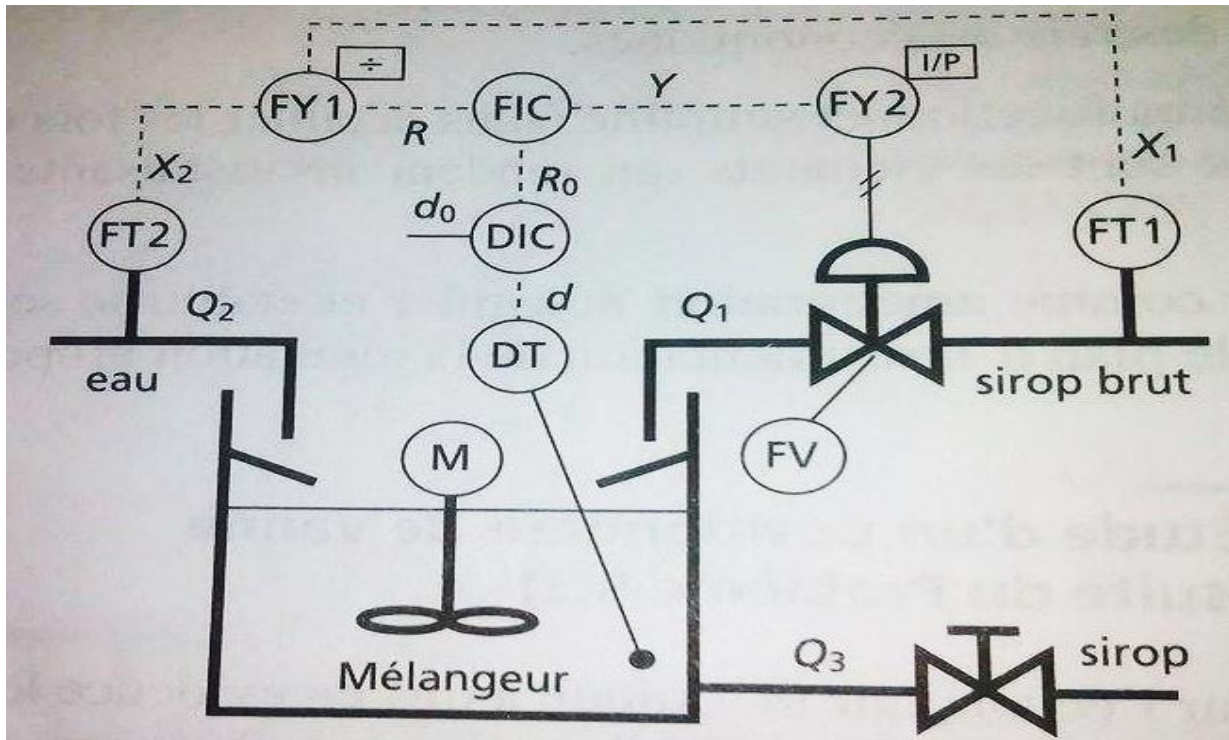


TD1

Exercice 01 Régulation de proportion

L'une des étapes importantes dans toute fabrication de sirop est certainement le coupage du sirop brut, par de l'eau par exemple, pour obtenir la qualité requise du sirop finalement élaboré. Pour maintenir une densité constante, il est nécessaire de contrôler le rapport R (quantité d'eau sur quantité de sirop). La densité du mélange obtenu dépend de ce rapport, c'est pourquoi le rapport désiré R_0 est commandé par un régulateur DIC de densité comme le montre le schéma de la figure suivante :



- Répondre aux questions suivantes en vous aidant du schéma TI ci-dessus.
 1. Quelle est la grandeur réglée ?
 2. Quelle est la grandeur réglante ?
 3. Quel est l'organe de réglage ?
 4. Donner le nom d'une perturbation
 5. Etablir le schéma fonctionnel de ce système ?

Exercice 02 quel choix ? régulation en cascade ou mixte

Il s'agit ici de comprendre les différentes boucles de régulation que l'on peut envisager en fonction des hypothèses de fonctionnement d'une installation.

L'installation de la figure suivante montre une régulation de niveau soumise à certain nombre de perturbation. Le nombre de ces perturbations dépend du fonctionnement envisagé.

Hypothèse : les temps moyens de régulation du liquide dans les cuves 1 et 2 sont du même ordre de grandeur.

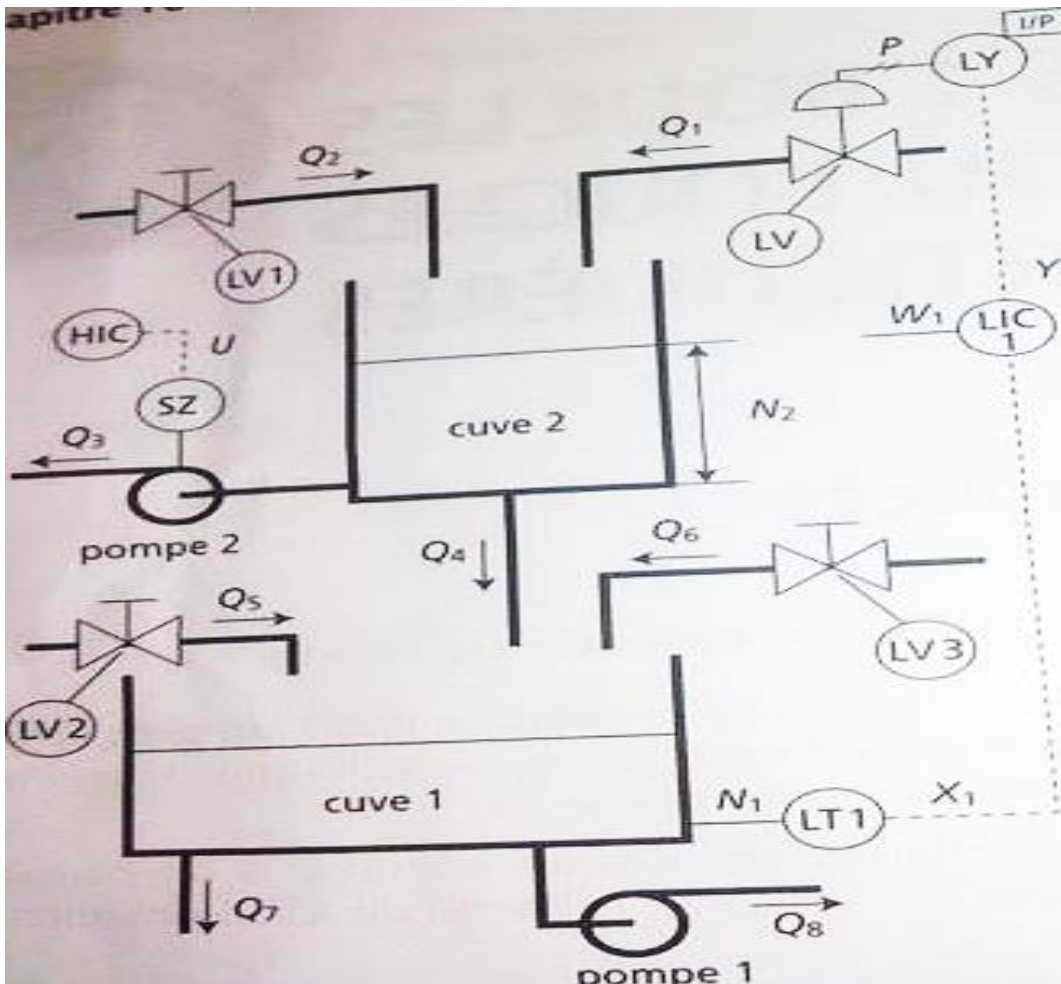
En envisage 3 cas différents de fonctionnement, décrits ci-dessous, pour lesquels la régulation actuelle du niveau N_1 n'est pas satisfaisante.

Cas1 : le débit Q_2 est un débit très fluctuant. Le liquide provient d'un poste de fabrication situé en amont.

On admet que le débit $Q_4 = kN_2$ (k constante). Le débit Q_3 subit de fréquentes et de fortes variations et dépend d'un poste placé en aval. La pompe 1 sert à l'homogénéisation et on a $Q_8 = Q_6$. Une faible quantité d'additif est déversée en permanence par la vanne LV2 (de débit Q_5).

Débits moyens en régime permanent : cuve 2 : $Q_1 \approx Q_2 \approx Q_3 \approx Q_4$; cuve 1 : $Q_5 \approx \frac{Q_4}{80}$ et $Q_4 \approx Q_7$.

Il est impératif de limiter strictement les moyens matériels à installer pour obtenir une amélioration.



LT₁ : capteur de niveau (électronique)
LV : vanne réglante du niveau (pneumatique)
LY : convertisseur courant/pression
LIC : régulateur indicateur du niveau (électronique ;
de niveau)

W_1 : consigne de niveau
SZ : variateur de vitesse du moteur de pompe (électronique)
HIC : commande manuelle à distance du variateur (électronique)
LV₁, LV₂, LV₃ : vannes manuelles

- 1.1 : Quelle est la grandeur réglée ?
- 1.2 : Quelle est la grandeur réglante ?
- 1.3 : Quel est l'organe de réglage ?
- 1.4 : Donner le nom d'une perturbation
- 1.5 Etablir le schéma fonctionnel simplifié (sans détailler les fonctions de transferts).
- 1.6 Quels sont les éléments qui rendent insatisfaisante la régulation de niveau actuelle ?
- 1.7 Que proposer comme amélioration ?
- 1.8 Justifier et établir le schéma fonctionnel simplifié ainsi que le plan d'instrumentation de la régulation proposée.

