

Mariusz ŻYCIAK, Bartosz JAKUBSKI

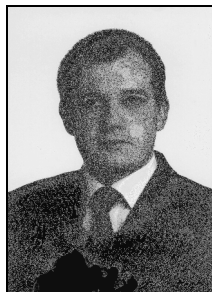
UNIwersytet Zielonogórski, Instytut Informatyki i Elektroniki

Badania symulacyjne stacji wzorcowniczej do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem multipleksera z kalkulatorem błędów

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



mgr inż. Bartosz Jakubski

Urodzony w 1979 roku. Ukończył kierunek Elektrotechnika w ramach Zintegrowanych Studiów Uniwersytetu Zielonogórskiego i Fachhochschule Giessen-Friedberg w Niemczech w 2003 roku. Od 2004 jest asystentem w Instytucie Informatyki i Elektroniki na Uniwersytecie Zielonogórskim. Interesuje się cyfrowym przetwarzaniem sygnałów i zastosowaniami procesorów sygnałowych.

e-mail: b.jakubski@iie.uz.zgora.pl



Streszczenie

W artykule przedstawiono strukturę stacji wzorcowniczej do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem kalibratora i multipleksa z kalkulatorem błędów. Opisano algorytm działania i model symulacyjny stacji wzorcowniczej. W wyniku symulacji otrzymano wykres zależności czasu testowania liczników od liczby sprawdzanych liczników i liczby zliczanych impulsów dla danego punktu obciążenia.

Słowa kluczowe: Licznik energii elektrycznej, stacja wzorcownicza, kalibrator.

Simulating testing of the test station for electricity meters testing with multiplexer and error calculator

Abstract

This paper presents structure of meter test station for electricity meter testing. The test station includes calibrator and multiplexer with error calculator. The article describes algorithm and simulation model of meter test station for electricity meter testing. The result of simulation is the diagram of testing time versus number of electricity meters and number of impulses for set point of load.

Keywords: Electrical energy meter, meter test station, calibrator.

1. Wstęp

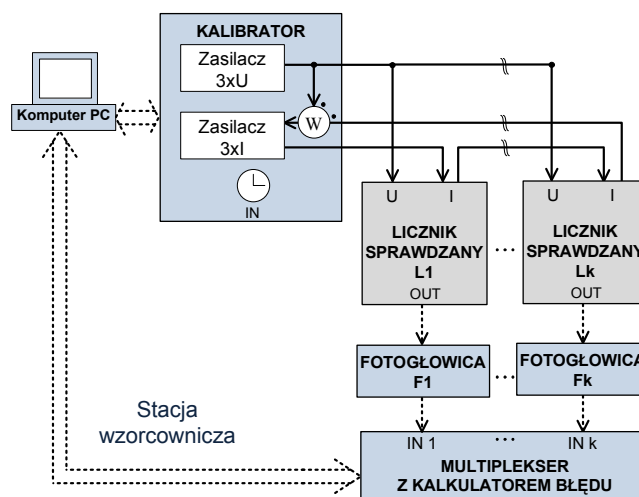
Liczniki energii elektrycznej [1] poddawane są procesowi sprawdzania dokładności pomiaru wartości energii elektrycznej [2, 3]. Podczas procesu sprawdzania dokładności licznika, dla danych punktów obciążenia są określone w normach [3] graniczne wartości błędów procentowych przy określonych warunkach odniesienia. 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 jedno- i wielostanowiskowe.

Zastosowanie stacji wzorcowniczej do testowania liczników energii elektrycznej z multiplekserem i kalkulatorem błędów [4] umożliwiłoby zwiększenie liczby stanowisk jedno- i wielostanowiskowej stacji wzorcowniczej.

