

Final P2018

(durée : 2h)

Le sujet comporte deux parties indépendantes.

1^{ère} partie : **Modélisation d'un accéléromètre par Bond Graphs** : 10 points

2^{ème} partie : **Etude hydraulique** : 10 points

Tout document autorisé

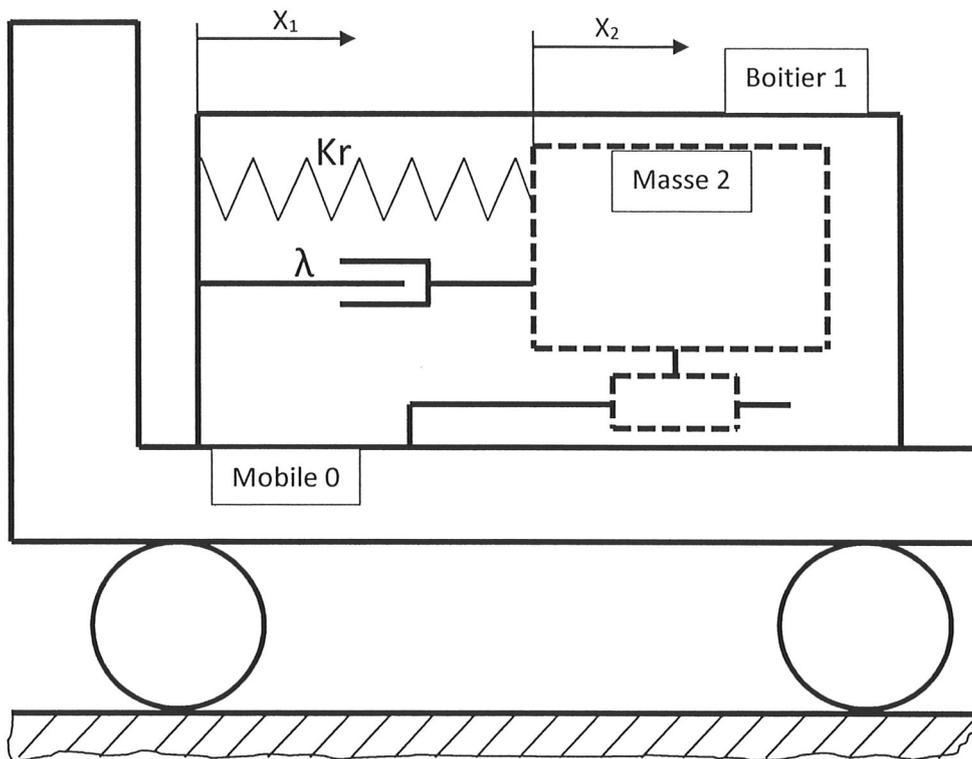
Les documents réponses DR1 à DR6 sont à rendre en fin d'épreuve

Modélisation d'un accéléromètre à inertie sous Bond Graphs

Description du système (voir figure ci-dessous)

Un boîtier 1 de masse négligeable est fixé sur le solide 0 de masse M_0 dont on veut déterminer l'accélération par rapport au sol.

A l'intérieur de ce boîtier 1 se déplace une masse 2, guidée sans dissipation d'énergie grâce à une liaison glissière parfaite par rapport à celui-ci. Entre le boîtier et la masse 2 sont insérés un ressort de raideur k_r et un amortisseur de caractéristique λ . L'objectif de tout accéléromètre est de déterminer l'accélération du mobile 0 en mesurant simplement le déplacement entre le boîtier 1 et la masse 2 : soit $Y = X_2 - X_1$. On pourrait simplement y insérer un potentiomètre qui nous donnerait une tension image du déplacement ($U = K.Y$) mais en général on va plutôt y trouver un matériau piézoélectrique du type PZT qui aura le même objectif. On modélise donc ce matériau par sa raideur k_r et son amortissement λ .





