1 Założenia

Obiekt sterowania:

$$G_p(s) = \frac{e^{-2s}}{1 + 15s} \tag{1}$$

Wymagania:

$$\begin{aligned} ks &= 12 \\ Tn &= 15 \\ Ts &= 2 \end{aligned} \tag{2}$$

Otrzymana transmitancja wzorcowa:

$$G_{ref}(s) = \frac{12}{5.455s + 1} \tag{3}$$

2 Dyskretyzacja

Po dyskretyzacji metodą ZOH (zero-order hold) otrzymano transmitancje dyskretne:

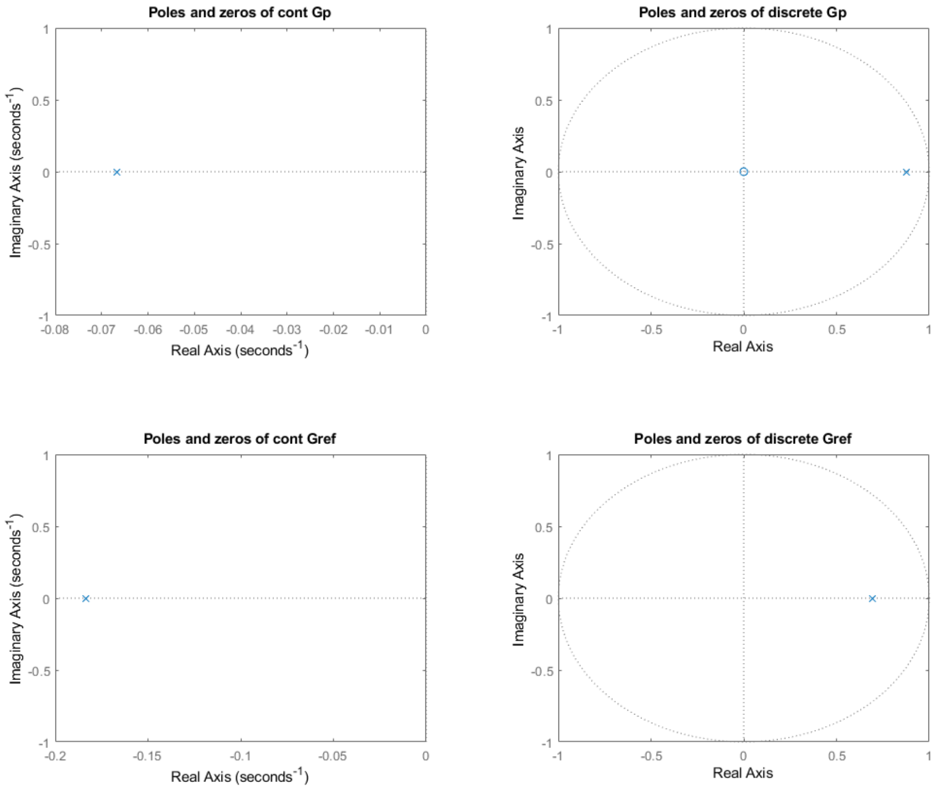
$$\begin{aligned} G_p(q^{-1}) &= q^{-2}\frac{0.1248}{1 - 0.8752q^{-1}} \\ G_{ref}(q^{-1}) &= q^{-1}\frac{3.684}{1 - 0.693q^{-1}} \end{aligned} \tag{4}$$

Stąd:

$$\begin{aligned} A &= 1 - 0.8752q^{-1} \\ B &= 0.1248 \\ A_m &= 1 - 0.693q^{-1} \\ B_m &= 3.684 \end{aligned} \tag{5}$$

Więc zera i bieguny:

- obiekt, transmitancja ciągła: zera: brak, biegun: -0.0667
- obiekt, transmitancja dyskretna: zero: $0 + j0$, biegun: 0.8752
- transmitancja wzorcowa, ciągła: zera: brak, biegun: -0.1833
- transmitancja wzorcowa dyskretna: zero: brak, biegun: 0.6930



Rysunek 1: Zera i bieguny układów

3 Wielomiany sterownika pole placement i odpowiedź układu dyskretnego

Równanie diofantyczne:

$$
\begin{aligned}
&A_m(q^{-1})A_0(q^{-1}) = A(q^{-1})F(q^{-1}) + q^{-k}G(q^{-1}) \\
&(1 - 0.693q^{-1}) \times 1 = (1 - 0.8752q^{-1})(1 + f_1 q^{-1}) + q^{-2}g_0
\end{aligned}
\tag{6}
$$

