Numéro d'inscription

Numéro de table

Né(e) le

Nom : ______________________

Prénom : ______________________

Emplacement QR Code

Filière : PSI

Session : 2025

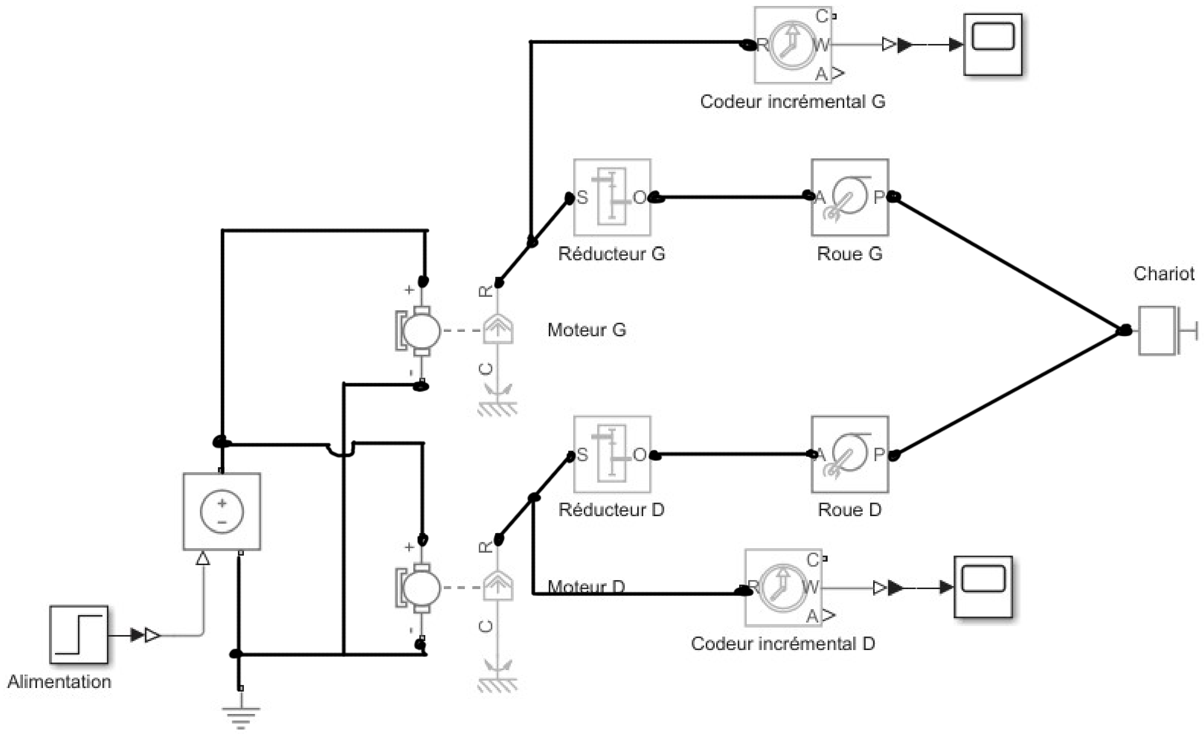
Épreuve de : Sciences Industrielles de l'Ingénieur

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)*
- *Numéroter chaque page (cadre en bas à droite)*
- *Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre*

DOCUMENT RÉPONSE

Ce Document Réponse doit être rendu dans son intégralité.

Q1 - Lien entre les blocs



Q2 - Vitesse maximale V_{max} du pont. Conclusion

$V_{max} = r \cdot \omega_{roue} = r \cdot k \cdot \omega_{max} = 0{,}2 \cdot \frac{1}{24} \cdot 180$

$= \frac{36}{24} = 1{,}5 \ m/s$

On a donc $\Delta T = \frac{D}{V_{max}} \approx 2{,}7 \ s < 6 \ s$ donc le tps de dépla-
-cement est bien respecté.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Q3 - Graphe de liaisons du modèle complet pont/rails

Q4 - Mobilités utiles et internes. Degré d'hyperstatisme

Q5 - Réglages à prévoir

Q6 - Démonstration de $T_2 = 0$

J'isole 2 soumis aux actions mécaniques extérieures suivants :

