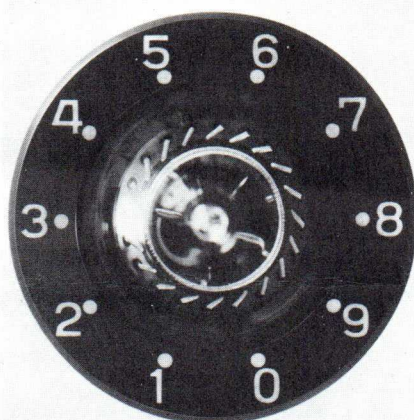




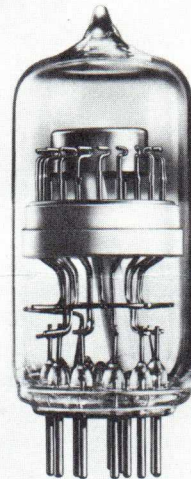
technische mitteilungen

DIE ZÄHLRÖHRE EZ 10 B IN TRANSISTORSCHALTUNGEN

ELESTA AG BAD RAGAZ ELEKTRONISCHE STEUERAPPARATE TEL. 085 9 11 55/54



EZ10B



INHALT

1. Form des Steuerimpulses
2. Zählstufen
 - 2.1 Zählstufe für maximal 100 kHz
 - 2.2 Zählstufe für maximal 10 kHz
3. Impulsformerstufe
4. Elektromechanische Zählstufe
5. Rückstellschaltung
6. Ziffernanzeigeschaltungen
 - 6.1 Anzeigeschaltung mit pnp-Transistoren
 - 6.2 Anzeigeschaltung mit npn-Transistoren
7. Elesta-Bauelemente für Zählsysteme

In der technischen Mitteilung Nr. 17 vom Februar 1961 wurde die dekadische Zählröhre EZ 10 B vorgestellt und eine Anzahl von mit Vakuumröhren bestückten Treiberstufen erläutert. Seit Herausgabe dieser Mitteilung hat die Röhre EZ 10 B die vielfältigsten Anwendungen gefunden. Dabei hat sich gezeigt, dass ein grosses Interesse für transistorisierte Zählstufen und für digitale Ziffernanzeigestufen besteht. Die vorliegende technische Mitteilung Nr. 18 behandelt aus diesem Grunde verschiedene Kreise dieser beiden Arten.

1. Form des Steuerimpulses

Zur Steuerung der Zählröhre EZ 10 B werden Impulse von mehr als 100 V Amplitude benötigt. Die Erzeugung dieser Impulse mit preiswerten Transistoren verlangt den Einsatz von Transformatoren. Es lässt sich dabei praktisch nicht vermeiden, dass die Steuerimpulse bei der Transformation gewisse Verzerrungen erleiden. Ehe auf die Schaltungen eingegangen wird, soll deshalb zuerst besprochen werden, welche Steuerimpulsformen überhaupt zulässig, bzw. erwünscht sind.

Antwort auf diese Frage geben die Diagramme Fig. 1 und Fig. 2.

