

# Jak zostać krótkofalowcem

17

Skuteczność pracy amatora krótkofalowca w dużym stopniu zależy od jego wiedzy i umiejętności w zakresie techniki pomiarowej. Z tego też względu zachęcamy Czytelników zainteresowanych zagadnieniami krótkofalarstwa do uwzględnienia, w procesie doskonalenia swojej działalności, tematyki miernictwa elektrycznego i radiowego.

Miernictwo radiowe stanowi dziś samodzielną gałąź wiedzy radiotechnicznej angażującą wielu fachowców, zarówno w zakresie produkcji przyrządów jak i ich użytkowania. Znaczenie miernictwa jest ogromne, bowiem wraz z rozwojem radiotechniki rośnie jego rola.

Celem niniejszego odcinka jest zaznajomienie z zakresem i metodami pomiarowymi przeprowadzanymi w związku z budową i uruchamianiem aparatury krótkofalarskiej. Czynimy jednak zastrzeżenie, że w doborze treści kierujemy się potrzebami początkujących radioamatorów. Ponieważ w serii naszych artykułów na łamach „Młodego Technika” poświęciliśmy już trzy odcinki problematyce miernictwa, wypada nam teraz przypomnieć poprzednie tematy:

- wprowadzenie do zagadnień miernictwa i ogólne omówienie metod pomiarowych,
- klasyfikacja i budowa ustrojów mierników magnetoelektrycznych i przyrządów uniwersalnych,
- charakterystyka aparatów pomiarowych, takich jak oscyloskop katodowy i woltomierz lampowy.

Obecnie krótko nawiążemy do poprzedniej tematyki, a zasadniczą część artykułu poświęcimy metodom pomiaru energii wielkiej częstotliwości i zaznajo-

mieniu ze stosowanymi przyrządami pomiarowymi.

W pracach radioamatorskich bywają liczne sytuacje, w których powstaje potrzeba wykonywania pomiarów prądów wielkiej częstotliwości. Sposoby, albo inaczej metody wykonywania pomiarów w układach radiowych zależą ściśle od rodzaju mierzonych wielkości fizycznych oraz od zakresu częstotliwości, z jaką zmieniają się te wielkości.

W amatorskich urządzeniach KF mamy do czynienia zasadniczo ze wszystkimi rodzajami pomiarów typowych dla sygnałów wielkiej częstotliwości. Uważamy jednak za uzasadnione rozpatrywanie jedynie nieskomplikowanych metod pomiarów, lecz bardzo przydatnych w praktyce krótkofalarskiej.

Urządzenia pomiarowe o różnym stopniu złożoności, służące do pomiarów sygnałów i energii wielkiej częstotliwości, dzielimy na kilka kategorii: a) najprostsze wskaźniki, które tylko sygnalizują o istnieniu energii w.c.z., b) proste układy pomiarowe z miernikami wskaźnikowymi oraz c) przyrządy laboratoryjne.

W pomiarach amatorskich zadowalały się najczęściej metodami wymiennymi w dwóch pierwszych grupach. Krótko omówimy przykłady zastosowania najprostszych wskaźników przepływu prądów wielkiej częstotliwości, do których zaliczamy neonówki i żarówki niskonapięciowe (2,5 V lub 3,5 V). Neonówki stosuje się jako wskaźniki napięć energii w.c.z. (napięcie zapłonu neonówki wynosi jednak kilkadziesiąt woltów, dlatego też wykrywanie niskich napięć za pomocą neonówek praktycznie jest niemożliwe). Żarówki niskonapięciowe stosowane są często jako wskaźniki dostrojenia obwodu promieniującego nadajnika. Włącza się je na przykład szeregowo z anteną, a po przeprowadzeniu dostrojenia są one zwierane (patrz rys. 1a). Inaczej wykorzystuje się neonówki. W celu stwierdzenia, czy na-

pięcie w.c.z. jest w danym obwodzie, wystarczy przyłączyć jedną elektrodę przez małą pojemność do zwojnicy, a droga prądu zamyka się przez drugą elektrodę połączoną z ziemią (patrz rys. 1b).

