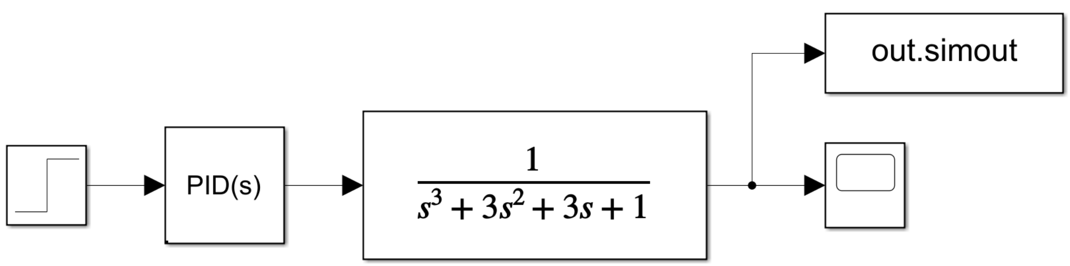
SPC Lab 3

Jan Bronicki
Denis Firat
Borys Staszczak

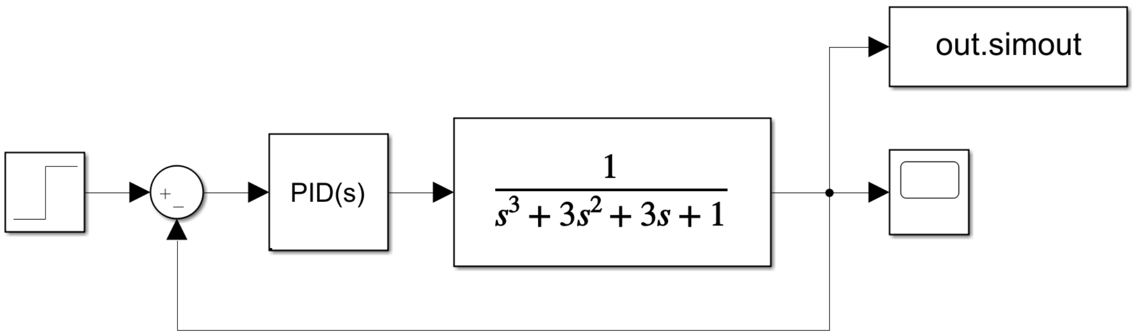
Zadanie 2

1 Schematy układów

1.1 Regulator P



1.2 Regulator PI



2 Warunek stabilności UAR

$$K(s) = \frac{1}{(s+1)^3} \cdot \left(k_p + \frac{k_i}{s}\right) = \frac{s \cdot k_p + k_i}{s(s+1)^3}$$

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

$$G(s) = \frac{K(s)}{1+K(s)} = \frac{\frac{L_k(s)}{M_k(s)}}{1+\frac{L_k(s)}{M_k(s)}} = \frac{\frac{L_k(s)}{M_k(s)} \cdot M_k(s)}{\left(1+\frac{L_k(s)}{M_k(s)}\right) \cdot M_k(s)} = \frac{L_k(s)}{M_k(s)+L_k(s)} =$$

$$= \frac{s \cdot k_p + k_i}{s(s+1)^3 + s \cdot k_p + k_i}$$

Tak wiec wielomian charakterystyczny Układu Automatycznej Regulacji jest równy:

$$M_g(s) = s(s+1)^3 + s \cdot k_p + k_i = s^4 + 3s^3 + 3s^2 + (k_p+1)s + k_i$$

Z pomoca pythona(biblioteka tbcontrol) tworzymy tablice Routha-Hurwitza

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & ki \\ 3 & kp+1 & 0 \\ -\frac{kp}{3}+\frac{8}{3} & ki & 0 \\ \frac{(9ki+(kp-8)(kp+1))}{kp-8} & 0 & 0 \\ ki & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Układ jest stabilny gdy komórki pierwszej kolumny maja wartości dodatnie

