

# AMÉLIORATION DES PERFORMANCES DES SLCI

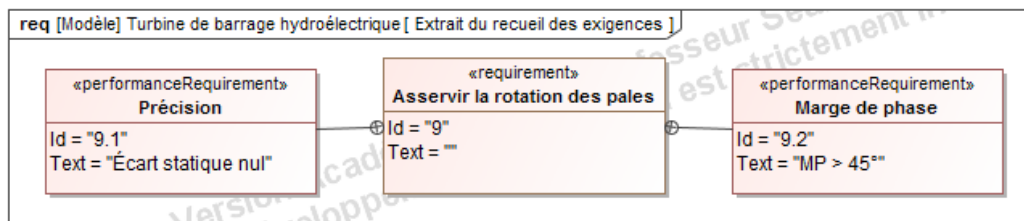
## TURBINE DE BARRAGE HYDROÉLECTRIQUE

### 1 Présentation

On s'intéresse à un barrage hydroélectrique qui est équipé de turbines dites à réaction. Chaque turbine convertit l'énergie hydraulique en énergie mécanique de rotation qui est ensuite convertie en énergie électrique par un alternateur. L'eau descend dans une canalisation terminée par une vanne et arrive dans une tuyère. Cette tuyère est équipée de pales orientables par des servomoteurs (commandés par des servovalves). Ces pales orientent le flux d'eau sur les aubes de la turbine suivant différentes incidences, ce qui permet de faire varier sa vitesse de rotation.

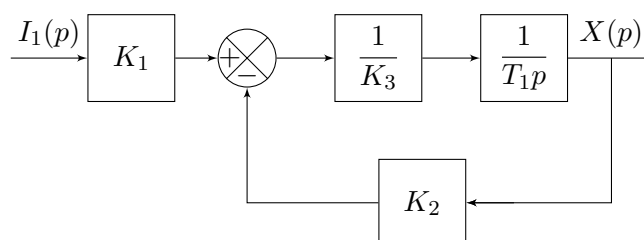


Les performances attendues sur la rotation de ces pales sont les suivantes :



### 2 Étude des premier et second étages de la servovalve

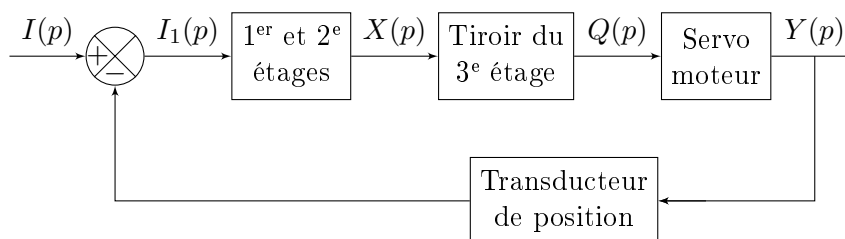
L'étude dynamique de la servovalve permet d'obtenir la modélisation fonctionnelle suivante entre le courant de commande  $i(t)$  et le déplacement de la valve  $x(t)$  :



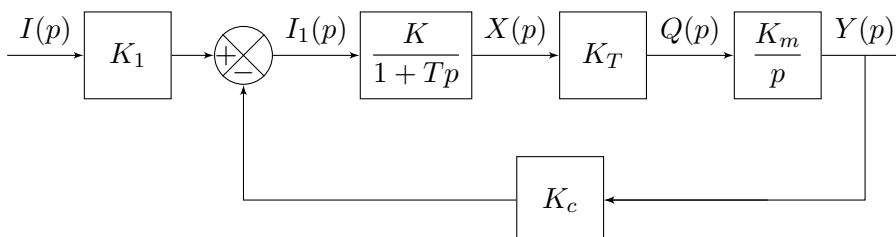
**Question 1** Montrer que la fonction de transfert  $G_1(p)$  entre  $I_1$  et  $X$  peut être définie par  $G_1(p) = \frac{K}{1 + Tp}$ . Identifier  $K$  et  $T$  aux données du problème. Donner l'allure de la réponse indicielle et le temps de réponse à 5% de cette fonction de transfert (vous préciserez sur la courbe l'ensemble des caractéristiques).

