NOM :	Bidault	Prénom :	Jean-François

Q1. Compléter la fonction de chaque bloc de la chaîne de puissance, donner pour chaque bloc un exemple de composant technologique qui peu réaliser la fonction.

ALIMENTER / MODULER	MODULER / CONVERTIR	CONVERTIR / TRANSMETTRE	TRANSMETTRE / AGIR
Batterie / Hacheur Variateur	Hacher Variateur / Moteur	Moteur / train d'engrenage	train d'engrenage / pince

Q2. Passer dans le domaine de Laplace l'équation différentielle suivante. On notera I(p) et V(p) les fonctions dans le domaine de Laplace de i(t) et v(t).

$$J.\frac{d^3v(t)}{dt^3} + f.\frac{dv(t)}{dt} = T.\frac{di(t)}{dt} + R.i(t)$$

Dans le domaine de Laplace l'équation différentielle donne :

$$\boxed{p^3 J V(p) + f p V(p) = T p I(p) + R I(p)}$$

$$V(p)\left(p^3 J + f p\right) = I(p)\left(T p + R\right)$$

Q3. Déduire de la question précédente la fonction de transfert $H(p) = \frac{V(p)}{I(p)}$, puis la mettre sous forme canonique.

$$H(p) = \frac{V(p)}{I(p)} = \frac{Tp + R}{p^3 J + f p} = \boxed{\frac{Tp + R}{p\left(f + p^2 f\right)} = H(p)}$$

Q4. Donner l'ordre et la classe de la fonction de transfert $H(p) = \frac{V(p)}{I(p)}$.

L'ordre de la fonction de transfert est $\boxed{3}$ et la classe $\boxed{1}$

Soit le système ouvert à deux barres articulées :

$\overrightarrow{AB} = L_2\overrightarrow{x_2} \quad \overrightarrow{OA} = L_1\overrightarrow{x_1}$

$\vec{z}_0 = \vec{z}_1 = \vec{z}_2$

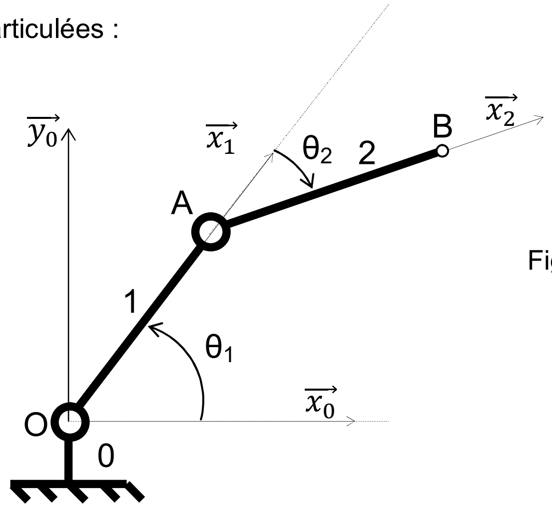


Figure 1

Q5. Appliquer la composition des vitesses pour déterminer $\overrightarrow{V_{B\in 2/0}}$, poser juste la composition et ne pas faire de calcul.

$$\boxed{\vec{V}_{B\in 2/0} = \vec{V}_{B\in 2/1} + \vec{V}_{B\in 1/0}} \quad (*)$$

Q6. En appliquant la formule de Varignon, déterminer $\overrightarrow{V_{B\in 2/0}}$ en fonction de L1, L2, $\dot{\theta}_1$ et $\dot{\theta}_2$.

$$\vec{V}_{B\in 2/1} = \underbrace{\vec{V}_{A\in 2/1}}_{=\vec{0}} + \overrightarrow{BA} \wedge \vec{\Omega}_{2/1} = -L_2\vec{x}_2 \wedge \dot{\theta}_2\vec{z}_2 = L_2\dot{\theta}_2\vec{y}_2$$

$$\vec{V}_{B\in 1/0} = \underbrace{\vec{V}_{O\in 1/0}}_{=\vec{0}} + \overrightarrow{BO} \wedge \vec{\Omega}_{1/0} = \left(-L_2\vec{x}_2 - L_1\vec{x}_1\right) \wedge \dot{\theta}_1\vec{z}_{12}$$

$$= L_2\dot{\theta}_1\vec{y}_2 + L_1\dot{\theta}_1\vec{y}_1$$

D'après (*)

$$\vec{V}_{B\in 2/0} = L_2\dot{\theta}_2\vec{y}_2 + L_2\dot{\theta}_1\vec{y}_2 + L_1\dot{\theta}_1\vec{y}_1 = L_2\left(\dot{\theta}_1+\dot{\theta}_2\right)\vec{y}_2 + L_1\dot{\theta}_1\vec{y}_1$$

