

## PROSTY OSCYLOSKOP

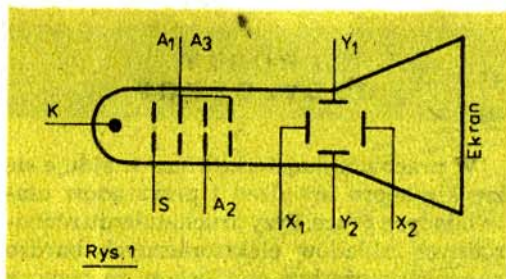
W pracowni majsterkowicza znajduje się zwykle sporo urządzeń i przyrządów ułatwiających pracę. Przy uruchamianiu różnorodnych układów elektronicznych bardzo pomocny może być oscyloskop, za pomocą którego można obserwować przebiegi napięć na poszczególnych elementach układu. Wiele publikacji było poświęconych konstrukcji oscyloskopów, te jednak, biorąc pod uwagę potrzeby majsterkowicza, są dość skomplikowane i wymagają praktyki w uruchamianiu. Poniższy opis będzie dotyczył bardzo prostego przyrządu, który pracować może w zakresie od około 200 Hz do 50 kHz. Mimo, że nie można nim stroić torów p.cz. odbiorników AM i FM to przyda się on świetnie do uruchamiania układów częstotliwości akustycznych. Oscyloskop modelowy posłużył m.in. do zestrojenia filtrów – eliminatorów pilota i podnośnej, zamontowanych dodatkowo na wyjściu stereodekodera w tunerze opisanym w „MT” 8/86.

Na początku należy jednak uświadomić wszystkim potencjalnych konstruktorów tego urządzenia, że **bardzo duże kłopoty będą ze zdobyciem samej lampy oscyloskopowej niemieckiej B6S1 lub radzieckiej 5Ł038.** Można je kupić praktycznie tylko w NRD lub ZSRR. W prototypie pracuje ta pierwsza z wymienionych lamp.

### Zasada działania

Podobnie jak telewizyjna lampa obrazowa (kineskop) ekran lampy oscyloskopowej pokryty jest od wewnątrz warstwą luminoforu.

Rozpędzone elektrony niosą ze sobą energię kinetyczną. W chwili zderzenia z luminoforem energia ta jest zamieniana na energię świetlną. Elektrony wysyłane są z katody „K” (rys. 1). Po drodze do ekranu napotykają tzw. siatkę sterującą  $s_1$  i zespół cylindrycznych anod przyspieszających  $A_1, A_2, A_3$ , które jednocześnie formują wiązkę elektronów. Aby możliwe było kierowanie tej wiązki do dowolnego punktu ekranu, w lampie znajduje się zestaw płytek odchylających. Odchylenie elektronów realizowane jest w polu elektrostatycznym wytwarzanym przez

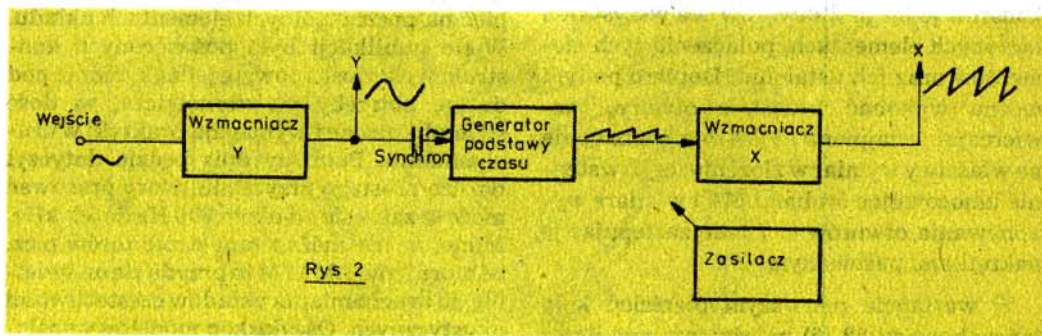


Rys. 1

Są to: wzmacniacz odchylenia pionowego (wzmacniacz Y), poziomego (wzmacniacz X), generator podstawy czasu i zasilacz.

