

METODY I SYSTEMY DO TESTOWANIA URZĄDZEŃ POMIAROWO-STERUJĄCYCH

Piotr Mróz

**Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50**

e-mail: p.mroz @iie.uz.zgora.pl

STRESZCZENIE

Konieczność testowania dokładności coraz to większej liczby nowych urządzeń powoduje konieczność tworzenia coraz to nowych metod testowania oraz systemów testujących. Na efektywność procesu testowania ma wpływ między innymi odpowiedni dobór metody testowania, systemu testującego oraz kryteriów testu.

W artykule przedstawiono klasyfikacje metod i systemów testujących urządzenia pomiarowo-sterujące, które mogą być pomocne w odpowiednim doborze, do testowanego urządzenia, metody testowania, systemu testującego oraz kryterium testu.

1. WPROWADZENIE

Wraz z rozwojem techniki wzrasta zapotrzebowanie na testowanie nowych wyrobów. Testowanie polega na sprawdzeniu wybranych parametrów urządzenia w ustalonych warunkach. Test parametrów obejmuje pomiar i ocenę jego wyniku [1]. Testowaniu poddawane są urządzenia zarówno w procesie projektowania, procesie produkcji jak i w procesie jego eksploatacji. W każdym z tych procesów wykonuje się wiele różnych testów. W różnych fazach poszczególnych procesów, stosuje się różne systemy testujące, oraz różne metody testowania. Ze względu na ekonomię, istotne jest, aby czas wykonywania testu był jak najkrótszy, a system testujący jak najtańszy.

W pracy przedstawiono różne metody testowania, systemy testujące oraz różne sposoby doboru kryterium testu stosowane do testowania gotowego urządzenia w procesie produkcji.

2. PODZIAŁ METOD TESTOWANIA

Ze względu na rodzaj testowanych parametrów, rozróżnia się testowanie parametryczne i testowanie funkcjonalne. Testowanie parametryczne ma na celu sprawdzenie, czy wybrane parametry badanego urządzenia nie przekraczają wartości dopuszczalnych, zaś testowanie funkcjonalne ma na celu sprawdzenie, czy badane urządzenie realizuje założoną funkcję. Testowanie parametryczne, ze względu na właściwości testowanych parametrów, można podzielić na testowanie właściwości statycznych i testowanie właściwości dynamicznych.

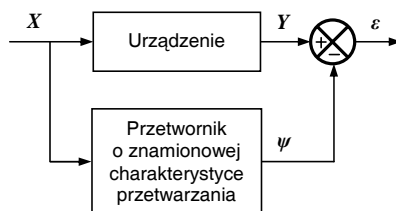
Do testowania, stosuje się różne metody. Można je podzielić na metody matematyczne i metody fizyczne. Metody matematyczne umożliwiają testowanie wybranych parametrów urządzenia na podstawie obliczeń przyjętego modelu matematycznego urządzenia. Metody fizyczne umożliwiają testowanie wybranych parametrów urządzenia fizycznego w rzeczywistym systemie testującym. Do metod matematycznych zaliczyć można metody analityczne i metody symulacyjne. Wartości parametrów tworzonych modeli matematycznych urządzenia i systemu testującego określa się analitycznie, w oparciu o wyniki badań obiektu fizycznego lub z wykorzystaniem sieci neuronowych. Do metod fizycznych zalicza się metodę bezpośrednią, metodę pośrednią pełną i opracowaną przez autora, metodę pośrednią niepełną. Wszystkie te metody służą do testowania gotowego urządzenia. Dodatkowo, metoda bezpośrednia może również służyć do testowania poszczególnych podzespołów urządzenia.

Na rys. 1 przedstawiono urządzenie testowane metodą bezpośrednią. Na wejście urządzenia oraz przetwornika o znamionowej charakterystyce przetwarzania podawany jest sygnał wzorcowy X . Błąd urządzenia ε wyznaczany jest z zależności

$$\varepsilon = Y - \psi \quad (1)$$

w której:

- ε - wartość błędu urządzenia,
- Y - wartość sygnału wyjściowego z urządzenia,
- ψ - wartość znamionowa sygnału wyjściowego.



Rys. 1. Urządzenie testowane metodą bezpośrednią

Metoda pośrednia pełna polega na testowaniu wszystkich podzespołów urządzenia metodą bezpośrednią a następnie, na podstawie wyników tych testów, na określeniu, czy gotowe urządzenie spełnia kryterium testu. Metoda ta jest trudna do zastosowania w gotowych urządzeniach, ponieważ wymaga wyprowadzenia sygnałów wejściowych i wyjściowych wszystkich podzespołów.

Metoda pośrednia niepełna [2,3] stosowana jest w mikroprocesorowych urządzeniach pomiarowo-sterujących. Polega ona na programowym rozdzieleniu układu wejściowego, cyfrowego układu przetwarzania danych oraz układu wyjściowego, wykonaniu testów układu wejściowego i układu wyjściowego a następnie na podstawie wyników tych testów na

określeniu, czy gotowe urządzenie spełnia kryterium testu. Podczas testowania pomija się testowanie cyfrowego układu przetwarzania danych urządzenia, ponieważ zakłada się, że jego błędy są pomijalnie małe w porównaniu z błędami układu wejść analogowych i układu wyjść analogowych.