- 0 → 2 ✓
- pont → 2 ✗

J'écris le th. des moments en O_2 et en projection sur $\vec{y}$:

$$\vec{M}_{O_2, 0 \to 2} \cdot \vec{y} + \underbrace{\vec{M}_{O_2, pont \to 2} \cdot \vec{y}}_{=0} = \vec{\delta}_{O_2, 2/0} \cdot \vec{y} = 0$$

car masse et inertie des roues négligées

$$\vec{M}_{O_2, 0 \to 2} \cdot \vec{y} = \cancel{\vec{M}_{I_2, 0 \to 2}} \cdot \vec{y} + (\underbrace{\overrightarrow{O_2 I_2}}_{-r \cdot \vec{z}} \wedge (N_2 \cdot \vec{z} - T_2 \cdot \vec{x})) \cdot \vec{y} = r \cdot T_2$$

On a donc $r \cdot T_2 = 0$ et donc $T_2 = 0$.

il y a un pb dans le sujet, c'est bien le demi-pont

Q7 - Trois relations issues du Principe Fondamental de la Dynamique

sinon il y a un pb. avec les valeurs ~~de~~ A et B données après.

J'isole $\{1, 2, \frac{1}{2} \text{pont}\}$ soumis à :

- 0 → 1
- 0 → 2
- poids → $\frac{1}{2}$ pont

- Le th. des résultantes en proj° sur $\vec{x}$ donne :

$$-T_1 - \cancel{T_2} = \frac{M}{2} \cdot (-\gamma)$$

donc $T_1 = \frac{M}{2} \cdot \gamma$

- Le th. des résultantes en proj° sur $\vec{z}$ donne :

$$N_1 + N_2 - \frac{M}{2} \cdot g = 0$$

- Le th. des moments en G et en proj° sur $\vec{y}$ donne :

$$\vec{M}_{G, 0 \to 1} \cdot \vec{y} + \vec{M}_{G, 0 \to 2} \cdot \vec{y} + \underbrace{\vec{M}_{G, pes \to \frac{1}{2}pont} \cdot \vec{y}}_{=0} = \underbrace{\vec{\delta}_{G, \{1, 2, \frac{1}{2}pont\}/0} \cdot \vec{y}}_{=0}$$

▷ $\vec{M}_{G, 0 \to 1} \cdot \vec{y} = \cancel{\vec{M}_{I_1, 0 \to 1}} \cdot \vec{y} + (\underbrace{\overrightarrow{GI_1}}_{-h_c \cdot \vec{z} - \frac{L_c}{2} \cdot \vec{x}} \wedge (-T_1 \cdot \vec{x} + N_1 \cdot \vec{z})) \cdot \vec{y}$

$= h_c \cdot T_1 + \frac{L_c}{2} \cdot N_1$

▷ $\vec{M}_{G, 0 \to 2} \cdot \vec{y} = -\frac{L_c}{2} \cdot N_2$

Donc

$$h_c \cdot T_1 + \frac{L_c}{2} \cdot N_1 - \frac{L_c}{2} \cdot N_2 = 0$$

Q8 - Expression de A et de B

On a : $N_1 + N_2 = \frac{M}{2} \cdot g$

$N_1 - N_2 = -\frac{\cancel{2} \cdot h_c}{L_c} \cdot \frac{M}{\cancel{2}} \cdot \gamma$

Donc : $N_1 = \frac{M}{4} \cdot g - \frac{h_c}{2 \cdot L_c} \cdot M \cdot \gamma$

et $N_2 = \frac{M}{4} \cdot g + \frac{h_c}{2 \cdot L_c} \cdot M \cdot \gamma$

Donc : $N_1 = \frac{M}{2} \cdot \left(\frac{g}{2} - \frac{h_c}{L_c} \cdot \gamma \right)$ donc $B = \frac{g}{2}$ et $A = \frac{h_c}{L_c}$

et $N_2 = \frac{M}{2} \cdot \left(\frac{g}{2} + \frac{h_c}{L_c} \cdot \gamma \right)$

Q9 - Expression de γ_{lim}. Application numérique

Il y a glissement (cas limite) si $\left| \frac{T_1}{N_1} \right| = f$ donc $\frac{T_1}{N_1} = f$

