

Przegląd systemów testujących

dr inż. Piotr MRÓZ

Dr inż. Piotr Mróz urodził się w roku 1966. Absolwent Wydziału Elektrycznego Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Zielonej Górze, dyplom (1990) w zakresie automatyki i metrologii elektrycznej. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał na Wydziale Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego (2002). Zainteresowania naukowe koncentrują się w zakresie mikroprocesorowych urządzeń i systemów testujących aparaturę pomiarową i sterującą.



e-mail: p.mroz@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

W artykule przedstawiono klasyfikacje systemów testujących ze względu na sposób ich obsługi oraz funkcji realizowanych przez systemy testujące. Opisano struktury systemów testujących w zależności od sposobu generowania sygnału wzorcowego oraz związane z nimi metody generowania sygnału wzorcowego.

Abstract

In paper are presented the classifications of testing systems according to kinds of their service and functions realized by testing systems. There are described systems' structures according to kind of modal signals generating and methods of generating of this signal.

Słowa kluczowe: klasyfikacje systemów testujących, struktury systemów testujących, metody testowania.

Keywords: classifications of testing systems, structures of testing systems, testing methods.

1. Systemy testujące

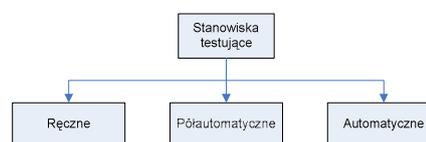
Systemy testujące, potocznie zwane stanowiskami testującymi lub testerami, są to systemy pomiarowo-diagnostyczne lub pomiarowo-kontrolne służące do określenia, czy testowany obiekt spełnia założone kryteria testu.

Jednym z elementów systemu testującego jest kalibrator kontrolny, pełniący rolę źródła sygnałów wzorcowych. Wraz ze wzrostem dokładności kalibratorów znacznie rośnie jego cena oraz czas ustalania sygnału na jego wyjściu. W związku z tym dla testowanych urządzeń o większej dokładności, zamiast kalibratorów kontrolnych, stosuje się układy z miernikiem kontrolnym.

2. Klasyfikacja systemów testujących

Ze względu na funkcje realizowane przez systemy testujące rozróżnia się systemy diagnostyczne i systemy ekspertowe [1]. Systemy diagnostyczne testujące dokładność urządzeń pomiarowych, są to systemy pomiarowe służące do zadawania lub pomiaru wartości sygnału wzorcowego, pomiaru odpowiedzi testowanego urządzenia, a następnie do określenia, czy obiekt spełnia założone kryterium testu. Systemy ekspertowe, dodatkowo lokalizują i identyfikują przyczyny niespełnienia kryterium testu. Systemy ekspertowe sprawdzają, czy obiekt spełnia kryterium testu, lokalizują miejsce wystąpienia ewentualnej usterki, a na koniec identyfikują przyczyny jej wystąpienia. Systemy diagnostyczne ograniczają się jedynie do sprawdzenia, czy obiekt spełnia kryterium testu.

Na rys. 1 przedstawiono podział systemów testujących, ze względu na sposób automatyzacji ich obsługi, na: ręczne, półautomatyczne i automatyczne [2].



Rys. 1. Podział systemów testujących ze względu na sposób automatyzacji ich obsługi

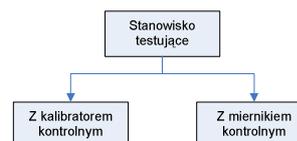
Fig. 1. Testing systems classification according to kinds of automation of their service

W stanowiskach ręcznych podłączenie do stanowiska testowanego obiektu, realizacja algorytmu testowania, odczyt wyników pomiarów, sprawdzenie, czy obiekt spełnia kryterium testu i segregacja obiektów odbywa się ręcznie przez operatora systemu.

W stanowiskach półautomatycznych, funkcje operatora ograniczają się wyłącznie do podłączenia testowanego obiektu do stanowiska, rozpoczęcia procesu testowania oraz końcowej selekcji urządzeń na podstawie wskazanego wyniku testu. Sam proces testowania odbywa się bez ingerencji operatora.

W stanowiskach automatycznych wszystkie funkcje realizowane są bez udziału operatora stanowiska.