W celu określenia metody testowania gotowego urządzenia, należy określić wartość współczynnika redukcji czasu odpowiedzi K_{wrc} [3]. Współczynnik ten informuje, która z metod testowania umożliwia wykonanie testu w krótszym czasie, przy zachowaniu wymaganej dokładności.

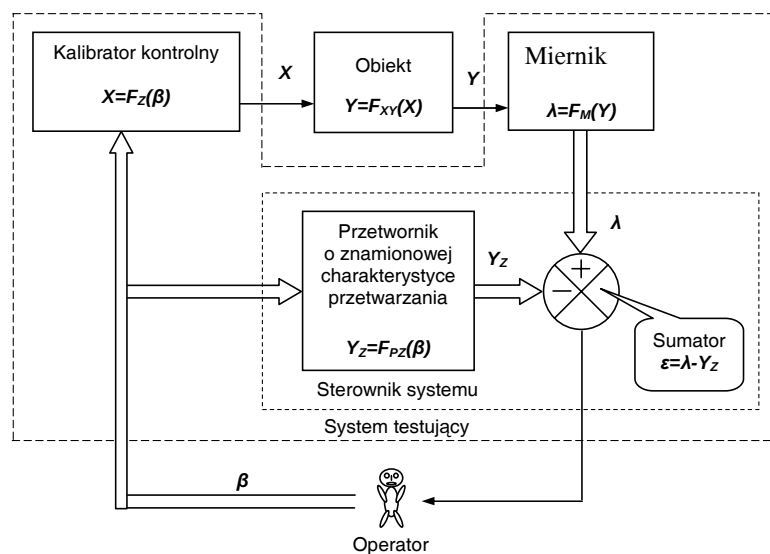
3. PODZIAŁ SYSTEMÓW TESTUJĄCYCH

Do testowania obiektów stosuje się systemy testujące. Rozróżnia się systemy testujące ręczne, półautomatyczne i automatyczne. Systemy testujące ręczne są to systemy, w których testowanie oraz podejmowanie decyzji o wyniku testu, realizowane są przez operatora systemu. Systemy testujące półautomatyczne są to systemy, w których testowanie oraz podejmowanie decyzji o wyniku testu, realizowane są przez system, zaś rola operatora ogranicza się do inicjalizowania i kończenia procesu testowania. W systemach automatycznych cały proces testowania realizowany jest przez system testujący.

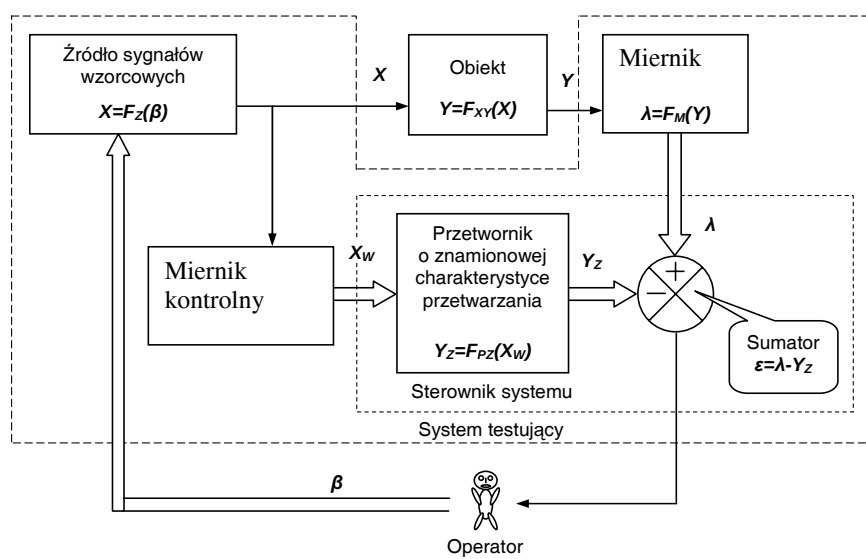
Do testowania parametrów funkcjonalnych stosuje się systemy testujące z kalibratorem kontrolnym lub miernikiem kontrolnym. System z kalibratorem kontrolnym przedstawiono na rys 2. Składa się on z kalibratora kontrolnego, miernika, przetwornika o znamionowej charakterystyce przetwarzania oraz sumatora. W systemie z kalibratorem kontrolnym zakłada się, że wartość sygnału wzorcowego X jest równa nastawie β .

System z miernikiem kontrolnym przedstawiono na rys 3. Składa się on ze źródła sygnałów wzorcowych, miernika kontrolnego, miernika, przetwornika o znamionowej charakterystyce przetwarzania oraz sumatora. W systemie z miernikiem kontrolnym zakłada się, że wartość sygnału wzorcowego X jest równa wartości X_w zmierzonej miernikiem kontrolnym.