Cas2 : les débits Q_5 et Q_6 subissent de fortes variations d'amplitude (± 20 à ± 40) et sont toujours rapides (quelques secondes). Le service de fabrication ne veut pas limiter ces deux débits. Le débit Q_3 est sensiblement constant. La pompe 1 permet de fixer le débit Q_8 . Le débit Q_2 est faible, il fluctue assez lentement $Q_2 \approx \frac{Q_1}{80}$.

Débits moyens en régime permanent : cuve2 : $Q_3 \approx Q_4 \approx \frac{Q_1}{2}$, cuve 1 : $Q_6 \approx \frac{Q_5}{9}$, $Q_7 \approx Q_8$ et $Q_4 \approx 10Q_6$

Les moyens à mettre en œuvre pour l'amélioration devront être limités au maximum.

- 2.1 : Etablir le schéma fonctionnel simplifié (sans détailler les fonctions de transferts) pour ce cas.
- 2.2 Quels sont les éléments qui rendent insatisfaisante la régulation de niveau actuelle ?
- 2.3 Que proposer comme amélioration ?
- 2.4 Justifier et établir le schéma fonctionnel simplifié ainsi que le plan d'instrumentation de la régulation proposée.

Cas 3 :

Les débits Q_5 et Q_6 sont particulièrement constants. Le débit Q_2 est un débit qui varie lentement (maximum de variation enregistrée : rampe de (± 20 à ± 30) minutes). Le débit Q_3 est utilisé dans de grandes proportions, et cela d'une façon qui paraît aléatoire.

Les vannes LV2 et LV3 restent toujours ouvertes. La pompe 1 est mise en service pendant une demi-heure toutes les 8 heures.

Débits moyens en régime permanent : cuve2 : $Q_3 \approx Q_4 \approx \frac{Q_1}{2}$, $Q_2 \approx \frac{Q_1}{4}$ / cuve 1 : $Q_8 \approx \frac{Q_7}{10}$,

$$Q_5 \approx Q_6 = \frac{Q_4}{2}.$$

Comme dans les cas précédents, les moyens matériels d'amélioration devront être limités, à tel point que l'installation d'un quel que instrument de mesure n'est pas envisageable pour des raisons économiques.

- 3.1 : Etablir le schéma fonctionnel simplifié (sans détailler les fonctions de transferts) pour ce cas.
- 3.2 Quels sont les éléments qui rendent insatisfaisante la régulation de niveau actuelle ?
- 3.3 Que proposer comme amélioration ?
- 3.4 Justifier et établir le schéma fonctionnel simplifié ainsi que le plan d'instrumentation de la régulation proposée.

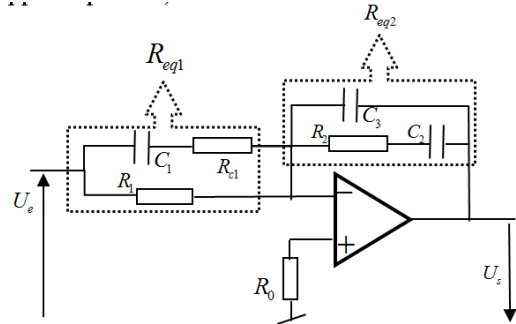
TD 02

Exercice 01 : Soit le régulateur électronique représenté sur le montage suivant (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)

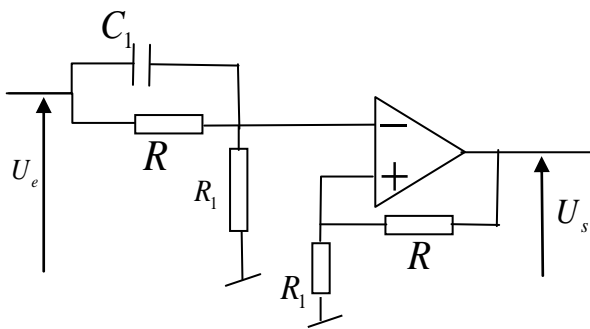
- 1) Calculer les résistances équivalentes R_{eq1} , R_{eq2} ?
- 2) La fonction de transfert du régulateur de la figure ci-dessus est donnée par :

$$G(p) = \frac{U_s(p)}{U_e(p)} = K' \frac{(1 + K_1 p)(1 + K_2 p)}{K_1 p(1 + K_3 p)(1 + K_4 p)}$$

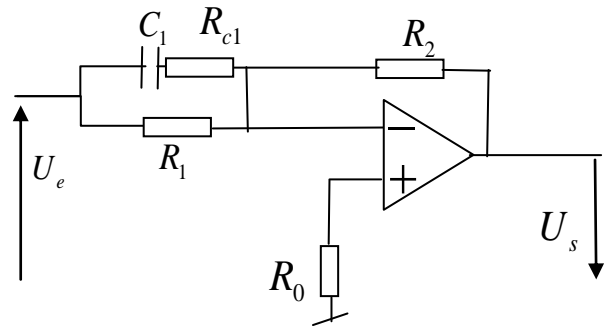
Calculer K' , K_1 , K_2 , K_3 et K_4 en fonction des données du problème ?



Exercice 02 : Soit les régulateurs électroniques représentés sur les montages suivants (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)



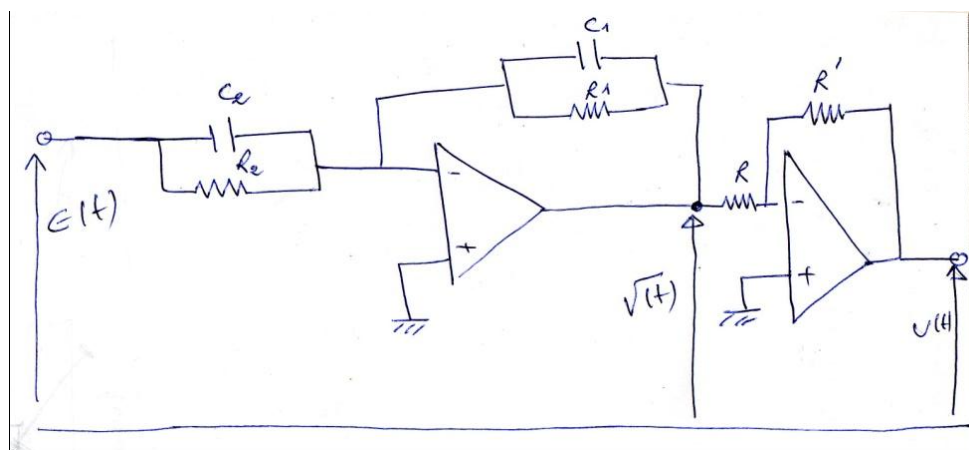
Montage 1



Montage 2

- Calculer la fonction de transfert de chaque régulateur en fonction des données du problème ?

Exercice 03 : On réalise un régulateur selon le schéma suivant :

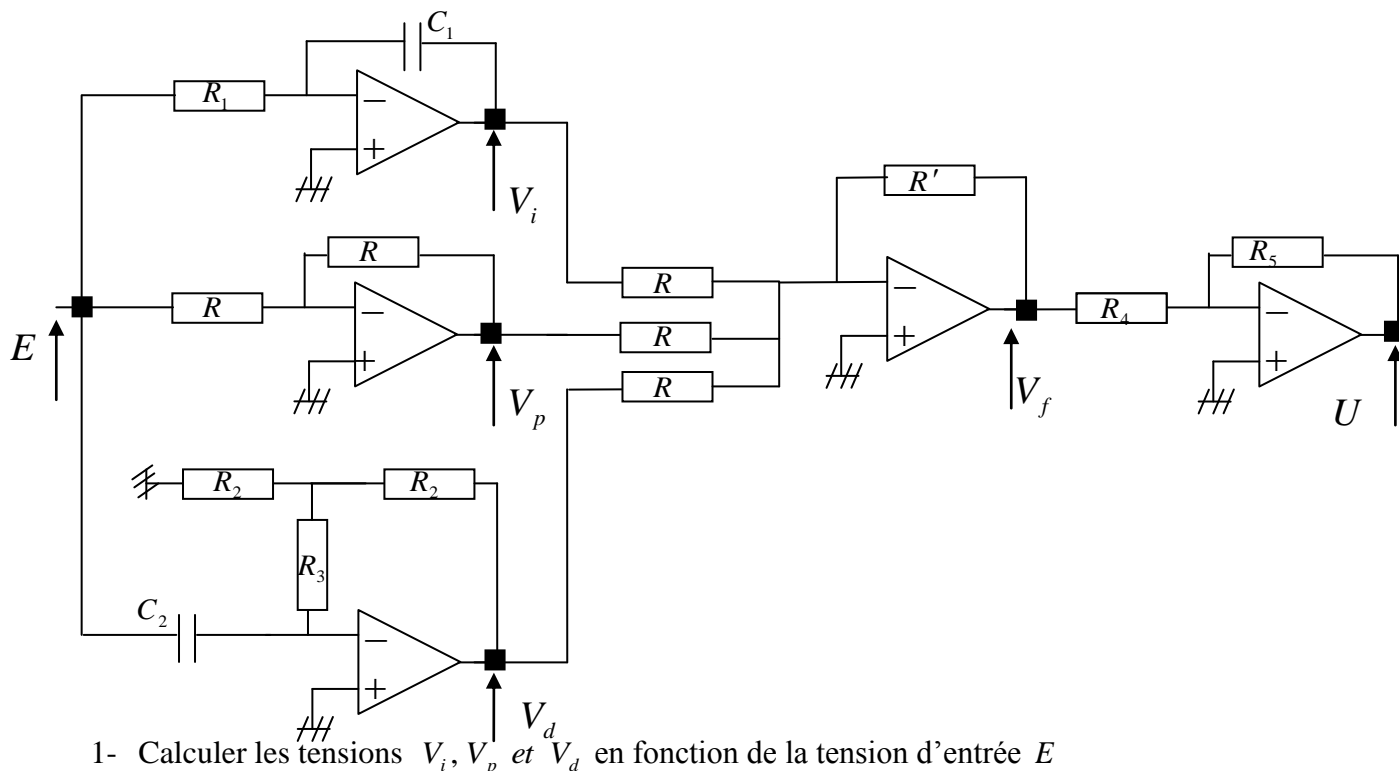


(Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)