Rysunek 2 przedstawia schemat blokowy osyloskopu.

Przebieg kontrolowany doprowadza się do wejścia wzmacniacza Y, a do jego wyjścia dołącza się płytki odchylenia pionowego. Analogicznie płytkami X steruje wzmacniacz odchylenia poziomego.

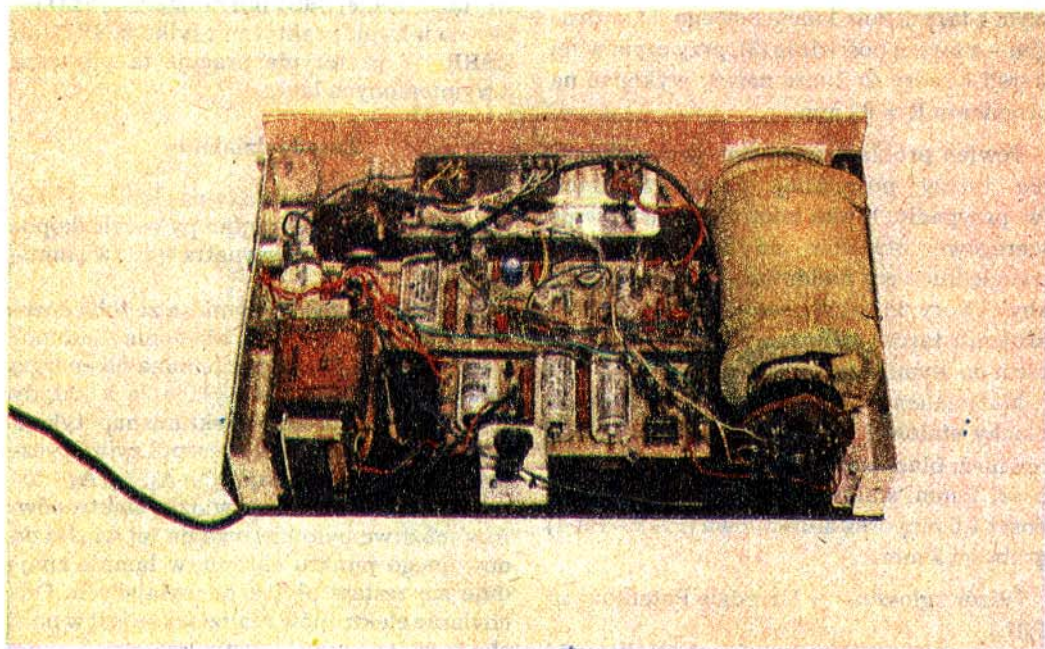


Rys. 2

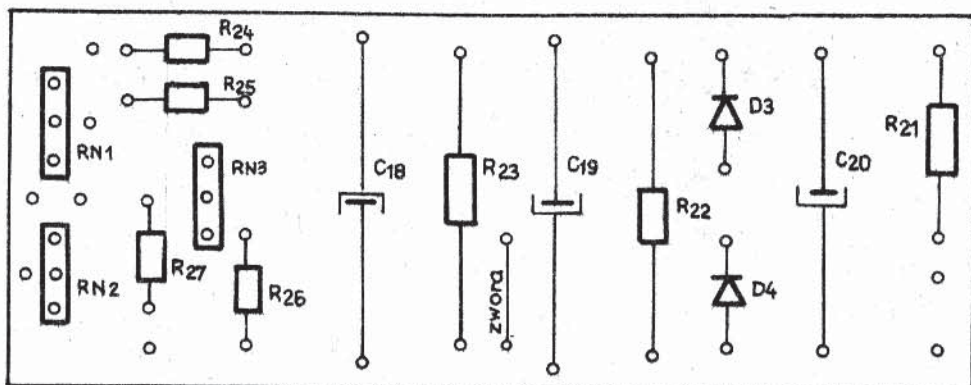
płytki X i Y. Płytki oznaczone  $Y_1, Y_2$  to tzw. płytki odchylenia pionowego (zwykle bardziej czułe), a płytki  $X_1, X_2$  służą do odchylenia wiązki elektronów w poziomie.

