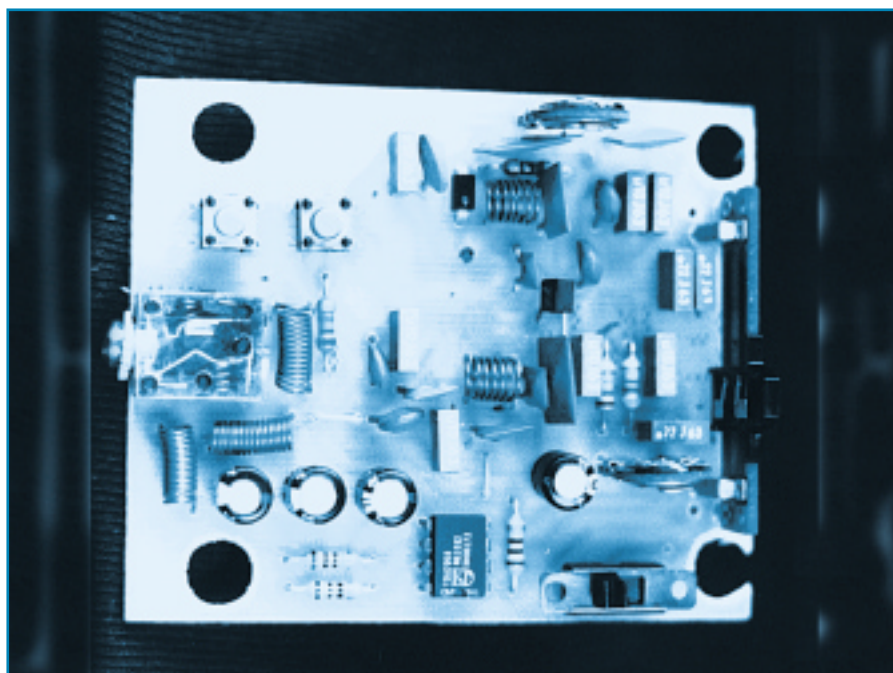


Kieszonkowy odbiornik stereofoniczny UKF FM

Prezentujemy konstrukcję miniaturowego odbiornika słuchawkowego nadającego się do noszenia jako tzw. walkman radiowy. Odbiornik nie wymaga kłopotliwych do zdobycia filtrów pośredniej częstotliwości i kondensatora zmiennego. Wymiary płytki drukowanej dostosowano do typowej obudowy dostępnej w sklepach z częściami elektronicznymi.



Opis podzespołów

Do budowy odbiornika wykorzystano nowoczesne układy scalone firmy Philips. Zasadnicza część odbiorcza wykorzystuje układ TDA 7088T. Jest to układ w obudowie typu SO16 przewidzianej do montażu powierzchniowego. Zawiera w swoim wnętrzu:

- pełny tor odbiorczy FM mono z demodulatorem,
- obwód wyciszania,
- układ automatycznego przestrojenia współpracujący z zewnętrzną diodą pojemnościową,
- zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania.

Minimalne napięcie zasilania wynosi 1,8 V co pozwala na zasilanie napięciem 3 V (dwa ogniwa R6). Maksymalne napięcie zasilania nie powinno przekroczyć 5 V. Typowy pobór prądu wynosi 5,2 mA. Zakres temperatur pracy $-10 \div +70^\circ \text{C}$ pozwala na używanie przy lekkim mrozie jak i przy upale. Uproszczony schemat

blokowy układu prezentuje rys. 1.

