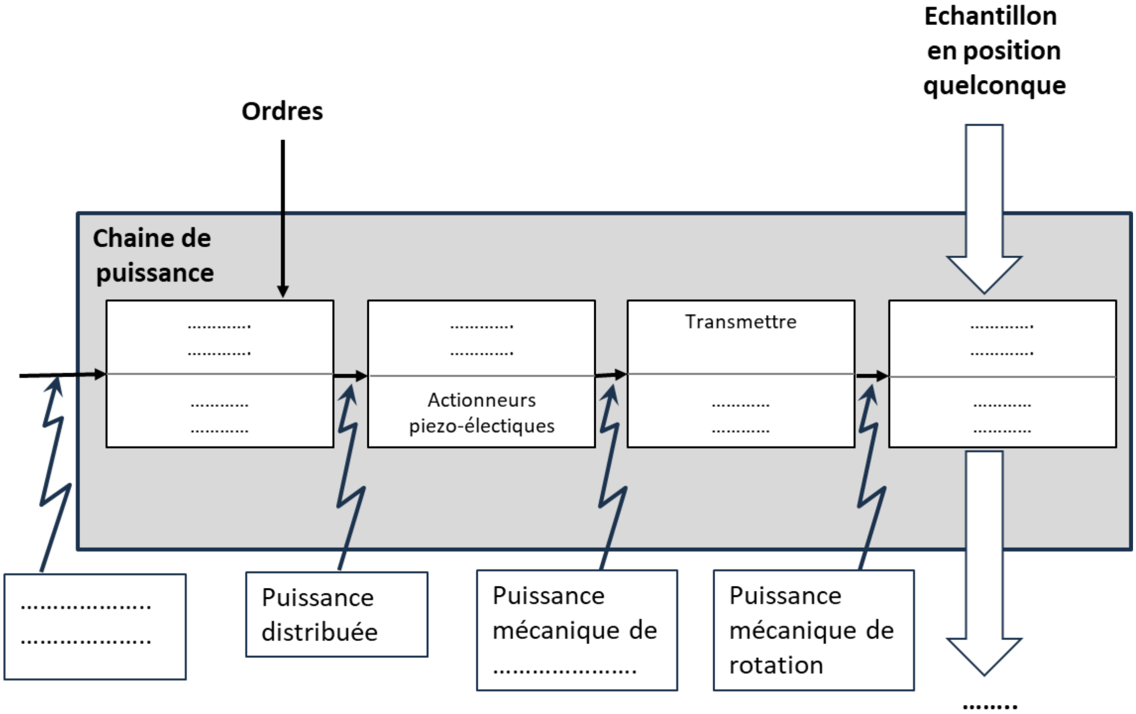
NOM :

Goniomètre à actionneurs piézoélectriques

Question 1 : A l'aide du diagramme de blocs internes donné sur l'Annexe 2, compléter la chaîne de puissance du goniomètre SmarGon, relative à la rotation d'angle $\boldsymbol{\theta}$.



Question 2 : Pour chacun des « mouvement 1 » et « mouvement 2 » indiquer les déplacements nécessaires des actionneurs linéaires. Compléter le tableau (entourer les bonnes réponses) :

Mouvement 1			*Mouvement 2*		
$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} > 0$	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} = 0$	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} < 0$	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} > 0$	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} = 0$	$\frac{d\lambda_2(t)}{dt} < 0$
$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} > 0$	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} = 0$	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} < 0$	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} > 0$	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} = 0$	$\frac{d\lambda_4(t)}{dt} < 0$

Question 3 : A partir d'une fermeture géométrique, déterminer une équation du second degré de la forme : $\boldsymbol{\Delta\lambda^2 + A_1(\theta).\Delta\lambda + B_1(\theta) = 0}$ où $\boldsymbol{A_1(\theta)}$ et $\boldsymbol{B_1(\theta)}$ sont deux fonctions de $\boldsymbol{\theta}$ à expliciter.

$A_1(\theta) =$ et $B_1(\theta) =$

Question 4 : Quel(s) actionneur(s) permet(tent) de valider à la fois la plage de variation de $\boldsymbol{x_E}$ et celle de $\boldsymbol{\theta}$ de l'exigence 1.2.3 ?

Question 5 : Montrer que la résultante des actions mécaniques de 5 sur 3, notée $\overrightarrow{\boldsymbol{R}}_{\boldsymbol{5\rightarrow3}}$, a pour direction le vecteur $\vec{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{3}}$.

Question 6 : Isoler 5, déterminer X_{53}, en fonction de P et des grandeurs géométriques nécessaires. Préciser l'équation du principe fondamental de la statique utilisée.

