

Jak zostać krótkofalowcem

9

Zagadnienia miernictwa radiotechnicznego szeroko występują w praktyce krótkofalarskiej i z tego względu nasz program szkolenia (oparty o program PZK) przewiduje również kilka tematów z tego zakresu. W poprzednim odcinku rozpatrywaliśmy budowę i zasady działania podstawowych mierników służących do pomiaru napięć, prądów i oporów. Obecnie zajmiemy się bardziej złożonymi przyrządami pomiarowymi, do których zaliczamy woltomierze lampowe (elektronowe), przyrządy do pomiaru elementów pojemnościowych i indukcyjnych oraz oscyloskopy katodowe.

Z problematyką miernictwa radiotechnicznego wiążą się także określone metody postępowania, które traktujemy jako podstawowe metody pomiarowe, niezbędne w praktyce radioamatorskiej.

Zaliczamy do nich:

- a) pomiary częstotliwości,
- b) pomiary anten nadawczych i linii zasilających,
- c) pomiary rezystancji (oporu) uziemień.

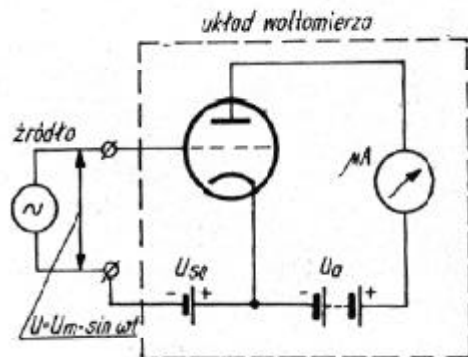
W pierwszej kolejności zajmiemy się krótkim rozpatrzeniem zasady działania, charakterystyki i zastosowania woltomierzy lampowych. Przyrządy te zalicza się do grupy najważniejszych przyrządów stosowanych w miernictwie radiotechnicznym.

Woltomierze lampowe (lub miliwoltomierze) służą do pomiarów napięć stałych i zmiennych w zakresie częstotliwości do około 500 MHz. Jako przyrządy prądu zmiennego pracują one na zasadzie prostownika, detekcji anodowej lub kompensacji.

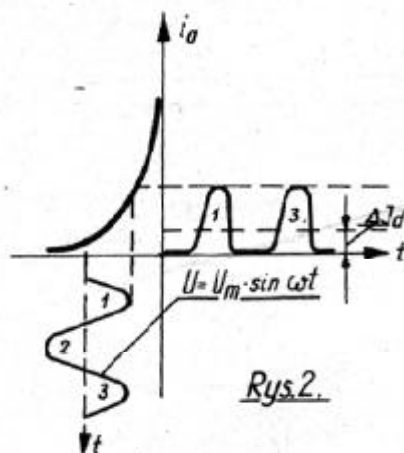
W woltomierzach działających na za-

sadzie prostownika używa się diody półprzewodnikowe lub lampy elektronowe. Dodatkną stroną stosowania lamp jest mała pojemność występująca między katodą i anodą, rzędu 1 pF, a dzięki temu zapewnia się dobrą pracę takich woltomierzy nawet w zakresie 500 MHz.

W woltomierzach działających na zasadzie detekcji anodowej stosuje się triody tak, że mierzone zmienne napięcie działa w obwodzie siatkowym lampy wpływając na jej prąd anodowy. Na podstawie zmiany prądu anodowego wnioskuje się o wartości mierzonego napięcia działającego w obwodzie siatkowym. Uproszczony schemat układu woltomierza z detekcją anodową pokazano na rys. 1. Na rys. 2 pokazano przebieg napięć i prądów w przypadku detekcji sygnału, gdy lampa pracuje w klasie „B”.



Woltomierze pracujące na zasadzie kompensacji mierzą maksymalną amplitudę zmiennego napięcia. Układ tych woltomierzy znamieny jest tym, że maksymalną wartość mierzonego napięcia zmiennego kompensuje się za pomocą regulowanego stałego napięcia. Wskaźnikiem stanu skompensowania jest zazwyczaj mikroamperomierz magnetoelektryczny włączony w obwód diody.



Rys. 2.

Woltomierze lampowe budowane są jeszcze w układach wtórników katodowych. Charakteryzują się one tym, że wyjściowe napięcie pozostaje w fazie z wejściowym napięciem. A więc układ taki niejako powtarza na wyjściu napięcie przyłożone na jego wejściu.

