

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



URZĄD
PATENTOWY
RP

OPIS PATENTOWY

150 431

Patent dodatkowy
do patentu nr -----

Zgłoszono: 86 03 25 /P. 258613/

Pierwszeństwo ----

Zgłoszenie ogłoszono: 86 08 12

Opis patentowy opublikowano: 1990 10 31

CZYTELNIKA

Urzędu Patentowego
Prac. ul. Dąbrowskiej 155/156

Int. Cl.⁵ G01R 27/26

Twórca wynalazku: Antoni Fijałkowski

Uprawniony z patentu: Instytut Łączności, Warszawa /Polska/

SPOSÓB I UKŁAD DO POMIARU INDUKCYJNOŚCI I POJEMNOŚCI

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do pomiaru indukcyjności i pojemności stosowany przy badaniu biernych elementów elektronicznych. Wynalazek znajduje główne zastosowanie w serwisowej technice pomiarowej. W technice pomiarów elektrycznych powszechnie znane są mostkowe metody pomiaru indukcyjności i pojemności biernych elementów elektronicznych. Znane przyrządy mostkowe umożliwiają pomiar z dużą dokładnością, lecz ze względu na złożoną budowę i znaczny koszt znajdują zastosowanie głównie w laboratoryjnej technice pomiarowej. Znana jest także z książki S. Lebsona i J. Kaniewskiego pt. "Pomiary elektryczne", Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego, Warszawa 1961 r. metoda techniczna wyznaczenia wartości indukcyjności i pojemności elementów reaktancyjnych, przy zasilaniu tych elementów prądem przemiennym. Metoda ta polega na wyznaczeniu impedancji. Z mierzonego elementu na podstawie wskazań woltomierza i amperomierza prądu zmiennego, następnie na wyznaczeniu, na podstawie wskazań woltomierza i amperomierza prądu zmiennego, rezystancji R mierzonego elementu i wreszcie na obliczeniu reaktancji X tego elementu według wzoru:

$$X = Z^2 - R^2$$

Jeżeli reaktancja mierzonego elementu ma charakter indukcyjny, wówczas wartość indukcyjności L wyznaczana jest według wzoru:

$$L = \frac{X}{\omega}$$

gdzie ω jest pulsacją prądu przemiennego, natomiast jeżeli reaktancja mierzonego elementu ma charakter pojemnościowy, wówczas wartość pojemności C wyznaczana jest według wzoru:

$$C = \frac{1}{\omega X}$$

Ze względu na uciążliwy proces pomiarowy metoda ta ma ograniczone znaczenie praktyczne, zwłaszcza w zastosowaniach serwisowych.

Znany jest ponadto układ omomierza szeregowego, przeznaczony do pomiaru rezystancji. Układ ten jest powszechnie stosowany w multimetrach, zwłaszcza w multimetrach elektronicznych. Układ szeregowego omomierza elektronicznego opisany jest w książce J. Dyszyńskiego i R. Hagela pt. "Miernictwo elektryczne", Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1985 r. W układzie tym mierzony rezystor włączany jest między dodatni biegun baterii i wybrany zacisk wejściowy wielozakresowego dzielnika rezystorowego. Prąd stały, płynący w obwodzie szeregowym, zawierającym baterię, rezystor mierzony i wybrany rezystor wzorcowy dzielnika, mierzony jest za pomocą elektronicznego miliamperomierza prądu stałego, przy czym miliamperomierz ten wyskalowany jest w jednostkach rezystancji. Przyrząd ten umożliwia pomiar rezystancji z niedokładnością około 5%.