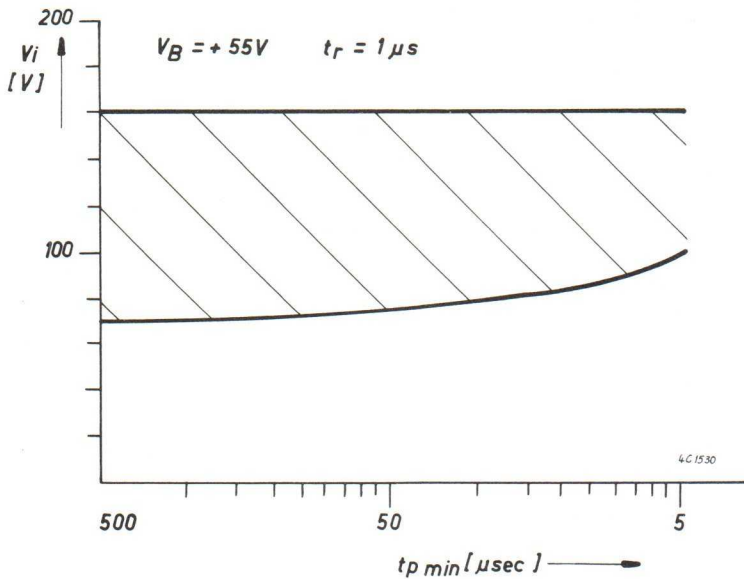


Fig. 1

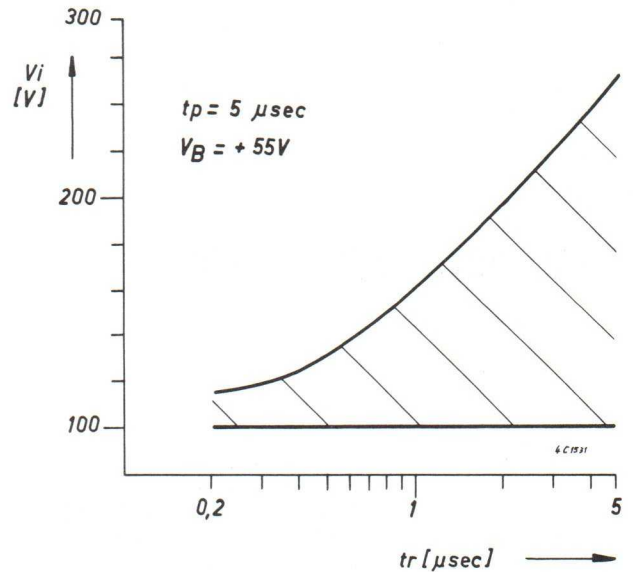


Fig. 2

In Fig. 1 ist über der minimalen Impulsdauer $t_p \text{ min}$ der zulässige Amplitudenbereich des Steuerimpulses V_i dargestellt. Das Diagramm gilt für eine Vorspannung V_B an den Hilfskatoden von + 55 V und für eine Anstiegszeit der Steuerimpulse von 1 μsec . Die eingezeichneten Grenzen des Amplitudenbereiches sind so definiert, dass bei Steuerimpulsen mit den Grenzamplituden der Anodenstrombereich, in dem die Zählröhre sicher arbeitet, noch 1,3 - 1,8 mA beträgt. Unter der "minimalen Impulsdauer" ist die kürzeste Impulslänge zu verstehen, die in der betreffenden Zählerschaltung überhaupt auftreten kann. Die kürzeste zwischen zwei Impulsen auftretende Pause soll dabei ebenfalls nicht kleiner als die kürzeste Impulsdauer sein.

Das Diagramm Fig. 2 macht den Einfluss der Anstiegszeit t_r der Steuerimpulse auf die Funktion der Röhre deutlich. Ueber der Anstiegszeit ist wiederum der oben definierte Amplitudenbereich aufgetragen. Das Diagramm gilt für Impulsdauern bis herab zu 5 μsec und für eine Vorspannung V_B von + 55 V an den Hilfskatoden. Es zeigt sich deutlich, dass die Anstiegszeit nicht zu klein gewählt werden darf.

Sollen Steuerimpulse bis herab zu 5 μsec Dauer - also Zählfrequenzen bis maximal 100 kHz - verarbeitet werden, so wird die Anstiegszeit am besten mit 1 μsec bemessen. Mit grösseren Anstiegszeiten ist keine Verbesserung mehr erreichbar, da die 5 μsec -Impulse dann zu stark von der gewünschten Rechteckform abweichen und eine Dreieckform annehmen würden. Diese Form ist aber von Nachteil, da derartige Impulse trotz der richtigen Amplitude eine zu geringe Leistung aufweisen.

2. Zählstufen

Es hat sich als am zweckmässigsten erwiesen, die Treiberstufen für die Zählröhre als Sperrschwinger auszubilden. Auf diese Weise kann mit nur einem Transistor gearbeitet werden, und der Ruhestrom der Zähldekaden wird ausserordentlich gering.

2.1 Zählstufe für maximal 100 kHz

Fig. 3 zeigt die Schaltung einer für maximal 100 kHz geeigneten Zählstufe. Dieser Kreis ist als Anfangsstufe eines mehrstufigen Zählers gedacht. Zur Aussteuerung sind negative Impulse von ca. 10 V Amplitude erforderlich. Ihre Dauer soll nicht kleiner als 3 μsec sein, und ihre Anstiegszeit soll maximal 1 μsec betragen.