Najczęściej stosowane są woltomierze lampowe o prostowaniu szczytowym w połączeniu z wtórnikiem katodowym. Woltomierze lampowe wyposaża się w tzw. sondy, które połączone są giętkim, ekranowanym kablem z pozostałą częścią woltomierza. Sonda zawiera diodę lub duodiody z elementami pomocniczymi osłoniętymi metalową obudową.

Woltomierze lampowe charakteryzują się wysoką rezystancją wejściową, rzędu 50 MΩ. Dzięki temu, praktycznie można uniknąć obciążenia mierzonego źródła. Na tym właśnie między innymi polega ich wyższość w porównaniu ze zwykłymi woltomierzami magnetoelektrycznymi.

Drugim ważnym urządzeniem pomiarowym używanym w radiotechnice jest oscyloskop, znajduje on zastosowanie także w krótkofalarstwie.

Za pomocą oscyloskopu można wykonywać rozmaite pomiary charakterystyczne tym, że dają one dynamiczny

obraz przebiegów elektrycznych. Zastosowanie oscyloskopu jest szczególnie cenne przy pomiarach częstotliwości, przesunięć fazowych, kształtu krzywej, głębokości modulacji itd. Ponadto oscyloskop umożliwia pomiary napięć i prądów.

W pomiarach wykonywanych za pomocą oscyloskopu, zasadniczo opieramy się na badaniu wzajemnych zależności dwóch napięć (sygnałów), za pomocą których mogą być wyrażone dowolne wielkości przemienne. Do sterowania wiązki elektronów w lampie oscyloskopowej w kierunku odchyłań poziomych może być użyte napięcie (wytworzone w układzie oscyloskopu) o przebiegu sinusoidalnym (tzw. rozciąg sinusoidalny) — lub piłozębnym (tzw. rozciąg linearny).

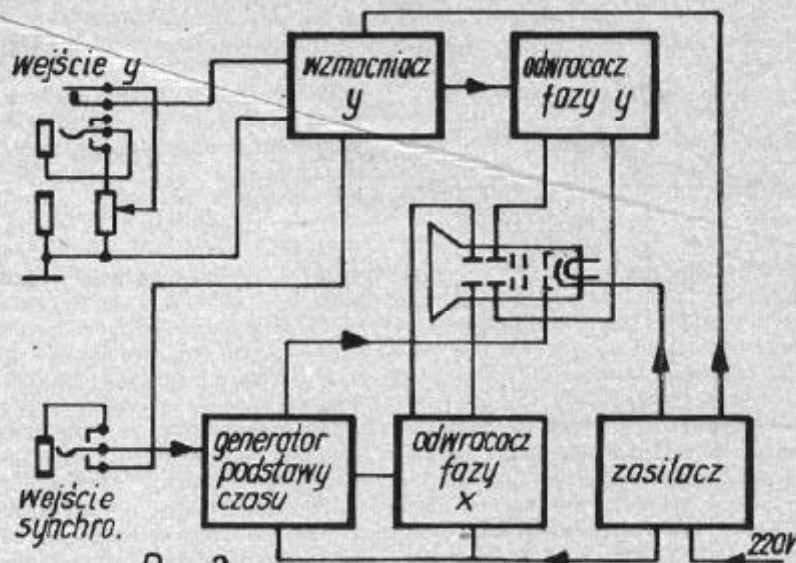
Jeżeli przyjmiemy, że przy 10 okresach sinusoidy obserwowanych na całym ekranie mamy jeszcze dostateczne warunki do wizualnej analizy przebiegu napięcia, to używając generatora napięcia rozciągania linearnego o częstotliwości 1 MHz, możemy obserwować przebiegi do około 10 MHz.

Podstawowym elementem oscyloskopu jest lampa elektronopromieniowa, której elektrody sterowane są i zasilane z szeregu pomocniczych członów (rys. 3), do których zaliczamy:

- 1) generator podstawy czasu,
- 2) odwracacz fazy (inwertor),
- 3) wzmacniacz „y”,
- 4) wzmacniacz „x”,
- 5) zasilacz wysokiego i niskiego napięcia.

Sterowanie strumienia elektronów wytwarzających widoczny ślad na ekranie odbywa się za pomocą wypadkowego działania pól elektrycznych wytworzonych przez dwa systemy płytek „x” i „y”. Do tego celu budowane są specjalne układy generatorów drgań elektrycznych odpowiedniego kształtu, nazywanych generatorami podstawy czasu.

