

Etude des régulateurs:

TD02

ELM 2020
BOUAKKAZ Mohamed

Exercice N 01

Pour chaque système de régulation suivant : déterminer le sens d'action du régulateur et justifier votre réponse :

Les systèmes sont représentés par le schéma **TI**. On rappelle la signification de chaque symbole inscrit dans les cercles représentant les appareils : **LT**, **FT** et **TT** Transmetteur de niveau (level), Transmetteur de débit (Flow) et Transmetteur de température (Temperature).

LIC, **FIC** et **TIC** : Régulateur (Controller) Indicateur (Indicator) de niveau, de débit et de température.

LV, **FV**, et **TV** : Vanne (valve) de niveau, de débit et de température.

LY (I/P) : Convertisseur de courant à pression dans une boucle de niveau.

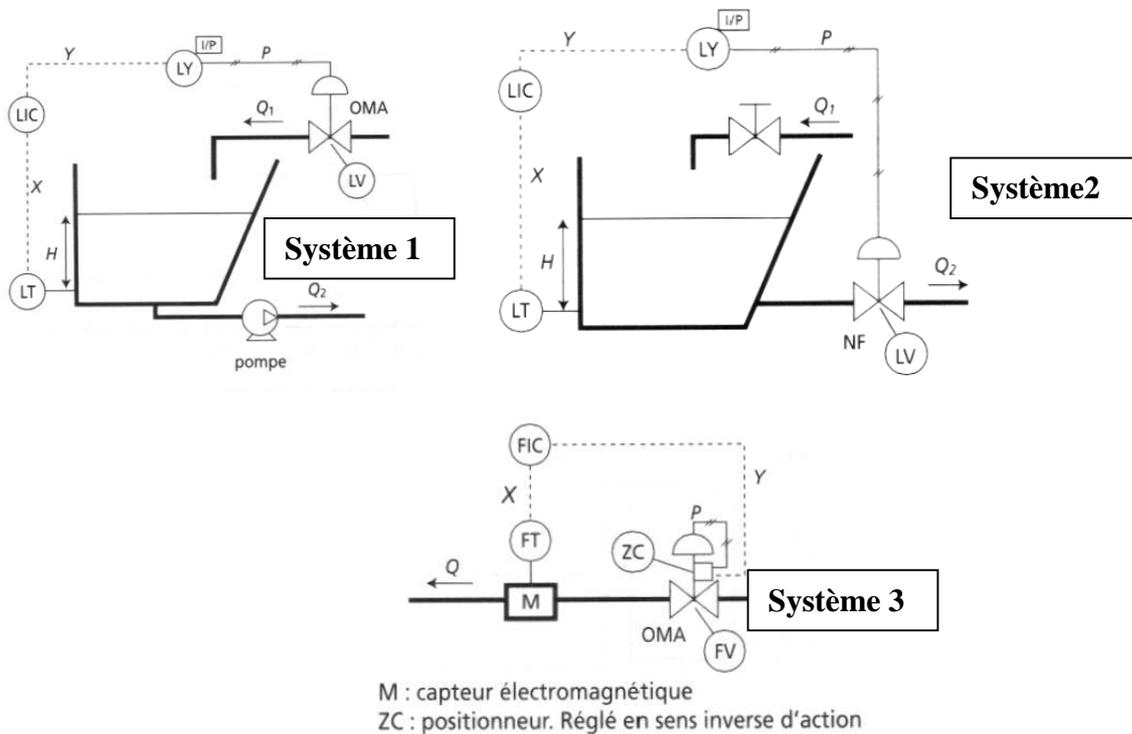
NF pour un actionneur Normalement Fermé.

NO pour un actionneur Normalement ouvert.

FMA pour un actionneur Fermé par manque d'air.

OMA pour un actionneur Ouvert par manque d'air.

Les transmetteurs et convertisseur sont en sens direct d'action.



Solution :

Système 01 : Régulation de niveau

Lorsque le signal électrique de commande U augmente, alors la pression P augmente (convertisseur **LY** est en sens direct), la vanne **LV** qui est (**OMA**) donc vas se fermer et le débit Q_1 diminue et le niveau H baisse et comme le transmetteur **LT** est en sens d'action direct, la mesure Y diminue. Dans ce système une augmentation du signal de commande correspond une diminution de la mesure, le système est donc en sens d'évolution inverse. Le régulateur **LIC** doit donc réglé en sens direct d'action.

