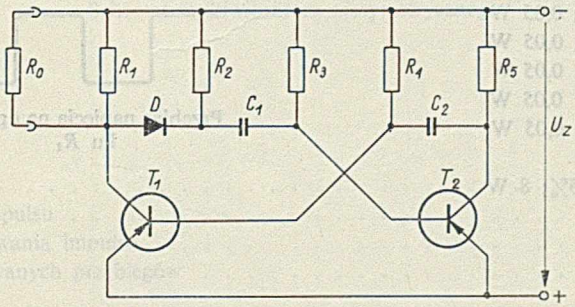
8. ZASTOSOWANIE ELEMENTÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

MULTIWIBRATOR ASTABILNY

Jest to multiwibrator o kształcie napięcia wyjściowego najbardziej zbliżonym do prostokątnego. Czasy narastania i opadania impulsu nie przekraczają 1 μs. Kształt napięcia jest niezależny od wartości współczynnika wzmocnienia prądowego h_{21e}. Można zaprojektować układ z tranzystorami o $h_{21e} \geqslant 6$.



Schemat multiwibratora astabilnego o przebiegu prostokątnym

Dane techniczne

Napięcie zasilające	$U_Z = (4—7{,}5)$ V
Moc wydzielana w obciążeniu	$P_{wy} < 8$ mW
Czas narastania impulsu (od 0,1 do 0,9 amplitudy)	$t_r < 0{,}5$ μs
Czas opadania impulsu (od 0,9 do 0,1 amplitudy)	$t_f < 1$ μs
Zmiana częstotliwości	
— przy zmianie napięcia zasilającego od 4 do 7,5 V	$\frac{f_4 - f_{7,5}}{7{,}5} < 5\%$
— przy zmianie temperatury otoczenia od 25 do 50°C	$\frac{f_{25} - f_{50}}{f_{25}} < 10\%$
— przy zmianie rezystancji obciążenia $R_o = 3$ kΩ i $R_o = \infty$	$\frac{f_3 - f_\infty}{f_\infty} < 1\%$

Amplituda generowanych przebiegów o kształcie prostokątnym . . . . . $U_{2m} \simeq U_z$

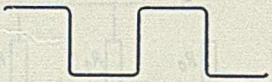
Zmiana amplitudy przy rezystancji obciążenia $R_o = 3$ kΩ i $R_o = \infty$. . . . . $\frac{U_3 - U_\infty}{U_3} \leqslant 1\%$

Zakres częstotliwości . . . . . $f \leqslant 50$ kHz

Częstotliwość ($R_3 = R_4 = R$; $C_1 = C_2 = C$) . . . . . $f = \frac{1}{1{,}4 \cdot R \cdot C}$

Wykaz elementów

$R_1 = 4{,}7$ kΩ±10%; 0,05 W
$R_2 = 2{,}2$ kΩ±10%; 0,05 W
$R_3 = 33$ kΩ±5%; 0,05 W
$R_4 = 33$ kΩ±5%; 0,05 W
$R_5 = 2{,}2$ kΩ±10%; 0,05 W
$R_o \geqslant 3$ kΩ
C_1, $C_2 \geqslant 400$ pF±5%; 8 W
T_1, T_1—TG2*
D —DOG53



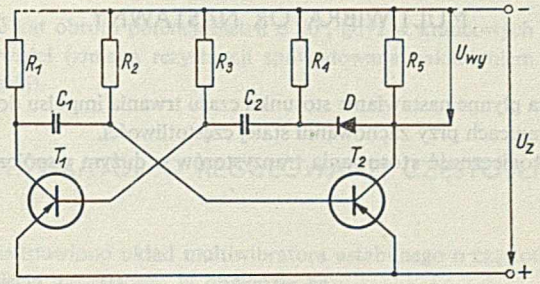
Przebieg napięcia na oporniku R_1

MULTIWIBRATOR NIESYMETRYCZNY

Jest to generator impulsów prostokątnych. Na przykładzie pokazano możliwości realizacji przebiegów o czasie trwania przerwy (t_2) 2, 5, 10 razy dłuższym od czasu trwania impulsu (t_1). Można zrealizować układ o czasie trwania impulsu (t_1) 2, 5, 10 razy dłuższym od czasu trwania przerwy, wykorzystując napięcie z kolektora tranzystora T_1.

Zmieniając odpowiednio wartości można uzyskać żądany stosunek $\frac{t_2}{t_1}$. Można uzyskać przebiegi o $\frac{t_2}{t_1} > 10$, jednak w tym przypadku układ jest niepewny i stosunek ten jest zależny od temperatury.

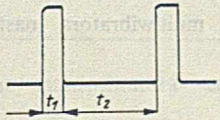
* Można także zastosować tranzystory ASY34 — ASY37. Uzyska się wtedy krótsze czasy narastania i opadania oraz mniejszy wpływ zmian temperatury. Ze względu na większe wartości h_{21E} tranzystorów ASY może zaistnieć konieczność zwiększenia wartości rezystorów w obwodach baz (R_3 i R_4).
Uwaga ta odnosi się do wszystkich układów impulsowych.



Schemat multiwibratora niesymetrycznego

Dane techniczne

Napięcie zasilające . . . . . $U_z = 6$ V
Czas narastania impulsu . . . . . $t_r \leqslant 1$ µs
Najkrótszy czas trwania impulsu . . . . . $t_1 = 0{,}1$ ms
Amplituda generowanych przebiegów . . . . . $U_{2m} \simeq U_z$



Przebieg napięcia na oporniku R_5

Wykaz elementów

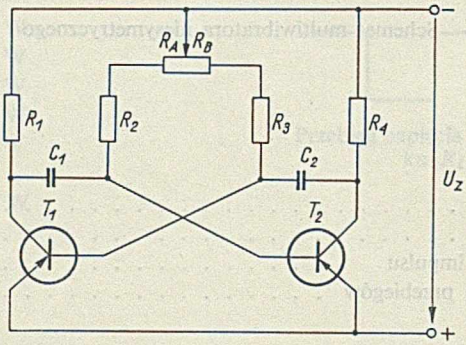
t_2/t_1	2	5	10	Uwagi
R_1	470 Ω	470 Ω	470 Ω	±5%; 0,1 W
R_2	3,3 kΩ	8,2 kΩ	18 kΩ	±5%; 0,05 W
R_3	3,3 kΩ	3,3 kΩ	3,3 kΩ	±5%; 0,05 W
R_4	220 Ω	560 Ω	1,2 kΩ	±5%; 0,25 W
$R_o = R_5$	220 Ω	560 Ω	1,2 kΩ	±5%; 0,25 W
C_1/C_2	2	2	2	

$C_1 > 50$ nF±5%; 8 V
D—DOG53
T_1, T_2—TG2

MULTIWIBRATOR NASTAWNY

Układ ten umożliwia płynne nastawianie stosunku czasu trwania impulsu do czasu trwania przerwy w dość szerokich granicach przy zachowaniu stałej częstotliwości.

Wadą układu jest konieczność stosowania tranzystorów o dużym współczynniku wzmocnienia prądowego h_{21e}.



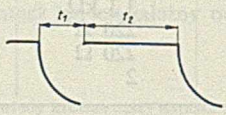
Schemat multiwibratora nastawnego

Dane techniczne

Zakres regulacji	$\frac{t_1}{t_2} = 0{,}25-4$
Napięcie zasilające	$U_z = 6 \pm 1$ V
Największa częstotliwość	$f = 50$ kHz
Czas trwania przerwy	$t_1 = 0{,}7 \cdot (R_2 + R_A) \cdot C_1$
Czas trwania impulsu	$t_2 = 0{,}7 \cdot (R_3 + R_B) \cdot C_2$

Wykaz elementów

$R_1 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_2 = 15$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_3 = 15$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_4 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$P_1 = 47$ kΩ typ A; 0,5 W
$C_1, C_2 \geqslant 1$ nF; 8 W
T_1, T_2—TG3A lub ASY37

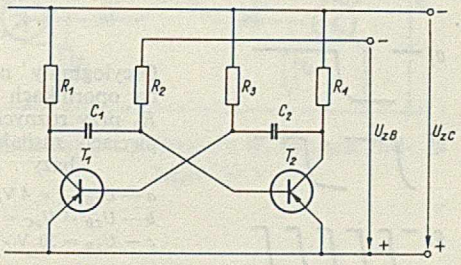


Przebieg napięcia na oporniku R_4 ($R_B > R_A$)

Należy ograniczyć kąt obrotu potencjometru o 20°, gdyż w krańcowych położeniach występuje 20% wzrost częstotliwości (zmiana rezystancji spowodowana nakładaniem warstwy oporowej na metalizowane końcówki).

MULTIWIBRATOR O REGULOWANEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Na schemacie przedstawiono układ multiwibratora astabilnego o częstotliwości regulowanej za pomocą zmiany napięcia zasilającego w obwodzie baz.



Schemat multiwibratora astabilnego

Dane techniczne

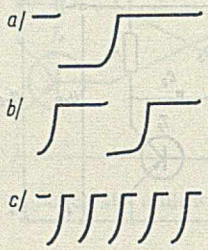
Napięcie zasilające	$U_{zC} = 9$ V $\pm 10\%$
Napięcie zasilające bazy	$U_{zB} = U_{zC}$ (0,5–4)
Czas opadania impulsu (od 0,9 do 0,1 amplitudy)	$t_f \leqslant 1$ µs
Amplituda generowanych przebiegów	$U_{2m} = U_z$
Zakres częstotliwości	$f \leqslant 50$ kHz
Częstotliwość ($R_2 = R_3 = R_B$; $C_1 = C_2 = C$)	$\frac{1}{f} = R_B \cdot C \cdot \ln \frac{U_{zB} + U_{zC}}{U_{zB} + 0{,}2}$
Zakres regulacji częstotliwości	$\frac{f_{(U_{zB})}}{f_{(U_{zB} = U_{zC})}} = 0{,}6 - 2{,}5$

Przy $U_{zB\,min}$ występuje znaczny wpływ zmian napięcia zasilającego i zmian temperatury otoczenia na częstotliwość.

Charakterystyczną cechą układu jest możliwość zastosowania w obwodzie baz napięć zasilających przewyższających U_{CBmax}, gdyż napięcie to nie występuje bezpośrednio między elektrodami.

