



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 07.IV.1970 (P 139 851)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 30.VI.1972

Kl. 21e,27/02

MKP G01r 27/02

UKD

Współtwórcy wynalazku: Maciej Nałęcz, Zbigniew Dunajski

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Cybernetyki Stosowanej), Warszawa (Polska)

Układ do pomiaru parametrów pasywnych obwodów elektrycznych i ich elementów

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru parametrów pasowych obwodów elektrycznych i ich elementów lub do obserwacji zmian tych parametrów.

Znanych jest szereg układów służących do pomiaru rezystancji, pojemności i indukcyjności. Są to rozwiązania typu mostkowego, rezonansowego itp. lub układy zawierające hallotrony. Układy typu mostkowego lub rezonansowego, przystosowane do pomiaru zmian rezystancji, indukcyjności i pojemności jako wskaźniki automatyczne, mają bardzo złożoną budowę i pewne ich cechy znacznie utrudniają stosowanie ich w układach automatyki.

Układami już prostszymi i o lepszych własnościach z punktu widzenia automatyki, są układy z zastosowaniem elementu mnożącego jakim jest hallotron.

Znanych jest kilka rozwiązań układów zbudowanych na hallotronach służących do pomiaru omawianych wielkości. Są to układy wykorzystujące przesunięcie faz równe $\frac{\pi}{2}$ lub układy za pomocą których wyznacza się mierzony parametr na podstawie pomiaru mocy.

I tak, w układzie do pomiaru indukcyjności i rezystancji zastosowany jest jeden hallotron jako wskaźnik przesunięcia fazy między napięciem zasilającym a indukcyjnością w szczelinie elektromagnesu. Zawiera on znany układ Hummela przesuwający o 90° fazę napięcia zasilającego względem

2

indukcji w elektromagnesie. Elektromagnes włączony jest szeregowo z badanym elementem i potencjometrem w jednej z gałęzi mostka Wheatstone'a lub innego układu służącego do utrzymania stałej rezystancji gałęzi. Układ ten wykazuje dużą zależność pomiaru od częstotliwości. Dokładność pomiaru indukcyjności jest nie większa od 1%.

Inny układ, zbudowany też na jednym hallotronie, przeznaczony jest do pomiaru indukcyjności i pojemności. Hallotron umieszczony w polu magnetycznym mnoży dwa sygnały pochodzące z dwóch obwodów wejściowych. W układzie wykorzystany jest warunek przesunięcia faz prądów w gałęziach równoległych o 90°. Układ ten w jednym obwodzie wejściowym hallotronu ma szeregowo połączoną rezystancję oraz indukcyjność mierzoną lub wzorcową (w przypadku pomiaru pojemności). W drugim obwodzie wejściowym znajduje się szeregowo połączona rezystancja z pojemnością mierzoną lub wzorcową (w przypadku pomiaru indukcyjności). Na wyjściu hallotronu włączony jest wskaźnik wartości średniej.

Niska sprawność produkowanych obecnie hallotronów ogranicza znacznie czułość tego układu oraz uniemożliwia pomiar parametrów o bardzo małych wartościach.

Znany jest także układ zbudowany na dwu hallotronach, służący do pomiaru wartości rezystancji i strat w materiałach ferromagnetycznych i kondensatorach. Hallotrony te znajdują się w polu

elektromagnesu. Jeden z hallotronów pracuje w układzie przetwornika mocy, a drugi w układzie detekcji kwadratowej. Hallotron pracujący w układzie detekcji kwadratowej połączony jest z jednej strony szeregowo z elektromagnesem, a z drugiej strony, poprzez szeregowo połączony potencjometr, z jednym z zacisków wyjściowych przyrządu. Wyjścia hallotronów połączone są przeciwsobnie poprzez galvanometr.

W układzie tym podobnie jak i w poprzednim, zastosowanie hallotronów ogranicza znacznie czułość układu, co wymaga stosowania czułych wskaźników zera, a w przypadku budowy przyrządów automatycznych, stosowania wzmacniaczy z bardzo małym dryftem zera.

Powyżej przedstawione układy hallotronowe w sposób niewątpliwy przewyższają znane układy mostkowe prostotą obsługi oraz tym, że pomiar nie zależy od zmiany częstotliwości źródła zasilania i kształtu krzywej napięcia zasilania.