Układy ze wskaźnikami, w których zastosowano neonówki lub żarówki, cechuje niewielka czułość i dlatego stosuje się je tylko jako elementy pomiarów pomocniczych.

Do przybliżonych pomiarów prądów w obwodach w.c.z. stosowane są również mierniki wskaźkowe np. miliamperomierze lub mikroamperomierze, z prostownikami włączonymi do obwodu za pośrednictwem sprzężenia indukcyjnego. Przykładowy układ tego typu pokazano na rys. 1c.

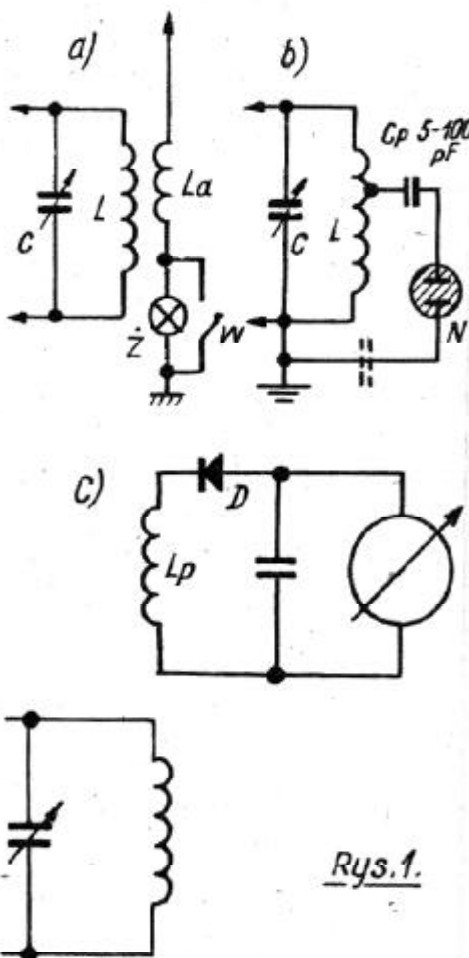
Rolę prostownika spełnia dioda próżniowa D lub krystaliczna. Obwód pomiarowy w tym przypadku bywa indukcyjnie sprzężony z badanym obwodem za pomocą zwojnicy  $L_p$ , którą tworzy najczęściej jeden zwoj.

Dla uzyskania prawidłowych warunków pomiarów dąży się do osiągnięcia słabego sprzężenia z badanym obwodem.

Mierniki prądów w.c.z. z przyrządami wskaźkowymi stosuje się często jako wbudowane do aparatury radionadawczej.

Na bliższe omówienie zasługuje przyrząd przydatny do wielu pomiarów radiowych, nazywany też z tego względu uniwersalnym przyrządem amatora-krótkofalowca.

Jest on znany pod nazwą „grid-dip-metru” lub krócej „GDO” (skrót: grid-dip-oscylator). Przyrząd odznacza się cennymi zaletami: dużą prostotą budowy oraz szerokim zastosowaniem. Za pomocą GDO można: określać częstotliwość rezonansową obwodu, stroić (wstępnie) odbiorniki i nadajniki, mierzyć częstotliwość oraz pojemność i indukcyjność. Głównym członem urządzenia pomiarowego tego typu jest układ oscylacyjny (generator) którego funkcjonowanie kontroluje się przyrządem wskaźkowym lub wskaźnikiem elek-



Rys. 1.

tronowym. Zazwyczaj w GDO wykorzystuje się zjawisko, że przy sprzężeniu obwodu oscylacyjnego przyrządu z innym, nieznanym obwodem rezonansowym nastąpi pobieranie energii w.c.z. w momencie ich dostrojenia. Miernik czerpie z obwodu oscylatora pewną część energii, jaką odcytujemy na wskaźniku.