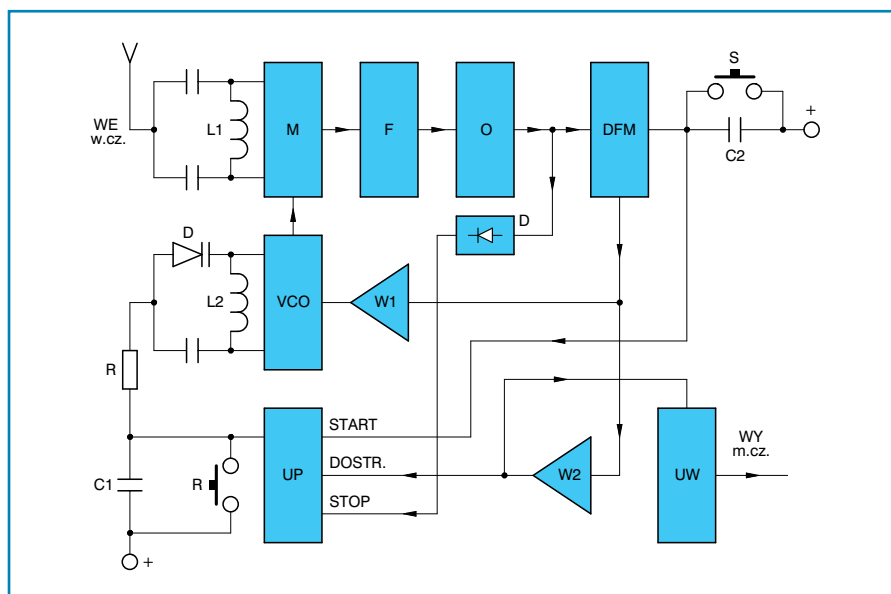
Sygnał wejściowy z anteny jest doprowadzany do szerokopasmowego układu wejściowego z indukcyjnością L1 i dalej do mieszacza M. Do mieszacza doprowadzony jest także sygnał z generatora

przestrajanego napięciem VCO. Częstotliwości obu tych sygnałów różnią się jedynie o 70 kHz. Taką częstotliwość ma sygnał pośredniej częstotliwości wydzielany przez środkowoprzepustowy filtr RC (F). Następnie sygnał pośredniej częstotliwości jest wzmacniany we wzmacniaczu ograniczającym O i podawany do demodulatora częstotliwości DFM i demodulatora amplitudy D.

Koncepcja tak niskiej częstotliwości pośredniej umożliwiła wyeliminowanie tradycyjnych filtrów LC ze wzmacniacza pośredniej częstotliwości. Generator VCO pracuje w układzie pętli regulacji częstotliwości (z angielskiego FLL) zapewniając dostrojenie do częstotliwości środkowej filtru RC (F) zastosowanego na wejściu wzmacniacza ograniczającego p.cz. (O).

Zadaniem demodulatora amplitudy jest wytworzenie sygnału STOP zatrzymującego układ przestrojenia. Jest on także wykorzystywany do wyciszania sygnału m.cz. Sygnał wyjściowy z demodulatora częstotliwości jest wykorzystywany potrójnie. Składowa zmienna jako sygnał wyjściowy m.cz.. Składowa stała przez wzmacniacz W1 służy do dokładnego dostrojenia generatora VCO. Składowa stała z wyjścia wzmacniacza W2 wykorzystywana jest przez układ przestrojenia UP.

Napięcie wyjściowe układu przestrojenia jest pobierane z kondensatora C1 i przez rezystor R podawane do diody pojemnościowej D. Zmiana pojemności diody przestraja zewnętrzny obwód generatora VCO z indukcyjnością L2. Mikroprzełącznik R służy do ustawienia najniższej częstotliwości odbieranej, po krótkotrwałym zwarciu kondensatora C1. Mikroprze-



Rys. 1 Schemat blokowy TDA7088T

łącznik S uruchamia przestrajanie do kolejnej stacji za pomocą sygnału START. Sygnał stopu jest wytwarzany automatycznie zatrzymując przestrajanie z układu UP. Dalsze dostrojenie VCO (dokładne) odbywa się przez wzmacniacz W1.

Obwód wyjściowy UW realizuje funkcję wyciszania. Zmniejsza to znacznie szumy podczas przestrajania automatycznego.

