

Inteligentne metody sterowania

Laboratorium

Sterowanie typu "feedforward"

1. W środowisku Simulink zbudować układ automatycznej regulacji z regulatorem PID dla systemu mechanicznego sprężyna-masa. System mechaniczny został zamodelowany w Simulinku (plik `springmass.mdl`). Do zbudowania systemu sterowania należy użyć bloku PID controller dostępny w Simulinku. Dokonać auto-strojenia regulatora (opcja `Tune`). Przetestować zbudowany układ automatycznej regulacji wyznaczając wskaźniki jakości w postaci: uchybu w stanie ustalonym, przeregulowania i czasu regulacji.
2. Powtórzyć eksperyment z zadania 1 używając regulatora PID o transmitancji:

$$G_r(s) = \frac{32s^2 + 46.8s + 8}{0.4s^2 + 5s}. \quad (1)$$

Przetestować zbudowany układ automatycznej regulacji wyznaczając wskaźniki jakości w postaci: uchybu w stanie ustalonym, przeregulowania i czasu regulacji. Porównać z wynikami uzyskanymi w pkt. 1.

3. Zbudować model odwrotny systemu mechanicznego postaci:

(a) modelu NNARX:

$$u_{ff}(k) = \hat{g}(y_r(k+1), y_r(k), \dots, y_r(k-n_a+1), u_{ff}(k-1), \dots, u_{ff}(k-n_b+1)), \quad (2)$$

(b) modelu NNFIR:

$$u_{ff}(k) = \hat{g}(y_r(k+1), y_r(k), \dots, y_r(k-n_a+1)). \quad (3)$$

Wykorzystać doświadczenie zdobyte podczas realizacji ćwiczenia *Sterowanie z modelem odwrotnym*. Wykorzystać model odwrotny do polepszenia działania układu automatycznej regulacji z pkt. 1 lub pkt. 2. Użyć prawa sterowania postaci:

$$u(k) = u_{PID}(k) + u_{ff}(k). \quad (4)$$

Przetestować zbudowany układ sterowania pobudzając system:

- (a) losowymi skokami sygnału zadanego,
- (b) falą prostokątną o okresie $T = 30s$ i wypełnieniu 50%

(c) sygnałem "chirp signal".

Wyznaczyć wskaźniki jakości w postaci: uchybu w stanie ustalonym, przeregulowania i czasu regulacji. Porównać z wynikami uzyskanymi w pkt. 1 i 2.

4. Silnika prądu stałego z magnesem trwałym opisanym następującymi równaniami:

- podsystem elektryczny

$$u(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + K_e \omega(t)$$

gdzie R – rezystancja uzwojenia, L – indukcyjność uzwojenia, K_e – stała napięciowa, $\omega(t)$ – prędkość obrotowa,

- moment elektryczny silnika

$$M_e(t) = K_m i(t)$$

gdzie K_m – stała momentu obrotowego,

- moment mechaniczny silnika

$$M_m(t) = J \frac{d\omega(t)}{dt} + B\omega(t) + M_l$$

gdzie J – moment bezwładności na wale twornika, B – współczynnik tarcia lepkiego, M_l – obciążenie.

Momenty elektryczny i mechaniczny równoważą się. Przyjąć następujące parametry silnika: $R = 3.13\Omega$, $L = 0.006\text{H}$, $K_e = 6.27\text{mV/obr}$, $K_m = 0.06\text{Nm/A}$, $J = 17.7 \times 10^{-6} \text{Kgm}^2$, $B = 0.007\text{Nms}$, $M_l = 0$. Przyjąć napięcie znamionowe $u = 24\text{V}$. Silnik został zamodelowany w Simulinku (plik `silnik.mdl`).

- Zbudować układ automatycznej regulacji z regulatorem PI (sposób postępowania analogiczny jak w pkt.1).
- Zbudować model odwrotny silnika. Wykorzystać doświadczenia nabyte podczas realizacji pkt. 3.
- Zbudować układ sterowania typu "feedforward". Przetestować układ sterowania stosując jako sygnał zadany: skok jednostkowy, falę prostokątną, sygnał sinusoidalny. Dla każdego sygnału zadanego wyznaczyć: przeregulowanie, czas regulacji oraz uchyb w stanie ustalonym.