Bez względu na stopień skomplikowania każdy osyloskop musi mieć jeszcze inne zespoły współpracujące z lampą obrazową.

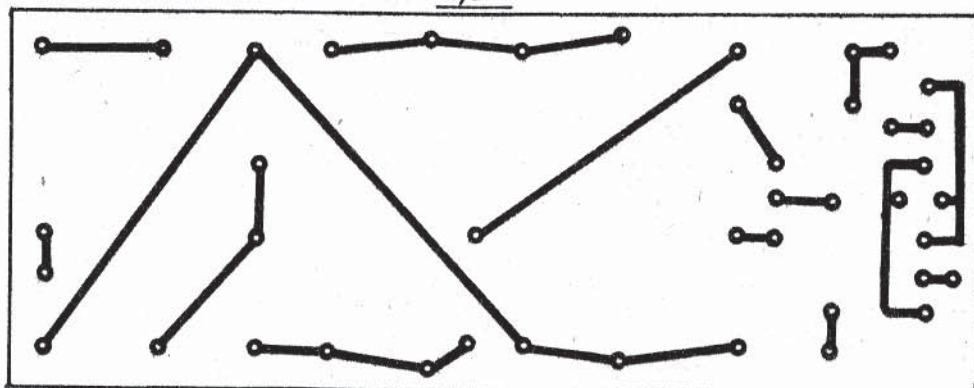
Ważne zadanie spełnia generator podstawy czasu. Podzespół ten dostarcza napięcie piłokształtne o regulowanej częstotliwości. Po wzmocnieniu przez wzmacniacz X napięcie to steruje płytkami odchyłającymi w poziomie; zależnie od częstotliwości generatora plamka świetlna przesuwa się w poziomie







Rys. 4



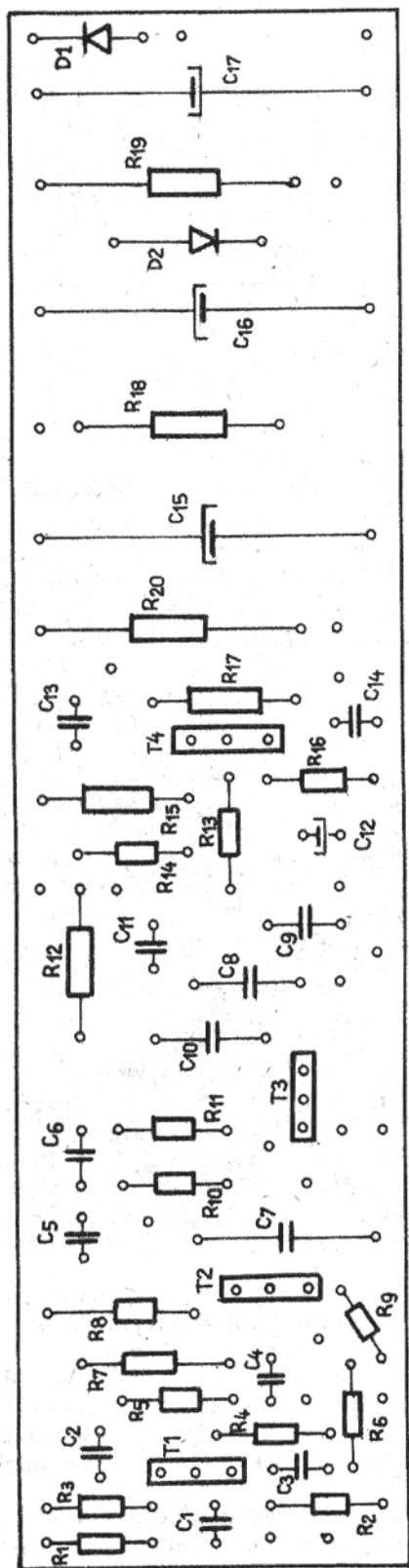
szybciej lub wolniej, a przy częstotliwości ponad 30 Hz rysuje pozornie ciągłą linię. Linia ta nazywana jest osią podstawy czasu. Ponieważ czas rysowania tej linii jest taki sam jak czas narastania napięcia piłokształtnego, zatem podstawa czasu jest osią czasową. Osie X i Y tworzą więc na ekranie lampy zwykły układ współrzędnych, w którym zmienna X (czas) jest zmienną niezależną, a zmienna Y (amplituda przebiegu kontrolowanego) jest zmienną zależną.