Donc si $\frac{\cancel{\frac{M}{2}} \cdot \gamma}{\cancel{\frac{M}{2}} \cdot (B - A \cdot \gamma)} = f$ donc $\gamma = B \cdot f - A \cdot f \cdot \gamma$

donc $\gamma = \gamma_{\text{lim}} = \frac{B \cdot f}{1 + A \cdot f}$

AN : $\gamma_{\text{lim}} \simeq \frac{5 \cdot 0{,}4}{1 + 0{,}5 \cdot 0{,}4} \simeq \frac{2}{1{,}2} \simeq 1{,}7 \text{ m/s}^2$

Q10 - Démonstration de l'équation du mouvement du pont. Expression de J et de $C_r(t)$

J'isole l'ensemble des pièces en mouv^t et je liste :

P_{int} : $P_{motrice} = 2 \cdot C_m \cdot \omega_m$

P_{ext} : $P_{pesanteur} = 0$ car le mouvement se fait à l'horizontal

$P_{effort\ résistant} = - F_r \cdot V$

$= - F_r \cdot k \cdot r \cdot \omega_m$

On a également :

$E_c(\Sigma/0) = \frac{1}{2} \cdot M \cdot V^2 + 2 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot J_m \cdot \omega_m^2 \right)$

toutes les pièces en mvt

$= \frac{1}{2} \cdot \underbrace{(M \cdot k^2 \cdot r^2 + 2 \cdot J_m)}_{J} \cdot \omega_m^2$

Le th. de l'énergie cinétique s'écrit :

$P_{ext} + P_{int} = \frac{d}{dt}(E_c(\Sigma/0))$

Et donc :

$2 \cdot C_m \cdot \cancel{\omega_m} - F_r \cdot k \cdot r \cdot \cancel{\omega_m} = J \cdot \cancel{\omega_m} \cdot \dot{\omega}_m$

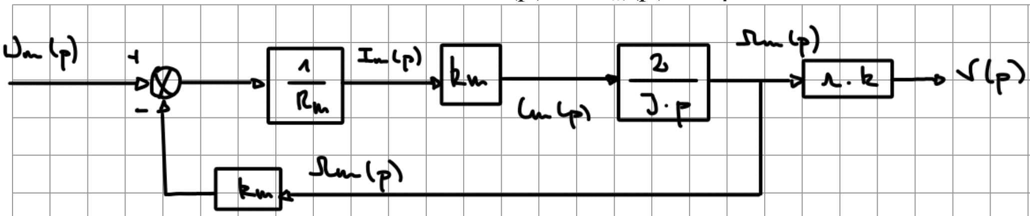
Donc

$2 \cdot C_m - F_r \cdot k \cdot r = J \cdot \dot{\omega}_m$

Avec $C_r = F_r \cdot k \cdot r$

et $J = M \cdot k^2 \cdot r^2 + 2 \cdot J_m$

Q11 - Fonction de transfert reliant $V(p)$ et $U_m(p)$. Expression des constantes caractéristiques



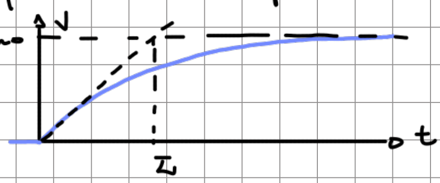
On a donc : $\dfrac{V(p)}{U_m(p)} = r.k.\dfrac{\frac{1}{R_m}\cdot\frac{2}{J.p}\cdot k_m}{1+k_m^2\cdot\frac{1}{R_m}\cdot\frac{2}{J.p}} = \dfrac{2.r.k.k_m}{2.k_m^2+R_m.J.p}$

Donc $\dfrac{V(p)}{U_m(p)} = \dfrac{\frac{r.k}{k_m}}{1+\frac{R_m.J}{2.k_m^2}.p}$

Q12 - Expression de l'accélération initiale. Application numérique et conclusion

Pour un 1er ordre de gain K et de constante de temps τ, pour une entrée en échelon U_{m0}, la pente à l'origine vaut :

