Projekt 2 TMiPA 2025/2026

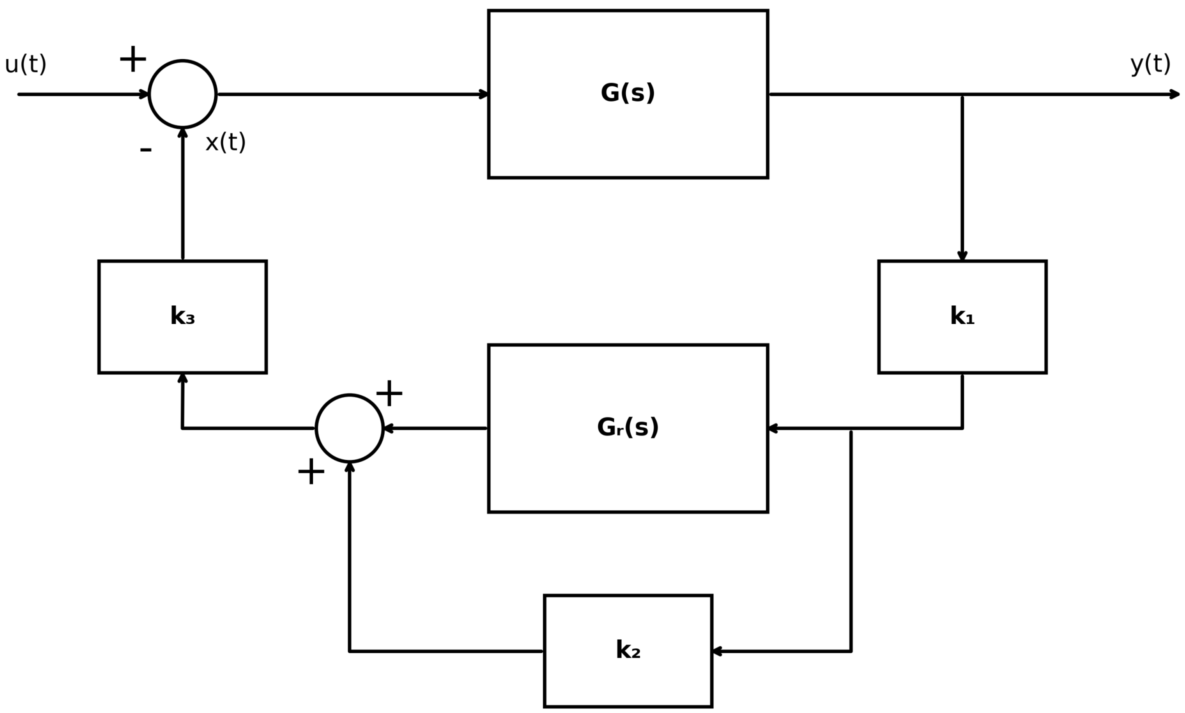
Analiza liniowego układu automatyki

Łukasz Błaszczyk, 339513

Zrobione w Pythonie, dostępne na github:

https://github.com/LukeMech/STUDIA_TMiPA_Projects/tree/main/R2S1_P2

Założenia



$G(s) = \frac{1}{4s+1}$

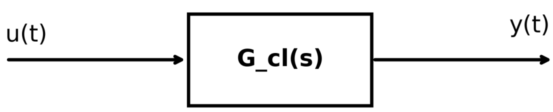
$G_r(s) = \frac{1}{s}$

$k_1 = 0.2$

$k_2 = 0.7$

$k_3 = 1.8$

a) Transmitancja zastępcza (redukcja układu do 1 bloku)