W celu uniknięcia tzw. płynięcia przebiegu część napięcia ze wzmacniacza Y doprowadza się do generatora podstawy czasu. Sygnał ten jest wykorzystany do synchronizowania pracy generatora z przebiegiem kontrolowanym.

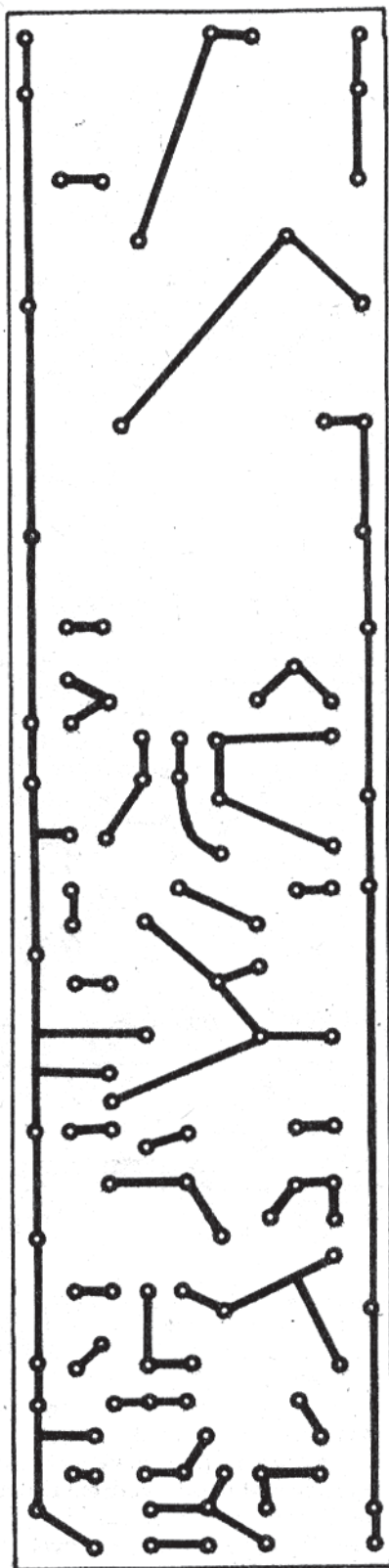
Schemat ideowy przyrządu przedstawiony jest na rysunku 3.

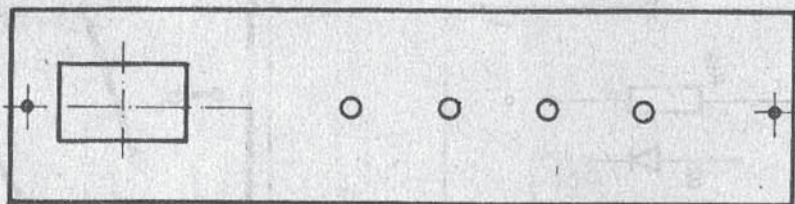
Składa się on z czterech załędwie tranzystorów, kilkudziesięciu rezystorów i kondensatorów.