$X_{53} =$

Question 7 : Isoler {2+3} et déterminer F en l'exprimant sous la forme $F = P.\dfrac{A_2.cos(\theta) + B_2.sin(\theta)}{c.cos(\theta - \alpha) + b.sin(\theta - \alpha)}.cos(\alpha)$ où A_2 et B_2 sont des constantes à déterminer.

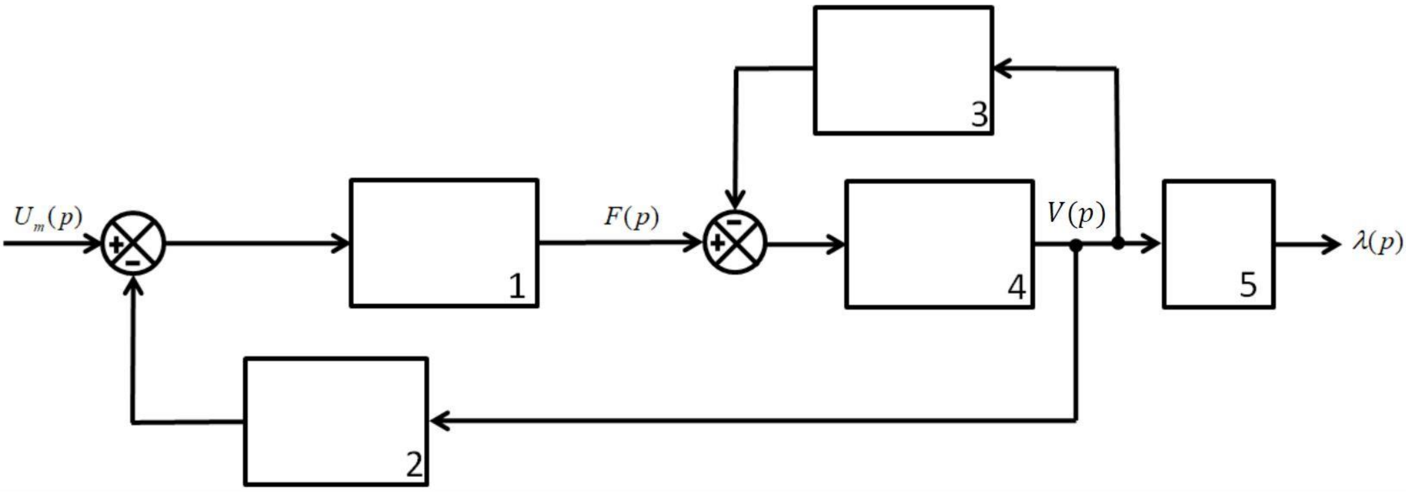
$A_2 =$ **et** $B_2 =$

Question 8 : A partir des références d'actionneurs données en Annexe 3, déterminer le ou les actionneurs permettant de vérifier la force à exercer (exigence 1.1).

Question 9 : Déterminer une équation différentielle reliant $\boldsymbol{F(t)}$ et ses dérivées successives à $\boldsymbol{u_m(t)}$ et $\boldsymbol{\frac{d\lambda}{dt}(t)}$ de la forme $\boldsymbol{u_m(t) = a_0.F(t) + a_1.\frac{dF}{dt}(t) + a_2.\frac{d\lambda}{dt}(t)}$. Indiquer les expressions des constantes $\boldsymbol{a_0}$, $\boldsymbol{a_1}$ et $\boldsymbol{a_2}$ dans les cadres :

$\mathbf{a_0} =$	$\mathbf{a_1} =$	$\mathbf{a_2} =$

Question 10 : Compléter le schéma-blocs ci-dessous en indiquant les fonctions de transfert des blocs 1 et 2.



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

Question 11 : Déterminer, en indiquant le système isolé et le théorème utilisé, l'équation différentielle du mouvement de la masse équivalente reliant $\boldsymbol{\lambda(t)}$ et ses dérivées successives à $\boldsymbol{F(t)}$. Démontrer, en utilisant la 2e loi de Newton (ou théorème de la résultante dynamique TRD en SII), en indiquant bien le système isolé, l'équation différentielle du mouvement de la masse équivalente : $M_{eq}.\frac{d^2\lambda}{dt^2} = F - k.\lambda - \eta.\frac{d\lambda}{dt}$

Question 12 : Compléter le schéma-blocs ci-dessus en indiquant les fonctions de transfert des blocs 3. 4 et 5.

Question 13 : Déterminer la fonction de transfert $\boldsymbol{H(p) = \frac{\lambda(p)}{U_m(p)}}$ du modèle ainsi obtenu. Ecrire $\boldsymbol{H(p)}$ sous la forme d'une fraction rationnelle dont le polynôme du dénominateur admet un coefficient constant égal à 1.

(suite page suivante)

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

Question 14 : Donner les valeurs des pôles $\boldsymbol{p_i}$ de la fonction de transfert $\boldsymbol{H(p)}$. Conclure sur la validité de l'exigence 1.2.4 de l'actionneur piézo-électrique. Justifier.

