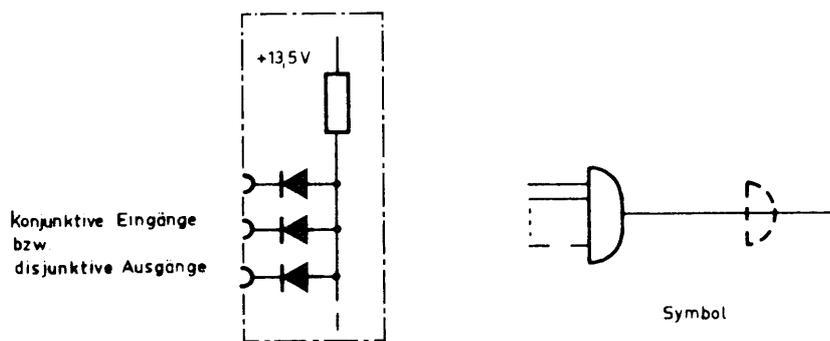


Bild 4 Schema eines Verknüpfungselements

Bei den Verknüpfungselementen handelt es sich um passive Di-odennetzwerke, mit denen sich je nach Programmierung Konjunktions- oder Disjunktions realisieren lassen. Vom Eingang her gesehen ergeben die Dioden für den verwendeten positiven Signalhub eine Konjunktion (UND-Glied). Die Anodenseite 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 Disjunktionwiderstand wird durch das Eingangsnetzwerk des folgenden aktiven Elements (Flipflop, Verstärker usw.) gebildet.

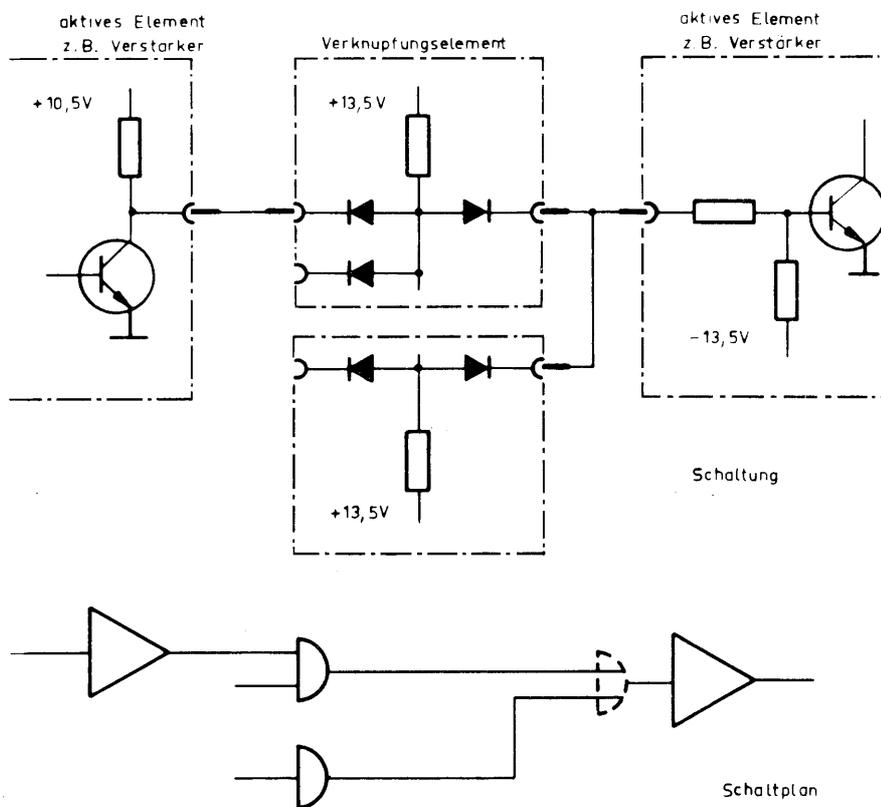


Bild 5 Schaltung von Verknüpfungselementen

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 Verstärker und Inverter, 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 Entkopplungsdiode 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).

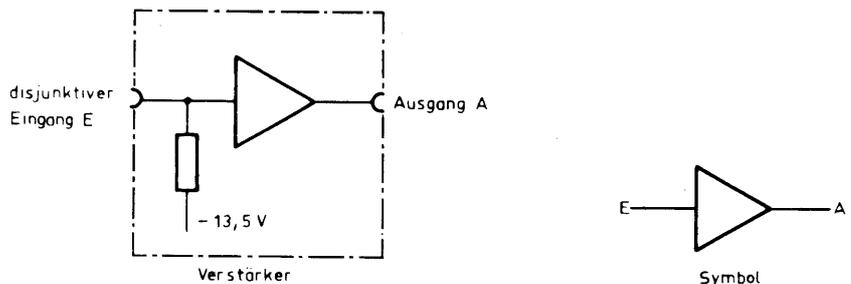


Bild 6 Verstärker

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 Erproben von Schaltwerken. Die passive Logik kann damit schon vor Taktauslösung auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

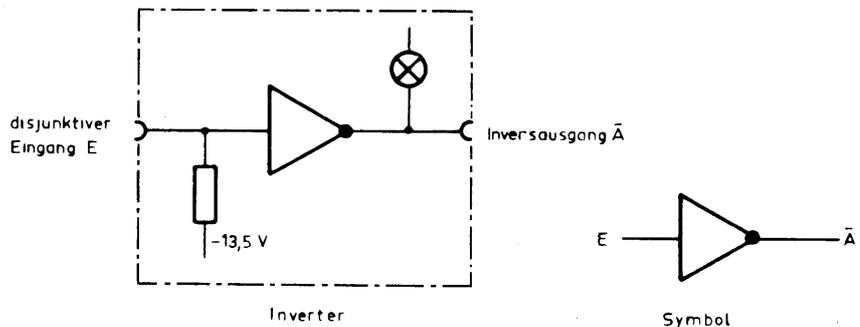


Bild 7 Inverter

1.6.5.
Zeitglieder

Die Zeitglieder sind ungetaktete aktive Elemente, deren Ausgänge das zeitverzögerte 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 bis 10 s mit einem von der Frontplatte aus bedienbaren Potentiometer einstellbar. Die Erholzeit des Eingangsnetzwerkes 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.

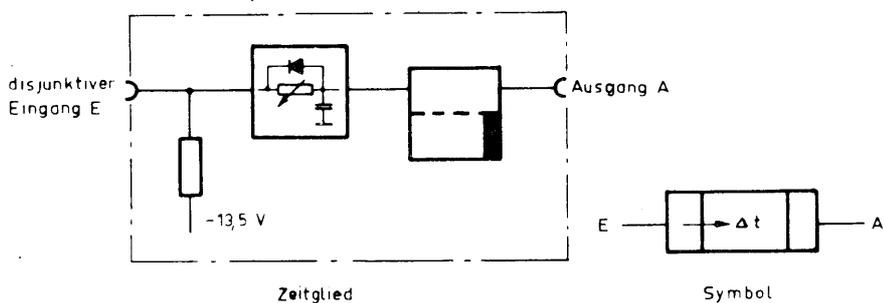


Bild 8 Zeitglied

1.6.6.
Relaisverstärker

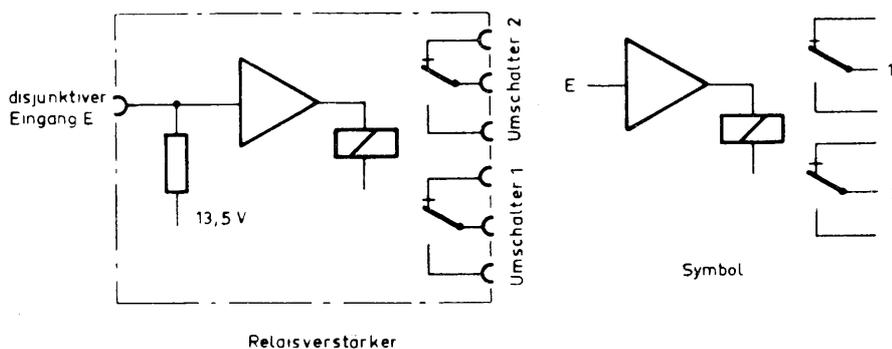


Bild 9 Relaisverstärker

Die Relaisverstärker ermöglichen es, den Ausgang eines Schaltwerkes über Umschaltkontakt extern auszuwerten. 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 314.1). Die Kontakte sind im vorstehenden Bild gekennzeichnet. Wird der Verstärkereingang mit "0" beschaltet, liegt die Kontaktzunge in der mit einem Querstrich gekennzeichneten Stellung.

