

TP 1 : Simulation d'un système de régulation de pression d'un réacteur chimique

1. DESCRIPTION DU SYSTEME ETUDIE

Soit un Système de Régulation Automatique (SRA) (figure 1) qui permet le réglage d'une pression dans un réacteur chimique en agissant sur la température de chauffe par le biais de l'énergie apportée par la vapeur d'eau chaude. Le schéma fonctionnel en l'absence de perturbation est donné par la figure 2.

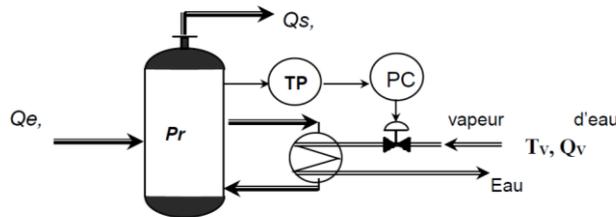


Figure 1: Réglage de la pression dans un réacteur

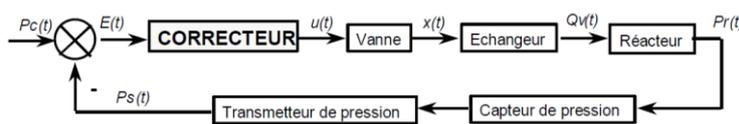


FIGURE 2 : SCHEMA FONCTIONNEL DU SYSTEME.

Légende de la figure 1 :

PC : Contrôleur de pression

TP Capteur/transmetteur de Pression

Q_e : débit du produit à l'entrée du réacteur (kg/s) constant,

Q_v : débit de la vapeur d'eau (kg/s) ,

T_v température de la vapeur, (°K)

P_r : pression réacteur (Pa)

P_s : grandeur physique traduite par le capteur (Pa) proportionnelle à la température.

x : déplacement du clapet de la vanne (%)

u : sortie du régulateur (signal de commande).

Indices : e - entrée, s -sortie

P_c(t) : Consigne de pression,

E(t) : Erreur/écart de réglage

Données supplémentaires :

Consigne : *Pression dans le réacteur* : P_c

Paramètre à réguler : *Pression à l'intérieur du réacteur* : P_r

Perturbation : *T_v : température de la vapeur, (°K)*

Dans tout le TP, on considèrera que la perturbation T_v est nulle.

2. PREPARATION

A. Étude en Boucle Ouverte

La fonction de transfert en boucle ouverte, notée $W_{ou}(p)$ se décompose comme suit :

$$W_{ou}(p) = W_{vanne}(p) \cdot W_{RT}(p)$$

Où :

$$W_{RT}(p) = W_{\text{échangeur}}(p) \cdot W_{\text{réacteur}}(p) \cdot W_{\text{capteur}}(p) \cdot W_{\text{transmetteur}}(p)$$

Est la fonction de transfert du sous-système « Échangeur de chaleur, Réacteur, Capteur et Transmetteur de pression ».

1. Détermination de la fonction de transfert de la vanne

Le comportement de la **vanne** est décrit par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 3 \cdot \frac{dx(t)}{dt} + 2x(t) = 0.3u(t)$$

Donner la fonction de transfert $W_{\text{vanne}}(p) = X(p) / U(p)$ à partir de cette équation différentielle.

2. Détermination de la fonction de transfert du sous-système

Quand on isole le sous-système « Échangeur de chaleur, Réacteur, Capteur et Transmetteur de pression » et que l'on introduit une variation du déplacement du clapet de la vanne $x(t)$ sous forme d'un saut d'une valeur de 0.6mm, la pression du réacteur, indiquée à la sortie du transmetteur, varie jusqu'à une valeur de 6 bars comme indiqué sur la **figure 3**.

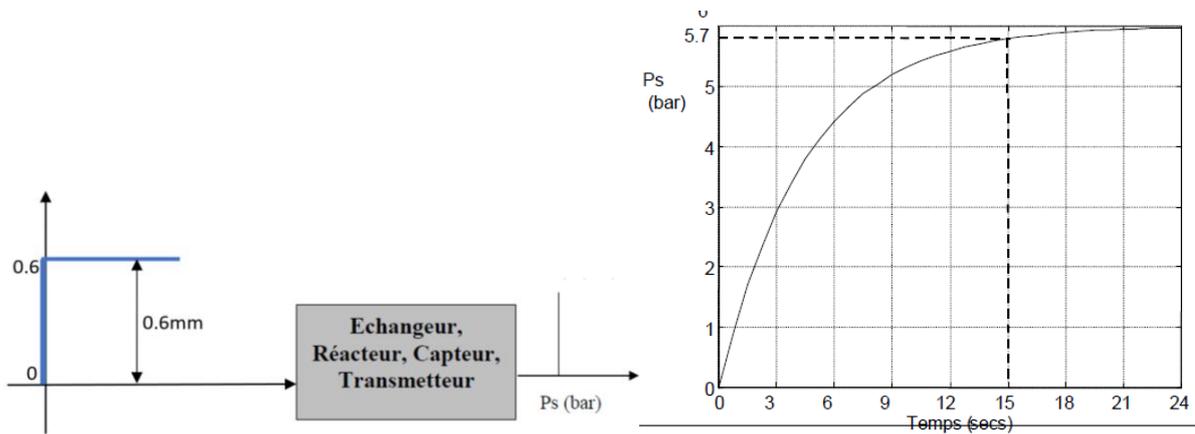


Figure .3

On identifie ce sous-système à une fonction de transfert du 1er ordre :

$$W_{RT}(p) = \frac{Pr(p)}{X(p)} = \frac{K}{Tp + 1}$$

Trouver K et T à partir du graphe sachant que la sortie atteint 95% de sa valeur finale (Soit $6 \cdot 0.95 = 5.7$ bars) au bout de 15 secondes.

3. Détermination de la fonction de transfert en boucle ouverte

Connaissant $W_{RT}(p)$ et $W_{\text{vanne}}(p)$, en déduire l'expression de la fonction de transfert en boucle Ouverte du système.

4. Stabilité du système en boucle ouverte

Montrer que le système en boucle ouverte est stable.