Document réponse

Nom : DALTZO

Prénom : Jonathan

Classe : PSI

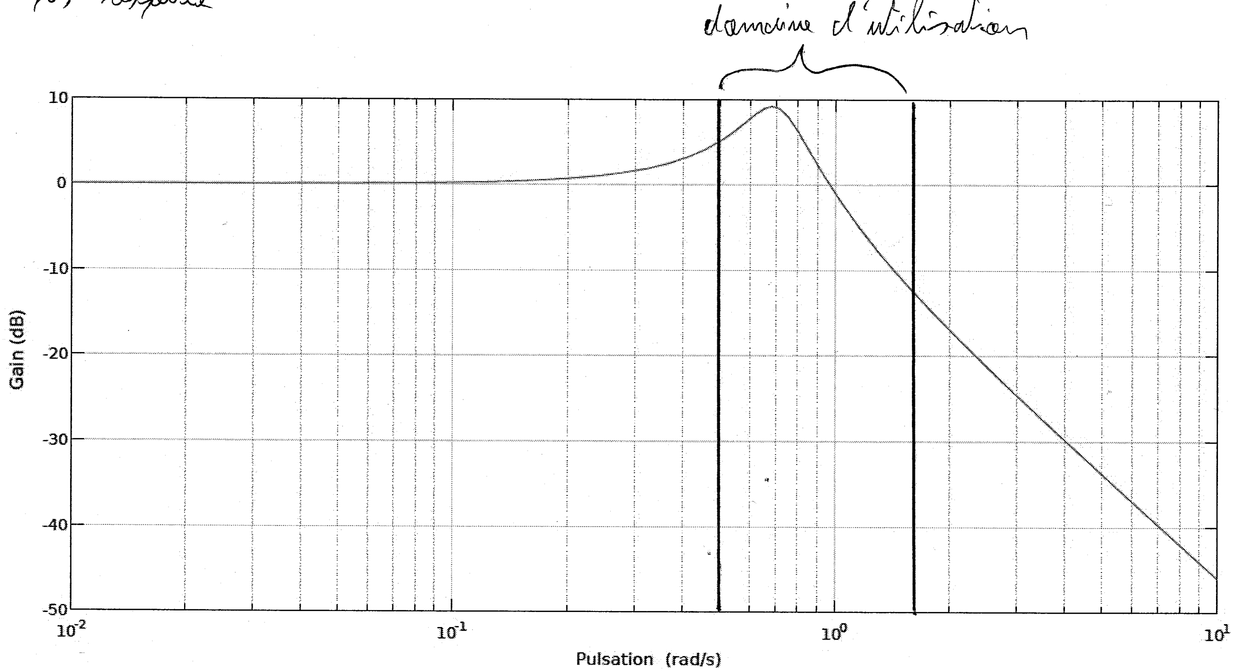
Q 1 : Rappeler la définition du gain en décibel. En déduire la valeur en décibel traduisant l'exigence Id 1.1.

Soit G_r le gain réel, le gain en décibel est $G_{dB} = 20 \log(G_r)$.

Pour respecter cette condition, il faut un gain réel de $\frac{1}{5}$ max, donc un gain en dB de $-1,4$ dB max

Q 2 : En faisant apparaitre le domaine d'utilisation du système sur la figure du document réponse, montrer que le système ne répond pas à l'exigence d'atténuation d'une houle de 5 m.

sur le domaine d'utilisation, le gain dépasse les $-1,4$ donc l'exigence 1.1 n'est pas respectée



Q 3 : Déterminer la loi entrée sortie $x = f(\theta, r, l, \delta)$ par une fermeture géométrique à partir des données du schéma cinématique.

