

Przenośna automatyczna trójfazowa stacja wzorcownicza

dr hab. inż. Andrzej OLENCKI, prof. UZ

Projektant urządzeń elektronicznych w zakładach Lumel 1977-89, Inmel 1989-90 i Calmet od 1990. Studia (Bydgoszcz, Charków 1972-77), doktorat (Wrocław 1984-86), habilitacja (Kijów 1989-91). Od 1991 profesor Instytutu Informatyki i Elektroniki oraz kierownik Zakładu Elektroniki i Układów Mikroprocesorowych. Zainteresowania to odtwarzanie i pomiar wielkości elektroenergetycznych.

e-mail: A.Olencki@iie.uz.zgora.pl



dr inż. Jan SZMYTKIEWICZ

Adiunkt w Instytucie Informatyki i Elektroniki, a wcześniej pracownik działu rozwoju zakładów Lumel, Inmel i Calmet. Jest współautorem kilkunastu wdrożonych do produkcji kalibratorów uniwersalnych napięć i prądów stałych i przemiennych (ang. multifunction calibrator), kalibratorów sygnałów przemysłowych, termoelektrycznych, termorezystancyjnych oraz kalibratorów mocy jedno i trójfazowych. Szczególnym obszarem zainteresowań jest cyfrowa adiustacja przyrządów pomiarowych.



e-mail: J.Szmytkiewicz@iie.uz.zgora.pl

Streszczenie

Opisano aktualny stan i wymagania w zakresie stacji wzorcowniczych do sprawdzania dokładności liczników energii elektrycznej. Przedstawiono koncepcję przenośnej i automatycznej jedno stanowiskowej trójfazowej stacji wzorcowniczej dla potrzeb sprawdzania liczników na obiekcie, w tym schemat blokowy stacji i algorytm automatycznej procedury sprawdzania licznika z uwzględnieniem statystycznej obróbki wyników pomiarów.

Abstract

Actual state and requirements for Meter Test Stations used for accuracy of the electrical energy meters verification are described. Idea of the portable and automatic, three phase Meter Test Station for one measurement place is presented, includes block scheme of the station and algorithm of automatic checking of energy meter with statistics of measurement results.

Słowa kluczowe: stacja wzorcownicza, sprawdzanie liczników energii.

Keywords: meter test stations, energy meters testing.

1. Wstęp

Automatyzacja sprawdzania dokładności liczników energii elektrycznej jest szczególnie istotna z następujących powodów:

- masowości stosowania liczników – liczniki energii elektrycznej są najbardziej liczną grupą narzędzi pomiarowych wielkości elektrycznych,
- dużej częstości badania liczników – wskazania liczników stanowią podstawę rozliczeń finansowych między dostawcą i odbiorcą energii,
- długiego czasu badania licznika – wskazania licznika są zależne od iloczynu mocy i czasu (czynnik czas istotnie ogranicza możliwość skrócenia czasu pomiaru błędu licznika).

Z tych powodów automatyzacja sprawdzania dokładności wskazań liczników energii elektrycznej osiągnęła wysoki poziom – od wielu lat są stosowane stacje wzorcownicze (ang. Meter Test Stations, Meter Test Benches) [1, 2, 3, 12] - zautomatyzowane systemy pomiarowe przeznaczone do wielostanowiskowego sprawdzania dokładności liczników poza obiektem.

Wielostanowiskowe stacje wzorcownicze są efektywne ekonomicznie w przypadku sprawdzania dużej liczby liczników jednego typu. Zwiększanie asortymentu liczników oraz zwiększanie udziału liczników elektronicznych, które nie wymagają długoczasowego wstępnego wygrzewania, powoduje spadek efektywności stosowania wielostanowiskowych stacji wzorcowniczych. W związku z tym, w ostatnich latach, pojawiły się jedno stanowiskowe stacje wzorcownicze [4, 5] w wykonaniu stacjonarnym [6] i przenośnym [7]. Przy stosowaniu stacjonarnych stacji wzorcowniczych badany licznik jest odłączany od sieci i powinien być transportowany z obiektu do licznikowi. Przy stosowaniu przenośnych stacji wzorcowniczych badany licznik jest odłączany od sieci i może być sprawdzany na obiekcie. Artykuł prezentuje koncepcję pierwszej krajowej przenośnej automatycznej trójfazowej stacji wzorcowniczej typu C300 [8] z oprogramowaniem *Calpro 300*, umożliwiającą sprawdzanie licznika na obiekcie we wszystkich określonych normami punktach pomiarowych.

