

MODI – projekt I, zadanie 41

Michał Stolarz

Obiekt dynamiczny opisany jest ciągłym modelem w przestrzeni stanu :

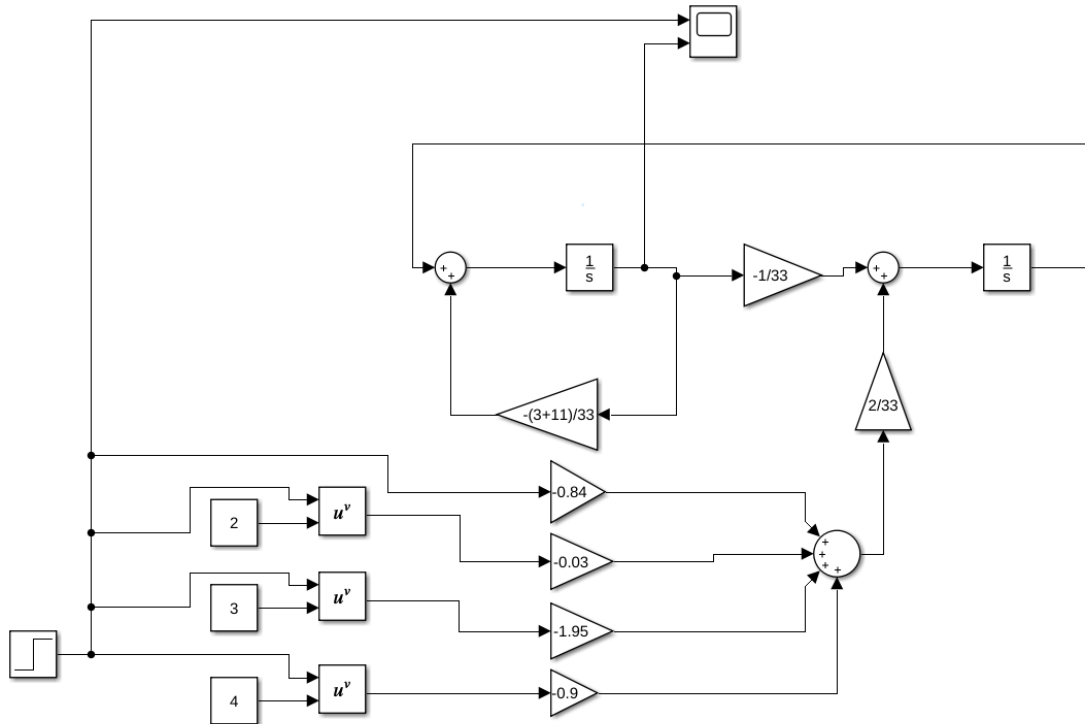
$$\frac{dx_1(t)}{dt} = -\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} x_1(t) + x_2(t) \quad (1)$$

$$\frac{dx_2(t)}{dt} = -\frac{1}{T_1 T_2} x_1(t) + \frac{K}{T_1 T_2} (\alpha_1 u(t) + \alpha_2 u(t)^2 + \alpha_3 u(t)^3 + \alpha_4 u(t)^4) \quad (2)$$

$$y(t) = x_1(t) \quad (3)$$

gdzie: $K = 2$, $T_1 = 3$, $T_2 = 11$, $\alpha_1 = -0,84$, $\alpha_2 = -0,03$, $\alpha_3 = -1,95$, $\alpha_4 = -0,9$, sygnał sterujący spełnia warunek $-1 \leq u \leq 1$.

