



Numéro
d'inscription

--	--	--	--	--	--

Numéro
de table

--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le

--	--	--	--	--	--	--	--

Nom :

Coty

Prénom :

Emplacement
QR Code

Filière : MP

Session : 2025

Épreuve de : SCIENCES INDUSTRIELLES

Consignes

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

MP7SI

DOCUMENT RÉPONSE

Ce Document Réponse doit être rendu dans son intégralité.
Les réponses doivent rentrer dans les cadres prévus, faire
une version préalable au brouillon.

Q1. En isolant la roue, quel théorème doit-on appliquer pour déterminer F_s sans faire intervenir les actions au niveau du point I ?

Théorème du moment statique au point I (en projection sur $\vec{z}_0$)

Q2. Déterminer F_s en fonction de M , g et des dimensions caractéristiques du problème h et R .

S.A.P.E. :

Action de pesanteur $\rightarrow$ roue en G
 " motrice $\rightarrow$ roue en G
 " du sol $\rightarrow$ roue en I

M.S en I/ $\vec{z}_0$: $\Pi g \cdot d - F_s(R-h) = 0$

avec $d^2 + (R-h)^2 = R^2$ $d = \sqrt{2Rh - h^2}$

d'où :

$$F_s = \frac{\Pi g \sqrt{2Rh - h^2}}{R - h}$$

Q3. Que vaut F_s dans les cas extrêmes où $h = R$ et $h = 0$? Expliquer pourquoi le ratio de franchissement d'un robot classique vaut 0,5.

$$F_s \xrightarrow{h \rightarrow R} +\infty \quad ; \quad F_s \xrightarrow{h \rightarrow 0} 0$$

Le cas $\text{ratio} = 0,5$ correspond à $h = R$, et semble bien un indélépassable, période où $F_s \rightarrow +\infty$ vers inaccessible ...

(Il faut modifier l'argument en reprenant une modélisation avec un couple moteur, et une caractérisation plus fine du contact en I.)

Q4. En adaptant la démarche de l'étude statique, calculer F_D sous la forme $F_D = F_S + \Delta F$.

5/2 Déterminer ΔF en fonction de J , $\dot{\Omega}(t_i)$, M , $\ddot{x}(t_i)$ et des dimensions caractéristiques du problème R et h .

On applique le théorème du moment dynamique à la roue, en $I/\vec{z}_0$, en considérant le bordsur dynamique:

$$\left\{ \begin{aligned} \vec{A}(\text{roue/sol}) &= \pi \cdot \vec{a}_{G, \text{roue/sol}} \simeq \pi \cdot \ddot{x}(t) \vec{x}_0 \\ \vec{S}_G(\text{roue/sol}) &= J \cdot \ddot{\Omega}(t) \cdot \vec{z}_0 \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \vec{S}_I(\text{roue/sol}) &= \vec{S}_G(\text{roue/sol}) + \vec{A}(\text{roue/sol}) \wedge \vec{GI} \\ &\simeq J \cdot \ddot{\Omega}(t) \cdot \vec{z}_0 + \pi \cdot \ddot{x}(t) \cdot \vec{x}_0 \wedge (\lambda \vec{x}_0 - (R-h) \cdot \vec{y}_0) \\ &\simeq [J \cdot \ddot{\Omega}(t) - \pi \cdot \ddot{x}(t) \cdot (R-h)] \vec{z}_0 \end{aligned}$$

D'après le TMD en $I/\vec{z}_0$:

$$\pi \cdot g \cdot \sqrt{2Rh - h^2} - F_D (R-h) = J \cdot \ddot{\Omega}(t) - \pi \cdot \ddot{x}(t) (R-h)$$

$$F_D = F_S - \frac{J \cdot \ddot{\Omega}(t)}{R-h} + \pi \cdot \ddot{x}(t) \quad F_D = F_S + \Delta F$$

$$\Delta F = \pi \cdot \ddot{x}(t) - \frac{J \cdot \ddot{\Omega}(t)}{R-h}$$

Q5. En étudiant le signe de $\ddot{x}(t_i)$ et de $\dot{\Omega}(t_i)$ au moment où la roue entre en contact avec l'obstacle, comparer F_S et F_D et indiquer si l'on doit utiliser davantage de force en dynamique ou en statique pour effectuer le basculement.

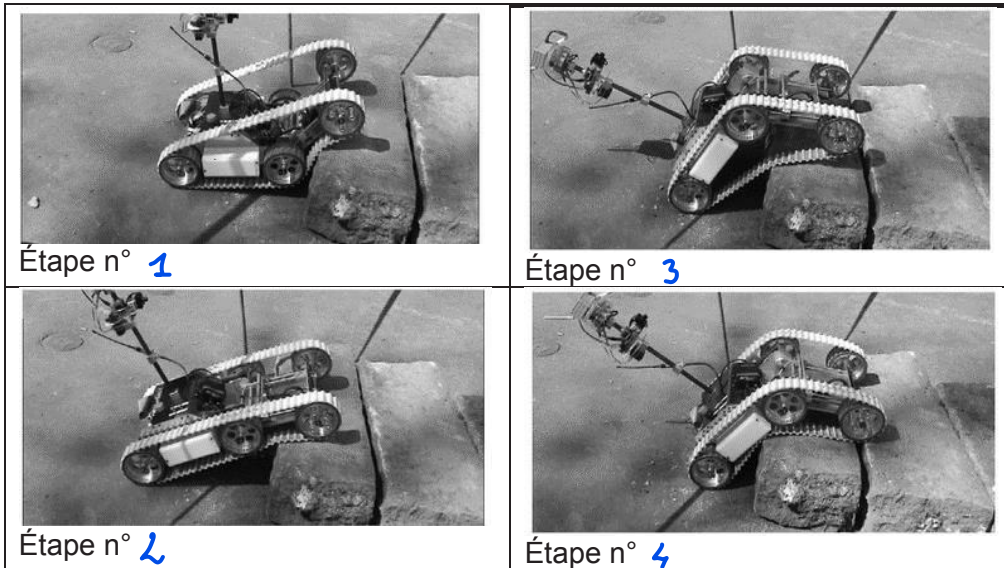
L'obstacle va freiner la roue, avec $\ddot{x}(t) > 0$ et $\ddot{\Omega}(t) < 0$
 d'où $\ddot{x}(t) < 0$ et $\ddot{\Omega}(t) > 0$ lors du contact avec l'obstacle
 donc $\Delta F < 0$ et $F_D < F_S$