- 1) Calculer dans le cas général, puis dans le cas où $R_1 = R_2$ la fonction de transfert du régulateur

$$C(p) = \frac{U(p)}{E(p)}, \text{ on posera } K = \frac{R'}{R}, T_1 = R_1 C_1 \text{ et } T_2 = R_2 C_2$$

Exercice 04 : On considère le montage de la régulation industrielle suivant (correcteur) :



1- Calculer les tensions V_i , V_p et V_d en fonction de la tension d'entrée E

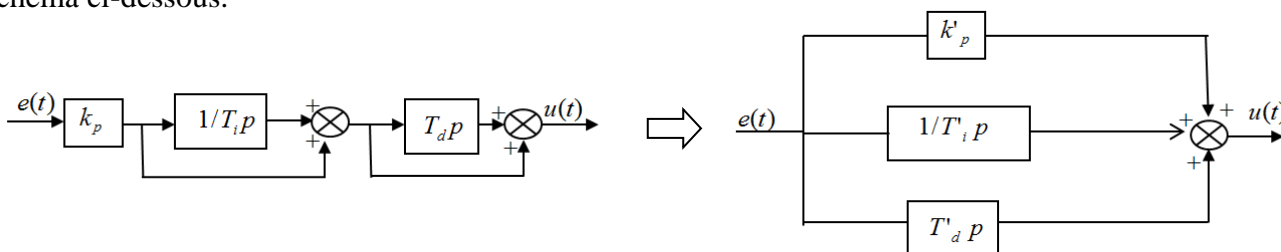
2- Quelle est l'opération réalisée par chaque AO ?

3- Calculer la tension V_f en fonction des tensions V_i , V_p et V_d

4- Déterminer alors la fonction de transfert du montage (correcteur) $C(p) = \frac{U(p)}{E(p)}$

Quelle est la nature de ce correcteur ? déterminer ses paramètres.

Exercice 05 : On souhaite réaliser un PID parallèle à partir d'un PID série comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



1- Trouver la formule qui permet le passage du PID série au PID parallèle (trouver k_p' , T_i' et T_d' en fonction de k_p , T_i et T_d)

2- Appliquer cette formule pour trouver la fonction de transfert du PID parallèle de la fonction suivante $\frac{U(p)}{E(p)} = 2\left(\frac{2p+1}{2p}\right)(1+p)$

3- Même question pour réaliser le passage inverse (PID parallèle au PID série)

- Dans quelle condition ce passage est réalisable ?

4- Trouver la formule qui permet le passage du PID série au PID mixte et vis-versa

Exercice 06 : Soit le montage électronique (Structure de Sallen-Key) représenté sur la figure suivante (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)

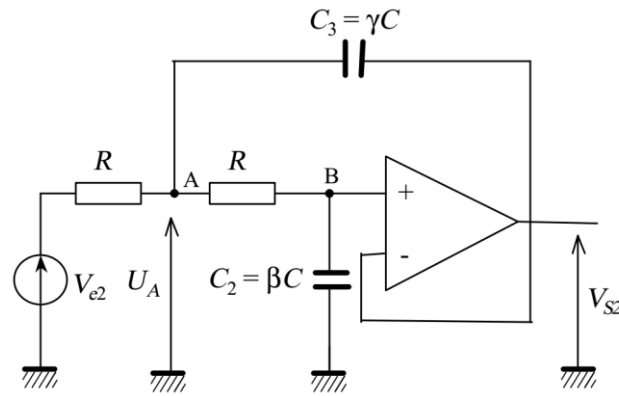


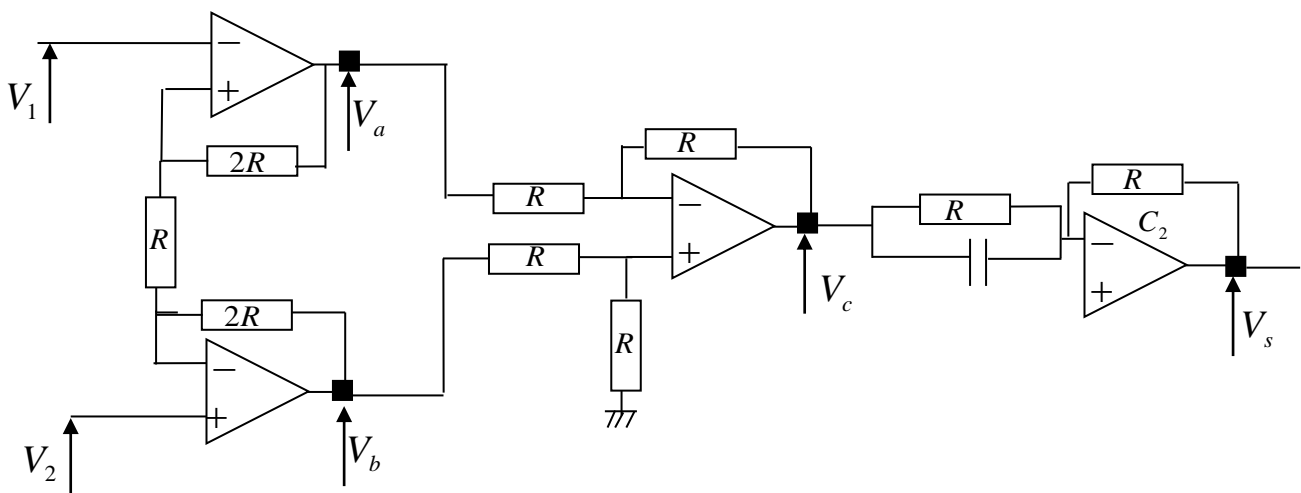
Figure 1

- 1) Donner l'expression de la tension V_A en fonction de $V_{e2}, V_{s2}, \gamma, C$, et R ?
- 2) On donne la fonction de transfert de ce montage comme suit :

$$G(p) = \frac{V_{s2}(p)}{V_{e2}(p)} = \frac{1}{(1 + K_1 p)(2 + K_2 p) - (1 + K_2 p)}$$

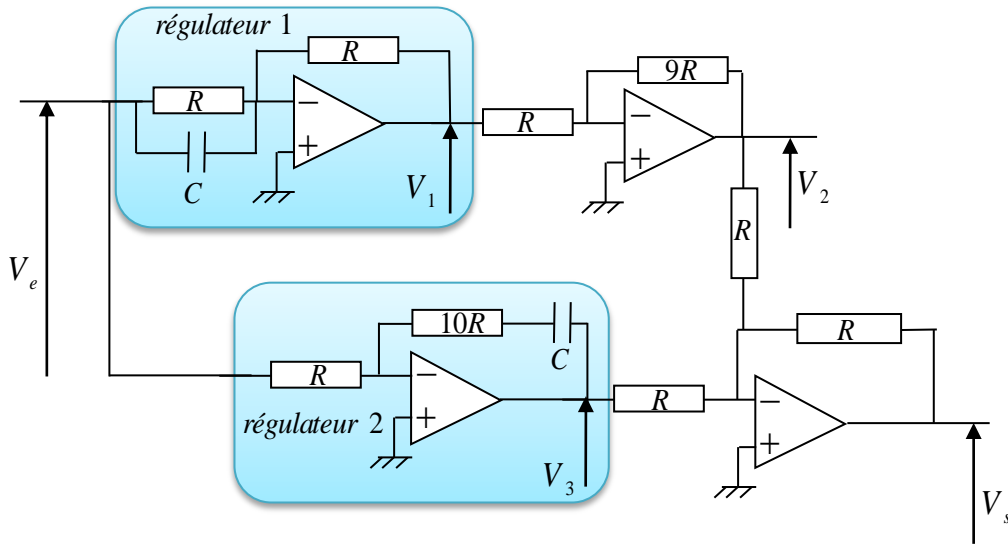
Calculer K_1 et K_2 en fonction des données du problème ?

Exercice 07 : On désire réaliser un régulateur électronique X de structure mixte représenté sur la figure suivante;



- 1) Trouver l'expression de la tension V_a et V_b en fonction des tensions V_1 et V_2
- 2) Calculer alors la tension V_c en fonction de V_1 et V_2
- 3) Calculer la tension de sortie V_s en fonction de la tension V_c
- 4) Déduire alors l'expression de la tension V_s en fonction de V_1 et V_2
- 5) Calculer la fonction de transfert $C_1(p) = \left. \frac{V_s(p)}{V_1(p)} \right|_{V_2=0}$
- 6) Calculer la fonction de transfert $C_2(p) = \left. \frac{V_s(p)}{V_2(p)} \right|_{V_1=0}$
- 7) Quelle est la nature de régulateur électronique X , justifier?