Kolejnym układem jest dekodery stereofoniczny TDA 7040T. Także w obudowie przewidzianej do montażu powierzchniowego (SO8). W swoim wnętrzu zawiera:

- filtr dolnoprzepustowy eliminujący składowe pośredniej częstotliwości 70 kHz,
- generator VCO 228 kHz,
- detektor pilota i układ załączania stereo,
- układ tłumienia zakłóceń,
- dekodery przełącznikowy.

Minimalne napięcie zasilania wynosi także 1,8 V. Maksymalne napięcie nie powinno przekroczyć 6 V. Typowa wartość pobieranego prądu - 3 mA.

Wzmacniacz małej częstotliwości to także układ firmy Philipsa o oznaczeniu

TDA 7050. Tym razem w typowej osmionóżkowej obudowie DIP8 charakterystycznej dla wzmacniaczy operacyjnych. Zawiera w swoim wnętrzu dwa wzmacniacze mocy o ustalonym wzmacnieniu przeznaczone do wysterowania słuchawek stereofonicznych. Wymaga minimalnej ilości elementów zewnętrznych i pracuje poprawnie przy napięciu zasilania około 2 V, co pozwala na zastosowanie zasilania bateryjnego 3 V. Typowy pobór prądu jest rzędu 3 mA.

Jego wzmacnienie napięciowe wynosi 26 dB. Moc wyjściowa przy napięciu zasilania 3 V i typowej dla słuchawek rezystancji obciążenia 32 Ω wynosi 35 mW. Maksymalne napięcie zasilania nie powinno przekroczyć 6 V.

■ Schemat ideowy i działanie

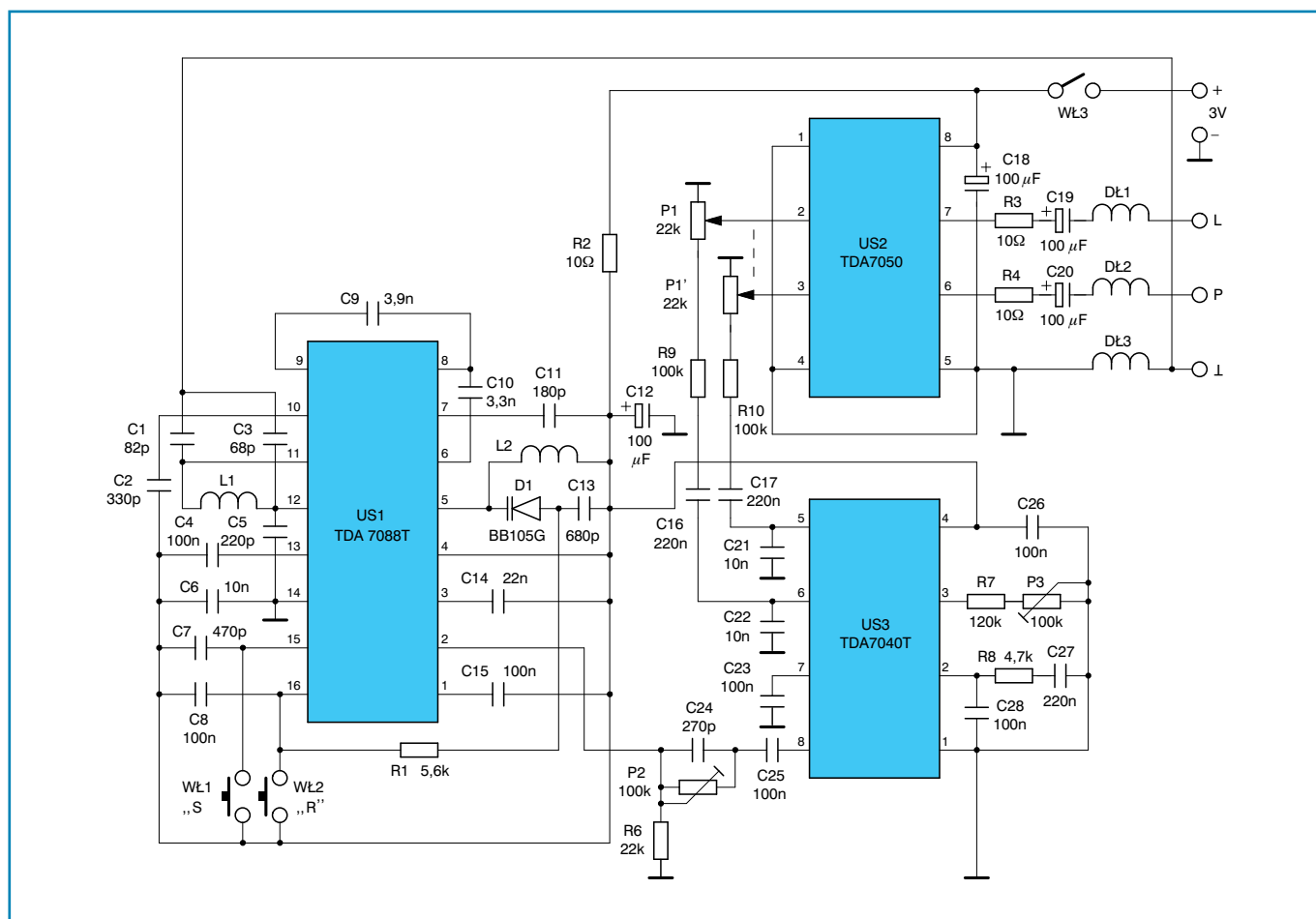
Antena prętowa stosowana w odbiornikach przenośnych, w odbiorniku kieszonkowym jest nie do przyjęcia. Dlatego jako antenę odbiornika wykorzystamy przewód słuchawek. Separację przewodu słuchawkowego od masy dla sygnałów w.cz. zapewniają dławiki w.cz. dołączone do jego żył (DŁ1, DŁ2, DŁ3).

