

Mariusz ŻYCIAK

UNIWERSYTET ZIELONOGÓRSKI,
ul. prof. Z. Szafrana 2, 65-246 Zielona Góra

Algorytmy sprawdzania liczników energii elektrycznej

Mgr inż. Mariusz ŻYCIAK

W 2004 roku ukończył studia na Wydziale Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego. Obecnie pracuje w Instytucie Informatyki i Elektroniki na Wydziale Elektrotechniki Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zainteresowania naukowe koncentrują się w zakresie nowych standardów komunikacji bezprzewodowej oraz systemów mikroprocesorowych.



e-mail: m.zyciak@iie.uz.zgora.pl

Streszczenie

W artykule przedstawiono schemat blokowy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów oraz opisano algorytmy sprawdzania liczników energii elektrycznej. Przedstawiono dwie metody sprawdzania liczników energii elektrycznej, które są dobierane w zależności od parametrów punktu obciążenia licznika N_{Pi} .

Słowa kluczowe: licznik energii elektrycznej, stacja wzorcownicza, metody pomiarów sygnałów impulsowych.

Testing algorithms for electrical energy meters

Abstract

This paper describes a structure of the meter test station for electricity meter testing and algorithms checking electrical energy meters. The presented model (Fig. 1) consists of: a calibrator, electrical energy meters (under test), photo heads, a multiplexer with error calculator and a PC. The calibrator works as the high-accuracy programmable power supply. Electrical energy meters work as energy-to-frequency converters. The multiplexer with error calculator functions as a precise timer, pulse counter and error calculator for the given position k . Photo heads enable connection between the test station and energy meters with optical outputs. The multiplexer with error calculator computes the value of error percentage ε for energy meter L_k . The error percentage calculation (3) is based on the actual energy E_P and energy measured by the energy meter E_{Lk} . The paper describes the main algorithm (Fig. 2) and two testing algorithms for electrical energy meters. The first testing algorithm (Fig. 3) is based on the method of time measurement for the defined number of impulses. This algorithm is used for testing electrical energy meters with low frequency outputs (S0 standards). The second testing algorithm (Fig. 5) is based on the method of impulse counting in a defined period of time. This algorithm is used for testing electrical energy meters with high frequency outputs. The algorithms of the multi-position measurement station will be the foundation for future analysis of dynamic parameters and developing the software for the physical meter test station model.

Keywords: electrical energy meter, meter test station, methods of measuring impulse signals.

1. Wprowadzenie

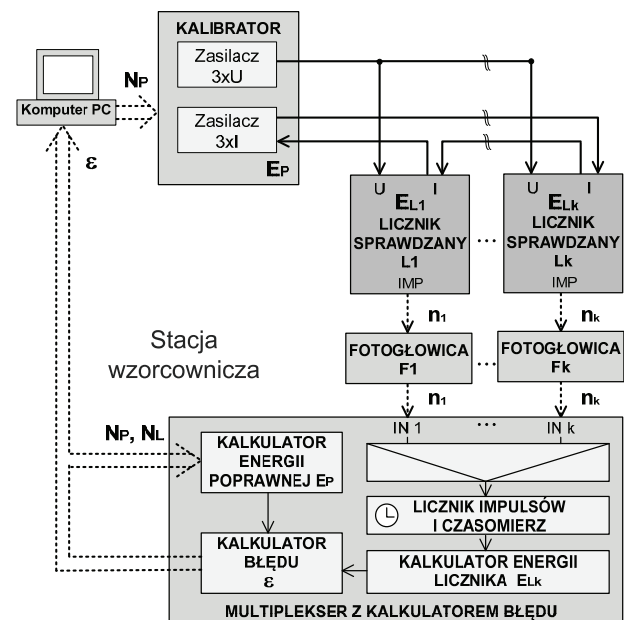
Liczniki energii elektrycznej [1] poddawane są procesowi sprawdzania dokładności pomiaru wartości energii elektrycznej [2, 3]. Podczas procesu sprawdzania dokładności licznika, dla danych punktów obciążenia N_{Pi} są określone w normach [3] graniczne wartości błędów ε procentowych przy określonych warunkach odniesienia. Znajomość parametrów punktu obciążenia N_{Pi} i parametrów sprawdzanego licznika N_{Lj} umożliwia dobór metody sprawdzania dokładności pomiaru energii. W celu sprawdzania liczników energii elektrycznej budowane są dedykowane systemy pomiarowe zwane inaczej stacjami wzorcowniczymi [5]. Ze względu na liczbę jednocześnie sprawdzanych liczników, stacje wzorcownicze są dzielone na jednostanowiskowe oraz wielostanowiskowe.

