

ROZBUDOWA MINIATUROWEGO OSCYLOSKOPU

(Dokończenie)

Wzmacniacz wstępny X

Wyposażenie oscyloskopu we wzmacniacz odchylenia poziomego (X) o czułości kilkudziesięciu mV na działkę niewątpliwie podwyższa walory użytkowe naszego przyrządu. Staje się możliwe wykorzystanie oscyloskopu jako charakterografu, możemy zdejmować charakterystyki amplitudowo-fazowe urządzeń m.cz. (wzmacniaczy), dokonywać pomiarów fazy, możemy także podłączyć przystawkę wobuloskopową. Nie jest przy tym konieczne, aby wzmacniacz X przynosił tak szerokie pasmo, jak wzmacniacz Y (byłoby to zresztą dość trudne z przyczyn technicznych – ze względu na mniejszą czułość płytek X). Istotne jest natomiast zapewnienie w miarę możliwości identycznej charakterystyki amplitudowo-fazowej w zakresie do kilkudziesięciu kHz tak, aby można było dokonywać pomiarów fazy dla niezbyt dużych częstotliwości. Opisywany poniżej układ przy starannym wykonaniu zapewnia dość dobre przenoszenie sygnałów do około 500 kHz lub więcej – zależnie od pasma wzmacniacza końcowego X i precyzji jego zestrojenia. Jest to zupełnie wystarczająca wartość, jak na oscyloskop amatorski. Publikując poniższy opis zakładamy, że wykonanie układu podejmą się radioamatorzy, którzy uruchomili już oscyloskop – stąd nie zamieszczamy rysunku płytki drukowanej, pozostawiając jej zaprojektowanie Czytelnikom „MT” – tak, aby można ją było umieścić w istniejącej obudowie.

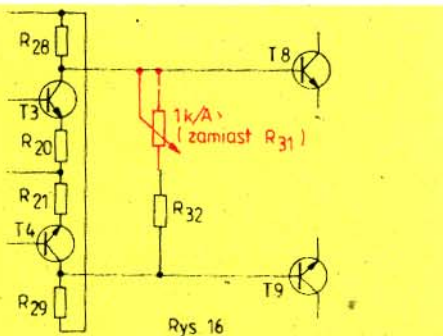
Pełny schemat wzmacniacza wstępnego X przedstawia rys. 15. Można w nim wyróżnić kilka części. Pierwszą są dzielniki wejściowe oraz przełączniki sprzężenia z wejściem i zwierania wejścia do masy – są one praktycznie identyczne, jak we wzmacniaczu Y (rys. 9). Przedstawiono co prawda tylko dwie pozycje dzielnika wejściowego (1:1 i 1:10), lecz w razie potrzeby można dobudować dalsze.

Następnym elementem układu jest wtórnik o dużej impedancji wejściowej. Zrealizowany został on na tranzystorach BF245B i BC148 w połączeniu z dwoma źródłami prądowymi (2xBC148). Układ ten jest sto-

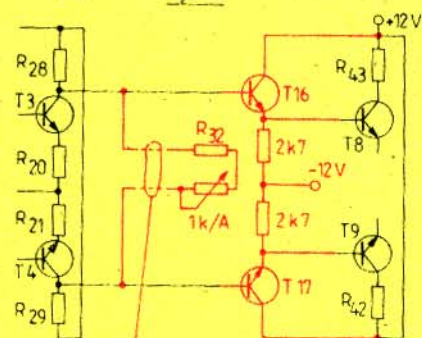
sunkowo prosty, lecz charakteryzuje się pewnym dryftem temperaturowym zera. Dryft ten nie powinien jednak przekraczać około ± 50 mV w przedziale temperatury, jaka występuje przy typowym użytkowaniu oscyloskopu. Potencjometr montażowy 220 omów służy do regulacji prądu drenu tranzystora BF245B, a zarazem napięcia na wejściu wtórnika (górny koniec potencjometru 4,7 kilooma, przy wejściu zwartym na masę).

