

## 1 Założenia

Obiekt sterowania:

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

Wymagania:

$$\begin{aligned} ks &= 12 \\ Tn &= 15 \\ Ts &= 2 \end{aligned} \quad (2)$$

Otrzymana transmitancja wzorcowa:

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

## 2 Dyskretyzacja

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

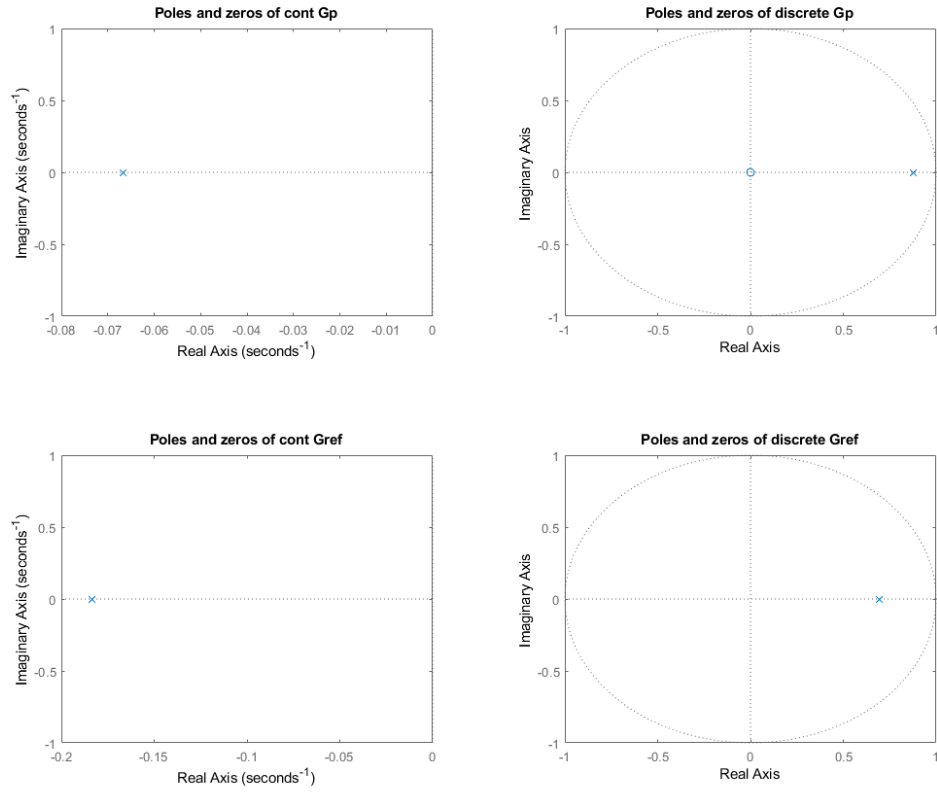
$$\begin{aligned} G_p(q^{-1}) &= q^{-2} \frac{0.1248}{1 - 0.8752q^{-1}} \\ G_{ref}(q^{-1}) &= q^{-1} \frac{3.684}{1 - 0.693q^{-1}} \end{aligned} \quad (4)$$

Stąd:

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

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:

$$\begin{aligned}
 A_m(q^{-1})A_0(q^{-1}) &= A(q^{-1})F(q^{-1}) + q^{-k}G(q^{-1}) \\
 (1 - 0.693q^{-1}) \times 1 &= (1 - 0.8752q^{-1})(1 + f_1q^{-1}) + q^{-2}g_0
 \end{aligned} \tag{6}$$