Zastosowanie odpowiedniego algorytmu sprawdzania liczników energii elektrycznej oraz stacji wzorcowniczej z multiplexserem i kalkulatorem błędów [4] umożliwiłoby optymalizację czasu sprawdzania liczników energii elektrycznej.

2. Stacja wzorcownicza z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów

Na rysunku 1 przedstawiono schemat blokowy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów, który składa się z takich bloków jak:

- komputera PC, który pełni funkcję zadajnika parametrów punktów obciążenia N_P , parametrów liczników sprawdzanych N_L dla kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów oraz funkcję prezentacji wyników badań,
- kalibrator, który realizuje funkcję programowalnego zasilacza pomiarowego dużej klasy dokładności;
- liczniki sprawdzane [6], oznaczone od L_1 do L_k , które pełnią funkcję przetwornika mierzonej energii E_{Lk} na częstotliwość generowanych impulsów n_k ; liczniki w zależności od typu są wyposażone w wyjścia impulsowe elektryczne lub optyczne; w przypadku liczników elektromechanicznych, które nie posiadają wbudowanego wyjścia impulsowego stosowane są głowice odbiorcze,
- głowice odbiorcze, oznaczone od F_1 do F_k , które realizują funkcję przetwornika fotoelektrycznego; głowice odbiorcze umożliwiają sprzęg stacji wzorcowniczej z licznikami wyposażonymi w optyczne wyjście impulsowe lub licznikami elektromechanicznymi nie posiadającymi wyjścia impulsowego,



Rys. 1. Schemat blokowy stacji wzorcowniczej z multiplexserem i kalkulatorem błędów

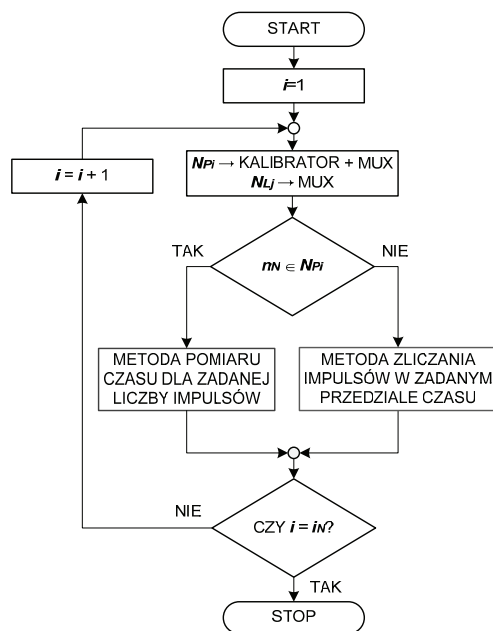
Fig. 1. Block diagram of the measurement station with a multiplexer and error calculator

- multiplexera z kalkulatorem błędów, który pełni funkcję licznika impulsów i czasomierza, oraz kalkulatora błędów ε dla danego obsługiwane stanowiska k ; multiplexer z kalkulatorem błędów posiada k wejść kontrolnych oraz jeden interfejs komunikacyjny w standardzie bezprzewodowym; multiplexer z kalkulatorem

błędu oblicza wartość błędu procentowego ε dla danego sprawdzanego licznika L_k na podstawie obliczonej wartości energii rzeczywistej E_p i wartości energii zmierzonej E_{Lk} przez licznik sprawdzany.

