

HALBLEITER - ANFALLBAUELEMENTE

DATEN UND ANWENDUNGSBEISPIELE

KOMBINAT
VEB FUNKWERK ERFURT



Diese Schrift setzt die Reihe der Informationschriften über die Halbleiter-Bauelemente des Kombirates VEB Funkwerk Erfurt und deren Anwendung fort.

Anliegen des Heftes ist es, den etwas erfahreneren Elektronikamateuren einen Einblick in die digitale Schaltungstechnik mit unseren MOS-Schaltkreisen zu geben.

In diesem Heft wird das gesamte Sortiment an Halbleiter-Anfallbauelementen des KFWE vorgestellt.

Auf die Typen

U 112 D

U 311 D

U 352 D

U 700 D

U 820 D

wird anhand von Schaltungsbeispielen besonders eingegangen.

Änderungen, die den technischen Fortschritt dokumentieren, sind vorbehalten.

Für die aufgeführten Schaltungen wird keine Gewähr bezüglich Patentfreiheit übernommen. Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Anfragen und Hinweise, die den Inhalt dieser Publikation betreffen, richten Sie bitte an das

KOMBINAT VEB FUNKWERK ERFURT

DDR 501 Erfurt, Rudolfstraße 47, Telefon 580

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Halbleiteranfall-Bauelemente des KFW	1
Dioden	
MOS-Transistoren	
MOS-Schaltkreise	
Preise	
2. Kennwerte	2
2.1 Allgemeine Kennwerte	2
2.2 Elektrische Kennwerte	2
2.2.1 Dioden	2
2.2.2 MOS-Transistoren	3
2.2.3 MOS-Schaltkreise	3
3. Behandlungsvorschriften	4
4. Schaltungshinweise für p-Kanal MOS-Schaltkreise	4
5. Logische Schaltbilder und Anschlußbedingungen	5
6. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 112 D	10
7. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 311 D	20
8. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 352 D	24
9. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 700 D	29
10. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 820 D	36

1. Halbleiteranfall-Bauelemente des KFWE

Das Kombinat VEB Funkwerk Erfurt liefert seit 1976 Halbleiteranfall-Bauelemente zu stark herabgesetzten Preisen (30% des IAP).

Das Sortiment umfaßt zur Zeit 16 Typen. Es handelt sich hierbei um folgende Anfall-Bauelemente-Typen:

Siliziumdioden:		Preis/EVP
SA 403	Universaldiode	0,24 M
SA 412	Schalterdiode für VHF-Tuner	0,60 M
SA 418	Universaldiode für mittlere Spannung	0,80 M

MOS-Transistoren:		Preis/EVP
SMY 50	p-Kanal-MOS-Transistor kleiner Leistung	1,40 M
SMY 51	p-Kanal-Doppel-MOS-Transistor kleiner Leistung	2,90 M
SMY 52	p-Kanal-MOS-Transistor mittlerer Leistung	2,90 M

MOS-Schaltkreise:		Preis/EVP
U 103 D	RST - Flip-Flop	3,90 M
U 105 D	6-fach MOS-Feldeffekttransistor	6,05 M
U 106 D	2 Eingangs-NOR-Gatter (4fach)	3,90 M
U 107 D	2 Eingangs-AND-Gatter (3fach) 2 Eingangs-AND/NAND Gatter	3,90 M
U 108 D	J-K-Flip-Flop (2fach)	11,60 M
U 112 D	Frequenzteiler mit sieben 1:2 Teilerstufen	
U 311 D	5-bit-statisches Schieberegister	5,65 M
U 352 D	64-bit-dynamisches Schieberegister	6,60 M
U 700 D	Programmwahlschaltkreis	17,75 M
U 820 D	Taschenrechnerschaltkreis	97,00 M

2. Kennwerte

2.1. Allgemeine Kennwerte

Die allgemeinen Kennwerte beziehen sich sowohl auf Dioden und Transistoren als auch auf Schaltkreise.

Die Bauelemente sind elektrisch voll funktionsfähig. Der Betriebstemperaturbereich beträgt 0 bis + 40 °C. Abweichungen am Gehäuse und an den Anschlüssen der Anfall-Bauelemente, die die Funktionsfähigkeit der Bauelemente nicht beeinflussen, sind zulässig (z.B. Kratzer am Gehäuse, Verzinnungsfehler an den Anschlüssen u.a.). Die Anfall-Bauelemente sind durch den normalen Typstempel und zusätzlich eine strichförmige Einkerbung in der Kennungsecke (Integrierte Schaltkreise und Transistoren) bzw. an der Oberfläche des Gehäuses (Dioden) gekennzeichnet. Obwohl die Eingänge der p-Kanal-MOS-Bauelemente mit integrierten Schutzdioden versehen sind, können hohe elektrostatische Aufladungen die BE zerstören. Daher sind die Behandlungsvorschriften für MOS-BE unbedingt zu beachten. (s.Pkt. 3)

2.2. Elektrische Kennwerte:

2.2.1. Dioden

		SA 403	SA 412	SA 418
Durchlaßgleichstrom	I_{Fmax}	30 mA	80 mA	100 mA
Sperrgleichspannung	U_{Rmax}	25 V	20 V	80 V
Sperrstrom	I_R	≤ 800 nA	≤ 1 μ A	
diff.Durchlaßwiderst.	r_F	-	≤ 2 Ω	-
Farbpunkt der Katode		rot	gelb	grün

2.2.2. MOS-Transistoren

		SMY 50	SMY 51	SMY 52
Drain-Strom	I_D max	25 mA	20 mA	60 mA
Drain-Source-Spannung	U_{DS} max	- 31	+ 0,3 V
Gate-Source-Spannung	U_{GS} max	- 31	+ 0,3 V
Gatestrom	I_{GSS}	$\leq 100 \mu A$		
Schwellspannung	U_T	- 2,5	- 7 V
Verlustleistung	P_{DS} max	225 mW	200 mW/je Trans.	300 mW

2.2.3. MOS-Schaltkreise

Betriebsspannungen:	U_1	= - 27 $\begin{matrix} -1 \\ +2 \end{matrix}$ V
	U_2	= - 13 $\begin{matrix} -0,5 \\ +1,5 \end{matrix}$ V
Ausgangsspannung	"L" : U_{aL}	$\leq - 9$ V
	"H" : U_{aH}	$\geq - 2$ V
Eingangsreststrom	I_e	$\leq 100 \mu A$
Grenzwerte:		
Betriebsspannungen :	U_1, U_2	= - 31 V ... + 0,3 V
Eingangsspannung :	U_e	= - 25 V ... + 0,3 V

3. Behandlungsvorschriften für p-Kanal-MOS-Bauelemente

Um hohe elektrostatische Aufladungen an den Eingängen der MOS-Bauelemente zu vermeiden, die zu einer Zerstörung der Bauelemente führen können, sind nachfolgende Hinweise unbedingt zu beachten:

- Die MOS-Bauelemente sind erst unmittelbar vor ihrer Verwendung aus der Herstellerpackung bzw. der Alufolie zu entnehmen. Die Berührung der Bauelementeanschlüsse mit der Hand ist zu vermeiden.
- Die Personen, die die Bauelemente verarbeiten, müssen das gleiche Potential wie die Bauelemente selbst und die Verarbeitungseinrichtungen haben. Es ist deshalb zu vermeiden, daß während der Verarbeitung sich statisch aufladende Textilien (z.B. Dederonkittel) getragen werden, bzw. sind keine Gegenstände aus hochisolierendem Material zu verwenden.
- Für die Lötarbeiten wird ein Miniaturlötkolben (6V, 12V oder 24 V) empfohlen, der mit einem Trafo betrieben werden sollte, dessen Sekundärwicklung galvanisch vom Netz getrennt ist. Beim Einsatz der BE ist darauf zu achten, daß keine Zug-, Torsions- und Biegebeanspruchungen der Anschlüsse, die auf die Gehäusedurchführungen wirken, auftreten.

4. Schaltungshinweise für p-Kanal-MOS Schaltkreise

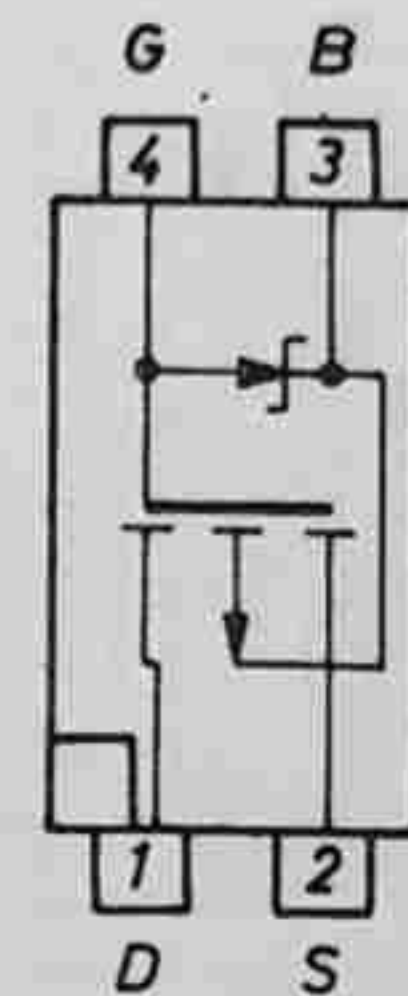
- Unbenutzte Eingänge in der Schaltung sind grundsätzlich an einen definierten Logikpegel ("L" od. "H") zu legen, da sonst durch statische Aufladungen der Eingänge eine Störung des logischen Funktionsverhaltens des Schaltkreises auftreten kann.
- Eingänge, die im Betriebsfall zeitweise offen bleiben (z.B. bei der Verwendung von Tastaturen), sind über Widerstände 500 k Ω abzuschließen. Durch zusätzliche Dioden können die Eingänge vor Überspannungen geschützt werden.

- Die zum Schutz der Eingänge gegen Zerstörung durch statische Aufladungen integrierten Schutzdioden dürfen nicht für schaltungstechnische Zwecke (z.B. als Begrenzer) verwendet werden.
- Die ausgangsseitige Parallelschaltung von Schaltkreisen ist nicht zulässig, außer bei Typen mit Eintransistor-Ausgangsstufen (U 700 D).
- Der mit dem Bulk verbundene Anschluß muß sich stets auf dem positivsten Potential des Schaltkreises befinden, d.h. kein Punkt der integrierten Schaltung darf, auch nicht kurzzeitig, positiv gegenüber dem Bulk werden.
- Mit "i.V" (innere Verbindung) bezeichnete Gehäuseanschlüsse dürfen auf keinen Fall beschaltet werden.

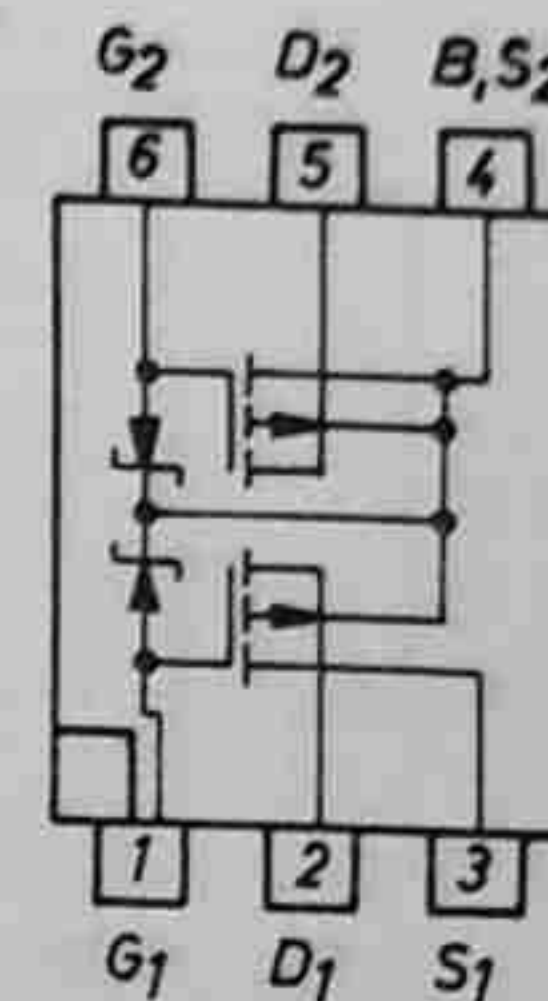
5. Logische Schaltbilder und Anschlußbelegungen

Bezeichnung der Anschlußkontakte:

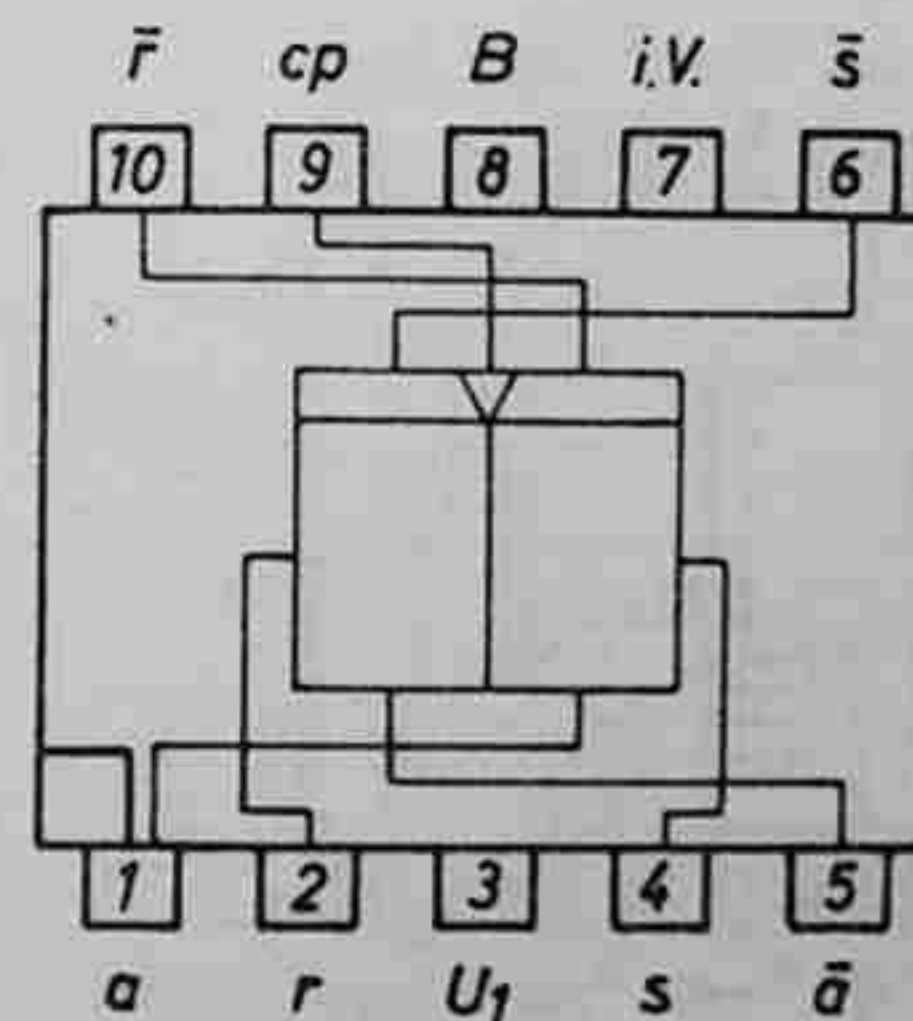
U_1, U_2	Betriebsspannungen
D	Drain
S	Source
G	Gate
B	Bulk
e	Eingang
a	Ausgang
S	Setzeingang
r	Rücksetzeingang
cp	Takteingang



