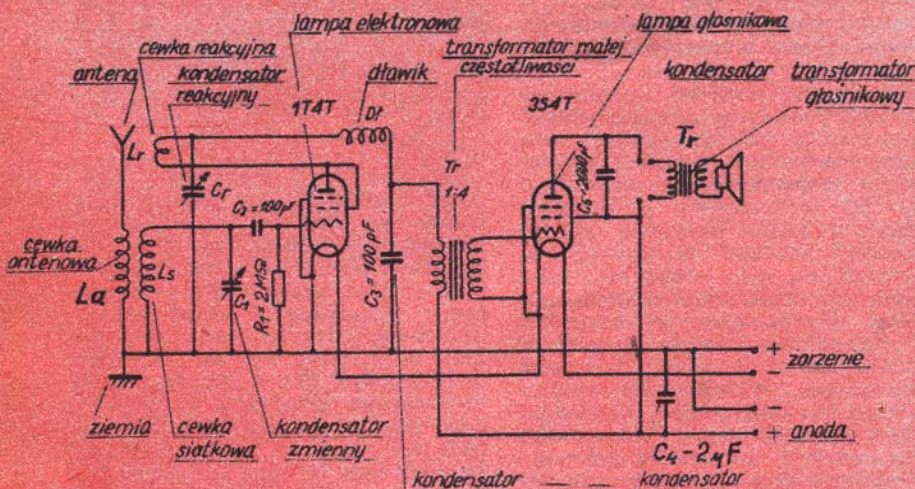


JAK CZYTAĆ SCHEMATY RADIOWE

Co nazywamy schematem ideowym urządzenia i do czego jest on potrzebny? Schematem ideowym nazywa się rysunek, na który zostały naniesione (za pomocą umownych symboli graficznych) wszystkie części wchodzące w skład danego urządzenia i ich wzajemne połączenia. W odróżnieniu od schematu montażowego, który jest rysunkiem wykonanego urządzenia i do pewnego stopnia kępuje wszelką swobodę radioamatora, schemat ideowy pozwala nam od razu rozpoznać typ urządzenia oraz ocenić jego elektryczne wady i zalety.

Na schemacie ideowym powinny być podane wszystkie wartości elektryczne charakteryzujące części składowe danego urządzenia. Np. dla kondensatorów podaje się: pojemność, napięcie robocze, typ; dla oporników: oporność, moc, typ; dla cewek: indukcyjność i rodzaj przewodu. Typy lamp oznacza się symbolami literowo-cyfrowymi stosowanymi w przemyśle. Połączenia wzajemne poszczególnych części zaznacza się na schemacie ideowym liniami ciągłymi, oznaczającymi przewody. Posługując się schematem ideowym, możemy złożyć każdy aparat radiowy, o ile oczywiście znamy zasady budowy i składania danych urządzeń. Początkujący amator nie zawsze posiada te umiejętności, dlatego też celowe jest podawanie oprócz schematu ideowego także schematu montażowego oraz fotografii modelu.

Dla lepszego zrozumienia przebiegu pracy odbiornika radiowego rozpatrzmy działanie dwulampowego odbiornika bateryjnego wg załączonego schematu ideowego. Aparat ten składa się z dwóch członów,



zwanych inaczej stopniami. Pierwszy stopień to detektor siatkowy, sprzężony transformatorowo ze stopniem następnym, który spełnia tu rolę wzmacniacza małej częstotliwości. Aby zrozumieć działanie poszczególnych elementów obu stopni, spójrzmy na rys. 1. W antenie na skutek obecności fal elektromagnetycznych, wytwarzanych przez stację nadawczą, indukuje się siła elektromotoryczna, która z kolei wzbudza prąd w obwodzie antenowym. Obwód antenowy tworzą — antena, cewka antenowa L_a , ziemia oraz pojemność „rozłożona” pomiędzy anteną a ziemią. Z cewką antenową sprzężona jest cewka siatkowa L_s , o większej na ogół ilości zwojów aniżeli cewka antenowa. Ilość zwojów cewki siatkowej jest zresztą uzależniona od zakresu odbieranych fal oraz od wielkości kondensatora zmiennego C_1 .

Przy odbiorze fal krótkich cewka L_s ma kilka zwojów, a przy odbiorze fal długich kilkaset zwojów.

Jak już wspomnieliśmy, cewki L_a i L_s są ze sobą sprzężone magnetycznie, to znaczy, że zmiany prądu powstałe w jednej cewce wywołują zmiany napięcia indukowanego w drugiej cewce. Tak więc prądy obwodu antenowego wywołują w cewce siatkowej zmienną siłę elektromotoryczną (SEM) o tej samej częstotliwości (ilość zmian na jedną sekundę).