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) liefern A (linke Buchse) eine "1" und \bar{A} eine "0", in der rechten Lage sind $A = 0$ und $\bar{A} = 1$.

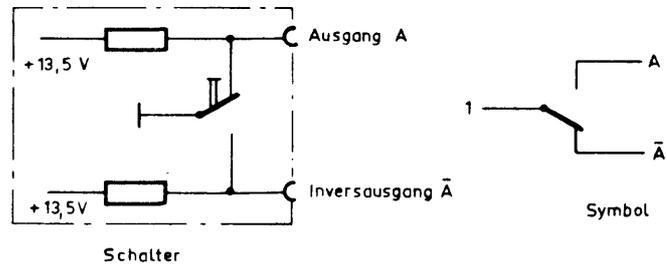


Bild 10 Schalter

1. 6. 8.
Koppelfeld

Einen Teil des Programmierfeldes nimmt das Koppelfeld ein. Es liegt im unteren mittleren Teil des Gesamt-Programmierfeldes (Adresse: m-s, 14-17) und enthält unter anderem Buchsen für Verbindungsleitungen zu den angeschlossenen Analogrechnern RA 742 (siehe Bild AR 313).

Diese Buchsen sind also nur von Bedeutung, wenn das DEX 102 zusammen mit einem oder zwei Analogrechnern betrieben wird.

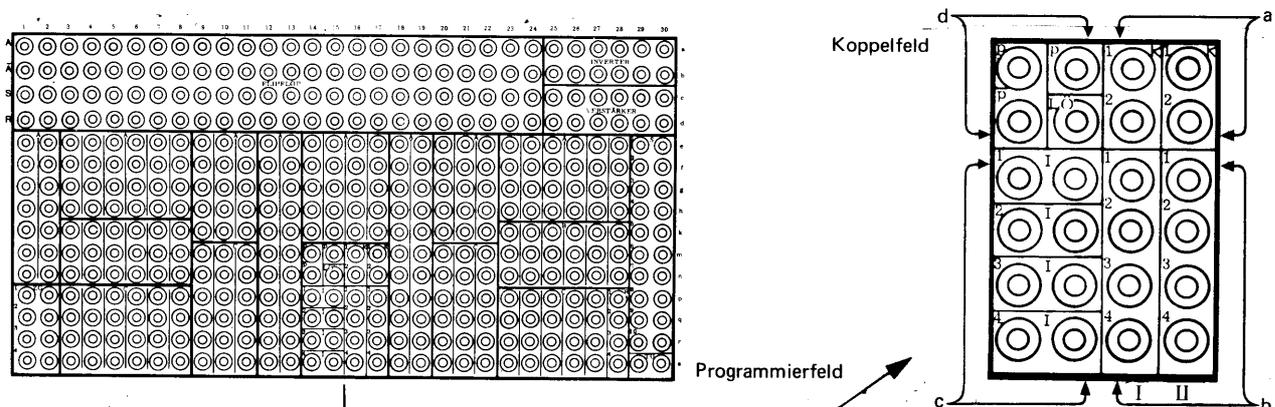


Bild 11 Programmierfeld und Koppelfeld

Im einzelnen lassen sich den Buchsen folgende Aufgaben zuzuordnen (siehe auch Zusammenstellung der Buchsenbelegung):

- a) Ausgänge der Komparatorverstärker K1 und K2 (m-n, 16, 17)
- b) Komparatorschaltreingänge

Diese Buchsen für Komparatorschalter und -verstärker sind zweimal nebeneinander angeordnet. Dabei ist die Reihe I mit dem am linken Steckerfeld auf der Rückseite des Gerätes anzuschließenden Rechner RA 742 und die Reihe II mit dem an der rechten Steckerleiste anschließbaren Rechner verbunden.

- c) Vier Inverter
- d) Funktionsleitungen der Pausetasten für die angeschlossenen Analogrechner und zentrale Löschleitung für alle Flipflops.

1.6.8.1.
Funktionsleitungen
der Pausentaste

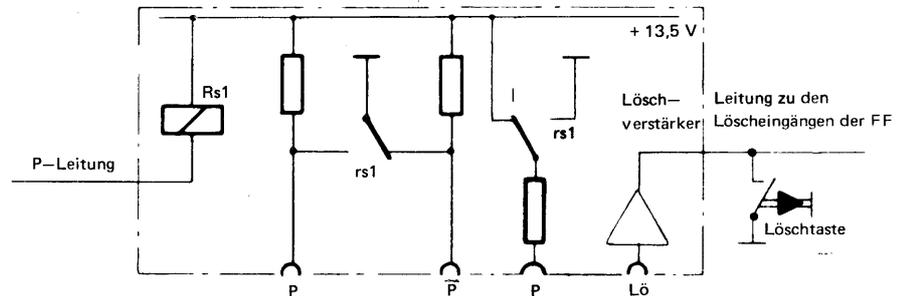


Bild 12 Funktionsleitungen der Pausentaste

Die p-Leitung wird durch einen Ruhekontakt (gegen Erde) 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. P liefert eine "1", \bar{P} eine "0".

In allen anderen Betriebsstellungen des Rechners ist das Relais erregt und damit $P = "0"$, $\bar{P} = "1"$.

Eine "1" am Löscheingang Lö bewirkt das Normieren sämtlicher Flipflops. Wird Lö mit der benachbarten Buchse P verbunden, so erfolgt automatisch das Normieren der Flipflops mit Drücken der Pausentaste am Analogrechner.

1.6.8.2.
Komparator-
verstärker-
ausgänge

Der Zustand des Ausgangs eines Komparatorverstärkers gibt eine binäre Ausgabe ab über die Größe seiner Eingangsspannung 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 742 (Typen HKM 111 und HKE 111) nur mit zwei Einheiten belastbar (siehe Technische Daten, 1.3).

Die Ausgänge liefern eine "1", wenn die Summe der Eingangsspannungen größer als "0" ist (siehe Übersicht AR 145).