$$1 > 0, zawsze$$

$$3 > 0, zawsze$$

$$-\frac{kp}{3} + \frac{8}{3} > 0, kp < 8$$

$$0\frac{1}{kp-8}\left(9ki + (kp-8)(kp+1)\right) > 0$$

$$ki > 0$$

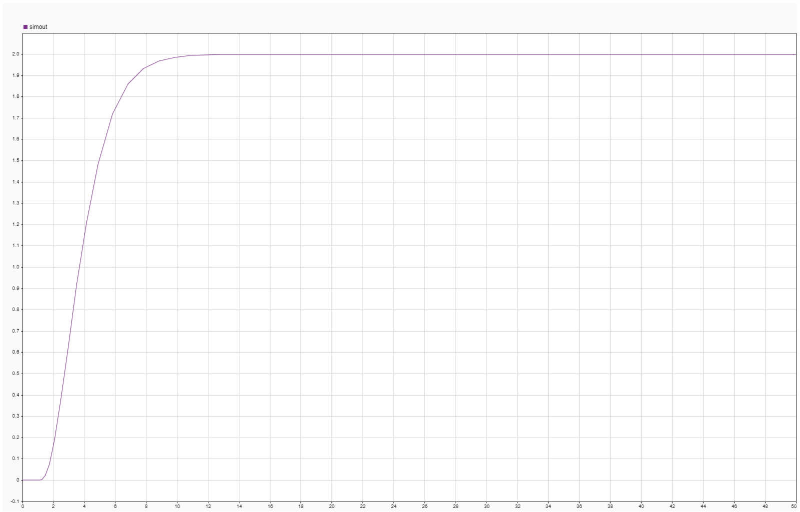
Na podstawie tych równań możemy stwierdzić, że ki musi być wieksze od zera, a kp musi być mniejsze niż 8. Czwarte równanie nie jest możliwe do rozwiazania bez zakładanie wartości kp lub ki.