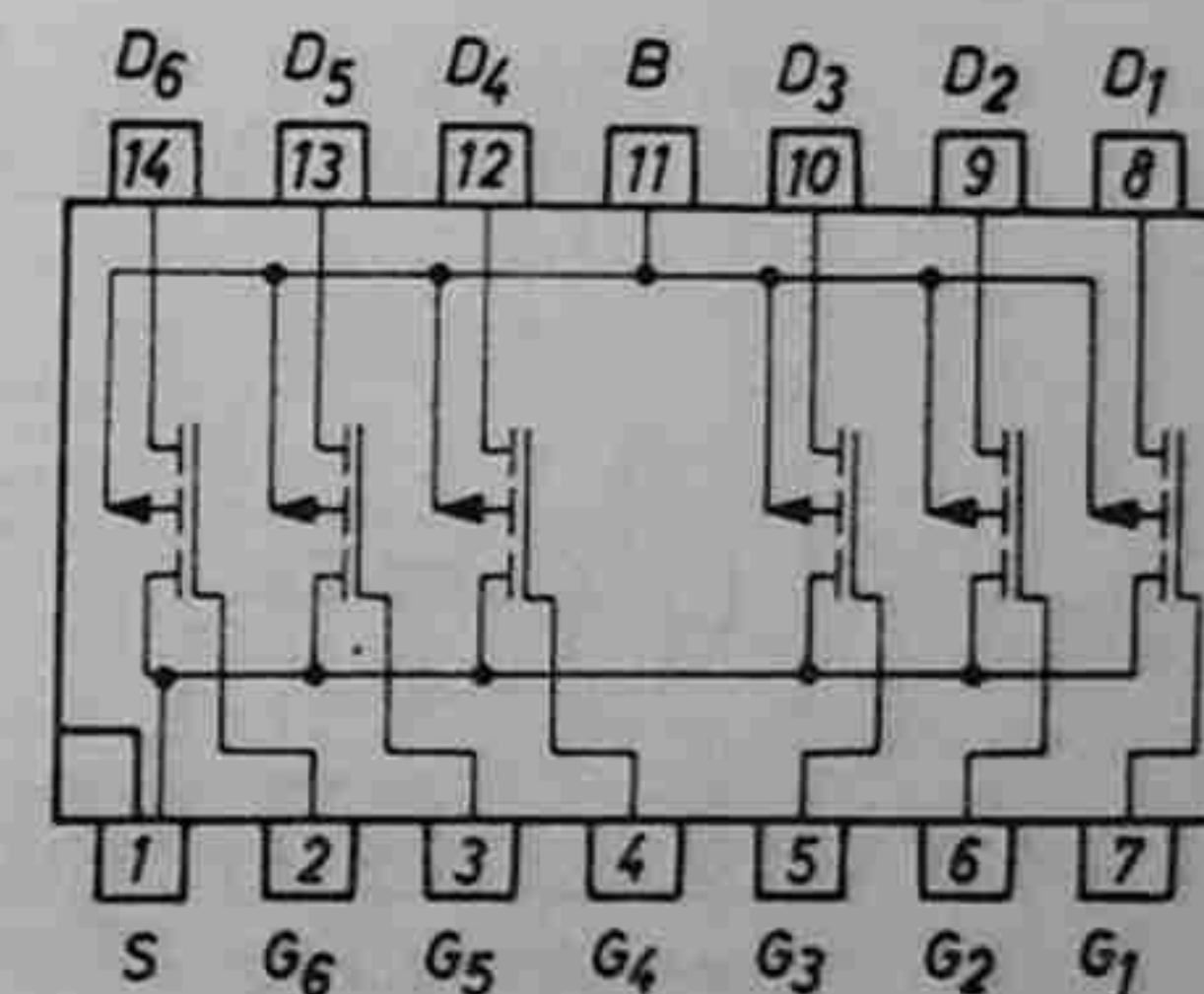
SMY 50
SMY 52



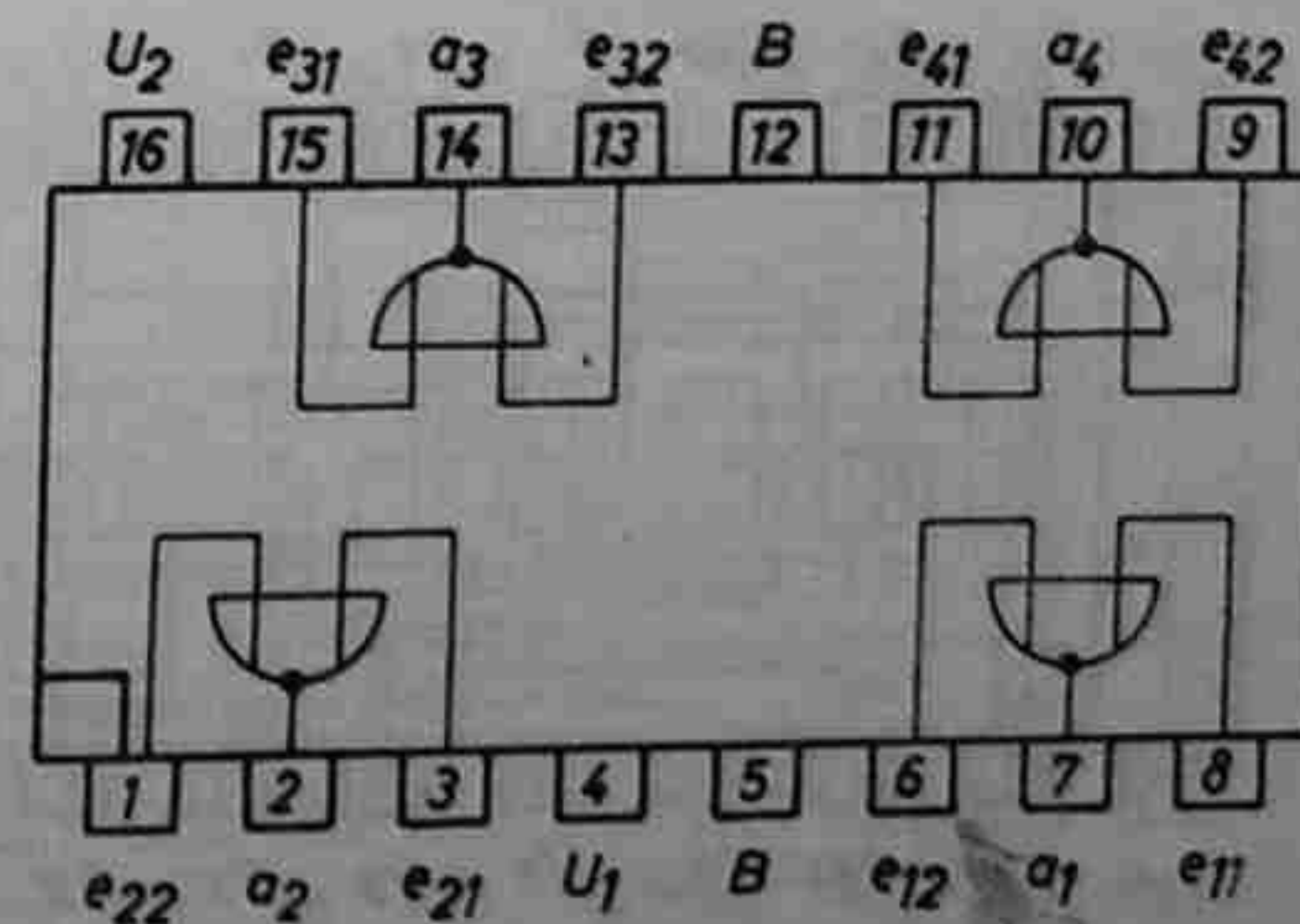
SMY 51



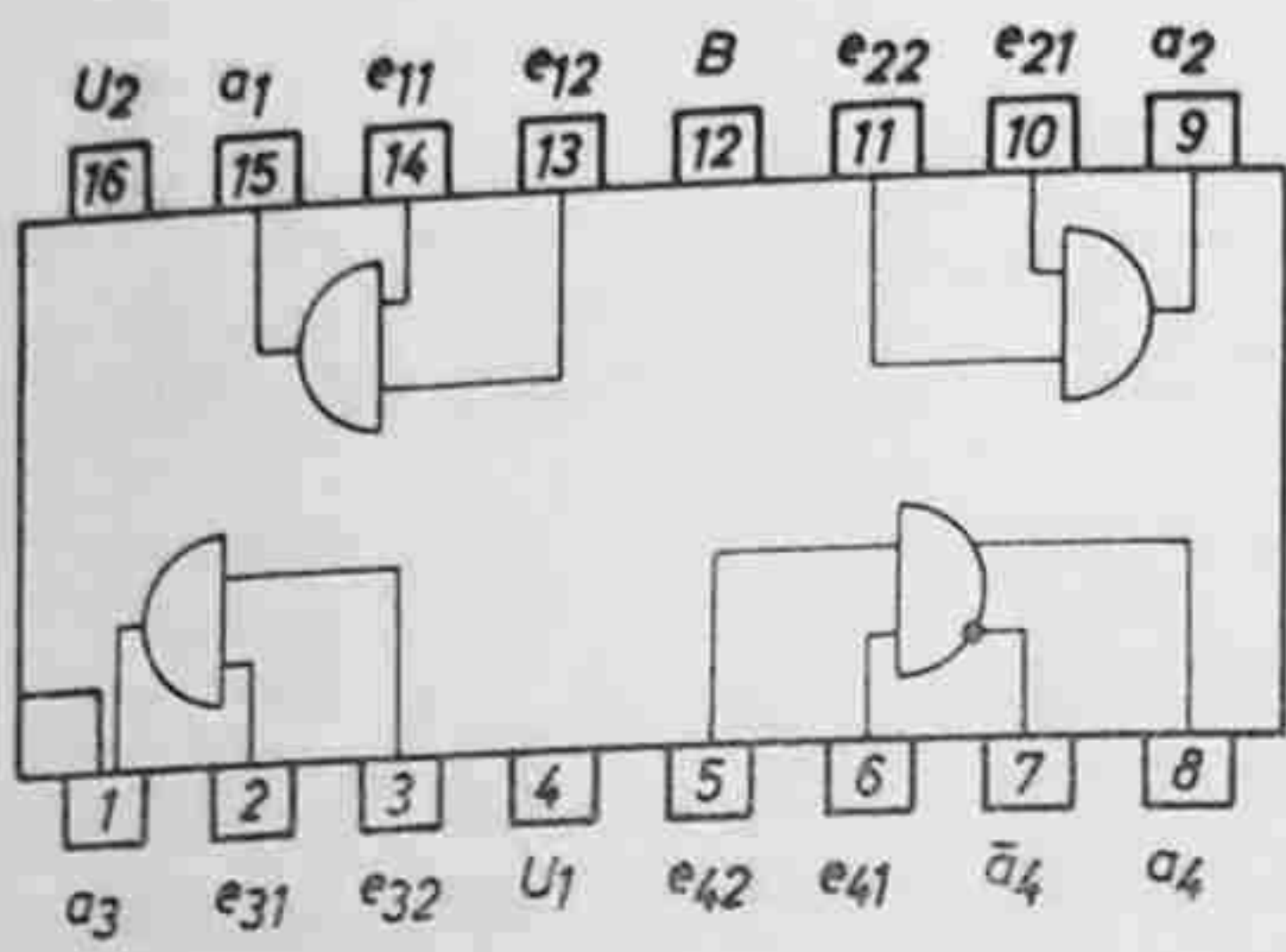
U 103 D



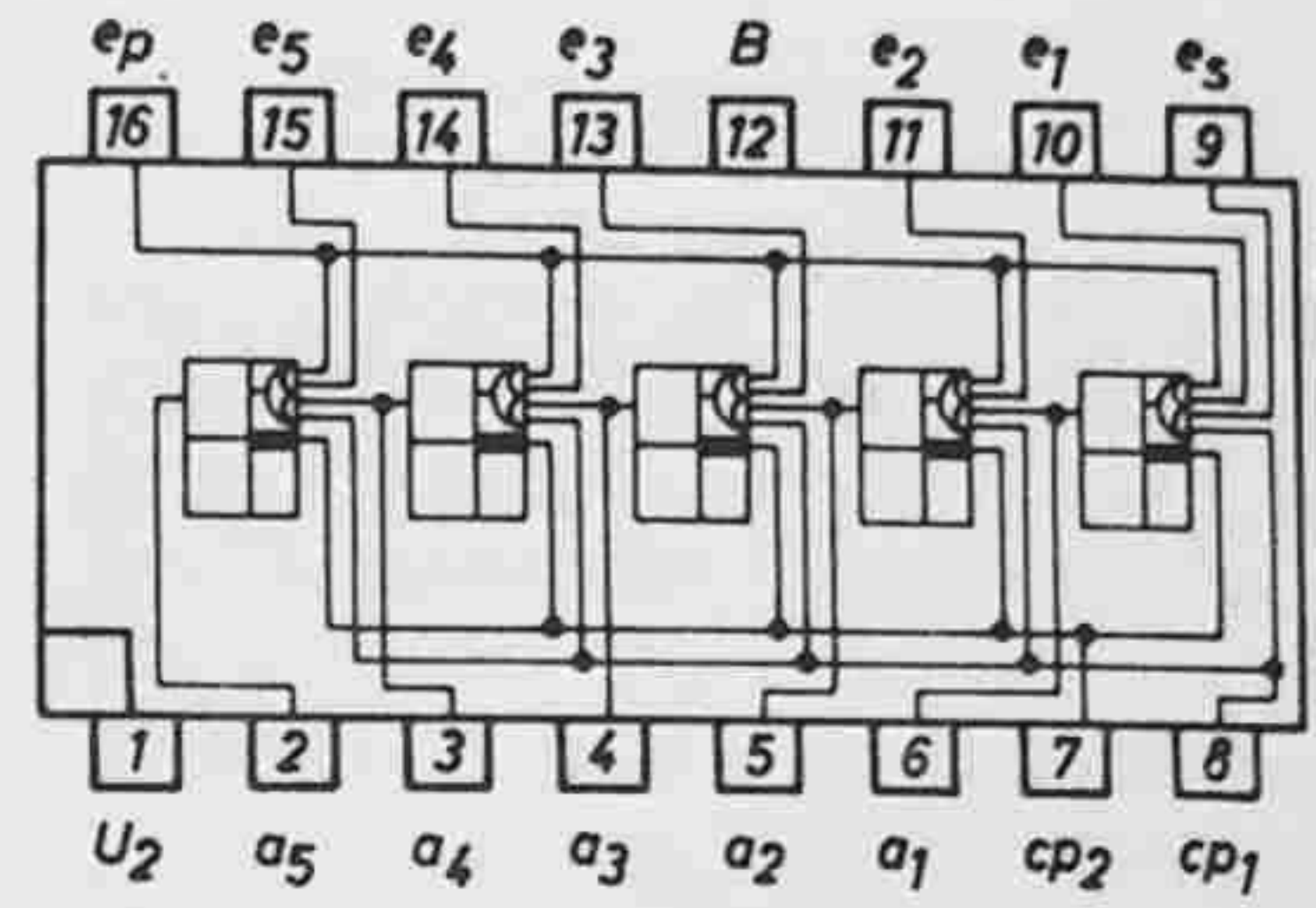
U 105 D



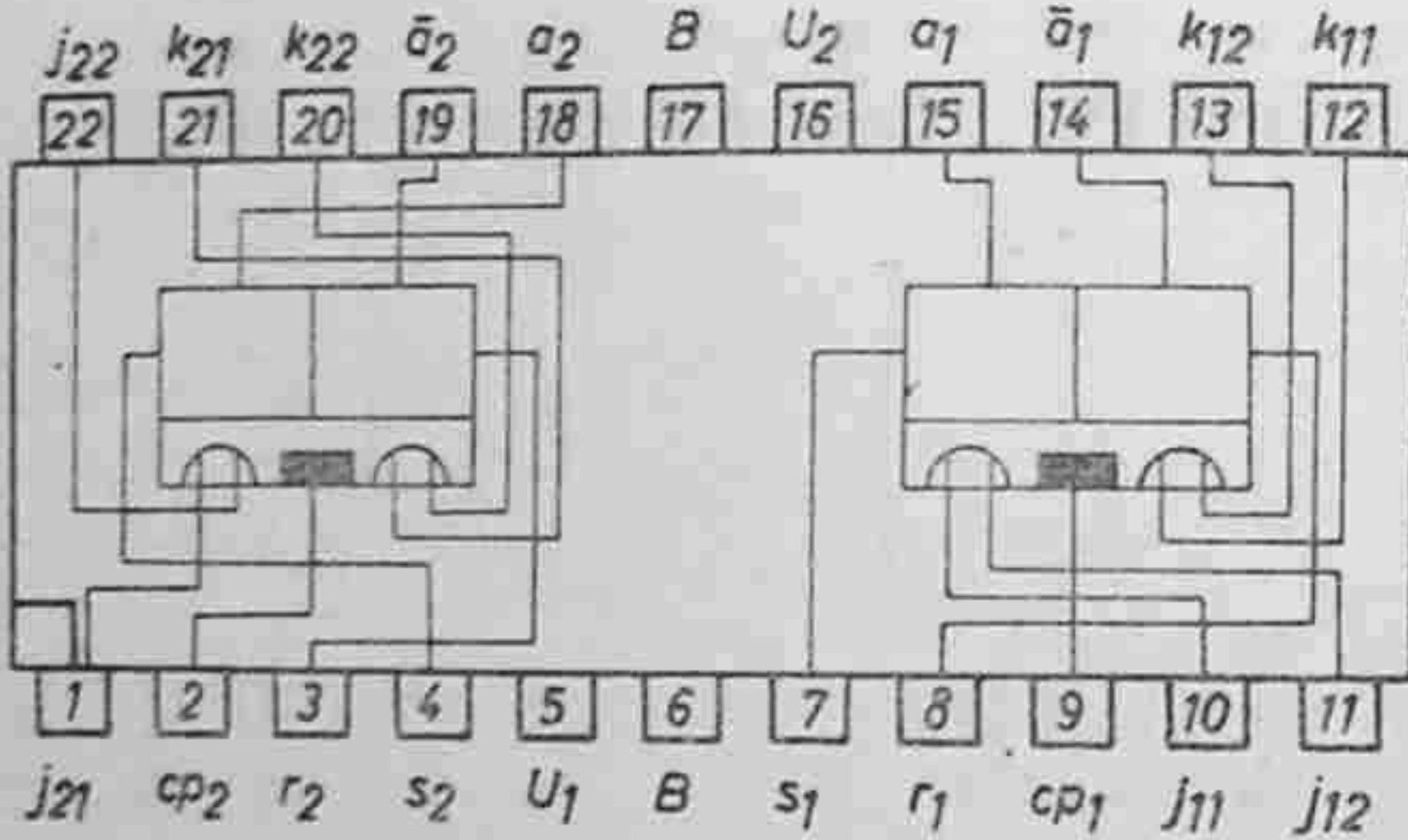
U 106 D



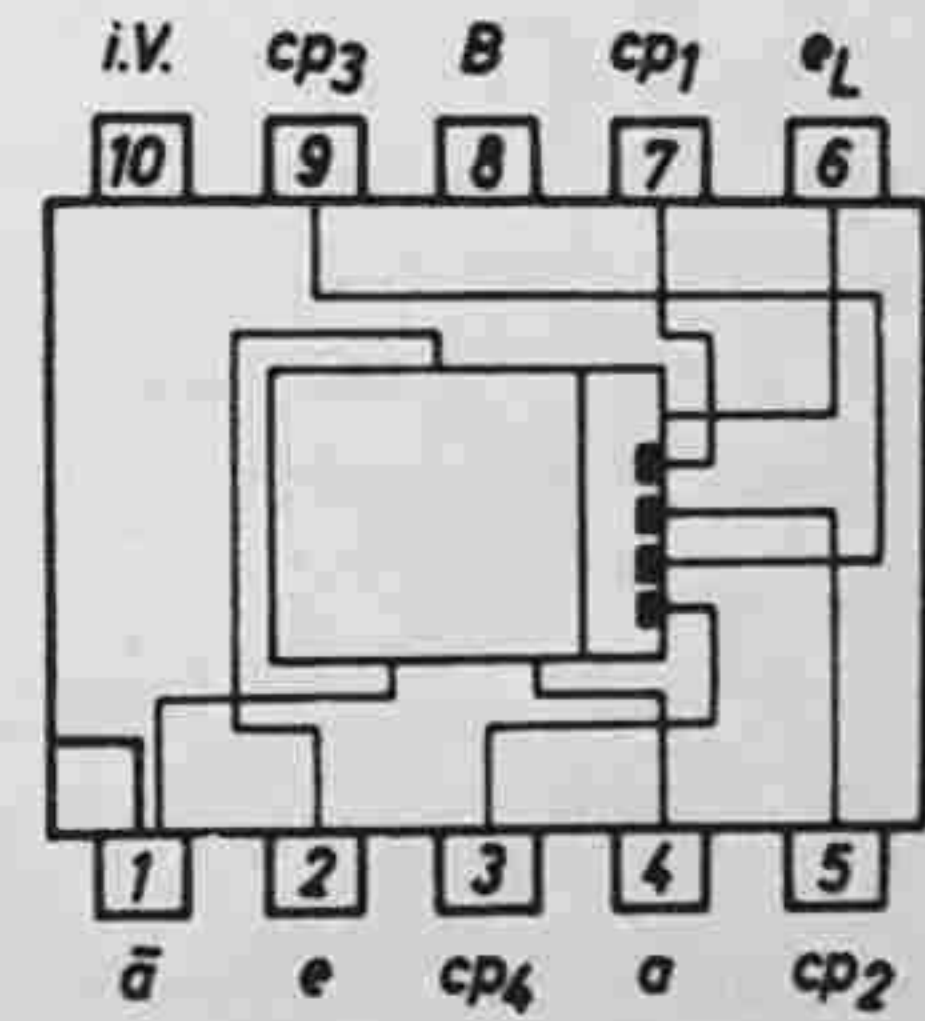
U 107 D



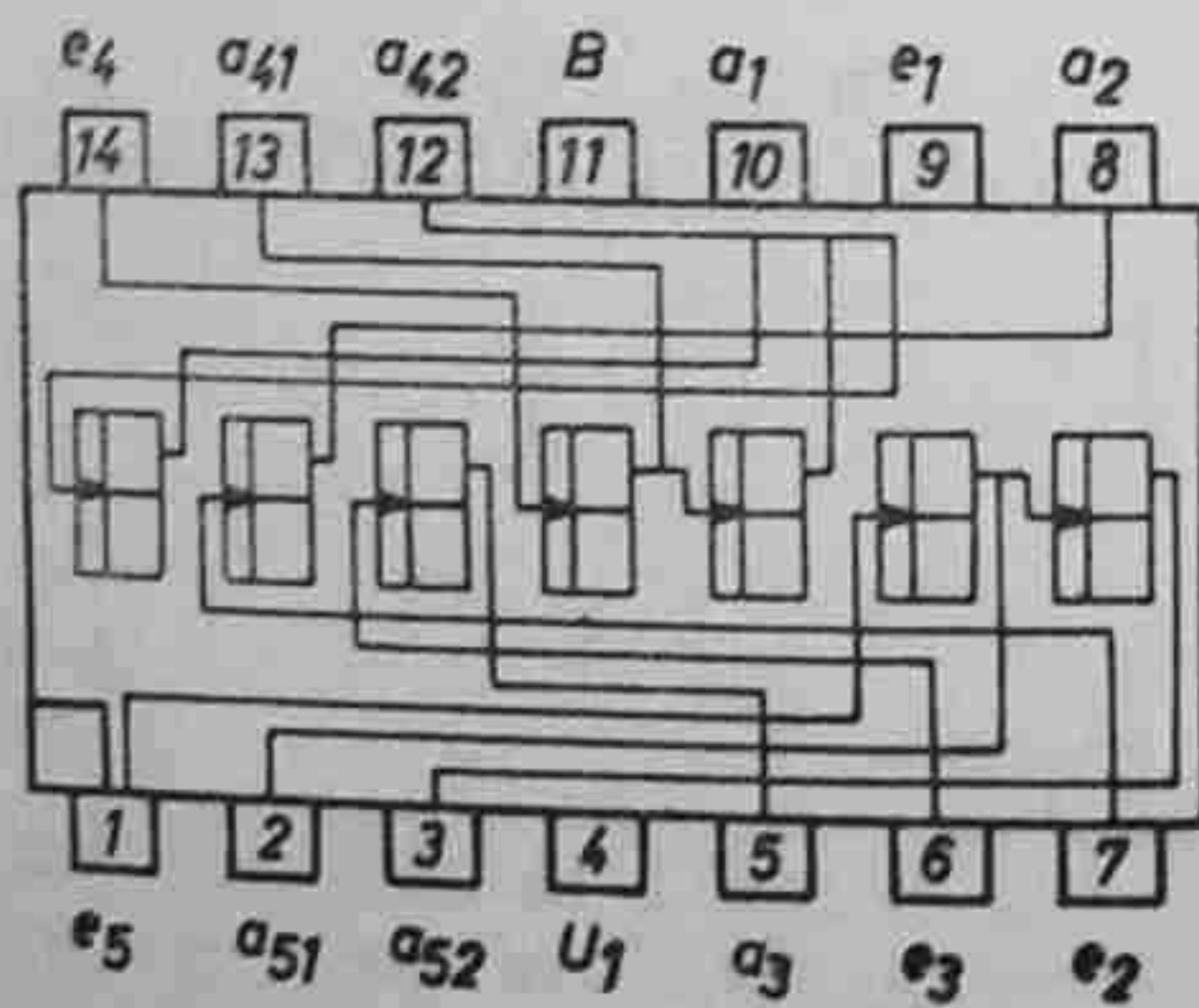
U 311 D



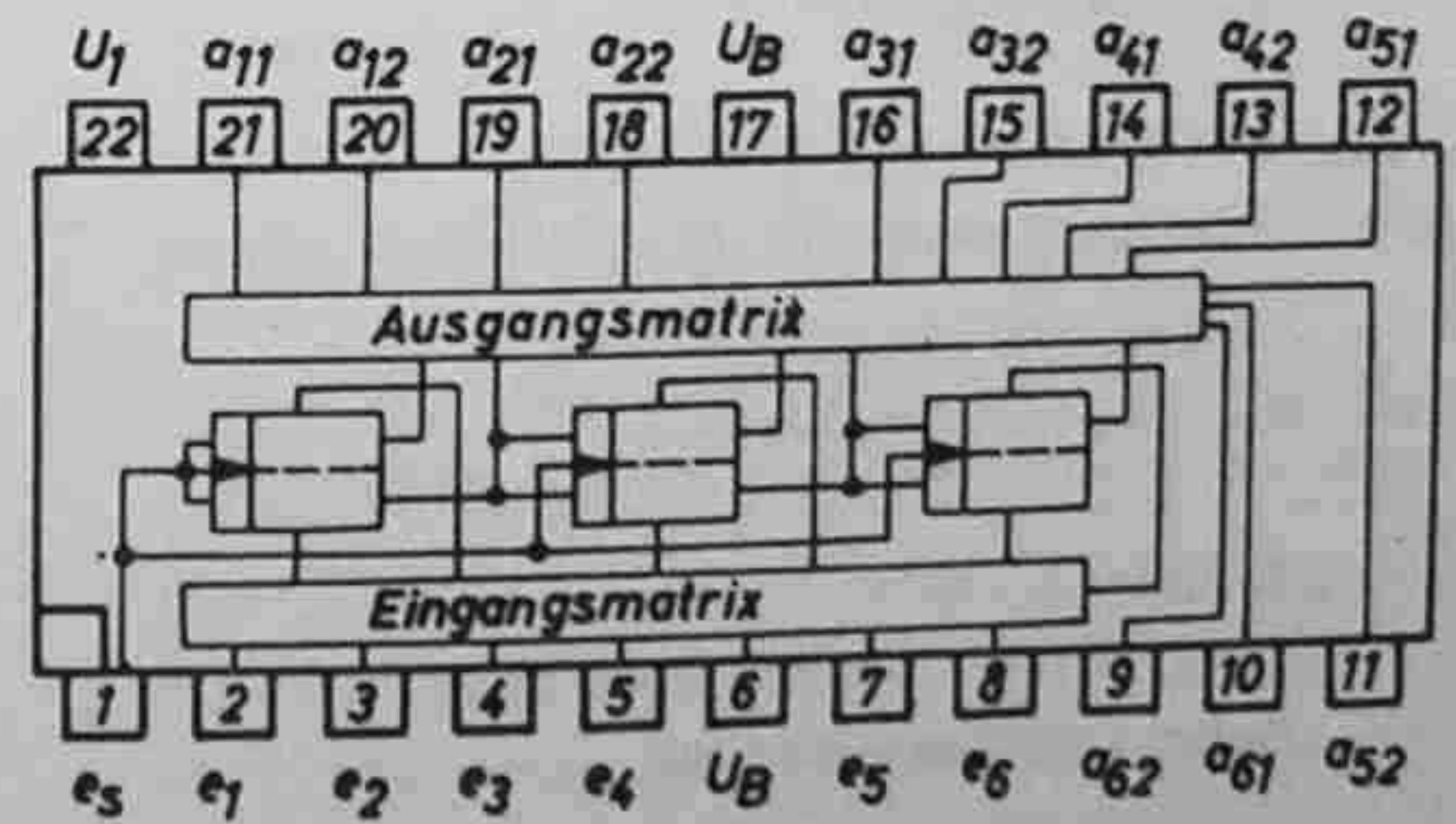
U 108 D



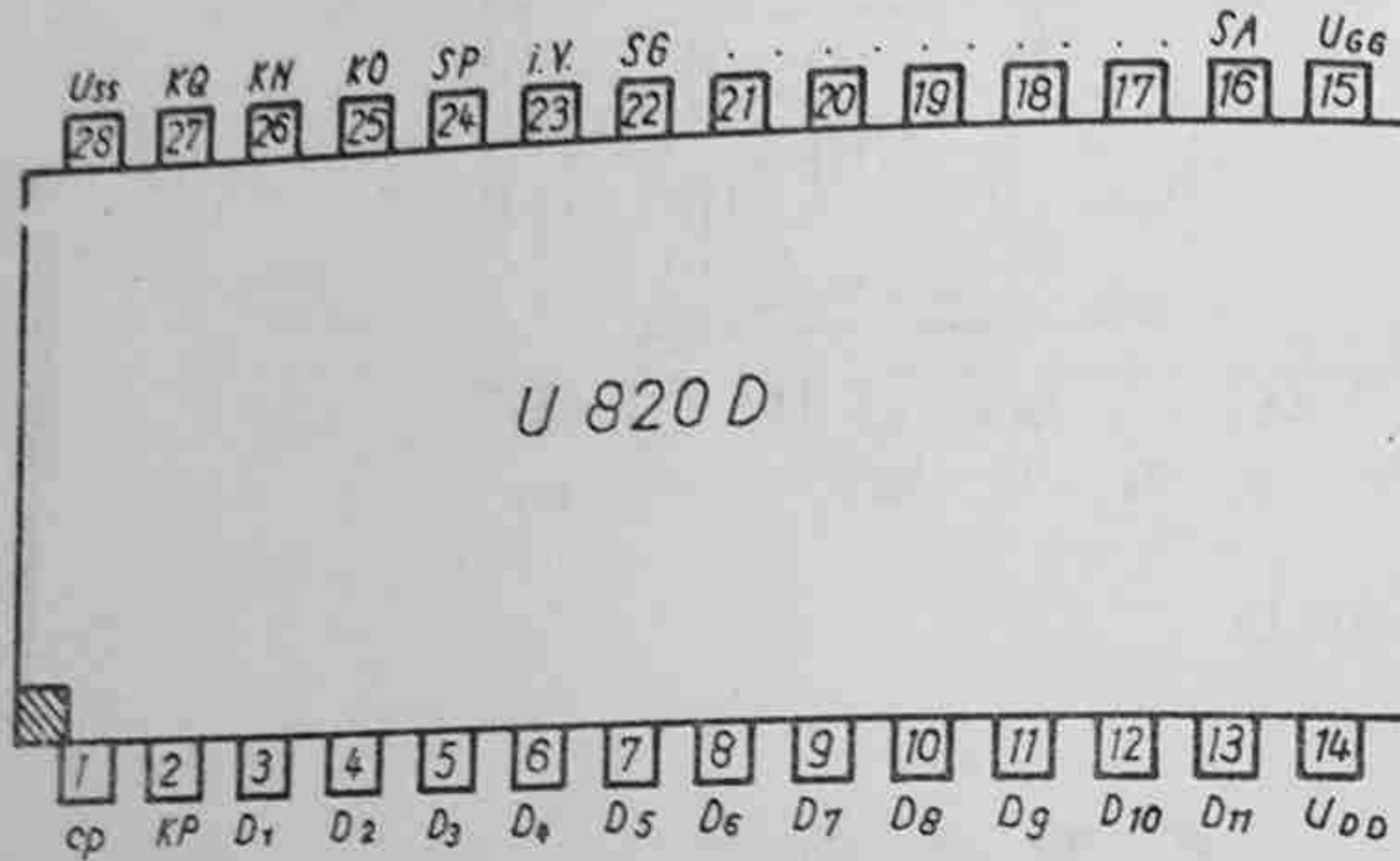
U 352 D



U 112 D



U 700 D



Bezeichnung der Anschlüsse:

1	cp	Takt	
2	KP	Eingabe	
3	D1	Digitalausgänge zur Steuerung der Zahlenein- und ausgabe	
·	·		
·	·		
·	·		
·	·		
·	·		
13	D11		
14	U _{DD}		Drainspeisespannung
15	U _{GG}		Gatespeisespannung
16	SA		7-Segment-Ausgänge (Zahlenausgabe)
·	·		
·	·		
·	·		
22	SG		
23	i.V.	innere Verbindung	
24	SP	Dezimalstellenkomma	
25	KO		
26	KN	Eingabe	
27	KQ		
28	U _{SS}	Sourcespeisespannung	

6. Schaltungsbeispiel mit dem MOS-Schaltkreis U 112 D
=====

Der Schaltkreis U 112 D ist ein binärer Frequenzteiler mit sieben 2 : 1-Teilerstufen in p-Kanal-MOS-Hochvolttechnik. Er ist vorzugsweise für den Einsatz in elektronischen Tasten-Musikinstrumenten vorgesehen. Die universellen Eigenschaften des U 112 D ermöglichen darüber hinaus den Einsatz als Frequenzteiler in Digitaluhren sowie über Rückführungen die Realisierung von Teilern mit vorgegebenen Teilverhältnissen.

Ein Schaltkreis U 112 D enthält drei voneinander unabhängige Teilerstufen mit getrennten Ein- und Ausgängen und jeweils einem Teilverhältnis 2:1. Vier weitere Teilerstufen sind paarweise zu zwei Teilerkombinationen mit je einem Eingang und zwei Ausgängen für 2:1 und 4:1 geteilte Signale zusammengefaßt. Alle Teilerstufen können direkt in beliebiger Reihenfolge ohne zusätzliche Bauelemente zu einer Teilerkette zusammengestellt werden.

Technische Daten

Der Richtwert für die obere Grenzfrequenz beträgt ca. 100 kHz bei einer Lastkapazität $C_L = 60$ pF. Die maximal zulässige Lastkapazität beträgt 10 nF.

Bei einem Ausgangsstrom von 15 mA beträgt der L-Pegel der Ausgangsspannung > 9 V. Daraus resultiert ein minimaler Lastwiderstand von 6 k Ω . Die Ausgangsspannung ist rechteckförmig.

Der U 112 D ist mit den MOS-Schaltkreisen U 101 D bis U 108 D sowie U 311 D und 352 D signalkompatibel.

Anwendung des U 112 D als Frequenzteiler in elektronischen Tasten-Musikinstrumenten

