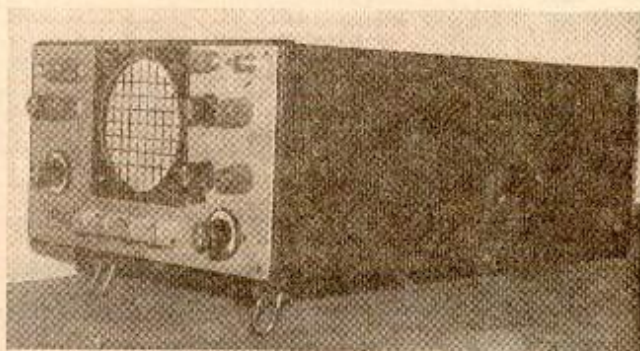


# Półprzewodnikowy oscyloskop

ANDRZEJ STEFAŃSKI – SP50V

Oscyloskop jest podstawowym przyrządem pomiarowym elektroniki. Bez jego pomocy konstruowanie, uruchamianie, czy też naprawa urządzeń elektronicznych są bardzo utrudnione, a często wręcz niemożliwe. Opracowany i opisany przez autora oscyloskop mimo dużej prostoty ma niezłe parametry, na ogół wystarczające w praktyce amatorskiej. Przy konstruowaniu oscyloskopu położono nacisk na zastosowanie elementów krajowych, łatwych do nabycia.

Wygląd zewnętrzny oscyloskopu przedstawiono na rysunku 1. Pewnych kłopotów może przysporzyć zakup lampy oscyloskopowej, typu B10S4 produkcji NRD. Można zastosować lampy innego typu, ale należy się liczyć z możliwością pogorszenia takich parametrów, jak np. czułość oraz z koniecznością zastosowania innych napięć. Należy zwrócić również uwagę, aby lampa miała symetryczne płytki X i Y (nie uziemione).



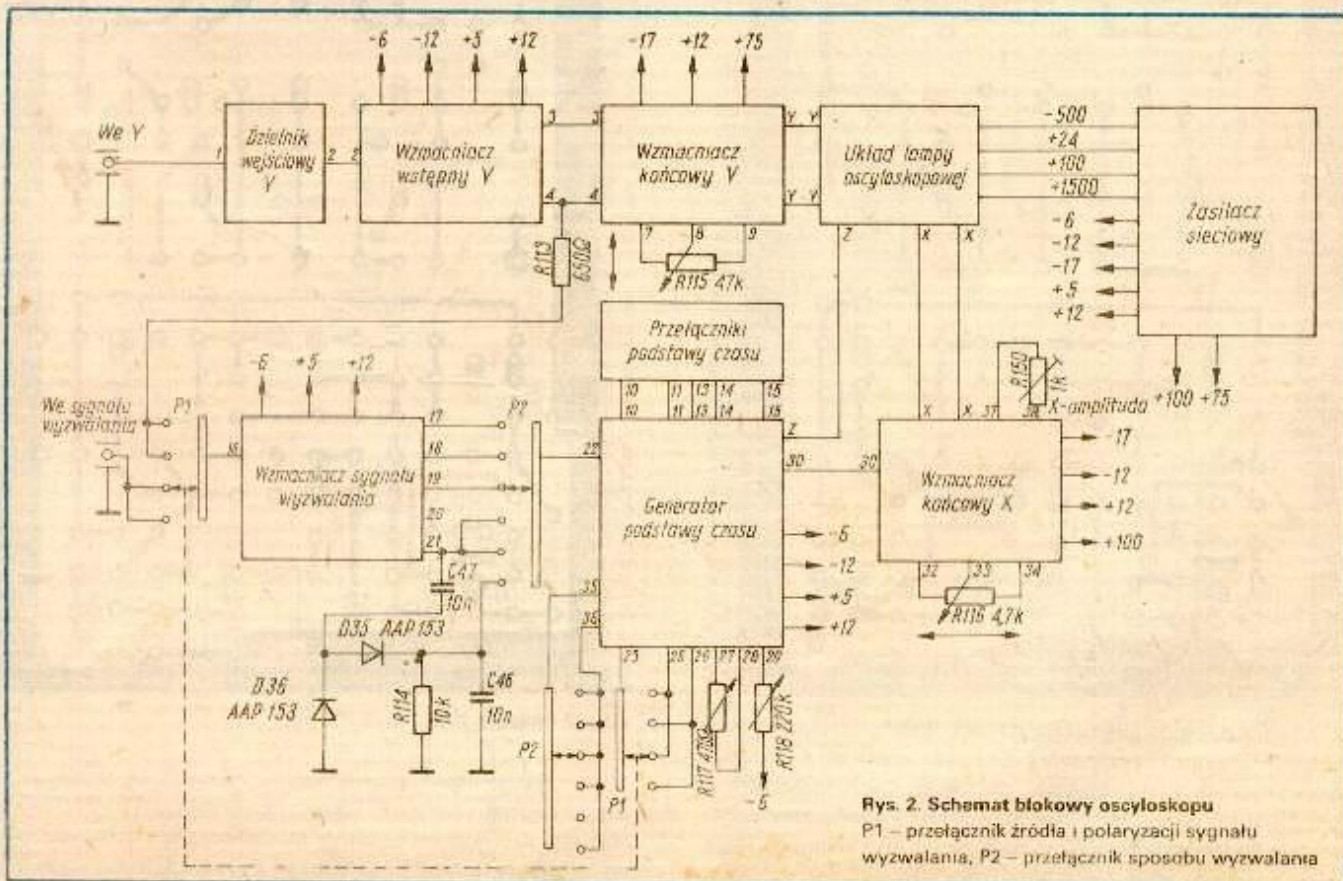
Rys. 1. Wygląd zewnętrzny oscyloskopu

A oto parametry urządzenia.

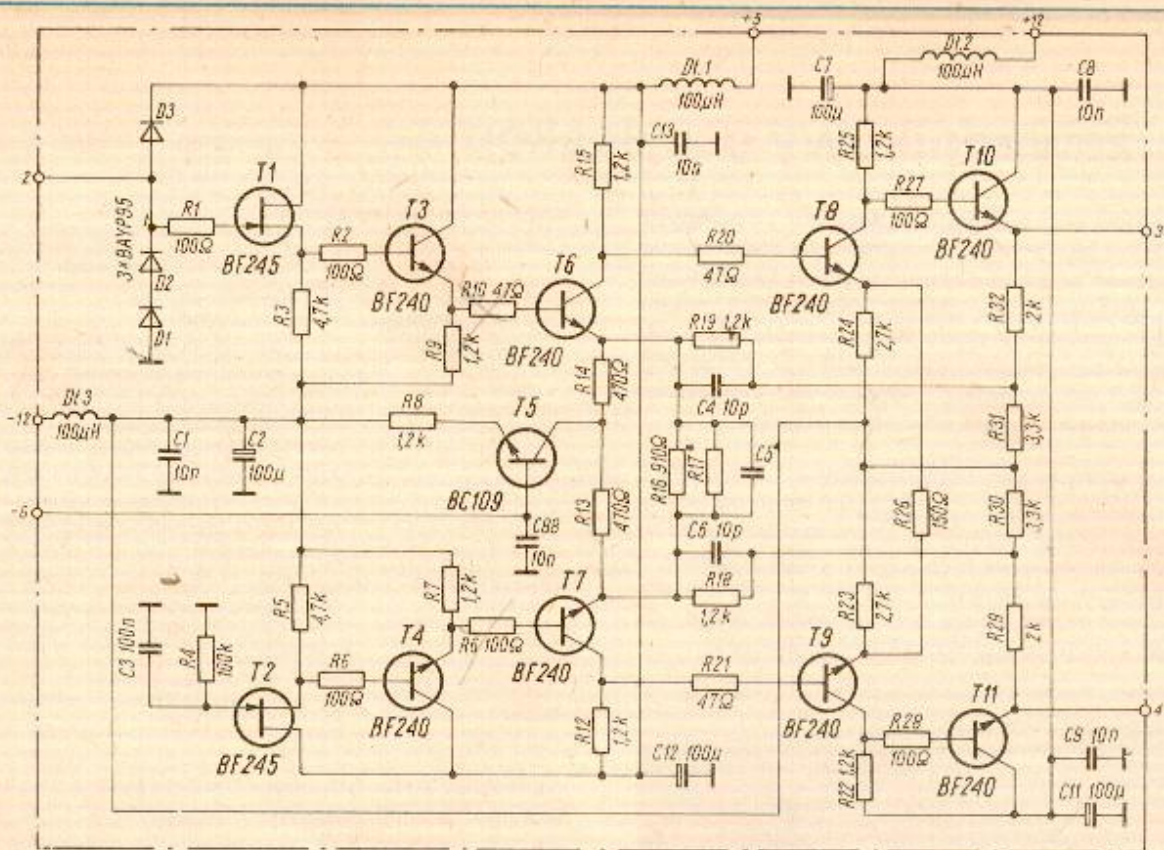
Czułość toru Y	10 mV/cm...10 V/cm regulowana skokowo w 10 podzakresach
Pasma toru Y	około 0...20 MHz
Impedancja wejściowa toru Y	1 MΩ/20 pF
Podstawa czasu	wyzwalana lub samobieźna, sterowana zewnętrznie lub wewnętrznie od zbrocza narastającego lub opadającego. Przy obserwacji sygnałów w.cz. możliwy jest podział częstotliwości sygnału dla wyzwalania przez 2 lub 4, a przy sygnałach modulowanych amplitudowo możliwość wyzwalania z obwiedni modulacji.
Zakresy podstawy czasu	50 nS/cm...20 mS/cm przełączane skokowo w osiemnastu podzakresach oraz płynnie regulowane w obszarze podzakresu
Wymiary	300×160×400 mm
Masa	około 9 kg
Pobór mocy	około 50 VA