Wzmacniacz Y zbudowany jest na tranzystorach T1 i T2. Na uwagę zasługuje stopień wejściowy tego wzmacniacza pracujący z tranzystorem T1. Odznacza się on możliwością regulowania w szerokim zakresie tak wzmocnienia jak i maksymalnego napięcia wejściowego przez niekonwencjonalne włączenie potencjometru. W „dolnym” położeniu jego ślizgacza wzmocnienie jest największe i wynika z małego tłumienia sygnału przez dzielnik rezystorowy R<sub>5</sub> i P, oraz małego ujemnego sprzężenia zwrotnego dla składowej zmiennej (rezystor emiterowy R<sub>4</sub> = 220k jest zbocznikowany rezystorem R<sub>6</sub> = 4k7). Natomiast im ślizgacz potencjometru P<sub>1</sub> jest „wyżej”, tym większe tłumienie dzielnika rezystorowego R<sub>8</sub> i P<sub>1</sub>. Większe jest też ujemne sprzężenie zwrotne dla składowej zmiennej, ponieważ wzrasta sumaryczna wartość rezystancji emiterowej tranzystora T1. W związku z tym do wejścia oscyloskopu można doprowadzać sygnały o amplitudzie od 5 mV (np. z mikrofonu) do 30 V.

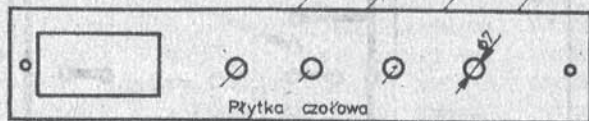
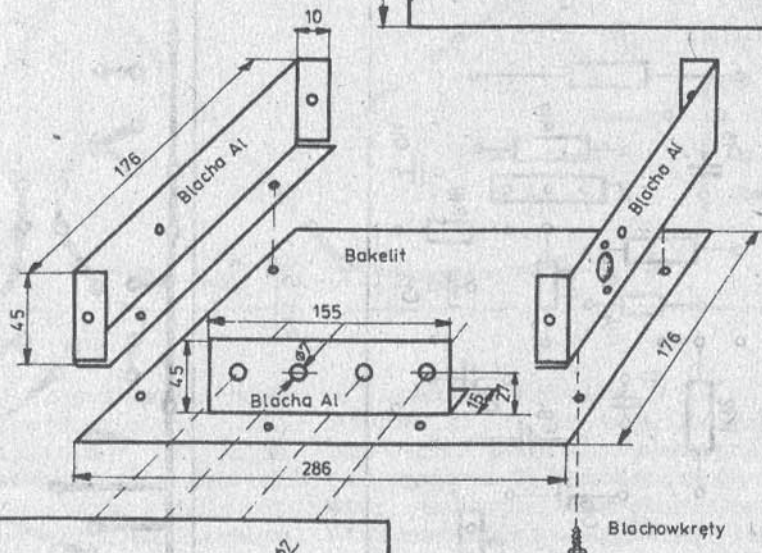
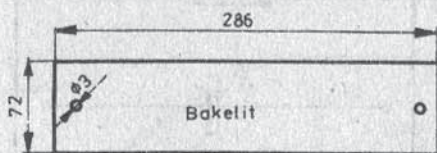


Rys. 5





Rys. 6



Rys. 7

Z wyjścia wzmacniacza Y napięcie kontrolowanego przebiegu podawane jest na płytce Y lampy oscyloskopowej. Relaksacyjny generator napięcia piłokształtnego zbudowany jest na germanowym tranzystorze dyfuzyjnym małej mocy w.c.z. Działanie tego układu polega na okresowym wchodzeniu tranzystora w stan przewodzenia lawinowego na skutek przekroczenia maksymalnej wartości  $U_{CE}$ . Szybkość okresowych włączeń

tranzystora zależy od ustawienia ślizgacza potencjometru  $P_3$  (płynna regulacja podstawy czasu) oraz od położenia przełącznika Pr (zgrubna regulacja podstawy czasu). Przy dołączeniu do masy kondensatorze  $C_3$  i maksymalnej rezystancji  $P_3$  szybkość narastania napięcia piłokształtnego jest najmniejsza.

