

Wiercenie otworów w drewnie i w tworzywach sztucznych o średnicach większych niż 10 mm było do niedawna zmoją majsterkowiczów. Zupełnie inaczej wygląda ta czynność, gdy mamy do dyspozycji piłę-otwornicę przystosowaną do

napędzania ręczną wiertarką elektryczną. Umożliwia ona wiercenie otworów o średnicach od 25 do 62 mm. Nabyć można ją w Centralnej Składnicy Harcerskiej. Szczegółowe wskazówki dotyczące obsługi piły zamieszczamy na str. 78

## UKŁADY SCALONE W PRACOWNI RADIOAMATORA

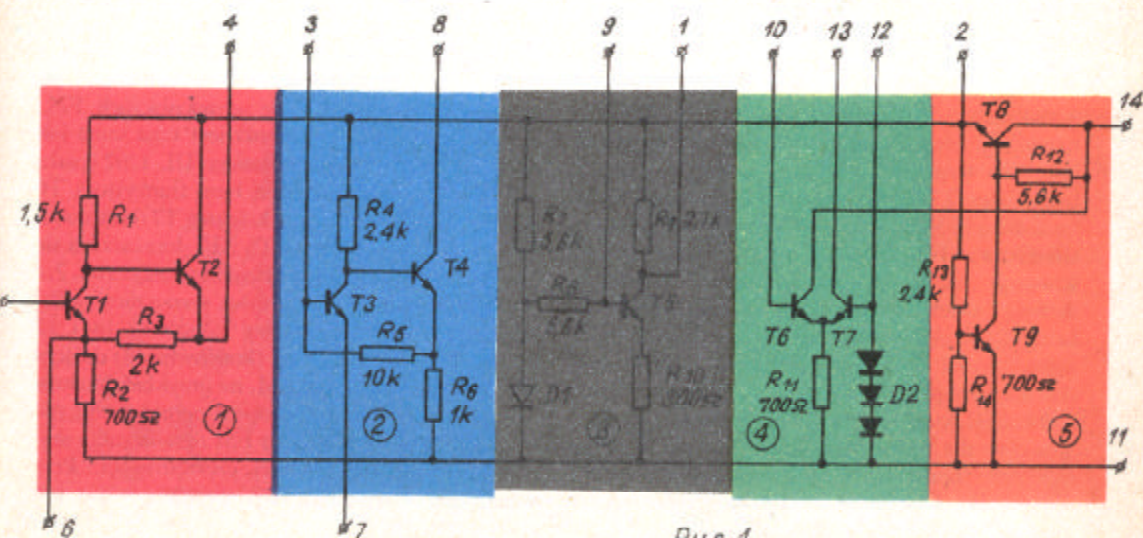
### Układ scalony UL 1211

Układ scalony UL 1211 jest przeznaczony do pracy we wzmacniaczach pośredniej częstotliwości w radioodbiornikach. Można stosować go zarówno we wzmacniaczach AM przy częstotliwości 465 kHz, jak i we wzmacniaczach FM przy częstotliwości 10,7 MHz, dzięki możliwości zasilania niskim napięciem (poczynając od 3 V) oraz małemu poborowi prądu układ szczególnie nadaje się do odbiorników przenośnych i kieszonkowych. Budowa układu sprawia, że może on być używany w różny sposób. Może też znaleźć zastosowanie w urządzeniach budowanych przez elektroników amatorów.

Schemat ideowy układu przedstawia rys. 1. Układ zbudowany jest z czterech niezależnych stopni, które można wykorzystywać rozmaicie zależnie od potrzeb, oraz zawiera stabilizator napięcia zasilającego. Poszczególne części układu zostały na schemacie ideowym oddzielone przerywanymi liniami

i oznaczone numerami w kółkach oraz różnymi kolorami. Części te omówimy po kolei.