Système 02 : Régulation de niveau

Lorsque le signal électrique de commande U augmente, alors la pression P augmente (convertisseur **LY** est en sens direct), la vanne **LV** qui est (**NF**) donc vas s'ouvrir et le débit Q_2 augmente et le niveau H baisse et comme le transmetteur **LT** est en sens d'action direct, la mesure Y diminue. Dans ce système une augmentation du signal de commande correspond une diminution

de la mesure, le système est donc en sens d'évolution inverse. Le régulateur LIC doit donc réglé en sens direct d'action.

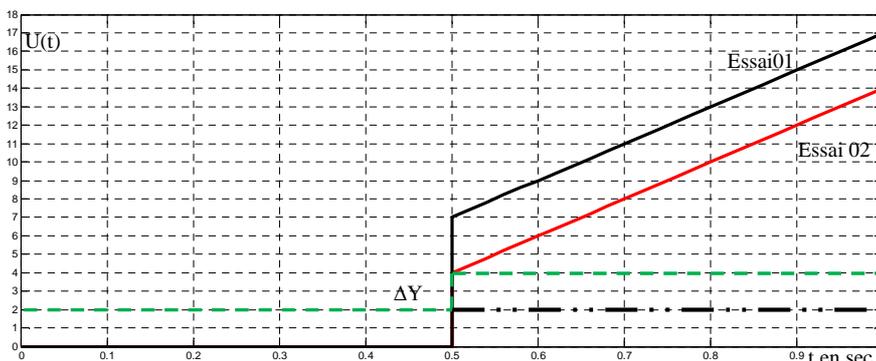
Système 03 : Régulation de débit

Lorsque le signal électrique de commande U augmente, alors la pression P diminue (Positionneur ZC est en sens direct), la vanne FV qui est (OMA) donc vas s'ouvrir et le débit Q augmente et comme le transmetteur FT est en sens d'action direct, la mesure Y augmente. Dans ce système une augmentation du signal de commande correspond une augmentation de la mesure, le système est donc en sens d'évolution direct. Le régulateur FIC doit donc réglé en sens inverse d'action.

Exercice n 02

Pour trouver la structure d'un régulateur, on effectue deux essais : on fixe la valeur de la constante du temps d'action intégrale et le signal de sortie du régulateur U est stabilisé en automatique avec mesure égale consigne, puis on effectue un échelon de mesure de d'amplitude 02 avec deux valeurs différentes de K_{p1} et K_{p2}

- Quel est le sens d'action du régulateur ?
- Déterminer la structure du régulateur en justifiant la réponse.
- Estimer les valeurs de K_{p1} et K_{p2} donnés au régulateur dans chaque essai puis les bandes proportionnelles correspondantes P_{b1} et P_{b2} .
- Estimer la valeur de la constante de temps d'action intégrale (T_i) réglée dans le régulateur.
- Déterminer a fonction de transfert du régulateur $K(s)$.



Solution :

D'après l'évolution de la réponse U du régulateur, après une augmentation du signal de mesure Y , le signal de commande U (sorite du régulateur) est augmenté aussi, donc le régulateur est en sens direct d'action.

La pente observée (figure), due à l'action intégrale, ne change pas quelque soit la valeur du gain proportionnel K_p . Donc le changement du K_p n'influence pas l'action intégrale c'est pace que le gain du régulateur n'est pas en série avec l'action intégrale. Le régulateur est donc de structure parallèle, et sa fonction de transfert est donnée par :

$$K(s) = K_p + \frac{1}{T_i s}$$

$$U(t) = K_p \varepsilon(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(t) dt + U_0$$

Calcul de k_p pour chaque essai

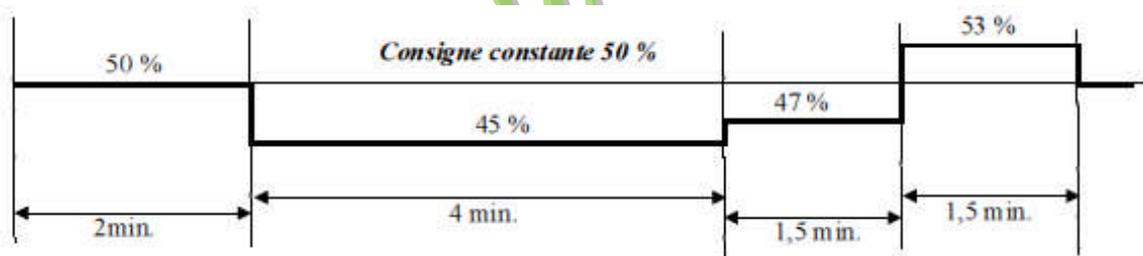
On a $u(t) = K_p \varepsilon(t) + U_0 = K_p (Y(t) - W(t))$

$$K_{p1} = \frac{\Delta U_1}{\Delta \varepsilon} = \frac{\Delta U_1}{\Delta Y} = \frac{7}{2} = 3.5$$

$$K_{p2} = \frac{\Delta U_2}{\Delta \varepsilon} = \frac{\Delta U_2}{\Delta Y} = \frac{4}{2} = 2$$

Exercice N 03

Déterminer la réponse d'un régulateur, de type PI parallèle inverse ($P_b = 50\%$, $T_i = 3\text{min}$), aux variations de mesure ci dessous. On précise que la consigne est maintenue constante à 50% et que u vaut initialement 50%.