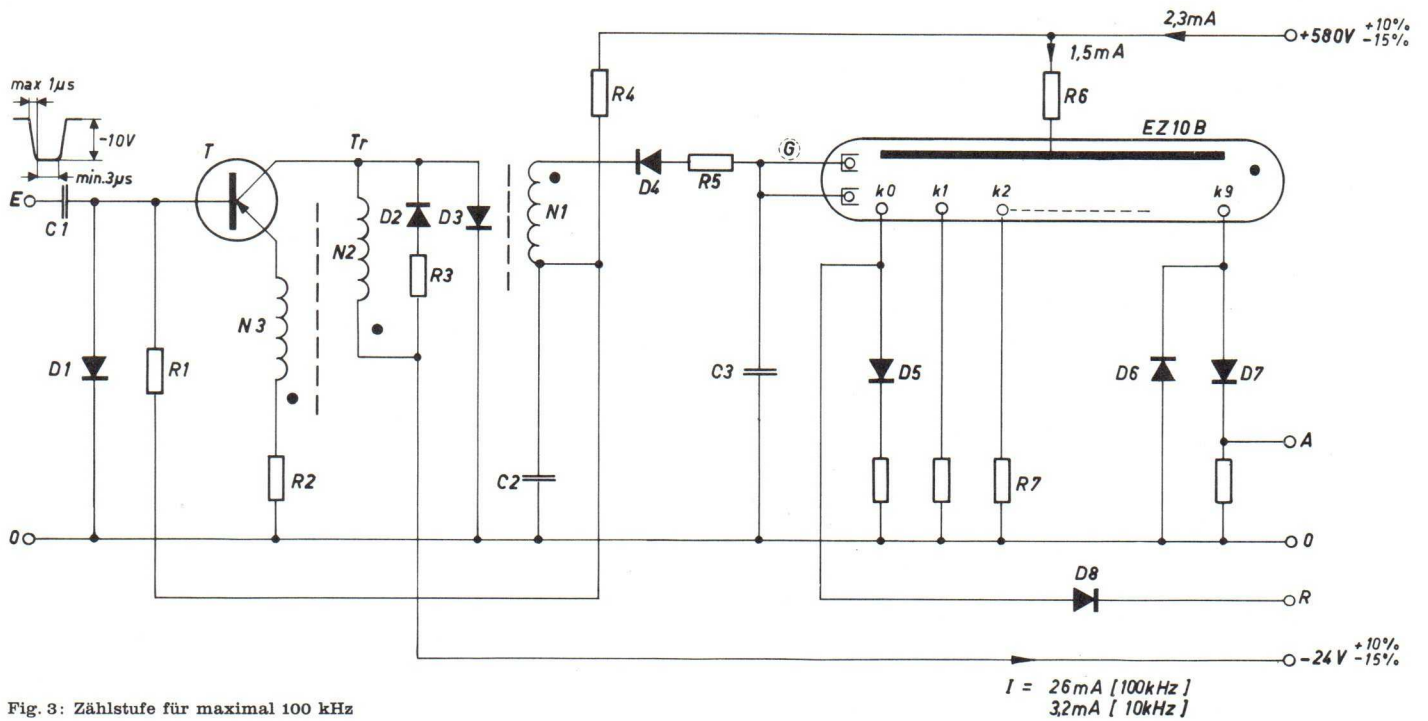


Fig. 3: Zählstufe für maximal 100 kHz

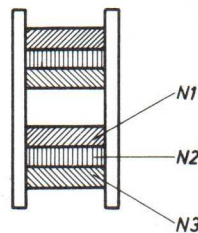
- $R_1 = 39 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_2 = 82 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_3 = 1,2 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_4 = 680 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_5 = 10 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_6 = 180 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}, 5 \%$
- $R_7 = 6,8 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$

- $C_1 = 1000 \text{ pF}$
- $C_2 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$
- $C_3 = 22 \text{ pF}$

- $D_1 = \text{OA } 202$
- $D_2 = \text{OA } 81$
- $D_3 = \text{OA } 5$
- $D_4 - D_8 = \text{OA } 81$
oder äquivalent

$T = 2 \text{ N } 1377$
(Texas Instruments)
oder äquivalent

Tr = Transformator
Philips (Valvo) S14/8
Material 3B2
ohne Luftspalt
ohne Abgleichstift



- $N_1 \quad 400 \text{ Wdg.} \quad 0,065 \text{ CuL}$
- $N_2 \quad 60 \text{ Wdg.} \quad 0,1 \text{ CuL}$
- $N_3 \quad 15 \text{ Wdg.} \quad 0,1 \text{ CuL}$

Der Transistor T ist als Sperrschwinger geschaltet. Die Dioden D1 und D3 verhindern das Auftreten von zu hohen positiven Spannungen an Basis und Kollektor. Mit D2 und R3 wird die freie Schwingung des Transformators am Ende des Impulses bedämpft. Diese Wirkung wird ausserdem durch D4 unterstützt. R5 und C3 korrigieren die Impulsform auf den in 1. besprochenen Verlauf. In den beiden Oszillogrammen Fig. 4 und Fig. 5 ist die an G gemessene Impulsform dargestellt.

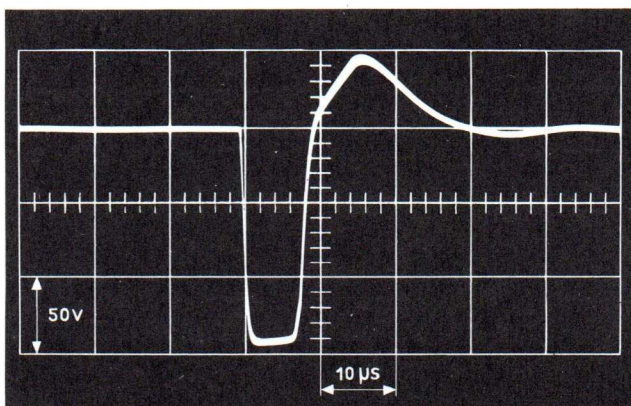


Fig. 4 $f = 10 \text{ kHz}$

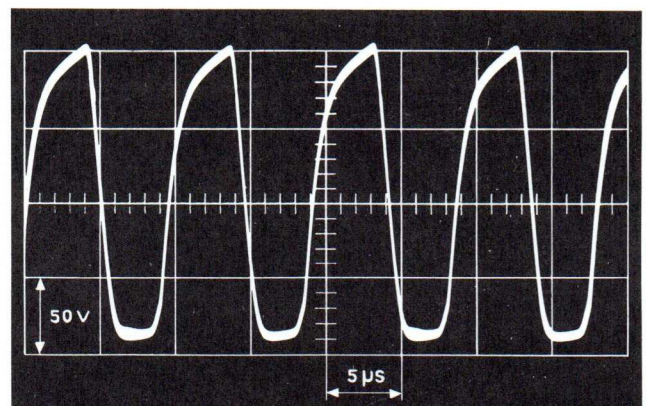


Fig. 5 $f = 100 \text{ kHz}$

Der Katodenkreis der EZ 10 B enthält Schaltelemente für die Rückstellung auf die Katode 0 und für die Ankopplung einer nachfolgenden Zähldekade. Ueber D8 wird der negative Rückstellimpuls zu K0 geführt. D8 dient dabei der Entkopplung verschiedener an die Rückstellung angeschlossener Zählstufen, während D5 einen hinreichend hohen Arbeitswiderstand für den Impuls erzeugt und ev. an R7 angeschlossene Ziffernanzeigestufen vor dem hohen negativen Rückstellimpuls schützen soll. Mit den Dioden D6 und D7 wird der Ausgangsimpuls von negativen Störungsimpulsen gesäubert, die über die inneren Kapazitäten der Zählröhre von der Treiberstufe zum Ausgang gelangen.

Die beschriebene Zählstufe arbeitet einwandfrei bei Speisespannungsschwankungen von + 10 / - 15 %. Voraussetzung dafür ist, dass beide Speisespannungen die gleichen prozentualen Schwankungen aufweisen. Umgebungstemperaturen von 0° C bis + 45° C sind zulässig.