2. Wymagania na stacje wzorcownicze

Procedura sprawdzania dokładności wskazań liczników energii elektrycznej jest szczegółowo opisana w kolejnych dokumentach [9, 10, 11] oraz w [12], które tym samym ustalają następujące wymagania metrologiczne na stacje wzorcownicze:

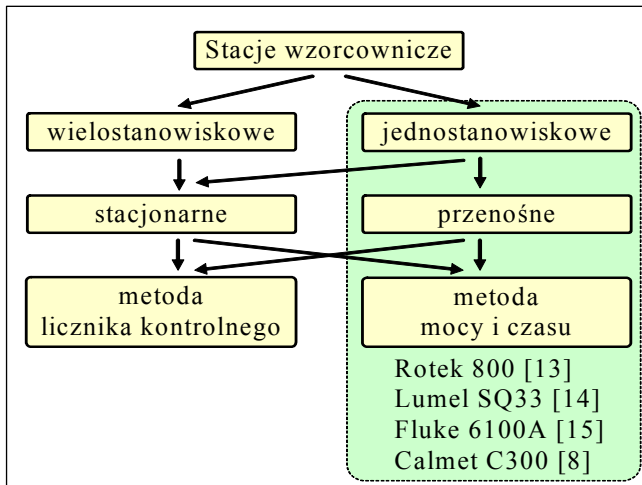
- należy stosować jedną z dwóch metod wyznaczania błędów wskazań liczników [10, 12]:
 - metodę mocy i czasu (power x time measurement method, wattmeter method),
 - metodę licznika kontrolnego (energy comparison method, standard meter method),
- tolerancja napięcia poniżej $\pm 0,5\%$ [11],
- tolerancja częstotliwości poniżej $\pm 0,2\%$ [11],
- kształt napięć i prądów sinusoidalny z $THD \leq 2\%$ [10],
- niesymetria napięć trójfazowych poniżej $\pm 0,5\%$ [11],
- niesymetria prądów trójfazowych poniżej $\pm 1\%$ [11],
- niesymetria kątów fazowych poniżej $\pm 2^\circ$ [11],
- zakres napięć, prądów i kątów fazowych powinien pokrywać wymagany zakres nastaw punktów obciążenia [11, 12],
- powtarzalność wyników pomiarów z odchyleniem standardowym poniżej $0,01\%$ [12].

3. Klasyfikacja stacji wzorcowniczych

Na rys.1 przedstawiono podział klasyfikacyjny stacji wzorcowniczych. Wielostanowiskowe stacje wzorcownicze wykonywane są tylko w wersji stacjonarnej. W stacjach tych początkowo stosowano metodę mocy i czasu, ale od pewnego czasu w wielostanowiskowych stacjach wzorcowniczych stosowana jest już tylko metoda licznika kontrolnego.

Jednostanowiskowe stacje wzorcownicze są wykonywane w wersji stacjonarnej i przenośnej z zastosowaniem zarówno metody licznika kontrolnego, jak i metody mocy i czasu. Jednostanowiskowe stacje wzorcownicze z zastosowaniem metody licznika kontrolnego są specjalnym, uproszczonym wykonaniem stacji wielostanowiskowej, dlatego są oferowane głównie przez dotychczasowych producentów wielostanowiskowych stacji wzorcowniczych.