Travail à effectuer : (Répondre directement sur les documents réponses 1 à 3)

1°) Sur le document réponse 1, figure 1, on vous propose le bond graph du système non simplifié. Après l'avoir analysé, compléter les bulles en pointillé

2°) sur le BG simplifié du document réponses 1 figure 2, on vous demande de mettre en place les causalités.

3°) Donner **en justifiant** la dimension « n » du vecteur d'état. Répondre sur DR1.

4°) Sur le DR1, il vous est donné, figure 2, le BG simplifié avec ses liens numérotés. Le vecteur d'état choisi est de la forme classique suivante :

$$X = [p_i \quad q_j]^t$$

Compléter le vecteur d'état, ensuite le tableau du DR1.

5°) En déduire les matrices A, B et C, en fonction de M_2 , λ et kr , sachant que l'on veut observer \dot{Y} pour ensuite déterminer Y par intégration. Compléter le document DR2.

6°) Sur DR3, vous est fourni la réponse indicielle de la fonction de transfert $\frac{Y[p]}{\Gamma[p]}$ de l'accéléromètre, avec Γ l'accélération du mobile 0. Sachant que le numérateur de cette FT est une constante, donner le gain K_a de cet accéléromètre, une valeur approchée de son facteur d'amortissement ξ et sachant que pour cette valeur de ξ nous avons $tr_{5\%} \omega_0 = 3$ en déduire ω_0 . Répondre sur DR2

7°) Ecrire sur DR2, avec vos valeurs numériques trouvées de K_a , ξ et ω_0 , la FT sous sa forme canonique.

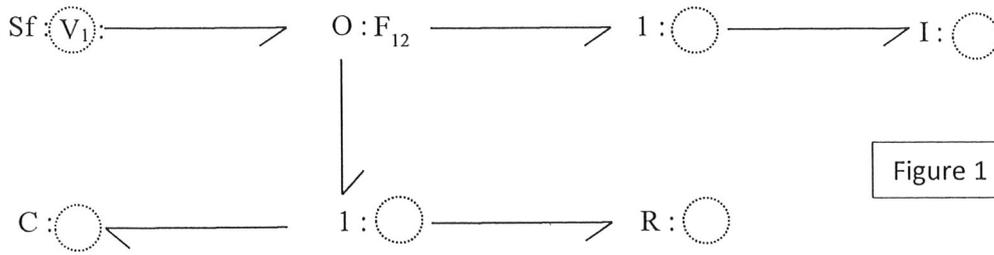


Figure 1

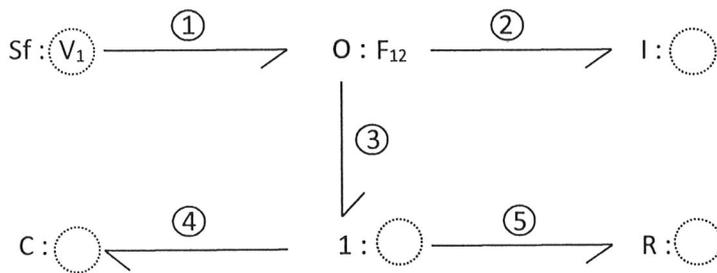


Figure 2

Dimension du vecteur d'état et justification : $n =$

Expression du vecteur d'état :

$$X = \begin{bmatrix} \\ \\ \end{bmatrix}$$

Tableau à compléter :

Jonction O : F_{12} (1) $e_1 =$ (2) $f_1 =$	Élément $I_2 : M_2$ (5) $f_2 =$ (6) $e_2 =$
Jonction 1 : (3) $e_3 =$ (4) $f_3 =$	Élément C: (7) $e_4 =$ (8) $f_4 =$
Élément R : (9) $e_5 =$	Source de flux S_f : (10) $f_1 =$

NOM

DR1

Sous forme d'état : $\dot{X} = AX + BU ; Y = CX + DU$

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} V_1$$

A

B

$$\dot{Y} = \begin{bmatrix} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix} V_1$$

C

Détermination des paramètres :

$$K_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}^2 \quad \xi = \underline{\hspace{2cm}} \quad \text{et} \quad \omega_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}$$

