

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **211925**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **393320**

(22) Data zgłoszenia: **16.12.2010**

(51) Int.Cl.

G01R 21/06 (2006.01)

G01R 21/133 (2006.01)

G01R 22/00 (2006.01)

(54)

Sposób pomiaru energii elektrycznej

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

23.05.2011 BUP 11/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.07.2012 WUP 07/12

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

STANISŁAW ADAMCZAK, Kielce, PL

ZYNOWIJ MYCZUDA, Kielce, PL

ZBIGNIEW SZCZEŚNIAK, Kielce, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Antoni Garstka

PL 211925 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru energii elektrycznej.

Z artykułu (G. Włach, Z. Myczuda, W. Myszczyński. ACP elektroenergii z promiennym częstotliwym pieretworem, Zbiornik naukowych prac „Kompiuterni technologii drukarstwa”, Wydawnictwo Ukrainskiej akademii drukarstwa, Lwów, 2008, № 19, c. 148-160; rys. 1) znany jest sposób pomiaru energii elektrycznej, w którym proporcjonalne sygnały do chwilowych wartości napięcia i prądu sieci przetwarza się w wielkości pośrednie, mnoży się wartości tych wielkości pośrednich, a wynik pomiaru określa się jako wartość całki otrzymanego iloczynu wielkości pośrednich w czasie pomiaru, który koryguje się z uwzględnieniem wyniku dodatkowego pomiaru, przeprowadzanego przy zerowych wartościach sygnałów odpowiadających napięciu i prądowi sieci.

Wadą tego sposobu jest niedostateczna dokładność pomiaru wskutek pełzania zera w pomiarowych kanałach napięcia i prądu.

Sposób pomiaru energii elektrycznej, w którym sygnały proporcjonalne do chwilowych wartości napięcia i prądu sieci przetwarza się w wielkości pośrednie, mnoży się wartości tych wielkości pośrednich, a wynik pomiaru definiuje się jako wartość całki otrzymanego iloczynu wielkości pośrednich w czasie pomiaru i koryguje się ten wynik pomiaru przy pomocy wyniku dodatkowego pomiaru, przeprowadzanego przy zerowych wartościach sygnałów odpowiadających napięciu i prądowi sieci, według wynalazku charakteryzuje się tym, że przeprowadza się drugi dodatkowy pomiar przy zerowej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci i rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci, po czym przeprowadza się trzeci dodatkowy pomiar przy rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci i zerowej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci, a wynik pomiaru energii elektrycznej koryguje się wynikami dodatkowych pomiarów drugiego i trzeciego. Drugi dodatkowy pomiar, przy zerowej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci, przeprowadza się przy podłączeniu do masy pierwszego przełącznika i rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci przy podłączonym drugim przełączniku do wyjścia przekładnika prądu, a trzeci dodatkowy pomiar przeprowadza się przy rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci przy podłączonym pierwszym przełączniku do wyjścia przekładnika napięcia i zerowej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci przy podłączonym do masy drugim przełączniku.

Wprowadzenie dodatkowego, drugiego i trzeciego pomiaru dla korygowania wyniku przeprowadzanego pomiaru pozwala na znaczne podwyższenie dokładności pomiaru energii elektrycznej.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na przeprowadzanie pierwszego dodatkowego pomiaru jeden raz na kilka przeprowadzanych pomiarów. Możliwe jest nawet przeprowadzanie tego pomiaru nie częściej niż co dziesiąty pomiar co przyczynia się do zmniejszenia czasu pomiaru bez wpływu na jego dokładność.

Przedmiot wynalazku jest dokładnie wyjaśniony na przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym schemat blokowy.

Funkcjonalny schemat urządzenia dla pomiaru energii czynnej, w którym realizuje się zaproponowany sposób, zawiera wejście **1** dla napięcia sieci, wejście **2** dla prądu sieci, przekładnik napięcia **3**, przekładnik prądu **4**, przełączniki **5**, **6**, przetworniki pomiarowe **7**, **8**, układ mnożenia **9**, filtr dolnoprzepustowy **10**, całkujący przetwornik napięcie-częstotliwość **11**, blok sterowania **12**, rewersyjny licznik impulsów **13**, logiczny element „AND” **14**, oraz drugi licznik impulsów **15** i rejestr pamięci **16**.

Zasada pomiaru energii elektrycznej bazuje na mnożeniu wartości chwilowych napięcia i prądu, lub odpowiednich im wielkości pośrednich w celu otrzymania wielkości proporcjonalnej do mocy oraz całkowanie tej funkcji mocy w czasie.