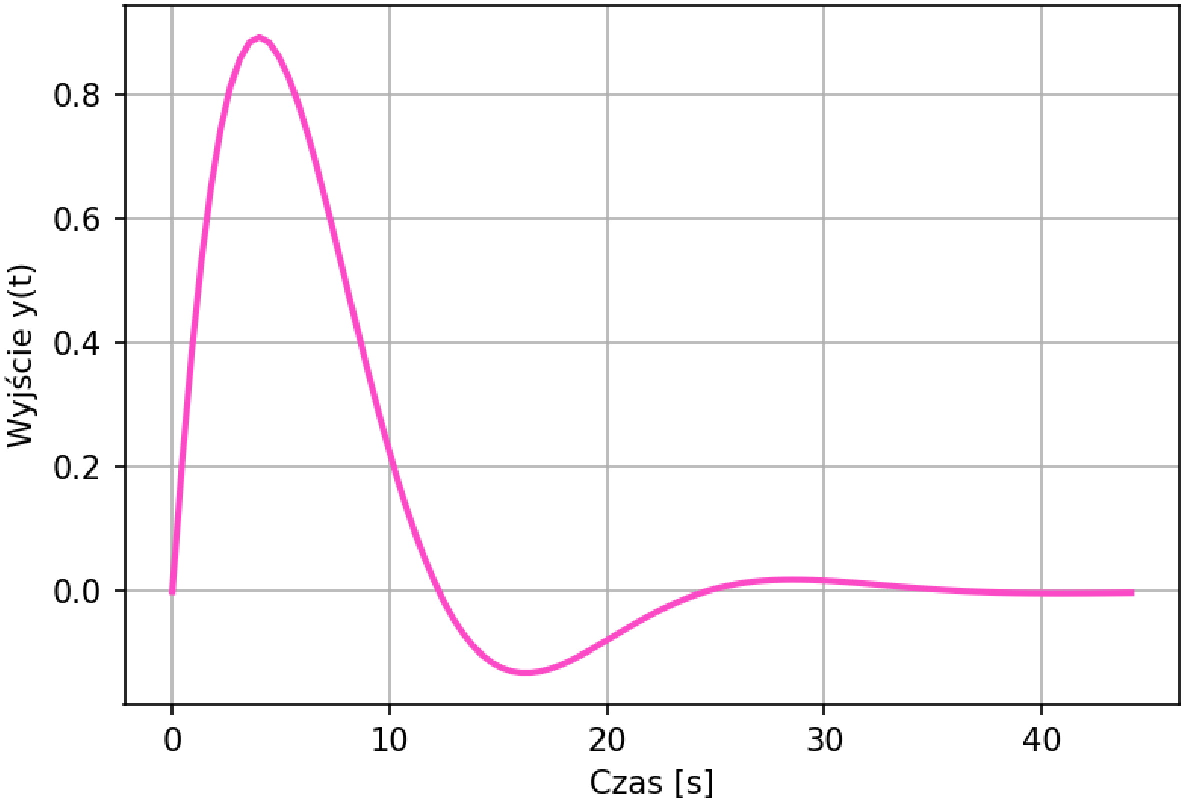
$$H_{wew}(s) = k_1(G_r(s) + k_2) = 0.14 + \frac{0.2}{s}$$

$$H(s) = k_3 H_{wew}(s) = 0.252 + \frac{0.36}{s}$$

$$G_{cl}(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)} = \frac{s}{4s^2 + 1.252s + 0.36}$$

b) Analiza wymuszenia skokowego u0(t) = 2*1(t)

Wykres odpowiedzi skokowej dla wymuszenia u0(t) = 2 * 1(t) pokazuje, jak układ reaguje na skokową zmianę sygnału wejściowego z wartości 0 do 2 w chwili t = 0. Na początku, układ znajduje się w stanie ustalonym, a wartość odpowiedzi wynosi 0. W momencie t = 0, gdy sygnał skacze do 2, układ zaczyna reagować na tę zmianę. Odpowiedź układu zaczyna się zmieniać od tej chwili, dążąc do nowego stanu ustalonego, który jest proporcjonalny do wartości wymuszenia (w tym przypadku do wartości 2). Na wykresie widać, że odpowiedź układu początkowo szybko rośnie, a następnie stopniowo zbliża się asymptotycznie do wartości końcowej, co może zależeć od charakterystyki układu (np. stałych czasowych). Jeśli układ jest układ liniowy, odpowiedź będzie miała charakter monotoniczny lub oscylacyjny, w zależności od parametrów. Na wykresie wynikowa krzywa pokazuje przejście układu od stanu początkowego do stanu końcowego, zachowując kształt typowy dla odpowiedzi skokowej.