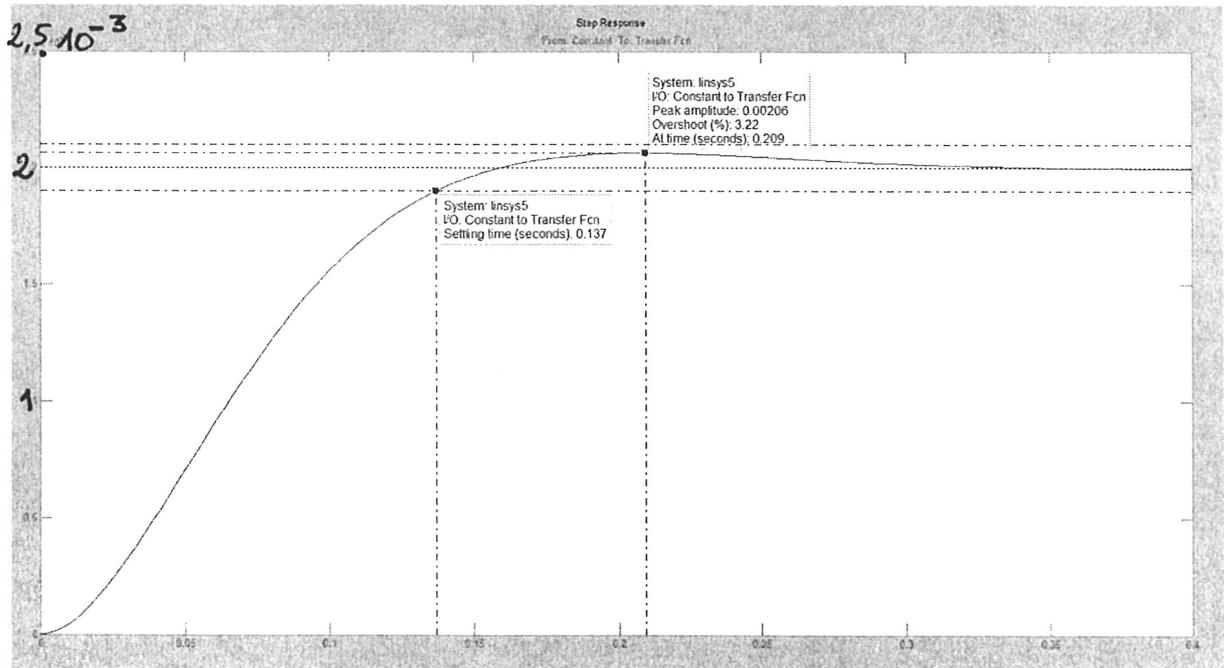
Ecriture de la FT :

$$\frac{Y_{[p]}}{\Gamma_{[p]}} = \underline{\hspace{15cm}}$$

NOM :

DR 2

Réponse indicielle :



