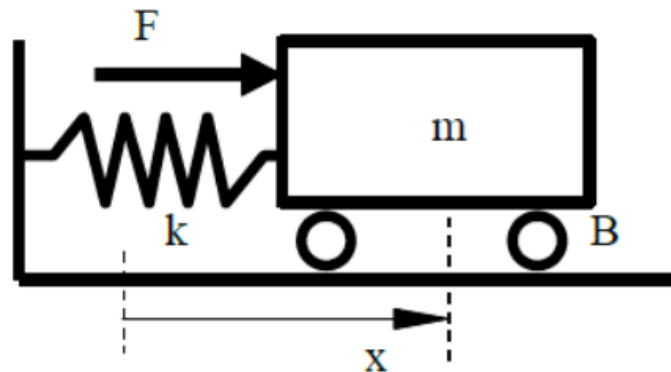


# REGULACJA POŁOŻENIEM WÓZKA

Szymon Murawski 144485

Dominik Bogielczyk 144435

Obiekt



Model:

$$m\ddot{x} = F - B\dot{x} - kx$$

Metoda różnicy w przód:

$$\dot{x}(n) = \frac{x(n+1) - x(n)}{T_p}$$

$$\begin{aligned}\ddot{x}(n) &= \frac{d}{dt} \frac{x(n+1) - x(n)}{T_p} = \frac{\frac{x(n+2) - x(n+1)}{T_p} - \frac{x(n+1) - x(n)}{T_p}}{T_p} = \\ &= \frac{x(n+2) - 2x(n+1) + x(n)}{T_p^2}\end{aligned}$$

Po podstawieniu i przekształceniach ostatecznie otrzymano równanie różnicowe:

$$x(n) = \frac{T_p^2}{m} F(n-2) + \frac{2m - BT_p}{m} x(n-1) + \frac{BT_p - kT_p^2 - m}{m} x(n-2)$$

## PID

$$F(n) = K_p + \frac{T_p}{T_i} \sum_{k=0}^n e(k) + \frac{T_d}{T_p} * (e(n) - e(n-1))$$

## LQR

Metoda kolejnych całkowań:

$$\ddot{x} = \frac{1}{m}F - \frac{B}{m}\dot{x} - \frac{k}{m}x$$

$$\dot{x} = -\frac{B}{m}x + x_1$$

$$x_2 = x$$

$$\dot{x}_1 = \frac{1}{m}F - \frac{k}{m}x_2$$

$$\dot{x}_2 = -\frac{B}{m}x_2 + x_1$$

Równania po dyskretyzacji:

$$x_1(n) = x_1(n-1) - \frac{kT_p}{m}x_2(n-1) + \frac{T_p}{m}F(n-1)$$

$$x_2(n) = T_px_1(n-1) + (1 - \frac{BT_p}{m})x_2(n-1)$$

Wyznaczenie sterowania:

$$x_{set} = x_{2r}$$

$$0 = \frac{1}{m}F_r - \frac{k}{m}x_{2r} \Rightarrow F_r = kx_{2r}$$

$$0 = -\frac{B}{m}x_{2r} + x_{1r} \Rightarrow x_{1r} = \frac{B}{m}x_{2r}$$

$$F = kx_{2r} + k_{LQR_{x_1}} \left( \frac{B}{m}x_{2r} - x_1 \right) + k_{LQR_{x_2}}(x_{2r} - x_2)$$