Sygnał w.cz. indukowany w przewodzie masy słuchawek jest podawany przez dzielnik pojemnościowy C1, C3 do obwodu wejściowego z indukcyjnością L1. Wejście mieszacza to wyprowadzenia 11 i 12 US1. Wyprowadzenie 12 jest blokowane kondensatorem C5 do masy.

Do wyprowadzenia 5 i „+” zasilania dołączony jest obwód rezonansowy generatora, składający się z indukcyjności L2 i szeregowo połączonych diody pojemnościowej D1 i kondensatora C13.

Do anody diody pojemnościowej, rezystorem R1 doprowadzane jest napięcie przestrajania z wyprowadzenia 16 (US1). Napięcie to jest filtrowane kondensatorem C8. Katoda diody dołączona jest przez indukcyjność L2 do „+” zasilania. Zwarcie styków WŁ2 (R) zwiiera kondensator C8. Napięcie na wyprowadzeniu 16 jest zbliżone do napięcia zasilania. Dioda jest wtedy polaryzowana minimalnym napięciem i posiada największą pojemność, co odpowiada najmniejszej częstotliwości sygnału odbieranego (około 88 MHz).

Krótkotrwałe zwarcie styków WŁ1 (S) uruchamia przestrajanie. Napięcie na wyprowadzeniu 16 zmniejsza się. Wzrasta



Rys. 2 Schemat ideowy

napięcie polaryzujące diodę i następuje przestrajanie odbiornika w kierunku wyższych częstotliwości. Natrafienie na stację radiową zatrzymuje zmianę napięcia przestrajania. Kolejne zwarcie styków WŁ1 uruchomi dalsze przestrajanie.