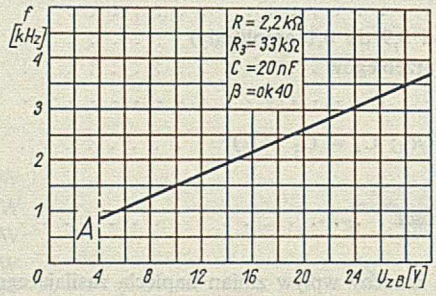
Wykaz elementów

$R_1 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,25 W
$R_2 = 33$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_3 = 33$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_4 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$C_1 = C_2 = 5$ nF—5 μF; 8 V
T_1, T_2—TG3A lub ASY37



Oscylogramy napięć na opornikach R_1 i R_5 przy różnych napięciach zasilających bazy

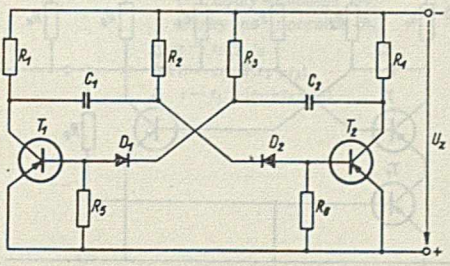
a — $U_{zBmin} = 4$ V,
b — $U_{zB} = U_{zC} = 9$ V,
c — $U_{zB} = 30$ V



Wykres zależności częstotliwości od napięcia zasilającego bazę
A — przebieg odkształcony

MULTIWIBRATOR NA NAPIĘCIE ZASILAJĄCE 30 V

Układ multiwibratora astabilnego na tranzystorach TG5 jest przystosowany do zasilania ze źródła o napięciu 30 V. Moc układu (R_1 lub R_4) jest jednocześnie bardzo duża, gdyż 12-krotnie przewyższa dopuszczalną moc strat tranzystorów użytych w układzie. Jeżeli w układzie zastosuje się diody krzemowe (D_1, D_2), układ charakteryzuje się dużą stałością częstotliwości przy zmianach temperatury.



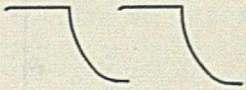
Schemat multiwibratora na napięcie zasilające 30 V

Dane techniczne

Napięcie zasilające	$U_z = 30$ V
Moc wydzielona w obciążeniu	$P_{wy} \leqslant 600$ mW
Czas opadania impulsu (od 0,9 do 0,1 amplitudy)	$t_f \leqslant 2$ μs
Zmiana częstotliwości przy zmianie napięcia zasilającego od 20 do 30 V	$\frac{f_{20}-f_{30}}{f_{30}} \leqslant 2\%$
Amplituda generowanych przebiegów	$U_{2m} = U_z$
Zakres częstotliwości	$f = 50-5000$ Hz

Wykaz elementów

$R_1 = 1{,}5$ kΩ ±5%; 1 W
$R_2 = 18$ kΩ ±5%; 0,1 W
$R_3 = 18$ kΩ ±5%; 0,1 W
$R_4 = 1{,}5$ kΩ ±5%; 1 W
$R_5 = 1$ kΩ ±20%; 0,1 W
$R_6 = 1$ kΩ ±20%; 0,1 W
C_1, $C_2 = 8000$ pF—0,8 μF ±5%; 40 V
T_1, T_2—TG5
D_1, D_2—DOG58

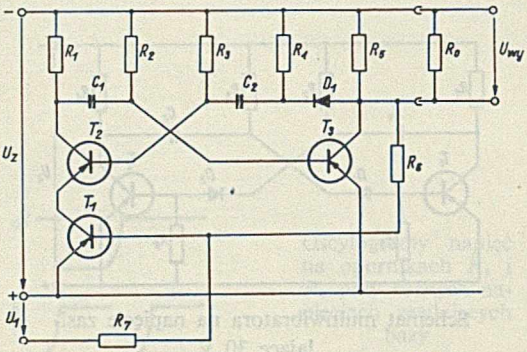


Przebieg napięcia na opornikach R_1 i R_4

MULTIWIBRATOR ASTABILNY Z BRAMKĄ

Układ generuje ciąg impulsów o liczbie zależnej od długości impulsu sterującego. Szczególną cechą układu jest to, że czas trwania ostatniego impulsu jest identyczny jak poprzednich, niezależnie od momentu zakończenia impulsu sterującego.

Układ może być zastosowany np. jako generator znaku kropki do półautomatycznego nadawania znaków Morse'a.



Schemat multiwibratora astabilnego z bramką

Dane techniczne

Napięcie zasilające . . . . . $U_z = 10$ V $\pm 20\%$
Amplituda impulsów sterujących . . . . . $U_1 = (4—20)$ V
Minimalny czas trwania impulsu sterującego powodujący wyzwolenie pierwszego impulsu . . . . . $t_o = 10$ µs
Czas trwania impulsu sterującego . . . . . $t_1 > t_0$
Amplituda generowanych impulsów . . . . . $U_{2m} = U_z$
Czas trwania pojedynczego impulsu wyjściowego . . . . . $t_2 = 0{,}7 \cdot R_2 \cdot C_1$
Czas trwania przerwy między impulsami . . . . . $t_3 = 0{,}7 \cdot R_3 \cdot C_2$
Liczba generowanych impulsów:

$$n = 1 \quad \text{dla} \quad 0 < \frac{t_1 - t_0}{t_2 + t_3} < 1$$

$$n = 2 \quad \text{dla} \quad 1 < \frac{t_1 - t_0}{t_2 + t_3} < 2 \text{ itd.}$$

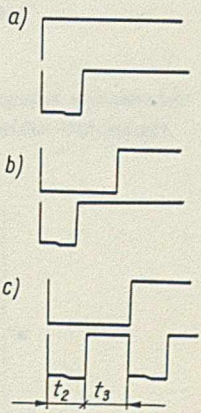
Minimalny czas podawania dwóch impulsów sterujących powodujący generowanie dwóch kolejnych impulsów $t_4 > t_2 + t_3 + t_0$.

Jeśli na wejście układu podać kilka impulsów w czasie $(t_2 + t_3)$ to układ wytworzy tylko jeden impuls wyjściowy.

Wykaz elementów

$R_1 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_2 = 33$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_3 = 33$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_4 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_5 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_6 = 33$ kΩ ±5%: 0,01 W
$R_7 = 33$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_0 \geqslant 4{,}7$ kΩ; 0,05 W
C_1, $C_2 \geqslant 1$ nF ±5%
T_1, T_2, T_3—TG5
D_1—DOG53

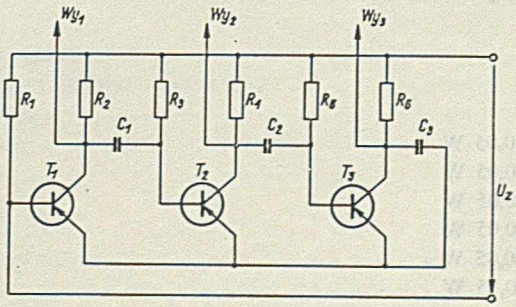
Oscylogramy charakterystycznych przebiegów (górny — impuls sterujący U_1, dolny — impuls wyjściowy na oporniku R_5)
(górny — impuls sterujący U_1, dolny — impuls wyjściowy na oporniku R_5)
a — $t_1 = t_0$
b — $t_1 < (t_2+t_3)$
c — $t_1 > (t_2+t_3+t_0)$



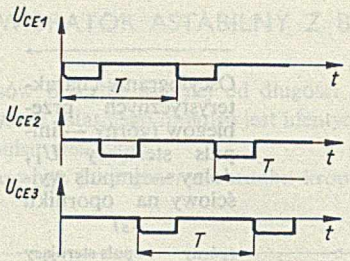
MULTIWIBRATOR TRÓJTAKTOWY

Multiwibrator trójtaktowy jest generatorem trzech napięć zbliżonych do prostokątnych kolejno po sobie następujących. Wzorując się na pokazanym schemacie można budować układy cztero- i wielotaktowe, w których cztery lub więcej impulsów będzie następowało kolejno po sobie.

Układ nadaje się szczególnie do układów automatyki, jako urządzenie kierujące cyklicznie wykonywaniem kolejno po sobie następujących czynności (Wy_1, Wy_2, Wy_3).



Schemat multiwibratora trójtaktowego



Przebiegi napięć na kolektorach kolejnych tranzystorów

Dane techniczne

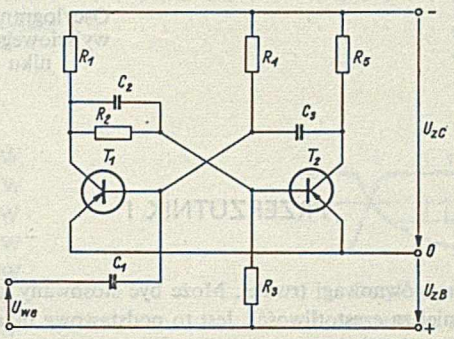
Napięcie zasilające	$U_z = 4-7{,}5$ V
Moc wydzielana w obciążeniu	$P_{wy} \leqslant 8$ mW
Zmiana częstotliwości:	
— przy zmianie napięcia zasilającego od 4 do 7,5 V	$\frac{f_4 - f_{7,5}}{f_{7,5}} \leqslant 5\%$
— przy zmianie temperatury otoczenia od 25 do 50°C	$\frac{f_{25} - f_{50}}{f_{25}} \leqslant 10\%$
Amplituda generowanych przebiegów	$U_{2m} = U_z$
Zakres częstotliwości	$f = 50$ kHz
Częstotliwość ($R_1 = R_3 = R_5 = R$; $C_1 = C_2 = C_3 = C$)	$f = \frac{1}{2{,}1 \cdot R \cdot C}$
Częstotliwość dla n stopni (taktów)	$f = \frac{1}{n \cdot 0{,}7 \cdot R \cdot C}$

Wykaz elementów

$R_1 = 33$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_2 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_3 = 33$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_4 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_5 = 33$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_6 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$C_1, C_2, C_3 \geqslant 500$ pF ±5%; 8 V
T_1, T_2, T_3—TG2

MULTIWIBRATOR MONOSTABILNY

Układ multiwibratora monostabilnego umożliwia uzyskanie impulsu wyjściowego o stałych parametrach zależnych od układu a niezależnych od parametrów impulsu sterującego.



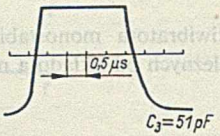
Schemat multiwibratora monostabilnego

Dane techniczne

Napięcie zasilające	$U_{zC} = 10$ V
	$U_{zB} = 1{,}5$ V
Prąd zasilający	$I_z = 5$ mA
Czas trwania impulsu (opóźnienia)	$0{,}7 \cdot R_4 \cdot C_3$
Najmniejszy czas trwania impulsu (opóźnienia)	3 μs
Czas narastania impulsu	ok. 0,3 μs
Czas opadania impulsu	ok. 1 μs
Amplituda impulsu	$U_{2m} = U_{zC}$
Impulsy sterujące:	
polaryzacja	dodatnia
czas trwania	0,2 μs
amplituda	1—3 V
częstotliwość najwyższa	100 kHz
Temperatura otoczenia najwyższa	$t_{amax} = 50°C$

Wykaz elementów

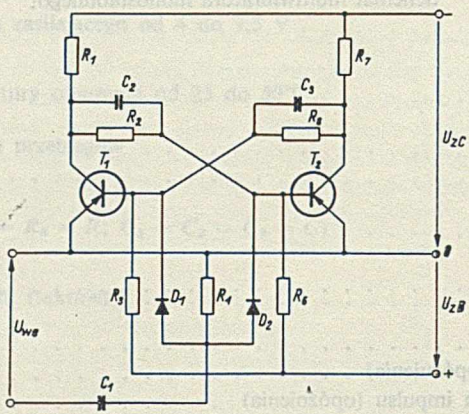
$R_1 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_2 = 15$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_3 = 5{,}1$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_4 = 33$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_5 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$C_1 = 500$ pF ±5%; 15 V
$C_2 = 500$ pF ±5%; 15 V
$C_3 \geqslant 50$ pF ±5%; 15 V
T_1, T_2—TG2



Oscylogram impulsu wyjściowego na oporniku R_5

PRZERZUTNIK I

Układ ten ma dwa stany równowagi trwałej. Może być stosowany jako dzielnik częstotliwości (na wyjściu dwukrotnie mniejsza częstotliwość). Jest to podstawowy układ techniki cyfrowej.



