



Politechnika Wrocławska

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów

Sterowanie Procesami Ciągłymi

Sprawozdanie nr 3

Układ Automatycznej Regulacji

Prowadzący:
dr hab. inż. Grzegorz Mzyk

Wykonała:
Zuzanna Mejer, 259382

Termin zajęć:
czwartek TP, 9:15

Wrocław, 26 listopada 2022r.

Spis treści

1	Cel ćwiczenia	2
2	Badanie układu automatycznej regulacji w czasie ciągłym	2
2.1	Układ automatycznej regulacji z regulatorem typu P	2
2.2	Układ automatycznej regulacji z regulatorem typu PI	3
2.3	Wskaźnik jakości regulacji	4
3	Badanie układu automatycznej regulacji w czasie dyskretnym	5
4	Podsumowanie i wnioski	6

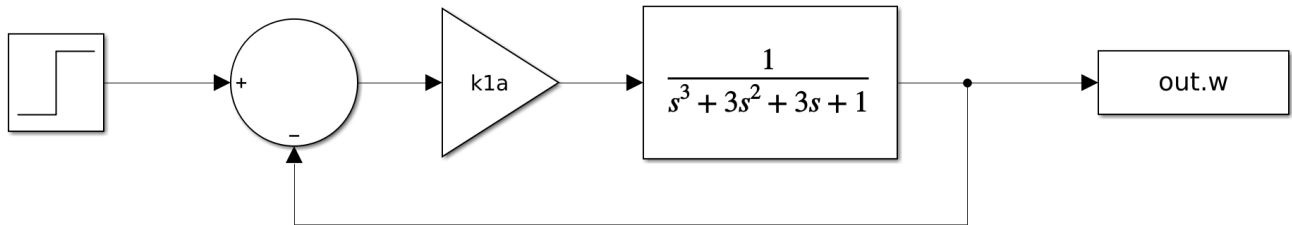
1 Cel ćwiczenia

Ćwiczenie było poświęcone badaniom układu automatycznej regulacji w czasie ciągłym oraz dyskretnym. Badano układy z regulatorami typu P oraz PI. Skupiono się na zależnościach między parametrami regulatorów (k_1, k_2) a uchybem. W przypadku badań w czasie dyskretnym, analizowano wpływ czasu próbkowania T_d na uchyb.

2 Badanie układu automatycznej regulacji w czasie ciągłym

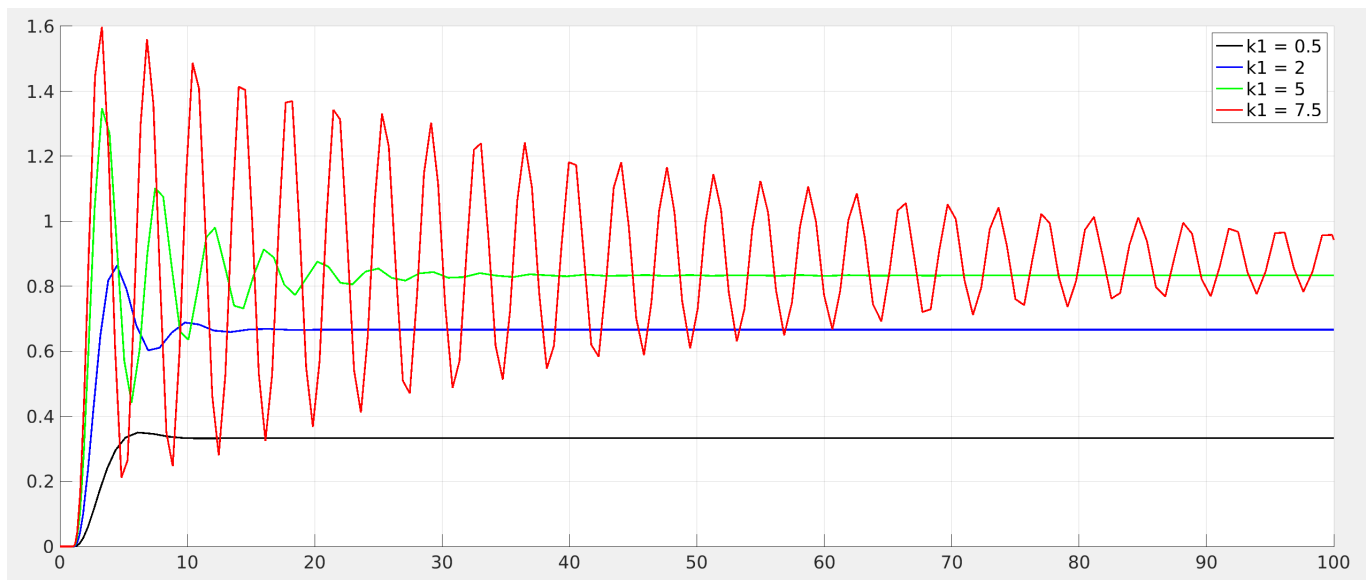
2.1 Układ automatycznej regulacji z regulatorem typu P

