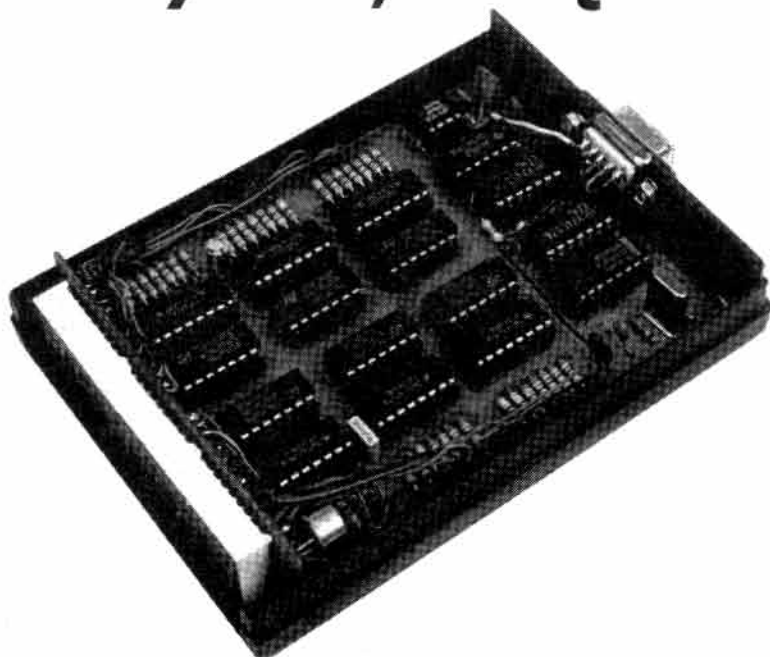


# Szerokopasmowy generator AM/FM, część 2

## kit AVT-283

*W drugiej części artykułu o generatorze AM/FM przedstawiamy dwa kolejne bloki, bardzo ważne dla komfortu pracy z przyrządem: cyfrową skalę częstotliwości i zasilacz sieciowy. Zamieszczamy też dość szczegółowy opis sposobu wykonania obudowy i montażu bloków, tak aby uzyskać przyrząd nie tylko sprawny elektrycznie, ale również estetycznie wyglądający*