2. Stacja wzorcownicza z zastosowaniem multipleksa z kalkulatorem błędów

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

- kalibrator, który pełni funkcję programowalnego zasilacza pomiarowego dużej klasy dokładności; wbudowany zasilacz pomiarowy umożliwia nastawę wartości napięcia, prądu oraz współczynnika mocy z dużą rozdzielczością,



Rys. 1. Schemat blokowy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multipleksa z kalkulatorem błędów

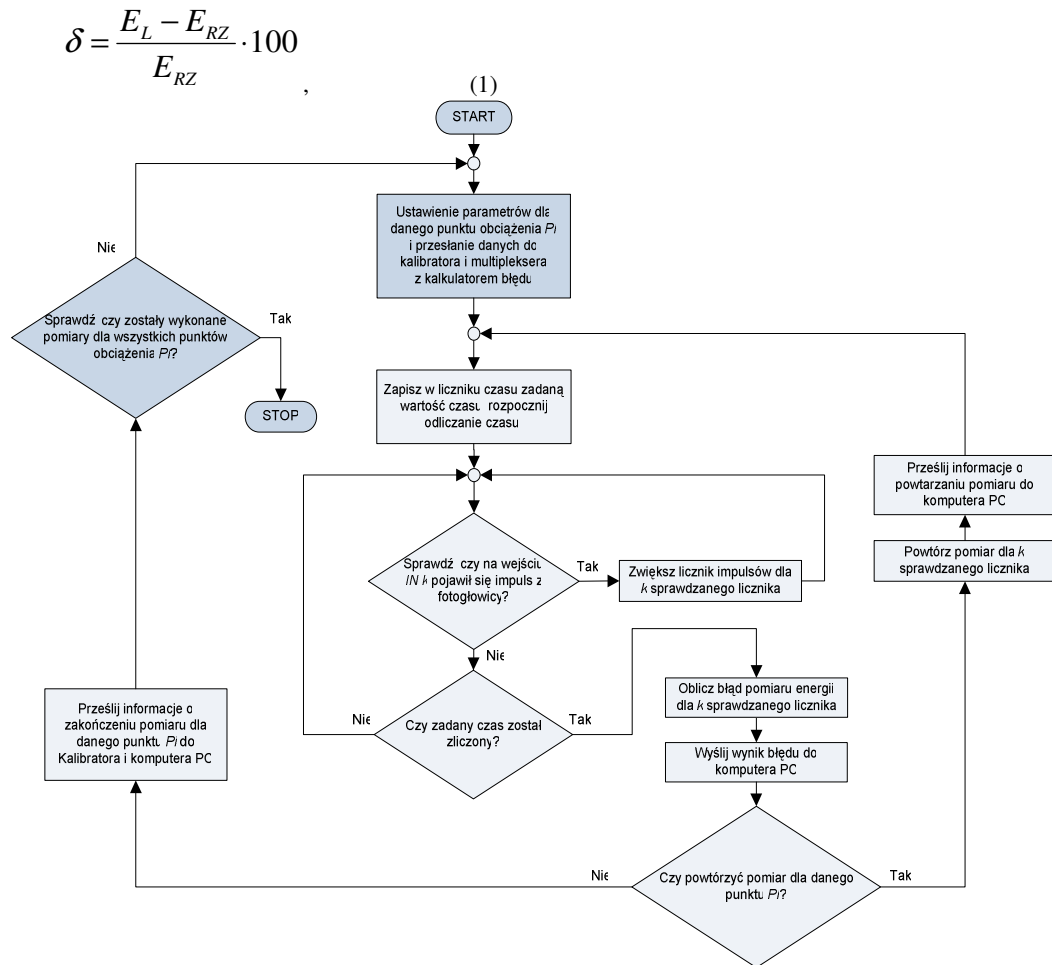
Fig. 1. Block scheme of measurement station with multiplexer and error calculator

- liczniki sprawdzane, oznaczone od $L1$ do Lk , które pełnią funkcję przetwornika mierzonej energii na częstotliwość generowanych impulsów; 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 $F1$ do Fk , 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,

- multipleksa z kalkulatorem błędów, który pełni funkcję precyzyjnego czasomierza, licznika impulsów oraz kalkulatora błędów dla danego obsługiwanego stanowiska k ; multipleks z kalkulatorem błędów posiada k wejść kontrolnych oraz jeden interfejs komunikacyjny w standardzie bezprzewodowym; multipleks z kalkulatorem błędów oblicza wartość błędów procentowych $\delta(1)$ dla danego sprawdzanego licznika Lk na podstawie obliczonej wartości energii rzeczywistej E_{RZ} i wartości energii zmierzonej E_L przez licznik sprawdzany,

- komputera klasy PC, który pełni funkcję zadajnika parametrów punktów obciążenia dla kalibratora i prezentacji wyników badań. W stacjach wzorcowniczych z zastosowaniem kalibratora, błąd procentowy $\delta(1)$ obliczany jest na podstawie wartości energii rzeczywistej E_{RZ} i energii zmierzonej przez licznik sprawdzany E_L . Wartość energii rzeczywistej obliczana jest dla danych parametrów punktu obciążenia.