Dany jest obiekt regulacji o transmitancji $K_O(s) = \frac{1}{(s+1)^3}$ połączony szeregowo z regulatorem proporcjonalnym o nieznanej transmitancji $K_R(s) = k_1$. Układ $K_{OTW} = K_O(s) \cdot K_R(s)$ jest zamknięty sprzężeniem zwrotnym umożliwiającym powstanie uchybu regulacji $\mathcal{E} = y_0(t) - y(t)$ jako sygnału wejścia na regulator. Schemat układu został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1: Schemat Simulink układu automatycznej regulacji z regulatorem typu P

Ten układ automatycznej regulacji jest stabilny dla $k_1 \in (-1, 8)$. Dla wybranych wartości k_1 z przedziału stabilności $k_1 = [0, 5; 2; 5; 7, 5]$ narysowano charakterystyki czasowe (rys. 2).

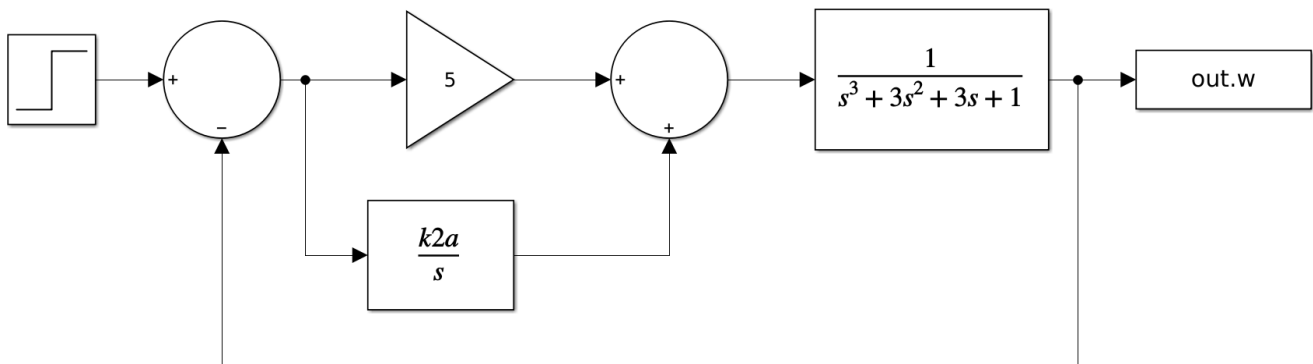


Rys. 2: Charakterystyki czasowe układu automatycznej regulacji dla wybranych wartości regulatora proporcjonalnego

Dla wartości $k_1 = 5$ zauważa się, że układ ma przeregulowania na początku, później stabilizuje się na wartości około 0,82.

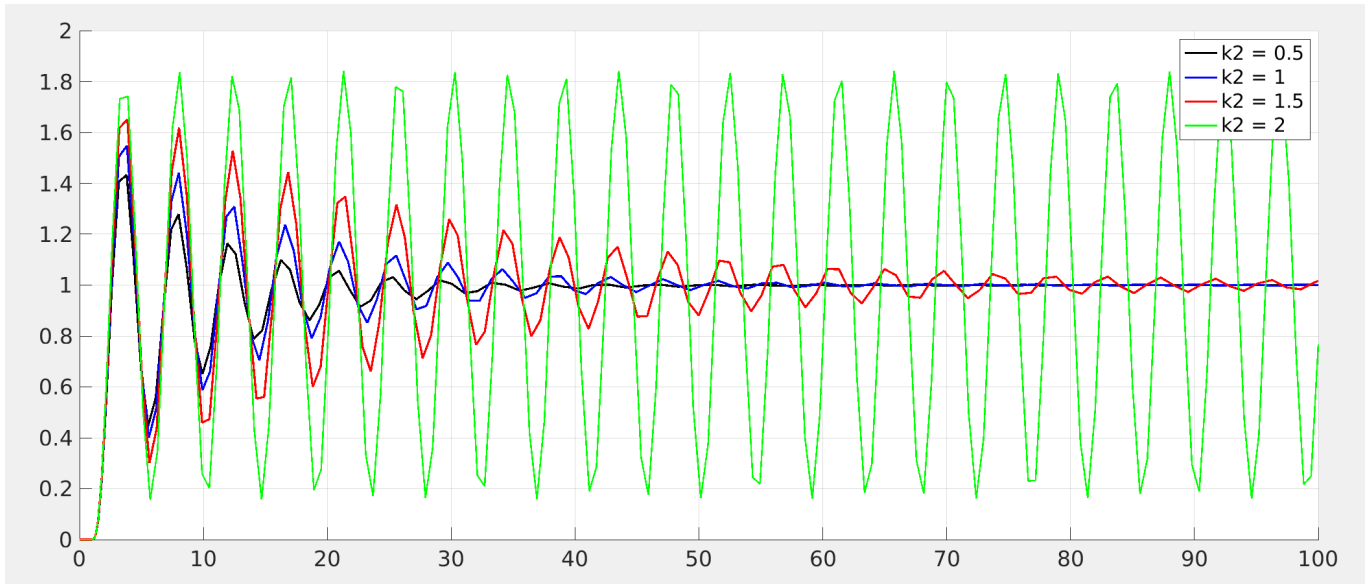
2.2 Układ automatycznej regulacji z regulatorem typu PI

