

HALBLEITER- ANFALLBAUELEMENTE

DATEN UND ANWENDUNGSBEISPIELE

veb funkwerk erfurt



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

Anliegen des Heftes ist es, den Elektronikamateuren einen Einblick in die digitale Schaltungstechnik zu geben.

In diesem Heft wird auf die Typen

U 710 D

U 711 D

U 121 D

U 122 D

U 821 D

anhand von Schaltungsbeispielen besonders eingegangen.

Änderungen, die den technischen Fortschritt dokumentieren sowie Preisänderungen 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

VEB PUNKWERK ERFURT

DDR 501 Erfurt, Rudolfstraße 47, Telefon 580

<u>Inhaltsverzeichnis</u>		Seite
1.	Halbleiteranfall-Bauelemente des PWE	4
2.	Kennwerte	6
2.1.	Allgemeine Kennwerte	6
2.2.	Elektrische Kennwerte	6
3.	Behandlungsvorschriften für p-Kanal-MOS-Bauelemente	8
4.	Schaltungshinweise für p-Kanal-MOS-Schaltkreise	8
5.	Anschlußbelegung	10
6.	Schaltungsbeispiele mit dem U 121 D	13
6.1.	Digitale Quarzuhr mit 4-stelliger Anzeige	13
6.2.	Erweiterung der Digitaluhr auf 6 Stellen	21
6.3.	Erweiterung der Digitaluhr zur Stoppuhr	23
7.	Schaltungsbeispiele mit dem U 122 D	27
7.1.	BCD/Binär-Code-Wandler	27
8.	Schaltungsbeispiele mit dem U 710D/U 711 D	30
8.1.	Dezimal/BCD-Dekoder	30
8.2.	BCD/Dezimal-Dekoder	30
8.3.	Aufbau eines 16-stelligen Ringszählers mit Angabe der Möglichkeiten zur Verringerung der Stellenzahl	33
8.4.	Sensorschaltung zur Ansteuerung von Lampe, Leuchtdiode bzw. Relais	34
9.	Schaltungsbeispiele mit dem U 821 D	36
9.1.	Taschenrechnerschaltkreis U 821 D im Vergleich zu U 820 D	39
9.2.	Taschenrechner für Netzbetrieb ohne Transverter	40
9.3.	Zählerschaltung mit U 821 D	46

1. Halbleiteranfall-Bauelemente des FWE

Preis/EVP

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

Das Sortiment umfaßt zur Zeit 24 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	0,80 M
SA 418	Universaldiode für mittlere Spannung	0,60 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
SMY 60	p-Kanal-MOS-Doppeltransistor ohne Gateschutzdiode	3,80 M

MOS-Schaltkreise:		Preis/EVP
U 102 D	3-Eingangs-NOR-Gatter (2-fach)	3,30 M
U 103 D	RST-Flip-Flop	3,90 M
U 104 D	Äquivalenz-Antivalenz-Gatter (2-fach)	5,85 M
U 105 D	6-fach-MOS-Feldeffekttransistor	6,05 M
U 106 D	2 Eingangs-NOR-Gatter (4-fach)	3,90 M
U 107 D	2 Eingangs-AND-Gatter (3-fach) 2 Eingangs-AND/NAND Gatter	3,90 M
U 108 D	J-K-Flip-Flop (2-fach)	11,60 M
U 112 D	Frequenzteiler mit sieben 1:2 Teilerstufen	9,40 M

U 121 D	4-bit-BCD-Vor/Rückwärtszähler	
U 122 D	4-bit-binärer Vor/Rückwärtszähler	
U 311 D	5-bit-statisches Schieberegister	4,60 M
U 352 D	64-bit-dynamisches Schieberegister	5,30 M
U 700 D	Programmwahlschaltkreis	8,85 M
U 710 D	8-Kanal-Sensor-Schaltkreis	2,45 M
U 711 D	Dekodierschaltkreis	2,00 M
U 821 D	Taschenrechnerschaltkreis	31,70 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 Typenstempel 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 (außer SMY 60) versehen sind, können hohe elektrostatische Aufladungen die BE zerstören. Daher sind die Behandlungsvorschriften für MOS-BE unbedingt zu beachten.

2.2. Elektrische Kennwerte:

Dioden

	SA 403	SA 412	SA 418	SAL 41 B je Diodenstrecke
Durchlassgleichstrom I_{Fmax}	30 mA	80 mA	100 mA	50 mA
Sperrgleichstrom U_{Rmax}	25 V	20 V	80 V	25 V
Sperrstrom I_R	≈ 800 nA	≈ 1 μA	5 μA	120 nA
diff. Durchlasswiderst. r_p	-	≈ 2 Ω	-	-
Farbpunkt der Katode	rot	gelb	grün	-

MOS-Transistoren

	SMY 50	SMY 51	SMY 52	SMY 60
Drain-Strom I_D max	25 mA	20 mA	60 mA	20 mA
Drain-Source-Spannung U_{DS} max	- 31.....+ 0,3 V			- 25.....+ 0,3 V
Gate-Source-Spannung U_{GS} max	- 31.....+ 0,3 V			- 25.....+ 0,3 V
Gatestrom I_{GSS}		≈ 100 μA		1 · 10 ⁻¹² A
Schwellspannung U_T	- 2,5.....- 7 V			
Verlustleistung P_{DS} max	225 mW	200 mW/je Trans.	300 mW	240 mW/je Trans.

MOS-Schaltkreise

Betriebsspannung:

$$U_1 = - 27 \begin{matrix} -1 \\ +2 \end{matrix} V$$

$$U_2 = - 13 \begin{matrix} -0,5 \\ +1,5 \end{matrix} V$$

Ausgangsspannung:

$$"L" : U_{aL} \approx - 9 V$$

$$"H" : U_{aH} \approx - 2 V$$

Eingangsreststrom:

$$I_e \approx 100 \mu A$$

Grenzwerte:

Betriebsspannung:

$$U_1, U_2 = - 31 V \dots + 0,3 V$$

Eingangsspannung:

$$U_e = - 25 V \dots + 0,3 V$$

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:

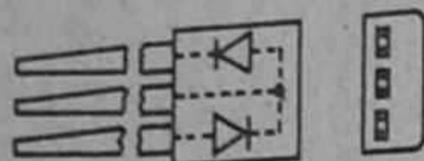
- Die MOS-Bauelemente sind erst unmittelbar vor ihrer Verwendung aus der Herstellerpackung bzw. der Alufolie zu entnehmen. Die Berührung der Bauelementeanschlüsse mit der Hand ist zu vermeiden. Die Personen, die die Bauelemente verarbeiten, müssen das gleiche Potential wie die Bauelemente selbst und 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 24V) 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 Biegebeanspruchung der Anschlüsse, die auf die Gehäusedurchführungen wirken, auftreten.

4. Schaltungshinweise für p-Kanal-MOS Schaltkreise

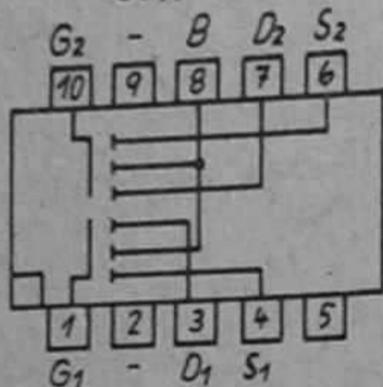
- Unbenutzte Eingänge in der Schaltung sind grundsätzlich an einen definierten Logikpegel ("L" od. "H") zu legen, da sonst durch statische Aufladungen der Eingänge eine Störung des logischen Funktionsverhaltens des Schaltkreises auftreten kann.
- Eingänge, die im Betriebsfall zeitweise offen bleiben (z.B. bei der Verwendung von Tastaturen), sind über Widerstände $500\text{k}\Omega$ abzuschließen. Durch zusätzliche Dioden können die Eingänge vor Überspannung 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 121 D, U 711 D, 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.

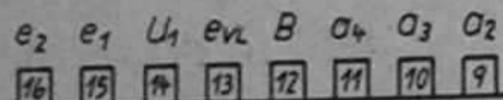
5. Anschlussbelegung
SAL 41 B



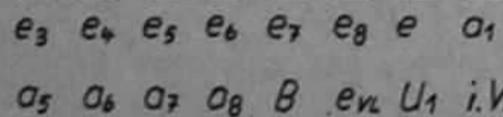
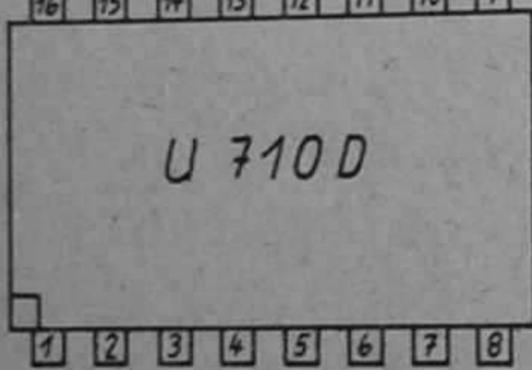
SMY60



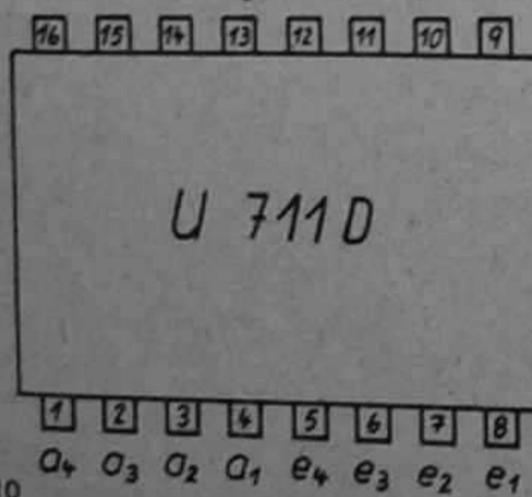
- 1 = Gate 1 G_1
- 2 = -
- 3 = Drain 1 D_1
- 4 = Source 1 S_1
- 5 = i.V.
- 6 = Source 2 S_2
- 7 = Drain 2 D_2
- 8 = Bulk
- 9 = -
- 10 = Gate 2 G_2



- 1 = Eingang e_3
- ...
- 6 = Eingang e_8
- 7 = Takteing. e_8
- 8 = Ausgang a_1
- ...
- 11 = Ausgang a_4
- 12 = Bulk U_0
- 13 = Anschluß e_{VL}
- 14 = Betr.Sp. U_1
- 15 = Eingang e_1
- 16 = Eingang e_2

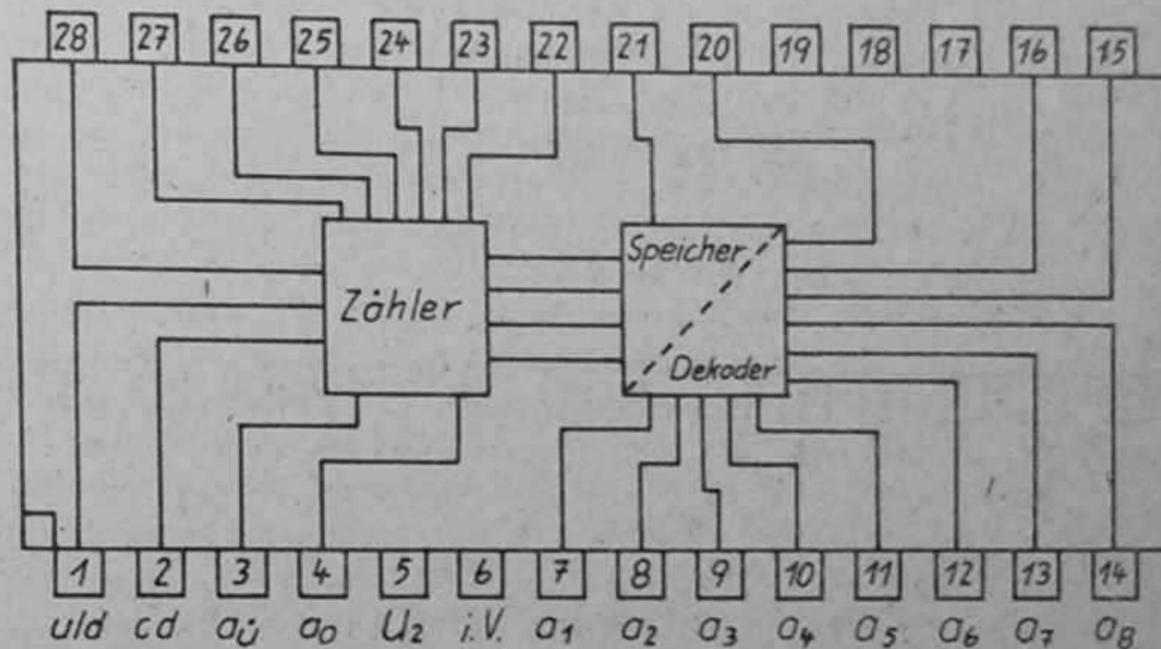


- 1 = Ausgang a_4
- ...
- 4 = Ausgang a_1
- 5 = Eingang e_4
- ...
- 8 = Eingang e_1
- 9 = i.V.
- 10 = Betriebssp. U_1
- 11 = Eing. e_{VL}
- 12 = Bulk U_0
- 13 = Ausgang a_8
- ...
- 16 = " a_5

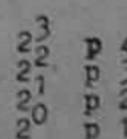


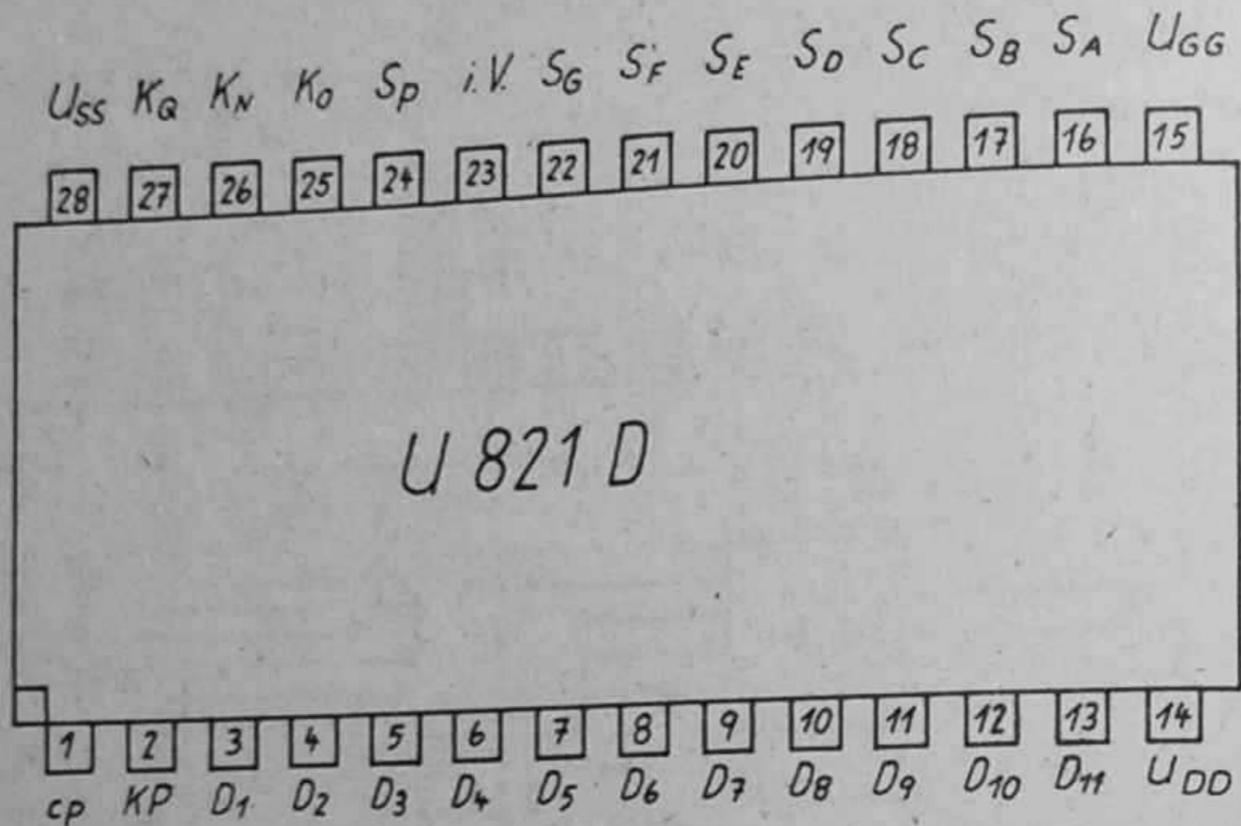
U 121DI U 122D

cp P_5 P_1 P_2 P_3 P_4 r st bl B i.V. U_1 a_{10} a_9



- 1 = Eingang Umschaltung Zählweise u/d
- 2 = Eingang Zählersperre cd
- 3 = Ausgang Übertrag a_{11}
- 4 = Ausgang Erfassung Zählerstand a_0
- 5 = Betriebsspannung U_2
- 6 = innere Verbindung $i.V.$
- 7 = Ausgang a_1
- ...
- ...
- 16 = Ausgang a_{10}
- 17 = Betriebsspannung U_1
- 18 = innere Verbindung $i.V.$
- 19 = Schaltkreismasse Bulk B
- 20 = Eingang Sperrung Ausgänge bl
- 21 = Eingang Übernahme Speicher st
- 22 = Eingang Rücksetzen r
- 23 = Dateneingang
- 24 = Dateneingang
- 25 = Dateneingang
- 26 = Dateneingang
- 27 = Eingang Einschreib-Kommando ps
- 28 = Zähl Eingang cp





U 821 D

Bezeichnung der Anschlüsse

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

6. Schaltungsbeispiele mit dem U 121 D

6.1. Digitale Quarzuhr mit 4-stelliger Anzeige

Mit dem Schaltkreis U 121 D läßt sich mit relativ geringem Aufwand eine digitale Quarzuhr aufbauen. Da die IS U 121 D einen BCD-7-Segment Dekoder enthalten, lassen sich damit vorteilhaft 7-Segmentanzeigebaulemente z. B. VQB 71 über entsprechende Treiberstufen ansteuern. Bei einer vierstelligen Anzeige wären hierfür 28 Treiberstufen notwendig. Es hat sich aber gezeigt, daß die normale Helligkeit ebenfalls erreicht wird, wenn die Anzeigeelemente nur impuls-mäßig betrieben werden. Beim Impulsbetrieb kann mit weniger Ansteuerleistung die gleiche Helligkeit wie im statischen Betriebsfall erreicht werden. Aus diesem Grunde wurde in der hier vorgestellten Konzeption die Multiplexsteuerung der Anzeige verwendet.