On doit fournir un effort de franchissement plus faible en dynamique (avec élan) qu'en statique.

Q6. Donner la plage de variation approximative sur laquelle évolue l'angle θ lors du franchissement de cet obstacle de type « marche ». Est-ce compatible avec le cahier des charges ?

$\theta \in [-65; 45^\circ]$ compatible avec le cahier des charges car inclus dans $[-75; 75^\circ]$ — SD : 1.2.3.1.1

Q7. Numéroté dans l'ordre, les différentes phases de franchissement d'une marche de 22 cm (étape 1, étape 2, étape 3 et étape 4).



Q8. Exprimer à l'aide de la **figure 4**, le ratio de franchissement dans le cas du robot B2P2 en fonction de R , L et de θ . Donner un ordre de grandeur pour la valeur maximale de $\theta = \theta_{\max}$ et vérifier la valeur du ratio de franchissement de l'exigence 1.2.1. Conclure.

Le ratio de franchissement est égal à $\frac{h_{\max}}{2R}$

ici $h_{\max} = R + L \sin \theta_{\max}$

$$\text{D'où le ratio : } \frac{R + L \sin \theta_{\max}}{2R} \approx 0,5 + \frac{480}{127} \cdot \sin 45^\circ \approx 2,6$$

Ce ratio est supérieur à 2,5 (SD 1.2.1)

Ce critère est respecté



Numéro
d'inscription

Numéro
de table

Né(e) le

Nom : _____

Prénom : _____

Emplacement
QR Code

Filière : **MP**

Session : **2025**

Épreuve de : **SCIENCES INDUSTRIELLES**

Consignes

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

MP7SI

Q9. Distinguer parmi les paramètres L_1 , L_2 , e , L , θ et α ceux qui sont des paramètres constants et ceux qui sont des paramètres variables.

Paramètres constants	Paramètres variables
L_1, L_2	L, e, θ et α

Q10. Dans la situation où $\theta = \alpha = 0$, faire un croquis et exprimer la relation entre L_1 , L_2 , D et L_c



$$L_c = 2(L_1 + L_2 + \pi R)$$

Q11. À l'aide de la **figure 7** et sachant que la longueur de la chenille est constante, indiquer la relation entre les grandeurs L_1 , L_2 , e , L , D et L_c dans le cas général.

$$L_c = L_1 + L_2 + L + (\pi - \alpha)R + 0R + (\pi - \theta + \alpha) + e(\theta)$$

$$L_c = L_1 + L_2 + e(\theta) + L + \pi D$$

Q12. En associant les deux relations obtenues dans les deux questions précédentes, montrer que $L(\theta) + e(\theta) = \text{cste}$ et préciser cette constante en fonction des données du problème.

$$\cancel{L_1} + \cancel{L_2} + \cancel{\pi D} = \cancel{L_1} + \cancel{L_2} + e(\theta) + L + \cancel{\pi D}$$

$$\text{d'où} \quad L(\theta) + e(\theta) = L_1 + L_2$$

Q13. Donner la fermeture géométrique entre les points A, B et C sous forme vectorielle ainsi que les deux projections dans la base $(\vec{x}_0, \vec{y}_0)$.

$$\vec{AB} + \vec{BC} = \vec{AC} \quad \text{mit} \quad L_1 \cdot \vec{x}_0 + (L_2 + e(\theta)) \cdot \vec{x}_2 = L \cdot \vec{x}_1$$

$$\text{avec} \quad \vec{x}_2 = \cos \theta \cdot \vec{x}_0 + \sin \theta \cdot \vec{y}_0$$

$$\vec{x}_1 = \cos \alpha \cdot \vec{x}_0 + \sin \alpha \cdot \vec{y}_0$$

$$\text{d'où} : \quad \begin{cases} L_1 + (L_2 + e(\theta)) \cos \theta = L \cdot \cos \alpha \\ (L_2 + e(\theta)) \sin \theta = L \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Q14. À l'aide des deux relations scalaires précédentes, exprimer la relation $L(\theta)^2$ en fonction de L_1 , L_2 , $e(\theta)$ et de θ .