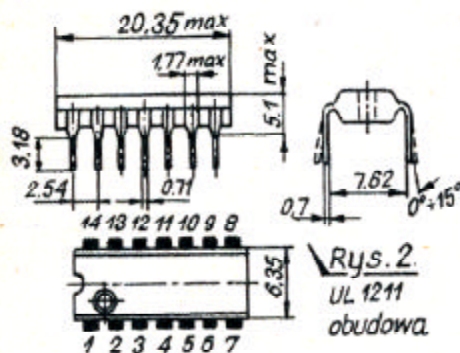
Pierwszy stopień układu z tranzystorami T1 i T2 jest wzmacniaczem z możliwością automatycznej regulacji wzmocnienia. Do bazy tranzystora T1 doprowadza się wzmacniany sygnał (końcówka 5). Wyjściem układu jest połączenie emitera tranzystora T2 i opornika R<sub>1</sub> (końcówka 4). Do bazy tranzystora T1 trzeba też doprowadzić z zewnątrz napięcie stałe (około 1,3 V). Gdy zmienia się wartość tego napięcia, zmienia się wartość prądu kolektora tranzystora T1. Gdy prąd kolektora tranzystora T1 maleje, to napięcie między bazą i emiterem tranzystora T2 wzrasta, co powoduje wzrost prądu emitera tranzystora T2. Wzrost prądu emitera tranzystora T2 sprawia, że podwyższa się napięcie na oporniku R<sub>2</sub>, w rezultacie zmniejsza się napięcie między bazą i emiterem tranzystora T1. Wskutek tego następuje dalszy spadek prądu kolektora tranzystora T1. Widzimy, że istnieje tu dodatnie sprzężenie zwrotne. W wyniku jego działania bardzo małe zmiany napię-



Rys. 1.

cia stałego doprowadzone do bazy tranzystora T1 wywołują duże zmiany jego prądu kolektora. Powoduje to duże zmiany wzmocnienia danego przez stopień z tranzystorami T1 i T2. Efekt ten wykorzystuje się do automatycznej regulacji wzmocnienia. Dla prawidłowego działania omawianego stopnia opornik  $R_2$  powinien być zwarty kondensatorem dla napięć zmiennych o częstotliwości wzmocnianego sygnału. W tym celu łączy się kondensatorem o odpowiedniej pojemności końcówki 6 i 11.

Omówiony wyżej pierwszy stopień układu UL 1211 stosuje się zarówno we wzmacniaczach AM, jak i we wzmacniaczach FM. W pierwszym przypadku napięcie stałe doprowadzone do bazy tranzystora T1 uzależnia się od napięcia stałego uzyskiwanego po detekcji, przez co otrzymujemy automatyczną regulację wzmocnienia. W drugim przypadku automatyczna regulacja wzmocnienia jest na



ogół niepotrzebna. Doprowadzone do bazy tranzystora T1 napięcie jest niezależne od wielkości odbieranego sygnału.

Drugi stopień układu UL 1211 jest stopniem wzmacniającym na tranzystorach T3 i T4. Wzmocnienie tego stopnia nie jest regulowane. Wejściem jest baza tranzystora T3 (końcówka 3). Emiter tranzystora T3 w typowych zastosowaniach łączy się z masą (końcówka 11). Wyjściem jest kolektor tranzystora T4. Kolektor ten wewnątrz układu scalonego nie łączy się z niczym. W typowych zastosowaniach do wyjścia omawianego stopnia dołączony jest obwód rezonansowy filtra pośredniej częstotliwości. Kolektor tranzystora T4 jest wówczas zasilany przez uzwojenie cewki obwodu rezonansowego, którą włącza się między końcówki 8 i 12. Właściwe dla pracy omawianego stopnia napięcie stałe bazy tranzystora T3 jest doprowadzone przez opornik  $R_5$ . Opornik ten zamyka zarazem pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego między tranzysto-