Zaletą GDO jest możliwość dostrajania obwodów rezonansowych — wbudowanych do aparatury — przy odłączonym zasilaniu. Metoda ta pozwala uwzględnić pojemności montażu. Omawiany przyrząd może być również wykorzystywany jako falomierz absorpcyjny, gdy zostanie w nim unieruchomiony (za pomocą wyłącznika), oscylator. W ten sposób uzyskuje się przyrząd o wielostronnym zastosowaniu — przy wykorzystaniu jednej skali pomiarowej wycechowanej w jednostkach częstotliwości. GDO w praktyce radioamatorskiej jest zaliczany do podstawowego wyposażenia. Zanim przejdziemy do opisu metod pomiarowych, rozpatrzmy bliżej budowę tego przyrządu z miernikiem wskazówkowym.

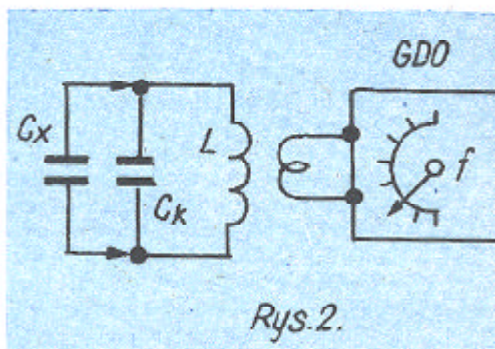
Układ przyrządu powinien być zmontowany w metalowej obudowie, w której na czołowej ścianie umieszcza się miernik oraz podziałkę i pokrętkę osadzone na osi kondensatora. W bocznej ścianie obudowy znajduje się wielostykowe gniazdo, do którego wkładane są wymienne zwojnice, dzięki którym uzyskuje się pomiar na kilku zakresach. Omówimy teraz zasadnicze możliwości praktycznego zastosowania GDO.

1. Pomiar częstotliwości obwodów rezonansowych niezasilanych. Przy pomiarze, GDO pracuje na wybranym zakresie częstotliwości jako oscylator (np. 3,0—5,0 MHz). Jeżeli teraz zbliżymy cewkę GDO do badanego obwodu rezonansowego, to nastąpi sprzężenie indukcyjne. Manipulując pokrętkiem GDO zaobserwujemy, że w pewnym położeniu nastąpi silne zmniejszenie się wychYLENIA wskazówki miernika. Występuje to w momencie dostrojenia obwodu oscylatora do rezonansu z obwodem badanym. Metoda tego pomiaru jest tym dokładniejsza, im słabsze będzie sprzężenie indukcyjne pomiędzy obwodem GDO i obwodem mierzonym.

2. Pomiar częstotliwości czynnego obwodu rezonansowego. W celu

przeprowadzenia pomiaru częstotliwości drgań, wytwarzanych w generującym (pracującym) obwodzie, posługujemy się GDO jako częstotściomierzem absorpcyjnym. (W przyrządzie zazwyczaj znajduje się wyłącznik zasilania, który przerywa pracę oscylatora). W takiej sytuacji obwód rezonansowy w GDO pochłania część energii w.c.z. z obwodu badanego. Jest ona poddawana detekcji i zasila miernik w GDO. W tej sytuacji w momencie dostrojenia obserwujemy oczywiście maksymalne wychylenie wskazówki miernika.

