

A n l e i t u n g s b u c h

Computer-Lehrbaukästen	CL 1601
	CL 1650
und Zusatzkästen	CL 1602
	CL 1603
	CL 1604
	CL 1605

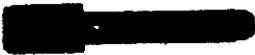
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe
- auch auszugsweise - nicht gestattet. Wir übernehmen keine Gewähr,
daß die in diesem Buch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

Technische Änderungen vorbehalten.

Herausgegeben von der Deutschen Philips GmbH, Abt. Technische Spielwaren
2 Hamburg 1, Mönckebergstraße 7

1974

	Seite
18. <u>Baustein mit Ziffernanzeige</u>	18-1-
18.1. Die Segmente der Ziffernanzeige	18-2-
18.2. Eingänge A bis D des Anzeige-Bausteins	18-4-
19. <u>Dezimalzähler</u>	19-1-
19.1. Zähler 0 - 1	19-1-
19.2. Zähler 0 - 3	19-1-
19.3. Weitere Zähler	19-2-
19.4. Der Dezimalpunkt	19-2-
20. <u>Der Flipflop-Baustein</u>	20-1-
20.1. Schaltungen mit dem Flipflop-Baustein	20-2-
20.2. D-Flipflop als Entpreller	20-2-
21. <u>Schaltungen mit Flipflop- und Anzeige-Baustein</u>	21-1-
21.1. Generator für Flipflop-Baustein	21-1-
21.2. Universalzähler	21-3-
21.3. Schieberegister	21-6-
21.4. Ringzähler aus Schieberegister	21-6-
21.5. Ringzähler mit umlaufender Anzeige	21-7-
22. <u>Anwendungen der Zähler</u>	22-1-
22.1. Elektronisches Würfelspiel	22-1-
22.2. Lichtschrankenzähler	22-1-
22.3. 6 aus 49	22-3-

Teil und Symbol	Nr.	Bezeichnung	Inhalt CL 1605
	349.6518	Ziffernanzeige-Baustein	1
	349.6519	Flipflop-Baustein	1
	349.6019	Stromversorgungsstecker	4
	349.6020	Stecker	30
	349.6021	Kontaktbügel für Stecker	30
	349.1017	Isolierter Draht	4 m

18. Baustein mit Zifferanzeige

Eine interessante Erweiterung des Philips Computer-Lehrbaukastens ist der Baustein mit Zifferanzeige (Abb. 158). Die äußere Form ist identisch mit der der Logik- und Relais-Bausteine, jedoch ist das Gehäuse blau eingefärbt.

Die äußerlich erkennbaren konstruktiven Unterschiede bestehen in einer zusätzlichen vierten Eingangsbuchse D (vergleiche Abb. 161). Anstelle des Ausgangs F enthält dieser Baustein eine 7-Segment-Anzeige zur Darstellung der dezimalen Ziffern 0 - 9 sowie einiger Buchstaben und Zeichen.

Der Schaltungsaufbau im Innern besteht im wesentlichen aus einem integrierten Schaltkreis (IC), der über Widerstände mit der Segmentanzeige verbunden ist (Abb. 159).

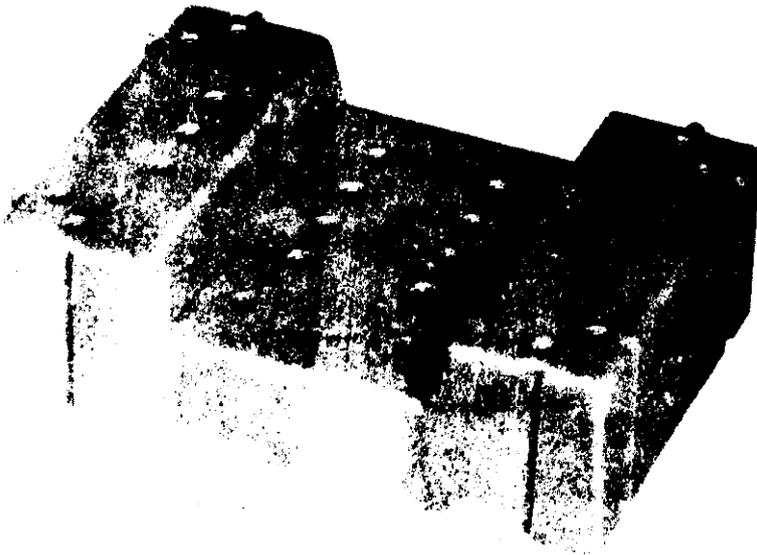


Abb. 158

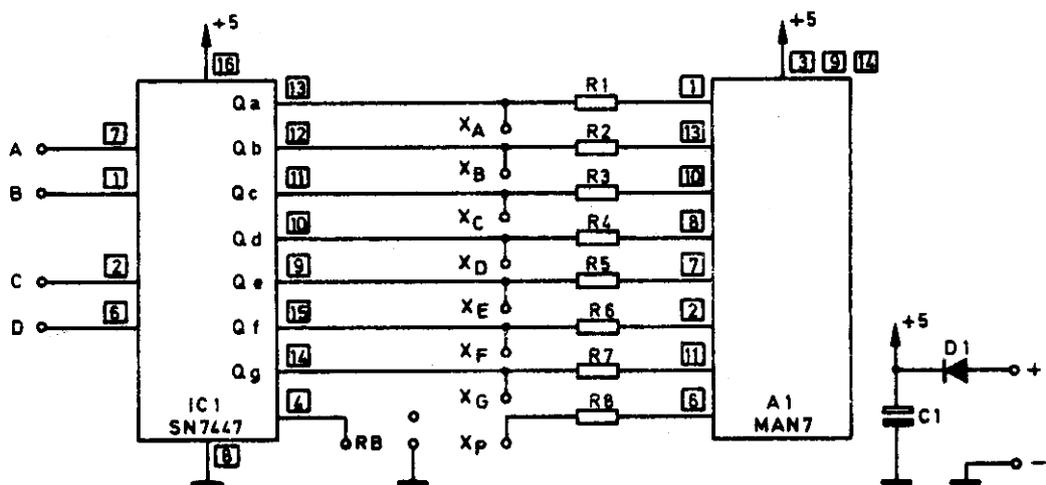


Abb. 159

18.1. Die Segmente der Zifferanzeige

Die Ziffern 0 - 9 werden auf der Anzeige durch Kombination mehrerer leuchtender Segmente dargestellt. Die Buchsen im tiefer gelegenen Mittelteil des Anzeige-Bausteins, die mit X_A bis X_P bezeichnet werden (Abb. 161), haben eine andere Bedeutung als die des Programmierfeldes im Logik- bzw. Relais-Baustein.

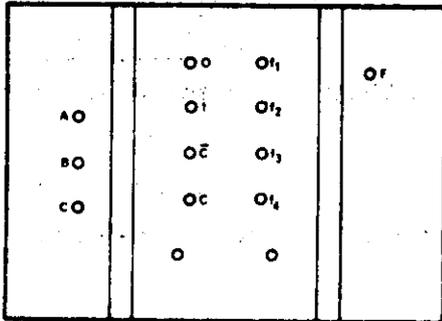


Abb. 160

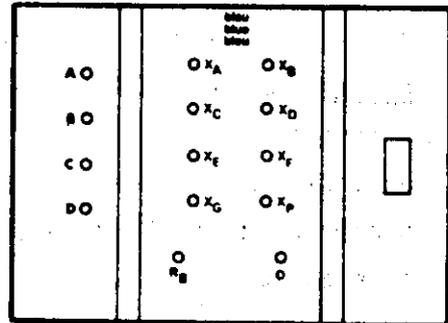


Abb. 161

Die Buchsen X_A bis X_G erlauben einen direkten Zugriff zu den einzelnen Segmenten; X_P stellt eine Verbindung zum Dezimalpunkt her (Abb. 162).

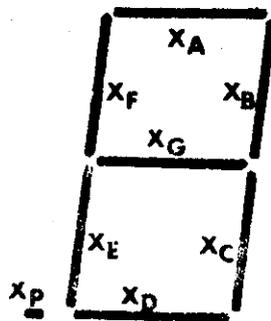


Abb. 162

Damit Sie sich mit dem Anzeige-Baustein vertraut machen können, verbinden Sie nacheinander die Buchsen X_A bis X_P mit dem Schalter 1 der Eingabeeinheit und R_B ständig mit 0 (Abb. 163).

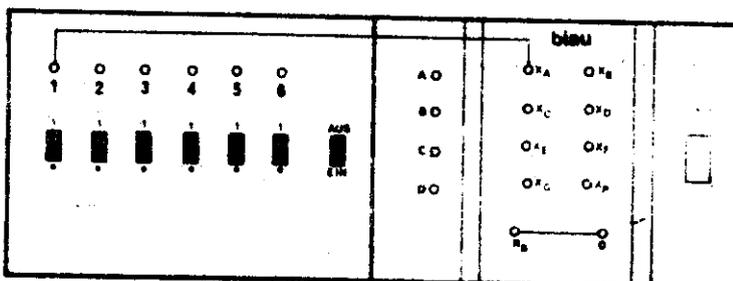


Abb. 163

Wenn X_A bis X_P ein 0-Signal erhält, leuchten das zugehörige Segment bzw. der Dezimalpunkt auf.

Um Ziffern darstellen zu können, benötigt man zwei Eingabeeinheiten, damit jede Buchse von X_A bis X_P mit einem Schalter verbunden werden kann.

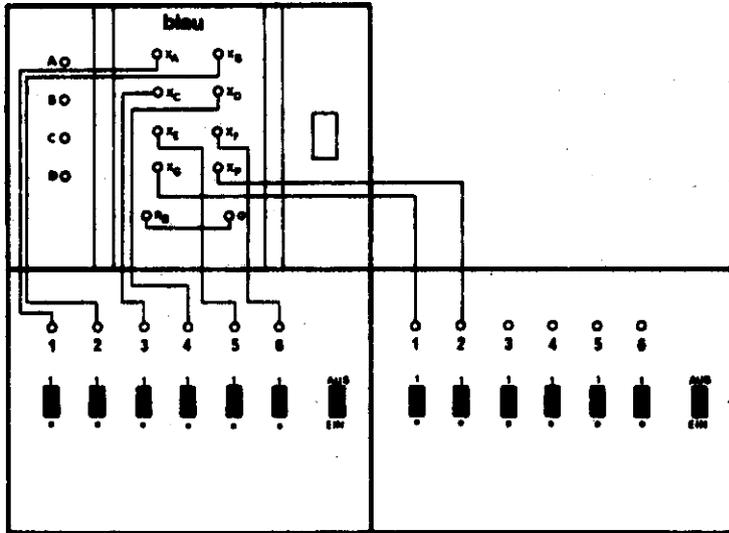


Abb. 164

Zunächst müssen alle Schalter auf 1 stehen. Soll nun z. B. die Ziffer 3 auf der Anzeige aufleuchten, werden die Schalter 1, 2, 3, 4 und 7 auf 0 gestellt.

