

ANALIZA WPLYWU WYBRANYCH PARAMETRÓW SYGNAŁU WYMUSZAJĄCEGO NA CZAS ODPOWIEDZI OBIEKTU

Piotr Mróz

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

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

STRESZCZENIE

Podczas testowania urządzeń dąży się do skrócenia czasu ich odpowiedzi na sygnał wymuszający. Jednym ze sposobów skrócenia czasu jest modyfikacja sygnału wymuszającego. W praktyce trudność stanowi wygenerowanie sygnału wymuszającego z odpowiednio wysoką dokładnością. Stąd w artykule przedstawiono propozycję sygnału o kształcie możliwym do wygenerowania z typowych zadajników sygnałów wzorcowych, a jednocześnie umożliwiającego skrócenie czasu odpowiedzi układów inercyjnych pierwszego rzędu.

1. WPROWADZENIE

Każde urządzenie jest wielokrotnie testowane. Jednym z testowanych parametrów jest jego dokładność. Wraz ze wzrostem złożoności urządzeń pomiarowych wzrasta pracochłonność, i czas testowania, co powoduje wzrost kosztów wykonywania testu. Ma to szczególne znaczenie w miejscach, gdzie testowana jest duża liczba urządzeń tego samego typu. Jednym ze sposobów obniżenia kosztów testowania urządzenia jest skrócenie czasu jego testowania. Można to uzyskać między innymi przez odpowiednią modyfikację kształtu sygnału wymuszającego, dzięki której skrócony zostanie czas odpowiedzi testowanego urządzenia.

Trudnością zastosowania takiego rozwiązania jest wysoki koszt źródeł umożliwiających odtwarzanie z wymaganą, wysoką dokładnością, określonego sygnału odkształconego. W związku z tym poszukuje się sygnału wymuszającego o takim kształcie, aby możliwe było skrócenie czasu odpowiedzi urządzenia oraz jego wygenerowanie w układzie niewymagającym stosowania drogich, specjalizowanych źródeł.

Przedstawione w artykule rozważania dotyczą możliwości skrócenia czasu odpowiedzi urządzeń inercyjnych pierwszego rzędu, dzięki zastosowaniu jako wymuszenia skoku jednostkowego z przeregulowaniem.

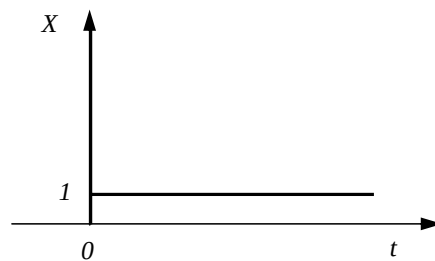
2. SYGNAŁ WYMUSZAJĄCY

Zanim przystąpiono do poszukiwań odpowiedniego kształtu sygnału wymuszającego założono, że testowane urządzenie jest obiektem inercyjnym pierwszego rzędu o transmitancji

$$G(s) = \frac{1}{Ts + 1}, \quad (1)$$

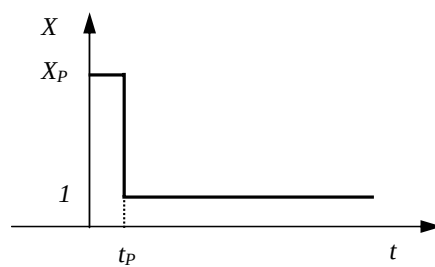
gdzie T jest stałą czasową obiektu.

W idealnych warunkach, dla tego typu obiektów, maksymalne skrócenie czasu odpowiedzi uzyskuje się przy zastosowaniu sygnału wymuszającego o kształcie impulsu delty Diraca i skoku jednostkowego. Przykład takiego sygnału przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Sygnał wymuszający o kształcie impulsu delty Diraca i skoku jednostkowego

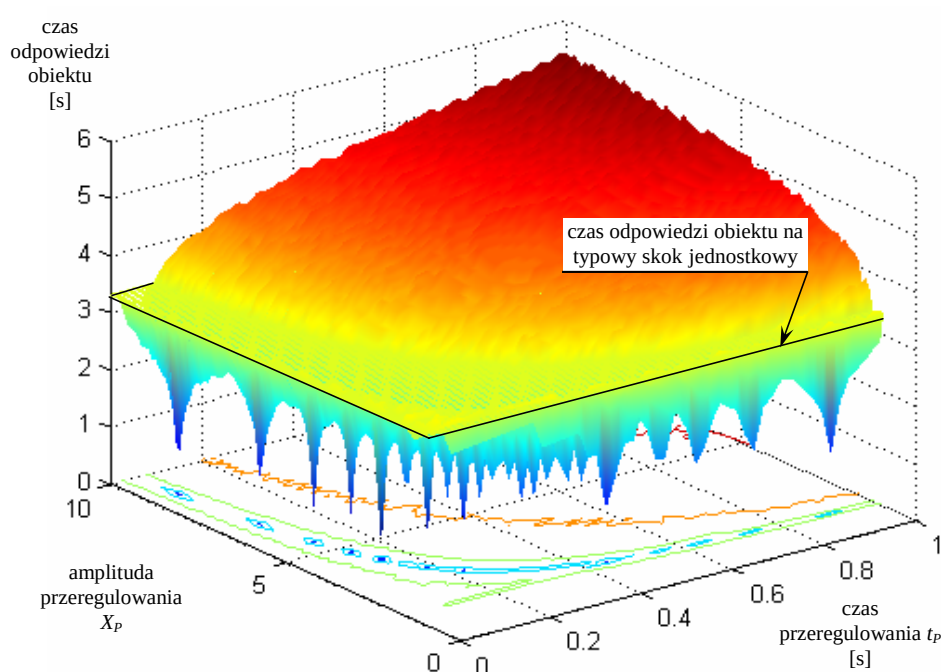
Wadą sygnału o takim kształcie jest trudność z fizycznym jego wygenerowaniem oraz możliwość uszkodzenia testowanego urządzenia na skutek znacznego przekroczenia wartości dopuszczalnej sygnału wejściowego X . W związku z tym zaproponowano sygnał wymuszający o kształcie skoku jednostkowego z przeregulowaniem przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Sygnał wymuszający o kształcie skoku jednostkowego z przeregulowaniem