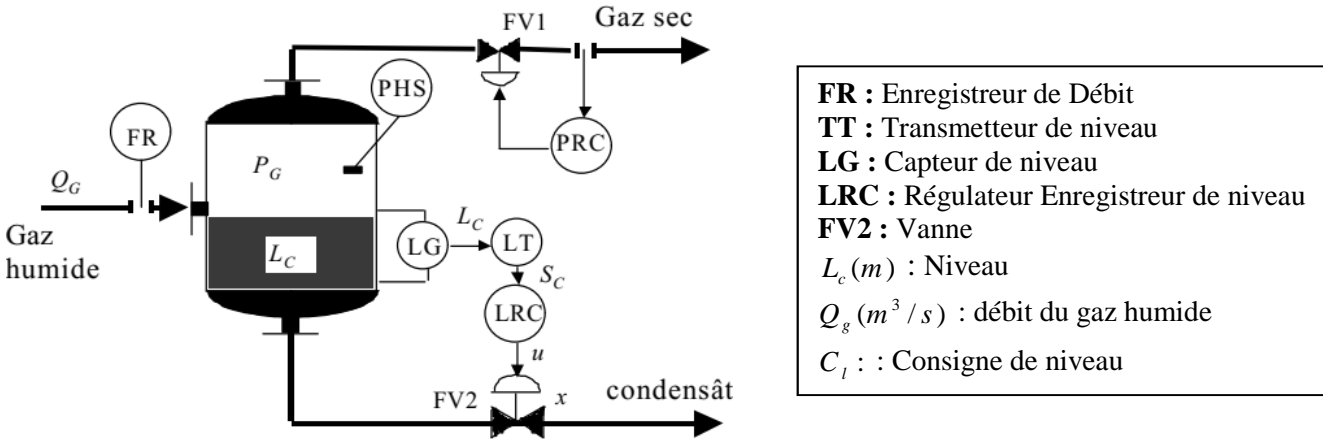
Exercice 08 : Soit le régulateur électronique représenté sur le montage suivant (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)



- 1- Calculer les tensions V_1 et V_3 en fonction de la tension d'entrée V_e ?
- 2- Quel est le type de régulateurs 1 et 2 ?
- 3- Calculer la tension V_2 en fonction de la tension V_1 ?
- 4- Calculer la tension de sortie V_s en fonction de V_2 et V_3 ?
- 5- Déduire alors la fonction de transfert du régulateur $G(p) = \frac{V_s(p)}{V_e(p)}$
- 6- Quelle est la nature de ce régulateur? Déterminer ses paramètres?

TD 01

Exercice d'entraînement au control : Avant d'être traité, le gaz naturel est séparé par décantation de ses condensats. A travers cet exercice, on souhaite régler le niveau $L_c(m)$ du condensat. Le schéma simplifié du système de régulation et l'instrumentation de ce processus est montré par la figure suivante.



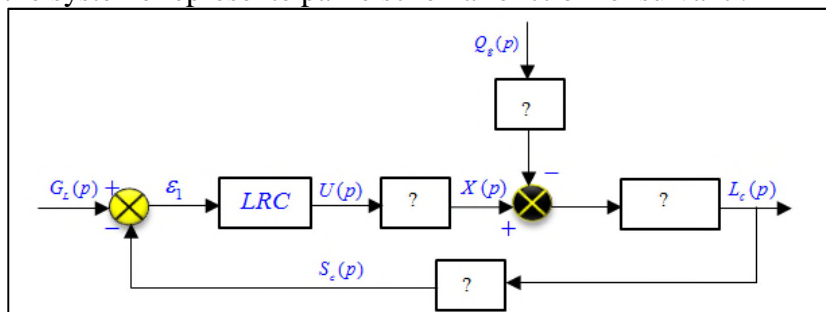
Données :

- Les boucles de régulation de pression et de niveau sont indépendantes
- Les valeurs de consignes de la pression et du niveau sont : $C_G = 4\text{bars}$, $C_L = 2\text{m}$ respectivement
- La vanne **Fv2** est décrite par un modèle mathématique liant l'entrée u (signal de commande) et la sortie x (déplacement du clapet de la vanne) suivant : $\frac{dx(t)}{dt} + 0.5x(t) = 0.5u(t) \dots\dots(1)$
- La fonction de transfert du capteur transmetteur de niveau : $G_{ct}(p) = \frac{S_c(p)}{L_c(p)} = \frac{1}{p+1} \dots\dots(2)$
- Les fonction de transfert du séparateur $G_s(p)$ (influence de $X(p)$ sur le niveau) est : $G_s(p) = \frac{L_c(p)}{X(p)} = \frac{2}{6p+1} \dots\dots(3)$
- La fonction de transfert de la perturbation $G_z(p)$ (influence du débit $Q_g(p)$ sur le niveau) est $G_z(p) = \frac{L_c(p)}{Q_g(p)} = 4 \dots\dots(4)$
- La fonction de transfert du système à commander de la boucle de pression : $G_{PG}(p) = \frac{1}{p^2 + 4p + 1} \dots\dots(5)$

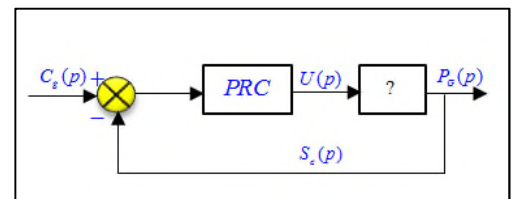
Questions :

- 1- Donner la signification des différents symboles de régulation indiqués sur le schéma du processus de régulation.
- 2- Remplir le schéma fonctionnel de la boucle de régulation du niveau et le schéma fonctionnel de la boucle de régulation de pression

Soit le système représenté par le schéma fonctionnel suivant :



Boucle de régulation de niveau



Boucle de régulation de pression

Par la suite on ne s'intéresse **qu'à la régulation de niveau**. $C_g(p) = 0$

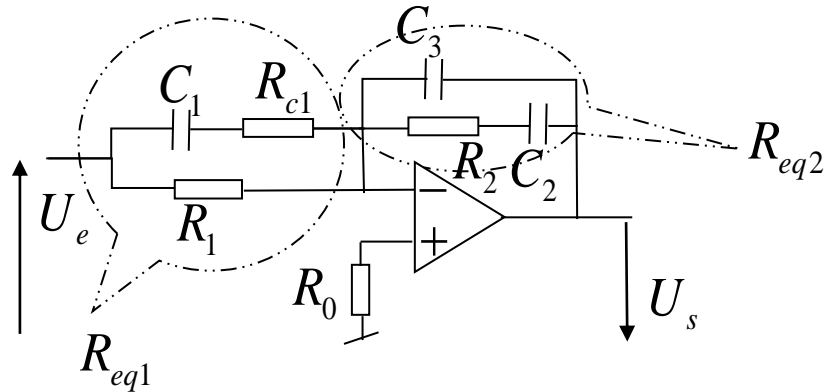
On utilise pour le réglage du niveau un régulateur proportionnel : $LRC(p) = K_p$ with $(K_p > 0)$

- 3- Calculer la fonction de transfert de la vanne $F_{v,2}$ (dont sa dynamique est donnée par l'équation **(1)**)
- 4- La fonction de transfert de la sortie $L_c(p)$ peut être écrite sous la forme $L_c(p) = H_1(p)C_L(p) + H_2(p)Q_g(p)$, déterminer les expressions de $H_1(p)$ et $H_2(p)$
- 5- Analyser l'influence du gain K_p sur la précision du système lorsque la perturbation varie en échelon unité
- 6- Analyser l'influence du gain sur la stabilité du système en boucle fermée (utilisez le critère de Routh).*
- 7- Commentez le dilemme stabilité précision ? Que signifie physiquement l'instabilité de ce système ?

TD2

Exercice 01

Soit le régulateur électronique représenté sur le montage suivant (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)



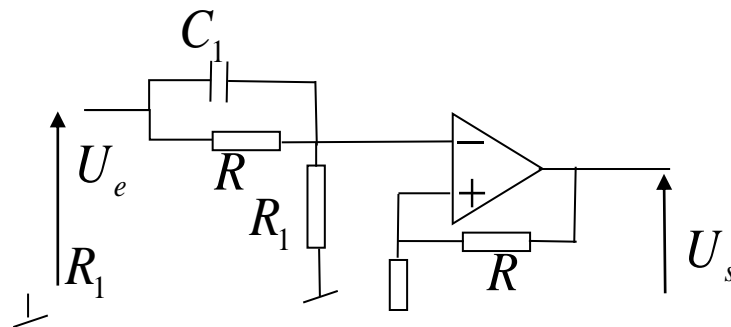
- 1) Calculer les résistances équivalent R_{eq1} , R_{eq2} ?
- 2) La fonction de transfert du régulateur de la figure ci-dessus est donnée par :

$$G(p) = \frac{U_s(p)}{U_e(p)} = K' \frac{(1 + K_1 p)(1 + K_2 p)}{K_1 p(1 + K_3 p)(1 + K_4 p)}$$

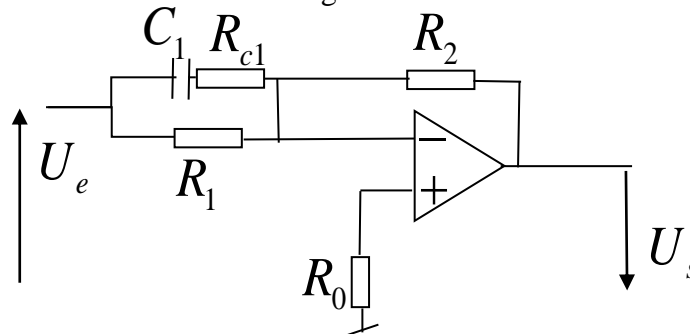
Calculer K' , K_1 , K_2 , K_3 et K_4 en fonction des données du problème ?