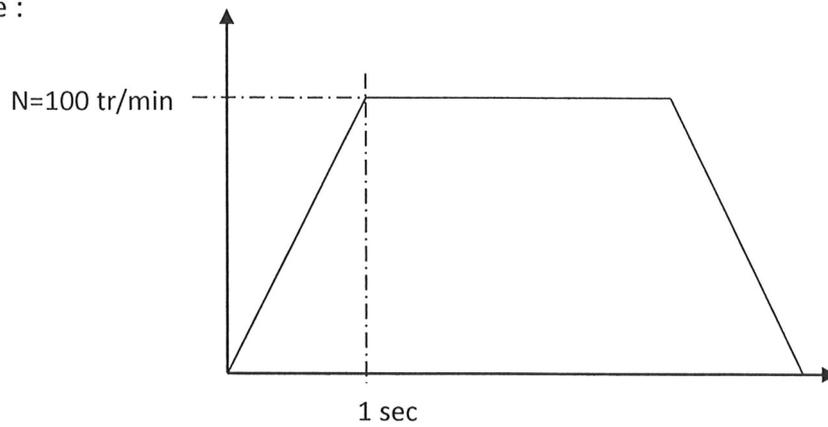
NOM

DR3

Etude hydraulique

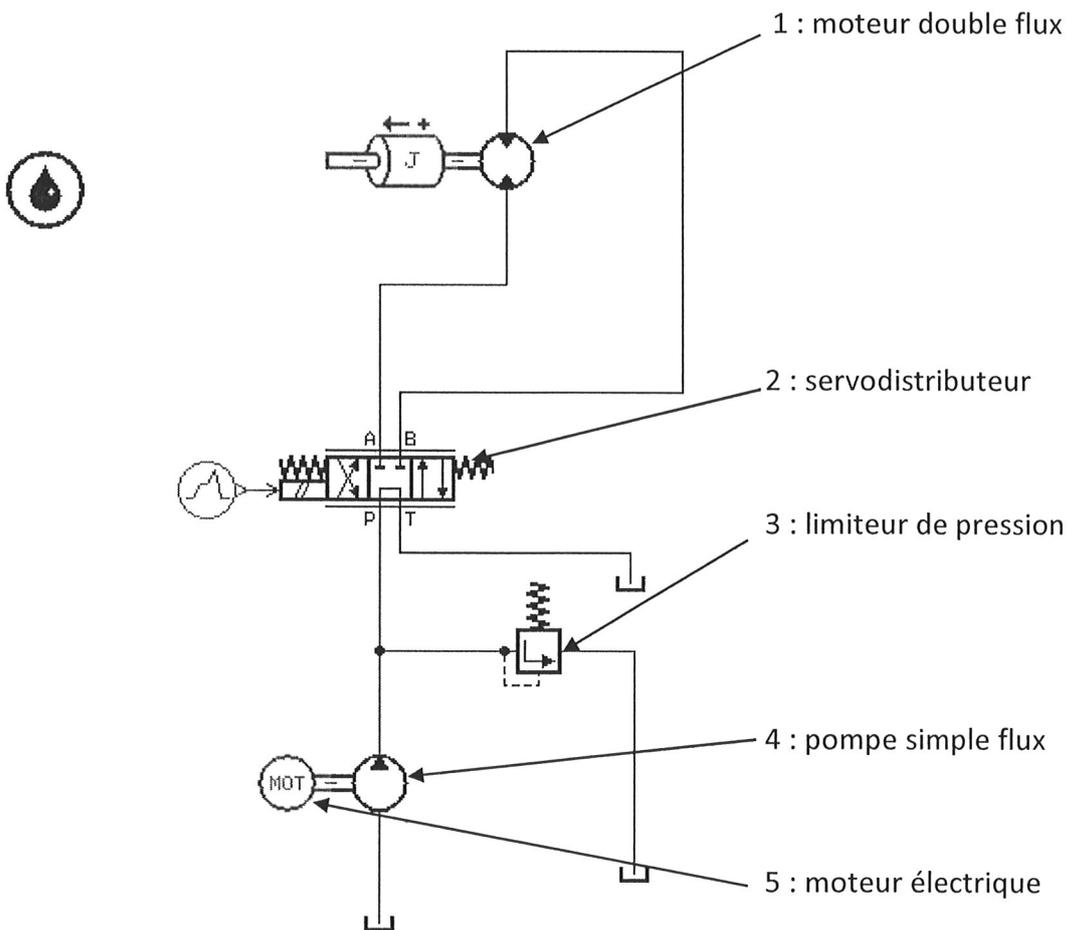
Un moteur hydraulique doit entrainer une charge inertielle suivant les caractéristiques en vitesse ci-après :

Loi en trapèze :



La charge est uniquement inertielle et a comme valeur : $J = 34 \text{ kg.m}^2$

On donne ci-dessous le schéma hydraulique du système :



Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :

- Le moteur électrique tourne à vitesse constante $N_{\text{mot}} = 2400 \text{ tr/min}$
- La pompe a une cylindrée de $9 \text{ cm}^3/\text{tr}$; le limiteur de pression est réglé à 200 bars.
- Le moteur hydraulique a une cylindrée de $182 \text{ cm}^3/\text{tr}$.