Zad nr 1



Zad nr 2

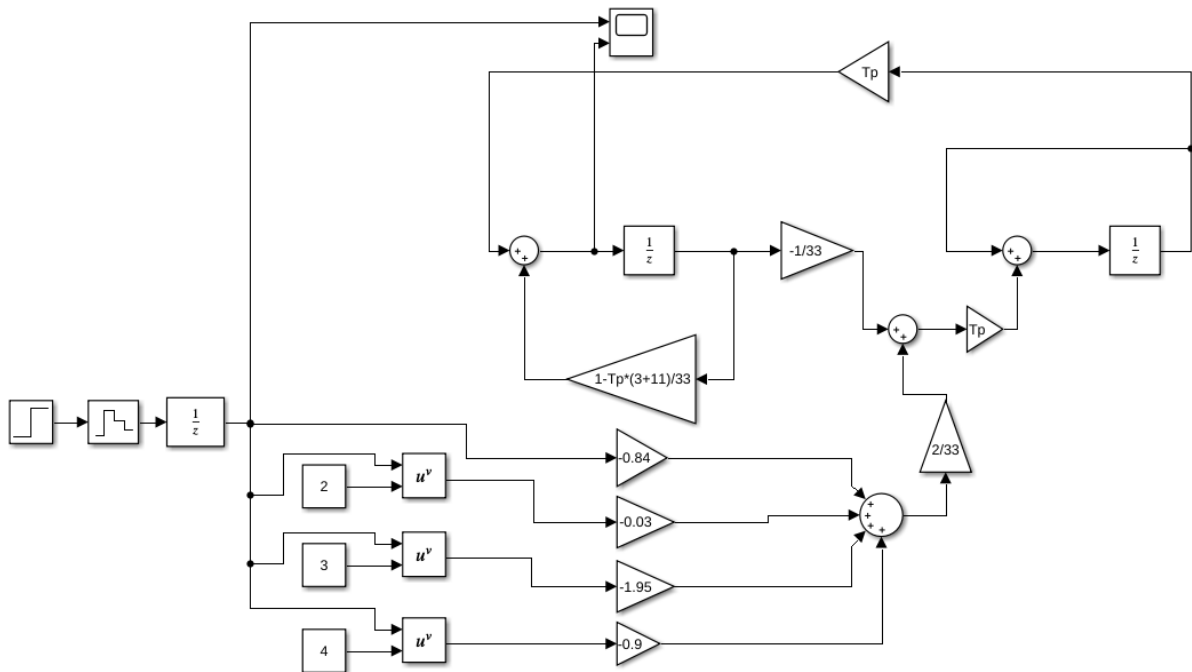
$$\frac{x_1(k) - x_1(k-1)}{Tp} = -\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} x_1(k-1) + x_2(k-1)$$

$$\frac{x_2(k) - x_2(k-1)}{Tp} = -\frac{1}{T_1 T_2} x_1(k-1) + \frac{K}{T_1 T_2} (\alpha_1 u(k-1) + \alpha_2 u(k-1)^2 + \alpha_3 u(k-1)^3 + \alpha_4 u(k-1)^4)$$

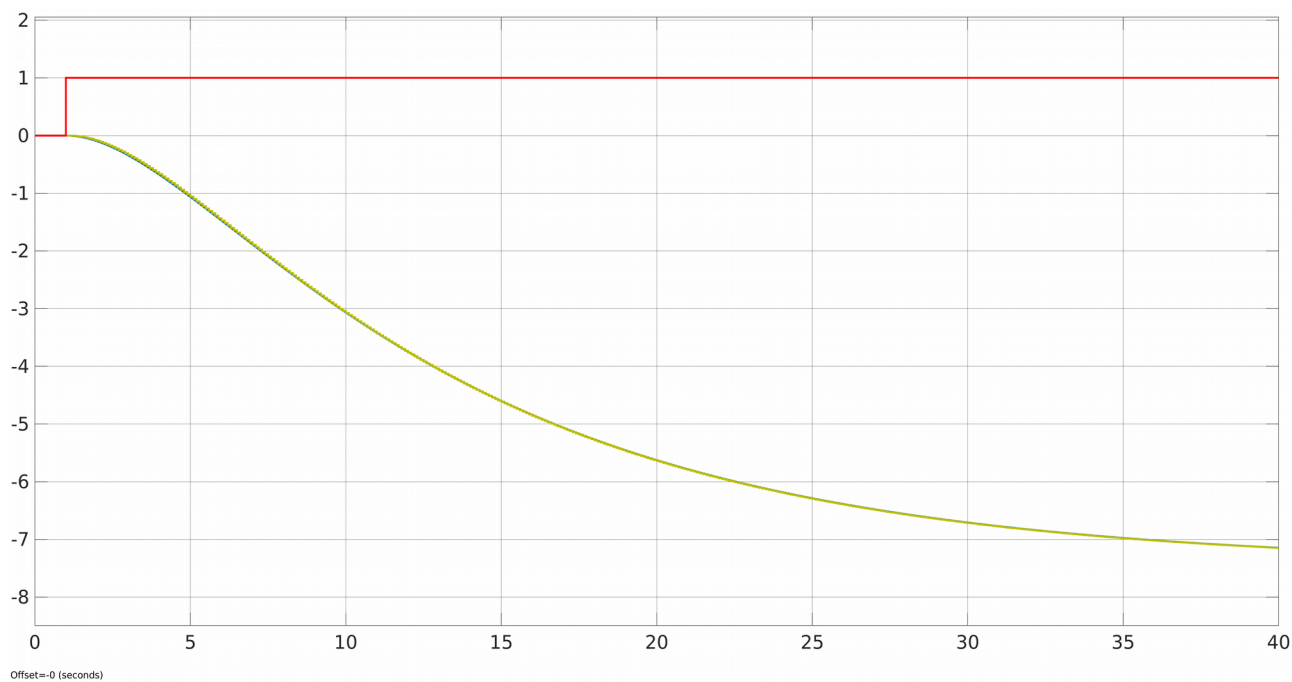
$$x_1(k) = x_1(k-1) - Tp \left(\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} x_1(k-1) - x_2(k-1) \right) = x_1(k-1) \left(1 - Tp \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \right) + x_2(k-1) Tp$$