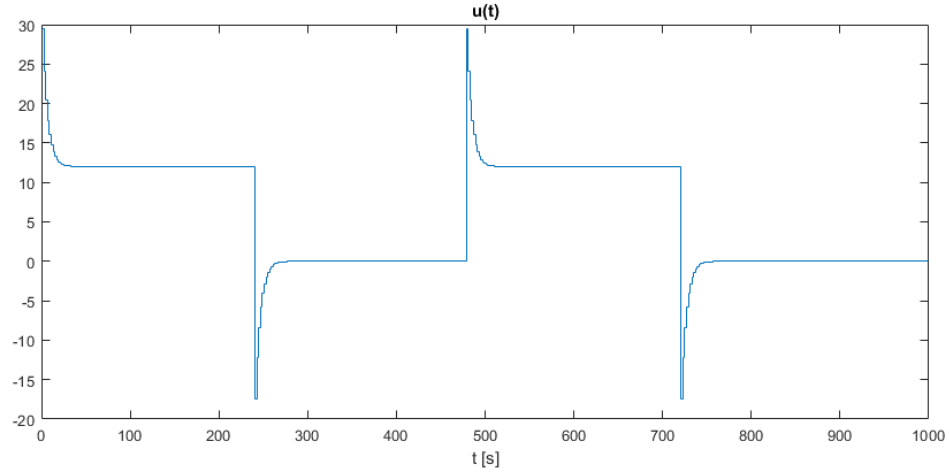
$$\begin{aligned}
 F(q^{-1}) &= 1 + 0.1821q^{-1} \\
 G(q^{-1}) &= 0.1594
 \end{aligned} \tag{7}$$

Stąd wielomiany  $R$ ,  $S$ ,  $T$ :

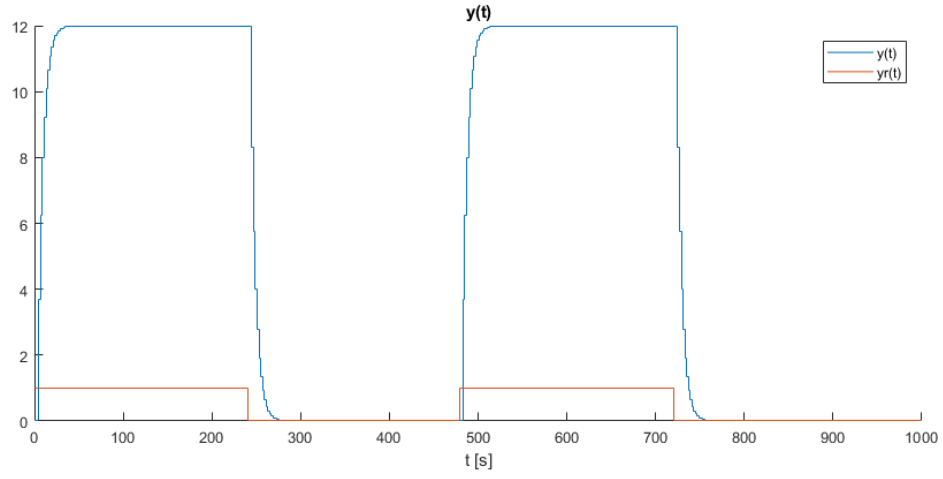
$$\begin{aligned} S(q^{-1}) &= G(q^{-1}) = 0.1594 \\ R(q^{-1}) &= B(q^{-1})F(q^{-1}) = 0.1248(1 + 0.1821q^{-1}) = 0.1248 + 0.0227q^{-1} \\ T(q^{-1}) &= A_0(q^{-1})B_m(q^{-1}) = 1 \times 3.684 = 3.684 \end{aligned} \quad (8)$$

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

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



Rysunek 2: Sygnał sterujący - obiekt dyskretny



Rysunek 3: Wyjście i sygnał referencyjny - obiekt dyskretny

## 4 Odpowiedź dla czasu ciągłego

TEMP:

$$\begin{aligned}
 C(q^{-1}) &= A(q^{-1})F(q^{-1}) + q^{-k}G(q^{-1}) \\
 C(q^{-1}) &= 1 - 0.8752q^{-1} + q^{-1}0.1594 = 1 - 0.693q^{-1} = A_m \\
 \frac{C(q^{-1})}{A(q^{-1})} &= \frac{1 - 0.693q^{-1}}{1 - 0.8752q^{-1}} = \frac{z - 0.693}{z - 0.8752}
 \end{aligned} \tag{11}$$