Université Echahid Hamma Lakhdar. Eloued
Département : Génie Electrique
Faculté de la technologie
3ième année licence Electrotechnique

Régulation Industrielle (TD)

Séries d'exercices avec solutions

(Séries N°2 et N°3)

Préparé par :

BABA ARBI Idriss

Maître Assistant A

Année universitaire 2019/2020

Série N°2

Exercice 1 :

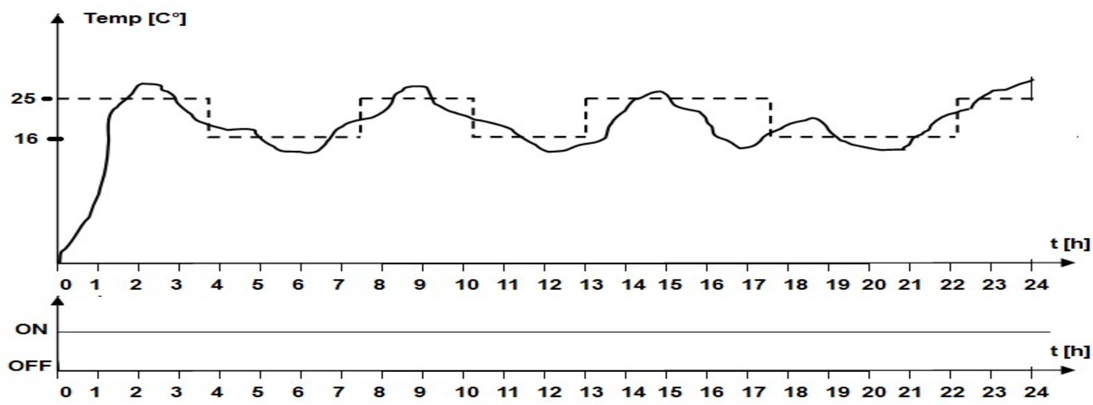
L'intensité transmise par un capteur-transmetteur d'étendue d'échelle **4** à **20 mA** est égale à **13mA**.

1- Quelle mesure pour un bac qui contient entre **2** et **12** mètres de liquide pour cette intensité.

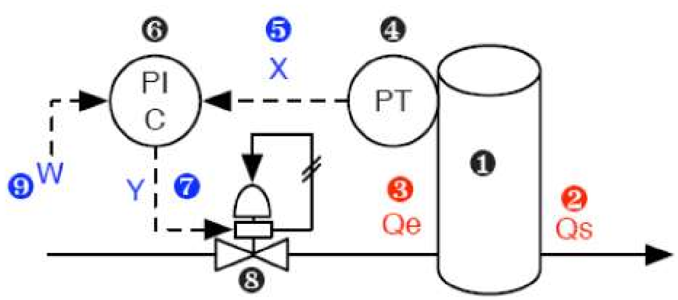
Exercice 2:

Pendant une période de 24 heures un régulateur ***TOR*** est conçu pour contrôler la température d'une chambre en utilisant deux valeurs de consigne 16 et 25C°

-Tracer la variation de l'état (ON/OFF) pour acomplir cette tâche .



Exercice 3: Soit une régulation de pression d'un bac contenant un solvant donnée par le schéma ci-dessous :



PIC : Régulateur indicateur de pression.
PT : Transmetteur de pression.
Qe : Quantité de pression en entré dans le bac
Qs : Perturbation.
8 : Détendeur

1- Trouver Schéma fonctionnel de cette boucle régulation.

2- Soit un niveau de **5 m** mesuré à l'aide d'un capteur-transmetteur d'étendue d'échelle **0** à **15 m**.

- Calculer la pression transmise par le capteur-transmetteur d'étendue d'échelle **0.1** à **1 bar**.

-Même question pour une mesure de **7m**.