Der U 112 D bietet insbesondere beim Einsatz in elektronischen Tasten-Musikinstrumenten entscheidende Vorteile gegenüber den bisher mit diskreten Bauelementen bestückten Fre-

quenzteilerstufen. Ein U 112 D ersetzt hier insgesamt 77 aktive und passive Bauelemente.

Bild 1 zeigt die Funktionsstufe eines elektronischen Tasten-Instrumentes und die Einordnung des U 112 D in das Gerätesystem.

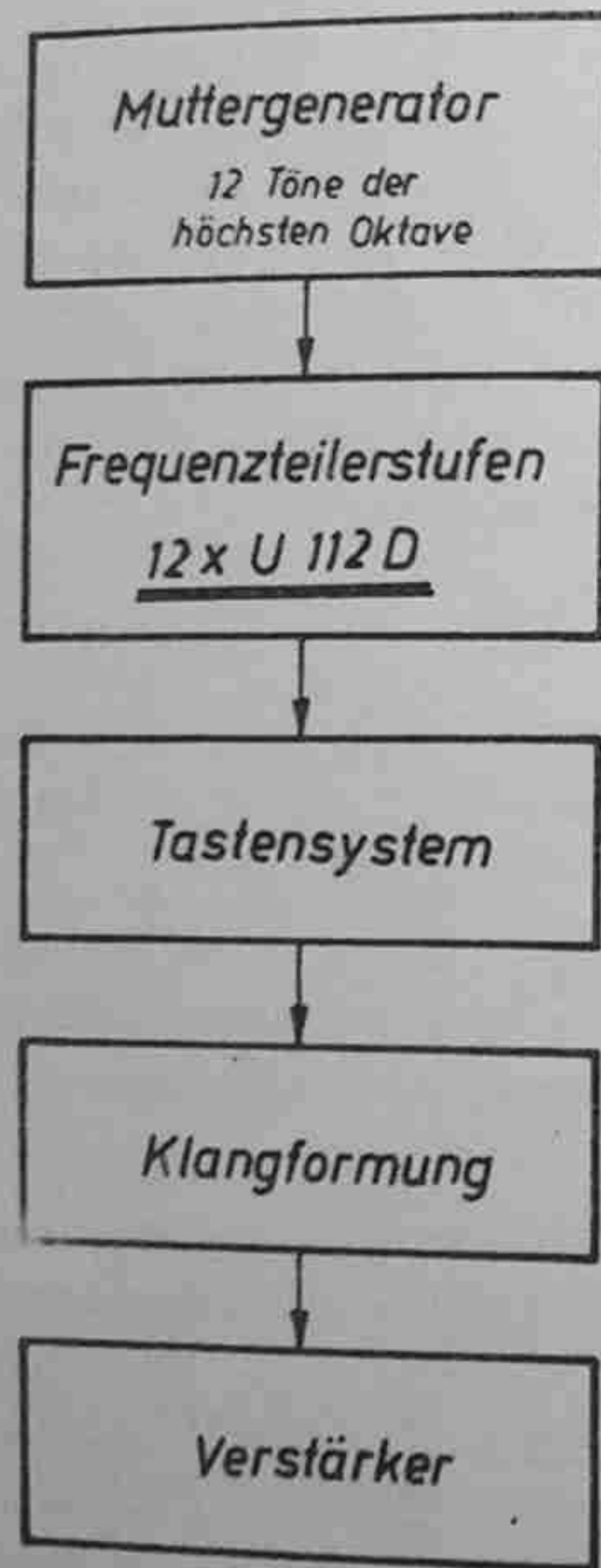


Bild 1

Ausgehend von diesem System eines elektronischen Tasten-Musikinstrumentes werden die Frequenzen der höchsten Oktave von 12 autonom schwingenden LC-Oszillatoren erzeugt. Alle weiteren für den gewünschten Tonumfang erforderlichen Frequenzen werden mittels fortgesetzter Frequenzteilung durch den Divisor zwei aus der höchsten Oktave abgeleitet. Dementsprechend wird jedem LC-Oszillator ein Schaltkreis U 112 D zugeordnet.

Zur Erzeugung des gesamten Frequenzspektrums eines 8-oktavigen Tasten-Instrumentes sind 12 Stück Schaltkreise U 112 D erforderlich. Bei Instrumenten mit einem geringeren Oktavumfang werden für einen Grundton nicht alle Teilerstufen eines U 112 D benötigt. Die freibleibenden Teilerstufen werden dann zur Oktaverzeugung eines anderen Grundtones verwendet. Die somit ständig zur Verfügung stehenden rechteckförmigen Tonfrequenzen werden dem Tastensystem zugeführt. (s. Bild 2)

Änderung des Frequenzspektrums der Ausgangsspannung mit Hilfe von RC-Gliedern.

Bei ohmscher Belastung der Ausgänge des U 112 D entstehen an den Ausgängen Rechteckspannungen. Dem Frequenzspektrum der Rechteckspannungen fehlen die geradzahligen Harmonischen und schränken die Möglichkeiten der Klangformung ein. Durch eine einfache äußere Beschaltung der Ausgänge mit RC-Gliedern können sägezahnförmige Ausgangsspannungen erzeugt werden, in denen die geradzahligen Harmonischen enthalten sind. Eine Schaltung, bei der die guten Eigenschaften des U 112 D zum Ausdruck kommen, zeigt Bild 3.

Man nutzt die hohe Ausgangsspannung und den kleinen zulässigen Ausgangswiderstand der einzelnen Teilerstufen aus, um mit Hilfe einer RC-Kombination parallel zum Lastwiderstand eine sägezahnähnliche Ausgangsspannung zu erzeugen. Zum Schutz des Frequenzteilers werden die Ausgänge über Dioden von den RC-Netzwerken getrennt. Der Ausgangsstrom der Teilerstufe wird durch einen Schutzwiderstand R_S in Reihe zum Kondensator C_L begrenzt.

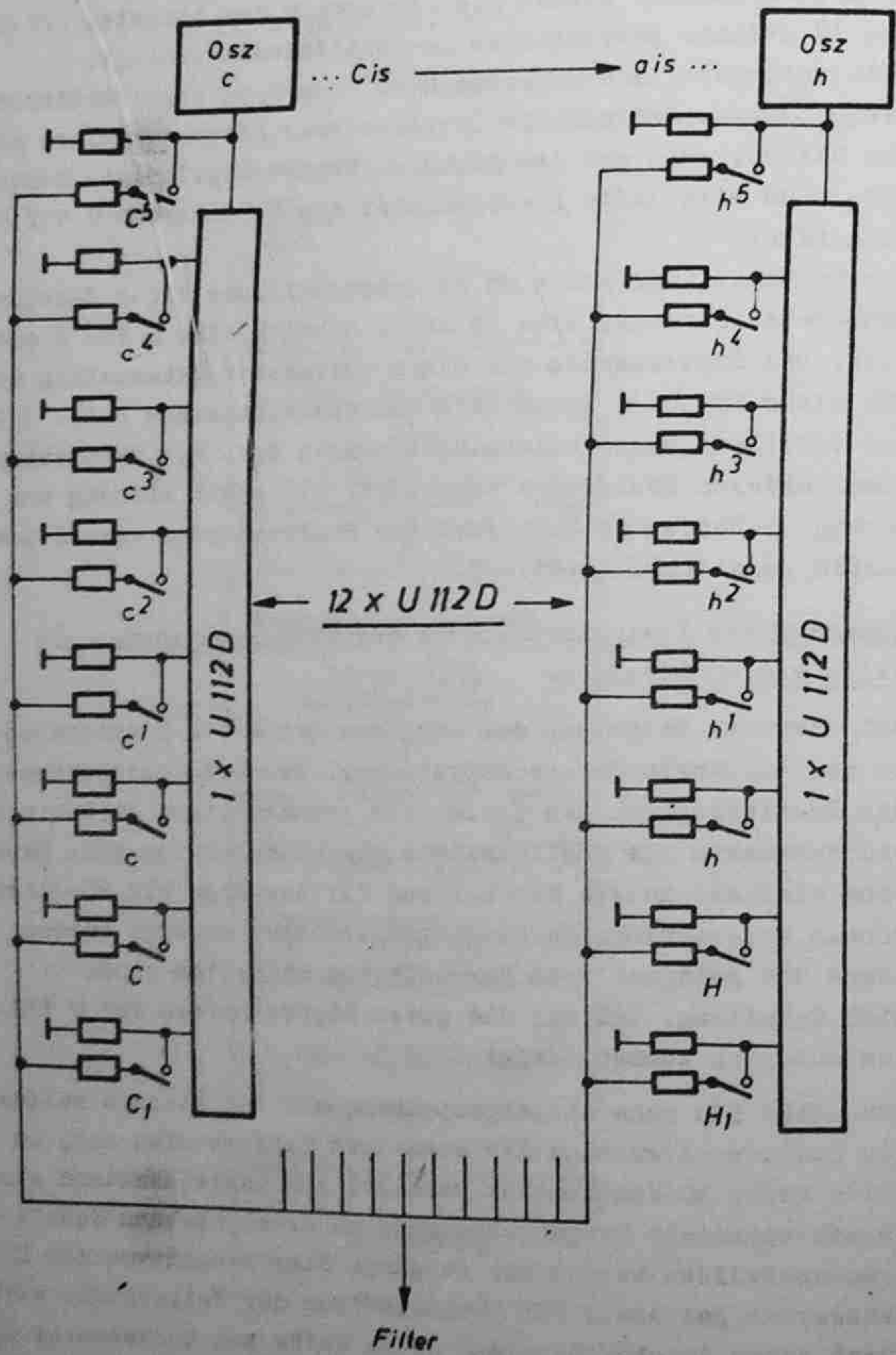
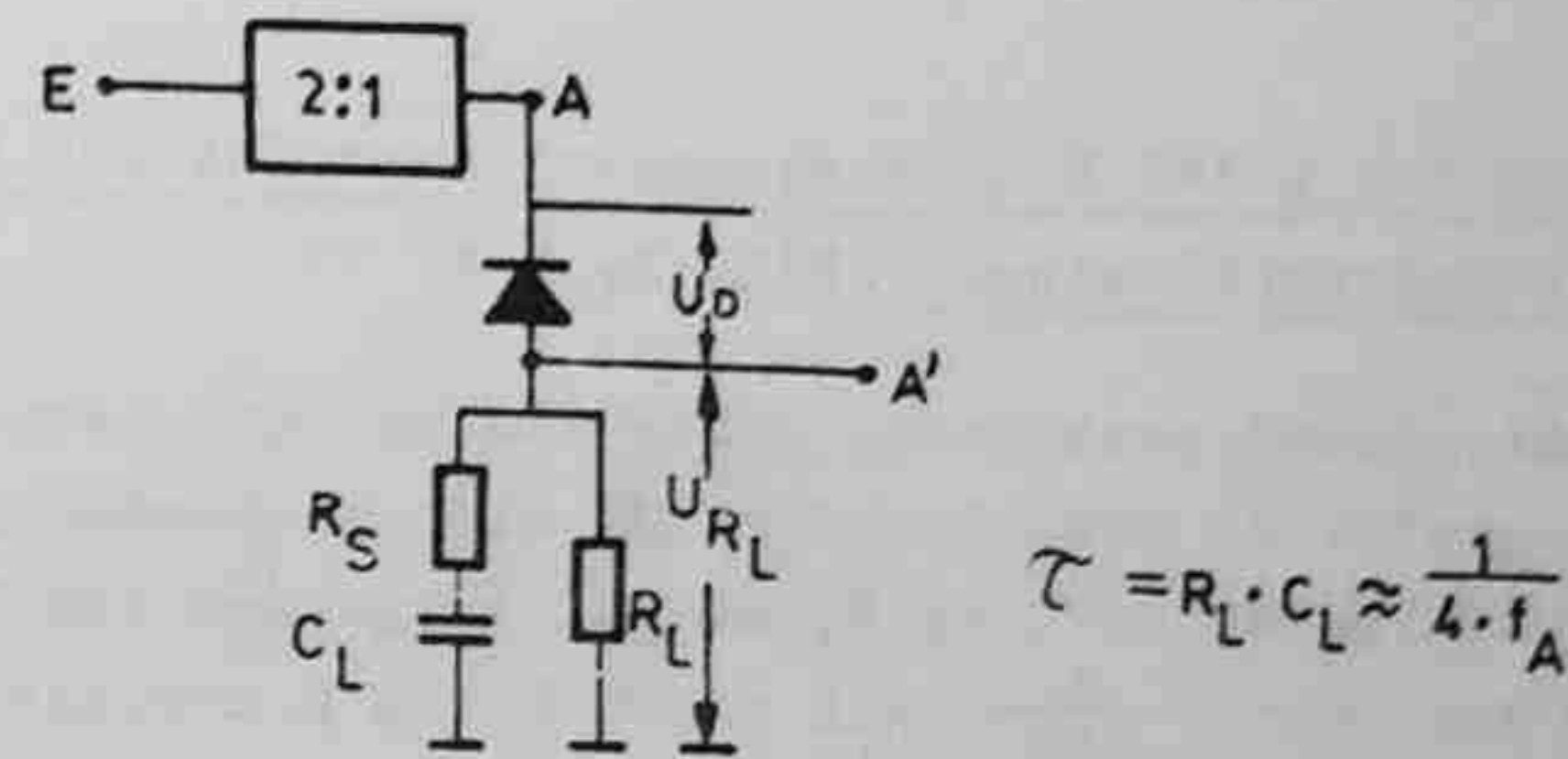