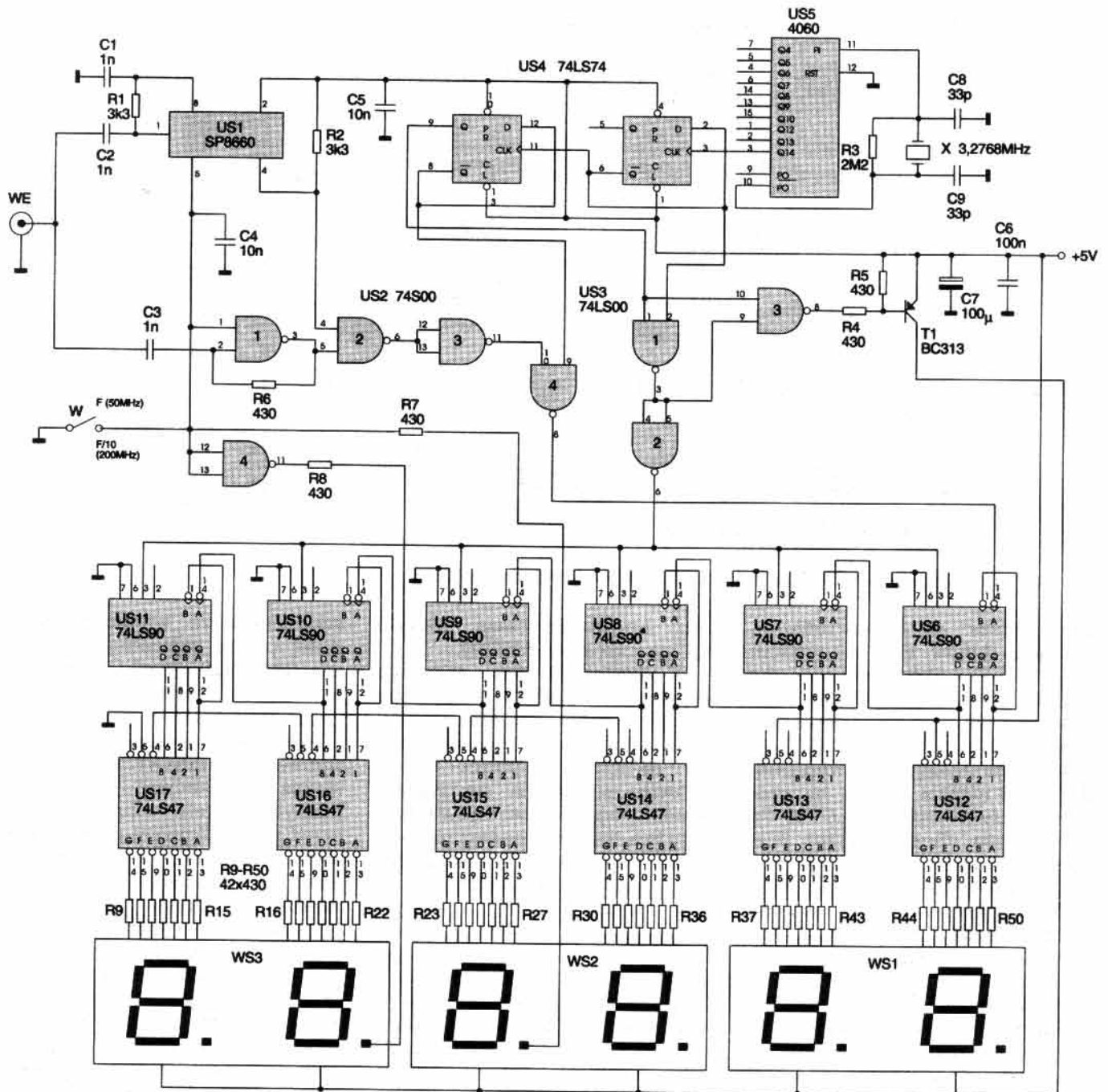
### Cyfrowa skala częstotliwości

Do określania częstotliwości wyjściowej generatora można posłużyć się albo skalą mechaniczną (podziałka na obwodzie osi kondensatora zmiennego) albo skalą cyfrową podłączoną na wyjście generatora. My wybraliśmy to drugie rozwiązanie, które zapewnia bardziej dokładny odczyt częstotliwości.

Cyfrowa skala częstotliwości, podobnie jak każdy miernik częstotliwości, działa na zasadzie pomiaru liczby impulsów we wzorcowym odstępnie czasu. W naszym przypadku częstotliwość impulsów raz równa jest częstotliwości badanego sygnału z generatora, a drugi raz jest dziesięciokrotnie mniejsza. Sygnał mierzony w pierwszym przypadku jest doprowadzony do zlinearyzowanej bramki 1 układu US2 - 74S00. Dzięki rezystorowi R6 włączonemu pomiędzy wyjście a wejście bramki, pracuje ona jako wzmacniacz i można doprowadzać do niej sygnały odbiegające kształtem od prostokątnych oraz o amplitudzie kilkuset miliwoltów (100...500mV). Im wyższa częstotliwość, tym wy-