Pomiar sposobem według wynalazku prowadzi się następująco.

Przełącznikami **5** i **6** łączy się wejścia przetworników pomiarowych **7** i **8** odpowiednio do wyjść przekładnika napięcia **3** i przekładnika prądu **4**.

Wyjściowe sygnały przekładników **3** i **4** proporcjonalne odpowiednio do chwilowych wartości napięcia i prądu sieci przetwarza się w przetwornikach pomiarowych **7** i **8** w wielkości pośrednie, a następnie mnoży się wartości tych wielkości pośrednich w układzie mnożenia **9** i uśrednia się ten iloczyn filtrem dolnoprzepustowym **10**. Wyjściowy sygnał z filtra dolnoprzepustowego **10** jest proporcjonalny do mocy czynnej P , równej wartości średniej mocy chwilowej, liczonej za okres zmian napięcia i prądu sieci:

$$P = k \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} u i dt, \quad (1)$$

gdzie: k - oznacza współczynnik proporcjonalności, u oraz i - wyjściowe sygnały przekładników **3** i **4** proporcjonalne do odpowiednich chwilowych wartości napięcia i prądu sieci.

Sygnał P całkuje się w czasie pomiaru T_p przetwornikiem napięcie-częstotliwość **11**, którego wyjściowy sygnał jest proporcjonalny do wartości energii czynnej

$$W = k_p \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} P dt, \quad (2)$$

gdzie: k_p - współczynnik proporcjonalności, stała przetwornika.

Ponieważ w rzeczywistym układzie sygnały u oraz i , proporcjonalne odpowiednio do chwilowych wartości napięcia i prądu sieci, są zniekształcone pełzaniem zera U_{nu} i U_{ni} odpowiednio kanału napięcia utworzonego przez przetwornik pomiarowy **7** i układ mnożenia **9** oraz kanału prądu utworzonego przez przetwornik pomiarowy **8** i układ mnożenia **9**, to w rzeczywistości mnożą się sygnały nie u przez i , a $(u + U_{nu})$ przez $(i + U_{ni})$. Dlatego rzeczywisty wynik pomiaru energii czynnej jest zniekształcony błędami pochodzącymi od pełzania zera.

Dla kompensacji tych błędów przeprowadza się dodatkowe pomiary.

Przeprowadzanie pierwszego dodatkowego pomiaru.

Przełącznikami **5** i **6** łączy się wejścia przetworników pomiarowych **7** i **8** odpowiednio napięcia i prądu na masę. Takim podłączeniem zadaje się sygnały odpowiadające chwilowym wartościom napięcia i prądu sieci jako równe zero ($u = 0$; $i = 0$) i definiuje się wynik pierwszego dodatkowego pomiaru jako ilość impulsów przetwornika napięcie-częstotliwość **11** za czas pomiaru T_p zgodnie ze wzorem

$$W_1 = k_p \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} k \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} U_{nu} U_{ni} dt. \quad (3)$$

Wynik pierwszego dodatkowego pomiaru zapisuje się w rewersyjnym liczniku impulsów **13** podczas kierunku liczenia określającego dodawanie. Następnie przeprowadza się drugi dodatkowy pomiar.

Przełącznikami **5** i **6** łączy się wejścia przetworników pomiarowych odpowiednio **7** na masę, a **8** do wyjścia przekładnika prądu **4**. Takim podłączeniem zadaje się sygnał odpowiadający napięciu sieci równy zero ($u = 0$) przy rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci, wówczas wynik drugiego dodatkowego pomiaru definiuje się jako ilość impulsów przetwornika napięcie-częstotliwość **11** za czas pomiaru T_p zgodnie ze wzorem

$$W_2 = \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} k \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} (U_{nu} i + U_{nu} U_{ni}) dt. \quad (4)$$

Wynik drugiego dodatkowego pomiaru zapisuje się w rewersyjnym liczniku impulsów **13** podczas kierunku liczenia określającego odejmowanie. Następnie przeprowadza się trzeci dodatkowy pomiar.