Um eine hohe Genauigkeit zu erreichen, wird in der Zeitbasisschaltung ein Quarzgenerator verwendet (Bild 1). Ein Abgleich ist mittels der Einstellregler möglich. Der dargestellte Generator erzeugt eine Frequenz von 100 KHz. Die nachfolgende Teilerkette wird aus den Schaltkreisen U 112 D zusammengesetzt. Die Teilerkette gliedert sich in zwei Teile, da zur Ansteuerung eines im Sekundentakt leuchtenden Punktes bzw. Doppelpunktes die Frequenz von 1 Hz benötigt wird. Mit den folgenden Teilern wird der Minutentakt (1/60 Hz) erzeugt. Um den notwendigen Strom für die Anzeige des blinkenden Doppelpunktes aufzubringen, wird eine Treiberstufe benötigt, die einen Transistor vom Typ SS 216 d oder e enthält. Der Transistor muß eine genügend hohe Stromverstärkung aufweisen, da zum Erhalt des Pegels am 1 Hz-Ausgang der Teilerkette in relativ hochohmiger Widerstand in der Basisleitung liegen muß und somit nur ein sehr geringer Strom gezogen werden kann. Es besteht auch die Möglichkeit diesen Treiber zweistufig aufzubauen.

Im Bild 2 ist eine Zählkette dargestellt. Die ersten beiden

Zähler (U 121 D) stellen die Minutenzähler dar. Der zweite Zähler zählt bis 6. In diesem Zustand liegen an a_8 und a_9 jeweils L-Pegel an, so daß der damit angesteuerte Transistor durchsteuert. Am Ausgang des Transistors liegt dadurch ein H-Potential, welches an den ps-Eingang gelangt, der den Einschreibebefehl der an den Eingängen $p_1 \dots p_4$ liegenden Information erhält. Da an $p_1 \dots p_4$ jeweils H-Potential anliegt, wird eine Null eingeschrieben. Die Zähler sind nur für den Synchronbetrieb zugelassen, weshalb das am Ausgang a_u liegende Signal nicht als Taktsignal für die folgenden Zähler benutzt werden darf. Am Ausgang a_u erscheint der H-Pegel bei Zählweise vorwärts nur bei der Zahl 9, welche bei der hier benutzten Verkürzung nicht erreicht wird. Deshalb wird der Einschreibepuls gleichzeitig als Taktimpuls für die folgenden Zähler (Stundenzähler) verwendet. Dieses zweite Zählerpaar zählt nur bis 23 und wird bei der Zahl 24 analog der Minutenzähler zurückgestellt. In diesem Fall müssen aber unbedingt beide Zähler das Rücksetzsignal an den jeweiligen ps-Eingang erhalten.

Da die Anzeige multiplex betrieben wird, müssen alle gleichen Segmentausgänge der Zähler zusammengeschaltet werden, z. B. alle a_1 (Segment A), alle a_2 (Segment B) usw. bis a_7 (Segment G). Die Multiplex-Steuerung ist in Bild 3 dargestellt. Die Digitausgänge werden mit den Digit-Eingängen der Anzeigeeinheit verbunden. Da die Multiplex-Steuerung mit der IS U 700 D realisiert wird, wird jede Stelle nur $1/6$ der Gesamtzeit angesteuert. Während dieser Aktivierungsphase erhält der entsprechende Zähler ein L-Signal an dessen bl-Eingang und gibt an den Ausgängen a_1 bis a_7 die entsprechenden 7-Segment-Informationen ab. Liegt am bl-Eingang ein H-Pegel, so werden die Ausgänge a_1 bis a_7 gesperrt, d. h. die Ausgangstransistoren werden in den hochohmigen Zustand geschaltet, so daß damit keine Treiberstufe angesteuert werden kann. Diese open-drain-Ausgänge haben zwar den Nachteil, daß zusätzlich ein Widerstand zwischen Ausgang und der Spannung $-U_2$ geschaltet werden muß, um einen Pegel am Ausgang zu erhalten, ge-

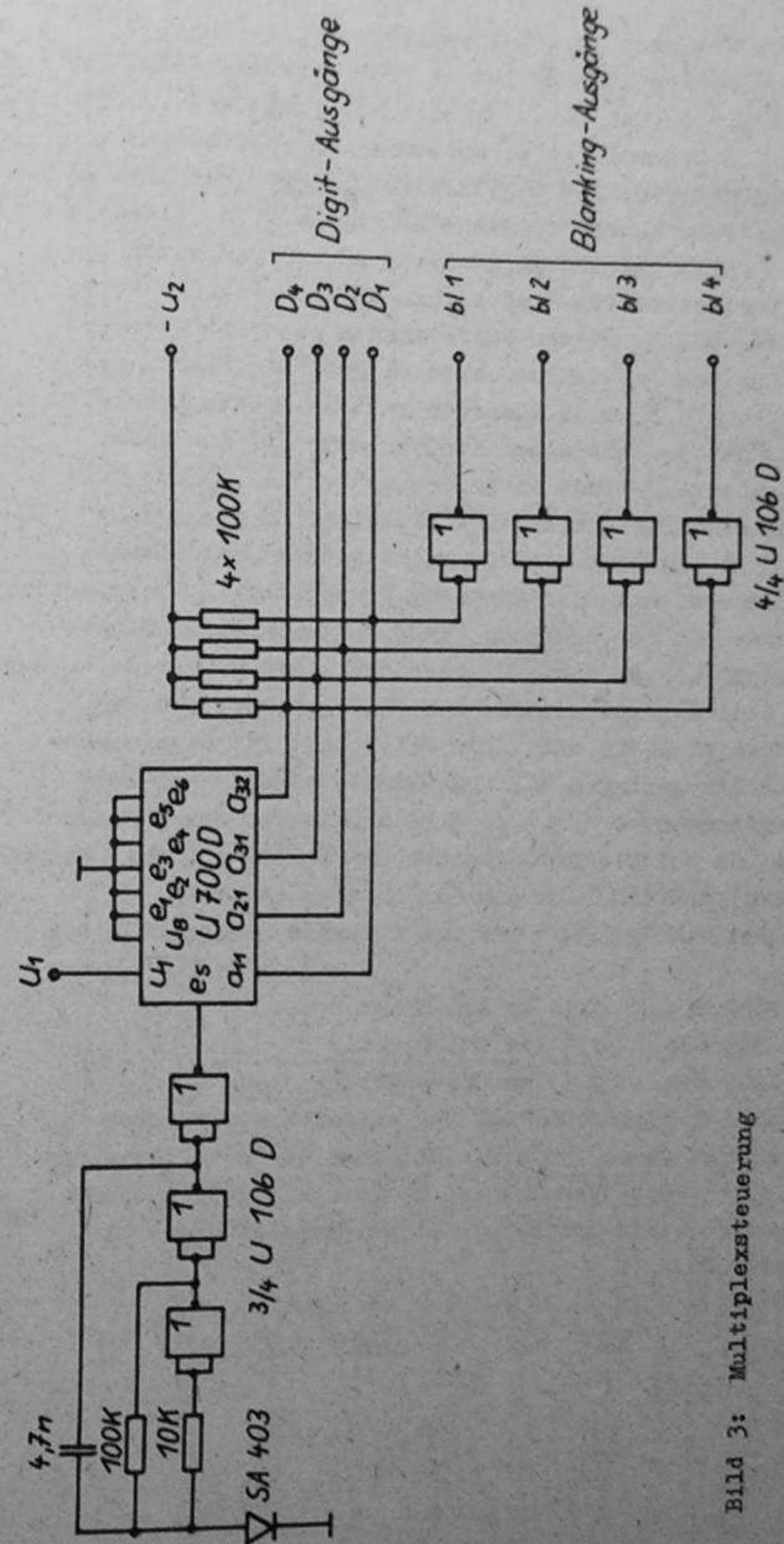


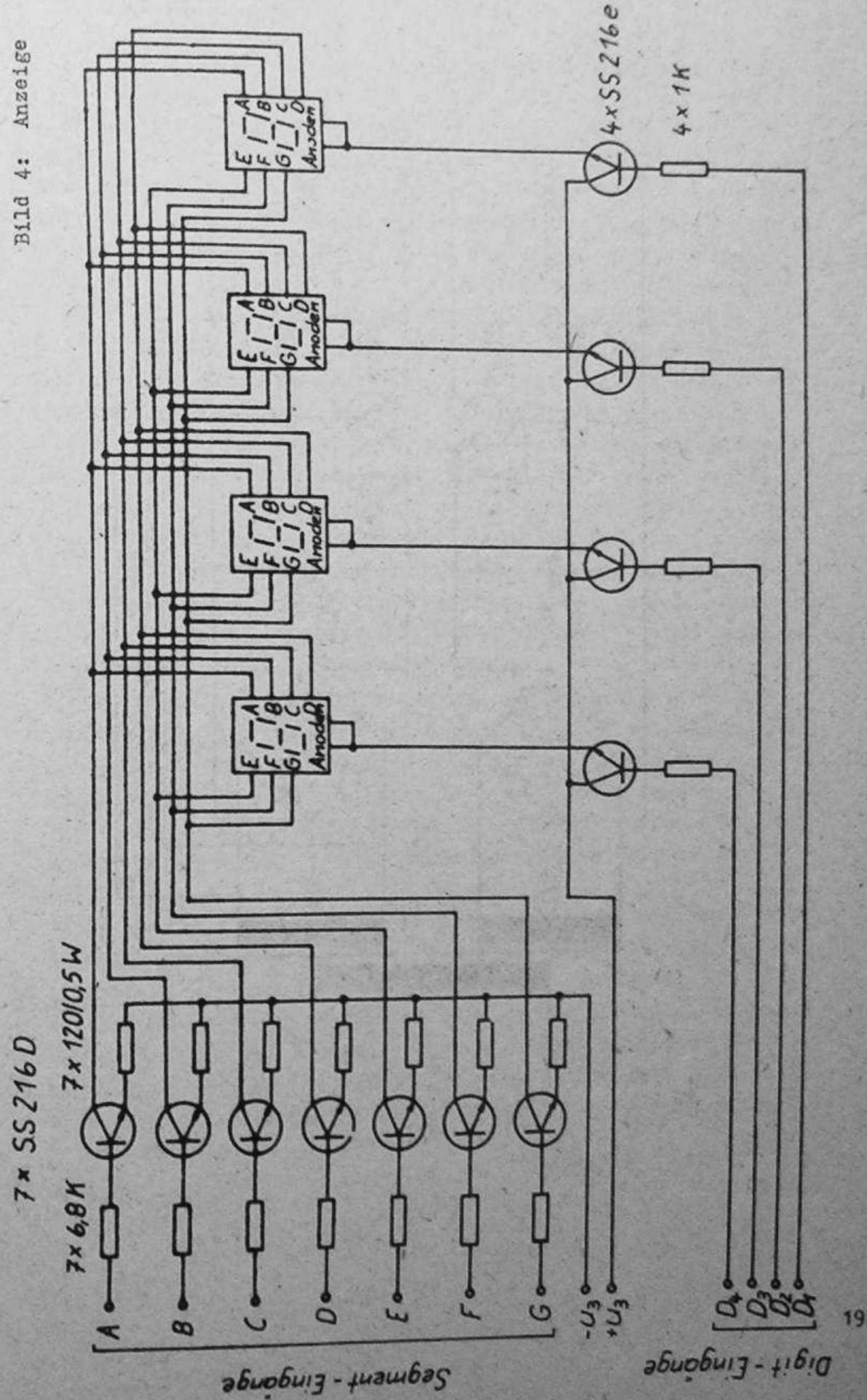
Bild 3: Multiplexsteuerung

statten aber die Parallelschaltung solcher Ausgänge.
 Die Beschaltung der Anzeige ist im Bild 4 dargestellt. Als Anzeigeelemente werden die 7 mm hohen LED-Anzeigen VQB 71 verwendet. Die Segmenttreiber müssen einen Impulsstrom von ca. 30 mA aufbringen. Die Digitrtreiber müssen Transistoren mit einer relativ hohen Stromverstärkung sein, da diese im ungünstigen Falle ca. 200 mA schalten müssen und einen maximalen Basisstrom von 1 mA ziehen dürfen. Bei der Verschaltung der VQB 71 müssen beide Anoden beschaltet werden. Die Schaltung des Netzteiltes zeigt Bild 5. Die Spannungen $U_1 = -27\text{ V}$ und $U_2 = -13\text{ V}$ werden mittels Graetz-Brücke gleichgerichtet und mit einem Regeltransistor, in dessen Basisleitung eine Z-Diode enthalten ist, stabilisiert. Die Spannung U_3 wird für die Anzeige benötigt. Da die Anzeige maximal 210 mA aufnimmt, ist es nicht ratsam, mit diesem Strom die Regelstrecke der Spannung U_2 zusätzlich zu belasten. Deshalb wurde aus der Wicklung für U_2 mittels einer Einweggleichrichtung die Spannung U_3 gewonnen. Infolge der Belastung sinkt die Gleichspannung unter den Wert, welcher von der Graetz-Brücke erreicht wird. Die Welligkeit ist dabei unbedeutend, da die geringen Helligkeitsunterschiede vom Auge nicht wahrgenommen werden. Der Elko sollte den angegebenen Wert haben, da bei kleineren Werten die Welligkeit der Spannung so groß wird, daß ein Flimmern der Anzeige auftritt. Der Trafo ist vom Typ M 55 und hat folgende Windungszahlen:

- $W_1 = 2480\text{ Wdg. } 0,14\text{ mm Cul-Draht}$
- $W_2 = 365\text{ Wdg. } 0,2\text{ mm Cul-Draht}$
- $W_3 = 203\text{ Wdg. } 0,4\text{ mm Cul-Draht.}$

Beim Aufbau der Digitaluhr muß für ausreichende Wärmeabfuhrung gesorgt werden. Die wesentlichen Wärmequellen sind der Trafo, die Regeltransistoren im Netzteil (ggf. mit Kühlstern versehen), die Treiberstufen der Anzeige sowie die Zähler U 121 D.