ższy powinien być poziom doprowadzonego sygnału. Drugie wejście tej bramki znajduje się na potencjale wysokim (przełącznik W - otwarty) i z tego względu odłączone jest zasilanie układu scalonego US1. Wzmocnione i częściowo ukształtowane sygnały z wyjścia bramki 1 podawane są kolejno na bramki 2 i 3 wchodzące w skład tego samego układu scalonego, gdzie zostają już dokładnie uformowane w przebieg TTL. Czwarta, ostatnia bramka układu scalonego US2, to bramka główna, na którą podawane są również impulsy wzorcowe, otwierające bramkę. Częstotliwość doprowadzonych impulsów może dochodzić do około 50MHz (w egzemplarzu modelowym maksymalna częstotliwość wyniosła 52MHz). W przypadku większej częstotliwości pomiarowej niż 50MHz należy zamknąć wyłącznik W. Na wyjściu bramki 4 pojawi się wysoki stan logiczny - zgaśnięcie punkt świetlny w wyświetlaczu WS3, a zapali się w wyświetlaczu WS2. Punkty te sygnalizują miejsca ustawienia przecinka (po wartości MHz). W momencie pojawienia się zera logicznego na wejściu bramki 4 również bramka 1 zostaje zablo-

kowana (na jej wyjściu wystąpi wysoki poziom logiczny) i zostaje załączony dzielnik częstotliwości przez 10, zrealizowany na układzie US1 - SP8660 (angielskiej firmy Plessey). Jest to układ wykonany w technice ECL, a jego częstotliwość wejściowa może wynosić 150...200MHz przy czułości około 100mV. Warto pamiętać, że minimalna częstotliwość pracy tego układu gwarantowana przez producenta wynosi około 10MHz. Praktycznie, w zależności od poziomu sygnału wejściowego, pracuje jeszcze przy 5MHz, ale nie zawsze jest dokładny (raz na jakiś czas pojawiają się błędne wyniki, najczęściej dotyczące setek kHz). Drugą właściwością tego układu jest występowanie na wyjściu przypadkowej częstotliwości - mimo braku sygnału wejściowego. Oczywiście, nie jest to zasada: autor spotkał wiele egzemplarzy tego układu „spokojnych“, w których - bez doprowadzonego sygnału na wyjściu - nie występował żaden sygnał. Układ SP8660 jest stosowany m.in. w oferowanych przez AVT preskalera (kit AVT 121). Z wyjścia preskalera (nóżka 4) sygnał TTL podawany jest na wyjście bramki 2 i dalej jako syg-