Na rys. 2 przedstawiono podział systemów testujących ze względu na rodzaj przyrządu kontrolnego. Wyróżnia się systemy z kalibratorem kontrolnym i systemy z miernikiem kontrolnym. W systemie z kalibratorem kontrolnym wartość wzorcowego sygnału wejściowego jest określana na podstawie wartości nastawy z generatora nastawy, zaś w systemie z miernikiem kontrolnym wartość wzorcowego sygnału wejściowego jest określana na podstawie pomiaru jej wartości miernikiem wzorcowym.



Rys. 1. Podział systemów testujących ze względu na rodzaj przyrządu kontrolnego

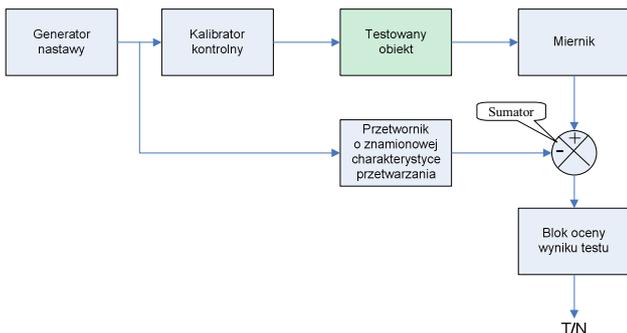
Fig. 1. Testing systems classification according to kind of testing device

3. Systemy testujące

3.1. System z kalibratorem kontrolnym

System z kalibratorem kontrolnym stosuje się do testowania obiektów, dla których dokładność odwzorowania nastawy przez kalibrator kontrolny jest dostatecznie duża. W systemie takim przyjmuje się wartość nastawy jako wartość sygnału wzorcowego.

Na rys. 3 przedstawiono strukturę systemu testującego z kalibratorem wzorcowym, złożoną z generatora nastawy, kalibratora kontrolnego, miernika, przetwornika o znamionowej charakterystyce przetwarzania, sumatora oraz bloku oceny wyniku testu. Do systemu podłączany jest testowany obiekt.



Rys. 3. Struktura systemu z kalibratorem kontrolnym
Fig. 3. System's structure with testing calibrator

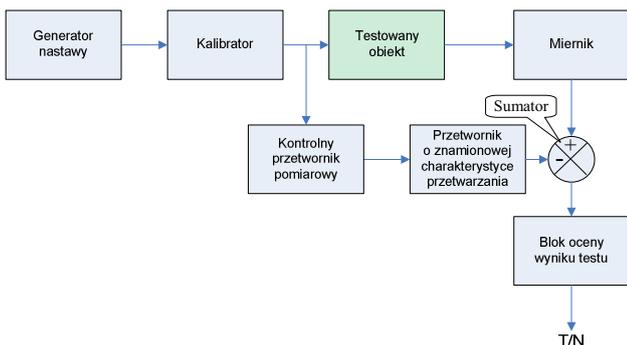
W strukturze tej kalibrator pełni rolę precyzyjnego źródła sygnału wzorcowego. Błąd między wartością nastawy, z generatora nastawy, a sygnałem wyjściowym z kalibratora kontrolnego musi być pomijalnie mały w porównaniu z wartością błędu testowanego obiektu.

Struktura ta jest najkorzystniejsza w stosowaniu, ze względu na jej prostotę, prostotę algorytmów testowania oraz najkrótszy czas testowania obiektu w porównaniu z czasami testowania obiektu w systemach o innych strukturach [3].

3.2. System z miernikiem kontrolnym

System z miernikiem kontrolnym stosuje się do testowania obiektów, dla których dokładność odwzorowania nastawy przez kalibrator jest zbyt mała. Kalibrator pełni rolę precyzyjnego źródła sygnałów, zaś kontrolny przetwornik pomiarowy pełni funkcję miernika kontrolnego, który mierzy rzeczywistą wartość sygnału wzorcowego. Wymagane jest, aby dokładność kontrolnego przetwornika pomiarowego była pomijalnie mała w porównaniu z dokładnością testowanego obiektu.

Na rys. 4 przedstawiono strukturę systemu testującego z miernikiem kontrolnym, złożoną z generatora nastawy, kalibratora, kontrolnego przetwornika pomiarowego (miernika kontrolnego), miernika, przetwornika o znamionowej charakterystyce przetwarzania, sumatora oraz bloku oceny wyniku testu. Do systemu podłączany jest testowany obiekt.