Na rysunku 2 przedstawiono schemat blokowy oscyloskopu, który składa się z następujących podzespołów:

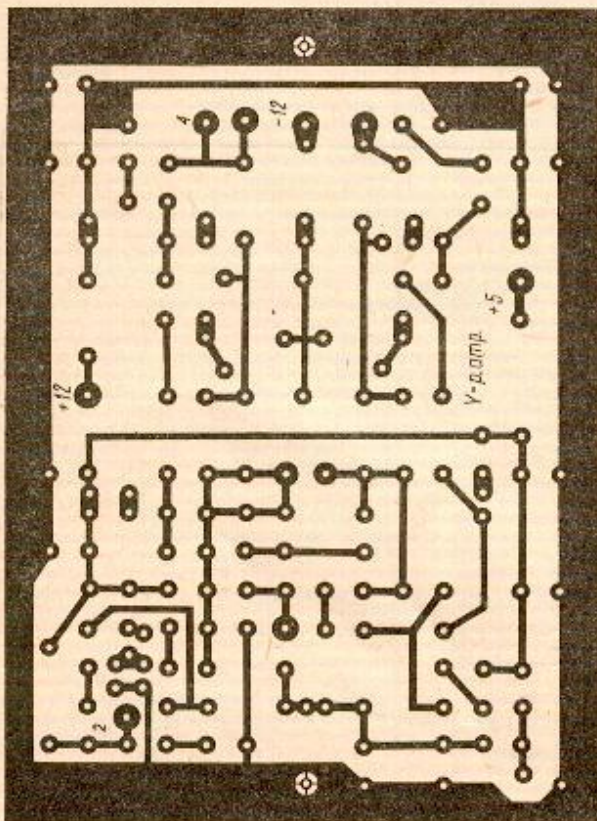
- Dzielnik wejściowy Y
- Wzmacniacz wstępny Y
- Wzmacniacz końcowy Y
- Wzmacniacz sygnału wyzwalania
- Wzmacniacz końcowy X
- Generator podstawy czasu
- Zasilacz sieciowy
- Układ lampy oscyloskopowej



Rys. 2. Schemat blokowy oscyloskopu  
P1 – przełącznik źródła i polaryzacji sygnału wyzwalania, P2 – przełącznik sposobu wyzwalania

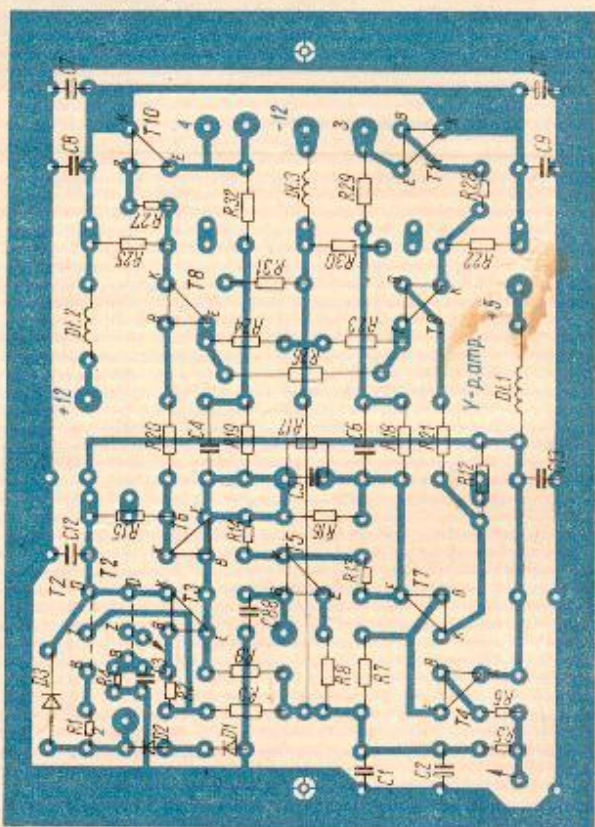


Rys. 3. Schemat wzmacniacza wstępnego Y



Rys. 4. Płytką drukowaną wzmacniacza wstępnego

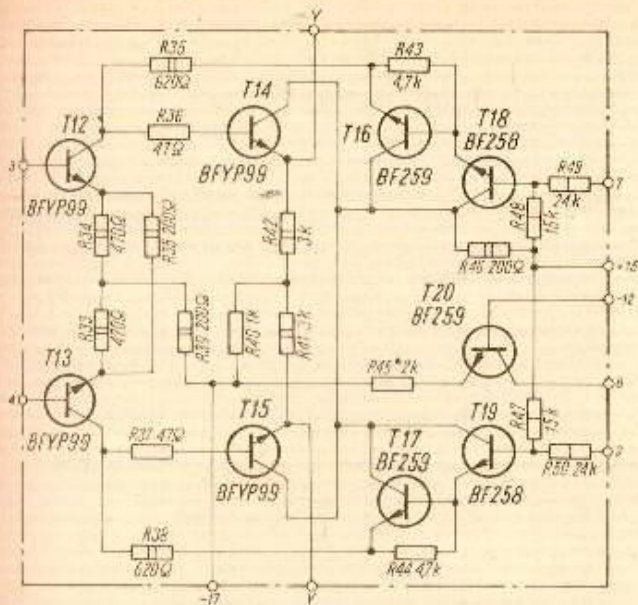
Elementy dzielnika wejściowego oraz przyłączone elementy układu generatora podstawy czasu zmontowano na płytkach odpowiednich przełączników. Układy zasilaczy oraz lampy oscyloskopowej są zmontowane w sposób przestrzenny. Pozostałe podzespoły wykonano na płytkach drukowanych. Niżej opisano układy ważniejszych podzespołów.



Rys. 5. Schemat montażowy wzmacniacza wstępnego - widok od strony druku

#### WZMACNIACZ WSTĘPNY Y

Schemat tego układu przedstawiono na rys. 3. Jest to dwustopniowy symetryczny wzmacniacz prądu stałego (T6-T7, T8-T9). Na wejściu włączone są diody zabezpieczające układ wejściowy na tranzystorze FET (T1) przed zniszczeniem w przypadku



Rys. 6. Schemat wzmacniacza końcowego Y

dołączenia zbyt wysokiego napięcia. Na wejściu i na wyjściu wzmacniacza znajdują się wtórniki emiterowe. Dwa pierwsze tranzystory (FET) wzmacniacza T1, T2 (BF245) są przyklejone do wspólnej płytki miedzianej (10×15×1 mm) w celu zachowania, o ile to możliwe, ich jednakowej temperatury. Umożliwiło to prawie całkowite zredukowanie „dryftu” wzmacniacza Y. Jeszcze lepsze rezultaty można uzyskać, stosując fabrycznie dobrane w pary podwójne tranzystory zamknięte w jednej obudowie. Pozostałe tranzystory są typu BF240. Można tu użyć również tranzystorów typu BFY90, 2N918 itp. Powinny być one możliwie dokładnie dobrane parami pod względem wzmocnienia dla poszczególnych stopni. Dobrane w czasie końcowego

zestrajania oscyloskopu elementy sprzężenia zwrotnego R17 i C5 umożliwiają uzyskanie żądanej czułości oraz pasma częstotliwości wzmacniacza.

Płytkę drukowaną wzmacniacza wstępnego Y przedstawiono na rys. 4, a schemat montażowy na rys. 5.

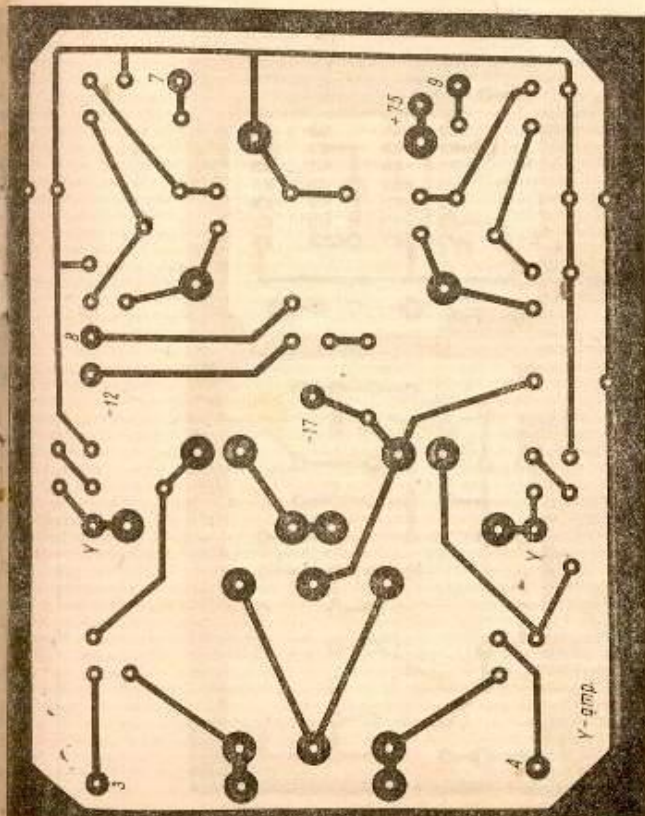
#### WZMACNIACZ KOŃCOWY Y

Schemat wzmacniacza końcowego Y jest przedstawiony na rys. 6. Wzmacniacz ten jest galwanicznie sprzężony z wyjściem wzmacniacza wstępnego Y oraz płytkami odchylającymi lampy oscyloskopowej (Y-Y). Jako tranzystory wzmacniające (T12, T13) oraz wtórniki emiterowe (T14, T15) zastosowano tranzystory BFYP99, natomiast w układzie regulacji napięcia zasilania kolektorów dla pionowego przesuwania plamki zastosowano tranzystory BF259 (T16, T17, T18, T19). Tranzystor T20 jako źródło stałoprądowe umożliwia przy regulacji położenia plamki za pomocą rezystora R115 (punkty 7...9), utrzymanie średniego napięcia na emiterach tranzystorów T16...T17 na stałej wartości.