Bild 4: Anzeige



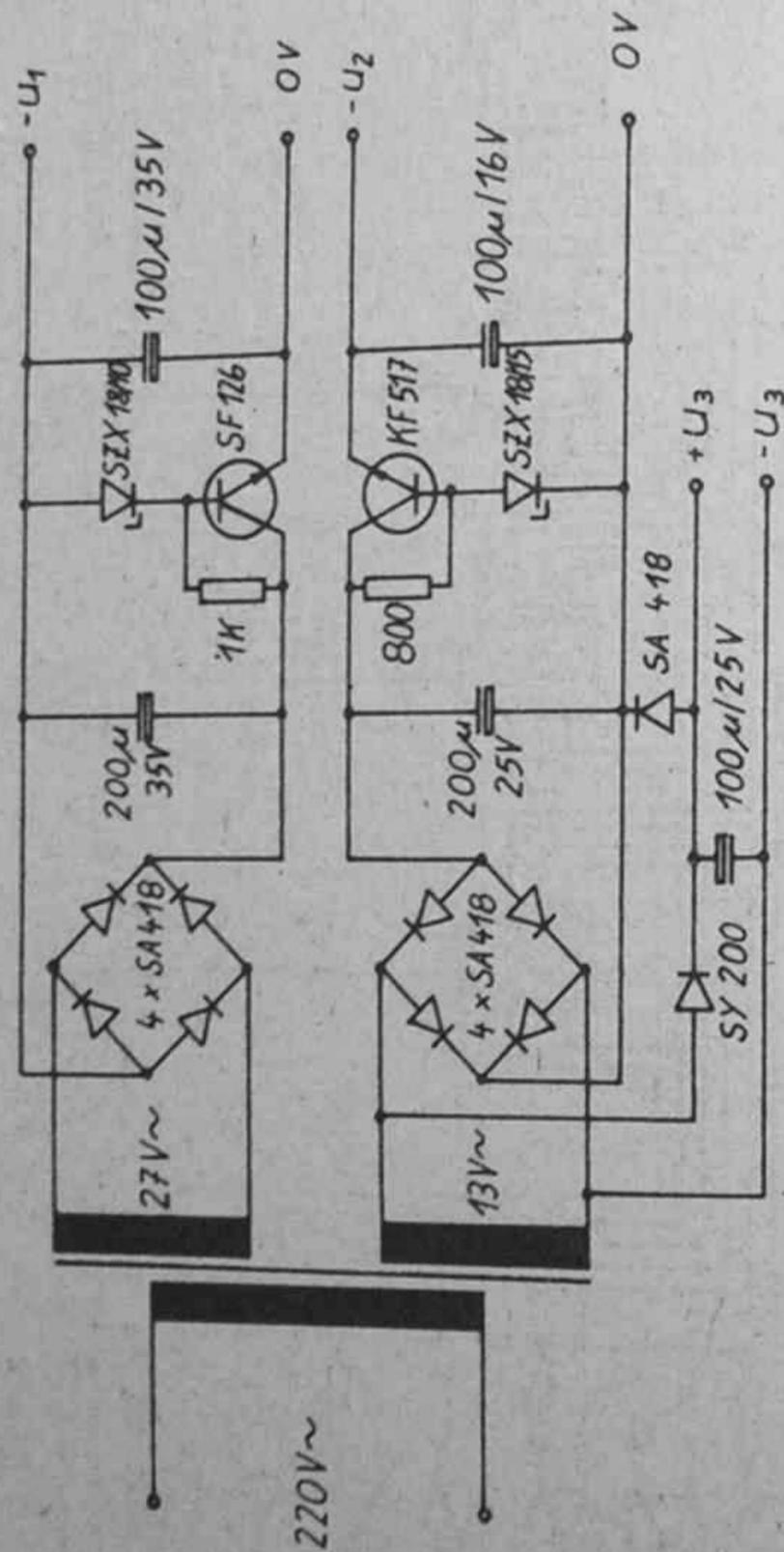


Bild 5: Netzteil

6.2. Erweiterung der Digitaluhr auf 6 Stellen

Die unter Punkt 2.1. vorgestellte Digitaluhr entspricht noch nicht höheren Ansprüchen. Meist wird doch die Anzeige der Sekunden gewünscht. Dafür ist ein relativ geringer Mehraufwand erforderlich. Die Anzeige kann dabei auf 6 Stellen erweitert werden, oder die 4stellige Anzeige wird beibehalten und die Sekunden werden nur auf Abruf angezeigt. Die Zeitbasisschaltung in Bild 1 wird bis zum 1 Hz-Ausgang beibehalten. Die nachfolgenden Teiler entfallen. Der 1 Hz-Ausgang wird mit dem 1 Hz-Eingang der im Bild 6 dargestellten Zählkette verbunden. Der zweite Zähler wird beim Erreichen der Zahl 6 zurückgestellt, so daß nur 60 Zählschritte ausgeführt werden. Der Rückstellimpuls hat eine Frequenz von $1/60$ Hz und wird gleichzeitig als Minutentakt verwendet. Mit diesem Minutentakt wird die Zählkette in Bild 2 angesteuert (cp-Eingang). Die Segmentausgänge der Zählkette im Bild 6 werden mit den Segmentausgängen der Zählkette im Bild 2 verbunden. Die reset-Eingänge beider Zählketten werden verbunden. Wird eine 6stellige Anzeige aufgebaut, so muß die bl-Steuerung im Bild 7 verwendet werden. Diese Schaltung ist eine Erweiterung der im Bild 3 gezeigten Schaltung.

Die Anzeige im Bild 4 muß sinngemäß um zwei Stellen erweitert werden. Die entsprechenden Segmentanschlüsse werden gemeinsam mit denen der anderen Anzeigeelemente verbunden. Zusätzlich müssen noch zwei Digtreiber ergänzt werden, die mit den Anoden der zusätzlichen VQB 71 verbunden werden. Bei der VQB 71-Anzeige müssen beide Anodenanschlüsse verschaltet werden.

Meist genügt eine 4stellige Anzeige, wobei auf die Möglichkeit der Sekundenanzeige nicht verzichtet werden soll. Dies geschieht z. B. dadurch, daß auf Abrufen mittels Taster die Stunden und Minuten dunkelgetastet werden, und anstelle der Minuten erscheinen die Sekunden. Hierbei werden gegenüber der 6stelligen Anzeige zwei Anzeigeelemente sowie zwei Digtreiber eingespart. Weiterhin bringt dies den Vorteil, daß

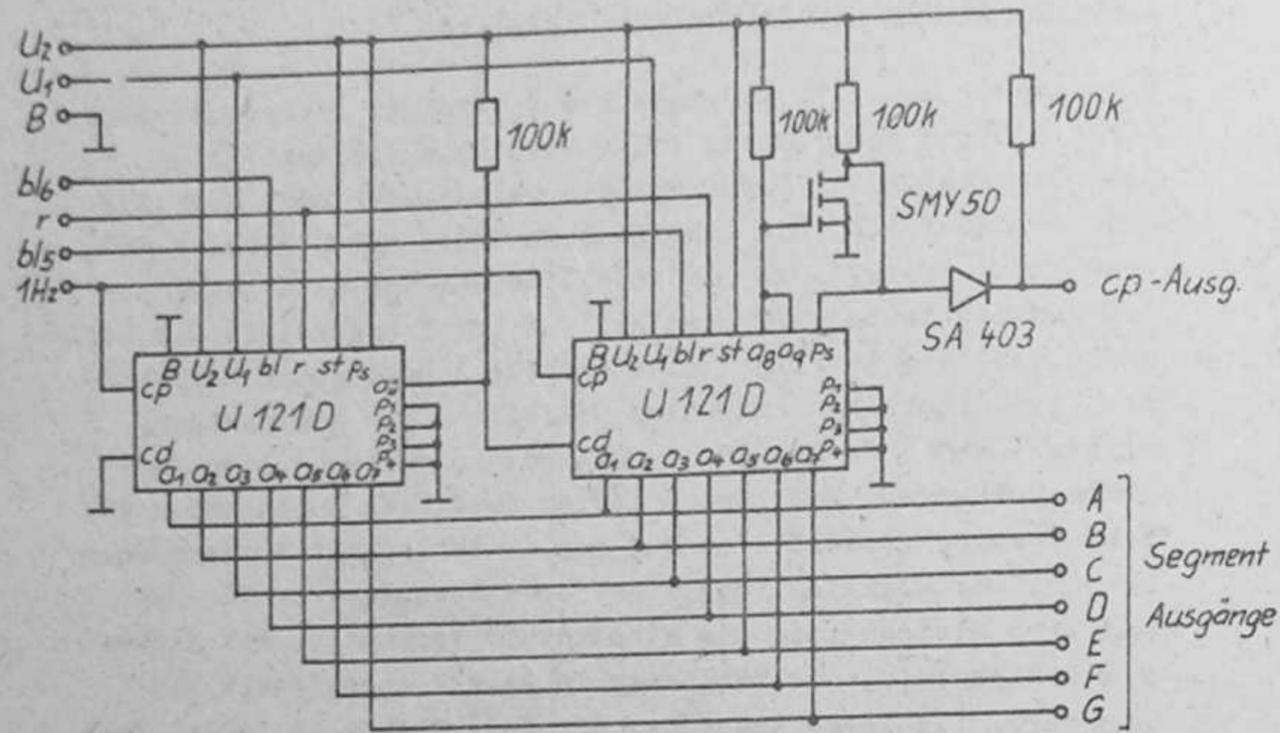


Bild 6: Zählkette zur Sekundenanzeige

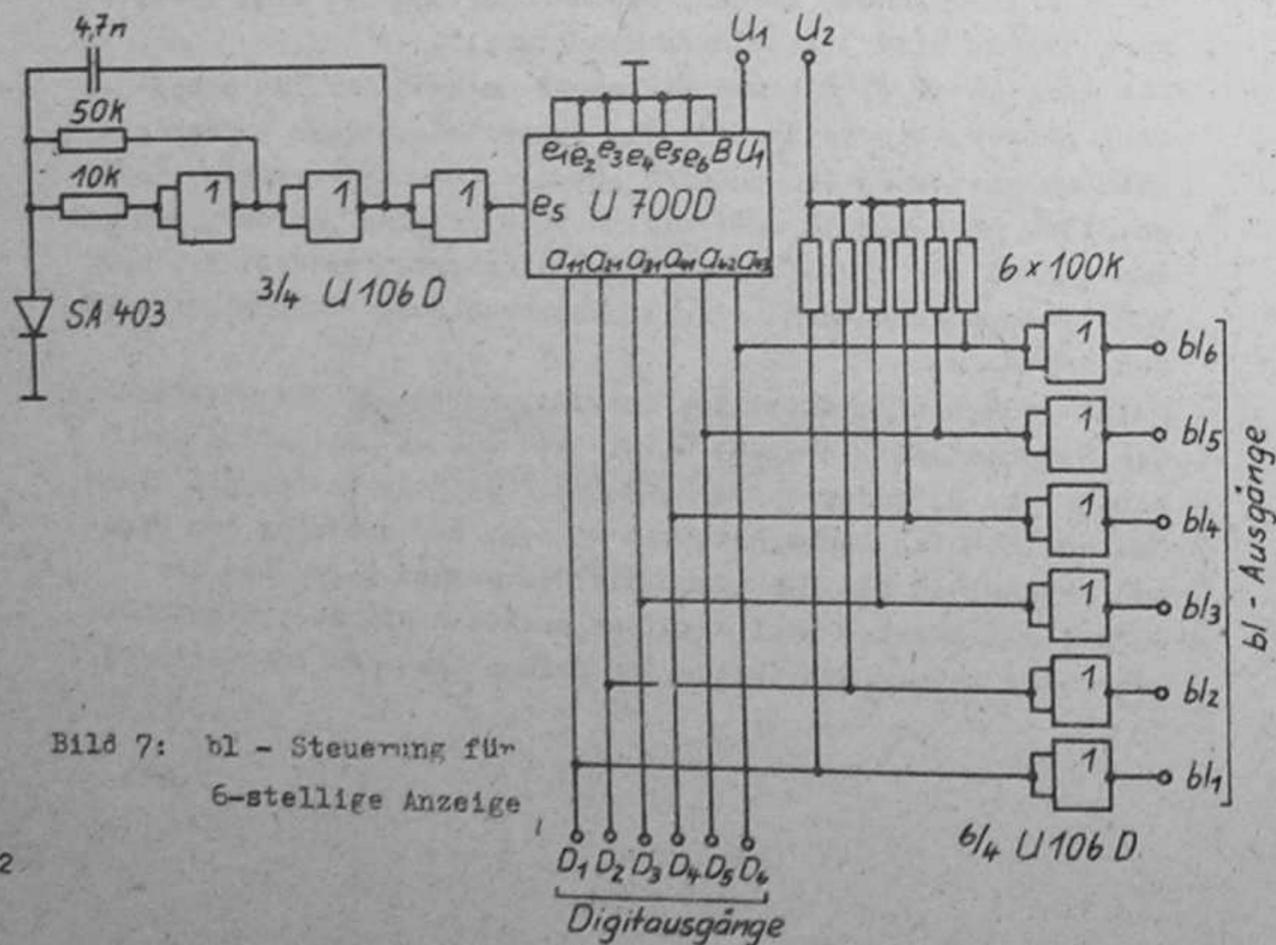


Bild 7: bl - Steuerung für 6-stellige Anzeige

für die Anzeige weniger Leistung verbraucht wird. Die dazugehörige Multiplexsteuerung zeigt Bild 8. Wenn die Taste gedrückt ist, werden die Sekunden angezeigt, bei offener Taste erscheinen die Stunden und Minuten auf der Anzeige. Die Schaltung des Netzteiles (Bild 5) kann auch für diese Variante verwendet werden.

6.3. Erweiterung der Digitaluhr zur Stoppuhr

Die unter Punkt 2.2. beschriebene 6stellige Digitaluhr kann mit wenig Mehraufwand und mit relativ wenigen Änderungen auch als Stoppuhr verwendet werden. Dafür muß die Teilerkette so geändert werden, daß die Frequenzen 100 Hz und 1 Hz zur Verfügung stehen. Der quarzstabilisierte Generator aus Bild 1 wird beibehalten. Die Teilerkette gliedert sich in zwei Teile auf. Der erste Teil hat ein Teilverhältnis von 1:1000, so daß an dessen Ausgang eine Frequenz von 100 Hz abgegeben wird. Die Schaltung dieses Frequenzteilers zeigt Bild 9. Im Bild 10 ist der zweite Teil dieser Kette dargestellt, welcher die Frequenz von 100 Hz auf 1 Hz teilt.

Der Grundaufbau der Zählerkette, der Multiplexsteuerung, der Anzeige sowie des Netzteiles entsprechen dem der 6stelligen Digitaluhr. An der Zählerkette müssen einige kleine Änderungen vorgenommen werden. Da die Zählerkette bei den verschiedenen Betriebsweisen mit verschiedenen Frequenzen angesteuert wird, ist ein Frequenzumschalter erforderlich. In Bild 11 ist eine Schaltung dargestellt, die es ermöglicht, die jeweils benötigte Frequenz durchzuschalten. Mittels des Umschalters wird jeweils ein Gate des Doppeltransistors auf Massepotential gelegt, so daß dieser Transistor gesperrt und die anliegende Frequenz am Transistorausgang unwirksam wird. Der gesperrte Transistor beeinflusst die Funktion des anderen Transistors nicht, da der Reststrom ($-I_{DSS} \leq 1 \mu A$) am Drainwiderstand keinen nennenswerten Spannungsabfall verursacht. In Stellung Stoppuhr muß der Schalterkontakt mehrere Punkte der Gesamt-