Bei entsprechender Schalterstellung können die Ziffern 0 bis 9 und der Dezimalpunkt dargestellt werden.

Eingangssignal							Ziffer
X_A	X_B	X_C	X_D	X_E	X_F	X_G	
1	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	2
0	0	0	0	1	1	0	3
1	0	0	1	1	0	0	4
0	1	0	0	1	0	0	5
1	1	0	0	0	0	0	6
0	0	0	1	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0	0	8
0	0	0	1	1	0	0	9
0	0	0	0	0	0	1	0

Wenn der Anzeige-Baustein in dieser Art eingesetzt wird, lassen sich nicht nur Ziffern, sondern in begrenztem Umfang auch Buchstaben abbilden. Für ein A müßten z. B. die Buchsen X_A , X_B , X_C , X_E , X_F und X_G ein 0-Signal erhalten.

Bei dieser Anordnung der Segmente, die für Ziffern gedacht ist, lassen sich die Buchstaben K, M, N, Q, T, V, W, X nicht darstellen; zusätzlich können auch noch Verwechslungen auftreten (z.B. D - 0).

18.2. Eingänge A bis D des Anzeige-Bausteins

Während die Buchsen X_A bis X_P direkt mit den Segmenten der Anzeige verbunden sind, lassen sich bei der Benutzung der Eingänge A bis D bereits bestimmte Verknüpfungen herstellen und damit Vereinfachungen erzielen. Dabei bleiben X_A bis X_P unbenutzt, weil über das IC Verbindungen von den Eingängen zur Anzeige bestehen (vgl. Schaltbild, Abb. 159).

Wenn Sie jetzt die Eingänge A bis D des Anzeige-Bausteins mit den Schaltern 1 bis 4 der Eingabeeinheit entsprechend dem abgebildeten Verdrahtungsplan (Abb. 165) verbinden, können die Ziffern 0 - 9 mit nur vier Eingangssignalen erzeugt werden.

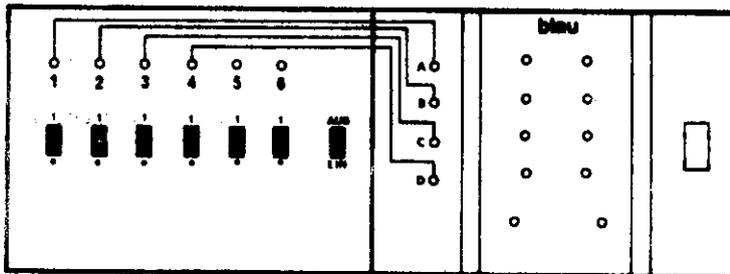


Abb. 165

Wie die Ziffern mit nur vier Eingangssignalen zusammengesetzt werden können, zeigt die folgende Funktionstabelle.

Eingänge				Anzeige
A	B	C	D	
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	2
1	1	0	0	3
0	0	1	0	4
1	0	1	0	5
0	1	1	0	6
1	1	1	0	7
0	0	0	1	8
1	0	0	1	9

Im Gegensatz zu allen bisherigen Funktionstabellen ist den dezimalen Ziffern 0 bis 9 eine duale Schreibweise in umgekehrter Reihenfolge zugeordnet, da der Eingang A des Anzeige-Bausteins das erste 1-Signal erhält. Dieses Signal entspricht sowohl dual als auch dezimal der Stelle mit der niedrigsten Wertigkeit.

Aus der folgenden Übersicht können Sie ersehen, daß die Eingangssignale für die Eingänge A bis D in umgekehrter Folge den Dualzahlen entsprechen.

Eingangs-Kombination	Eingänge				Dualzahl	Dezimalzahl
	A	B	C	D		
1	0	0	0	0	0 0 0 0	0
2	1	0	0	0	0 0 0 1	1
3	0	1	0	0	0 0 1 0	2
4	1	1	0	0	0 0 1 1	3
5	0	0	1	0	0 1 0 0	4
6	1	0	1	0	0 1 0 1	5
7	0	1	1	0	0 1 1 0	6
8	1	1	1	0	0 1 1 1	7
9	0	0	0	1	1 0 0 0	8
10	1	0	0	1	1 0 0 1	9

Die weiteren Eingangskombinationen (11 - 16) ergeben zusätzliche Segmentabbildungen, die für die Dezimaldarstellung nicht brauchbar sind.

Eingangs-Kombination	Eingänge				Anzeige
	A	B	C	D	
11	0	1	0	1	
12	1	1	0	1	
13	0	0	1	1	
14	1	0	1	1	
15	0	1	1	1	
16	1	1	1	1	keine Anzeige

Um diese Zeichen zu unterdrücken, wenn nur die Dezimalziffern 0 - 9 dargestellt werden sollen, kann R_B mit der Buchse 0 verbunden werden. Denn sowie $R_B = 0$ ist, wird die Anzeige - unabhängig von den Eingangskombinationen - stets unterbunden. Das läßt sich auch erzielen, wenn R_B vom Ausgang F eines Logik-

Bausteins ein 0-Signal erhält. Dazu legen Sie die Signale für die Eingänge A, B, C des Anzeige-Bausteins parallel auf die Eingänge A, B, C eines Logik-Bausteins.

Die Programmierung müssen Sie nun so wählen, daß bei allen in der Tabelle für A, B, C angegebenen Kombinationen (11 bis 16), die bei $D = 1$ keine Dezimalziffer ergeben, $F = 0$ wird. Daraus ergibt sich:

Anzeige-Baustein	Eingänge A B C			
Logik-Baustein I	A	B	C	F_I
	0	0	0	1
	1	0	0	1
	0	1	0	0
	1	1	0	0
	0	0	1	0
	1	0	1	0
	0	1	1	0
	1	1	1	0

) Bei diesen Kombinationen an den Eingängen A, B, C wird bei $D = 1$ keine Dezimalziffer angezeigt.

Den Eingang D des Anzeige-Bausteins verbinden Sie parallel mit C eines weiteren Logik-Bausteins. Der Eingang D des Anzeige-Bausteins führt nur für die dezimalen Ziffern 8 und 9 und die weiteren Zeichen ein 1-Signal. Bei Inverterschaltung des Logik-Bausteins II ist dessen Ausgang dann immer 0. Die beiden Signale F_I und F_{II} werden in einem dritten Logik-Baustein so verknüpft, daß $F_{III} = 0$ ist, wenn F_I und F_{II} gleichzeitig ein 0-Signal führen (Abb. 166). Da aber der Logik-Baustein I bei den Eingangskombinationen

0 0 0
und 1 0 0

an seinem Ausgang $F_I = 1$ führt, ist für die Ziffern

dezimal 8 = Anzeigekombination 0 0 0 1
und dezimal 9 = Anzeigekombination 1 0 0 1

in jedem Fall am Ausgang F_{III} ein 1-Signal vorhanden. R_B des Anzeige-Bausteins erhält dann auch ein 1-Signal, so daß die Ziffern 8 und 9 angezeigt werden.

In allen weiteren Fällen führt sowohl der Ausgang F_I als auch F_{II} ein 0-Signal. Dadurch wird auch $F_{III} = 0$, und über $R_B = 0$ wird eine Anzeige unterdrückt.

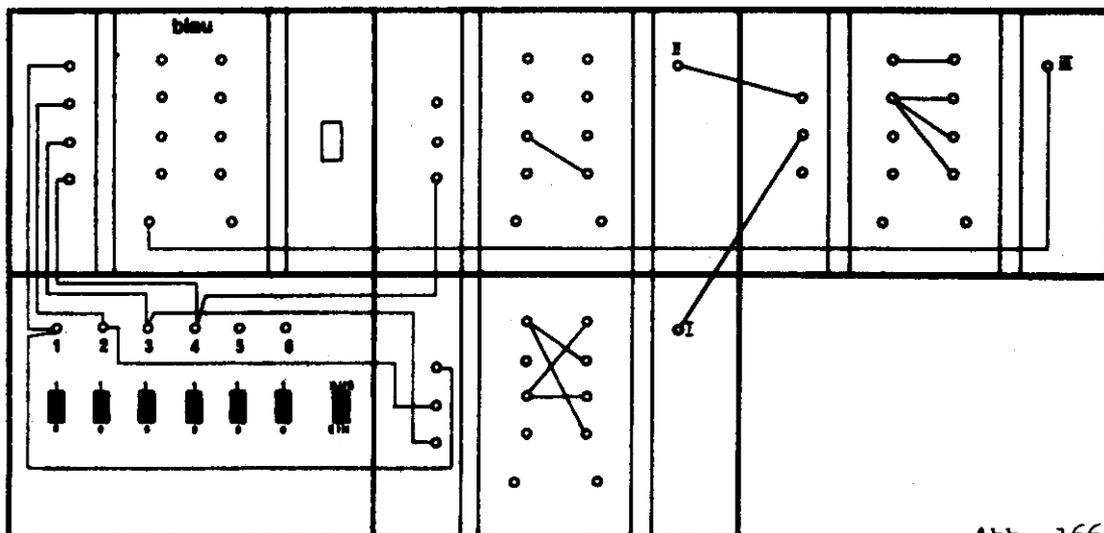
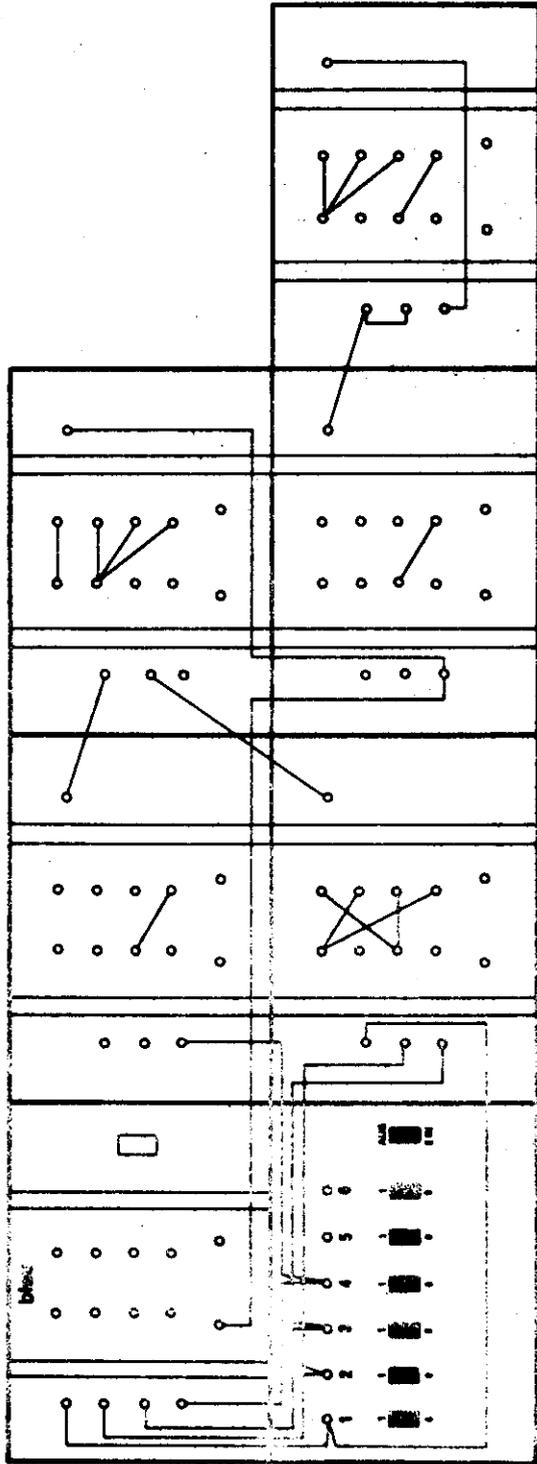


Abb. 166

Die Unterdrückung der nicht erwünschten Signalkombinationen (11 - 16) läßt sich in vereinfachter Weise auch erreichen, wenn Sie nur die Eingänge B, C, D betrachten. Diese Kombinationen treten bei keiner anderen Ziffer auf, und ein Logik-Baustein muß so programmiert werden, daß $F = 0$ wird, wenn eine dieser Möglichkeiten auftritt. Hinweise zur Programmierung finden Sie im Kapitel 7.