$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0}$ donc $x\vec{u} - r\vec{j} - l\vec{x_0} = \vec{0}$

On projette sur x_0 : $x \cos\varphi = r \sin(\theta+\delta) - l$

donc $\boxed{x = \frac{R \sin(\theta + \delta) + l}{\cos(\psi)}}$

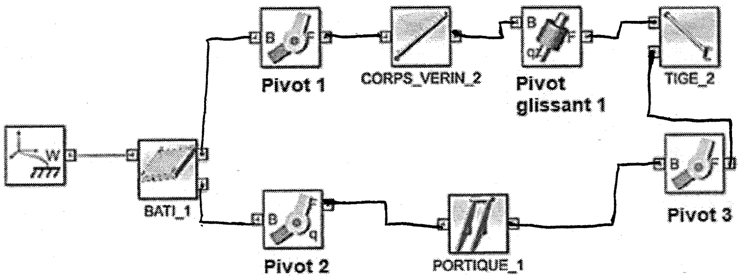
Q 4 : En déduire, en justifiant les calculs, l'expression littérale et la valeur numérique de la course c du vérin.

$C = f(-53, R, l, \delta) - f(12, R, l, \delta)$ je n'ai pas reussi à exprimer ψ en fct de θ

car AD est constant

Q 5 : A partir de la Figure 4 et du schéma cinématique Figure 6, relier les composants du modèle de simulation multiphysique de la grue portique sur le document réponse. Quel(s) ensemble(s) n'ont pas été modélisés ?

l'ensemble {poulie de grue, Sunber d'amarrage, cable ombilical, Système de tramanage et le Tambour n'ont pas été modélisé



Q 6 : À partir de la courbe de simulation, déterminer la course du vérin notée c. Comparer le résultat à celui obtenu à la question 4

- $c = 3\,700$ mm

Q 7 : Déterminer l'expression de la résultante de l'effort de la tige du vérin sur le bras de la grue portique, noté $\vec{F}_{tige \to bras}$. Pour cela, justifier que $\vec{F}_{tige \to bras} = F_{tige \to bras}\vec{u}$. Déterminer ensuite $F_{tige \to bras}$ en fonction de θ, ψ, des paramètres dimensionnels h, r et δ et des données associées aux actions mécaniques en précisant le ou les systèmes isolés et le ou les théorèmes employés.

Q 8 : Déterminer la pression d'alimentation théorique maximale du vérin nécessaire pour assurer le maintien du portique dans la position la plus défavorable. Est-elle compatible avec le circuit hydraulique ?

la situation la plus défavorable se déroule lorsque le vérin est déployé au maximum

on suppose une pression nulle en A.

on est à l'équilibre donc $PS = F_{max}$

avec $S = \pi \frac{D^2}{4} - \pi \frac{d^2}{4}$

A.N : $P = \frac{50000}{2,36 \times 10^{-2}} = 2,11 \times 10^{7}$ Pa

$P = 211$ Bar

P>200, le circuit hydraulique n'est pas compatible

Q 9 : Conclure sur le choix du vérin à partir des résultats des questions précédentes.

un verrin seul n'est pas suffisant, c'est pourquoi le constructeur en a utilisé deux.

Q 10 : Faire l'inventaire des actions mécaniques extérieures qui s'exercent sur le système matériel défini par Σ = {ROV + snubber + Piston vérin + Poulie mobile}. Écrire la condition d'équilibre du système matériel Σ en donnant l'expression de P_{E0} en fonction de M, g, P_{atm} et A. On fera l'hypothèse que le câble entre les poulies fixe et mobile reste horizontal.

Actions mécanique :
- Poid
- Force lié à la pression de l'huile
- pression de l'atmosphère

à l'equilibre projeté selon $\vec{y_0}$: $-Mg + P_{E0} A - P_{Atm} A = 0$

donc $\boxed{P_{E0} = \frac{P_{Atm} A + Mg}{A}}$

Q 11 : L'équilibre de la membrane permet d'obtenir l'égalité $P_{E0} = P_{G0} = 180$ bar. En déduire la valeur de A.