Schemat przerzutnika I

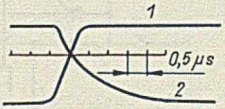
Dane techniczne

Napięcie zasilające . . . . . $U_{zC} = 12$ V
$U_{zB} = 1$ V
Prąd zasilający . . . . . $I_z \leqslant 5$ mA
Amplituda napięcia wyjściowego . . . . . $U_{wem} = U_{zC}$

Największa częstotliwość	zH 100 k
Czas narastania impulsu	ok. 0,5 μs
Czas opadania impulsu	ok. 2 μs
Impulsy sterujące:	
polaryzacja	dodatnia
czas trwania	⩾ 0,5 μs
amplituda	1 V
Temperatura otoczenia najwyższa	$t_{amax} = 50°C$

Wykaz elementów

$R_1 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_2 = 15$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_3 = 5{,}1$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_4 = 2{,}2$ kΩ ±20%; 0,01 W
$R_5 = 5{,}1$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_6 = 15$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_7 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,01 W
$C_1, C_2, C_3 = 500$ pF ±5%; 15 V
T_1, T_2—TG2 ($h_{21e}\,T_1 \simeq \frac{1}{2} h_{21e}\,T_2$)
D_1, D_2—DOG55



Oscylogramy:
1 — narastania, *2* — opadania impulsu wyjściowego na opornikach R_1 i R_7

PRZERZUTNIK II

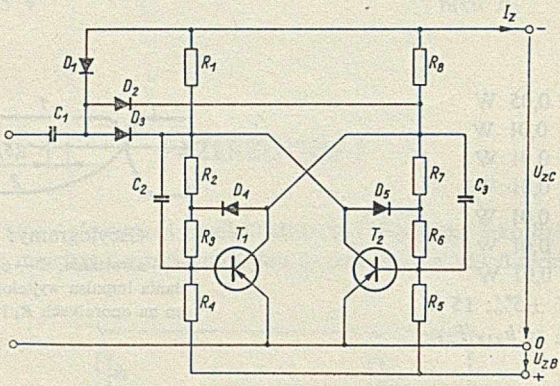
Układ ten ma dwa stany równowagi trwałej. Własnościami odpowiada przerzutnikowi I. Wadą układu jest większa liczba elementów, zaletą — możliwość stosowania tranzystorów TG2 bez specjalnego ich dobierania pod względem parametrów, większa pewność pracy i większa częstotliwość robocza.

Dane techniczne

Napięcie zasilające	$U_{zC} = 10$ V $U_{zB} = 1$ V
Prąd zasilający	$I_z = 5$ mA
Amplituda napięcia wyjściowego	$U_{2m} = U_{zC}$
Częstotliwość maksymalna	$f = 200$ kHz
Czas narastania impulsu	patrz oscylogramy
Czas opadania impulsu	

Impulsy sterujące:

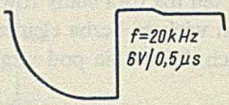
polaryzacja	dodatnia
czas trwania	$\geqslant 0{,}5\ \mu s$
amplituda	6—10 V
Temperatura otoczenia najwyższa	$t_{amax} = 50°C$

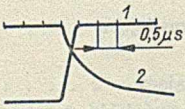


Schemat przerzutnika II

Wykaz elementów

$R_1 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_2 = 11$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_3 = 1{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_4 = 4{,}7$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_5 = 4{,}7$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_6 = 1{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$R_7 = 11$ kΩ ±5%; 0,01 W
$R_8 = 2{,}2$ kΩ ±5%; 0,05 W
$C_1, C_2, C_3 = 500$ pF ±5%; 15 V
D_1, D_2, D_3, D_4—DOG55
T_1, T_2—TG2



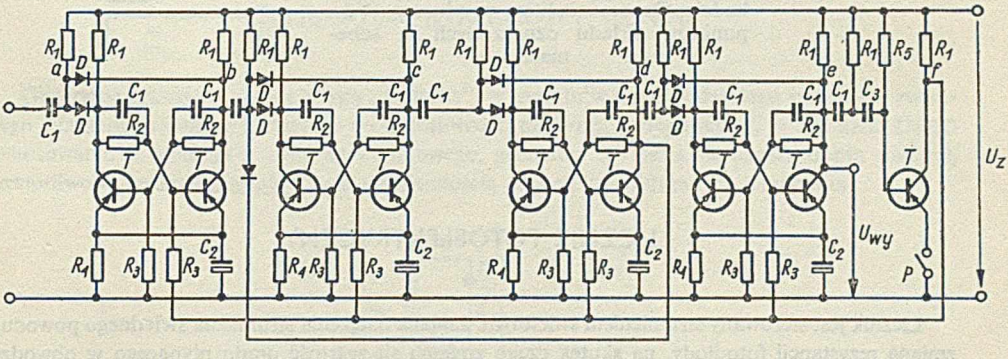


a) Oscylogramy impulsu wyjściowego na opornikach R_1 i R_8
b) Oscylogramy: *1* — narastania, *2* — opadania impulsu wyjściowego

DEKADA LICZNIKA

Układ ten jest podstawową częścią licznika impulsów elektrycznych. W oparciu o liczniki impulsów elektrycznych buduje się obecnie przyrządy z cyfrowym odczytem wielkości badanej, np. częstotliwości, czasu, napięcia, prądu, rezystancji itp.

Układ składa się z czterech identycznych przerzutników. Dekada realizuje zliczanie impulsów elektrycznych w układzie dwójkowym, dzięki jednak dodatkowym sprzężeniom układ ma 10 charakterystycznych stanów, które odpowiadają jednej dekadzie układu dziesiętnego. Na rysunkach pokazano oscylogramy napięć w charakterystycznych punktach układu. Aby uzyskać określony stan wszystkich przerzutników (np. po włączeniu zasilania), w układzie znajduje się przycisk *P*, którego rozwarcie powoduje podanie ujemnego napięcia na bazy prawych tranzystorów w przerzutnikach, a zatem przejście ich w stan nasycenia.



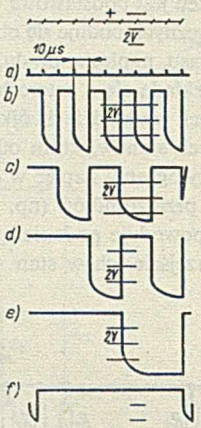
Schemat dekady licznika

Dane techniczne

Napięcie zasilające	$U_z = 10 \pm 1$ V
Prąd zasilający	$I_z = 25$ mA
Amplituda impulsów sterujących	5—10 V
Częstotliwość robocza największa	$f = 100$ kHz
Polaryzacja impulsu sterującego	dodatnia
Czas trwania impulsu	0,5—5 μs
Temperatura otoczenia najwyższa	$t_{amax} = 50°C$

Wykaz elementów

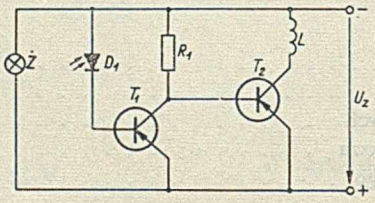
R_1 = 2,2 kΩ ±5%; 0,05 W (14 szt.)
R_2 = 15 kΩ ±5%; 0,01 W (8 szt.)
R_3 = 5,1 kΩ ±5%; 0,01 W (8 szt.)
R_4 = 220 Ω ±5%; 0,01 W (4 szt.)
R_5 = 20 kΩ ±5%; 0,01 W (1 szt.)
C_1 = 500 pF ±10%; 15 V (13 szt.)
C_2 = 1 μF 3 V (4 szt.)
C_3 = 5,1 nF ±10%; 15 V (1 szt.)
T — TG2 (9 szt.)
D — DOG53 (9 szt.)
P — przycisk zwierny (1 szt.)



Oscylogramy przebiegów napięcia w dekadzie. Oznaczenia literowe odnoszą się do punktów układu oznaczonych na schemacie

LICZNIK FOTOELEKTRYCZNY

Licznik jest sterowany strumieniem świetlnym. Zmiana natężenia strumienia świetlnego powoduje zmianę rezystancji fotodiody, na skutek czego zmienia się wartość prądu płynącego w obwodzie wejściowym. Zmiana prądu wejściowego, wzmocniona za pomocą dwustopniowego wzmacniacza, powoduje zadziałanie licznika. Przy odpowiednim ustawieniu fotodiody (nie na okno lub dodatkowe źródło światła) układ może pracować przy świetle dziennym.



Schemat licznika fotoelektrycznego

Dane techniczne

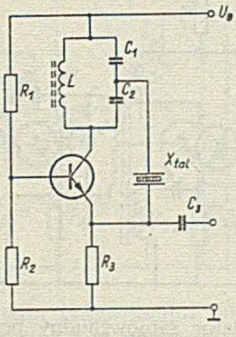
Napięcie zasilające . . . . . $U_z = 12$ V
Oświetlenie potrzebne do zadziałania . . . . . $E_{min} = 1000$ lx
Zakres temperatury otoczenia . . . . . $t_a = 15...30°C$

Wykaz elementów

$R_1 = 4{,}7$ kΩ ±5%; 0,1 W
T_1 — TG3A
T_2 — TG53
D_1 — FG2 (fotodioda)
L — licznik produkcji „Telfa" o rezystancji cewki 100 Ω, nr katalogowy 256001
$Ż$ — żarówka 12 V; 0,1 A

GENERATOR KWARCOWY 500 kHz

Generator pracuje w układzie typu „Colpitts", w którym w gałąź dodatniego sprzężenia zwrotnego włączono rezonator kwarcowy o częstotliwości rezonansu szeregowego $f_x = 500$ kHz. Dzięki zastosowaniu w układzie rezonatora kwarcowego, generator odznacza się bardzo dobrą stałością częstotliwości generowanej oraz dużą niezależnością częstotliwości drgań od temperatury.