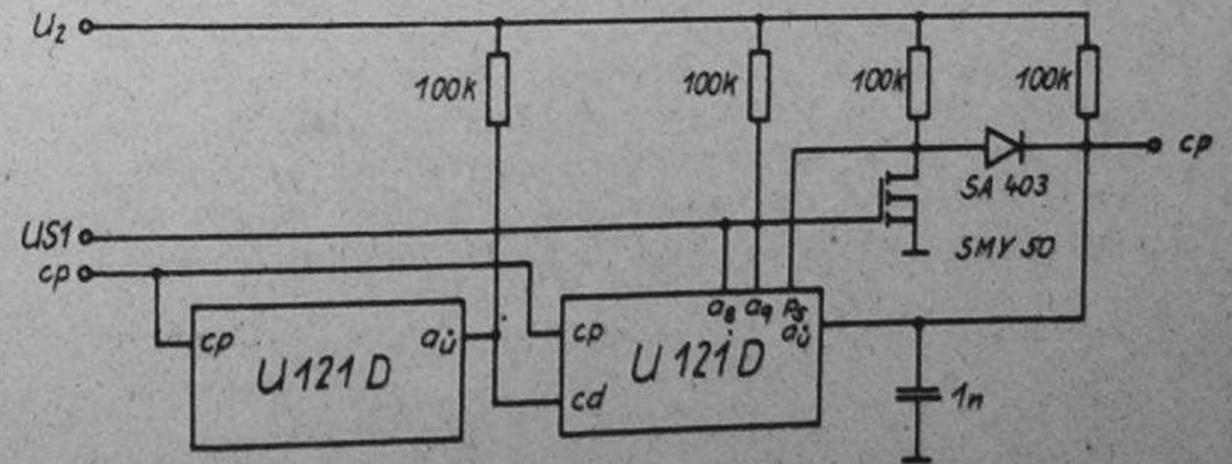
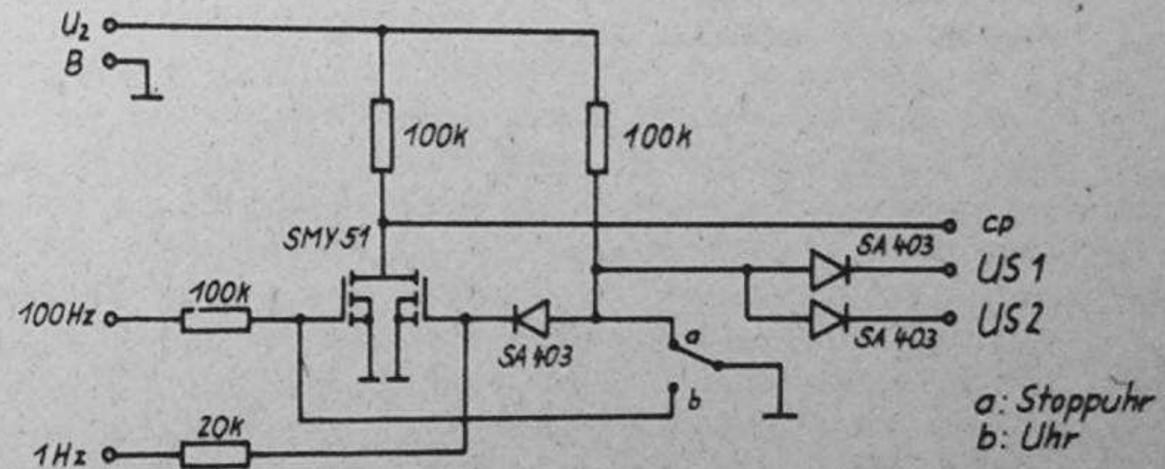
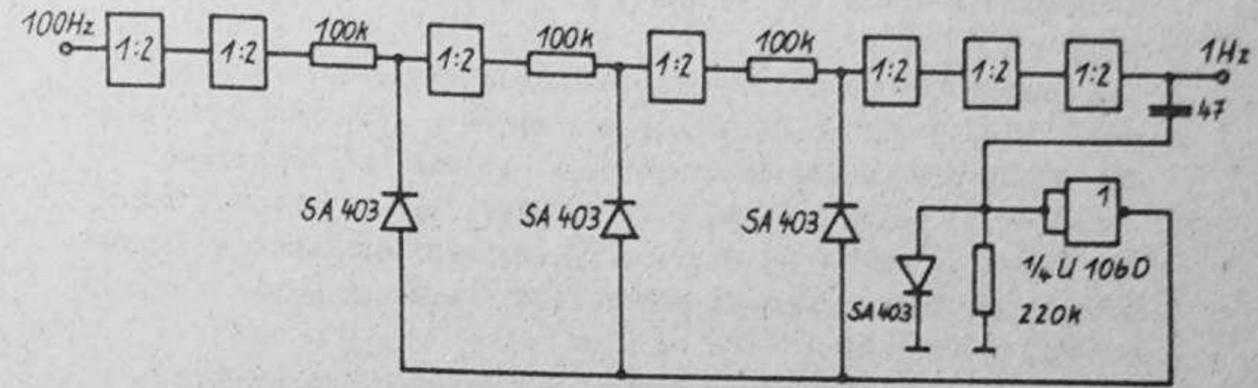
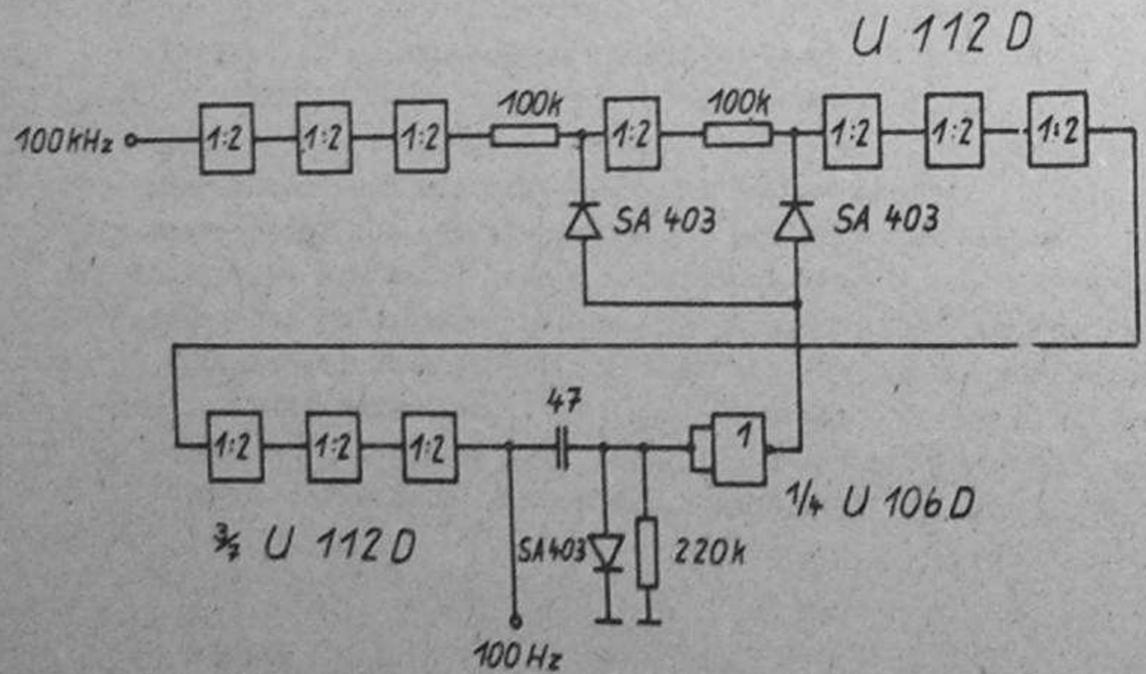
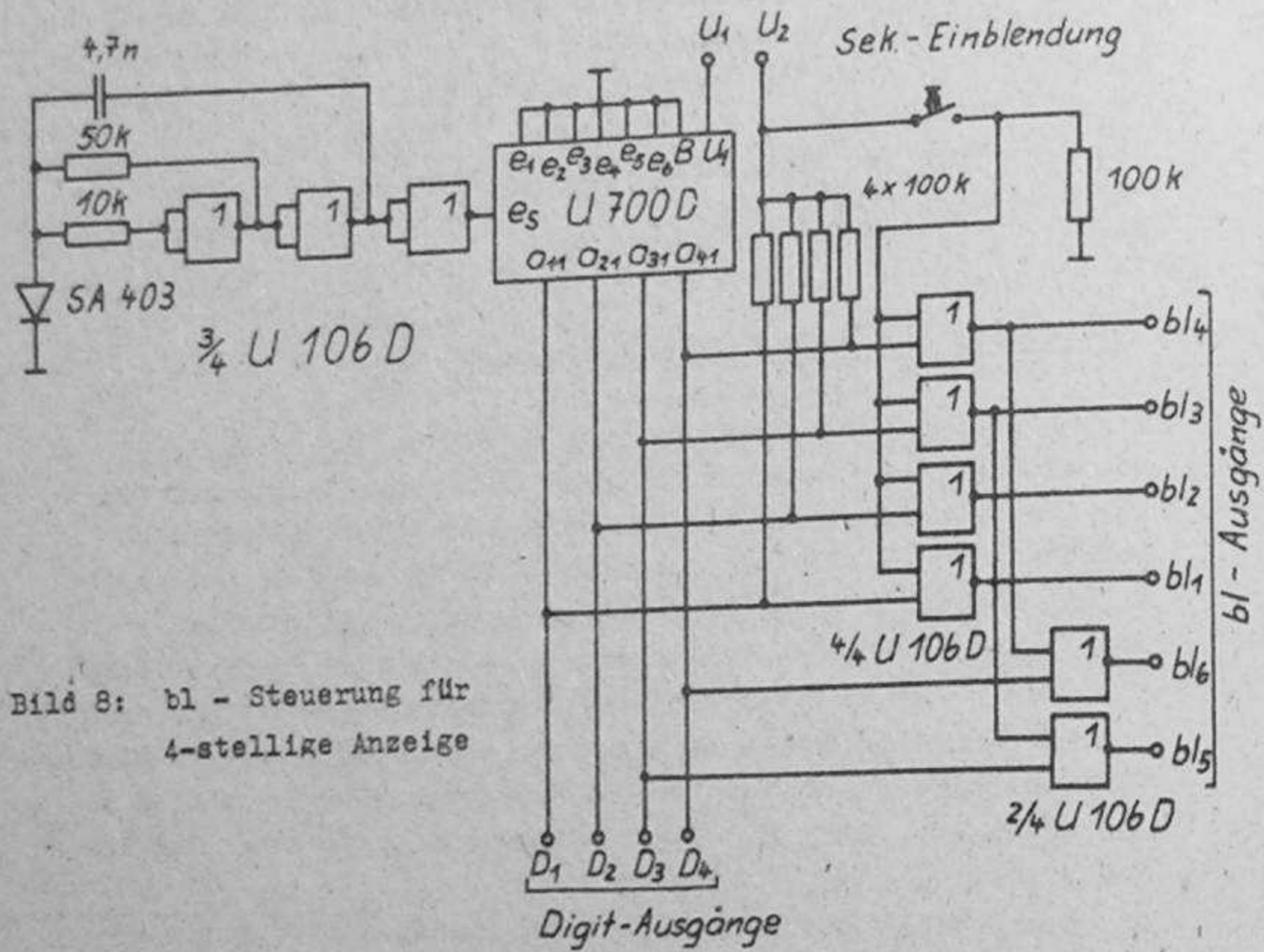


Bild 9: Teiler 1 : 1000

Bild 12: Geänderte Zählkette zur Sekundenanzeige

schaltung beeinflussen. Durch Diodenentkopplung wird die Frequenz 1 Hz unwirksam gemacht und der entsprechende Transistor gesperrt sowie zwei Rückstellungen der gesamten Zählerkette durch die Ausgänge US 1 und US 2 passiv geschaltet.

Die ersten beiden Zähler müssen bei Betriebsweise Stoppuhr von 0 bis 99 zählen. Die Umschaltung US 1 wird mit dem Gate des Rückstelltransistors verbunden, so daß bei Erreichen der Zahl 60 keine Rückstellung erfolgt. Der Taktimpuls für die weiteren Zähler wird durch a_{11} des zweiten Zählers abgegeben. Die Änderungen gegenüber Bild 6 sind im Bild 12 dargestellt.

Die letzten beiden Zähler werden bei der Zahl 24 zurückgestellt (Bild 2). Der Ausgang US 2 muß mit dem Gate dieses Rückstelltransistors verbunden werden, so daß auch dieses Zählerpaar bis 99 zählt. Die mittleren Zähler werden weiterhin bei der Zahl 60 zurückgestellt.

Mit dieser Schaltung kann diese Digitaluhr als Uhr und auch als Stoppuhr verwendet werden.

7. Schaltungsbeispiele mit dem U 122 D

7.1. BCD/Binär-Code-Wandler

Beim Drücken der Starttaste kippt die am Eingang C entstehende HL-Flanke das Flip-Flop U 103 D, wobei am Ausgang a L-Potential entsteht. Über ein Differenzierglied (33 p/330K) und einen Negator wird an den ps-Eingängen der beiden oberen Zählerschaltkreise (U 121 D) ein kurzer H-Impuls wirksam, der die Übernahme der an den $p_1 \dots p_4$ -Eingängen liegenden BCD-Zahl in die Zählerschaltkreise gewährleistet. Gleichzeitig werden über einen weiteren Negator die beiden Zählerschaltkreise U 122 D an r rückgesetzt. Der Ausgang a des U 103 D ist außerdem mit einem Integrierglied (820 k/47 p) verbunden, das den durch die Starttaste bewirkten HL-Sprung verzögert über einen Negator sowohl an den cd-Eingang des niederwertigen Zählers der oberen Zählkette (U 121 D), als auch an den cd-Eingang des niederwertigen Zählers der unteren Zählkette (U 122 D) gibt. Dadurch wird erreicht, daß erst nach Übernahme der BCD-Zahl in die obere Zählkette und der Rücksetzung der unteren Zählkette die entsprechenden Zählerfreigaben an cd erfolgen. Der Taktgenerator, der aus 3 NOR-Gattern gebildet wird, sollte mit dem Einstellregler (50 K) auf eine Frequenz von etwa 10 KHz eingestellt werden. Der Generator schwingt in der Schaltung nur dann, wenn am Ausgang \bar{a} (U 103 D) H-Potential anliegt. Zum Einstellen der Taktgeneratorfrequenz muß die Verbindung zwischen \bar{a} (U 103 D) und dem entsprechenden NOR-Gattereingang getrennt und der NOR-Gattereingang auf Masse gelegt werden. Alle Zähleingänge (cp) beider Zählketten sind mit dem Generatorausgang verbunden. Daraus läßt sich die synchrone Betriebsart für beide Zählketten erkennen. Die obere Zählkette (U 121 D) zählt durch Beschaltung von u/d an Masse rückwärts. Die untere Zählkette (U 122 D) zählt vorwärts, wobei u/d ebenfalls mit Masse verbunden ist. Nach Zählerfreigabe beider Zählerketten wird solange gezählt bis die obere Zählkette den Zählerstand Null erreicht hat. An a_{11} des höherwertigen Zählers der oberen Zählkette erscheint nun H-Potential, das an den Eingang eines

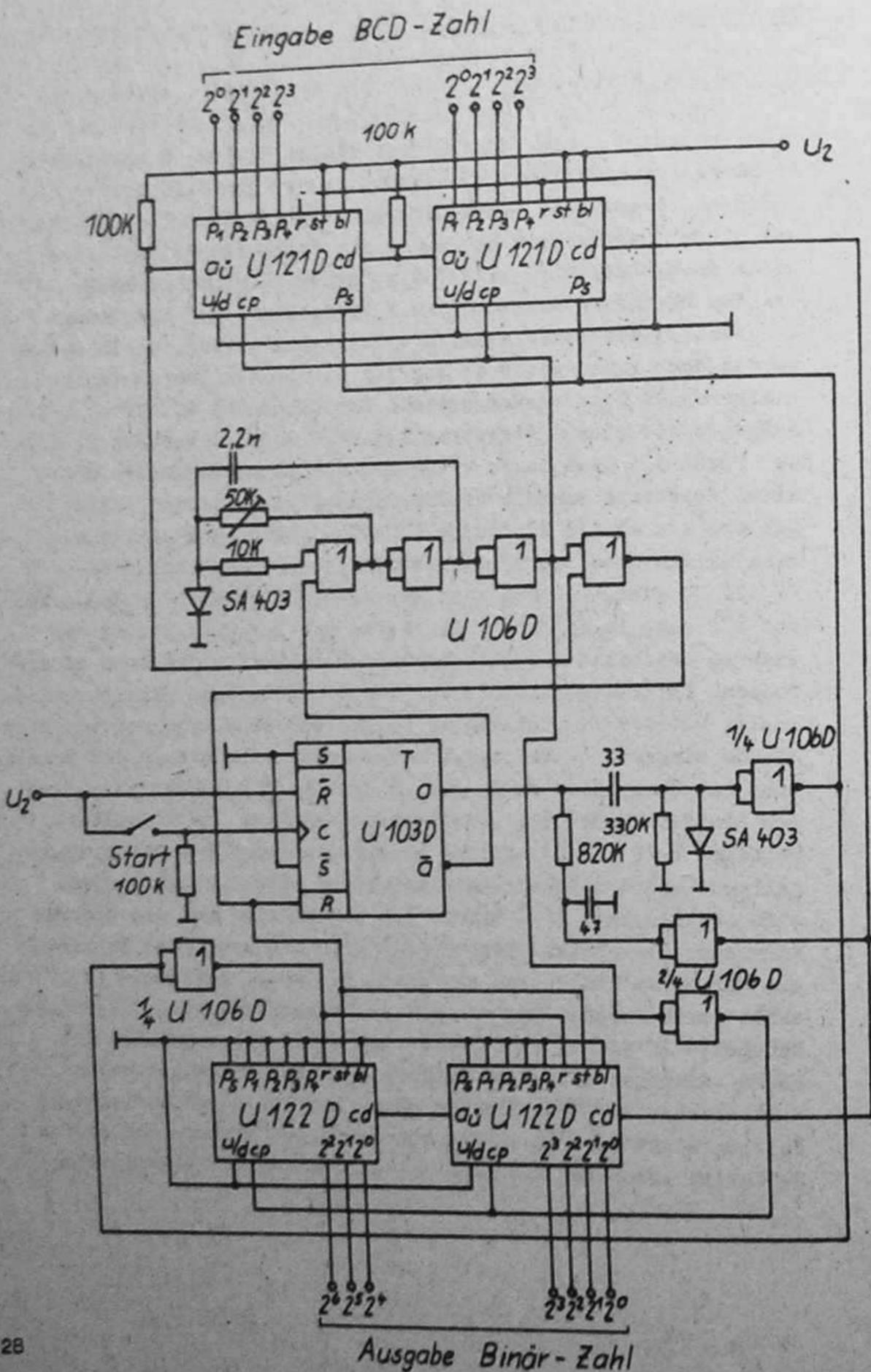


Bild 1: BCD/Binär-Code-Wandler

NOR-Gatters gelangt. Der andere Eingang des NOR-Gatters ist mit dem Taktgenerator verbunden. In der H-Phase des Taktes entsteht nun am Ausgang des NOR-Gatters L-Potential. Dadurch wird über den Rücksetzeingang R das Flip-Flop U 103 D rückgesetzt und am Ausgang a entsteht wieder H-Potential. Über das Integrierglied und ein NOR-Gatter werden die Zählergänge beider Zählerketten gesperrt. Mit dem L-Impuls an R des U 103 D erhalten auch die st-Eingänge der unteren Zählkette dieses Potential, wodurch erreicht wird, daß der vorhandene Zählerstand in den Speicher übernommen wird. Damit kann an den Binärausgängen der U 122 D die BCD/Binär gewandelte Zahl abgenommen werden. Mit der Sperrung der Zählergänge durch H-Potential am Ausgang a des U 103 D erhält der Ausgang a_u des höherwertigen Zählers der oberen Zählkette (U 121 D) wieder L-Potential, wodurch am entsprechenden NOR-Gatter-Ausgang wieder H-Potential entsteht. Damit ist der Ausgangszustand wieder erreicht und nach Übernahme der Binärzahl von den Ausgängen der U 122 D kann mit der Starttaste eine neue BCD-Zahl in eine Binärzahl gewandelt werden.

Beim U 121 D ist im Gegensatz zum U 122 D zu beachten, daß alle Ausgänge Eintransistorstufen sind, d. h. bei Nutzung der Ausgänge, ist ein Arbeitswiderstand $\geq 100 \text{ KOhm}$ gegen - 13 V zu schalten.

8. Schaltungsbeispiele mit dem U 710 D/U 711 D

8.1. Dezimal/BCD-Dekoder

Ein Dezimal-BCD-Dekoder kann mit integrierten Schaltkreisen U 710 D aufgebaut werden. Der U 710 D ist ein 8-Kanal-Sensor-Schaltkreis. Er beinhaltet einen 3-bit-Zähler, der über 8 Eingänge in jeden Zustand direkt einstellbar ist (Parallelbetrieb). Die Informationsausgabe erfolgt über Gegentaktausgangsstufen im BCD-Code.