Podstawową częścią układu jest wzmacniacz szerokopasmowy, wykonany na układzie scalonym UL1111, i tranzystorze BC158. Wzmacniacz ten objęty jest pętlą sprzężenia zwrotnego, w której umieszczono przełącznik zmieniający skokowo wzmocnienie układu (wzmocnienie to może wynosić: 1; 2,5; 5; 10 lub 25). W połączeniu z płynną regulacją wzmocnienia (potencjometr 4,7 kilooma) umożliwia to wybór dowolnej czułości od 20 mV/dz. wzwyż. Pasma wzmacniacza przekracza znacznie 1 MHz i stąd konieczne jest bardzo staranne wykonanie płytki drukowanej (krótkie połączenia, szczególnie z przełącznikiem skokowej regulacji czułości, duża powierzchnia masy, blokowanie zasilania kondensatorami, najlepiej ceramicznymi) oraz odpowiednia kompensacja częstotliwościowa (rezystor 100 omów i dobierany kondensator 15 ± 68 pF). Właściwą kompensację dobiera się w trakcie uruchamiania układu tak, aby uniknąć wzbudzenia się wzmacniacza dla poszczególnych pozycji przełącznika zmiany wzmocnienia. Wzmacniacz zakończony jest układem przesuwania poziomu napięcia (dioda Zenera BZP683C4V3) tak, aby możliwe było odpowiednieysterowanie wzmacniacza końcowego X.

Po zmontowaniu układu na płytce drukowanej możemy go uruchomić. Rozpoczynamy to „od przodu” – tj. od wtórnika wejściowego. Pierwszą operacją jest ustawienie napięcia na wyjściu przy wejściu zwartym na masę – regulujemy potencjometrem 220 omów starając się uzyskać wartość jak najbliższą zera. Jeżeli zakres regulacji potencjometrem nie wystarcza, można zmienić wartość opornika połączonego w szereg z potencjometrem (na schemacie 100 omów).



Rys 16



przewód antenowy symetryczny
(jak najkrótszy)

T16, T17 – BF 194, 197, 519+521

Rys 17

zwarcie do masy (za pomocą przełącznika „wzm. X”) wejścia zerującego przerzutnika 7474 lub punktu „C” (rys. 5).

Operacja strojenia wzmacniacza końcowego X polega na odpowiednim wyregulowaniu jego czułości oraz odpowiedniej kompensacji dla wyższych częstotliwości. Proces strojenia najłatwiej przeprowadzić podając to samo napięcie z generatora na wejście X i Y, przy czułości obydwóch 500 mV/dz (amplituda przebiegu około 2 – 3 V). Niestety, nie nadaje się do tego generator przebiegu prostokątnego – pożądane byłoby podanie napięcia sinusoidalnego. W pierwszym etapie podajemy napięcie o częstotliwości kilkuset Hz i regulujemy wzmacnienie wzmacniacza końcowego X (ze względu na rozrzut parametrów lamp i tolerancje rezystorów) tak, aby przebieg na ekranie był nachylony do osi X pod kątem 45°. Jeśli wzmacnienie jest za duże, trzeba zwiększyć wartości rezystorów R_{36} i R_{37} (rys. 5), gdy za małe – najlepiej zbocznikować kondensator C_{18} odpowiednim rezystorem (lub skorygować

wartość rezystorów R_{36} i R_{37}). Po wykonaniu tej operacji zwiększamy częstotliwość generatora do około 300 – 500 kHz i dobieramy kondensator C_{18} tak, aby zminimalizować przesunięcie fazowe (elipse). Na zakończenie tej operacji trzeba sprawdzić charakterystykę amplitudowo-fazową wzmacniacza X od kilku kHz do kilkuset kHz – w pewnym momencie przy wzroście częstotliwości powinno pojawić się przesunięcie fazowe, a następnie (dla jeszcze większych częstotliwości) zmniejszenie rozmiaru w osi X – częstotliwość powinna przekraczać wtedy znacznie 500 kHz. Można jeszcze skontrolować przebieg tej charakterystyki dla innego wzmocnienia, nie powinno być przy tym żadnych niespodzianek. Należy tylko pamiętać, że pasmo wzmacniacza maleje przy wzroście jego wzmocnienia (jednak nie poniżej 500 kHz).