Jednostanowiskowe stacje wzorcownicze z zastosowaniem metody mocy i czasu są oferowane głównie przez producentów kalibratorów, tych, którzy opanowali technologie produkcji trójfazowych kalibratorów mocy – precyzyjnych źródeł napięć i prądów przemiennych o precyzyjnie nastawianych kątach przesunięć fazowych i które dodatkowo wyposażono w funkcje sprawdzania liczników energii – tzw. kalibratory mocy i energii. Pierwsze trójfazowe kalibratory mocy i energii pojawiły się na przełomie lat 1980/90 w USA [13] i Polsce [14], najnowsze trójfazowe kalibratory mocy i energii typu 6100A [15] firmy Fluke i typu C300 [8] firmy Calmet są już automatycznymi stacjami wzorcowniczymi.

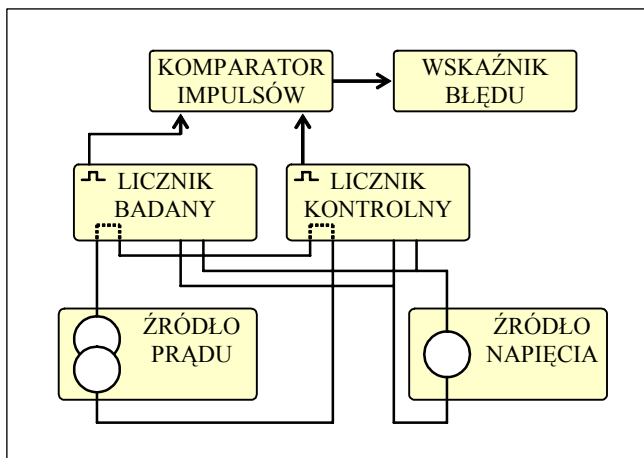


Rys. 1. Klasyfikacja stacji wzorcowniczych
Fig. 1. Classification of the Meter Test Benches

4. Struktura stacji wzorcowniczej

Typowa stacja wzorcownicza (rys.2) składa się z trzech niezależnych urządzeń:

- zasilacza pomiarowego złożonego ze źródła napięcia i źródła prądu,
- licznika kontrolnego,
- urządzenia do zliczania impulsów z obu liczników, porównywania ich liczby, obliczania i wyświetlania błędu (komparator impulsów i wskaźnik błędu).



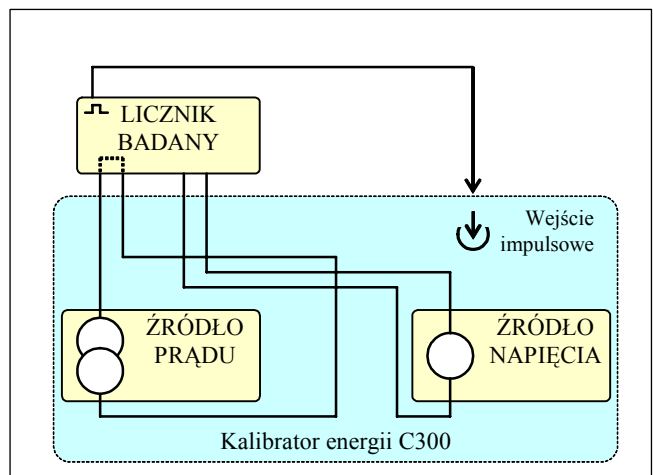
Rys. 2. Schemat typowej stacji wzorcowniczej z licznikiem kontrolnym
Fig. 2. A typical energy meter test station with reference meter

W strukturze tej stosowana jest metoda licznika kontrolnego i kalibrator mocy może być zastosowany tylko jako zasilacz pomiarowy. Do realizacji takiej struktury są preferowane ekonomiczne kalibratory serii C200/C233 [16] a funkcje licznika kontrolnego, komparatora impulsów i wskaźnika błędu mogą być realizowane przez zastosowanie testera liczników typu Calport 100 [17].

Zastosowanie kalibratora energii [8,13,14,15] eliminuje potrzebę stosowania komparatora impulsów ze wskaźnikiem błędu i licznika kontrolnego ponieważ funkcje tych bloków są realizowane przez kalibrator i struktura stacji wzorcowniczej przyjmuje postać przedstawioną na rys.3. W strukturze tej stosowana jest metoda mocy i czasu i kalibrator mocy jest stosowany zgodnie z przeznaczeniem jako precyzyjne źródło mocy.