3. Metody pomiarów sygnałów impulsowych

Na rysunku 2 przedstawiono algorytm pracy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów.



Rys. 2. Algorytm pracy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów

Fig. 2. Algorithm for the measurement station with a multiplexer and error calculator

Przedstawiona stacja wzorcownicza (rys. 1) jest półautomatycznym systemem pomiarowym. Operator stacji ustala parametry dla i_N punktów obciążenia N_{pi} (1) licznika oraz parametry licznika sprawdzanego N_{Lj} (2),

$$N_p = \sum_{i=1}^{i_N} N_{pi} \quad (1)$$

$$N_{pi} \in \{N_{Ui}; N_{Ii}; N_{\varphi i}; N_{fi}; (n_N \vee t_N)\}$$

a następnie inicjalizuje proces sprawdzania. Dalej proces sprawdzania liczników energii elektrycznej jest realizowany w sposób automatyczny.

$$N_L = \sum_{j=1}^k N_{Lj} \quad (2)$$

$$N_{Lj} \in \{N_{Ub}; N_{Ib}; N_{Imax}; N_{f}; c\}$$

Komputer klasy PC przesyła za pośrednictwem łącza bezprzewodowego parametry nastawy dla pierwszego punktu obciążenia N_{p1} do kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów. Parametrami, które definiują punkt obciążenia N_{pi} są:

- nastawa wartości napięcia N_{Ui} ,
- nastawa wartości prądu N_{Ii} ,
- nastawa wartości współczynnika mocy $N_{\varphi i}$,
- nastawa wartości częstotliwości N_{fi} ,
- nastawa zadanej liczby impulsów n_N lub nastawa zadanej przedziału czasu t_N .

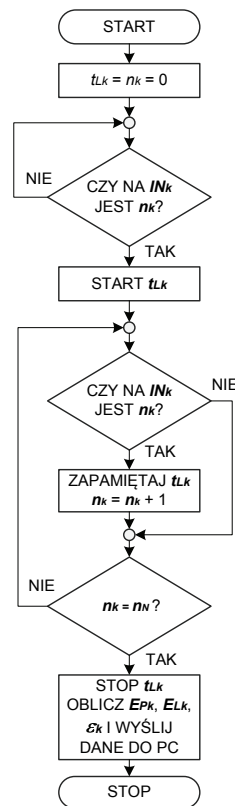
Dodatkowo z komputera do multiplexera z kalkulatorem błędów przesyłane są parametry k sprawdzanych liczników N_{Lj} , są to:

- nastawa wartości napięcia znamionowego licznika N_{Ub} ,
- nastawa wartości prądu znamionowego licznika N_{Ib} ,
- nastawa wartości prądu maksymalnego licznika N_{Imax} ,
- nastawa wartości stałej licznika c

Kalibrator ustawia na swoich wyjściach zadane wartości zdefiniowane dla pierwszego punktu obciążenia. Na podstawie wcześniej otrzymanych parametrów punktu obciążenia multiplexer z kalkulatorem błędów wyznacza wartość rzeczywistej energii E_p i ustala wybór metody pomiarowej. W przypadku, gdy dla danego punktu obciążenia N_{pi} zadana jest liczba impulsów n_N liczniki energii elektrycznej sprawdzane są według metody pomiaru czasu dla zadanej liczby impulsów. W przeciwnym wypadku kiedy w punkcie obciążenia N_{pi} zdefiniowana jest wartość przedziału czasu t_N sprawdzanie liczników realizowane jest według metody zliczania impulsów w zadanym przedziale czasu. Proces sprawdzania liczników energii elektrycznej zostanie zakończony po wykonaniu pomiarów dla i_N punktów obciążenia.