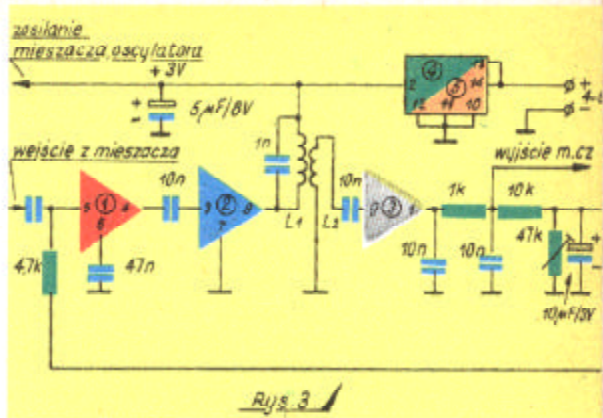
rami T3 i T4. Sprzężenie to stabilizuje warunki pracy obu tranzystorów oraz wielkość wzmocnienia całego stopnia. Do bazy tranzystora T3 nie doprowadza się żadnych napięć stałych z zewnątrz. Zwykle bazę tę łączy się z wyjściem poprzedniego stopnia włączając kondensator o odpowiedniej pojemności między końcówki 3 i 4. Omawiany stopień wzmacniający stosowany jest zarówno we wzmacniaczach AM, jak i we wzmacniaczach FM.

Trzecim stopniem układu UL 1211 jest stopień z tranzystorem T5. Stopień ten jest detektorem sygnałów AM, a przy wzmacnianiu sygnałów FM nie jest wykorzystywany. Sygnał doprowadza się do bazy tranzystora T5. Warunki pracy tego tranzystora są tak dobrane, że gdy sygnału nie ma, prąd kolektora tego tranzystora jest prawie równy zeru. Dodatkowo półokresy sygnału pośredniej częstotliwości wywołują przepływ prądu kolektora tego tranzystora. W ten sposób średni prąd kolektora jest proporcjonalny do wielkości napięcia pośredniej częstotliwości doprowadzonego do bazy. Zatem spadek napięcia na oporniku  $R_9$  jest również proporcjonalny do tego napięcia. Do wyjścia stopnia (końcówka 1) dołącza się filtr oporowo-pojemnościowy. Odfiltruje on składową napięcia o częstotliwości pośredniej. Na wyjściu filtra otrzymujemy napięcie małej częstotliwości, a także napięcie stałe automatycznej regulacji wzmocnienia, które doprowadza się do bazy tranzystora T1. Otrzymane napięcie małej częstotliwości jest na tyle duże, że można je wykorzystać bezpośrednio do sterowania wzmacniacza mocy radioodbiornika.

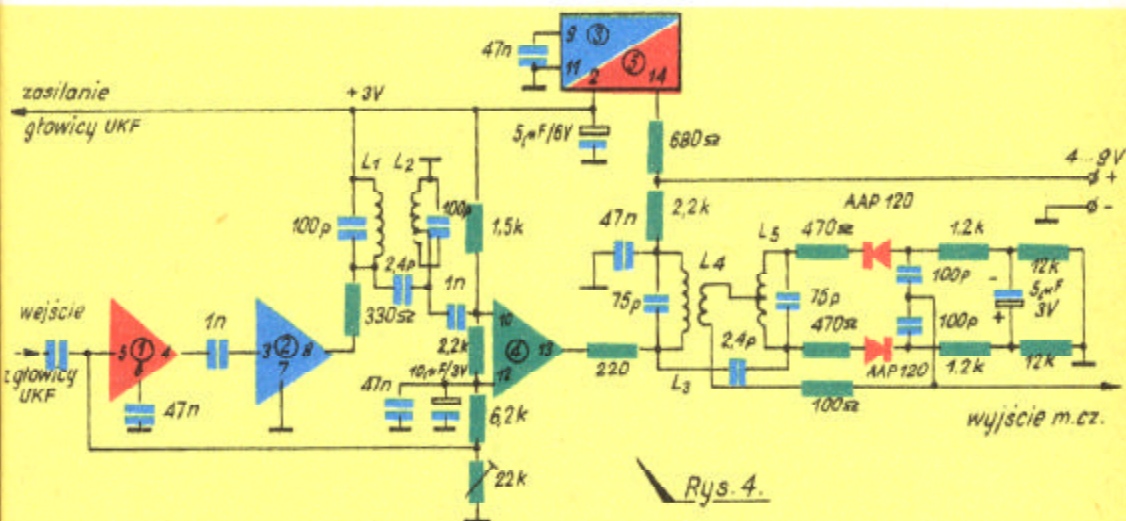
Właściwe warunki pracy tranzystora T5 są utrzymywane samoczynnie przez oporniki  $R_7$ ,  $R_8$  i diodę D1. Do bazy tranzystora T5 nie należy doprowadzać żadnych napięć stałych.