Da bei unterdrückter Anzeige für die Kombinationen 0 1 0 1 bis 1 1 1 1 auch die Ausgänge F_I bis F_{III} ein 0-Signal führen, deutet kein Lichtsignal auf den betriebsbereiten Zustand des Gerätes hin. Das kann ein Generator (Logik-Baustein V) übernehmen, der über einen Inverter (Logik-Baustein IV) eingeschaltet wird, wenn $F_{III} = 0$ ist.

Der Dezimalpunkt läßt sich nicht mit den Eingängen A bis D einschalten. Er leuchtet nur auf, wenn X_p direkt mit einem Schalter der Eingabeeinheit verbunden ist und das Signal 0 erhält (vgl. Kapitel 18.1.).



19. Dezimalzähler

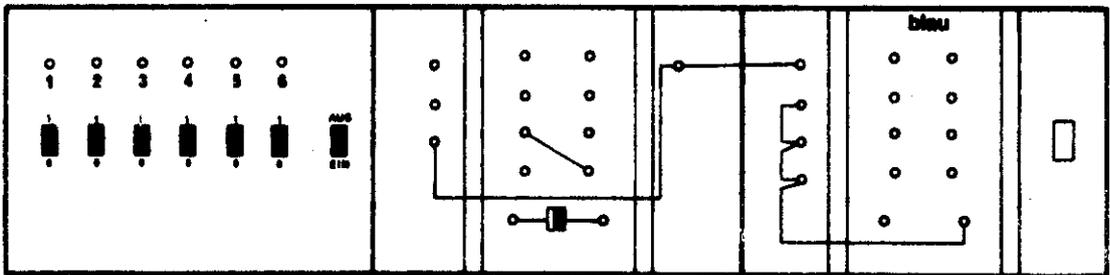
Über die Eingänge A bis D erhielt der Anzeige-Baustein bei den bisherigen Schaltungen duale Informationen mit Schaltern der Eingabeeinheit, die als dezimale Ziffern angezeigt wurden.

Die dualen Informationen kann auch ein Binärzähler eingeben, der durch einen Generator angesteuert wird.

19.1. Zähler 0 - 1

Zur Darstellung der Dezimalziffern 0 - 1 auf der Anzeige reicht ein Generator, an dessen Ausgang im Wechsel die elektrischen Zustände 0 und 1 auftreten. Jeder dieser beiden elektrischen Zustände wird als Dezimalziffer auf der Anzeige wiedergegeben.

Verbinden Sie den Ausgang F des Generators mit dem Eingang A des Anzeige-Bausteins und die Eingänge B, C, D mit der Buchse (Abb. 168).



19.2. Zähler 0 - 3

Abb. 168

Mit einem Generator und einem nachgeschalteten Binärzähler können Sie bereits die dezimalen Ziffern 0 - 3 darstellen. Durch den Binärzähler wird das Generatorsignal im Verhältnis 1 : 2 unter-
setzt (vgl. Kap. 11.3.).

Wenn Sie jetzt den Ausgang F des Generators auf den Eingang A des Anzeige-Bausteins legen und den Eingang B mit F des Binär-
untersetzers verbinden, werden die dualen Informationen des Ge-
nerators und des Binärzählers - es sind 0 0 - 0 1 - 1 0 -
1 1 - als dezimale Ziffern auf der Anzeige abgebildet. Bei
diesem Zähler müssen Sie die Eingänge C und D des Anzeige-Bau-
steins mit der Buchse 0 verbinden (Abb. 169).

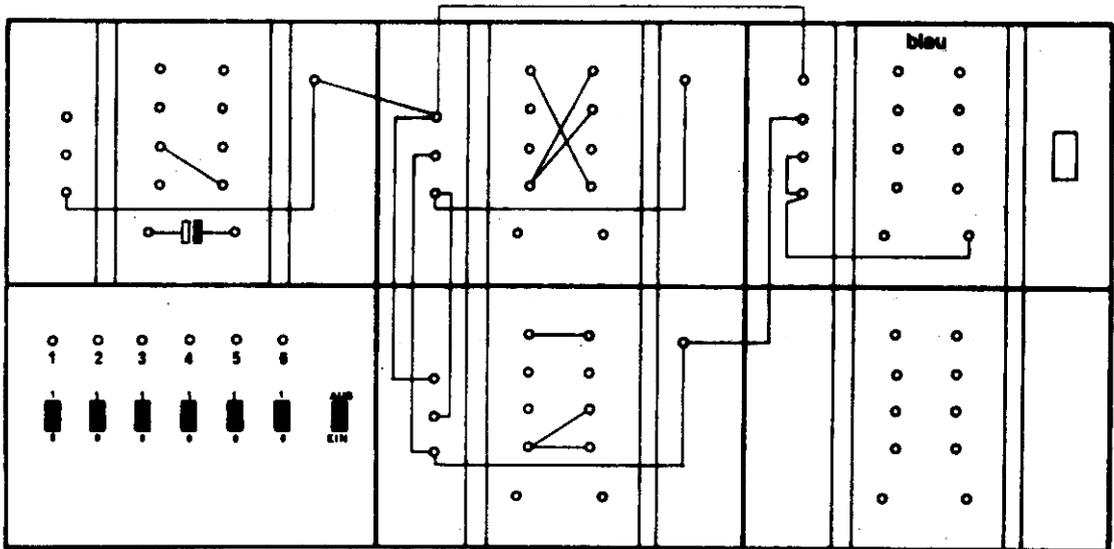


Abb. 169

19.3. Weitere Zähler

Durch den Einsatz weiterer Binäruntersetzer läßt sich das Zählwerk auf 0 - 7 bzw. 0 - 15 erweitern. Natürlich können die zwei-stelligen Zahlen 10 - 15 nicht auf der einstelligen Anzeige abgebildet werden. Es erscheinen statt dessen die bereits beschriebenen Segmentkombinationen (vgl. Kap. 18.2.), bis der Zähler nach der 16. Eingangskombination auf 0 umspringt.

Wollen Sie die Zeichen, die anstelle der Zahlen 10 - 15 auftreten, unterdrücken, muß zusätzlich der Aufbau zur Unterdrückung der Anzeige (Vgl. Abb. 166) zwischengeschaltet werden.

Für den Zähler 0 - 7 finden Sie die Verdrahtung und Programmierung in Abb. 170.

Für den Zähler 0 - 15 benötigen Sie noch einen weiteren Frequenzuntersetzer (vgl. Kap. 11.3.).

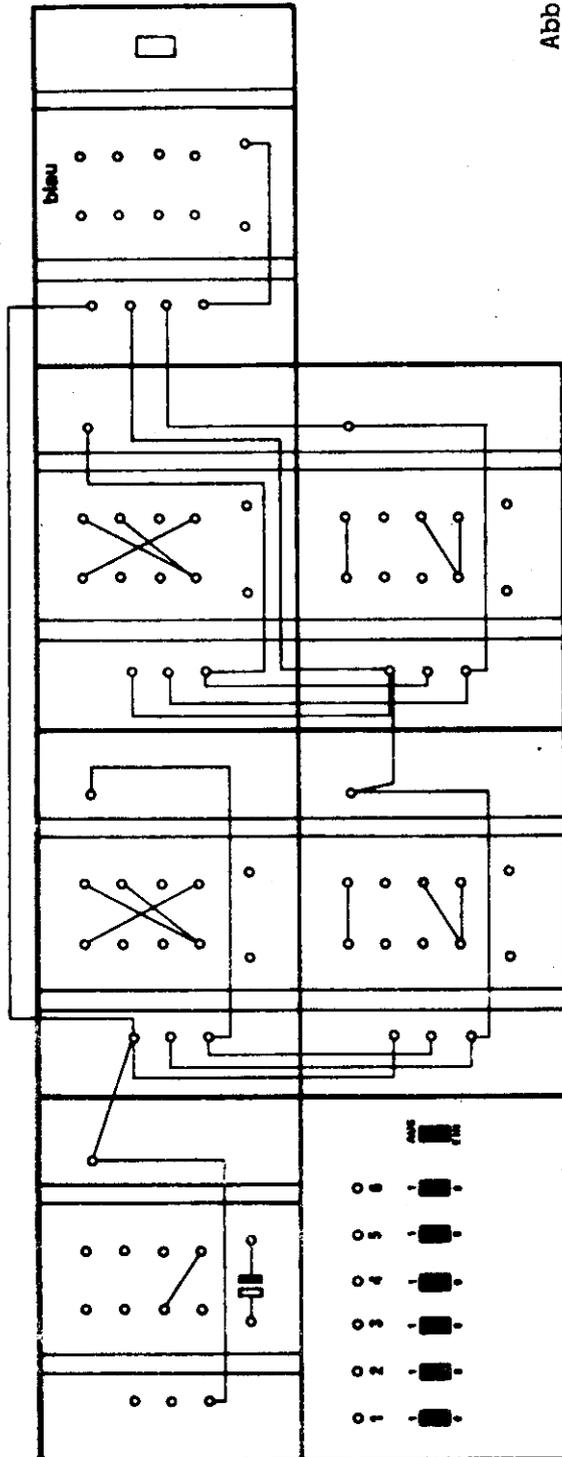
19.4. Der Dezimalpunkt

Eine Abwandlung des Zählers 0 - 7 können Sie dadurch erreichen, daß der Dezimalpunkt der Anzeige eingesetzt wird.

Dazu müssen Sie den Ausgang F des zweiten Binäruntersetzers direkt mit der Buchse X_3 im Programmierfeld des Anzeige-Bausteins verbinden, die Eingänge C und D mit 0.