On élève au carré, puis on fait la somme :

$$L(\theta)^2 = (L_1 + (L_2 + e(\theta)) \cos \theta)^2 + (L_2 + e(\theta))^2 \sin^2 \theta$$

Q15. En utilisant la relation mise en place à la question **Q12**, exprimer la relation $e(\theta)$ en fonction de L_1 , L_2 et de θ en la mettant sous la forme : $e(\theta) = \frac{F[1 - \cos(\theta)]}{G + H \cos(\theta)}$. On explicitera F , G et H en fonction de L_1 et de L_2 .

$$L(\theta)^2 = (L_1 + L_2 - e(\theta))^2 \quad [\text{Q12}]$$

avec l'expression de la Q14 :

$$\begin{aligned} L(\theta)^2 &= L_1^2 + (L_2 + e(\theta))^2 + 2L_1(L_2 + e(\theta)) \cos \theta \quad \text{d'après Q14} \\ L_1^2 + L_2^2 + e(\theta)^2 + 2L_1L_2 - 2L_1e(\theta) - 2L_2e(\theta) &= \\ L_1^2 + L_2^2 + e(\theta)^2 + 2L_2e(\theta) + 2L_1L_2 \cos \theta + 2L_1e(\theta) \cos \theta &= \\ e(\theta) [L_1(1 + \cos \theta) + 2L_2] &= L_1L_2 [1 - \cos \theta] \end{aligned}$$

$$e(\theta) = L_1L_2 \cdot \frac{1 - \cos \theta}{L_1(1 + \cos \theta) + 2L_2} = L_1L_2 \frac{1 - \cos \theta}{L_1 + 2L_2 + L_1 \cos \theta}$$

Par identification terme à terme :

$$\begin{aligned} F &= L_1L_2 \\ G &= L_1 + 2L_2 \\ H &= L_1 \end{aligned}$$

5/2

Q16. Déterminer l'expression du moment d'inertie équivalent J_{eq} de la partie orientable, ramenée sur l'axe de rotation du moteur. Comparer son ordre de grandeur avec J et conclure.

On exprime l'énergie cinétique, avec J_{eq} :

$$E_c (I/k) = \frac{1}{2} J_{eq} \dot{\theta}_m^2, \text{ or}$$

$$\begin{aligned} E_c (I/k) &= E_c (R_{rot}/k) + E_c (m_{am}/k) \\ &= \frac{1}{2} J \dot{\theta}_m^2 + \frac{1}{2} m d^2 \dot{\theta}^2 \quad \text{avec } \dot{\theta} = K_r \dot{\theta}_m \\ &= \frac{1}{2} (J + m d^2 K_r^2) \dot{\theta}_m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Soit } J_{eq} &= J + m \cdot K_r^2 \simeq 42 \cdot 10^{-7} + 2 \cdot 0,15^2 \cdot 2,2 \cdot 10^{-4} \\ J_{eq} &\simeq 4,2 \cdot 10^{-6} + 2,5 \cdot 10^{-5} \simeq 29,2 \cdot 10^{-6} \text{ kg m}^2 \end{aligned}$$

Si J est inférieure (facteur 5) à l'inertie du reste du mécanisme. Pas tout à fait négligeable quand même ...

Numéro
d'inscriptionNuméro
de table

Né(e) le

Nom : _____

Prénom : _____

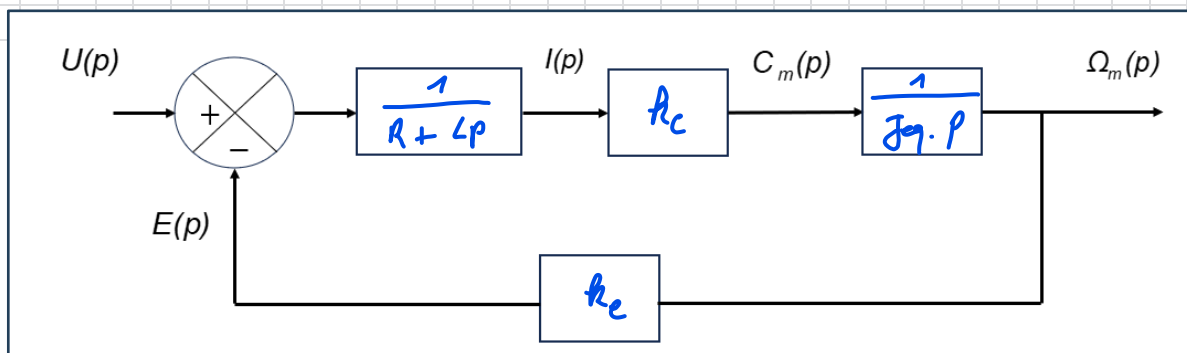
Emplacement
QR CodeFilière : **MP**Session : **2025**Épreuve de : **SCIENCES INDUSTRIELLES****Consignes**

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

MP7SI

Q17. Déterminer les transformées de Laplace des équations (1) à (4) du moteur en considérant des conditions initiales nulles. Compléter les blocs correspondants sur le schéma bloc par les transmittances manquantes.