Znane multimetry elektroniczne nie są jednak przystosowane do pomiaru indukcyjności i pojemności elementów reaktancyjnych. Istota sposobu według wynalazku polega na tym, że zestawia się układ pomiarowy w konfiguracji omomierza szeregowego, lecz układ ten zasila się napięciem przemiennym o pulsacji równej 10^n /rad/s/, gdzie $n = 1, 2, 3 \dots k$, korzystnie $3 \leq n \leq 5$, zaś spadki napięcia na odpowiednich wyjściach wielozakresowego dzielnika rezystorowego mierzy się miliwoltomierzem napięcia przemiennego o impedancji wewnętrznej wielokrotnie większej od największej impedancji wyjściowej dzielnika, natomiast odpowiednim wejściom dzielnika rezystorowego przyporządkowuje się zakresowe wartości indukcyjności i pojemności. Dla prawidłowej interpretacji wskazań miliwoltomierza sporządza się dwie podziałki pomocnicze, wyskalowane w procentach, przy czym na jednej podziałce pomocniczej wartościom liczbowym skali procentowej przyporządkowuje się wartości mnożników, wyznaczone dla indukcyjności, a na drugiej podziałce pomocniczej wartościom liczbowym skali procentowej przyporządkowuje się wartości mnożników, wyznaczone dla pojemności. W czasie pomiarów, przed dołączeniem mierzonego elementu do zacisków wejściowych układu pomiarowego, zwiiera się te zaciski wejściowe i kalibruje się miliwoltomierz dotąd, aż przyrząd ten wskaże wartość napięcia, pozwalającą na łatwe odczytywanie wyniku w procentach wartości wykalibrowanej. Po kalibracji miliwoltomierza do rozwartych zacisków wejściowych dołącza się mierzony element reaktancyjny, odczytuje się w procentach wskazania miliwoltomierza i dla odczytanej wartości odczytuje się z odpowiedniej podziałki pomocniczej wartości mnożnika, po czym dla wybranego zakresu pomiarowego wyznacza się wartość odpowiednio indukcyjności albo pojemności jako iloczyn wartości zakresowej przez wartość odpowiedniego mnożnika.

Zakresowe wartości indukcyjności, przyporządkowane odpowiednim wejściom dzielnika rezystorowego, wyznacza się jako iloraz wartości rezystancji wejściowej odpowiedniego wejścia dzielnika przez wartość pulsacji napięcia zasilającego układ pomiarowy, zaś odpowiednie zakresowe wartości pojemności wyznacza się jako odwrotność iloczynu wartości rezystancji wejściowej odpowiedniego wejścia dzielnika przez wartość pulsacji napięcia zasilającego układ pomiarowy. Dla podziałki pomocniczej do pomiaru indukcyjności wartości liczbowe d_L skali procentowej, którym przyporządkowane są wartości mnożników m_L , wyznacza się w zależności

$$d_L = \frac{100}{1 + m_L^2}$$

zaś dla podziałki pomocniczej do pomiaru pojemności wartości liczbowe d_C skali procentowej, którym są przyporządkowane wartości mnożników m_C , wyznacza się z zależności

$$d_C = \frac{100}{1 + m_C^{-2}}$$

Istota układu według wynalazku polega na tym, że ma on konfigurację omomierza szeregowego, jedna z końcówek mierzonego elementu połączona jest z wyjściem źródła napięcia przemiennego zawierającym co najmniej jeden generator napięcia przemiennego, a druga końcówka mierzonego elementu połączona jest z odpowiednim dla wybranego zakresu wejściem dzielnika rezystorowego, zaś odpowiednie dla wybranego zakresu pomiarowego wyjście dzielnika rezystorowego połączona jest z miliwoltomierzem napięcia przemiennego. W źródle napięcia przemiennego zawierającym kilka generatorów napięcia przemiennego wyjścia tych generatorów połączone są poprzez przełącznik z wyjściem źródła napięcia przemiennego.

Korzystne skutki wynalazku wynikają przede wszystkim z możliwości wykonania elektronicznego multimetru serwisowego o rozszerzonym zakresie zastosowań. Ze względu na to, że

znane multimetry elektroniczne zawierają układ omiara szeregowego oraz odpowiedni miliwoltomierz napięcia przemiennego, ich przystosowanie do pomiaru indukcyjności i pojemności nie wymaga skomplikowanych środków technicznych i sprowadza się do wbudowania odpowiedniego źródła napięcia przemiennego oraz przełączników i wykonania podziałek pomocniczych. Możliwe jest również zrealizowanie układu według wynalazku w postaci przystawki do dowolnego miliwoltomierza napięcia przemiennego o dużej impedancji wewnętrznej. Przystosowanie tego miliwoltomierza do metody pomiarowej według wynalazku wymaga ponadto wykonania podziałek pomocniczych do pomiaru pojemności i indukcyjności. Wynalazek jest bliżej objaśniony w przykładzie realizacji przedstawionym na rysunku, na którym fig.1 przedstawia schemat funkcjonalny układu do pomiaru indukcyjności i pojemności, a na fig.2 pokazano dwie uproszczone podziałki pomocnicze, z których podziałka "a" przeznaczona jest do pomiaru pojemności, a podziałka "b" przeznaczona jest do pomiaru indukcyjności.