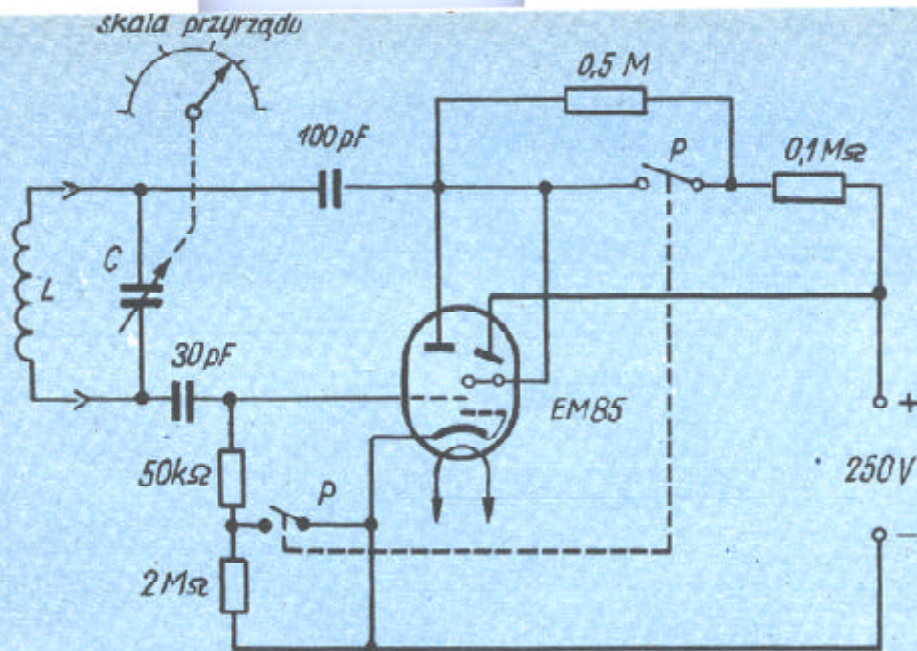
W przyrządach GDO jest zazwyczaj możliwość wprowadzenia modulacji sygnału w.c.z. drganiami m.c.z. np. tonem 150 Hz. Wówczas GDO może służyć do zestrainowania obwodów rezonansowych jak generator sygnałowy.



3. Pomiar elementów pojemnościowych i indukcyjnych. Za pomocą GDO można mierzyć kondensatory o pojemności od 10 do 100 pF. W tym celu należy utworzyć obwód rezonansowy równoległy, złożony ze zwojnicy indukcyjnej i znanego kondensatora CK (rys. 2), następnie zaś określić częstotliwość odpowiadającą obwodowi z kondensatorem C<sub>x</sub>.

Pojemność badanego kondensatora oblicza się za pomocą wzoru:

$$C_x \text{ (pF)} = C_k \cdot \left( \frac{f_1^2}{f_2^2} - 1 \right)$$



Rys.3.

W przypadku gdy częstotliwości  $f_1$  i  $f_2$  mają bliskie sobie wartości, to można korzystać ze wzoru:

$$C_x \text{ (pF)} = 2Ck \cdot \left( \frac{f_1}{f_2} - 1 \right)$$

Pomiary indukcyjności zwojnicy przeprowadza się analogiczną metodą z tym, że należy utworzyć obwód złożony z kondensatora o znanej pojemności  $C_k$  i badanej zwojnicy. Za pomocą GDO określamy częstotliwość rezonansową tego obwodu  $f$ , a uzyskaną wielkość podstawiamy do wzoru:

$$L_x \text{ (MH)} = \frac{2.53 \cdot 10^{10}}{C(\text{pF}) \cdot f^2} \text{ kHz}$$

względnie

$$L_x \text{ (MH)} = \frac{2.53 \cdot 10^7}{C(\text{pF}) f^2} \text{ kHz}$$

Za pomocą GDO mogą być wykonywane również inne pomiary użyteczne

w praktyce krótkofalarskiej. Wymienimy tu pomiar częstotliwości rezonansu własnego anteny, którą traktuje się jako obwód otwarty. Przyrządem tym można zdejmować charakterystykę promieniowania anteny, po przekształceniu go w częstotniomierz absorpcyjny wyposażony w małą antenę pomocniczą.

Rozpatrywane zastosowania GDO w pełni uzasadniają określenie tego przyrządu jako uniwersalnego. Wykonanie GDO przez doświadczonych radioamatorów jest możliwe, pod warunkiem posiadania możliwości jego wyskalowania. Schemat ideowy grid-dip-oscylatora, w którym zastosowano optyczny wskaźnik dostrójenia EM85, spełniający rolę oscylatora i oka magicznego zastępującego przyrząd wskazówkowy, pokazano na rys. 3. Lampa EM85 ma tę zaletę, że może pracować jako oscylator na częstotliwościach do około 230 MHz.

Mgr inż. Witold Kozak