Równolegle do cewki L_s podłączony jest kondensator zmienny C_1 , z którym cewka i kondensator tworzy tzw. obwód rezonansowy. W obwodzie cewki L_s i kondensatora C_1 płyną prądy, których wielkość zależy od SEM w cewce i od oporności kondensatora zmiennego i cewki. Oporności te są różnego charakteru i zależą od częstotliwości, przy czym oporność cewki rośnie z częstotliwością, a oporność kondensatora maleje. Wypadkowa oporność będzie równać się różnicy obu oporności. Przy pewnej częstotliwości, tzw. rezonansowej, oporność

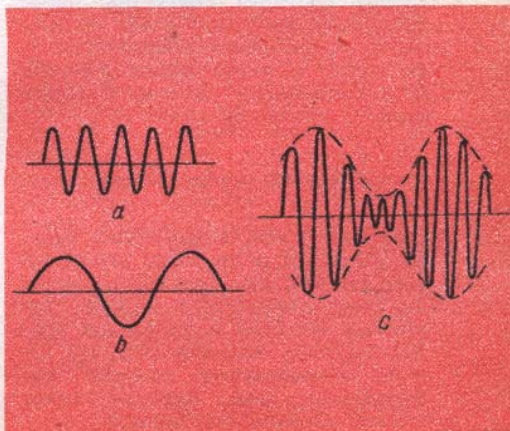
Indukcyjna równa jest oporności pojemnościowej, a więc oporność wypadkowa równa jest zeru. Prąd w obwodzie elektrycznym jest tym większy, im mniejszy jest opór obwodu. A zatem przy częstotliwości rezonansowej prąd byłby nieskończenie wielki (oporność równa zeru).

Ponieważ jednak cewka nawinięta jest z drutu, którego opór nie jest do pominięcia, a poza tym istnieją w obwodzie straty różnego rodzaju, tym samym prąd w obwodzie posiada pewną ograniczoną wartość. Ten maksymalny prąd, nazwijmy go rezonansowym, płynąc przez kondensator C_1 , wywoła na nim maksymalny spadek napięcia. Zatem dla prądów o częstotliwości rezonansowej na zaciskach kondensatora C_1 powstaje napięcie, którego wielkość jest kilkadziesiąt razy większa aniżeli siła elektromotoryczna indukowana w cewce L_s . W obwodzie antenowym płyną prądy o rozmaitych częstotliwościach, odpowiadających falom stacji nadawczych. W cewce L_s indukuje się SEM odpowiadająca całej mieszaninie tych prądów. Jednak z całej tej mieszaniny na zaciskach kondensatora C_1 powstaje maksymalne napięcie, np. kilkadziesiąt razy większe dla jednej tylko częstotliwości rezonansowej. Tak więc dzięki tej własności obwodu możemy „wybierać” pożądane sygnały danej stacji. Na straty obwodu składają się przede wszystkim opór drutu cewki, który dla prądów szybkozmiennych jest kilkakrotnie większy niż dla prądu stałego, następnie straty w izolacji kondensatora i straty w blachach ekranujących cewkę.

Aby zmniejszyć ujemne działanie tych czynników i tym samym polepszyć dobroć obwodu, stosuje się drut odpowiednio gruby albo tzw. licę (kilkanaście emaliowanych drucików splecionych razem i owiniętych bawełną lub jedwabiem). Izolację pomiędzy płytkami kondensatora wykonuje się ze specjalnych materiałów o małej stratności, unika się zbyteknie ekranowania przewodów, a cewki umieszcza się w

odpowiedniej odległości od metalowych części.

Wróćmy teraz do schematu na rys. 1. Na kondensatorze C_1 , przy dostrojeniu obwodów L_s i C_1 do rezonansu z falą odbieraną, występuje napięcie zmienne wielkiej częstotliwości. Jeżeli fala jest niemodulowana (tzw. fala nośna), np. w chwili braku audycji, napięcie na kondensatorze C_1 ma kształt sinusoidy (rys. 2a), a jeżeli przez mikrofon nadaje się jakąś audycję, np. jednostajny ton (rys. 2b), wtedy napięcie na kondensatorze C_1 ma kształt jak na rys. 2c. Widzimy, że amplituda (maksymalna wartość sinusoidy) zmienia się w takt tonu modulującego. Linia kreskowana na rys. 2c nazywa się obwiednią i w braku zniekształceń w urządzeniach nadawczych i odbiorczych powinna posiadać kształt napięcia modulującego. Napięcie obwodu rezonansowego przyłożone jest poprzez kondensator C_2 na opór R_1 oraz na siatkę katody lampy pierwszej. W lampie tej odbywa się detekcja, tzw. siatkowa, która ma na celu przekazanie do lampy głośnikowej napięcia małej częstotliwości, ponieważ membrana głośnika nie nadążałaby drgać z częstotliwością kilkuset tysięcy drgań na sekundę. Należy więc z przebiegu, jak na rys. 2c, wydobyć przebieg, jak na rys. 2b. Czynność tę nazywamy detekcją lub demodulacją. W odborniku tym funkcję tę spełnia pierwsza lampa.