Generator kwarcowy
500 kHz

Dane wyjściowe

Napięcie zasilające . . . . . $U_o = +20$ V
Napięcie wyjściowe . . . . . $U_{eff} = 3$ V
Częstotliwość oscylacji . . . . . $f_o = 500$ kHz

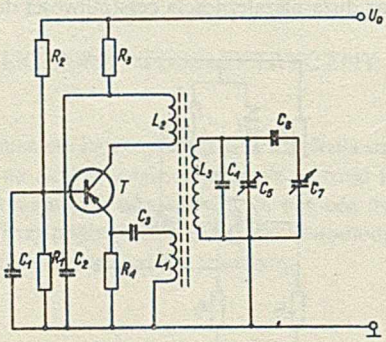
Wykaz elementów

$C_1 = 750$ pF $R_1 = 3{,}6$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_2 = 180$ pF $R_2 = 13$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_3 = 110$ pF $R_3 = 5{,}1$ kΩ 5%; 0,25 W
L — cewka 0,5 mH z rdzeniem ferrytowym
X_{tal} — rezonator kwarcowy 500 kHz
T — tranzystor BF 504

OSCYLATOR SAMOWZBUDNY PRZESTRAJANY

Oscylator pracuje w układzie typu „Meissner" z podaniem sygnału sprzężenia zwrotnego na emiter tranzystora. Oscylator w takim układzie zapewnia dużą stabilność amplitudy drgań w danym zakresie częstotliwości oraz dużą odporność na zmiany napięcia zasilającego (4,5—9 V).

Oscylator ten został zaprojektowany do zastosowania jako mieszacz samodrgający do odbiornika AM. W tym przypadku sygnał wejściowy wielkiej częstotliwości podaje się na bazę tranzystora T, a obwód częstotliwości pośredniej umieszcza się pomiędzy cewką L_2 a rezystorem R_3.



Oscylator samowzbudny przestrajany

Dane wyjściowe

Napięcie zasilające . . . . . $U_o = -9$ V
Napięcie na emiterze tranzystora T . . . . . $U_{eff} = 300$ mV
Zakres przestrajania . . . . . 8,3—12,5 MHz

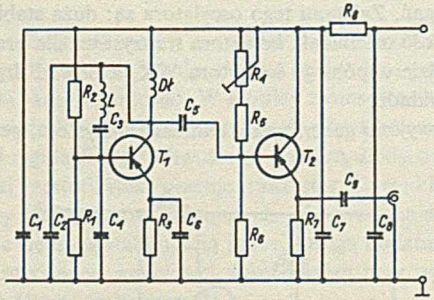
Wykaz elementów

C_1 = 33 nF
C_2 = 22 nF
C_3 = 22 nF
C_4 = 20 pF
C_5 = 30 pF trymer
C_6 = 50 pF
C_7 = 5—175 pF zmienny
L_1 = 1 zw. Ø 0,25 Cu na cewce L_2
L_2 = 5 zw. Ø 0,25 Cu na cewce L_3
L_3 = 15 zw. Ø 0,25 Cu na korpusie Ø 8 mm z rdzeniem ferrytowym
T — tranzystor AF429

R_1 = 9,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_2 = 39 kΩ 5%; 0,25 W
R_3 = 510 Ω 5%; 0,25 W
R_4 = 1 kΩ 5%; 0,25 W

OSCYLATOR SAMOWZBUDNY 10 MHz DO URZĄDZEŃ POMIAROWYCH

Oscylator pracuje w układzie typu „Tesla" z dzielnikiem pojemnościowym pomiędzy bazą a kolektorem tranzystora T_1. Układ ten odznacza się bardzo dużą stabilnością drgań ze względu na duże wartości pojemności kondensatorów dzielnika C_2—C_4. Są one o rząd wielkości większe od równolegle przyłączonych do nich pojemności złącz kolektor-baza i baza-emiter tranzystora. Zmniejszono w ten sposób bardzo znacznie wpływ samego tranzystora na częstotliwość drgań oscylatora.



Oscylator samowzbudny 10 MHz
do urządzeń pomiarowych

Drugą cechą oscylatora typu „Tesla" jest zastosowanie zamiast elementu indukcyjnego — szeregowego obwodu drgań o rezonansie własnym leżącym poniżej częstotliwości drgań oscylatora. Przy częstotliwości odpowiadającej częstotliwości drgań oscylatora, obwód C_3 — L wykazuje charakter indukcyjny, stabilizując częstotliwość oscylacji przez zmiany swej reaktancji przeciwne do kierunku zmian częstotliwości.

Dane wyjściowe

Napięcie zasilające . . . . . $U_o = 12$ V
Napięcie wyjściowe . . . . . $U_{eff} = 3$ V
Częstotliwość oscylacji . . . . . $f_o = 10$ MHz

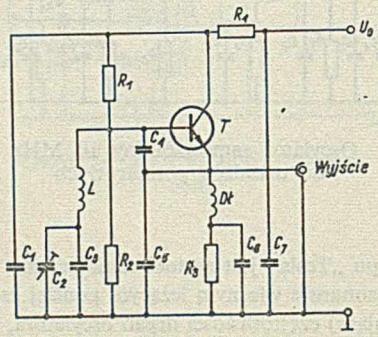
Wykaz elementów

$C_1 = 6{,}8$ nF	$R_1 = 18$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_2 = 150$ pF	$R_2 = 5{,}1$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_3 = 51$ pF	$R_3 = 510$ Ω 5%; 0,25 W
$C_4 = 1500$ pF	$R_4 = 25$ kΩ potencjometr
$C_5 = 150$ pF	$R_5 = 10$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_6 = 6{,}8$ nF	$R_6 = 15$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_7 = 6{,}8$ nF	$R_7 = 1$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_8 = 6{,}8$ nF	$R_8 = 470$ Ω 5%; 0,25 W
$C_9 = 150$ pF	T_1, T_2 — tranzystory AF429
	$Dł$ — dławik 0,5 mH sekcyjny
	L — 47 zw. Ø 0,2 Cu na korpusie Ø 8 mm

OSCYLATOR SAMOWZBUDNY 50 MHz DO URZĄDZEŃ POMIAROWYCH

Oscylator pracuje w układzie typu „Clapp" z dzielnikiem pojemnościowym w bazie tranzystora i szeregowym obwodem drgań. Zaletami tego oscylatora są: duża stabilność częstotliwości generowanych drgań oraz możliwość uziemienia kolektora tranzystora dla prądów wielkiej częstotliwości. Generator pracuje w układzie wspólnego kolektora WK, a obwód drgań jest włączony pomiędzy bazę tranzystora a masę układu.

Dzięki niskoomowemu wyjściu generatora z emitera tranzystora, generator nie wymaga stopnia separującego.



Oscylator samowzbudny 50 MHz do urządzeń pomiarowych

Dane wyjściowe

Napięcie zasilające . . . . . $U_o = +20$ V
Napięcie wyjściowe . . . . . $U_{eff} = 0{,}5$ V
Częstotliwość oscylacji . . . . . $f_o = 50$ MHz

Wykaz elementów

$C_1 = 6{,}8$ nF	$R_1 = 5{,}1$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_2 = 30$ pF trymer	$R_2 = 3{,}9$ kΩ 5%; 0,25 W
$C_3 = 51$ pF	$R_3 = 110$ Ω 5%; 0,5 W
$C_4 = 51$ pF	$R_4 = 110$ Ω 5%; 0,5 W
$C_5 = 51$ pF	
$C_6 = 6{,}8$ nF	
$C_7 = 6{,}8$ nF	

L — 12 zw. Ø 1,0 Cu na korpusie Ø 8 mm
Dl — dławik 0,5 mH
T — tranzystor BF504

GŁOWICA UKF

Głowica UKF służy do odbioru sygnałów w pasmie radiofonicznym UKF i przetworzenia ich na częstotliwość pośrednią odbiornika. Składa się ona z dwóch stopni — wzmacniacza wielkiej częstotliwości oraz mieszacza samowzbudnego. W głowicy zastosowano strojenie indukcyjne obwodów wzmacniacza wielkiej częstotliwości i oscylatora oraz podstrajanie obwodów oscylatora w prostym systemie automatycznej regulacji częstotliwości za pomocą diody o zmiennej pojemności.

We wzmacniaczu wielkiej częstotliwości pracuje tranzystor T_1 w układzie ze wspólną bazą. Jest to standardowy układ pracy tranzystorów pracujących jako wzmacniacze w tym zakresie częstotliwości, gdyż charakteryzuje się dużą stabilnością pracy. Drugą dodatnią cechą układu ze wspólną bazą jest mniejsza zmiana rezystancji wejściowej wzmacniacza przy wymianie tranzystora, w porównaniu do układu ze wspólnym emiterem.

Na wejściu wzmacniacza znajduje się bardzo silnie sprzężony filtr pasmowy $L_1 — L_2 — C_1$, nastrojony na środek zakresu przestrajania głowicy. Filtr pasmowy dopasowuje antenę o rezystancji falowej 300 Ω — symetryczną lub 75 Ω — niesymetryczną do rezystancji wejściowej wzmacniacza wielkiej częstotliwości (rzędu 100 Ω dla tranzystorów grupy AF515 na częstotliwości 70 MHz).

Dzielnik oporowy w bazie T_1 $R_2 — R_3$ oraz opornik emiterowy R_1 zapewniają utrzymanie wybranego punktu pracy tranzystora T_1 oraz jego stabilizację termiczną.

Tranzystor T_1 pracuje z prądem emitera $I_E = 3$ mA, gdyż ten punkt pracy zapewnia maksymalne wzmocnienie mocy stopnia. W obwodzie kolektorowym tranzystora T_1 znajduje się obwód rezonansowy równoległy $L_3—C_4—C_5$ — strojony indukcyjnie w zakresie pracy głowicy. Dopaso-

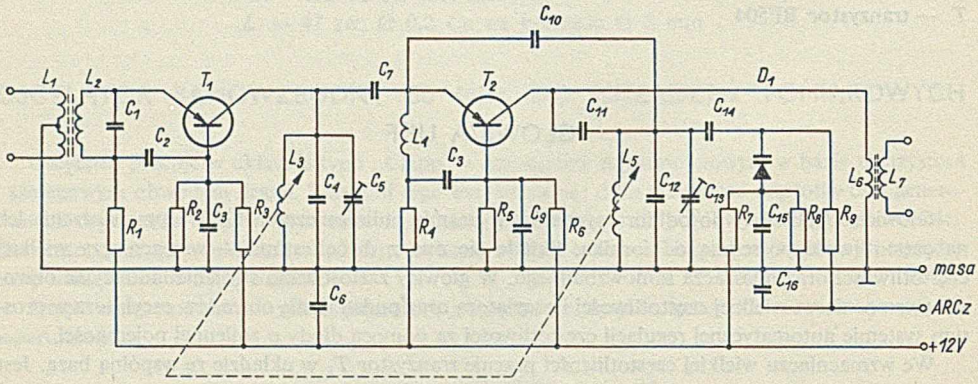
wanie energetyczne do rezystancji wejściowej mieszacza uzyskuje się za pomocą kondensatora C_7, znajdującego się między kolektorem T_1 a emiterem T_2.

