

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 40708

Kl. 21 ^e ~~a¹~~ ~~21~~

Politechnika Warszawska
(Zakład Urządzeń Radiotechnicznych) *)
Warszawa, Polska

projekt 21e

Miernik dobroci

Patent trwa - od dnia 27 lutego 1956 r.

Miernik dobroci, zwany potocznie Q-metrem, stanowi obecnie jeden z najbardziej rozpowszechnionych przyrządów używanych w technice pomiarowej wielkich częstotliwości. Wynika to z szeregu zalet tego miernika: jego uniwersalności — oprócz pomiaru dobroci umożliwia w zwykłe pomiar pojemności i częstotliwości, prostoty obsługi — odczyt dobroci, pojemności i częstotliwości jest bezpośredni, wreszcie stosunkowo dobrej dokładności — wystarczającej w większości zastosowań praktycznych.

Stosowane obecnie mierniki dobroci oparte są na zasadzie pomiaru przepięcia rezonansowego występującego w obwodzie pomiarowym. Obwód ten, utworzony z wzorcowego kondensatora i badanej cewki, jest zwykle zasilany ze źródła o znikomym oporności, którego napięcie i częstotliwość jest znana. Pomiar napięcia występującego na zaciskach obwodu w rezonansie jest dokonywany za pomocą woltomierza lampowego. Wskazania tego woltomierza dają bezpośrednio wartość współczynnika Q. Proponowany był także inny układ

miernika, w którym zasilanie obwodu pomiarowego, odbywa się równolegle ze źródła o bardzo dużej oporności.

Znana jest także inna zasada pomiaru współczynnika dobroci. Polega ona na określaniu wartości logarytmicznego dekrementu drgań obwodu pobudzanego do drgań swobodnych. Zanikanie takich drgań w obwodzie utworzonym z elementów liniowych przebiega jak wiadomo według zależności.

$$a(t) = Ae - d \frac{t}{T} \cos(2 \frac{t}{T} - \varphi) \quad (1)$$

gdzie d oznacza logarytmiczny dekrement, T zaś — okres drgań swobodnych.

W obwodzie drgań utworzonym z elementów L, C, r, połączonych w szereg logarytmiczny, dekrement wyraża się zależnością:

$$d = \frac{r T}{2 L} = \frac{\pi}{Q} \quad (2)$$

gdzie Q oznacza dobroć obwodu.

Z zależności (1) wynika, iż logarytmiczny dekrement d jest równy logarytmowi naturalnemu dwóch

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest prof. dr Stanisław Ryzko.

kolejno po sobie następujących amplitud wielkości $a(t)$:

$$d = \ln \frac{A_k}{A_{k+1}} \quad (3)$$

gdzie A_k i A_{k+1} oznaczają wartości dwóch dowolnie wybranych, lecz kolejno po sobie następujących w czasie amplitud wielkości $a(t)$, a więc np. amplitud napięcia występującego na kondensatorze obwodu drgań.

Opierając się na zależnościach (2) i (3) można określić dobroć obwodu drgań mierząc na przykład stosunek dwóch kolejnych amplitud napięcia występującego na obwodzie podczas jego drgań swobodnych.

Jeden z opisanych mierników, działający na powyższej zasadzie, składa się z obwodu pomiarowego pobudzanego periodycznie do drgań swobodnych i z oscylografu katodowego, na którego ekranie powstaje obraz przebiegu napięcia występującego na obwodzie. Posługując się odpowiednią podziałką na ekranie oscylografu można odczytać bezpośrednio mierzoną wartość dobroci obwodu, jednak stosunkowo nieduży zakres pomiaru oraz mała dokładność sprawiają, iż miernik ten nie znalazł szerszego zastosowania.

W mierniku dobroci według wynalazku opartym na liczeniu impulsów elektrycznych wykorzystano również zjawisko zanikania drgań swobodnych w obwodzie pomiarowym. Drgania obwodu zostają zamienione na impulsy elektryczne, które liczy się za pomocą licznika impulsów. Budowa opisanego miernika stała się możliwa dzięki rozwojowi techniki liczenia impulsów, a górna granica zakresu częstotliwości miernika jest ściśle uzależniona od granicznej częstotliwości zastosowanego licznika impulsów.

Układ blokowy miernika według wynalazku przedstawiono na fig. 1 rysunku. Pomiarowy obwód drgań jest utworzony ze skalowanego kondensatora zmiennego C i badanej cewki L o stratach R . Obwód ten jest pobudzany do drgań swobodnych. Drgania te są zamieniane w układzie formującym F na impulsy. Za układem formującym znajduje się bramka elektryczna B , dzięki której tylko ściśle określona, odpowiednia liczba impulsów przedostaje się do dekadowego licznika impulsów L .

Czas otwarcia bramki B dobrany jest tak, aby liczba impulsów przechodzących do licznika była dokładnie równa dobroci Q obwodu pomiarowego. Można to osiągnąć, jeśli przepustowość bramki uzależni się odpowiednio od amplitudy

drgań obwodu. A mianowicie, jak wynika z wyrażenia (1), stosunek dwóch amplitud drgań swobodnych A_k i A_{k+n} , gdzie n oznacza dowolną liczbę całkowitą, wyraża się zależnością.

$$\frac{A_k}{A_{k+n}} = e^{nd} = e^{\frac{n\pi}{Q}} \quad (4)$$

Jeśli więc dobrać n tak, aby stosunek amplitud wynosił:

$$\frac{A_k}{A_{k+n}} = e^{\pi} \approx 23,14 \quad (5)$$

to podstawiając (5) do (4) otrzymuje się

$$Q = n \quad (6)$$

A więc dobroć obwodu jest równa liczbie okresów drgań swobodnych zawartych pomiędzy okresem o danej amplitudzie a okresem o amplitudzie $e\pi$ — krotnie mniejszej. Zależność ta została odpowiednio wykorzystana w opisywanym mierniku w celu uzyskania określonego czasu otwarcia bramki B .