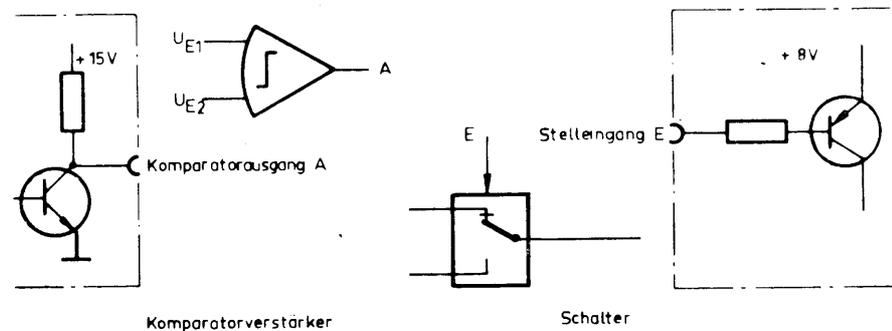


Bild 13 Komparatorverstärker

1.6.8.3.
Komparator-
schaltterein-
gänge

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 Schaltereingänge der im RA 742 verwendeten Komparatorschalter (Typen HKM 111, HKE 111, ASM 741, ASE 741) sind beim Programmieren des DEX 102 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.

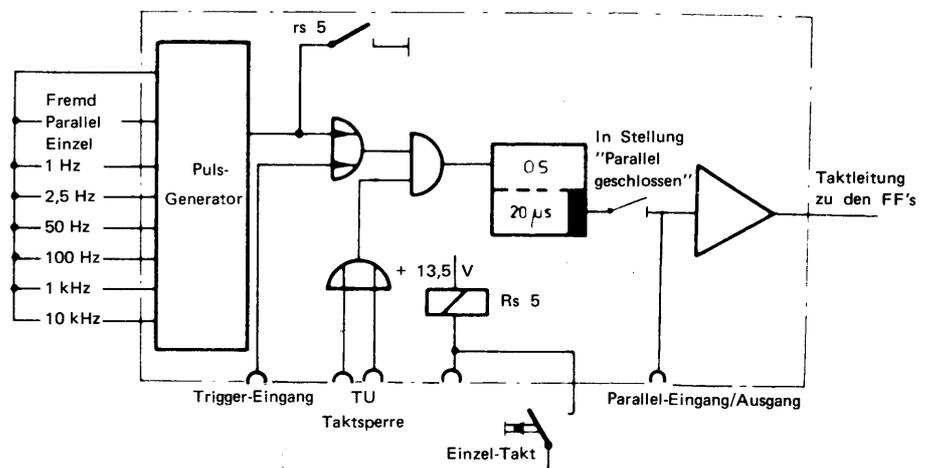
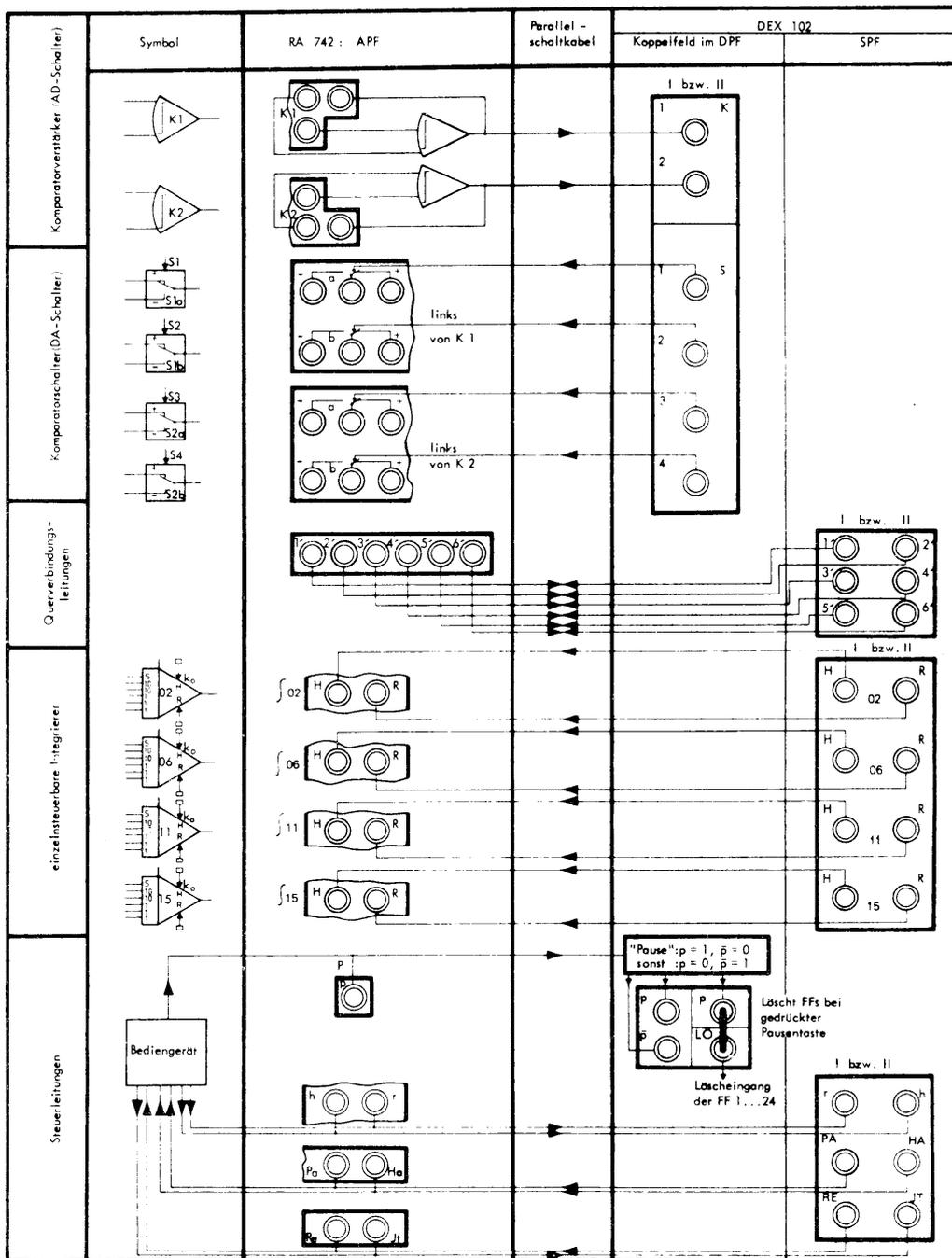


Bild 14 Taktgenerator

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 einem Ansteuer- teil und einem Monoflop OS. Über den Ansteuer- teil kann das Monoflop durch Eigentakt, Einzeltakt und Fremdtriggerung angestoßen werden. Dieses liefert dann einen negativen Impuls von 20µs 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 Ansteuer- teil des Impulsformers ist noch eine Taktsperr vorgesehen, die es ermöglicht, die Durchschaltung der Takt- und Triggerimpulse zum Monoflop per Programm zu unterbinden.



Kopplung des RA 742 mit DEX 102

AR 313 , März 69

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 Netzschnur (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 (54 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 Sicherungskontrolleuchte 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 Verbindung der Massepunkte gesorgt wird. Ausnahmen davon bilden nur die Parallelschaltung von Digitalzusätzen und der Anschluß von Tischanalogrechnern des Typs RA 742.

2.2.1.

Parallelschaltung mehrerer DEX 102

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 und die Taktwahlschalter der parallellaufenden Geräten 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 102 von einem Taktgenerator angesteuert werden.

2.2.2.

Anschluß von Tischanalogrechnern RA 742

An der Rückseite des DEX 102 befinden sich zwei 30-polige Steckerleisten, an die über je ein Verbindungskabel (Typ RA 742/DEX 102) zwei RA 742 angeschlossen werden können. Über diese Kabel werden neben dem Bezugspunkt auch sämtliche erforderlichen Funktionsleitungen zum Koppelfeld und Steuerfeld (siehe diese unter 2.4.1 und 2.4.2) geführt.

2.3. Bedienung

Die Bedienung des Gerätes ist, von der Programmierung einmal abgesehen, 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.