$\boldsymbol{p_1}$ =	$\boldsymbol{p_2}$ =	$\boldsymbol{p_3}$ =

Question 15 : Montrer que l'on peut mettre la fonction de transfert $H(p)$ sous la forme canonique suivante : $H(p) = \frac{\lambda(p)}{U_m(p)} = \frac{H_0}{(1+\tau.p).\left(1+\frac{2.\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2\right)}$. Indiquer ci-dessous les expressions littérales des paramètres caractéristiques τ, ξ et ω_0 en fonction des pôles p_i.

(suite page suivante)

$\tau =$	$\xi =$	$\omega_0 =$

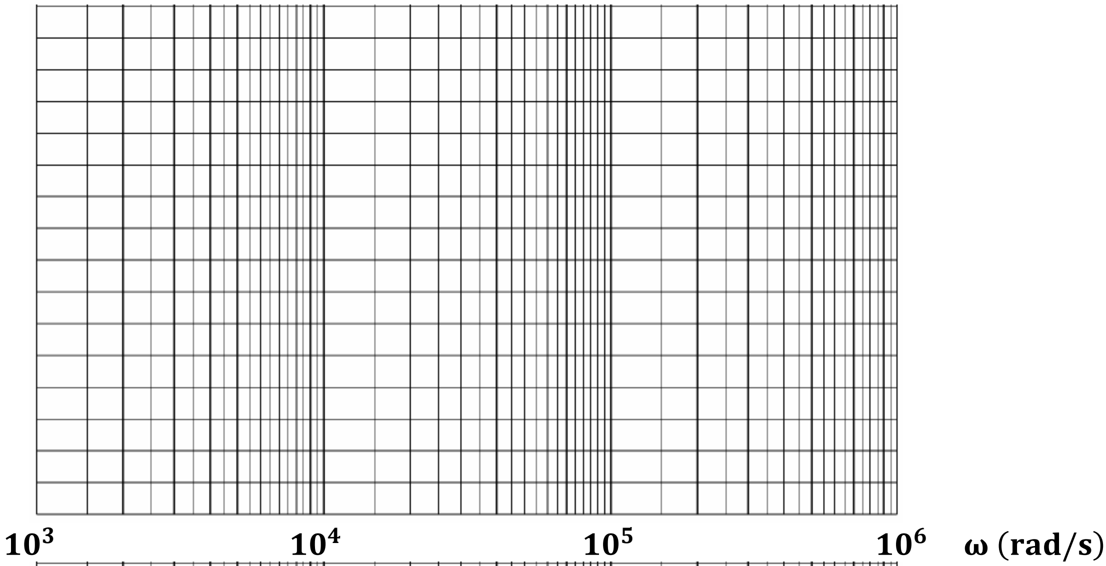
Question 16 : Discuter de la possibilité de réduire l'ordre de $\boldsymbol{H(p)}$.

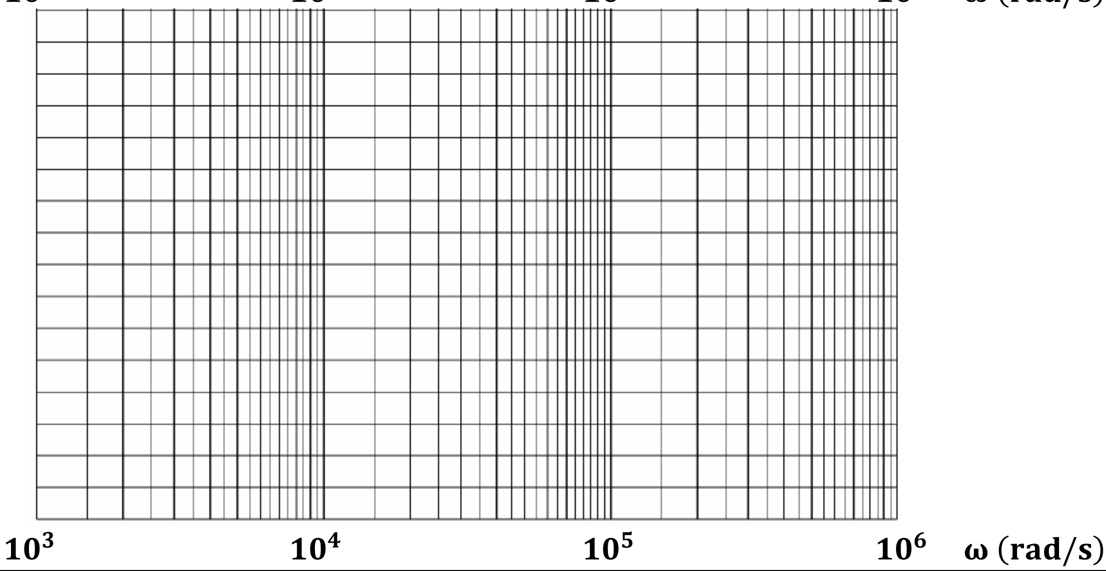
Question 17 : Déterminer l'expression littérale de la valeur finale du déplacement $\boldsymbol{\lambda(t)}$ notée $\boldsymbol{\lambda_{fin}}$.