Czwartym stopniem układu UL 1211 jest stopień wzmacniający z tranzystorami T6 i T7. Jest on przeznaczony do pracy we wzmacniaczach FM. Zasada działania tego stopnia jest taka sama jak zasada działania układu scalonego UL 1202 (patrz „MT” 2/76). Wejściem jest baza tranzystora T6 (końcówka 10), wyjściem – kolektor T7 (końcówka 13). Do baz tranzystorów T6 i T7 doprowadza się z zewnątrz także stałe napięcie polaryzujące (ok. 2,1 V) przez oporniki o wartości wynoszącej kilka kiloomów, włączone między końcówki 10 i 12 a końcówkę 2. Do wyjścia (końcówka 13) dołącza się zwykle demodulator FM, na przykład detektor stosunkowy. Omawiany stopień pełni też rolę potrzebnego we wzmacniaczu FM ogranicznika amplitudy sygnału pośredniej częstotliwości. Przy wzmacnianiu sygnałów AM stopień ten nie jest wykorzystywany.

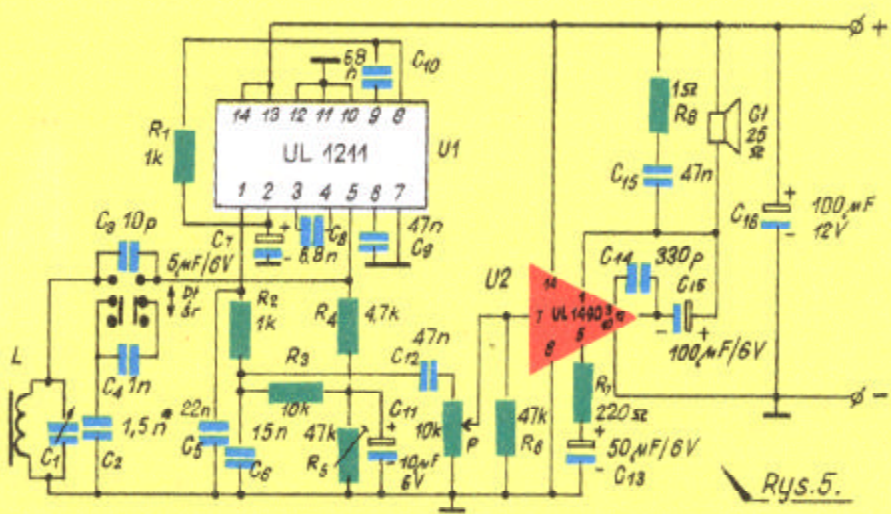
Ostatnią częścią układu UL 1211 jest stabilizator napięcia, z tranzystorami T8 i T9. Napięcie zasilające 4-9 V doprowadza się do kolektora tranzystora T8 (końcówka 14). Na emiterze tego tranzystora otrzymuje się napięcie stabilizowane o wartości 3 V. Napięcie to zasila stopnie 1, 2 i 3 układu scalonego i jest doprowadzone do końcówki 2. Umożliwia to zasilanie tym napięciem także innych układów radiodbiornika. Zwykle wykorzystuje się je do zasilania układów mieszacza i oscylatora AM oraz głowicy UKF. Jeśli napięcie zasilania układu scalonego jest mniejsze od 4 V, należy wyłączyć stabilizator napięcia przez zwarcie końcówek 14 i 2.



Rys. 3



Rys. 4.



Rys. 5.

Jak widzimy, układ scalony UL 1211 składa się właściwie aż z pięciu niezależnych układów, których można używać w rozmaity sposób. Dzięki temu układ UL 1211 może służyć do budowy radioodbiorników o rozmaitych rozwiązaniach konstrukcyjnych i parametrach technicznych. Można go użyć w prostych odbiornikach kieszonekowych jedno- czy dwuzakresowych, a nawet – jak zobaczymy dalej – w odbiornikach bez przemiany częstotliwości. Można także użyć go w wielozakresowych odbiornikach sieciowych wyższej jakości, nawet stereofonicznych. Ta uniwersalność wiąże się jednak z pewną wadą: mianowicie wzmacniacze z układem UL 1211 muszą zawierać stosunkowo dużo elementów dodatkowych. Cena układu UL 1211 wynosi 70 zł.