$\gamma_{max} = \dfrac{K.U_{m0}}{\tau}$



Donc $\gamma_{max} = \dfrac{\frac{r.k}{k_m}.U_{m0}}{\frac{R_m.J}{2.k_m^2}} = \dfrac{2.r.k.k_m}{R_m.J}.U_{m0}$

AN: $\gamma_{max} = \dfrac{\cancel{2}.0,2.\frac{1}{24}.0,2}{\cancel{2}.0,016}.36 = \dfrac{0,04}{0,016}.\dfrac{36}{24} = 1,5.\dfrac{4}{1,6} \simeq 3,75\ m/s^2$

On a $\gamma_{max} > \underbrace{\gamma_{lim}}_{1,7 m/s^2}$ donc il y aura glissement (ce qui ne respecte pas le cahier des charges - Q° 9).

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Q13 - Expression de T_m. Application numérique

On a : $D = \int_0^{t_{final}} V(t).dt$ = aire sous la courbe = $V_{max} \cdot (T_m + t_a)$

Et donc : $T_m = \dfrac{D}{V_{max}} - t_a \simeq \dfrac{4}{1} - 0{,}4 \simeq 3{,}6\ s$

Q14 - Vérification des critères du cahier des charges

Critères	Valeur imposée	Valeur relevée	Respect du critère
Distance de déplact	4 m	4 m	oui
Tps de déplacement	6 s	$\simeq$ 6 s	oui
Accélérat° maximale	1,7 m/s^2	1,6 m/s^2	oui

Q15 - Nombre de données disponibles dans la base de données. Nombre de données utilisées pour les tests de validation

Nombre de données : 1481

" " " d'apprentissage : 1281

" " " de test : 1481 − 1281 = 200

Q16 - Méthode d'IA utilisée. Commentaires

Il s'agit d'une régression avec apprentissage supervisé et un réseau de neurones (MLPRegressor → Multi-Layer-Perceptron).

- 0,98 est le coefficient de corrélat° du modèle sur les données d'apprentissage.
- 0,97 est le " " entre les prédictions et les sorties de test : les données sont donc plutôt bien prédites

Q17 - Valeurs numériques de F_0 et A_0. Sens physique de ces grandeurs

- $F_0 \simeq 22\ N$
- $A_0 \simeq \dfrac{20\ N}{825\ mm/s} \simeq \dfrac{10}{0{,}4}\ N/(m/s) \simeq 25\ N/(m/s)$

F_0 est la force de frottement sec

A_0 " le coeff^t de " visqueux

Q18 - Calcul de la vitesse $\vec{V}(B_c, c/0)$ et de l'accélération $\vec{a}(B_c, c/0)$

$$\vec{V}(B_c, c/0) = \vec{V}(B_c, c/1) + \vec{V}(B_c, 1/0)$$

$$= \vec{V}(\cancel{B_2}, c/1) + \underbrace{\overrightarrow{B_cB_2}}_{L.\vec{z_c}} \wedge \overrightarrow{\Omega_{c/1}}^{\,\dot\theta.\vec{y}} + v(t).\vec{x_1}$$

$$\vec{V}(B_c, c/0) = -L.\dot\theta.\vec{x_c} + v.\vec{x_1}$$

et $\left.\dfrac{d\vec{x_c}}{dt}\right|_0 = \cancel{\left.\dfrac{d\vec{x_c}}{dt}\right|_c} + \overrightarrow{\Omega_{c/0}} \wedge \vec{x_c}$

$= -\dot\theta.\vec{z_c}$

$$\vec{a}(B_c, c/0) = -L.\ddot\theta.\vec{x_c} + L.\dot\theta^2.\vec{z_c} + \dot v.\vec{x_1}$$

Q19 - Démarche pour obtenir les deux équations de mouvements

A • J'isole c soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

- 1 → c (avec frottements)
- pdp → c

J'écris le th. de moments en B_2 et en projection sur $\vec{y}$.

$$\underbrace{\vec{M}_{B_2, 1\to c}.\vec{y}}_{= -f_c.\dot\theta} + \vec{M}_{B_2, pdp \to c}.\vec{y} = \vec{\delta}_{B_2, c/0}.\vec{y}$$

