



Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

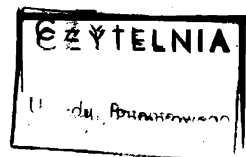
Int. Cl.³ G01R 21/00

Zgłoszono: 19.03.79 (P. 214281)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 08.04.80

Opis patentowy opublikowano: 30.09.1982:



Twórcy wynalazku: Jerzy Wieland, Eugeniusz Bartosiński

Uprawniony z patentu tymczasowego: Wyższa Szkoła Morska,
Gdynia (Polska)

Układ do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej

Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej prądu przemiennego jednym ustrojem elektrodynamicznym.

W obecnym stanie techniki pomiarowej nie ma jednego urządzenia pomiarowego, którym kolejno można by było mierzyć moc prądu stałego, oraz moc czynną, bierną i pozorną prądu przemiennego.

Moc prądu stałego oraz moc czynną prądu przemiennego mierzy się obecnie watomierzami elektrodynamicznymi lub ferrodynamicznymi. Moc bierną prądu przemiennego mierzy się ustrojem elektrodynamicznym mającym osobne cewki, napięciową i prądową, z przesuwnikiem fazowym, zwanym waromierzem. Moc pozorną prądu przemiennego mierzy się korzystając z amperomierza i woltomierza, łącząc je w jeden ze znanych układów pomiarowych zawierających układy bocznikowe oraz mostki prostownicze, a następnie mnoży się otrzymane wartości prądu i napięcia, aby uzyskać wartość odpowiadającą mocy pozornej z zależności: $S = U \cdot I$. W przypadku pomiaru mocy pozornej prądu przemiennego nie otrzymuje się wprost z pomiaru wyników, lecz uzyskuje się je w drodze pośredniej przez dodatkowe czynności obliczeniowe.

Wynalazek powinien spełnić zadanie wyeliminowania niedogodności i zastąpienia czterech odrębnych przyrządów pomiarowych jednym ustrojem pomiarowym oraz powinien dać możliwość zaprojektowania urządzenia eliminującego dodatkowe obliczenia pośrednie.

Założony cel spełnia układ do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej dzięki temu, że do wyjścia cewki napięciowej w znanym ustroju elektrodynamicznym jest przyłączony przesuwnik fazowy poprzez dwupołożeniowy przełącznik czterostykowy. Równolegle do cewki napięciowej tego ustroju jest dołączony rezystor bocznikujący poprzez dwupołożeniowy ośmiostykowy przełącznik oraz przełącznik. Przełącznik ośmiostykowy połączony jest odpowiednio parami styków a-a z trzecim dwupołożeniowym czterostykowym przełącznikiem oraz z mostkiem prostowniczym. Drugie pary styków tego przełącznika dwustykowego są połączone z mostkiem prostowniczym oraz z drugim podobnym mostkiem prostowniczym. Układ zapewnia dobrą dokładność pomiaru mocy prądu stałego oraz mocy czynnej, biernej i pozornej prądu przemiennego.

Układ według wynalazku jest szczegółowo opisany na przykładzie jego wykonania i zobrazowany na rysunku, przedstawiającym schemat ideowy.

Układ do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej według wynalazku składa się z ustroju elektrodynamicznego 1, mającego cewkę napięciową 10, zaciski $U^* - U$ oraz cewkę prądową 11, zaciski K-L. Do wyjścia U cewki napięciowej 10 jest przyłączony przesuwnik fazowy 2 poprzez dwupołożeniowy przełącznik czterostykowy 8. Na wejściu cewki L_D , równolegle do cewki napięciowej ustroju elektrodynamicznego 10 jest dołączony rezystor bocznikujący 5 poprzez dwupołożeniowy ośmiostykowy przełącznik 7 oraz poprzez przełącznik 8.

Przełącznik ten jest połączony odpowiednio parami styków a-a z dwupołożeniowym czterostykowym przełącznikiem 6 oraz z mostkiem prostowniczym 4 i odpowiednio parami styków b-b z tym mostkiem prostowniczym 4 oraz z drugim mostkiem prostowniczym 3. Całość urządzenia jest zabudowana w jednolitej obudowie 9 w taki sposób, że przełączniki 6, 7 i 8 mają pokręta wyprowadzone na jego czołową ścianę, na której jest umieszczona podziałka kąta wychylenia ustroju elektrodynamicznego 1, wyskalowana w jednostkach mocy czynnej, biernej i pozornej. Pomiar mocy prądu stałego i mocy czynnej prądu przemiennego P, urządzeniem wykonuje się następująco.