Trudność stanowi takie dobranie wartości przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p tak, by uzyskać maksymalne skrócenie czasu odpowiedzi testowanego urządzenia. W tym celu opracowano schemat źródła sygnału wraz z testowanym obiektem w programie Simulink [1],

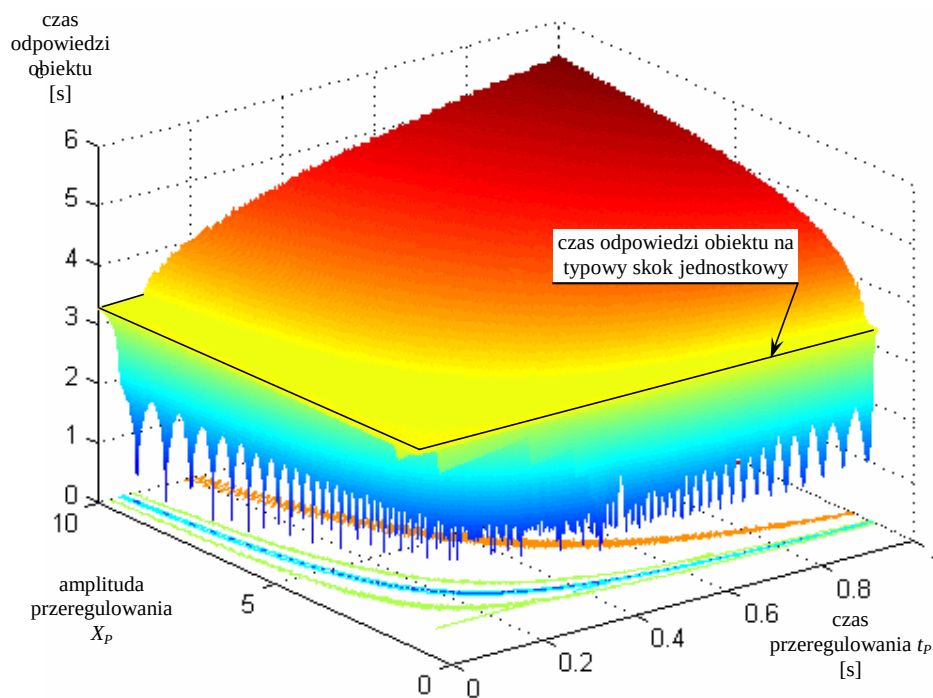
a następnie przeprowadzono symulację czasu odpowiedzi obiektu z wykorzystaniem opracowanego skryptu do programu MathLab [2, 3]. Symulację przeprowadzono dla różnych wartości stałej czasowej obiektu. Na rys. 3 przedstawiono przykładowy wykres czasu odpowiedzi obiektu w zależności od wartości przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p . Dodatkowo płaszczyzną poziomą wyróżniono czas odpowiedzi danego obiektu na typowy skok jednostkowy.



Rys. 3. Wykres czasu odpowiedzi obiektu w zależności od wartości przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_0