W mieszaczu — oscylatorze pracuje tranzystor T_2 w układzie ze wspólną bazą. Kondensator C_{11} jest pojemnością obwodu rezonansowego pośredniej częstotliwości 10,7 MHz (C_{11}—L_6), a jednocześnie służy do sprzęgnięcia kolektora tranzystora T_2 z obwodem rezonansowym oscylatora. W celu ułatwienia oscylacji oraz uzyskania odpowiedniej amplitudy drgań, pomiędzy emiter T_2 a obwód oscylatora włączono kondensator C_{10}.

Rezystory R_4, R_5, R_6 ustawiają punkt pracy mieszacza przy prądzie $I_E = 2$ mA, zapewniając jego stabilizację termiczną. Przy wybranej wartości prądu emitera uzyskuje się duże wzmocnienie mieszacza przy niewielkich zniekształceniach nieliniowych.

W obwodzie oscylatora została użyta dioda o zmiennej pojemności D_1, jako element dostrajający pracujący w układzie automatycznej regulacji częstotliwości.

Żądany sygnał o częstotliwości pośredniej 10,7 MHz jest wydzielany z mieszacza przez filtr L_6—C_{11} znajdujący się w kolektorze T_2 i sprzęgnięty ze wzmacniaczem częstotliwości pośredniej cewką sprzęgającą L_7.



Schemat głowicy UKF

Dane techniczne

Napięcie zasilające (uziemiony minus)	$U_o = +12$ V
Zakres przestrajania	62,0—70,8 MHz
Szerokość pasma pośredniej częstotliwości	300 kHz
Wzmocnienie głowicy	24 dB
Tłumienie sygnałów lustrzanych	26 dB

Warunki pracy poszczególnych stopni głowicy

1. Wzmacniacz wielkiej częstotliwości
   a. Napięcie między kolektorem a emiterem . . . . . $U_{CE} = -9$ V
   b. Prąd emitera . . . . . $I_E = -3$ mA
2. Mieszacz — oscylator
   a. Napięcie między kolektorem a emiterem . . . . . $U_{CE} = -10$ V
   b. Prąd emitera . . . . . $I_E = -2$ mA

Wykaz elementów głowicy

Rezystory

$R_1 = 1$ kΩ 5%; 0,15 W
$R_2 = 4{,}7$ kΩ 5%; 0,15 W
$R_3 = 18$ kΩ 5%; 0,15 W
$R_4 = 1$ kΩ 5%; 0,15 W
$R_5 = 4{,}7$ kΩ 5%; 0,15 W
$R_6 = 22$ kΩ 5%; 0,15 W
$R_7 = 9{,}1$ kΩ 10%; 0,15 W
$R_8 = 18$ kΩ 10%; 0,15 W
$R_9 = 51$ kΩ 10%; 0,15 W

Cewki

L_1 — 5 zw. Ø 0,2 Cu Em na korpusie Ø 4 mm z rdzeniem ferrytowym
L_2 — 2 zw. Ø 0,2 Cu Em przy cewce L_1
L_3 — 0,14 μH Ø 1 Cu Ag
L_4 — 15 zw. Ø 0,2 Cu Ag na korpusie Ø 4 mm
L_5 — 0,2 uH Ø 1 Cu Ag
L_6 — 12 zw. Ø 0,2 Cu Em na korpusie Ø 4 mm z rdzeniem ferrytowym
L_7 — 3 zw. Ø 0,2 Cu Em na cewce L_6

Kondensatory (wszystkie ceramiczne 25 V)

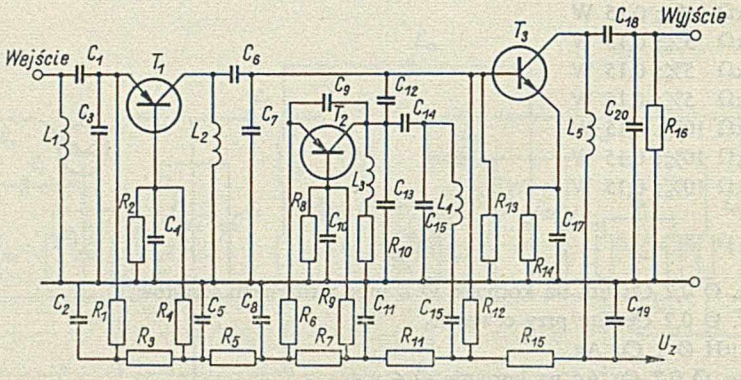
$C_1 = 18$ pF
$C_2 = 2{,}2$ nF
$C_3 = 22$ nF
$C_4 = 18$ pF
$C_5 = 0{,}5$—6 pF trymer
$C_6 = 6{,}8$ nF
$C_7 = 7$ pF
$C_8 = 510$ pF
$C_9 = 2{,}2$ nF
$C_{10} = 5$ pF
$C_{11} = 100$ pF
$C_{12} = 18$ pF
$C_{13} = 0{,}5$—6 pF trymer
$C_{14} = 10$ pF
$C_{15} = 6{,}8$ nF
$C_{16} = 2{,}2$ nF

Elementy półprzewodnikowe

T_1 — tranzystor AF515
T_2 — tranzystor AF514
D_1 — warikap BA505

GŁOWICA ODBIORNIKA TELEWIZYJNEGO

Głowica jest przystosowana do odbioru kanału 2, tj. stacji telewizyjnej Warszawa. W skład głowicy wchodzi wzmacniacz wejściowy i stopień przemiany. W celu zapewnienia możliwości pracy głowicy w innych kanałach, we wzmacniaczu wejściowym i heterodynie zastosowano tranzystory AF516, zaś w mieszaczu — tranzystor BF520.



Schemat ideowy głowicy odbiornika telewizyjnego

Dane techniczne

Wzmocnienie mocy	12 dB
Szerokość pasma	12 MHz
Częstotliwość środkowa	62,5 MHz
Zakres przestrajania heterodyny	95—100 MHz
Napięcie zasilające	12 V
Prąd pobierany	5 mA

Wykaz elementów

Rezystory

R_1 = 3,9 kΩ ±10%; 0,1 W
R_2 = 16 kΩ ±10%; 0,1 W
R_3 = 100 Ω ±20%; 0,1 W
R_4 = 16 kΩ ±10%; 0,1 W
R_5 = 100 Ω ±20%; 0,1 W
R_6 = 430 Ω ±10%; 0,1 W
R_7 = 100 Ω ±20%; 0,1 W
R_8 = 8,2 kΩ ±10%; 0,1 W
R_9 = 430 Ω ±10%; 0,1 W
R_{10} = 62 Ω ±10%; 0,1 W
R_{11} = 100 Ω ±20%; 0,1 W
R_{12} = 27 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{13} = 43 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{14} = 2,7 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{15} = 100 Ω ±20%; 0,1 W
R_{16} = 51 Ω ±10%; 0,1 W

Cewki

L_1 — 2 zw. DNE 0,5 Ø 8
L_2 — 5 zw. DNE 0,35 Ø 8
L_3 — 20 zw. DNE 0,35 Ø 3
L_4 — 3 zw. DNE 0,35 Ø 8
L_5 — 7 zw. DNE 0,35 Ø 8

Kondensatory

C_1 = 160 pF ±10%; 25 V
C_2 = 3,3 nF 25 V
C_3 = 160 pF ±10%; 25 V
C_4 = 3,3 nF 25 V
C_5 = 3,3 nF 25 V
C_6 = 56 pF ±10%; 25 V
C_7 = 6 pF ±10%; 25 V
C_8 = 3,3 nF 25 V
C_9 = 7 pF ±10%; 25 V
C_{10} = 3,3 nF 25 V
C_{11} = 3,3 nF 25 V
C_{12} = 5 pF ±10%; 25 V
C_{13} = 3 pF ±10%; 25 V
C_{14} = 8 pF ±10%; 25 V
C_{15} = trymer 2—10 pF
C_{16} = 3,3 nF 25 V
C_{17} = 3,3 nF 25 V
C_{18} = 75 pF ±10%; 25 V
C_{19} = 3,3 pF 25 V
C_{20} = 100 pF ±10%; 25 V

Tranzystory

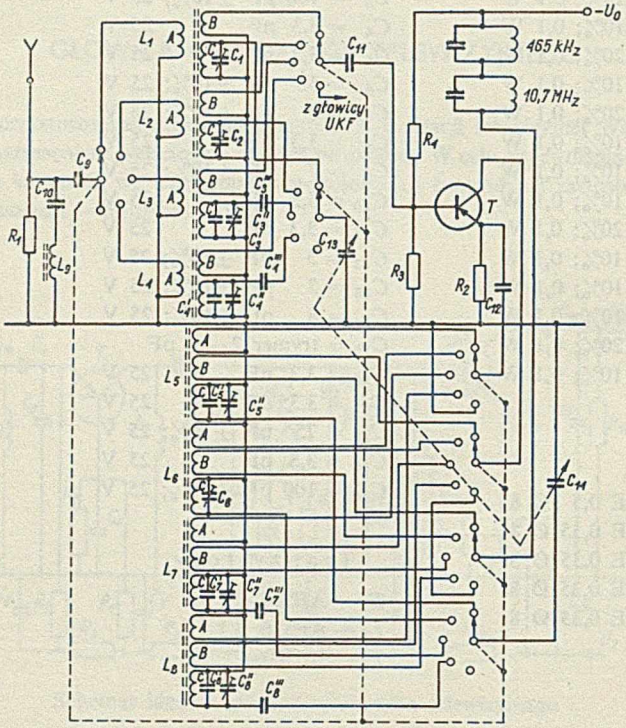
T_1 — AF516
T_2 — AF516
T_3 — BF520

MIESZACZ-OSCYLATOR

Mieszacz — oscylator jest jednocześnie pierwszym stopniem kombinowanego wzmacniacza częstotliwości pośredniej 465 kHz/10,7 MHz. W obwodzie kolektorowym tranzystora *T* znajduje się cewka *B* oscylatora, która służy do sprzęgnięcia obwodu rezonansowego *C* oscylatora z tranzystorem. Napięcie sprzężenia zwrotnego jest podawane na emiter tranzystora *T* za pomocą cewki *A* oscylatora w odpowiedniej fazie do uzyskania oscylacji.

W obwodzie kolektorowym tranzystora *T* oprócz cewki *B* oscylatora znajdują się również szeregowo połączone obwody rezonansowe na częstotliwości pośrednie 465 kHz i 10,7 MHz. Ich impedancja na odpowiedniej częstotliwości pośredniej jest znacznie większa od reaktancji cewki *B* oscyla-

tora na tych częstotliwościach i nie przeszkadzają one sobie wzajemnie. Z drugiej strony, reaktancja cewki *B* oscylatora w pasmie przestrajania oscylatora jest znacznie większa od reaktancji obwodów o częstotliwościach pośrednich w tym zakresie częstotliwości.



Schemat mieszacza — oscylatora

Układ mieszacza-oscylatora jest obecnie jedynym układem tego typu stosowanym w odbiornikach popularnych. Do jego zalet należą: użycie tego samego tranzystora jako mieszacza i lokalnej heterodyny, duża łatwość włączenia układu oscylatora do układu mieszacza i niezależność pracy obydwu układów. Dodatkowo, dzięki wybraniu oscylatora typu „Meissnera", uzyskuje się bardzo dobrą stałość amplitudy drgań oscylatora w całym zakresie jego przestrajania.

