

Question 1 : A partir du fonctionnement du système et du FAST partiel, Donner les solutions : ST1, ST2 et ST3

ST1 : Vérin hydraulique
ST2 : Moteur électrique
ST3 : boîte de vitesse automatique

Question 2 : Déterminer λ en fonction de L, e, a et α

Fermeture vectorielle : $\overrightarrow{AO2} + \overrightarrow{O2B} + \overrightarrow{BA} = \vec{0}$

$$L \vec{y} + e \vec{z} + a \vec{z2} - \lambda \vec{y4} = \vec{0}$$

Proj / \vec{y} : $L - a \sin \alpha - \lambda \cos \beta = 0$ $\lambda \cos \beta = L - a \sin \alpha$

Proj / \vec{z} : $e + a \cos \alpha - \lambda \sin \beta = 0$ $\lambda \sin \beta = e + a \cos \alpha$

D'où $\lambda = \sqrt{(L - a \sin \alpha)^2 + (e + a \cos \alpha)^2}$

Question 3 : En déduire λ_{\max} puis la course du vérin : $C = \lambda_{\max} - \lambda_{\min}$

λ_{\max} pour $\alpha = 0$ $\lambda_{\max} = \sqrt{L^2 + (e + a)^2}$

La course $C = \lambda_{\max} - \lambda_{\min}$;

λ_{\min} pour $\alpha = \pi/2$ $\lambda_{\min} = \sqrt{(L - a)^2 + e^2}$

D'où la course $C = \sqrt{L^2 + (e + a)^2} - \sqrt{(L - a)^2 + e^2}$

Question 4 : Quelle est l'influence de la diminution de la distance « a » sur λ_{\max} et sur la course C

$\lambda_{\max} = \sqrt{L^2 + (e + a)^2}$ Si « a » diminue $\Rightarrow \lambda_{\max}$ diminue

et $\lambda_{\min} = \sqrt{(L - a)^2 + e^2}$ Si « a » diminue $\Rightarrow \lambda_{\min}$ augmente

Donc la course diminue

D'où : On peut atteindre les mêmes positions limites avec une course du vérin plus petite

Question 5: Donner la direction de $\vec{V}(C \in S_2/S_1)$ et la direction de $\vec{V}(D \in S_2'/S_1)$;
 Question 6: Représenter $\vec{V}(G \in S/S_1)$ et $\vec{V}(C \in S_2/S_1)$
 Question 7: Déterminer $\vec{V}(B \in S_2/S_1)$
 Question 8: Donner la relation entre $\vec{V}(B \in S_5/S_4)$, $\vec{V}(B \in S_4/S_1)$ et $\vec{V}(B \in S_2/S_1)$
 Question 9: Déterminer la vitesse de translation de la tige du vérin S_5 par rapport au cylindre S_4

Sur le document réponse DR1

Etude de la solution 1 (document annexe 2, figure 1)

Question 10 :

- 10-1) Donner (sans calcul) la liaison équivalente entre S_2 et S_1 .
 10-2) Donner le degré de mobilité « m » du système. **Préciser** ces mobilités
 10-3) En déduire le degré d'hyperstatisme « h » du système

10-1) Leq : pivot (O_2, \vec{x})

10-2) **m = 2** ; $m_i = 1$ rotation de S_5 autour de (AB)
 $\mu = 1$ tr S_5 + rot S_2 + rot S_2' + tr S + rot S_4

10-3) $h = m + N_s + E_s = 2 + [2 \cdot (3+2+3+3) + 5+4 + 3] + 6 \cdot (6-1)$
h = 6

Etude de la solution 2 (document annexe 2, figure 2)

Question 11:

- 11-1) Donner le degré de mobilité « m » du système. **Préciser** ces mobilités
 11-2) En déduire le degré d'hyperstatisme « h » du système
 11-3) Le constructeur a choisi la solution 2, pourquoi ?

