

TP 03 Régulation analogique (PID) du niveau de fluide (Système hydraulique)

1. modèle dynamique

Soit le système hydraulique schématisé par la figure 01.

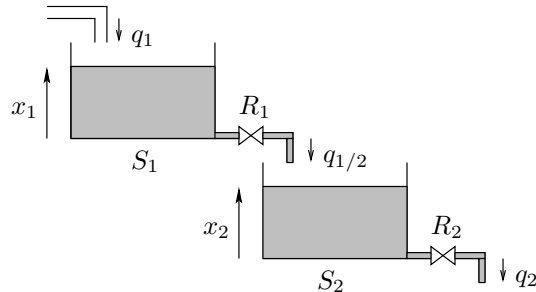


FIGURE 01 – Système hydraulique à deux cuves

Un débit entrant de fluide q_1 permet de remplir la cuve 1 (de section S_1). La cuve peut se vider à travers la vanne 1 (associée au réglage d'ouverture R_1 - on peut parler de *résistance*). Ceci entraîne un débit de fluide $q_{1/2}$ permettant de remplir la cuve 2 (de section S_2). Enfin, un réglage d'ouverture R_2 de la vanne 2 permet de créer un débit sortant de fluide q_2 qui permet de vider la cuve 2. Les niveaux de fluide dans les cuves 1 et 2 sont respectivement notés x_1 et x_2 . La commande du procédé est $u(t) = q_1(t)$ et sa sortie est $y(t) = x_2(t)$.

L'équation de variation de niveau de la cuve 1 est

$$S_1 \frac{dx_1(t)}{dt} = q_1(t) - q_{1/2}(t), \quad \text{avec} \quad q_{1/2}(t) = \frac{x_1(t)}{R_1}.$$

L'équation d'évolution de niveau dans la cuve 2 est

$$S_2 \frac{dx_2(t)}{dt} = q_{1/2}(t) - q_2(t), \quad \text{avec} \quad q_2(t) = \frac{x_2(t)}{R_2}.$$

2. modèle d'état

Il suffit de considérer le vecteur d'état

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}.$$

Compte tenu du choix de l'entrée, la première équation différentielle se réécrit

$$S_1 \dot{x}_1 = u - \frac{x_1}{R_1} \Rightarrow \dot{x}_1 = -\frac{x_1}{R_1 S_1} + \frac{u}{S_1}.$$

La seconde équation différentielle se réécrit

$$S_2 \dot{x}_2 = \frac{x_1}{R_1} - \frac{x_2}{R_2} \Rightarrow \dot{x}_2 = \frac{x_1}{R_1 S_2} - \frac{x_2}{R_2 S_2}.$$

Il est facile d'associer ces équations en une représentation d'état, en notant que $y = x_2$. Les matrices du modèle sont alors données par

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{1}{R_1 S_1} & 0 \\ \frac{1}{R_1 S_2} & -\frac{1}{R_2 S_2} \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} \frac{1}{S_1} \\ 0 \end{bmatrix},$$

$$C = [\text{vec} \quad 1], \quad D = 0.$$

$S_1=S_2=2$; $R_1=R_2=1$, donc:

1. Etablir ce système en MATLAB-SIMULINK
2. Donner la réponse du système en Boucle Ouvert face à l'échelon d'amplitude=2 m; puis face à un signal carré (d'amplitude=1m ; et une fréquence=0.15 hertz.
3. Donner la réponse du système en Boucle Fermé avec un régulateur PID (figure 02) :

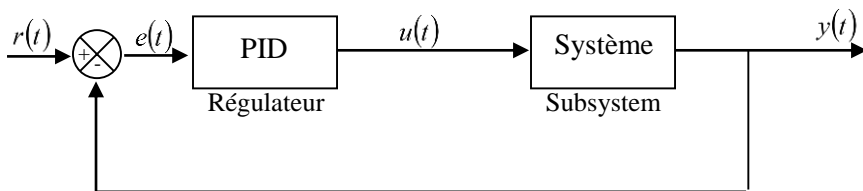


FIGURE 02 – Commande PID d'un Système hydraulique à deux cuves