

Piotr MRÓZ, Krzysztof URBAŃSKI, Andrzej OLENCKI
 UNIwersYTET ZIELONOGÓRSKI, INSTYTUT INFORMATYKI I ELEKTRONIKI

Systemy do testowania mikroprocesorowych urządzeń pomiarowych

Dr inż. Piotr MRÓZ

Ukończył Wyższą Szkołę Inżynierską w Zielonej Górze - Wydział Automatyki i Metrologii Elektrycznej. Praca doktorska dotyczyła metod testowania mikroprocesorowych urządzeń pomiarowo-sterujących. Zainteresowania skupiają się na konstruowaniu urządzeń pomiarowych oraz stanowisk i systemów do testowania urządzeń pomiarowych i pomiarowo-sterujących.



e-mail: P.Mroz@iie.uz.zgora.pl

Dr inż. Krzysztof URBAŃSKI

Dr inż. Krzysztof Urbański ukończył Wyższą Szkołę Inżynierską w Zielonej Górze - Wydział Automatyki i Metrologii. Praca doktorska dotyczyła budowy wielofazowych kalibratorów mocy. Zainteresowania skupiają się na konstruowaniu urządzeń do analizy i rejestracji parametrów jakości energii elektrycznej, budowie kalibratorów odtwarzających te parametry i praktycznym ich wdrażaniu do produkcji w firmie Calmet.



e-mail: K.Urbanski@iie.uz.zgora.pl

Dr hab. inż. Andrzej OLENCKI

Projektant urządzeń elektronicznych w zakładach Lumel 1977-89, Intel 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

Streszczenie

W artykule przedstawiono strukturę uniwersalnego systemu testującego oraz przykład zastosowania takiego systemu do wzorcowania, kalibracji i sprawdzania dokładności na przykładzie stanowiska do testowania rejestratora mikroprocesorowego.

Słowa kluczowe: testowanie, system testujący, urządzenie pomiarowe.

Systems for testing microprocessor-based measuring devices

Abstract

It is necessary to test an accuracy of measuring devices. Testing systems are used to improve testing process. There are many kinds of microprocessor-based measuring devices. Differences between them depend on the kind and number of inputs and outputs as well as the functions realised by the device blocks. A structure of a universal, microprocessor-based measuring device is shown in Fig. 1. Most of the measuring devices are tested in dedicated testing systems. There are some differences between them. A structure of a universal testing system is presented in Fig. 2. The use of the testing system is illustrated by the example of testing a microprocessor-based recorder. Fig. 3 shows a view of the exemplary recorder and Fig. 4 - a view of the recorder without a transporter for paper rewinding. The power on/off switch and the keyboard with an LCD display to program the recorder parameters can be seen in this picture. This recorder has one universal input to measure signals from many kinds of sensors. The keyboard is used to select a sensor. A view of the testing system during its activation is shown in Fig. 5. The system consists of a calibrator - 1, a meter - 2, a switch module - 3, a connection adapter - 4, a system control unit - 5 and a testing device - 6. Fig. 6 shows a testing algorithm implemented in the described testing system.

Keywords: testing, testing systems, measuring device.

1. Wstęp

Każde urządzenie pomiarowe jest wielokrotnie testowane. Testowanie polega na sprawdzeniu wybranych parametrów urządzenia w ustalonych warunkach [1]. Jednym z testowanych parametrów urządzenia jest jego dokładność. Wraz ze wzrostem złożoności urządzeń pomiarowych wzrasta pracochłonność testowania i możliwość popełnienia błędu przez osobę testującą. Ma to szczególne

znaczenie w miejscach, gdzie testowana jest duża liczba urządzeń. Jednym ze sposobów skrócenia czasu testowania oraz zmniejszenia możliwości wystąpienia błędu operatora jest stosowanie systemów testujących lub testerów.

