



NA WARSZTACIE

Pod redakcją Jerzego Pietrzyka

ODBIORNIKI TRANZYSTOROWE Z SAMOZASILANIEM (inż. Jerzy Brdulak) — **TELEFONICZNY WZMACNIACZ GŁOŚNIKOWY** (Jerzy Pietrzyk) — **HAMAK** (Mieczysław Kostrzewa) — **DODATKOWE WYPOSAŻENIE MOTOROWERU „KOMAR”** (Stanisław Zakrzewski) — **USPRAWNIAMY MASZYNKĘ DO MIĘSA** (Tadeusz Konieczny)

ODBIORNIKI TRANZYSTOROWE Z SAMOZASILANIEM

Wykonanie odbiornika radiofonicznego, który by umożliwiał słuchanie audycji na głośnik i nie wymagał źródła prądu zasilającego układ tego odbiornika, absorbować myśli konstruktorów już od samych początków radiotechniki.

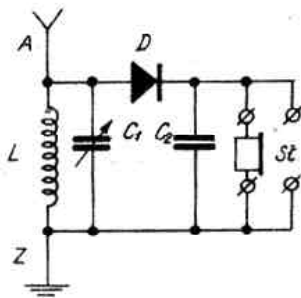
Na przełomie lat dwudziestych i trzydziestych opracowano i wykonano kilkanaście udanych odbiorników detektorowych z galeną (siarczkiem ołowiu) jako prostownikiem wielkiej częstotliwości. Odbiorniki te, z antenami odpowiedniej długości, przy niewielkich odległościach od radiostacji nadawczej, umożliwiały słuchanie odbieranych audycji na głośnik w cichym pomieszczeniu.

Kilka typów tego rodzaju odbiorników było produkowanych w Polsce na długo przed 1939 rokiem, a dość pokazana liczba publikacji na ten temat dawała amatorom możliwość wyboru najbardziej odpowiadającego im schematu odbiornika. Najczęściej zamiast głośnika wykorzystywana była duża słuchawka z odpowiednio wykonaną tubą.

Szybki rozwój lamp elektronowych, przystosowanych do żarzenia prądem

zmiennym, i zasilaczy sieciowych zahamował eksperymenty z ciekawymi konstrukcjami odbiorników tego typu. Obecnie, wraz z coraz większym rozwojem techniki półprzewodników, problem ten zaczął na nowo absorbować radioamatorów, konstruktorów i producentów sprzętu radiotechnicznego, szczególnie z tego względu, że układy tranzystorowe mogą sprawnie pracować nawet przy niewielkich wartościach napięć zasilających (np. poniżej 1 wolta) i bardzo małych wartościach prądu zasilającego. To minimalne zapotrzebowanie na moc elektryczną umożliwia zasilanie odbiorników tranzystorowych energią uzyskiwaną z otoczenia, jak np. energią światła słonecznego, akustyczną lub energią fal elektromagnetycznych. Do takiego zasilania będą jednak potrzebne przetworniki umożliwiające uzyskanie odpowiedniego napięcia. Na określenie tego rodzaju energii niektórzy autorzy używają określenia „energia wolnodostępna”.

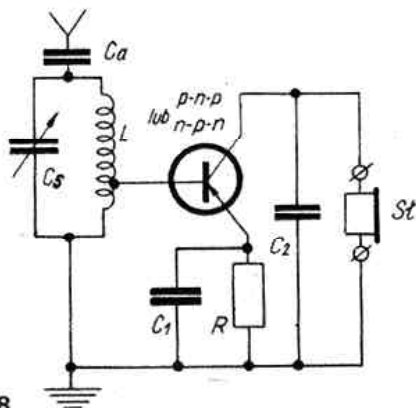
W krajach zachodnich, a zwłaszcza w Japonii, produkuje się już seryjnie