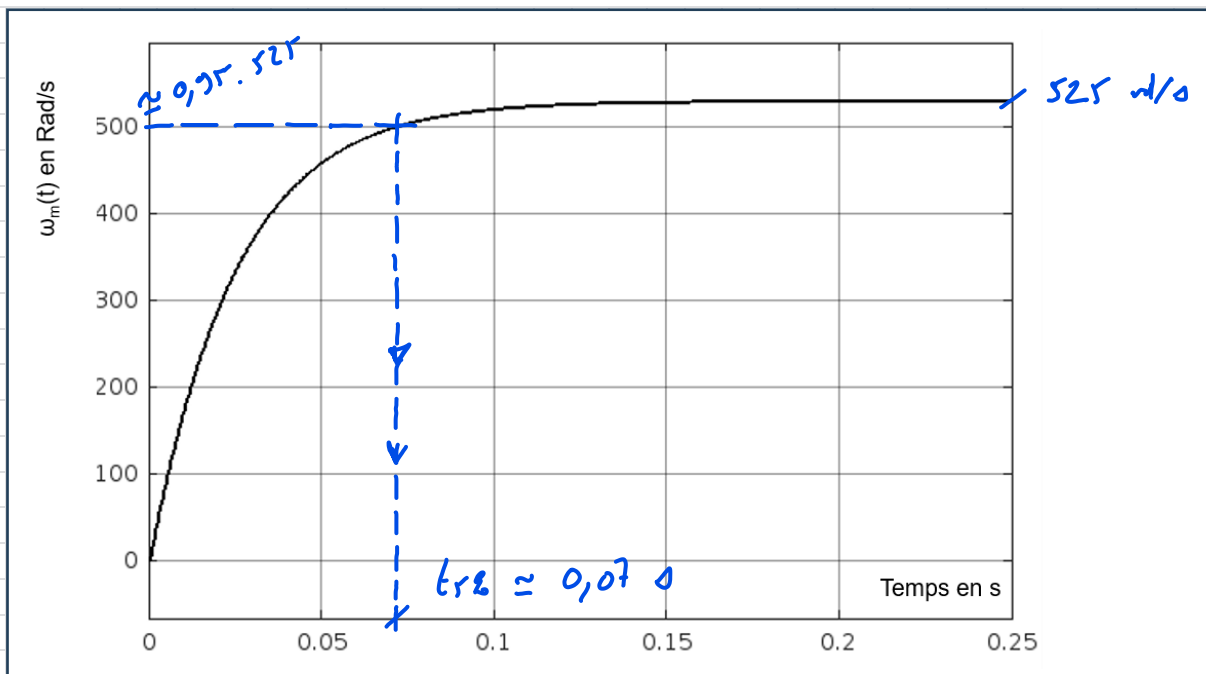
(1) $U(p) - E(p) = (R + Lp) I(p)$ (2) $C_m(p) = k_c \cdot I(p)$
(3) $E(p) = k_e \cdot \Omega_m(p)$ (4) $C_m(p) - C_{re}(p) = J_{eq} \cdot p \cdot \Omega_m(p)$



Q18. Calculer $H_m(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U(p)}$ et la mettre sous la forme $H_m(p) = \frac{K_m}{1 + \tau_{em}p + \tau_{em}\tau_e p^2}$.

$$\begin{aligned}
 H_m(p) &= \frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{\frac{k_c}{(R + Lp)J_{eq}} \cdot p}{1 + \frac{k_c k_e}{(R + Lp)J_{eq}} \cdot p} = \frac{k_c}{k_c k_e + R J_{eq} p + L J_{eq} p^2} \\
 &= \frac{1/k_e}{1 + \frac{R J_{eq}}{k_c k_e} \cdot p + \frac{R J_{eq}}{k_c k_e} \cdot \frac{L}{R} \cdot p^2} \\
 &\left(\text{avec } K_m = 1/k_e ; \tau_{em} = \frac{R J_{eq}}{k_c k_e} ; \tau_e = \frac{L}{R} \right)
 \end{aligned}$$

Q19. À partir de la réponse $H_m(p)$ à un échelon de 10 V, identifier $H_m(p)$ et la mettre sous la forme canonique.



La tangente à l'origine semble oblique. On adoptera donc un modèle du premier ordre, avec $t_{re} \approx 3\tau \approx 0,07 \Rightarrow \tau \approx 0,023$ s

$$\text{et } \omega_m \approx 525 / 10 \approx 52,5 \text{ rad s}^{-1} \text{ V}^{-1}$$

Q20. Comparer les résultats des questions **Q18** et **Q19**. Expliquer les éventuels écarts.

On constate un écart entre les modèles : 2nd ordre versus 1^{er} ordre : simplification par le pôle dominant τ_m le second ordre s'écrit : $D(p) = 1 + \tau_m p + \tau_m \tau_e p^2$ et peu différent de : $D_g(p) = (1 + \tau_m p)(1 + \tau_e p)$
 car $\tau_e \approx 1,75 \cdot 10^{-4} \text{ s}$; $\tau_m \approx \frac{R I_{eq}}{b_c b_e} \approx \frac{941 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{37 \cdot 10^{-4}} \approx 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
 τ_e négligeable devant $\tau_m \Rightarrow$ 1^{er} ordre

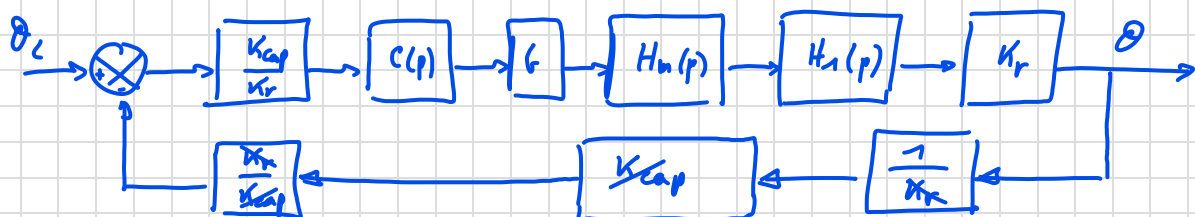
Q21. Déterminer $H_1(p)$, $H_2(p)$ et l'expression de K_a pour que le système soit correctement contrôlé.

$$\underline{H_1(p) = \frac{1}{p}} \quad (\text{intégrateur}) \quad \underline{H_2(p) = K_r}$$

$$\underline{K_a = \frac{K_{cap}}{K_r}} \quad \text{pour obtenir } \varepsilon = 0 \text{ qd } \vartheta = \vartheta_c$$