Exercice 02

Soit les régulateurs électroniques représentés sur les montages suivants (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)



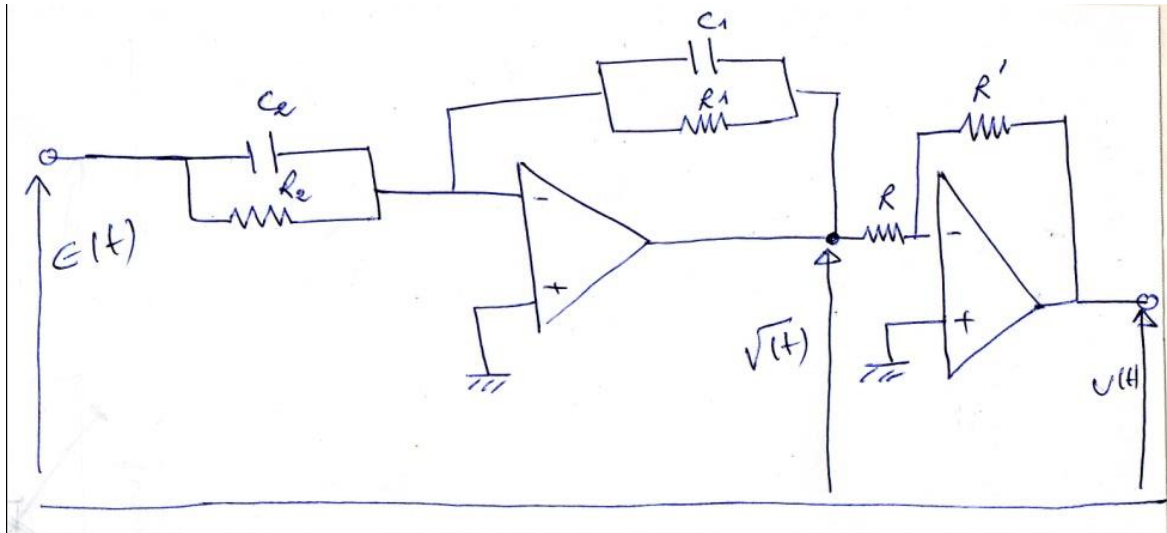
Montage 1



Montage 2

- Calculer la fonction de transfert de chaque régulateur en fonction des données du problème ?

Exercice 03 : On réalise un régulateur selon le schéma suivant :

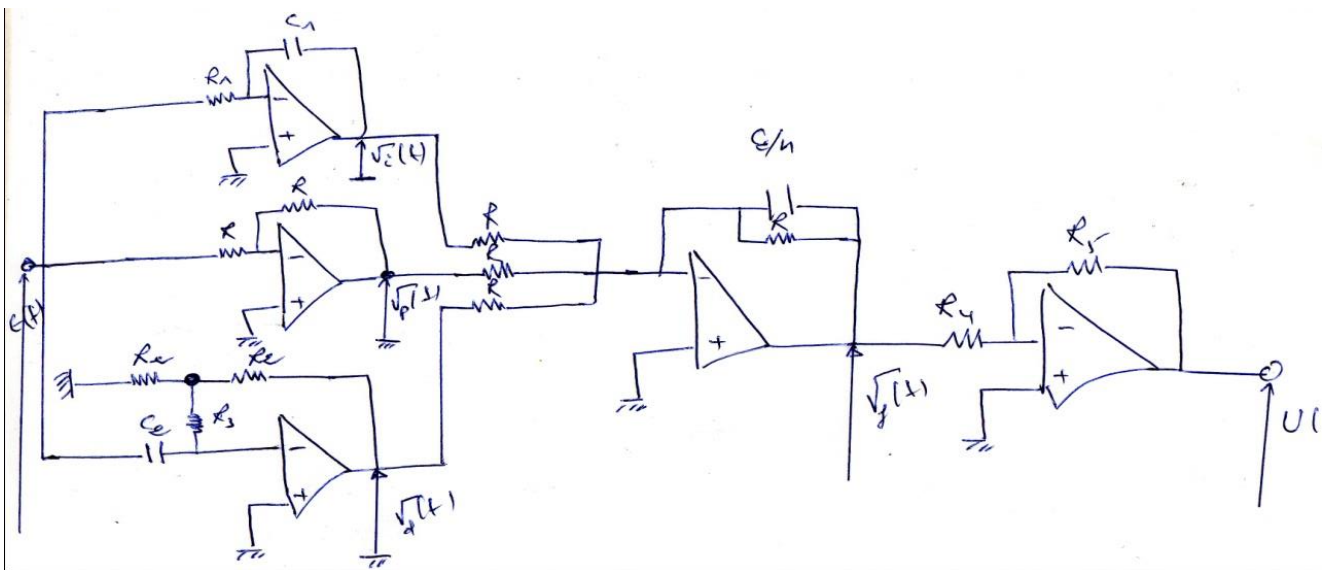


(Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)

1) Calculer dans le cas général, puis dans le cas où $R_1 = R_2$ la fonction de transfert du régulateur

$$C(p) = \frac{U(p)}{E(p)}, \text{ on posera } K = \frac{R'}{R}, T_1 = R_1 C_1 \text{ et } T_2 = R_2 C_2$$

Exercice 04 : On considère le régulateur suivant :



1- Calculer $V_i(p), V_p(p), V_d(p)$ en fonction de $E(p)$

2- Quelle est l'opération réalisée par chaque AO ?

3- Calculer $V_f(p)$ en fonction de $V_i(p), V_p(p), V_d(p)$

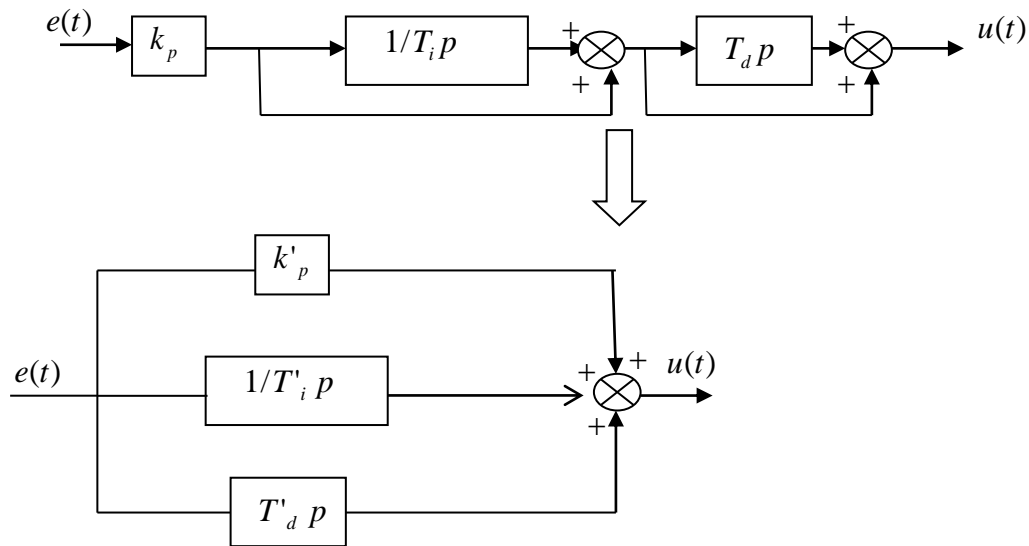
4- Déterminez la fonction de transfert du correcteur $C(s) = \frac{U(s)}{E(s)}$

Quelle est la nature de ce correcteur ? Déterminer ses paramètres.

On note : $T_i = R_1 C_1, T_d = (R_2 + 2R_3) C_2, K = -\frac{R_5}{R_4}$

Exercice 05 :

On souhaite réaliser un PID parallèle à partir d'un PID série comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



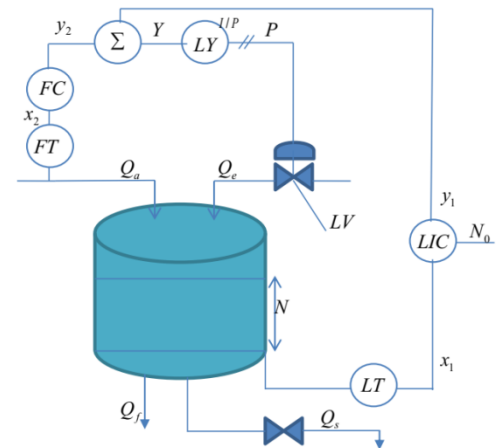
- 1- Trouver la formule qui permet le passage du PID série au PID parallèle (trouver k'_p, T'_i et T'_d en fonction de k_p, T_i et T_d)
- 2- Appliquer cette formule pour trouver la fonction de transfert du PID parallèle de la fonction suivante $\frac{U(p)}{E(p)} = 2\left(\frac{2p+1}{2p}\right)(1+p)$
- 3- Même question pour réaliser le passage inverse (PID parallèle au PID série)
 - Dans quelle condition ce passage est réalisable ?
- 4- Trouver la formule qui permet le passage du PID série au PID mixte et vis-versa

TD 01

Exercice 01 : Soit le schéma d'une installation de dilution de sirop représenté sur la figure suivante

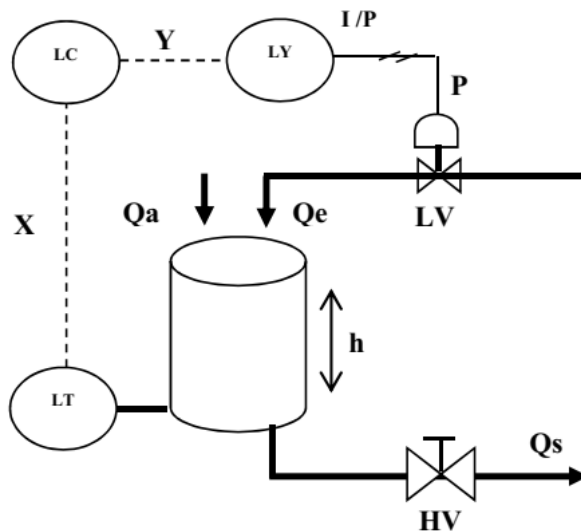
Déterminer la grandeur réglante, la (ou les) grandeur (s) réglée(s) et les grandeurs perturbatrices

- 1- Quels sont les organes de réglage ?
- 2- Quel est l'actionneur de ce système ?
- 3- Etablir le schéma fonctionnel simplifié de ce système



Exercice 02 : Régulation de niveau

La figure suivante représente une installation dont l'objectif est le maintien du niveau h constant et égal à une consigne Wc malgré les perturbations.