3 Wyniki symulacji

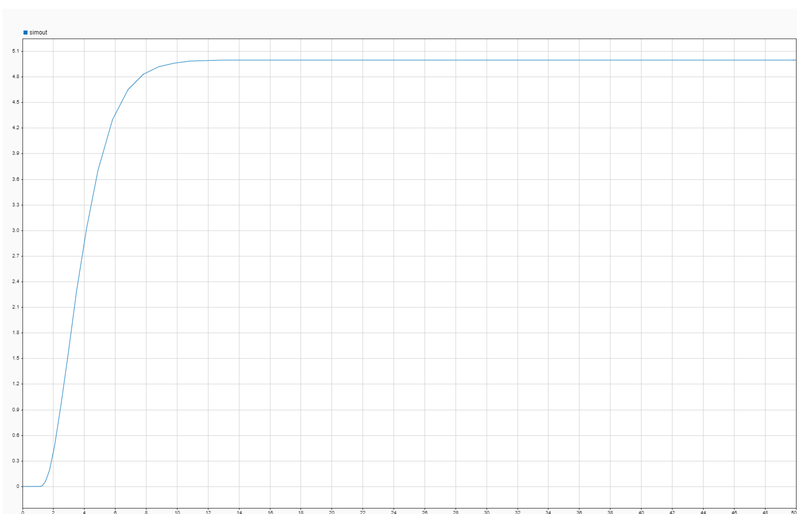
3.1 Regulator P, $K_p(s) = k_p$

- $k_p = 0.4$

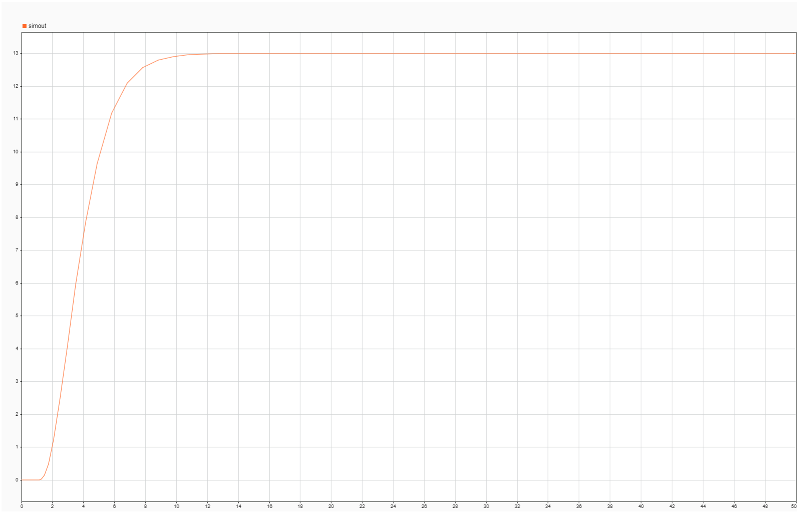
- $k_p = 2$



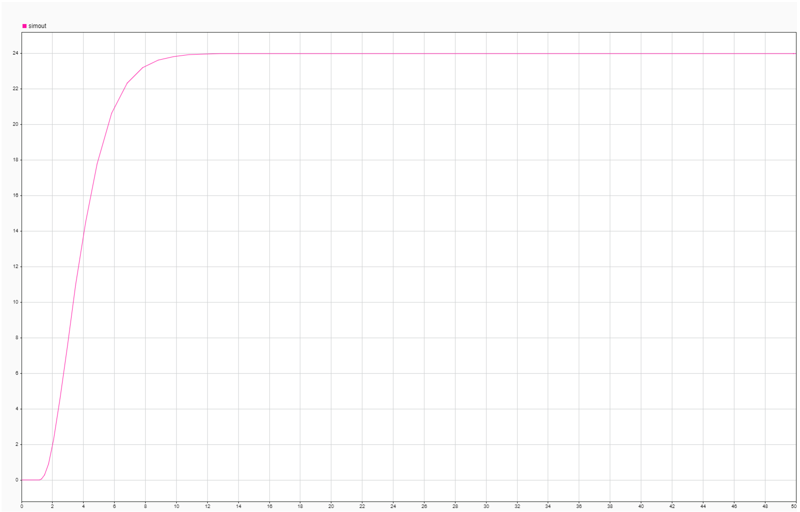
- $k_p = 5$



- $k_p = 13$



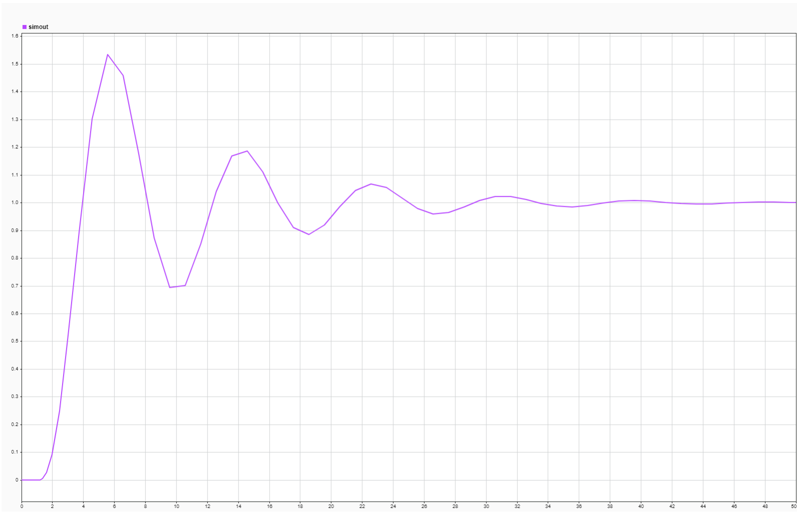
- $k_p = 24$



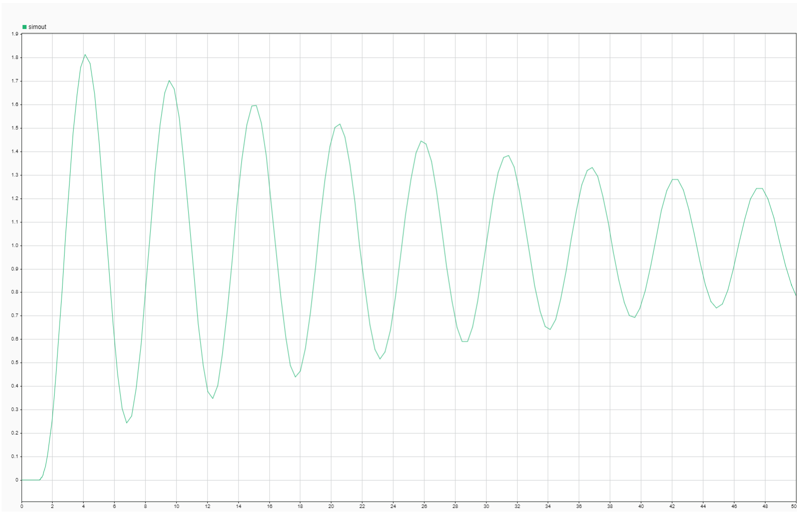
Uchyb ustalony przy używaniu regulatora P rośnie proporcjonalnie do k_p i jest równy $\epsilon_{ust} = k_p - 1$ (gdy na wejście podajemy skok jednostkowy)