A oto wybrane najważniejsze parametry elektryczne układu UL 1211:

Dopuszczalne napięcie zasilania:	10V
(jest to maksymalna wartość napięcia na końcówkach 14, 13, 8 względem końcówki 11)	
Pobór prądu:	
dla sygnału AM (czynne stopnie 1,2,3)	ok. 4,2 mA
dla sygnału FM (czynne stopnie 1,2,4)	ok. 6,8 mA
Wzmocnienie napięciowe (w V/V):	
dla 465 kHz:	
I stopień (wzmocnienie maksymalne)	32
II stopień (oporność obciążeniowa 1 k $\Omega$ )	56
III stopień (oporność obciążeniowa 1 k $\Omega$ )	0,2*
dla 10,7 MHz:	
I stopień (wzmocnienie maksymalne)	18
II stopień (oporność obciążeniowa 1 k $\Omega$ )	32
IV stopień (oporność obciążeniowa 1 k $\Omega$ )	10
Pobór prądu przez tranzystor T7 (końcówka 13 połączona z 14, końcówki 10 i 12 połączone z końcówką 2 przez oporniki (około 2 k $\Omega$ ))	1 mA
Napięcie wyjściowe detektora AM (przy głębokości modulacji 30%)	115 mV
Obudowa układu i rozmieszczenie wyprowadzeń jak na rys. 2.	

Pokażemy teraz przykłady zastosowań układu UL 1211. Na rys. 3 przedstawiony jest prosty układ wzmacniacza pośredniej częstotliwości AM 465 kHz. Układ taki może znaleźć zastosowanie na przykład w kieszonekowym odbiorniku z przemianą częstotliwości. Dla przejrzystości rysunku poszczególne stopnie układu scalonego narysowano osobno i oznaczono tymi samymi numerami i kolorami, jak na rys. 1. Zachowana jest także numeracja końców-

wek. Sygnał pośredniej częstotliwości z mieszacza przez (nie pokazany na rysunku) filtr pośr. cz. trafia na wejście I stopnia UL 1211, z wyjścia tego stopnia przez kondensator na wejście II stopnia. Obciążeniem drugiego stopnia jest filtr pośr. cz. Można zastosować tu dowolny filtr mający pojemność obwodu rezansowego około 1000 pF. Uzwojenie wtórne filtru powinno mieć ok. 1/10 liczby zwojów uzwojenia pierwotnego. Z uzwojenia wtórnego sygnał pośr. cz. trafia na wejście stopnia detekcyjnego. Na wyjściu tego stopnia znajduje się filtr oporowo-pojemnościowy, z którego otrzymujemy sygnał małej częstotliwości i napięcie stałe do zasilania bazy tranzystora T1. Potencjometr służy do wyregulowania wartości tego napięcia tak, by uzyskać największe wzmocnienie przy małych sygnałach wejściowych.

Przykład zastosowania układu UL 1211 we wzmacniaczu pośr. cz. FM 10,7 MHz pokazuje rys. 4. Widzimy, że ten schemat jest znacznie bardziej skomplikowany niż poprzedni, głównie dlatego, że układ UL 1211 nie zawiera detektora FM. Sygnał pośr. cz. jest wzmacniany w stopniach I i 2. Na wyjściu stopnia 2 znajduje się filtr pasmowy. Z wyjścia filtru sygnał trafia do 4 stopnia układu UL 1211. Na wyjściu tego stopnia znajduje się typowy detektor stosunkowy. W tym układzie automatyczna regulacja wzmocnienia jest zbędna, więc baza tranzystora T1 otrzymuje napięcie z dzielnika napięcia włączonego między bazę tranzystora T7 i masę. Zespół diod D2 utrzymuje na bazie tranzystora T7 (końcówka 12) stałe napięcie ok. 2,1 V. Część tego napięcia wykorzystano do zasilania bazy tranzystora T1. Potencjometr służy do ustalenia takiej wartości napięcia na bazie T1, przy której stopień I ma największe wzmocnienie.

