

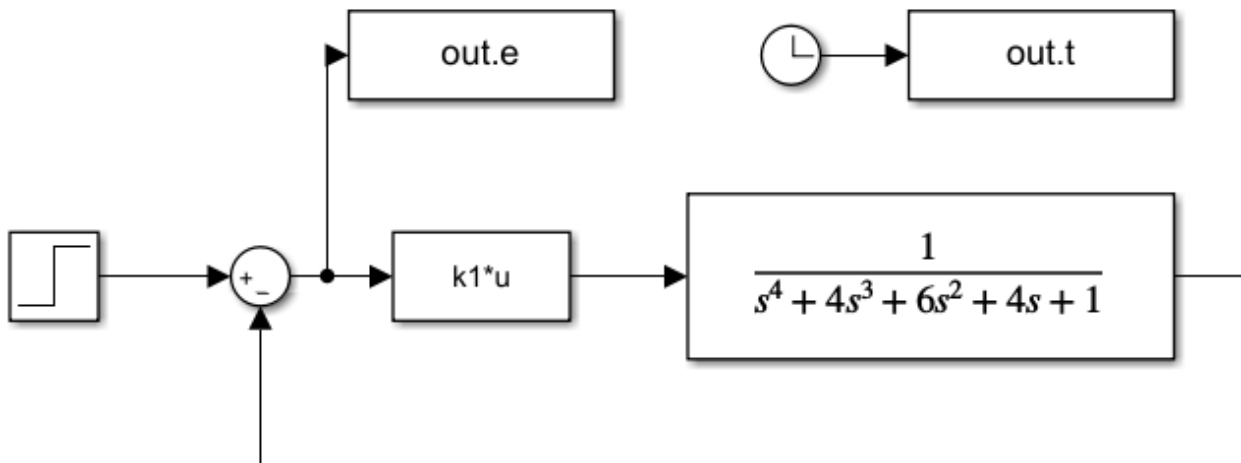
Termin: Piątek parzysty godz. 7:30

## Sprawozdanie

Dano obiekt o transmitancji  $K_o(s) = \frac{1}{(s+1)^4}$  oraz sygnał zadający  $y(t)=1(t)$

### 1. Regulator typu P

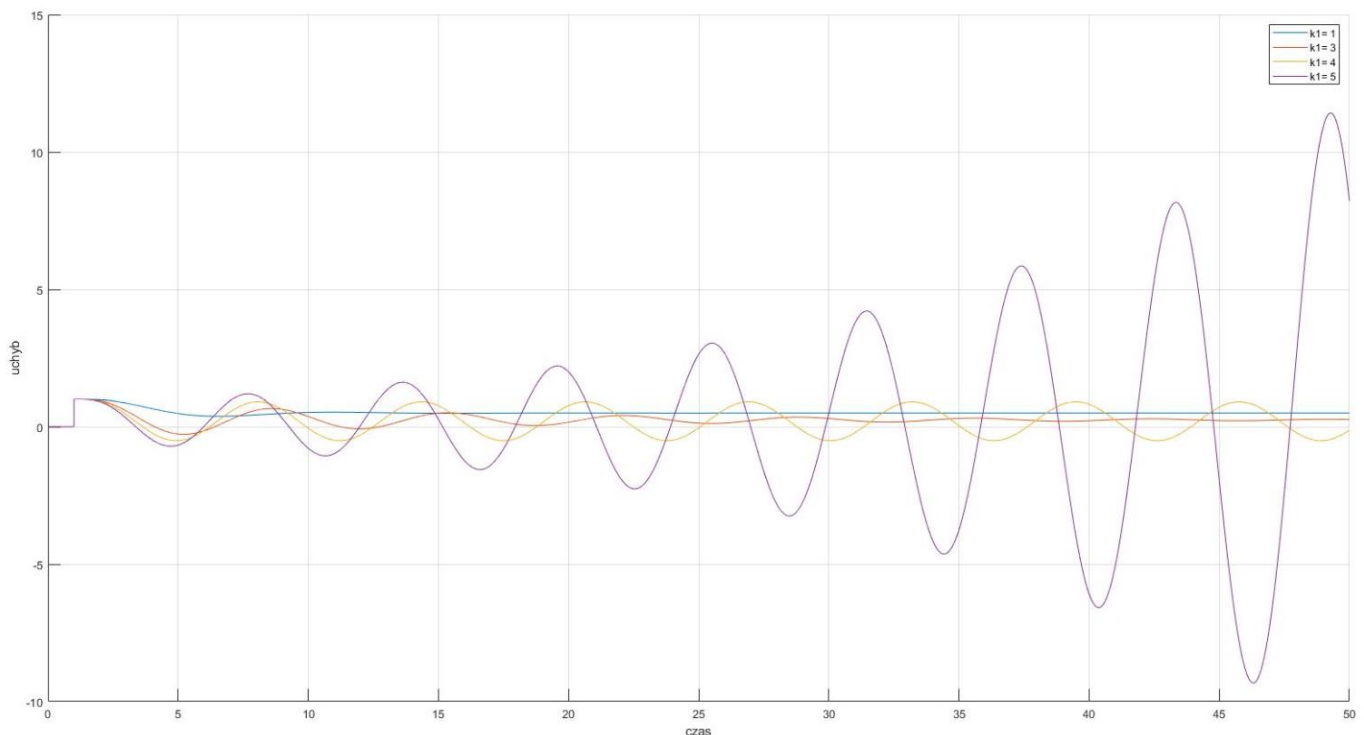
#### 1. Schemat Simulink



Transmitancja układu otwartego jest równa  $K_{otw}(s) = \frac{k_1}{s^4 + 4s^3 + 6s^2 + 4s + 1}$