Tranzystory w tym wzmacniaczu należy zaopatrzyć w niewielkie „samonośne” radiatory. Płytkę wzmacniacza przedstawiono na rys. 7, a schemat montażowy na rys. 8.

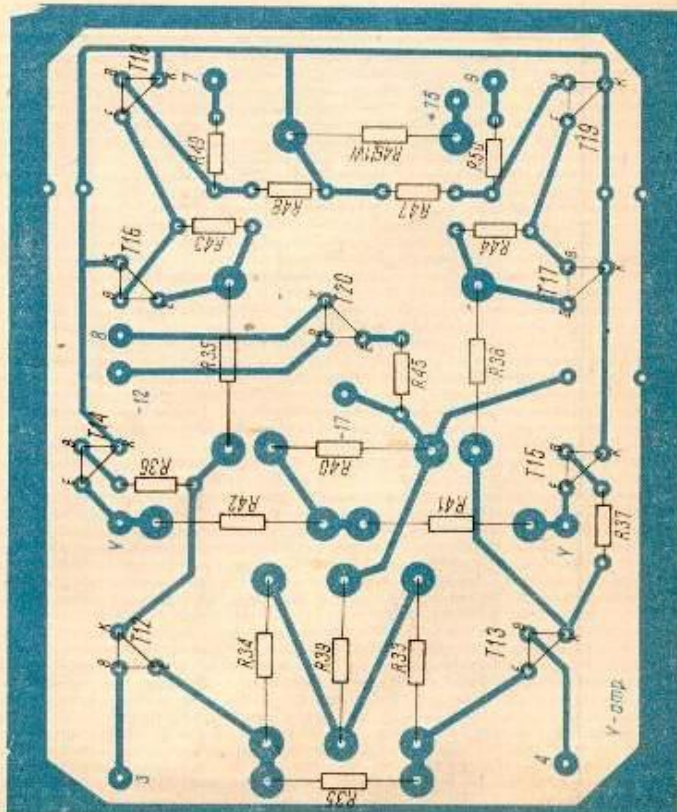
#### WZMACNIACZ SYGNAŁU WYZWALANIA

Schemat wzmacniacza sygnału wyzwalań przedstawiono na rysunku 9. Wzmacniacz ten ma na wejściu diodowy układ zabezpieczający tranzystor FET BF245 (T33); w pozostałych stopniach zastosowano tranzystory BSXP60 i BSXP93 (T34, T35). Wejście wzmacniacza jest przyłączone za pomocą przełącznika P1 (rys. 2) do gniazda wejściowego sygnału wyzwalań oraz do wyzwalań wewnętrznych. Ten czteropozycyjny przełącznik umożliwia wybór zbrocza wyzwalań. Sygnał wyzwalań wewnętrznych jest pobierany za wzmacniaczem wstępnym Y. Wyjście wzmacniacza sygnału wyzwalań jest połączone z przełącznikiem rodzaju pracy w generato-



Rys. 7. Płytkę drukowaną wzmacniacza Y

Rys. 8. Schemat montażowy wzmacniacza Y – widok od strony druku



rze podstawy czasu P2 (rys. 2), z układem formowania i podziału częstotliwości oraz detektorem diodowym. Przelicznik ten spełnia swoją funkcję podając sygnał wyzwania:

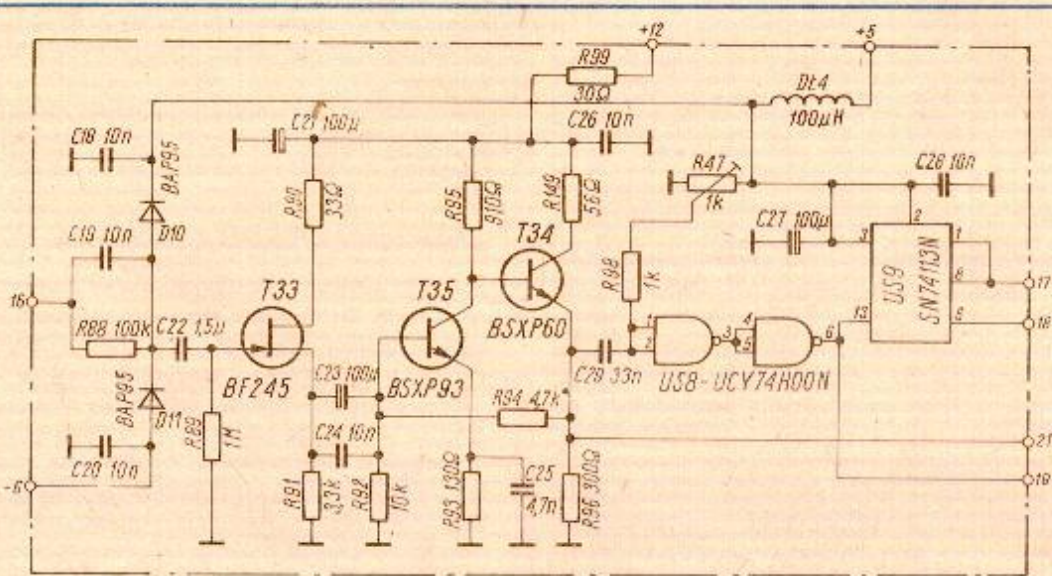
- a – bezpośrednio do układu generatora podstawy czasu dla pracy wyzwalanej i samobieżnej,
- b – za pomocą układu formowania i podziału przez 2 lub 4,
- c – za pomocą detektora diodowego w celu uzyskania sygnału wyzwania z obwiedni modulacji przebiegu zmodulowanego.

Układ zapewnia pewne wyzwanie przy obserwacji przebiegów rzędu kilkudziesięciu MHz. Formowanie sygnału odbywa się w dwóch liniowych bramkach układu scalonego US8 – UCY74H00 (można użyć SN74S00 lub SN74LS00). Podział przez dwa i cztery wykonuje układ scalony US8 – SN74133 dostępny swego czasu w „Bomisie” jako MC3062L.

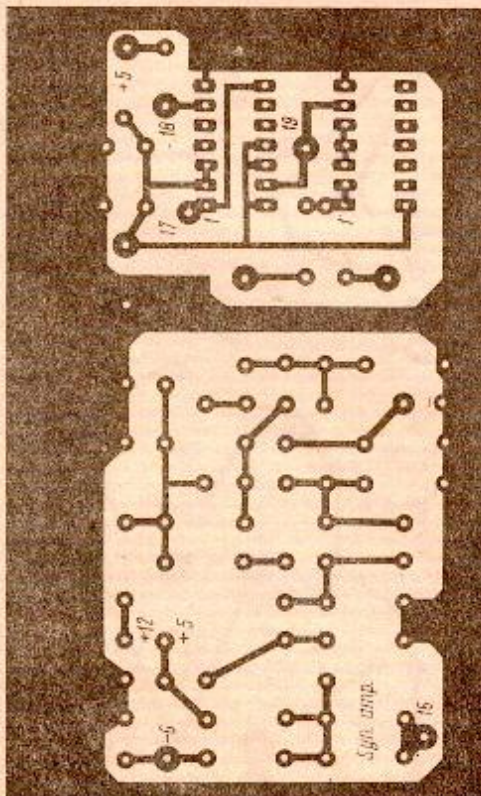
Płytkę wzmacniacza sygnału wyzwania przedstawiono na rys. 10, a schemat montażowy na rys. 11.