Rys. 4. Struktura systemu z miernikiem kontrolnym
Fig. 4. System's structure with testing meter

4. Metody testowania

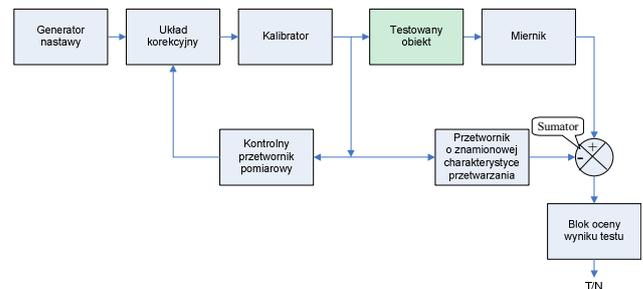
W przedstawionych systemach stosuje się jedną z trzech metod zadawania wartości sygnału wzorcowego: metodę dokładnej nastawy, metodę dokładnego odczytu oraz metodę sygnałów odkształconych.

4.1. Metoda dokładnej nastawy

Metoda dokładnej nastawy polega na zadaniu na wejście testowanego obiektu dokładnej i stabilnej wartości sygnału wejściowego. Może być ona stosowana zarówno w systemie z kalibratorem wzorcowym jak i w systemie z miernikiem kontrolnym po drobnej jego modyfikacji.

W systemie z kalibratorem kontrolnym zakłada się, że wartość błędu pomiędzy wartością nastawy a wartością sygnału wyjściowego z kalibratora kontrolnego jest pomijalnie mała w porównaniu z dokładnością testowanego obiektu.

Na rys. 5 przedstawiono zmodyfikowaną strukturę systemu z miernikiem kontrolnym. Modyfikacja układu polega na dodaniu pomiędzy generator nastawy a kalibrator, układu korekcyjnego oraz podaniu na jedno z wejść tego układu sygnału z wyjścia kontrolnego przetwornika pomiarowego (miernika kontrolnego).



Rys. 5. Zmodyfikowana struktura systemu z miernikiem kontrolnym
Fig. 5. Modified system's structure with testing meter

Zastosowanie algorytmu pracy struktury bazującej na metodzie dokładnej nastawy w systemie z miernikiem kontrolnym polega na zadaniu do kalibratora wartości nastawy, pomiarze kontrolnym przetwornikiem pomiarowym rzeczywistej wartości sygnału wzorcowego oraz wyznaczeniu, w układzie korekcyjnym, wartości poprawki nastawy. Korekta nastawy jest wykonywana tak długo, aż wartość błędu pomiędzy pierwotną wartością nastawy a wartością sygnału zmierzonego przez miernik kontrolny będzie pomijalnie mała w porównaniu z dokładnością testowanego obiektu.

4.2. Metoda dokładnego odczytu

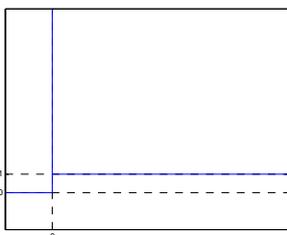
Metodę dokładnego odczytu stosuje się zarówno w systemach z kalibratorem kontrolnym jak i w systemie z miernikiem kontrolnym. Polega ona na zadaniu na wejście testowanego urządzenia takiej wartości sygnału wejściowego, by sygnał wyjściowy z obiektu ustabilizował się na określonej wartości.

4.3. Metoda sygnałów odkształconych

Podczas testowania obiektów często na jego wejście podaje się sygnał wzorcowy o kształcie skoku jednostkowego. Metoda sygnałów odkształconych polega na modyfikacji kształtu sygnału wzorcowego tak, aby skrócić czas odpowiedzi systemu testującego wraz z testowanym obiektem. Kształt sygnału odkształconego zależy od charakterystyki przetwarzania obiektu, parametrów granicznych obiektu oraz od dynamiki źródła sygnałów wzorcowych. Ze względu na dużą szybkość zmian wartości generowanego sygnału, metodą tą można stosować w systemach z kalibratorem kontrolnym.

Na rys. 7 przedstawiono idealny kształt sygnału wzorcowego do testowania obiektów inercyjnych. Jest on połączeniem impulsu Diraca i skoku jednostkowego. Charakteryzuje się on nieskończeniem wielką amplitudą i zerowym czasem ustalania wartości końcowej.