Pełny zakres zmiany napięcia przestrajania nie przekracza 1,5 V. Wymaga to zastosowania diody pojemnościowej o dużym nachyleniu charakterystyki pojemności w zakresie $0,5 \div 2$ V. Najlepiej do tego celu nadaje się dioda BB 910 zalecana przez Philipsa. W proponowanym rozwiązaniu zastosowano dostępną powszechnie diodę BB 105G. Można zastosować mniej popularne diody BB 105B. Od jakości diody będzie zależało uzyskanie pełnego zakresu przestrajania $88 \div 108$ MHz.

Kondensatory C9, C10, C11 ustalają częstotliwość filtru środkowoprzepustowego wzmacniacza pośredniej częstotliwości. Ich dobór nie jest krytyczny, ponieważ generator VCO dostraja się zawsze do charakterystyki filtru.

Kondensator C15 wykorzystany jest w układzie wyciszania sygnału wyjściowego, który uzyskujemy na wyprowadzeniu 2 US1. Podczas przestrajania sygnał wyjściowy jest wyciszony. Po dostrojeniu wyciszanie wyłącza się automatycznie.

Przez rezystor nastawny P2 i kondensator C25, złożony sygnał stereofoniczny z US1 podawany jest do wejścia dekodera (8 US3). Rezystorem nastawnym P2 ustala się wzmocnienie stopnia wejściowego dekodera. Kondensator C24 zapewnia korekcję górnych częstotliwości. P2 można zastąpić rezystorem o dobranej rezystancji z przedziału $33 \div 68$ k Ω . Zmniejszenie rezystancji zwiększa wzmocnienie i obniża próg zadziałania dekodera.

Obwód R8, C27, C28 stanowi filtr układu PLL odtwarzającego sygnał podnośnej (38 kHz) niezbędny dla pracy dekodera. C23 dołączone jest w układzie detekcji pilota i automatycznego przełączania mono - stereo. Rezystor nastawny P3 służy do dostrojenia generatora VCO układu PLL. Możliwe jest zastąpienie P3 rezystorem o rezystancji około 47 k Ω .

Sygnał wyjściowy kanału prawego uzyskuje się na wyprowadzeniu 5, a sygnał kanału lewego na wyprowadzeniu 6 (US3). Kondensatory C21 i C22 z rezystancjami wyjściowymi dekodera (około 5 k Ω) realizują układy deemfazy.

Rezystory R9 i R10 zmniejszają sygnał podawany na potencjometry P1, P1' i w efekcie sygnał wyjściowy, dając zabezpieczenie uszu słuchacza. Sygnały z suwaków potencjometrów P1, P1' podawane są do wejść 2 i 3 US2. Sygnały wyjściowe uzyskuje się na wyprowadzeniach 6 i 7 wzmacniacza. Rezystory R3 i R4 zabezpieczają dodatkowo wyjścia wzmacniacza. Przez kondensatory C19, C20 i dławiki DŁ1, DŁ2 sygnał wyjściowy podawany jest do słuchawek.

Napięcie zasilania blokowane jest kondensatorem C18. Zasilanie układów US1 i US3 jest filtrowane rezystorem R2 i kondensatorami C12, C26, C6. Pobór prądu bezysterowania przy napięciu zasilającym 3 V wynosi około 12 mA.

Montaż i uruchomienie

Do budowy odbiornika należy skompletować elementy o małych wymiarach zewnętrznych. Dotyczy to zwłaszcza kondensatorów. Przed montażem wskazane jest dopasowanie płytki drukowanej do posiadanej obudowy. Przewidziano wy-