$$x_2(k) = x_2(k-1) - Tp \left(\frac{1}{T_1 T_2} x_1(k-1) - \frac{K}{T_1 T_2} (\alpha_1 u(k-1) + \alpha_2 u(k-1)^2 + \alpha_3 u(k-1)^3 + \alpha_4 u(k-1)^4) \right)$$

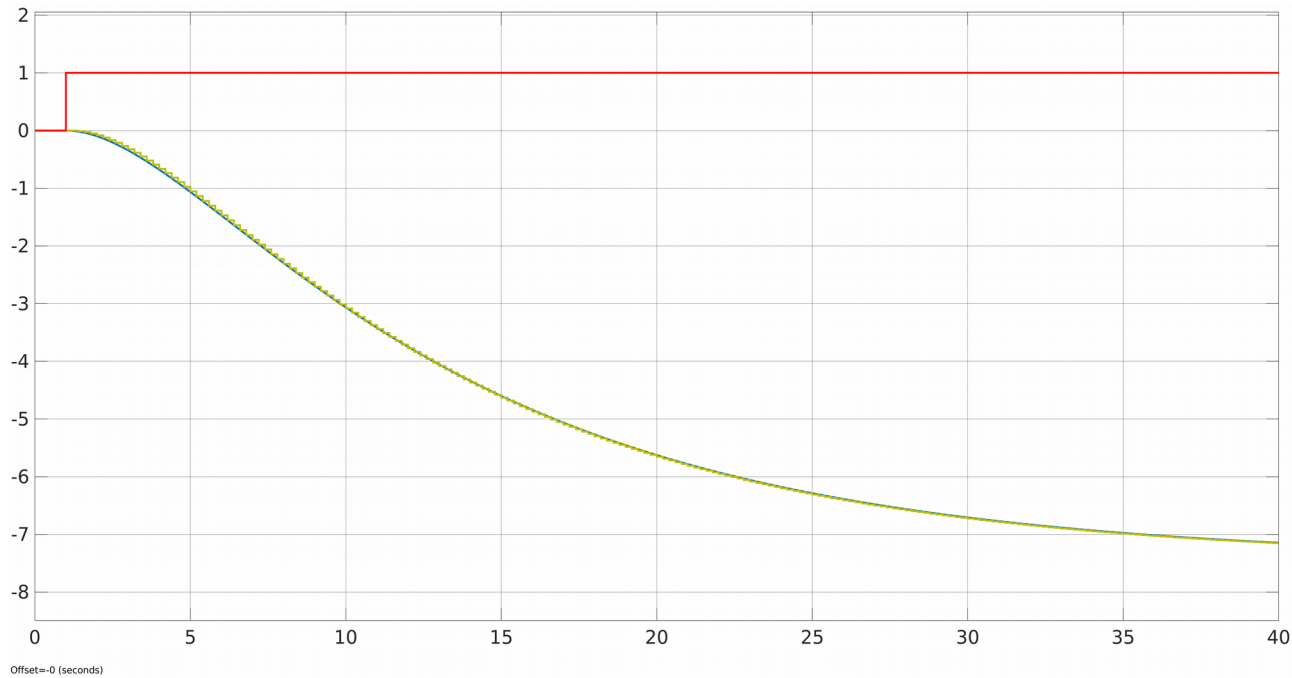
$$y(k) = x_1(k)$$



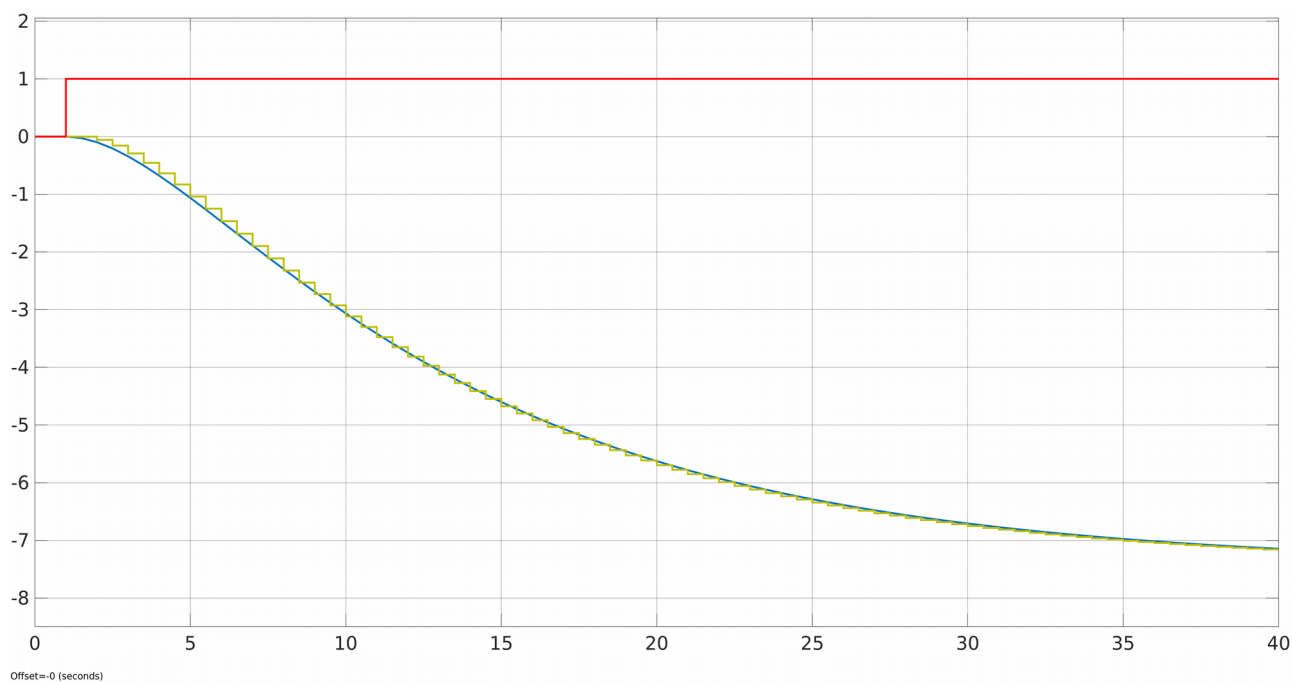
Zad nr 3



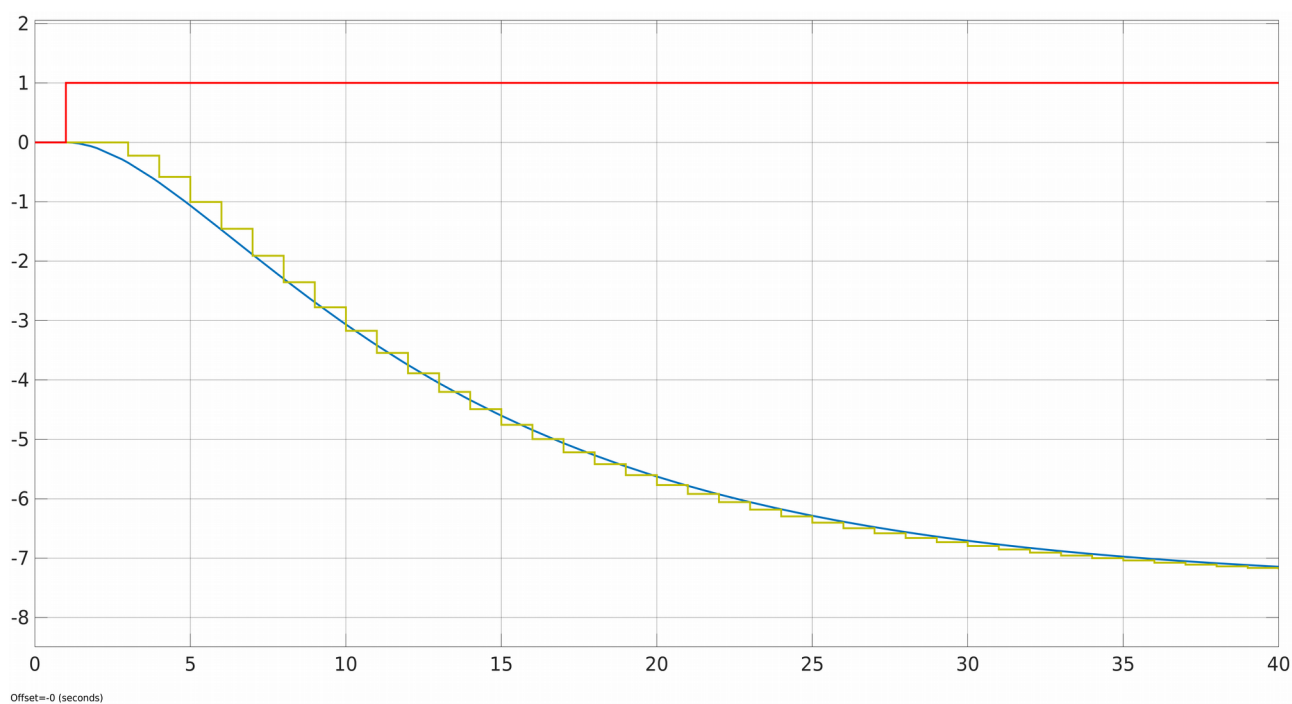
Ilustracja 1: wykres dla okresu próbkowania 0,1s