Bild 2



$$\tau = R_L \cdot C_L \approx \frac{1}{4 \cdot f_A}$$

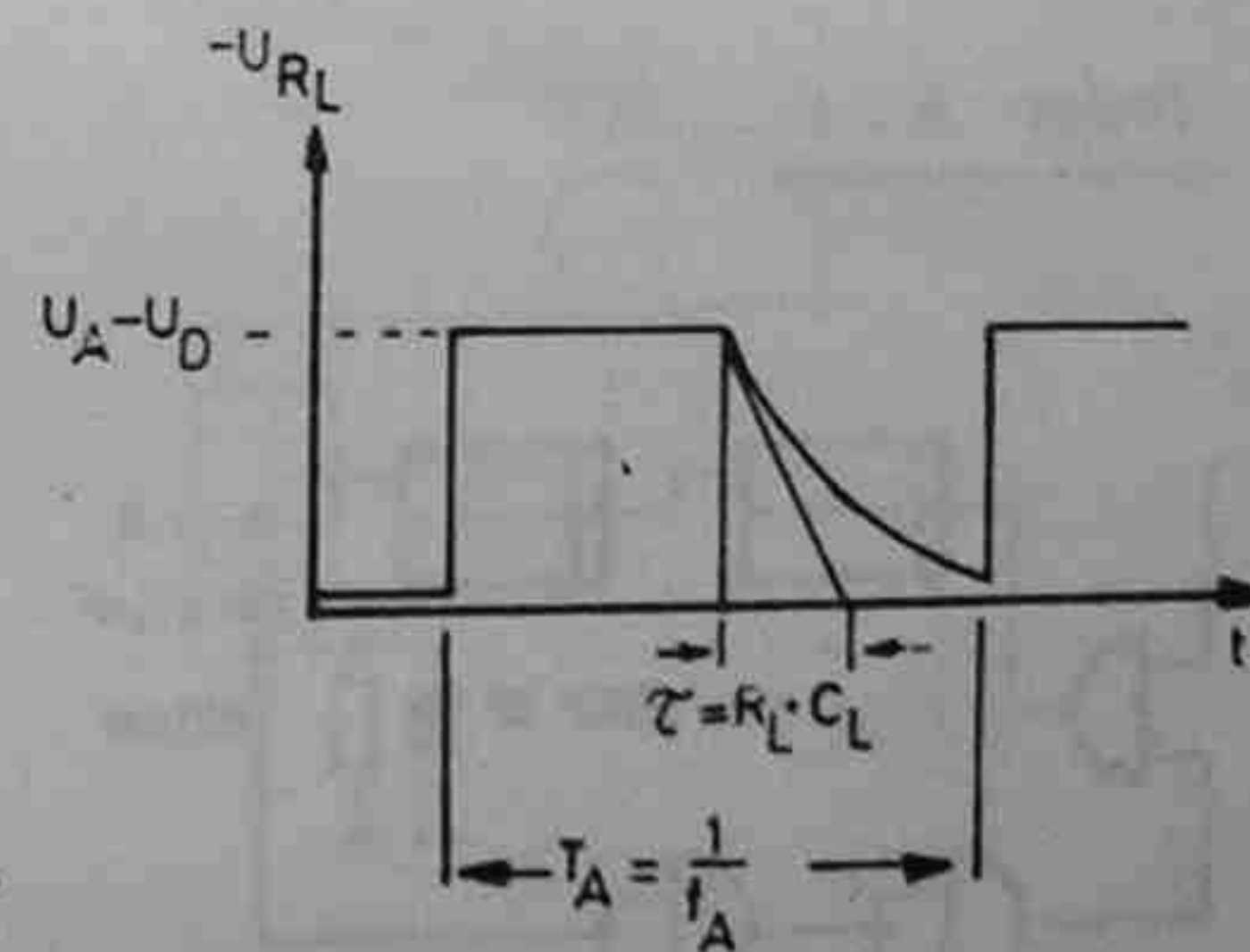
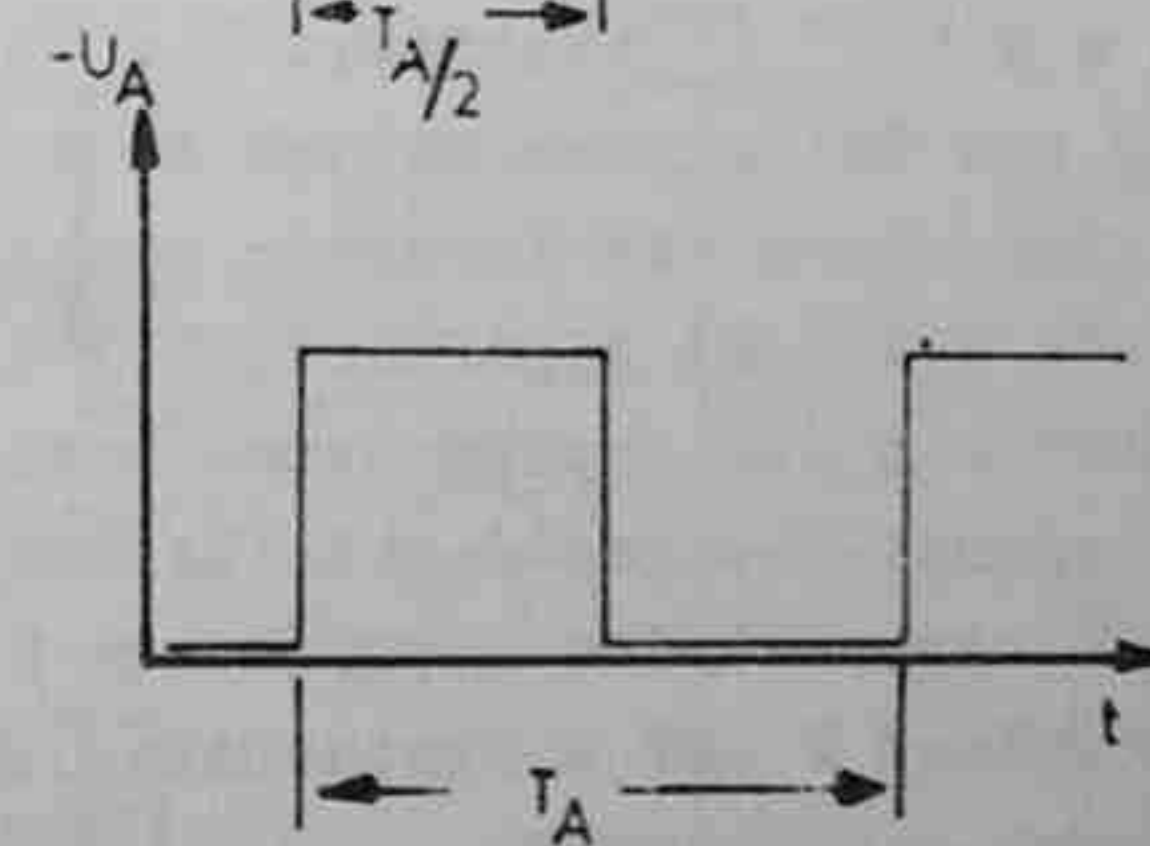
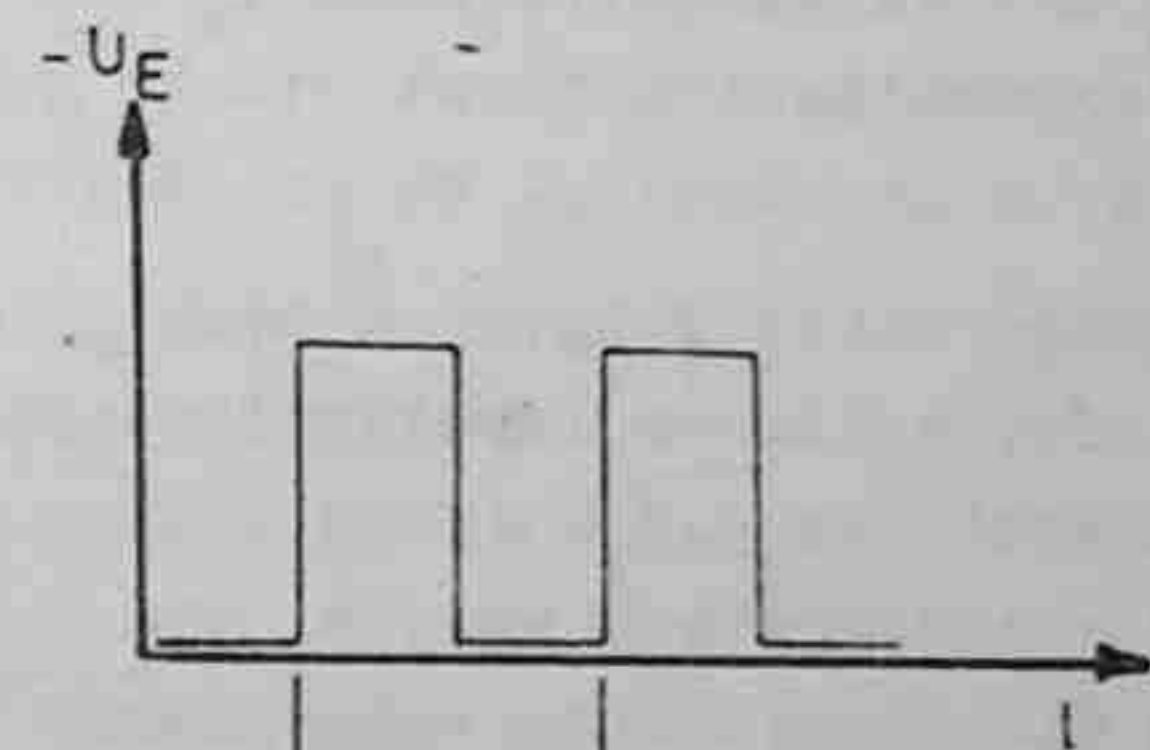


Bild 3

Anwendung des U 112 D in Frequenzteilerstufen mit verschiedenen Teilverhältnissen (Bild 5, 6 u. 7)

Die Hintereinanderschaltung aller sieben Teilerstufen eines U 112 D gestattet ohne Rückführung eine siebenfache Frequenzteilung durch den Divisor 2, so daß insgesamt ein Teilverhältnis von $\frac{1}{2^7} = \frac{1}{128}$ mit einem U 112 D möglich ist. Entspricht das Verhältnis der Eingangsfrequenz f_e zur Ausgangsfrequenz f_a einer Teilerkombination nicht direkt einem Teilverhältnis $\frac{1}{2^n}$ mit $n = \text{ganzzahlig}$, so ist der U 112 D wegen fehlenden Rücksetzeingänge unter folgenden Bedingungen verwendbar. Zur Realisierung der erforderlichen Impulsrückführungen können den entsprechenden Teilerstufen des U 112 D 2-Eingangs-AND-Gatter (z.B. vom Typ U 107 D) vorgeschaltet werden. Die Wertigkeit der Teilerstufe T_1 , an der die Rückführung vorgenommen wird, ist durch die Beziehung $T_1 = 2^{(1-n)}$ bestimmt. Der Rückführungsimpuls wird dem Ausgang der Teilerkombination entnommen und über ein Differenzierglied einem als Inverter geschalteten NAND-Gatter (z.B. vom Typ U 107 D) zugeführt. Der Ausgang des NAND-Gatters steuert über ein als Impulsformer zwischengeschaltetes AND-Gatter die Voreinstellungen der Teilerkette. Nach dem geschilderten System sind mit dem Schaltkreis U 112 D und den Gattern des Schaltkreises U 107 D Frequenzteiler mit erforderlichen Rückführungen realisierbar.

Teiler 6 : 1

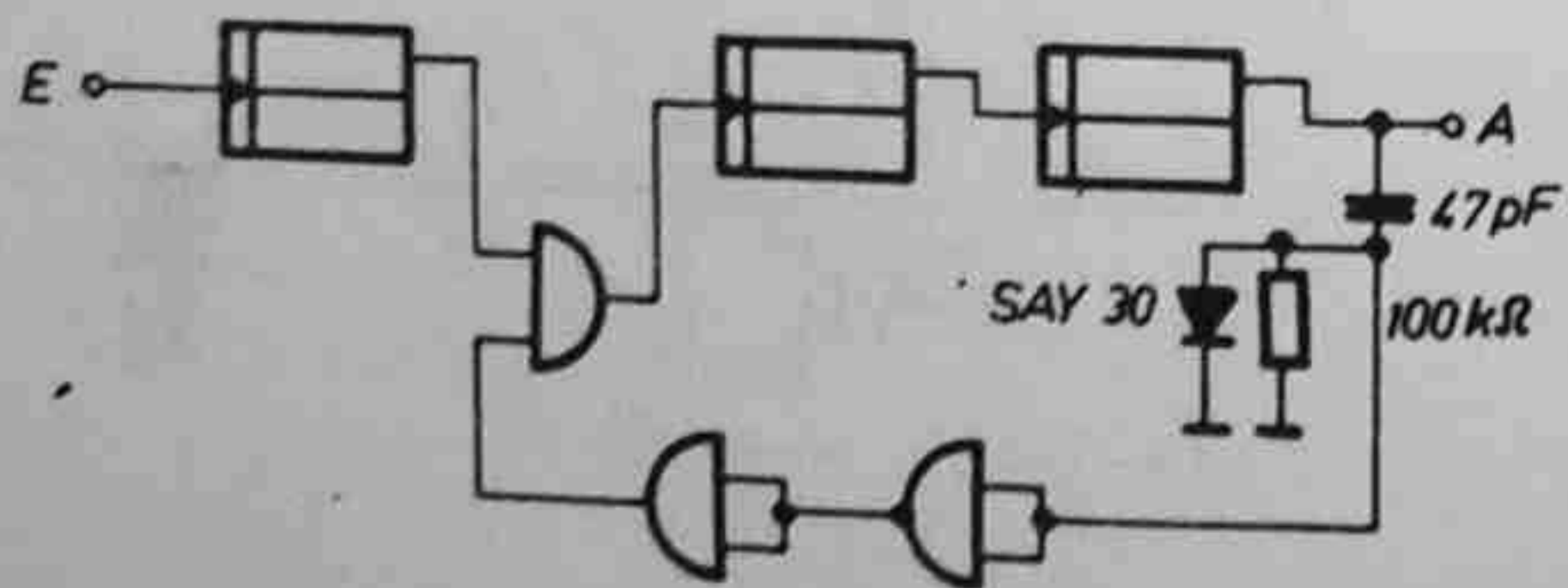
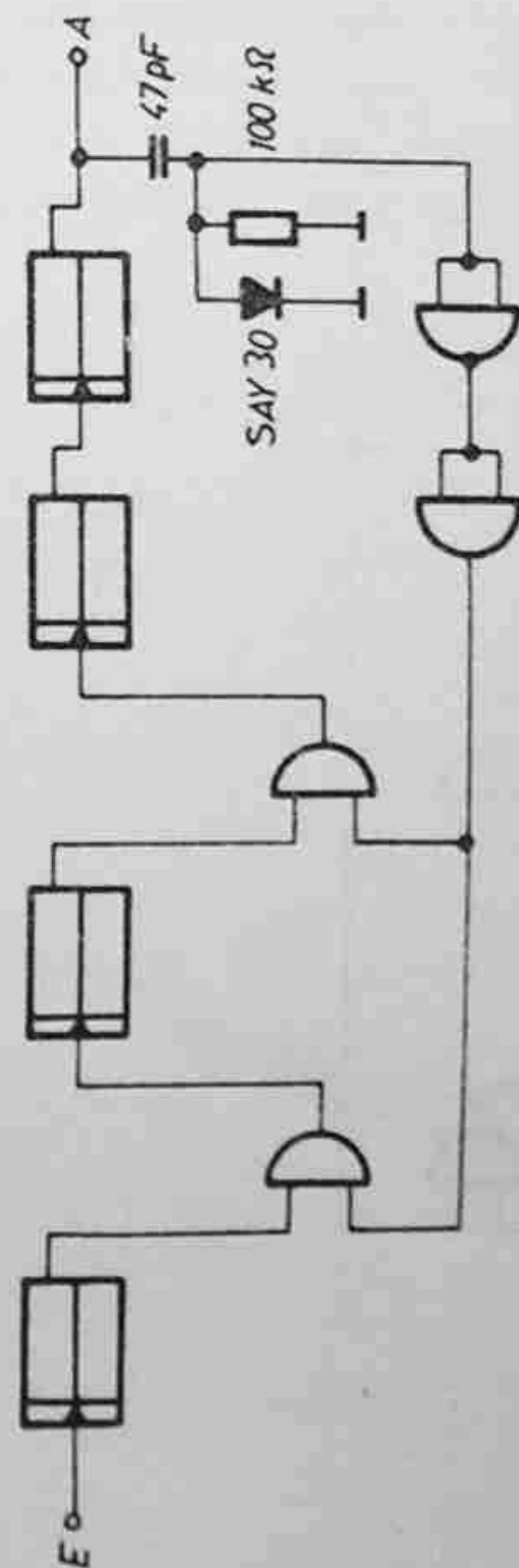


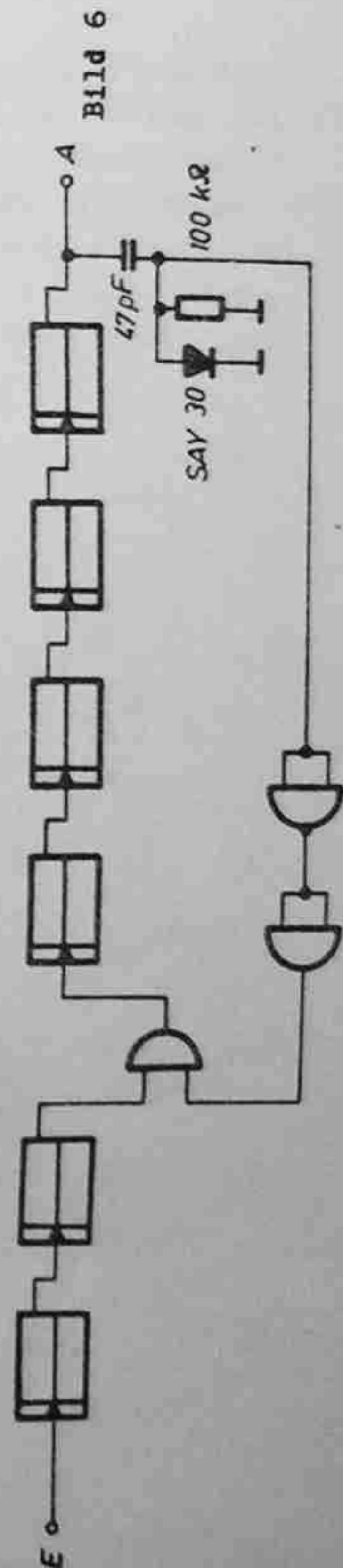
Bild 4

Bild 5

Teiler 10 : 1



Teiler 60 : 1



Teiler 100 : 1

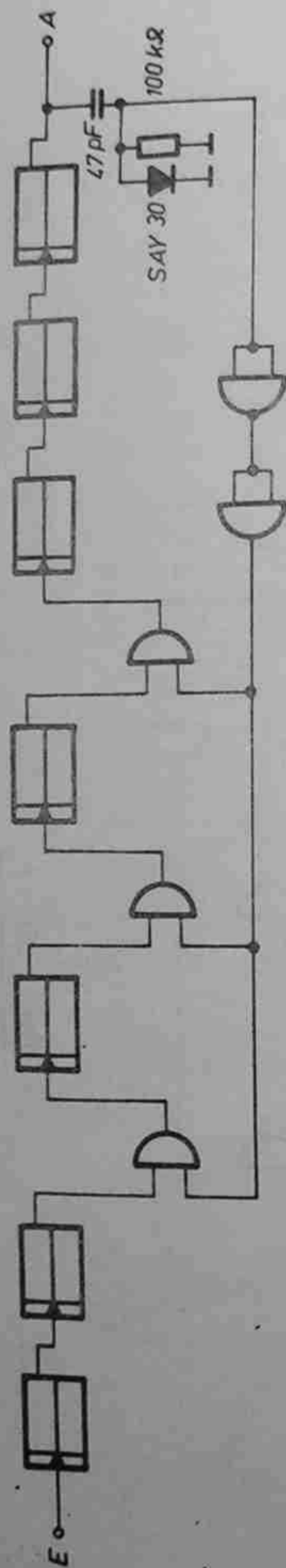


Bild 7

Steuereinheit mit 102,4 kHz Zeitbasisgenerator für eine elektronische Uhr (Bild 8)

Zwei rückgekoppelte NOR-Gatter des Schaltkreises U 106 D sind mit dem Quarz als Oszillator geschaltet. Mit den Kondensatoren läßt sich die Frequenz auf ± 1 Hz abgleichen. Die Auskopplung erfolgt am Ausgang des zweiten Gatters. Die erzeugten Rechteckimpulse werden zur Impulsformung und Flankenverteilung dem dritten Gatter zugeführt, dessen Ausgang die nachfolgende Frequenzteilerkombination ansteuert. Die Frequenzteilerkombination besteht aus zehn binären Teilerstufen des U 112 D und zwei rückgekoppelten Teilerstufen mit den Teilverhältnissen 100 : 1 und 60 : 1.



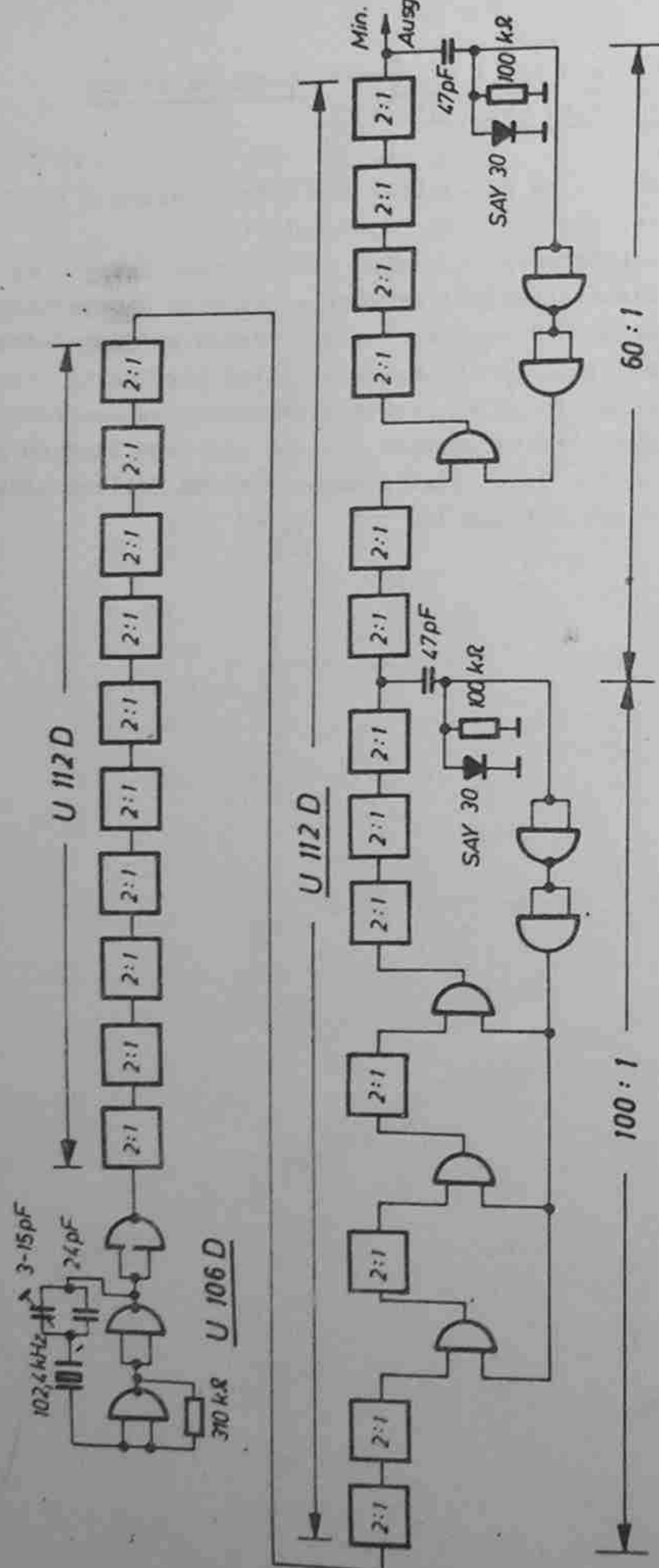


Bild 8

7. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 311 D
 =====

Der U 311 D ist ein statisches 5-bit-Schieberegister. Zu seinem Betrieb sind zwei Taktsignale (cp 1, cp2) erforderlich. Für das Schieberegister sind die Betriebsarten speichern, parallel laden und seriell schieben, möglich.

Der U 311 D speichert die eingegebene Information, wenn cp 1 auf H und cp 2 auf L Potential liegen. Es ist auch möglich cp 1 mit dem normalen Taktzyklus zu takten, wenn die für cp 1 geltenden Taktbedingungen eingehalten werden. Beim Speichern muß der cp-Eingang auf H-Potential liegen. Das Schieberegister kann über den Befehlseingang cp parallel geladen werden, d.h. die Information, die an dem Eingang $e_1 - e_5$ liegt, wird mit dem cp Impuls übernommen. Dabei muß cp 1 = H und cp 2 = L Signal haben. Die Impulsdauer an cp muß mindestens 750 ns betragen und die Anstiegszeit darf maximal 3 μ s sein.

Beim seriellen Schieben sind die Taktbedingungen nach Bild 1 einzuhalten.