Istnieją różne sposoby pobudzania obwodu do drgań swobodnych. W opisywanym mierniku wybrano sposób polegający na mechanicznym zamknięciu obwodu w tym momencie, kiedy kondensator obwodu naładowuje się do określonego napięcia, jak to schematycznie uwidoczniono na fig. 2 rysunku. Sposób ten wybrano ponieważ daje on możliwość prostego otwierania bramki na określony przebieg czasu. A mianowicie, jak wynika z fig. 2, bramka jest rozrządzana napięciem pochodzącym ze źródła ładowania kondensatora obwodu drgań; czas działania bramki jest więc zależny głównie od stosunku oporności tworzących dzielnik napięcia P , który dobiera się na podstawie zależności (5), dzięki czemu wynik pomiaru jest niezależny od wartości napięcia źródła ładowania kondensatora.

Pomiar częstotliwości drgań obwodu pomiarowego w opisywanym mierniku oparty jest również na zasadzie liczenia impulsów. W tym przypadku jednak bramka B jest otwarta na ściśle określony przeciąg czasu, np. 1 msek, co osiąga się za pomocą specjalnego układu lampowego, który jest oznaczony schematycznie jako blok S na fig. 1 rysunku.

Główne zalety opisywanego miernika, w porównaniu z dotychczas stosowanymi są następujące: prostota obsługi i szybkość dokonywania pomiarów połączona z dużą dokładnością wyników. Na przykład na fig. 3 podano wyniki serii pomiarów współczynnika dobroci uzyskane na modelu laboratoryjnym miernika dla dwóch róż-

nych cewek. Względny błąd przypadkowy pomiaru w przypadku cewki o dobroci 210 nie przekracza $\pm 1,5\%$ wartości średniej, w przypadku zaś cewki o dobroci 415 fig. 4 odpowiednio $\pm 2\%$. Błąd ten wywołany jest głównie zmianami oporności styku, błędem licznika impulsów i niedokładnością bramki, wobec czego wartość jego zależy od częstotliwości drgań i od wartości mierzonej dobroci obwodu pomiarowego.

Pomiar dobroci cewek na opisywanym mierniku podlega podobnym ograniczeniom, co pomiar na miernikach typu rezonansowego; a więc występuje tu także konieczność uwzględnienia pojemności własnej cewki i dobroci kondensatora pomiarowego.

Na zakończenie należy dodać, iż opisywany miernik daje również możliwość pomiaru napięcia w stosunku do określonego napięcia odniesienia. W tym przypadku uzyskuje się charakterystykę logarytmiczną wskazań, niekiedy bardziej dogodną w praktyce niż charakterystyka liniowa. Oczywiście, występuje przy tym konieczność stosowania odpowiedniej skali do przeliczenia wskazań licznika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Miernik dobroci, znamieny tym, że zawiera elektronowy licznik impulsów, na którym odczytywany jest bezpośrednio wynik pomiaru.
2. Miernik dobroci według zastrz. 1, znamieny tym, że zawiera obwód pomiarowy pobudzany do drgań swobodnych.
3. Miernik dobroci według zastrz. 1, 2, znamieny tym, że pobudzanie obwodu do drgań swobodnych odbywa się przez zamykanie obwodu za pomocą stycznika mechanicznego.
4. Miernik dobroci według zastrz. 1, 2, znamieny tym, że ładowanie kondensatora obwodu pomiarowego do określonego napięcia odbywa się poprzez mierzoną cewkę.
5. Miernik dobroci według zastrz. 1—4, znamieny tym, że jest przystosowany do pomiaru napięć stałych i zmiennych.

Politechnika Warszawska
Zakład Urządzeń
Radiotechnicznych

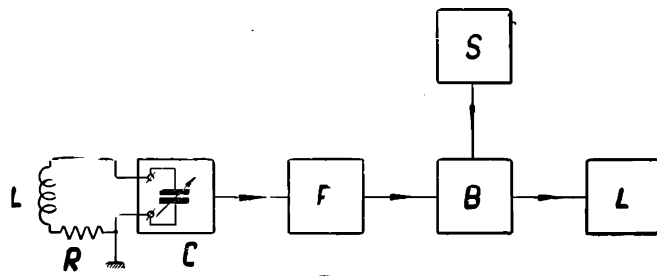


Fig. 1

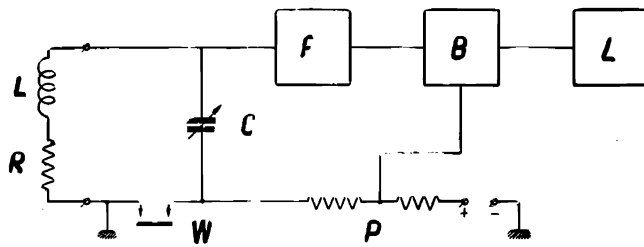


Fig. 2

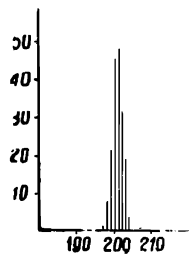


Fig. 3

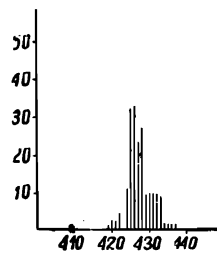


Fig. 4