Zu einem Dezimal-BCD-Dekoder sind zwei U 710 D erforderlich (Bild 1).

Die nicht benutzten Eingänge $E_{11} \dots E_{16}$ und e_8 sind mit dem Bulkanschluß verbunden.

Der Eingang e_{v1} des ersten Schaltkreises liegt an $-U_1$, der des zweiten Schaltkreises an Bulk.

8.2. BCD/Dezimal-Dekoder

Ein BCD-Dezimal-Dekoder kann durch die Schaltkreise U 711 D realisiert werden. Der Dekodierschaltkreis U 711 D beinhaltet einen Binär/1 aus 8-Dekoder. Über 4 Eingänge gelangt die Binärinformation zur Dekodiermatrix, wo sie in eine dekadische Ausgangsinformation umgesetzt wird. Die Ausgabe erfolgt über 8 Ein-Transistor-Ausgangsstufen, daher wird jeder Ausgang durch einen Widerstand gegen $-13V$ abgeschlossen. Ein BCD-Dezimal-Dekoder entsteht durch Zusammenschaltung von 2 Schaltkreisen U 711 D nach Bild 2.

Der Eingang e_{v1} des ersten Schaltkreises liegt an $-U_1$, der des zweiten Schaltkreises an Bulk.

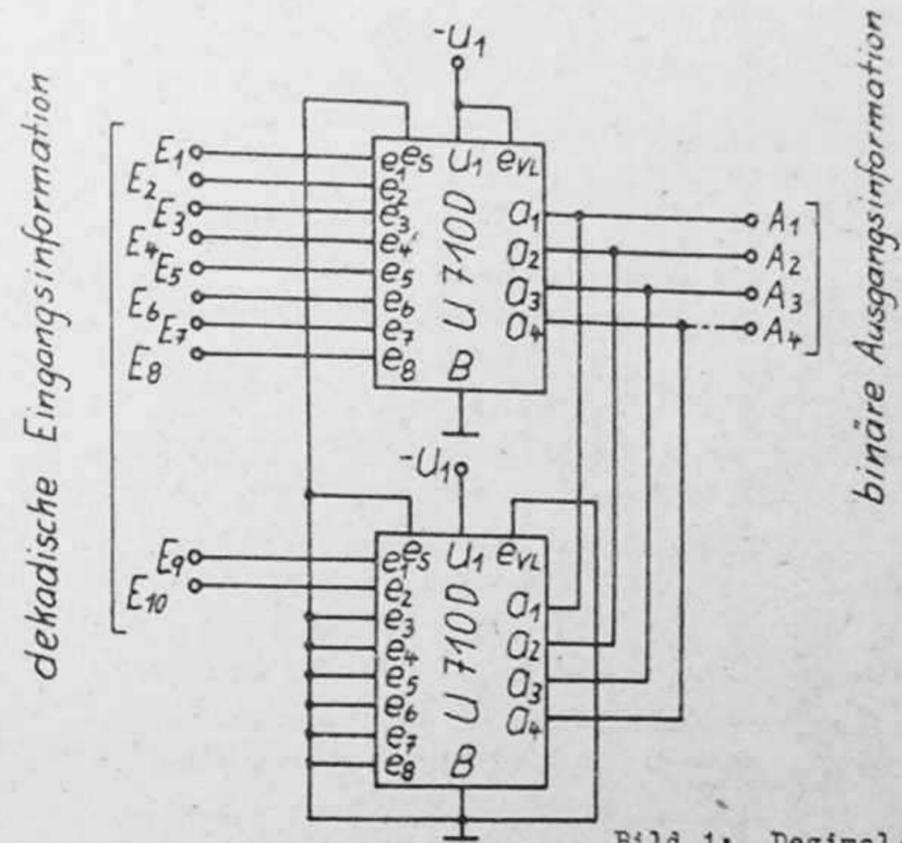


Bild 1: Dezimal/BCD-Dekoder

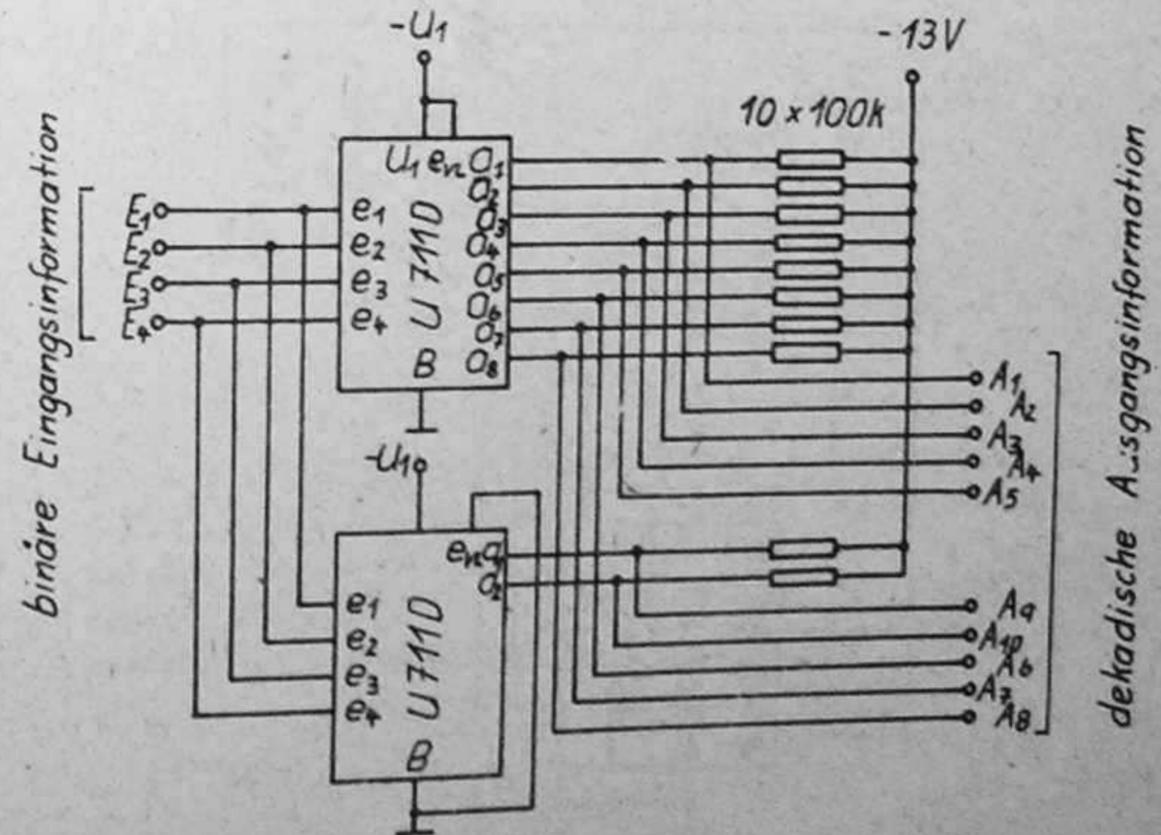


Bild 2: BCD/Dezimal-Dekoder

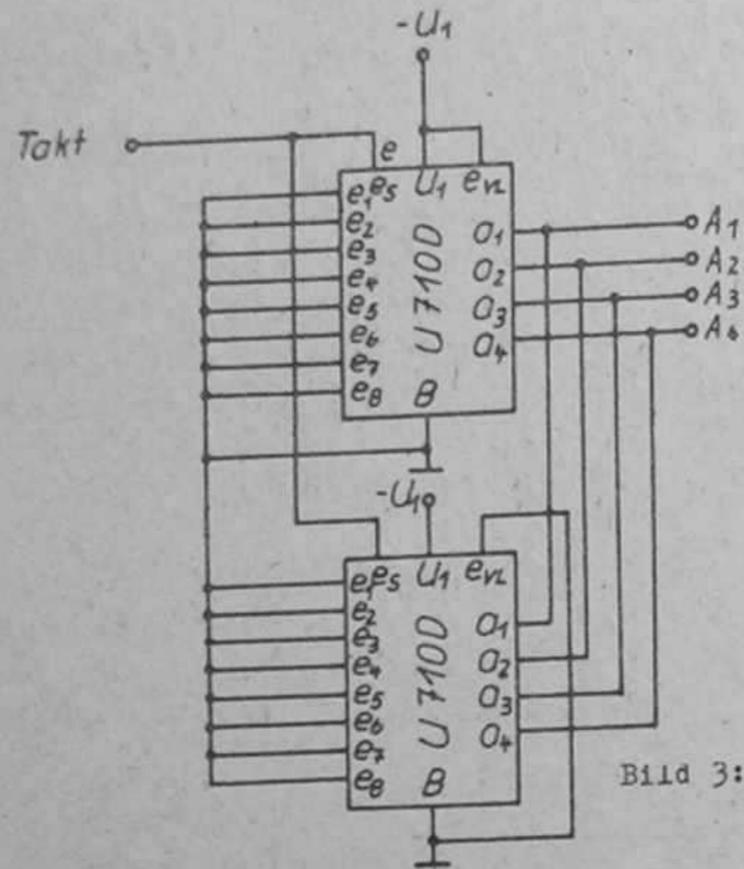


Bild 3: 16-stelliger Ringzähler

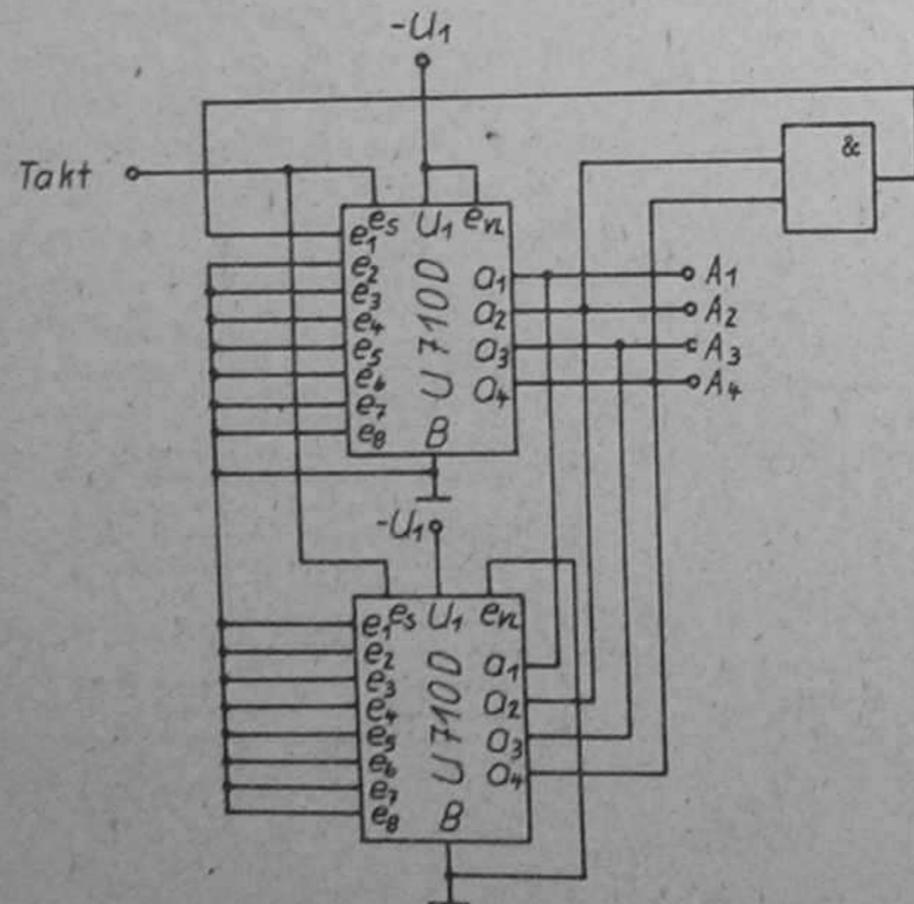


Bild 4: 10-stelliger Ringzähler

8.3. Aufbau eines 16-stelligen Ringzählers mit Angabe der Möglichkeiten zur Verringerung der Stellenzahl

Durch Zusammenschaltung von zwei Schaltkreisen U 710 D erhält man einen 16-stelligen Ringzähler (Bild 3). In diesem Fall liegt der Anschluß e_{v1} des ersten Schaltkreises auf U_1 -Potential und der des zweiten Schaltkreises auf Bulkpotential. Der Eingang e_s und die Ausgänge $a_1 \dots a_4$ des einen Schaltkreises werden mit dem Eingang e_s bzw. mit den entsprechenden Ausgängen des anderen Schaltkreises zusammenschaltet. Der Eingang e_s ermöglicht ein serielles Durchtakten des Zählers. Beim Einschalten der Betriebsspannung wird der Zähler in den Zustand 0 gesetzt. Die Zählerfunktion spricht auf die H-L-Flanke des Taktimpulses an. Die maximale Taktfrequenz beträgt 2 KHz.

Um einen Dezimalzähler zu erhalten, muß der Zähler bereits nach Zustand 9 wieder den Ausgangszustand 0 einnehmen. Dies wird durch den Einsatz eines UND-Gatters (z. B. $\frac{1}{4}$ U 107 D - Bild 4 - oder 2 Dioden, 1 Widerstand und 1 Haltekapazität - Bild 5 -) realisiert.

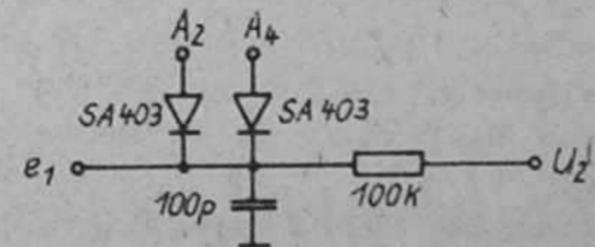


Bild 5: UND-Gatter

Dabei sind die Eingänge dieses Gatters mit den Ausgängen A_2 und A_4 der Schaltkreise zu verbinden. Der Ausgang des Gatters wird an den Eingang e_1 des ersten Schaltkreises geführt. In ähnlicher Weise können weitere Teilerverhältnisse kleiner 16 realisiert werden.

8.4. Sensorschaltung zur Ansteuerung von Lampe, Leuchtdiode bzw. Relais

Die Schaltung nach Bild 6 zeigt den Aufbau eines 8-stelligen Sensorschalters mit den Schaltkreisen U 710 D und U 711 D. Dabei liegen der Eingang e_s und der Ausgang a_4 des U 710 D auf Bulk-Potential. Der Eingang e_{v1} ist mit U_1 verbunden. Die Eingänge $e_1 \dots e_8$ des U 710 D sind mit Sensortasten beschaltet. Um eine Eingangsspannung von $U_{ol} \leq -9$ V beim U 710 D abzusichern, ist ein Widerstand $\geq 1,5$ MOhm gegen Massepotential erforderlich. Parallel dazu wird ein Entprellkondensator von 4,7 nF geschaltet.

Die Ausgänge $a_1 \dots a_3$ werden mit den entsprechenden Eingängen des U 711 D verbunden. Der Eingang e_4 des U 711 D liegt auf Bulk-Potential, der Eingang e_{v1} auf U_1 -Potential. Soll eine Anzeige mittels Leuchtdiode VQA 12 erfolgen, werden die Ausgänge des U 711 D nach Bild 7 beschaltet. Da ein Ausgang dieses Schaltkreises mit maximal 3 mA belastet werden darf, wurde ein Widerstand von 6,8 kOhm eingesetzt, der den Ausgang vor Überlastung schützt.

Die Durchlaßspannung der Leuchtdiode beträgt 1,8 V, der maximale Durchlaßstrom 30 mA. Über dem Transistor fällt eine Spannung von ca. 0,4 V ab. Aus diesen Größen errechnet sich für den Vorwiderstand ein Wert von 360 Ohm. Eingesetzt wurden 470 Ohm, um die VQA 12 nicht mit dem maximalen Durchlaßstrom zu betreiben.

In der Schaltung nach Bild 8 wurde eine Leuchtdiode vom Typ VQA 13 verwendet. Die Durchlaßspannung dieses Bauelementes beträgt ebenfalls 1,8 V, der maximale Durchlaßstrom 50 mA. Als Vorwiderstand errechnet sich deshalb ein Wert von 216 Ohm. Eingesetzt wurden 270 Ohm.

Bei den Beispielen nach Bild 9 und 10 ist kein Vorwiderstand erforderlich, da über dem Relais und auch über der Glühlampe eine Spannung von 12 V abfällt.