### UKŁAD GENERATORA PODSTAWY CZASU

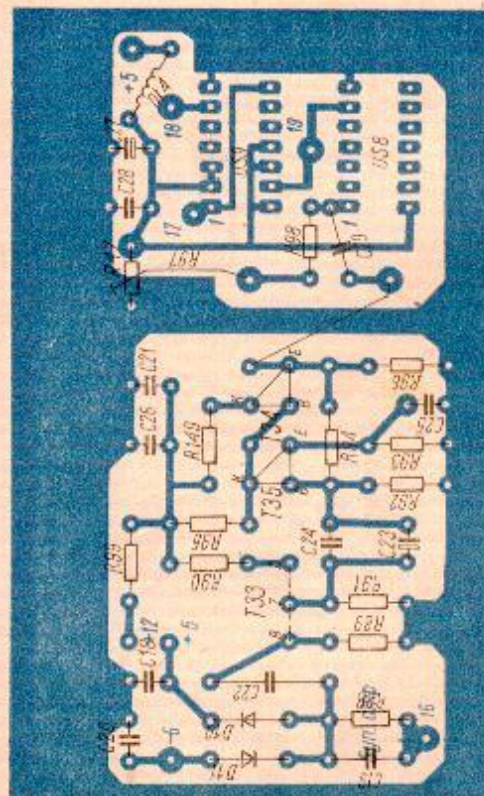
Zadaniem generatora podstawy czasu jest wytwarzanie przebiegu piłokształtnego, tj. napięcia wzrastającego liniowo w funkcji czasu, a następnie szybko opadającego. Napięcie takie, przyłączone do płytek lampy oscyloskopowej X-X, powoduje przesuwanie poziomej plamki świecącej na ekranie, np. z lewej strony do prawej. Po uzyskaniu najbardziej skrajnego położenia (prawego) plamka powinna bardzo szybko wrócić do skrajnego początkowego położenia na ekranie (skrajne lewe). Liniowy przebieg narastającego napięcia w funkcji czasu uzyskuje się na kondensatorze ładowanym prądem o stałej wartości, a zatem ładowanym ze źródła stałoprądowego. Po uzy-



Rys. 9. Schemat wzmacniacza sygnału wyzwania



Rys. 10. Płytkę drukowana wzmacniacza wyzwania



Rys. 11 Schemat montażowy wzmacniacza wyzwania – widok od strony druku

skaniu wartości napięcia odpowiadającego skrajnemu (prawemu) wychyleniu plamki, ładowanie musi zakończyć się i wówczas następuje gwałtowne rozładowanie kondensatora.

Na rysunku 12 przedstawiono schemat generatora podstawy czasu. Kondensator CT, którego wartość wybiera się przełącznikiem, ładowany jest przez tranzystor p-n-p T28 (źródło stałoprądowe). Wielkość prądu ładowania zależy od prądu bazy, ustalanego rezystorem RT, wybieranym przełącznikiem, zależnie od zakresu. Dla płynnej regulacji prądu ładowania zastosowano w szereg z rezystorem emiterowym potencjometr R117. Rozładowanie kondensatora CT następuje w odpowiednim momencie przez tranzystor T30 sterowany układem elektronicznym, składającym się z układów scalonych – komparatora US4 i bramki NAND.

Napięcie o przebiegu piłokształtnym steruje przez tranzystor FET – T31 i wtórnik T32 wzmacniacz X (punkt 30). Aby przebieg piłokształtny był rzeczywiście liniowy, izolacja kondensatora CT, przełącznika zakresu, wejścia tranzystora FET i obwodu kolektora T29, powinna być idealna. Praktycznie jeżeli prąd ładowania będzie rzędu miliamperów, prąd izolacji nie powinien przekraczać kilkudziesięciu nanoamperów.

Tranzystor T29 podczas ładowania jest zablokowany, zaś wejście tranzystora FET – T31 ma opór rzędu wielu megaomów. Tak więc pozostaje dobór kondensatorów o dobrej izolacji (np. foliowe – styrofleksowe) i przełącznika wykonanego na płytce ceramicznej.

Plamka na ekranie powraca więc na lewe skrajne położenie i następuje kolejny przebieg ładowania. Moment rozpoczęcia ładowania zależy od pojawienia się impulsu wyzwalającego, który musi występować zawsze w tym samym momencie

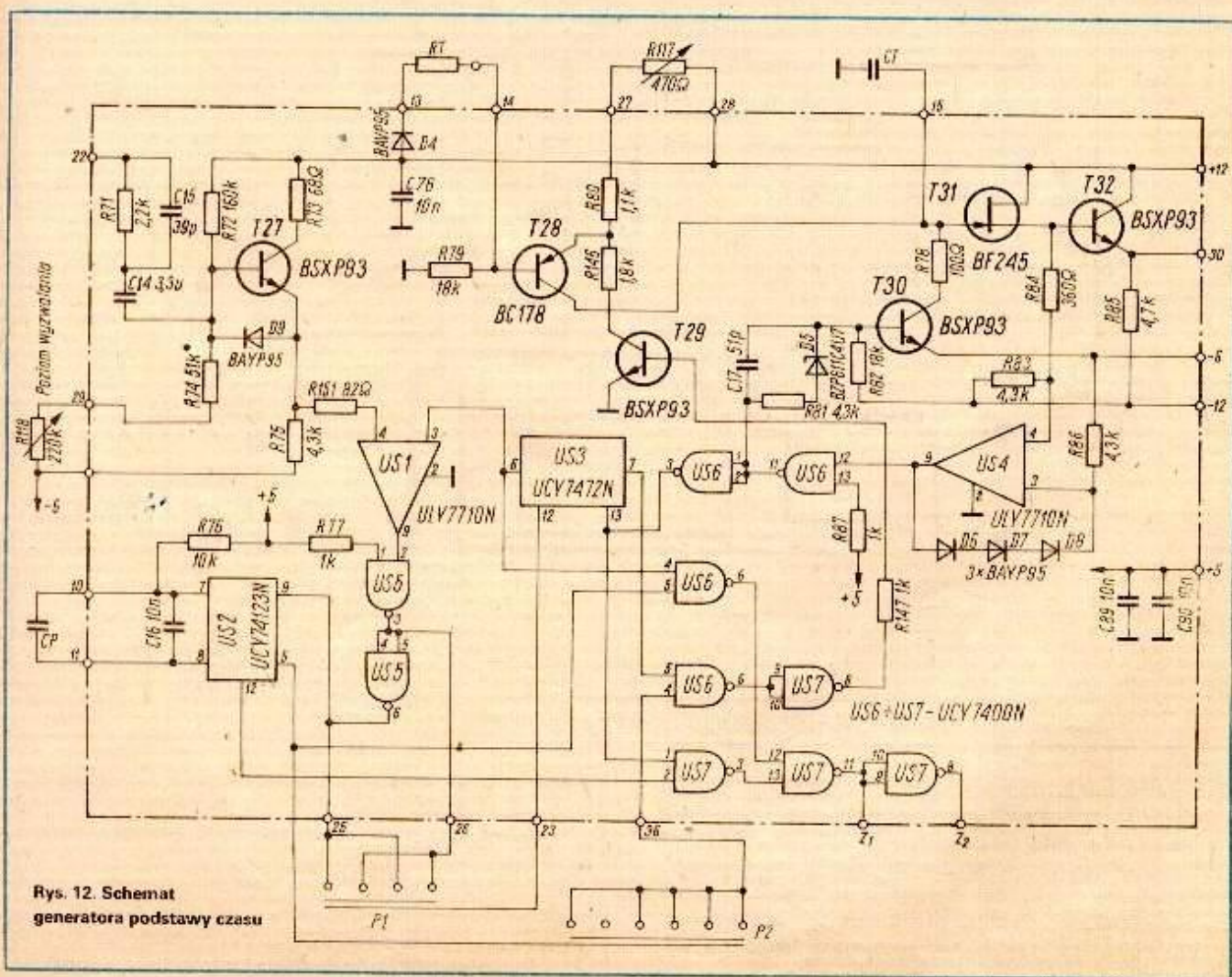
przebiegu obserwowanego na ekranie, jeżeli obraz tego przebiegu ma być dla obserwatora nieruchomy.

Pozostałe elementy elektroniczne układu na rys. 12 służą właśnie dla sterowania generatorem podstawy czasu.