B • J'isole {1,c} soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

- 0 → 1 (avec frottements)
- pdp → c
- pdp → 1
- motorisation → 1

J'écris le th. des résultantes en projection sur $\vec{x}$.

$$\underbrace{\vec{R}_{0\to 1}.\vec{x}}_{= -F_r} + \underbrace{\vec{R}_{pdp \to c}.\vec{x} + \vec{R}_{pdp\to 1}.\vec{x}}_{= 0} + \underbrace{\vec{R}_{motorisation \to 1}.\vec{x}}_{= F} = \vec{R}_{d\{1,c\}/0}.\vec{x}$$

Q20 - Développement des calculs et linéarisation

A. $\vec{M}_{B_2, pds \to c} \cdot \vec{y} = \cancel{\vec{M}_{B_c, pds \to c}} \cdot \vec{y} + (\underbrace{\vec{B_2 B_c}}_{-L \cdot \vec{z_c}} \wedge (-m \cdot g \cdot \vec{z})) \cdot \vec{y} = -L \cdot m \cdot g \cdot \sin\theta$

$\vec{\delta}_{B_2, c/0} \cdot \vec{y} = \underbrace{\vec{\delta}_{B_c, c/0}}_{=0} \cdot \vec{y} + (\vec{B_2 B_c} \wedge (m \cdot \vec{a}(B_c, c/0))) \cdot \vec{y}$ (masse ponctuelle en B_c)

$(\vec{z_c} \wedge \vec{x}) \cdot \vec{y} = \sin(-\theta + \frac{\pi}{2})$

$= \cos\theta$

$= (-L \cdot \vec{z_c} \wedge (m \cdot (-L \cdot \ddot{\theta} \cdot \vec{x_c} + L \cdot \dot{\theta}^2 \cdot \vec{z_c} + \dot{v} \cdot \vec{x_1}))) \cdot \vec{y}$

$= m \cdot L^2 \cdot \ddot{\theta} - m \cdot L \cdot \dot{v} \cdot \cos\theta$

Donc $\cancel{m} \cdot L^{\cancel{2}} \cdot \ddot{\theta} - \cancel{m} \cdot \cancel{L} \cdot \dot{v} \cdot \overbrace{\cos\theta}^{\simeq 1} = -\cancel{m} \cdot \cancel{L} \cdot g \cdot \overbrace{\sin\theta}^{\simeq \theta} - \frac{f_c}{m \cdot L} \cdot \dot{\theta}$

donc $L \cdot \ddot{\theta} - \ddot{x} + g \cdot \theta + f_v \cdot \dot{\theta} = 0$

B. $\vec{Rd}_{1/0} \cdot \vec{x} = M \cdot \ddot{x}$ et $\vec{R}_{d\, c/0} \cdot \vec{x} = m \cdot (-L \cdot \ddot{\theta} \cdot \vec{x_c} + L \cdot \dot{\theta}^2 \cdot \vec{z_c} + \dot{v} \cdot \vec{x_1}) \cdot \vec{x}$

$\simeq -m \cdot L \cdot \ddot{\theta} + m \cdot \ddot{x}$

donc $F - F_r = (M + m) \cdot \ddot{x} - m \cdot L \cdot \ddot{\theta}$

Q21 - Expressions des fonctions de transfert $H_x(p)$ et $H_\theta(p)$

On a (si $F_r = 0$) : $(M + m) \cdot p^2 \cdot X(p) - m \cdot L \cdot p^2 \cdot \theta(p) = K \cdot I(p)$

$(L \cdot p^2 + f_v \cdot p + g) \cdot \theta(p) = p^2 \cdot X(p)$

Donc $\left[(M + m) \cdot p^2 - m \cdot L \cdot p^2 \cdot \frac{p^2}{L \cdot p^2 + f_v \cdot p + g}\right] \cdot X(p) = K \cdot I(p)$

