


| Politechnika Poznańska Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki Identyfikacja Systemów | |  |
|--|---------------------------------------|---|
| Dz > AiR > Sem VI | Identyfikacja Systemu | 2023/24 (s.let.) |
| Skład osobowy: M. Kowalski H. Koszela | Protokół identyfikacji systemu | Data wyk.: 13.06.2024r. |

1 Cel identyfikacji

Celem identyfikacji jest uzyskanie symulatora wyjaśniającego odpowiedź systemu na poziomie $J_{FIT} > 94\%$

2 Identyfikowany obiekt i dane do identyfikacji

Identyfikowanym obiektem jest PT326 Process Trainer czyli specjalna dmuchawa laboratoryjna umożliwiająca zmianę różnych parametrów grzewczych oraz przeprowadzenie procesu identyfikacji.

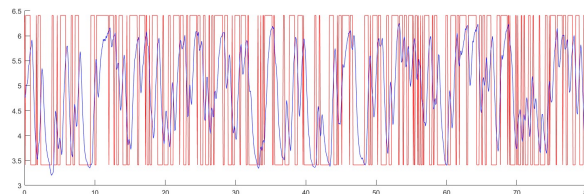
Danymi do przeprowadzenia identyfikacji jest jedna seria danych wejściowych obiektu PT326 w postaci dwustanowego sterowania napięciem nagrzewnicy na poziomie 3.41 V lub 11.4 V. Danymi wyjściowymi jest wykres napięcia sensora temperatury.

3 Zastosowane metody identyfikacji

Przy użyciu metody analizy korelacyjnej wyznaczone zostały początkowe parametry modelu. Stworzony model z estymowanymi parametrami poddano dyskretyzacji oraz rozpoczęto estymację parametrów za pomocą metody najmniejszych kwadratów. Następnie zastosowana została metoda IV do wyznaczenia ostatecznych parametrów modelu.

4 Analiza danych

Poniżej przedstawiony został wykres danych udostępnionych do identyfikacji.

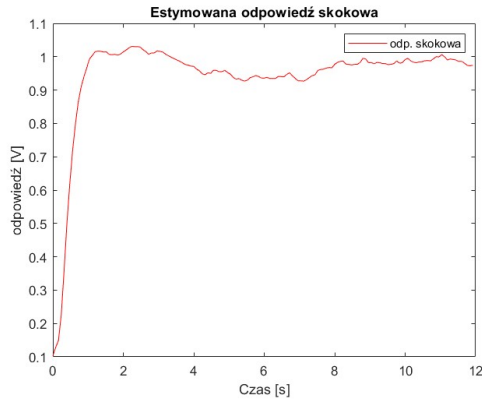


Rysunek 1: Dane udostępnione do analizy

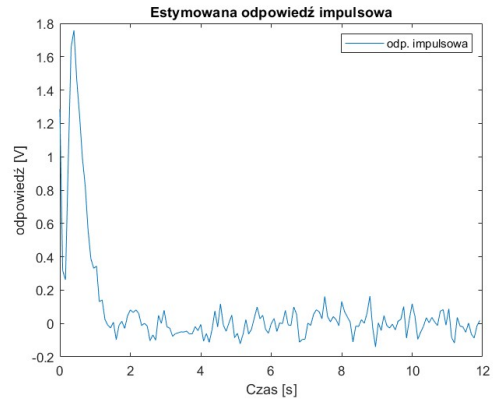
Z dokumentacji odczytana została przez nas transmitancja ciągła obiektu badanego:

$$\frac{Y}{U} = \frac{ke^{-\tau_d s}}{\tau s + 1}$$

Z racji braku większej ilości danych oraz konieczności dyskretyzacji transmitancji obiektu badanego podjęliśmy decyzję aby przeprowadzić analizę korelacyjną obiektu oraz na jej podstawie wykreślić odpowiedzi skokową oraz impulsową obiektu. Poniżej zostały przedstawione wykresy:



Rysunek 2: Estymowana odpowiedź skokowa obiektu



Rysunek 3: Estymowana odpowiedź impulsowa obiektu

Dzięki temu określone zostały wstępne parametry obiektu:

$$\frac{0.974}{0.5541s + 1} * e^{-0.116s}$$

Następnie wyznaczony został model obiektu. Obliczenia matematyczne prowadzące do równania różniczkowego przedstawiono poniżej:

$$\frac{z^2(p_n z + p_2)}{z - p_3} = \frac{Y}{U} \quad (1)$$

$$U z^{-2}(p_n z + p_2) = Y z - Y p_3 \quad (2)$$

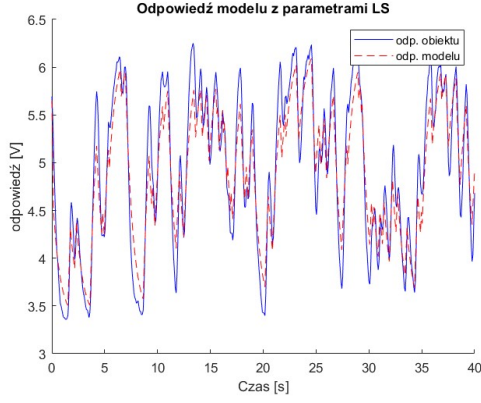
$$U z^{-p_n} p_n + U z^{-2} p_2 = Y z - Y p_3 \quad (3)$$

