Uniwersytet Zielonogórski
Instytut Sterowania i Systemów Informatycznych

Laboratorium automatyki i robotyki

Ćwiczenie 2: Matlab i Simulink

1. Utworzyć wektor t o elementach oddalonych o 0.1 s w zakresie od 0 do 10 s. Narysować wykres funkcji $y = 2\sin t + 3\cos t$, a następnie użyć funkcji `max` w celu określenia jej maksimum. Sprawdzić wynik za pomocą kursora.

2. Znaleźć pierwiastki następujących równań:
   (a) $s^3 + 2s^2 + 1 = 0$
   (b) $p^3 + 1 = 0$
   (c) $-3s^2 - 5s + 2 = 0$

3. Zdefiniuj w Matlabie transmitancje poniższych układów:
   (a) Układ G_A ma jednostkowe wzmocnienie jednostkowe dla $\omega = 0$ rad/s, biegun w punkcie -3 i zero w punkcie -4.
   (b) Układ G_B ma wzmocnienie 10 dla $\omega = 0$ rad/s, zero w punkcie -1 i dwa bieguny w punktach $-1 + j0.5$ i $-1 - j0.5$.
   (c) Układ G_C ma nieskończone wzmocnienie dla $\omega = 0$ rad/s, zero w punkcie -6, dwa bieguny w początku układu współrzędnych i biegun w punkcie -4.

   (*Wskazówka:* Wykorzystać polecenia `tf` oraz `zpk`.)

4. Dla układu o transmitancji $G_1(s) = 1/(\tau s + 1)$ oraz wymuszenia $U(s)$ w postaci skoku jednostkowego, utworzyć odpowiedni M-plik obrazujący wyjście $y(t)$ dla trzech przypadków: $\tau = 2$, $\tau = 4$ oraz $\tau = 6$ s. Wykresy powinny znajdować się na tym samym rysunku. (*Wskazówka:* Wykorzystać polecenia `step` oraz `hold`.)

5. Dane są następujące transmitancje:

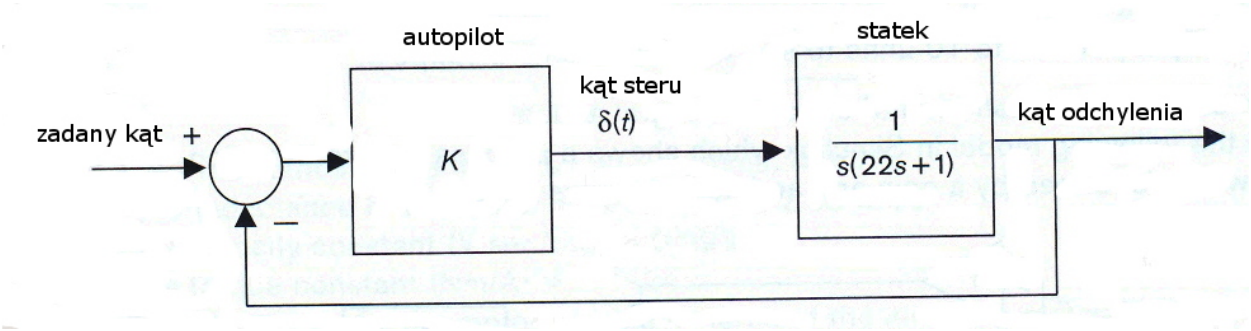
$$g_1(s) = \frac{s^2 + 2s + 1}{s^3 + 3s^2 + 1}, \quad g_2(s) = \frac{2s^2 - 3}{(s^3 + 1)(s^2 + s + 1)}.$$

   (a) Wprowadzić $g_1(s)$ używając wektorów wierszowych.
   (b) Wprowadzić $g_2(s)$ używając notacji `s=tf('s')`.
   (c) Znaleźć zera licznika i mianownika $g_1(s)$ stosując polecenie `roots`.
   (d) Porównać wyniki z rezultatami otrzymanymi za pomocą poleceń `zero` oraz `pole`. Sprawdzić gdzie są pierwiastki z zastosowaniem funkcji `pzmap`.
   (e) Znaleźć zera i bieguny $g_2(s)$ stosując odpowiednie polecenia. Użyć funkcji `pzmap` w celu upewnienia się, że układ jest stabilny (bieguny muszą leżeć w lewej półpłaszczyźnie).

6. Przekształcenie Laplace'a opóźnienia czasowego ma postać e^{-Ts}. Następująca transmitancja zawiera opóźnienie dwusekundowe:

$$g(s) = \frac{10e^{-2s}}{5s + 1}.$$

   (a) Wprowadzić transmitancję `g1` reprezentującą $g(s)$ bez opóźnienia.
   (b) Wprowadzić `get(g1)`; zaobserwować, że wśród listy atrybutów `g1` jest zerowa wartość `InputDelay`.
   (c) Użyć następujących poleceń do wprowadzenia $g(s)$:



Rysunek 1: Model do zadania 1.

```
g = g1;
set(g, 'InputDelay', 2)
```

(d) Narysować odpowiedź skokową układu zarówno z opóźnieniem, jak i bez opóźnienia. Porównać rezultaty.

7. Rozważmy układ opisany następującymi równaniami:

$$Y_1(s) = \frac{2}{3s+1}U_1(s)$$
$$Y_2(s) = 6Y_1(s) + \frac{5}{6s+1}U_2(s)$$

(a) Zaimplementować ten model w Simulinku.

(b) Narysować $y_2(t)$ dla $u_1(t) = u_2(t) = 1$.

8. Uproszczony schemat blokowy układu sterowania autopilota statku pokazuje rys. 1. Układ steruje kątem odchylenia ϕ.

(a) Zaimplementować model w Simulinku dla $K = 1$ oraz zadanego kąta $\phi_r = 30°$. W celu zadawania K, zastosować 'slider gain'.

(b) Zmieniać wartość K w celu uzyskania przeregulowania na poziomie 10°.

9. Układ zbiornika opisuje się równaniem różniczkowym pierwszego rzędu:

$$11.5\dot{h}(t) + h(t) = q(t),$$

gdzie: $h(t)$ — poziom cieczy, $q(t)$ — przepływ wejściowy w m^3/min.

(a) Wyprowadzić model układu oparty na przekształceniu Laplace'a.

(b) Użyć Simulinka w celu znalezienia odpowiedzi $h(t)$ na skok o wartości 1 m^3/min, ale w sytuacji gdy istnieje dodatkowa wolnozmienna składowa wejścia o amplitudzie 0.1 i częstotliwości 0.05 Hz.

10. Prawo Stefana określa, że szybkość zmian temperatury ciała wskutek promieniowania ciepła opisuje się równaniem

$$\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}t} = -k(T^4 - T_0^4),$$

gdzie: T — temperatura ciała, T_0 — temperatura otoczenia [°K].

(a) Zaimplementować podany model nieliniowy w Simulinku. (*Wskazówka:* Zastosować funkcje 'Fcn' oraz 'Transfer Fcn with initial states' (z zestawu Simulink Extras).)

(b) Zakładając $T_0 = 280$ K, $k = 1.0 \times 10^{-11}$ oraz temperaturę początkową $T(0) = 600$ K, jak długo zajmie temu ciału osiągnięcie stanu ustalonego?