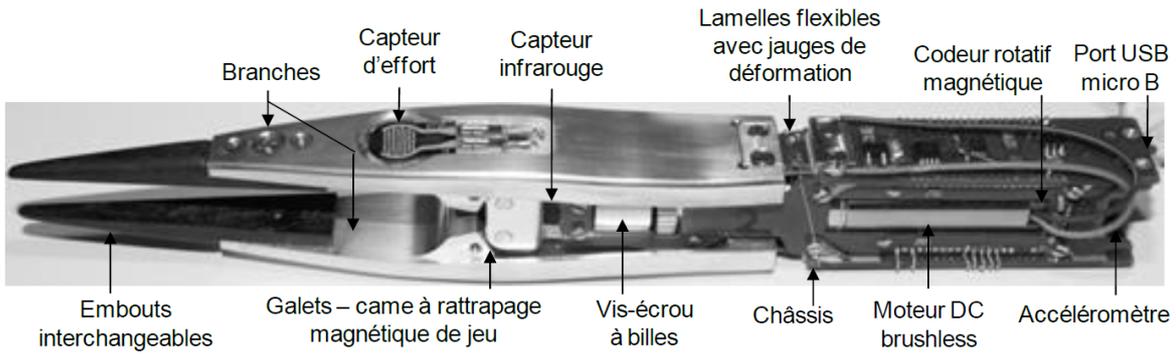


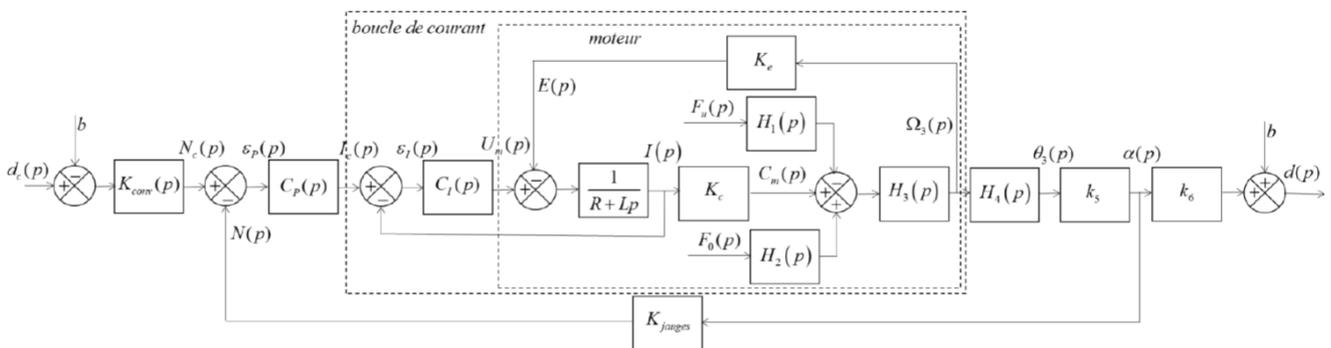
# TD asservissement : Pince Micro manipulation (CCINP PSI 24)

Ce sujet porte sur l'asservissement en position d'une pince de micro manipulation.



## Modélisation de l'asservissement de la pince

La pince est asservie à la fois en courant et en position comme le montre le schéma bloc suivant :



## Correction et performances de la boucle de courant

On considère tout d'abord que la pince ne subit ni l'action de l'utilisateur  $F_u(p) = 0$ , ni l'action de l'objet à saisir  $F_0(p) = 0$ . On s'intéresse à la boucle d'asservissement de courant pour en analyser les performances et régler le correcteur associé afin d'atteindre les performances exigées.

On donne : 
$$H_3(p) = \frac{P}{C + f \cdot p + J \cdot p^2}$$

**Q1.** Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte non corrigée de l'asservissement de

courant  $H_{BOI}(p) = \frac{I(p)}{U_m(p)}$ . L'écrire sous la forme : 
$$H_{BOI}(p) = \frac{1}{R} \cdot \frac{1 + a_1 \cdot p + a_2 \cdot p^2}{(1 + a_3 \cdot p + a_4 \cdot p^2 + a_5 \cdot p^3)}$$

On considère dans un premier temps un correcteur proportionnel  $C_I(p) = K_{pl}$ .