Zostały jeszcze do wykonania dwie operacje. Pierwszą jest zestrojenie dzielników wejściowych wzmacniacza X. Wykonujemy to podobnie, jak strojenie wzmacniacza końcowego X, jednakże na wejścia podajemy sygnał prostokątny o częstotliwości około 1 kHz, oczywiście przy załączonym odpowiednim dzielniku. Regulując trymerem staramy się obraz na ekranie sprowadzić do dwóch punktów, minimalizując rozmycie w kierunku poziomym (mogą to być dwa krótkie odcinki ze słabo widoczną łączącą je linią w przypadku generatora „nieidealnego” przebiegu prostokątnego).

Drugą z tych operacji jest wyregulowanie długości linii podstawy czasu oraz korekcja współczynnika czasu na wszystkich podzakresach. Operacja ta konieczna jest tylko wtedy, gdy zachodziła konieczność regulacji wzmocnienia wzmacniacza końcowego X (zmiana wartości rezystorów R_{36} i R_{37} oraz kondensatora C_{18}). Długość linii podstawy czasu regulujemy potencjometrem P4 (rys. 5), natomiast korekcji wartości współczynnika czasu najłatwiej dokonać korygując odpowiednio wartość rezystora R_{22} . Lepiej jednak przy tej okazji skalibrować wszystkie zakresy podstawy czasu, zgodnie z opisem podanym w „MT” 9/82.

Na zakończenie kilka uwag odnośnie elementów podanych na schemacie. Diody świecące czerwone mogą być dowolnego typu (np. CQYP 40, CQXPO1, CQXPO2), a ich

stosowanie było już wcześniej uzasadnione. Tranzystory także nie muszą być typu BC148, nadają się dowolne krzemowe małej mocy. Tranzystor połowy BF 245 powinien być grupy B, lecz w przypadku niemożności nabycia takiego może być innej grupy lub bez jej oznaczenia, co najwyżej trzeba będzie trochę popracować nad wyzerowaniem wtórnika. Pojemności kondensatorów blokujących zasilanie nie są krytyczne, kondensatory te powinny być jednak ceramiczne (ferroelektryczne). Potencjometr 4,7 kilooma musi być oczywiście potencjometrem masowym ze względu na przenoszone pasmo (potencjometry drutowe mają dość dużą indukcyjność – stąd nie nadają się). Wartość rezystancji nie jest zbyt krytyczna, powinna zawierać się od 2,2 do 10 kiloomów ze względu na możliwość nadmiernego obciążenia wtórnika lub ograniczenie pasma wzmacniacza. Nie można też zapomnieć o podłączeniu podłoża układu UL1111 (wyrowadzenie nr 13) do punktu o najniższym potencjale (jak na schemacie). Problemy przełączników, dzielników i inne związane z montażem pozostawiamy już pomysłowości i doświadczeniu radioamatorów.

Płynna regulacja wzmacnienia toru Y w zakresie 1:2,5

W niektórych przypadkach może być wygodne płynne regulowanie amplitudy oglądanego przebiegu, na przykład podczas sprawdzenia pasma wzmacniaczy – ustawiając amplitudę na określonej liczbie działek obserwujemy jej zmianę dla różnych częstotliwości. Ponadto czasami konieczne jest obejrzenie fragmentu przebiegu widocznego dopiero po jego powiększeniu, a regulacja skokowa w stosunku 1:2:5 uniemożliwia dobranie odpowiedniej wielkości obrazu. Sytuacje takie występują co prawda stosunkowo rzadko, tym niemniej odpowiedni układ jest na tyle prosty, że warto go wykonać. Przedstawione zostaną dwie wersje: prostsza i udoskonalona. Wersja prosta ma tę wadę, że zmiana wzmacnienia (jego zmniejszenie za pomocą potencjometru płynnej regulacji) wpływa na charakterystykę częstotliwościową toru Y – następuje „podbicie” częstotliwości w granicach 2–5 MHz. Objawia się to w postaci przerostów podczas obserwacji przebiegów impulso-

wych, co oczywiście wpływa na ich niewielkie zniekształcenie. Dlatego też ten sposób może być stosowany, gdy sygnał nie zawiera harmonicznych powyżej 1 MHz, np. w przypadku przebiegów we wzmacniaczach akustycznych. Wersja udoskonalona wady tej nie ma – konieczne jest jednak wykonanie dodatkowego wtórnika separującego.

