

Numéro d'inscription



Né(e) le

Signature

Nom

Prénom (s)

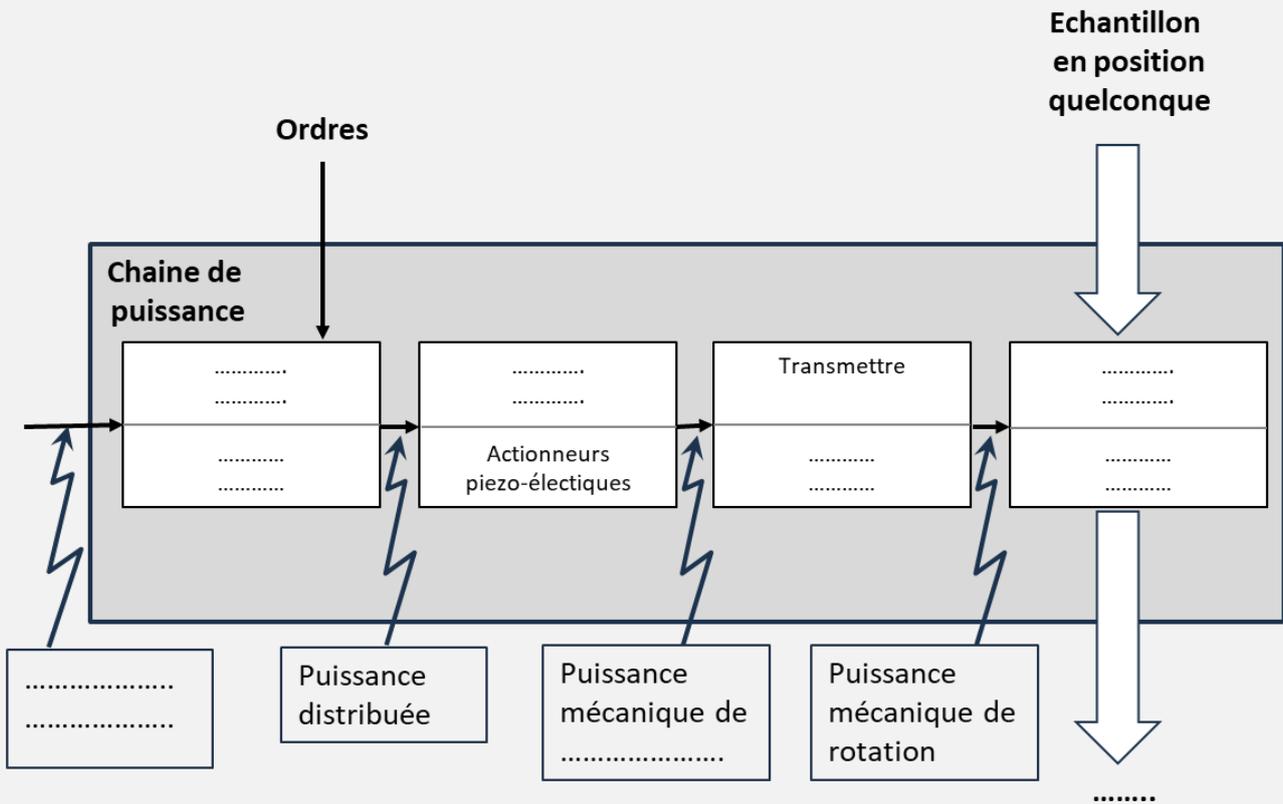


Épreuve : **Sciences Industrielles filière PSI**

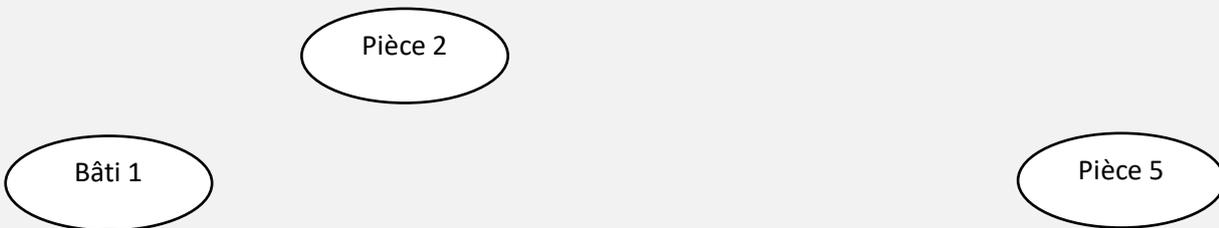
Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille

Question 1 : A l'aide du diagramme SysML de type ibd donné en Annexe 2, compléter la chaîne de puissance de la rotation d'angle  $\theta$  du goniomètre SmarGon.



Question 2 : Compléter le graphe des liaisons sur le document-réponse, en veillant à bien préciser les caractéristiques géométriques de celles-ci.



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 3 : Déterminer le degré d'hyperstatisme du modèle proposé en Figure 4.

Question 4 : En quoi le degré d'hyperstatisme contribue à l'exigence 1.1.1 du diagramme de l'Annexe 1 ?

Question 5 : Pour chacun des « mouvement 1 » et « mouvement 2 » indiquer les déplacements nécessaires des actionneurs linéaires en cochant les cases correspondantes.

Mouvement 1			Mouvement 2		
$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} > 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} = 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} < 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} > 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} = 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} < 0$ <input type="checkbox"/>
$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} > 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} = 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} < 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} > 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} = 0$ <input type="checkbox"/>	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} < 0$ <input type="checkbox"/>