W technice pomiarowej stosuje się sterowanie wiązką elektronów w kierunku odchyłań poziomych za pomocą

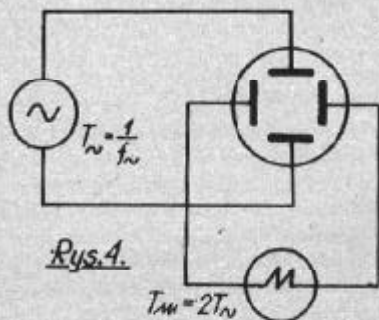


Rys.3.

napięć sinusoidalnie zmiennych (tzw. rozciąg sinusoidalny), piłokształtnych (tzw. rozciąg liniowy) lub za pomocą rozciągów kołowego.

Rozciąg sinusoidalny stosowany jest przy pomiarach częstotliwości sygnałów. Jeżeli częstotliwości napięć są różne oraz jedna z nich traktowana jest jako wzorcowa, wówczas na podstawie kształtu krzywej otrzymanej na ekranie lampy można wyznaczyć częstotliwość napięcia przyłożonego do drugiej pary płytek. W tej sytuacji warunkiem uzyskania nieruchomego obrazu jest zachowanie stosunku częstotliwości znanej do badanej (fz:fb) równego stosunkowi liczb całkowitych (m:n).

Do badania kształtu przebiegów sinusoidalnie zmiennych stosuje się rozciąg liniowy (lub linearny). Zasada badania przebiegów tą metodą pokazana jest na rys. 4.



Rys.4.

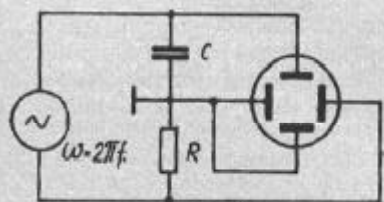
Liniową podstawę czasu uzyskuje się przez podawanie na płytki odchyłania w kierunku poziomym napięcia o przebiegu trójkątnym. Doprowadzając do pionowych płytek napięcie sinusoidalne o okresie równym ściślej wielokrotności okresu rozciągu liniowego otrzymamy na ekranie oscyloskopu obraz badanej sinusoidy. W przypadku gdy badany przebieg sygnału elektrycznego nie jest ściśle sinusoidalny, to na ekranie otrzymamy obraz jego zniekształceń.

Kołowa podstawa czasu uzyskiwana jest przez doprowadzenie do obu płytek sterujących napięć sinusoidalnych o tej samej częstotliwości i amplitudzie, lecz przesuniętych w fazie o 90° (np. za pomocą przesuwnika fazowego złożonego z elementów RC) (rys. 5).

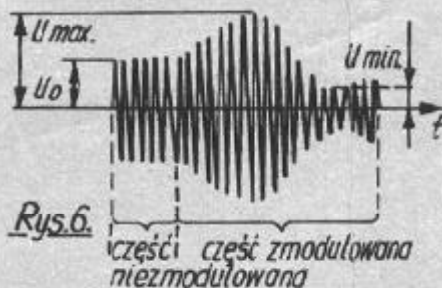
Oscyloskop używany jest także często do pomiarów głębokości modulacji (np. w nadajniku radiostacji), jest wtedy możliwość jednoczesnej obserwacji zniekształceń nieliniowych. Do przeprowadzenia ćwiczeń zastosujemy układ, w którym napięcie sygnału w.cz. modulowane jest sygnałem m.cz. czerpanym z wyjścia generatora akustycznego.

Częstotliwość podstawy czasu oscyloskopu dobieramy równą częstotliwości sygnału modulującego napięcie generatora m.cz. (całkowitą liczbę razy).

Na ekranie obserwujemy oscylogram analogiczny, jak pokazano na rys. 6, który umożliwia określenie współczynnika głębokości modulacji „m”



Rys. 5.