W przykładowym układzie pomiarowym źródło Z napięcia przemiennego zawiera trzy generatory, z których każdy wytwarza napięcie o innej pulsacji. Wartości pulsacji tych napięć równe są 10^3 rad/s, 10^4 rad/s i 10^5 rad/s, co odpowiada następującym częstotliwościom tych napięć: 159,155 Hz, 1591,55 Hz i 15915 Hz. Stopnie wyjściowe tych generatorów wyposażone są we wtórniki napięciowe o regulowanym napięciu wyjściowym. Dzięki temu uzyskano bardzo małą impedancję wyjściową generatorów oraz wymagany przy kalibracji przyrządu zakres regulacji napięcia wyjściowego. Wyjście wybranego generatora poprzez przełącznik P_1 dołączone jest do jednej z końcówek mierzonego elementu reaktancyjnego L_x , C_x . Druga końcówka mierzonego elementu dołączona jest do wybranego wejścia dzielnika rezystorowego D. Wybrane wyjście tego dzielnika poprzez przełącznik P_2 połączone jest z wejściem miliwoltomierza napięcia przemiennego mV. Wartości rezystancji wejściowej R_{wo} dzielnika rezystorowego D są typowe i wynoszą $100\ \Omega$, $10\ k\Omega$ i $100\ k\Omega$. Wejściom tego dzielnika przyporządkowane są zakresowe wartości indukcyjności i pojemności. Dla wymienionych wartości pulsacji ω napięcia przemiennego odpowiednie zakresowe wartości indukcyjności i pojemności są następujące:

	$R_{we} / k\ \Omega /$	0,1	1,0	10	100
$\omega = 10^3$ rad/s	L / H /	0,1	1,0	10	x
	C / μF /	10	1,0	0,1	0,01
$\omega = 10^4$ rad/s	L / H /	0,01	0,1	1,0	x
	C / F /	1,0	0,1	0,01	0,001
$\omega = 10^5$ rad/s	L / mH /	1,0	10	100	x
	C / nF /	100	10	1,0	0,1

W tabeli symbolem "x" oznaczono te podzakresy, których nie należy wykorzystywać ze względu na niedopuszczalny wzrost uchybów pomiarowych. Zakresowe wartości indukcyjności L i pojemności C wyznaczone zostały według wzoru:

$$L = \frac{R_{we}}{\omega} ; \quad C = \frac{1}{R_{we} \cdot \omega}$$

W przykładzie realizacji wynalazku jako miliwoltomierz mV wykorzystano wielozakresowy woltomierz napięcia przemiennego, wchodzący w skład multimetru elektronicznego. Do pomiarów wybrany został podzakres pomiarowy "100 mV". Dzięki temu wskazania miliwoltomierza można interpretować bezpośrednio w procentach. Wykonano ponadto dwie podziałki pomocnicze, pokazane na fig.2 rysunku. Na obu podziałkach pomocniczych wartości liczbowym skali procentowej przyporządkowane są wartości mnożników, przeznaczonych do wyznaczania wartości pojemności - podziałka "a" oraz wartości indukcyjności - podziałka "b". Dla podziałki "a" wartości liczbowe d_C skali procentowej, którym przyporządkowane są wartości mnożników m_C , wyznaczono zależności:

$$d_C = \frac{100}{1 + m_C} - 2$$

Dla podziałki "b" wartości liczbowe d_L skali procentowej, którym przyporządkowane są wartości mnożników m_L , wyznaczono z zależności