Après calculs : $H_x(p) = \frac{1}{p^2} \cdot \frac{K}{M + m} \cdot \frac{1 + \frac{f_v}{g} \cdot p + \frac{L}{g} \cdot p^2}{1 + \frac{f_v}{g} \cdot p + \frac{M \cdot L}{(M + m) \cdot g} \cdot p^2} = \frac{X(p)}{I(p)}$

et $H_\theta(p) = \frac{\theta(p)}{I(p)} = \frac{\theta(p)}{X(p)} \cdot \frac{X(p)}{I(p)} = \frac{K}{g \cdot (M + m)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{f_v}{g} \cdot p + \frac{M \cdot L}{(M + m) \cdot g} \cdot p^2}$

Q22 - Justification de la forme des courbes. Valeur asymptotique de l'angle et cohérence

- Pour $I(p) = \frac{i_0}{p}$: ▸ x évolue comme une parabole donc $H_x(p) \simeq \frac{K_x}{p^2}$
  ▸ θ a une évolution pseudo-périodique donc $H_\theta(p)$ est bien une f° de transfert d'ordre 2 avec $\xi < 1$.
- Il faudrait $\theta_\infty = \frac{K}{g \cdot (M + m)} \cdot i_0 \simeq \frac{50}{10 \cdot 250} \cdot 4 \simeq 0{,}1 \cdot \frac{4}{5} \simeq 0{,}08$ rad

On relève $\theta_\infty \simeq 4{,}5° \simeq 4{,}5 \cdot \frac{\pi}{180} \simeq 4{,}5 \cdot \frac{1}{60} \simeq \frac{5}{6} \cdot 0{,}1 \simeq 0{,}08$ rad COHÉRENT

Numéro d'inscription

Numéro de table

Né(e) le

Nom :

Prénom :

Emplacement QR Code

Filière : PSI

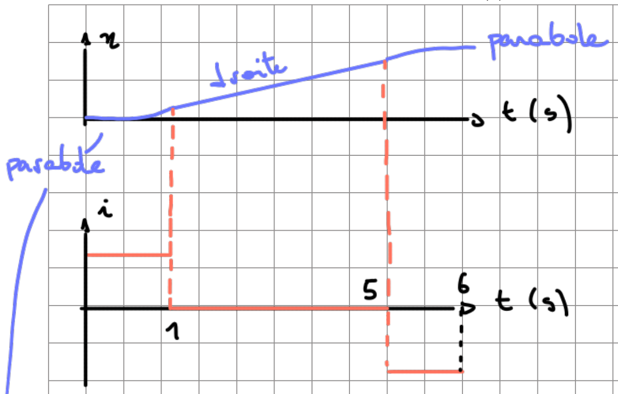
Session : 2025

Épreuve de : Sciences Industrielles de l'Ingénieur

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)
- Numéroter chaque page (cadre en bas à droite)
- Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre

PSI7SI

Q23 - Allure de la commande $i(t)$. Validation des critères du cahier des charges



$x(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (a = cte)$

donc $a = \frac{2 \cdot x(t)}{t^2}$

Critère	Valeur relevée	Respect
T=6 s max pour D=4 m	pour T=6s, on a D=4,4 m	Oui, mais le déplacement est trop grand
Angle maxi : 6°	$\theta_{max} = 9°$	NON
Tstabilisation < 2 s	$T_{stab°} \simeq 5$ s	NON
Accélération maxi de 1,7 m/s²	$a_{max} \simeq \frac{2 \times 0,5}{1^2} \simeq 1 \, m/s^2$	Oui

Q24 - Expression de la matrice Q

On veut $X = Q \cdot W$ avec :

$\theta = \frac{1}{g} \cdot \frac{d^2 w}{dt^2}$

$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{g} \cdot \frac{d^3 w}{dt^3}$

$x = w + L \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{d^2 w}{dt^2}$

$\frac{dx}{dt} = \frac{dw}{dt} + \frac{L}{g} \cdot \frac{d^3 w}{dt^3}$

$F = \frac{M.L}{g} \cdot \frac{d^4 w}{dt^4} + (M+m) \cdot \frac{d^3 w}{dt^3}$

On a donc :

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{L}{g} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \frac{L}{g} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{g} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{g} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & M+m & \frac{M.L}{g} \end{bmatrix}$$