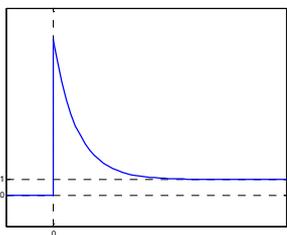
W praktyce sygnał taki jest niestosowany ze względu na trudności związane z jego wygenerowaniem przy zachowaniu wysokiej dokładności jego parametrów metrologicznych oraz ze względu na możliwość uszkodzenia testowanego obiektu sygnałem o nieskończenie wielkiej amplitudzie.



Rys. 7. Idealny kształt sygnału wzorcowego do testowania obiektów inercyjnych

Fig. 7. Ideal shape of the modal signal to inertial objects testing

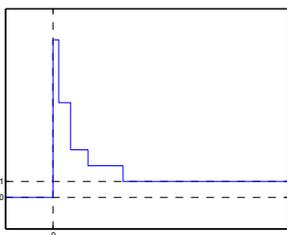
Sygnał idealny może być zastąpiony sygnałem impulsowym o kształcie pokazanym na rys. 8. Charakteryzuje się on skończoną amplitudą oraz niezerowym czasem ustalania wartości końcowej, co umożliwi jego wykorzystanie do testowania obiektów fizycznych. W praktyce pozostaje trudność wygenerowania sygnału o przedstawionym kształcie z wymaganą dokładnością.



Rys. 8. Kształt sygnału impulsowego

Fig. 8. The shape of the impulsive signal

W praktyce możliwe jest zastosowanie sygnału schodkowego aproksymującego sygnał pokazany na rys. 8. Kształt takiego sygnału przedstawiono na rys. 9. Największą trudność stanowi dobór parametrów sygnału (liczby schodków, ich amplituda oraz czas trwania) do parametrów dynamicznych obiektu.



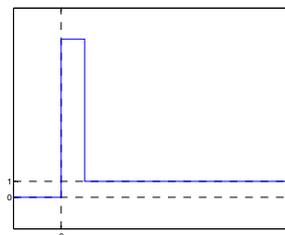
Rys. 9. Kształt sygnału schodkowego

Fig. 9. The shape of the stepped signal

Badania wykazały, że do testowania obiektów inercyjnych można zastosować wymuszenie skokowe z przeregulowaniem o kształcie pokazanym na rys. 10 [4, 5]. Wymuszenie takie jest możliwe do realizacji fizycznej z wymaganą dokładnością. Podobnie jak w sygnale schodkowym trudność stanowi właściwy dobór amplitudy schodka i czasu jego trwania do

właściwości dynamicznych obiektu, jednak ze względu na ilość schodków zadanie to jest łatwiejsze. Przy niewłaściwie dobranych parametrach czas ustalania odpowiedzi obiektu może być dłuższy od czasu jego odpowiedzi przy zastosowaniu skoku jednostkowego jako sygnału wzorcowego.

Badania wykazały, że stosując sygnał schodkowy oraz sygnał jednostkowy z przeregulowaniem można uzyskać takie same czasy odpowiedzi obiektu.



Rys. 10. Kształt sygnału skokowego z przeregulowaniem

Fig. 10. The shape of the step signal with overshooting

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 klasyfikację systemów testujących ze względu na sposób ich obsługi oraz funkcji realizowanych przez systemy testujące. Przedstawiono struktury systemów testujących w zależności od sposobu generowania sygnału wzorcowego oraz związane z nimi metody generowania sygnału wzorcowego.

6. Literatura

- [1] Mrugalski M.: „*Neuronowe modelowanie systemów nieliniowych w układach detekcji uszkodzeń*”, Rozprawa Doktorska, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra, 2003.
- [2] Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: „*Metrologia elektryczna*”, WNT, Warszawa, 2000.
- [3] Dąbrowski R.: „*Opracowanie i analiza komputerowego systemu odtwarzania napięć i prądów*”, Rozprawa Doktorska, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra, 2006.
- [4] Mróz P.: „*Analiza wpływu wybranych parametrów sygnału wymuszającego na czas odpowiedzi obiektu*”, Materiały II konferencji naukowej „Informatyka – sztuka czy rzemiosło”, KNWS '05, Zielona Góra, 2005.
- [5] Mróz P.: „*How To Shorten First Order Unit Testing Time*”, 14th IMEKO Symposium on New Technologies in Measurement and Instrumentation: 10th Workshop on ADC Modeling and Testing, Gdynia, Polska, 2005.

Title: Overview of the testing systems

Artykuł recenzowany