### 3 Étude de l'ensemble servovalve-servomoteur

La structure de l'ensemble servovalve-servomoteur est la suivante :

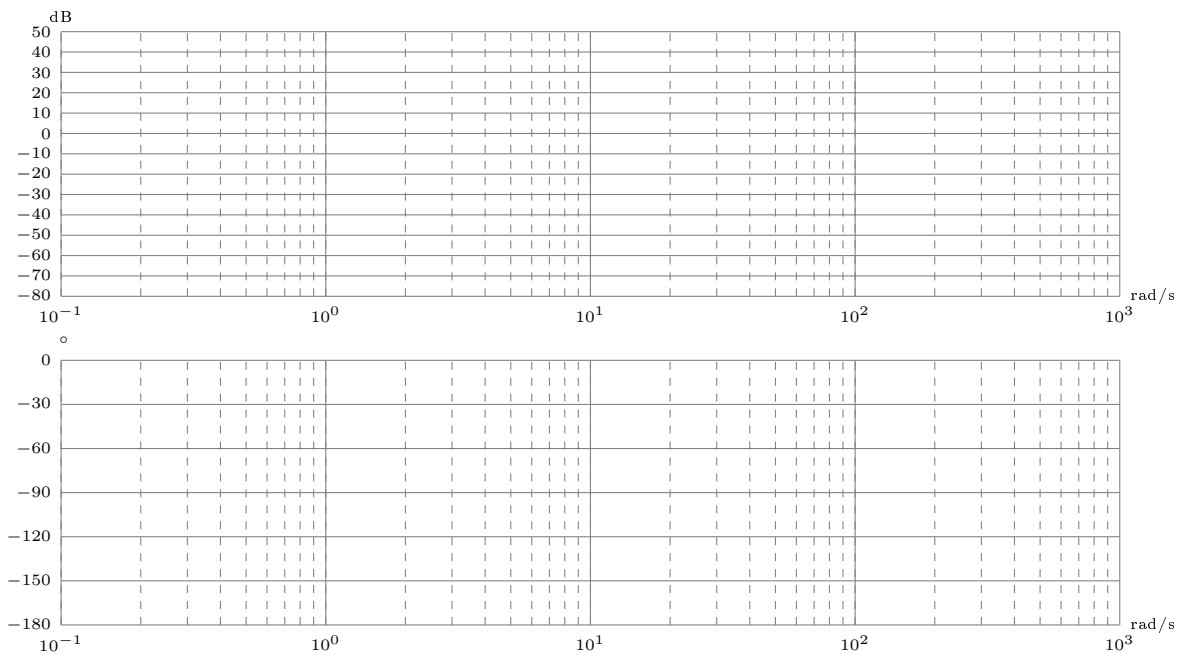


La fonction de transfert du tiroir du troisième étage et celle du transducteurs sont équivalentes à des gains. La fonction de transfert du servomoteur s'écrit  $G_2(p) = \frac{K_m}{p}$ . La modélisation de l'ensemble devient :



**Question 2** Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte de cet ensemble. On notera pour simplifier :  $K_4 = KK_TK_mK_c$ .

**Question 3** Tracer sur la figure page suivante la courbe de réponse en fréquence de la BO dans le plan de Bode. Le système est-il stable en boucle fermée ? Déterminer la valeur de la marge de gain.



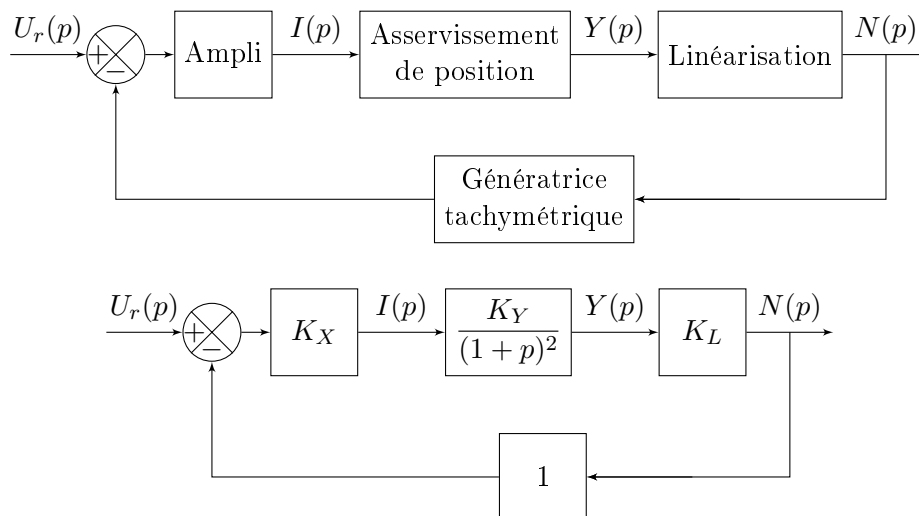
**Question 4** Déterminer l'écart statique  $I_{1s}$  et l'écart de trainage  $I_{1T}$ .