Testowanie dokładności urządzenia pomiarowego polega na:

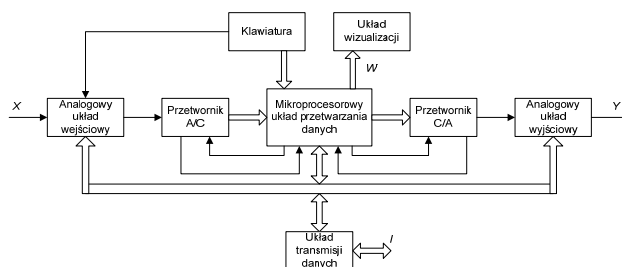
- wyznaczeniu błędów wszystkich torów przetwarzania sygnału urządzenia,
- porównaniu wartości wyznaczonych błędów z wartościami dopuszczalnymi,
- określeniu, czy testowane urządzenie spełnia kryterium testu.

W przypadku testowania dokładności, kryterium testu zazwyczaj polega na sprawdzeniu, czy wszystkie wartości błędów poszczególnych torów przetwarzania sygnału mieszczą się w dopuszczalnych dla nich granicach.

2. Urządzenia pomiarowe

Na rys. 1 przedstawiono uniwersalną strukturę mikroprocesorowego urządzenia pomiarowego [2]. Wyróżnia się w nim analogowy układ wejściowy, przetwornik A/C, mikroprocesorowy układ przetwarzania danych oraz układ wizualizacji. Dodatkowo może być on wyposażony w przetwornik C/A, analogowy układ wyjściowy oraz układ transmisji danych. W urządzeniu tym wyróżnia się pięć torów przetwarzania sygnału:

- wejście analogowe – wyjście analogowe $X-Y$,
- wejście analogowe – układ wizualizacji $X-W$,
- wejście analogowe – układ transmisji danych $X-I$,
- układ wizualizacji – wyjście analogowe $W-Y$,
- układ transmisji danych – wyjście analogowe $I-Y$.



Rys. 1. Struktura uniwersalnego mikroprocesorowego urządzenia pomiarowego
 Fig. 1. Structure of a universal, microprocessor-based measuring device

3. Systemy testujące

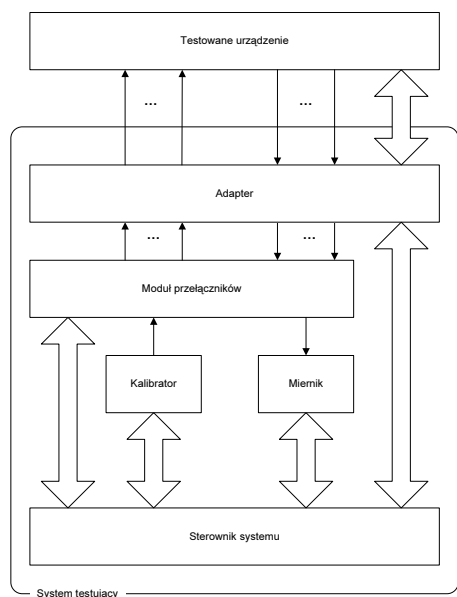
Systemy testujące są to urządzenia umożliwiające testowanie urządzeń. Ze względu na sposób obsługi systemu wyróżnia się systemy ręczne, półautomatyczne i automatyczne. Systemy ręczne są obsługiwane w całości przez operatora, od zadania wartości na wejścia testowanego urządzenia, poprzez pomiar jego odpowiedzi i wyznaczenie błędów, po określenie, czy urządzenie spełnia kryterium testu. W systemach półautomatycznych rola operatora

ogranicza się do podłączenia do systemu testowanego urządzenia, uruchomienia procesu testowania, a po jego zakończeniu na odłożeniu urządzenia zgodnie z sygnalizowanym poprzez system, wynikiem sprawdzenia kryterium testu. W systemach automatycznych cały proces testowania wykonywany jest bez udziału operatora.

Ze względu na budowę systemy testujące dzieli się na dedykowane i uniwersalne. Systemy dedykowane budowane są w postaci zwartego urządzenia służącego do testowania jednego typu urządzeń lub wąskiej ich grupy i często nazywane są testerami. Systemy uniwersalne zestawiane są z typowych urządzeń autonomicznych.