Da Sie am Aufbau des Binäruntersetzers nichts geändert haben, müssen Sie davon ausgehen, daß er unverändert dieselben Signale abgibt. Allerdings bewirken nur der Generator und die erste Stufe des Binärzählers die Anzeige von Ziffern (0 - 3), die zweite Stufe schaltet zusätzlich bei $F = 0$ den Dezimalpunkt ein.

Abb. 170



20. Der Flipflop-Baustein

Im Kapitel 11 haben Sie verschiedene Flipflops kennengelernt, die aus Logik-Bausteinen mit spezieller Programmierung aufgebaut wurden.

Die wesentliche Eigenschaft eines Flipflops besteht darin, duale Informationen über einen beliebigen Zeitraum zu speichern.

Zur Realisierung eines Flipflops benötigen Sie mindestens einen bzw. zwei Logik-Bausteine.

Der Philips Computer-Lehrbaukasten CL 1605 enthält einen universellen Flipflop-Baustein, der durch den Einbau von vier IC's auch vier Flipflops darstellen kann. Wird er anstelle von Logik-Bausteinen - programmiert als Flipflops - verwendet, können dadurch bis zu acht Logik-Bausteine ersetzt werden.

Äußerlich erkennen Sie den Flipflop-Baustein (Abb. 171) an dem grünen Gehäuse und der Anordnung der Buchsen, die von der der Logik-Bausteine abweicht.

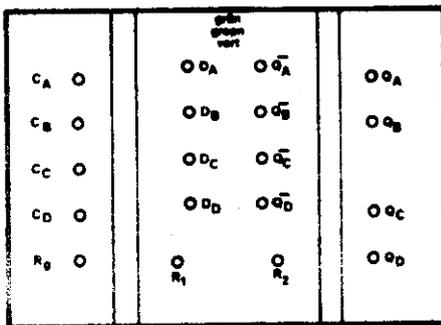


Abb. 171

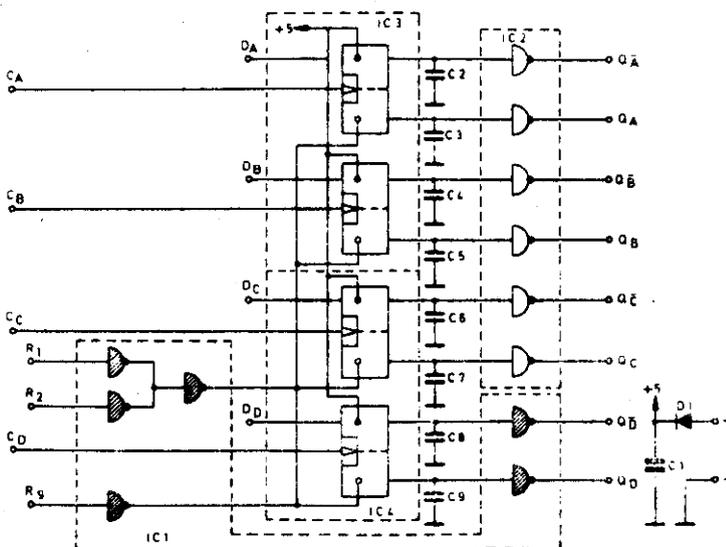


Abb. 172

20.1. Schaltungen mit dem Flipflop-Baustein

Um die Funktion des Flipflop-Bausteins zu erproben, sollten Sie noch einmal verschiedene Flipflops aufbauen, die bereits in Kap. 11 vorgestellt wurden.

Das einfachste ist das R-S-Flipflop. Es speichert ein eingegebenes Signal, bis dieses über "reset" (R) = 1 gelöscht wird.

Da der Flipflop-Baustein den Ausgangszustand nicht anzeigen kann, müssen Sie einen Logik-Baustein als Anzeige nachschalten (Abb. 173).

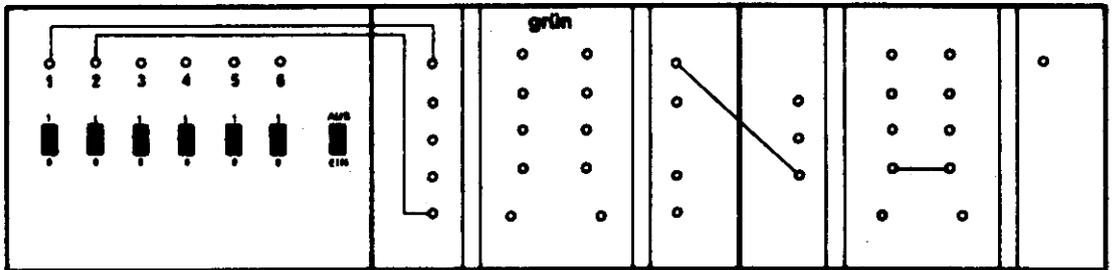


Abb. 173

In Abwandlung der in Abb. 173 dargestellten Schaltung können Sie das R-S-Flipflop auch realisieren, indem Sie den Eingang C_B und entsprechend den Ausgang Q_B belegen. Die gleiche Funktion erfüllen die Eingänge C_C bzw. C_D mit den zugehörigen Ausgängen. Sie merken sicherlich schon, worin der Vorteil dieses Flipflop-Bausteins liegt: Mit einem Baustein können gleichzeitig vier Flipflops verwirklicht werden.

20.2. D-Flipflop als Entpreller

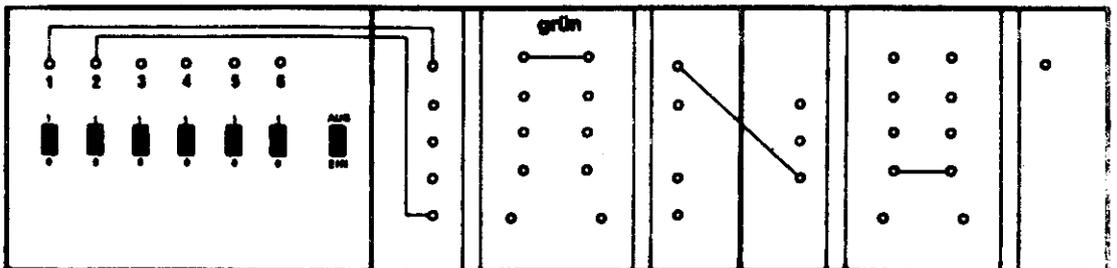


Abb. 174

Wenn Sie nach Abb. 174 den Zähler 0 - 1 mit dem Flipflop-Baustein aufbauen, werden Sie feststellen, daß beim einmaligen Betätigen des Schalters der Eingabeeinheit am Ausgang F des Logik-Bausteins nacheinander verschiedene Zustände auftreten. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Schalterzunge vor dem endgültigen Schließen

durch Schwingungen mehrfach wechselweise den Zustand 0 oder 1 annimmt. Jeder Übergang von 0 auf 1 - auch wenn er noch so kurz erfolgt - bewirkt ein 1-Signal am Eingang C_A des Flipflop-Bausteins. Dadurch entstehen am Ausgang F des Logik-Bausteins völlig unkontrollierbare Anzeigen, die nicht dem Takt der Eingabe entsprechen.

Um eine einwandfreie Funktion des Flipflops zu gewährleisten, müssen die durch die Schalterschwingungen hervorgerufenen Impulse über ein vorgeschaltetes D-Flipflop unterdrückt werden. Nur so können eindeutige und beabsichtigte Signale den Flipflop-Baustein schalten.

Da das unkontrollierte Schwingen der Schalterzunge auch als "Prellen" bezeichnet wird, nennt man das vorgeschaltete Flipflop in dieser Funktion "Entpreller" (Abb. 175).

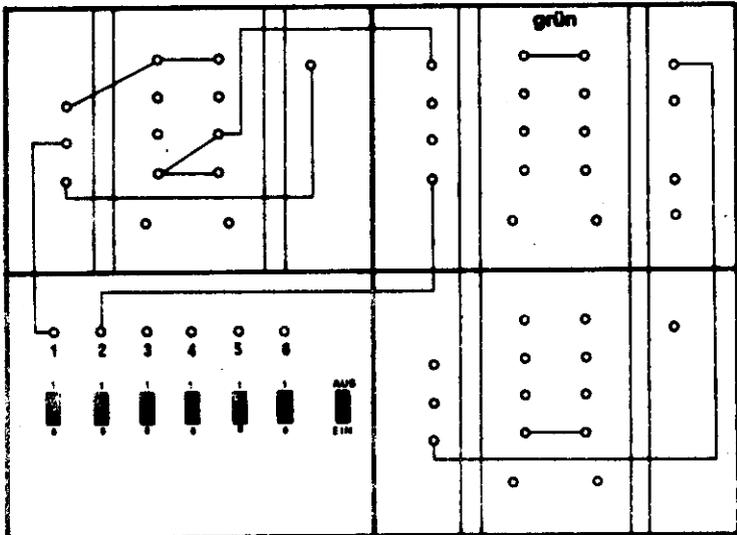


Abb. 175

Der Entpreller muß grundsätzlich in die Signalleitung vom Schalter der Eingabeeinheit zum Eingang der ersten Flipflop-Stufe gelegt werden, da sonst eine einwandfreie Funktion nicht gewährleistet ist.

Unter Verwendung des Entprellers in Verbindung mit den Flipflop-Bausteinen können Sie jetzt die in Kap. 19.1 - 19.3 dargestellten Zähler wesentlich vereinfacht realisieren.

Durch den Einsatz des Flipflop-Bausteins ersparen Sie sich nämlich den Aufbau der einzelnen Zählstufen aus Logik-Bausteinen, da die vier Flipflops im Baustein je einen Binäruntersetzter (Zählstufe) darstellen. Für jede Zählstufe benötigen Sie allerdings je einen Logik-Baustein zur Anzeige der Zustände an den Ausgängen Q_A bis Q_D .

Den Aufbau der einzelnen Zähler entnehmen Sie den Abbildungen
Abb. 176 bis 178.