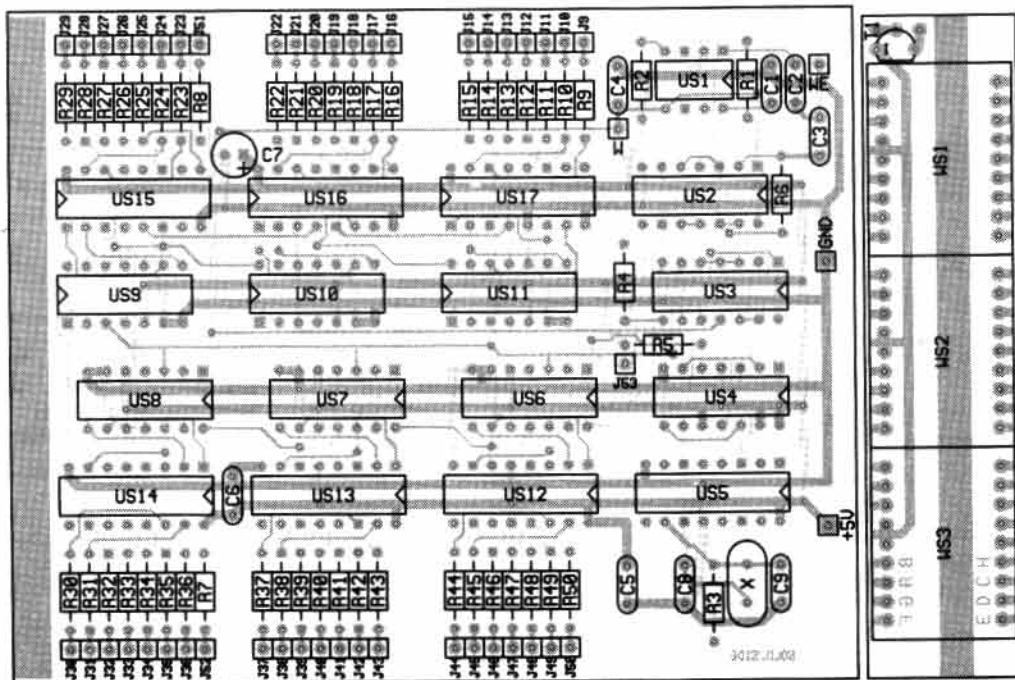


Rys. 5. Schemat elektryczny cyfrowej skali częstotliwości

nał o dziesięciokrotnie mniejszej częstotliwości kierowany jest na wejście bramki 4. Na drugie wejście bramki 4 podawane są wzorcowe impulsy o częstotliwości 50Hz. Częstotliwość wzorcową wytwarza układ scalony US5 - CD4060. Zawiera on wewnętrzny generator sterowany rezonatorem kwarcowym 3,2768MHz. Na wyprowadzeniu 3 tego układu otrzymuje się impulsy prostokątne o częstotliwości 200Hz. Takie źródło sygnału jest często stosowane ze względu na bardzo wysoką stabilność częstotliwości (występuje

m.in. w kicie AVT135). Dokładność tych impulsów zależy od zastosowanego rezonatora kwarcowego. Niewielką korektę częstotliwości wejściowej można przeprowadzić poprzez zmianę wartości jednego z kondensatorów (C8 lub C9). Układ US4 to podwójny dzielnik przez 2, zrealizowany na podwójnym przerzutniku D wchodzącym w skład układu 74LS74. Impulsy o częstotliwości 100Hz, łącznie z impulsami wyjściowymi 50Hz kierowane są na wejście bramki 1 układu US3 74LS00. Na

drugie wejście tej bramki oraz na wejście bramki 3 przychodzą impulsy 50Hz z drugiego wyjścia przerzutnika. Na wyjściu bramki 2 otrzymuje się impulsy sterujące zespołem liczników US6...US11 (6x74LS90), zaś na wyjściu bramki 3 impulsy do sterowania zespołem wyświetlaczy. Pierwszy licznik jest sterowany impulsami przychodzącymi z bramki 4 US2. Licznik ten decyduje o maksymalnej częstotliwości pracy miernika (głównie przy pomiarze bezpośrednim z pominięciem preskalera). Jak wykazały pomiary, układ 74LS90 pra-



Rys. 6. Rozmieszczenie elementów na płycie cyfrowej skali częstotliwości

cuje dobrze do około 50MHz. Zamianę stanów BCD na wyjściu zespołów liczników realizują dekodery US12...US17 (6x74LS47). W rozwiązaniu modelowym zastosowano dekodery typu 74LS247, które mają analogiczne wyprowadzenia, a różnica polega na sposobie wyświetlania cyfr 6 i 9. Po zakończeniu zliczania przez liczniki informacja jest wyświetlana na podwójnych wyświetlaczach siedmiosegmentowych ze wspólną anodą. Można tutaj stosować wyświetlacze typu MAN7610 lub ich odpowiedniki o identycznych wyprowadzeniach. Do czasu zmiany zawartości liczników wskaźniki są wygaszane poprzez odłączenie zasilania za pośrednictwem dodatkowego tranzystora T1 BC313. Zasilanie wskaźników sygnałem przemiennym zmniejsza również pobór prądu z zasilacza. W prezentowanym układzie zrezygnowano ze stosowania zespołu pamięci (6x7475), co praktycznie (przy stabilnym sygnale) jest niezauważalne, ponieważ przy szybkości 50 odczytów/sekundę oko już nie reaguje na miganie cyfr.

Pewną uciążliwością w odczycie może być pomiar sygnału z szybko zmieniającą się częstotliwością. Obserwuje się z reguły miganie dwóch ostatnich cyfr, czego nie zauważa się w miernikach wyposażonych w dodatkową pa-

mięć i regulację czasu odczytu (np. w mierniku AVT22).