Rys. 1. Schemat idealowy detektorowego odbiornika radiowego

przenośne odbiorniki zasilane energią słoneczną (światła słonecznego) lub energią akustyczną. Istnieje szereg udanych konstrukcji nadajników, odbiorników, przekaźników tranzystorowych i zegarów zasilanych energią światła dziennego. Przy tego rodzaju zasilaniu przetwarza się energię świetlną na energię prądu elektrycznego za pomocą specjalnych fotoelementów. Prąd elektryczny jednocześnie ładuje miniaturowy akumulator, stanowiący źródło prądu dla odbiornika (zegara lub innego urządzenia) z chwilą nastania ciemności. Dla przykładu można podać, że dla zasilania układu z 2 lub 3 tranzystorami małej mocy wystarczy fotoelement o powierzchni około 1 dm², który przy normalnym świetle dziennym może „wyprodukować” moc równą 10 do 15 miliwatów.

Rys. 2. Schemat idealowy biernego odbiornika (pasywnego Hollmana)



Ten sam fotoelement wystawiony na światło słoneczne może dać moc 100 miliwatów, a więc 100 razy większą niż poprzednio. Stosowane do tych celów fotoelementy mają jak do tej pory jeszcze zbyt małą sprawność, sięgającą zaledwie 15%.

Niezależnie od energii światła stosuje się do zasilania urządzeń również energię akustyczną, która po przetworzeniu przez jakiś mikrofon (dynamiczny lub piezoelektryczny) może być wykorzystana do zasilania układów z tranzystorami.

Chociaż moce uzyskiwane z tak przetworzonej energii będą bardzo niewielkie, to wystarczają na ogół do zasilania mikroodbiorników lub mikronadajników. Prądy zmienne uzyskiwane z mikrofonu, po wyprostowaniu, ładują miniaturowe akumulatory lub kondensatory o odpowiedniej pojemności, stanowiące wtórne źródła zasilania urządzeń z tranzystorami.

Dla przetworników przeznaczonych do zasilania układów umożliwiających korzystanie z energii otoczenia, przy której odbiornik będzie pracował jako „półbierny”, odpowiedni wzór przedstawia się następująco:

$$d = l \cdot P,$$

gdzie:

d = odległość między nadajnikiem a odbiornikiem w kilometrach,

l = długość anteny odbiornika podana w metrach,

P = moc nadajnika lokalnego w kilowatach.

Przykładowo można założyć, że przy: $P = 200$ kW, $l = 5$ m odległość „ d ” wyniesie

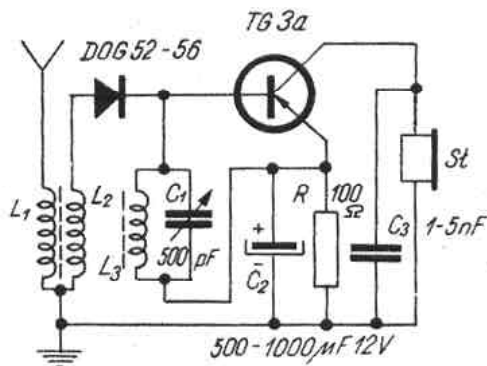
$5 \times 14,2 = 71$ kilometrów. A więc w odległości większej niż 71 kilometrów odbiornik ze wzmacniaczem nie będzie dawał wzmocnienia, a sygnał w słuchawkach będzie słabszy niż ze zwykłego odbiornika detektorowego.

W takich warunkach budowa odbiornika zasilanego energią z otoczenia byłaby nieuzasadniona.

Obliczona przykładowo odległość w kilometrach jest granicą przewagi odbiornika „półbiernego” nad biernym (pasywnym). Przy bliskich położeniach odbiorników od nadajników dużej mocy istnieje możliwość zasilania nawet kilkustopniowych wzmacniaczy małej mocy i małej częstotliwości, napięciami rzędu kilku woltów, przy użyciu długich anten.