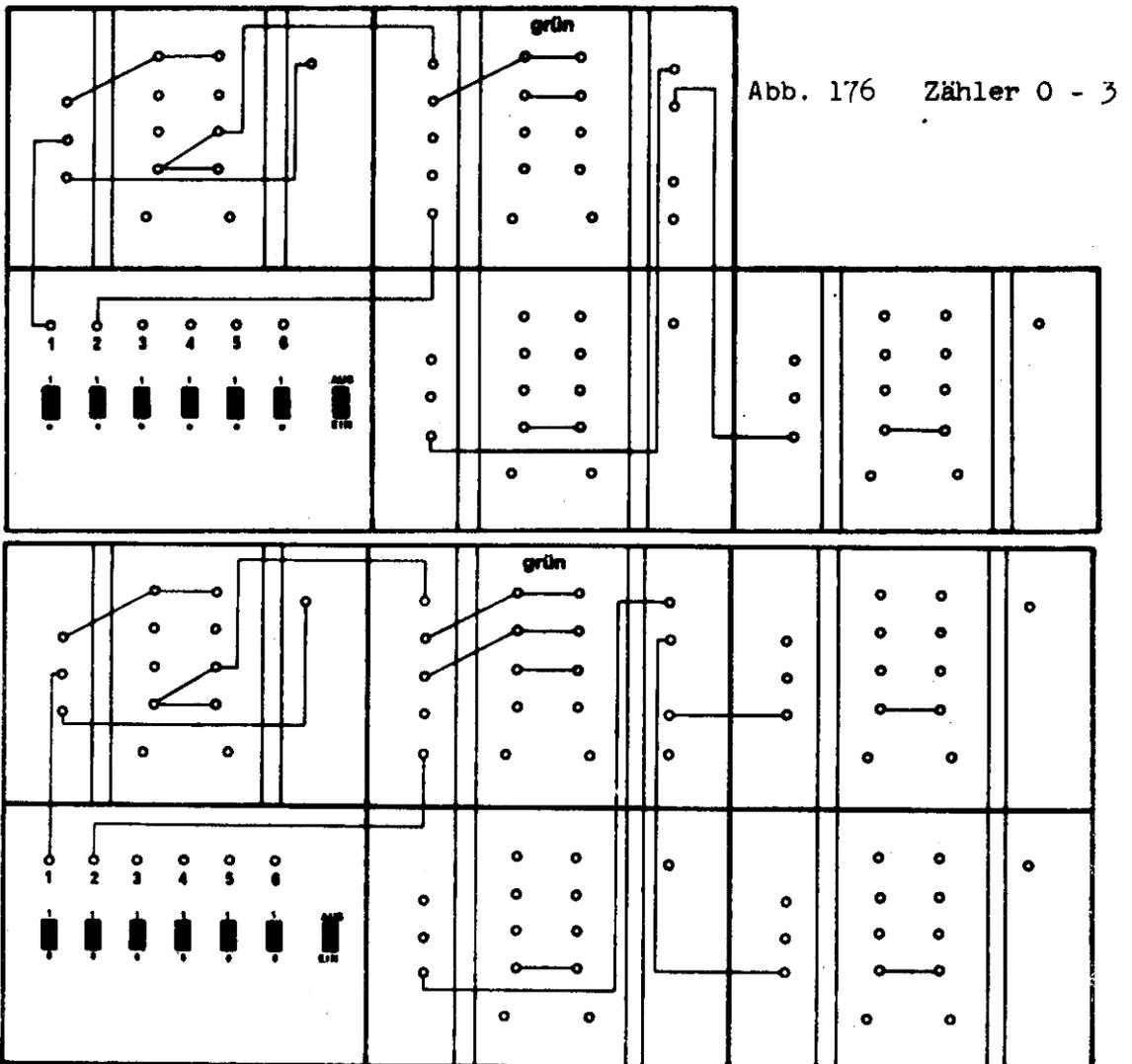


Abb. 177 Zähler 0 - 7

Sie haben festgestellt, daß das Flipflop sehr empfindlich auf Zustandsänderungen in der Signalleitung reagiert. Eine mögliche Fehlerquelle wurde mit dem Entpreller ausgeschaltet. Unerwünschte Schaltimpulse können aber auch auftreten, wenn die Verdrahtung und die Verbindungen mit den Stromversorgungssteckern nicht kontaktsicher hergestellt werden.

Eine Überprüfung der Verdrahtung und Programmierung ist in jedem Fall empfehlenswert. Vor dem Aufbau jeder neuen Schaltung sollten Sie auch die Stromversorgungsstecker leicht aufbiegen. Wenn die Schaltungen mit dem Flipflop-Baustein nicht mehr wie beschrieben funktionieren, setzen Sie neue Batterien ein. Der Flipflop-Baustein reagiert nicht programmgemäß, wenn die Batteriespannung zu niedrig ist.

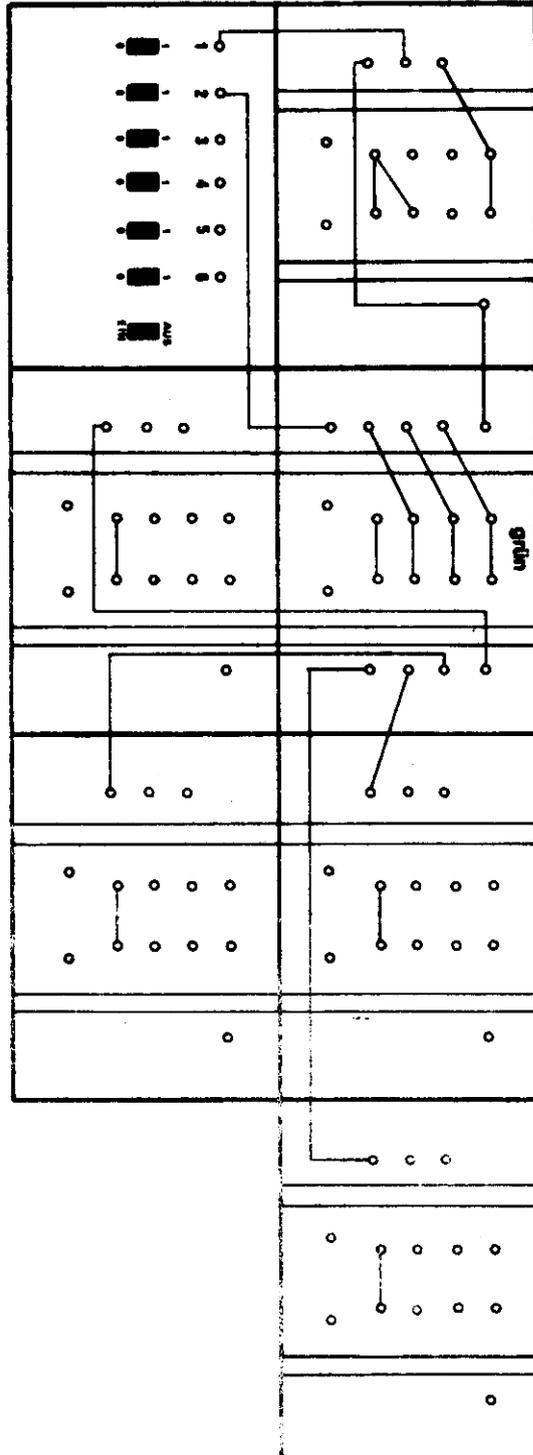


Abb. 178 Zähler 0 - 15

21. Schaltungen mit Flipflop- und Anzeige-Baustein

Bei den folgenden Zählern sollen Sie die Impulse nicht mehr mit einem Schalter der Eingabeeinheit erzeugen, sondern das soll ein Generator - wie bereits in Kap. 19 beschrieben - übernehmen. Beim Aufbau dieses Generators verbinden Sie nicht - wie sonst üblich - den Ausgang F mit dem Eingang C_A des Flipflops, sondern von F_4 des Programmierfeldes führt eine direkte Verbindung zum Eingang

- 21.1. C_A . Diese Schaltungsvariante ist notwendig, weil durch den Kondensator, der die interne Baustein-Laufzeit verlängert, keine eindeutigen Rechteckimpulse am Ausgang F erzeugt werden, wenn seine Kapazität zu groß wird (ab ca. 500 μF). Beim Laden und Entladen eines Kondensators mit größerer Kapazität steigt die Spannung verhältnismäßig langsam an und fällt in derselben Weise ab (Abb. 179).



Abb. 179

Der Eingang C_A des Flipflops erhält dadurch keine eindeutig definierten Signale - 0 oder 1 -, sondern es treten Zwischenzustände auf, die nicht vorhersehbares Umschalten des Flipflops hervorrufen.

Wenn Sie im Gegensatz zu den folgenden Schaltungen den Generator in der bekannten Weise einsetzen - Ausgang F auf Eingang C_A des Flipflops -, können Sie beobachten, daß die beschriebenen Zwischenzustände ein unkontrolliertes Umschalten des Flipflops hervorrufen. Erkennbar ist das an dem sprunghaften Wechsel der Ziffern am Anzeige-Baustein.

Den Aufbau der verschiedenen Zähler entnehmen Sie den Abbildungen 180 bis 182.

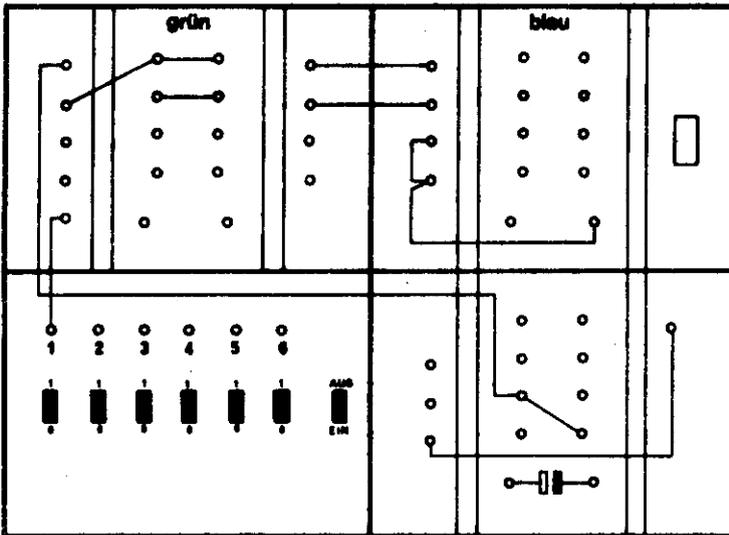


Abb. 180
Zähler 0 - 3

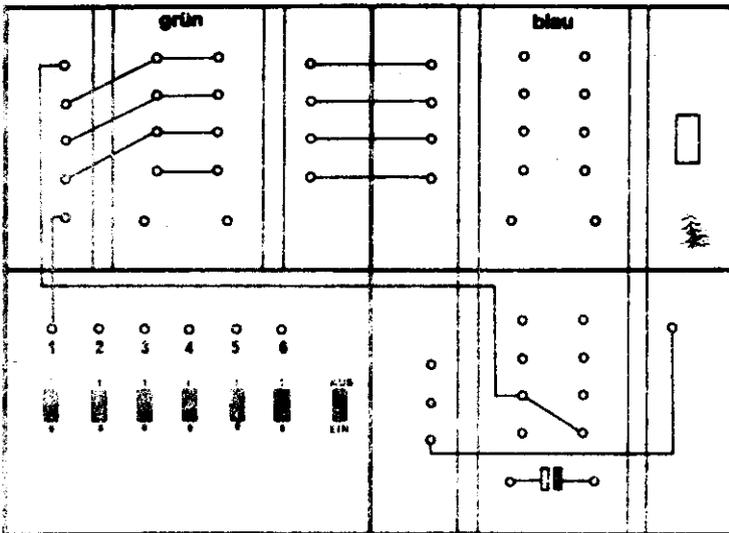


Abb. 181
Zähler 0 - 7

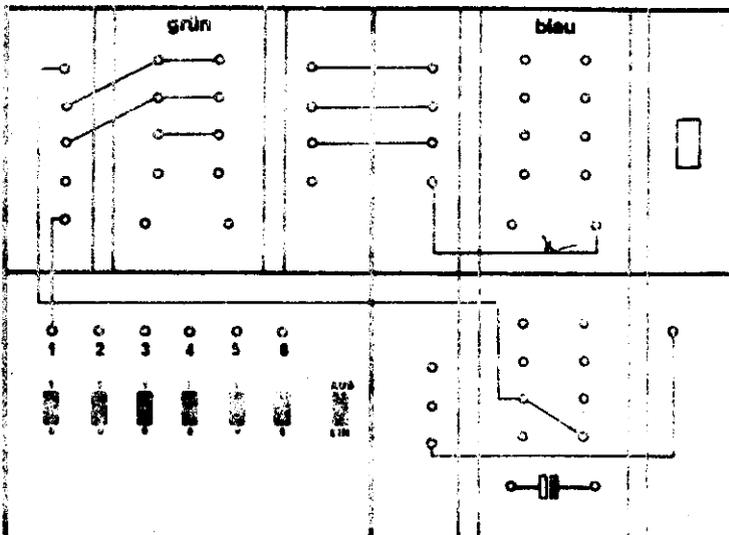


Abb. 182
Zähler 0 - 15

Beim Zähler 0 - 15 müssen Sie allerdings wieder beachten, daß die Zahlen 10 bis 15 nur durch die nichtdezimalen Segmentkombinationen dargestellt werden.