Légende

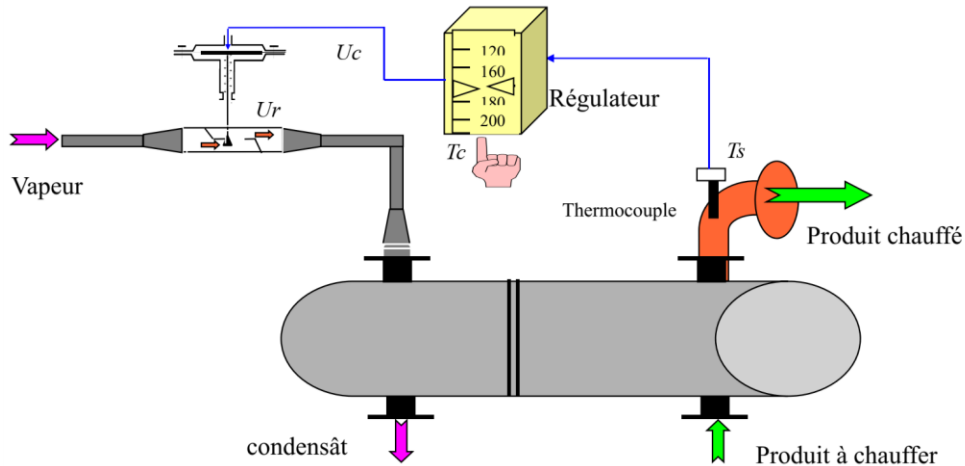
- LT : Transmetteur de niveau
- LC : Régulateur de niveau
- LY : Convertisseur courant/pression
- LV : Vanne de contrôle de niveau
- HV : Vanne manuelle
- Trait avec 2 barres : Signal pneumatique
- Trait en pointillé : Signal électrique
- Trait en gras : conduite

Le module LC permet de comparer la mesure X à la consigne Wc (interne) et d'envoyer un signal de réglage selon une loi de commande non précisée ici, vers le convertisseur I/P afin d'ajuster le débit Qe . Qs et Qa représentent respectivement le débit d'utilisation et le débit d'un produit additif.

1. Quelle est la grandeur régulée et par quelle grandeur elle est représentée ?
2. Quelle est la grandeur de réglage ?
3. Quelles sont les grandeurs de perturbation ?
4. Proposer un schéma fonctionnel de cette installation en faisant figurer les différents constituants et en précisant l'entrée et la sortie de chacun d'eux.

Exercice 05 : Régulation de la température d'un échangeur thermique

Même questions que l'exercice 04



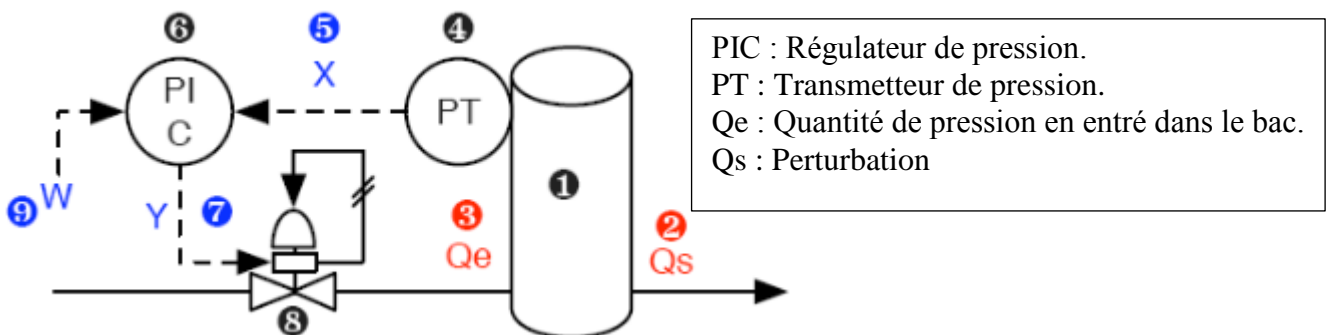
Exercice 6 : L'intensité transmise par un capteur-transmetteur d'étendue d'échelle 4 à 20 mA est égale à 13mA.

- 1- Quelle mesure pour un bac qui contient entre 2 et 8 mètre de liquide pour cette intensité.
- 2- Même question pour un bac qui contient entre 3 et 12 mètre de liquide

Exercice 7 : On mesure la température (20°C) issue d'un capteur-transmetteur d'étendue d'échelle 0 à 80°C.

- 1- Calculer l'intensité transmise par le capteur-transmetteur d'étendue d'échelle 4 à 20 mA.
- 2- Même question pour une température de 40°C

Exercice 8 : Soit une régulation de pression d'un bac contenant un solvant donnée par le schéma ci-dessous :

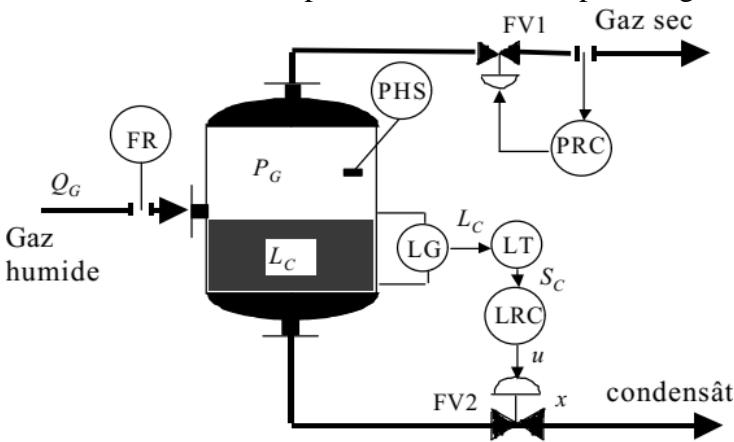


- 1- Trouver Schéma fonctionnel de cette boucle régulation.
- 2- Soit un niveau de 5 m mesuré à l'aide d'un capteur-transmetteur d'étendue d'échelle 0-15 m.
- 3- Calculer la pression transmise par le capteur-transmetteur d'étendue d'échelle 0.2 à 1 bar.
- 4- Même question pour une mesure de 7m

Micro interrogation

Choisissez l'un des deux exercices

Exercice 01 : Avant d'être traité, le gaz naturel est séparé par décantation de ses condensats. A travers cet exercice, on souhaite régler le niveau $L_c(m)$ du condensat. Le schéma simplifié du système de régulation et l'instrumentation de ce processus est montré par la figure suivante.



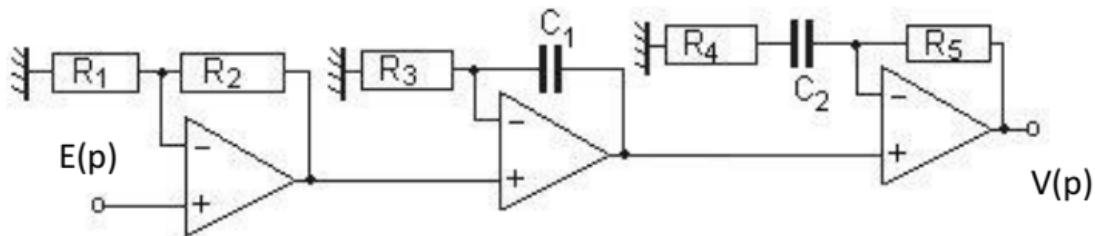
- FR :** Enregistreur de Débit
- TT :** Transmetteur de niveau
- LG :** Capteur de niveau
- LRC :** Régulateur Enregistreur de niveau
- FV2 :** Vanne
- $L_c(m)$: Niveau
- $Q_g (m^3 / s)$: débit du gaz humide
- C_l : Consigne de niveau

Données :

- Les boucles de régulation de pression et de niveau sont indépendantes
- 1- Déterminer la grandeur réglante, la (ou les) grandeur (s) réglée(s) et les grandeurs perturbatrices
 - 2- Quels sont les organes de réglage ?
 - 3- Quel est l'actionneur de ce système ?
 - 4- Etablir le schéma fonctionnel simplifié de ce système

Bon courage

Exercice 02 : soit le régulateur électronique représenté par la figure suivante :



- 1- Calculer la fonction de transfert de ce régulateur en fonction des données du problème
- 2- Quelle est sa nature, déterminer ses paramètres
- 3- Tracer son schéma fonctionnel (schéma en bloc)

Bon courage

Examen

Exercice 01

Soit un système de fonction de transfert en boucle ouverte : $G(p) = \frac{1}{p(p+1)(p+4)}$

On cherche à déterminer un régulateur PID pour ce système, à l'aide de la deuxième méthode de Ziegler et Nichols. Pour cela, on considère dans un premier temps que l'on associe le système de fonction de transfert $G(p)$ à un correcteur proportionnel P , dans une boucle fermée à retour unitaire (voir la figure 1). On détermine ensuite la valeur du gain K_c du correcteur qui produit une limite de stabilité.