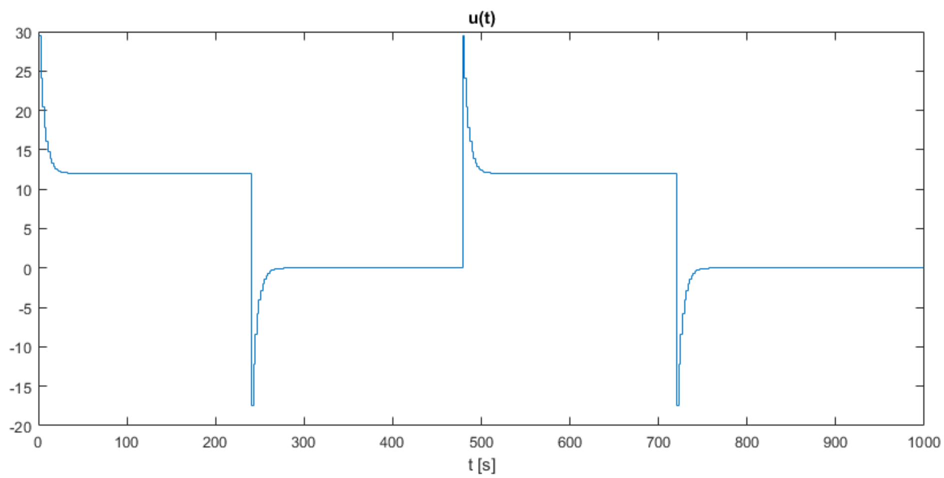
$$
\begin{aligned}
&F(q^{-1}) = 1 + 0.1821q^{-1} \\
&G(q^{-1}) = 0.1594
\end{aligned}
\tag{7}
$$

Stąd wielomiany R, S, T:

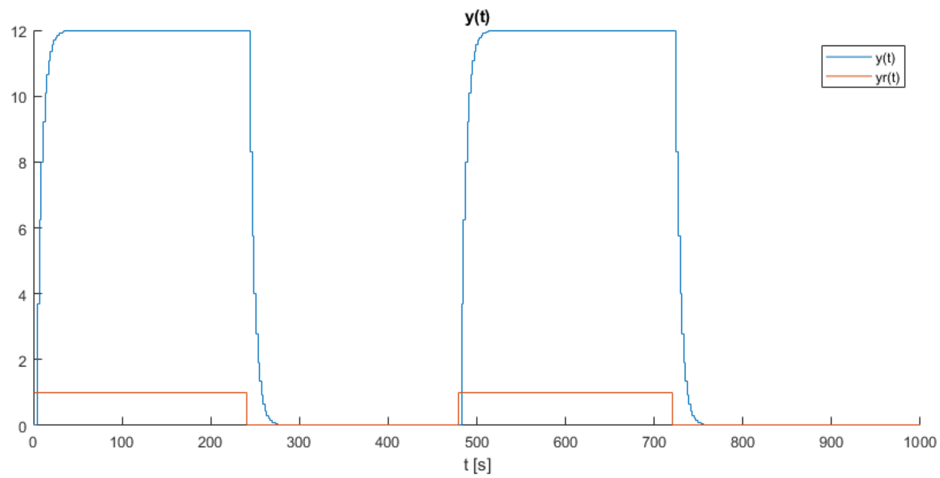
$$\begin{aligned} S(q^{-1}) &= G(q^{-1}) = 0.1594 \\ R(q^{-1}) &= B(q^{-1})F(q^{-1}) = 0.1248(1 + 0.1821q^{-1}) = 0.1248 + 0.0227q^{-1} \\ T(q^{-1}) &= A_0(q^{-1})B_m(q^{-1}) = 1 \times 3.684 = 3.684 \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} &R(q^{-1})u(t) = T(q^{-1})y_r(t) - S(q^{-1})y(t) \\ &(0.1248 + 0.0227q^{-1})u(t) = 3.684y_r(t) - 0.1594y(t) \\ &u(t) = (3.684y_r(t) - 0.1594y(t) - 0.0277u(t-1))/0.1248 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned} &y(t+k)A(q^{-1}) = B(q^{-1})u(t) \\ &y(t+2) = -(-0.8752)y(t+1) + 0.1248u(t) \end{aligned} \tag{10}$$



Rysunek 2: Sygnał sterujący - obiekt dyskretny



Rysunek 3: Wyjście i sygnał referencyjny - obiekt dyskretny

Z kolei transmitancje:

$$
\begin{aligned}
\frac{T(q^{-1})}{R(q^{-1})} &= \frac{3.684}{0.1248 + 0.0227q^{-1}} = \frac{3.684z}{0.1248z + 0.0227} \\
\frac{B(q^{-1})}{A(q^{-1})}q^{-k} &= q^{-2}\frac{0.1248}{1 - 0.8752q^{-1}} = z^{-2}\frac{0.1248z}{z - 0.8752} \\
\frac{S(q^{-1})}{R(q^{-1})} &= \frac{0.1594}{0.1248 + 0.0227q^{-1}} = \frac{0.1594z}{0.1248z + 0.0227}
\end{aligned}
\tag{11}
$$

4 Odpowiedź dla czasu ciągłego

TEMP:

$$
\begin{aligned}
&C(q^{-1}) = A(q^{-1})F(q^{-1}) + q^{-k}G(q^{-1}) \\
&C(q^{-1}) = 1 - 0.8752q^{-1} + q^{-1}0.1594 = 1 - 0.693q^{-1} = A_m \\
&\frac{C(q^{-1})}{A(q^{-1})} = \frac{1 - 0.693q^{-1}}{1 - 0.8752q^{-1}} = \frac{z - 0.693}{z - 0.8752}
\end{aligned}
\tag{12}
$$