Potencjometr  $P_2$  służy do synchronizowania pracy generatora z kontrolowanym prze-

biegiem. Napięcie piłokształtne z generatora jest wzmacniane w układzie z tranzystorem T4 i tym napięciem sterowane są płytki odchylenia poziomego w lampie oscyloskopowej.

Do przesuwania obrazu w pionie i poziomie służą odpowiednio rezystory nastawne  $R_{N1}$  i  $R_{N2}$ .

Dla uzyskania należytej jaskrawości obrazu lampa jest zasilana napięciem 600 V wytwarzanym przez niesymetryczny podwajacz napięcia z elementami  $R_{21-23}$ ;  $C_{18-20}$ ; D3 i 4. W obwodzie zasilania lampy znajduje się rezystor nastawny  $R_{N3}$ . Służy on do ustawniania ostrości obserwowanego przebiegu.

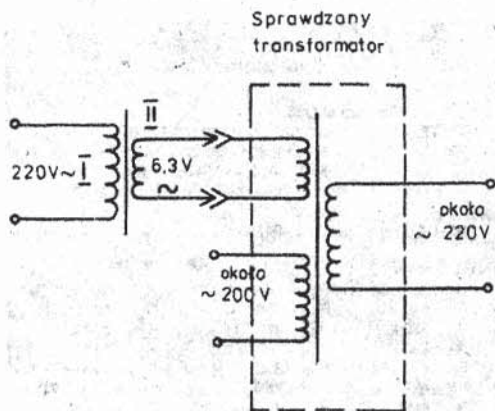
Żarnik lampy B6S1 przystosowany jest do zasilania napięciem 4V (!), natomiast prawie wszystkie transformatory nadające się do budowy oscyloskopu mają wyprowadzone napięcie żarzenia 6,3 V. Dlatego konieczne jest umieszczenie w obwodzie żarzenia szeregowego rezystora  $R_{28}$  o wartości 3Ω.

### Konstrukcja

Układ elektroniczny oscyloskopu został zmontowany na dwóch płytkach drukowanych (rys. 4 i 5) o wymiarach: 125 × 50 mm (podwajacz napięcia) i 215 × 50 mm (wzmacniacz X i Y oraz generator podstawy czasu). Rezystory nastawne  $R_{N1-3}$  umieszczone są na płycie podwajacza. Zamieszczona fotografia pokazuje rozmieszczenie podzespołów w obudowie i sposób ich zamocowania do bakelitowej płyty nośnej. Płytką czołową (rys. 6) wykonana jest z dwóch jednakowych szybek pleksi o wymiarach 290 × 69 mm. Między tymi płytkami znajduje się wycinek folii drewnopodobnej o tych samych wymiarach, w której wycięte jest okienko na ekran lampy oscyloskopowej. Na płycie czołowej znajdują się kolejno od lewej: potencjometry  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  i przełącznik Pr.

Przy montażu oscyloskopu w innej obudowie należy pamiętać o umieszczeniu transformatora sieciowego z dala od lampy obrazowej, ponieważ jego pole magnetyczne będzie wprowadzało zniekształcenia obrazu.

Szkielet konstrukcji przedstawiony na rys. 7 jest przeznaczony do wsunięcia w obudowę odbiornika radiowego „Jowita”.



Rys. 8

Zastosowane w urządzeniu tranzystory T1, T2, T4 typu BC 393 charakteryzują się wysokim dopuszczalnym napięciem kolektor-emiter (180 V) i nie mogą być zastąpione innymi typami serii BC, które w najlepszym przypadku mają  $U_{CEmax} = 50$  V (np. BC 177, 157, 307). Natomiast równie dobrze powinien pracować w układzie tranzystor BF 470 o maksymalnym napięciu C-E = 250 V.