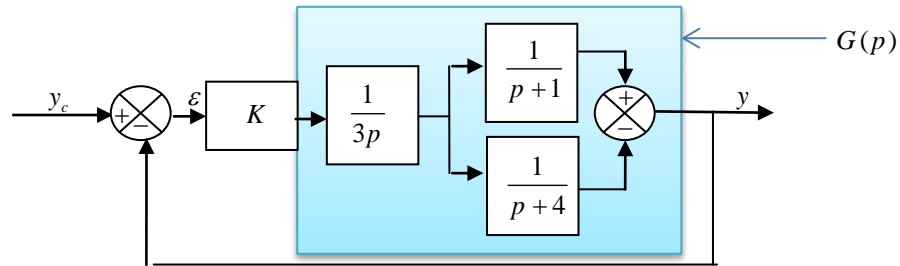


Figure 1

- 1- Calculer la fonction de transfert $G(p)$
- 2- Calculer la fonction de transfert en boucle fermée soit $H(p) = \frac{Y(p)}{Y_c(p)} = \frac{N(p)}{D(p)}$
- 3- Calculer les valeurs de K qui assurent la stabilité en boucle fermée en appliquant le critère de Routh.

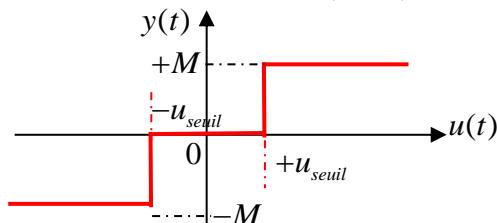
Afin de déterminer la période des oscillations T_c , on va en calculer la pulsation w_c , en annulant simplement l'équation caractéristique associée à la fonction de transfert du système en boucle fermée (c'est-à-dire $D(p) = 0$)

- 4- Calculer la pulsation w_c (Remplacez la variable p par jwt puis mettez $D(jw_c) = 0$)
- 5- Dédurre alors la période des oscillations T_c et les paramètres du régulateur PID // (K, T_i et T_d)

NB : Le correcteur PID proposé par Ziegler et Nichols a pour paramètres : $K = 0.6K_c$, $T_i = \frac{0.85T_c}{K_c}$ et $T_d = \frac{T_c K_c}{13.3}$

Exercice 02

Soit le régulateur Tout- Ou- Rien (TOR) avec seuil représenté sur la figure 2.



Avec $M > u_{seuil}$

Figure 2

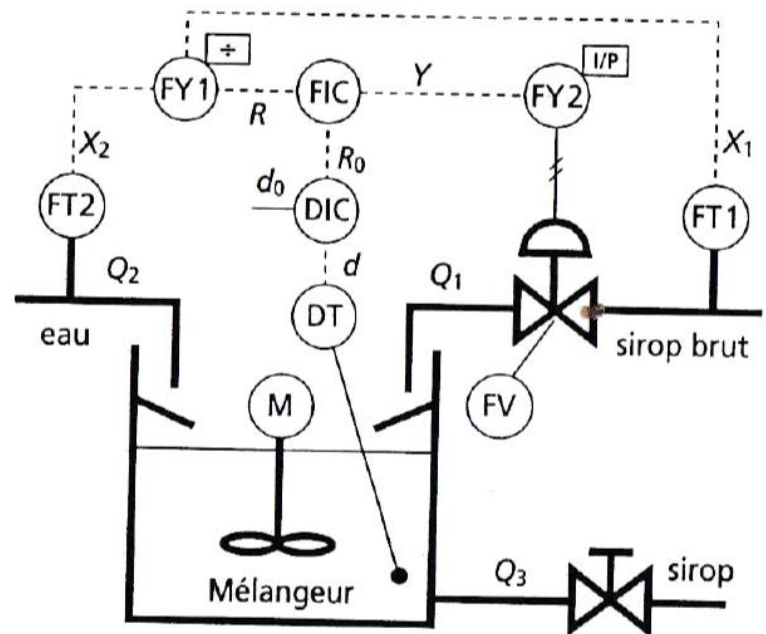
- 1- A partir de cette figure, donner la relation de la sortie du régulateur $y(t)$ en fonction de l'entrée $u(t)$?
- 2- On applique à l'entrée du régulateur une excitation sinusoïdale $u(t) = A \sin(\omega t)$.
 - Tracer le signal de sortie $y(t)$ équivalent (signal de commande) ?

Exercice 03

L'une des étapes importantes dans toute fabrication de sirop est certainement le coupage du sirop brut, par de l'eau par exemple, pour obtenir la qualité requise du sirop finalement élaboré. Pour maintenir une densité constante, il est nécessaire de contrôler le rapport R (quantité d'eau sur quantité de sirop). La densité du mélange obtenu dépend de ce rapport, c'est pourquoi le rapport désiré R_0 est commandé par un régulateur DIC de densité comme le montre le schéma de la figure 2

On donne les fonctions de transferts suiv

- Convertisseur FY_2 : $H_1(p) = \frac{1}{1 + \tau_1 p}$
- Vanne FV : $H_2(p) = \frac{K_s}{1 + \tau_2 p}$
- Débitmètre FT_1 : $H_{31}(p) = \frac{1}{1 + \tau_{31} p}$
- Débitmètre FT_2 : $H_{33}(p) = \frac{1}{1 + \tau_{32} p}$
- Diviseur FY_1 : $H_4(p) = \frac{K_r}{1 + \tau_4 p}$
- Régulateur FIC : $G(p) = G_r(1 + T_d p)$
- Régulateur DIC : $D(p)$ non définie
- Mélangeur et DT : $M(p)$ non définie



1- Quelle est : 1) la grandeur réglée ? 2) la grandeur réglante ? 3) la grandeur perturbatrice ? 4) l'organe de réglage ? 5) l'actionneur ? 6) le capteur,

2- Etablir le schéma fonctionnel de ce système ?

3- Calculer la fonction de transfert de la boucle interne $H(p) = \frac{Q(p)}{R_0(p)}$ en fonction de

$K_s, K_r, G_r, \tau_1, \tau_2, \tau_{31}, \tau_{32}, \tau_4$ et T_d avec $Q(p) = Q_1(p) + Q_2(p)$

Dr. H. A. F.

Examen de rattrapage

Exercice 01

Soit le montage électronique (Structure de Sallen-Key) représenté sur la figure suivante (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)

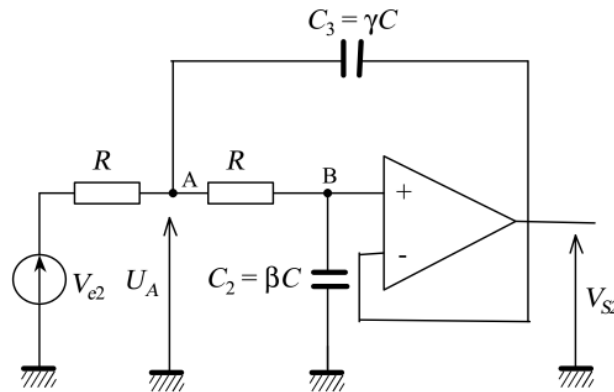


Figure 1

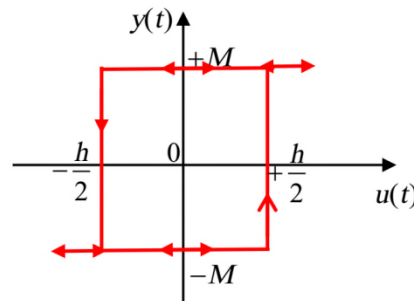
- 1) Donner l'expression de la tension V_A en fonction de V_{s2} , R et C_2 ?
- 2) La fonction de transfert de ce montage peut être donnée par :

$$G(p) = \frac{V_{s2}(p)}{V_{e2}(p)} = \frac{1}{(1 + K_1 p)(2 + K_2 p) - (1 + K_2 p)}$$

Calculer K_1 et K_2 en fonction des données du problème ?

Exercice 02

Soit le régulateur Tout- Ou- Rien avec hystérésis représenté sur la figure 2.



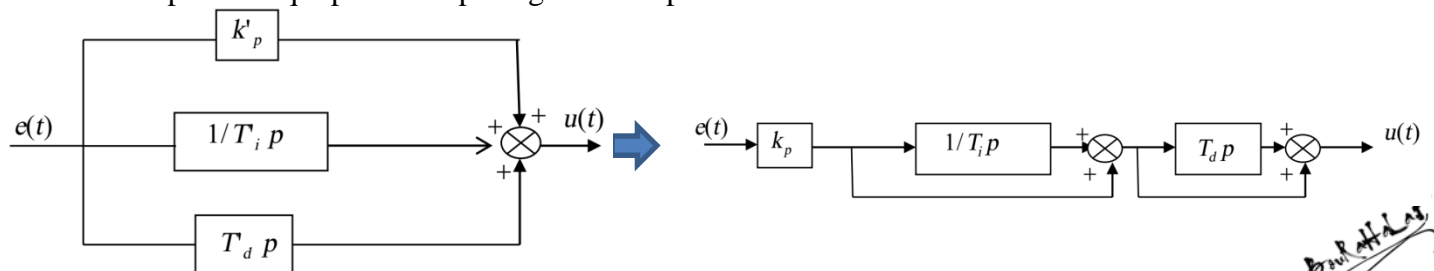
Avec $M > \frac{h}{2}$

Figure 2

- 1- A partir de cette figure, donner la relation de la sortie du régulateur $y(t)$ en fonction de l'entrée $u(t)$?
- 2- On applique à l'entrée du régulateur une excitation sinusoïdale $u(t) = A \sin(\omega t)$.
 - Tracer le signal de sortie $y(t)$ équivalent (signal de commande) ?