2.2 Zählstufe für maximal 10 kHz

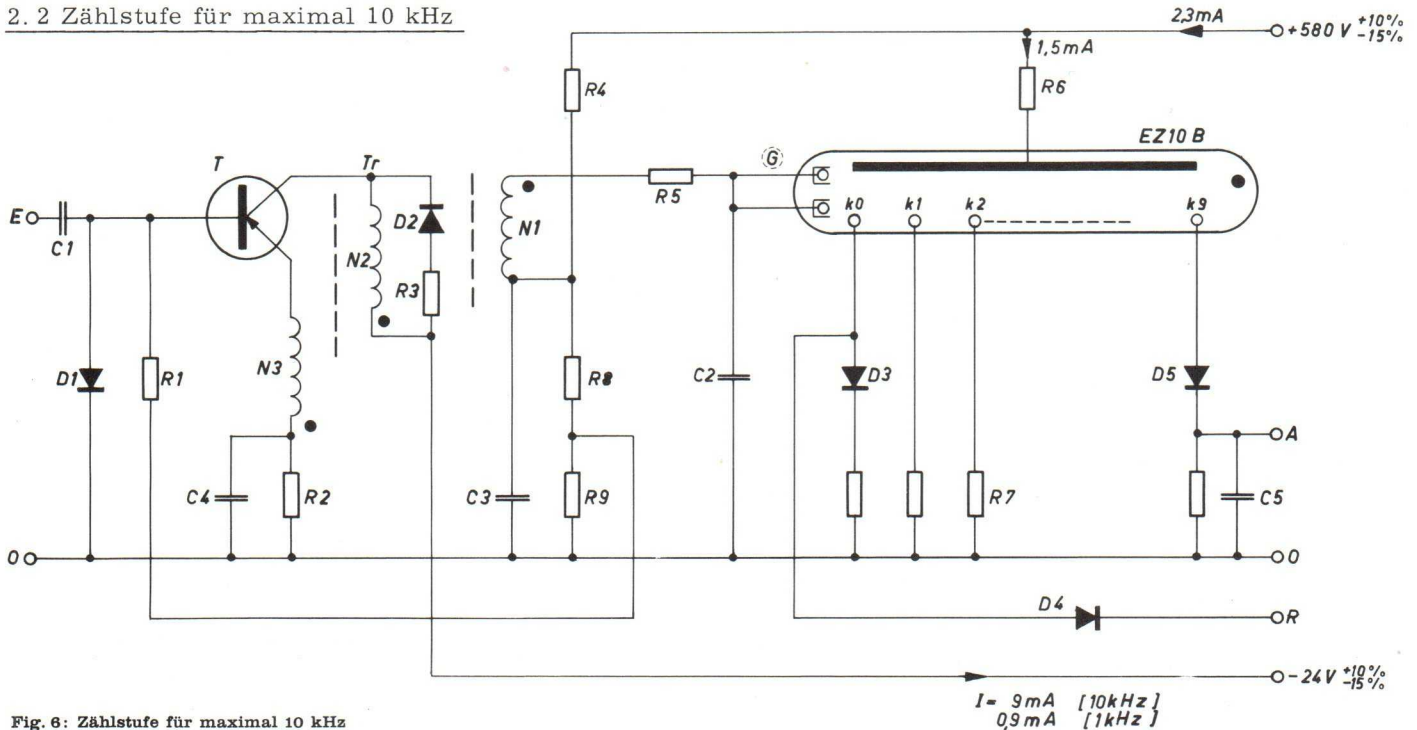
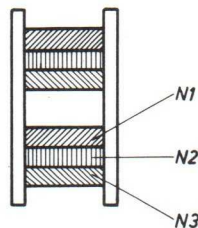


Fig. 6: Zählstufe für maximal 10 kHz

$R_1 = 100 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$	$C_1 = 560 \text{ pF}$	$D_1 - D_5 = \text{OA81}$
$R_2 = 100 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$	$C_2 = 220 \text{ pF}$	(Philips, Valvo)
$R_3 = 270 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$	$C_3 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$	oder äquivalent
$R_4 = 680 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}, 10 \%$	$C_4 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$	
$R_5 = 12 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$	$C_5 = 150 \text{ pF}$	
$R_6 = 180 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}, 5 \%$		
$R_7 = 6,8 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$		
$R_8 = 22 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$		
$R_9 = 18 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$		

Tr = Transformator
Philips (Valvo) S18/12
Material 3B2
Luftspalt 0,16 mm
ohne Abgleichstift



N_1	1200 Wdg.	0,065 CuL
N_2	200 Wdg.	0,1 CuL
N_3	70 Wdg.	0,1 CuL

Für niedrigere Frequenzen und als nachfolgende Stufe nach der Schaltung Fig.3 ist der Zählkreis nach Fig.6 geeignet. Dieser ist bis 10 kHz brauchbar. Er ist dem 100 kHz-Kreis weitgehend ähnlich; da die Impulsdauer aber klein gegen den Impulsabstand ist, gestaltet sich die Dämpfung des Transformators einfacher. Durch kapazitive Ueberbrückung des Emitterwiderstandes R2 ist ausserdem die Ansprechempfindlichkeit so weit erhöht, dass die Stufe von Ausgangsimpulsen einer vorangehenden Dekade sicher angesteuert wird.