Rys. 16 przedstawia wersję prostszą układu regulacji wzmacnienia. Polega ona na zastąpieniu rezystora R_{31} (rys. 9) potencjometrem liniowym (oczywiście masowym) o wartości 1 kilooma. W tym momencie Czytelnik domyśli się, skąd się wzięły dość specyficzne wartości rezystancji w obwodzie tranzystorów T3 i T4 oraz dlaczego zastosowano szeregowe połączenie rezystorów R_{31} i R_{32} . Wykonując układ praktycznie, należy pamiętać, aby połączenia zrobić w miarę możliwości jak najkrótsze. Całą operację musi zakończyć, niestety, ponowneestrojenie toru Y (dobranie kondensatorów C_{13} i C_{16} – rys. 9), gdyż wykonane połączenia oraz potencjometr wprowadzają dodatkowe pojemności. Wymagana korekcja nie powinna być jednak zbyt duża. Strojenie przeprowadzamy rzecz jasna dla maksymalnej wartości wzmacnienia. Należy przy tym zwrócić uwagę, że wartość rezystancji potencjometru może odbiegać od wartości rezystora R_{31} – może się więc okazać konieczna korekcja wartości rezystora R_{32} tak, aby sumaryczny opór potencjometru i rezystora R_{32} był równy sumie rezystancji R_{31} i R_{32} przed przeróbką. Zabezpieczy nas to przed zmianą wzmacnienia toru Y, a tym samym przed pracochłonnym kalibrowaniem poszczególnych zakresów.

Udoskonalony układ przedstawiony jest na rys. 17. Zmiana w stosunku do układu z rys. 16 polega jedynie na dobudowaniu dodatkowego wtórnika emiterowego (dwa tranzystory i dwa rezystory). W ten sposób znacznie poprawiona zostaje jakość regulacji – zniekształcenie charakterystyki częstotliwościowej przy zmianie wzmacnienia jest bardzo małe – w typowych zastosowaniach niezauważalne. Dodatkowe elementy ze względu na ich małą liczbę i wymiary najlepiej zamontować „w powietrzu” – nie trzeba dokonywać przy tym większych przeróbek płytki drukowanej, nie licząc przecięcia dwóch ścieżek i wykonania kilku otworów.

Po zamontowaniu dodatkowych elementów układu konieczne będzie ponowne zerostwienie toru Y (dobranie pojemności C_{13} – C_{16}), lecz tym razem wymagane zmiany pojemności są dość duże – nowo dobrane kondensatory mają pojemność kilkakrotnie mniejszą od dotychczasowych. Strojenie to jest chyba najbardziej pracochłonną operacją przy wykonaniu opisanej przeróbki. Sposób jego przeprowadzenia był opisany przy okazji omawiania toru Y oscyloskopu („MT” 9/82). Ponadto konieczne jest także dobranie wartości rezystora R_{32} tak, jak w opisanym wcześniej układzie uproszczonym.

Montując układ należy zwrócić szczególną uwagę, aby przewody łączące potencjometr były jak najkrótsze (nie mogą wносить zbyt dużych pojemności). Dobrze jest zastosować tu odcinek symetrycznego przewodu antenowego, montując jednocześnie rezystor R_{32} bezpośrednio przy potencjometrze (ze względu na symetrię) oraz, aby nie przebiegały one w pobliżu przewodów łączących elementy przełącznika skokowej zmiany czułości (rezystory R_{24} – R_{27}) z płytką wzmacnicza Y. Niespełnienie tego warunku może spowodować trudne do usunięcia wzbudzenie się układu. Potencjometr 1 kiloom powinien być jak najmniejszy, najlepiej 0,25 W.