Przełączniki 6, 7 oraz 8 ustawia się w położeniu a-a. Wówczas następuje załączenie bezpośrednie ustroju elektrodynamicznego 1 mierzącego moc P prądu stałego lub moc czynną prądu przemiennego, według zależności:

$$P = \frac{\alpha}{\frac{dM}{d\alpha}} = \text{const}$$

gdzie: P — moc czynna w watach, α — wychylenie ustroju elektrodynamicznego 1, M — moment działający na ustrój pomiarowy.

Pomiar mocy biernej prądu przemiennego Q realizuje się następująco.

Przełączniki 6 i 7 ustawia się w położenie a-a, analogicznie jak w przypadku pomiaru mocy czynnej, natomiast przełącznik 8 ustawia się w położenie b-b, przyłączając tym samym do układu przesuwnik fazowy 2, będący cewką L_D oraz bocznikując cewkę napięciową 10 ustroju elektrodynamicznego 1 rezystorem bocznikującym 5. W ten sposób zgodnie z zasadami budowy watomierzy, uzyskuje się pomiar mocy biernej według zależności:

$$Q = \frac{\alpha}{k \cdot \frac{dM}{d\alpha}} = \text{const}$$

gdzie: Q — moc bierna w warach, α — wychylenie ustroju elektrodynamicznego 1, M — moment działający na ustrój elektrodynamiczny 1, k — stała uwzględniająca włączenie przesuwника fazowego 2 oraz rezystora bocznikującego 5.

Pomiar mocy pozornej S urządzeniem według wynalazku wykonuje się następująco.

Przełączniki 6 oraz 7 ustawia się w położenie b-b.

Przełącznik 8 ustawia się w położenie a-a. Przełączenie przełączników 6 i 7 na zaciski b-b powoduje włączenie mostka prostowniczego 3 dla zasilania cewki napięciowej 10 ustroju elektrodynamicznego 1, oraz mostka prostowniczego 4 dla zasilania cewki prądowej 11 tegoż ustroju. Wówczas mierzona jest moc pozorna, według następującej zależności:

$$S = \frac{\alpha}{k_s \cdot \frac{dM}{d\alpha}} = \text{const}$$

gdzie: S — moc pozorna w woltoamperach, α — wychylenie ustroju elektrodynamicznego 1, M — moment działający na ustrój elektrodynamiczny 1, k_s — współczynnik proporcjonalności uwzględniający zasilanie cewki napięciowej 10 i cewki prądowej 11 poprzez mostki prostownicze 3 i 4.

Moment napędowy ustroju elektrodynamicznego 1 w układzie według wynalazku, określony jest zależnością:

$$M_n = i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

gdzie: M_{12} — indukcyjność wzajemna cewek 10 i 11 ustroju elektrodynamicznego 1, i_1 oraz i_2 — chwilowe wartości prądów w cewkach ustroju elektrodynamicznego 1.

Moment zwracający sprężyn jest proporcjonalny do kąta skreślenia:

$$M_z = k_z \cdot \alpha$$

Dla równowagi organu ruchomego, suma działających nań momentów równa się zeru a wychylenie organu ruchomego określa się zależnością:

$$\alpha = \frac{1}{k_z} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{dM_{12}}{d\alpha}$$

Jeżeli przyjmuje się, że napięcie zasilające układ pomiarowy ma przebieg sinusoidalnie zmienny:

$$u = U_m \cdot \sin \omega t$$

to wówczas na zaciskach cewki napięciowej 10 ustroju elektrodynamicznego 1 napięcie będzie określone zależnością:

$$u_{cn}/t/ = U_m \left[\frac{2}{\pi} - \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\cos 2k \cdot \omega t}{4k^2 - 1} \right]$$

Napięcie określone tą zależnością wywoła prąd w cewce napięciowej 10 ustroju elektrodynamicznego 1 o wartości

$$i_{cn} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{U_m}{R_{zn}} \left[\frac{1}{2} - \frac{\cos \varphi_{1n}}{3} \cos /2\omega - \varphi_{1n}/ + \right. \\ \left. - \frac{\cos \varphi_{2n}}{15} \cos /4\omega t - \varphi_{2n}/ + \dots - \frac{\cos \varphi_{kn}}{4k^2 - 1} \cos /2\omega t - \varphi_{kn}/ \right]$$

gdzie: $R_{zn} = R_{z1} + R_{cn}$ — rezystancja zastępcza obwodu cewki napięciowej 10 ustroju elektrodynamicznego 1.