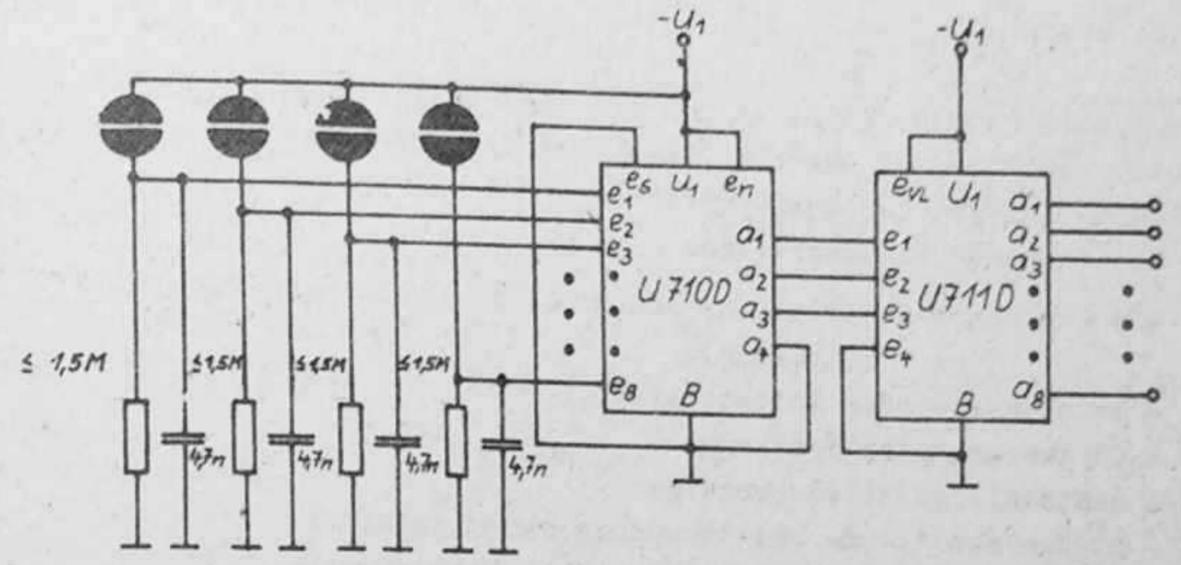


Bild 6: Sensorschaltung

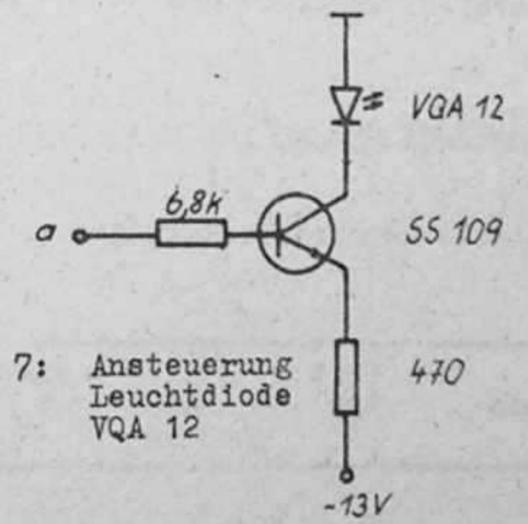


Bild 7: Ansteuerung Leuchtdiode VQA 12

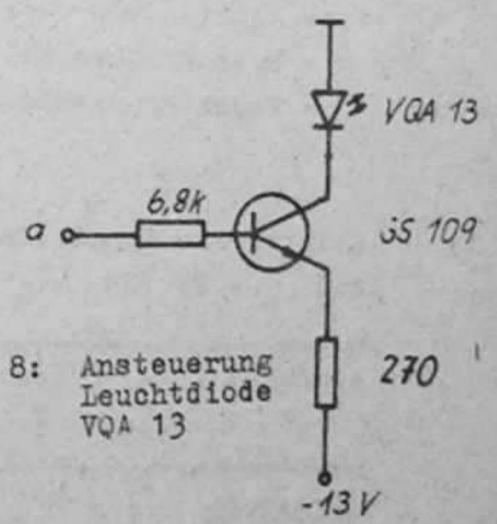


Bild 8: Ansteuerung Leuchtdiode VQA 13

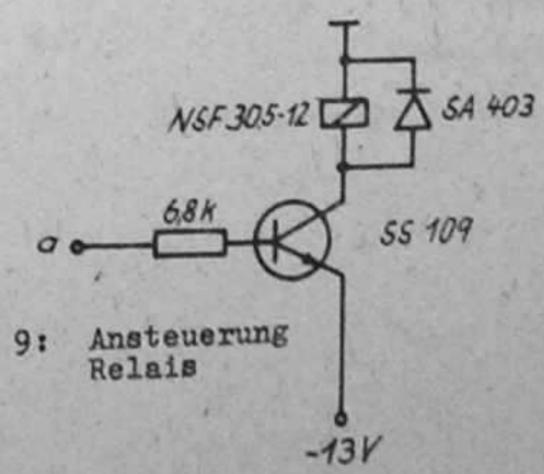


Bild 9: Ansteuerung Relais

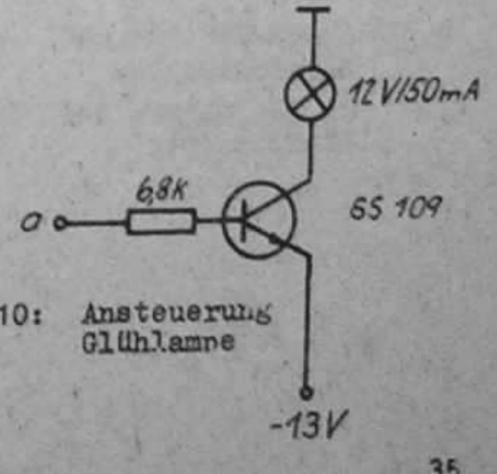


Bild 10: Ansteuerung Glühlampe

9. Schaltungsbeispiele mit dem U 821 D

Der Schaltkreis U 821 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 Dunkeltestung 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	mA
Substratstrom	I_{SS}	-	-	20	mA
Verlustleistung bei 7,2 V	P_V	-	250	400	mW
Ausgangsstrom der Segmenttreiber	I_{ONS}	-	5	7	mA
Ausgangsstrom der Digittreiber	I_{OND}	-	-	1,4	mA

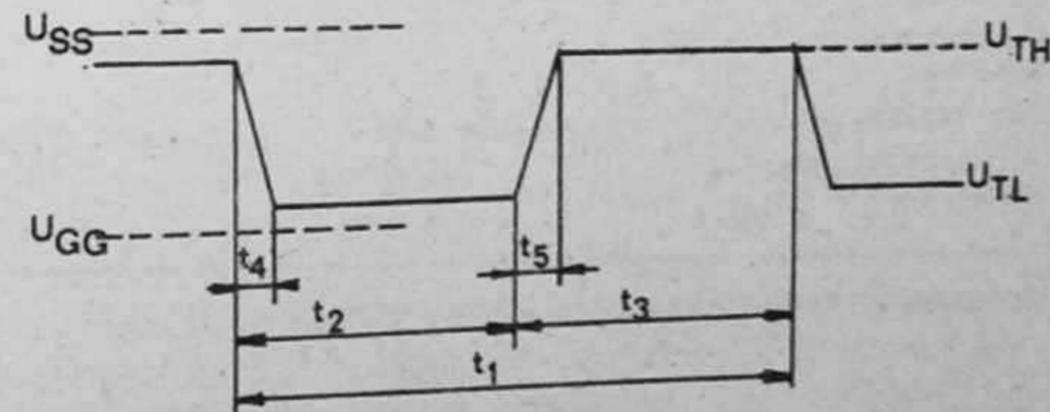
Betriebsbedingungen:

Kennwert	Symbol	Wert			Einheit
		min	typ	max	
Drainspeisepannung	U_{DD}	0	0	0	V
Substratspeisepannung	U_{SS}	6,6	7,2	8,1	V
Gatespeisepannung	$-U_{GG}$	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 überschwingungsfreien Anstieg von U_{SS} während des Anschaltens ab.

Zeitbedingungen für den Taktimpuls



Kennwert	Symbol	min	Wert		Einheit
			typ	max	
Periodendauer	t_1	3,7	4	10	μs
Halbperiodendauer	t_2, t_3	1,85	2	7,5	μs
Anstiegs-, Anfallzeit	t_4, t_5	0	0,1	0,2	μs
Tastendruckzeit	t_{min}	4720 \cdot t_1	-	-	μs

Grenzwerte:

Kennwert	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	400	mW
Betriebstemperaturbereich	θ	0 bis + 40	$^{\circ}C$

Spannungen bezogen auf U_{SS} (Substratspannung)

9.1. Taschenrechnerschaltkreis U 821 D im Vergleich zu U 820 D

Mit der Produktionsaufnahme des U 821 D im Jahre 1976 wurde die Produktion des U 820 D eingestellt.

Voraussetzung hierfür war, daß der U 821 D den U 820 D ersetzen kann. Zur Gewährleistung dieser Forderung wurde beim U 821 D die gleiche Anschlußbelegung wie beim U 820 D beibehalten.

Aus Gründen der Forderung, daß Taschenrechner auch mit Trockenbatterien betrieben werden müssen, wurde die Stromaufnahme des U 821 D gegenüber dem Vorgängertyp bei I_{gg} um ca. 6 mA und bei I_{ss} um ca. 15 mA gesenkt.

4 Ziffern wurden beim U 821 D gegenüber dem U 820 D in der 7-Segmentbelegung wie folgt geändert:

Ziffer/Typ	0	6	7	9
U 820 D				
U 821 D				

Die Tabelle zeigt, daß beim U 821 D entbehrliche Segmente weggelassen wurden. Für den Einsatz im Taschenrechner bedeutet das eine weitere Verringerung der Stromaufnahme.

Weiterhin wurden beim U 821 D die Periodendauergrenzen der Taktspannung geändert:

Periodendauer t_1	Kleinstwert	Größtwert
U 820 D	3 μs	5 μs
U 821 D	3,7 μs	10 μs

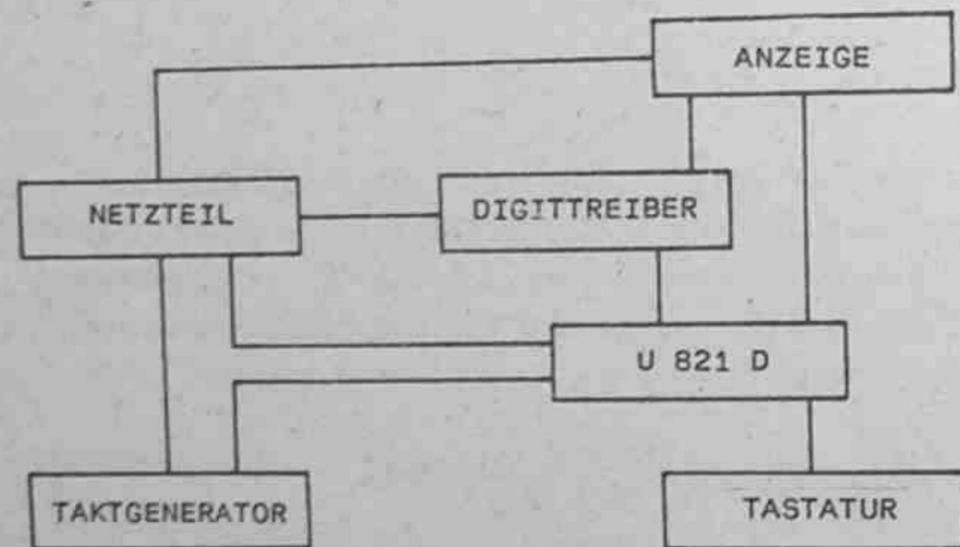
Daraus läßt sich für den U 820 D ein Taktspannungsfrequenzbereich von 200 KHz bis 330 KHz und für den U 821 D ein Bereich von 100 KHz bis 270 KHz errechnen.

Der maximal zulässige Ausgangsstrom der Segmentausgangstreiberstufen wurde, gegenüber dem U 820 D von 1 mA auf 5 mA erhöht. Dadurch wird es möglich das LED-Anzeigebauslement VQB 37 direkt zu treiben, d. h. die bisher notwendigen zusätzlichen Treibertransistoren können entfallen.

Bei allen anderen Eigenschaften, wie Rechenarten, Konstanten- oder Kettenoperation, Gleitkomma oder Festkomma, automatische Dunkelastung usw. gibt es keine Unterschiede zwischen dem U 820 D und dem U 821 D.

9.2. Taschenrechner für Netzbetrieb ohne Transverter

Der Taschenrechner für Netzbetrieb besteht aus folgenden Baugruppen:



Blockschaltbild "Taschenrechner für Netzbetrieb"

