1 Régulateurs

1.1 Méthode de la sécante

$$\boxed{\frac{dx}{dt} \approx \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x[k] - x[k-1]}{h}}$$

$$G_s(z) = \frac{1 - z^{-1}}{h} = \frac{z-1}{hz}$$

1.2 Méthode des rectangles

$$\boxed{\int_0^t x dt \approx h \sum_{l=0}^{k-1} e[l]}$$

$$G_I(s) = \frac{h}{z-1}$$

1.3 PID

En temps discret et avec méthode de la sécante et des rectangles

$$y[k] = K_p \left(e[k] + \frac{1}{T_i} h \sum_{l=0}^{k-1} e[l] + T_d \frac{e[k] - e[k-1]}{h} \right)$$

1.4 LQR (forme quadratique)

$$Q(x_1, ..., x_n) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} m_{ij} \cdot x_i \cdot x_j = \vec{x}^T \cdot M \cdot \vec{x}$$

$$M = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} \\ M_{12} & M_{22} \end{bmatrix}$$

$$x^T \cdot M \cdot x = M_{11} x_1^2 + 2 M_{12} x_1 x_2 + M_{22} x_2^2$$

1.4.1 fonction de coût à minimiser

$$J = \int_0^\infty (x^T Q x + u^T R u) dt$$

Avec $Q \geq 0$ et $R > 0$ / Taille matrice Q = A, R nombre de signaux entrée

1.4.2 Solution LQR analogique (Riccati)

$$K = R^{-1} B^T P$$

$$A^T P + PA - PBR^{-1} B^T P = -Q$$

1.4.3 Solution LQR discreet

$$K = (R + B^T PB)^{-1} B^T PA$$
$$A^T PA - P - A^T PB(R + B^T PB)^{-1} B^T PA + Q = 0$$

1.4.4 Choix de Q

Si on veut pénalisé que la sortie. On a $Q = C^t C \geq 0$ et le R reste arbitraire