Q7. Donner les composantes du torseur cinématique $\left\{\mathcal{V}_{2/1}^{\text{Pivot}}\right\}_A$.

$$\boxed{\left\{\mathcal{V}_{2/1}^{\text{Pivot}}\right\}_A = \left\{\begin{matrix}\dot{\theta}_2\vec{z}_0 \\ \vec{0}\end{matrix}\right\}_A}$$

Q8. Quels sont les trois critères d'évaluation des performances d'un asservissement ?

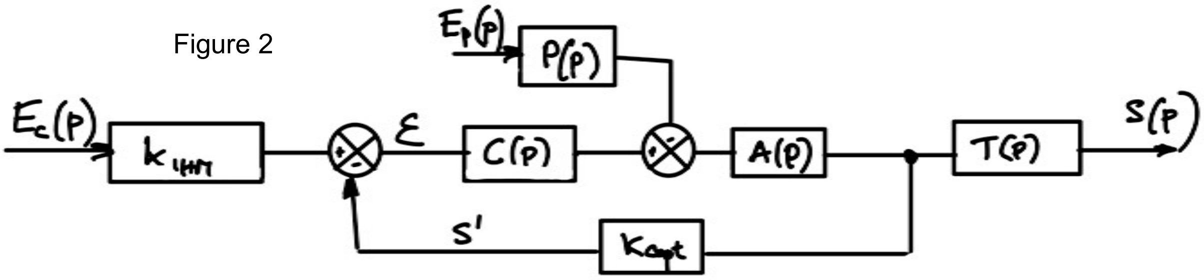
1 Rapidité (temps de réponse à 5%, largeur de la bande passante à 0 dB)

2 Précision (théorème de la valeur finale ...)

3 Stabilité (évaluation de la convergence de la réponse)

Q9. En supposant $E_p(p)=0$ donner la définition de la fonction de transfert en boucle ouverte. Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte en fonction des fonctions de blocs d'après la figure2.

Figure 2



$$\boxed{FTBO = \frac{S'}{\varepsilon} = K_{cap} \cdot A(p) \cdot C(p)}$$

Q10. Avec $E_p(p)=0$, donner la relation entre K_{IHM}, K_{capt} et $T(p)$ pour que le système soit bien réglé.

Si le système est bien réglé on doit avoir

$\varepsilon = 0$ pour $E_c = S$

$$\varepsilon = K_{IHM} E_c - K_{capt} \times \frac{1}{T(p)} \times S \Rightarrow \text{si } E_c = S(p) \quad K_{IHM} - \frac{K_{capt}}{T(p)} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{K_{IHM} = \frac{K_{capt}}{T(p)}}$$

Q11. Avec $E_p(p)=0$ exprimer la fonction de transfert en boucle fermée en fonction de la fonction de transfert en boucle ouverte, puis en fonction des blocs de la figure 2. Comment appelle-t-on cette fonction de transfert ?

$$\boxed{FTBF = \frac{FTBO}{1 + FTBO} = \frac{K_{capt}\, A(p)\, C(p)}{1 + K_{capt}\, A(p)\, C(p)}}$$

C'est la fonction de transfert en poursuite.

Q12. Déterminer la fonction de transfert en régulation en fonction des blocs de la figure 2.

$$FT_{reg} = \frac{S(p)}{E_p(p)}\Big|_{E_c=0} = P(p)T(p) \times \frac{-A(p)}{1+A(p)C(p)K_{capt}} = \boxed{\frac{-A(p)P(p)T(p)}{1+A(p)C(p)K_{capt}}}$$

Q13. Donner la définition du Théorème de Bour pour dériver un vecteur. Appliquer cette définition au vecteur $\overrightarrow{OA}$ de la figure 1 pour déterminer la vitesse de A par rapport à 0, puis son accélération.