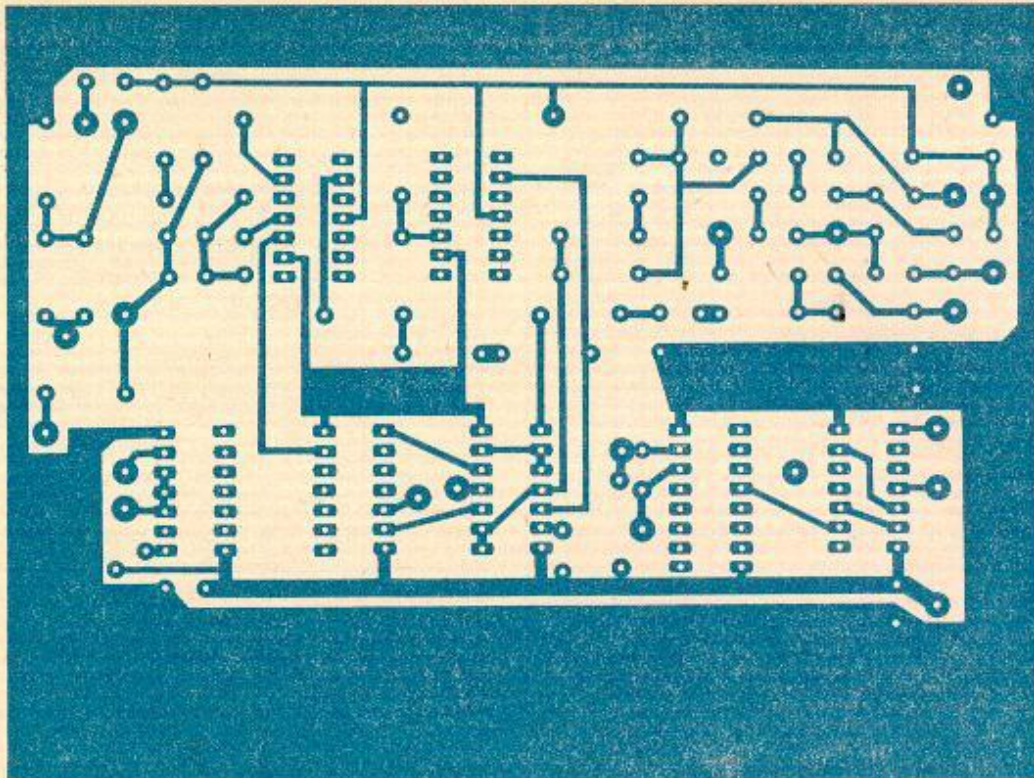
Sygnał wyzwalania przez wtórnik emiterowy T27 jest doprowadzony do wejścia komparatora US1 (ULY7710N). W gałęzi dzielnika bazy wtórnika znajduje się potencjometr R118 wyprawadzony na płytce czołowej przyrządu, służący do regulacji poziomu wyzwalania. Wyjście komparatora przez bramki układu scalonego UCY7400 (US5) odwracające lub nie odwracające fazę (przełącznik „źródło wyzwalania” P1) jest połączone z przerzutnikiem UCY7472 (US3) oraz z monowibratorem UCY74123 (US2).

Pojawienie się na wejściu komparatora US1 sygnału powoduje otwarcie źródła prądowego BC178 (T28) za pomocą dwóch bramek układu UCY7400 (US6) i tranzystora BSXP93 (T29). Napięcie na kondensatorze CT rośnie liniowo do momentu zadziałania komparatora US4 (ULY7710N). Zadziałanie komparatora US4 powoduje rozładowanie kondensatora CT tranzystorem BSXP93 – T30 i powrót przerzutnika US3 do stanu wyjściowego. W czasie ładowania CT (ruch roboczy plamki) komparator US1 jest blokowany z wyjścia Q US3. Po odblokowaniu tego komparatora następuje sygnał na jego wejściu powoduje ponowny roboczy ruch plamki itd.

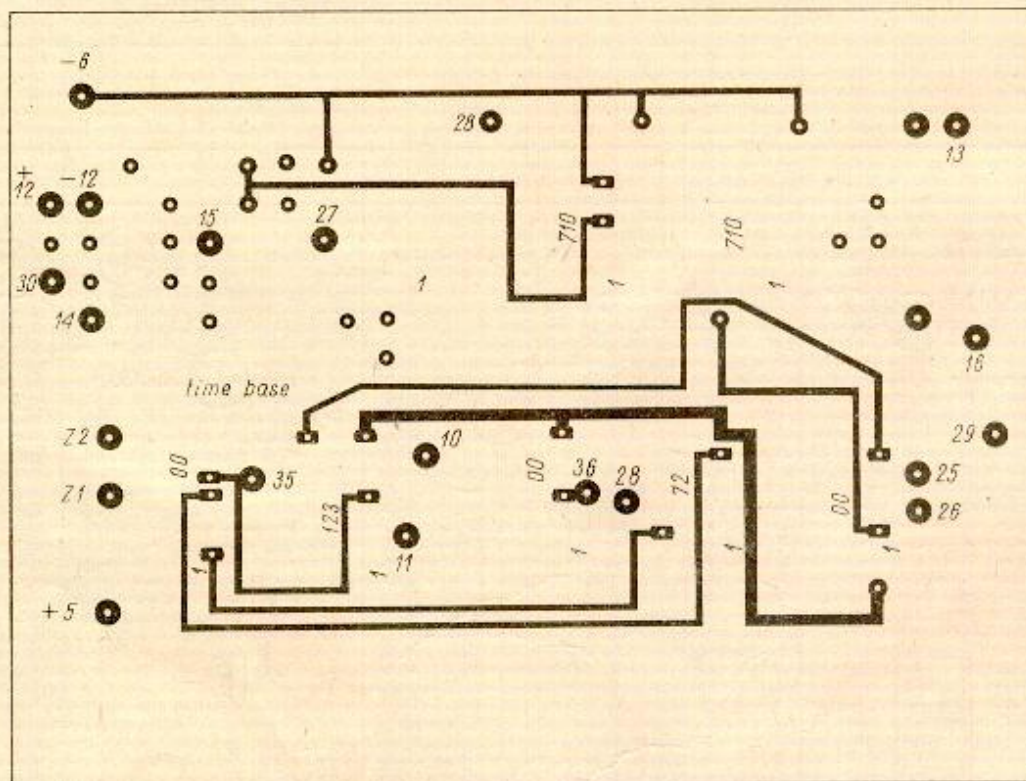
Tak się dzieje w położeniu przełącznika rodzaju pracy podstawy czasu „wyzwalanie”. Przy braku sygnału wyzwalania na wyjściu Q układu scalonego UCY74123 (US2) utrzymuje się stan niski umożliwiający za pomocą przełącznika rodzaju pracy oraz bramek układu scalonego UCY7400 (US7) stałe otwarcie źródła prądowego (T28, T29). Układ pracuje wtedy jako gene-



Rys. 12. Schemat generatora podstawy czasu



Rys. 13. Płytki drukowane generatora – widok od strony druku

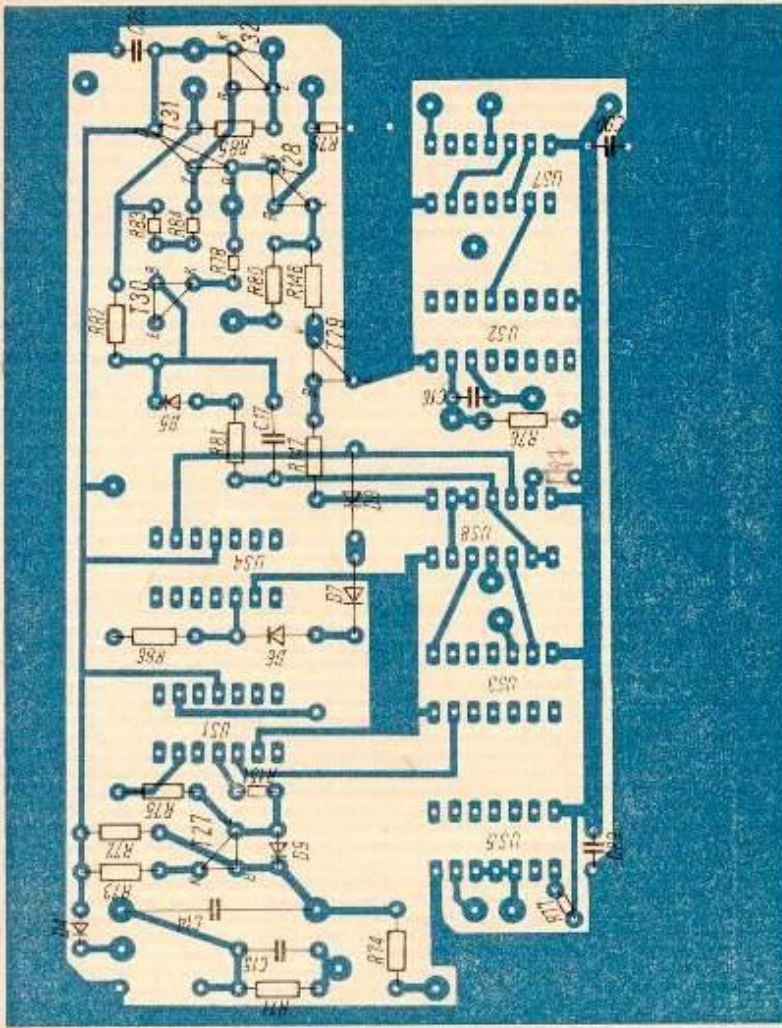


Rys. 14. Płytki drukowane generatora – widok od strony elementów

rator samobieźny, co ma jeszcze tę zaletę, że przy braku obserwowanego sygnału na ekranie pojawia się pozioma linia. Ponieważ czas pracy monowibratora US2 jest przełączany jednym przełącznikiem wraz z częstotliwością przebiegu generatora podstawy czasu i dobierany tak, że w każdym położeniu ww. przełącznika jest on dłuższy od czasu roboczego generatora podstawy czasu, przy istnieniu wyzwalania układ „podtrzymywania” nie ma wpływu na pracę urządzenia.