Question 6 : A partir d'une fermeture géométrique, déterminer une équation du second degré de la forme :  $\Delta\lambda^2 + A_1(\theta)\Delta\lambda + B_1(\theta) = 0$  où  $A_1(\theta)$  et  $B_1(\theta)$  sont deux fonctions de  $\theta$  à expliciter.

(suite page suivante)

$$A_1(\theta) =$$

$$B_1(\theta) =$$

Question 7 : A partir des références d'actionneurs données en Annexe 3, quel(s) actionneur(s) permet(tent) de valider à la fois la plage de variation de  $x_E$  et celle de  $\theta$  de l'exigence 1.2.3 ?

Question 8 : Montrer que la résultante des actions mécaniques de 5 sur 3, notée  $\vec{R}_{5 \rightarrow 3}$ , a pour direction le vecteur  $\vec{x}_3$ .

Question 9 : Isoler 5, déterminer  $X_{53}$ , en fonction de  $P$  et des grandeurs géométriques nécessaires. Préciser l'équation scalaire, du principe fondamental de la statique, utilisée pour la résolution.

(suite page suivante)

Equation scalaire utilisée :

Question 10 : Isoler {2+3} et déterminer  $F$  sous la forme  $F = P \frac{A_2 \cos(\theta) + B_2 \sin(\theta)}{c \cos(\theta - \alpha) + b \sin(\theta - \alpha)} \cos(\alpha)$  où  $A_2$  et  $B_2$  sont des constantes à déterminer.

$A_2 =$

et

$B_2 =$

Question 11 : A partir des références d'actionneurs données en Annexe 3, déterminer le ou les actionneur(s) permettant de vérifier la force à exercer afin de valider l'exigence 1.1.

Question 12 : En tenant compte de la symétrie du solide 5, donner la forme simplifiée de sa matrice d'inertie.