Dla przypomnienia, na rys. 1 przedstawiony został schemat odbiornika detektorowego (kryształkowego) z diodą germanową jako prostownikiem wielkiej częstotliwości, pracującego ze słuchawkami o oporności 2×2000 omów.

Najprostszym odbiornikiem z grupy „a” jest odbiornik tranzystorowy, którego schemat został przedstawiony na rys. 2. Zaprojektował go Hollman i opisał w swojej publikacji pt. „Passive Transistorempfänger”. Obwód baza—emiter tranzystora pracuje jako dioda detekcyjna dla prądów wielkiej częstotliwości płynących ze strojonego obwodu rezonansowego LC. Prądy wyprostowane przez tę „diodę” ładują kondensator C_1 , stanowiący wtórne źródło zasilania odbiornika. Do kondensatora jest przyłączony równolegle opornik R . Przez emiterową „diodę” płynie więc prąd jednokierunkowy, którego wielkość ograniczona jest opornikiem R oraz prąd wyprostowany, pochodzący z modulowanej fali nośnej nadajnika. W obwodzie kolektora otrzymuje się wzmacnione sygnały małej częstotliwości, zasilające słuchawki. Odpowiedni punkt pracy oraz zakresysterowania dobiera się z charakterystyki kolektorowej tranzystora. Przy podłączaniu kondensatora C_1 należy zwrócić uwagę na jego biegunowość. Wykonany wg tego schematu odbiornik jest znacznie „głośniejszy” od zwykłego odbiornika detektorowego (np. z rys. 1) zasilanego z tej samej anteny, z tym samym obwodem rezonansowym i pozostałymi elementami, jeśli zostaną zachowane warunki odbioru, omówione poprzednio.

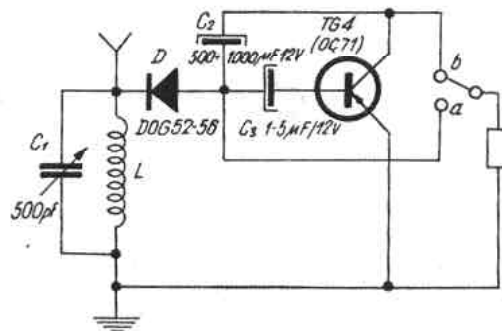


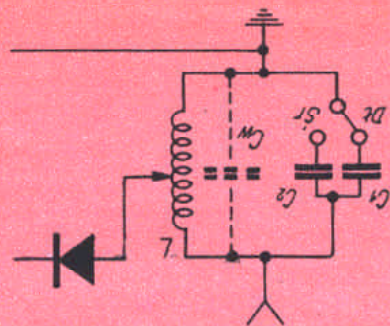
Rys. 3. Schemat ideowy odbiornika z aperiodycznym obwodem wejściowym. Cewki L_1 , L_2 — wejściowe od dowolnego, lampowego odbiornika radiofonicznego, cewka L_3 — 100 zwojów łączy w.c.z. nawiniętych na rdzeniu ferrytowym $\varnothing 8$ mm

Jeżeli amplituda prostowanego sygnału w obwodzie baza—emiter będzie zbyt duża (co jest zupełnie możliwe przy długiej antenie i niezbyt odległym nadajniku), może nastąpić przesterowanie tranzystora, a w związku z tym zniekształcenie odbieranych sygnałów.

Zmniejszenie stopnia sprzężenia anteny z układem powoduje równoczesne

Rys. 4. Schemat ideowy odbiornika przystosowanego do odbioru stacji lokalnej i zasilanego energią tej samej stacji. Cewka L — 140 zwojów drutu DNE $\varnothing 0,3-0,4$ mm, nawiniętych na rurce preszpanowej o średnicy 30 mm





Rys. 5. Obwód wejściowy odbiornika detektorowego sterowany suwakami. Cewka L jak z odbiornika (rys. 5), lecz bez odczepów. Kondensator C_1 — 120 pF, C_2 — 450 pF, C_w — pojemność własna cewki L.