Eine Normierung kann auch durch Beschaltung der Buchse "Lö" mit einer "1" (siehe 1.6.8.1) erreicht werden.

Bei angeschlossenem RA 742 erfolgt die Normierung durch Betätigung der Pausentaste des Rechners, wenn die Buchse "Lö" mit Buchse "I" verbunden ist (siehe 2.4.1, Koppelfeld).

2.3.2. Setzen der Flip- flops

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 und 10 kHz wird der Takt durch eine Impulsfolge mit der entsprechenden Frequenz ausgelöst.

2.3.3.2. Einzeltakt

Einzeltakt kann in der Schalterstellung "Einzel" durch Drücken der Taste "Einzel" erreicht werden. Das Gleiche ist auch durch Kontaktschluß zwischen der danebenliegenden Buchse "Einzeltakt" 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 parallelschalteten DEX 102 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 Steckschnüren zu einem gewünschten Schaltwerk. Das Schaltwerk wird in den meisten Fällen als Funktionsübersicht oder in algebraischer Schreibweise (boolesche Gleichungen) festgelegt sein.

Das DEX 102 besitzt zwei Buchsenfelder: Erstens 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.

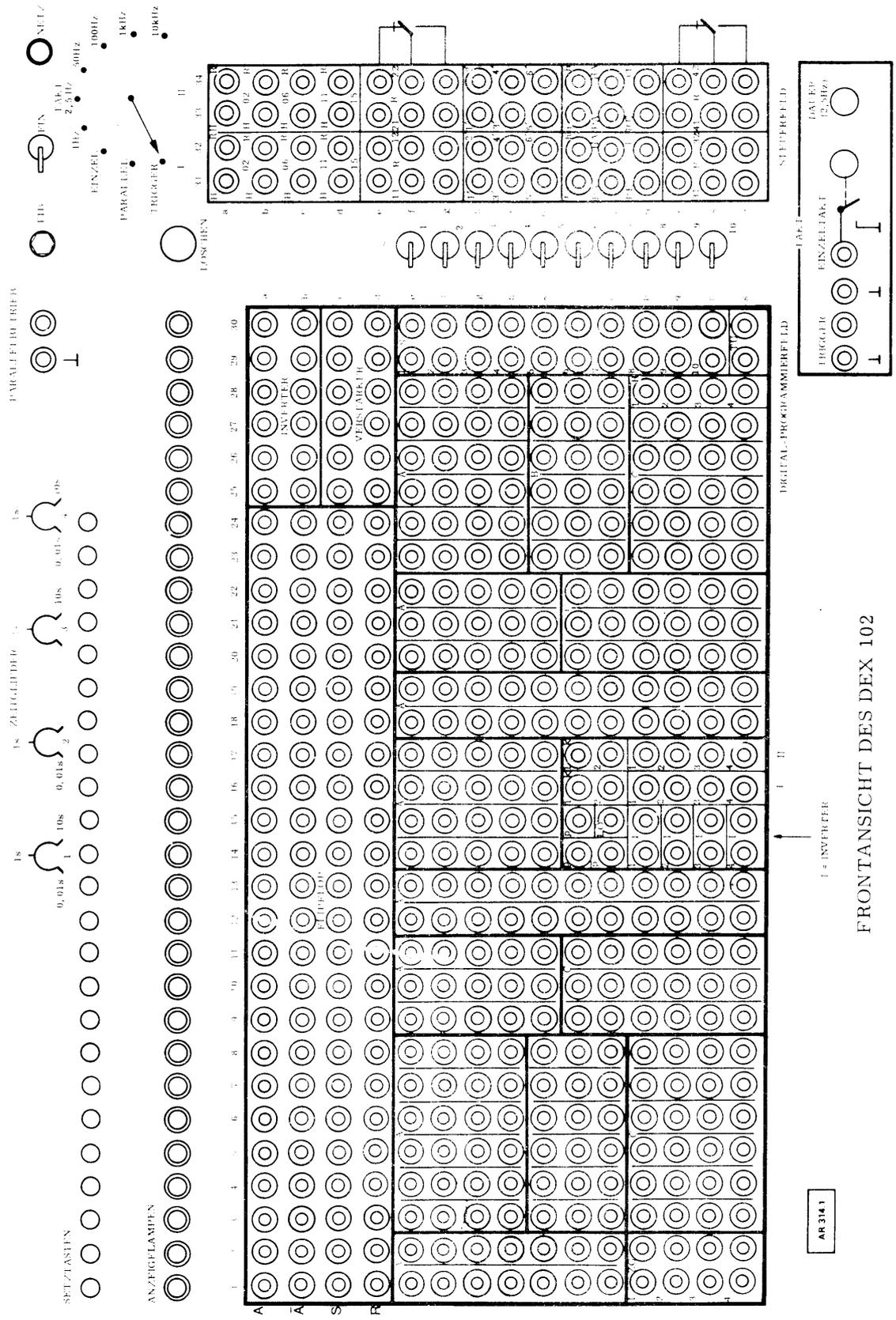
Zweitens das sogenannte Steuerfeld, das dagegen bei Kopplung mit einem Tischanalogrechner RA 742 hauptsächlich Steuerbuchsen enthält, die dem Informationsaustausch zwischen dem DEX 102 und dem Analogrechner dienen. Die Pegel der Steuersignale, die vom Analogrechner kommen oder auf den Analogrechner einwirken sollen, entsprechen denen der binären Variablen des DEX 102. Für eine einwandfreie Funktion müssen jedoch bezüglich der Belastung der ankommenden und abgehenden Steuersignale einige Regeln beachten werden, die unter 2.4.2 beschrieben sind.

2.4.1.
Aufteilung des
Programmierfeldes
(vgl. Abb.AR 314)

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 (AR 314). Die Zeilen und Spalten des Programmierfeldes wurden zu diesem Zweck mit Buchstaben bzw. Zahlen versehen. Die Numerierung korrespondiert mit derjenigen des Stromlaufplanes 3.1 (Gesamtgerät DEX 102).

Die Beschriftung sowohl des festen als auch des auswechselbaren Programmierfeldes ist einheitlich und trägt der Anwendung des Gerätes als Digitalzusatz zum Tischanalogrechner RA 742 Rechnung.



Buchsenbelegung des Programmierfeldes

Nr.	Bezeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
1	Flipflops (FF) 1-24		a-d, 1-24	Ein- und Ausgänge sowie die darüberliegenden Anzeigelämpchen und Setztasten eines FF sind einander senkrecht zugeordnet.
	Ausgang A	hellorange	a, 1-24	Bei gesetztem FF liegt an A eine "1", die Anzeigelampe leuchtet.
	Inversausgang \bar{A}	dunkelorange	b, 1-24	Bei rückgesetztem (gelöschtem) FF ist \bar{A} "1".
	Setzeingang S	hellgrün	c, 1-24	FF wird bei anliegendem Takt gesetzt, wenn S = 1.
	Rücksetzeingang R	dunkelgrün	d, 1-24	FF wird bei anliegendem Takt rückgesetzt, wenn R = 1.
2	Inverter 25-30 Ausgang \bar{A}	dunkelorange	a-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".
	Eingang E	hellgrün	a, 25-30	
	Inverter 1-4 Ausgang	dunkelorange p-s, 14	b, 25-30	Zusätzlicher Inverter; hierfür sind jedoch keine Anzeigelampen vorhanden.
	Eingang	hellgrün p-s, 15	p-s, 14-15	
3	Verstärker 25-30		c-d, 25-30	Ausgang und Eingang liegen jeweils übereinander.
	Ausgang A	hellorange	c, 25-30	
4	Eingang E	hellgrün	d, 25-30	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.
	Ausgang A	hellorange	p-s, 1	
			p-s, 2	
5.	Relaisverstärker R 1-4 Eingang E	braun	p-s, 28	Zugehörige Relaiskontakte liegen auf dem Steuerfeld.
6	Verknüpfungselemente Dreierelemente B 3-8	hellorange	k-n, 3-8	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.
	B 23-28	hellorange	k-n, 23-28	
	Viererelemente A 3-8	gelb	e-h, 3-8	
	C 3-8		p-s, 3-8	
	A 23-28		e-h, 23-28	
	C 23-28		p-s, 23-28	

