

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **224211**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **401096**

(51) Int.Cl.  
**G01R 21/06 (2006.01)**  
**G01R 22/00 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **08.10.2012**

---

(54) **Sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**02.04.2013 BUP 07/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**30.11.2016 WUP 11/16**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL**  
**INSTYTUT KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW**  
**AUTOMATYKI I POMIARÓW SPÓŁKA**  
**Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,**  
**Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ZBIGNIEW WIERZBICKI, Wrocław, PL**  
**JANUSZ DUDZIK, Wrocław, PL**  
**PIOTR MODZEL, Wrocław, PL**  
**MICHAŁ RYSZARD WÓJCIK, Wrocław, PL**  
**TOMASZ KOLANKO, Wrocław, PL**  
**JERZY KOLANKO, Wrocław, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Regina Kozłowska**

---

**PL 224211 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych, przeznaczony do stosowania w metrologii, zwłaszcza do rozliczeń finansowych za dostarczoną moc i energię elektryczną.

Z polskiego opisu patentowego nr 204730, znany jest sposób cyfrowej metody pomiaru mocy biernej Budeanu prądu niesinusoidalnego, który polega na wyznaczeniu iloczynu skalarnego odpowiednio zmodyfikowanych przebiegów napięcia i prądu.

Sposób pomiaru mocy elektrycznej czynnej znany z polskiego opisu patentowego nr 165537, polega na tym, że stosuje się w nim mnożnik analogowy, dla którego wcześniej wyznacza się powierzchnię błędu. Sygnały proporcjonalne do wartości chwilowych napięcia i prądu będących składowymi mierzonej mocy mnoży się analogowo i jednocześnie próbkuje, a spróbkowane sygnały przetwarza się na sygnał cyfrowy. Dla każdej pary próbek określa się wartość błędu mnożenia. Sygnał będący efektem mnożenia filtruje się, wzmacnia i również przetwarza na sygnał cyfrowy. W sposobie dokonuje się adaptacji i autokalibracji układu. W wyniku ostatecznym pomiaru mocy elektrycznej czynnej uwzględnia się adaptację, autokalibrację oraz błąd średni z par próbek.

Sposób próbkowania napięć i prądów przy pomiarze energii elektrycznej znany z polskiego opisu patentowego nr 163864, polega na tym, że wartości prądów i napięć próbkuje się asynchronicznie do częstotliwości sieci w okresie próbkowania większym od okresu sieci. Kolejne wartości kąta elektrycznego, przy którym pobiera się próbki, sprowadzone do przedziału  $0-\pi$  radianów rozmieszcza się w tym przedziale z równomiernością proporcjonalną do liczby próbkowanych wartości napięć i prądów.

Znany z japońskiego opisu patentowego nr JP63290973, elektroniczny miernik mocy biernej, charakteryzuje się tym, że wpływ częstotliwości bez obniżania poziomu sygnału, został wyeliminowany poprzez zastosowanie sprzężenia zwrotnego i uzyskanie sygnału proporcjonalnego do częstotliwości napięcia obciążenia i jego zmian.

Sposób pomiaru mocy na podstawie cyfrowego filtrowania znany z chińskiego opisu patentowego nr CN1375702, polega na tym, że analogowy sygnał napięcia i analogowy sygnał prądowy mierzonej sieci elektrycznej, przetwarza się w przetworniku analogowo-cyfrowym w celu uzyskania dyskretnego sygnału cyfrowego napięciowego i dyskretnego sygnału cyfrowego prądowego, po czym cyfrowym przesuwnikiem fazowym zmienia się przesunięcie fazowe cyfrowego sygnału napięciowego względem cyfrowego sygnału prądowego, a otrzymane sygnały mnoży się w celu uzyskania chwilowej wartości mocy.

