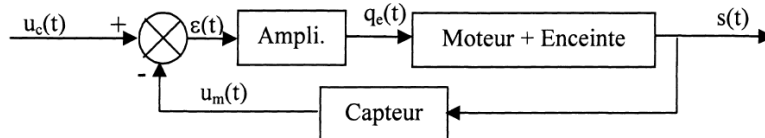


## Micromanipulateur ★

### C2-04

Pas de corrigé pour cet exercice.

Pour élever la température à cœur du moteur, on alimente en tension tous les bobinages du moteur par l'intermédiaire d'un comparateur et d'un amplificateur. Cet ensemble élabore une tension, dépendant de la tension de consigne  $u_c(t)$ , provenant d'un dispositif non étudié ici, et de la tension  $u_m(t)$  fournie par un capteur de température situé dans le stator du moteur.



$u_c(t)$  : tension de consigne.

$u_m(t)$  : tension image de la variation de température.

$s(t)$  : variation de température.

$\varepsilon(t)$  : tension image de l'écart entre la consigne et la variation de température.

$q_e(t)$  : flux de chaleur apporté par effet joule.

L'ensemble {Moteur + enceinte} est modélisé par un premier ordre de fonction de transfert  $H(p) = \frac{H_0}{1 + \tau p}$  avec  $H_0 = 0^\circ\text{C W}^{-1}$  et  $\tau = 200\text{ s}$ ?

Le capteur est modélisé par un système de fonction de transfert  $\beta \exp^{-T_r p}$  avec  $\beta = \frac{5}{200}^\circ\text{C}^{-1}$  et  $T_r = 20\text{ s}$ .

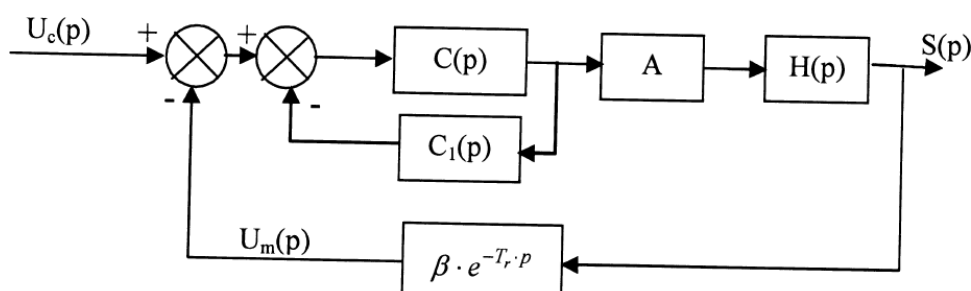
L'amplificateur est modélisé par un gain pur  $A = 400\text{ W V}^{-1}$

Le cahier des charges est le suivant.

FS4 : Ne pas polluer l'environnement de la chambre à vide	• Température de la phase de dégazage	200°C
	• Dépassement de température	Aucun
	• Ecart par rapport à une consigne constante	Nul
	• Durée de montée en température (à 5% près)	2 min

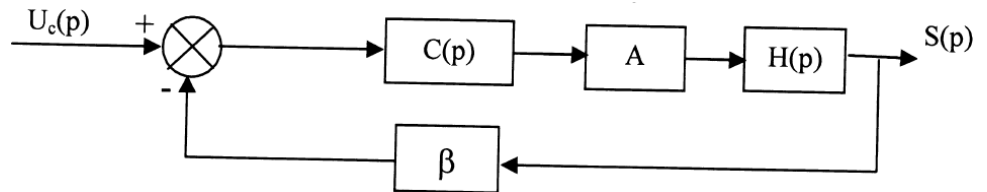
**Question 1** Expliquez en quelques lignes pourquoi le retard engendré par le capteur risque de rendre le système non conforme au cahier des charges.

Pour supprimer l'influence du retard, on choisit d'insérer un correcteur en série juste avant l'amplificateur, comme indiqué sur le schéma-blocs suivant.



**Question 2** Déterminer l'expression littérale de la fonction de transfert en boucle fermée du système ainsi corrigé en fonction de  $H(p)$ ,  $A$ ,  $C(p)$ ,  $C_1(p)$ ,  $\beta$  et  $T_r$ .

**Question 3** Déterminer l'expression de  $C_1(p)$  en fonction de  $H(p)$ ,  $A$ ,  $\beta$  et  $T_r$ , pour que le système ait un comportement équivalent au système sans retard suivant.



Grâce au correcteur  $C(p)$  choisi précédemment, le retard n'a plus d'influence sur la commande du système.

On choisit comme fonction de transfert de la seconde partie du correcteur  $C(p) = K_i \frac{1 + T_i p}{T_i p}$ .

**Question 4** Justifier le choix de  $C(p)$  en vous appuyant sur les exigences du cahier des charges.

**Question 5** Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée  $F(p) = \frac{S(p)}{U_c(p)}$  du système en fonction de  $K_i$  et  $T_i$ .

**Question 6** Calculer la valeur de  $T_i$  pour que le système se comporte comme un premier ordre.

**Question 7** Calculer la valeur de  $K_i$  pour que le temps de montée en température soit compatible avec les données du cahier des charges.

Éléments de corrigé :

1. .
2.  $H_{BF \text{ corrigée}} = \frac{AHC}{1 + CC_1 + AHC\beta \exp^{-T_r p}}$ .
3.  $C_1 = AH\beta (1 - \exp^{-T_r p})$ .
4. .
5.  $F(p) = \frac{AH_0 K_i (1 + T_i p)}{(1 + \tau p) T_i p + A\beta H_0 K_i (1 + T_i p)}$ .
6.  $T_i = \tau$ .
7.  $K_i = \frac{\tau}{40A\beta H_0} = 25$ .

Corrigé voir .