Solution :

Le régulateur est un régulateur PI parallèle. L'évolution de $Y(t)$ est donc donnée par la formule.

$$U(t) = K_p (W - Y)(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t (W - Y) dt + U_0$$

On a la consigne W est maintenue constante à 50% et que U_R vaut initialement 50%

On a: $P_b = 50\% \Rightarrow K_p = \frac{1}{50\%} = 2$

On a $T_i = 3\text{sec} \Rightarrow U(t) = 2 \times (W - Y)(t) + \frac{1}{3} \int_0^t (W - Y) dt + U_0$

D'après la courbe, l'évolution de Y peut se diviser en intervalles

$[0 \rightarrow 2\text{min}] Y = 50\% \Rightarrow \varepsilon(t) = W - Y = 0 \Rightarrow U(t) = 2 \times (0)(t) + \frac{1}{3} \int_0^t (0) dt + 50\% = 50\%$

$[2 \rightarrow 6\text{min}] Y = 45\% \Rightarrow \varepsilon(t) = 50 - 45 = 5\% \Rightarrow$

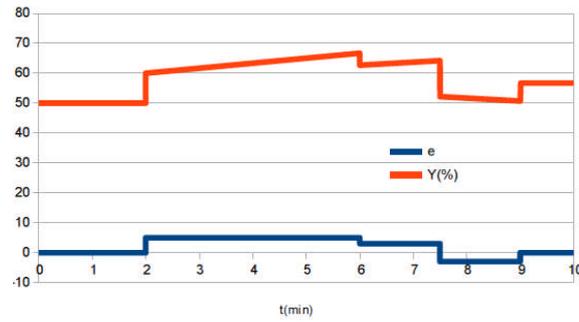
$\Rightarrow U(t) = 2 \times (5)(t) + \frac{1}{3} \int_0^2 (0) dt + \int_2^t (5) dt + 50\% = 50 + 10 + \frac{1}{3} [5 \times t]_2^6 + 50 = 60 + \frac{5}{3} (t - 2) = 66.6\%$

$[6 \rightarrow 7.5\text{min}] Y = 47\% \Rightarrow \varepsilon(t) = 50 - 47 = 3\% \Rightarrow$

$\Rightarrow U(t) = 2 \times (3)(t) + \frac{1}{3} \int_0^2 (0) dt + \frac{1}{3} \int_2^6 (5) dt + \frac{1}{3} \int_6^t (3) dt + 50\% = 6 + \frac{20}{3} + \frac{1}{3} [3 \times t]_6^{7.5} + 50 = 62.66 + (t - 6) = 64.16\%$

$[7.5 \rightarrow 9\text{min}] Y = 53\% \Rightarrow \varepsilon(t) = 50 - 53 = -3\% \Rightarrow$

$\Rightarrow U(t) = 2 \times (-3)(t) + \frac{1}{3} \int_0^2 (0) dt + \frac{1}{3} \int_2^6 (5) dt + \frac{1}{3} \int_6^{7.5} (3) dt + \frac{1}{3} \int_{7.5}^t (-3) dt + 50\% = 6 + \frac{20}{3} + 1.5 + \frac{1}{3} [-3 \times t]_{7.5}^t + 50$
 $= 52.16 - (t - 7.5) = 50.66\%$



Exercice N 04

Un système du premier ordre d'entrée $u(t)$, de sortie $y(t)$ et de modèle $\tau \dot{y}(t) + y(t) = Ku(t)$ est asservi par un correcteur proportionnel de gain K . On donne $K = 0.2$ et $\tau = 80 \text{ ms}$.

- Déterminer l'équation différentielle liant le signal de référence $u(t)$ et la mesure $y(t)$.
- Déterminer la fonction de transfert du système en boucle fermée.
- Déterminer les expressions du gain statique et de la constante de temps du système bouclée.
- Déterminer le gain du correcteur permettant d'obtenir un temps de réponse à 5%, $T_s = 30 \text{ ms}$
- Calculer le gain statique obtenu.