Wszystkie cewki do tego układu można wykonać przerabiając typowe filtry p. cz. FM o oznaczeniach 1-24F1, 1-24F2 itp. Cewki L<sub>1</sub> i L<sub>2</sub> mają po 19 zwojów i są umieszczone w osobnych kubkach ekranujących. Odczep cewki L<sub>2</sub> – po 8 zwojach, licząc od uziemionego końca. Cewki L<sub>3</sub> i L<sub>4</sub> wykonane są na wspólnym rdzeniu i mają: L<sub>3</sub> – 22 zwoje, L<sub>4</sub> – 8 zwojów. Cewka L<sub>5</sub> nawinięta jest w osobnym kubku ekranującym – 2 × 11 zwojów. Dla zachowania dokładnej symetrii uzwojeń należy ją nawinąć dwoma przewodami jednocześnie i dla uzyskania odczepu połączyć koniec jednego z początkiem drugiego.

Opisane wyżej przykłady przeznaczone są dla radioamatorów zaawansowanych. Układ UL 1211

\* Jest to stosunek napięcia m. cz. po detekcji do napięcia p. cz.

może jednak posłużyć także do budowy radioodbiornika o bezpośrednim wzmacnieniu, łatwego do zbudowania i uruchomienia bez jakichkolwiek przyrządów pomiarowych i nie wymagającego zestrzajania. Odbiornik taki można polecić radioamatorom z niewielkim doświadczeniem. Schemat odbiornika przedstawia rys. 5. Zastosowano w nim dwa układy scalone: UL 1211 oraz – jako wzmacniacz mocy – układ UL 1490, omówiony w jednym z poprzednich numerów „MT”. Odbiornik ma jeden obwód rezonansowy, który składa się z cewki L nawiniętej na pręcie anteny ferrytowej i kondensatora zmiennego  $C_1$ . Sygnał z tego obwodu podawany jest przez kondensator  $C_3$  o niewielkiej pojemności na wejście pierwszego stopnia układu UL 1211. Z wyjścia tego stopnia wzmacniony sygnał trafia przez kondensator  $C_8$  na wejście drugiego stopnia. Obciążeniem drugiego stopnia jest opornik  $R_1$ . Sygnał z wyjścia drugiego stopnia podawany jest na wejście trzeciego stopnia, gdzie ulega detekcji. Z wyjścia układu detekcyjnego sygnał małej częstotliwości przez kondensator  $C_{12}$  i potencjometr regulacji siły głosu trafia na wejście układu scalonego UL 1490. Na wyjściu tego układu włączono głośnik GD 6,5/0,25 o oporności  $25\Omega$ . W odbiorniku działa automatyczna regulacja wzmacnienia: składowa stała napięcia po detekcji jest doprowadzona przez opornik  $R_4$  do wejścia pierwszego stopnia.

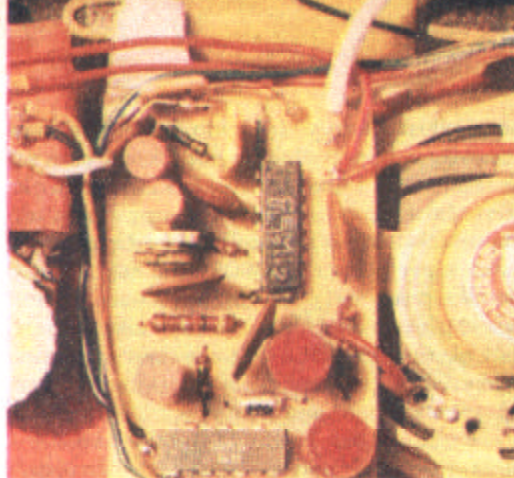
Omawiany odbiornik przewidziany jest do odbioru fal średnich i Warszawy I na falach długich. Odbiór Warszawy I umożliwia przełącznik zakresów, dołączający równolegle do kondensatorów  $C_1$  i  $C_3$  kondensatory  $C_2$  i  $C_4$ . Wskutek dużego wzmacnienia układu scalonego odbiornik ma stosunkowo wysoką czułość, znacznie większą niż proste odbiorniki amatorskie, budowane z pojedynczych elementów. Zarazem mając automatyczną regulację wzmacnienia, nie spotykają w innych prostych odbiornikach amatorskich, pracuje prawidłowo nawet w pobliżu silnej radiostacji. Choć wadą odbiornika jest jego niewielka selektywność, co wynika z zastosowania tylko jednego obwodu rezonansowego, to jednak nie wymaga on zestrzajania. Poza tym odbiornik nie jest wrażliwy na zmiany napięcia zasilania. Może on być zasilany dowolnym napięciem w granicach 4,5 V – 9 V. Zmiany napięcia zasilania zmieniają tylko maksymalną nie zniekształconą moc wyjściową, nie zmieniając pozostałych parametrów, m.in. czułości. Z powodu małego poboru prądu przez oba układy scalone oraz możliwości pracy nawet przy silnie obniżonym napięciu odbiornik bardzo oszczędnie zużywa baterie zasilające.