Nr.	Bezeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
	Fünfer- elemente A 9-11 A 14-17 A 20-22	hellgrün	e-k, 9-11 e-k, 14-17 e-k, 20-22	
	Sechser- elemente C 9-11 C 20-22	blau	m-s, 9-11 m-s, 20-22	
	Siebener- elemente A 1-2	violett	e-n, 1-2	
	Elfer- elemente A 12-13 A 18-19	weiß	e-s, 12-13 e-s, 18-19	
7	Schalter S 1-10 Ausgang A Inversausgang \bar{A}	schwarz	e-r, 29-30 e-r, 29 e-r, 30	Die beiden Ausgänge A und \bar{A} sowie der dazugehörige Schalter sind einander waagerecht zugeordnet. Ist der Schalter nach links gelegt, liegt an A "1" und an \bar{A} "0" und umgekehrt.
8	Taktunter- brechung TU	braun	s, 29-30	Liegt an einem der Eingänge eine "1", wird kein Takt durchgeschaltet (Intern wie auch Fremdtriggerung).
9	Koppelfeld		m-s, 14-17	Die Felder I und II sind den an der Rückseite anschließbaren Rechnern RA 742 zugeordnet.
	P	weiß	m, 14, 15	Bei gedrückter Pausentaste an jedem der angeschlossenen RA 742 ist P = 1.
	\bar{P}	weiß	n, 14	Bei gedrückter Pausentaste an jedem der angeschlossenen RA 742 ist \bar{P} = 0.
	Löschleitung Lö	braun	n, 15	Die Flipflops werden gelöscht, wenn Lö und die darüberliegende Buchse P überbrückt sind und die Pausentaste an einem der angeschlossenen Rechner RA 742 gedrückt wird. Ein Löschen kann aber auch erreicht werden, wenn die Buchse Lö mit einer "1" belegt wird.
	Komparator- verstärker- ausgänge K 1-2	dunkelorange	m-n, 16-17	Die Komparatorausgänge liefern dann eine "1", wenn die Summe der zugehörigen Eingangsspannungen > 0 ist.
		dunkelorange	m, 16-17	Ausgänge der Komparatoren K 1
		dunkelorange	n, 16-17	Ausgänge der Komparatoren K 2

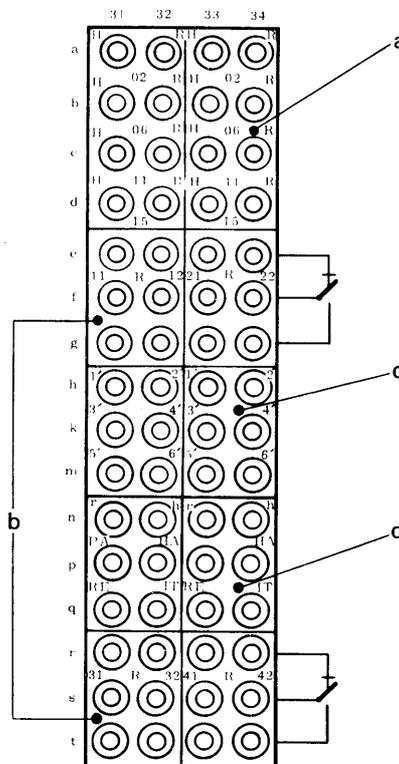
Nr.	Bezeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
	Komparator-schaltterein-gänge S 1-4	braun	p-s, 16-17	Steuer-Eingänge zu den auf dem Analogrechnerprogrammierfeld zugänglichen Schalterkontakten. Wird eine "1" aufgeschaltet, liegen die Kontakte in der gekennzeichneten rechten Ruhelage.
I - II, 1			p, 16-17	Steuer-Eingänge zu den Schaltern K1 (S 1a) (S 1b)
I - II, 2			q, 16-17	
I - II, 3			r, 16-17	Steuer-Eingänge zu den Schaltern K2 (S 2a) (S 2b)
I - II, 4			s, 16-17	

2.4.2. Aufteilung des Steuerfeldes

Das Steuerfeld dient zur Kopplung des DEX 102 mit dem Tischanalogrechner RA 742 (vgl. Abb. AR 313). Es werden hier alle Leitungen zusammengeführt, die die Steuerung einzelner Integrierer oder die Ablaufsteuerung des gesamten Analogrechners betreffen.

Zu beachten ist die Aufteilung in zwei senkrechte gleiche Gruppen. Diese sind den an der Rückseite befindlichen 30-poligen Steckerleisten und somit dem dort anzuschließenden linken Rechner I und rechten Rechner II zugeordnet.

Am Steuerfeld kann man nach ihren Aufgaben vier verschiedene Buchsenfelder unterscheiden:



- Die mit R und H gekennzeichneten Buchsen (a-d, 31-34) ermöglichen eine Einzelsteuerung der dazugehörigen Integrierer im angeschlossenen Analogrechner RA 742.
- Buchsen für die vier vorhandenen Relais R1, R2, R3, und R4 (e-g, 31-34 und r-s, 31-34)
- Frei verfügbare Querverbindungsleitungen zum Analogrechner-Programmierfeld (h-m, 31-34)
- Steuer- und Meldeleitungen der Betriebszustände zum Rechner RA 742

Bild 15 Steuerfeld

Hierbei ist für die Praxis zu beachten, daß bei der Beschaltung dieser Buchsen die "1"-Pegel der ankommenden Steuersignale bei stärkerer Belastung (ca. + 7 V) so gering sein können, daß sie nicht mehr von den aktiven Elementen des DEX 102 verarbeitet werden können. Dies betrifft die Signale auf den Buchsen r, h und I T.

Abhilfe kann man schaffen, indem man das Steuersignal zunächst auf dem DEX 102 mit einer Konjunktion verbindet. Damit wird das ankommende Signal über Konjunktionsdiode und -widerstand gegen die positive Versorgungsspannung des DEX 102 belastet, wodurch man eine Anhebung des "1"-Pegels erzielt.

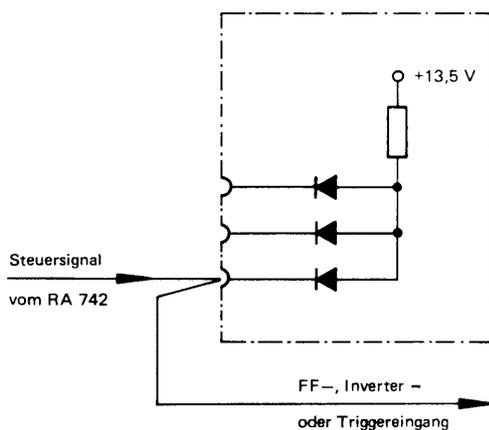


Bild 16 Schaltung bei zu geringem Pegel der Steuersignale

Die zum Analogrechner abgehenden Steuersignale müssen jedoch dem Ausgang eines aktiven Logikelementes, also eines Flipflops, Verstärkers, Inverters oder Verzögerungsgliedes, entstammen. Hiermit sind die Buchsen PA, HA, RE und die 8 Einzelsteuerbuchsen für die Integrierer gemeint. Begründung: Die Elemente am Analogrechner besitzen konjunktive Steuereingänge. Den Gattern des DEX 102 darf aber keine Konjunktion unmittelbar nachgeschaltet werden.