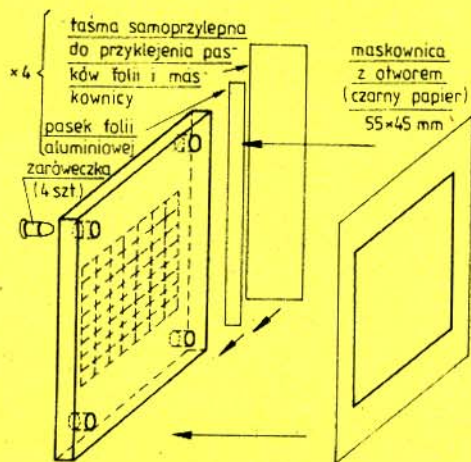
Podświetlana skala z regulacją jasności

Oscyloskop jest urządzeniem służącym nie tylko do obserwacji kształtu przebiegu, lecz także do pomiarów podstawowych jego parametrów: wartości napięć oraz czasów. W tym celu poszczególne podzakresy kalibruje się w odpowiednich jednostkach (napięcia lub czasu na działkę). Pomiaru sprowadzają się zatem do stwierdzenia, jaką wysokość lub długość ma dany fragment obrazu, licząc w działkach. Potem wystarcza już zwykłe mnożenie. Odczytanie jednak odpowiednich danych z ekranu jest w niektórych przypadkach kłopotliwe, szczególnie przy wykorzystaniu nie podświetlanej skali. Niezbyt duża jasność plamki zmusza nas do osłaniania ekranu przed światłem, co powoduje pogorszenie widoczności linii podziałki. Dużo lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie skali podświetlanej, szczególnie w przypadku możliwości regulacji jej jas-

ności. W ten sposób łatwo dobrać optymalne warunki tak, aby obserwacja przebiegu była najlepsza. Dobrym, a jednocześnie miłym dla oka rozwiązaniem jest umieszczenie między podziałką a ekranem zielonego filtru i podświetlenie podziałki światłem czerwonym. Filtr zielony powoduje zwiększenie kontrastu przy oświetleniu ekranu światłem rozproszonym natomiast czerwony kolor podziałki kontrastuje z kolorem plamki – znacznie łatwiej wykonać odpowiednie pomiaru. Rozwiązanie to nie utrudnia wykonywania zdjęć (w stosunku do skali podświetlanej na biało), czego dowodem mogą być fotografie zamieszczone na str. 66 numeru 9/82 „MT”. Przy wykonywaniu takich fotografii trzeba tylko trochę poeksperymentować – jasność obrazu powinna być mniej więcej średnia (warunek dobrej ostrości), podziałka także nie może być zbyt jasna. Dla orientacji podajemy, że wspomniane fotografie wykonano na błonie NB04 (24 DIN), czas 1 s, przysłona 1:4 (oczywiście przy zastosowaniu pierścieni pośrednich).

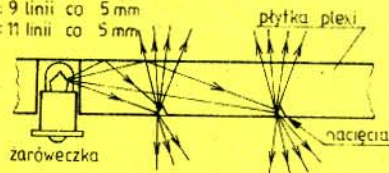
Do wykonania podziałki konieczny będzie kawałek pleksi w wymiarach około 7×7 cm i grubości 3–5 mm. Należy zwrócić uwagę, aby powierzchnia płytki nie była porysowana – w razie konieczności można ją przepolierować za pomocą pasty do zębów. Rys. 18 przedstawia schematycznie budowę skali. Zasada działania polega na rozproszeniu światła na rysach wykonanych na powierzchni płytki (płytkę zachowuje się tak, jak światłowod). Oświetlenie zrealizowane jest przez cztery lub dwie żarówki umieszczone w rogach skali. W celu zwiększenia intensywności i równomierności świecenia zewnętrzne krawędzie płytki dobrze jest przeszlifować drobnosiarnistym papierem ściernym (np. nr 400 na mokro) i okleić folią aluminiową (odbicie światła). Zastosowanie czterech żarówek zapewnia bardziej równomierne oświetlenie wszystkich rys skali, lecz przy dwóch żarówkach umieszczonych w przeciwnych rogach podziałki świecenie jest jeszcze zupełnie zadowolające. Takie uproszczone rozwiązanie zastosowano w wykonanych modelach oscyloskopu – na zdjęciach widoczne jest nieco mocniejsze oświetlenie podziałki w prawym górnym i lewym dolnym rogu.