Inne znane układy hallotronowe mogą mierzyć prawidłowo tylko w zakresie małych rezystancji w stosunku do rezystancji jaką wnosi hallotron do układu. Wynika to stąd, że poprawnie układ działa gdy rezystancja gałęzi bocznikującej element badany jest dużo większa od impedancji badanego elementu. W przeciwnym bowiem przypadku, praca układu nie jest prawidłowa.

Celem wynalazku jest układ do pomiaru rezystancji, indukcyjności i pojemności, pozwalający na budowę prostych wskaźników automatycznych i zachowujący zalety znanych układów a działający w zakresie większych wartości rezystancji oraz pozwalający na otrzymanie większych wartości sygnałów wyjściowych.

Cel ten został osiągnięty przez skonstruowanie układu działającego na zasadzie kompensacji.

Układ do pomiaru parametrów pasywnych obwodów elektrycznych i ich elementów, zawierający elementy mnożące które stanowią przetwornik mocy i układ detekcji kwadratowej lub detektor fazy, jako istotną cechę ma to, że elementami mnożącymi są co najmniej dwa elementy galwanomagnetyczne, korzystnie gaussotrony lub magnetodiody, w obwód których włączony jest element badany i wzorzec z którego odczytuje się wartość mierzonego parametru.

W przypadku pomiaru rezystancji element badany i wzorzec oraz elementy galwanomagnetyczne i cewka wytwarzająca pole magnetyczne stanowiące układ detekcji kwadratowej są połączone szeregowo. Składowa stała napięcia wyjściowego przetwornika mocy jest proporcjonalna do mocy rozproszonej w tych elementach. Na wyjściu elementów mnożących załączony jest wskaźnik wartości średniej który wskazuje zero gdy układ jest w równowadze. W przypadku pomiaru indukcyjności element badany jest połączony szeregowo z cewką wytwarzającą pole magnetyczne.

W przypadku pomiaru pojemności, badany kondensator połączony jest szeregowo z elementami galwanomagnetycznymi mnożnika a układ sprowadza się do stanu równowagi za pomocą potencjometrów (rezystorów dekadowych), włączonych w gałęź przeciwną. W przypadku pomiaru rezystancji,

rozdzielenie galwaniczne elementów galwanomagnetycznych znajdujących się w układzie przetwornika mocy i układu detekcji kwadratowej zrealizowane jest przy pomocy transformatora; wyjścia elementów mnożących są tak połączone, że składowe stałe napięcie odejmują się. Ponadto, jeden element galwanomagnetyczny z przetwornika mocy i jeden element galwanomagnetyczny układu detekcji kwadratowej znajdują się w polu magnetycznym jednej cewki.

W przypadku pomiaru indukcyjności i pojemności zastosowany jest przesuwnik fazy zbudowany na galwanomagnetycznym elemencie mnożącym, którego prądy wejściowe przesunięte są w fazie

$0 - \frac{\pi}{2}$ przez zastosowanie dwóch potencjometrów, indukcyjności i pojemności. Przy pomiarze indukcyjności, kondensator jest elementem wzorcowym. Przy pomiarze pojemności, w szereg z cewką elementu mnożącego włączona jest indukcyjność wzorcowa. Wartość pojemności odczytuje się na potencjometrze włączonym szeregowo z cewką elementu mnożącego, a indukcyjność — z potencjometru włączonego w szereg z kondensatorem.

Zastosowanymi galwanomagnetycznymi elementami mnożącymi są pary gaussotronów lub magnetodiod, połączone w układzie mostkowym w celu wyeliminowania składowej.

Zastosowanie gaussotronów lub magnetodiod w układzie pozwala zwiększyć uzyskiwany sygnał wyjściowy w stosunku do znanych układów hallotronowych. Układy te mają znacznie większą czułość, co pozwala na stosowanie mniej czułych wskaźników zera lub na znaczne obniżenie napięcia zasilającego oraz rozszerza zakres wartości wielkości mierzonych. W przypadku budowy przyrządów automatycznych, większy sygnał wyjściowy znacznie łagodzi wymagania stawiane wzmacniaczom stosowanym na wyjściu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu do pomiaru rezystancji, a fig. 2 — schemat układu do pomiaru pojemności i indukcyjności.

Układ do pomiaru rezystancji zawiera przetwornik mocy, który stanowią: dwa gaussotrony 5 i 6 znajdujące się w polu magnetycznym dwu cewek 1 i 2, transformator 7 i rezystory 12 i 13. Każdy z gaussotronów 5 i 6 połączony jest z rezystorem 12 lub 13. Wspólny punkt gaussotronów 5 i 6 oraz punkt wspólny rezystorów 12 i 13 połączone są z uzwojeniem wtórnym transformatora 7, przez co zrealizowano rozdzielenie galwaniczne gaussotronów.