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

Q25 - Fonction `calcXetTheta(sol_w, dt)`

```
def calcXetTheta(sol_w,dt):
    N = len(sol_w)
    x = [0]*N
    theta =[0]*N
    theta[0] = delta... # pour respecter les CI sur theta et dtheta
    theta[1] = 0....... # pour respecter les CI sur theta et dtheta
    for i in range(2,N):
        dw0 = (sol_w[i-1]-sol_w[i-2])/dt #dérivée à gauche en i-1
        dw1 = (sol_w[i]-sol_w[i-1])/dt #dérivée à gauche en i
        dw2 = (dw1 - dw0)/dt.... #dérivée seconde en i
        theta[i] = dw2/g...........
        x[i] = sol_w[i]+L*theta[i]
    return x, theta
```

$\theta = \frac{1}{g} \cdot \frac{d^2w}{dt}$

puis $x = w + L.\theta$

Q26 - Validation des critères du cahier des charges. Justification de la nécéssite de l'asservissement

Critère	Valeur relevée	Respect
T=6 s max pour D=4 m	pour T=5s, on a D=4 m	Oui
Angle maxi : 6°	$\theta_{max} = 8{,}5°$	NON → Il faut prévoir un asservissement pour améliorer ce critère.
Tstabilisation < 2 s	Pas de relevé possible	
Accélération maxi de 1,7 m/s²	$a_{max} \simeq \frac{2 \times 2{,}5}{2^2} \simeq 1{,}125\ m/s^2$	Oui

Q27 - Expression de la FTBO et justification du réglage du correcteur pour vérifier la stabilité

• $FTBO(p) = C(p) \cdot p \cdot H_x(p) = \frac{K_p \cdot (1 + T_i \cdot p)}{T_i \cdot p} \cdot p \cdot H_x(p)$

• $\arg(j\omega \cdot H_x(j\omega)) > -90°$ et donc $\arg(FTBO(j\omega)) > -180°$

On aura également $\lim_{\omega \to +\infty} G_{dB,FTBO}(\omega) = -\infty$ donc :

$M_{Gain} = +\infty > 0$ dB et $M_\varphi > 0°$ donc le système sera stable en boucle fermée.

Q28 - Identification de la forme de $pH_x(p)$. Valeur du gain K_x

• Je propose : $p.H_x(p) \simeq \frac{1}{p} . K_x$ avec $K_x \simeq 1 \ m.A^{-1}.s^{-2}$

$$[p.H_x(p)] = \frac{[K_x]}{[p]} = \frac{[K_x]}{rad/s} = \frac{[V(p)]}{[I(p)]} = \frac{m/s}{A}$$

donc $[K_x] = m.A^{-1}.s^{-2}$

• Une autre solution (plus compliqué mais plus réaliste) serait :

$$p.H_x(p) = \frac{K_x}{p} . \frac{1 + \frac{2.\xi_1}{\omega_{01}}.p + \frac{1}{\omega_{01}^2}.p^2}{1 + \frac{2.\xi_2}{\omega_{02}}.p + \frac{1}{\omega_{02}^2}.p^2}$$

Q29 - Erreur statique pour une entrée en échelon et erreur de traînage pour une entrée en rampe

• $FTBO(p) = C(p) . \frac{K_x}{p} = \frac{K_p.(1+T_i.p)}{T_i.p} . \frac{K_x}{p}$

• La FTBO est de classe 2 donc :

- l'erreur statique sera nulle pour une entrée en échelon.
- " de trainage " " " " " " rampe.

Q30 - Valeur de K_p

• On veut $G_{dB}(100 \ rad/s) = 0 \ dB = G_{dB,Correcteur}(100 \ rad/s) - 40 \ dB$