Diese Regeln gelten natürlich sinngemäß, sobald weitere ankommende oder abgehende Steuersignale über die Querverbindungsbuchsen geführt werden.

Die Bedeutung jeder einzelnen Buchse wird in folgender Zusammenstellung aufgeführt. Das Steuerfeld ist dabei in der gleichen Art wie das Programmierfeld adressiert:

Buchsenbelegung des Steuerfeldes

Nr.	Bezeichnung	Farbe	Adresse	Bemerkung
1	Integrierer- Steuerung	braun	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 dazugehörigen Steuerbuchsen im Analogrechner unbeschaltet bleiben.
	R-Relais			Steuerleitungen der R-Relais der Integrierer 02, 06, 11 und 15. Diese Relais schalten bei Belegung mit "0" und setzen Integrierer von "Anfangswertübernahme" auf "Speichern".
	R 02	braun	a, 32 u. 34	
	R 06	braun	b, 32 u. 34	
	R 11	braun	c, 32 u. 34	
	R 15	braun	d, 32 u. 34	
	H-Relais			Steuerleitungen der H-Relais der Integrierer 02, 06, 11 und 15. Diese Relais schalten bei Belegung mit "0" und setzen Integrierer von "Speichern" auf "Integrieren".
	H 02	braun	a, 31 u. 33	
	H 06	braun	b, 31 u. 33	
	H 11	braun	c, 31 u. 33	
	H 15	braun	d, 31 u. 33	
2	Relaiskontakte	braun		Relaiskontakte liegen in der gekennzeichneten Ruhelage, wenn der zugehörige Relaisverstärker mit "0" beschaltet ist.
	R 11, 12	braun	e-g, 31-32	Kontaktpaar zu Relaisverstärker 1
	R 21, 22	braun	e-g, 33-34	Kontaktpaar zu Relaisverstärker 2
	R 31, 32	braun	r-t, 31-32	Kontaktpaar zu Relaisverstärker 3
	R 42, 42	braun	r-t, 33-34	Kontaktpaar zu Relaisverstärker 4
3	Querverbindungsleitungen 1' 2' 3' 4' 5' 6'	weiß	h-m, 31-34	Frei verfügbare Querverbindungsleitungen zu den Buchsen 1' 2' 3' 4' 5' 6' am Analogprogrammierfeld.
4	Steuer- und Meldebuchsen		n-q, 31-34	Diese Buchsen liegen mit denen am Analogrechner gleichbezeichneten parallel. Über die Steuerbuchsen läßt sich der Analogrechner in den gewünschten Arbeitszustand, Rechnen, Pause oder Halt, steuern. Voraussetzung für eine eindeutige Steuerung ist, daß keine Bedientasten am Analogrechner gedrückt sind. Die Meldebuchsen zeigen den jeweiligen Arbeitszustand des Rechners an.
	r-Meldeleitung	weiß	n, 31 u. 33	Bei Betriebsart "Rechnen" sind die Buchsen mit einer "0" belegt, in "Pause" mit einer "1" und bei "Halt" sind r="0" und h="1".
	h-Meldeleitung	weiß	n, 32 u. 34	
	PA-Leitung	braun	p, 31 u. 33	Rechner geht bei Belegung mit "0" immer in "Pause".

Nr.	Bezeichnung	Farbe	Adresse	Beschreibung
	RE-Leitung	braun	q, 31 u. 33	Rechner geht bei kurzzeitiger Belegung mit "0" in Betriebsart "1xRechnen", wenn PA und HA nicht belegt sind.
	HA-Leitung	braun	p, 32 u. 34	Rechner geht von "Rechnen" auf "Halt".
	JT-Buchse	weiß	q, 32 u. 34	JT liegt während des Zustandes "Halt" auf "0".

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 Setzen 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
Stehen zur Dateneingabe binäre Informationssignale (mit elektrischen Werten, wie in 1.3.1 beschrieben) zur Verfügung, so werden mit diesen zweckmäßigerweise Konjunktionen (Verknüpfungselemente) angesteuert. Werden dann die "1" hochohmig ($< 1k\Omega$) und die "0" niederohmig ($< 50\Omega$) 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. 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 Ausgabe 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 102 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.

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

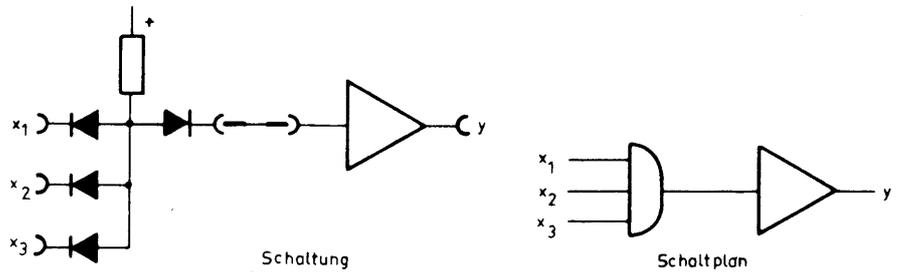


Bild 17 UND-Schaltung

Zu beachten ist, daß eine der Dioden als Ausgang verwendet werden muß. Es können also mit n Dioden eines Elementes maximal (n - 1) Variable miteinander konjunktiv verknüpft werden. Das symbolisierte aktive Element kann z. B. aus einem Flipflop, Verstärker oder Inverter 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:

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

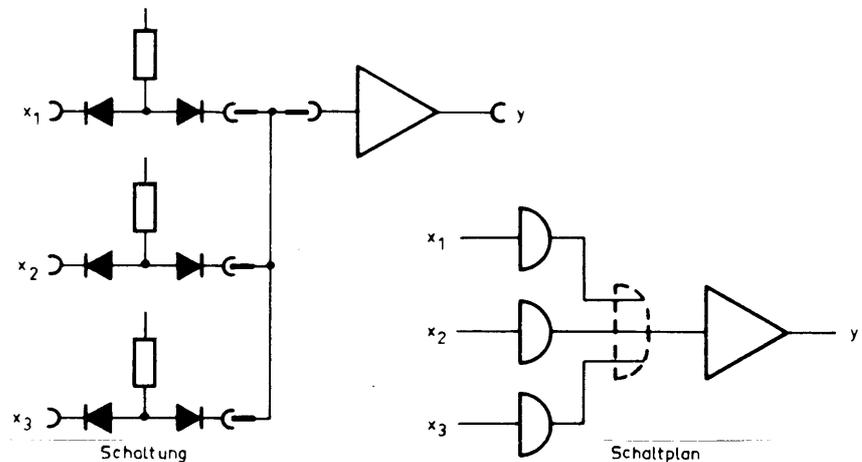


Bild 18 ODER-Schaltung

Für die Bildung der Disjunktion mit m Variablen werden also m Verknüpfungselemente benötigt. Wenn keine konjunktiven 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 Verfügung steht.

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

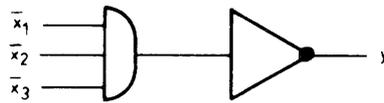


Bild 19 Disjunktion mit zusätzlichem Inverter

Der zusätzliche Aufwand beschränkt sich gegenüber der Konjunktion nur auf den zusätzlichen Inverter.

