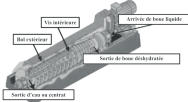


## Colle 6



## Station d'épuration

CCP MP 2012

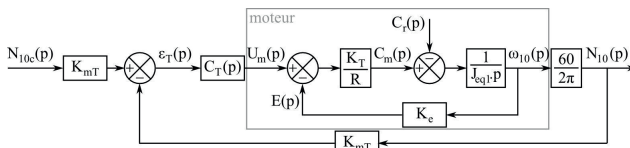
## Savoirs et compétences :

## Présentation

**Objectif** L'objectif de cette partie est de vérifier le contrôle de la siccité des boues pour leur incinération (FS5).

FS5 : traiter les boues	Débit extraction moyen horaire	11 m <sup>3</sup> /h ± 10 %
	Taux de siccité	20 % obtenu pour une vitesse relative de 2 tours/min
	Rapidité	Temps de réponse à 1 % de 270 s ± 135 s
	Dépassement maximum pour la vitesse du tambour	0,2 % ± 0,1 %
	Marge de phase pour la vitesse du tambour	45° minimum
	Marge de gain pour la vitesse du tambour	7 db minimum
	Précision pour la vitesse du tambour	N <sub>10c</sub> ± 0,1 tour/min N <sub>10c</sub> : vitesse de consigne du tambour
	Précision pour la vitesse relative (différentielle)	V <sub>Re</sub> ± 0,1 tour/min V <sub>Re</sub> : vitesse relative de consigne

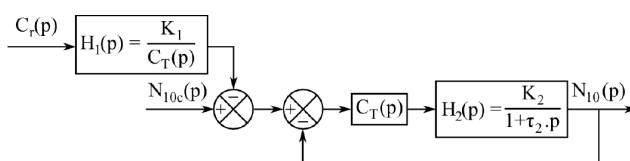
La structure de l'asservissement est donnée ci-dessous. La consigne en vitesse du tambour est une constante :  $N_{10c}(t) = 2000$  tours/min.



## Données

U <sub>m</sub> (t)	Tension aux bornes de l'induit	400 V
R	Résistance de l'induit	0,3 Ω
i(t)	Courant dans l'induit	160 A maximum
e(t)	Force contre-électromotrice (en Volt) proportionnelle à la vitesse de rotation	
N <sub>10</sub> (t)	Vitesse Nominale de rotation du moteur tambour M <sub>tambour</sub> Remarque : la vitesse du moteur et celle du tambour 1 sont identiques car les diamètres des poulies sont identiques.	2 072 tours/min
omega <sub>10</sub> (t)	Vitesse de rotation du moteur	217 rad/s nominale
C <sub>m</sub> (t)	Couple disponible sur l'arbre de sortie du moteur	420 N.m maximum
C <sub>i</sub> (t)	Couple résistant sur l'arbre de sortie du moteur (en Newton mètre)	
J <sub>eq</sub>	Inertie équivalente en kg.m <sup>2</sup> ramenée à l'axe de rotation de l'arbre moteur de M <sub>tambour</sub>	
K <sub>c</sub> = K <sub>T</sub>	Coefficients de couplage (en N.m/A pour K <sub>T</sub> , en V.s/rad pour K <sub>c</sub> )	2,8
P <sub>T</sub>	Puissance nominale	80 kW
K <sub>mT</sub>	Coefficient de transfert de la génératrice tachymétrique	1,5 × 10 <sup>-3</sup> V/(tour/min)

**Question 1** Mettre le schéma de la figure précédente sous la forme de la figure suivante. Donner les expressions sous forme canonique de  $H_1(p)$  et de  $H_2(p)$  en fonction des données du moteur  $M_{tambour}$ .



Pour la suite du sujet, vous prendrez :  $K_1 = 71.4$  (tours/min)/(N m);  $K_2 = 5,1 \times 10^{-3}$ ;  $\tau_2 = 20,2$  s.

**Question 2** Exprimer l'écart en fonction de  $C_r(p)$  et  $N_{10}(t)$ .

**Question 3** Pour les 4 cas du tableau ci-dessous en fonction de  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $\tau_2$ ,  $K_c$ ,  $K_i$ ,  $N_{10c}(t)$  et  $C_r(t)$ . Pour quel(s) correcteur(s), le critère de précision de la fonction FS5 est-il vérifié?

$\varepsilon_s$	$C_T(p) = K_c$	$C_T(p) = K_c + \frac{K_i}{p}$
$N_{10c}(t) = 2000$ tours/min $C_r(t) = 0$		
$N_{10c}(t) = 0$ tour/min $C_r(t) = 3$ kN.m		

## Réglage du correcteur PI

On choisit d'installer un correcteur « PI » de vérifier le cahier des charges :  $C_T(p) = K_c + \frac{K_i}{p}$ . Le réglage se fera en prenant le couple résistant nul et on notera  $\frac{N_{10}(p)}{N_{10c}(p)} = H(p)$ .

Les critères prépondérants de précision et de stabilité étant vérifiés, il reste à régler les deux paramètres  $K_c$  et  $K_i$  à partir des critères de dépassement et de rapidité. Les deux termes  $K_c$  et  $K_i$  ont tous les deux une influence sur ces critères : il y a un couplage. Afin de déterminer ces paramètres, une simulation va être utilisée. Cependant, afin de converger au plus vite, il est nécessaire de trouver un jeu de valeurs à entrer dans la simulation au plus proche des contraintes du cahier des charges. La démarche est la suivante :

- calcul de  $K_c$  permettant d'obtenir le temps de réponse à un pour mille ( $tr1^{0/00}$ ) du cahier des charges;
- calcul de  $K_i$  permettant d'obtenir le dépassement du cahier des charges.

**Question 4** Pour cette question, on prend  $C_T(p) = K_c$  et  $C_r = 0$ . Mettre  $H(p)$  sous la forme :  $H(p) = \frac{K}{1 + \tau p}$ . Donner les valeurs de  $K$  et  $\tau$  en fonction de  $K_2$ ,  $\tau_2$  et  $K_c$ . On donne  $tr1^{0/00} = 7\tau_1$  pour un premier ordre. Donner l'expression de la valeur minimale de  $K_c$  en fonction de  $K_2$ ,  $\tau_2$  et  $tr1^{0/00}$  afin de vérifier le cahier des charges. Calculer alors la valeur de  $K_c$  permettant d'avoir un temps de réponse à  $1^{0/00}$  de 135 s.

**Question 5** Pour cette question, on prend  $C_T(p) = \frac{K_i}{p}$  et  $C_r = 0$ . Mettre  $H(p)$  sous la forme  $H(p) = \frac{K_3}{1 + \frac{2m}{\omega_0}p + \frac{p^2}{\omega_2^2}}$ .

Donner les expressions de  $K_3$ ,  $m$  et  $\omega_0$  en fonction de  $K_2$ ,  $\tau_2$  et  $K_i$ . On donne l'amplitude du premier dépassement (valeur relative) de la réponse indicielle d'un second

ordre :  $D_1 = \exp\left(-\frac{\pi m}{\sqrt{1-m^2}}\right)$ . Calculer alors  $K_i$  permettant d'avoir un dépassement maximal de 1%.

**Question 6** Les figures suivantes donnent le résultat de la simulation du modèle avec les valeurs de  $K_c$  et  $K_i$  trouvées aux questions précédentes. Conclure quant au respect des critères de la fonction FS5.