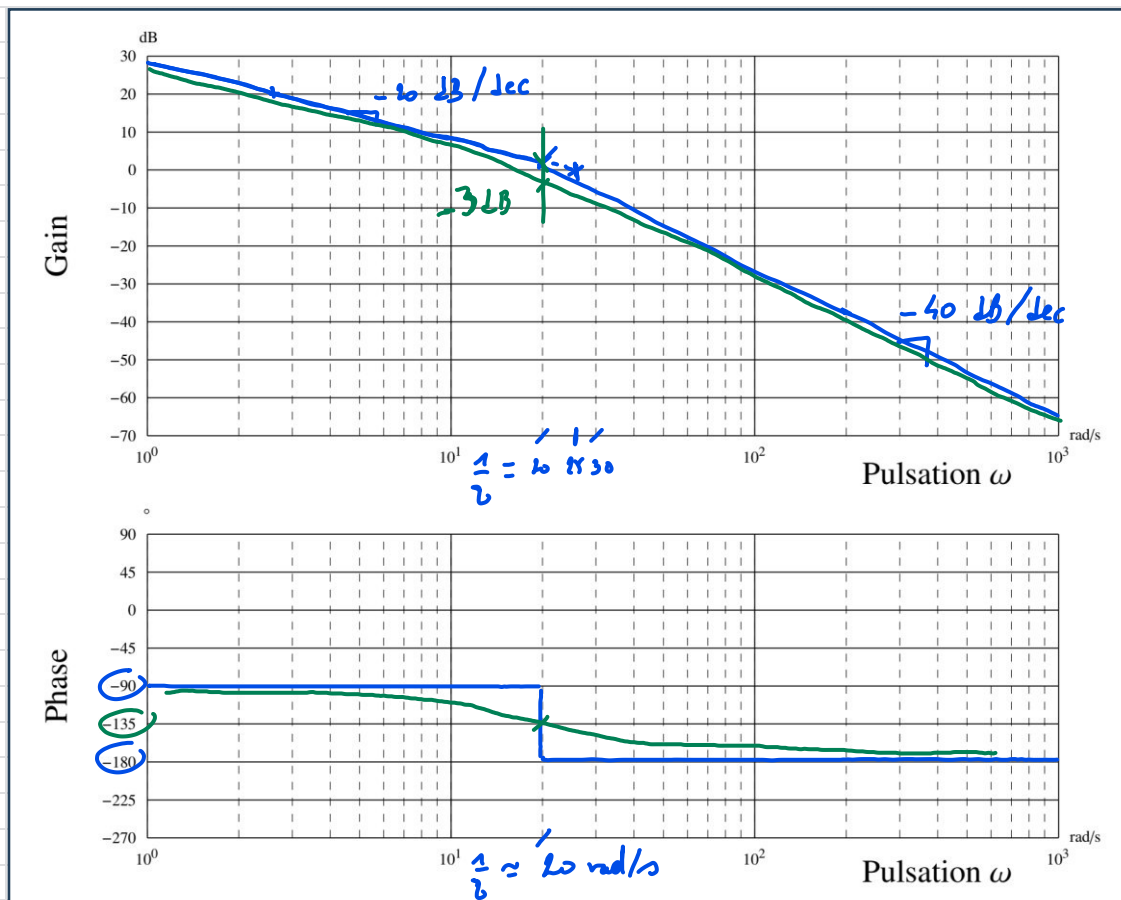
Q22. Déterminer $H(p)$ en fonction de K_{cor} , K_{cap} , G , K_m et de τ .

Passage à un schéma à retour unitaire :



$$\text{d'où } H_1(p) = \frac{K_{cap}}{K_r} \cdot K_{cor} \cdot G \cdot \frac{K_m}{1 + \tau p} \cdot \frac{1}{p} \cdot K_r$$

Q23. Représenter l'allure des diagrammes asymptotiques et réels pour le gain et la phase de la fonction de transfert $H(p)$ non corrigée (avec $K_{cor} = 1$). On précisera les caractéristiques particulières (valeur de pulsation, pente en dB/dec, etc.).



$$H(p) = \frac{25}{(1 + 0,05 p) p}$$

Gain : 1^{ère} asymptote à 20 dB pr 25 rad/s
pente -1

coultre à 20 rad/s

Q24. Compléter le tableau des performances pour le système non corrigé dans le cas d'un système non perturbé.

Performance	Critère	Niveau	Validation : oui ou non
Stabilité	Marge de Phase	$45^\circ < 80^\circ$	non
	Marge de Gain	$+ \infty > 20 \text{ dB}$	oui
	Dépassement	$22\% > 2\%$	non
Précision	Erreur statique	0	oui
Rapidité	Temps de réponse à 5 %	$0,35 \text{ s} < 1 \text{ s}$	non, trop rapide

Numéro
d'inscription

--	--	--	--	--

Numéro
de table

--	--	--	--	--	--

Né(e) le

--	--	--	--	--	--	--	--

Nom : _____

Prénom : _____

Emplacement
QR CodeFilière : **MP**Session : **2025**Épreuve de : **SCIENCES INDUSTRIELLES**

Consignes

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

MP7SI

Q25. Proposer une origine physique du couple résistant équivalent ramené sur l'axe moteur $C_{re}(t)$ (en dehors des frottements). Préciser dans quel bloc du schéma de la **figure 8** intervient cette perturbation.