zmniejszenie napięcia zasilającego tranzystor, zwężenie zakresu występowania tranzystora, a wtedy uzyskanie maksymalnej mocy przetworzonego sygnału będzie sprawą niemożliwą. Ze względu na to, że tranzystor w tym układzie jest sam przetwornikiem energii elektromagnetycznej na energię prądu stałego, obójny jest typ tranzystora, tzn. czy będzie to tranzystor typu n-p-n czy też p-n-p. Przy bliższym zainteresowaniu się tymi układami można osiągnąć, stosując je, całkiem dobre rezultaty. Należy tylko zwrócić uwagę na właściwe wykonanie.

Proste układy mogą być odpowiednio naczęnie odbiornik.

Proste układy mogą być odpowiednio naczęnie odbiornik. Proste układy mogą być odpowiednio naczęnie odbiornik.

Proste układy mogą być odpowiednio naczęnie odbiornik. Proste układy mogą być odpowiednio naczęnie odbiornik.

Obwód rezonansowy powinien mieć

nie obwodu rezonansowego w.c.z. i tranzystorowego wzmacniacza małej częstotliwości.

bardzo małe straty tj. dużą „dobroć”, a tłumienie, po przyłączeniu do odbior-

nika anteny, możliwie najmniejsze.

Jeżeli diodę germanową zastosujemy

jak prostownik w.c.z., to powinna ona

otrzymywać napięcia o wystarczająco

dużych amplitudach, napięcia te z kolei,

prostopadane na jej prostoliniowym odcin-

ku charakterystyki, gwarantować będą

wierny, niezniekształcony odbiór audy-

cji. Jej oporność pracy powinna być dość

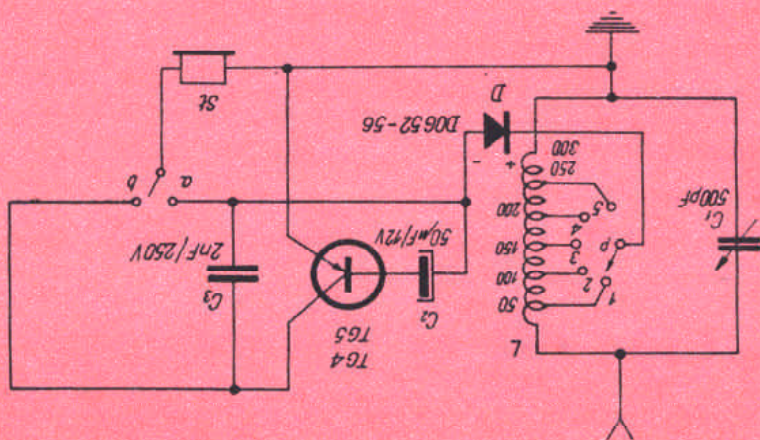
duża, aby nie powodować niepotrzebne-

go wzrostu tłumienia rezonansowego ob-

wodu drgającego.

Proste układy mogą być odpowiednio naczęnie odbiornik.

Rys. 5. Schemat idealowy odbiornika ze zmiennym sprzężeniem anteny



odbiornika i ze względów czysto finansowych bywa na ogół pomijane. W zamian stosuje się powszechnie sprzężenie pojemnościowe.

Na rys. 3 przedstawiony został schemat odbiornika z dwoma obwodami wielkiej częstotliwości, wyróżniający się tym, że obwód pierwszy (L1 i L2) stanowi wraz z diodą aperiodyczny odbiornik (odbiornik odbierający jednocześnie sygnały wszystkich stacji nadawczych), który po wyprostowaniu odebranych sygnałów dostarcza odpowiednich napięć. Napięcia te ładują kondensator C2, stanowiący źródło zasilania dla tranzystora, połączonego w układzie wspólnego emitera. Spadek napięcia na oporniku R powoduje, że emiter jest zasilany napięciem dodatnim, a kolektor ujemnym. Wspomniany kondensator C2 zamyka również obwód sygnałów małej częstotliwości emitera i z tego powodu powinien mieć pojemność przynajmniej kilkudziesięciu mikrofaradów.