Przełącznikami **5** i **6** łączy się wejścia przetworników pomiarowych odpowiednio **7** do wyjścia przekładnika napięcia **3**, a **8** na masę. Takim podłączeniem przy rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci zadaje się wartość sygnału odpowiadającego prądowi sieci równą zero ($i=0$), wówczas wynik trzeciego dodatkowego pomiaru definiuje się jako ilość impulsów przetwornika napięcie-częstotliwość **11** za czas pomiaru T_p zgodnie ze wzorem

$$W_3 = \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} k \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} (u U_{ni} + U_{nu} U_{ni}) dt. \quad (5)$$

Wynik trzeciego dodatkowego pomiaru zapisuje się w rewersyjnym liczniku impulsów **13** podczas kierunku liczenia określającego odejmowanie.

Po dodatkowych pomiarach przeprowadza się rzeczywiste pomiary.

Przełącznikami **5** i **6** łączy się wejścia przetworników pomiarowych odpowiednio **7** do wyjścia przekładnika napięcia **3**, a **8** do wyjścia przekładnika prądu **4**. Takim podłączeniem, przy rzeczywistych wartościach sygnałów odpowiadających napięciu i prądowi sieci, wynik rzeczywistego pomiaru definiuje się jako ilość impulsów przetwornika napięcie-częstotliwość **11** za czas pomiaru T_p zgodnie ze wzorem

$$W_{rz} = k_p \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} P dt = k_p \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} (ui + U_{nu}i + uU_{ni} + U_{nu}U_{ni}) dt, \quad (6)$$

gdzie: druga, trzecia oraz czwarta składowa sumy są błędami od pełzania zera w kanałach napięcia i prądu.

Impulsy z wyjścia przetwornika napięcie-częstotliwość **11** podaje się na wejście logicznego elementu „AND” i na wejście rewersyjnego licznika impulsów **13** podczas kierunku liczenia określającego dodawanie. Gdy stan licznika **13** będzie doprowadzony do zera, blok sterowania **12** otworzy element „AND” i pozostałe impulsy z wyjścia przetwornika napięcie-częstotliwość **11** będą podane na drugi licznik impulsów **15**. Ilość impulsów zapisanych w drugim liczniku **15** jest wynikiem przeprowadzonego pomiaru energii czynnej **W**

$$W = W_{rz} + W_1 - W_2 - W_3. \quad (7)$$

Biorąc pod uwagę wzory (3) - (7) otrzymuje się

$$W = k_p \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} k \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} uidt, \quad (8)$$

Jak widać ze wzoru (8) w wyniku przeprowadzonego pomiaru, energia czynna **W** nie zawiera błędów od pełzania zera w pomiarowych kanałach napięcia i prądu.

Wskutek tego, że wartości napięć niezrównoważenia w pomiarowych kanałach napięcia i prądu (odpowiednie U_{nu} i U_{ni}) zmieniają się wolno w czasie, to następny pierwszy dodatkowy pomiar może być przeprowadzany jeden raz na kilka przeprowadzanych pomiarów, korzystnie jest nie częściej niż po dziesięciu przeprowadzanych pomiarach. Wynik pierwszego dodatkowego pomiaru (W_1) zapisuje się w rejestrze pamięci **16** i następnie przekazuje się w każdym przeprowadzanym pomiarze z rejestru pamięci **16** do rewersyjnego licznika impulsów **13**.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru energii elektrycznej, w którym mierzy się sygnały proporcjonalne do chwilowych wartości napięcia i prądu sieci przetwarza się w wielkości pośrednie, mnoży się wartości tych wielkości pośrednich, a wynik pomiaru określony jako wartość całki otrzymanego iloczynu wielkości pośrednich w czasie pomiaru koryguje się przy pomocy wyniku dodatkowego pomiaru, który określa się przy zerowych wartościach sygnałów odpowiadających napięciu i prądowi sieci, **znamienny tym**, że przeprowadza się drugi dodatkowy pomiar przy zerowej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci i rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci, po czym przeprowadza się trzeci dodatkowy pomiar przy rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci i zerowej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci, a wynik pomiaru energii elektrycznej koryguje się wynikami dodatkowych pomiarów drugiego i trzeciego.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że drugi dodatkowy pomiar, przy zerowej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci, przeprowadza się przy podłączeniu do masy pierwszego przełącznika (**5**) i rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci przy

podłączonym drugim przełączniku (6) do wyjścia przekładnika prądu (4), a trzeci dodatkowy pomiar przeprowadza się przy rzeczywistej wartości sygnału odpowiadającego napięciu sieci przy podłączonym pierwszym przełączniku (5) do wyjścia przekładnika napięcia (3) i zerowej wartości sygnału odpowiadającego prądowi sieci przy podłączonym do masy drugim przełączniku (6).

Rysunek



