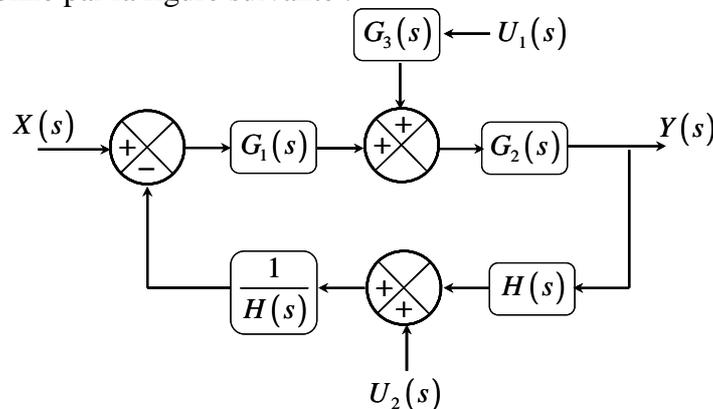


Les photocopies de cours comprenant des notes manuscrites sont autorisés. Toute photocopie est rigoureusement interdite. La rédaction et la présentation sont des éléments importants d'appréciation des copies. Les durées sont données à titre indicatif. Le barème est donné à titre indicatif et susceptible de modifications.

Exercice 1 Schéma bloc et fonctions de transfert (15 minutes – 4 points)

Soit le schéma bloc donné par la figure suivante :



- 1.1. On pose $U_1(s) = U_2(s) = 0$, déterminer la fonction de transfert $F_1(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$.
- 1.2. On pose $X(s) = U_2(s) = 0$, déterminer la fonction de transfert $F_2(s) = \frac{Y(s)}{U_1(s)}$.
- 1.3. On pose $X(s) = U_1(s) = 0$, déterminer la fonction de transfert $F_3(s) = \frac{Y(s)}{U_2(s)}$.

Exercice 2 Etude d'un moteur à courant continu (30 minutes – 8 points)

La fonction de transfert du moteur à courant continu étudié est $H(s) = \frac{\alpha(s)}{U(s)} = \frac{50}{s(1+s)}$.

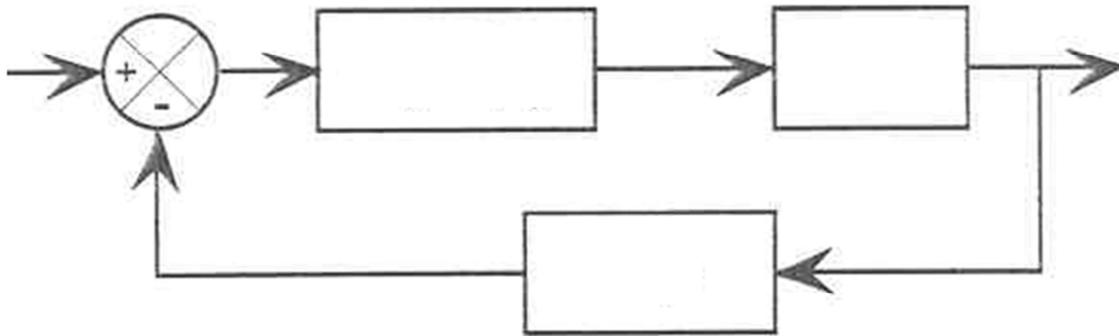
L'entrée est la commande $u(t)$ (en Volt) ; la sortie est la position $\alpha(t)$ (un angle en radian).

On considère un régulateur (correcteur) proportionnel de gain K_R de manière à satisfaire une consigne angulaire $\alpha_{ref}(t)$.

Le capteur de position délivre une tension proportionnelle à l'angle. Son gain est $K_c = \frac{1}{50}$.

- a) Quelle est l'unité du gain K_c ? du gain K_R ?

- b) Compléter le schéma bloc pour ce système en plaçant de manière correcte $H(s)$; $\alpha(s)$; $U(s)$; K_R ; K_c ; $\alpha_{ref}(s)$ et en précisant où est le capteur, le correcteur, le moteur, la consigne et la sortie.



- c) Ecrire la fonction de transfert en boucle fermée du système.
- d) A l'aide du critère de Routh, étudier la stabilité du système en boucle fermée.
- e) Exprimer la fonction de transfert du système en boucle fermée sous la forme : $\frac{k}{1+2\xi\tau_n s + \tau_n^2 s^2}$ et exprimer le gain statique du système, la pulsation naturelle et le coefficient d'amortissement en fonction de K_R .
- f) Si la consigne en entrée est un échelon, quelle est la condition sur K_R pour éviter un dépassement en sortie ?
- g) Si la consigne en entrée est un échelon de 0.1° pour quelle valeur K_R le temps de montée à 95% est le plus faible (c'est-à-dire le système le plus rapide) ? Y a-t-il un dépassement et si oui de combien de degrés ?

Exercice 3 (25 minutes – 6 points)

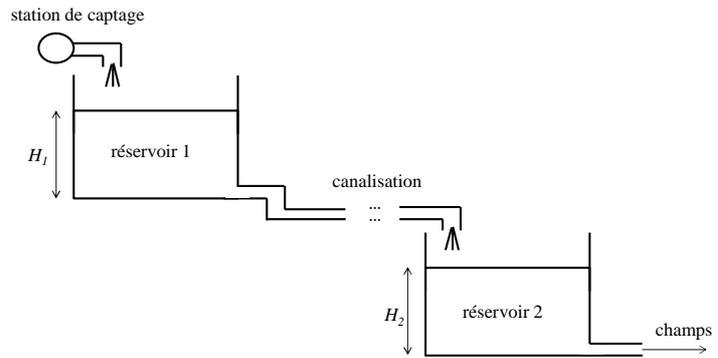
On considère un système d'irrigation utilisant deux réservoirs d'eau situés en montagne et reliés par une canalisation. Le débit d'eau $Q(t)$ en entrée du premier réservoir est assuré par une station de captage.



On veut maîtriser le niveau d'eau du second réservoir pour pouvoir assurer les besoins en irrigation des champs. Dans les équations ci-après, on note $H_i(t)$ (respectivement S_i) la hauteur d'eau (respectivement la surface) dans le réservoir i .

$$S_1 \frac{dH_1(t)}{dt} = Q(t) - \alpha H_1(t) \quad ; \quad S_2 \frac{dH_2(t)}{dt} = \alpha H_1(t) - \beta H_2(t)$$

- 3.1. Décrire avec une phrase simple les deux équations précédentes. Que représentent les termes $\alpha H_1(t)$ et $\beta H_2(t)$? Quelles sont les unités des coefficients α et β ?



- 3.2. Dans l'espace de Laplace (en considérant des conditions nulles correspondant aux deux réservoirs vides) exprimer les fonctions de transferts $\frac{H_1(p)}{Q(p)}$ et $\frac{H_2(p)}{H_1(p)}$.
- 3.3. Exprimer $\frac{H_2(p)}{Q(p)}$. Que dire de cette fonction de transfert ?
- 3.4. On considère en entrée un échelon unitaire : $Q(t)=1$ pour $t>0$. Dans ce cas, exprimer $H_2(p)$.

Exercice 4 Culture générale (10 minutes – 2 points)

- 4.1. Proposer un exemple d'un système du premier ordre en donnant un sens physique à l'entrée, à la sortie ainsi qu'à la dynamique du système. Donner une illustration graphique (aussi précise que possible) de réponse temporelle de la sortie consécutive à un échelon unitaire en entrée.
- 4.2. Même question pour un système du second ordre.