Jak widać z powyższego, synchroniczna praca układu przy obecności sygnału wyzwalania o odpowiedniej amplitudzie jest zawsze wyzwalana, natomiast przy braku sygnału wyzwalania układ pracuje „samobieźnie”

Przedstawiony układ umożliwia uzyskanie pewnego wyzwalania, bowiem występuje to już przy amplitudzie 2...4 mm obserwowanego sygnału na ekranie lampy. Pozostałe bramki układów scalonych US6 i US7 spełniają funkcje logiczne rozjaśnia-



Rys. 15. Schemat montażowy generatora - widok od strony druku

nia płamki w czasie ruchu roboczego przy każdym rodzaju pracy. Potencjometr RT (R117) umieszczony na płycie czołowej umożliwi płynną regulację czasu roboczego, a kalibrowany czas podstawy uzyskuje się w jego skrajnym (minimalnym) położeniu. Elementy RT, CT, Cp są umieszczone na wielopozycyjnym przełączniku-obrotowym. Z braku takiego przełącznika można zastosować przełącznik typu „Isostat”, ale skomplikuje

układ wzmacniacza jest wykonany przy użyciu tranzystorów BF259 (T23, T24, T25, T26) oraz BC211 (T21) i BC108 (T22). W opisywanym oscyloskopie nie przewidziano zewnętrznego wejścia dla sygnału X. W razie potrzeby można taki układ wykonać z wykorzystaniem istniejącego wzmacniacza X. Schemat montażowy wzmacniacza jest przedstawiony na rys. 18, zaś płytka - na rys. 29.

to konstrukcję mechaniczną urządzenia (dotyczy to również przełącznika dzielnika wejściowego Y).

Aby uzyskać dużą dokładność podstawy czasu elementy RT i CT muszą być wysokostabilne i dobrane z dokładnością 1%.

Z braku takich elementów można zastosować elementy dobrane indywidualnie dla każdego zakresu. Jest to sposób wymagający większej pracochłonności, ale praktyczny przy trudnościach w nabyciu takich elementów. Kondensator CT jest wspólny dla trzech zakresów, natomiast RT jest doбираany oddzielnie dla każdego zakresu.

Kondensatory Cp mogą być dobrane z tolerancją -20 +50%.

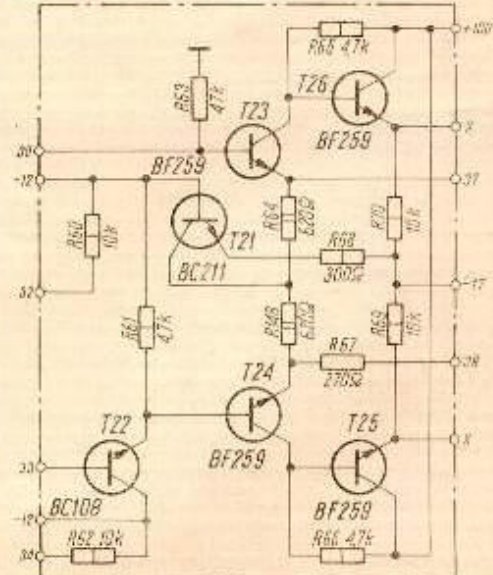
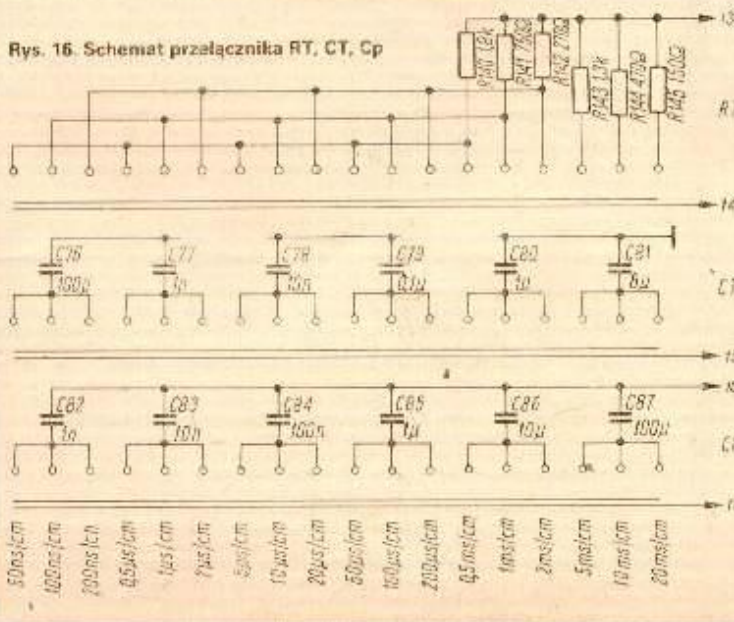
Płytkę układu generatora podstawy czasu przedstawiono na rys. 13 i 14.

Schemat montażowy znajduje się na rys. 15, a schemat przełącznika RT, CT, Cp na rys. 16. Należy zwrócić uwagę, że płytka ta jest dwustronnie drukowana.

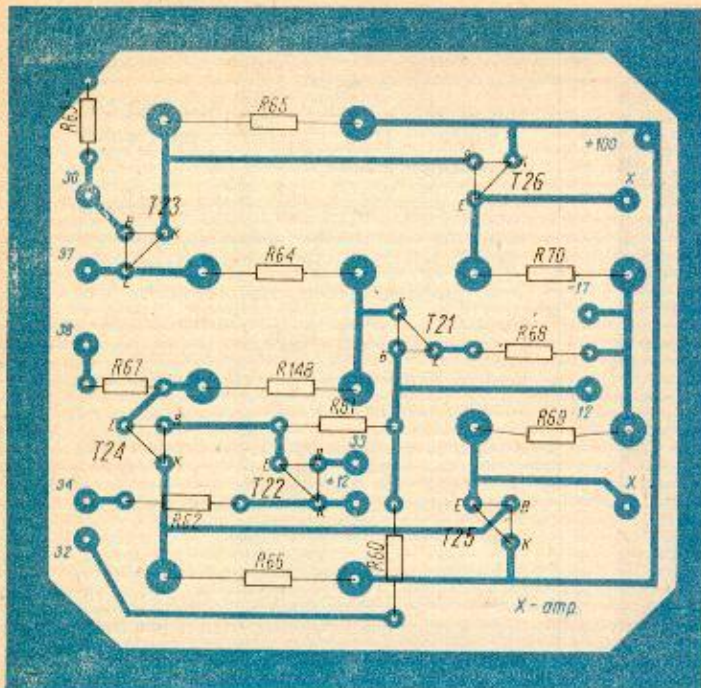
### WZMACNIACZ X

Schemat wzmacniacza przedstawiono na rysunku 17. Podobnie jak wzmacniacz Y, wzmacniacz X pracuje w układzie symetrycznym. Sygnał wyjściowy z generatora podstawy czasu jest doprowadzany do tranzystora T23 (punkt 30), zaś sygnał wyjściowy jest wyprowadzony do płytek X lampy przez wtórnik emiterowe. W jednej gałęzi wzmacniacza T24 jest włączony układ poziomego przesuwu płamki T22 i potencjometr R116.

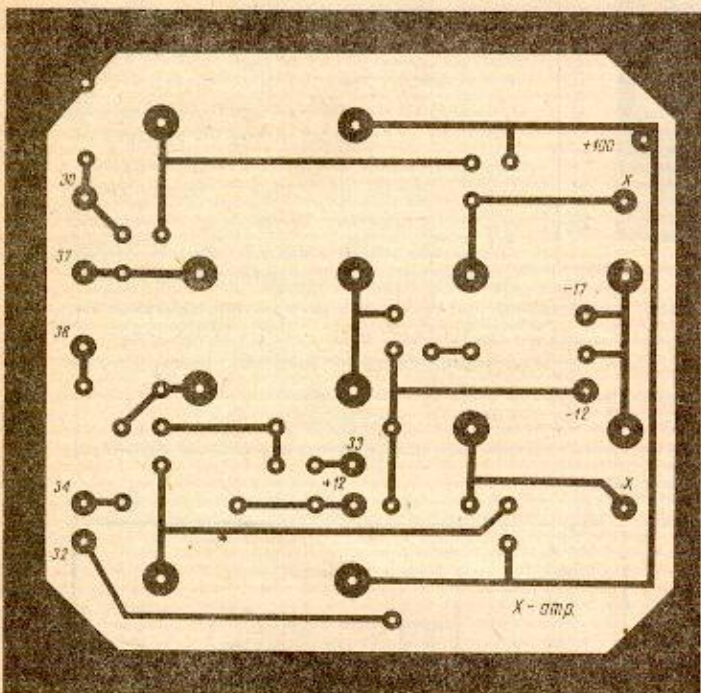
Rys. 16. Schemat przełącznika RT, CT, Cp



Rys. 17. Schemat wzmacniacza X



Rys. 18. Schemat montażowy wzmacniacza X – widok od strony druku



Rys. 19. Płytkę drukowaną wzmacniacza X

### ZASILACZ SIECIOWY

Schemat zasilacza przedstawiono na rys. 20. Na schemacie tym są podane wartości napięć i prądów potrzebnych do zasilania oscyloskopu. W opisanym modelu zostały użyte monolityczne stabilizatory scalone. Możliwe jest jednak wykonanie zasilaczy z elementami dyskretnymi, zapewniającymi wymagane stabilizowanie napięcia, z tego względu nie podaje się rysunku płytki zasilacza.

Należy podkreślić, że kondensatory filtrów układów niskich napięć powinny mieć pojemności nie mniejsze niż 4700  $\mu\text{F}$ , zaś prostowanie musi być dwukierunkowe. Stabilizacja napięć +75 i +100 V została zrealizowana za pomocą szeregowo

połączonych diod Zenera. Napięcia wysokie zasilające lampę oscyloskopową są nie stabilizowane; napięcie -500 V uzyskuje się z prostownika jednokierunkowego, zaś napięcie 1500 V w układzie potrajania napięcia. Przy zastosowaniu lampy oscyloskopowej innego typu należy się liczyć z koniecznością zmiany wartości wysokich napięć.