$$d_L = \frac{100}{1 + m_L} - 2$$

Przykładowy przebieg pomiaru indukcyjności jest następujący. Za pomocą przełącznika P_1 wybierany jest generator G_1 , wytwarzający napięcie przemiennego o pulsacji 1000 rad/s. Po wybieraniu przewidywanego zakresu pomiarowego "0,1 H" zwierane są zaciski pomiarowe, zaś do wybranego przełącznikiem P_2 wyjścia dzielnika rezystorowego D, odpowiadającego wybranemu zakresowi pomiarowemu, przełączany jest miliwoltomierz mV z wybranym zakresem pomiarowym "100 mV". Następnie reguluje się napięcie wyjściowe generatora G_1 dotąd, aż miliwoltomierz wskaże równo 100 mV. Gdyby miliwoltomierz był wyposażony w inny podzakres, na przykład "250 mV", wówczas kalibrację przeprowadzić można dla mniejszej niż zakresowa wartości napięcia, to jest 200 mV albo 100 mV. Przy kalibracji miliwoltomierza dla 200 mV wystarczy każdą odczytaną wartość napięcia podzielić przez dwa, aby otrzymać wynik w procentach wartości wykalibrowanej. Po wykalibrowaniu miliwoltomierza mV rozwiera się zaciski pomiarowe i dołącza się mierzony element indukcyjny. Następnie odczytuje się wskazanie miliwoltomierza, wyraża się odczyt w procentach i dla tej wartości odczytuje się na podziałce pomocniczej "b" wartość mnożnika. Odczytaną wartość mnożnika mnoży się następnie przez wybraną wcześniej zakresową wartość indukcyjności, równą 0,1H i otrzymuje się wynik pomiaru w henrach.

Przy pomiarach pojemności postępowanie jest identyczne, przy czym wartość mnożnika odczytuje się z podziałki pomocniczej "a". Należy dążyć do tego, aby wartości odczytywane na podziałkach pomocniczych mieściły się w pobliżu środka skali. W razie potrzeby należy zmienić zakres pomiarowy albo wybrać inną wartość pulsacji napięcia przemiennego. Postępowanie takie zapewnia większą dokładność pomiaru. Błąd pomiaru indukcyjności i pojemności, odniesiony do obszaru w pobliżu środka skali, jest rzędu 5%. Wartość ta dotyczy pomiarów elementów reakcyjnych o małych stratach. Dla elementów o małej dobroci błąd wzrasta.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób pomiaru indukcyjności i pojemności z n a m i e n n y t y m, że zestawia się układ pomiarowy w konfiguracji omomierza szeregowego, lecz układ ten zasilany jest napięciem przemiennym o pulsacji równej 10^n / rad/s /, gdzie $n = 1, 2, 3 \dots k$, korzystnie $3 \leq n \leq 5$, zaś spadki napięcia na odpowiednich wyjściach znanego, wielozakresowego dzielnika rezystorowego mierzy się miliwoltomierzem napięcia przemiennego o impedancji wewnętrznej wielokrotnie większej od największej impedancji wyjściowej dzielnika, natomiast odpowiednim wejściom dzielnika rezystorowego przyporządkowuje się zakresowe wartości indukcyjności i pojemności, a ponadto sporządza się dwie podziałki pomocnicze, wyskalowane w procentach, przy czym na jednej podziałce pomocniczej wartościom liczbowym skali procentowej przyporządkowuje się wartości mnożników, wyznaczone dla indukcyjności, a na drugiej podziałce pomocniczej wartościom liczbowym skali procentowej przyporządkowuje się wartości mnożników, wyznaczone dla pojemności, natomiast w czasie pomiarów, przed dołączeniem mierzonego elementu do zacisków wejściowych układu pomiarowego, zwierane są te zaciski wejściowe i kalibruje się miliwoltomierz dotąd, aż przyrząd ten wskaże wartość napięcia pozwalającą na łatwe odczytywanie wyniku w procentach wartości wykalibrowanej, a po kalibracji miliwoltomierza do rozwartych zacisków wejściowych dołącza się mierzony element, odczytuje się w procentach wskazanie miliwoltomierza i dla odczytanej wartości odczytuje się z odpowiedniej podziałki pomocniczej wartość mnożnika, po czym dla wybranego zakresu pomiarowego wyznacza się wartość odpowiednio indukcyjności albo pojemności jako iloczyn wartości zakresowej przez wartość odpowiedniego mnożnika.