Numéro d'inscription

Signature



Né(e) le

Nom

Prénom (s)



Épreuve : **Sciences Industrielles filière PSI**

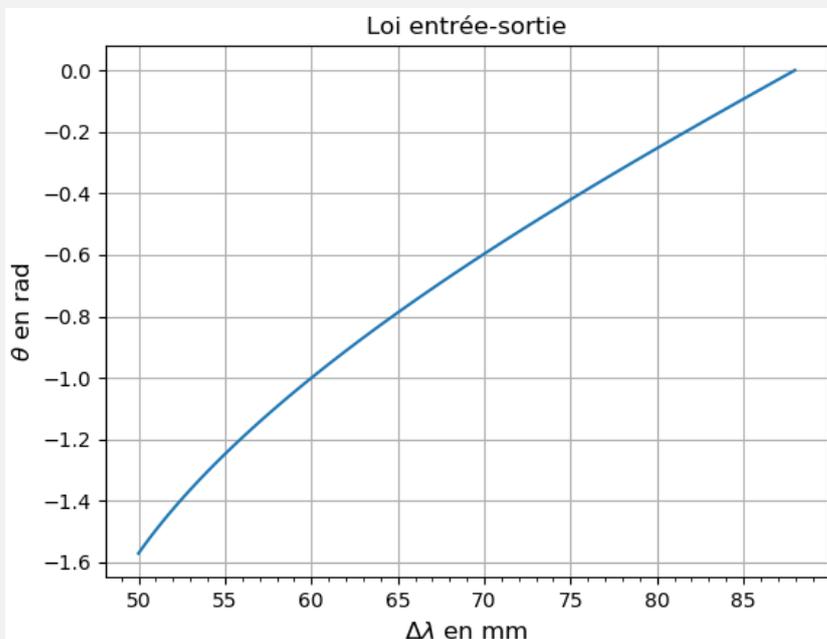
Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille

Question 13 : Calculer l'énergie cinétique du solide 5 dans son mouvement par rapport à 1 :  $E_c(5/1)$  en fonction de  $\frac{d\theta}{dt}$  et des grandeurs géométriques et d'inertie du solide 5.

$E_c(5/1)=$

Question 14 : Autour du point de fonctionnement  $\theta = 0 \text{ rad}$  linéariser la loi entrée-sortie (Figure 6). Faire apparaître les tracés sur la figure ci-contre, déterminer la valeur de  $K_c$  et donner son unité.



$K_c =$

Unité :

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 15 : Calculer l'énergie cinétique de l'ensemble en mouvement  $\Sigma = \{2,3,5\}$  par rapport à 1:  $E_c(\Sigma/1)$ . En déduire l'expression de la masse équivalente  $M_{eq}$  de l'ensemble  $\Sigma$  rapportée au solide 2.

$$E_c(\Sigma/1) =$$

$$M_{eq} =$$

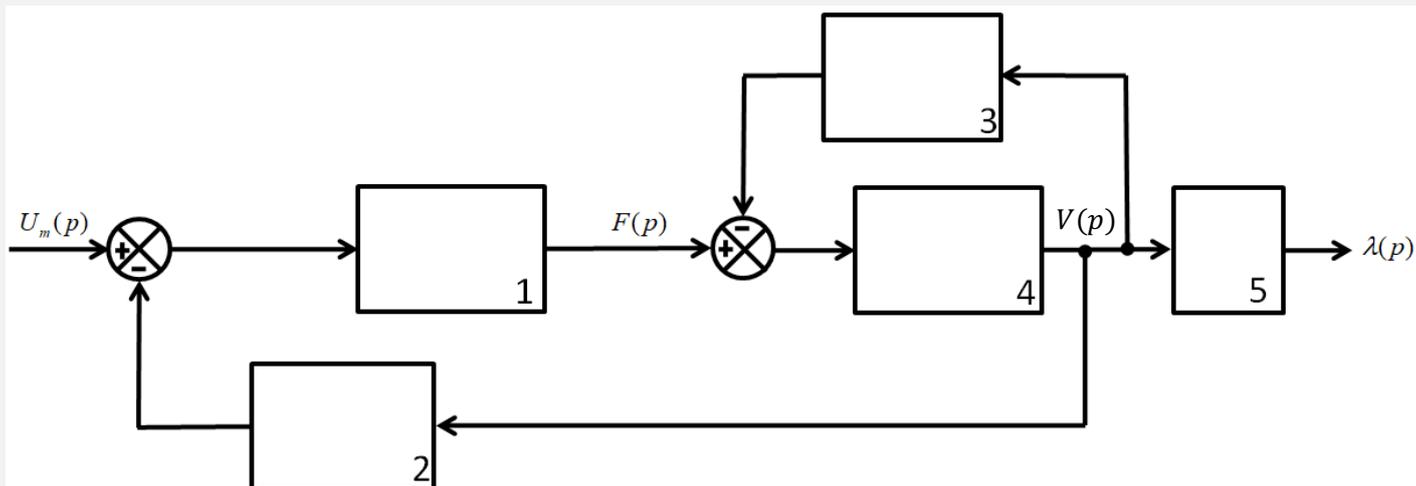
Question 16 : Déterminer une équation différentielle reliant  $F(t)$  et ses dérivées successives à  $\mathbf{u}_m(t)$  et  $\frac{d\lambda}{dt}(t)$  de la forme  $\mathbf{u}_m(t) = \mathbf{a}_0 \cdot F(t) + \mathbf{a}_1 \cdot \frac{dF}{dt}(t) + \mathbf{a}_2 \cdot \frac{d\lambda}{dt}(t)$ .