W celu usprawnienia połączenia testowanego obiektu ze stanowiskiem stosuje się specjalizowane adaptory przyłączeniowe dopasowane do konkretnego typu urządzenia. Dostosowanie systemu uniwersalnego do testowania innego typu urządzeń polega na zmianie adaptera i ewentualnie programu sterującego pracą systemu.

Na rys. 2 przedstawiono strukturę uniwersalnego systemu testującego złożonego z: kalibratora, miernika, modułu przełączników, adaptera, oraz sterownika systemu (komputera klasy PC). Do systemu podłączane jest testowane urządzenie.



Rys. 2. Struktura uniwersalnego systemu testującego
Fig. 2. Structure of a universal testing system

Do podania sygnału wzorcowego na wejścia urządzeń wielow wejściowych stosuje się połączenie:

- równoległe, na wszystkie wejścia, z jednego kalibratora,
- na każde wejście sygnału z oddzielnego kalibratora,
- z jednego kalibratora z wykorzystaniem modułu przełączników.

Podobnie, w przypadku urządzeń z wieloma wyjściami, możliwe jest podłączenie każdego z wyjść do:

- oddzielnych mierników,
- do jednego miernika z wykorzystaniem modułu przełączników.

Ze względu na uniwersalność systemu i jego koszty zazwyczaj stosuje się moduł przełączników. W celu automatyzacji procesu testowania, moduł ten jest sterowany zdalnie za pośrednictwem układu transmisji danych (interfejsu komunikacyjnego).

Przykładem zastosowania uniwersalnego systemu testującego może być stanowisko do testowania rejestratora mikroprocesorowego.

4. Stanowisko do testowania rejestratora mikroprocesorowego

4.1. Rejestrator mikroprocesorowy

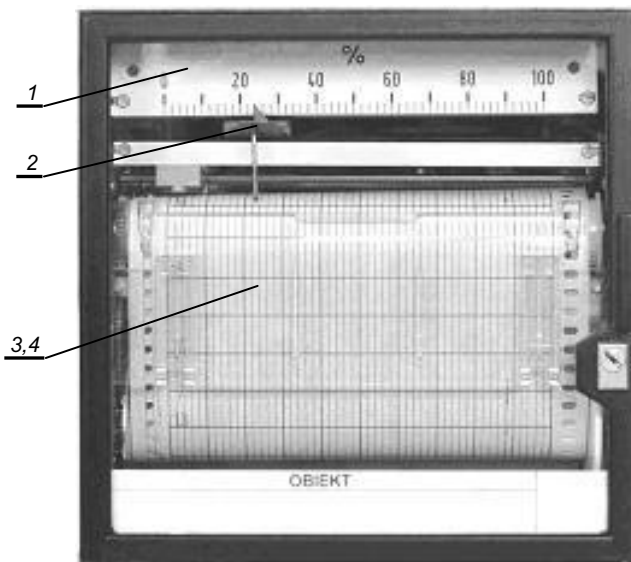
Rejestrator jest to urządzenie pomiarowe służące do archiwizacji danych pomiarowych. Na podstawie analizy zapisanych informacji można określić, czy proces prowadzony był zgodnie z reżimem technologicznym lub, co doprowadziło do awarii lub kata-

strofy. Na wydruku z rejestratora oprócz danych pomiarowych rejestrowane mogą być także czas, data czy też zdarzenia alarmowe. Rejestratory mikroprocesorowe są urządzeniami w pełni programowalnymi. Parametry pomiaru, rejestracji i drukowania są programowane bezpośrednio w wbudowanej klawiatury bądź przez interfejs z komputera. W rejestratorach programowane są:

- parametry pomiarowe (wybór czujnika, zakresu pomiarowego, kompensacja temperatury dla TC, rezystancja przewodów dla RTD),
- parametry alarmów (wartości stanów alarmowych MIN/MAX, histereza, ich aktywność),
- prędkości posuwu taśmy rejestracyjnej,
- zakres opisów taśmy rejestracyjnej,
- sygnał wyjściowy (retransmisyjny),
- parametry interfejsu komunikacyjnego.