Na bazę tranzystora *T* podaje się sygnał z żądanego zakresu częstotliwości przez strojone rezonansowe obwody wejściowe. Sprzężenie obwodów wejściowych z bazą tranzystora *T* uzyskuje się za pomocą cewki *B* obwodów wejściowych, a z anteną za pomocą cewki antenowej *A*.

Pomiędzy zaciskiem antenowym obwodów wejściowych a ziemią (masą) znajduje się obwód rezonansowy szeregowy L_9-C_{10}, nastrojony na częstotliwość pośrednią 465 kHz. Obwód ten przeciwdziała dostawaniu się sygnałów pochodzących z anteny o częstotliwości pośredniej 465 kHz do bazy mieszacza, co zapobiega ewentualnym interferencjom i zniekształceniom odbioru.

Rezystor R_1 służy do zabezpieczenia obwodów wejściowych oraz tranzystora T przed wyładowaniami atmosferycznymi.

Dane ogólne ($t = 25°C$)

Napięcie zasilające (uziemiony plus)	$U_o = -9$ V
Prąd mieszacza	$I_E = -0{,}5$ mA
Napięcie oscylacji na emiterze tranzystora T	$U_{osc} = 300$ mV$_{pp}$

Zakresy częstotliwości

	Obwody wejściowe	Obwody oscylatora
Fale długie	150—410 kHz	615—875 kHz
Fale średnie	510—1620 kHz	975—2085 kHz
Fale krótkie I	3,0—4,3 MHz	3465—4765 kHz
Fale krótkie II	6,0—7,2 MHz	6465—7665 kHz

Wykaz elementów układu

Rezystory

$R_1 = 10$ kΩ 10%; 0,1 W
$R_2 = 2$ kΩ 5%; 0,1 W

Kondensatory

C_1 = 3—30 pF trymer
C_2 = 3—30 pF trymer
C_3'' = 3—30 pF trymer
C_3''' = 50 pF
C_4' = 47 pF
C_4'' = 3—30 pF trymer
C_4''' = 50 pF
C_5' = 33 pF
C_5'' = 3—30 pF trymer
C_6'' = 3—30 pF trymer
C_7' = 20 pF
C_7'' = 3—30 pF trymer
C_7''' = 100 pF
C_8'' = 3—30 pF trymer
C_8''' = 62 pF
C_9 = 100 pF
C_{10} = 200 pF
C_{11} = 22 nF
C_{12} = 22 nF
C_{13}, C_{14} } 150/75 pF agregat strojeniowy

Wszystkie trymery są typu powietrznego. Pozostałe kondensatory ceramiczne.

Indukcyjności

Wszystkie cewki są nawinięte licą 7×0,07 mm na korpusie Ø 4 mm z rdzeniem ferrytowym (oprócz cewek antenowych L_1 i L_2)

L_1 { A — 40 zwojów na cewce *C*
B — 60 zwojów na cewce *C* — cewka wejściowa fal długich
C — 340 zwojów na ferrycie Ø 10 mm

L_2 { A — 10 zwojow na cewce *C*
B — 15 zwojów na cewce *C* — cewka wejściowa fal średnich
C — 80 zwojów na ferrycie Ø 10 mm

L_3 { A — 2 zwoje na cewce *C*
B — 6 zwojów obok cewki *C* — cewka wejściowa fal krótkich II
C — 46 zwojów

L_4 { A — 5 zwojów na cewce *C*
B — 15 zwojów na cewce *C* — cewka wejściowa fal krótkich I
C — 80 zwojów

L_5 { A — 1 zwój na cewce *C*
B — 30 zwojów obok cewki *C* — cewka oscylatora fal długich
C — 120 zwojów

L_6 { A — 1 zwój na cewce *C*
B — 10 zwojów obok cewki *C* — cewka oscylatora fal średnich
C — 40 zwojów

L_7 { A — 2 zwoje na cewce *C*
B — 14 zwojów obok cewki *C* — cewka oscylatora fal krótkich II
C — 56 zwojów

L_8 { A — 2 zwoje na cewce *C*
B — 15 zwojów obok cewki *C* — cewka oscylatora fal krótkich I
C — 60 zwojów

L_9 — 0,5 mH
T — tranzystor typu AF428

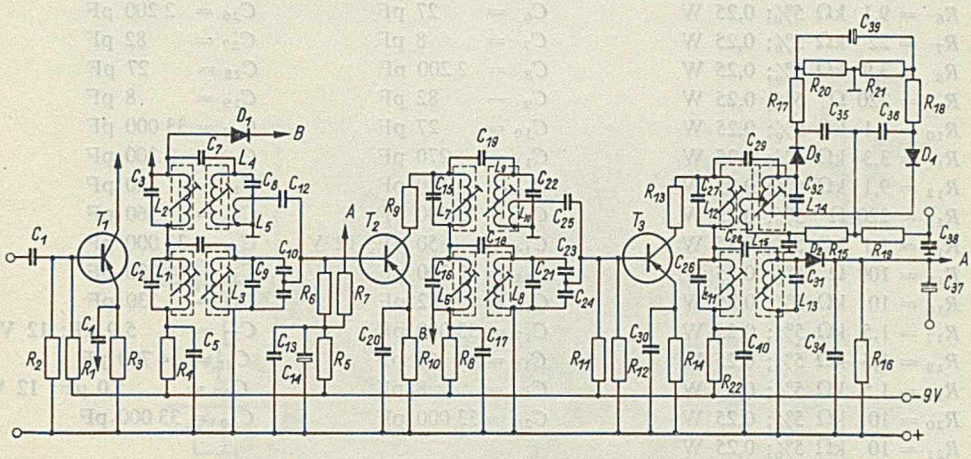
KOMBINOWANY WZMACNIACZ CZĘSTOTLIWOŚCI POŚREDNIEJ 465 kHz/10,7 MHz

Układ składa się z trzech stopni wzmocnienia, w których pracują tranzystory $T_1 - T_3$ w układzie ze wspólnym emiterem. W kolektorach tranzystorów znajdują się szeregowo połączone filtry pasmowe o sprzężeniu pojemnościowym dla obydwu częstotliwości pośrednich. Dopasowanie energetyczne między filtrami a tranzystorami uzyskano przez zastosowanie dzielników pojemnościowych dla 465 kHz i obniżającej przekładni indukcyjnej dla 10,7 MHz.

Obwody pośredniej częstotliwości w kolektorze T_3 są obciążone detektorem stosunku dla częstotliwości pośredniej 10,7 MHz do odbioru sygnałów FM oraz diodą detekcyjną dla częstotliwości pośredniej 465 kHz do odbioru sygnałów AM.

Automatyczna regulacja wzmocnienia działa tylko przy odbiorze sygnałów AM dla częstotliwości pośredniej 465 kHz i uzyskuje się ją przez podanie składowej stałej z detektora AM przez filtr $R_7-C_{13}-C_{14}$ do bazy tranzystora T_2 oraz przez zastosowanie diody tłumiącej D_1.

Przy odbiorze sygnałów FM tranzystor T_3 łącznie z dyskryminatorem fazy 10,7 MHz pracuje jako układ obcinający (ogranicznik).



Schemat wzmacniacza częstotliwości pośredniej 465 kHz/10,7 MHz

Dane wyjściowe

Napięcie zasilające	$U_o = -9$ V
Wzmocnienie toru AM — 465 kHz	65 dB
Wzmocnienie toru FM — 10,7 MHz	60 dB
Szerokość pasma AM — 465 kHz	±5 kHz
Szerokość pasma FM — 10,7 MHz	200 kHz
Selektywność AM ±9 kHz	26 dB
Selektywność FM —300 kHz	26 dB

Wykaz elementów

Rezystory

R_1 = 33 kΩ 5%; 0,25 W
R_2 = 9,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_3 = 1,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_4 = 510 Ω 5%; 0,25 W
R_5 = 500 kΩ 5%; 0,25 W
R_6 = 9,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_7 = 22 kΩ 5%; 0,25 W
R_8 = 3,9 kΩ 5%; 0,25 W
R_9 = 220 Ω 5%; 0,25 W
R_{10} = 1,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_{11} = 3,3 kΩ 5%; 0,25 W
R_{12} = 9,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_{13} = 220 Ω 5%; 0,25 W
R_{14} = 1,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_{15} = 100 Ω 5%; 0,25 W
R_{16} = 10 kΩ 5%; 0,25 W
R_{17} = 1,5 kΩ 5%; 0,25 W
R_{18} = 1,5 kΩ 5%; 0,25 W
R_{19} = 1,5 kΩ 5%; 0,25 W
R_{20} = 10 kΩ 5%; 0,25 W
R_{21} = 10 kΩ 5%; 0,25 W
R_{22} = 510 kΩ 5%; 0,25 W

Kondensatory

C_1 = 33 000 pF
C_2 = 2 200 pF
C_3 = 82 pF
C_4 = 33 000 pF
C_5 = 22 000 pF
C_6 = 27 pF
C_7 = 8 pF
C_8 = 2 200 pF
C_9 — 82 pF
C_{10} = 27 pF
C_{11} = 270 pF
C_{12} = 150 pF
C_{13} = 33 000 pF
C_{14} = 50 μF; 12 V
C_{15} = 2 200 pF
C_{16} = 82 pF
C_{17} = 33 000 pF
C_{18} = 27 pF
C_{19} = 8 pF
C_{20} = 33 000 pF
C_{21} = 2 200 pF
C_{22} = 82 pF
C_{23} = 27 pF
C_{24} = 270 pF
C_{25} = 150 pF
C_{26} = 2 200 pF
C_{27} = 82 pF
C_{28} = 27 pF
C_{29} = 8 pF
C_{30} = 33 000 pF
C_{31} = 2 200 pF
C_{32} = 120 pF
C_{33} = 560 pF
C_{34} = 33 000 pF
C_{35} = 330 pF
C_{36} = 330 pF
C_{37} = 5,0 μF; 12 V
C_{38} = 4 700 pF
C_{39} = 5,0 μF; 12 V
C_{40} = 33 000 pF