Najtrudniejszą sprawą jest odpowiednie wykonanie nacięć na płytce za pomocą os-



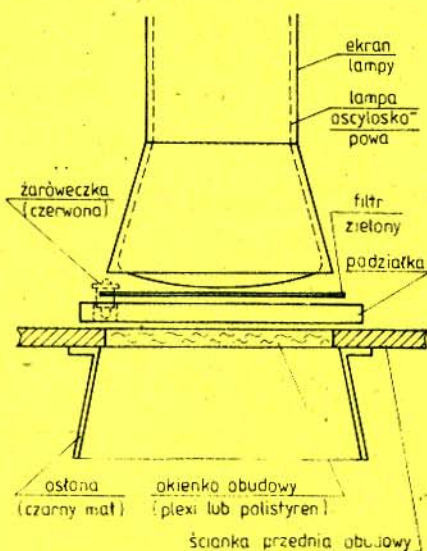
podziałka
(płytki plexi 70x70 mm)
nacięcia:

Y: 9 linii co 5 mm
X: 11 linii co 5 mm



zasada działania.
[powierzchnia nacięć jest chropowata
rozprasza światło]

Rys 18



Rys 19

tego noża lub szczyrka. Wymaga to przeprowadzenia kilku prób na odpadkach pleksi w celu określenia optymalnego zaszlifowania ostrza noża oraz nacisku. Nie jest to jednak takie trudne. Trudniej jest niestety zrobić nacięcia z odpowiednią dokładnością. Wykonujemy to w ten sposób, że najpierw na kartce papieru rysujemy skalę a następnie na tę kartkę naklejamy płytkę pleksi. Nacinanie prowadzimy ostrym końcem noża (dobre jest ostrze szczyrka), oczywiście przy linijce, zwracając uwagę na to, aby nacięcia wypadły dokładnie nad linią narysowaną na kartce. Pamiętać trzeba, że jedno niedokładne nacięcie niszczy całą pracę – dobrze więc czynność tę wykonać powoli i bardzo precyzyjnie. Być może uda się to za drugim czy trzecim razem – trzeba więc zgromadzić niewielkie zapasy pleksi.

Po nacięciu podziałki wiercimy otwory na żaróweczki oraz otwory montażowe. Pozostaje jeszcze tylko przeszlifowanie bocznych krawędzi i przyklejenie na nich pasków folii

aluminiowej. Zakończeniem prac jest przyklejenie „maskownicy” – kawałka czarnego papieru z prostokątnym otworem o wielkości nieco większej od obrysu podziałki – uniemożliwia ona przedostawanie się światła z żarówek do obserwatora. Trzeba jeszcze tylko wykonać próbę – obserwując oświetloną podziałkę w zaciemnionym pomieszczeniu widzimy ostro zarysowane linie, natomiast tło powinno pozostać zupełnie czarne (dopuszcza się niewielkie rozproszenie światła). Zastosowanie kolorowych żarówek (np. czerwonych) umożliwia dowolne dobranie koloru świecenia podziałki, a potencjometr połączony w szereg z nimi pozwala regulować intensywność ich świecenia. Wartość rezystancji potencjometru trzeba dobrać eksperymentalnie w zależności od typu żarówek (prądu i napięcia zasilania). Najlepsze są miniaturowe żaróweczki PIKO (16 V, 50 mA) – w praktyce zasila się je napięciem nie większym niż 12 V. Przykład zamocowania podziałki oraz

zielonego filtru przedstawia rys. 19. Montując podziałkę należy pamiętać o tym, że stronę z nacięciami kierujemy do ekranu lampy oscyloskopowej, aby zmniejszyć do minimum błędy paralaksy.

Dzielniki napięcia na zewnętrznym wejściu synchronizacji

W niektórych zastosowaniach konieczne jest doprowadzenie sygnału synchronizacji z zewnątrz. Przykładem może być pomiar fazy bez użycia wzmacniacza X czy przystawki dwukanałowej. Układ synchronizacji zastosowany w oscyloskopie charakteryzuje się czułością około 0,25 V i maksymalnym zakresem napięcia tak, aby możliwa była regulacja poziomu wyzwalań (około ± 2 V). Dlatego też dość często konieczne jest zastosowanie dzielników napięciowych na wejściu zewnętrznej synchronizacji. Stopień podziału dzielnika może być zmieniany w sekwencji 1:3:10 – wystarcza to w zupełności do odpowiedniego wysterowania wzmacniacza synchronizacji i regulacji poziomu wyzwalań w pełnym zakresie. Sytuację dodatkowo poprawia fakt około 100% przeciążalności napięciowej wejścia synchronizacji. Ponadto nie jest konieczne precyzyjne strojenie dzielników.