Hypothèses :

Dans une première approche, on considère les pertes de charges négligeables ainsi que les frottements mécaniques.

On se place dans la phase accélération de la charge.

Le servodistributeur est symétrique et a une perte de charges par arête de **35 bars** sous un débit de $X \text{ l/min}$. On peut avoir, pour cette valeur de pertes de charges, dans le catalogue du constructeur de servodistributeurs, plusieurs valeurs de débits nominaux :

Débit nominal en l/min	4	12	24	40
Désignation du servodistributeur	A	B	C	D

ainsi qu'une relation qui peut nous être utile ; soit ;

$$Q_x = Q_n \sqrt{\frac{\Delta P_x}{\Delta P_n}}$$

Objectifs de l'étude :

- Choisir parmi les 4 servodistributeurs proposés, celui qui correspond à nos besoins.
- Déterminer les puissances utiles et dissipées dans le circuit hydraulique
- Déterminer le rendement de l'installation

Travail à effectuer : (Répondre directement sur les documents réponses 4 à 6)

8°) Après avoir déterminé l'accélération désirée de l'arbre moteur, déterminer le couple moteur nécessaire à l'entraînement de la charge.

9°) En déduire le ΔP utile du moteur, puis calculer le débit utile du moteur.

10°) Déterminer le débit de la pompe. Conclure quant à la pression régnant à la sortie de la pompe.

11°) Choisir en faisant les calculs nécessaires, parmi les 4 servodistributeurs proposés, le plus adapté à nos exigences.

12°) l'élément 3 est un limiteur de pression taré à 200 bars. Sachant que son débit maxi est de 10 l/min/bar , après avoir tracé l'allure de sa caractéristique $Q = f(\Delta P)$, déterminer la pression réelle en sortie de pompe ainsi que le débit traversant le limiteur de pression.



13°) Déterminer successivement la puissance hydraulique de la pompe, notée P_4 , la puissance hydraulique utile au niveau du moteur, notée P_1 , la puissance dissipée à travers le limiteur de pression, notée P_3 , ainsi que les puissances dissipées par arête du servodistributeur, notées P_{21} et P_{22} .

14°) Déterminer le rendement hydraulique η de l'installation.

Fin de la deuxième partie

Bonnes vacances ;)



Détermination du couple moteur nécessaire à l'entraînement de la charge :

$\dot{\Omega}_{mot} =$ rad/s^2 _____

$C_{mot} =$ $N.m$

ΔP utile du moteur : _____

$\Delta P =$ $bars$

Calcul du débit utile du moteur : _____

$Q_{mot} =$ l/min

Détermination du débit de la pompe : _____

$Q_{pompe} =$ l/min

Conclusion quant à la pression régnant à la sortie de la pompe :

$P_{sortie\ de\ pompe} =$ $bars$

Choix parmi les 4 servodistributeurs proposés, le plus adapté à nos exigences :

Entourer le bon servodistributeur	A	B	C	D
-----------------------------------	---	---	---	---

NOM :



Tracé de l'allure de la caractéristique $Q = f(\Delta P)$:



Débit traversant le limiteur de pression : _____

Q limiteur = _____ l/min

Détermination de la pression réelle en sortie de pompe :

P réelle sortie de pompe = _____ bars

Détermination de :

- la puissance hydraulique de la pompe, notée P_4 :

$P_4 =$ _____ W

- la puissance hydraulique utile au niveau du moteur, notée P_1 :

$P_1 =$ _____ W

- la puissance dissipée à travers le limiteur de pression, notée P_3

$P_3 =$ _____ W

NOM :

- les puissances dissipées par arête du servodistributeur, notées P_{21} et P_{22} .

$$P_{21} = \quad \text{W}$$

$$P_{22} = \quad \text{W}$$

Détermination du rendement hydraulique, noté η , de l'installation.

$$\eta =$$

NOM :

Document réponses 6