Solutions de la série N° 2

Exercice 1 :

$$I(\%) = \frac{i - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \times 100 = \frac{13 - 4}{20 - 4} \times 100 = 56.3\%$$

La conservation de pourcentage donne:

$$I(\%) = M(\%) = 56.3\%$$

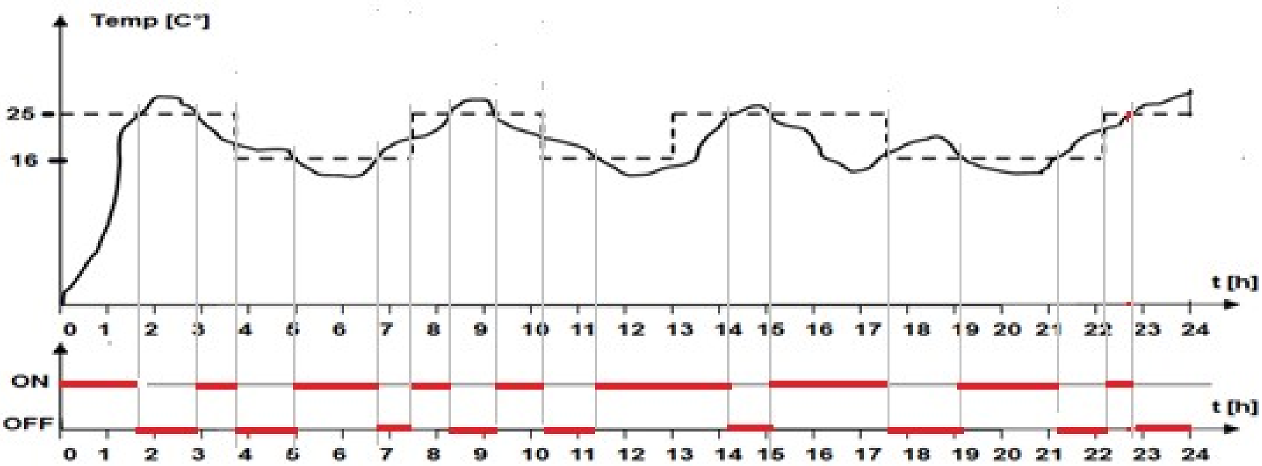
Alors:

$$M(\%) = \frac{h - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \times 100 = \frac{h - 2}{8 - 2} \times 100 = 56.3 \Rightarrow h = (8 - 2) \times 0.563 + 2 = 5.38m$$

Exercice 2 :

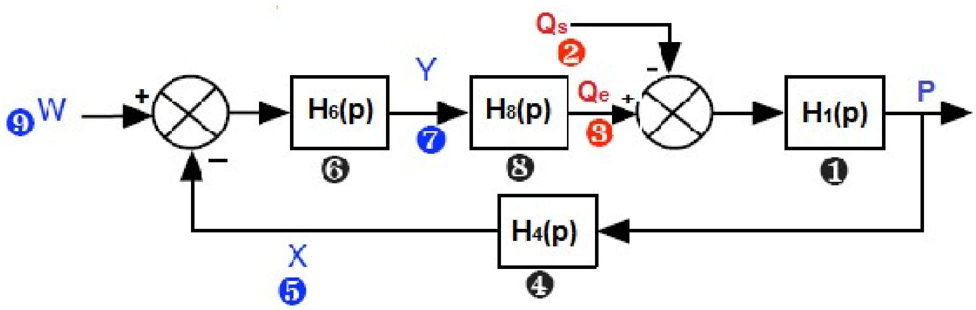
Si $T < T_c$ alors $y = ON$, si $T > T_c$ alors $y = OFF$

Avec prise en considération les instants de changement de la consigne



Exercice 3 :

1) **Le schéma fonctionnel:**



H₁(p): FT du bac., **H₄(p) :** FT du transmetteur, **H₆(p)**: FT du correcteur, et **H₁(p):** FT de la vanne.

2)

$$M(\%) = \frac{5 - h_{min}}{h_{max} - h_{min}} \times 100 = \frac{5 - 0}{15 - 0} \times 100 = 33.3\%$$

La conservation de pourcentage donne:

$$P(\%) = M(\%) = 33.3\%$$

Alors:

$$33.3 = \frac{p - P_{min}}{P_{max} - P_{min}} \times 100 = \frac{p - 0.2}{1 - 0.2} \times 100 \Rightarrow p = (1 - 0.2) \times 0.33 + 0.2 = 0.47 bar.$$

Série N°3

Exercice 1: Soit le système de premier ordre donner par :$\boldsymbol{G(p)} = \frac{\boldsymbol{k}}{\boldsymbol{1+\tau p}}$

Donner l'expression de l'erreur statique, lorsque on utilise un régulateur proportionnel du gain $\boldsymbol{k_p}$ pour une réponse indicielle et quelle est votre remarque.