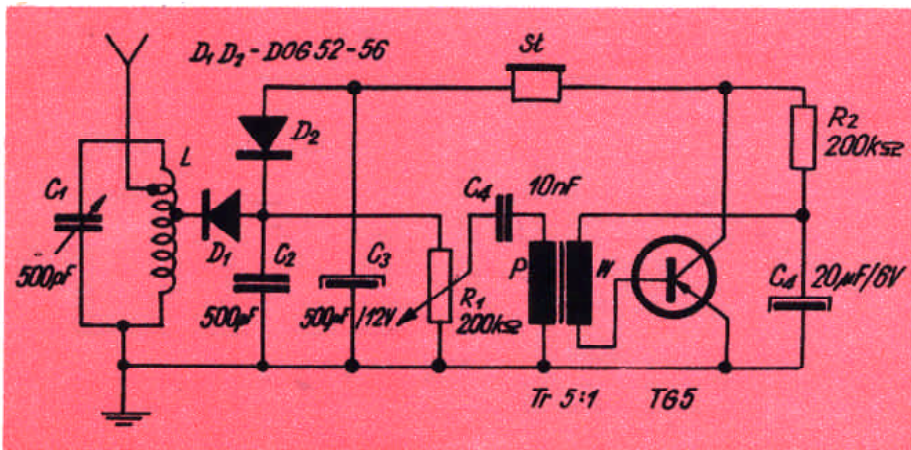
Drugi obwód złożony z cewki L3 i kondensatora strojenieowego C1 (o zmiennej pojemności) umożliwia dostrojenie odbiornika do fali nośnej lokalnego nadajnika, a napięcie czynne działające w obwodzie baza—emiter zostaje

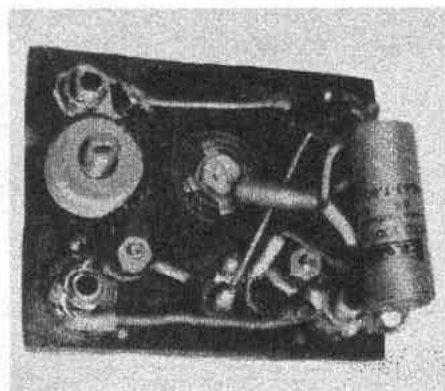
wzmocnione przez tranzystor, a następnie doprowadzone do słuchawek.

Ciekawostką jest, że powyższy schemat został opatentowany w USA. Odbiornik opisany wyżej, jak i przedstawiony na rys. 4 i fot., zaliczane są do grupy „a”, tj. odbiorników odbierających jakąś stację radiofoniczną i równocześnie zasilanych przez tę stację. Odbiornik, którego schemat przedstawiony został na rys. 4, posiada przełącznik umożliwiający odbiór stacji radiofonicznej bezpośrednio z diody detekcyjnej (odbiornik bierny) lub po wzmacnieniu przez tranzystor (odbiornik półbierny). Układ ten jest bardzo wygodny i godny polecenia do przeprowadzania eksperymentów, gdyż umożliwia sprawdzanie pracy wzmacniacza małej częstotliwości, a w początkowej fazie montowania odbiornika umożliwia dobranie właściwych wielkości elementów L i C w rezonansowym obwodzie drgającym zapewniając w ten sposób dokładne dostrojenie do fali nośnej odbieranej stacji nadawczej (lokalnej).