Sur un terrain incliné, la pesanteur provoquera une perturbation, à insérer en tant que C_{re} sur $H_m(p)$ à décomposer

Q26. Déterminer si l'exigence sur la contribution à l'erreur due à cette perturbation de type échelon est validée en justifiant votre réponse. Proposer et justifier le choix d'un correcteur approprié.

Avec un correcteur proportionnel, la classe de la fonction devant à l'insertion de la perturbation est nulle $\Rightarrow$ on aura une erreur finie (non nulle), sans doute > 10 . Pour assurer une erreur statique de régulation nulle, il est préférable d'utiliser un correcteur I.I.

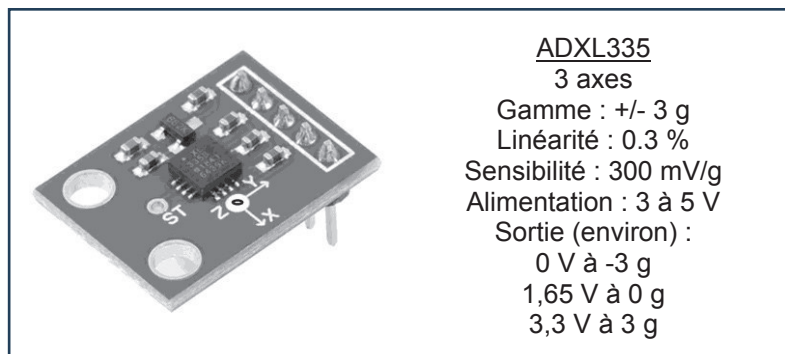
Q27. Proposer un couple de valeur pour K_i et τ_i parmi les valeurs proposées afin de valider les exigences du cahier des charges. Faire une synthèse.

En vérifiant le critère du dépassement $< 2\%$, seul le réglage avec $\tau_i = 100\text{ s}$ convient, avec $\eta_i = 0,1$, $t_{sg} \approx 1\text{ s}$ - Les erreurs statiques sont nulles, et $\pi\varphi \approx 84^\circ$; $\pi\zeta = +\infty$ - Tous les critères sont respectés

- Q28.** Déterminer dans quel cas la tension maximale admissible pour le moteur a été dépassée. Proposer un composant à disposer en sortie de variateur afin de limiter la tension d'alimentation du moteur. Préciser l'influence de ce composant sur la performance de rapidité pour le cas d'échelon de forte amplitude.

La tension maximale est dépassée pour un système sans protection et pour un échelon de grande amplitude (50°) -
 Il faut intercaler une saturation (limiteur de tension)
 Ce composant ralentit le système, comme on le voit sur la simulation à 50°, (sans) où t_{r2} est voisin de 2s.

- Q29.** Que mesure-t-on avec A_x ? Déterminer les grandeurs permettant d'obtenir l'offset en incréments. Donner la valeur de l'offset en tension exprimé en Volt. Est-ce en accord avec la documentation technique ?



Avec A_z , à l'immobilité, on mesure g
 On obtient 5 V / 1024 incréments soit $\approx 5 \text{ mV} / \text{incrément}$
 $A_y = A_z = 336 \text{ incréments} \leftrightarrow V_y = V_z = 1,68 \text{ V} - 2,4\%$
 $V_y = V_z \approx 1,65 \text{ V}$

Q30. Déterminer le gain du capteur en mV/g avec g, l'accélération de la pesanteur. Est-ce en accord avec la documentation technique ?

ΔA_x mesure 1 g $\Delta A_x = 75 \text{ inc} \leftrightarrow \Delta V_x \approx 0,5 \text{ V}$
 On obtient une sensibilité d'environ 350 mV/g,
 du même ordre de grandeur que les 300 mV/g de la documentation.

Q31. Compléter le tableau en donnant la signification des lignes 23, 24, 25, 26 et 28 à l'aide de l'annexe 2.

L23	Supprime les caractères de fin de ligne "\n"
L24	Remplace les virgules par des points
L25	Stocke les éléments de la chaîne de caractère dans une liste, en extrayant chaque élément séparé par une espace "\t"
L26	Ajoute la ligne en tant que liste, dans la liste des résultats (liste de liste)
L28	transfère les éléments de la première ligne à la liste "legende" - éléments non convertibles en nb

Q32. Déterminer le type de données « resu » et « resufloat » ? Donner leur premier élément et leur dimension. Donner la ligne de code permettant maintenant d'obtenir la liste temps (float).

resu : type liste de listes de chaînes de caractères
 1^{er} élément : dimension : 120 éléments
 ["0", "0,040649", "0,013535", "-1,00293"]

resufloat : type liste de listes de floats
 1^{er} élément : [0,0.040649, 0.013535, -1.00293]
 dimension : 120

temps = [x[0] for x in resufloat] : liste des temps

Q33. Donner l'équation différentielle reliant $A(t)$ et $A_f(t)$.

$$A_f(t) + \tau \frac{dA_f(t)}{dt} = A(t)$$

Q34. Donner l'expression de A_{i+1}^f en fonction de A_i^f , A_i , t_{i+1} , t_i et de τ en utilisant la méthode d'Euler explicite. Proposer une valeur pour A_0^f .

$$A_f(t_i) + \tau \frac{A_f(t_{i+1}) - A_f(t_i)}{t_{i+1} - t_i} = A(t_i), \text{ d'où}$$

$$A_{i+1}^f = A_i^f + (A_i - A_i^f) \frac{t_{i+1} - t_i}{\tau}$$

On propose $A_0^f = A_0$

Q35. Donner la fonction **Filtrage(A, temps, f)** qui prend pour argument une liste A des mesures à filtrer (float), une liste temps (float), de même dimension, représentant le temps et f la fréquence de coupure du filtre passe-bas (float) et qui renvoie une liste Af (float) des mesures filtrées par cette méthode.

```
def Filtrage(A, temps, f):
    Af = [A[0]]
    for i in range(len(A) - 1):
        af = Af[-1] + (A[i] - Af[-1]) * (temps[i+1] - temps[i])
        # (2 * np.pi * f)
        Af.append(af)
    return Af
```