Tranzystory

T_1—T_3 — AF428

Diody

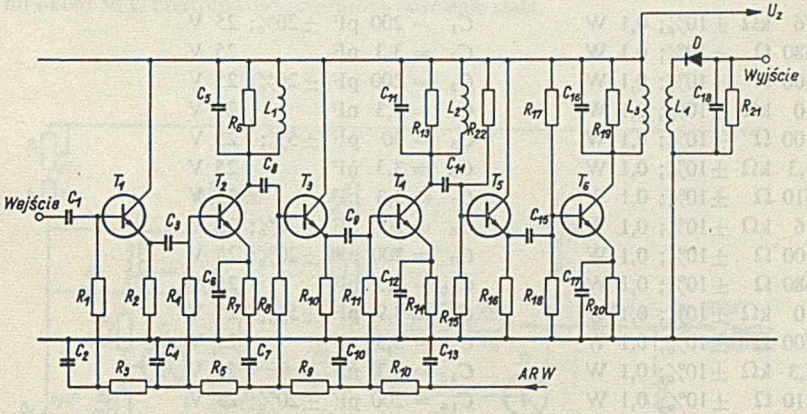
D_1—D_3 — DOG62

Filtry

Dla 465 kHz — nawinięte na rdzeniach kubkowych
L_1, L_3, L_6, L_8; L_{11}, L_{13} po 56 zw., lica Cu 7×0,07
Dla 10,7 MHz — nawinięte na rdzeniach ferrytowych Ø 3 mm
L_2, L_4, L_7, L_9, L_{12} — po 30 zw. Ø 0,1 Cu
L_5, L_{10} — po 3 zw. Ø 0,1 Cu nawinięte na rdzeniach L_4 i L_9
L_{14} — 2×10 zw. Ø 0,1 Cu
L_{15} — 3 zw. Ø 0,1 Cu nawinięte na rdzeniu cewki L_{12}

TELEWIZYJNY WZMACNIACZ CZĘSTOTLIWOŚCI POŚREDNIEJ 38 MHz

Jest to trzystopniowy wzmacniacz asynchroniczny zakończony na wyjściu detektorem wizji. Każdy ze stopni wzmacniacza zawiera dwójkę tranzystorów OC — OE. Najistotniejszą właściwością takiej dwójki jest zmniejszenie około h_{21e}-krotne parametru Y_{12} wypadkowej macierzy admitancyjnej układu OC—OE w porównaniu z wielkością Y_{12e} pojedynczego tranzystora. Dzięki takiemu układowi wzmacniacz jest stabilny i nie wymaga stosowania unilateryzacji. Wzmacniacz został zaprojektowany w oparciu o średnie parametry tranzystorów i nie jest wrażliwy na ich wymianę.



Schemat telewizyjnego wzmacniacza częstotliwości pośredniej 38 MHz

Dane techniczne

Wzmocnienie mocy	90 dB
Szerokość pasma B_{3dB}	6,2 MHz
Selektancja dla częstotliwości 30 MHz (67,25 MHz)	15 dB
Selektancja dla częstotliwości 31,5 MHz (65,75 MHz)	5 dB
Selektancja dla częstotliwości 38 MHz (59,25 MHz)	3 dB
Selektancja dla częstotliwości 39,5 MHz (57,75 MHz)	9 dB
Dynamika sygnału wyjściowego przy zmianach sygnału wejściowego w zakresie 50 μV — 50 mV	0,5—1,2 V
Napięcie zasilania	12 V

Prąd pobierany:

— przy sygnale wejściowym 50 μV . . . . . 38 mA

— przy sygnale wejściowym 50 mV . . . . . 17 mA

Uwaga. Liczby podane w nawiasach odnoszą się do wzmacniacza w połączeniu z głowicą opisaną na str. 384.

Wykaz elementów

Rezystory

R_1 = 16 kΩ ±10%; 0,1 W
R_2 = 680 Ω ±10%; 0,1 W
R_3 = 100 Ω ±10%; 0,1 W
R_4 = 10 kΩ ±10%; 0,1 W
R_5 = 100 Ω ±10%; 0,1 W
R_6 = 3,3 kΩ ±10%; 0,1 W
R_7 = 510 Ω ±10%; 0,1 W
R_8 = 16 kΩ ±10%; 0,1 W
R_9 = 100 Ω ±10%; 0,1 W
R_{10} = 680 Ω ±10%; 0,1 W
R_{11} = 10 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{12} = 100 Ω ±10%; 0,1 W
R_{13} = 3,3 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{14} = 510 Ω ±10%; 0,1 W
R_{15} = 8,2 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{16} = 620 Ω ±10%; 0,1 W
R_{17} = 7,5 Ω ±10%; 0,1 W
R_{18} = 1,1 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{19} = 10 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{20} = 100 Ω ±10%; 0,1 W
R_{21} = 10 kΩ ±10%; 0,1 W
R_{22} = 11 kΩ ±10%; 0,1 W

Tranzystory i diody

T_1—T_6 — BF520
D — dioda germanowa DG51

Kondensatory

C_1 = 200 pF ±20%; 25 V
C_2 = 3,3 nF 25 V
C_3 = 200 pF ±20%; 25 V
C_4 = 3,3 nF 25 V
C_5 = 30 pF ±5%; 25 V
C_6 = 3,3 nF 25 V
C_7 = 3,3 nF 25 V
C_8 = 200 pF ±20%; 25 V
C_9 = 200 pF ±20%; 25 V
C_{10} = 3,3 nF 25 V
C_{11} = 3,9 pF ±5%; 25 V
C_{12} = 3,3 nF 25 V
C_{13} = 3,3 nF 25 V
C_{14} = 200 pF ±20%; 25 V
C_{15} = 200 pF ±20%; 25 V
C_{16} = 33 pF ±5%; 25 V
C_{17} = 3,3 nF 25 V
C_{18} = 6 pF ±10%; 25 V

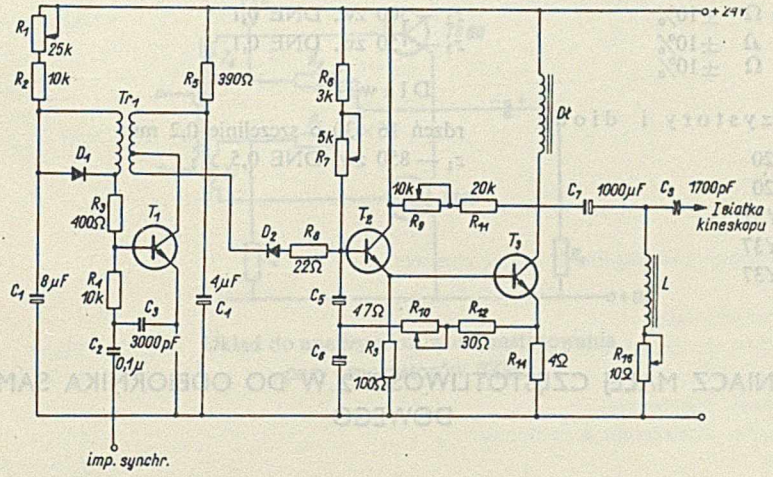
Cewki

L_1 — 4 zw. DNE, 0,3; Ø 8
L_2 — 4 zw. DNE 0,3; Ø 8
L_3 — 4 zw. DNE 0,3; Ø 8*
L_4 — 6 zw. DNE 0,3; Ø 8*

* Cewki L_3 i L_4 stanowią transformator, uzwojenia zostały nawinięte na jednym korpusie.

UKŁAD ODCHYLANIA PIONOWEGO ODBIORNIKA TELEWIZYJNEGO

Jest to układ przystosowany do pracy z typowym kineskopem oraz cewkami odchylającymi odbiornika telewizyjnego typu „Topaz". Układ zawiera trzy stopnie, wszystkie zbudowane przy użyciu tranzystorów krzemowych. Pierwszy stopień — generacyjny stanowi generator samodławny, odznaczający się dużą stałością częstotliwości w funkcji temperatury i dużym zakresem synchronizacji. W celu odseparowania stopnia mocy od generatora i zapewnienia dostatecznego wysterowania, jako drugi stopień układu zastosowano wzmacniacz prądowy, w układzie wtórnika emiterowego. Stopień mocy został zbudowany jako pojedynczy wzmacniacz pracujący w klasie A. Dzięki zastosowaniu tranzystorów krzemowych, stabilność cieplna układu jest duża, tak że przy zmianach temperatury do około 50°C częstotliwość generatora pozostaje stała.



Schemat układu odchylania pionowego

Dane techniczne

Prąd odchylający w cewkach	400 mA
Czas powrotu	1,2 ms
Napięcie zasilania	24 V
Prąd pobierany	200 mA

Wykaz elementów

Rezystory

R_1 = 27 kΩ ±10%
R_2 = 10 kΩ ±10%
R_3 = 100 kΩ ±10%
R_4 = 10 kΩ ±10%
R_5 = 390 Ω ±10%
R_6 = 3 kΩ ±10%
R_7 = 5,6 kΩ ±10%
R_8 = 22 Ω ±10%
R_9 = 10 Ω ±10%
R_{10} = 47 Ω ±10%
R_{11} = 20 kΩ ±10%
R_{12} = 30 Ω ±10%
R_{13} = 100 Ω ±10%
R_{14} = 4 Ω ±10%
R_{15} = 10 Ω ±10%

Tranzystory i diody

T_1 — BF520
T_2 — BF520
T_3 — BUY52
D_1 — AAY37
D_2 — AAY37

Kondensatory

C_1 = 8 μF; 500 V
C_2 = 0,1 μF; 25 V
C_3 = 6,8 nF; 25 V
C_4 = 4 μF; 500 V
C_5 = 2×32 μF; 450 V
C_6 = 2×32 μF; 450 V
C_7 = 1000 μF; 100 V
C_8 = 4,7 nF; 100 V

Transformator – T_{r1}

rdzeń kubkowy M25/20/4F 1001
z_1 — 350 zw. DNE 0,1
z_2 — 300 zw. DNE 0,1
z_3 — 50 zw. DNE 0,1

Dławik

rdzeń 16×30 o szczelinie 0,2 mm
z_1 — 850 zw. DNE 0,5

WZMACNIACZ MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI 2 W DO ODBIORNIKA SAMOCHODOWEGO

Wzmacniacz składa się z trzech stopni wzmocnienia: przedwzmacniacza, stopnia sterującego oraz stopnia mocy.

Stopień mocy wzmacniacza pracuje w układzie beztransformatorowym. Praca tranzystorów w takim układzie charakteryzuje się dużą sprawnością, szerokim pasmem przenoszonych częstotliwości oraz prostym układem. Dodatkową zaletą jest zmniejszenie ciężaru całego układu dzięki zrezygnowaniu z dużego transformatora głośnikowego.

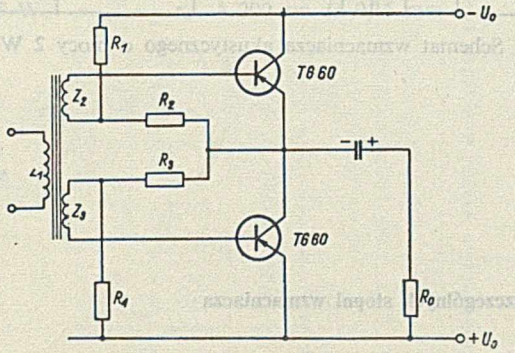
Schemat układu do badania możliwości wykorzystania pary tranzystorów AD365 przedstawiono na rysunku. W układzie tym zmieniano napięcia zasilania oraz rezystancję obciążenia, a tranzystory sterowano sygnałami 1 kHz aż do obcięcia wierzchołków sinusoidy. Maksymalną nie zniekształconą moc wyjściową mierzono miernikiem mocy wyjściowej. Do opisywanego wzmacniacza zastosowano punkt pracy stopnia końcowego $U_o = 12$ V i $R_o = 8$ Ω.