Proponowany układ dzielników przedstawia rys. 20. Maksymalne napięcie na wejściu synchronizacji może wynosić ± 600 V, co w typowych zastosowaniach zupełnie wy-

starca. Dzielnik podłączamy pomiędzy wejściem synchronizacji zewnętrznej (gniazdka) i przełącznikiem rodzaju synchronizacji zewnętrzna/wewnętrzna (rys. 8). Wyzwalanie stało- lub zmiennoprądowe realizowane jest w dalszym ciągu za pomocą przełącznika zaznaczonego na rys. 8.

Przełącznik zastosowany w dzielniku może być dowolny, 6-pozycyjny (np. Isostat). Rezystor 330 kiloomów i kondensator 1 nF (plus rezystor 100 omów zaznaczony na rys. 8) zabezpieczają układ przed chwilowymi przepięciami. Całość dzielników należy ekranować w celu uniezależnienia się od przydzwiku sieciowego. Szczegóły konstrukcyjne pozostawiamy posiadaczom oscyloskopów, gdyż trzeba będzie dostosować je do istniejącej obudowy.

Grzegorz Zalot

SPROSTOWANIE

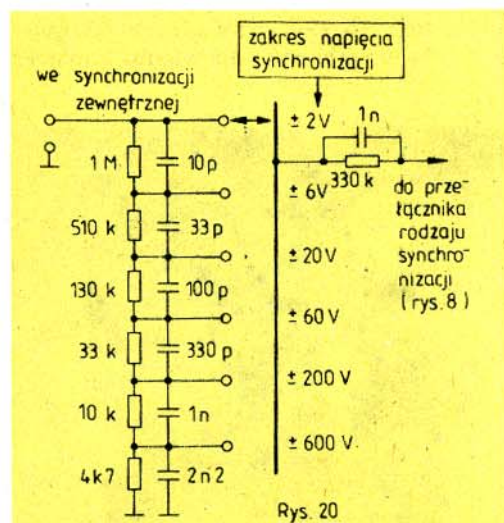
W ciągu ostatnich kilku miesięcy otrzymaliśmy od Czytelników wiele listów dotyczących miniaturowego oscyloskopu opisanego w „MT” 8 i 9/82. W niektórych zwrócono nam uwagę na błędy w opracowaniu materiału i w druku. Świadczy to co prawda o tym, że Czytelnicy wytapali te na szczęście drobne pomyłki, lecz lepiej będzie dla pewności zamieścić odpowiednie poprawki. Są to w kolejności: Część I („MT” 8/82).

1. Str. 58 – zasilacz obciążamy oczywiście zgodnie z tabelą 1 a nie z tabelą 2.
2. Str. 60 – rys. 3. Żarzenie lampy oscyloskopowej należy podłączyć pomiędzy wyprowadzenie żarzenia oraz katodę, a nie siatkę S1. Ponadto nie podano oznaczeń elementów, do których odwoływano się w tekście, lecz to nie powinno być zbyt dużym utrudnieniem przy uruchamianiu układu.
3. Tabela 3 – kondensatory C_6 i C_7 powinny być na napięcie 16 V.
4. Tabela 4 – rezystor R_{10} – powinien mieć wartość 33 kiloomy, w następnym wierszu rezystory R_{11} , R_{12} , R_{15} , R_{16} i R_{17} wartość 10 kiloomów (około).
5. Str. 64, 65 – rys. 5 – nie narysowano kropki przy połączeniu na wyjściu elementu 75107 oraz wejściu D przetrzutnika 7474. Ponadto dioda Zenera DZ1 powinna być podłączona bezpośrednio do napięcia -12 V, a nie przez rezystor R_5 . Oprócz tego do rezystora R_1 podłączone jest wejście synchronizacji, a nie wejście synchroniczne.
6. Str. 66 – napięcie na emiterze T2 powinno wynosić $+0,1 \div +0,2$ V.

Część II („MT” 9/82)

1. Tabela 5 – kondensator C_{25} powinien być na napięcie 250 V, a nie C_{28} . Wartość rezystora R_{26} wynosi około 750 omów.
2. Rys. 9 – kondensator C_6 jest oczywiście trymerem – jak C_2 i C_4 .
3. Rys. 10 – nie narysowano rezystora R_{52} (równoległe do kondensatora C_{24}).

Za błędy przepraszamy Czytelników.



Rys. 20