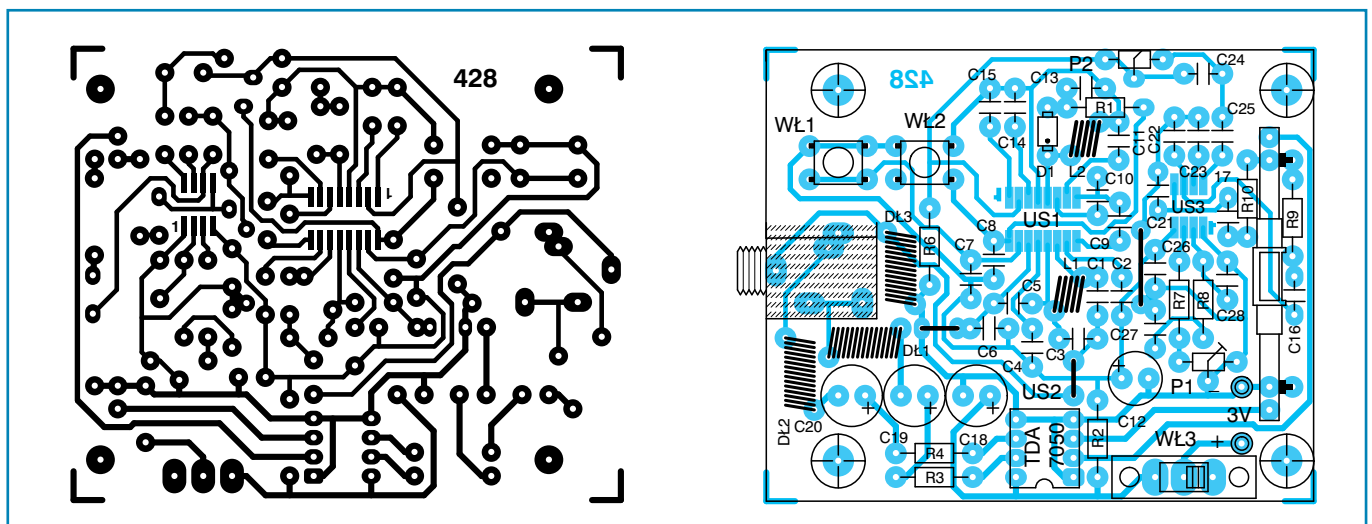
korzystanie obudowy z tworzywa o oznaczeniu Z-32. Obudowa ta ma miejsce na baterie. Do umieszczenia i podłączenia dwóch ogniw R6 można zastosować pojemnik oznaczony BC-223. Aby uzyskać możliwość wymiany ogniw należy odciąć z jednej strony pojemnika uchwyty przytrzymujące ogniwa. Przewody zasilające płytkę dolutować bezpośrednio do kontaktów pojemnika.

Przed przystąpieniem do montażu dopasować otwory w płytce do posiadanych elementów. Następnie przystąpić do nawinięcia cewek. Cewki L1 i L2 nawinąć na trzpieniu (wiertle) o średnicy 4 mm drutem nawojowym o średnicy $0,5 \div 0,6$ mm. Ilość zwojów wynosi 6,5 – nawinąć pełne 6 zwojów i dwinąć trochę więcej jak 0,5 zwoju dla uzyskania wyprowadzeń z jednej strony cewki bez potrzeby ich doginania (tzw. krępowania). Wyprowadzenia o długości 4 mm oczyścić z izolacji i pocynować. Dławiki wykonać przez nawinięcie 15,5 zwoju drutu nawojowego o średnicy $0,4 \div 0,5$ mm na trzpieniu o średnicy 3 mm.

Cewki i dławiki zamontować bezpośrednio na powierzchni płytki. Następnie zamontować zwory, elementy RC i na zakończenie półprzewodniki.

Szczególnej staranności wymaga montaż (lutowanie) układów scalonych US1 i US3. Układy te należy zamontować od strony ścieżek korzystając z lutownicy o cienkim grocie, zasilanej napięciem bezpiecznym 24 V. Na płytce zaznaczono położenie wyprowadzeń nr 1. Wyprowadzenie 1 znajduje się po stronie układu scalonego ze ścięciem na górnej krawędzi. Po lutowaniu sprawdzić czy nie ma zwarcz korzystając z lupy.