Podobnie jak dla cewki napięciowej 10 ustroju elektrodynamicznego 1, prąd płynący przez cewkę prądową 11, będzie się składał ze składowej stałej i przebiegów harmonicznych wynikających z szeregu Fouriera, czyli:

$$i_{cp} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{R_{BD}}{|Z_o|} \cdot \frac{U_m}{R_{zp}} \left[\frac{1}{2} - \frac{\cos \varphi_{1p}}{3} \cos /2\omega t - 2 \varphi_o - \varphi_{1p}/ + \right. \\ \left. - \frac{\cos \varphi_{2p}}{15} \cos /4\omega t - 4 \varphi_o - \varphi_{2p}/ \dots + \right. \\ \left. - \frac{\cos \varphi_{kp}}{4k^2 - 1} \cos /2k\omega t - 2k \cdot \varphi_o - \varphi_{kp}/ \right]$$

gdzie: $R_{zp} = R_{cp} + R_{z2}$ — rezystancja zastępcza obwodu cewki prądowej 11 ustroju elektrodynamicznego 1, R_{BD} — rezystancja zastępcza diod w kierunku przewodzenia prostownika 4 bocznikująca cewkę prądową 11, $|Z_o|$ — moduł impedancji odbiornika.

Moment napędowy ustroju elektrodynamicznego 1 wyniesie:

$$M_n = \frac{1}{k_z} \cdot i_{cn} \cdot i_{cp} \cdot \frac{dM_{12}}{da}$$

Przyjmując, że:

$$k_s = \frac{1}{k_z} \cdot \frac{dM_{12}}{da} = \text{constans}$$

otrzymamy:

$$M_n = k_s \cdot i_{cn} \cdot i_{cp}$$

Wartość średnia momentu napędowego działającego na organ ruchomy wyniesie:

$$M_{nSR} = \frac{k_s}{T} \int_0^T i_{cn} \cdot i_{cp} dt$$

W układzie według wynalazku organ ruchomy ustroju elektrodynamicznego 1 oprócz momentu napędowego pochodzącego od składowych stałych prądów płynących w cewkach prądowej 11 i napięciowej 10, będą także działać momenty od parzystych harmonicznych składowych szeregu Fouriera.

Oddziaływanie składowej stałej cewki prądowej 11 lub napięciowej 10 na składowe zmienne drugiej cewki nie daje momentu napędowego, a uchyby od kolejno wyższych parzystych harmonicznych są coraz mniejsze i mają różne znaki, częściowo się więc kompensują.

Całkowite uniezależnienie się od wyższych harmonicznych uwarunkowane jest zastosowaniem odpowiednich układów filtrujących. Dla miernictwa jednak przemysłowego, dokładność wykonywanych pomiarów urządzeniem według wynalazku jest wystarczająca.

Zastrzeżenie patentowe

Układ do pomiaru mocy czynnej, biernej i pozornej, mający ustrój elektrodynamiczny z cewkami napięciową i prądową, przesuwnik fazowy oraz rezystor bocznikujący i mostki mostownicze, **znamienny tym**, że do wyjścia (U) cewki napięciowej (10) jest przyłączony przesuwnik fazowy (2) poprzez dwupółłożeniowy przełącznik czterostykowy (8), a na wyjściu (L_D) cewki, równoległe do cewki napięciowej (10) ustroju elektrodynamicznego (1) jest dołączony rezystor bocznikujący (5) poprzez dwupółłożeniowy ośmiostykowy przełącznik (7) oraz (8) połączony odpowiednio parami styków (a-a) z dwupółłożeniowym czterostykowym przełącznikiem (6), oraz z mostkiem prostowniczym (4) i odpowiednio parami styków (b-b) z tym mostkiem prostowniczym (4) oraz z drugim mostkiem prostowniczym (3).