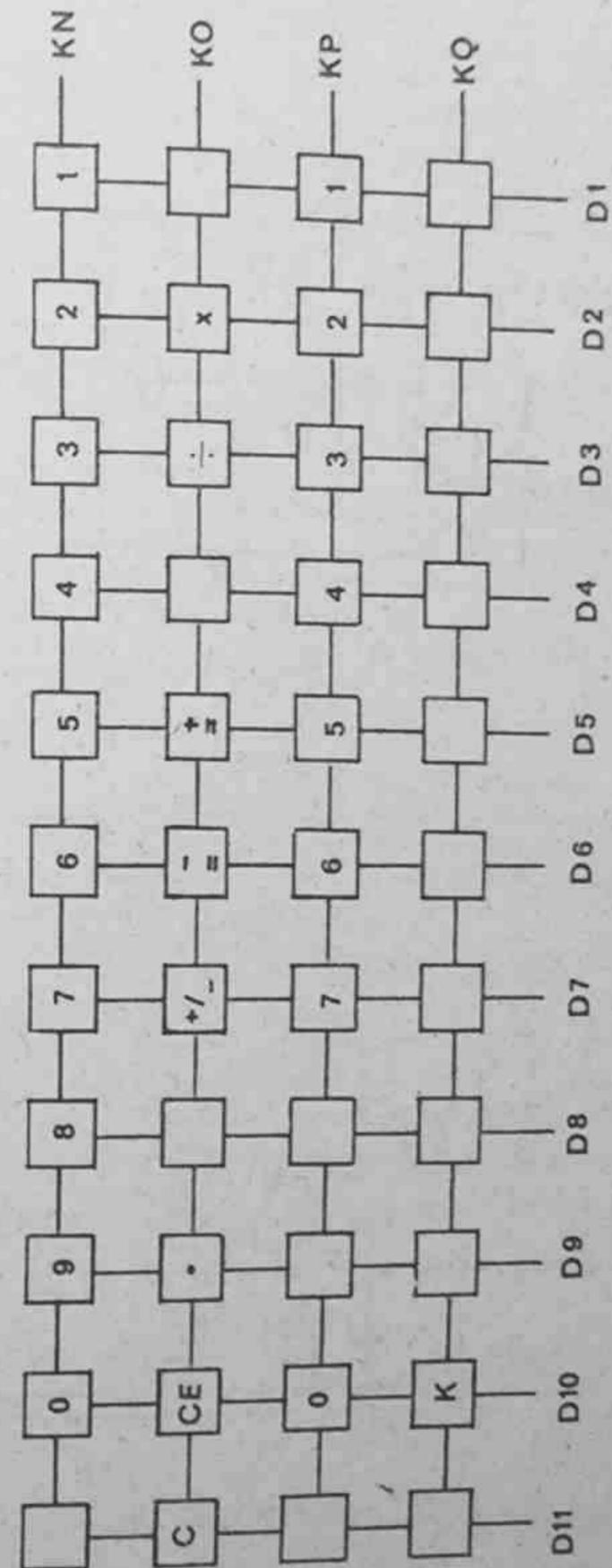


Bild 1: Tastatur

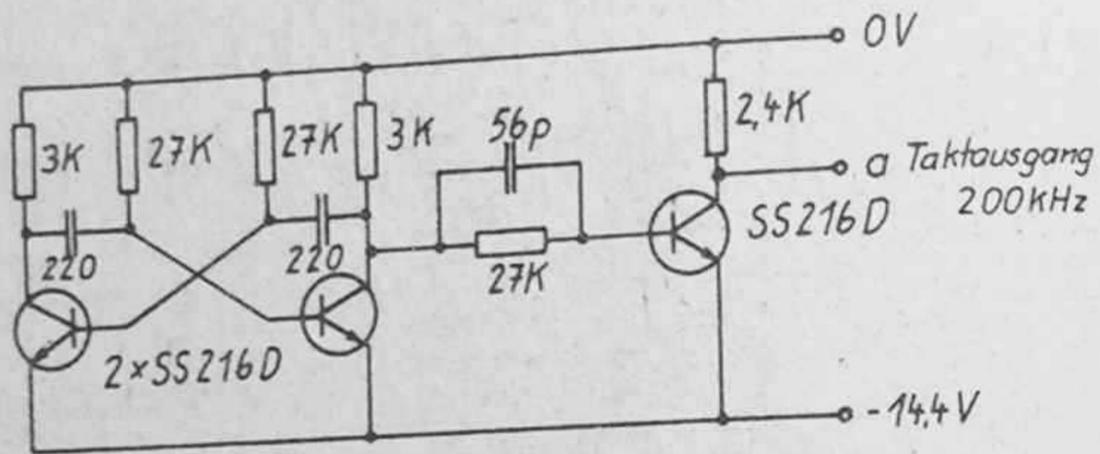


Bild 2: Taktgenerator

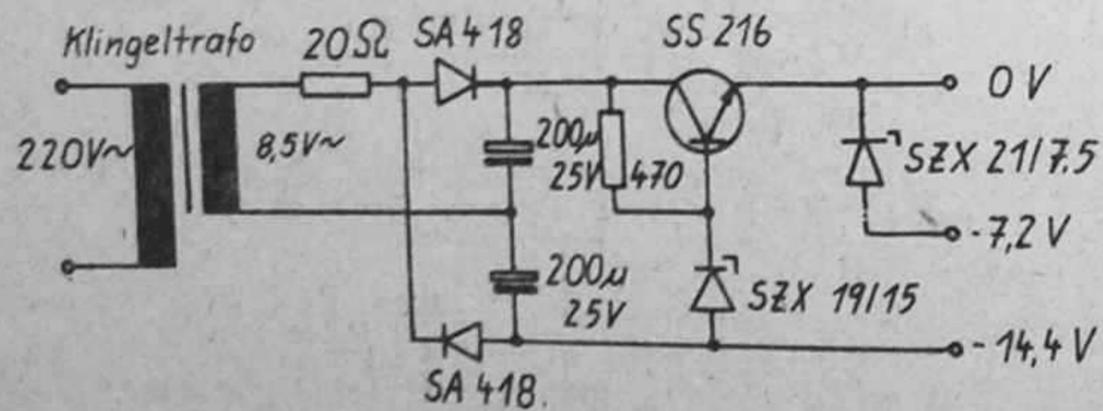


Bild 4: Netzteil

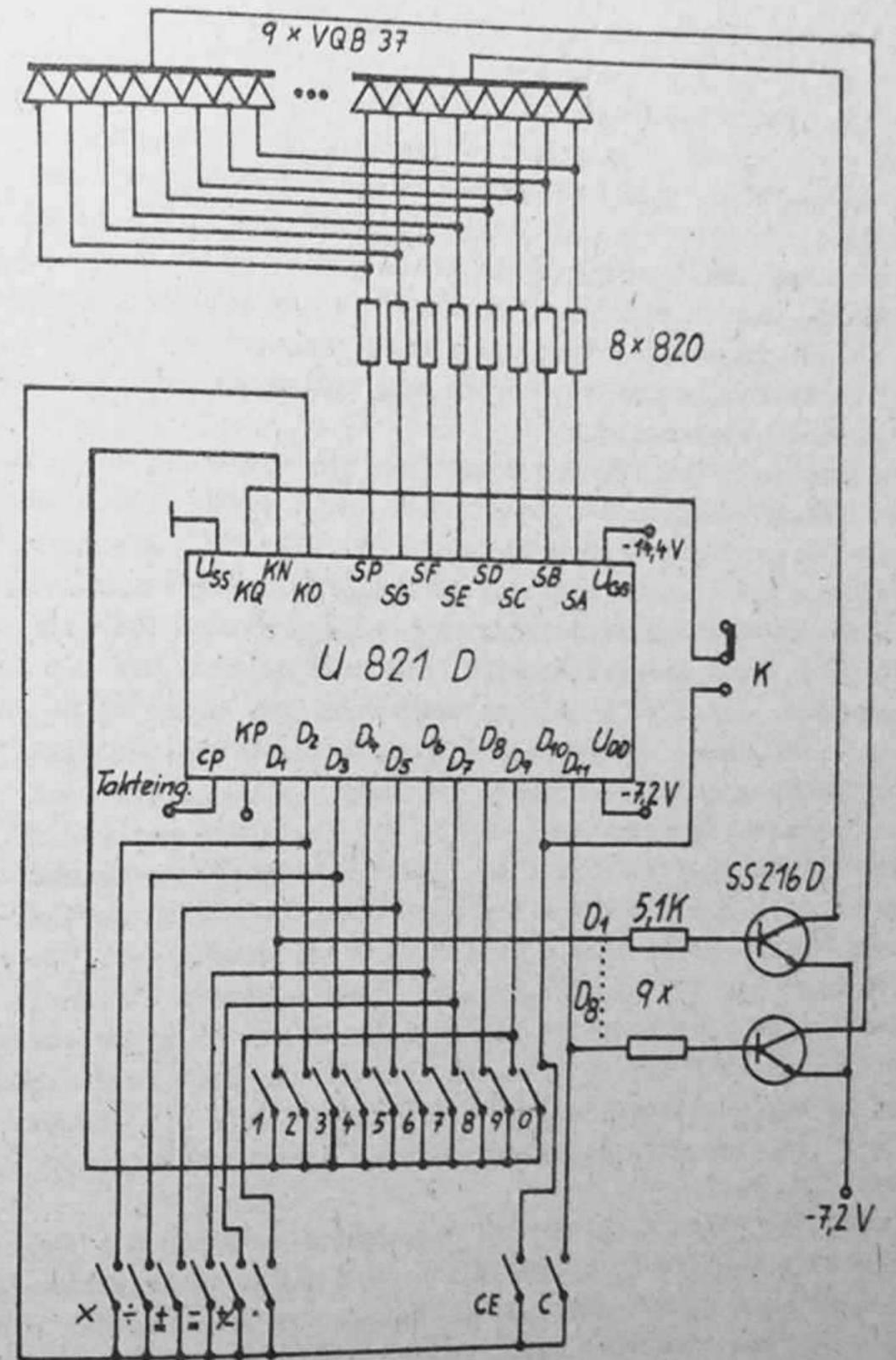


Bild 3: Anzeige, Digttdreiber, Tastatur und Recherschaltkreis

Zum Betreiben des Taschenrechnerschaltkreises U 821 D ist es erforderlich, eine Taktspannung von etwa 14,4 V im Frequenzbereich 100 KHz bis 270 KHz bereitzustellen. Als Taktgenerator wurde ein einfacher Multivibrator mit Si-Transistoren gewählt (Bild 2). Mit Hilfe der eingesetzten R- und C-Werte im Multivibrator wird eine Taktfrequenz von 200 KHz erzeugt. Die nachgeschaltete Parallelschaltung von einem 47 pF-Kondensator und einem 27 k-Widerstand bewirkt eine Vorverzerrung des Basisstromes des Taktgeneratortransistors, so daß am Kollektor die gewünschte Impulsform des Taktimpulses abgenommen werden kann.

Die Eingabe der Ziffern erfolgt über die Tastatur, die eine Verbindung zwischen dem Anschluß KN und dem der Ziffer entsprechenden Digitausgang ($D_1 \dots D_{10}$) herstellt. Ebenfalls über die Tastatur erfolgt die Eingabe der Operationszeichen, wobei eine Verbindung zwischen KO und den entsprechenden Digitausgängen geschaffen wird. Als Anzeige wird die VQB 37 verwendet, für die ein Segmentstrom von 5 mA ausreichend ist. Somit wird eine direkte Treibung durch den U 821 D möglich. Zur Strombegrenzung sind 8 Widerstände (820 Ohm) zwischen den Segmentausgängen des U 821 D und den Anoden der VQB 37 geschaltet. Da der U 821 D eine Multiplexsteuerung beinhaltet, werden alle gleichnamigen Segmente (einschließlich Dezimalpunkt) der 9 Anzeigenbauelemente parallel geschaltet. Die 9 Katoden der VQB 37 müssen wegen ihrer erhöhten Stromaufnahme durch Digittreibertransistoren (SS 216 D) angesteuert werden. Hierbei ist zu beachten, daß D_1 der niederwertigsten und D_8 der höchstwertigsten Stelle entspricht. D_{11} steuert die 9. Anzeige mit den entsprechenden Sonderzeichen (Minus, Überlauf usw.)

Wird durch einen Schalter die Verbindung zwischen den Anschlüssen D_{10} und KQ hergestellt, so ist Konstantenrechnung möglich, die jedoch nur bei Multiplikation und Division wirkt. Schaltet man eine Verbindung zwischen KP und $D_1 \dots D_7$, läßt sich ein Festkomma nach der 1. ... 7. Stelle einstellen. Bleibt KP offen, so ist Pließkomma eingestellt.

Die Digit- und Segmentausgänge des U 821 D sind open-drain-

Transistoren, d. h. der Drainanschluß wird offen bzw. ungeschaltet nach außen geführt.

Die Informationsausgabe erfolgt mit positiver Logik, so daß die Ausgangstransistoren gegenüber U_{SS} leitend sind. Das trifft sowohl für die Sieben-Segment-Ausgänge als auch für die Digitausgänge zu.

Beim Aufbau der Taschenrechnerschaltung nach Bild 2 und 3 wurde festgestellt, daß die Stromaufnahme bei - 14,4 V gleichbleibend ca. 20 mA beträgt. Die Stromaufnahme bei - 7,2 V schwankt in Abhängigkeit von der Anzahl der leuchtenden Anzeigen zwischen 15 und 33 mA.

Aufgrund dieser geringen Stromaufnahme konnte ein einfaches Netzteil benutzt werden. Als Transformator wurde ein einfacher Klingeltrafo verwendet, dessen Sekundärspannung durch geringe Erhöhung der Sekundärwicklungszahl von 6 auf 8,5 V erhöht wurde. Mit Hilfe einer Spannungsverdopplerschaltung werden etwa 17 V erreicht, die über eine Transistorregelstufe auf ca. 14,4 V herunter geregelt werden.

Mit Hilfe einer höher belastbaren Zenerdiode aus der Reihe SZX 21 kann nun die - 7,2 V direkt gewonnen werden, da die Stromaufnahme bei dieser Betriebsspannung lediglich im Bereich zwischen 15 und 33 mA schwankt.

9.3. Zählerschaltung mit U 821 D

Für sehr niedrige Zählfrequenzen läßt sich der Rechner-schaltkreis als Zähler einsetzen.

Da der U 821 D acht Anzeigen ansteuern kann und intern eine eigene Multiplexsteuerung besitzt, läßt sich mit relativ wenig Aufwand ein Zähler bis zu max. 8 Stellen aufbauen.

Da die Konstantenoperation beim U 821 D nur bei Multiplikation und Division wirksam ist, muß für das Zählen folgende Eingabe wiederholt erfolgen:

1 ; \pm für das Vorwärtszählen

1 ; $=$ für das Rückwärtszählen (ist jedoch nur möglich, wenn in den U 821 D vorher eine positive Zahl eingegeben wurde)

Zur Realisierung der Eingabe wird in der Schaltung nach Bild 5 mit 3 NOR-Gattern, dem Einstellregler 1 M Ohm, einem Kondensator 22 nF, einem Widerstand 18 K Ohm und einer Diode SA 403 zunächst ein Generator gebildet, der auf die Frequenz von 35 Hz eingestellt werden sollte. Hierzu ist es erforderlich, daß der Eingang des 1. NOR-Gatters, der mit dem Ausgang a des U 103 D verbunden ist, zunächst auf Masse gelegt wird, da sonst der Generator nicht frei schwingt und damit nicht eingestellt werden kann.

An den cp-Eingang des U 103 D werden die Zählimpulse angelegt. Mit der H/L-Flanke des Zählimpulses schaltet der Ausgang \bar{a} des U 103 D auf H und läßt damit den Generator anschwingen, dessen Impulse an e_5 des U 700 D gelangen, der mit dem 1. Impuls den Ausgang e_{21} auf "H" schaltet. Dadurch wird das mit dem Ausgang verbundene NOR-Gatter freigeschaltet, so daß die von D_1 (U 821 D) kommenden Digitimpulse über einen MOS-Transistor wieder phasenrichtig an KN (U 821 D) gelangen

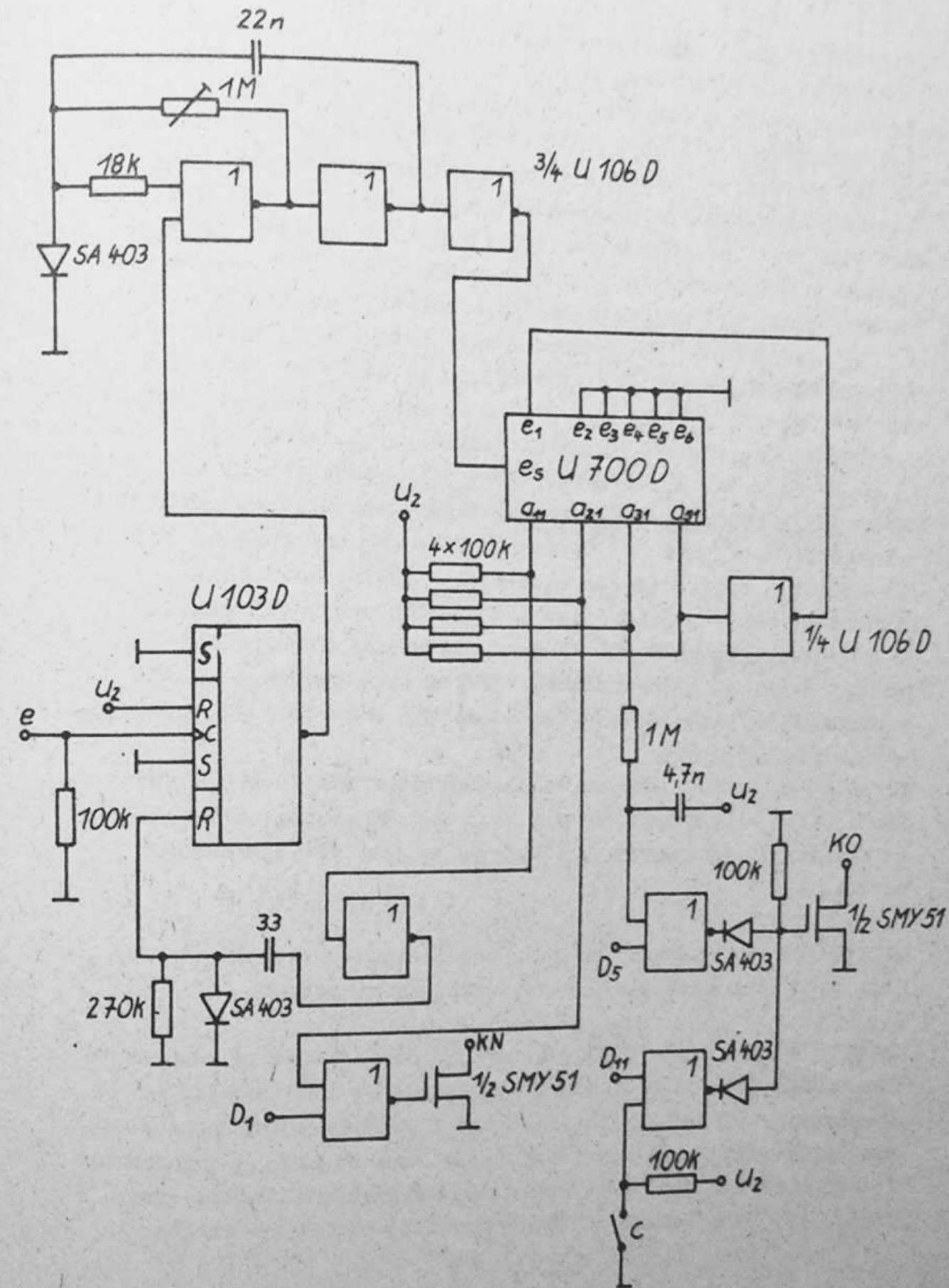


Bild 5: Zählereingabeschaltung für U 821 D

können. Aufgrund der eingestellten Generatorfrequenz von 35 Hz bleibt der Ausgang a_{21} (U 700 D) ca. 28 ms auf "H" und die 1 wird in den Rechner eingeschrieben. Mit dem nächsten Taktimpuls an e_s (U 700 D) wird Ausgang a_{31} (U 700 D) auf "H" geschaltet. Verzögert über ein Integrierglied, zur Absicherung einer entsprechenden Eingabepause für den U 821 D, wird ein weiteres NOR-Gatter freigeschaltet, so daß Digitimpulse von D_5 zur Eingabe von $\frac{1}{2}$ an KO (U 821 D) gelangen können. Nach zwei weiteren Taktimpulsen wird a_{51} (U 700 D) auf "H" geschaltet. Der H-Impuls wird über einen Negator als "L" auf Eingang e_1 (U 700 D) wirksam, so daß eine sofortige Umschaltung auf Ausgang a_{11} (U 700 D) erfolgt. Dadurch wird über einen Negator und ein Differenzierglied der U 103 D in seine Ausgangslage gesetzt. Erst jetzt kann ein neuer Zählimpuls wieder wirksam werden. Dieser Ablauf macht sich erforderlich, da der Rechnerschaltkreis für die Eingabe und die Addition eine entsprechende Kontaktschließzeit bzw. Rechenzeit benötigt. Zur Löschung des Zählerstandes wird in der Schaltung nach Bild 5 über eine Handtaste ein NOR-Gatter mit H-Belegung freigeschaltet. Die D_{11} -Impulse (C) gelangen über eine Dioden-ODER-Schaltung und einen MOS-Transistor an KO (U 821 D).

Für die Zählerschaltung wurde die maximale Taktfrequenz für den U 821 D von 270 KHz erzeugt. In der Schaltung nach Bild 5 konnte damit eine maximale Zählfrequenz von 10 Hz erreicht werden.

Sollten Zählfrequenzen von 3 Hz und langsamer gezählt werden, läßt sich eine noch einfachere Schaltung anwenden.