W przedstawionym mierniku wykorzystano układy wygaszania zer. Przy braku sygnału wejściowego świecą się tylko dwie ostatnie najmniej znaczące cyfry. Z chwilą pojawienia się sygnału pomiarowego będzie wyświetlana właściwa wartość poprzez uaktywnienie odpowiednich dekoderek. Przy częstotliwości poniżej 1MHz będą świecić 3 cyfry, a powyżej 10MHz 4 cyfry itd. Dzieje się tak dlatego, ponieważ cztery kolejne dekodery US14...US17 mają połączone ze sobą wejścia wygaszania zera. Jest to bardzo pożądana właściwość (często zapominana i nie stosowana we wszystkich miernikach), a szkoda, bo oprócz większego komfortu w odczycie częstotliwości zmniejsza się również pobór prądu z zasilacza.

Układ cyfrowej skali zmontowano na płycie drukowanej o wymiarach 110x90mm. Układ modelowy zmontowano na jednostronnie drukowanej płycie z niezbędnymi dodatkowymi połączeniami drutowymi. Rozmieszczenie elementów na płycie przedstawiono na rysunku 6. Na wkładce przedstawiono mozaikę dwustronnej płytki drukowanej opracowanej w AVT o identycznym rozmieszczeniu elementów, jak na rysunku 6. Trzy podwójne wskaźniki sied-

miosegmentowe zmontowano na małej płycie jednostronnej o wymiarach 90x20mm. Od strony wyprowadzeń przylutowano tranzystor BC313 zasilający anody wskaźników. Płytki mają celowo nie wytrawione warstwy miedzi, aby można je zlutować pod kątem prostym. W celu uchronienia się przed przypadkowym naprężeniem płytki i w konsekwencji wyłamaniem czy odklejeniem się warstwy miedzi - na płycie przewidziano po dwie pary otworków, przez które przeprowadza się odcinki przewodów usztywniających, które następnie zalutowuje się. Dodatkowe połączenia pomiędzy wskaźnikami a rezystorami ograniczającymi prąd segmentów wykonano za pośrednictwem odcinków przewodów w izolacji igelitowej. Przy zastosowaniu innego typu wyświetlacza należy sprawdzić i ewentualnie zmienić miejsca połączenia odpowiednich segmentów. Układ zmontowany ze sprawnych elementów i bez pomyłek przy montażu jest gotowy do pracy. Należy podłączyć napięcie zasilania 5V (prąd co najmniej 200mA). Przy zastosowaniu zwykłych układów typu TTL pobór prądu będzie dużo większy.

Przy wykorzystywaniu cyfrowej skali do pomiarów zewnętrznych sygnałów w.c.z. wskazane jest zastosowanie bezpośrednio na końcu



## WYKAZ ELEMENTÓW

## Cyfrowa skala częstotliwości

## Rezystory:

R1, R2: 3,3k $\Omega$   
 R3: 2,2M $\Omega$   
 R4...R50: 430 $\Omega$

## Kondensatory

C1, C2, C3: 1nF  
 C4, C5: 10nF  
 C6: 100nF  
 C7: 100 $\mu$ F  
 C8, C9: 33pF

## Półprzewodniki:

T1: BC313  
 US1: SP8660  
 US2: 74S00  
 US3: 74LS00  
 US4: 74LS74  
 US5: 4060  
 US6...US11: 74LS90  
 US12...US17: 74LS47  
 WS1...WS3: MAN7610...