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß Sie zur Vermeidung eines unkontrollierten Umschaltens am Flipflop auch einen Generator mit bekannter Programmierung und einen zwischengeschalteten Entpreller verwenden können. In diesem Fall übernimmt der Entpreller die Steuerung des Flipflops mit eindeutigen Rechteckimpulsen.

21.2. Universalzähler

Mit den bisherigen Schaltungen konnten Sie nur die Zähler 0 - 1, 0 - 3, 0 - 7 und 0 - 15 durch eine entsprechende Programmierung realisieren, wobei jeweils die benötigten Stufen des Flipflop-Bausteins eingesetzt wurden. Es war allerdings nicht möglich, bei jeder beliebigen Zahl zwischen 0 und 15 den Zählvorgang abzubrechen und erneut zu beginnen.

Der Aufbau eines Universalzählers, der das leistet, läßt sich aus den Funktionstabellen für die Ausgänge Q_A bis Q_D und die dazugehörigen negierten Ausgänge $Q_{\bar{A}}$ bis $Q_{\bar{D}}$ ableiten.

Eingangsimpulse	Ausgänge				Anzeige	Ausgänge			
	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D		$Q_{\bar{A}}$	$Q_{\bar{B}}$	$Q_{\bar{C}}$	$Q_{\bar{D}}$
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
2	1	0	0	0	1	0	1	1	1
3	0	1	0	0	2	1	0	1	1
4	1	1	0	0	3	0	0	1	1
5	0	0	1	0	4	1	1	0	1
6	1	0	1	0	5	0	1	0	1
7	0	1	1	0	6	1	0	0	1
8	1	1	1	0	7	0	0	0	1
9	0	0	0	1	8	1	1	1	0
10	1	0	0	1	9	0	1	1	0
11	0	1	0	1	10	1	0	1	0
12	1	1	0	1	11	0	0	1	0
13	0	0	1	1	12	1	1	0	0
14	1	0	1	1	13	0	1	0	0
15	0	1	1	1	14	1	0	0	0
16	1	1	1	1	keine Anzeige	0	0	0	0

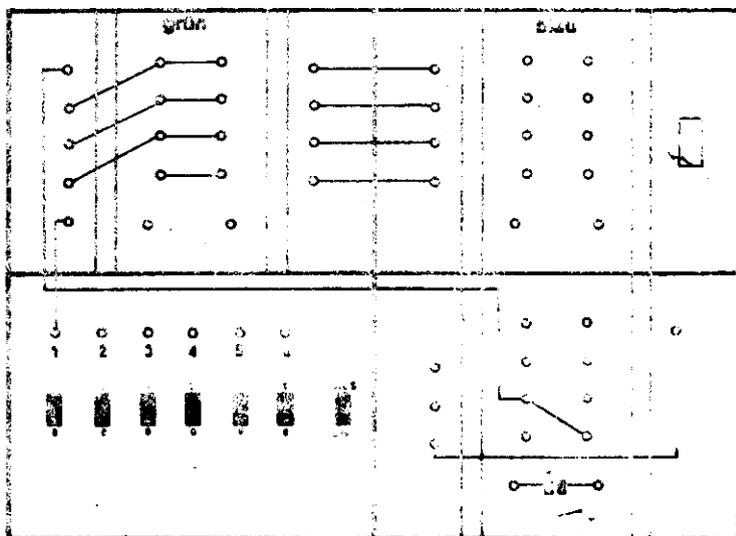
Soll nach einer beliebigen Anzahl von Impulsen der Zähler auf die Ausgangsposition zurückgestellt werden und sich der Zählzyklus wiederholen, müssen Sie jeweils bestimmte negierte Ausgänge ($Q_{\bar{A}}$ bis $Q_{\bar{D}}$) mit den Rückstelleingängen R_1 und/oder R_2 verbinden.

Sind nämlich R_1 und $R_2 = 0$, so stellt der Zähler die Ausgänge Q_A bis Q_D auf 0 zurück. Damit erhalten ebenfalls die Eingänge des Anzeige-Bausteins 0-Signale. Der Zyklus wiederholt sich.

Beispiele:

1. Nach dem 10. Impuls - also nach der Ziffer 9 - soll der Zähler wieder bei 0 beginnen. Aus der Funktionstabelle für die negierten Ausgänge entnehmen Sie, daß nach der Signalkombination 0 - 1 - 1 - 0 für Q_A bis Q_D das Flipflop zurückgestellt werden muß. Das bewirken die Ausgänge Q_B und Q_D , die nach der Ziffer 9 den Zustand 0 annehmen. Wenn Sie also Q_B mit R_1 und Q_D mit R_2 verbinden, erhalten R_1 und R_2 0-Signal, und es erfolgt die Rückstellung.
2. Der Zähler soll nach dem 5. Impuls - also nach der Ziffer 4 - wieder bei 0 beginnen. Die Funktionstabelle zeigt, daß dazu die Ausgänge Q_A und Q_C mit R_1 bzw. R_2 verbunden sein müssen, um die Rückstellung zu erzielen.

Zusätzlich müssen Sie jedoch den Eingang D des Anzeige-Bausteins mit 0 verbinden. Da die 4. Flipflop-Stufe nicht mehr umschaltet, führt der Ausgang Q_D ständig 0, und damit ist $Q_D = 1$. Somit erhält auch Eingang D des Anzeige-Bausteins weiterhin ein 1-Signal. Das führt dazu, daß der Zähler noch nicht auf 0 zurückgestellt wird, sondern 5, 6, 7 überspringt, aber bei Ziffer 8 weiterzählt. Aus demselben Grund ist eine Verbindung zwischen Eingang C und D des Anzeige-Bausteins mit 0 herzustellen, wenn nur bis 2 gezählt werden soll.



Aus der Programmierung des Universalzählers (Abb. 183) können Sie die genannten Zähler ableiten, indem die entsprechenden negierten Ausgänge mit R_1 und/oder R_2 verbunden werden.

Treten in der Funktionstabelle für die Ausgänge Q_A bis Q_D gleichzeitig drei 0-Signale auf - das gilt beim 8., 12., 14. und 15. Eingangsimpuls - muß ein zusätzlicher Logik-Baustein eingesetzt werden, um die 3 Signale auf die beiden Rückstell-Eingänge R_1/R_2 geben zu können.

Soll beispielsweise bis 6 gezählt werden, legen Sie die Ausgänge $Q_{\bar{A}}$, $Q_{\bar{B}}$ und $Q_{\bar{C}}$ auf die Eingänge A, B und C des Logik-Bausteins. Dessen Ausgang F verbinden Sie mit R_1 und R_2 (Abb. 184).

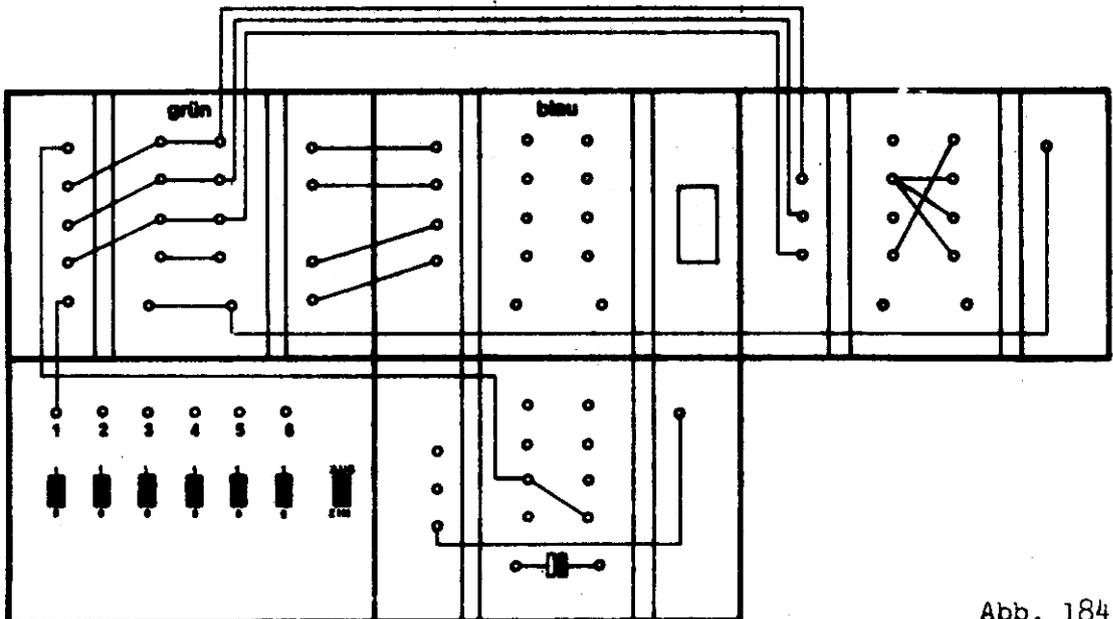


Abb. 184

Wollen Sie nach dem 15. Eingangsimpuls auf 0 zurückstellen - alle negierten Ausgänge des Flipflops sind 0 - verbinden Sie $Q_{\bar{B}}$, $Q_{\bar{C}}$ und $Q_{\bar{D}}$ mit A, B, C des Logik-Bausteins und dessen Ausgang F mit R_1 . $Q_{\bar{A}}$ schließen Sie an R_2 .