Najbardziej czułym układem detekcji lampowej jest układ detekcji siatkowej. Lampa elektronowa zbudowana jest z trzech zasadniczych elementów: katody, która w czasie żarzenia emituje elektrony, siatki otaczającej katodę oraz anody w kształcie cylindra otaczającego katodę i siatkę. Jeżeli anodzie udzielimy potencjału dodatniego w stosunku do katody, to wówczas popłynie prąd elektryczny z katody do anody (zw. prąd anodowy). Jeżeli teraz udzielimy siatce potencjału ujemnego w stosunku do katody, to prąd elektronów zmniejszy się na skutek odpychającego działania ładunku siatki na prąd anodowy. Przy dodatnim potencjale siatki prąd anodowy się zwiększy. W ten sposób siatka spełnia rolę elementu regulującego prąd anodowy. Jeżeli teraz na siatkę przyłożymy zmienne napięcie, wtedy prąd anodowy będzie się zmieniał w takt napięcia na siatce. Temu zjawisku zawdzięczamy wzmacniające działanie lampy.

W obwodzie anodowym płyną dwa prądy — jeden o wielkiej częstotliwości (modulowanej), a drugi o częstotliwości małej (modulującej). Aby teraz wyłowić prąd o żądanej częstotliwości, włączamy w obwód anodowy lampy elementy, które będą reagowały na odpowiednie prądy.

Powracając do schematu przedstawionego na rys. 1, widzimy, że prąd anodowy przepływa przez cewkę L_r (tzw. reakcyjną, patrz dalej), następnie część prądu (zmiennego) płynie przez kondensator C_r do ziemi, a reszta poprzez dławik D_t i kondensator C_3 oraz transformator i baterię do ziemi.

Obwód prądu stałego

Aby nie tracić bezużytecznie energii, elementy, przez które przepływa prąd (dławik, transformator), powinny mieć odpowiednią grubość, tak aby nie wystąpił niepotrzebny spadek napięcia oraz aby drut się nie grzał. Kondensatory powinny wytrzymać dane napięcia pracy i mieć odpowiednią izolację.

Obwód prądów małej częstotliwości

Prądy małej częstotliwości powinny płynąć przez transformator małej częstotliwości (Tr) i następnie być transformowane do następnego stopnia. Wszystkie inne elementy nie powinny przeszkadzać przepływowi tego prądu, a zatem cewka L_r , dławik D_t i kondensator C_1 powinny mieć mały opór dla prądów małej częstotliwości, kondensatory zaś C_r i C_3 duży opór. Innymi słowy — indukcyjność cewek L_r , D_t winna być mała, a pojemność C_1 duża (0,5—1 μF), a C_r mała 100—300 pF).

Obwód prądów wielkiej częstotliwości

Prądy wielkiej częstotliwości powinny płynąć tylko przez cewkę L_r i kondensator C_r . Aby nie przedostawały się dalej, w obwód włączony jest dławik wielkiej częstotliwości, który stawia duży opór tym prądom. Jeżeli za dławikiem istnieje pewna część napięcia wielkiej częstotliwości, zwiera się ją kondensatorem C_3 . Zanim omówimy działanie obwodu L_r , C_r , określimy granice wartości kondensatora i oporu siatkowego, czyli tzw. mostka siatkowego. Normalnie stosowane wartości są dla $C = 50$ —300 pF, a dla $R = 0,5$ —3 $M\Omega$. Poza tym kondensator powinien być kilkadziesiąt razy większy aniżeli pojemność lampy siatka-katoda, a opór nie powinien być mniejszy niż 0,3—0,4 $M\Omega$, aby nie tłumić dodatkowo obwodu rezonansowego.