Transmitancja UAR jest równa  $K_{UAR} = \frac{L_{K_{otw}}}{L_{K_{otw}} + M_{K_{otw}}} = \frac{k_1}{s^4 + 4s^3 + 6s^2 + 4s + 1 + k_1}$

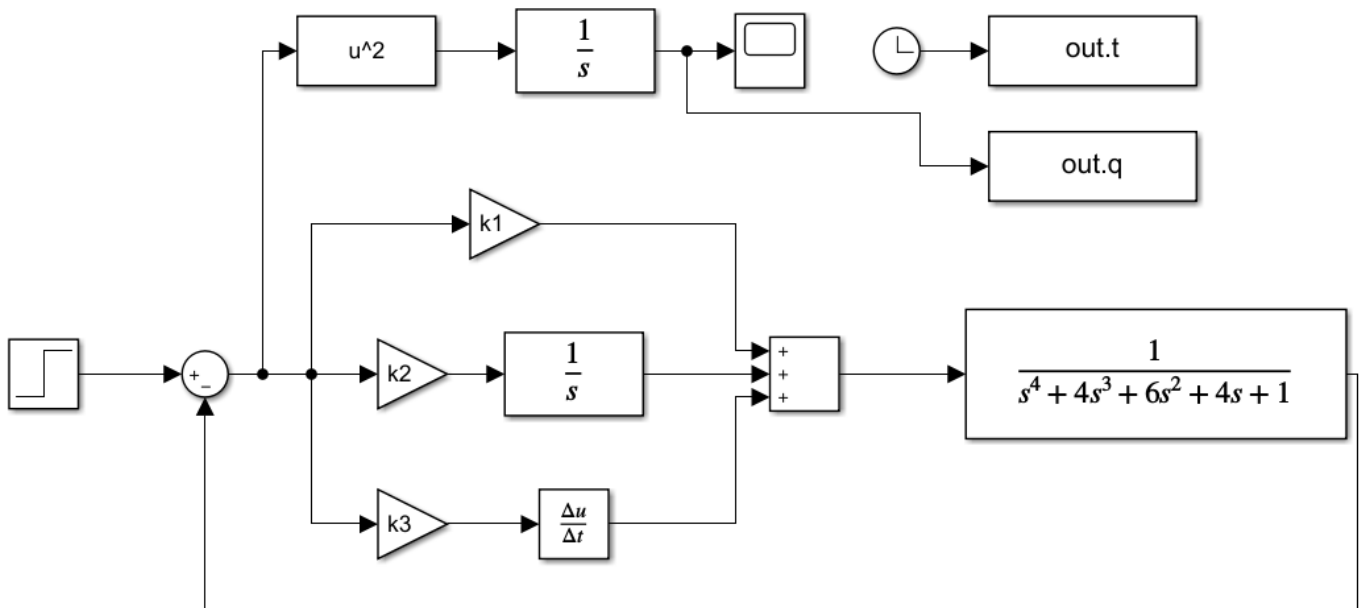
Dzięki wykorzystaniu kryterium Hurwitza otrzymujemy, że układ jest stabilny dla  $k_1 \in (-1, 4)$



Gdy przyjmujemy  $K_1 = 4$  to układ jest na granicy stabilności. Dla wartości spoza wyliczonego zakresu układ jest niestabilny. Im wartość współczynnika  $K_1$  jest bliższa zero, tym szybciej układ znajduje się w punkcie stabilności.