Soit $\vec{V} \in R_1$

$$\boxed{\frac{d}{dt}\vec{V}\Big|_{R_0} = \frac{d\vec{V}}{dt}\Big|_{R_1} + \vec{\Omega}_{R_1/R_0} \wedge \vec{V}}$$

$$\boxed{\frac{d}{dt}\overrightarrow{OA}\Big|_{R_0} = \vec{0} + \vec{\Omega}_{R_1/R_0} \wedge L_1\vec{x}_1 = \dot{\theta}_1\vec{z}_1 \wedge L_1\vec{x}_1 = L_1\dot{\theta}_1\vec{y}_1}$$

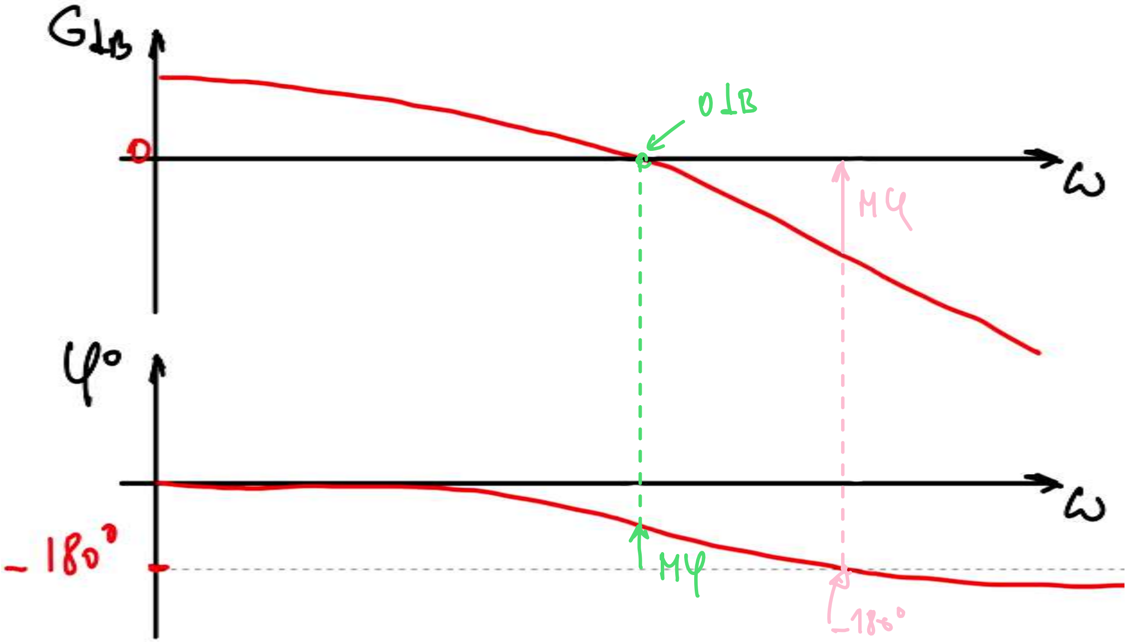
Q14. Ecrire le torseur des actions mécaniques transmises par la liaison pivot en A du solide 2 sur le solide 1, on supposera l'étude uniquement dans le plan $(O, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0})$. Ecrire le torseur sous forme vectoriel et sous forme de composantes.

$$\boxed{\left\{\mathcal{T}^{Pivot}_{2\to1}\right\}_A = \begin{Bmatrix} X_{21}\vec{x}_0 + Y_{21}\vec{y}_0 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_A}$$ (notation vectorielle)

$$\boxed{\left\{\mathcal{T}^{Pivot}_{2\to1}\right\}_A = \begin{Bmatrix} X_{21} & - \\ Y_{21} & - \\ - & 0 \end{Bmatrix}_A}$$ (notation en composante)

Q15. Tracer les marges de phase et de gain sur les diagrammes de Bode figure 3.

Figure 3

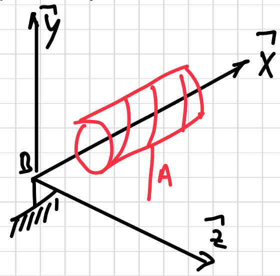


Q16. Déterminer le rapport de transmission d'un ensemble vis écrou de pas *p* avec comme entrée la vis (ω, vitesse de rotaion de la vis) et comme sortie l'écrou (V vitesse de l'écrou). Quelle est la liaison mécanique qui correspond à ce système de transmission. Ecrire le torseur des actions mécaniques transmises par cette liaison.