Numéro
d'inscription

Numéro
de table

Né(e) le

Nom : _____

Prénom : _____

Emplacement
QR Code

Filière : **MP**

Session : **2025**

Épreuve de : **SCIENCES INDUSTRIELLES**

Consignes

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

MP7SI

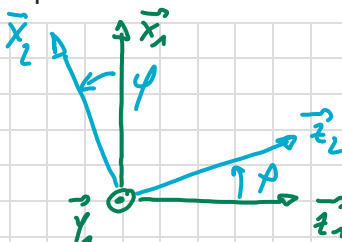
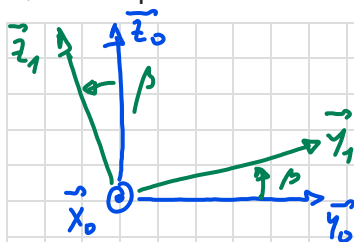
Q36. Quelle est l'influence de la fréquence de coupure f sur la qualité du filtrage ?

On voit que un filtrage basse fréquence ne prend pas compte des variations, et qu'un filtrage à trop haute fréquence laisse le bruit.

Q37. Donner un encadrement de la fréquence de coupure f utilisée.

$f \in]2; 20\text{ Hz}[$

Q38. Représenter les deux figures planes de travail.



Q39. Après avoir déterminé l'expression des accélérations A_{x2} , A_{y2} et A_{z2} en fonction de g , β et de φ , déterminer les expressions de β et de φ en fonction de A_{x2} , A_{y2} et de A_{z2} dans le cas où β et φ varient de 0 à $\pi/2$.

$$\vec{g} = -g \vec{z}_0 = -g (\cos \beta \cdot \vec{z}_1 + \sin \beta \cdot \vec{y}_2)$$

$$\text{avec } \vec{z}_1 = \cos \varphi \cdot \vec{z}_2 - \sin \varphi \cdot \vec{x}_2$$

$$\text{d'où } \vec{g} = -g [-\cos \beta \cdot \sin \varphi \cdot \vec{x}_2 + \sin \beta \cdot \vec{y}_2 + \cos \beta \cdot \cos \varphi \cdot \vec{z}_2]$$

$$\text{donc } A_{x2} = g \cdot \cos \beta \cdot \sin \varphi$$

$$A_{y2} = -g \cdot \sin \beta$$

$$A_{z2} = -g \cdot \cos \beta \cdot \cos \varphi$$

$$\text{d'où } \varphi = -\arctan(A_{x2}/A_{z2})$$

$$\beta = -\arcsin(A_{y2}/g)$$

sous réserve de
la convention de
signe, qui semble
inversée sur le
schéma Tableau 4 :

$$\vec{g} = +g \cdot \vec{z}_0$$

Q40. Déterminer l'expression littérale de l'accélération $\overline{a_{M \in \text{capteur}/O}}$ du point M appartenant au capteur par rapport au sol. En déduire une valeur approchée de sa norme. Comparer cette valeur à g . Conclure sur la validité de la mesure d'inclinaison lors du cas test à l'aide de l'hypothèse de la sous-partie III.4.

$$\vec{a}(M \in \text{capteur}/O) = -r\dot{\beta}^2 \cdot \vec{Y}_1$$

$$\|\vec{a}\| \simeq 2 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{25}{5}\right)^2 \simeq 2,88 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-2} \ll g$$

On pourra négliger l'accélération due au mouvement devant celle de la pesanteur (facteur $1/300$)

L'hypothèse de mouvement faible ($< 56 \text{ g}$) est vérifiée

Q41. Donner la fonction **ContrôleA(A)** qui prend pour argument une liste A (norme de l'accélération - float) et qui renvoie le nombre de valeurs hors critère (int), le pourcentage de valeurs hors critère (float) et la valeur de la séquence consécutive et maximum de valeurs hors critère sur l'ensemble de l'échantillon (float).

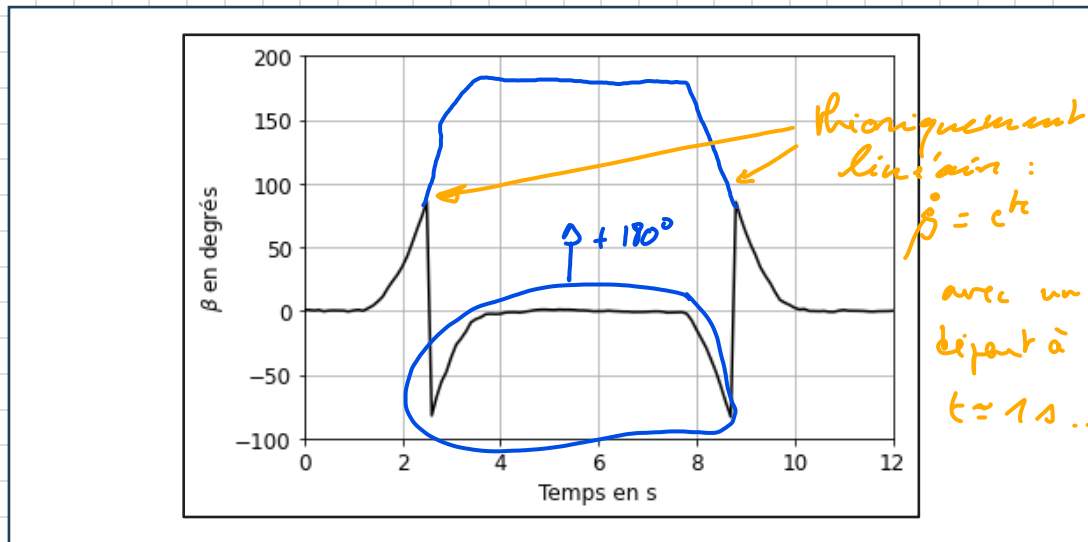
```
def ContrôleA(A) :
    hc, g = 0.05, 9.81
    n, seq_hc, seq_hc_max, i_seq = 0, [], [], 0
    for i in range(len(A)) :
        if abs(A[i] - g) > hc :
            n += 1
            if i - i_seq == 1 :
                seq_hc.append(A[i])
            if len(seq_hc) > len(seq_hc_max) :
                seq_hc_max = [a for a in seq_hc]
            seq_hc = []
    return n, n / len(A) * 100, max(seq_hc_max)
```