2.4.4.3.
Konjunktion/
Disjunktion

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

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

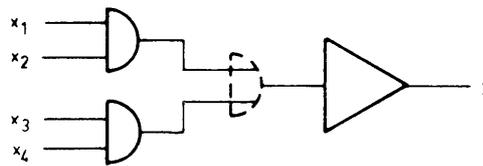


Bild 20 Konjunktionen mit nachfolgender Disjunktion

2.4.4.4.
Disjunktion/
Konjunktion

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

$$\begin{aligned} \text{Funktion: } y &= (x_1 \vee x_2) \wedge (x_3 \vee x_4) \\ &= \overline{\overline{(x_1 \vee x_2)} \vee \overline{(x_3 \vee x_4)}} \\ &= \overline{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2) \vee (\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4)} \end{aligned}$$

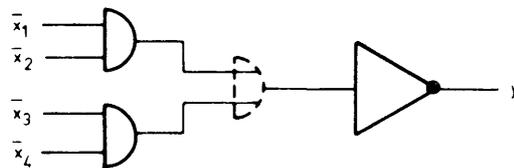


Bild 21 Disjunktionen mit nachfolgender Konjunktion

2.4.4.5.
Vereinzeln

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

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

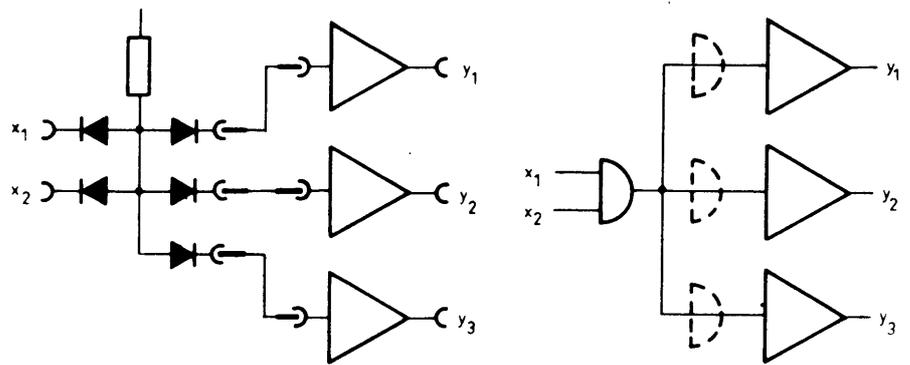


Bild 22 Konjunktion mit mehreren Ausgängen

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.

Funktion: $S_1 = S_2 = x_1 \wedge x_2$

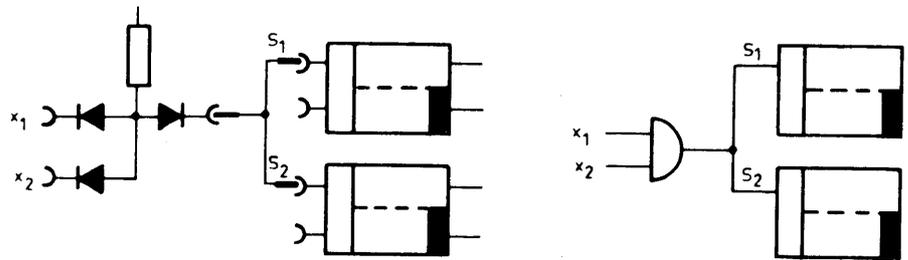


Bild 23 Konjunktion mit einem Ausgang, wenn Flipflops nachfolgen

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

2.4.4.6.
Mehrfachaus-
nutzung eines
disjunktiven Terms

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

Funktion: $y_1 = x_1 \vee x_2$

$y_2 = x_2 \vee x_3$

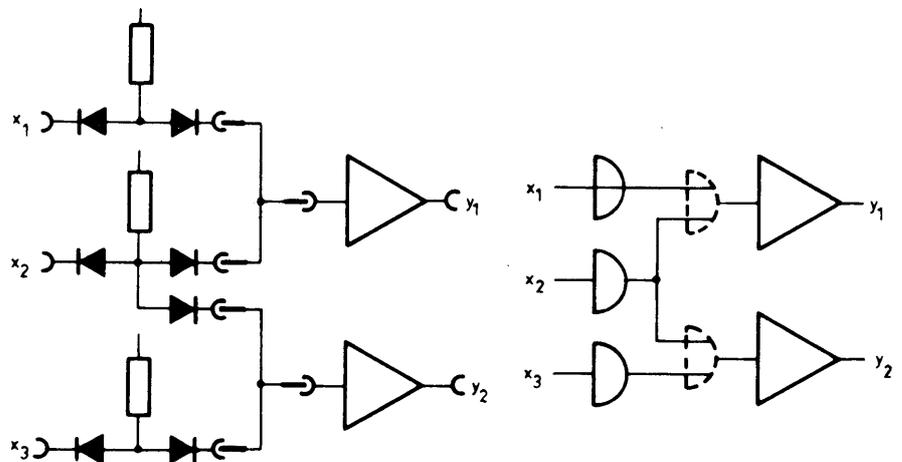


Bild 24 Ein Term in den Variablen mehrerer Disjunktionen

2.4.4.7.
Shiftregister

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

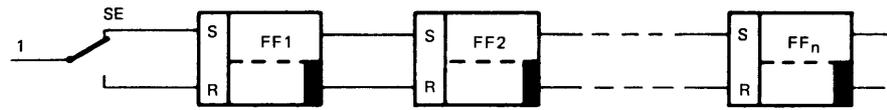


Bild 25 Shiftregister

Die am Serieneingang (SE) ankommende Information wird mit jedem Takt um 1 Stelle nach rechts verschoben.

Shiftregister und Shiftbefehl: :

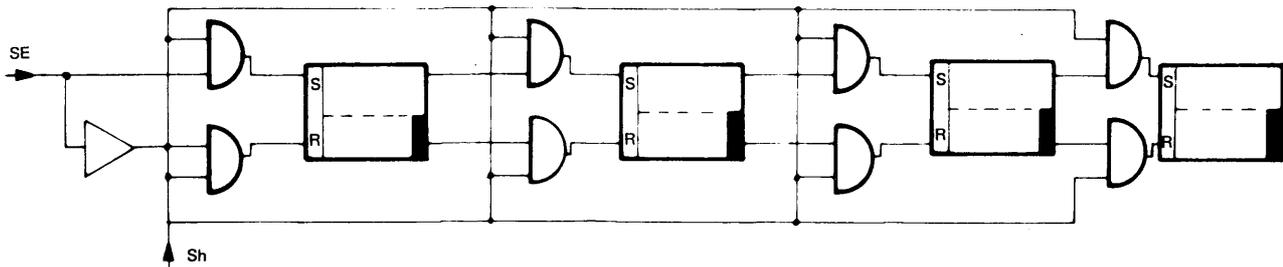


Bild 26 Schaltung zum Vorwärts-Shiften

Die Eingänge der Flipflops werden über eine Konjunktion beschaltet, an deren Eingang der Shiftbefehl und der Ausgang des vorhergehenden Flipflops liegen.

Die über SE ankommende Information wird dann mit jedem Takt um eine Stelle nach rechts verschoben, wenn ein Shiftbefehl ($Sh = 1$) anliegt. Für $Sh = 0$ bleibt das Register in Ruhe, es erfolgt also auch keine Eingabe über SE.