W generatorze podstawy czasu pracuje tranzystor radziecki P 403, ale można z takim samym skutkiem zastosować inne germanowe tranzystory dyfuzyjne w.cz., np. P 401-403, 415, 416, 422, 423; AF 118, 426-430, 516; TG 37-40.

Rezystor  $R_{28}$  jest przyłutowany bezpośrednio do łączówki transformatora. Ze względu na niebezpieczeństwo przepalenia włókna żarzenia lampy, lepiej nie wykonywać go samodzielnie, lecz kupić, np. w BOMIS-ie. Przy braku odpowiedniej wartości, rezystory można łączyć szeregowo lub równolegle.

W przypadku zastosowania lampy radzieckiej 5ŁO38 należy liczyć się ze zmniejszeniem wymiarów obrazu z powodu mniejszej czułości tej lampy.

Efektywność odchylenia można zwiększyć nie stosując w ogóle podzespołu podwajacza napięcia. Spowoduje to jednak znaczny spadek jasności plamki świetlnej. Punkt „A” należy wtedy dołączyć do ujemnego bieguna kondensatora  $C_{18}$  i w miejsce rezystora  $R_{25}$  wlotować zworę z odcinka przewo-

## Spis elementów

Lampa B6S1 lub 5LO38

T1, T2, T4 - BC 393, SPS 4591, BF 470,  
T3 - AF 118, 426-430, 515, 516,  
P 401-403, 410, 415, 416, 422, 423,  
OC 169 - 171,  
TG 37-41,  
D1-D4 - BYP 401/800

Rezystory:

R <sub>1</sub> - 1M8,	R <sub>12</sub> - 100 k/1 W,	R <sub>23</sub> - 390 k,
R <sub>2</sub> - 510 k,	R <sub>13</sub> - 100 k,	R <sub>24</sub> - 10 k,
R <sub>3</sub> - 330 k,	R <sub>14</sub> - 4M7,	R <sub>25</sub> - 390 k,
R <sub>4</sub> - 220 k,	R <sub>15</sub> - 100 k/1 W,	R <sub>26</sub> - 390 k,
R <sub>5</sub> - 47 k,	R <sub>16</sub> - 3 k,	R <sub>27</sub> - 100 k,
R <sub>6</sub> - 4k7,	R <sub>17</sub> - 4M7,	R <sub>28</sub> - 3Ω3/2 W,
R <sub>7</sub> - 4M7,	R <sub>18</sub> - 4k7,	RN <sub>1,2</sub> - 1 M,
R <sub>8</sub> - 100 k/1 W,	R <sub>19</sub> - 200 k,	RN <sub>3</sub> - 470 k,
R <sub>9</sub> - 3 k,	R <sub>20</sub> - 200 k,	P <sub>1</sub> - 220 k,
R <sub>10</sub> - 4M7,	R <sub>21</sub> - 30 Ω/1 W,	P <sub>2</sub> - 2k2,
R <sub>11</sub> - 47 k,	R <sub>22</sub> - 390 k,	P <sub>3</sub> - 2M2

Kondensatory:

C <sub>1</sub> - μ22/630 V,	C <sub>11</sub> - μ22/63 V,
C <sub>2</sub> - μ22/250 V,	C <sub>12</sub> - 100 μ/6,3 V,
C <sub>3</sub> - μ47/100 V,	C <sub>13</sub> - μ1/250 V,
C <sub>4</sub> - μ47/63 V,	C <sub>14</sub> - μ1/250 V,
C <sub>5</sub> - μ22/250 V,	C <sub>15</sub> - 22μ/350 V,
C <sub>6</sub> - 1n/250 V,	C <sub>16</sub> - 22μ/350 V,
C <sub>7</sub> - μ1/100 V,	C <sub>17</sub> - 22μ/350 V,
C <sub>8</sub> - μ22/63 V,	C <sub>18</sub> - 22μ/350 V,
C <sub>9</sub> - 22 n/63 V,	C <sub>19</sub> - 22μ/350 V,
C <sub>10</sub> - 2n2/63 V,	C <sub>20</sub> - 10 μ/350 V

Transformator TS	30/1	43/40	18/3
	30/9	40/5	40/6
	40/9	40/13	40/23
	40/33	40/37	40/39

P - przełącznik obrotowy trzyzpozczyjny,  
B - oprawka z bezpiecznikiem 100 mA,  
W - wyłącznik zasilania.

du. Brak też rezystora R<sub>28</sub> ponieważ żarnik lampy ŁO38 zasila się napięciem 6,3 V.