**Question 5** Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée entre  $I$  et  $Y$ . Identifier le coefficient d'amortissement  $\xi$  et la pulsation propre non amortie  $\omega_0$ . Effectuer l'application numérique pour  $K_4 = 0,5\text{ s}^{-1}$  et  $T = 0,5\text{ s}$ .

**Question 6** Représenter l'allure de la réponse indicielle (préciser les pentes, asymptotes et valeurs caractéristiques).

### 4 Asservissement en rotation

La rotation  $N(t)$  des pales est asservie sur la tension de commande  $u_r(t)$  selon l'architecture suivante :

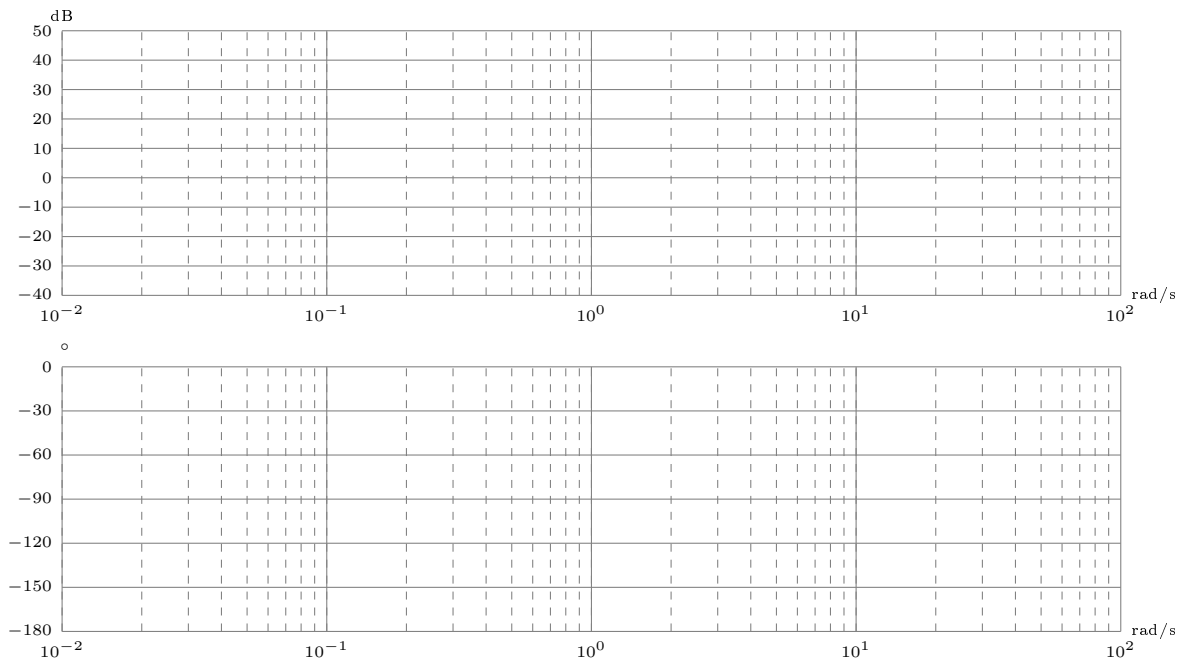


$K_X$  et  $K_L$  sont des gains constants.

**Question 7** Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte  $H_4(p) = \frac{N(p)}{U_r(p)}$  de l'asservissement (peut-on d'ailleurs dans ce cas précis appeler ça un « asservissement » ?).

Pour les questions suivantes, on considérera que  $H_4(p)$  possède un gain statique de 100.

**Question 8** Tracer l'allure du diagramme de Bode de  $H_4(p)$ . Déterminer les marges de gain et de phase.



**Question 9** Indiquer si le cahier des charges est satisfait.

## 5 Amélioration des performances

On souhaite améliorer les performances de cet asservissement en ajoutant un correcteur de type PI afin d'obtenir une erreur statique nulle et une marge de phase de  $45^\circ$ .

**Question 10** Déterminer numériquement le coefficient  $K_i$  du correcteur tel que  $C(p) = K_i + \frac{K_i}{p}$  pour que les performances du cahier des charges soient respectées.