Nowoczesny rejestrator mikroprocesorowy jest urządzeniem, które może współpracować bezpośrednio ze źródłami napięcia, prądu, termoelementami, opornikami termometrycznymi, nadajnikami potencjometrycznymi i rezystancyjnymi. Większość rejestratorów wyposażonych jest w interfejsy komunikacyjne, umożliwiające połączenie ich bezpośrednio z komputerami.

Na rys. 3 pokazano widok przykładowego rejestratora. Na jego płycie czołowej widać podziałkę – 1 służącą do określenia aktualnej wartości mierzonego sygnału, wskazówki z pisakiem – 2 służącej do wskazywania i zapisu sygnału pomiarowego oraz transportera z papierem – 3 służącym do przewijania taśmy papierowej – 4, na której archiwizowane są dane pomiarowe. Ze względu na konieczność programowania parametrów, rejestratory mikroprocesorowe wyposażone są w klawiaturę i wyświetlacz. Na rys. 4 pokazano widok rejestratora ze zdjętym transportem do przewijania taśmy papierowej. Widać wówczas wyłącznik zasilania – 5, klawiaturę – 6 oraz wyświetlacz – 7.



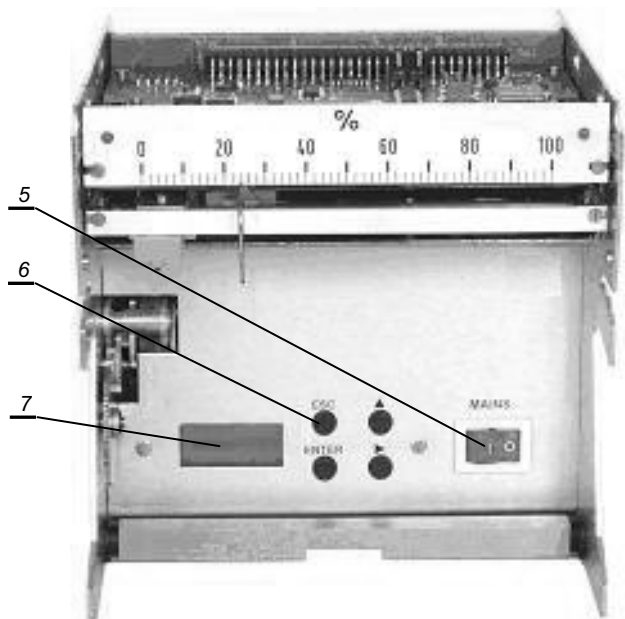
Rys. 3. Widok przykładowego rejestratora
Fig. 3. A view of the exemplary recorder

Współczesne rejestratory mikroprocesorowe umożliwiają pomiar:

- czujnikami z wyjściem napięciowym,
 - czujnikami z wyjściem prądowym,
 - termoelementami (TC),
 - opornikami termometrycznymi (RTD),
 - nadajnikami potencjometrycznymi,
 - nadajnikami rezystancyjnymi,
- oraz odtwarzanie sygnału prądowego i napięciowego. Dodatkowo często wyposażone są w wyjścia przekaźnikowe lub tranzystorowe.

Rejestratory, jak wszystkie urządzenia pomiarowe, wymagają kalibracji oraz dokładnego testowania, zwłaszcza w końcowym procesie ich produkcji. Ze względu na znaczną złożoność i uniwersalność rejestratorów mikroprocesorowych proces kalibracji

i testowania jest niezwykle czasochłonny, gdyż wymaga wykonania wielu pomiarów, podczas których konieczna jest wielokrotna zmiana wartości nastaw samego rejestratora. W celu usprawnienia procesu wzorcowania, kalibracji i testowania buduje się systemy testujące przyspieszające ten żmudny proces.



Rys. 4. Widok rejestratora ze zdjętym transporterem do przewijania taśmy papierowej
Fig. 4. A view of the recorder without a transporter for paper rewinding

4.2. System testujący

System testujący powinien umożliwiać wzorcowanie, kalibrację oraz sprawdzenie dokładności rejestratora. W celu sprawdzenia przykładowego rejestratora niezbędny jest pomiar:

- napięcia odniesienia U_{ref} i prądu pomiarowego I_p ,
- wzmacnień na zakresach miliwoltowych,
- wzmacnień dla zakresów 50V i 20V,
- wartości rezystancji rezystora R100,
- wartości współczynnika podziału dzielnika CJ,
- dokładności wejść ciągłych,
- dokładności wyjść ciągłych prądowych lub napięciowych.