**Q2.** Déterminer l'expression puis la valeur numérique du gain  $K_{pl}$  permettant de respecter une précision de la boucle de courant de 5% (on donne  $R = 2,9 \Omega$ ).

On exige les performances suivantes : Marge de phase  $> 45^\circ$ , Marge de gain  $> 12$  db et erreur statique nulle.

On donne les diagrammes de Bode en gain et en phase de la fonction de transfert en boucle ouverte de l'asservissement de courant en l'absence de correction.

On utilise dans un second temps un correcteur proportionnel intégral : 
$$C_I(p) = K_{pl} \cdot \frac{1 + T_I \cdot p}{T_I \cdot p}$$

- Q3.** Superposer les diagrammes asymptotiques de Bode de ce correcteur ainsi que l'allure des diagrammes réels pour une constante de temps  $T_I = 0,1s$  et un gain  $K_{pl} = 1$ .
- Q4.** Vérifier si les exigences de stabilité et de précision de la boucle de courant sont respectées avec ce correcteur. Expliquer en justifiant si ce résultat dépend des valeurs du gain  $K_{pl}$ .

On considère pour la suite que le gain  $K_{pl}$  et la constante de temps  $T_I$  sont choisis pour respecter l'exigence de rapidité de la boucle de courant.

### Correction et performances de la boucle de position

On considère à nouveau que la pince ne subit ni action de l'utilisateur  $F_u(p) = 0$ , ni action de l'objet à saisir  $F_0(p) = 0$ . La boucle d'asservissement de courant étant réglée, on s'intéresse maintenant à la boucle d'asservissement de position pour régler le correcteur afin d'atteindre les performances exigées. Les critères sont :  $\omega_{0db} = 1000 \text{ rad/s}$ ,  $M_\varphi > 60^\circ$ ,  $M_G > 6 \text{ db}$  et erreur statique nulle.

On considère dans un premier temps un correcteur proportionnel  $C_P(p) = -1$ .

Le signe de  $C_P(p)$  est négatif car les gains  $K_{jauges}$  et  $K_{conv}$  sont négatifs.

- Q5.** Expliquer en justifiant si l'exigence de précision de la boucle de position est respectée avec ce correcteur.

On donne les diagrammes de Bode en gain et en phase de la fonction de transfert en boucle ouverte de l'asservissement de position avec ce correcteur.

- Q6.** Expliquer en justifiant si l'exigence de stabilité de la boucle de position est respectée avec ce correcteur.

On considère maintenant un correcteur à avance de phase :  $C_P(p) = K_{pP} \cdot \frac{1 + a.T_a.p}{1 + T_a.p}$  avec  $a > 0$ .

Ce correcteur apporte une phase maximale  $\varphi_{\max} = \arcsin \frac{a-1}{a+1}$  pour  $\omega = \omega_{\max} = \frac{1}{T_a \cdot \sqrt{a}}$ .