Taktbedingungen

t_{cp21HL}	max 10 μ s
t_{op12HL}	max 10 μ s
t_{cp1}	1 μ s-10 μ s
t_{cp2}	1 μ s-10 μ s

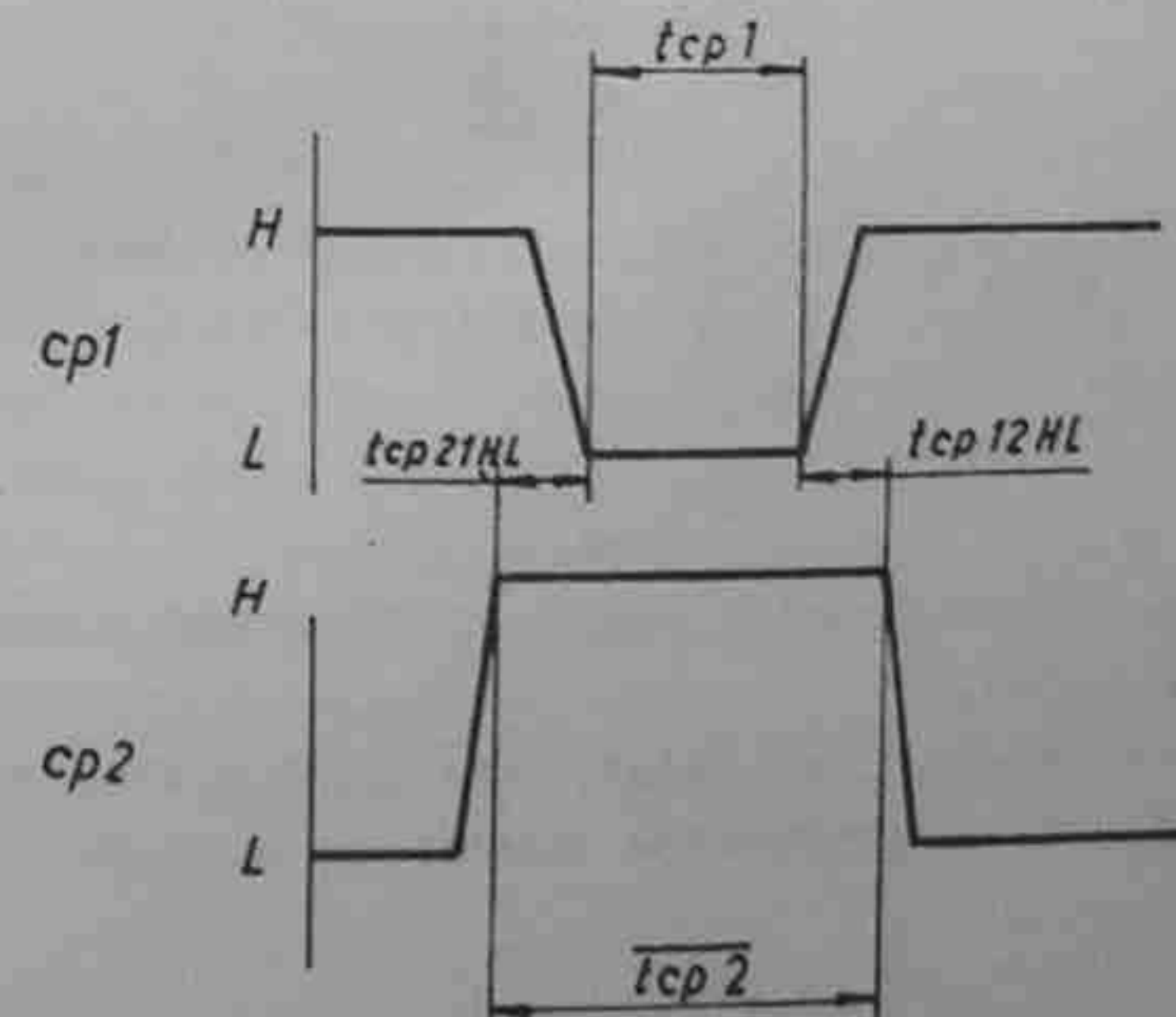


Bild 1

Die Anstiegszeit der Taktflanken darf maximal $10 \mu\text{s}$ betragen. Die an dem Eingang e_s liegende Information erscheint mit der H \rightarrow L Flanke von $cp 2$ an a_1 und wird mit jeder Taktgruppe weitergeschoben. Zum Betreiben des U 311 D ist eine Taktformerschaltung erforderlich. Eine einfache Schaltung, die zur Ansteuerung von ungefähr 4 Schaltkreisen ausreicht, ist in Bild 2 dargestellt.

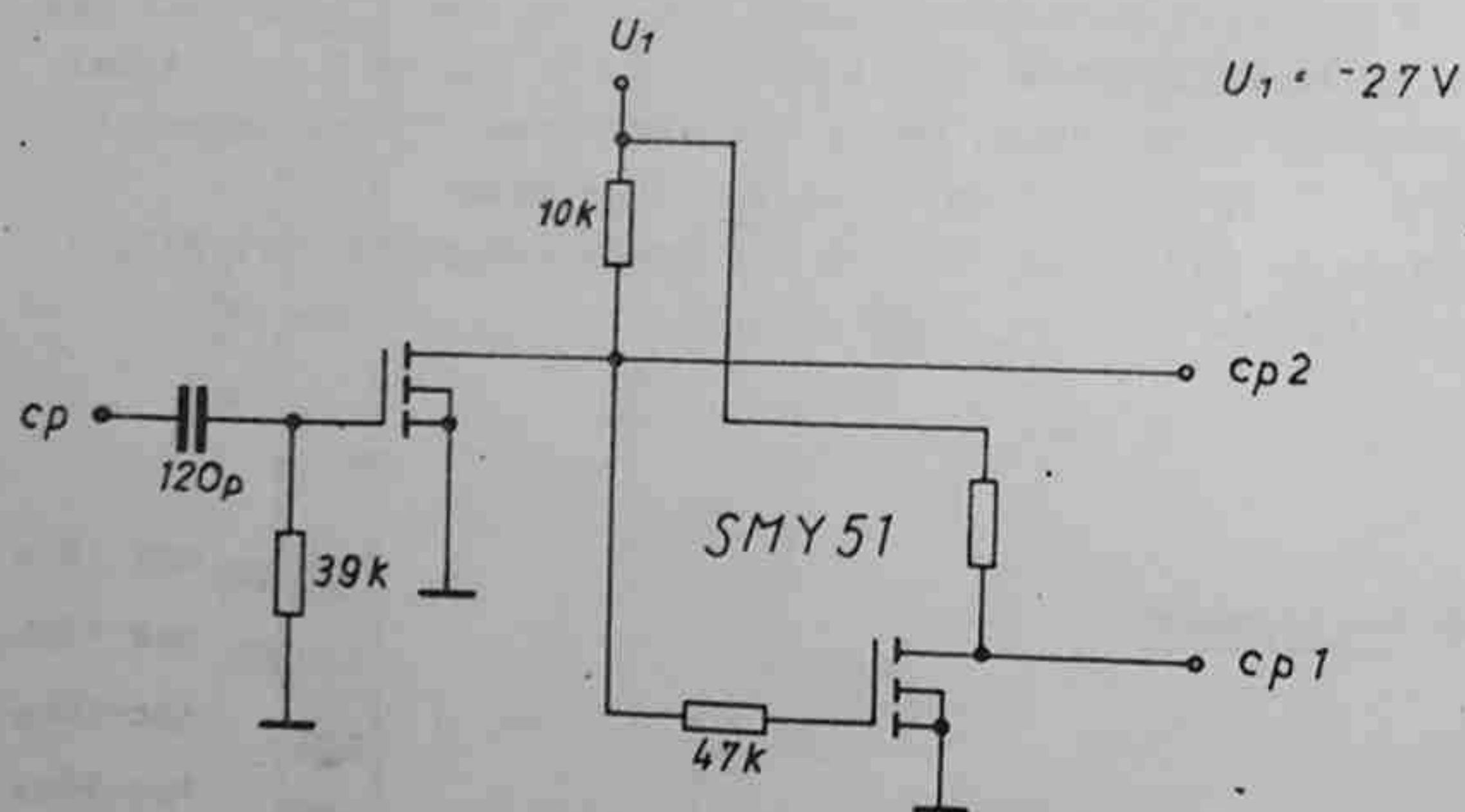


Bild 2

Die am Eingang angelegten Impulse müssen mindestens eine Impulsdauer von $1 \mu\text{s}$ haben. Eine andere Taktformerschaltung zeigt Bild 3. Mit dieser Schaltung können ungefähr 10 Schaltkreise betrieben werden.

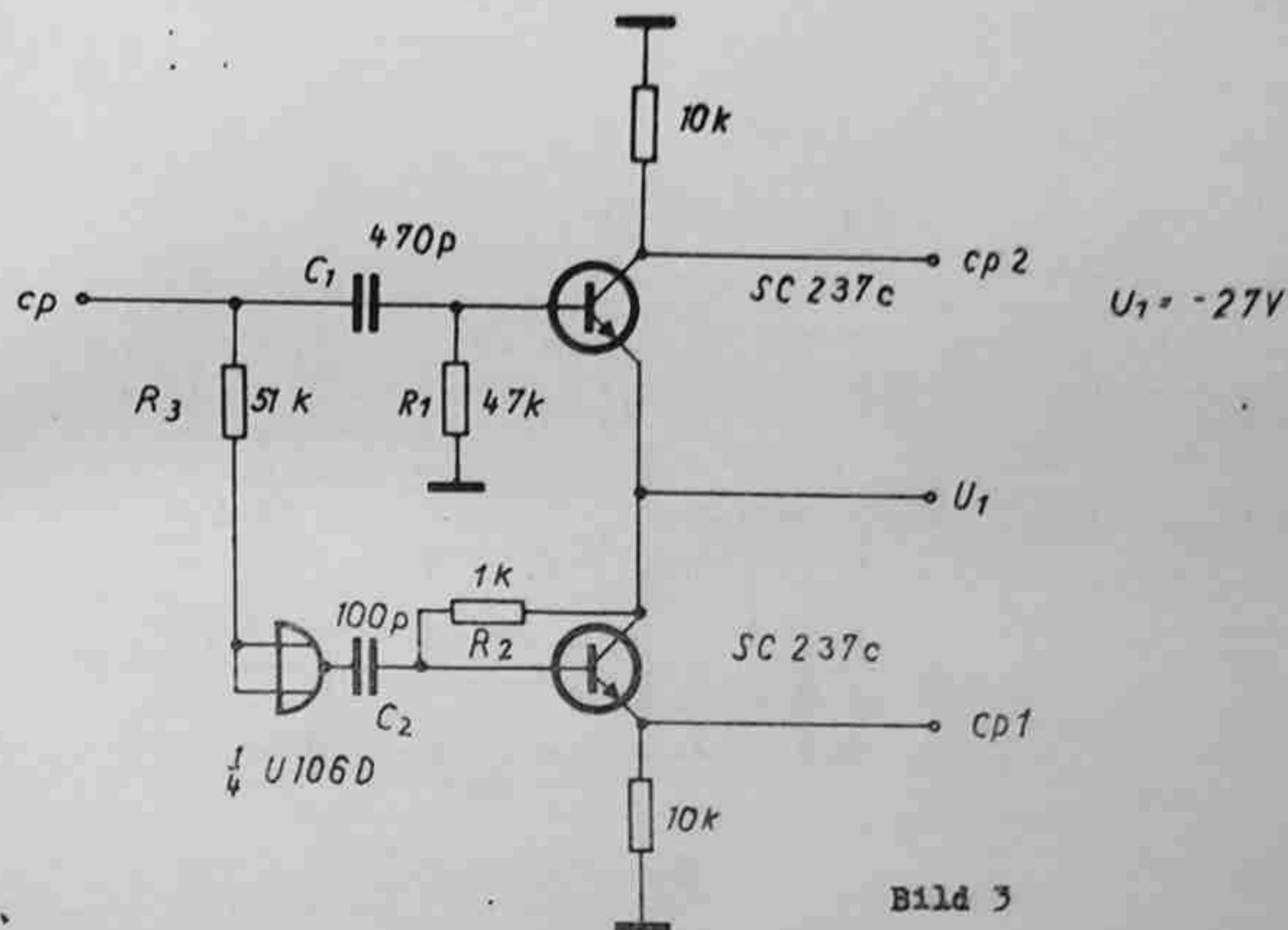


Bild 3

Die Zeitkonstante $R_1 \cdot C_1$ hat die Aufgabe, die Pause des $cp 2$ Impulses auf $10 \mu\text{s}$ zu begrenzen.

Die Eingangskapazität des MOS-Gatters mit R_3 bildet eine Zeitkonstante die den $cp 1$ -Impuls gegenüber dem $cp 2$ Impuls verzögert. Damit die L/H-Flanke des $cp 1$ -Impulses noch innerhalb der Pause von $cp 2$ kommt, ist die Zeitkonstante von $R_2 \cdot C_2$ vorhanden.

Sechsstufiger Ringzähler

Die Schaltung nach Bild 4 zeigt einen 6-stufigen Ringzähler. Sobald eine Speicherzelle des Schieberegisters mit "L" belegt ist, liegt an e_s eine H-Information (NOR-Verknüpfung der Ausgänge). Eine L-Information läuft ständig um. Diese Information ist an den Ausgängen a_1 bis a_5 und an e_s abzunehmen. Den Umlauf einer H-Information erreicht man dadurch, daß eine NAND-Verknüpfung verwendet wird. (SAM 45 und Negator)

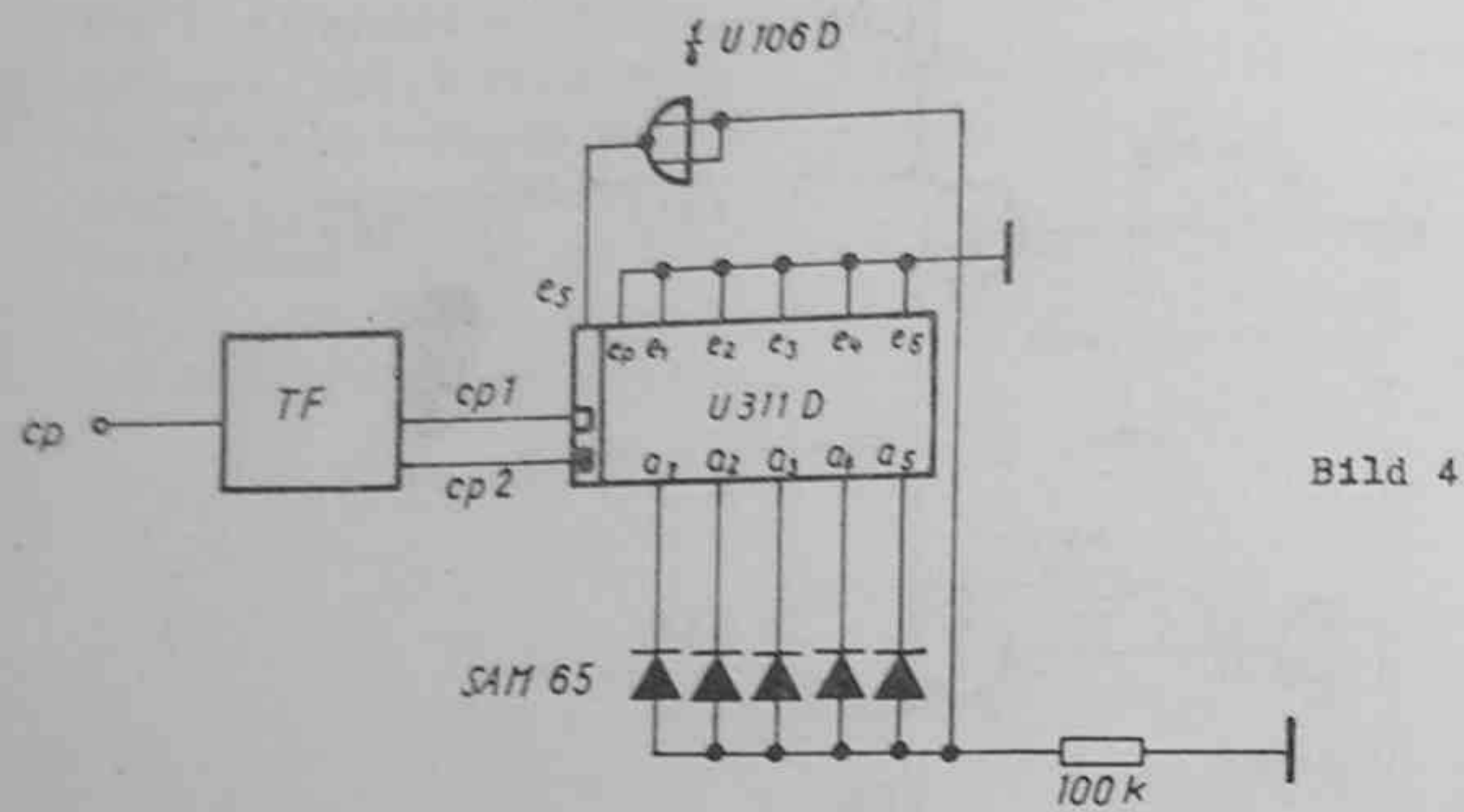


Bild 4

Teiler 10 : 1

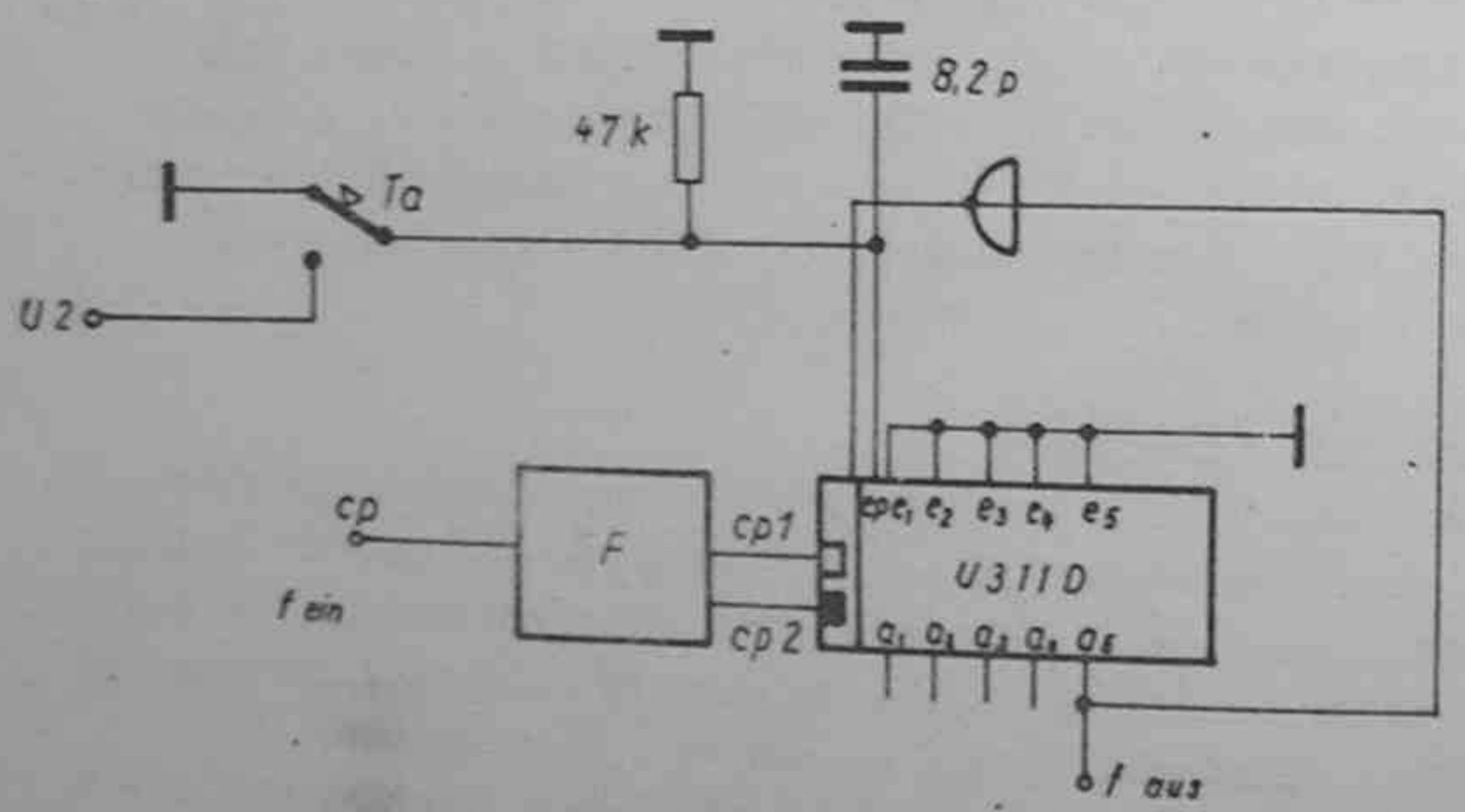


Bild 5

Nach Zuschaltung der Betriebsspannungen ist es notwendig, die Taste Ta kurz zu drücken. Dadurch übernimmt der Schieberegister die an e_1 bis e_5 anliegende Information, wodurch eine saubere 10:1-Teilung erst möglich wird.

8. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 352 D

Der integrierte MOS-Schaltkreis U 352 D enthält einen dynamischen 64 bit Serienspeicher (Schieberegister). Der Schaltkreis enthält eine logische Schaltung zum Steuern der Funktionen "Einschreiben" und "Speichern". Die logische Schaltung des U 352 D zeigt Bild 1.

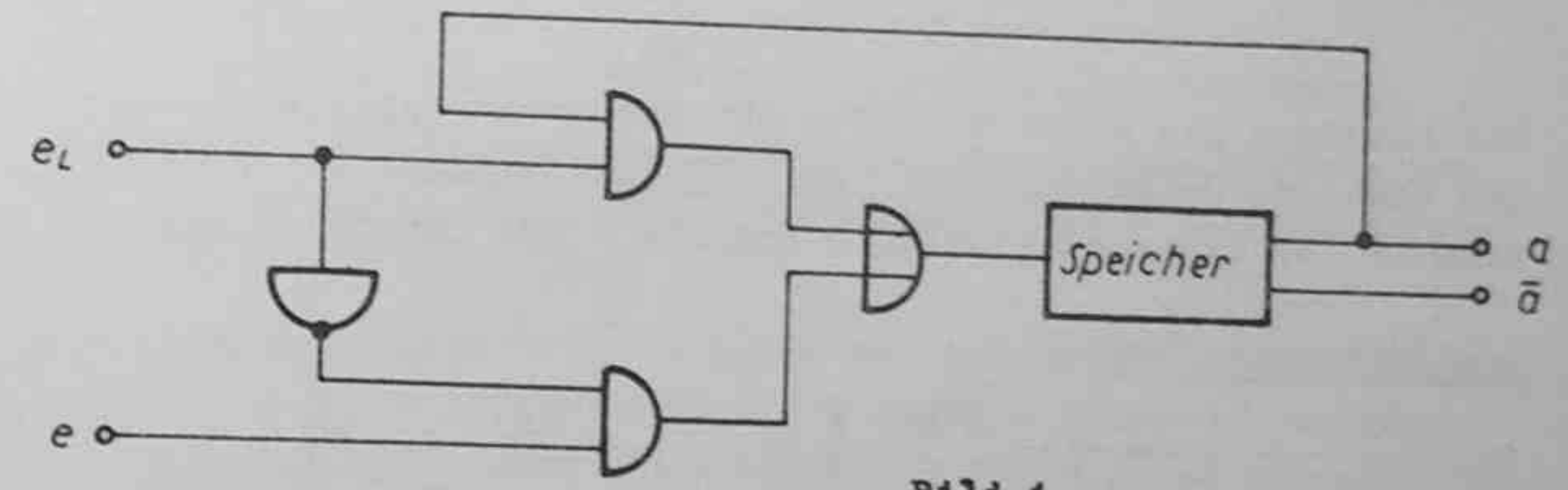


Bild 1

Wenn der Eingang e_L mit L Signal belegt wird, ist der Schaltkreis als Umlaufspeicher geschaltet. Über dem Eingang e ist dann keine Signaleingabe möglich.