$A = \frac{Mg}{P_{E0} - P_{Atm}} = 1,42 \times 10^{-2}\ m^2$

Q 12 : En utilisant la relation obtenue à la question 10, déterminer l'équation, notée (3), issue du théorème de la résultante dynamique appliqué à Σ en projection sur $\vec{y_0}$ sous la forme :

$$\alpha \frac{\mathbf{d}^2 y_{ROV}(t)}{\mathbf{d}^2} + \beta\left(\frac{\mathbf{d}y_{ROV}(t)}{\mathbf{d}t} - \frac{\mathbf{d}y_h(t)}{\mathbf{d}t}\right) = \gamma \Delta p_E(t). \quad (5)$$

Exprimer α, β et γ en fonction de A, M et c.

$M \frac{d^2 y_{rov}(t)}{dt^2} = -Mg + P_E(t) A - P_{atm} A$ th résultante

Q 13 : Réécrire l'équation (1) en tenant compte de cette hypothèse. Après avoir appliqué les transformées de Laplace aux équations (1) et (2) et en considérant les conditions initiales nulles aux équations précédentes, déterminer l'équation, notée (4), sous la forme :

$$\Delta P_E(p) = K_1(1+\tau_1 p)(Y_h(p) - Y_{ROV}(p)). \tag{6}$$

Exprimer K_1 et τ_1 en fonction de A, V_{G0}, r, C_{qR} et P_{G0}.

$$A\left(\frac{d y_R(t)}{dt} - \frac{d y_{ROV}(t)}{dt}\right) + C_qR(t)\left(\Delta p_G(t) - \Delta P_E(t)\right) = 0$$

dans le domaine de Laplace : (1) $A p\left(Y_R(p) - Y_{rov}(p)\right) + C_q R(p)\left[\Delta p_G(p) - \Delta P_E(p)\right] = 0$

(2) $p\,\Delta P_g(p) = \dfrac{r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0}}\left(\Delta P_E(p) - \Delta P_G(p)\right)$ (2)

donc $\Delta P_g(p)\left(p + \dfrac{r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0}}\right) = \dfrac{r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0}} \Delta P_E$ d'où $\Delta P_g(p) = \Delta P_E \dfrac{r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0} p + r P_{G0} C_{qR}}$ (2)

or $\Delta P_G(p) = \Delta P_E(p) - \dfrac{Ap}{C_{qR}(p)}\left(Y_R(p) - Y_{Rov}(p)\right)$ (1)

donc $\Delta P_E(p)\left(1 - \dfrac{r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0} p + r P_{G0} C_{qR}}\right) = \dfrac{Ap}{C_{qR}(p)}\left(Y_R(p) - Y_{rov}(p)\right)$

donc $\Delta P_E(p) = \dfrac{V_{G0}\,p + r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0}\,p} \times \dfrac{A\,p}{C_{qR}} \left(Y_h(p) - Y_{rov}(p)\right)$

$= \left(p + \dfrac{r P_{G0} C_{qR}}{V_{G0}}\right) \dfrac{A}{C_{qR}} \left(Y_h(p) - Y_{rov}(p)\right)$

$\Delta P_E(p) = K_1(1+\tau_1 p)\left(Y_h(p) - Y_{rov}(p)\right)$ avec $K_1 = \dfrac{A\, r P_{G0}}{V_{G0}}$

$\tau_1 = \dfrac{V_{G0}}{r P_{G0} C_{qR}}$

Q 14 : Appliquer les transformées de Laplace, en considérant les conditions initiales nulles à l'équation (3) et à l'équation (4). Donner la fonction de transfert :

$$H(p) = \frac{Y_{ROV}(p)}{Y_h(p)} = \frac{1+\tau p}{1 + \dfrac{2\zeta}{\omega_0} p + \dfrac{p}{\omega_0^2}}.$$

Exprimer ω_0, ζ et τ en fonction de α, β, γ, K_1 et τ_1.