Po zamontowaniu elementów regu-



Rys. 3 Płytki drukowana i rozmieszczenie elementów

lacji i gniazda słuchawkowego, wykonać w górnej części obudowy otwory umożliwiające dostęp do potencjometru siły głosu, wyłącznika zasilania WŁ3 i przycisków WŁ1, WŁ2. Mikroprzełączniki WŁ1, WŁ2 powinny mieć długie trzpienie, aby wystawały około 2 mm nad powierzchnię obudowy (podobnie wyłącznik WŁ3). Na krótszej ścianie bocznej wykonać otwór do wyprowadzenia gniazda słuchawkowego. Do ustalenia położenia płytki w obudowie przewidzieć wsporniki.

Po sprawdzeniu poprawności montażu można przystąpić do uruchamiania odbiornika. Do tego celu niezbędny będzie multimetr i inny odbiornik radiowy UKF FM na zakres CCIR (87,5 ÷ 108 MHz). Oczywiście potrzebne będą dwa ogniwa R6 lub zasilacz sieciowy 3 V. Napięcie z zasilacza musi być starannie odfiltrowane (stabilizowane).

Rezystory nastawne ustawić w środkowe położenia, a potencjometr P1 na minimum siły głosu. Dołączyć zasilanie przez miliamperomierz. Pobór prądu nie powinien przekraczać 12 mA. Przekroczenie tej wartości może oznaczać zwarcie w obwodzie zasilania na płytce, które należy zlokalizować i usunąć.

Sprawdzić napięcia zasilania na poszczególnych układach scalonych (US1 – wyprowadzenie 4, US2 – wyprowadzenie 8, US3 – wyprowadzenie 4). Wartości tych napięć powinny być zbliżone do 3 V. Napięcia na wyprowadzeniach 6 i 7 US2 powinny wynosić około 1,5 V.

Dołączyć słuchawki stereofoniczne o typowej rezystancji 32 Ω. Potencjometr P1 ustawić na maksimum siły głosu. Jeśli nie słycać audycji lub szumu, przytknąć palec za pośrednictwem śrubokręta do wejścia dekodera. Powinien dać się słycać przydźwięk sieci. Jeśli nic nie słycać trzeba sprawdzić tor sygnałowy i usunąć ewentualną usterkę. Przydźwięk powinien być słyszalny w obu słuchawkach.

Lekko rozgiąć zwoje cewki L2. Nieco więcej rozciągnąć zwoje cewki L1. Wcisnąć przycisk WŁ2 (R). Po ustaleniu maksymalnego napięcia na wyprowadzeniu 16 US1, zacznie się ono zmniejszać. Rozpocznie się automatycznie przestrajanie, które powinno zatrzymać się na jakiejś lokalnej stacji UKF. Napięcia tego nie da się zmierzyć typowym multimetrem. Wymagana jest duża rezystancja wejściowa woltomierza (rzędu 100 MΩ). Brak odbioru wymaga wyszukania nieprawidłowości montażu lub wadliwego elementu.

Korzystając z odbiornika „wzorcowe-

go” określić częstotliwość odbieranego sygnału. Nacisnąć krótkotrwałe przycisk WŁ1 (S). Odbiornik powinien przestroić się na stację o większej częstotliwości. Sprawdzać odbiornikiem „wzorcowym” kolejne częstotliwości odbieranych sygnałów. W pewnym momencie odbiornik przestanie się przestrajac, co świadczy o osiągnięciu najwyższej częstotliwości odbieranej. Dociskając lub rozginając zwoje cewki L2 uzyskać odbiór stacji o częstotliwości najbliższej 108 MHz. Rozciąganie cewki zwiększa odbieraną częstotliwość (zmniejsza indukcyjność), a ściskanie zwojów zmniejsza częstotliwość (zwiększa indukcyjność).