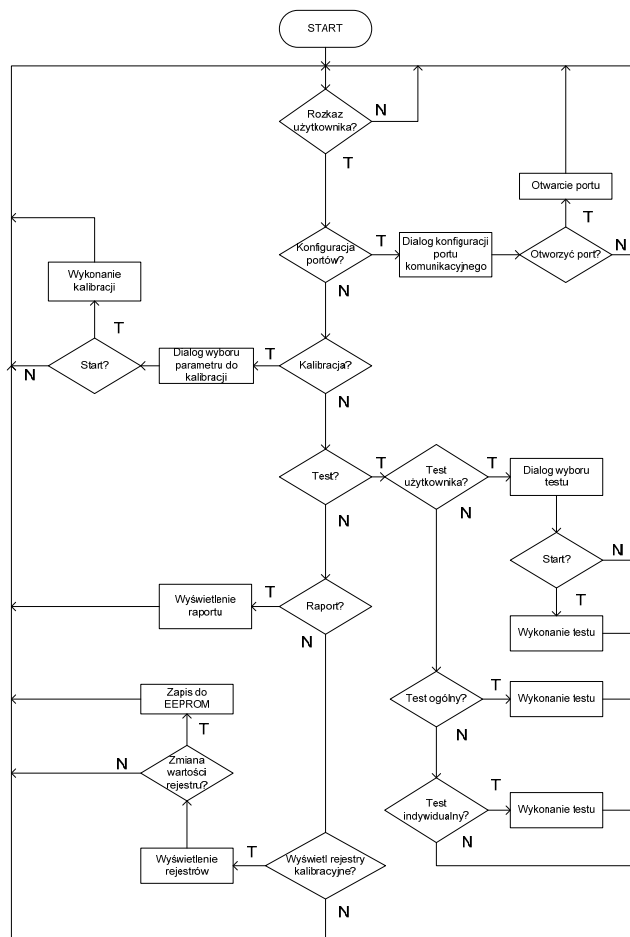
Na rys. 5 przedstawiono widok systemu testującego podczas jego uruchamiania. Można zauważyć na nim elementy składowe przedstawione na rys. 2: kalibrator – 1, miernik – 2, moduł przełączników – 3, adapter – 4, oraz sterownik systemu – 5. Do systemu podłączane jest testowane urządzenie – 6.



Rys. 5. Widok systemu testującego podczas jego uruchamiania
Fig. 5. A view of the testing system during its activation

4.3. Algorytm pracy systemu testującego

Na rys. 6 przedstawiono ogólny algorytm pracy systemu testującego. Na podstawie rozkazu wprowadzanego przez operatora systemu uruchamiany jest proces konfiguracji rejestratora, jego kalibracji, testowania oraz kontroli zawartości wewnętrznych rejestrów z zapisanymi wartościami stałych kalibracyjnych urządzenia. Dodatkowo można uruchomić proces generowania raportu zawierającego wyniki przeprowadzonych testów.



Rys. 6. Algorytm testowania
Fig. 6. The testing algorithm

5. Podsumowanie

Coraz częściej spotykamy się z automatyzowaniem procesu testowania urządzeń. Do tego celu stosuje się systemy testujące zwane potocznie stanowiskami testującymi lub testerami.

W artykule przedstawiono strukturę uniwersalnego systemu testującego oraz przykład zastosowania takiego systemu do wzorcowania, kalibracji i sprawdzenia dokładności na przykładzie stanowiska do testowania rejestratora mikroprocesorowego.

6. Literatura

- [1] A. Sowiński.: Cyfrowa technika pomiarowa. WKiŁ, Warszawa, 1976.
- [2] P. Mróz: Algorytmy pracy systemów testujących mikroprocesorowe urządzenia kontrolno-pomiarowe. Rozprawa Doktorska, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra, 2002.