Odbiornik można zmontować na niewielkiej płytce drukowanej i zmieścić w małej, kieszonkowej obudowie, której wymiary będą określone głównie przez wymiary głośnika, baterii, anteny ferrytowej i kondensatora zmiennego. Na zdjęciu pokazano odbiornik zmontowany w obudowie typu „Minor” – jak widać, zostało w niej sporo wolnego miejsca. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej nie jest krytyczne, należy jedynie dbać o to, by części dołączone do wejścia i do wyjścia nie znajdowały się tuż obok siebie. Radzimy także sięgnąć do opisu układu UL 1490 i zapoznać się z opisanym tam prawidłowym sposobem zaprojektowania połączeń masy dla tego układu.

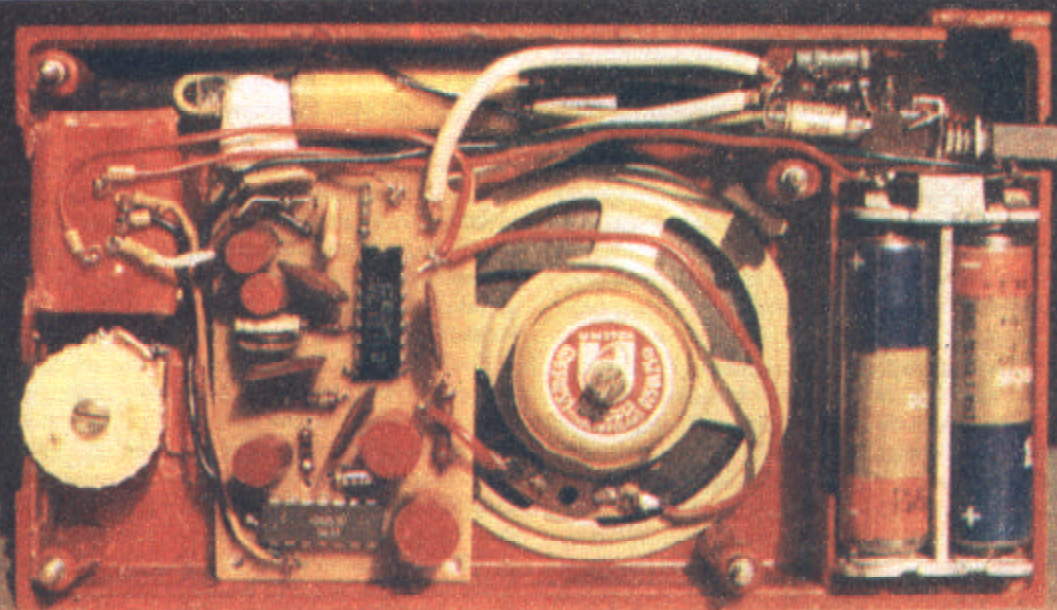
W odbiorniku zastosowano kondensator zmiennej produkcji radzieckiej do odb. „Kosmos” o pojemności maks.  $2 \times 150$  pF. Obie sekcje kondensatora połączono równolegle. Antena ferrytowa wykonana jest z pręta o średnicy 10 mm i długości 14 cm. Cewka ma 60 zwojów nawiniętych licą  $12 \times 0,05$  mm. Można również wykonać uzwojenia z drutu w emalii o średnicy około 0,3 mm. Zamiast kondensatora z odbiornika „Kosmos” może być inny miniaturowy kondensator o zbliżonej pojemności, a antenę nawinać można na innym pręcie. Jednak wówczas może się okazać konieczna zmiana liczby zwojów dla uzyskania odbioru pełnego zakresu fal średnich, a także zmiana pojemności kondensatora  $C_2$  dla uzyskania odbioru Warszawy I. Przełącznik zakresów można wykonać z jednego segmentu typu „Isostat”. Dla uniknięcia wpływu zbliżenia ręki do anteny ferrytowej na dostrojenie odbiornika oraz zmniejszenia zakłóceń od silnych stacji związanych z małą selektywnością zaekranujemy kondensator zmienny i antenę ferrytową za pomocą cienkiej folii lub blachy miedzianej czy aluminiowej. Ekran wokół uzwojenia anteny ferrytowej nie może tworzyć zwartego zwoju. Ekran należy połączyć z masą odbiornika.