## Uruchomienie

Uruchomienie oscyloskopu sprowadza się do ustawienia rezystorami nastawnymi RN<sub>1</sub> i RN<sub>2</sub> poziomej linii na ekranie w jego środku, natomiast rezystorem RN<sub>3</sub> należy ustawić ostrość kresłonej linii. Wskazane jest również sprawdzenie napięć podanych na schemacie. Jednakże podczas tej czynności trzeba zwrócić uwagę na występujące w układzie wysokie napięcie - do 600 V i w związku z tym wszelkie czynności regulacyjne trzeba wykonywać z należytą ostrożnością (dobra izolacja końcówek pomiarowych). Napięcia o odchyleniach ±10% są prawidłowe. Jedynie napięcie na kolektorze tranzystora T3 może różnić się znacznie,

zależnie od egzemplarza tranzystora. Napięcie o wartości zbliżonej do 250 V na kolektorach tranzystorów T2 i T4 może być spowodowane przerwą ścieżki oporowej rezystorów R<sub>7</sub> i R<sub>14</sub>, co w konsekwencji prowadzi do uszkodzenia tych tranzystorów.

Obecność na ekranie plamki świetlnej zamiast linii świadczy o uszkodzeniu tranzystora T4 lub T3, ewentualnie złej jakości kondensatorów C<sub>11</sub>, C<sub>13</sub>.

Jeżeli obraz nie daje się przesunąć w pionie, to może być uszkodzony (przerwa ścieżki) rezystor R<sub>10</sub>. Natomiast brak przesuwu w poziomie może być spowodowany wadliwym rezystorem R<sub>17</sub>. Jeżeli zaś rezystory te będą zwarte, to nie można będzie uzyskać odchylenia, odpowiednio, pionowego i poziomego.

Za „płynięcie” obrazu niezależnie od położenia potencjometru P<sub>2</sub> odpowiada kondensator C<sub>6</sub> i rezystor R<sub>11</sub> lub sam potencjometr P<sub>2</sub>.

Przy prawidłowych napięciach w bloku odchylenia pionowego winę za złą pracę mogą ponosić kondensatory: C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub> ewentualnie przerwa ścieżki rezystora R<sub>5</sub>. W efekcie na ekranie lampy będzie tylko linia pozioma.

Pewną trudnością może być lokalizacja wyprowadzeń transformatora uzwojenia pierwotnego i obu wtórnych. Np. w transformatorze TS 30/1 informacje o końcówkach podane są na papierze chroniącym uzwojenia.

Pierwszą czynnością przy braku wszelkich napisów na transformatorze jest sprawdzenie uzwojeń omomierzem. Uzwojenie zariadenia będzie miało rezystancję bliską zero (najgrubszy drut i jednocześnie najmniej zwojów). Największą rezystancję ma uzwojenie wtórne wysokonapięciowe (najcieńszy drut i duża liczba zwojów). Uzwojenie pierwotne ma rezystancję nieco mniejszą niż wtórne, wysokonapięciowe (grubszy drut).

Po takim zabiegu dobrze jest sprawdzić transformator za pomocą innego, który ma na uzwojeniu wtórnym napięcie zbliżone do 6 V. Sposób połączenia obydwóch transformatorów pokazuje rysunek 8. Przy takim połączeniu na pozostałych uzwojeniach powinno być napięcie zbliżone do 200 V.

**Dariusz Poliński**