Struktura stacji z zastosowaniem kalibratora (rys.3), w stosunku do stacji z miernikiem kontrolnym (rys.2) ma korzystne walory eksploatacyjne – wymaga mniejszej liczby przewodów przyłączeniowych w obwodach prądowym i napięciowym. Przy badaniu liczników jednofazowych liczba przewodów jest redukowana z siedmiu do czterech a w przypadku badania licznika trójfazowego

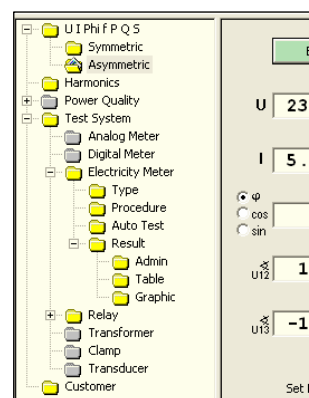
czteroprzewodowego liczba przewodów jest redukowana z siedemnastu do dziesięciu.



Rys. 3. Schemat stacji wzorcowniczej z zastosowaniem kalibratora energii
Fig. 3. Meter Test Bench scheme with applying energy calibrator

5. Algorytm automatycznego testu licznika

Nowoczesna wielostanowiskowa stacja wzorcownicza umożliwia sprawdzenie dokładności licznika, w wymaganych normami [11] kilkunastu punktach obciążenia, w cyklu automatycznym. Pierwsze jednostanowiskowe stacje wzorcownicze z kalibratorem [13,14] umożliwiały sprawdzenie dokładności licznika tylko metodą "punkt po punkcie". Opracowana stacja z zastosowaniem kalibratora C300 i oprogramowania *Calpro 300* umożliwia automatyczne sprawdzanie dokładności licznika i zautomatyzowane przygotowywanie procedur pomiarowych.



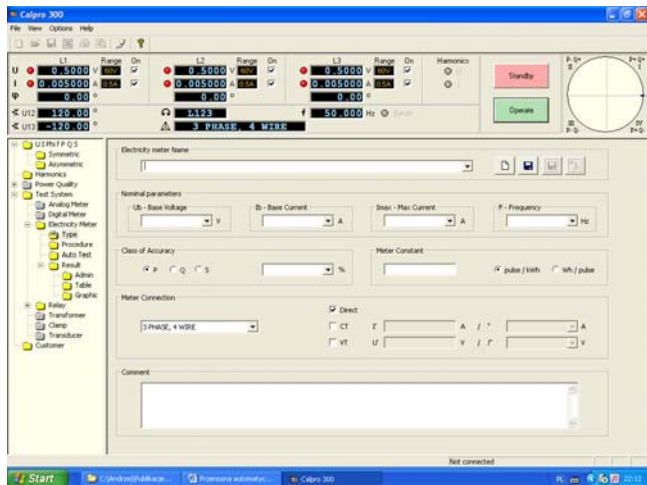
Rys. 4. Funkcje programu *Calpro 300*
Fig. 4. *Calpro 300* software functions

Funkcja testowania liczników energii (Test System/Electricity Meter) przedstawiona w oknie wg rys.4 umożliwia założenie baz danych: typów liczników (Type), procedur pomiarowych (Procedure) i klientów (Admin), automatyczne wykonywanie procedury (Auto Test) oraz prezentację wyników pomiaru w postaci tablicy (Table) lub wykresu (Graphic).