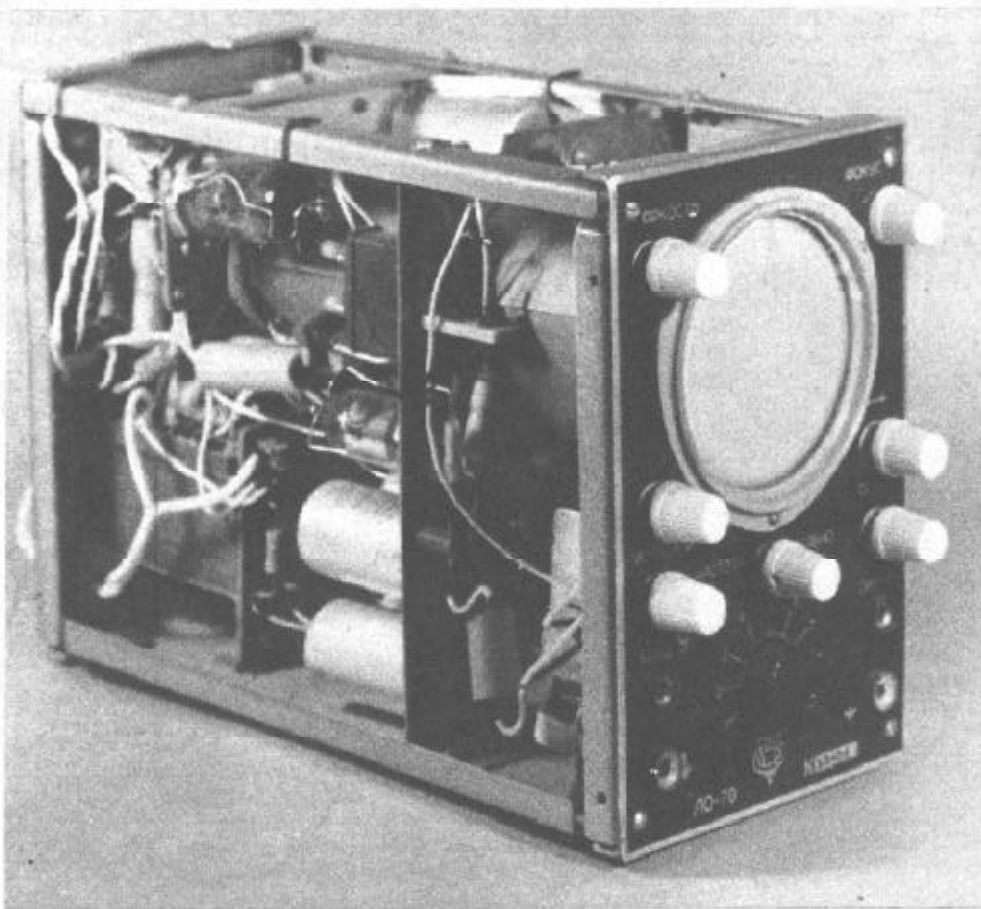
Rys. 6.

$$m = \frac{U_{maks} - U_{min}}{U_{maks} + U_{min}} \cdot 100\%$$

W przypadku stwierdzenia, że obwódca sygnału jest zniekształconą, należy określić głębokość modulacji dodatniej i ujemnej części częstotliwości nośnej (w.cz.). W tym celu przy wyłączonej modulacji przeprowadzamy określenie amplitudy fali nośnej I_0 , a następnie po włączeniu modulacji maksimum fali I_{maks} i jej minimum.

Przykładowe konstrukcyjne rozwiązanie oscyloskopu katodowego (typu warsztatowego) widzimy na fotografii. Ekran lampy oscyloskopowej zajmuje centralną część przedniej ścianki obudowy (boczne ścianki są zdjęte), dwa górne pokręta służą do regulacji „jaskrawości” i „kontrastu” wiązki elektronowej. Dwa niższe pokręta umożliwiają przesuwanie strumienia (plamki) względem osi „x” i „y”. Środkowe pokrętko (małe) służy do płynnej regulacji częstotliwości synchronizacji, a przełącznik służy do regulacji skokowej. Pozostałe dwa boczne pokręta przeznaczone są do regulacji wzmocnienia sygnału badanego i podstawy czasu.

Za pośrednictwem gniazdek (z lewej strony) doprowadza się sygnał badany.



a para gniazdek z prawej strony przeznaczona jest do doprowadzenia napięcia zewnętrznej synchronizacji.

Zagadnienia do utrwalenia wiadomości z miernictwa:

1. Wymienić nazwy przyrządów pomiarowych stosowanych w miernictwie radiotechnicznym.
2. Podać ogólną charakterystykę woltomierza lampowego oraz jego wykorzystanie w pomiarach.
3. Podać zasady działania ważniejszych układów woltomierzy lampowych.
4. Wymienić podstawowe człony oscyloskopu katodowego (posługując się schematem blokowym).
5. Dokonać przeglądu zastosowań oscyloskopu katodowego w miernictwie radiotechnicznym.
6. Podać sposób pomiaru współczynnika głębokości modulacji za pomocą oscyloskopu.

Mgr inż. Witold Kozak