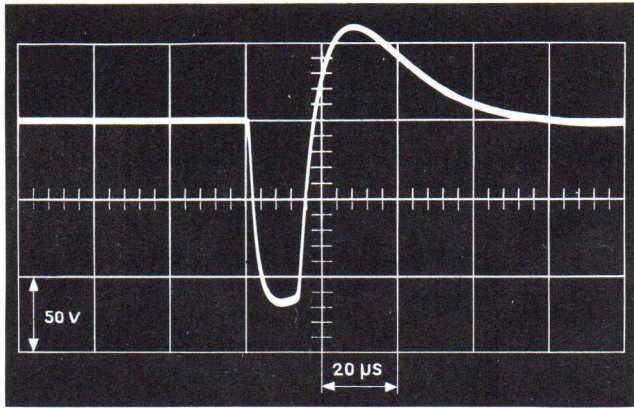


Fig. 7 $f = 1 \text{ kHz}$

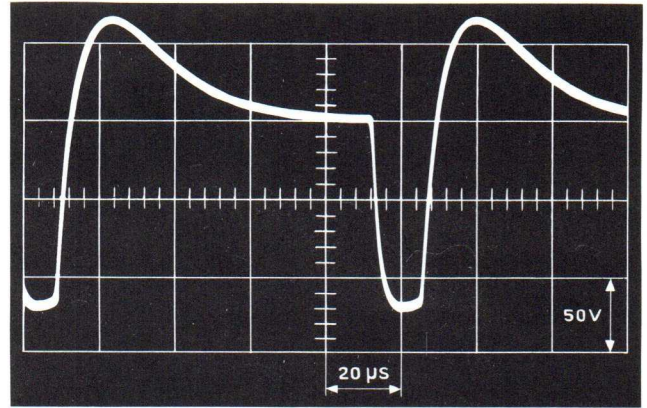
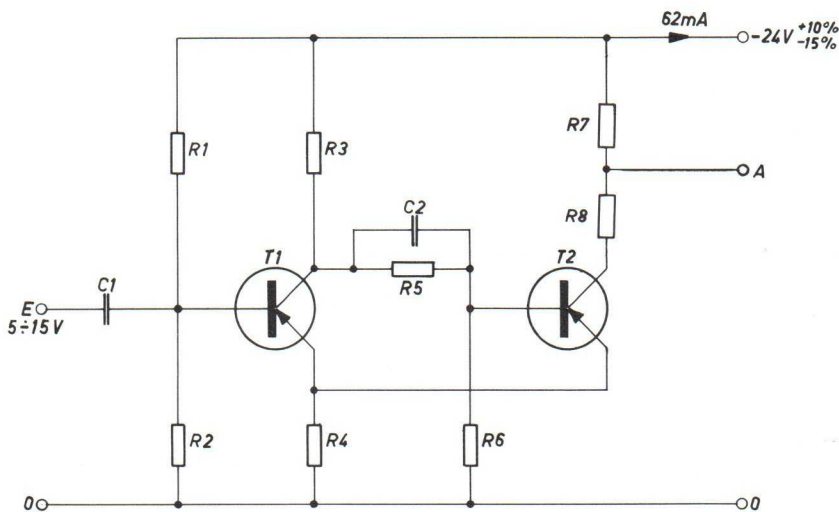


Fig. 8 $f = 10 \text{ kHz}$

In Fig. 7 und Fig. 8 sind wieder die an den Hilfskatoden auftretenden Impulsformen gezeigt. Ueber Spannungsschwankungen und Umgebungstemperatur gilt gleiches wie für die Schaltung nach Fig. 3.

3. Impulsformerstufe



R_1	=	15	$\text{k}\Omega$,	1/2 W,	10 %
R_2	=	1,5	$\text{k}\Omega$,	1/2 W,	10 %
R_3	=	560	Ω ,	1 W,	10 %
R_4	=	100	Ω ,	1/2 W,	10 %
R_5	=	180	Ω ,	1/2 W,	10 %
R_6	=	150	Ω ,	1/2 W,	10 %
R_7	=	390	Ω ,	1/2 W,	10 %
R_8	=	180	Ω ,	1/2 W,	10 %

C_1	=	1	μF
C_2	=	1000	pF

T1 / T2 = 2 N 1305
(Texas Instruments) oder äquivalent

Fig. 9: Impulsformerstufe

Die beiden bisher besprochenen Zählstufen verlangen zur Aussteuerung Impulse mit steilen Flanken. In vielen Anwendungsfällen sind solche Impulse nicht verfügbar, sodass dem Zähler eine Impulsformerstufe vorgeschaltet werden muss. Fig. 9 zeigt einen hierfür geeigneten Kreis. Er ist als Schmitt-Trigger ausgeführt und setzt beliebig geformte Eingangsspannungen in Rechteckimpulse um. Seine Ausgangsspannung beträgt 14 V, sodass sowohl die 10 kHz-Stufe als auch die 100 kHz-Stufe von ihm gesteuert werden können.

Die negativ gerichteten Eingangssignale sollen eine Amplitude von 5 - 15 V aufweisen. Mit dem Kondensator C1 beträgt die zulässige untere Grenzfrequenz ca. 5 - 10 Hz. Sollen noch langsamere Spannungsänderungen verarbeitet werden, so kann C1 entfallen, und die Stufe kann mit Gleichstromkoppelung betrieben werden.

Auch für diese Stufe sind Speisespannungsschwankungen von + 10 / - 15 % und Temperaturschwankungen von 0° C bis 45° C zulässig.