## Różne:

X: 3,2768MHz  
 W: wyłącznik

Obudowa plastikowa typ XXIZ  
 (120x95x25mm) - nie wchodzi w skład kitu

## Zasilacz

## Kondensatory:

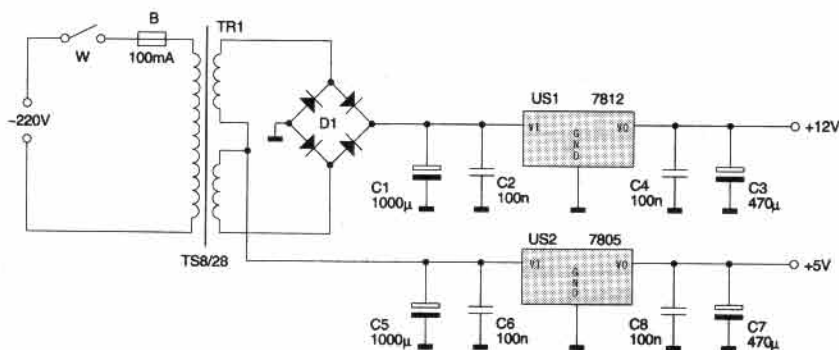
C1, C5: 1000 $\mu$ F/25V  
 C2, C4, C6, C8: 100nF  
 C3, C7: 470 $\mu$ F/16V

## Półprzewodniki:

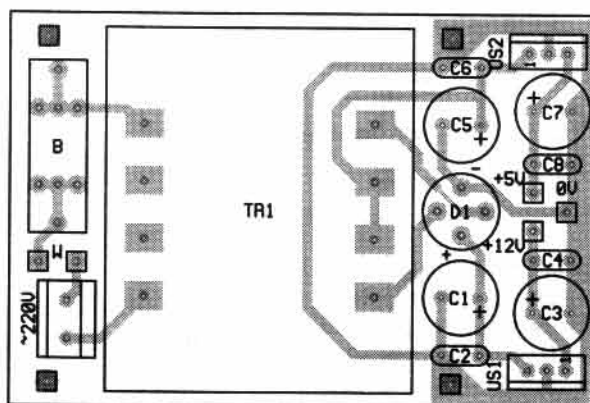
D1: B125 C1500  
 US1: 7812  
 US2: 7805

## Różne:

TR1: TS8/28  
 B: 100mA  
 ARK2



Rys. 7. Schemat elektryczny zasilacza +5/+12V



Rys. 8. Rozmieszczenie elementów na płytce zasilacza

napięcia zapewnia bardzo prosty układ zasilania przedstawiony na **rysunku 7**. Zastosowanie transformatora TS8/28 okazało się rozwiązaniem optymalnym. Uzwojenie wtórne tego transformatora daje napięcie 17V/0,5A z odczepem po środku. Mostek Graetza D1 pracuje jako podwójny prostownik dwupółkwy. Do zasilania generatora wykorzystano układ scalony 7812. Z odczepu transformatora pobiera się dwukrotnie mniejsze napięcie do zasilania układu 7805. Z uwagi na nagrzewanie się układu zasilacza 5V zdecydowano się na przykręcenie jego obudowy bezpośrednio do tylnej ścianki obudowy generatora. Cały układ zasilacza łącznie z transformatorem i blaszkami mocującymi bezpiecznik można zmontować na płytce drukowanej o wymiarach 75x52mm przedstawionej na wkładce. Układ modelowy zmontowano na płytce drukowanej pierwotnie przewidzianej do zasilania korektora wideo AVT 58B. Przystosowanie płytki do tego układu polegało na przecięciu dwóch ścieżek drukowanych (od odczepu transformatora oraz od ujemnego bieguna mostka Graetza) i dokonaniu dodatkowych połączeń przewodem.

Rozmieszczenie elementów (niezależnie od tego, czy jest to adaptowana płytka AVT 58B czy nowa płytka) przedstawiono na **rysunku 8**.

## Montaż generatora

Wszystkie trzy bloki układu zamontowano w typowej obudowie typu T54, oferowanej przez AVT, po wykonaniu niezbędnych otworów. Sposób połączeń pomiędzy modułami pokazano na **rysunku 9**. Wszystkie połączenia sygnałowe powinny być wykonane przewodem ekranowanym w.cz., np. WL50.