Während des Einschreibens muß e_L auf H-Pegel liegen. Der U 352 D wird mit 4 Takten betrieben.

In Bild 2 sind die 4 Phasen und die Zeitbedingungen dargestellt.

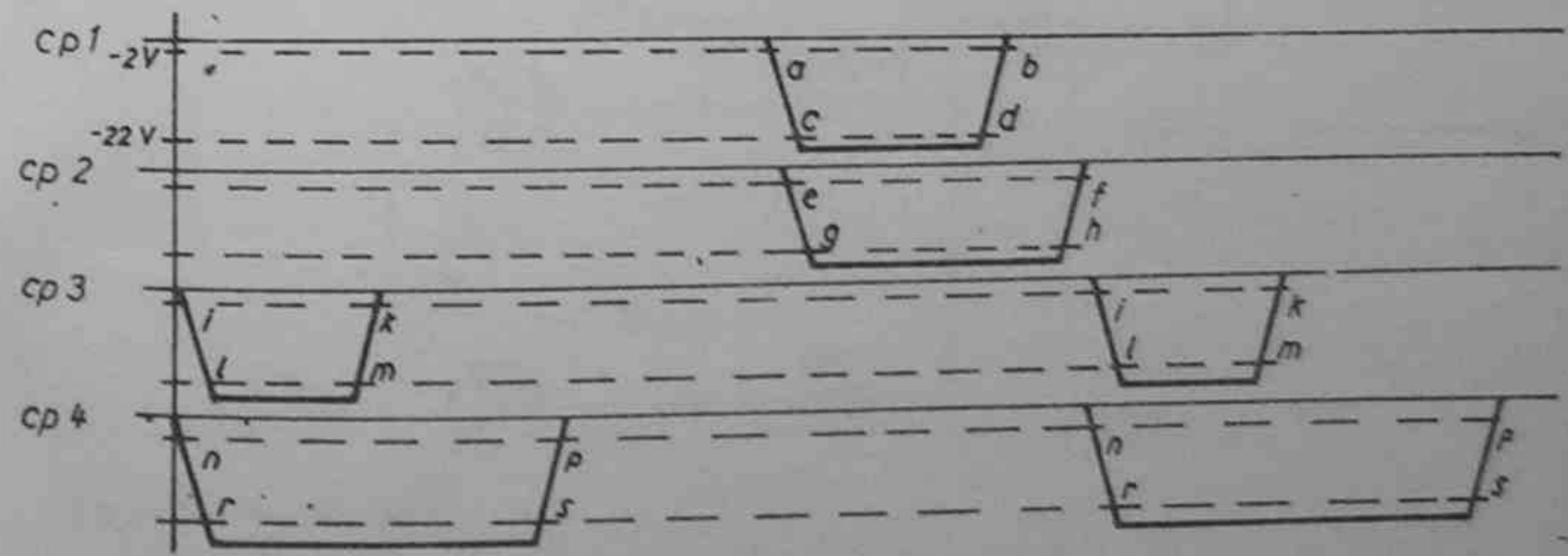


Bild 2

Zeitbedingungen

t_{od}	=	150 ns
t_{lm}	=	150 ns
t_{gh}	=	300 ns
t_{rs}	=	300 ns

t_{bh}	=	150 ns
t_{ks}	=	150 ns
t_{pa}	=	0 ns
t_{fi}	=	0 ns
t_{fn}	=	0 ns
t_{pe}	=	0 ns
t_{rm}	=	150 ns
t_{gd}	=	150 ns

Die Ausgänge des U 352 D dürfen nur kapazitiv belastet werden. Bei ohmscher Belastung wird der Ausgang entladen. Der U 352 D kann in dem Frequenzbereich 10 kHz bis 1 MHz betrieben werden.

Taktformerschaltung

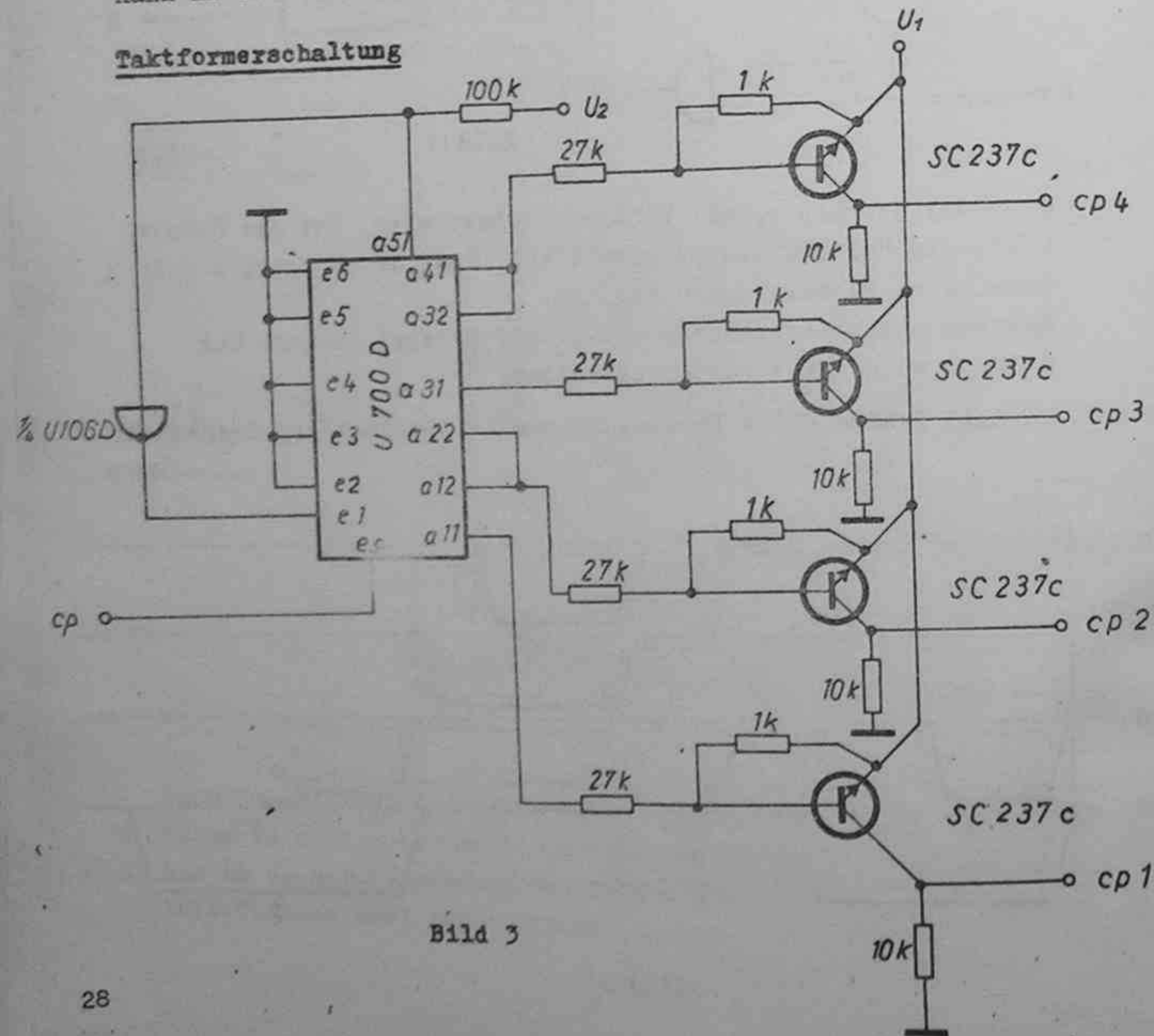


Bild 3

Die im Bild 3 dargestellte Taktformerschaltung liefert nach 4 Eingangsimpulsen eine Impulsgruppe.

Die genaue Taktzuordnung wird durch einen Ringzähler (U 700 D) realisiert.

Frequenzteiler 1024 : 1

Der im Bild 4 dargestellte Frequenzteiler ist z.B. geeignet, ausgehend von einer Quarzfrequenz von 102,4 kHz 100 Hz Impulse zu erzeugen.

Als Taktformer ist die Schaltung nach Bild 3 zu verwenden.

Die Taktformerschaltung realisiert ein Teilungsverhältnis von 4:1 und mit den beiden Schieberegistern U 352 D wird eine Teilung von 256:1 erreicht.

Das Schieberegister U 311 D dient zur Ausblendung der am Ausgang des U 352 D auftretenden cp 2 Impulse (wenn der Ausgang H-Signal führt, erscheint immer der cp 2-Impuls am Ausgang. Diese Erscheinung hängt von der inneren Struktur des U 352 D ab).

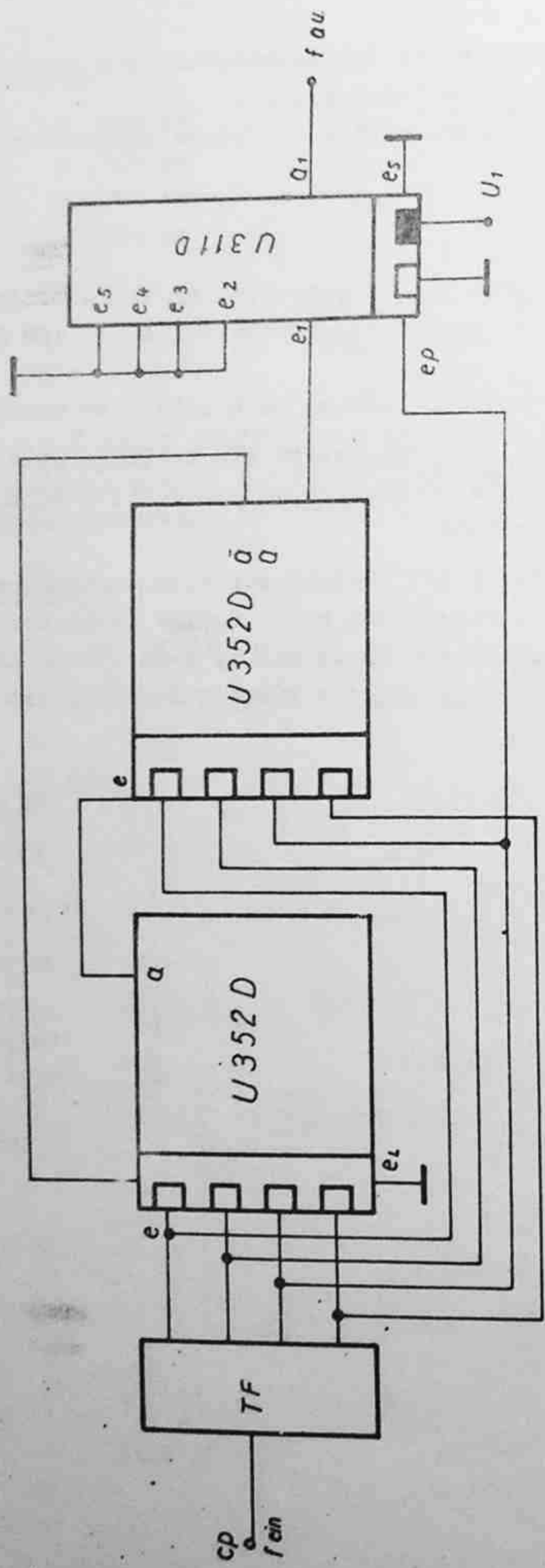


Bild 4

9. Schaltungsbeispiele mit dem MOS-Schaltkreis U 700 D
=====

Der integrierte MOS-Schaltkreis U 700 D dient in Fernsehgeräten mit vollelektronischen Tunern zur Programmschaltung mittels Berührungstasten. Er beinhaltet 6 Programmstellen.

Durch eine im Schaltkreis getroffene Maßnahme wird beim Einschalten der Betriebsspannung immer Programmstelle 1 eingeschaltet. Durch Berührung der Taste eines Eingangs wird an dem dazugehörigen Ausgangspaar eine Spannung durchgeschaltet, die einmal als Abstimmspannung an die Abstimmpotentiometer angelegt wird oder zum anderen zum Ansteuern der Schaltstufen für die Bereichsvorwahl benutzt wird. Gleichzeitig wird das Ausgangspaar, das zuvor eingeschaltet war, gelöscht. Alle Ausgänge sind elektrisch gleichwertig und bestehen aus Ein-Transistor-Stufen (open-drain-Ausgänge). Die Belastbarkeit der Ausgänge beträgt maximal 2 mA.

Mittels des Fernsteuereingangs arbeitet der Schaltkreis als Ringzähler, so daß jeder Impuls (H-L-Flanke) am Fernsteuereingang um eine Programmstelle weiterschaltet.

Programmwahl mit U 700 D in TV- und Rundfunkgeräten (Bild 1)

Die Schaltung gilt für den Einsatz in Fernsehgeräten mit vollelektronischen Tunern (Luxomat, Visomat, Visiotron, Debüt).

Beim Einsatz in Rundfunkgeräten mit C-Dioden-Tunern für UKW entfällt die Bandumschaltung. Die Widerstände 5,6 M Ω und 12 x 22 M Ω sind Berührungsschutzwiderstände und müssen dementsprechend spannungsfest sein.

Wird das Gerät über einen Transformator betrieben, kann der 5,6 M Ω -Widerstand entfallen und für die 12 x 22 M Ω -Widerstände gilt die o.a. Bedingung nicht.

Da die Betriebsspannung +U_B an den Ausgängen des Schaltkreises als Abstimmspannung benutzt wird, muß sie entsprechend gut stabilisiert sein (s. [1]).

Wird der Fernsteuereingang benutzt, so muß ihm eine entsprechende Triggerstufe (evtl. über Differenzierglied) vorgeschaltet werden (s. [1]).

Wird er nicht benutzt, so ist er auf + U_B zu legen.

Die Anzeige der eingeschalteten Programmstelle können z.B. Glühlampen, Ziffernanzeigeröhren, 7-Segmentanzeigeelemente verwendet werden (s. [1] , [2]).

[1] Dr. Erler, H. und Welzel, H.-J.: " Luxotron 116 " radio fernsehen elektronik 23 (1974) H. 19, S. 625-630

[2] Hundt, G.: " Die integrierte MOS-Schaltung U 700 D " radio fernsehen elektronik 23 (1974) H. 19, S. 621-622

Zusammenschaltung zweier U 700 D (Bild 2)

Werden mehr als 6 Programmstellen benötigt, so kann man entsprechend der Abbildung zwei U 700 D unter Verzicht auf die Fernbedienung zusammenschalten. Man erhält dabei 10 Programmstellen, da man in jedem U 700 D eine Programmstelle "blind" schalten muß, in die der eine U 700 D gesetzt wird, wenn der andere bedient wird. Es ist zweckmäßig, dazu im ersten Schaltkreis die Stelle 6 und im zweiten die Stelle 1 zu nehmen. Dadurch bleibt die Stelle 1 des ersten Schaltkreises als Vorzugslage beim Einschalten der Betriebsspannung erhalten.

Frequenzteiler mit U 700 D (Bild 3)

Erzeugt man über ein Differenzierglied aus den Ausgangsimpulsen zusätzliche Impulse am Fernsteuereingang e_s , so läßt sich der U 700 D als Frequenzteiler einsetzen.

Verbindet man nun einen Ausgang derartig mit dem Eingang e_s , so erhält man einen 5:1-Teiler. Nimmt man entsprechend der Abbildung noch einen (gestrichelte Verbindung) bzw. zwei (gestrichelte und strichpunktierte Verbindung) Ausgänge hinzu, verringert sich das Teilverhältnis auf 4:1 bzw. 3:1.

Sollen weitere Teiler oder andere Baugruppen angesteuert werden, so benötigt man zur Pegelanpassung einen Spannungsteiler am Ausgang des U 700 D.

Auf diese Weise läßt sich der Frequenzteiler mit geringem Leistungsbedarf aufbauen. Die obere Grenzfrequenz liegt jedoch bei 40 kHz.

Elektronischer Würfel (Bild 4)

Da der U 700 D aus einem Ringzähler mit sechs Stellen besteht, läßt er sich für einen elektronischen Würfel verwenden. Dazu wird ein sperrbarer Multivibrator an den Eingang e_s gelegt und von den Ausgängen werden über Diodengatter 4 Schaltstufen angesteuert, die in einer bestimmten Weise angeordnete Lumineszenzdioden treiben.