Układ detekcji kwadratowej prądu w elemencie badanym stanowią gaussotrony 3 i 4, umieszczone w polu magnetycznym cewek 1 i 2, i rezystory 10 i 11. Każdy z gaussotronów połączony jest z rezystorem 10 lub 11. Punkt wspólny gaussotronów 3 i 4 połączony jest z pierwotnym uzwojeniem transformatora 7. Punkt wspólny rezystorów 10 i 11 połączony jest do pierwotnego uzwojenia poprzez wzorcowy potencjometr 8 i element badany 9 włączony do zacisków 14 i 15. Wyjścia obu mnożników połączone są przeciwsobnie i na galvano-

metr **G** podawana jest różnica napięć wyjściowych.

Skutkiem przemnożenia prądu sterującego gaussotronów i prądu w cewce, na wyjściu gaussotronów **5** i **6** powstaje napięcie, którego składowa stała jest proporcjonalna do mocy czynnej traconej w cewkach **1** i **2**, gaussotronach **3** i **4**, wzorcowym potencjometrze **8**, elemencie badanym **9**, oraz dwu rezystorach **10** i **11**. Ponieważ gaussotrony **3** i **4** połączone są szeregowo z cewką, składowa stała napięcia na ich wyjściu jest proporcjonalna do kwadratu prądu w elemencie badanym **9**. Elementy układu są tak dobrane, że składowe stałe napięć wyjściowych są sobie równe dla zadanej wartości rezystancji elementu badanego **9**.

Równość składowych stałych wskazuje galwanometr **G**. Jeżeli rezystancja elementu badanego **9** ulegnie zmianie, to składowa stała napięć wyjściowych z gaussotronów nie będzie równa a powstała różnica jest proporcjonalna do zmian rezystancji elementu badanego **9**. Pod wpływem tej różnicy galwanometr odchyli się od położenia zerowego. Ponowny stan równowagi można uzyskać zmieniając rezystancję potencjometru **8**. Na osi potencjometru **8** może być umieszczona tarcza z podziałką, z której można odczytywać wartość zmian rezystancji elementu **9**. Elementem **9** może być przetwornik wielkości nieelektrycznych.

Układ do pomiaru indukcyjności i pojemności, składa się z elementu mnożącego, który stanowią dwa gaussotrony **23** i **24** połączone z rezystorami **29** i **30** i umieszczone w polu magnetycznym cewek **21** i **22**, oraz z dwu potencjometrów **25** i **26** i kondensatora **28**. Jeden z potencjometrów dołączony jest do punktów wspólnych rezystorów **29** i **30**, a drugi poprzez cewkę **21** i **22** do punktu wspólnego gaussotronów **23** i **24**. Element badany **27** włączony jest pomiędzy potencjometr **25** i kondensator **28** dołączony do drugiego potencjometru **26**.

Wyjścia gaussotronów dołączone są do galwanometru **G**. Prąd i_1 jest opóźniony względem napięcia U o kąt φ a prąd i_2 wyprzedza napięcie o kąt ψ . W wyniku przemnożenia przez element mnożący, prądów i_1 i i_2 , na wyjściu pojawi się napięcie, którego składowa stała jest proporcjonalna do $\cos(\varphi + \psi)$. Jeżeli parametry układu zostaną tak dobrane, że suma kątów będzie równa $\frac{\pi}{2}$ to składowa stała napięcia wyjściowego będzie równa zero. Gdy składowa stała napięcia wyjściowego jest równa zero, spełnione jest równanie

$$L = R_1 \cdot R_2 \cdot C$$

przy czym, R_1 oznacza rezystancję gałęzi złożonej z dwu cewek **21** i **22**, wzorcowego potencjometru **25** i elementu badanego **27**, R_2 — rezystancję gałęzi złożonej z gaussotronów **23** i **24**, wzorcowego

potencjometru **26**, kondensatora **28** będącego wzorcem przy pomiarze indukcyjności oraz dwu rezystorów **29** i **30**, C — pojemność kondensatora **28**.

Jeżeli za pomocą układu według wynalazku mają być mierzone zmiany indukcyjności, to element badany **27** włącza się do pierwszej gałęzi a zmieniając rezystancję **26** sprowadza się układ do stanu

równowagi, to jest do stanu gdy $\varphi + \psi = \frac{\pi}{2}$.