Elektroniczny miernik mocy znany z japońskiego opisu patentowego nr JP2000329804, zawiera pierwszy przetwornik analogowo-cyfrowy do konwersji próbkowanego sieciowego napięcia i prądu do postaci cyfrowej oraz drugi przetwornik analogowo-cyfrowy do konwersji próbkowanego sieciowego napięcia i prądu do postaci cyfrowej, po czym cyfrowe sygnały czasowe porównuje się w układzie różnicowym, i mnoży, w wyniku czego otrzymuje się chwilowe wartości mocy biernej.

Znany jest sposób pomiaru mocy czynnej, w którym wartości sygnałów proporcjonalnych do napięcia i prądu będącymi składowymi mocy mnoży się przez siebie w sposób ciągły w mnożniku analogowym. Otrzymany sygnał wyjściowy z mnożnika analogowego poddaje się filtracji i otrzymuje się sygnał mocy czynnej. Znany jest również sposób pomiaru mocy czynnej, w którym sygnały proporcjonalne do napięcia i prądu poddaje się próbkowaniu, a próbki z kolei przetwarza się na wartości cyfrowe a następnie mnoży się je przez siebie i sumuje by uzyskać wartość mocy czynnej chwilowej a dalej sumując otrzymuje się moc czynną średnią. Ponadto pierwszy sposób z uwagi na małe dokładności został uzupełniony o tzw. powierzchnię błędu mnożnika a drugi sposób wymaga stosowania przetworników analogowo-cyfrowych o dużej dokładności przetwarzania i został zrealizowany w układzie scalonym AD 7755.

Sposób pomiaru mocy elektrycznej biernej znany z polskiego zgłoszenia patentowego nr 386165, polega na tym, że sygnał w postaci iloczynu napięcia i prądu  $u_i(t)i_i(t)$  prostuje się w układzie prostownika jednopółkowego, w wyniku czego otrzymuje się sygnał proporcjonalny do wartości chwilowej mocy biernej  $q_i$ , który filtruje się i uśrednia w filtrze, przy czym uśredniona wartość sygnału jest wartością mocy biernej  $Q$ . W wariantcie rozwiązania sposób, polega również na tym, że na wartościach cyfrowych iloczynów napięcia i prądu  $u_i(t)i_i(t)$  w układzie mikroprocesorowym, wykonuje się operacje arytmetyczne na zbiorze cyfrowym  $\{u_i, i_i\}$  według wzoru  $Q_i = 0,5(u_i * i_i - |u_i * i_i|)$  i uzyskuje się wartości chwilowe mocy biernej  $q_i$ , które następnie sumuje się, a otrzymana suma jest wartością mierzonej mocy biernej  $Q$ .

Istota sposobu, według wynalazku, polega na tym, że mierzy się oddzielnie chwilowe wartości mocy i energii elektrycznej, przy czym moc i energię elektryczną mierzy się jako wejściową gdy iloczyn wartości chwilowych prądu i napięcia jest dodatni, natomiast energię elektryczną mierzy się jako powrotną gdy iloczyn chwilowych wartości prądu i napięcia jest ujemny, po czym sumuje się bezwzględne wartości mocy i energii wejściowej oraz powrotnej, których sumy są równe dostarczonej mocy i energii.

Korzystnym jest, gdy sumuje się bezwzględne wartości mocy i energii wejściowej oraz powrotnej, przy czym dostarczoną moc i dostarczoną energię, które są odpowiednio sumą mocy czynnej, energii czynnej oraz podwójnej wartości powrotnej mocy i powrotnej energii.

Sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych pozwala na prawidłowe rozliczenie mocy dostarczonej i odebranej przez użytkownika niezależnie od kształtu sygnału prądu i napięcia oraz jego stacjonarności lub niestacjonarności.

Przedmiot wynalazku objaśniony jest w przykładzie wykonania i na rysunku, który przedstawia schemat blokowy sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych.