3.2 Regulator PI, $K_p(s) = k_p + \frac{k_i}{s}$

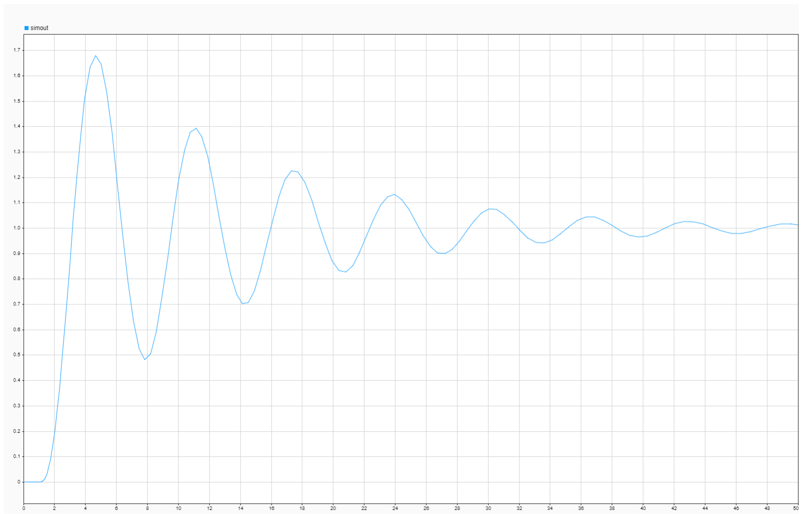
- $k_p = 1, k_i = 1$



- $k_p = 3, k_i = 2$

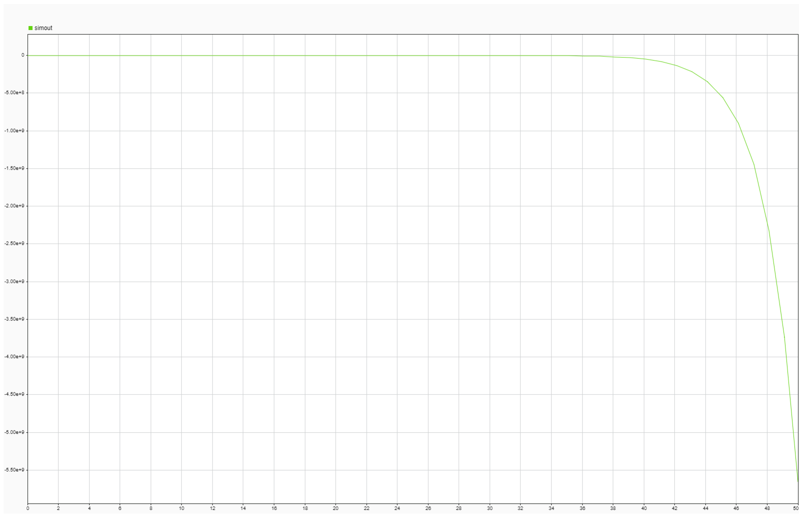


- $k_p = 2, k_i = 1.5$

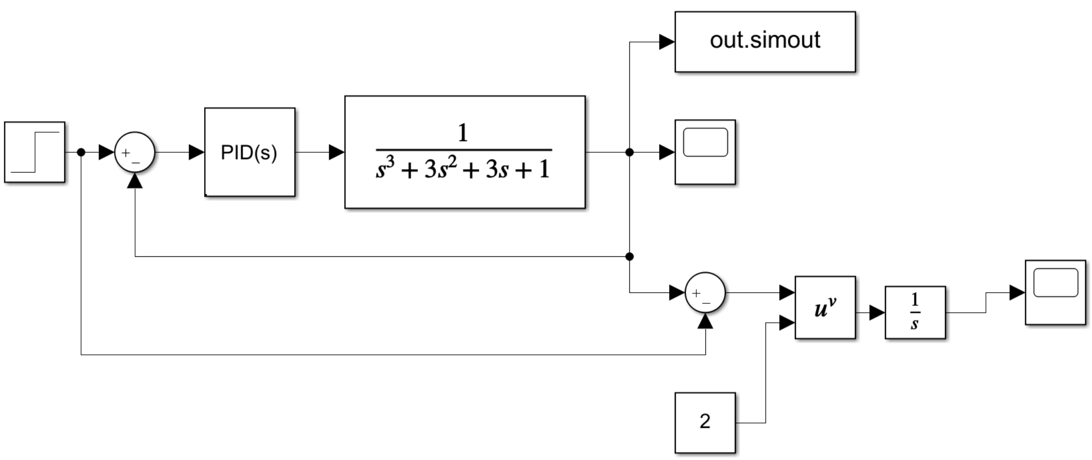


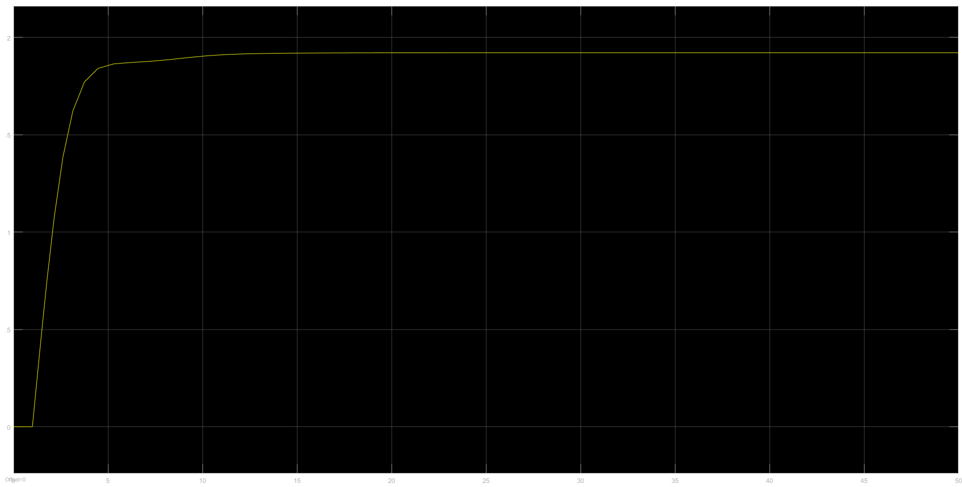
- $k_p = 9, k_i = 2$

- $k_p = 1, k_i = -2$



4 Minimalizacja





Do naszego modelu dodaliśmy układ, którego zadaniem jest wyliczać wartość kryterium. Kp ustawiliśmy na 1 i zmienialiśmy wartość ki. Przy ki=0.3 uzyskiwaliśmy minimalna wartość kryterium. Gdy ki było zamałe, układ stabilizował sie na wartościach mniejszych niż 1, przez co uchyba był stały, ale nie równy 0.

5 Wnioski

Po zbadaniu wpływu regulatora P i PI, na obiekt, potwierdziła sie nasza wiedza na temat regulatorów PI. Zauważyliśmy, że współczynnik członu proporcjonalnego kp, wzmacnia sygnał, a współczynnik członu inercyjnego ki odpowiada za "stabilizacje" układu, im mniejszy współczynnik tym uchyb był mniejszy, a układ szybciej sie stabilizował. Przy bardzo małych wartościach Ki, układ stabiliziował sie na wartościach mniejszych niż sygnał wejściowy, przez co całka z uchybu rosła w nieskończoność.

Kod oraz modele: https://github.com/John15321/SPC/tree/master/Lab3