Przy pomiarze zmian pojemności, element badany włącza się na miejsce kondensatora **28** a przez zmianę rezystancji **25** sprowadza się układ do stanu równowagi. Rezystancje wnoszone przez elementy badane mogą być skompensowane za pomocą połączonych z nimi w szereg potencjometrów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do pomiaru parametrów pasywnych obwodów elektrycznych i ich elementów, zawierający elementy mnożące stanowiące przetwornik mocy i układ detekcji kwadratowej lub detektor fazy, **znamienny tym**, że elementami mnożącymi są co najmniej dwa elementy galwanomagnetyczne, korzystnie gaussotrony lub magnetodiody, w obwód których włączono element badany i wzorzec z którego odczytuje się wartość mierzonego parametru, przy czym w przypadku pomiaru rezystancji element badany i wzorzec, oraz elementy galwanomagnetyczne i cewka wytwarzająca pole magnetyczne stanowiące układ detekcji kwadratowej, połączone są szeregowo a składowa stała napięcia wyjściowego przetwornika mocy jest proporcjonalna do mocy rozpraszanej w tych elementach, na wyjściu elementów mnożących załączony jest wskaźnik wartości średniej, który wskazuje zero, gdy układ jest w równowadze, zaś w przypadku pomiaru indukcyjności element badany jest połączony szeregowo z cewką wytwarzającą pole magnetyczne, a w przypadku pomiaru pojemności badany kondensator połączony jest szeregowo z elementami galwanomagnetycznymi mnożnika, natomiast układ sprowadza się do stanu równowagi za pomocą potencjometrów włączonych w gałąź przeciwną.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w przypadku pomiaru rezystancji, dla rozdzielania galwanicznego elementów galwanomagnetycznych znajdujących się w układzie przetwornika mocy i układu detekcji kwadratowej, połączone są one z uzwojeniami transformatora, zaś wyjścia elementów mnożących są tak połączone, że składowe stałe napięć odejmują się.

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jeden element galwanomagnetyczny z przetwornika mocy i jeden element galwanomagnetyczny układu detekcji kwadratowej znajdują się w polu magnetycznym jednej cewki.

Errata

W wierszu 2, łam 1

jest: parametrów pasowych

powinno być: parametrów pasywnych

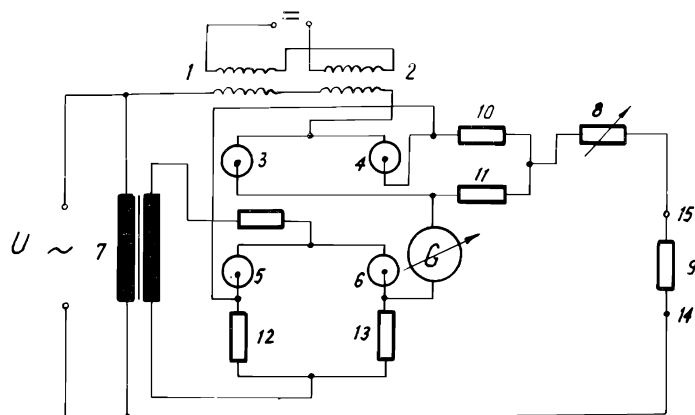


Fig. 1

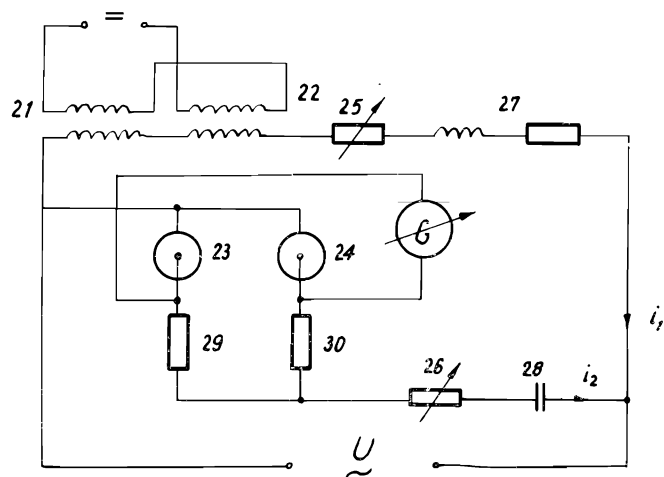


Fig. 2