(3) $\alpha p^2 Y_{rov}(p) + p\beta\left(Y_{rov}(p) - Y_h(p)\right) = \gamma\, \Delta P_E(p)$

donc $\alpha p^2 Y_{rov}(p) + \left(Y_{rov}(p) - Y_h(p)\right)\left[p\beta + \gamma K_1(1+\tau_1 p)\right] = 0$

donc $Y_{rov}(p)\left(\alpha p^2 + p\beta + \gamma K_1(1+\tau_1 p)\right) = Y_h(p)\left(p\beta + \gamma K_1(1+\tau_1 p)\right)$

donc $H(p) = \dfrac{p\beta + \gamma K_1(1+\tau_1 p)}{\alpha p^2 + p\beta + \gamma K_1(1+\tau_1 p)}$.

$$= \frac{p\beta + \gamma K_1 + \gamma K_1 \tau_1 p}{\alpha p^2 + p(\beta + \gamma K_1 \tau_1) + \gamma K_1} = \frac{\frac{p\beta}{\gamma K_1} + 1 + \tau_1 p}{\frac{\alpha}{\gamma K_1} p^2 + p\left(\frac{\beta}{\gamma K_1} + \tau_1\right) + 1}$$

$$\underline{H(p) = \frac{1 + \tau p}{1 + \frac{2\xi}{\omega_0} p + \frac{p^2}{\omega_0^2}}}$$

avec : $\omega_0 = \sqrt{\dfrac{\gamma K_1}{\alpha}}$

$\xi = \dfrac{\omega_0}{2}\left(\dfrac{\beta}{\gamma K_1} + \tau_1\right)$

$\tau = \tau_1 + \dfrac{\beta}{\gamma K_1}$

Q 15 : En utilisant la méthode de dimensionnement du compensateur PHC, calculer les valeurs de ζ, $\lambda(\zeta)$, ω_0 et V_{G0} pour ce réglage.

Q 16 : Tracer en vert, sur la figure du document réponse, le diagramme asymptotique du gain de la fonction de transfert du compensateur PHC, $H(p) = \dfrac{Y_{ROV}(p)}{Y_h(p)}$, en faisant apparaitre ses caractéristiques. Tracer en bleu, sur la

même figure, l'allure du gain réel du compensateur. Préciser la valeur du gain maximal.