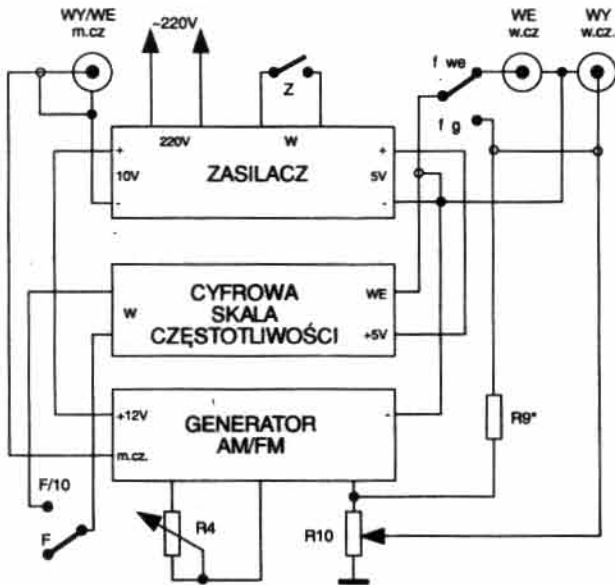
Rozmieszczenie modułów wewnątrz obudowy przedstawiono na **rysunku 10**. Tuż za przednią ścianką obudowy znajduje się płytka generatora (z uwagi na przełącznik ISOSTAT oraz kondensator strojenia głównego). Na przedniej ściance zamontowano potencjometry: R4 - strojenie dokładne, R10 - regulacja amplitudy w.cz. oraz przełącznik F/F10.

Na tylnej ścianie znajdują się trzy gniazda BNC: wyjście w.cz., wejście pomiarowe, wejście (wyjście) m.cz. oraz wyłącznik sieciowy i przełącznik w.cz. (podłączenie wejścia cyfrowej skali częstotliwości). Przy zastosowaniu po-

kabla pomiarowego specjalnej zewnętrznej sondy składającej się ze wzmacniacza - separatora. Najodpowiedniejsza będzie tutaj sonda na tranzystorze polowym typu FET, który charakteryzuje się małą pojemnością wejściową i dużą impedancją wejściową. Sonda taka w znikomym stopniu rozstraja obwody rezonansowe oraz kilkakrotnie wzmacnia poziom doprowadzonego sygnału.

## Zasilacz

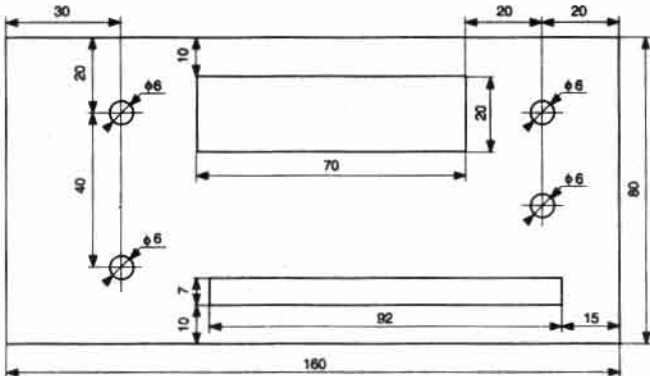
Do zasilania urządzenia niezbędne są dwa stabilizowane napięcia (+5V do skali cyfrowej i +12V do generatora). Obydwa te



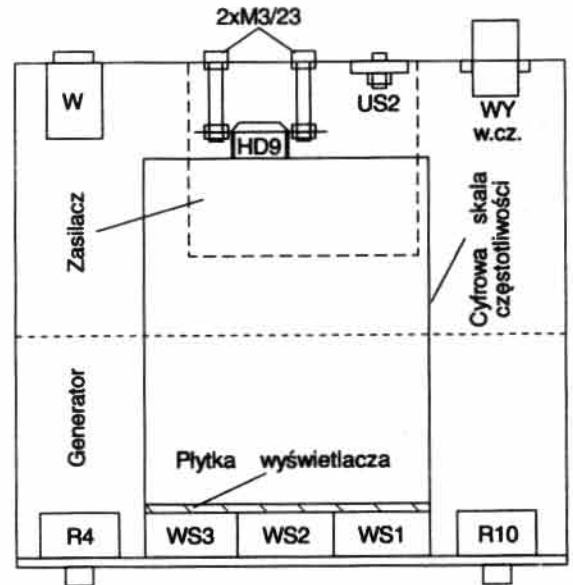
Rys. 9. Sposób połączeń pomiędzy modułami