$\boxed{V = \frac{p}{2\pi} \times \omega}$

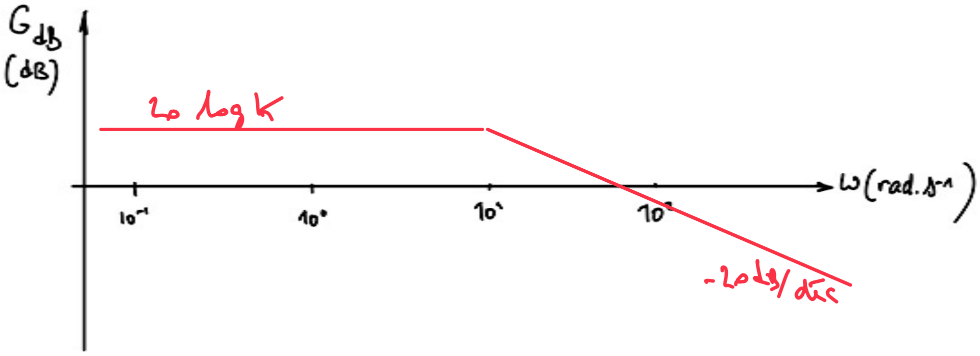
la liaison est une liaison hélicoïdale

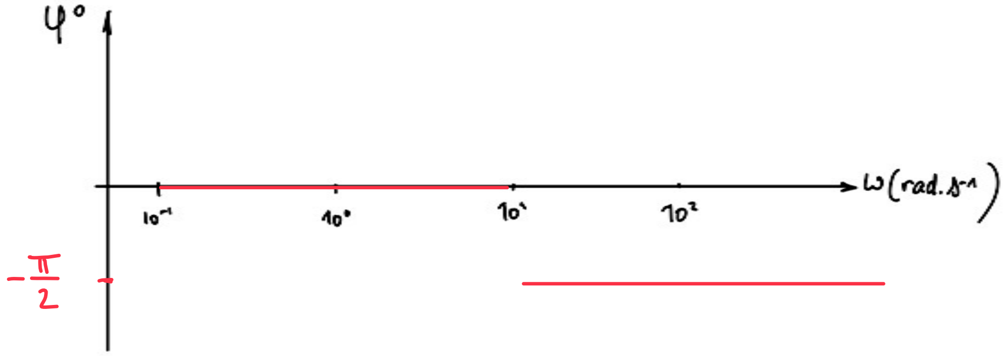
$$\left\{\mathcal{T}_{héli\,A\to B}\right\}_o = \left\{\begin{matrix} X_{AB} & \frac{X_{AB}\cdot p}{2\pi} \\ Y_{AB} & M_{AB} \\ Z_{AB} & N_{AB} \end{matrix}\right\}_o$$



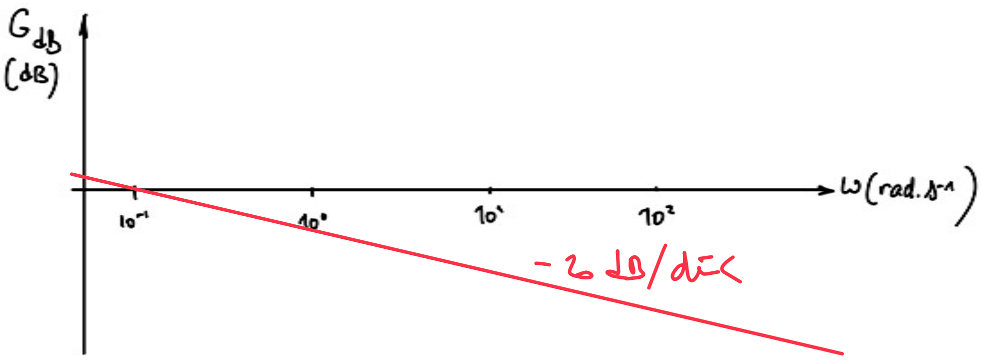
Q17. Tracer les diagrammes de Bode asymptotique des fonctions de transfert H_1 et H_2.

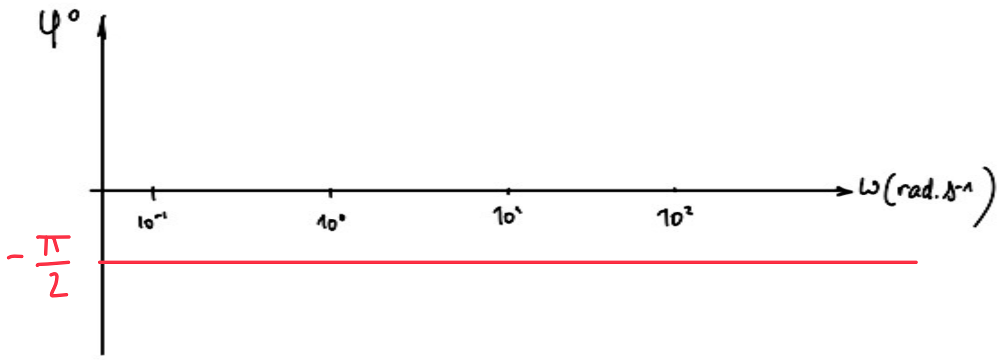
$$H_1(j\omega) = \frac{K}{1+0{,}1(j\omega)} \text{ avec K>1.}$$