Kondensator C3 poprawia jakość dźwięku przy włączonym wzmacniaczu tranzystorowym. Może zdarzyć się, że w odbiorniku tym nie wystąpi zauważal-

Rys. 7. Odbiornik ze stopniem wzmacnienia m.cz. Cewka L jak na rys. 4 z doświadczalnie dobranymi odczepami. Transformator Tr — dowolny, miniaturowy, międzystopniowy



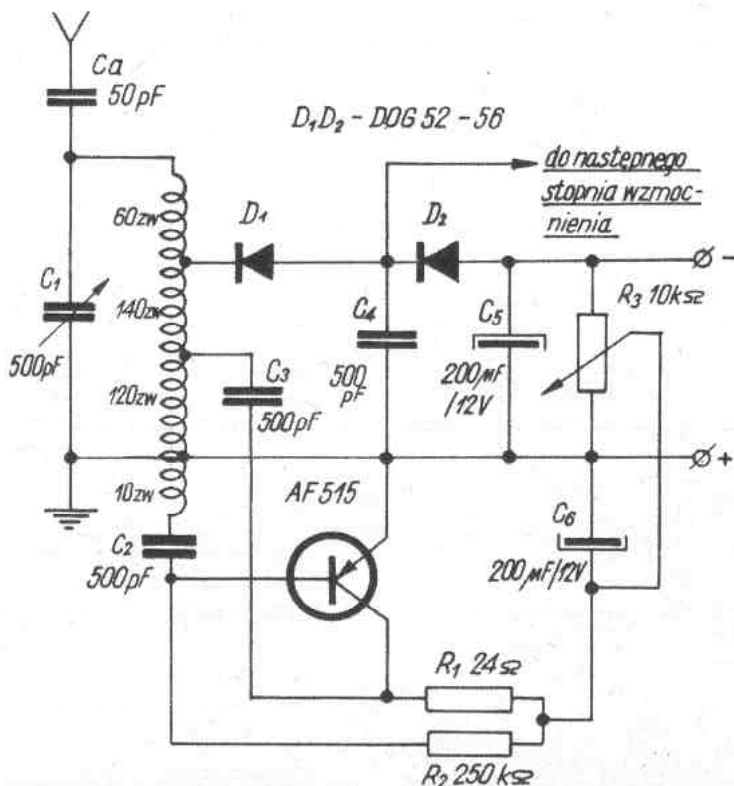


na różnica w sile głosu, gdy przełączymy słuchawki z detektora na wzmacniacz. Takie wypadki mogą wynikać z niedopasowania układu do obwodu drgającego LC.

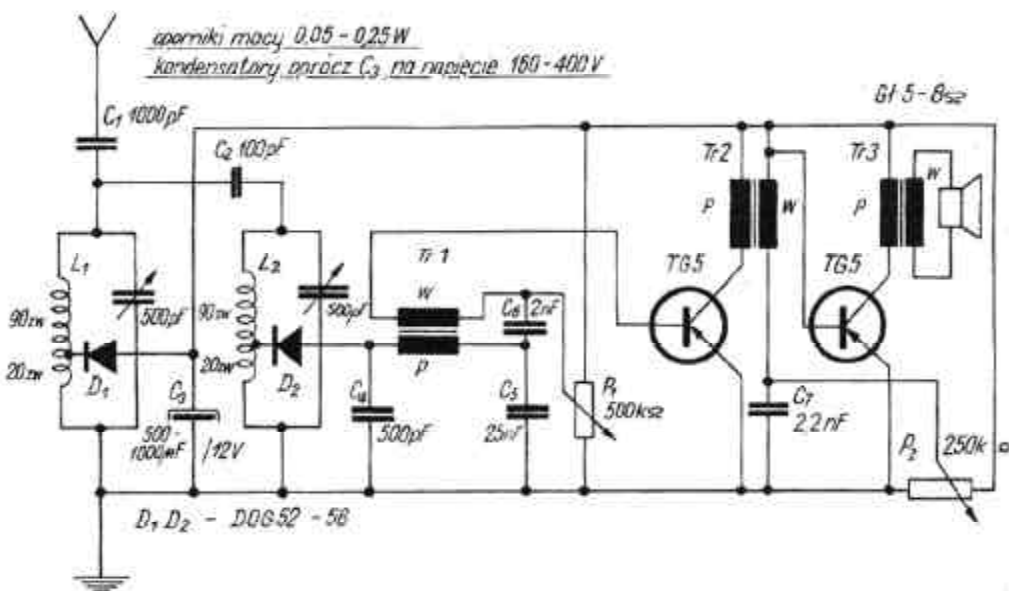
Ten miniaturowy odbiornik odznacza się wyjątkowo mało skomplikowanym układem.