W stopniu wejściowym wzmacniacza pracuje tranzystor małoszumny AC361. Tranzystor pracuje w układzie ze wspólnym kolektorem w celu uzyskania dużej rezystancji wejściowej wzmacniacza.

W stopniu sterującym pracuje tranzystor T_2 sprzęgnięty bezpośrednio z emiterem przedwzmacniacza. Tranzystor T_2 pracuje w klasie A w układzie wzmacniacza transformatorowego i steruje stopień mocy przez dwa uzwojenia wtórne nawinięte bifilarnie dla uzyskania symetrii pracy stopnia końcowego. Transformator dopasowuje rezystancję wejściową każdego z tranzystorów stopnia końcowego do rezystancji wyjściowej wzmacniacza sterującego.

Tranzystory pracujące w stopniu mocy są przymocowane na małych radiatorach 50×50×3, gdyż moc tracona w nich jest bardzo mała.

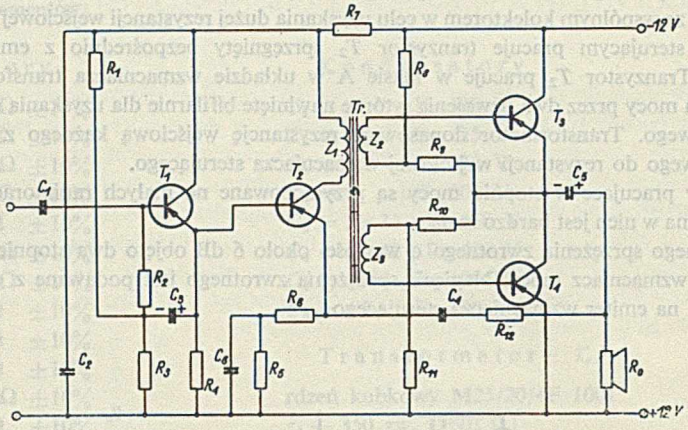
Pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego o wartości około 6 dB objęto dwa stopnie: wzmacniacz sterujący oraz wzmacniacz mocy. Napięcie sprzężenia zwrotnego jest podawane z głośnika przez układ $R_{12}-C_4$ na emiter wzmacniacza sterującego.



Układ do analizy możliwości zastosowania pary tranzystorów TG60

Dane ogólne ($t = 25°C$, $f = 1$ kHz)

Ogólne wzmocnienie mocy wzmacniacza	75 dB
Rezystancja wejściowa	32 kΩ
Rezystancja głośnika	8 Ω
Moc maksymalna ($h = 8\%$)	2 W
Pasmo przenoszenia 3 dB	150 Hz — 7 kHz
Czułość przy pełnym wysterowaniu	60 mV



Schemat wzmacniacza akustycznego o mocy 2 W

Warunki pracy poszczególnych stopni wzmacniacza

1. Przedwzmacniacz

Napięcie między kolektorem a emiterem . . . . . $U_{CE} = -10{,}8$ V

Prąd emitera . . . . . $I_E = -0{,}35$ mA

2. Wzmacniacz sterujący

Napięcie między kolektorem a emiterem . . . . . $U_{CE} = -10{,}5$ V

Prąd emitera . . . . . $I_E = -5{,}5$ mA

3. Wzmacniacz mocy

Prąd emitera przy $P_{wyj} = 0$ W . . . . . $I_E = -20$ mA

Prąd emitera przy $P_{wyj} = 2$ W. . . . . $I_E = -235$ mA

Napięcie między emiterem a kolektorem . . . . . $U_{CE} = -6$ V

Moc tracona w jednym tranzystorze . . . . . $P_{str} = 0{,}41$ W

Sprawność stopnia końcowego . . . . . $\eta_k = 71\%$

4. Całość wzmacniacza

Napięcie zasilania . . . . . $U_o = -12$ V

Prąd pobierany przy $P_{wyj} = 0$ W . . . . . $I_o = -50$ mA

Prąd pobierany przy $P_{wyj} = 2$ W . . . . . $I_o = -260$ mA

Sprawność ogólna wzmacniacza . . . . . $\eta_o = 65\%$

Wykaz elementów

Rezystory

R_1 = 33 kΩ 5%; 0,25 W
R_2 = 5,1 kΩ 5%; 0,25 W
R_3 = 3,9 kΩ 5%; 0,25 W
R_4 = 3,0 kΩ 5%; 0,25 W
R_5 = 150 Ω 5%; 0,25 W
R_6 = 10 Ω 5%; 0,1 W
R_7 = 33 Ω 5%; 0,25 W
R_8 = 300 Ω 1%; 0,5 W
R_9 = 10 Ω 1%; 0,5 W
R_{10} = 300 Ω 1%; 0,5 W
R_{11} = 10 Ω 1%; 0,5 W
R_{12} = 1,8 kΩ 5%; 0,25 W

Tranzystory

T_1 — AC361
T_2 — TG50
T_3 — AC365 } parowane
T_4 — AC365 }

Kondensatory

C_1 = 10 μF; 12/15 V
C_2 = 100 μF; 12/15 V
C_3 = 10 μF; 6/8 V
C_4 = 0,1 μF; 25 V
C_5 = 1000 μF; 12/15 V
C_6 = 100 μF; 3/5 V

Transformator

Kształtki permalojowe T4
z_1 — 1000 zw. Ø 0,1 mm
z_2 — 200 zw. Ø 0,15 mm
z_3 — 200 zw. Ø 0,15 mm

Możliwości zastosowania pary tranzystorów AD365 w układzie beztransformatorowym

U_o	R_1, R_3	R_2, R_4	P_{wyj} (W) przy R_o (Ω)										
V	Ω	Ω	2,5	3	4	5	6	6,25	7,5	8	10	12,5	15
6	150	10	1,3	1,1	0,84	0,62	0,58	0,55	0,51	0,46			
9	220	10	3,0	2,6	2,0	1,6	1,4	1,35	1,2	1,1	1,9	0,75	0,6
12	300	10	5,6	4,8	3,8	3,0	2,4	2,3	2,0	1,9	1,5	1,2	1,0
18	470	10			10	8,2	6,8	6,2	5,4	5,0	3,8	3,2	2,6

ZASILACZ STABILIZOWANY 12 V/0,4 A

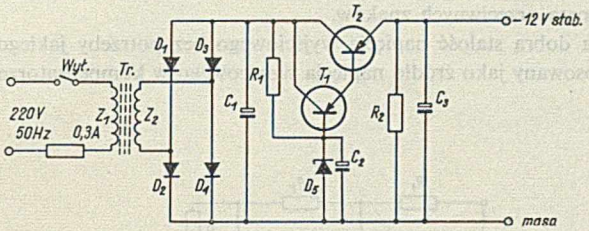
Jest to stosunkowo prosty układ zasilacza stabilizowanego. Napięcie wyjściowe jest stabilizowane na poziomie napięcia odniesienia diody Zenera. Dzięki zastosowaniu kaskadowego połączenia tranzystorów T_1 i T_2, maksymalny prąd wyjściowy zasilacza I_{max} jest określony zależnością:

$$I_{max} < h_{21E1} \cdot h_{21E2} \cdot I_{Zmax}$$

gdzie: h_{21E1}, h_{21E2} — wzmocnienie prądowe tranzystorów T_1 i T_2,
I_{Zmax} — maksymalny prąd diody Zenera.

Maksymalny prąd wyjściowy zasilacza jest ograniczony z jednej strony dopuszczalną mocą traconą w tranzystorze T_1, a z drugiej strony maksymalnym prądem diody Zenera. Dzięki kaskadowemu połączeniu tranzystorów T_1 i T_2 w układzie zasilacza zastosowano diodę Zenera małej mocy.

Dzięki zastosowaniu kondensatora C_2 uzyskano znaczne zmniejszenie tętnień na wyjściu zasilacza.



Zasilacz stabilizowany 12 V/0,4 A

Dane wyjściowe

Napięcie zasilające	$U_Z = 220$ V $\pm 10\%$; 50 Hz
Napięcie wyjściowe	$U_o = -12$ V
Maksymalny prąd wyjściowy	$I_{max} = 0{,}4$ A
Maksymalne napięcie tętnień	$U_t = 10$ mV
Rezystancja wyjściowa zasilacza	$R_s = 1$

Wykaz elementów

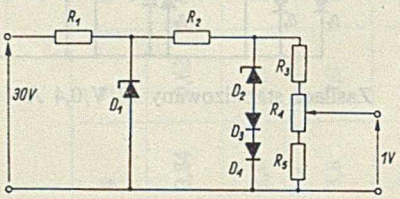
R_1 = 1,5 kΩ 5%; 0,5 W
R_2 = 4,3 kΩ 5%; 0,5 W
C_1 = 500 μF; 30/15 V elektrolit
C_2 = 100 μF; 12/15 V elektrolit
C_3 = 500 μF; 12/15 V elektrolit
D_1 — D_4 — diody germanowe DZG2

D_5 — dioda Zenera BZ1D12
T_1 — tranzystor TG50
T_2 — tranzystor TG70
T_r — transformator o przekroju okna 8 cm²
z_1 = 2640 zw. Ø 0,17
z_2 = 240 zw. Ø 0,25

ZASILACZ NAPIĘCIA WZORCOWEGO 1 V

Jest to dwustopniowy stabilizator napięcia stałego o dużej stałości napięcia wyjściowego przy zmianach napięcia wejściowego i temperatury otoczenia. Pierwszy stopień jest zbudowany w sposób konwencjonalny i nie wymaga szczegółowego omówienia. Natomiast w drugim stopniu zastosowano kompensację wpływu zmian temperatury przez użycie diod Zenera o temperaturowych współczynnikach napięcia Zenera przeciwnych znaków.

Układ zapewnia dobrą stałość napięcia wyjściowego bez potrzeby jakiegokolwiek dobierania diod. Może być stosowany jako źródło napięcia wzorcowego w kompensatorze lub w woltomierzu cyfrowym.



Schemat zasilacza napięcia wzorcowego 1 V

Dane techniczne

Napięcie zasilające	30 V
Napięcie wyjściowe	1 V
Zmiany napięcia wyjściowego:	
przy zmianach napięcia wejściowego o ±20%	⩽ 1 mV
przy zmianach temperatury w zakresie 5—55°C	⩽ 0,5 mV
Prąd pobierany	12 mA

Wykaz elementów

$R_1 = 1{,}3$ kΩ ±10%; 0,125 W
$R_2 = 1$ kΩ ±10%; 0,125 W
$R_3 = 8{,}2$ kΩ ±10%; 0,125 W
$R_4 = 220$ Ω — potencjometr
$R_5 = 1$ kΩ ±10%; 0,125 W
D_1 = BZ1/C16
D_2 — BZ1/C7V5
D_3, D_4 — BZ1/D1