Alle Zähler, die Sie bisher aufgebaut haben, sind Asynchrone Dualzähler. Das bedeutet, daß alle Zählstufen hintereinandergeschaltet sind. Dabei wird das erste Flipflop direkt gekippt, alle weiteren nacheinander umgeschaltet.

Bei Synchronen Zählern werden im Gegensatz dazu die einzelnen Zählstufen parallelgeschaltet.

21.3. Schieberegister

Ein Schieberegister besteht aus mehreren hintereinandergeschalteten Flipflops. Jede Stufe kann eine kleinste duale Einheit, also ein Bit (vgl. Kap. 12.1.) speichern.

Bei einem solchen Schieberegister wird durch einen Taktimpuls die Information aller Speicherstufen an die jeweils nachfolgenden weitergegeben. Nach Abb. 185 können Sie ein solches Schieberegister aufbauen. Es besteht aus einem Generator und einem Flipflop-Baustein. Auf der nachgeschalteten Anzeige kann das um 4 Bit verschobene Signal abgelesen werden.

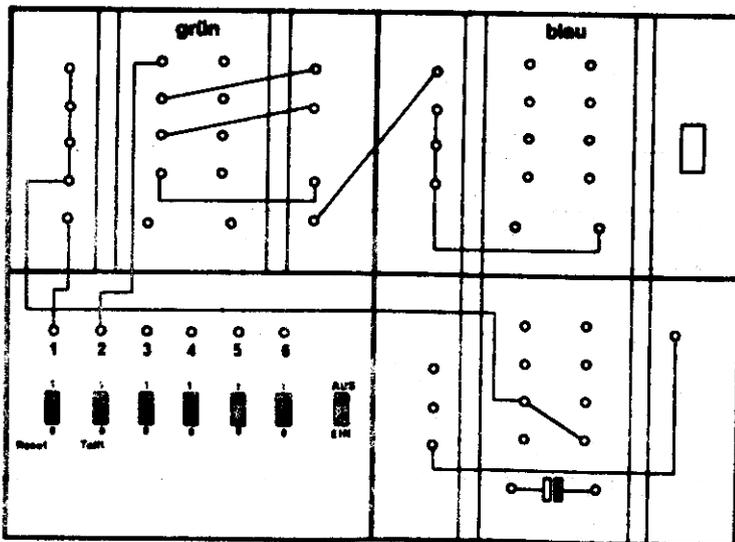


Abb. 185

Wenn Sie den Eingang D_A mit einem 1-Signal vom Schalter 2 der Eingabeeinheit belegen, müssen Sie vier 1-Signale des Generators (Taktgeber) abwarten, bevor der eingegebene Impuls als 1-Signal auf der Anzeige erscheint.

Bei Zurücknahme des Schalters - also 0-Signal an D_A - tritt auch dieser Impuls um 4 Bit verzögert auf.

21.4. Ringzähler aus Schieberegister

Ringzähler bestehen aus verschiedenen zu einem Ring hintereinandergeschalteten Flipflops. Die letzte Stufe gibt den Impuls auf den Eingang D_A zurück. Nach dem Einschalten des in Abb. 186 dargestellten Ringzählers erscheinen auf der Anzeige die Ziffern in der Folge

0 - 1 - 3 - 7 - 6 - 4 - 0

Diesen Ziffern liegen folgende Dualzahlen zugrunde:

Takt	Ausgänge			Ziffer
	Q_A	Q_B	Q_C	
1	0	0	0	0
2	1	0	0	1
3	1	1	0	3
4	1	1	1	7
5	0	1	1	6
6	0	0	1	4
7	0	0	0	0

Aus dieser Tabelle können Sie entnehmen, daß die duale Information 1 von einer Stufe in die nächste "weitergeschoben" wird. Führen alle Ausgänge den Zustand 1, wird die duale Information 0 durch die einzelnen Stufen "geschoben".

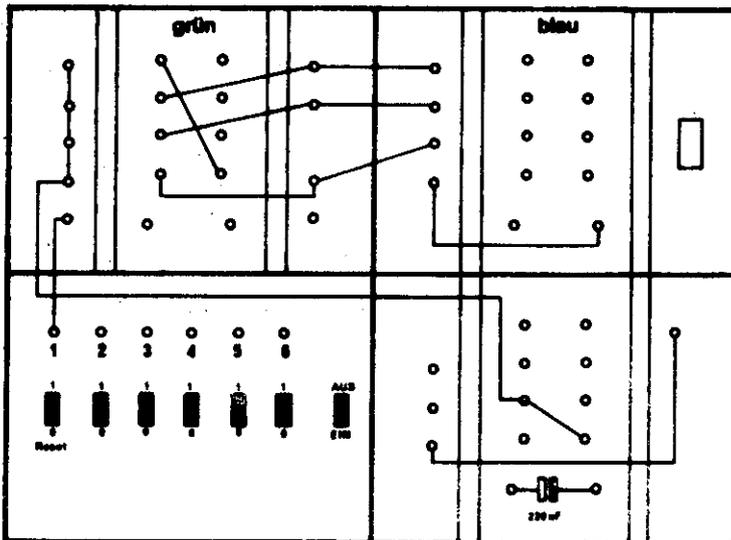


Abb. 186

21.5. Ringzähler mit umlaufender Anzeige

Um die Ausgangssignale der einzelnen Flipflop-Stufen eines Ringzählers sichtbar zu machen, verbinden Sie die Ausgänge Q_A bis Q_D direkt mit Buchsen im Programmierfeld des Anzeige-Bausteins. Dabei soll aus 4 Segmenten der Anzeige ein "Ring" auf- und anschließend wieder abgebaut werden. Ausgewählt wurden in dieser Schaltung die den Buchsen X_A , X_B , X_G und X_P zugeordneten Segmente (Abb. 187).

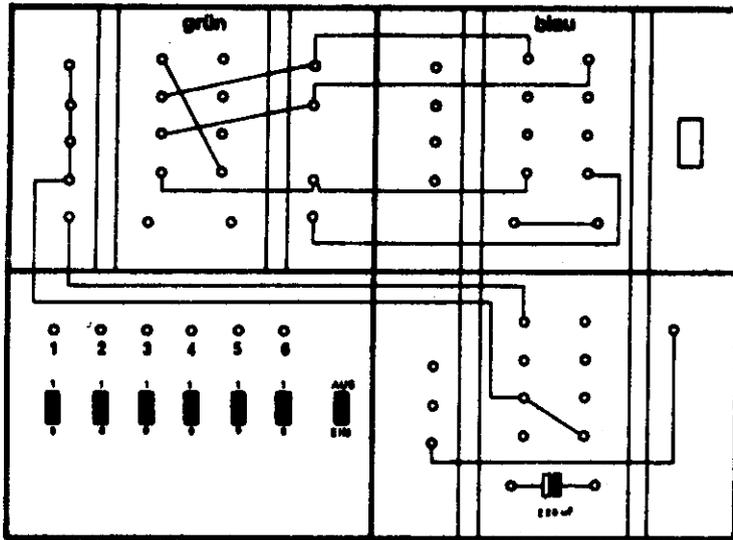


Abb. 187

Die erste Flipflop-Stufe dieses Ringzählers ist mit X_A verbunden, die zweite mit X_B , die dritte mit X_C und die vierte mit X_D . Nacheinander kippen nun die einzelnen Stufen des Flipflops um und führen den Zustand 1, so daß schließlich alle Segmente aufleuchten. Da von Q_D eine Verbindung nach D_A besteht, schaltet die letzte Stufe des Ringzählers die erste stets wieder um, und der Schaltvorgang beginnt von neuem. Dabei erlischt ein Segment nach dem anderen.

22. Anwendungen der Zähler

Die in Kapitel 21. beschriebenen Zähler können für verschiedene Anwendungszwecke eingesetzt werden.

22.1. Elektronisches Würfelspiel

Mit dem Aufbau nach Abb. 188 können Sie elektronisch würfeln.

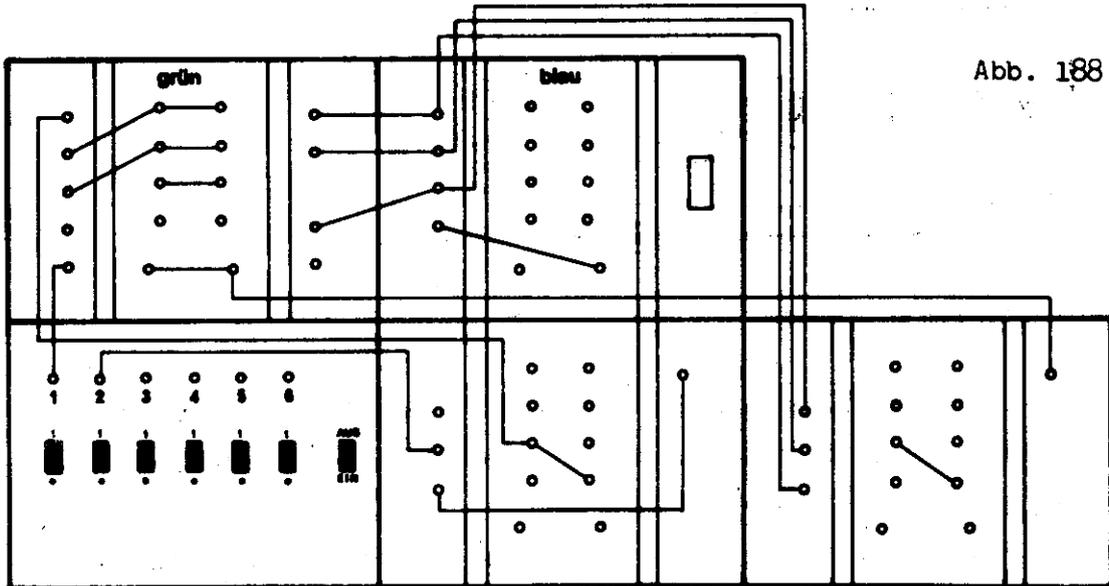


Abb. 188

Die Schaltung besteht aus dem Ihnen bekannten Zähler 0 bis 6. Lediglich der Generator muß durch einen Start-Stop-Generator ersetzt werden. Da dieser ohne Kondensator arbeitet, ist die Frequenz so hoch, daß Sie die Ziffernfolge nicht mehr erkennen können. Bei Stop des Generators "liegt der Würfel". Allerdings muß vereinbart werden, daß bei der Anzeige 0 der Würfel "brennt".

22.2. Lichtschranken-zähler

Jeder Zähler kann - statt mit Generator oder Schalter - auch mit einem externen Meßfühler zum Umschalten gebracht werden. Solche Meßfühler, z.B. temperatur- oder helligkeitsempfindliche Widerstände, dienen u. a. zur Überwachung und Kontrolle. Dabei ist es möglich, den Meßfühler durch Kabelverbindungen räumlich vom Zähler zu trennen.

Ein helligkeitsempfindlicher Widerstand ist der LDR (light dependent resistor = lichtabhängiger Widerstand). Er ändert seinen Widerstand mit dem Lichteinfall, und zwar verringert sich der Widerstand, wenn die Helligkeit ansteigt.