Exercice 2 :

Soit un système de 1er ordre de fonction de transfert $F(p)$ placé dans un système bouclé représenté par la figure1 ci-contre, avec $F(p) = \frac{k}{1+\tau p}$

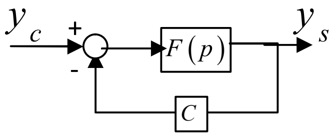


Figure1

La grandeur à asservir est désormais mesurée par un capteur (de gain C) avant d'être envoyée dans le comparateur.

1. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée.
2. Donner les expressions des nouvelles constantes k_{BF} et τ_{BF}
3. **Application numérique :** La constante de temps du système est de $\tau = 1h$, le gain statique $k = 3$, et le gain du capteur est de $C = 1.2$ Déterminer les valeurs numériques de k_{BF} et τ_{BF}.

Exercice 3 : Le même système $F(p)$ de l'exercice 1, est placé dans un système bouclé représenté par la figure 2 ci-contre:

La fonction de transfert du régulateur proportionnel est donnée par $\boldsymbol{C_1(p) = K_p}$

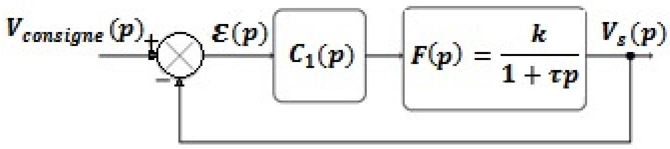


Figure2

1. Mettre la FTBF sous la forme suivante : $\boldsymbol{FTBF(p)} = \frac{K_{BF}}{1+\tau_{BF}p}$;
2. Déterminer les expressions de k_{BF} et τ_{BF}.
3. La constante de temps du système est de 25 min , le gain statique est de 2,5.
   On souhaite accélérer le temps de réponse du système, avec une constante de temps en boucle fermée de 10 min.
   Déterminer la valeur de $\boldsymbol{K_p}$ permettant de garantir cette valeur de $\boldsymbol{\tau_{BF}}$..

Exercice 4 : Le correcteur de la Figure2 est remplacé par un correcteur proportionnel intégral de fonction de transfert :$\mathbf{C_2(p)} = \boldsymbol{K_{PI}}\frac{\mathbf{1+\tau_{PI}P}}{\mathbf{\tau_{PI}P}}$

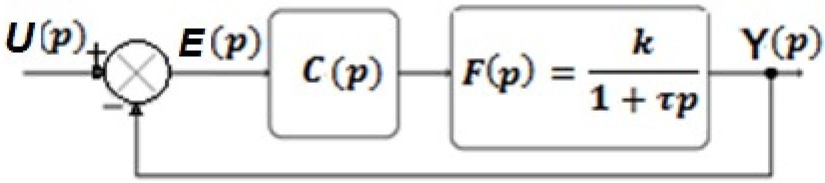
On utilisera la méthode de la compensation de pôles : on fixera la valeur de la constante de temps du correcteur égale à la constante de temps du système à régler $\tau_{PI} = \tau$

1. Mettre la FTBF sous la forme suivante : $\boldsymbol{FTBF(p)} = \frac{K_{BF}}{1+\tau_{BF}p}$;
2. Déterminer les expressions de $\boldsymbol{k_{BF}}$ et $\boldsymbol{\tau_{BF}}$.
3. **Application numérique** : On souhaite conserver la même rapidité que lors de la correction proportionnelle ($\boldsymbol{\tau_{BF}} = 10min$). Déterminer la valeur de $\boldsymbol{K_{PI}}$ permettant de répondre au cahier des charges.

Solutions de la série N° 3

Exercice 1:

Le schéma fonctionnel du système en boucle fermée est donné par:



La fonction de transfert en boucle fermée est:

$$H(p)=\frac{C(p)F(p)}{1+C(p)F(p)}=\frac{K_p\left(\frac{k}{1+\tau p}\right)}{1+K_p\left(\frac{k}{1+\tau p}\right)}=\frac{K_pk}{1+\tau p+K_pk}$$

L'erreur statique est donnée par:

$$\varepsilon_{ss}=\lim_{t\to\infty}\varepsilon(t)=\lim_{p\to0}p\,E(p)=\lim_{p\to0}p[U(p)-Y(p)]=\lim_{p\to0}p\left[\frac{1}{p}-\frac{1}{p}\left(\frac{K_pk}{1+\tau p+K_pk}\right)\right]$$

$$\varepsilon_{ss}=1-\frac{K_pk}{1+K_pk}=\frac{1}{1+K_pk}$$

On remarque que l'erreur statique ε_{ss} est inversement proportionnelle à la valeur de K_p mais ε_{ss} reste toujours différente de zéro.