Bardziej rozbudowany układ odbiornika jest przedstawiony na rys. 5. W celu dopasowania cewki tego odbiornika do anteny i uzyskania najkorzystniejszego pod względem siły odbioru oraz selektywności, zastosowano 5 odczepów wykonanych na cewce co 50 zwojów.

Rys. 8. Odbiornik ze sprzężeniem zwrotnym. Cewka L składa się z czterech sekcji (10 + 120 + 140 + 60 zwojów) nawiniętych drutem DNE \varnothing 0,12—0,2 mm lub licą w.c.z. (20 × 0,05 mm) na rurce preszpanowej o średnicy 18 mm



*oporniki mocy 0,05 - 0,25 W
kondensatory oprócz C_3 na napięcie 160-400 V*



Rys. 9. Odbiornik z dwoma obwodami w.c.z. Transformatory Tr_1 i Tr_2 nawinięte na rdzeniach o przekroju około $0,5 \text{ cm}^2$. Uzwojenia pierwotne 1800, uzwojenia wtórne — 350 zwojów drutem DNE $\varnothing 0,1 \text{ mm}$. Transformator Tr_3 uzwojenie pierwotne 1000 zwojów DNE $\varnothing 0,1$, wtórne — 80 zwojów DNE $\varnothing 0,2 \text{ mm}$ na rdzeniu o przekroju $0,5 \text{ cm}^2$

Umożliwia to zmianę liczby zwojów cewki antenowej, a więc i jej indukcyjności. Obwód anteny i obwód detektora połączone są z pokrętnym ślizgaczem przełącznika „P”. W pozycji „1” tego przełącznika oba obwody są silnie sprzężone z obwodem rezonansowym, natomiast najslabiej sprzężone są w pozycjach przełącznika oznaczonych cyframi „4” i „5”. Przy takim rozwiązaniu antena ma mniejszy wpływ na dostrojenie i tłumienie, a układ tranzystora obciąża w znacznie mniejszym stopniu rezonansowy obwód drgań.

Cewka antenowa została nawinięta na rdzeniu ferrytowym o średnicy 10 mm drutem w emalii i jedwabiu o średnicy 0,2 mm. Liczba zwojów (zależna od częstotliwości nadajnika) została orientacyjnie podana na schemacie.

Szczegóły dotyczące wykonania cewki nie są istotne, bowiem decydujące zna-

czenie ma tu antena. Z tego powodu można z powodzeniem stosować różne typy rdzeni ferrytowych i licę w.c.z. zamiast drutu miedzianego.

Jeżeli odbierana stacja „wypadła” gdzieś przy końcu zakresu skali odbiornika, to można dowieść jeszcze około 20–30 zwojów do nie uziemionego końca cewki.

Duże znaczenie w tym układzie będzie miała biegunowość diody germanowej (sposób podłączenia jej do układu), aby tranzystor mógł być zasilony napięciem o właściwym kierunku. W przypadku niewłaściwego podłączenia, biegunowość diody należy zmienić na przeciwną. W podanych układach dosyć dobrze pracują diody germanowe typu DOG 52 do DOG 56 i tranzystory TG4 lub TG5. W układzie można również zastosować cewkę z suwakiem, wykonaną wg rys. 6. Cewki tego typu były w swoim czasie

powszechnie stosowane w odbiornikach detektorowych. Dzięki zmianie liczby zwojów i stosunkowo dużej pojemności własnej cewki, można było zrezygnować z kondensatora strojeniowego (obrotowego), a przy dobraniu odpowiedniej wartości pojemności stałej, strojenie odbywało się tylko za pomocą suwaka. Zastosowanie dwóch kondensatorów stałych i przełącznika umożliwiało odbiór stacji tak na falach średnich, jak i na falach długich.