W opisanym urządzeniu wszystkie napięcia uzyskuje się z jednego transformatora. Został on wykonany na rdzeniu typu M100 o grubości 35 mm. Przekrój rdzenia został przyjęty z „zapasem” tak, aby indukcja nie przekroczyła  $B = 7,5 \text{ kGs}$ . Ma to na celu zmniejszenie zewnętrznego pola magnetycznego transformatora, który może zakłócić bieg strumienia elektronów w lampie. Z tego też powodu transformator wyposażono w „zwarty zwoj” z miedzianej blachy  $\approx 1 \text{ mm}$ , obejmujący z zewnątrz rdzeń i uzwojenie.

Cewki transformatora nawinięto wg poniższych danych w kolejności numerów wyprowadzeń:

1-2	1000 zw. DNE $\varnothing$ 0,35 mm
3-4-5	50+50 zw. DNE $\varnothing$ 0,2 mm
6-7-8	85+85 zw. DNE $\varnothing$ 0,35 mm
9-10-11	85+85 zw. DNE $\varnothing$ 0,35 mm
12-13-14	550+550 zw. DNE $\varnothing$ 0,2 mm
15-16	2200 zw. DNE $\varnothing$ 0,1 mm
17-18	32 zw. DNE $\varnothing$ 0,45 mm

Należy zwrócić szczególną uwagę na dobrą izolację między uzwojeniami 15-16 a 17-18 a rdzeniem transformatora; izolacja ta musi wytrzymać napięcie pracy 1,5 kV. Uzwojenia po nawinięciu zostały zaimpregnowane na gorąco w mieszaninie stearyny z woskiem pszczelin w stosunku 3:1.

Układ zasilania lampy oscyloskopowej i układu rozjaśniania plamki przedstawiono na rysunku 21.

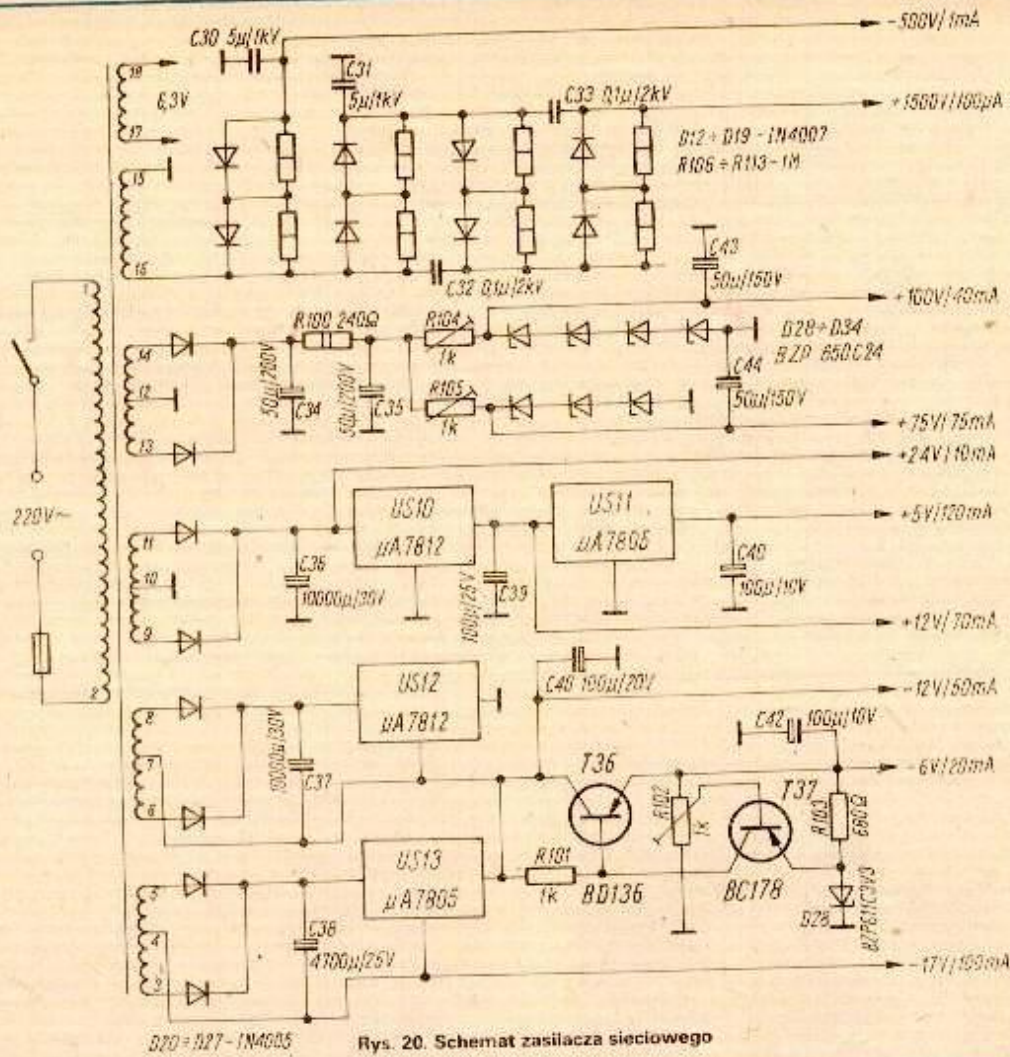
### KONSTRUKCJA OSCYLOSKOPU

W urządzeniu modelowym zostały wykorzystane szkielet i obudowa odbiornika radiokompasu ARK-5. Urządzenia te wycofane z eksploatacji trafiły w sporej liczbie za pośrednictwem klubów do radioamatorów. W opisywanym urządzeniu szkielet i obudowa zostały skrócone do 400 mm. Na miejscu wyciętego chassis umieszczono płytkę z blachy aluminiowej  $\approx 1,5 \text{ mm}$ , na której od góry są przymocowane: ekran magnetyczny lampy, transformator sieciowy, wzmacniacze końcowe Y i X oraz zasilacze +75 i +100 V, zaś od spodu zasilacze niskich napięć wraz z ich radiatorami oraz elementy układu wygaszania plamki.

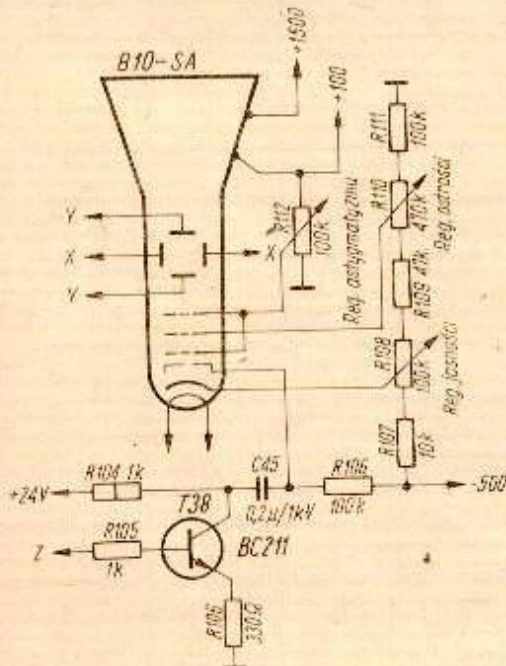
Pod przednią częścią ekranu lampy znajdują się zasilacze wysokiego napięcia umieszczone blisko elementów regulacyjnych lampy. Potencjometry te służące do regulacji jasności, ostrości, astygmatyzmu oraz przesuwania poziomego znajdują się na płycie czołowej pod ekranem lampy oscyloskopowej. Po lewej i prawej stronie przedniej części obudowy zostały umieszczone elementy toru Y i podstawy czasu. Płyta czołowa została wykonana z blachy duralowej  $\approx 3,5 \text{ mm}$  i przymocowana do ramki dawnej płyty czołowej radiokompasu.

Przykład ten nie wyklucza oczywiście wykonania konstrukcji mechanicznej według własnej idei konstruktora, co pozwoli na przystosowanie się do posiadanych podzespołów i lampy oscyloskopowej. Osobne zagadnienie stanowi ekran magnetyczny lampy oscyloskopowej; często lampy te są dostarczane z tabrycznym ekranem. Przeważnie taki ekran jest wykonany z materiału o dużej przenikalności magnetycznej, np. z permalloy'u i poddany odpowiedniej obróbce termicznej. Z braku takiego ekranu można zastosować ekran z miękkiej blachy stalowej (najlepiej „armco”), który po spawaniu i obróbce mechanicznej należy wyżarzyć.