## 2. Regulator typu PID

### 1. Schemat Simulink

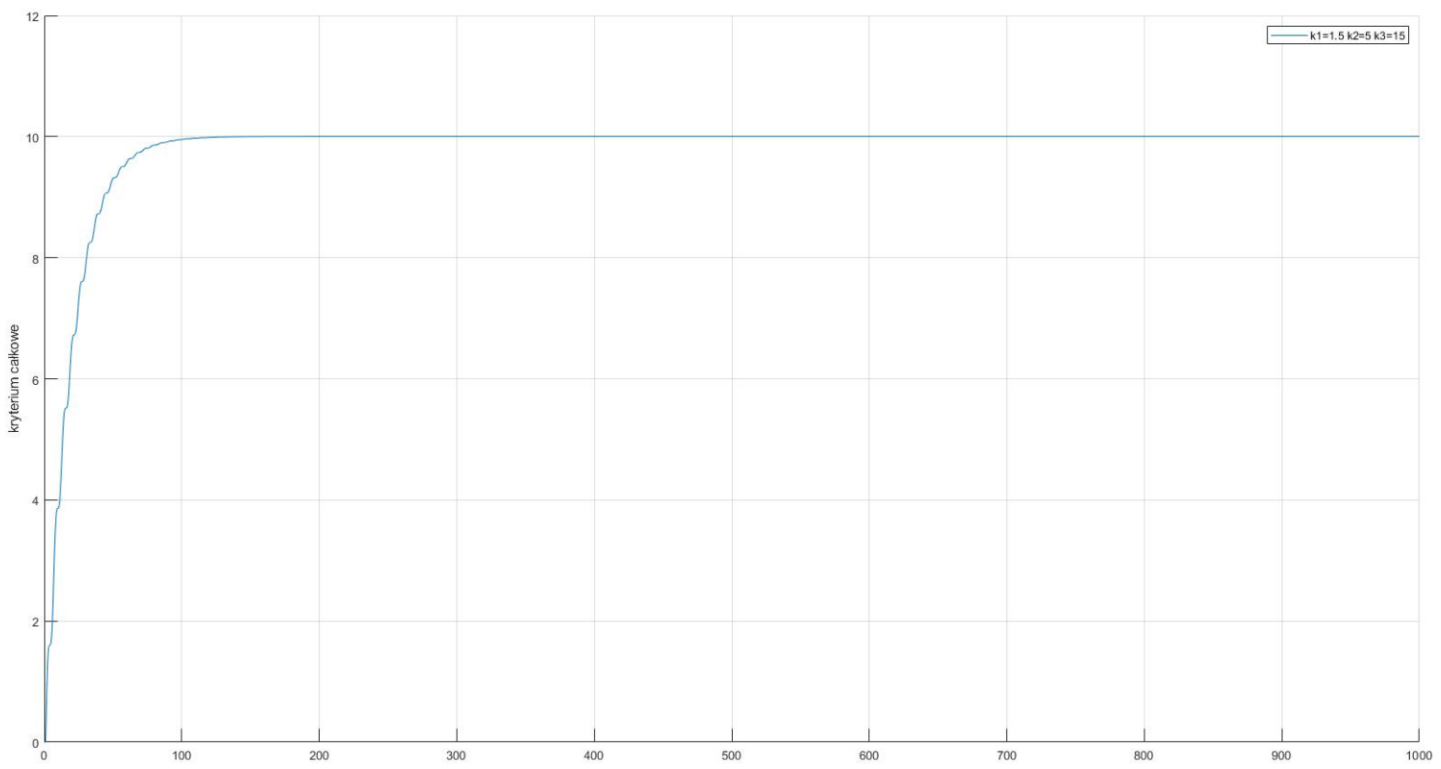


Transmitancja układu otwartego jest równa  $K_{otw}(s) = \frac{k_1 + \frac{k_2}{s} + k_3 s}{s^4 + 4s^3 + 6s^2 + 4s + 1}$

Transmitancja UAR jest równa  $K_{UAR} = \frac{L_{K_{otw}}}{L_{K_{otw}} + M_{K_{otw}}} = \frac{k_3 s^2 + s k_1 + k_2}{s^5 + 4s^4 + 6s^3 + s^2(4 + k_3) + s(1 + k_1) + k_2}$

Do wyznaczenia wartości parametrów  $k_1$ ,  $k_2$  oraz  $k_3$  wykorzystano kryterium Hurwitza. Z niego otrzymano, że  $k_3 \in (-4, 20)$ ,  $k_1 > -1$  oraz  $k_2 > 0$ . Przyjęto parametr proporcjonalności  $k_1 = 1.5$  oraz  $k_3 = 15$ . Po podstawieniu założonych parametrów  $k_1$  i  $k_3$  do transmitancji układu zamkniętego i zastosowaniu kryterium Hurwitza otrzymujemy, że układ będzie stabilny dla  $k_2 \in (0 ; 7,7475)$ .

Dla  $k_1 = 1,5$ ,  $k_2 = 5$  oraz  $k_3 = 15$  wykres kryterium całkowego prezentuje się następująco:



### 3. Wnioski

Dla regulatora typu P w sposób prosty możemy wyznaczyć, dla jakich wartości parametru proporcjonalności  $k_1$  układ jest stabilny, dla jakich jest na granicy stabilności a dla jakich wartości jest niestabilny.

W regulatorze typu P nie da się sprowadzić kryterium całkowego do poziomu stabilnego, dlatego osią Y wykresu jest wartość uchybu, dla stałego uchybu układ jest stabilny.

Dla regulatora typu PID możemy tylko wyznaczyć 1 z parametrów przyjmując określone wartości pozostałych 2 parametrów. W przedstawionym wyżej przypadku przyjęto, że  $k_1 = 1.5$  oraz  $k_3 = 15$ , co pozwoliło na wyliczenie, dla jakich wartości  $k_2$  układ jest stabilny.

W regulatorze typu PID można sprowadzić kryterium całkowite do poziomu stabilnego. W miejscu, w którym pochodna kryterium całkowego jest równa 0, układ znajduje się w stanie stabilnym.