4. Elektromechanische Zählstufe

Zur Erweiterung der Kapazität eines Zählers empfiehlt es sich, der langsamsten Dekade ein mehrstelliges elektromechanisches Zählwerk nachzuschalten. Eine hierfür geeignete Schaltung ist in Fig. 10 wiedergegeben.

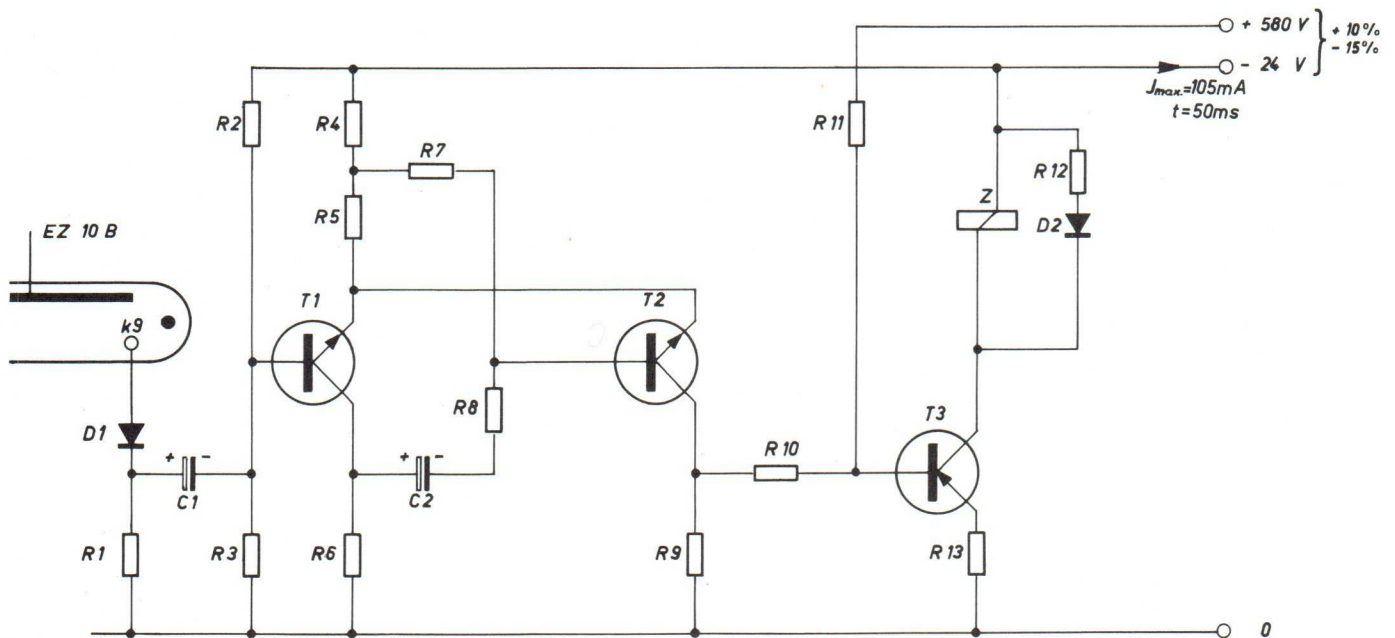


Fig. 10: Elektromechanische Zählstufe

$R_1 = 6,8 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}$	$R_9 = 5,6 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}$	$D_1 = \text{OA } 81 \text{ (Philips, Valvo)}$
$R_2 = 18 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}$	$R_{10} = 470 \text{ }\Omega, 1 \text{ W}$	$T_1 = 2 \text{ N } 1302 \text{ (Texas Instruments)}$
$R_3 = 22 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}$	$R_{11} = 2,7 \text{ M}\Omega, 1 \text{ W}$	$T_2 = 2 \text{ N } 1302 \text{ (Texas Instruments)}$
$R_4 = 180 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}$	$R_{12} = 39 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}$	$T_3 = \text{OC } 26 \text{ (Philips, Valvo)}$
$R_5 = 39 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}$	$R_{13} = 1 \text{ }\Omega, 1 \text{ W}$	oder äquivalente Typen
$R_6 = 470 \text{ }\Omega, 1 \text{ W}$		Z Elektromechanischer Zähler
$R_7 = 4,7 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}$	$C_1 = 5 \text{ }\mu\text{F}, 25 \text{ V}$	für 24 V = (I max. = 0,5 A)
$R_8 = 8,2 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}$	$C_2 = 5 \text{ }\mu\text{F}, 25 \text{ V}$	z.B. Sodeco TCeZ6E, 24 V =, 350 Ω

Sämtliche Widerstände 10 %

Als Treiber für das Zählwerk wird ein monostabiler Multivibrator, gefolgt von einem Leistungstransistor, verwendet, der von Katode 9 der vorangehenden Zählröhre gesteuert wird. Die Stufe ist in der Lage, maximal 2 Impulse pro Sekunde zu zählen, und sie weist die gleichen zulässigen Spannungs- und Temperaturschwankungen wie alle bisher besprochenen Kreise auf.

5. Rückstellschaltung

Zur Rückstellung der Zählröhren in den Stufen nach Fig. 3 und Fig. 6 auf die Katoden 0 sind negative Impulse von ca. 80 V Amplitude erforderlich. Ihre Dauer soll mindestens 100 μsec betragen. Der Rückstellimpuls soll lang gegenüber den Steuerimpulsen der Zählröhren sein, damit eine eventuelle Auslösung der Sperrschwinger durch den Rückstellimpuls ohne Wirkung auf die Zählröhren bleibt. Ausserdem sollen die Flanken des Rückstellimpulses Anstiegszeiten von mehr als 10 μsec aufweisen, um kapazitive Einstreuungen auf die empfindlichen Sperrschwinger zu verringern. Speziell die Hinterflanke sollte möglichst weich verlaufen.