Gain de $p.H_x(p)$ avec le diagramme de Bode

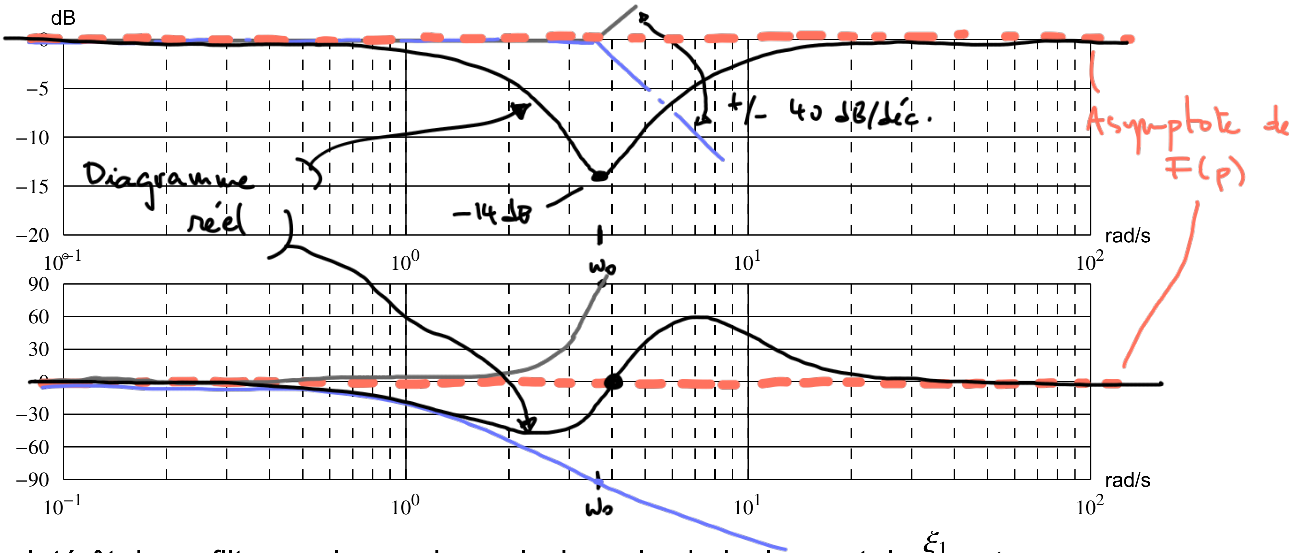
• Donc $20.\log\left(\left|\frac{K_p.(1+T_i.j.\omega)}{T_i.j.\omega}\right|\right) = 40 \ dB$ donc $K_p.\frac{\sqrt{1+T_i^2.\omega^2}}{T_i.\omega} = 100$

Donc $K_p = 100 . \frac{T_i.\omega}{\sqrt{1+T_i^2.\omega^2}}$ et $T_i.\omega \simeq 10^3$

Donc $K_p \simeq 100 \ m.A^{-1}.s^{-2}$

$20 \cdot \log(0{,}2) = 20 \cdot \log\left(\frac{2}{10}\right) = 20 \cdot \log(2) - 20 \simeq -14 \text{ dB}$

Q31 - Diagrammes de Bode asymptotiques et allure des diagrammes réels de ce filtre



Q32 - Intérêt de ce filtre sur la consigne ainsi que le choix de ω_0 et de $\frac{\xi_1}{\xi_2} < 1$

- Si $\frac{\xi_1}{\xi_2} < 1$: $|F(j.\omega_0)| = \frac{\xi_1}{\xi_2} \simeq 0{,}2 < 1$ il y a donc une anti-résonance.
- On veut atténuer les oscillations de l'angle d'une période d'environ 1,8 s et donc de pulsation $\frac{2\pi}{10} \simeq 3{,}5$ rad/s $\simeq \omega_0$.
le filtre va donc atténuer ces oscillations "parasites".

Q33 - Zones de a à f

a : Consigne de vitesse	b : Filtre réjecteur
c : Commande en vitesse (comparateur + correcteur)	d : Commande en courant (comparateur + correcteur)
e : Modélisat° mécanique (glissière + pivot)	f : Modélisat° du frottement

Q34 - Amélioration avec filtre. Validation des critères du cahier des charges

Critère	Valeur relevée	Respect
T=6 s max pour D=4 m	pour T=6 s, on a D = 4 m	Oui
Angle maxi : 6°	$\theta_{max} \simeq 6°$	oui
Tstabilisat° < 2 s	$T_{stab°} = 0$ s si on considère que l'angle reste inférieur à 1° à partir de t = 6 s.	oui
Accélération maxi de 1,7 m/s²	$a_{max} \simeq \frac{1}{0{,}4} \simeq 2{,}5 \text{ m/s}^2$	NON !

FIN