Rys. 2. Algorytm pracy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów
Fig. 2. Tytuł rysunku w języku angielskim

Wartość energii wskazanej przez licznik obliczana jest na podstawie zadanej liczby impulsów n , zliczonych w zmierzonym przedziale czasu (od t_2 do t_1) i stałej sprawdzanego licznika c_L .

3. Algorytm pracy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów

Na rysunku 2 przedstawiono algorytm pracy stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów. Algorytm opisuje metodę pomiarową zliczania impulsów w zadanym przedziale czasu, która jest stosowana dla liczników z wyjściem wysokoczęstotliwościowym.

Przedstawiona stacja wzorcownicza (rys.1) jest półautomatycznym systemem pomiarowym. Operator stacji ustala parametry punktów obciążenia P_i licznika i inicjalizuje proces sprawdzania. Dalej proces ten realizowany jest automatycznie. Komputer za pośrednictwem bezprzewodowego interfejsu przesyła dane do kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów. Kalibrator ustawia na swoich wyjściach odpowiednie wartości napięcia, prądu oraz współczynnika mocy. Na podstawie wcześniej otrzymanych parametrów punktu obciążenia multiplexer z kalkulatorem błędów wyznacza wartość rzeczywistą energii E_{RZ} . Po otrzymaniu pierwszego impulsu z k -tego wejścia kontrolnego w multiplexersze z kalkulatorem błędów uruchamiany jest czasomierz. Następne pojawiające się impulsy elektryczne na wejściach kontrolnych są odpowiednio zliczane w przyporządkowanych dla danego kanału pomiarowego licznikach. Każdemu zliczonemu impulsowi przypisana jest odpowiednia wartość czasu zliczana w czasomierzu. Multiplexer z kalkulatorem błędów, po zakończeniu zliczania zadanego przez komputer klasy PC przedziału czasu dla danego k -tego sprawdzanego licznika, oblicza wartości przedziałów czasowych dla występujących po sobie impulsów. Na podstawie danych i wyników pomiarów multiplexer z kalkulatorem błędów oblicza

wartość energii E_L jaką zmierzył k -ty sprawdzany licznik. Następnie obliczona wartość błędów procentowych δ dla tego licznika jest wysyłana do komputera klasy PC. Po zebraniu wartości błędów procentowych dla wszystkich sprawdzanych liczników, komputer określa czy wszystkie wartości błędów procentowych mieszczą się w zadanym przedziale. W przypadku, gdy choć jedna z obliczonych wartości błędów przekracza dopuszczalną wartość błędów, to system informuje, który ze sprawdzanych liczników nie mieści się w swojej klasie. Jeżeli wszystkie wartości błędów procentowych mieszczą się w danym zakresie, to kontynuowany jest proces sprawdzania liczników dla kolejnego punktu obciążenia P_i .

4. Model symulacyjny i wyniki symulacji stacji wzorcowniczej

Na rysunku 3 przedstawiono model symulacyjny stacji wzorcowniczej z zastosowaniem kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów dla dwóch badanych liczników. Bloki występujące w modelu symulacyjnym (rys.1) opisano równaniami odwzorowującymi właściwości dynamiczne poszczególnych jego członów. Sygnałem wymuszającym $Step$ użytym w modelu symulacyjnym był skok jednostkowy.