$$u(k-1)p_n + u(k-2)p_2 = y(k-1) - y(k)p_3 \quad (4)$$

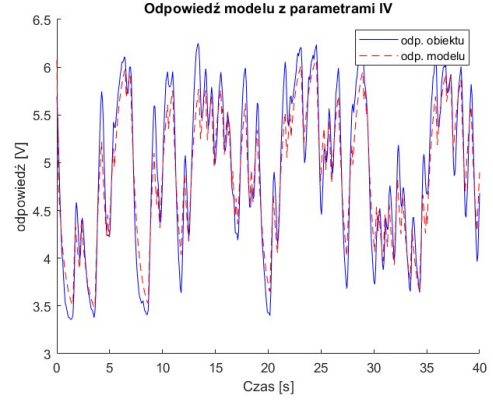
$$y(k+1) = y(k)p_3 + u(k-2)p_n + u(k-1)p_2 \quad (5)$$

$$y(k) = y(k-1)u(k-2)u(k-3) \begin{bmatrix} p_3 \\ p_n \\ p_2 \end{bmatrix} \frac{1}{q^{-1}} \quad (6)$$

W dalszej kolejności przeprowadzono identyfikację pośrednią systemu dynamicznego czasu ciągłego metodami LS oraz IV, które doprowadziły do otrzymania następujących wykresów:



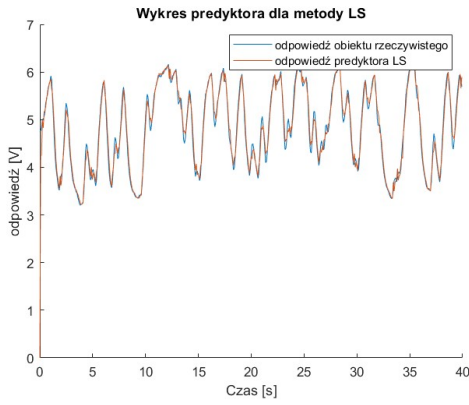
Rysunek 4: Odpowiedź modelu dla parametrów wyznaczonych z pomocą metody LS



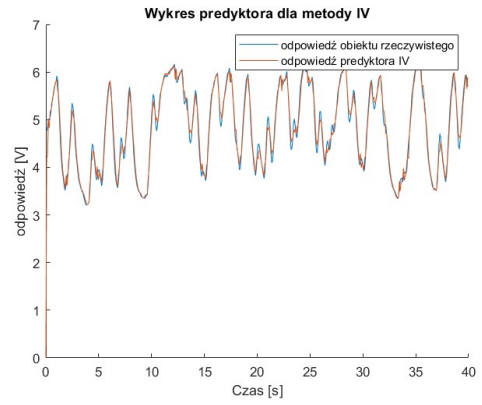
Rysunek 5: Odpowiedź modelu dla parametrów wyznaczonych z pomocą metody IV

Estymacje odpowiedzi obiema metodami nie różnią się w sposób znaczący. O minimalnej poprawie jakości estymacji świadczy wskaźnik J_{fit} dla metod LS oraz IV.

W projekcie zaimplementowano również predyktory dla obu metod:



Rysunek 6: Odpowiedź predyktora dla metody LS



Rysunek 7: Odpowiedź predyktora dla metody IV

5 Ocena dopasowania modelu

5.1 Wskaźnik J_{FIT}

Dopasowanie modelu oceniono przy pomocy wskaźnika J_{FIT} , wyznaczanego według następującego wzoru:

$$J_{FIT}(M) \left(1 - \frac{\|y - \hat{y}_M\|}{\|y - \bar{y}\|} \right) \cdot 100\%$$

- J_{FIT} dla predyktora LS: 85.540%
- J_{FIT} dla predyktora IV: 85.7127%

5.2 Wartości parametrów i przedziały ufności

Parametry modelu dyskretnego zostały finalnie wyznaczone na podstawie metody LS. W celu określenia precyzji estymowanych parametrów wyznaczone zostały przedziały ufności dla metody LS. Poniżej została przedstawiona tabela z wynikami estymacji parametrów oraz ich przedziałami ufności:

| parametr | wartość | przedział min | przedział max |
|----------|---------|---------------|---------------|
| p1 | 0.8906 | 0.8812 | 0.8996 |
| p2 | 0.0019 | -0.0087 | 0.0109 |
| p3 | 0.1053 | 0.0965 | 0.1173 |

Tabela 1: Tabela parametrów i przedziałów ufności

6 Wnioski

Metoda LS umożliwiła osiągnięcie wartości wskaźnika J_{FIT} wynoszącego 85.54%. W dalszej kolejności zastosowano metody zmiennych instrumentalnych (IV) zgodnie z ideą umożliwiło to zwiększenie wartości wskaźnika J_{FIT} do 85.7127%. Jak widzimy, zastosowanie metody IV nie zwiększyło znacznie wskaźnika dopasowania co może sugerować, że w obiekcie występują szумы tzw. "białe", które nie są rekompensowane metodą IV.