Dla wybranej wartości $k_1 = 5$ dołączono do regulatora równolegle gałąź z członem całkującym. Ta operacja ma na celu zmniejszenie uchybu.



Rys. 3: Schemat UAR z regulatorem typu PI

Ten UAR jest stabilny dla $k_2 \in (0, 2)$. Dla wybranych wartości $k_2 = [0, 5; 1; 1, 5; 2]$ narysowano charakterystyki czasowe (rys. 4).



Rys. 4: Charakterystyki czasowe UAR z regulatorem typu PI

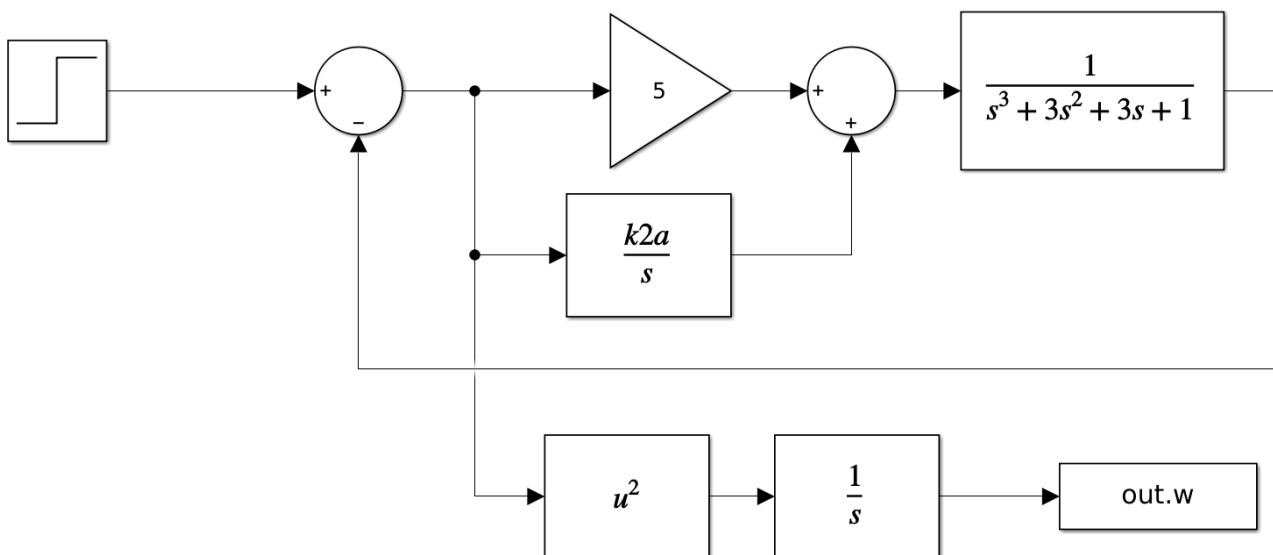
Dla $k_2 = 2$ układ jest niestabilny. W pozostałych przypadkach dzięki dodaniu regulatora typu I, zminimalizowany został uchyb i charakterystyka czasowa stabilizuje się na wartości około 1. Im mniejsze k_2 tym mniejsze przeregulowania i szybsza stabilizacja układu.