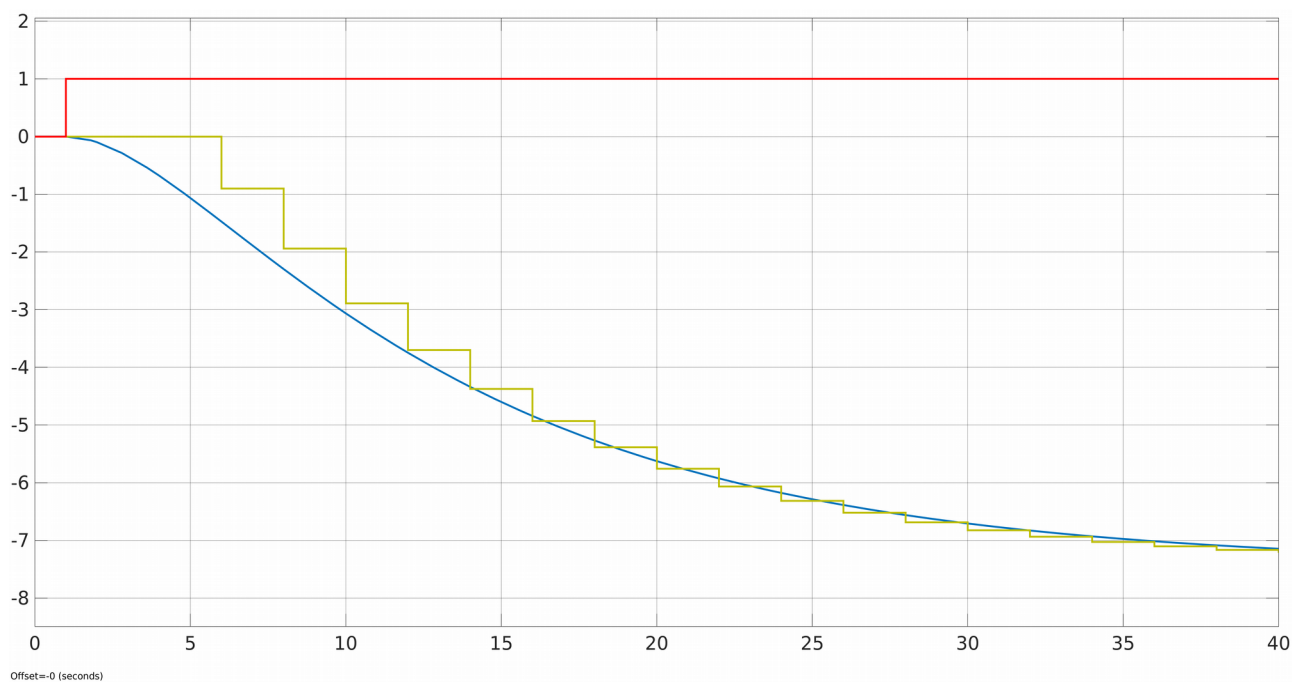
Ilustracja 2: wykres dla okresu próbkowania 0,2s