$$\mathbf{a}_0 =$$

$$\mathbf{a}_1 =$$

$$\mathbf{a}_2 =$$

Question 17 : Compléter le schéma-blocs ci-dessous en indiquant les fonctions de transfert des blocs 1 et 2.



Notation :  $V(p) = p \cdot \lambda(p)$

Question 18 : Déterminer, en indiquant le système isolé et le théorème utilisé, l'équation différentielle du mouvement de la masse équivalente reliant  $\lambda(t)$  et ses dérivées successives à  $F(t)$ .

Question 19 : Compléter le schéma-blocs de la question 17 en indiquant les fonctions de transfert des blocs 3, 4 et 5.

Question 20 : Déterminer la fonction de transfert  $H(p) = \frac{\lambda(p)}{U_m(p)}$  du modèle ainsi obtenu. Ecrire  $H(p)$  sous la forme d'une fraction rationnelle dont le polynôme du dénominateur admet un coefficient constant égal à 1.

(suite page suivante)

$$H(p) = \frac{\quad}{1 + \quad}$$

Question 21 : Donner les valeurs des pôles  $p_i$  de la fonction de transfert  $H(p)$ . Conclure sur la validité de l'exigence 1.2.4 de l'actionneur piézo-électrique.

Question 22 : Montrer que l'on peut écrire la fonction de transfert  $H(p)$  sous la forme suivante :  $H(p) = \frac{\lambda(p)}{U_m(p)} = \frac{H_0}{(1+\tau.p)(1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2)}$ . Indiquer les expressions littérales des paramètres caractéristiques  $\tau$ ,  $\xi$  et  $\omega_0$  en fonction des pôles  $p_i$ .