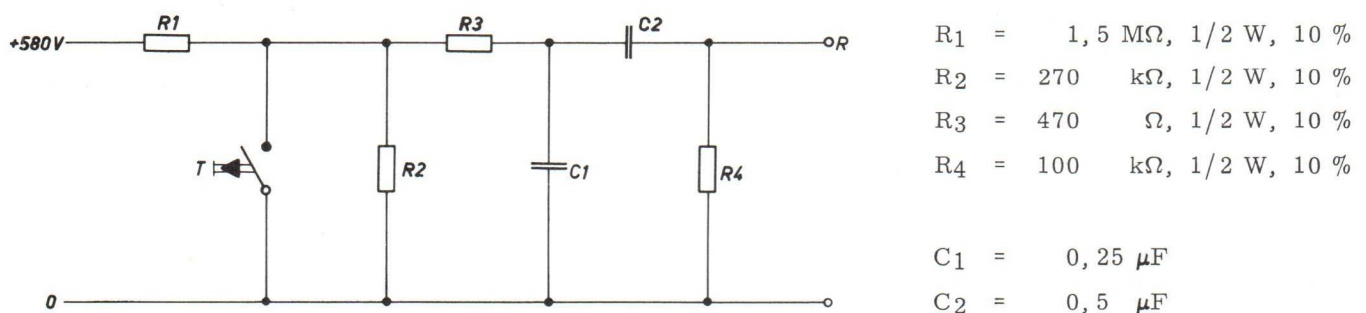


Fig. 11: Rückstellschaltung

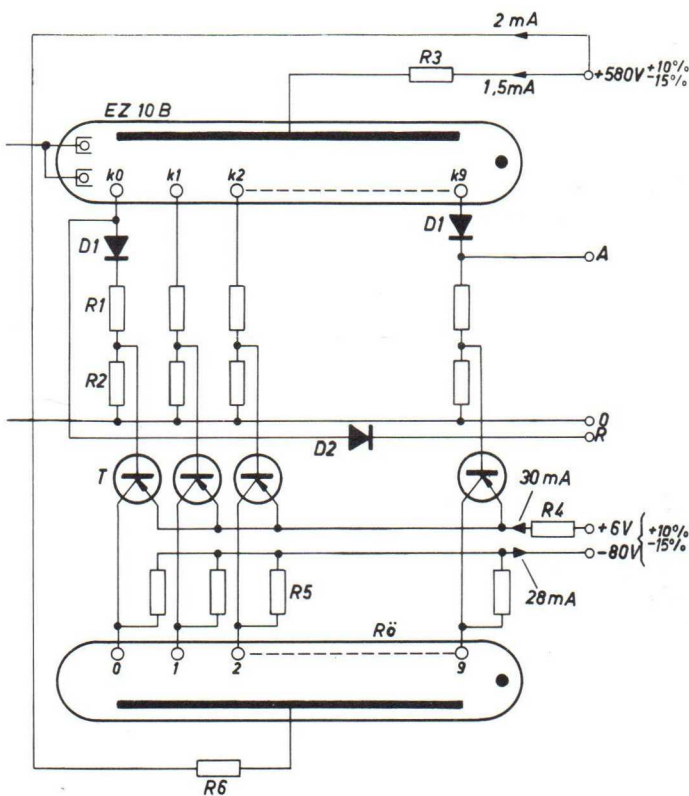
Eine einfache Schaltung zur Erzeugung eines geeigneten Impulses ist in Fig. 11 dargestellt. Wird die Taste T geschlossen, so entlädt sich C2, und an R4 entsteht der gewünschte Impuls. R3 und C1 dienen zur Unterdrückung von Kontaktprellungen.

6. Ziffernanzeigeschaltungen

Als zweckmässigste Elemente für eine Anzeige des Zählerstandes haben sich gasgefüllte Ziffernanzeigeröhren erwiesen. Da sie jedoch Steuerspannungen von etwa 40 - 60 V benötigen, müssen zwischen Zählröhre und Anzeigeröhre Transistoren geschaltet werden.

6.1 Anzeigeschaltung mit pnp-Transistoren

Am preiswertesten lässt sich eine Anzeigestufe mit pnp-Transistoren aufbauen. Allerdings ist ihr Stromverbrauch verhältnismässig hoch. Fig. 12 gibt ein Beispiel für eine derartige Schaltung. Sie kann an die Zählstufen nach Fig. 3 und Fig. 6 angeschlossen werden. Es brauchen dazu lediglich die Katodenwiderstände der Zählröhren in der angegebenen Weise unterteilt zu werden.