3.1. Metoda pomiaru czasu dla zadanej liczby impulsów

Na rysunku 3 przedstawiono algorytm sprawdzania liczników energii elektrycznej metodą pomiaru czasu dla zadanej liczby impulsów.



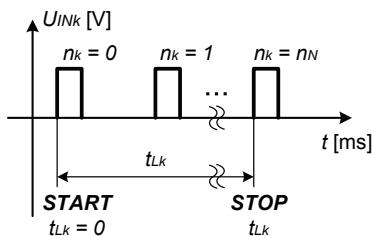
Rys. 3. Algorytm sprawdzania liczników energii elektrycznej metodą pomiaru czasu dla zadanej liczby impulsów

Fig. 3. Testing algorithm for electrical energy meters for the method of time measurement for a defined number of impulses

Przed rozpoczęciem procedury sprawdzania liczników energii elektrycznej, w multiplexersze z kalkulatorem błędów, stan licznika impulsów i wartość czasomierza dla danego kanału INk jest zerowana. Po otrzymaniu pierwszego impulsu (rysunek 4) na wejściu multiplexera INk , uruchamiany jest czasomierz t_{Lk} oraz licznik impulsów n_k dla danego kanału k . Każdy następny pojawiający się impuls zwiększa wartość licznika impulsów n_k o jeden oraz wartość odmierzanego czasu t_{Lk} , która jest zapamiętywana w pamięci

multipleksera z kalkulatorem błędów. W przypadku kiedy wartość licznika impulsów n_k i zadana wartość impulsów n_N jest sobie równa, licznik czasu t_{Lk} i licznik impulsów n_k dla danego k -tego kanału zostaje zatrzymany. W następnym etapie zostaje wyznaczona wartość energii licznika E_{Lk} oraz wartość błędów ε_k (3) dla danego k -tego sprawdzanego licznika.

$$\varepsilon_k = \frac{E_{Lk} - E_p}{E_p} \cdot 100 \quad (3)$$

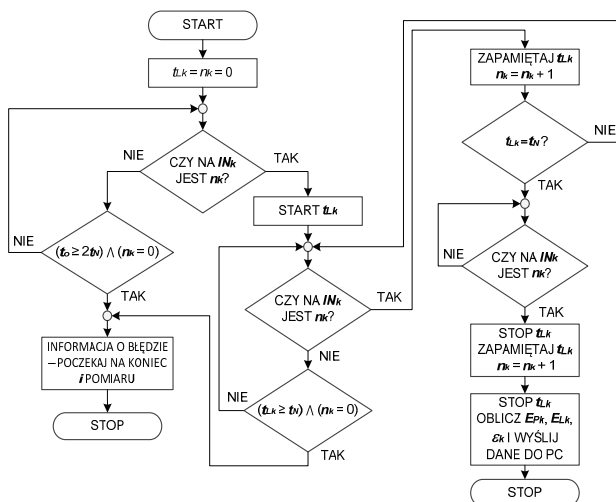


Rys. 4. Wykres zależności $U_{INk} = f(t)$ dla metody pomiaru czasu dla zadanej liczby impulsów

Fig. 4. Relationship $U_{INk} = f(t)$ for the method of time measurement for a defined number of impulses

4. Metoda zliczania impulsów w zadanym przedziale czasu

Na rysunku 5 przedstawiono algorytm sprawdzania liczników energii elektrycznej metodą zliczania impulsów w zadanym przedziale czasu.

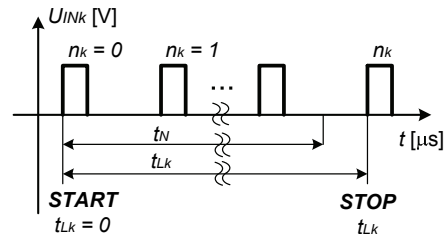


Rys. 5. Algorytm sprawdzania liczników energii elektrycznej metodą zliczania impulsów w zadanym przedziale czasu.