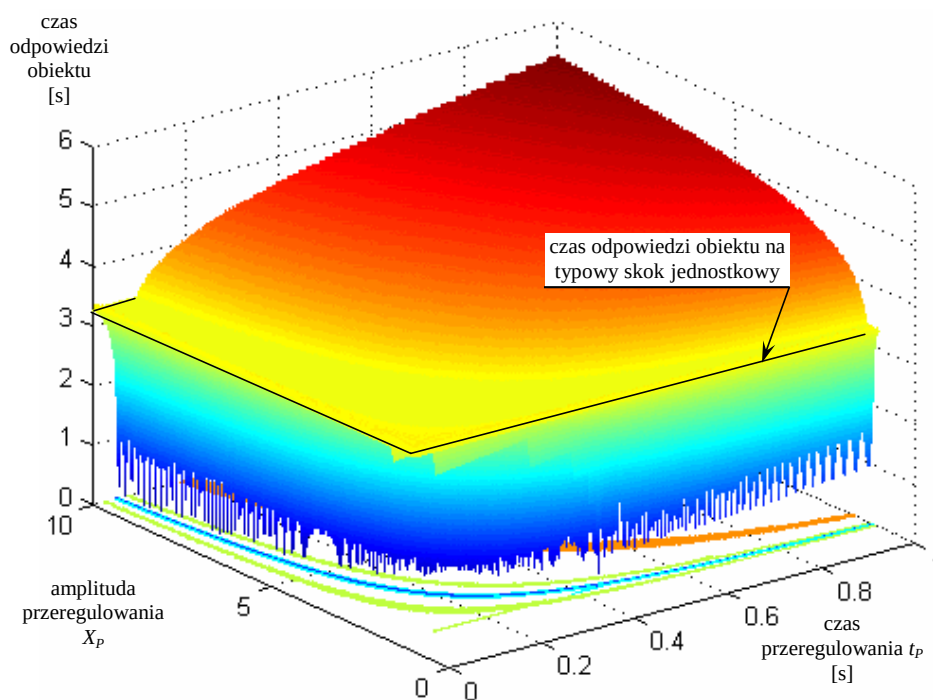
Na wykresie widać, że możliwe jest skrócenie czasu testowania obiektu przy zastosowaniu wymuszenia o kształcie przedstawionym na rys. 2. Biorąc pod uwagę, że właściwości badanego zjawiska mają charakter ciągły, zastanawiające jest skąd na wykresie czasu odpowiedzi badanego urządzenia pojawiły się liczne „sople”. Jedną z możliwości może być za rzadki dobór siatki, dla której prowadzono symulację. W celu sprawdzenia tej hipotezy powtórzono symulację dla siatki zagęszczonej. Wyniki symulacji przedstawiono na rys. 4. Z wykresu widać, że liczba „sopli” wzrosła i zaczęła układać się w kształt krawędzi.

Badania powtórzone dla jeszcze bardziej zagęszczonej siatki. Wyniki symulacji przedstawiono na rys. 5.



Rys. 4. Wykres czasu odpowiedzi obiektu w zależności od wartości przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_0 dla siatki gęstszej

Z przedstawionych wykresów wynika, że pojawianie się „sopli” na wykresie jest związane z niezbyt dokładnym dopasowaniem rozłożenia punktów siatki do charakterystyki badanego zjawiska. Na uwagę zasługuje fakt, że rzut krzywej zawierającej „sople” na podstawę wykresu dla wszystkich wykresów jest taki sam. Oznacza to, że gdyby udało się wyznaczyć funkcję opisującą tę krzywą, to można byłoby dokładnie wyznaczyć wzajemną zależność amplitudy przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p . Na podstawie tej zależności możliwe było by odpowiednie dobranie parametrów przeregulowania do parametrów testowanego obiektu.



Rys. 5. Wykres czasu odpowiedzi obiektu w zależności od wartości przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p dla siatki najgęstszej

Badania wykazały również, że krzywa zawierająca sopłe jest jednocześnie granicą wystąpienia przeregulowania sygnału wyjściowego testowanego urządzenia. Dla wartości amplitudy przeregulowania X_p i czasu przeregulowania t_p wybranych z obszaru ograniczonego osiami współrzędnych i krzywą „sopli” (włącznie z tą krzywą) nie występuje przeregulowanie sygnału wyjściowego z obiektu. Dla wartości spoza określonego obszaru przeregulowanie występuje.

Widać z tego, że dla precyzyjnie dobranych wartości amplitudy przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p możliwe jest znaczne skrócenie czasu odpowiedzi testowanego urządzenia w porównaniu z czasem testowania urządzenia z wykorzystaniem jako wymuszenia sygnału skoku jednostkowego. Nieznaczne odchyłki parametrów sygnału testującego lub testowanego obiektu powodują mniejsze skrócenie czasu testowania urządzenia oraz możliwość wystąpienia przeregulowania sygnału wyjściowego badanego obiektu.

3. ZAKOŃCZENIE

W artykule zaproponowano sygnał testujący, do testowania dokładności urządzeń inercyjnych pierwszego rzędu, o kształcie możliwym do wygenerowania z typowych zadajników sygnałów wzorcowych. Badania symulacyjne z wykorzystaniem programów *MathLab* i *Simulink* pokazały, że zastosowanie sygnału o zaproponowanym kształcie umożliwia znaczne skrócenie czasu testowania urządzeń. Wyróżniono również wartości amplitudy przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p , dla których występuje przeregulowanie sygnału wyjściowego z testowanego urządzenia.

Dalsze prace są prowadzone w kierunku określenia funkcji opisującej wartości amplitudy przeregulowania X_p i czasu jego trwania t_p , dla których występuje maksymalne skrócenie czasu testowania obiektu oraz zależności tej funkcji od parametrów obiektu.

LITERATURA

- [1] *Simulink Model-Based and System-Based Design*. The MathWorks, Inc. Natic, USA, 2002.
- [2] *Mathlab. Using MATHLAB*. The MathWorks, Inc. Natic, USA, 2002.
- [3] *Symbolic Math Toolbox*. The MathWorks, Inc. Natic, USA, 2002