Układ przedstawiony na rys. 7 daje bardzo dobry odbiór stacji lokalnej. Przy istnieniu większej liczby lokalnych nadajników, zbliżonych do siebie częstotliwościami fal nośnych, zachodzi potrzeba zwiększenia selektywności obwodów strojonych.

Można również wykonać odbiornik z dwoma rezonansowymi obwodami drgań, z których jeden będzie dostarczał napięcia do zasilania wzmacniacza tranzystorowego, a drugi, słabo sprzężony i wprowadzający niewielkie tłumienie do układu — dostarczyć zmodulowanych napięć fonicznych. Będą to już odbiorniki należące do grupy „b”. Do tego typu odbiorników celowe będzie zastosowanie dwustopniowego wzmacniacza małej częstotliwości. Druga możliwość — to wprowadzenie sztucznego od tłumienia wzmacniacza tranzystorowego, który będzie zasilany z tego samego obwodu co i kondensator ładujący C3.

Odbiorniki tej grupy przedstawiają schemat na rys. 8 i 9. Do wykonania odbiornika wg schematu przedstawionego na rys. 8 użyto tranzystorów wielkiej częstotliwości typu TG 37, AF 514 lub AF 515 w układzie wspólnego emitera. Układ sprzężenia zwrotnego, od tłumiający rezonansowy obwód strojony, jest regulowany przez zmianę wysokości napięcia kolektora za pomocą potencjometru o oporności 10 kiloomów. Natomiast potencjometrem 500 kiloomów (rys. 9) reguluje sięysterowanie wzmacniacza, a przez to siłę głosu odbieranej audycji. Regulacja tymi potencjometrami odby-

wa się do momentu osiągnięcia największej mocy odebranego, nie zniekształconego sygnału.

Może jednak zdarzyć się, że odbiornik wykonany poprawnie wg schematu, będzie pracował niewłaściwie. Może to mieć miejsce w wypadku wybrania zbyt dużego sprzężenia z anteną, dla osiągnięcia możliwie wysokiego napięcia zasilania. Najlepszym rozwiązaniem tego problemu będzie układ z dwoma obwodami rezonansowymi, które są od siebie niezależne. Jeden z nich jest przeznaczony (wyłącznie) do odbioru sygnałów wielkiej częstotliwości, które po detekcji zasilają w sposób pośredni wzmacniacz i drugi obwód, czyli do odbioru sygnałów będących przedmiotem późniejszego wzmacniania. Układ takiego odbiornika pokazuje schemat na rys. 9. Ma on dwa obwody strojone, zasilane jedną anteną. Obwód II dostrojony jest do fali nośnej stacji odbieranej (np. średniofalowej), której sygnał w.c.z. po wyprostowaniu przez diodę germanową D2, jest doprowadzony do dwustopniowego wzmacniacza tranzystorowego.

Elementami sprzęgającymi diodę stopnia detekcyjnego z tranzystorem pierwszego stopnia wzmacniacza oraz obu stopni wzmocnienia między sobą są miniaturowe transformatory. Ze względu na konieczność uzyskania optymalnego dopasowania stopnia końcowego do głośnika, zastosowano również i w tym stopniu transformator wyjściowy.

Obwód I (zasilający) dostrojony jest do stacji lokalnej, np. długofalowej. Użyte prądy wielkiej częstotliwości, po wyprostowaniu przez diodę D1, ładują kondensator C3 o bardzo dużej pojemności (kilkaset mikrofaradów), który stanowi źródło zasilania odbiornika.

Układ ten w pobliżu lokalnego nadajnika dużej mocy gwarantuje czysty i głośny odbiór audycji przez głośnik.

(Dokończenie w następnym numerze)

Inż. Jerzy Brdulak