je n'ai pas la valeur de α, β, γ pour tracer le graphe

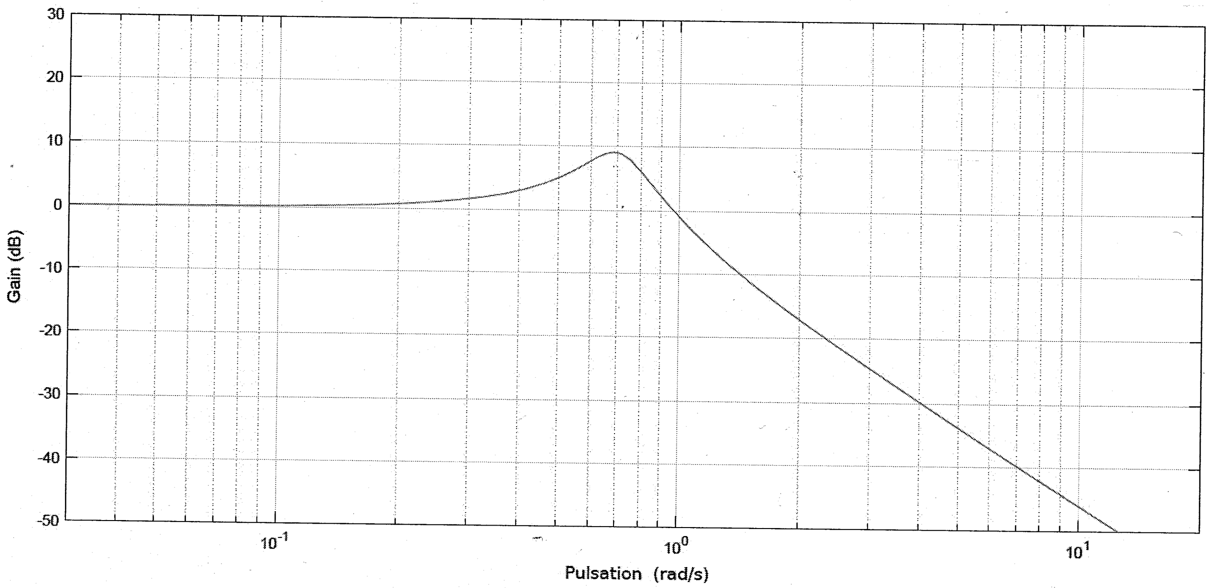


Diagramme de Bode en gain de la fonction de transfert $B(p)$

Q 17 : Exprimer la fonction de transfert de l'ensemble {bateau support + ROV + PHC}, $G(p) = \dfrac{Y_{ROV}(p)}{Y_{vague}(p)}$ en fonction de $H(p)$ et $B(p)$. Tracer en rouge l'allure du gain du diagramme de Bode de $G(p)$ sur le document réponse.

$G(P) = H(P) \times B(P)$

Q 18 : Choisir, en justifiant la réponse, le réglage du compensateur adapté à l'exigence Id 1.1.

le reglage PHC 4 est le plus adapté, il correspond à l'exigence 1.1 comme PHC 3 mais a l'avantage de necessiter un bien plus petit reservoir

Q 19 : Après avoir exprimé I_{tamb} en fonction de M_{tamb}, R_{max} et R_{min}, déterminer l'inertie équivalente notée I_{eq} ramenée sur l'arbre moteur de l'ensemble E = {tambour + poulie + ROV} lorsque le diamètre d'enroulement est égal à D_{max}. La masse du câble déroulé sera négligée devant la masse du ROV et on admet que la poulie de guidage tourne à la même vitesse angulaire que le tambour.

$I_{tamb} = \frac{L}{2} \rho \pi (R^4_{max} - R^4_{min})$. $M_{tamb} = L \pi (R_{max}^2 - R_{min}^2) \times \rho$

$= \frac{1}{2} L \rho \pi (R^2_{max} - R^2_{min})(R^2_{max} + R^2_{min})$

$I_{tamb} = \frac{1}{2} M_{tamb} (R^2_{max} + R^2_{min})$

$$E_c(E/R_0) = \frac{1}{2}\left(M_{rov}\,\dot{y}^2 + J_{poulie}\,\dot{\alpha}_T^{\,2} + I_{treuil}\,k^2\dot{\theta}_m^{\,2}\right)$$ avec $\dot{y}$: vitesse du ROV

$$= \frac{1}{2}\left(M_{rov}\,D_{max}^2\,k^2\dot{\theta}_m^{\,2} + J_{poulie}\,k^2\dot{\theta}_m^{\,2} + I_{treuil}\,k^2\dot{\theta}_m^{\,2}\right)$$

$$= \frac{1}{2}\,I_{eq}\,\dot{\theta}_m^{\,2} \quad \text{avec } I_{eq} = k^2\left(D_{max}^2 M_{rov} + J_{poulie} + I_{treuil}\right)$$

Q 20 : Déterminer l'expression du couple moteur C_m par application du théorème de l'énergie cinétique appliqué à E en phase de montée du ROV. Le bilan des puissances sera détaillé.

Q 21 : À partir des équations données précédemment et après avoir appliqué les transformées de Laplace en considérant les conditions initiales nulles, déterminer les fonctions de transfert $H_i(p)$ ainsi que K_{adapt} définis sur le schéma bloc Figure 15 pour que l'écart $\varepsilon(p)$ soit l'image de l'erreur $T_c(p) - T(p)$.