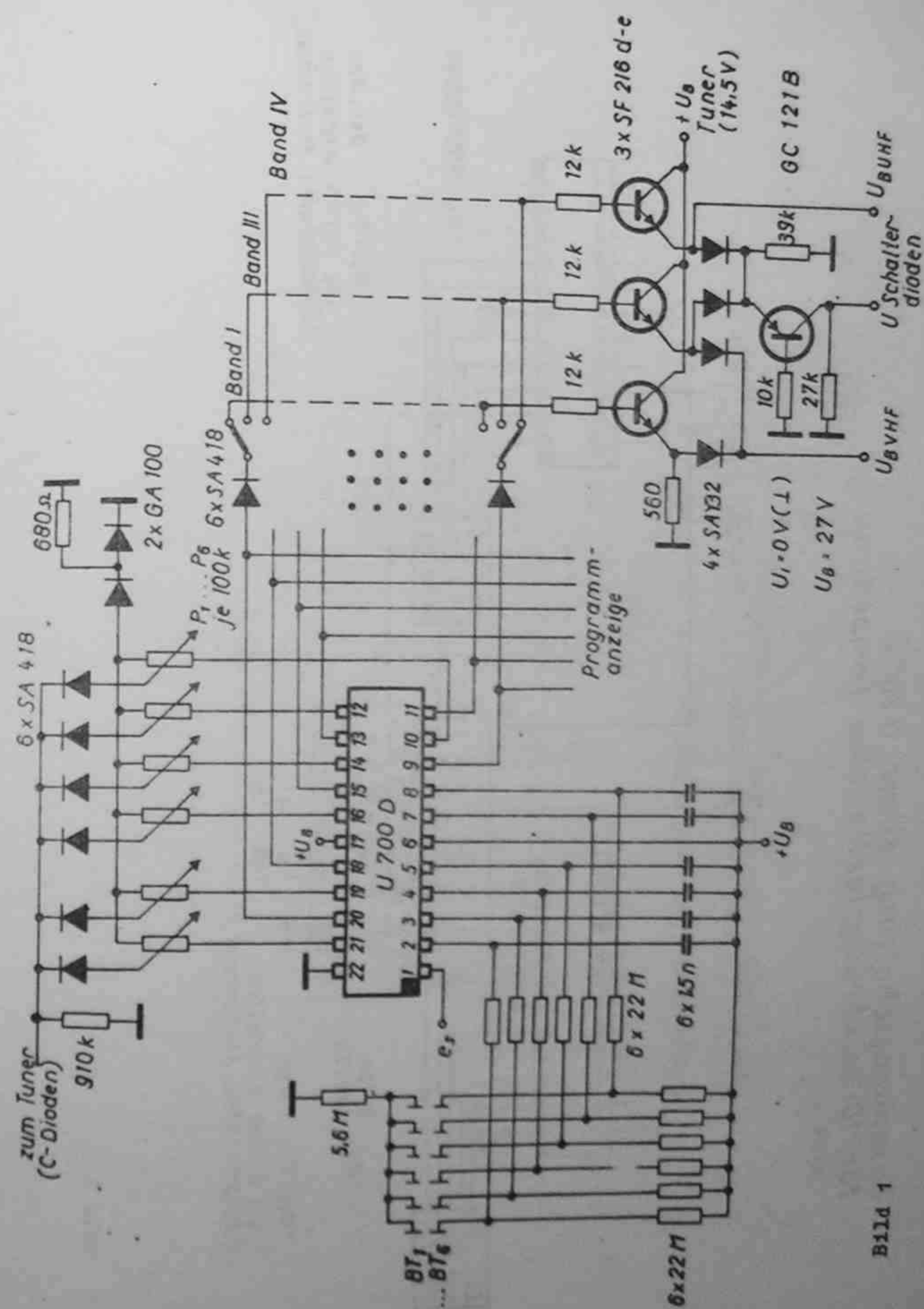


Bild 1

Zusammenschaltung zweier U700 D
für 10 Berührungstasten ohne Fernbedienung

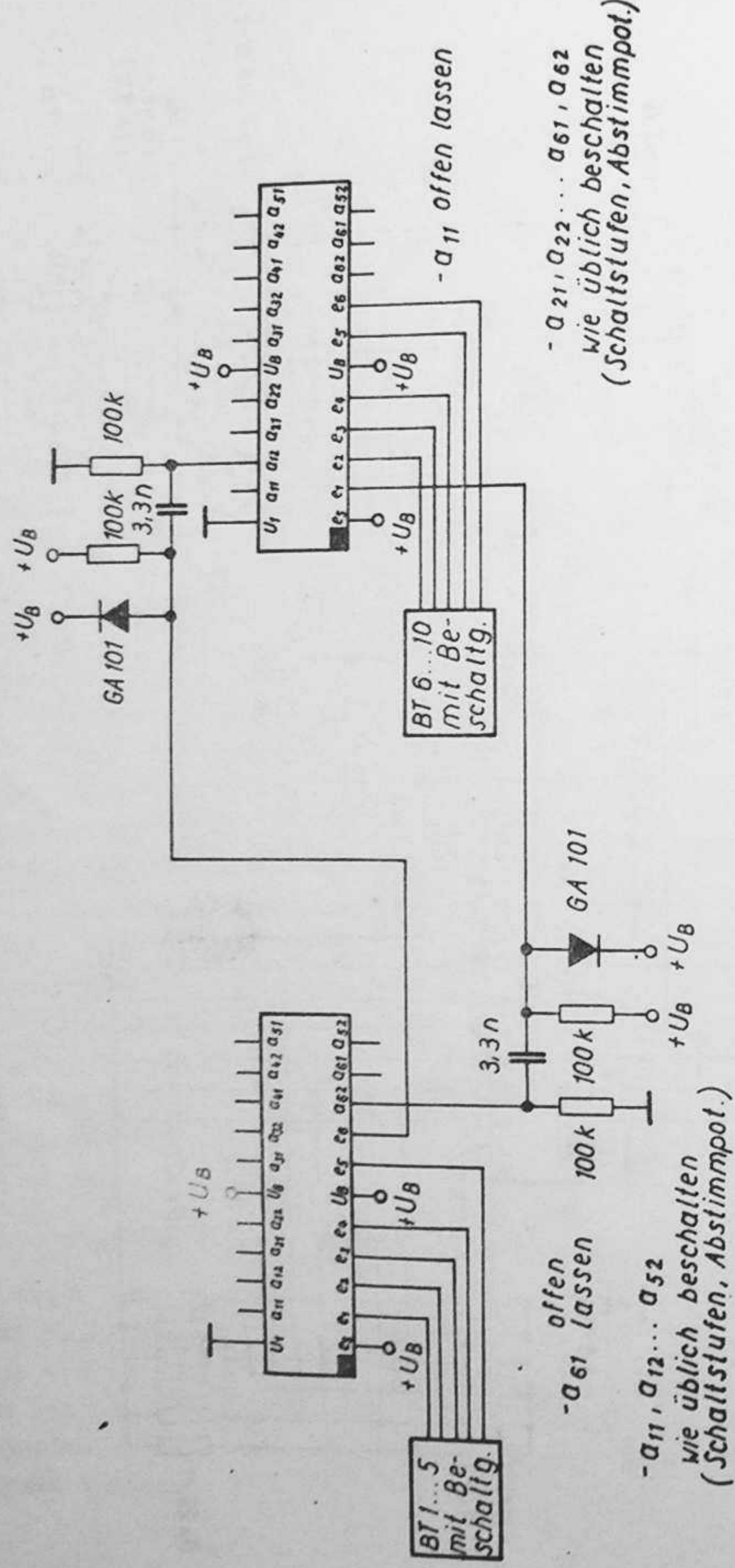
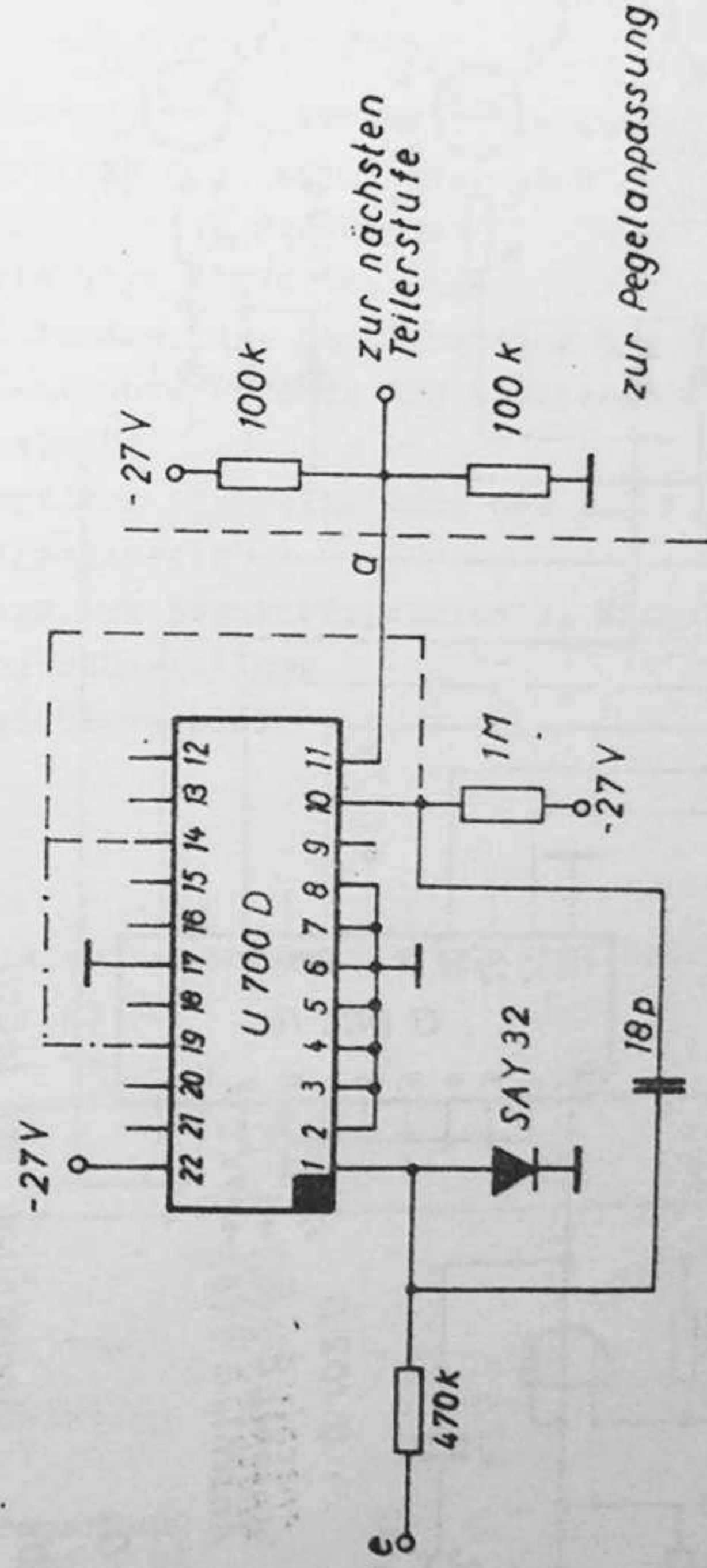


Bild 2



Frequenzteiler mit U700 D 5:1

(4:1 mit --- Verbindung
 3:1 mit - - - - - und - - - - - Verbindung)

Bild 3

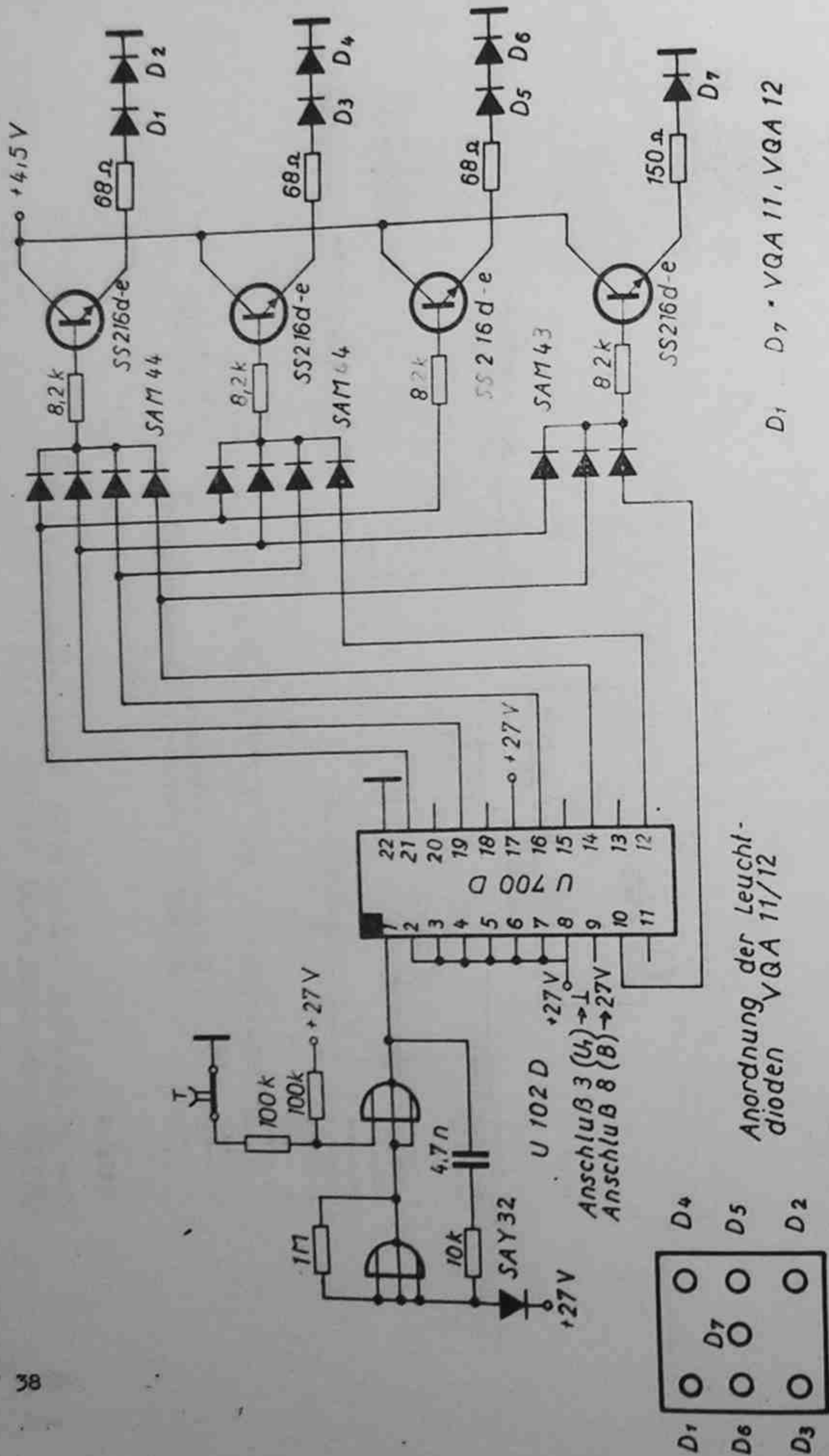


Bild 4

10. Schaltungsbeispiel mit MOS-Schaltkreis U 820 D
=====

Der Schaltkreis U 820 D ist für den Einsatz in einem Taschenrechner vorgesehen. Der Schaltkreis wird im 28-poligen Dual-in-line-Plastgehäuse geliefert.

Er hat folgende Eigenschaften:

- 4 Rechenarten (Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division)
- Konstanten- oder Kettenoperation
- Gleitkomma oder Festkomma
- achtstellige Ziffernanzeige
- automatische Auf- und Abrundung der Ergebnisse
- automatisches Löschen der Speicher beim Einschalten des Gerätes
- automatische Dunkelastung der nicht benutzten Anzeigeelemente
- Anzeige von Negativergebnissen, Eingabe- und Ergebnisüberfüllung
- Vorzeichenwechsel

Elektrische Kennwerte für typische Betriebsbedingungen und $\theta_a = 25^\circ\text{C}$

Kennwert	Symbol	Wert			Einheit
		min	typ	max	
Gatestrom	I_{GG}	-	9	15	mA
Substratstrom	I_{SS}	-	25	35	mA
Verlustleistung bei 7,2 V	P_V	-	250	400	mW
Ausgangsspannung SA...SP bei 1 mA	U_a	-	0,5	-	V
Ausgangsspannung D1...D11 bei 1 mA	U_a	-	0,5	-	V

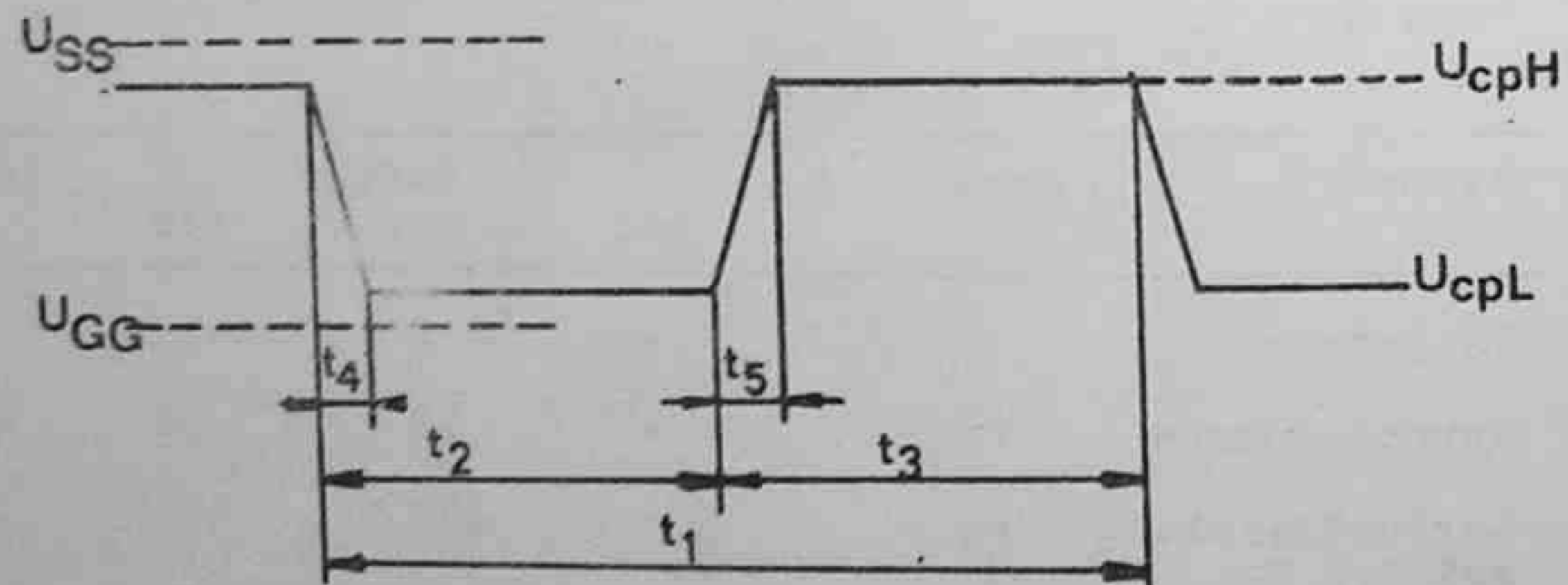
Betriebsbedingungen:

Kennwert	Symbol	Wert			Einheit
		min	typ	max	
Drainspeise- spannung	U_{DD}	0	0	0	V
Substratspeise- spannung	U_{SS}	6,6	7,2	8,1	V
Gatespeise- spannung	$-U_{GG}$	6,6	7,2	8,1	V
Taktspannung H-Pegel	U_{cpH}	$U_{SS}-1$	-	U_{SS}	V
Taktspannung L-Pegel	U_{cpL}	U_{GG}	-	$U_{GG}+1$	V

U_{DD} ist die Bezugsspannung

Eine effektive Nullunterdrückung hängt von einem überschwingungs-
freien Anstieg von U_{SS} während des Anschaltens ab.

Zeitbedingungen für den Taktimpuls



Kennwert	Symbol	Wert			Einheit
		min	typ	max	
Periodendauer	t_1	3	4	5	μs
Halbperioden- dauer	t_2, t_3	1,5	2	2,5	μs
Anstiegs-, Anfallzeit	t_4, t_5	0	0,1	0,2	μs
Tastendruck- zeit		25	-	-	ms

Grenzwerte:

Kennwerte	Symbol	Wert	Einheit
Drainspannung	$-U_{DD}$	20	V
Drainspannung	$+U_{DD}$	0,3	V
Gatespannung	$-U_{GG}$	20	V
Gatespannung	$+U_{GG}$	0,3	V
Takteingangsspannung	$-U_{cp}$	20	V
Takteingangsspannung	$+U_{cp}$	0,3	V
Dateneingangsspannung	$-U_e$	20	V
Dateneingangsspannung	$+U_e$	0,3	V
Verlustleistung	P_v	500	mW
Umgebungstemperatur	ϑ_a	0 bis + 40	$^{\circ}C$
Lagertemperatur	ϑ_{stg}	-40 bis +100	$^{\circ}C$

Spannungen bezogen auf U_{SS} (Substratspannung)

Anwendungsbeispiel: Taschenrechner

Durch Tastendruck wird eine Verbindung des jeweiligen Digitausganges D 1 bis D 11 mit den Eingängen KN oder KO hergestellt. Mit Schaltern wählt man durch Verbindung von KP mit D 10 oder D 7 bis D 1 ein Festkomma; Verbindung von D 10 mit KQ bewirkt Konstantenoperation. Ein offenes KP bewirkt Gleitkommadarstellung. (Bild 3 und Bild 3.1.)

Ein mit dem Rechnerschaltkreis U 820 D aufgebauter Taschenrechner besteht aus den Baugruppen (Bild 4)

- Stromversorgung
- Anzeige
- Rechnerschaltkreis U 820 D
- Unterspannungsanzeige (wahlweise)
- Tastatur

Die Stromversorgung hat die Aufgabe, die für den Betrieb des Schaltkreises und der Anzeige benötigten Spannungen sowie das Taktsignal bereitzustellen.

Für die Versorgung des Rechners ist eine Spannung von 6 V vorgesehen, die von 3 gasdichten Bleisammlern 2 V/0,5 Ah oder von 4 Zellen R 6 geliefert werden. Soll der Rechner durch ein Netzteil betrieben werden, so ist die erforderliche Spannung 7,5 V. Die in der Zuleitung befindlichen Dioden SAY 16 setzen diese Spannung auf etwa 6 V herab und gewährleisten einen Verpolungsschutz. (Bild 1)

Die Spannung $U_{SS} - U_{BB}$ von etwa 6 V wird als Versorgungsspannung für die Anzeige verwendet. Ein Transverter erzeugt aus dieser Spannung die Spannungen $U_{SS} - U_{DD} = + 7,2 \text{ V}$ und $U_{GG} - U_{DD} = - 7,2 \text{ V}$ sowie die Taktspannung U_{cp} .

Der Rechnerschaltkreis U 820 D erhält von der Stromversorgung die Potentiale U_{SS} , U_{DD} und U_{GG} sowie das Taktsignal. Er gibt an die Anzeige die Segmentinformation und die umlaufenden Digitalsignale.

Die Digitalsignale werden gleichzeitig zur Abfrage der Eingabetastatur benutzt. Wird eine Taste betätigt, so übernimmt einer der Schaltkreiseingänge KO oder KN die Information des entsprechenden Digitalausganges. Die Eingänge KP und KQ werden durch Schalter mit den Digitalausgängen verbunden. Mit KP kann die Position des Kommas in der Datenausgabe gewählt werden, wobei bei Verbindung von KP mit D 10 eine Festkommadarstellung ohne Stellen nach dem Komma, bei Verbindung von KP mit D 7 bis D 1 entsprechend 7 bis 1 Stelle nach dem Komma erfolgt. Bei Verbindung von KQ mit D 10 erfolgt Konstantenrechnung, d.h. der Multiplikator bzw. der Divisor wird als Konstante verwendet.

Bleibt KP offen, so erfolgt eine Gleitkommadarstellung (F - floating point).

Die Anzeige erfolgt durch lichtemittierende Dioden (LED) vom Typ VQR 32 (Hersteller: VEB Werk für Fernsehelektronik). Die Ansteuerung dieser Anzeige erfolgt im Zeitmultiplexverfahren, d.h. die Segmentinformation wird vom Rechnerschaltkreis für die jeweilige Stelle parallel ausgegeben, die Anzeigestelle wird durch die Digitalsignale bestimmt und erfolgt nacheinander beginnend mit D11 bis D1. (Bild 2)

Die Digitalausgänge sind 1/13 der Digitperiode leitend. Dem Digitausgang D 11 ist das Vorzeichen bzw. der Überlauf zugeordnet, dem Ausgang D 8 die höchstwertigste und dem Ausgang D 1 die niederwertigste Stelle.

Die Digit- und Segmentausgänge sind open-drain-Transistoren, d.h. Ausgangstransistoren ohne Lastwiderstände oder Lasttransistoren. Die Informationsausgabe erfolgt mit positiver Logik, so daß die Ausgangstransistoren gegenüber U_{SS} leitend sind, wenn die entsprechenden Segmente leuchten sollen sowie der zugehörige Digitausgang. Die gleichnamigen Segmentanschlüsse der VQR 32 sind parallel geschaltet. In Reihe mit diesen dienen die Widerstände von 120 Ω zur Strombegrenzung.

Zur Anzeige, daß die Batterie entladen ist bzw. daß der Akkumulator nachzuladen ist, kann der Rechner wahlweise durch eine Unterspannungsanzeige (Bild 5) ergänzt werden. Unterschreitet die Spannung $U_{SS} - U_{BB}$ einen durch die 6 Dioden sowie die Basis-Emitter-Spannung des angesteuerten Transistoren bestimmten Wert, so sperrt dieser Transistor und der nachfolgende Transistor steuert Segment C an.