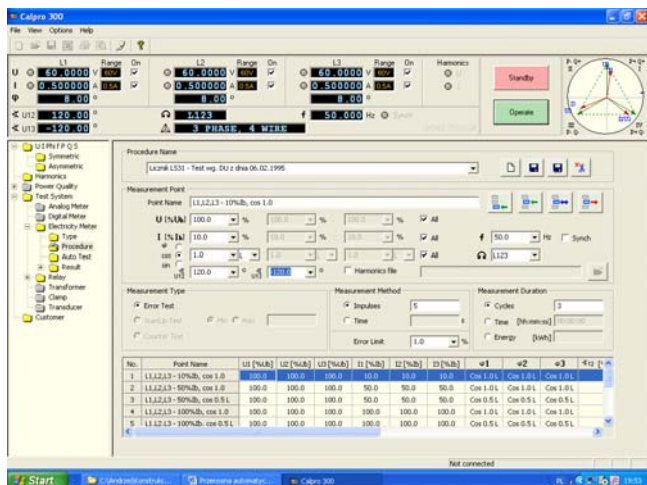
Baza danych typów liczników (rys.5) i procedur pomiarowych (rys.6) umożliwia wcześniejsze przygotowanie powtarzalnych procedur w celu ich automatycznej realizacji (rys.7). Baza typów liczników zawiera informacje o: nazwie licznika, napięciu i prądzie bazowym, prądzie maksymalnym, znamionowej częstotliwości, klasie dokładności i stałej impulsowej licznika. Baza procedur pomiarowych zawiera informacje o: nazwie procedury, nazwach i parametrach nastaw punktów obciążenia (napięcia, prądy, kąty fazy i między napięciami, częstotliwość, kolejność wirowania fazy i kształt sygnałów), dopuszczalnym błędzie i warunkach pomiaru (liczbie impulsów N lub czasie T pomiaru (cyklu) oraz liczbie cykli dla jednego punktu obciążenia). Zalecany jest wybór trzech cykli w celu obliczania wartości średniej błędu $\bar{\epsilon}$ i odchylenia standardowego ϵ_s dla każdego punktu obciążenia.

Funkcja automatycznego testu (rys.7) może być realizowana w cyklu automatycznym (automatic) lub krokowo (single step) po wyborze z bazy danych typu licznika i nazwy procedury. W tablicy punktów pomiarowych (Test Points Table) są wyświetlane punkty procedury z ich nazwami i statusem stanu realizacji. W

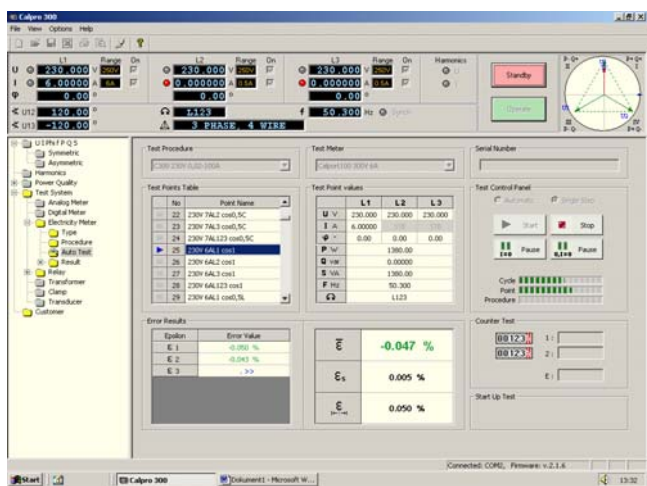
oknie parametry punktu (Test Point Values) są wyświetlane parametry nastaw aktualnie realizowanego punktu. W oknie wyniki pomiaru (Error Results) są wyświetlane wyniki pomiaru błędu ϵ w poszczególnych cyklach, średnia błędu $\bar{\epsilon}$, odchylenie standardowe ϵ_S i dopuszczalny błąd dla bieżącego punktu obciążenia. Wskaźnik postępu realizacji cyklu (Cycle), punktu (Point) i procedury (Procedure) informuje o stopniu zaawansowania testu.



Rys. 5. Funkcja programowania typu licznika
Fig. 5. Energy meter type programming function

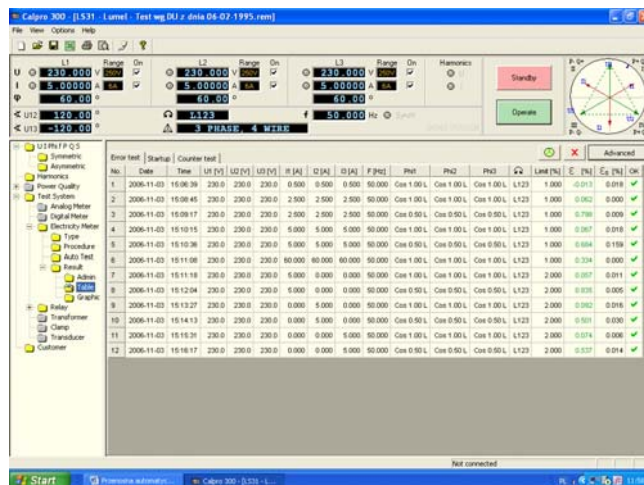


Rys. 6. Funkcja programowania procedury pomiarowej
Fig. 6. Test procedure set up function