Je comprends qu'il faut conserver la valeur max de la séquence la plus longue de valeurs hors critère ↗ (ou moyenne?)

en fait, ici, la dernière (si égalité de longueur)

... code établi sous toutes réserves ...

Q42. Donner, sur le graphe de la courbe de tangage du **Document Réponse**, l'allure de la courbe que l'on devrait réellement obtenir dans le cas du test de retournement en la superposant à la courbe de tangage fournie. Déterminer la cause de la discontinuité observée.



l'arc tan est définie de $]-\infty, +\infty[\rightarrow]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}[$
 ce qui provoque un décalage de $-\frac{\pi}{2}$, soit -180°
 d'où la discontinuité.

Q43. Donner la fonction `Tangagecorrige(beta, accz, accy)` qui prend pour argument une liste `beta` (angle β en degrés - float) précédemment obtenue, une liste `accz` (float) de l'accélération filtrée A_z et une liste `accy` (float) de l'accélération filtrée A_y (de même dimension que la liste `beta`). Cette fonction, effectuant simplement un correctif de l'angle β , renvoie une liste `betacor` (float) de l'angle de tangage β corrigé en tenant compte des différents cas identifiés dans la **figure 19** hormis celui de la dernière ligne.

```
def Tangagecorrige ( beta, accz, accy ) :
    betacor = []
    for i in range( len( beta ) ) :
        if accz[i] > 0 :
            betacor.append( beta[i] )
        elif accz[i] < 0 :
            if accy[i] >= 0 :
                betacor.append( beta[i] + 180 )
            else :
                betacor.append( beta[i] - 180 )
        elif accz[i] == 0 :
            if accy[i] > 0 :
                betacor.append( 180 )
            if accy[i] < 0 :
                betacor.append( -180 )
```

disponible si on copie beta dans betacor initialement



Numéro
d'inscription

Numéro
de table

Né(e) le

Nom : _____

Prénom : _____

Emplacement
QR Code

Filière : **MP**

Session : **2025**

Épreuve de : **SCIENCES INDUSTRIELLES**

Consignes

- Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer
- Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir
- Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)
- Numéroté chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

MP7SI

Q44. Donner la différence entre les attributs encadrés et les attributs soulignés.

attributs encadrés : clés primaires de chaque table
↳ soulignés : clés étrangères utiles pour la
jointure des tables

Q45. Écrire une requête SQL permettant de renvoyer les dates de début et de fin de l'étude du site de nom "SITE1".

```
SELECT Dates  
FROM Site  
WHERE nom = "SITE1"
```

Q46. Écrire une requête SQL permettant de déterminer la durée passée à étudier les zones du site de nom "SITE1".

```
SELECT SUM(durée)  
FROM zone  
JOIN Site ON Site.refsite = zone.refsite  
WHERE Site.nom = "SITE1"
```

Q47. Écrire une requête SQL permettant de renvoyer les listes temps, grandeur1 et grandeur3 de la première mesure (numérotée 1, valeur à utiliser dans la requête) de la deuxième zone (numérotée 2, valeur à utiliser dans la requête) effectué sur le site de nom "SITE1".

```
SELECT temps, grandeur1, grandeur3
FROM Mesure
JOIN zone ON Mesure.refzone = zone.refzone
JOIN Site ON zone.refsite = Site.refsite
WHERE refmesure = 1 AND Refzone = 2 AND nom = 'SITE1'
```

Synthèse globale de l'étude

Q48. En prenant comme point de départ l'objectif global fixé et la démarche proposée présentés en début de sujet, réaliser une synthèse reprenant les différents points abordés dans le cadre de cette étude. Conclure sur l'aptitude des solutions retenues à satisfaire les exigences du cahier des charges abordées au cours de l'étude.

PARTIE 1 :

- ratio de franchissement : vérifié (Id : 1.2.1)
- relation entre angle d'inclinaison de l'avant et longueur de la partie avant établie. (Id : 1.2.3.1.1. vérifié)

PARTIE 2 :

- commande de l'inclinaison avec correction : critères de précision, stabilité et rapidité validés (Id : 1.2.3.1.2)

PARTIE 3 :

- Contrôle de la stabilité : la gestion des données du capteur et la mesure de l'angle β est faite (Id 1.2.2. partielle)

PARTIE 4 :

- Edition d'un rapport d'études : validé

FIN