2. Sposób według zastrz.1, z n a m i e n n y t y m, że zakresowe wartości indukcyjności, przyporządkowane odpowiednim wejściom dzielnika rezystorowego, wyznacza się jako iloraz wartości rezystancji wejściowej odpowiedniego wejścia dzielnika rezystorowego przez wartość pulsacji napięcia zasilającego układ pomiarowy, zaś odpowiednie zakresowe wartości pojemności wyznacza się jako odwrotność iloczynu wartości rezystancji wejściowej odpowiedniego wejścia dzielnika przez wartość pulsacji napięcia zasilającego układ pomiarowy.

3. Sposób według zastrz.1, z n a m i e n n y t y m, że dla podziałki pomocniczej do pomiaru indukcyjności wartości liczbowe d_L skali procentowej, którym przyporządkowane są wartości mnożników m_L , wyznacza się z zależności

$$d_L = \frac{100}{1 + m_L} - 2$$

zaś dla podziałki pomocniczej do pomiaru pojemności wartości liczbowe d_C skali procentowej, którym są przyporządkowane wartości mnożników m_C , wyznacza się z zależności:

$$d_C = \frac{100}{1 + m_C} - 2$$

4. Układ do pomiaru indukcyjności i pojemności, z n a m i e n n y t y m, że ma konfigurację omomierza szeregowego w której jedna z końcówek mierzonego elementu / L_x, C_x / połączona jest z wyjściem źródła / Z / napięcia przemiennego zawierającym co najmniej jeden generator napięcia przemiennego, a druga końcówka mierzonego elementu / L_x, C_x / połączona jest z odpowiednim dla wybranego zakresu pomiarowego wejściem dzielnika rezystorowego /D/, zaś odpowiednie dla wybranego zakresu pomiarowego wyjście dzielnika rezystorowego /D/ połączone jest z miliwoltomierzem / mV / napięcia przemiennego.

5. Układ według zastrz.4, z n a m i e n n y t y m, że w źródle /Z/ zawierającym kilka generatorów / $G_1 \dots G_k$ / napięcia przemiennego wyjścia tych generatorów połączone są poprzez przełącznik / P_1 / z wyjściem źródła /Z/ napięcia przemiennego.

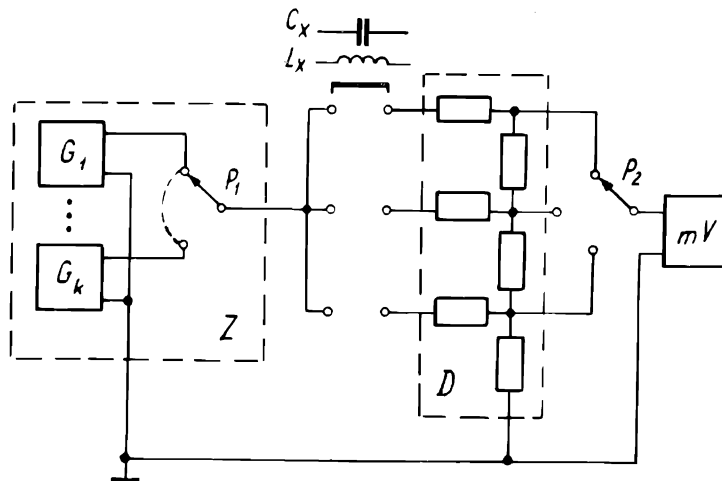


fig. 1

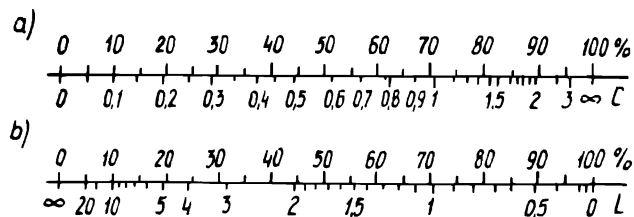


fig. 2