$\tau =$

$\xi =$

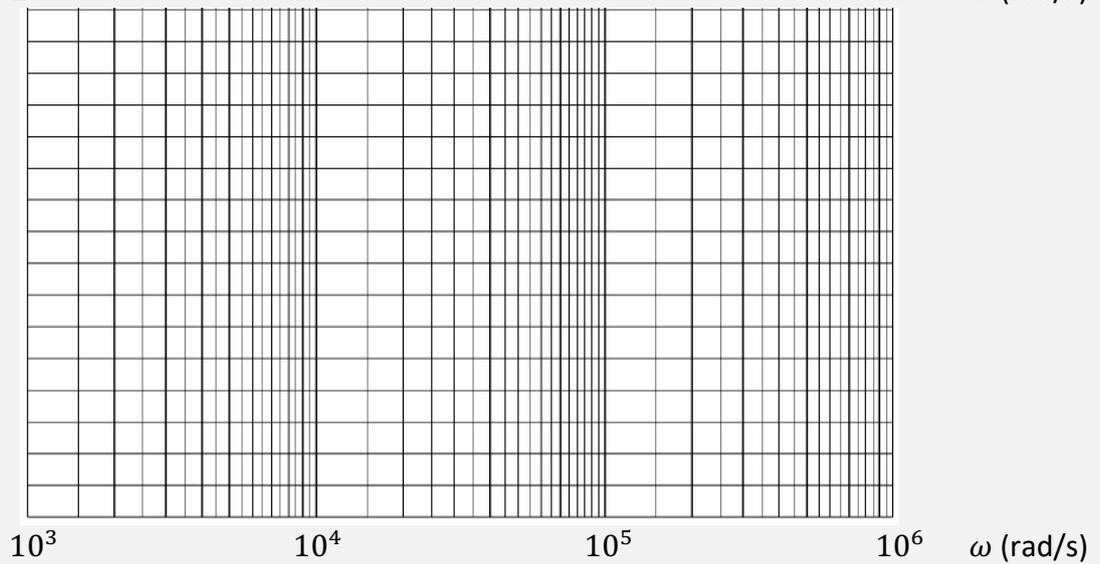
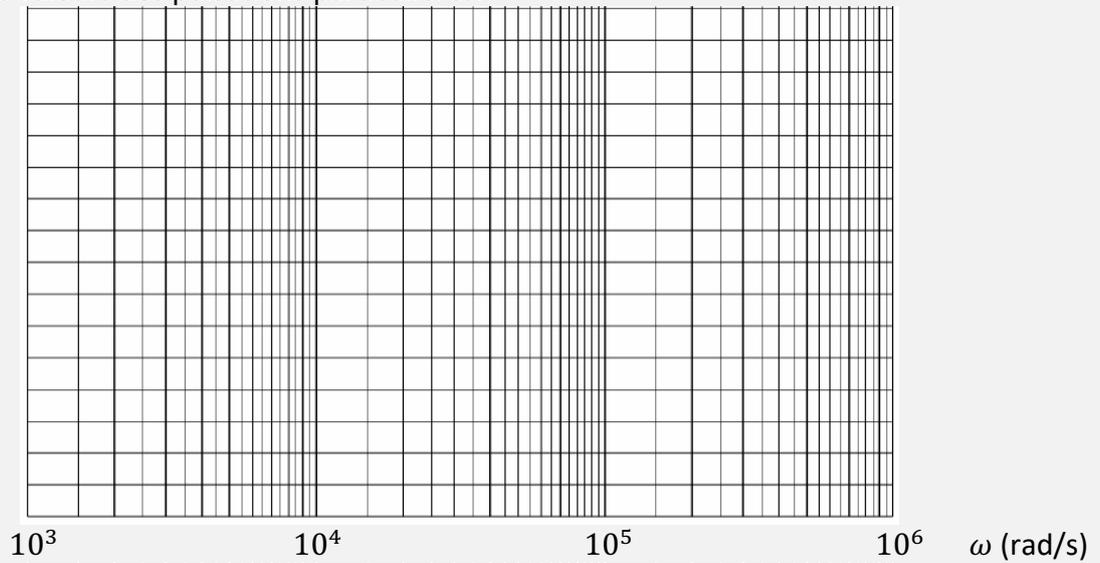
$\omega_0 =$