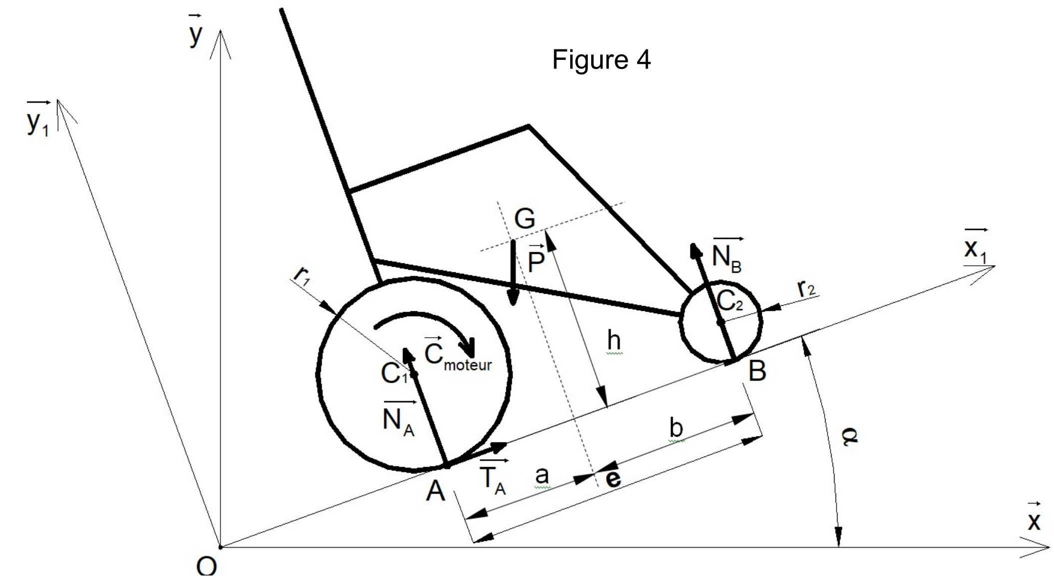


$$H_2(j\omega) = \frac{K}{j\omega} \text{ avec K=0,1}$$





Soit un fauteuil pour une personne à mobilité réduite constitué d'un chassis, de deux roues motrices et de deux roues folles, le poids de l'ensemble {personne, fauteuil}, les actions du sol sur les roues et enfin le couple moteur sont définis sur la figure 4. Les caractéristiques géométriques sont définies sur la figure 4. Soit M la masse de la personne et du fauteuil.



Q18. Faire le B.A.M.E. sur le système {personne, fauteuil}. Ecrire le torseur statique de chaque effort en son point d'application.

B.A.M.E : Pesanteur, Action du sol sur le système

$$\left\{\mathcal{T}_{sol \to Fauteuil}\right\}_A = \left\{\begin{matrix} T_A \vec{x}_1 + N_A \vec{y}_1 \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}_A \qquad \left\{\mathcal{T}_{sol \to Fauteuil}\right\}_B = \left\{\begin{matrix} N_B \vec{y}_1 \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}_B$$

$$\left\{\mathcal{T}_{pesanteur}\right\}_G = \left\{\begin{matrix} -Mg\,\vec{y} \\ \vec{0} \end{matrix}\right\}_G$$

Q19. Appliquer le Théorème du moment statique au système {personne, fauteuil} au point A, en déduire l'expression de N_B en fonction de e, h, a, M, α et g.

TMS appliqué au fauteuil + PMR donne :

$$N_B \times e - Mg\cos\alpha\, a + Mg\sin\alpha\, h = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{N_B = \frac{Mg(a\cos\alpha - h\sin\alpha)}{e}}$$

Q20. Déterminer la relation entre C_{moteur} et T_A ;

On isole la roue motrice et on applique le TMS en C_1

$$-\frac{1}{2}C_{moteur} + T_A \times r_1 \qquad \boxed{C_{moteur} = 2T_A \times r_1}$$