Exercice 03

Trouver l'expression qui permet le passage du PID parallèle vers un PID série ??

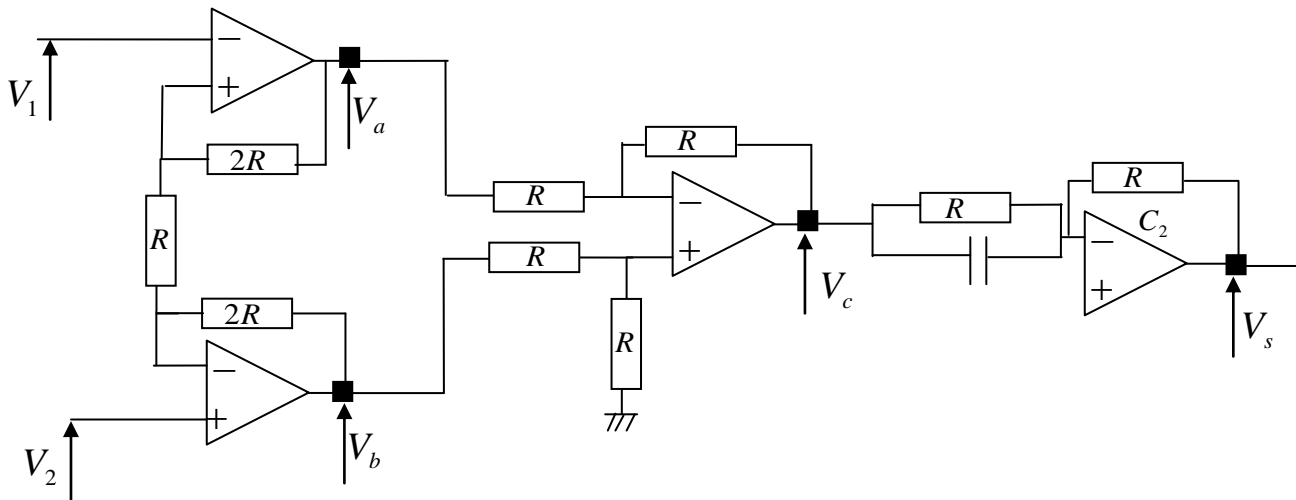


Dr. H. A. S.

Examen

Exercice 01 (Obligatoire)

On désire réaliser un régulateur électronique X de structure mixte représenté sur la figure suivante;



- 1) Trouver l'expression de la tension ;
 - V_a en fonction de V_1 et V_2
 - V_b en fonction de V_1 et V_2
- 2) Calculer alors la tension V_c en fonction de V_1 et V_2
- 3) Calculer la tension de sortie V_s en fonction de la tension V_c
- 4) Déduire alors l'expression de la tension V_s en fonction de V_1 et V_2
- 5) Calculer la fonction de transfert $C_1(p) = \frac{V_s(p)}{V_1(p)} \Big|_{V_2=0}$
- 6) Calculer la fonction de transfert $C_2(p) = \frac{V_s(p)}{V_2(p)} \Big|_{V_1=0}$
- 7) Quelle est la nature de régulateur électronique X ?

Choisissez l'un des deux exercices :

Exercice 02

On souhaite réaliser un PID série de fonction de transfert :

$$C_2(p) = K'_p \left(1 + \frac{1}{T'_i p} \right) (1 + T'_d p)$$

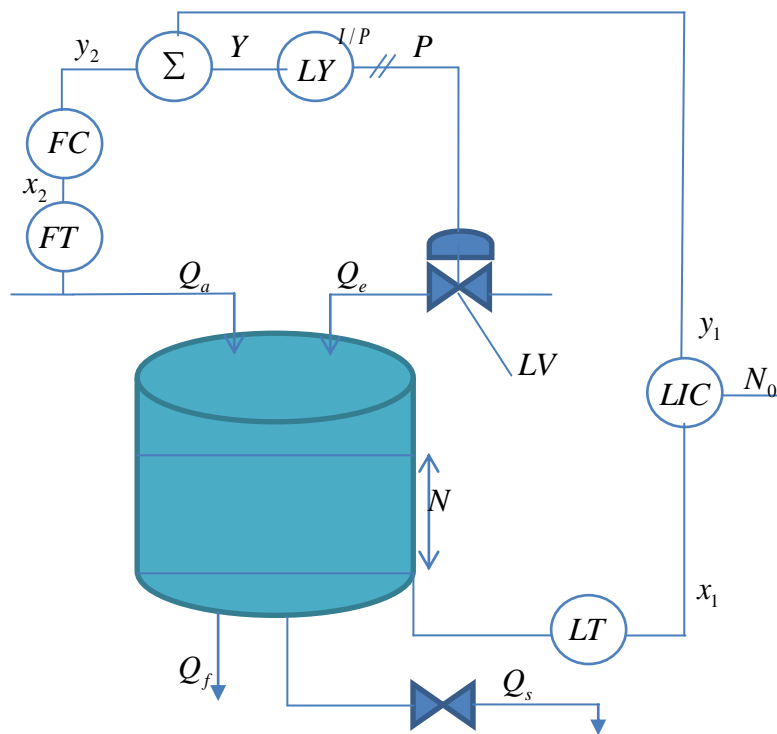
à partir d'un PID mixte de fonction de transfert

$$C_1(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_{pi}} + T_d p \right)$$

1) Trouver la formule qui permet le passage du PID mixte au PID série (Trouver K'_p, T'_i et T'_d en fonction de K_p, T_i et T_d) ?

Exercice 03

Soit le schéma d'une installation de dilution de sirop représenté sur la figure suivante :



- 1- Déterminer la grandeur réglante, la (ou les) grandeur (s) réglée(s) et les grandeurs perturbatrices
- 2- Quels sont les organes de réglage ?
- 3- Quel est l'actionnaire de ce système ?
- 4- Etablir le schéma fonctionnel simplifié de ce système
- 5- Le débit de sortie Q_s est utilisé dans de grande proportion, et cela d'une façon qui apparue aléatoire.
 - 5.1. Que proposer comme amélioration (pour compenser l'effet de Q_s)
 - 5.2. Etablir le plan d'instrumentation (schéma TI après amélioration)
 - 5.3. Etablir le schéma fonctionnel simplifié (schéma TI après amélioration)

Bouhalaf

Examen de rattrapage

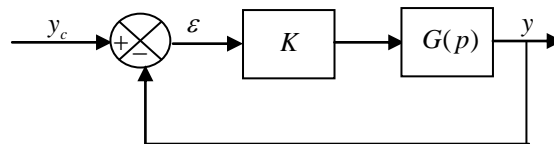
Exercice 01

Soit un système de fonction de transfert en boucle ouverte :

$$G(p) = \frac{1}{p(p+2)(p+3)}$$

On cherche à déterminer un correcteur PID pour ce système, à l'aide de la deuxième méthode de Ziegler et Nichols.

Pour cela, on considère dans un premier temps que l'on associe le système de fonction de transfert $G(p)$ à un correcteur proportionnel P , dans une boucle fermée à retour unitaire (voir la figure ci-dessous). On détermine ensuite la valeur du gain K_c du correcteur qui produit une limite de stabilité.



1- Calculer la fonction de transfert en boucle fermée $F(p) = \frac{Y(p)}{Y_c(p)} = \frac{N(p)}{D(p)}$

2- Calculer les valeurs de K qui assurent la stabilité en boucle fermée en appliquant le critère de Routh.

Afin de déterminer la période des oscillations T_c , on va en calculer la pulsation w_c , en annulant simplement l'équation caractéristique associée à la fonction de transfert du système en boucle fermée (c'est-à-dire $D(p) = 0$)

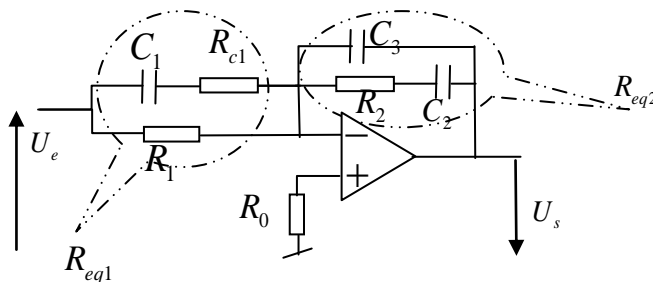
3- Calculer la pulsation w_c (Remplacez P par iw puis mettez $D(iw_c) = 0$)

4- Déduire alors la période des oscillations T_c et les paramètres du correcteur PID (K, T_i et T_d)

NB : Le correcteur PID proposé par Ziegler et Nichols a pour paramètres : $K = 0.6K_c$, $T_i = 0.5T_c$ et $T_d = 0.12T_c$

Exercice 02

Soit le régulateur électronique représenté sur le montage suivant (Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits)



1- Calculer les résistances équivalentes R_{eq1} , R_{eq2} ?

La fonction de transfert du régulateur de la figure ci-dessus est donnée par :

$$G(p) = \frac{U_s(p)}{U_e(p)} = K' \frac{(1+K_1p)(1+K_2p)}{K_1p(1+K_3p)(1+K_4p)}$$

2- Calculer K', K_1, K_2, K_3 et K_4 en fonction des données du problème ?

Handwritten signature