

## MODI – projekt I, zadanie 20

Nieliniowy obiekt dynamiczny opisany jest ciągłym modelem w przestrzeni stanu

$$\begin{aligned}\dot{x}_1(t) &= -a_2x_1(t) + x_2(t) \\ \dot{x}_2(t) &= -a_1x_1(t) + x_3(t) \\ \dot{x}_3(t) &= -a_0x_1(t) + b_0(\alpha_1u(t) + \alpha_2u^2(t) + \alpha_3u^3(t) + \alpha_4u^4(t)) \\ y(t) &= x_1(t)\end{aligned}$$

gdzie:  $a_0 = 0,00376903$ ,  $a_1 = 0,0731193$ ,  $a_2 = 0,469961$ ,  $b_0 = 0,0050882$ ,  $\alpha_1 = 0,42$ ,  $\alpha_2 = 0,19$ ,  $\alpha_3 = 1,5$ ,  $\alpha_4 = 0,95$ . Sygnał sterujący zmienia się w zakresie  $-1 \leq u \leq 1$ .

### Zadania obowiązkowe (0-20 pkt.)

1. Na podstawie dynamicznego modelu ciągłego wyznaczyć wzór i narysować charakterystykę statyczną  $y(u)$ .
2. Wyznaczyć analitycznie charakterystykę statyczną zlinearyzowaną w dowolnym punkcie  $\bar{u}$ .
3. Narysować zlinearyzowaną charakterystykę statyczną na tle charakterystyki nieliniowej dla trzech różnych punktów linearyzacji (sporządzić osobne rysunki dla kolejnych punktów linearyzacji). Skomentować wyniki.
4. Narysować reprezentację graficzną dynamicznego modelu ciągłego.
5. Podać równania i narysować reprezentację graficzną dynamicznego modelu ciągłego zlinearyzowanego w punkcie pracy  $\bar{u}$ .
6. Wyznaczyć symulacyjnie odpowiedzi skokowe modelu ciągłego w wersji nieliniowej i zlinearyzowanej dla trzech skoków sygnału sterującego: „małego”, „średniego” i „dużego”, w każdym przypadku przy trzech różnych punktach linearyzacji (jak w zadaniu 3). Podać na rysunku odpowiedzi obu układów, sporządzić oddzielne rysunki dla różnych punktów linearyzacji. Przyjąć zerowe warunki początkowe. Skomentować wyniki.
7. Podać równania i narysować reprezentację graficzną dynamicznego modelu nieliniowego w wersji dyskretniej.
8. Wyznaczyć symulacyjnie odpowiedzi skokowe modelu nieliniowego w wersji ciągłej i dyskretniej dla trzech okresów próbkowania: „małego”, „średniego” i „dużego”. Podać na rysunku odpowiedzi obu układów, sporządzić oddzielne rysunki dla różnych okresów próbkowania. Przyjąć zerowe warunki początkowe. Skomentować wyniki.

### Zadania dodatkowe (0-5 pkt.)

1. Na podstawie zlinearyzowanego modelu dynamicznego w wersji ciągłej wyznaczyć odpowiadającą mu transmitancję w punkcie  $\bar{u}$ .
2. Wyznaczyć analitycznie wzmocnienie statyczne  $K_{\text{stat}}$  transmitancji w zależności od punktu linearyzacji  $\bar{u}$ . Obliczyć wartość wzmocnienia dla punktów linearyzacji rozważanych w zadaniu 3. Korzystając z wykonanych rysunków (rozwiązanie zadań obowiązkowych), wytłumaczyć jak należy interpretować wzmocnienie statyczne dla różnych punktów linearyzacji.

### Uwagi:

- a) Obliczenia wykonać w pakiecie MATLAB, do symulacji zastosować Simulink.
- b) **Wszystkie obliczenia i symulacje należy krótko udokumentować i omówić w sprawozdaniu. Nie przepisywać wzorów ogólnych, ale pokazać jak zostały one zastosowane (np. podając polecenia MATLABa z odpowiednimi argumentami).**
- c) Do przygotowania sprawozdania można wykorzystać szablon dostępny w systemie Studia. **Należy uwzględnić uwagi podane w szablonie sprawozdania.**
- d) Do dnia 17.4.2024 (do godz. 23.59) należy w module sprawozdania systemu Studia umieścić spakowany plik, zawierający **sprawozdanie w pliku pdf oraz wszystkie pliki źródłowe MATLABa i Simulinka**. Nie wysyłać innych plików, np. graficznych.
- e) Za każdy rozpoczęty dzień spóźnienia odejmowany jest 1 punkt.