Exercice 2:

1. La fonction de transfert en boucle fermée:

$$H(p)=\frac{F(p)}{1+c.F(p)}=\frac{\frac{k}{1+\tau p}}{1+c\frac{k}{1+\tau p}}=\frac{k}{1+\tau p+c.k}$$

2.

$$H(p)=\frac{k}{1+\tau p+c.k}=\frac{\frac{k}{1+ck}}{\frac{1+ck}{1+ck}+\frac{1}{1+ck}\tau}=\frac{\frac{k}{1+ck}}{1+\frac{\tau}{1+ck}p}=\frac{\boldsymbol{K_{BF}}}{\boldsymbol{1+\tau_{BF}p}}$$

$$\boldsymbol{K_{BF}=\frac{k}{1+ck}}\quad \text{et} \quad \boldsymbol{\tau_{BF}=\frac{\tau}{1+ck}}$$

3. AN: $\boldsymbol{K_{BF}}=\frac{\boldsymbol{k}}{\boldsymbol{1+ck}}=\frac{3}{1+1.2\times3}=0.65$ et $\boldsymbol{\tau_{BF}}=\frac{\boldsymbol{\tau}}{\boldsymbol{1+ck}}=\frac{1}{1+1.2\times3}=\boldsymbol{0.21h}$

Exercice 3:

1. La fonction de transfert en boucle fermée:

$$H(p) = \frac{C_1(p)F(p)}{1 + C_1(p)F(p)} = \frac{K_p\left(\frac{k}{1+\tau p}\right)}{1 + K_p\left(\frac{k}{1+\tau p}\right)} = \frac{K_p k}{1 + \tau p + K_p k}$$

$$H(p) = \frac{\frac{K_p k}{1 + K_p k}}{\frac{1 + K_p k}{1 + K_p k} + \frac{\tau}{1 + K_p k}p} = \frac{K_{BF}}{1 + \tau_{BF}p}$$

2. $K_{BF} = \frac{K_p k}{1+K_p k}$ et $\tau_{BF} = \frac{\tau}{1+K_p k}$

3.

$$\tau_{BF} = \frac{\tau}{1 + K_p k} \Rightarrow (1 + K_p k)\tau_{BF} = \tau$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{\tau - \tau_{BF}}{k\tau_{BF}} = \frac{25 - 10}{2.5 \times 10} = 0.6.$$

Exercice 4:

1. La fonction de transfert en boucle fermée:

$$G(p) = \frac{C_2(p)F(p)}{1 + C_2(p)F(p)} = \frac{\left(K_{PI}\frac{1+\tau_{PI}p}{\tau_{PI}p}\right)\left(\frac{k}{1+\tau p}\right)}{1 + \left(K_{PI}\frac{1+\tau_{PI}P}{\tau_{PI}P}\right)\left(\frac{k}{1+\tau p}\right)}$$

Lorsque $\tau_{PI} = \tau$:

$$G(p) = \frac{\frac{kK_{PI}}{\tau p}}{1 + \frac{kK_{PI}}{\tau p}} = \frac{kK_{PI}}{kK_{PI} + \tau p} = \frac{\frac{kK_{PI}}{kK_{PI}}}{\frac{kK_{PI}}{kK_{PI}} + \frac{\tau}{kK_{PI}}p} = \frac{1}{1 + \frac{\tau}{kK_{PI}}p}$$

2. $K_{BF} = 1$ et $\tau_{BF} = \frac{\tau_{PI}}{kK_{PI}}$

3.

$$\tau_{BF} = \frac{\tau}{kK_{PI}} \Rightarrow K_{PI} = \frac{\tau}{k\tau_{BF}} = \frac{25}{2.5 \times 10}$$

$$K_{PI} = 1$$