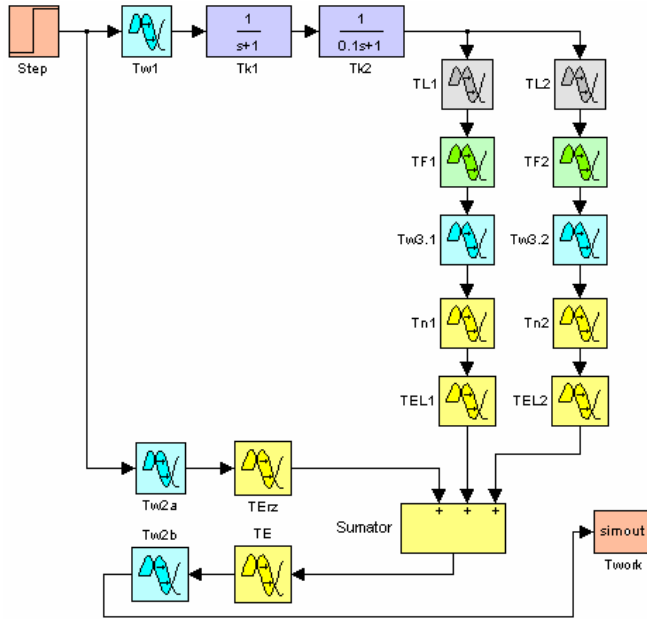
Bloki łącza bezprzewodowego $Tw1$ (2), $Tw2a$ (3), $Tw2b$ (4), $Tw3.k$ (5) (gdzie k jest numerem licznika sprawdzanego) opisano jako człon opóźniający.

$$G(s) = e^{-s \cdot Tw1} = e^{-(0,00348) \cdot s} \quad (2)$$

gdzie: $Tw1$ – wartość określająca czas transmisji danych, z komputera klasy PC do kalibratora, zawierających nastawę kalibratora dla danego punktu obciążenia P_i .

$$G(s) = e^{-s \cdot Tw2a} = e^{-(0,00348 + 0,000696 \cdot k + 0,000625) \cdot s} \quad (3)$$

gdzie: $Tw2a$ – wartość określająca czas transmisji danych, z komputera klasy PC do multiplexera z kalkulatorem błęd, zawierających nastawę dla danego punktu obciążenia P_i .



Rys. 3. Model symulacyjny stacji wzorcowniczej
Fig. 3. Simulation model of measurement station

$$G(s) = e^{-sTw2b} = e^{-(0,00696 \cdot k) \cdot s}, \quad (4)$$

gdzie: $Tw2b$ – wartość określająca czas transmisji danych, z multiplexera z kalkulatorem błęd do komputera klasy PC, zawierających wartości obliczonych energii E_{RZ} i E_L oraz wartości błęd δ

$$G(s) = e^{-sTw3.k} = e^{-(0,00021) \cdot s}, \quad (5)$$

gdzie: $Tw3.k$ – wartość określająca czas transmisji danych z k -tej fotogłowicy do multiplexera z kalkulatorem błęd.

Blok kalibratora $Tk1, Tk2$ (6) opisano jako człon inercyjny drugiego rzędu [5].

$$G(s) = \frac{1}{(T_{k1} \cdot s + 1)(T_{k2} \cdot s + 1)} = \frac{1}{(s + 1)(0,1s + 1)}, \quad (6)$$

gdzie: $Tk1, Tk2$ – stałe czasowe kalibratora

Blok licznika sprawdzanego TLk (7) (gdzie k jest numerem licznika sprawdzanego) opisano jako człon opóźniający.

$$G(s) = e^{-sTLk} = e^{-\left(\frac{1}{f_{out}} \cdot c\right) \cdot s}, \quad (7)$$

gdzie: TLk – wartość określająca czas wystąpienia pierwszego impulsu na wyjściu k -tego licznika energii elektrycznej; wartość TLk jest zależna od stałej c i częstotliwości występowania impulsów na wyjściu k -tego licznika energii elektrycznej.

Blok fotogłowicy TFk (8) (gdzie k jest numerem licznika sprawdzanego) opisano jako człon opóźniający.

$$G(s) = e^{-sTFk} = e^{-(0,00001) \cdot s}, \quad (8)$$

gdzie: TFk – stała fotogłowicy.