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

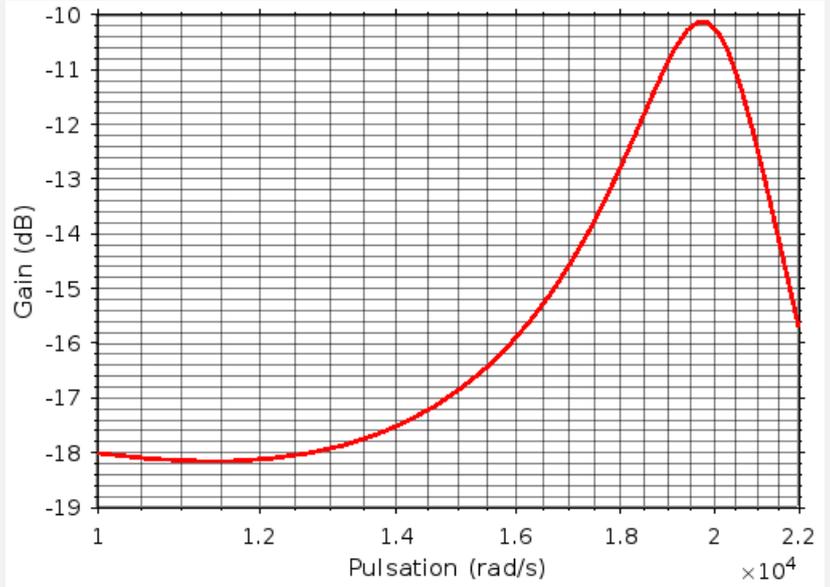
Question 26 : Compléter le document-réponse en représentant les diagrammes asymptotiques de Bode de gain et de phase de la fonction de transfert  $H(p)$ . Indiquer les valeurs asymptotiques, les valeurs des pentes ainsi que les valeurs des pulsations particulières.



Question 27 : Indiquer la valeur de la pulsation de résonance  $\omega_R$ . Déterminer l'amplitude du déplacement  $\lambda(t)$  en régime permanent pour la pulsation de résonance  $\omega_R$ . On donne  $\sqrt{10} \approx 3$ .

$\omega_R =$

Amplitude du déplacement :