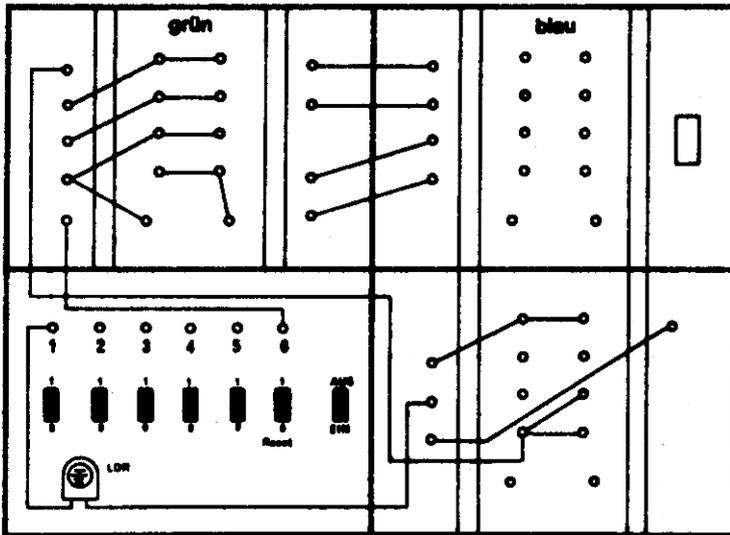


Abb. 189

Erstellen Sie zunächst den Zähler 0 - 9 entsprechend der Abb. 189. Zwischen dem Schalter 1 der Eingabeeinheit und Eingang B des Entprellers befindet sich der LDR.

Um den Lichtschrankenzähler in Betrieb zu nehmen, muß der Schalter 1 den Zustand 0 erhalten. Solange der LDR unbeleuchtet ist, ist sein Widerstand so hoch, daß dieses 0-Signal nicht auf den Eingang B des Entprellers gelangt. Fällt aber ein Lichtimpuls, z.B. von einer Taschenlampe, auf den LDR, schaltet das Flipflop um. Bei jedem weiteren Impuls erfolgt ein erneutes Umschalten. Somit wird die Anzahl der Lichtimpulse auf dem Anzeige-Baustein gezählt.

Soll dieser Lichtschrankenzähler zur fortlaufenden Zählung von Artikeln - z.B. auf einem Fließband - eingesetzt werden, muß ein ständiger Lichtstrahl auf den LDR gerichtet sein. Die vorübergleitenden Gegenstände unterbrechen jeweils dieser Lichtstrahl. Durch diese Unterbrechung erhält das Flipflop ständig neue 1-Signale, die der Anzahl der Artikel entspricht.

Zur Vermeidung von Fremdlicht ist es günstig, den LDR in eine Pappröhre einzubauen.

22.3. 6 aus 49

Mit den folgenden Schaltungen soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten sich aus der Verwendung von zwei Flipflop- und zwei Anzeige-Bausteinen ergeben.

Ein vielleicht glückbringendes Beispiel bietet die Schaltung 6 aus 49. Damit können Sie elektronisch Ihre Zahlen für die Lottoausspielung des kommenden Wochenendes ermitteln (Abb. 190).

Die letzte Stufe des Einer-Zählers kippt die erste Stufe des Zehner-Zählers. Mit dem Schalter 1 der Eingabeeinheit können Sie die "Ziehung" beginnen bzw. stoppen.

In einem Punkt läßt sich die vorhergehende Schaltung noch verbessern: Ihnen wird auffallen, daß die Zehner auf der Anzeige so langsam aufeinander folgen, daß Sie sie ablesen können.

Mit einem zusätzlichen Logik-Baustein kann die Anzeige so lange unterdrückt werden, bis Sie den Generator stoppen. Damit ist eine optische Kontrolle des "Ziehungsvorgangs" nicht mehr möglich (Abb. 191).

An diesen Beispielen erkennen Sie, daß durch die Verwendung weiterer Flipflop- und Anzeige-Bausteine Zähler in jeder beliebigen Größenordnung aufgebaut werden können. Für jede weitere Zehnerpotenz benötigen Sie ein zusätzliches Bausteinpaar. Mit den bereits erwähnten zwei Flipflop- und Anzeige-Bausteinen läßt sich demnach ein Zähler 0 - 99 erstellen.

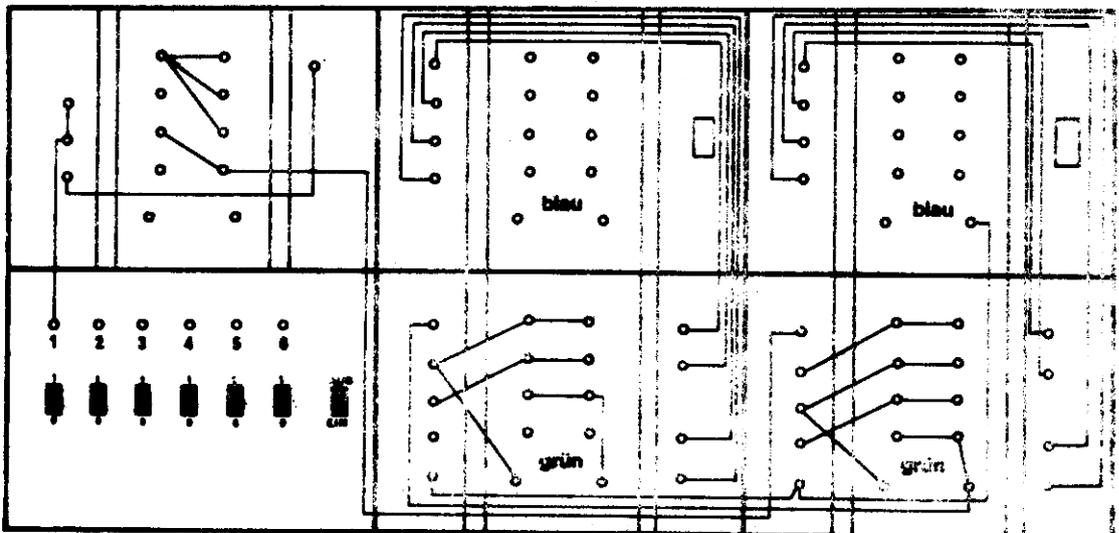


Abb. 190

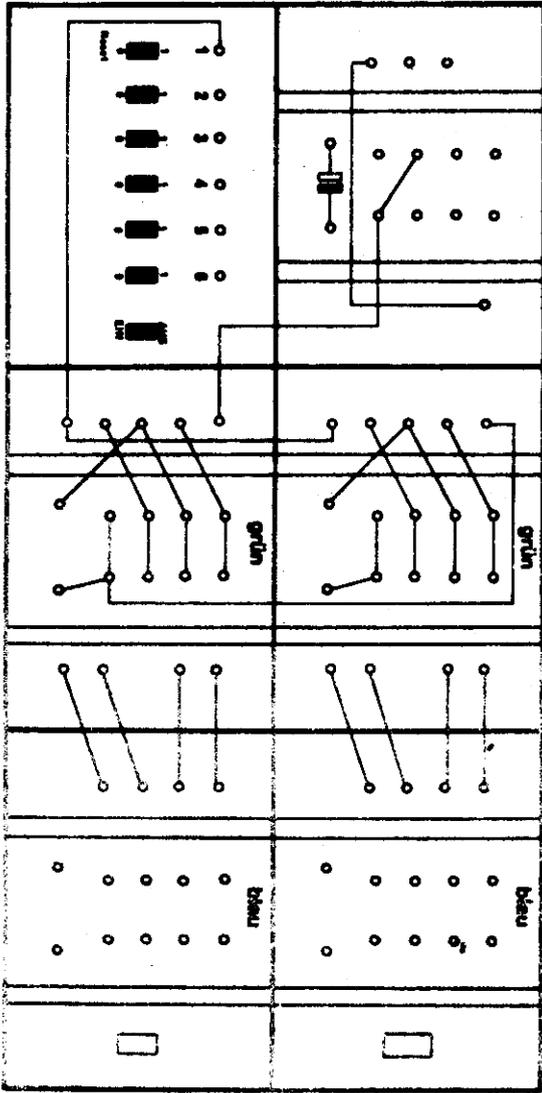


Abb. 192

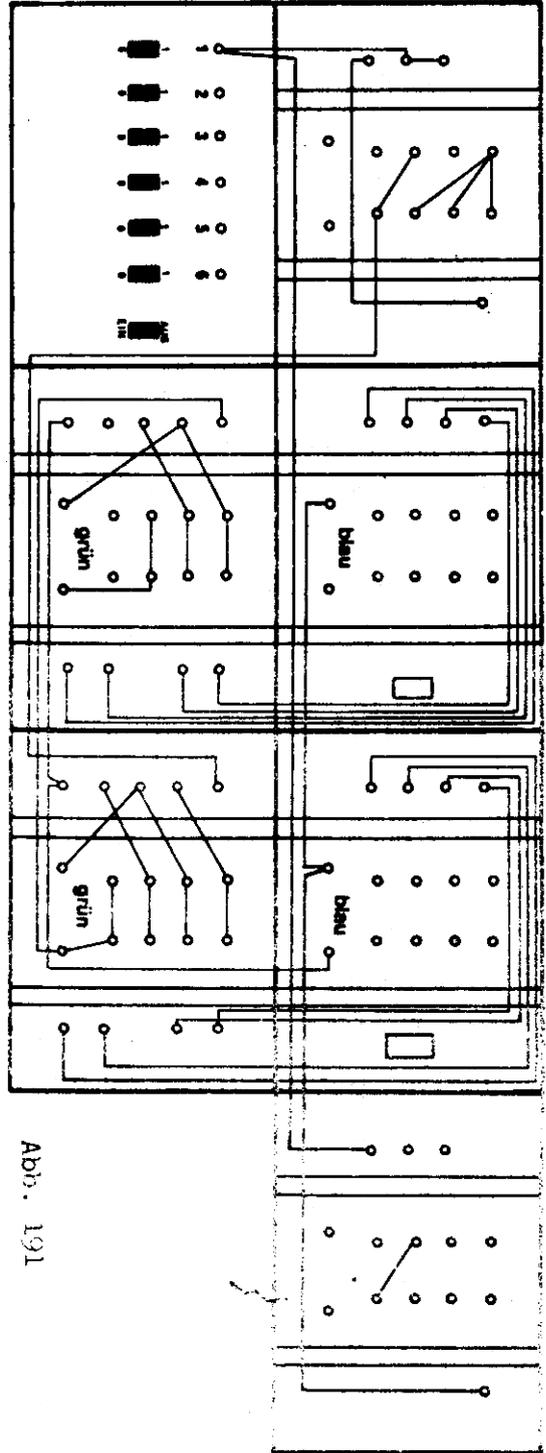


Abb. 191