2.4.4.8.
Zähler

Die verwendeten Flipflops haben eine sogenannte JK-Charakteristik (s. 1.6.1). Das bedeutet: bei Belegen beider Eingänge (Runds) mit einer "1" ändert sich der Ausgangszustand mit jedem Takt. Aufgrund dieses Verhaltens lassen sich sehr einfach Binär-Umsetzer und Zähler realisieren, obwohl nur ein gemeinsamer Takt zur Verfügung steht.

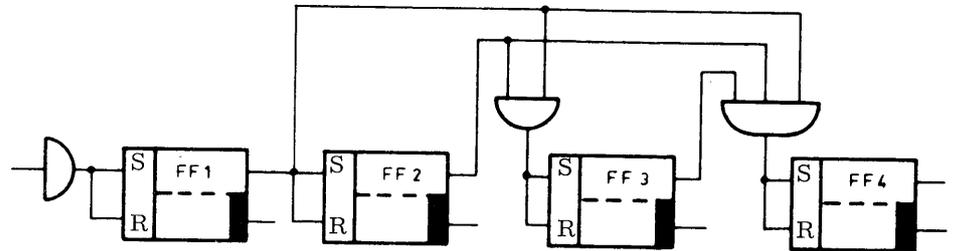


Bild 27 Binärumschalter vorwärts

Obige Schaltung zeigt einen 4-Bit-Dualzähler, der von 0 bis 15 zählen kann.

Bei jedem Takt zählt die Anordnung um eine Binäreinheit weiter. Zum Zählen von Ereignissen wird die Schaltung um eine Konjunktion erweitert.

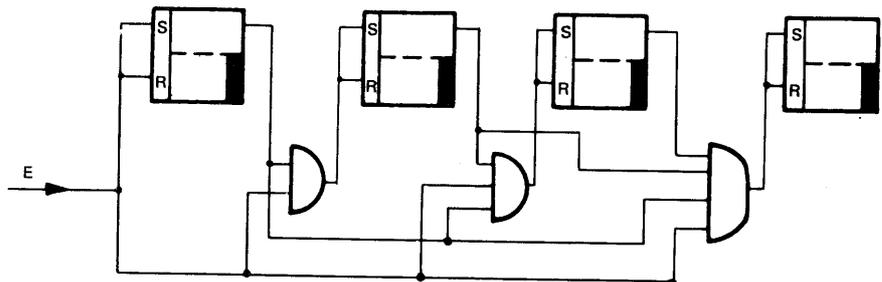


Bild 28 Ereignis-Zähler

Der Zähler zählt nur dann bei jedem Takt um eine Binärstufe weiter, wenn am Eingang E eine "1" steht.

Vertauscht man die Ausgänge an den Flipflops, legt man also die Weiterführung am Ausgang an den Rücksetzanschluss, so zählt die Schaltung rückwärts.

2.4.4.9.
Frei programmierbare Flipflops

Die im DEX 102 zur Verfügung stehenden Flipflops werden alle zentral getaktet. Gelegentlich benötigt man jedoch auch frei programmierbare Flipflops. Man kann sich solche Flipflops durch einfache Steckverbindungen auf dem Programmierbrett selbst herstellen. Nachfolgend hierzu einige Beispiele:

2.4.4.9.1.
Einfaches RS-
Flipflop, binär-
1-aktiv

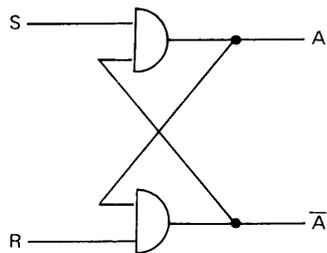


Bild 29 Einfaches RS-Flipflop, binär-1-aktiv

Funktionstabelle

Eingangssignal			Ausgangszustand	A_{-1} ist der vorherige Zustand von A
A_{-1}	S_n	R_n	A	
0	0	0	nicht definiert	
0	0	1	0	
0	1	0	1	
0	1	1	nicht definiert	
1	0	0	nicht definiert	
1	0	1	0	
1	1	0	1	
1	1	1	nicht definiert	

2.4.4.9.2.
Einfaches RS-
Flipflop, binär-
0-aktiv

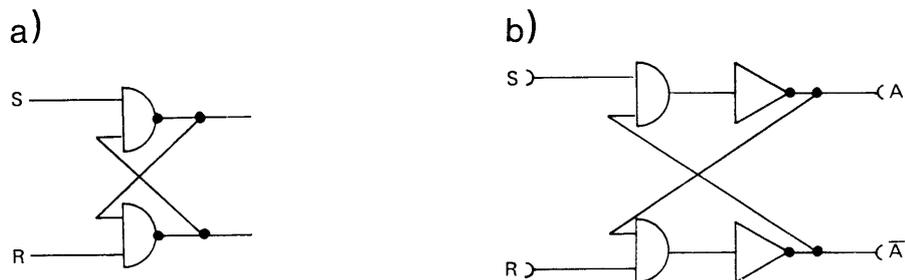


Bild 30 Einfaches RS-Flipflop, binär-0-aktiv
a) allgemein b) Schaltung für DEX 102

Funktionstabelle

Eingangssignal			Ausgangszustand	A_{-1} ist der vorherige Zustand von A
A_{-1}	S_n	R_n	A	
0	0	0	nicht definiert	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	1	0	
1	0	0	nicht definiert	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	1	1	

2.4.4.9.3.
Getaktetes RS-
Flipflop, binär-
1-aktiv

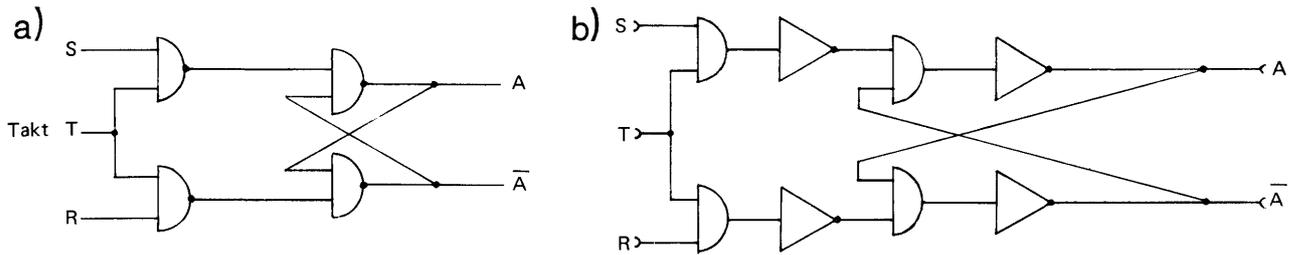


Bild 31 Getaktetes RS-Flipflop, binär-1-aktiv
a) allgemein b) Schaltung für DEX 102

Die Setz- und Rücksetzeingänge werden zwei negierten UND-Funktionen zugeführt, an welche auch der Takt angelegt wird. Das Flipflop wird dadurch nur gesetzt, wenn ein Setz- bzw. Rücksetzimpuls und ein Takt anliegen.

Im Zustand $T = 0$ können S und R voreingestellt werden, da sich unter dieser Bedingung am Inhalt des Flipflops nichts ändert, d.h. $A = A_{-1}$.

Funktionstabelle

Takt T	Eingangssignal			Ausgangszustand	A ₋₁ ist der vorherige Zustand von A
	A ₋₁	S _n	R _n	A	
1	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	
1	0	1	0	1	
1	0	1	1	nicht definiert	
1	1	0	0	1	
1	1	0	1	0	
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	nicht definiert	
0	0	0	0	0	
0	0	0	1	0	
0	0	1	0	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	1	
0	1	0	1	1	
0	1	1	0	1	
0	1	1	1	1	