#### Przykład 1

Sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych, w którym mierzy się chwilowe wartości napięcia i prądu proporcjonalne do mierzonych wartości napięcia i prądu, po czym mnoży się zmierzone chwilowe wartości napięcia i prądu, polega na tym, że mierzy się oddzielnie chwilowe wartości mocy i energii elektrycznej, przy czym moc i energię elektryczną mierzy się jako wejściową gdy iloczyn wartości chwilowych prądu i napięcia jest dodatni  $P_v$ ,  $E_v$ , natomiast energię elektryczną mierzy się jako powrotną gdy iloczyn chwilowych wartości prądu i napięcia jest ujemny  $P_R$ ,  $E_R$ , po czym sumuje się bezwzględne wartości mocy i energii wejściowej oraz powrotnej, których sumy są równe dostarczonej mocy i energii  $P_D$ ,  $E_D$ . Mierzone moce i energie powiązane są ze sobą poniższymi wzorami:

$$P_D = P_v + P_R \text{ i } E_D = E_v + E_R$$

Wartości mocy i równanie sumy  $P_D = P_v + P_R$  są zgodne dla wszystkich kształtów sygnałów, zniekształceń, zakłóceń i niestacjonarności sygnałów prądowego i napięciowego. Powoduje to zaniechanie obliczeń mocy z tzw. trójkąta mocy, który jest niewystarczającym modelem w przypadku przebiegów innych niż sinusoidalne.

Pomiar mocy dostarczonej  $P_D$  z sumy wejściowej  $P_v$  i mocy powrotnej  $P_R$  jest rozwiązaniem problemu trójkąta mocy dla sygnałów zniekształconych, odbiegających od sinusoidalnych poprzez oddzielne całkowanie w czasie mocy wejściowej  $P_v$  i oddzielne całkowanie mocy powrotnej  $P_R$  a następnie sumowanie mocy i energii jako mocy dostarczonej  $P_D$  i energii  $E_D$ , która zamyka bilans w węzle pomiarowym niezależnie od kształtu sygnału zwłaszcza prądowego.

#### Przykład 2

Sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych, przebiega jak w przykładzie pierwszym z tą różnicą, że mierzy się moc czynną, przy czym sumuje się bezwzględne wartości mocy i energii wejściowej oraz powrotnej, przy czym dostarczoną moc  $P_D$  i dostarczoną energię  $E_D$ , które są odpowiednio sumą mocy czynnej  $P$ , energii czynnej  $E$  oraz podwójnej wartości powrotnej mocy  $2P_R$  i powrotnej energii  $2E_R$ . Mierzone moce i energie powiązane są ze sobą poniższymi wzorami:

$$P_D = P + 2P_R, E_D = E + 2E_R$$

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru mocy i energii elektrycznej w sieciach energetycznych polegający na tym, że mierzy się chwilowe wartości napięcia i prądu proporcjonalne do mierzonych wartości napięcia i prądu, po czym mnoży się zmierzone chwilowe wartości napięcia i prądu, **znamienny tym**, że mierzy się oddzielnie chwilowe wartości mocy i energii elektrycznej, przy czym moc i energię elektryczną mierzy się jako wejściową gdy iloczyn wartości chwilowych prądu i napięcia jest dodatni ( $P_v$ ,  $E_v$ ), natomiast energię elektryczną mierzy się jako powrotną gdy iloczyn chwilowych wartości prądu i napięcia jest ujemny ( $P_R$ ,  $E_R$ ), po czym sumuje się bezwzględne wartości mocy i energii wejściowej oraz powrotnej, których sumy są równe dostarczonej mocy i energii ( $P_D$ ,  $E_D$ ).

2. Sposób, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sumuje się bezwzględne wartości mocy i energii wejściowej oraz powrotnej, przy czym dostarczoną moc (PD) i dostarczoną energię (ED), które są odpowiednio sumą mocy czynnej (P), energii czynnej (E) oraz podwójnej wartości powrotnej mocy (2Pr) i powrotnej energii (2Er).