

# Teoria Sterowania

## Zajęcia laboratoryjne, spotkanie 2

### 1 Przekształcenie do przestrzeni stanu

Dane są układy liniowe o transmitancjach

- $G(s) = \frac{10}{s+2}$
- $G(s) = \frac{4}{2s^2+1}$
- $G(s) = \frac{s+4}{2s^2+1}$
- $G(s) = \frac{-2s+6}{(s+2)^2(s+3)}$

Dla podanych transmitancji samodzielnie zdefiniować wektor zmiennych stanu i ręcznie wyznaczyć równania stanu i wyjścia. Wykonać i przedstawić niezbędne obliczenia. W środowisku Python zdefiniować układ poprzez transmitancję (wykorzystać np. `scipy.signal.TransferFunction`) oraz wyznaczony model w przestrzeni stanu (`scipy.signal.StateSpace`). Przekształcić układ zdefiniowany poprzez transmitancję do przestrzeni stanu (`scipy.signal.tf2ss`) i porównać rezultat z wynikami uzyskanymi poprzez samodzielne obliczenia. Z badać odpowiedź skokową poszczególnych reprezentacji (np. `scipy.signal.step2`, `scipy.signal.lti` lub `scipy.signal.solve_ivp`). Porównać sygnał wyjściowy i przebieg zmiennych stanu modeli. Dla modeli wykorzystujących zmienne stanu zbadać odpowiedź czasową przyjmując niezerowe warunki początkowe (np. `scipy.signal.lti` lub `scipy.signal.solve_ivp`).

Na podstawie przeprowadzonych badań i wiedzy własnej odpowiedzieć na pytania:

1. Czy opis transmitancyjny oraz poprzez zmienne stanu jest równoważny w przestrzeni wejścia-wyjścia?
2. Czy trajektorie zmiennych stanu są jednakowe dla różnych reprezentacji? Odpowiedź skomentować.
3. Czy dla różnych reprezentacji dobór warunków początkowych jest równoznaczny? Dlaczego trudno taki przypadek uwzględnić w opisie transmitancyjnym?

## 2 Przekształcenie do opisu transmitancyjnego

Dane są następujące równania stanu

$$\bullet \dot{x} = \begin{bmatrix} -4 & -1 \\ -2 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [3 \quad -4] x + u$$

$$\bullet \dot{x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -6 & -3 & 5 \\ -5 & -2 & 4 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [1 \quad 1 \quad 1] x$$

$$\bullet \dot{x} = \begin{bmatrix} -3 & 1.25 & -0.75 & -2.75 \\ -6 & 3 & -3.5 & -6 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ -6 & 5 & -4.5 & -6 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0.5 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u, \quad y = [2 \quad 0 \quad 0 \quad 0] x$$

Dla poszczególnych przypadków samodzielnie obliczyć transmitancje operatorowe korzystając z zależności analitycznej. Wyznaczyć transmitancje poprzez środowisko Python (np. `scipy.signal.ss2tf`). Porównać i skomentować uzyskane wyniki. Czy jest możliwe uzyskanie innej transmitancji dla podanych przypadków?