Uruchomienie odbiornika jest bardzo proste i sprowadza się do ustawienia potencjometru  $R_5$ , określającego warunki pracy pierwszego stopnia układu UL 1211. Jeśli mamy do dyspozycji woltomierz o oporności wewnętrznej co najmniej  $5\text{ k}\Omega/\text{V}$ , możemy wstępnie wyregulować potencjometr  $R_5$  tak, by napięcie na nim wynosiło ok. 1,3 V, a następnie próbujemy odebrać jakkolwiek, najlepiej słabą stację, po czym ustawiamy ten potencjometr tak, by uzyskać jak najgłośniejszy odbiór. Można się obejść i bez woltomierza. Po włączeniu odbiornika ustawiamy siłę głosu na maksimum i regulujemy potencjometr  $R_5$  tak, by uzyskać jak najgłośniejszy szum w głośniku. Wzmacnienie układu scalonego jest bardzo małe w obu skrajnych położeniach

suwaka potencjometru  $R_5$ , a prawidłowy odbiór uzyskuje się w dość wąskim zakresie położenia tego suwaka. Dlatego regulować potencjometr trzeba dość powoli. Jeśli mamy szczęście i przy pierwszym włączeniu wejściowy obwód rezonansowy okaże się dostrojony do dostatecznie dobrze słyszalnej stacji, to właściwe położenie suwaka  $R_5$  odnajdziemy bez trudu. W przeciwnym razie szukamy położenia, w którym słychać najsilniejszy szum z głośnika, a następnie obracając pokrętką kondensatora zmiennego staramy się odebrać jakąś stację. Po uzyskaniu odbioru korygujemy ustawienie potencjometru  $R_5$  tak, by uzyskać najlepszą czułość odbiornika. Jednorazowo ustawiony potencjometr nie wymaga żadnych dalszych regulacji w czasie użytkowania odbiornika.



Płytkę montażową radioodbiornika z dwoma układami scalonymi



Wnętrze obudowy jednoobwodowego radioodbiornika wykonanego wg schematu przedstawionego na rys. 5

Przy okazji podajemy zainteresowanym radioamatorom adresy sklepów, gdzie można nabyć układy scalone:

Centralna Składnica Harcerska, ul. Marszałkowska 82, 00-517 Warszawa,

Sklep ARGED nr 24, ul. Kasprzowicza 56, 01-941 Warszawa,

Sklep WSS „Elektronik”, ul. 1 Maja 47, 44-100 Gliwice,

Dom Handlowy „Elektronik”, ul. Czerwonego Zagłębia 20, 41-200 Sosnowiec.

Ten ostatni sklep prowadzi także sprzedaż wysyłkową układów scalonych i innych podzespołów elektronicznych.

\* \* \*

Przy opracowywaniu odcinka wykorzystano materiały z wydawnictwa Przemysłowego Instytutu Elektroniki: „Elementy półprzewodnikowe i układy scalone – zastosowania. Układy analogowe”, nr 4/1974.

**Dr inż. Wiesław Kuźmicz**