Działanie obwodu reakcyjnego

Jak już wspomnieliśmy na początku, czułość i selektywność obwodu jest tym większa, im mniejsze straty są w obwodzie. Jeżeli byśmy w jakiś sposób straty oporowe zmniejszyli do bardzo małej wartości, to wtedy już słaby sygnał z anteny wywołałby duże napięcie rezonansowe na kondensatorze C_1 . Takie od tłumienia wykonuje się przy pomocy tak zwanej reakcji. Z cewką siatkową sprzęga się dodatkowo cewkę tzw. reakcyjną (L_r)

włączoną w obwód anodowy lampy. Wzmocnione prądy wielkiej częstotliwości przepływając przez tę cewkę indukują w cewce siatkowej L_s napięcie.

Jeżeli teraz sprzężenie będzie tak duże, że napięcie indukowane będzie się sumowało z napięciem wzbudzającym w obwodzie, wtedy wzrost napięcia na siatce wywoła wzrost prądu anodowego (zmiennego). Większy prąd anodowy wywoła jeszcze większe napięcie na siatce itd. tak, aż układ zacznie oscylować, to znaczy wytwarzać drgania o częstotliwości określonej wartościami obwodu. Jeżeli to sprzężenie między cewkami L_r i L_s dobierzemy tak, aby oscylacje nie wystąpiły, otrzymamy wzmocnienie sygnału przy równoczesnym powiększeniu selektywności.

Sprzężenie to reguluje się przy pomocy kondensatora C_r . Jeżeli będziemy zwiększali pojemność kondensatora, będzie on przedstawiał coraz mniejszy opór, a zatem coraz większy prąd będzie płynął przez cewkę L_r .

Wzmacniacz małej częstotliwości

Prądy o częstotliwościach akustycznych (od 16 do 16 000 c/sek) przepływając przez uzwojenie pierwotne transformatora, tzw. międzylampowego, indukują w uzwojeniu wtórnym napięcie, które następnie wzmacnia się w lampie zwanej ze względu na charakter obciążenia lampą głośnikową. Jeżeli przez uzwojenie pierwotne transformatora przepływa prąd zmienny, to na jego zaciskach indukują się siła elektromotoryczna samoindukcji. Siła elektromotoryczna samoindukcji na zaciskach uzwojenia wtórnego tyle razy jest większa, ile wynosi przekładnia transformatora. W tym wypadku 4:1.

Stosując transformator, wzmacniamy dodatkowo sygnały. Zdawałoby się, że nic nie stoi na przeszkodzie, aby stosować transformatory o jak największej przekładni. Niestety tak jednak nie jest, ponieważ na skutek nieuniknionych pojemności międzyuzwojeniowych i indukcyjności uzwojenia powstają ob-

wody rezonansowe, które zmniejszają wzmocnienie na wyższych częstotliwościach. Dlatego też normalnie stosowane transformatory mają przekładnię 3:1 lub 4:1.

Lampa głośnikowa jest sterowana z transformatora. W obwodzie tej lampy płynie prąd zmienny proporcjonalny do zmian napięcia pomiędzy siatką i katodą.

We wzmacniaczach tego typu unika się prądu siatki, który płynąc przez uzwojenia transformatora wywołałby spadek napięcia i zniekształcenie odbioru. Dlatego zwykle włącza się pomiędzy katodę a doprowadzenie siatki — ujemne napięcie rzędu kilku lub nawet kilkunastu woltów. W tym przypadku z powodu niskiego napięcia anodowego (67 V) transformator przyłączamy do zacisku żarzenia, połączonego z ujemnym biegunem baterii.

Zmienny prąd anodowy przepływając przez uzwojenie głośnika wprawia w drgania membranę, która z kolei daje efekt akustyczny.

Aby nie tracić energii prądu stałego na głośniku i nie rozmagnesowywać go, stosuje się często transformatory wyjściowe (głośnikowe). W takim transformatorze uzwojenie pierwotne ma mały opór, a zatem nie traci energii baterii, prąd zmienny zaś transformuje się do obwodu wtórnego, do którego włączony jest głośnik. Taki sposób pozwala na lepsze wykorzystanie i dopasowanie lampy głośnikowej do głośnika. Często głośnik względnie transformator głośnikowy blokuje się kondensatorem (C_s 1000—3000 pF) celem zmniejszenia szumów i trzasków oraz wysokich tonów w głośniku. Poza tym równoległe do baterii dołączony jest kondensator C_4 0,2 μ F. Gdy bateria jest nowa, jej wewnętrzny opór jest mały i kondensator jest zasadniczo niepotrzebny. Prądy zmiennie zamykają się przez baterię do ziemi. Przy baterii zużytej wzrasta jej opór wewnętrzny i często przy układach wielostopniowych poszczególne stopnie sprzegają się (gwizdy). Tym zjawiskom zapobiega ten właśnie kondensator.

Inż. Sławomir Zieliński