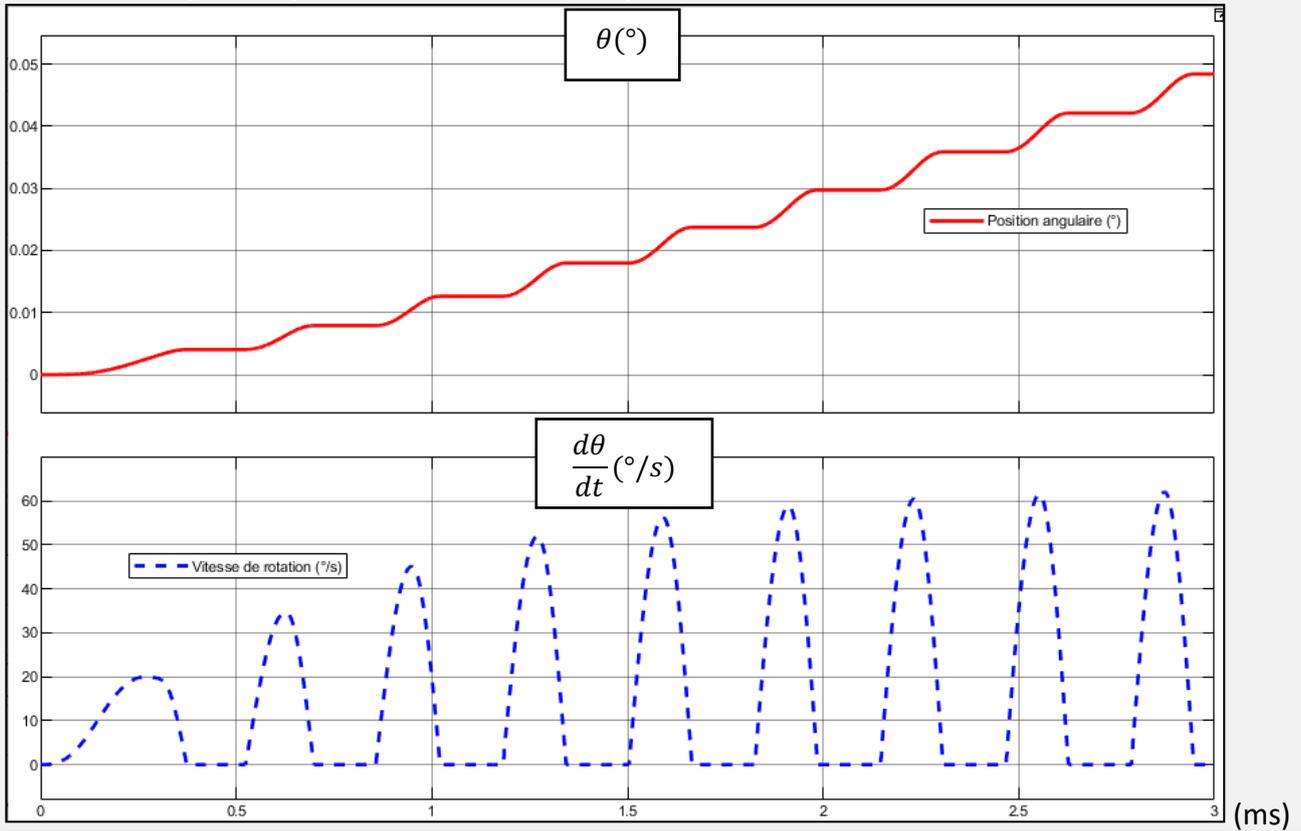


Question 28 : Par quel facteur le déplacement est-il multiplié en sollicitant l'actionneur piézo-électrique à la pulsation de résonance  $\omega_R$  plutôt qu'à la pulsation de  $10^4 \text{ rad.s}^{-1}$  ? On donne  $\sqrt[5]{100} \approx 2,5$ .

Facteur multiplicatif =

Question 29 : Conclure sur la validité de l'exigence 1.2.2 d du cahier des charges.

Question 30 : Indiquer les phases de « stick » et « slip ».

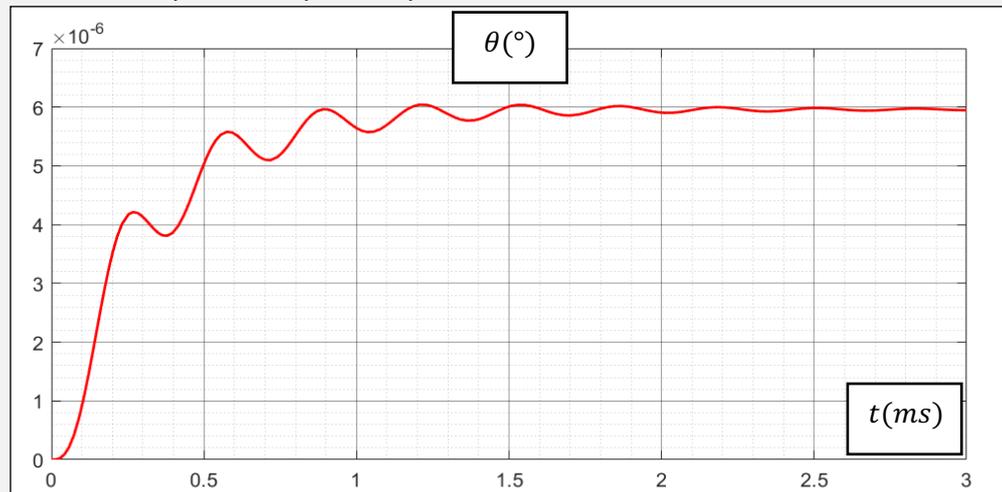


Question 31 : Vérifier l'exigence 1.2.2 a du mode d'approche du cahier des charges.

Question 32 : Indiquer la valeur finale ainsi que le temps de réponse à 5%.

Valeur finale =

$T_{5\%}$  =



Question 33 : Vérifier les exigences 1.2.1 b et 1.2.1 c du mode « scan » du cahier des charges.