$\boldsymbol{\lambda_{fin}} =$

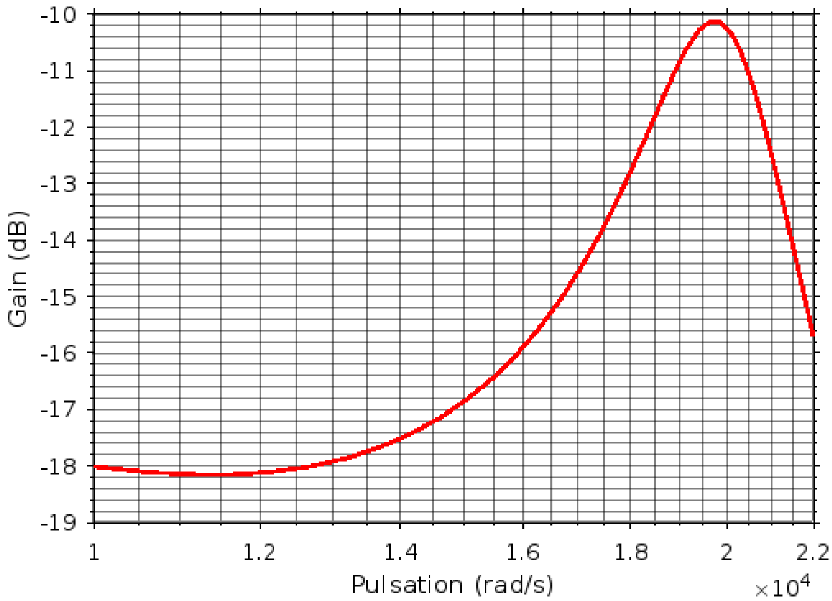
Question 18 : Faire l'application numérique et conclure sur la capacité de l'actionneur à respecter l'exigence 1.2.1 a du cahier des charges.

Question 19 : Compléter les diagrammes asymptotiques de Bode de gain et de phase de la fonction de transfert $\boldsymbol{H(p)}$. Indiquer les valeurs asymptotiques, les valeurs des pentes ainsi que les valeurs des pulsations particulières.





Question 20 : Indiquer la valeur de la pulsation de résonance $\boldsymbol{\omega_R}$. Déterminer l'amplitude du déplacement $\boldsymbol{\lambda(t)}$ en régime permanent pour la pulsation de résonance $\boldsymbol{\omega_R}$. On donne $\sqrt{\mathbf{10}} \approx \mathbf{3}$.



$\boldsymbol{\omega_R} =$

Amplitude du déplacement :

Question 21 : Par quel facteur le déplacement est-il multiplié en sollicitant l'actionneur piézo-électrique à la pulsation de résonance $\boldsymbol{\omega_R}$ plutôt qu'à la pulsation de $\mathbf{10000}\ \boldsymbol{rad.s^{-1}}$? On donne $\sqrt[5]{\mathbf{100}} \approx \mathbf{2,5}$.

$Facteur\ d'amélioration =$

Question 22 : Conclure sur la validité de l'exigence 1.2.2 d du cahier des charges.

Frein de TGV

Question 1 : Rappeler les lois de Coulomb dans le cas du glissement en un point M de contact. Démontrer alors que l'expression de la force élémentaire $d\vec{f}$ appliquée en M par 6 sur la surface élémentaire dS de 8 située autour de M s'écrit $d\vec{f} = -p_0.dS.\vec{n}(M) + f.p_0.dS.\vec{t}(M)$.

Question 2 : Déterminer les éléments de réduction du torseur $\left\{T_{(6\to8)}\right\}$, en fonction de R_1, R_2, β, f et p_0. En déduire les expressions littérales de F_0 et M_0.

Question 3 : En déduire la relation littérale entre F_0 et M_0. Commenter l'influence des différents paramètres géométriques et de f.

Question 4 : Proposer un schéma du vérin pneumatique et montrer que la force $\vec{A}_{2\to4}$ de poussée du vérin en A est selon $\vec{z}$.

Question 5 : En isolant 6+4 trouver la relation entre F_0 et $\left\|\vec{A}_{4\to2}\right\|$, a et b.

Question 6 : Déterminer numériquement la poussée $\left\|\vec{A}_{4\rightarrow 2}\right\|$ nécessaire du vérin pour obtenir un couple de freinage de M_0 =1000Nm.