Rys. 7. Funkcja automatycznego testu
Fig. 7. Automatic test function

W celu oceny jakości testu i licznika, wyniki pomiaru mogą być prezentowane w postaci tabeli (rys.8) z możliwością wyboru prezentowanych wielkości i ich kolejności.



Rys. 8. Funkcje prezentacji wyniku w postaci tabeli
Fig. 4. Calpro 300 software functions

6. Wnioski

Pierwsza krajowa przenośna i automatyczna trójfazowa stacja wzorcowicza typu C300 umożliwia automatyczne testowanie licznika na obiekcie we wszystkich punktach obciążenia wymaganych normami. Powstała na bazie wieloletnich doświadczeń w projektowaniu trójfazowych kalibratorów mocy i w związku z tym możliwe było zastosowanie metody mocy i czasu, co pozwoliło uprościć strukturę stacji przez eliminację licznika kontrolnego i komparatora impulsów oraz podnieść walory eksploatacyjne przez zmniejszenie liczby połączeń wykonywanych przez użytkownika. Funkcja zapisu kształtu sygnału w parametrach nastaw punktu obciążenia procedury pomiarowej umożliwia automatyczne zdjęcie charakterystyki wpływu zniekształceń na błąd licznika – rzadko realizowalnej charakterystyki nawet w wielostanowiskowych stacjach.

7. Literatura

- [1] Olencki A., Szmytkiewicz J., Urbański K.: Testowanie liczników energii, Elektroinfo 9/2006, s.120-121.
- [2] Meter test station for twenty measurement positions MTE-S 20.20, www.mte.ch.
- [3] YC1893 Three Phase Electric Energy Meter Test bench, www.cgaut.com.
- [4] 5800 UTEC Calibrator, Radian Research, www.radianresearch.com.
- [5] Automatic test-system for check of one electricity meter in laboratory, www.emsyst.com.
- [6] Static System type PTS3.3-1, www.mte.ch.
- [7] Portale Three Phase Test Meter Benach DZ603-3B, SMS Electric, www.sms.en.alibaba.com.
- [8] Trójfazowy kalibrator mocy i tester aparatury energetycznej typu C300, karta katalogowa, Calmet, 2006, www.calmet.com.pl.
- [9] Instrukcja Nr 5 Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacji, Miar i Jakości z dnia 16 lipca 1981 r. o sprawdzaniu narzędzi do pomiaru energii elektrycznej, Dziennik Normalizacji i Miar Nr 15 z dnia 10 września 1981 r.
- [10] Zarządzenie Nr 4 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 6 lutego 1995 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o użytkowych licznikach energii elektrycznej prądu przemiennego, Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa Nr 2/95.
- [11] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lutego 2004 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, klasy dokładności 0,2; 0,5; 1 i 2, Dz. U. z dnia 5 marca 2004, www.abc.pl.
- [12] Testing equipment for electrical energy meters, IEC Publication 736, 1982.
- [13] Precision Wattmeter and Watthour meter calibrators Series 800A/811A, Instruction Manual, Rotek Instrument, 1988.
- [14] Kalibrator mocy i energii w układzie trójfazowym typu SQ33, norma zakładowa ZN-87/MERA-005/324, OBRME Lumel, 1987.
- [15] Using the 6100A Electrical Power Standard to calibrate energy meters, Application Note, Fluke, 2006, www.fluke.com/library.
- [16] Kalibrator napięć i prądów przemiennych typu C200/C233, Instrukcja obsługi, Calmet, 1997.
- [17] Analizator parametrów sieci i tester liczników energii typu Calport 100A, www.calmet.eu.

Title: Portable and automatic three phase energy meter test bench