dwójnego przełącznika druga para styków może zostać wykorzystana do wyłączania generatora poprzez przerwanie zasilania 12V. W dolnej części obudowy należy wykonać cztery otwory do przymocowania płytki generatora oraz cztery do przymocowania płytki zasilacza. Wskazane jest najpierw wstępnie ustawić płytki, a potem wyznaczyć dokładne miejsca i w wyznaczonych punktach wywiercić otwory wiertłem o średnicy 3mm. Płytki przymocowano za pomocą wkrętów M2,5 i metalowych tulejek dystansowych.

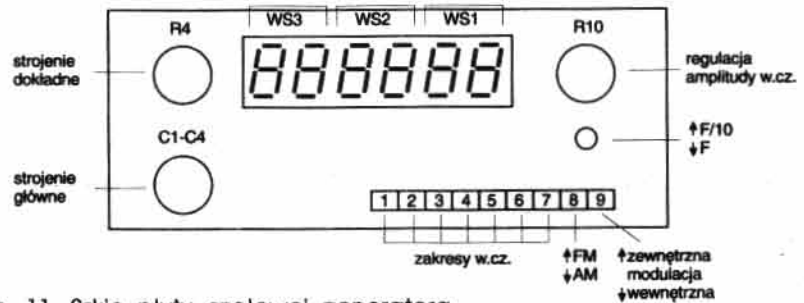
Plastikowa obudowa cyfrowej skali częstotliwości od strony wyświetlacza jest przymocowana za pomocą obejm wykonanej z blachy przykręconej pod potencjometrami, zaś od drugiej strony - za pomocą kompletnego złącza HD9. Druga część złącza przytwierdzona jest do tylnej ścianki dwoma wkrętami M3. Jest to



Rys. 12. Rozmieszczenie otworów na płycie czołowej obudowy T54



Rys. 10. Rozmieszczenie modułów wewnątrz obudowy T54



Rys. 11. Szkic płyty czołowej generatora

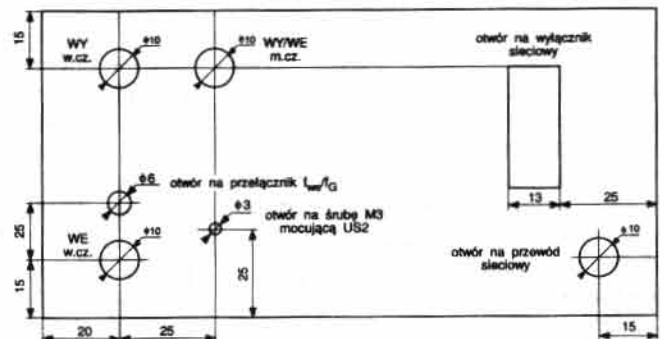
bardzo wygodny sposób montażu, bowiem umożliwia w prosty i szybki sposób odłączenie cyfrowej skali częstotliwości. Złącze takie można również pominąć i dołączyć dłuższe przewody.

Szkic płyty czołowej generatora przedstawiono na rysunku 11. Oczywiście, każdy może wykonać lub przystosować inny typ obudowy wedle własnych możliwości czy wymagań.

Przykładowy sposób wykonania otworów w przedniej oraz tylnej

ściance obudowy T54 przedstawiono odpowiednio na rysunkach 12 oraz 13. Otwór na wyłącznik zasilania został wykonany poprzez powiększenie istniejącego otworu przeznaczanego pod bezpiecznik (bezpiecznik znajduje się bezpośrednio na płycie zasilacza sieciowego). Średnice otworów na przedniej ścianie mogą ulec zmianie w zależności od zastosowanych typów potencjometrów oraz przełączników.

**Andrzej Janeczek SP5AHT**



Rys. 13. Rozmieszczenie otworów na płycie tylnej obudowy T54