Fig. 5. Testing algorithm for electrical energy meters for the method of impulse counting in a defined period of time

Po przesłaniu parametrów i -tego punktu obciążenia, do multipleksera z kalkulatorem błędów, wartość licznika impulsów oraz wartość czasomierza dla danego k -tego wejścia multipleksera jest zerowana. Po zarejestrowaniu pierwszego impulsu na INk wejściu multipleksera zostaje uruchomiony czasomierz t_{Lk} i licznik impulsów n_k . Pojawienie się następnego impulsu na wejściu INk powoduje inkrementację licznika impulsów n_k . Przy każdym zliczaniu impulsów porównywana jest wartość czasomierza t_{Lk} z wartością zadaną czasu t_N . W przypadku kiedy $t_{Lk} = t_N$ nastąpiło w momencie zarejestrowania impulsu na wejściu INk , wtedy czasomierz

t_{Lk} i licznik impulsów zostają zatrzymane a ich wartości zapamiętane. W drugim przypadku, kiedy warunek $t_{Lk} = t_N$ wystąpił w momencie pomiędzy wystąpieniem zliczanych impulsów, czasomierz t_{Lk} nie zostaje zatrzymany i odmierza czas do momentu wystąpienia następnego impulsu n_k (rys. 6). Po zakończonym procesie pomiarowym następuje wyznaczenie wartości energii k -tego sprawdzanego licznika E_{Lk} i obliczenie wartości błędów ε_k (3).



Rys. 6. Wykres zależności $U_{INk} = f(t)$ dla metody zliczania impulsów w zadanym przedziale czasu

Fig. 6. Relationship $U_{INk} = f(t)$ for the method of impulse counting in a defined period of time

W sytuacji awaryjnej kiedy na wejściu INk nie pojawiają się impulsy n_k a wartość czasu mierzona przy pomocy czasomierza t_{Lk} przekroczyła wartość czasu zadaną t_N , czasomierz t_{Lk} zostaje zatrzymany, a system pomiarowy informuje użytkownika o problemie z k -tym sprawdzanym licznikiem energii elektrycznej.

5. Wnioski

W artykule zostały przedstawione dwa algorytmy opisujące metody sprawdzania liczników energii elektrycznej. Metoda pomiaru czasu dla zadanej liczby impulsów jest najczęściej stosowana dla sprawdzania liczników energii elektrycznej wyposażonych w wyjście impulsowe niskoczęstotliwościowe. Druga z metod polegająca na zliczaniu impulsów w zadanym przedziale czasu jest najczęściej stosowana dla sprawdzania liczników z wyjściem wysokoczęstotliwościowym.

Opracowanie algorytmów pracy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multipleksera z kalkulatorem błędów jest podstawą do opracowania oprogramowania dla modelu fizycznego stacji wzorcowniczej i do przeprowadzenia badań mających na celu analizę i weryfikację parametrów dynamicznych.

6. Literatura

- [1] Chwaleba A., Poniński M., Siedlicki A.: Metrologia Elektryczna, WNT, Warszawa 1998.
- [2] Polska Norma PN-EN 62053-11 Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) Wymagania szczegółowe. Część 11: Liczniki elektromechaniczne energii czynnej (klas 0,5, 1 i 2).
- [3] Polska Norma PN-EN 61358 Kontrola odbiorcza liczników statycznych energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego przyłączanych bezpośrednio (klasy 1 i 2).
- [4] Życiak M.: Stacja wzorcownicza do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem multipleksera z kalkulatorem błędów, PAK Warszawa 2007.
- [5] Życiak M.: Badania symulacyjne stacji wzorcowniczej do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem multipleksera z kalkulatorem błędów, PAK, Warszawa 2009.
- [6] Polska Norma PN-EN 62052-11 Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) Wymagania ogólne, badania i warunki badań. Część 11: Urządzenia do pomiarów.