Rys. 20. Schemat zasilacza sieciowego



Rys. 21. Schemat połączeń lampy oscyloskopowej i układu rozjaśniania płamki

Dzielnik napięcia wejściowego toru Y (rys. 22) oraz wzmacniacz wstępny muszą być ekranowane względem siebie i resztą układu

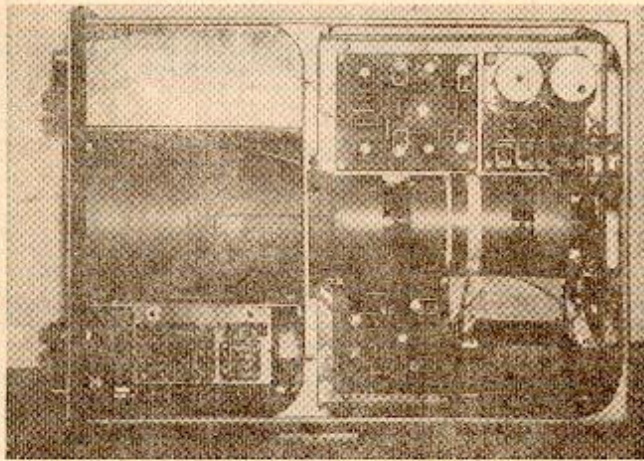
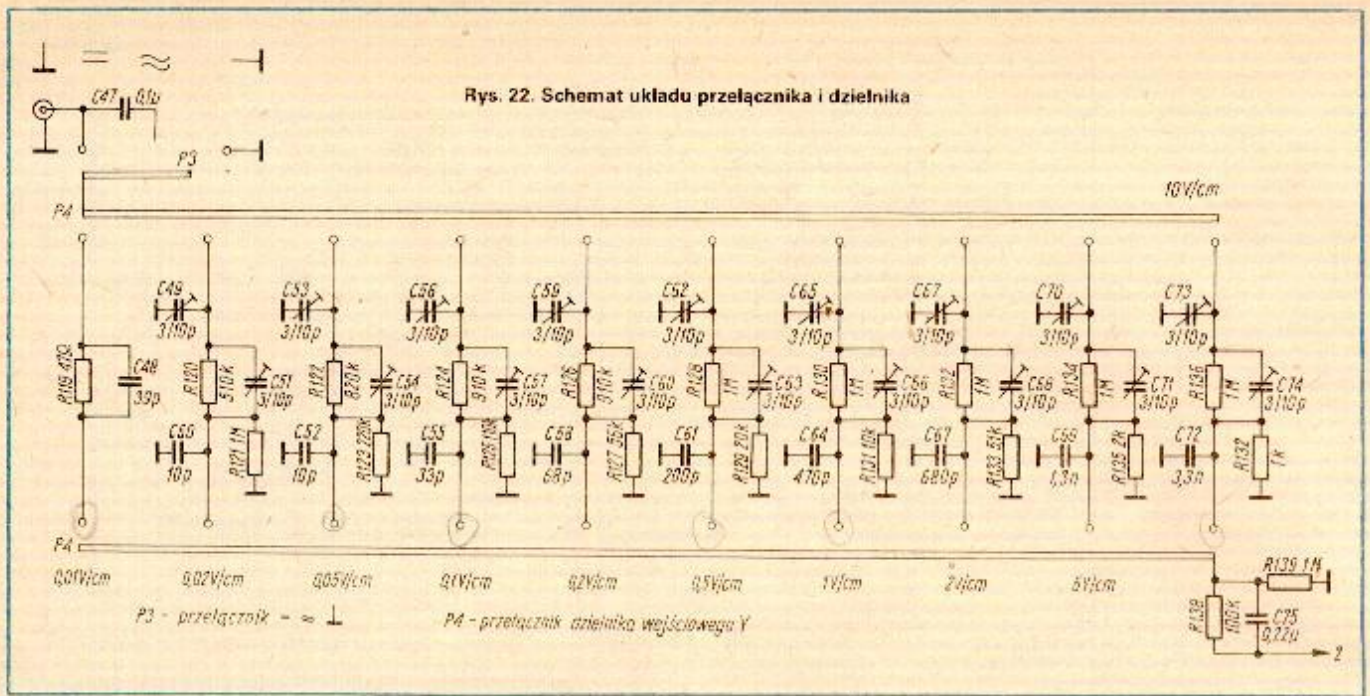
Płytki wzmacniaczy należy umieścić na słupkach dystansowych w odległości nie mniejszej niż 10 mm od chassis.

Połączenia między podzespołami urządzenia wynikają ze schematu blokowego wg numeracji podanej na schemacie blokowym oraz na schematach ideowych i montażowych. Użyte elementy należy bezwzględnie sprawdzić przed wmontowaniem, co uchroni przed przykrymi niespodziankami przy uruchamianiu.

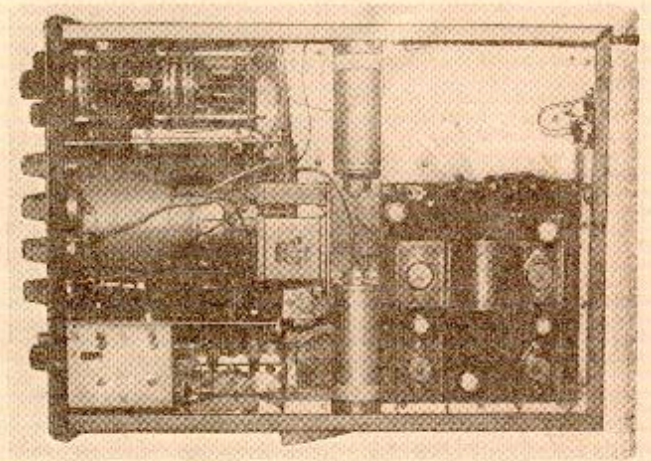
Konstrukcję urządzenia modelowego ilustrują rysunki 23 i 24.

### URUCHOMIENIE

Uruchomienie należy rozpocząć od sprawdzenia i regulacji zasilaczy (odłączonych od reszty układu). Należy sprawdzić prawidłowość napięć przy znamionowym obciążeniu, podanych na rys. 20, następnie uruchomić zespół lampy oscyloskopowej, podając tymczasowo na połączone razem płytki odchyłające napięcie rzędu +30...50 V, a po uzyskaniu świecenia płamki, sprawdzić działanie regulacji (R108) jasności, (R112) ostrości i astygmatyzmu (R110). Koniecznie należy się wystrzeżać zbyt jasnego świecenia płamki, aby nie spowodować wypalenia luminoforu ekranu lampy. Pozostałe układy, jeżeli nie ma pomyłek montażowych, a użyte do ich budowy elementy zostały sprawdzone, powinny „ruszyć” od razu. Kalibrowane podstawy czasu można przeprowadzić za pomocą generatorów sygnałów akustycznych i radiowych lub najwygodniej oscyloskopem z dokładnie kalibrowaną podstawą czasu.



Rys. 23. Widok oscyloskopu z góry



Rys. 24. Widok oscyloskopu z dołu

Szerokość przenoszonego pasma, częstotliwość oraz czułość toru Y należy skontrolować radiowym generatorem sygnałowym i skorygować, dobierając elementy sprzężenia zwrotnego wzmacniacza wstępnego Y ( $R17$ ,  $C5$  - rząd wielkości  $2 \text{ k}\Omega$  i  $10 \text{ pF}$ ).

Sygnał należy doprowadzać bezpośrednio do wejścia wzmacniacza wstępnego. Następnie należy wyregulować położenie trymerów dzielnika wejściowego używając do tego celu źródła sygnału o przebiegu prostokątnym. Do wejścia Y oscyloskopu włącza się sygnał o częstotliwości rzędu  $500 \dots 1000 \text{ Hz}$  (przełącznik wejściowy ustawiony w położenie „wejście stałoprądowe”) i obserwuje się przebieg na ekranie uruchomionego oscyloskopu.

Po korekcji obraz przebiegu powinien być wolny od „przerostów” i „zwisów”. Ważne jest również wyrównanie pojemności wejściowej dla poszczególnych zakresów czułości, szczególnie jeżeli z oscyloskopem będzie używana dla pomiarów dodatkowa sonda dzielnikowa  $1:10$ .

W układzie wzmacniacza sygnałów wyzwalania należy ustawić punkt pracy bramek układu scalonego US8 elementu  $R47$  na największą czułość dla częstotliwości radiowych.

W układzie podstawy czasu trzeba dobrać elementy dzielnika

bazy tranzystora  $T27$ , tak, aby wyzwalanie następowało przy możliwie małej amplitudzie sygnału obserwowanego w środkowym położeniu potencjometru regulacji poziomu wyzwalania.

Do wad opisywanego urządzenia należy brak linii opóźniającej w torze Y, co uniemożliwia obserwację przedniego zbocza szybko narastających krótkich przebiegów. Wykonanie oraz zestrojenie takiej linii w warunkach amatorskich jest, zdaniem autora właściwie niemożliwe. Nie najlepiej działa również układ rozjaśniania plamki dla trzech najkrótszych i trzech najdłuższych zakresów podstawy czasu. Zastosowany układ został użyty ze względu na prostotę. Przy budowie opisywanego urządzenia można pokusić się o skonstruowanie bardziej nowoczesnego układu rozjaśniania, opierając się na dość obszernej literaturze na temat oscyloskopów.

#### LITERATURA

1. Rydzewski J.: Oscyloskop elektroniczny. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności 1969
2. Duggac K.W.: 30 MHz Oszillograf - selbstgebaut. Funktechnik nry 12, 13, 14/1971
3. Keiser M.: Transistor - Breitband Oszillograf TBO-70. Funktechnik nr 19/1972