Ze względu na sposób ustalania wartości sygnału wzorcowego, systemy z miernikiem kontrolnym dzielimy na systemy bez korekcji nastawy i systemy z korekcją nastawy. Systemy bez korekcji nastawy stosuje się wówczas, gdy wartość sygnału wzorcowego X może odbiegać od wartości nastawy β . Wówczas wartość sygnału wzorcowego X jest równa wartości X_w , zmierzonej miernikiem kontrolnym. Systemy z korekcją nastawy stosuje się wówczas, gdy wartość sygnału wzorcowego X ma być w przybliżeniu równa wartości nastawy β .



Rys. 2. System testujący z kalibratorem kontrolnym



Rys. 3. System testujący z miernikiem kontrolnym

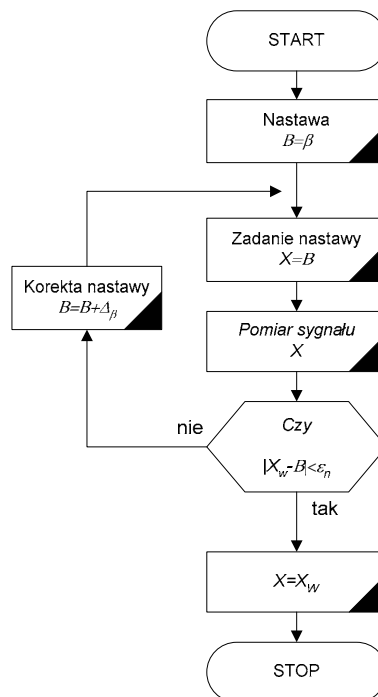
Wartość maksymalnej odchyłki wartości sygnału wzorcowego X i wartości nastawy β jest określona wartością błędu nastawy ε_n . Algorytm ustalania wartości sygnału wzorcowego w takim systemie przedstawiono na rys 4. Na wejście źródła sygnałów wzorcowych podawana jest nastawa β , a sygnał wzorcowy X jest mierzony miernikiem kontrolnym. Nastawa β jest korygowana dopóki niespełniona jest nierówność

$$|X_w - \beta| < \varepsilon_n \quad (2)$$

w której:

- X_w - wartość zmierzona miernikiem kontrolnym,
- β - wartość nastawy,
- ε_n - wartością błędu nastawy.

Po spełnieniu nierówności (2) zakłada się, że wartość sygnału wzorcowego X jest równa wartości X_w , zmierzonej miernikiem kontrolnym.



Rys. 4. Algorytm ustalania wartości sygnału wzorcowego w systemie z korekcją nastawy

W zależności od sposobu doboru wartości sygnału wzorcowego, systemy testujące można podzielić na systemy z wartościami stałymi, losowymi oraz mieszanymi. W systemach z wartościami stałymi, poszczególne wartości sygnału wzorcowego są zdefiniowane na stałe w systemie testującym. W systemach z wartościami losowymi, poszczególne wartości sygnału wzorcowego są generowane przez system testujący z określonego przedziału wartości wzorcowych. W systemach z wartościami mieszanymi, część wartości sygnału wzorcowego zdefiniowana jest na stałe w systemie testującym, zaś pozostałe wartości są generowane przez system z określonego przedziału wartości wzorcowych.

Ze względu na rodzaj wymuszenia systemy testujące można podzielić na: okresowe i nieokresowe. Wymuszenia okresowe mają zazwyczaj kształt sinusoidalny, prostokątny lub piłokształtny. Z wymuszeń nieokresowych najczęściej stosuje się wymuszenie skokowe, wymuszenie impulsowe lub wymuszenie schodkowe. Zarówno wymuszenia okresowe jak i nieokresowe stosuje się do testowania właściwości dynamicznych urządzenia. Do testowania właściwości statycznych urządzenia stosuje się głównie wymuszenie skokowe. Trwają prace nad wykorzystaniem innych kształtów wymuszeń nieokresowych do testowania właściwości statycznych urządzeń. Wyniki wstępnych prac wskazują, że stosowanie takich wymuszeń umożliwia skrócenie czasu odpowiedzi testowanego urządzenia.

4. ZAKOŃCZENIE

W artykule przedstawiono metody i systemy do testowania urządzeń pomiarowo-sterujących oraz ich klasyfikację ze względu na następujące kryteria: rodzaj testowanych parametrów, stopień zautomatyzowania procesu testowania, rodzaj przyrządu kontrolnego.

Dalsze prace są prowadzone w kierunku doboru metody testowania, struktury systemu testującego oraz kształtu sygnału wzorcowego, w celu skrócenia czasu testowania urządzenia, przy zachowaniu wymaganej dokładności testu.

LITERATURA

- [1] J. Gajda, M. Szyper: *Modelowanie i badania symulacyjne systemów pomiarowych*, Firma JARTEK S.C., Kraków, 1998
- [2] P. Mróz: *Testowanie mikroprocesorowych urządzeń pomiarowo-sterujących*, V konferencja naukowa Systemy Pomiarowe w Badaniach Naukowych i w Przemysle, Łagów, 2004
- [3] P. Mróz: *Algorytmy pracy systemów testujących mikroprocesorowe urządzenia kontrolno-pomiarowe*, Rozprawa doktorska, Zielona Góra, 2002