Im Bild 6 wird durch 2 NOR-Gatter und ein UND-Gatter ein Mono-Flop gebildet, das mit seiner Zeitkonstante auf etwa 30 ms eingestellt werden sollte. Am Punkt a wird über ein UND- sowie ein Differenzierglied (Zeitkonstante etwa 25 ms) ein NOR-Gatter freigegeben und die 1 wird in den Rechnerschaltkreis eingegeben. Mit dem Rückkippen des Mono-Flops wird ein weiteres

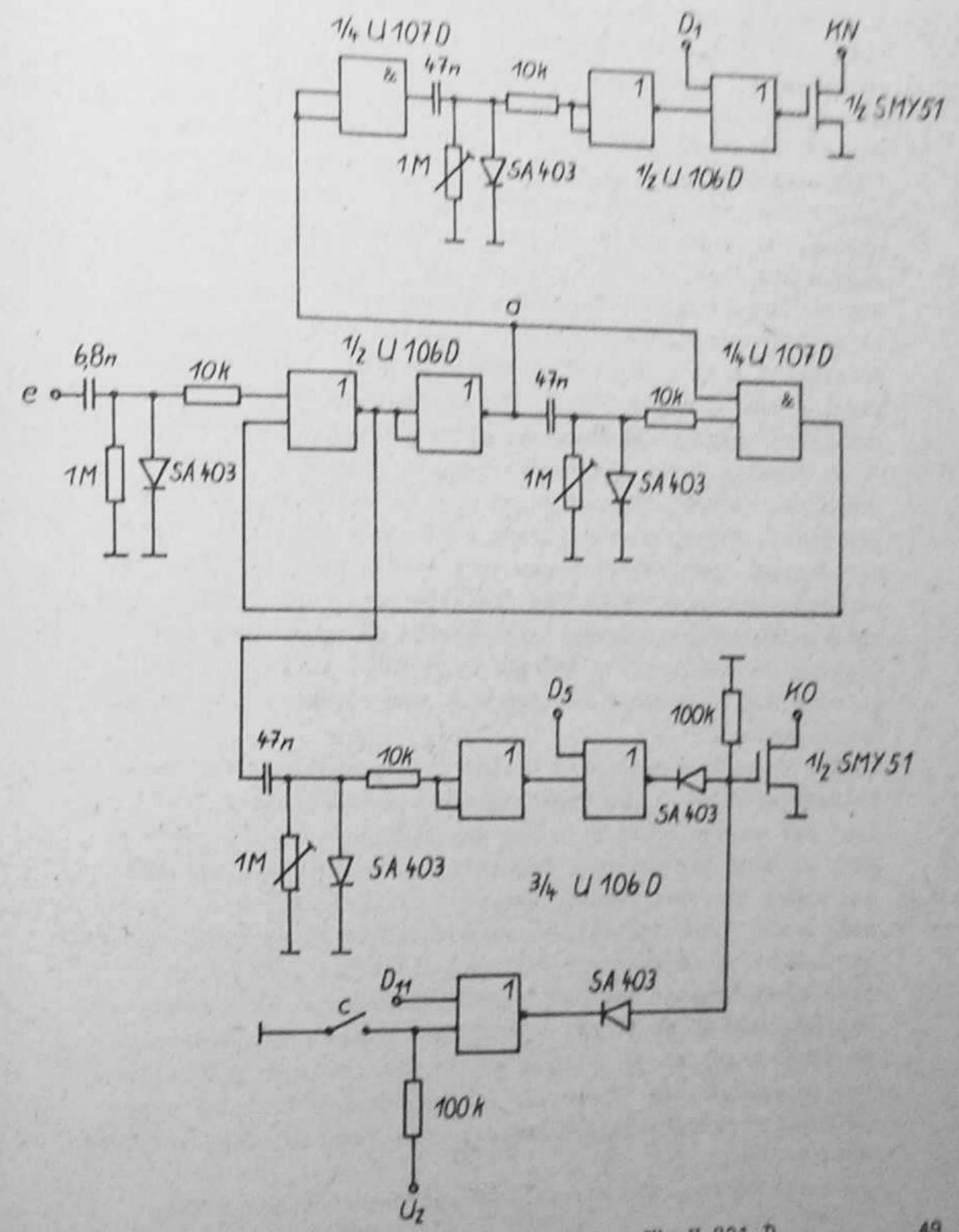


Bild 6: Einfache Zählereingabeschaltung für U 821 D

Differenzierglied angesteuert, das nun wieder wie in Schaltung nach Bild 5 die Eingabe des Operationszeichens \pm gewährleistet. Das Löschen des Zählstandes erfolgt ebenfalls wie in der bereits vorher angegebenen Schaltung mit dem Taster. Zur Funktionsfähigkeit dieser Schaltung ist es jedoch erforderlich, daß die langsamen Zählimpulse am Eingang e über ein Differenzierglied stark verkürzt werden müssen, da sonst ein Rückkippen des Mono-Flops nicht gewährleistet ist.

Mit den Schaltungen nach Bild 7 und 8 werden zwei Möglichkeiten der Umschaltung Vorwärts- bzw. Rückwärtszählung beschrieben. Bild 7 zeigt eine Schaltung, bei der die Digitimpulse von D_5 und D_6 (U 821 D) an Eingänge verschiedener NOR-Gatter geführt werden. Die Sperrung der NOR-Gatter erfolgt jeweils durch die Beschaltung entsprechender Widerstände am anderen Eingang gegen U_2 . Besteht über den Schalter eine Verbindung zum Eingang e und schaltet dieser auf H-Potential (gem. Schaltungen nach Bild 5 und 6), wird das entsprechende NOR-Gatter freigeschaltet und die am anderen Eingang liegenden Digitimpulse gelangen über die Diodenoderschaltung und den MOS-Transistor an KO (U 821D). Je nach Stellung des Schalters wird nun vorwärts oder rückwärts gezählt.

In der Schaltung nach Bild 8 wird die Umschaltung der Vor-/Rückwärtszählung durch Änderung des Logikpegels erreicht. Legt man an den Punkt b in der Schaltung den Logikpegel "L", so wird das untere UND-Gatter freigeschaltet, während das obere über den Negator gesperrt wird. Erhält der Eingang e nun "H"-Potential, so wird über den Negator das untere UND-Gatter am Ausgang auf "L" geschaltet und gibt damit über einen Negator das nachfolgende NOR-Gatter frei, wodurch Digitimpulse an KO (U 821 D) gelangen können. Mit L-Pegel am Punkt b ist die Schaltung als Rückwärtszähler geschaltet. Bei Anlegung eines "H"-Pegels an den Punkt b wird das obere UND-Gatter freigeschaltet und die Schaltung arbeitet als Vorwärtszähler.

Zu beachten ist, daß die Vor-/Rückwärtszählerumschaltung

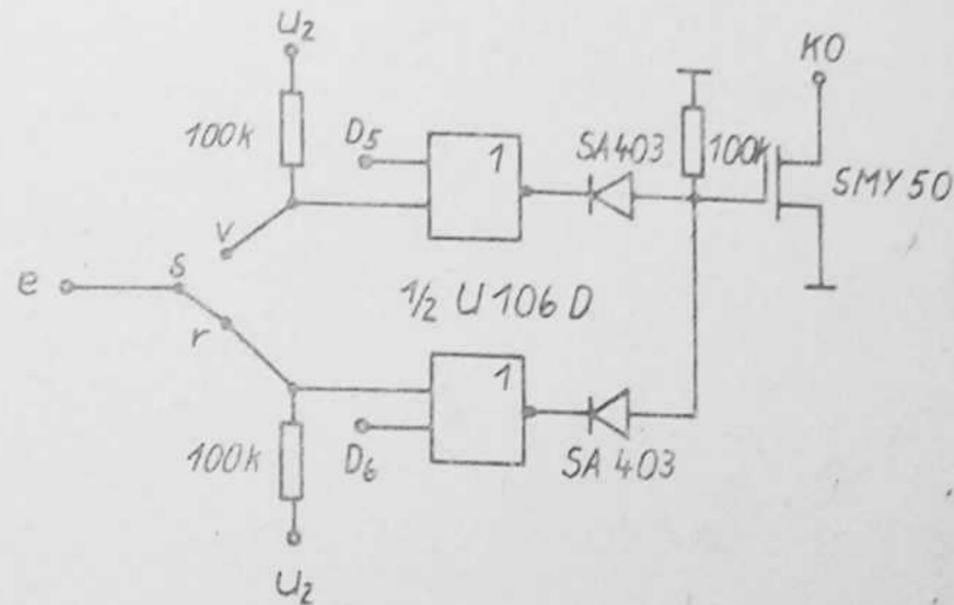


Bild 7: Vor-/Rückwärtsumschaltung mit Schalter

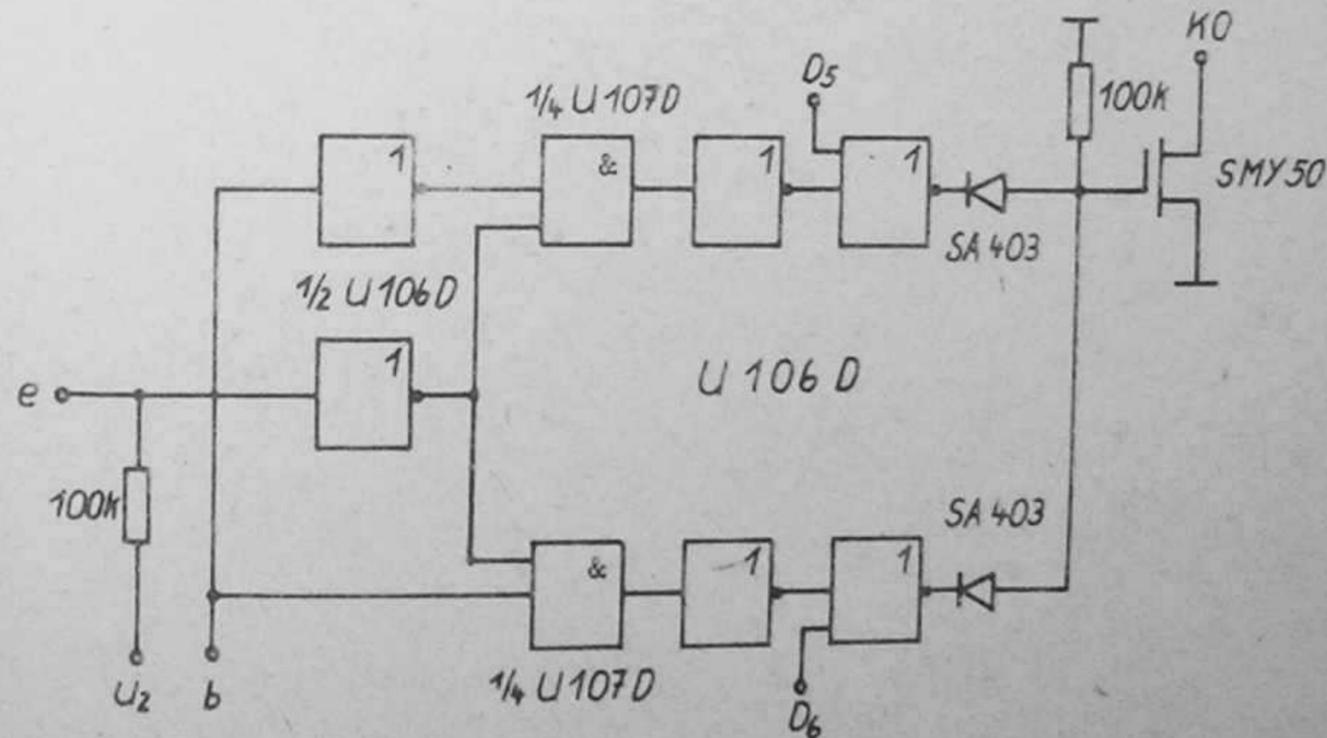


Bild 8: Vor-/Rückwärtsumschaltung mit Logikpegel

Differenzierglied angesteuert, das nun wieder wie in Schaltung nach Bild 5 die Eingabe des Operationszeichens \pm gewährleistet. Das Löschen des Zählstandes erfolgt ebenfalls wie in der bereits vorher angegebenen Schaltung mit dem Taster. Zur Funktionsfähigkeit dieser Schaltung ist es jedoch erforderlich, daß die langsamen Zählimpulse am Eingang e über ein Differenzierglied stark verkürzt werden müssen, da sonst ein Rückkippen des Mono-Flops nicht gewährleistet ist.

Mit den Schaltungen nach Bild 7 und 8 werden zwei Möglichkeiten der Umschaltung Vorwärts- bzw. Rückwärtszählung beschrieben. Bild 7 zeigt eine Schaltung, bei der die Digitimpulse von D_5 und D_6 (U 821 D) an Eingänge verschiedener NOR-Gatter geführt werden. Die Sperrung der NOR-Gatter erfolgt jeweils durch die Beschaltung entsprechender Widerstände am anderen Eingang gegen U_2 . Besteht über den Schalter eine Verbindung zum Eingang e und schaltet dieser auf H-Potential (gem. Schaltungen nach Bild 5 und 6), wird das entsprechende NOR-Gatter freigeschaltet und die am anderen Eingang liegenden Digitimpulse gelangen über die Diodenerschaltung und den MOS-Transistor an KO (U 821D). Je nach Stellung des Schalters wird nun vorwärts oder rückwärts gezählt.

In der Schaltung nach Bild 8 wird die Umschaltung der Vor-/Rückwärtszählung durch Änderung des Logikpegels erreicht. Legt man an den Punkt b in der Schaltung den Logikpegel "L", so wird das untere UND-Gatter freigeschaltet, während das obere über den Negator gesperrt wird. Erhält der Eingang e nun "H"-Potential, so wird über den Negator das untere UND-Gatter am Ausgang auf "L" geschaltet und gibt damit über einen Negator das nachfolgende NOR-Gatter frei, wodurch Digitimpulse an KO (U 821 D) gelangen können. Mit L-Pegel am Punkt b ist die Schaltung als Rückwärtszähler geschaltet. Bei Anlegung eines "H"-Pegels an den Punkt b wird das obere UND-Gatter freigeschaltet und die Schaltung arbeitet als Vorwärtszähler.

Zu beachten ist, daß die Vor- Rückwärtszählerumschaltung

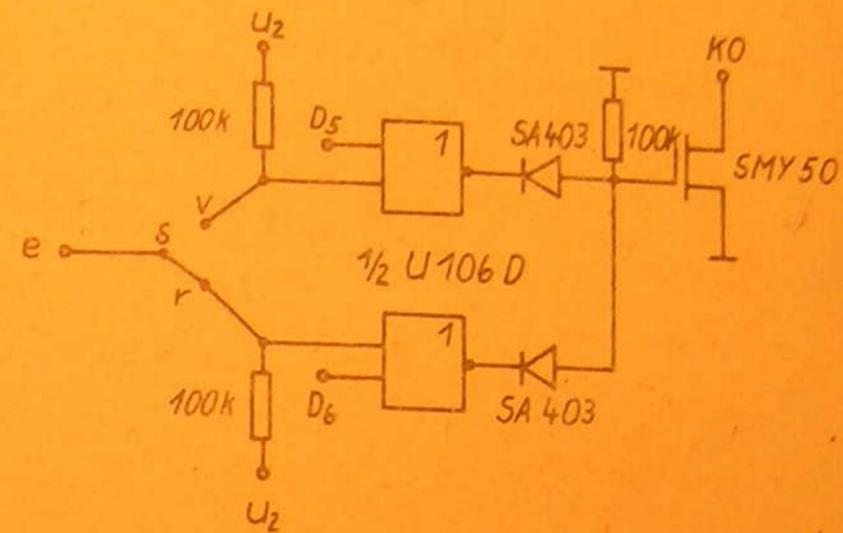


Bild 7: Vor-/Rückwärtsumschaltung mit Schalter

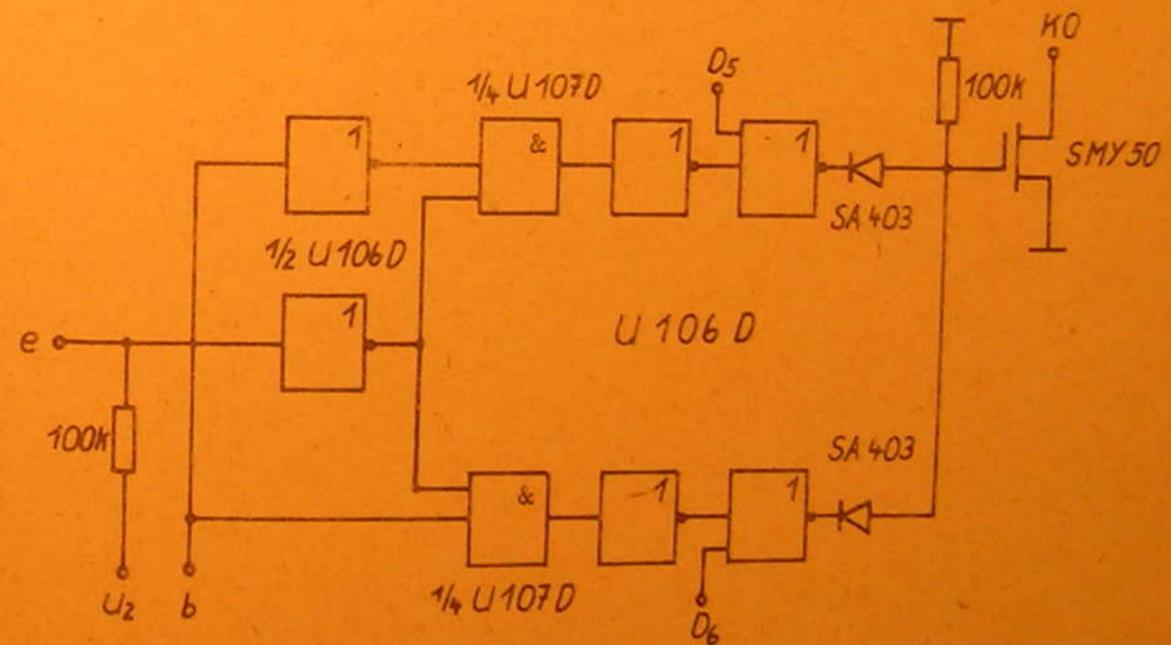


Bild 8: Vor-/Rückwärtsumschaltung mit Logikpegel

nicht während der Eingabe (wenn am Eingang e H-Potential ist) erfolgen darf und das Rückwärtszählen nur dann möglich ist, wenn im Rechner eine positive Zahl steht.