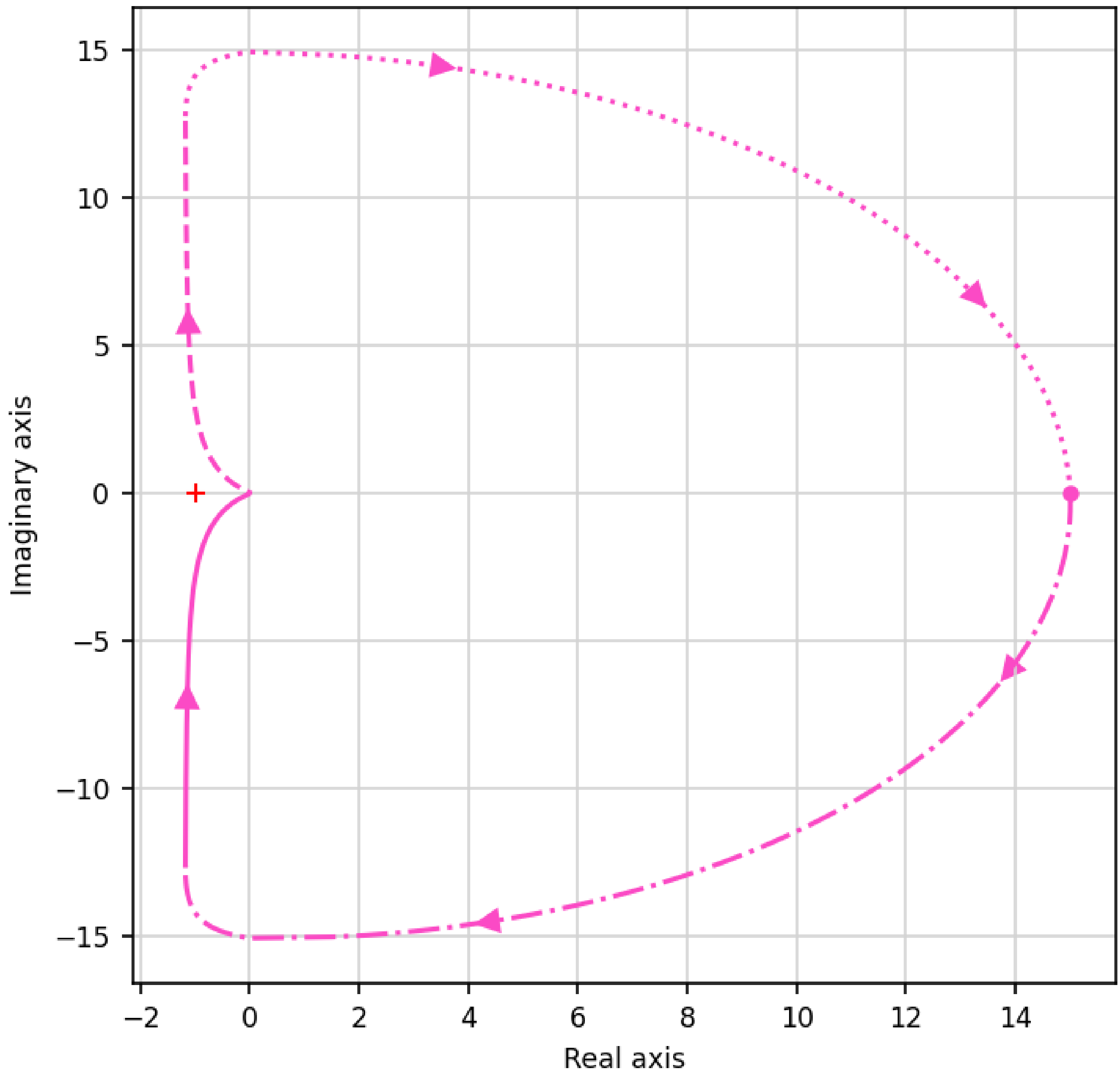
c) Wykres Nyquista

Wykres Nyquista przedstawia odpowiedź częstotliwościową układu w dziedzinie liczb zespolonych, pokazując zależność między częścią rzeczywistą (Re) a urojoną (Im) transmitancji układu L(jω), gdzie ω jest częstotliwością. Wykres jest parametryzowany poprzez zmianę częstotliwości ω, tworząc krzywą na płaszczyźnie zespolonej. Ukazuje zachowanie układu w całym zakresie częstotliwości, co pozwala na analizę stabilności i właściwości dynamicznych systemu bez konieczności rozwiązania równań różniczkowych.

$$Re[L(j\omega)] = -\frac{1.188}{16\omega^2 + 1}$$

$$Im[L(j\omega)] = \frac{-16.128\omega^4 - 6.768\omega^2 - 0.36}{\omega(256.0\omega^4 + 32.0\omega^2 + 1.0)}$$

$$s = j\omega \rightarrow L(j\omega) = \frac{0.252\omega - 0.36i}{\omega(4.0i\omega + 1.0)}$$



d) Redukcja transmitancji operatorowej sprzężenia

$$H(s) = k_3 H_{wew}(s) = 0.252 + \frac{0.36}{s}$$