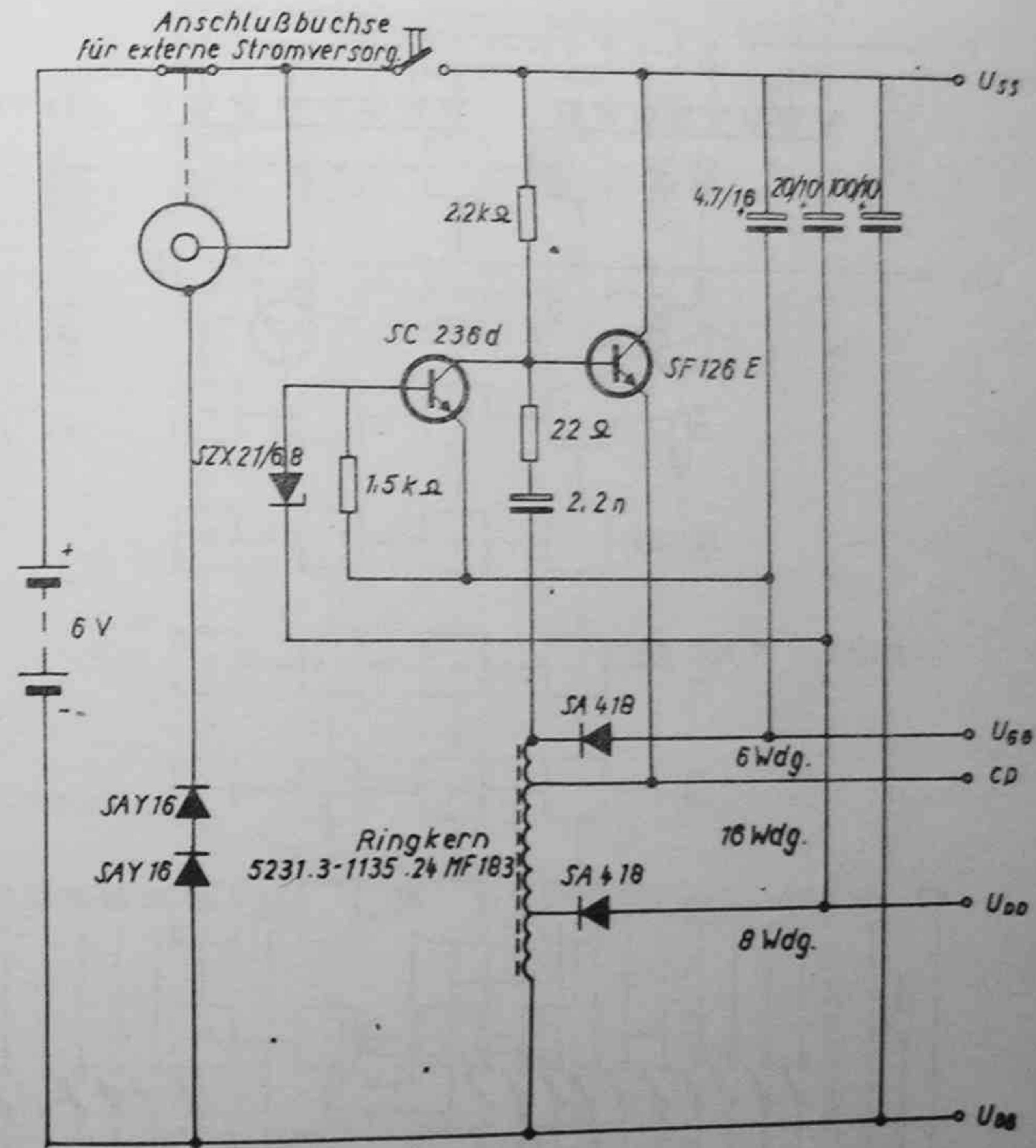


Bild 1: Stromversorgung

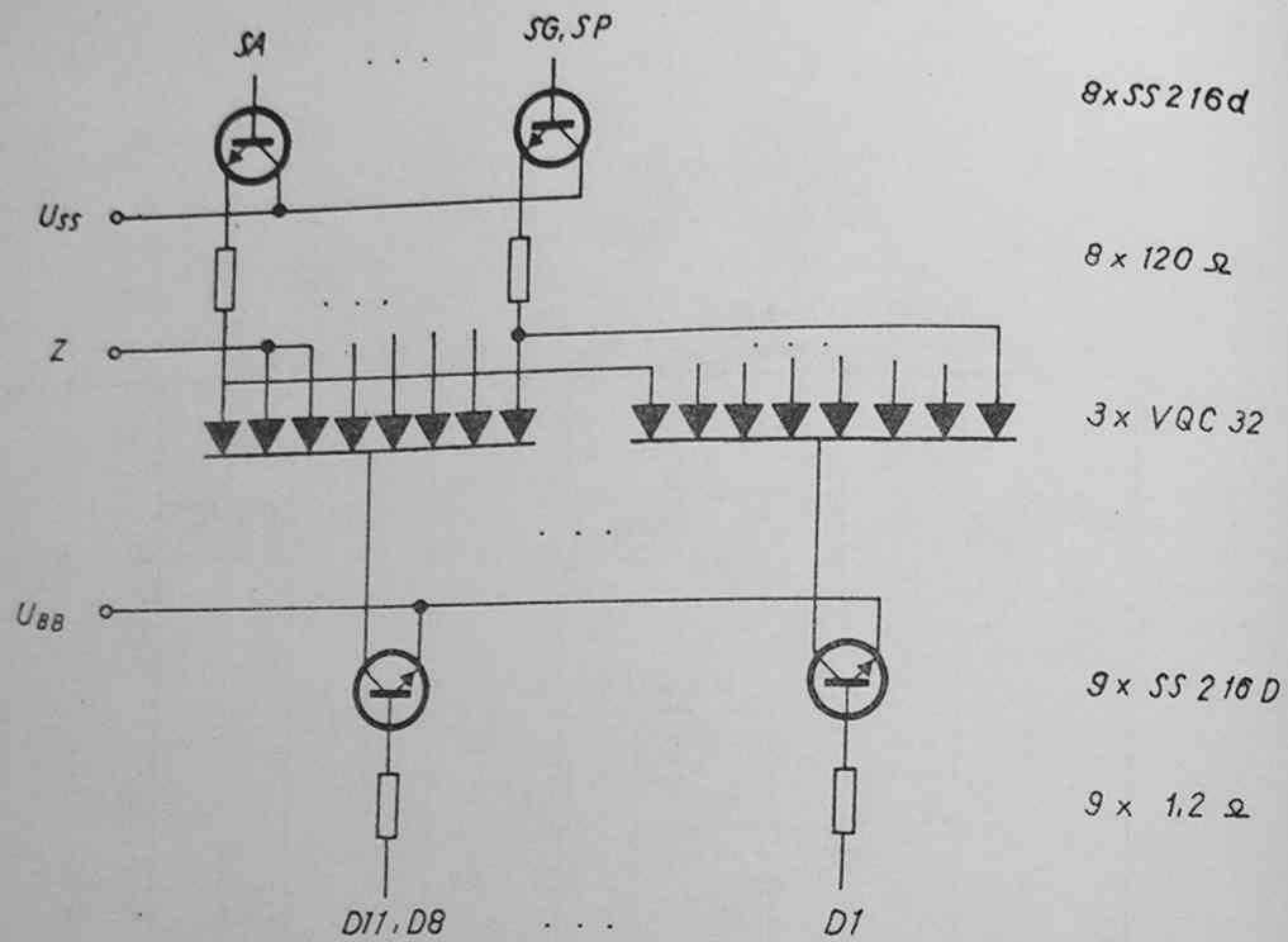


Bild 2: Anzeige

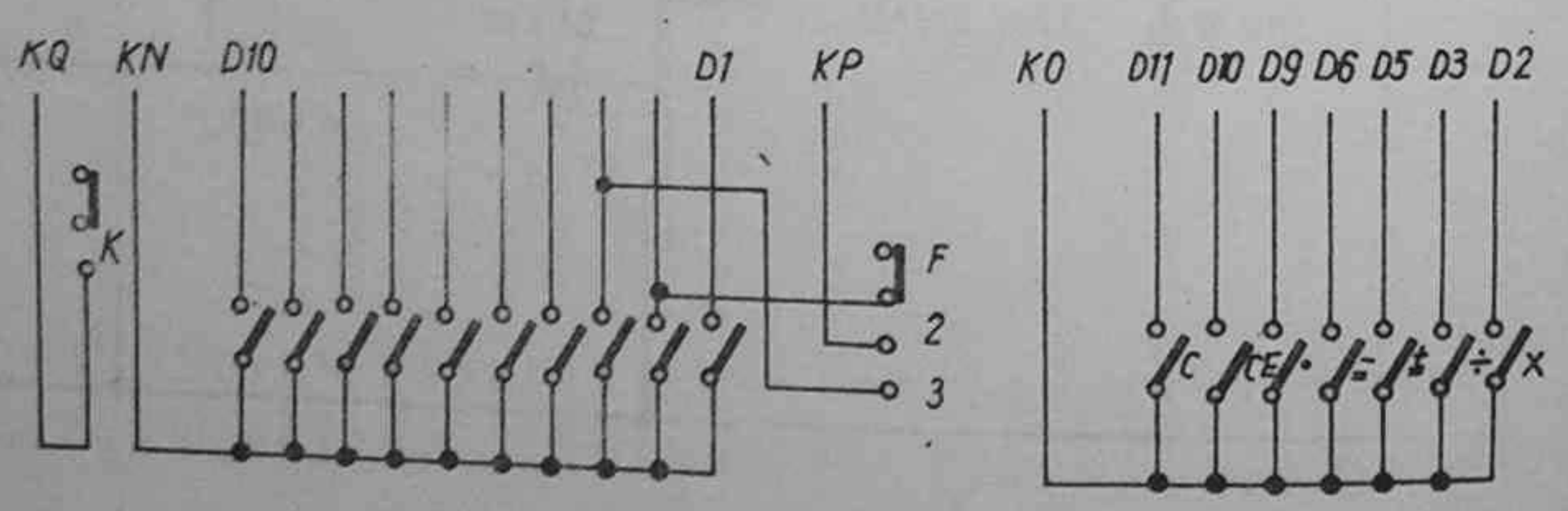


Bild 3: Tastatur

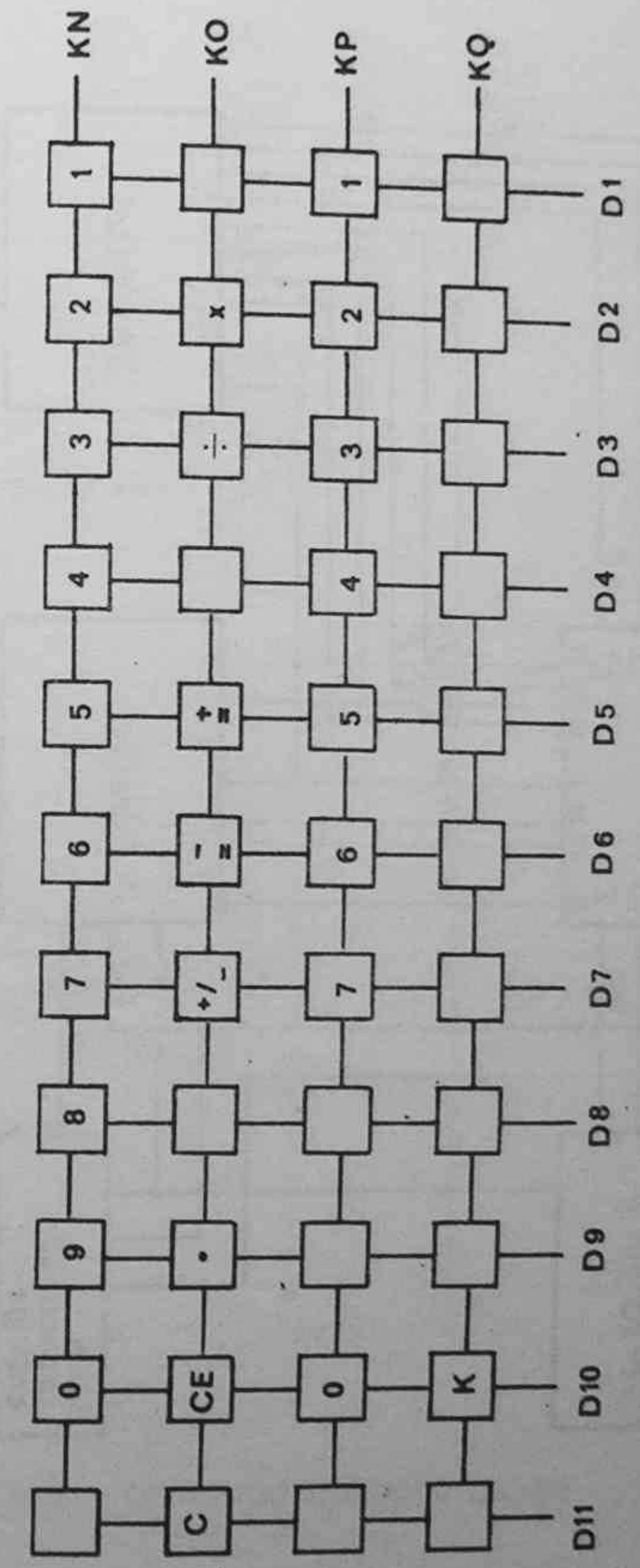


Bild 3.1: Tastenfeld

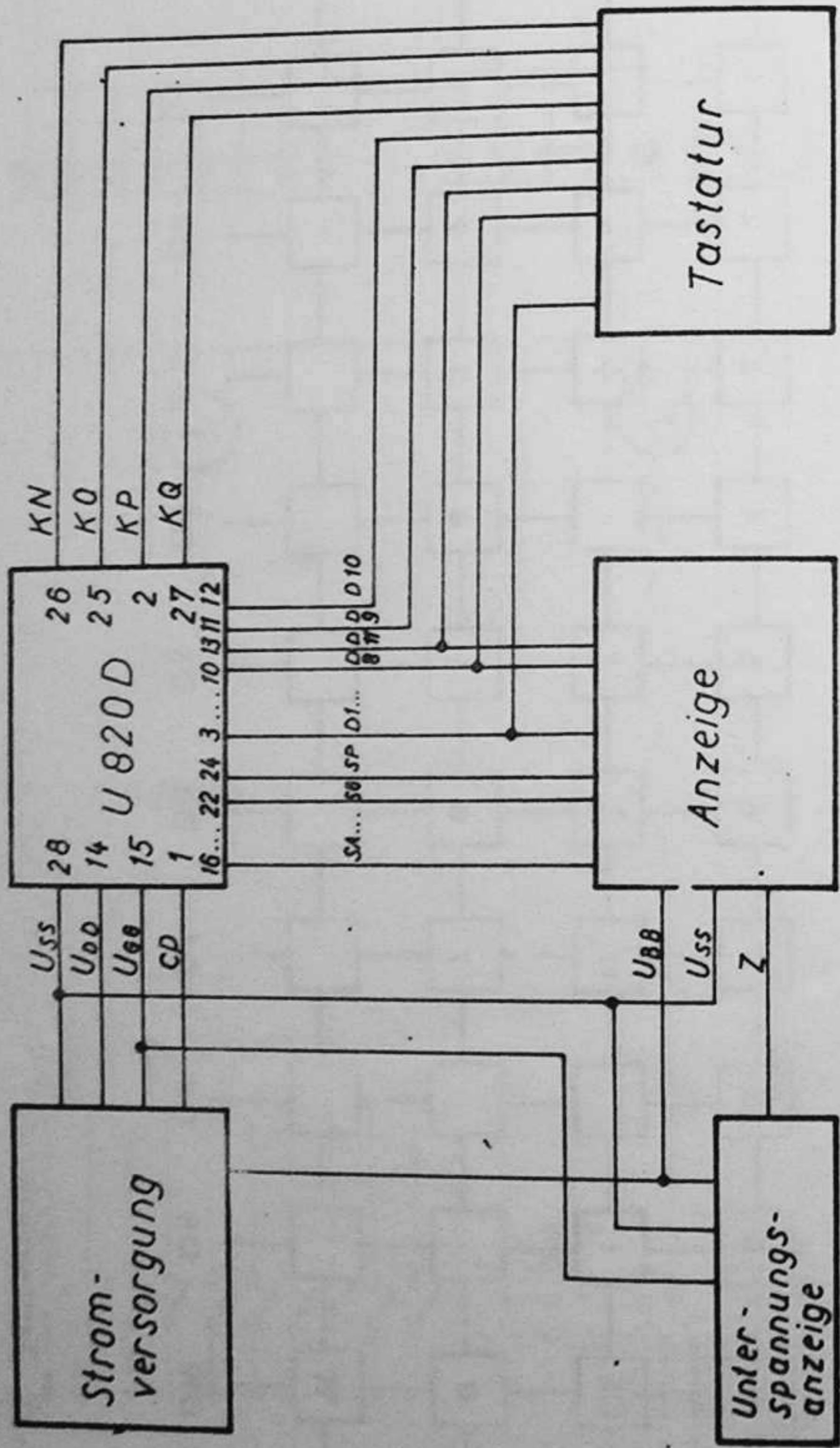


Bild 4: Blockschaltbild Taschenrechner

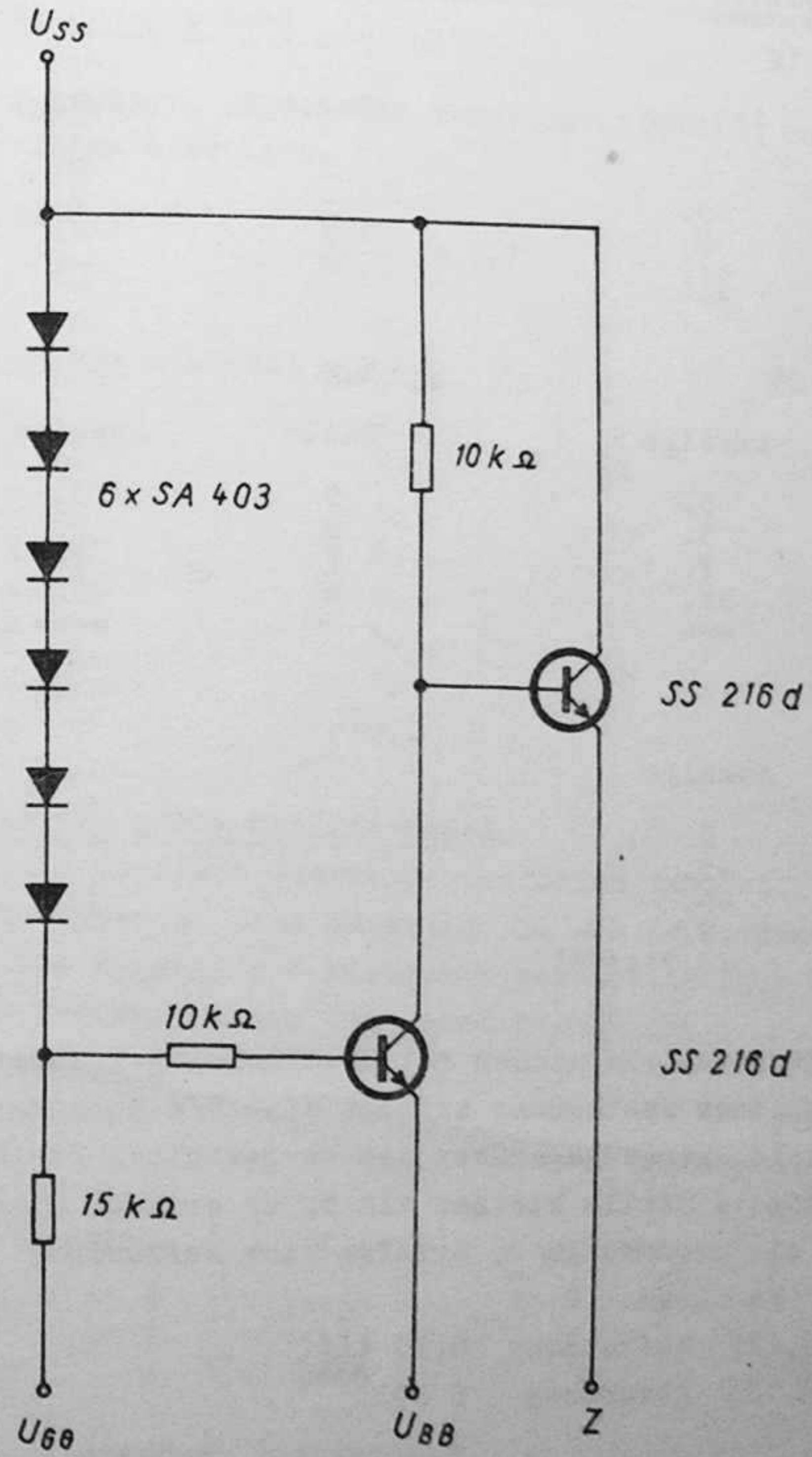


Bild 5: Unterspannungsanzeige

Rechenbeispiele:

$$5 + 7 = 12$$

Taste	Anzeige
5	5.
+	5.
$\overline{7}$	7.
$\overline{=}$	12.
$\overline{=}$	$\overline{=}$

$$7 - 7 = -2$$

Taste	Anzeige
5	5.
+	5.
$\overline{7}$	7.
$\overline{=}$	-2.
$\overline{=}$	$\overline{=}$

$$5 \times 7 = 35$$

Taste	Anzeige
5	5.
x	5.
7	7.
$\overline{=}$	35.
$\overline{=}$	$\overline{=}$

$$5 \times (-7) = -35$$

Taste	Anzeige
5	5.
x	5.
7	7.
$\overline{=}$	-35.
$\overline{=}$	$\overline{=}$

$$-5 : 7$$

Taste	Anzeige
5	5.
$\overline{=}$	-5.
+	-5.
7	7.
$\overline{=}$	-0.7142857

Vorstehende Beispiele wurden mit Gleitkomma gerechnet. Bei Verwendung eines Festkommastellen erfolgt eine 5/4 Rundung, d.h., ist die nachfolgende gegenüber der vorgewählten Festkommastelle niederwertigste Stelle kleiner als 5, so erfolgt eine Abrundung, ist sie größer als 4, erfolgt eine Aufrundung.

Beispiel: Festkomma 2

$$1 : 8 = 0,125 \text{ Aufrundung } 0,13$$

$$1 : 3 = 0,333 \text{ Abrundung } 0,33$$

Ermittlung des Kehrwertes eines Ergebnisses oder einer eingegebenen Zahl

Der Kehrwert wird durch Konstantenrechnung und zweifacher Division ermittelt.

Beispiel: $\frac{1}{2+3} = 0,2$

Taste	Anzeige
2	2.
+	2.
3	3.
+	5.
K ein	5.
\div	5.
$\overline{=}$	1.
$\overline{=}$	0,2

Ermittlung der Quadratwurzel

Hierzu wird ein Iterationsverfahren benutzt.

Man verwendet eine Näherung, da man im Quadrat $(1+a)^2 = 1+2a+a^2$ a^2 bei gegenüber 1 kleinem a vernachlässigen kann. Daraus folgt, daß die Wurzel aus $1+x$ etwa $1 + \frac{x}{2}$ ist.

Beispiel:

$$2$$

0. Näherung $N_0 = 1,5$ (angenommen)

$2 \div 1,5$	$\overline{=}$	1,3333333		
\div	$\overline{=}$	2,8333333		
\div	$\overline{=}$	1,4166666	N_1	$\times \overline{=}$ 2.0069442

$2 +$	1,4166666	$\overline{=}$	1,4117647	
	1,416666666	$\overline{=}$	2,828432	
\div	2	$\overline{=}$	1,4142156	N_2 $\overline{=}$ 2.0000057

$$\begin{array}{r}
 2 \div 1,4142156 \pm 1,4142115 \\
 \quad \quad 1,4142115 \pm 2,8284171 \\
 \div 2 \quad \quad \quad \pm 1,4142135
 \end{array}$$

$$N_3 \quad x = 1.9999998$$

Das Beispiel zeigt, daß bereits die 2. Näherung die ersten 6 Ziffern genau angibt, wenn die 0. Näherung (Annahme) nicht sehr schlecht gewählt wurde.

$$\begin{array}{r}
 2 \div 1,4142156 \quad \pm 1,4142115 \\
 \cdot 1,4142115 \quad \pm 2,8284171 \\
 \div 2 \quad \pm 1,4142135
 \end{array}$$

$$N_3 \quad x \pm 1.9999998$$

Das Beispiel zeigt, daß bereits die 2. Näherung die ersten 6 Ziffern genau angibt, wenn die 0. Näherung (Annahme) nicht sehr schlecht gewählt wurde.