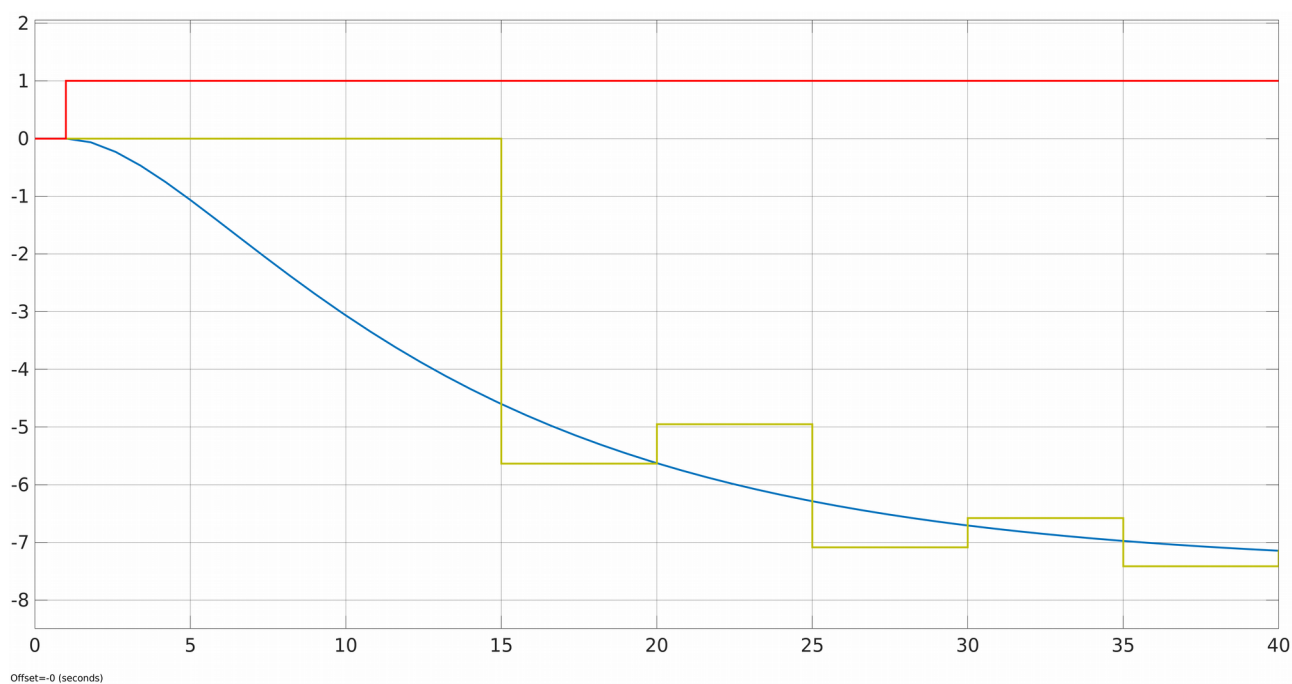
Ilustracja 3: wykres dla okresu próbkowania 0,5s