- R1 = 5,6 k Ω , 1/2 W, 10 %
- R2 = 1,2 k Ω , 1/2 W, 10 %
- R3 = 180 k Ω , 2 W, 5 %
- R4 = 180 Ω , 1/2 W, 10 %
- R5 = 27 k Ω , 1/2 W, 10 %
- R6 = 270 k Ω , 2 W, 5 %

D1, D2 = OA 81 (Philips, Valvo)

T = OC 77 (Philips, Valvo)
oder äquivalent

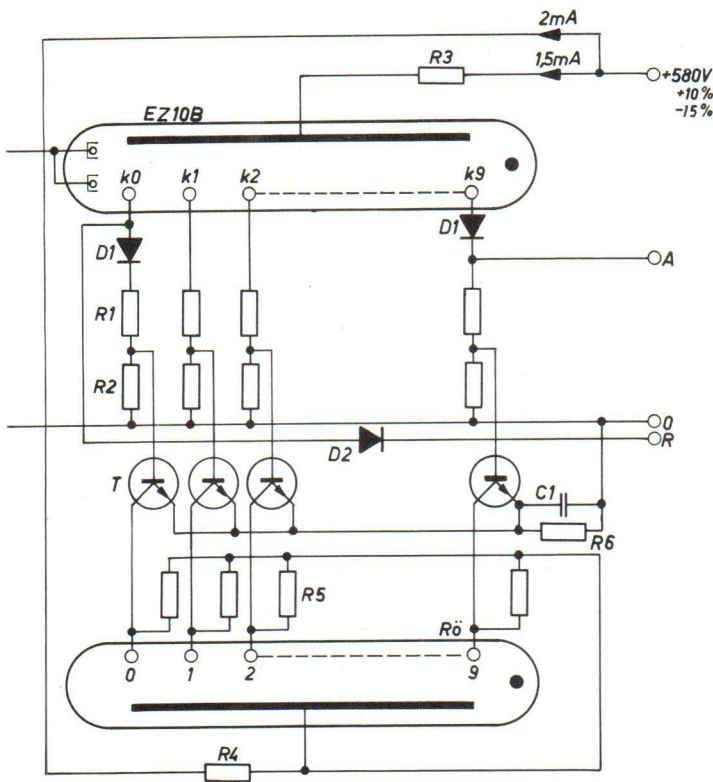
Rö = Z 520 M (Philips, Valvo)
oder äquivalent

Fig. 12: Anzeigeschaltung mit pnp-Transistoren

Im Normalzustand leiten die Transistoren T, und die an ihren Kollektoren angeschlossenen Katoden der Ziffernanzeigeröhre befinden sich annähernd auf Nullpotential. Nur der an die gerade brennende Zählröhrenkatode angeschlossene Transistor ist gesperrt. Die ihm zugeordnete Katode der Anzeigeröhre ist daher über R5 mit - 80 V verbunden und leuchtet auf.

6.2 Anzeigeschaltung mit npn-Transistoren

Ein geringerer Stromverbrauch lässt sich durch Verwendung von npn-Transistoren nach Fig. 13 erreichen. Durch die Katodenspannungen der Zählröhren werden diese geöffnet und schalten die angeschlossenen Katoden der Ziffernanzeigeröhre ein.



- $R_1 = 5,1 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_3 = 180 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}, 5 \%$
- $R_4 = 220 \text{ k}\Omega, 2 \text{ W}, 5 \%$
- $R_5 = 1,5 \text{ M}\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$
- $R_6 = 270 \text{ }\Omega, 1/2 \text{ W}, 10 \%$

$C_1 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$

T = TI 496 (Texas Instruments) oder äquivalent

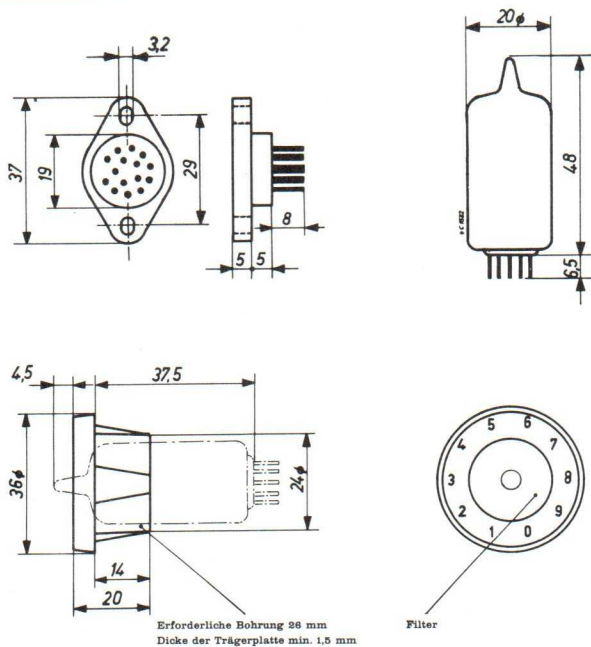
D1, D2 = OA 81 (Philips, Valvo) oder äquivalent

R6 = Z 520 M (Philips, Valvo) oder äquivalent

Fig. 13: Anzeigeschaltung mit npn-Transistoren

Beide Anzeigeschaltungen nach Fig. 12 und Fig. 13 arbeiten bei Speisespannungsschwankungen von + 10 / - 15 % einwandfrei. Die Umgebungstemperatur darf zwischen 0° C und + 45° C variieren.

7. Elesta-Bauelemente für Zählsysteme



15-Stift-Miniaturfassung ZB 13 und Abmessungen der EZ 10 B

Ziffernring ZB 23 mit zirkular polarisiertem Filter zur reflexionsfreien Ablesung der Röhren EZ 10 B

Fig. 14

Für weitere technische Angaben vgl. auch TM 17. Unser Applikationslabor ist Ihnen bei Neuentwicklungen gerne jederzeit behilflich.

Die wärmetechnischen Apparate haben im Rahmen unseres Fabrikationsprogramms eine derartige Bedeutung erlangt, dass seit Februar 1962 ein eigenes Mitteilungsblatt "Elesta Wärme- und Klimatechnik" erscheint. Auf Wunsch stellen wir dieses Mitteilungsblatt gerne auch den Empfängern der "Technischen Mitteilungen" zu.