Wcisnąć przycisk „R” i sprawdzić jaką najniższą częstotliwość odbiera odbiornik. Jeśli jest zbliżona do 88 MHz lub niższa, to strojenie można zakończyć. Jeśli będzie wyższa, należy zwiększyć indukcyjność L2 (ścisnąć lekko zwoje) i sprawdzić najniższą częstotliwość odbieraną a następnie najwyższą. Może się okazać wskazanym rozwiązanie kompromisowe. Trzeba będzie wybrać czy bardziej zależy nam na dolnych częstotliwościach odbieranych, czy górnych. Inna ewentualność to dobieranie diod pojemnościowych, dla uzyskania pełnego pokrycia zakresu.

Cewkę L1 należy dostroić na środkowej częstotliwości zakresu, właściwie jej zestrojenie poprawia dostrajanie się odbiornika na najniższych odbieranych częstotliwościach. Powinna być nieco bardziej rozciągnięta niż cewka L2.

Strojenie dekodera stereofonicznego należy wykonać zdając się na słuch. W tym celu zmniejszyć rezystancję P2 do około 33 kΩ (zwiększenie wzmocnienia wejścia dekodera). Dostroić się do najlepiej odbieranej stacji stereofonicznej. Pokręcając suwakiem rezystora nastawnego P3 określić położenia przy jakich zanika przestrzenność dźwięku (stereo). Ostatecznie ustawić suwak w środku między tymi punktami. Przy ustawieniu potencjometru P1 na maksimum ustalić maksymalną głośność regulując rezystorem nastawnym P2. Zmniejszanie głośności może spowodować zanik stereo, wtedy należy cofnąć suwak P2, a głośność skorygować przez zmianę wartości rezystorów R9 i R10.

Rezystory nastawne TVP1232 mają dużą wysokość i dlatego niezbędne jest po ustaleniu położenia suwaków ich wymontowanie i zmierzenie rezystancji. Należy zastąpić je rezystorami o takich samych wartościach rezystancji.

Wykaz elementów

Półprzewodniki

US1	– TDA 7088T
US2	– TDA 7050
US3	– TDA 7040T
D1	– BB 105G (BB 610, BB 105B)

Rezystory

R2, R3, R4	– 10 Ω/0,125 W
R8	– 4,7 kΩ/0,125 W
R1	– 5,6 kΩ/0,125 W
R6	– 22 kΩ/0,125 W
R9, R10	– 100 kΩ/0,125 W
R7	– 120 kΩ/0,125 W
P1	– 2x22 kΩ (log.)
P2, P3	– 100 kΩ TVP1232

Kondensatory

C3	– 68 pF/50 V ceramiczny
C1	– 82 pF/50 V ceramiczny
C11	– 180 pF/50 V ceramiczny
C5	– 220 pF/50 V ceramiczny
C24	– 270 pF/50 V ceramiczny
C2	– 330 pF/50 V ceramiczny
C7	– 470 pF/50 V ceramiczny
C13	– 680 pF/50 V ceramiczny
C10	– 3,3 nF/50 V ceramiczny
C9	– 3,9 nF/50 V ceramiczny
C6, C21,	
C22	– 10 nF/25 V ceramiczny
C14	– 22 nF/25 V ceramiczny
C4, C8, C15,	
C23, C25,	
C26, C28	– 100 nF/63 V MKT
C16, C17,	
C27	– 220 nF/63 V MKT
C12, C18,	
C19, C20	– 100 mF/6,3 V 04/U

Inne

L1, L2	– 6,5 zw. DNE 0,6/4 mm
DŁ1, DŁ2,	
DŁ3	– 15,5 zw. DNE 0,45/3 mm
WŁ1, WŁ2	– mikroprzełącznik
WŁ3	– wyłącznik suwakowy
gniazdo słuchawkowe	
	– GJ21
obudowa	– Z-32
pojemnik na baterie	
	– BC-223
płytką drukowaną numer 428	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 3,16 zł + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO - patrz IV strona okładki.