Ilustracja 4: wykres dla okresu próbkowania 1s



Ilustracja 5: wykres dla okresu próbkowania 2s



Ilustracja 6: wykres dla okresu próbkowania 5s

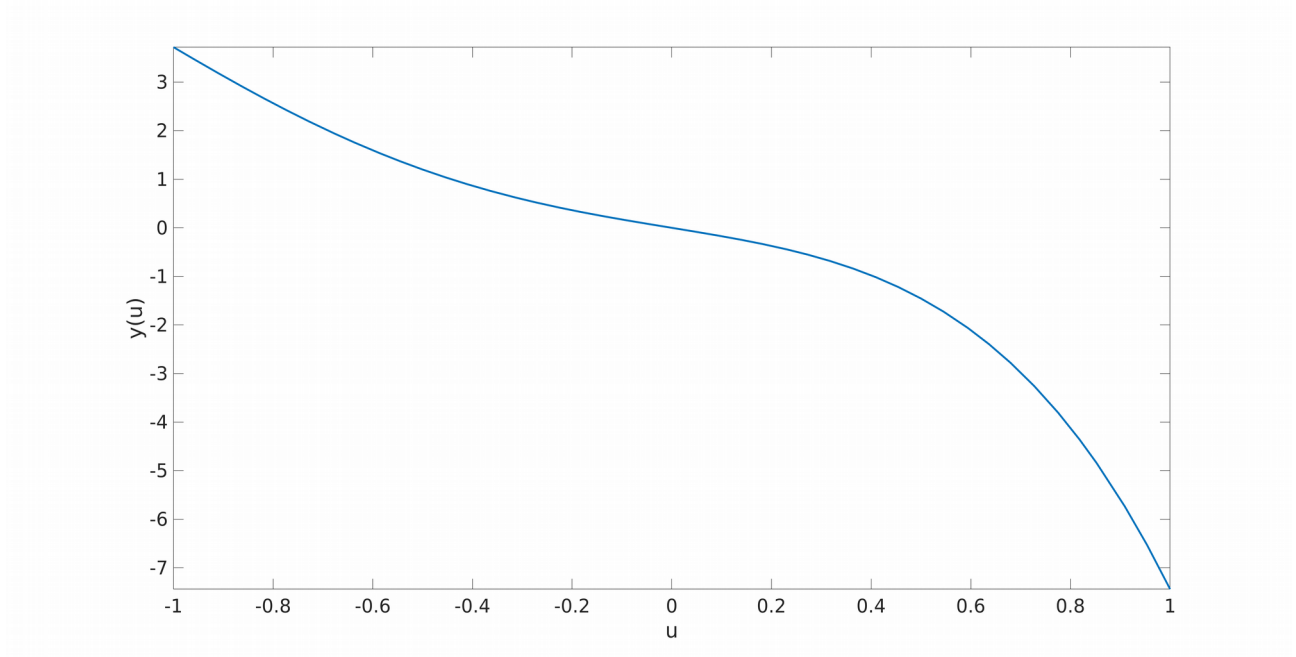
Zad 4

$$0 = -\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} x_1 + x_2$$

$$0 = -\frac{1}{T_1 T_2} x_1 + \frac{K}{T_1 T_2} (\alpha_1 u + \alpha_2 u^2 + \alpha_3 u^3 + \alpha_4 u^4)$$

$$y = x_1$$

$$y(u) = x_1 = K(\alpha_1 u + \alpha_2 u^2 + \alpha_3 u^3 + \alpha_4 u^4)$$



Ilustracja 7: wykres charakterystyki statycznej

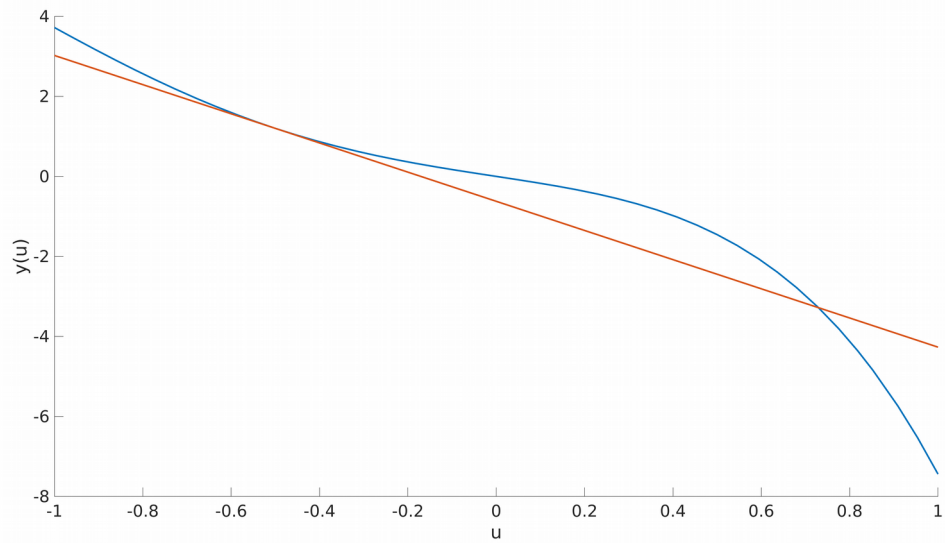
Zad 5

$$y(u) = K(\alpha_1 u + \alpha_2 u^2 + \alpha_3 u^3 + \alpha_4 u^4)$$

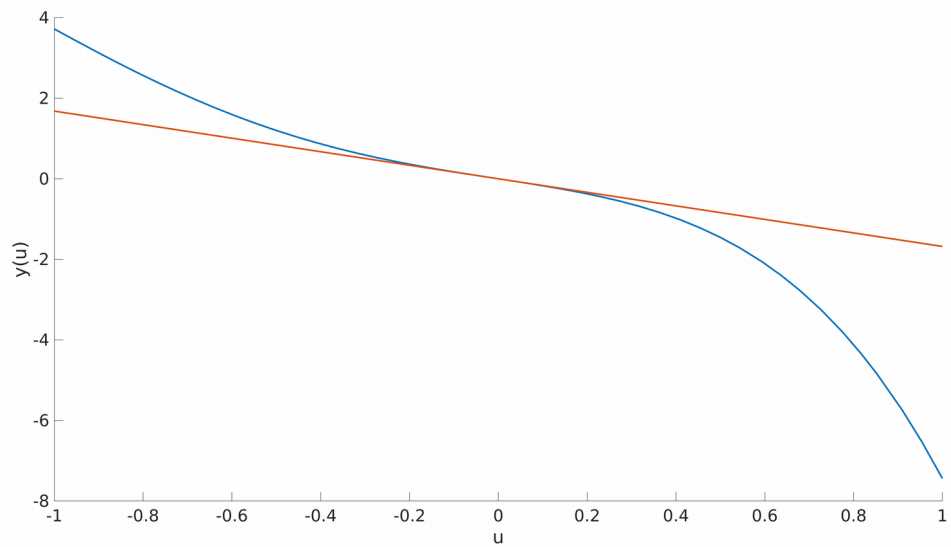
$$y(u) \approx K(\alpha_1 u + \alpha_2(\bar{u}^2 + 2\bar{u}(u - \bar{u})) + \alpha_3(\bar{u}^3 + 3\bar{u}^2(u - \bar{u})) + \alpha_4(\bar{u}^4 + 4\bar{u}^3(u - \bar{u})))$$