Blok multiplexera z kalkulatorem błędów podzielono na: k bloków liczników impulsów i czasomierzy Tnk (9); k bloków kalkulatorów wartości energii mierzonej przez k -ty licznik sprawdzany $TELk$ (10); blok kalkulatora wartości energii rzeczywistej $TERz$ (11); blok kalkulatora błęd TE (12). Wymienione bloki opisano jako człony opóźniające.

$$G(s) = e^{-sTnk} = e^{-\left(n \cdot \frac{1}{f_{out}} + \frac{1}{f_{min,mux}}\right) \cdot s}, \quad (9)$$

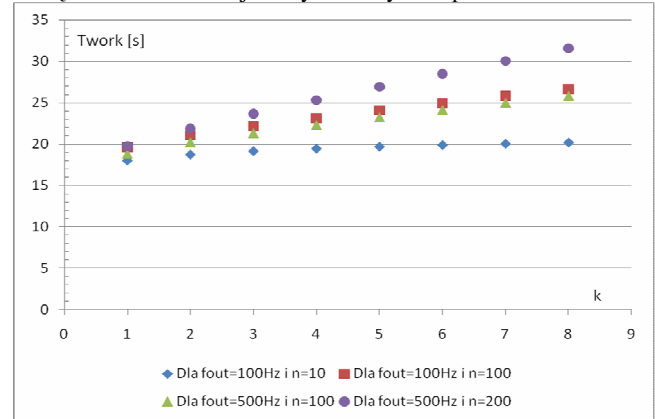
gdzie: Tnk – wartość określająca czas, w którym zliczono n impulsów dla k -tego licznika sprawdzanego; wartość Tnk jest zależna od wartości częstotliwości f_{out} występowania impulsów na wyjściu k -tego licznika sprawdzanego, minimalnej wartości częstotliwości pracy multiplexera $f_{min,mux}$ i liczby impulsów zliczanych n .

$$G(s) = e^{-sTELk} = e^{-sTERz} = e^{-(0,0000625) \cdot s}, \quad (10) (11)$$

$$G(s) = e^{-sTE} = e^{-(0,000125) \cdot s}, \quad (12)$$

gdzie: $TELk, TERz, TE$ – stałe czasowe kalkulatorów.

Celem symulacji komputerowej było zbadanie wpływu liczby sprawdzanych liczników k na wartość określającą czas trwania procesu sprawdzenia k liczników $Twork$ dla zadanych punktów obciążenia P_i i dla danej liczby zliczanych impulsów n



Rys. 4. Wykres zależności $Twork = f(k)$

Fig. 4. Relationship $Twork = f(k)$

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki symulacji komputerowej dla dwóch punktów obciążenia P_i (dla $f_{out}=100\text{Hz}$ i $f_{out}=500\text{Hz}$).

5. Podsumowanie

W artykule została przedstawiona struktura stacji wzorcowniczej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błęd, która umożliwia rozbudowę jednostanowiskowej stacji wzorcowniczej. Na podstawie parametrów dynamicznych i algorytmu został opracowany model symulacyjny stacji wzorcowniczej. Wynikiem symulacji komputerowej jest zależność czasu $Twork$ sprawdzania k liczników w zależności od liczby sprawdzanych liczników k . Zwiększenie liczby sprawdzanych liczników powoduje wydłużenie czasu sprawdzania liczników. Czas sprawdzania 8 liczników, z zastosowaniem stacji wzorcowniczej z multiplexserem i kalkulatorem błęd (czas $Twork=32\text{s}$ dla $f_{out}=500\text{Hz}$ i $n=200$) jest o 5 razy krótszy niż w przypadku, gdy zastosujemy jednostanowiskową stację wzorcowniczą z kalibratorem (czas $Twork=150\text{s}$ dla $f_{out}=500\text{Hz}$ i $n=200$). Opracowany model symulacyjny wielostanowiskowej stacji wzorcowniczej, jest podstawą do przeprowadzenia dalszych analiz parametrów dynamicznych.

6. Literatura

- [1] A.Chwaleba, M.Poniński, A.Siedlicki, 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] PAK, M.Życiak, Stacja wzorcownicza do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów, Warszawa 2007
- [5] J. Szmytkiewicz, Analiza możliwości poprawy parametrów metrologicznych uniwersalnego kalibratora napięć i prądów stałych i przemiennych, Rozprawa doktorska, Zielona Góra, 2000.