2.3 Wskaźnik jakości regulacji

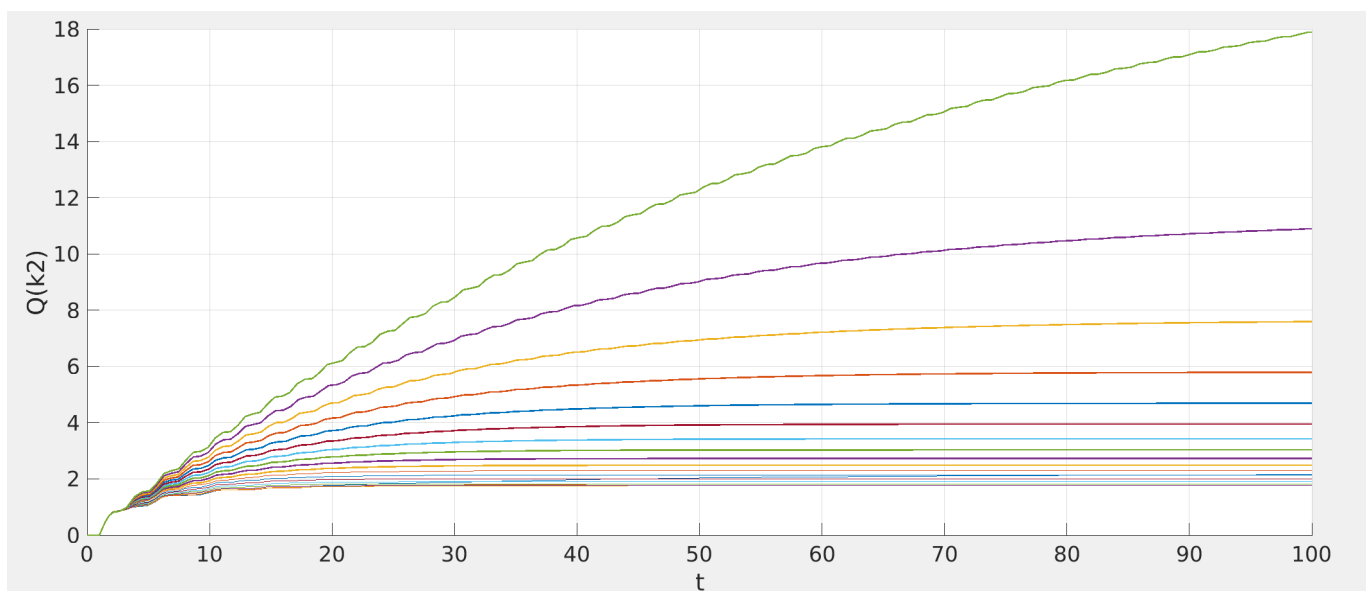
Właściwy dobór nastaw regulatora, czyli parametrów k_1, k_2 zagwarantuje stabilną pracę układu regulacji automatycznej oraz odpowiednią jej jakość. Jednym ze wskaźników jakości regulacji jest całka z kwadratu uchybu:

$$Q = \int_0^{\infty} \mathcal{E}^2(t) dt \quad (1)$$

gdzie Q to wskaźnik jakości regulacji oraz \mathcal{E} to uchyb. W celu zbadania wpływu wartości k_2 na parametr Q , zbudowano schemat w Simulinku (rys. 5) i wygenerowano wykres zależności $Q(k_2)$ (rys. 6).



Rys. 5: Schemat w Simulinku do badania kryterium jakości



Rys. 6: Kryterium jakości w zależności od różnych wartości k_2

Wartości k_2 były zmieniane od 0,1 do 1,9 (czyli w granicach stabilności układu) co 0,1. Należy zaznaczyć, że tym lepsza jest jakość regulacji, im mniejsze wartości osiągają wskaźniki do badania jakości regulacji. Zatem, najlepszą jakość regulacji da układ z najmniejszą wartością k_2 w granicach stabilności układu - z rysunku 6 będzie to $k_2 = 0,1$.

3 Badanie układu automatycznej regulacji w czasie dyskretnym

Dla dyskretnego układu automatycznej regulacji typu PI i ustalonych wartości jego nastaw $k_1 = 5$ oraz $k_2 = 0,1$ obserwowano zależność kryterium jakości Q od czasu próbkowania T_d . W tym celu

utworzono schemat w Simulinku (rys. ??). Transmitancję regulatora zapisano w dziedzinie czasu dyskretnego:

$$K_R(s) = k_1 + \frac{k_2}{s} = \frac{k_1 s + k_2}{s} \Rightarrow K_R(z) = \frac{k_1 z + k_2}{z} \quad (2)$$

4 Podsumowanie i wnioski