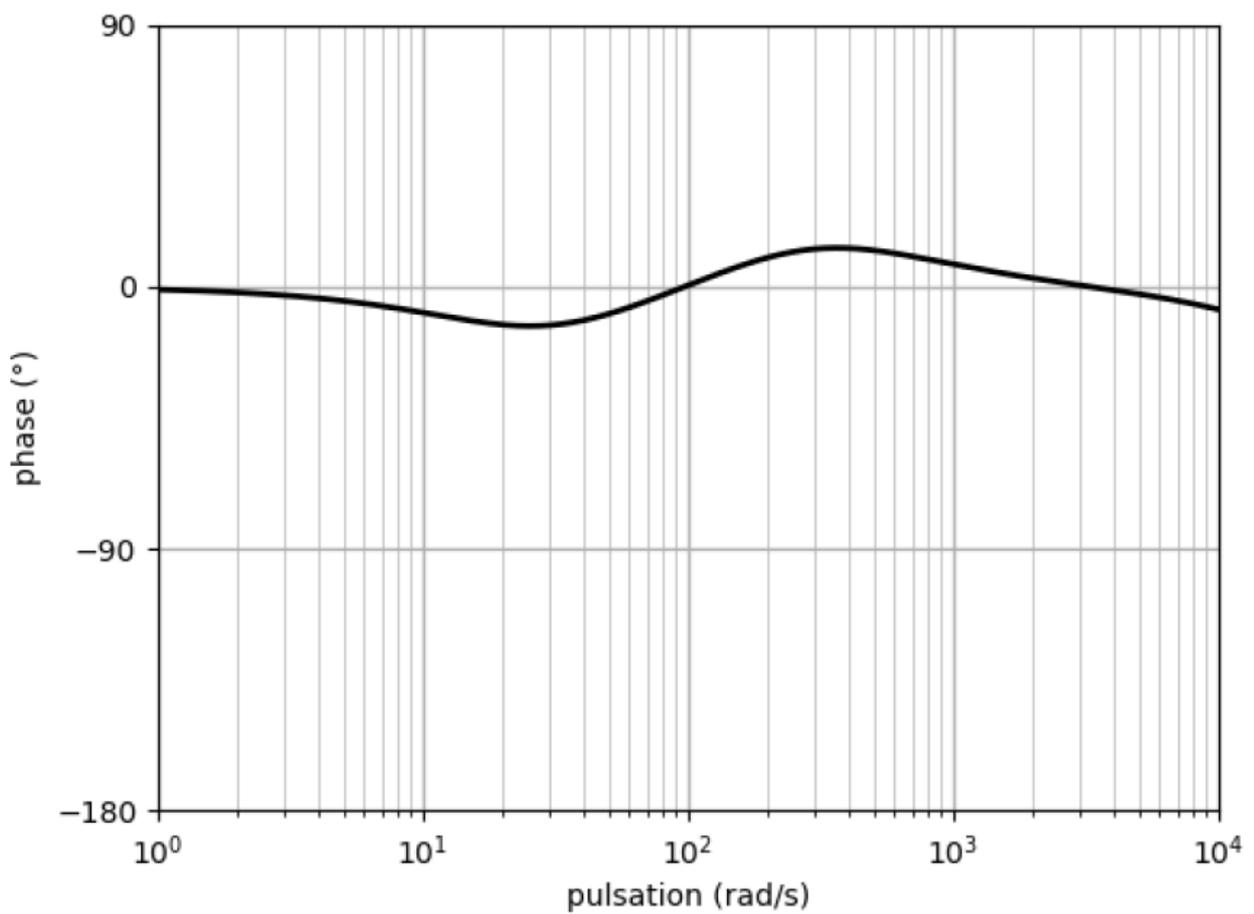
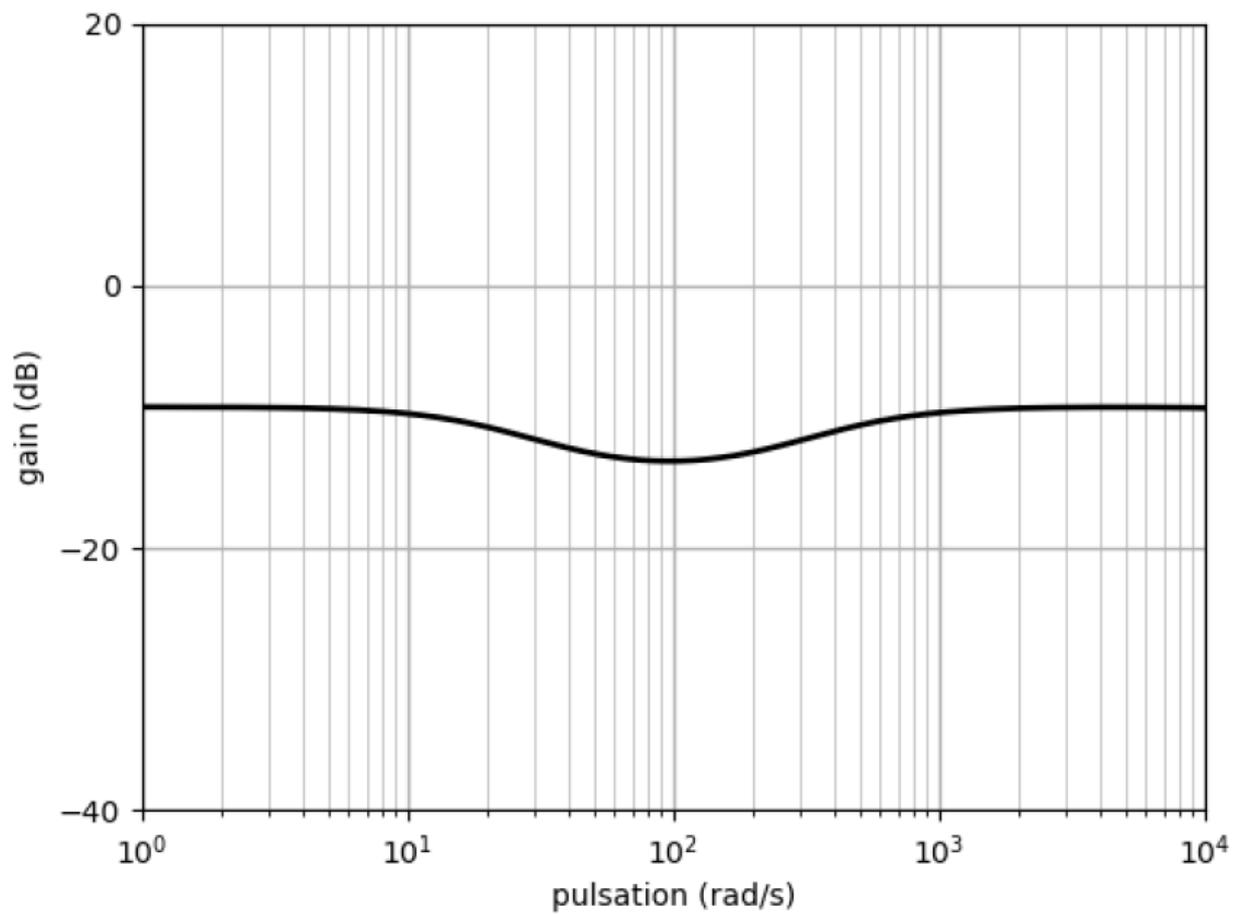
- Q7.** Afin de respecter les valeurs limites des exigences de rapidité et de stabilité (marge de phase) de la boucle de position à cette pulsation, justifier la méthode pour obtenir les valeurs numériques retenues de  $a = 6$ ,  $T_a = 4.10^{-4} s$  et  $K_{pP} = -3.10^{-2} A/inc$ .
- Q8.** Sur les diagrammes de Bode données, superposer les diagrammes asymptotiques de Bode de ce correcteur ainsi que l'allure des diagrammes réels en indiquant les valeurs remarquables en fonction de  $a$ ,  $T_a$  et  $K_{pP}$ .

Afin de respecter l'exigence de précision de la boucle de position, on considère enfin dans un troisième temps l'ajout d'un correcteur proportionnel intégral au correcteur précédent :

$$C_P(p) = K_{pP} \cdot \frac{1 + a.T_a.p}{1 + T_a.p} \cdot \frac{1 + T_P.p}{T_P.p}$$

- Q9.** Expliquer comment choisir la constante de temps  $T_P$  afin de ne pas affecter le réglage précédent.

Diagrammes de Bode en gain et en phase de la fonction de transfert en boucle ouverte de l'asservissement de courant en l'absence de correction.



Diagrammes de Bode en gain et en phase de la fonction de transfert en boucle ouverte de l'asservissement de position avec le correcteur.