$$y(u) \approx K(u(\alpha_1 + 2\alpha_2\bar{u} + 3\alpha_3\bar{u}^2 + 4\alpha_4\bar{u}^3) - (\alpha_2\bar{u}^2 + 2\alpha_3\bar{u}^3 + 3\alpha_4\bar{u}^4))$$

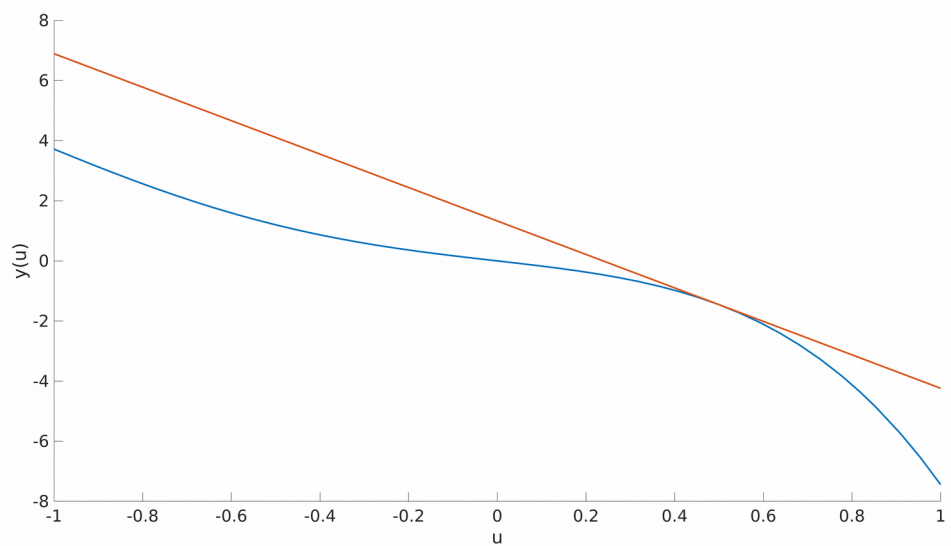
Zad 6



Ilustracja 8: wykres charakterystyki zlinearyzowanej dla punktu $-0,5$ (na tle nieliniowej)



Ilustracja 9: wykres charakterystyki zlinearyzowanej dla punktu 0 (na tle nieliniowej)



Ilustracja 10: wykres charakterystyki zlinearyzowanej dla punktu $0,5$ (na tle nieliniowej)

Zad 7

$$x_1(k) = x_1(k-1) \left(1 - Tp \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2} \right) + x_2(k-1)Tp$$

$$x_2(k) = x_2(k-1) - T_p \left(\frac{1}{T_1 T_2} x_1(k-1) - \frac{K}{T_1 T_2} (\alpha_1 u(k-1) + \alpha_2 u(k-1)^2 + \alpha_3 u(k-1)^3 + \alpha_4 u(k-1)^4) \right)$$

$$x_2(k) \approx x_2(k-1) - T_p \left(\frac{1}{T_1 T_2} x_1(k-1) - \frac{K}{T_1 T_2} (\alpha_1 u(k-1) + \alpha_2 (\bar{u}^2 + 2\bar{u}(u(k-1) - \bar{u})) + \alpha_3 (\bar{u}^3 + 3\bar{u}^2(u(k-1) - \bar{u})) + \alpha_4 (\bar{u}^4 + 4\bar{u}^3(u(k-1) - \bar{u}))) \right)$$

$$x_2(k) \approx x_2(k-1) - T_p \left(\frac{1}{T_1 T_2} x_1(k-1) - \frac{K}{T_1 T_2} (u(k-1)(\alpha_1 + 2\alpha_2 \bar{u} + 3\alpha_3 \bar{u}^2 + 4\alpha_4 \bar{u}^3) - (\alpha_2 \bar{u}^2 + 2\alpha_3 \bar{u}^3 + 3\alpha_4 \bar{u}^4)) \right)$$

$$y(k) = x_1(k)$$

Zad 8