11-1) **m = 3** ; $m_i = 2$ rotation de S_4 autour de (AB)
 ; rotation de S_5 autour de (AB)
 $\mu = 1$ tr S_5 + rot S_2 + rot S_2' + tr S + rot S_4

11-2) $h = 3 + [2 \cdot (3+2+3) + 1+3+4+3] + 6 \cdot (6-1)$ **h = 0**

11-3) solution 2: système isostatique, (moins de contraintes, moins cher par rapport au système hyperstatique)

Question 12: Donner la relation entre : ω_{p1} , ω_{c1} et ω_{ps1} , pour le train épicycloïdal 1, cette relation sera notée : T_1

$$\frac{\omega_{c1} - \omega_{ps1}}{\omega_{p1} - \omega_{ps1}} = k1 \quad \text{avec } k1 = -\frac{Z_{p1}}{Z_{c1}} \quad (\text{La relation } T1)$$

Question 13: Donner la relation entre : ω_{p2} , ω_{c2} et ω_{ps2} , pour le train épicycloïdal 2, cette relation sera notée : T2

$$\frac{\omega_{c2} - \omega_{ps2}}{\omega_{p2} - \omega_{ps2}} = k2 \quad \text{avec } k2 = -\frac{Z_{p2}}{Z_{c2}} \quad (\text{La relation } T2)$$

Question 14: à partir des relations T1 et T2, Déterminer : $\omega_{\text{sortie}} / \omega_{\text{entrée}}$

Le cas: $E1 = 1$; $E2 = 0$; $F1 = 0$; $F2 = 1$

$$E1 = 1 \Rightarrow \omega_{c1} = \omega_{\text{entrée}}$$

$$F2 = 1 \Rightarrow \omega_{p1} = \omega_{p2} = 0$$

$$\omega_{ps1} = \omega_{c2} = \omega_{\text{sortie}}$$

La relation T1 est :

$$\frac{\omega_{c1} - \omega_{ps1}}{-\omega_{ps1}} = k1 \quad \text{avec } k1 = -\frac{Z_{p1}}{Z_{c1}}$$

$$\Rightarrow \omega_{\text{sortie}} = \frac{\omega_{\text{entrée}}}{1 - k1} = \frac{(\omega_{\text{entrée}}) Z_{c1}}{Z_{c1} + Z_{p1}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{\omega_{\text{sortie}}}{\omega_{\text{entrée}}} = \frac{Z_{c1}}{Z_{c1} + Z_{p1}}}$$

A partir de la relation T2, le 2eme train epicycloïdal n'est pas bloqué.

Question 15: dans le tableau 1 du document réponse DR 2

Pour chaque combinaison possible des embrayages et des freins

Préciser par : 1 si la transmission du mouvement de l'arbre d'entrée vers l'arbre de sortie est possible, et par 0 si la transmission du mouvement vers l'arbre de sortie n'est pas possible.

Sur le document réponse DR2

Question 16: Compléter le chronogramme donné sur le document réponse DR2.

Sur le document réponse DR2

Question 17:

Donner les expressions simplifiées des sorties E1, E2, F1, F2 en fonction de Q1 et Q2

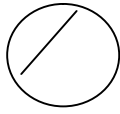
$$E1 = \overline{Q1} \cdot Q2 + Q1 \cdot \overline{Q2} + Q1 \cdot Q2 = Q1 + Q2$$

$$E2 = \overline{Q1} \cdot Q2$$

$$F1 = \overline{Q1} \cdot \overline{Q2}$$

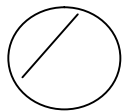
$$F2 = Q1 \cdot \overline{Q2}$$

Question 18: Donner l'expression de chaque voyant en fonction de Q1 et Q2



$$\begin{aligned} V_1 &= \overline{Q_1} \cdot \overline{Q_2} \\ V_2 &= \overline{Q_1} \cdot Q_2 \\ V_3 &= Q_1 \cdot \overline{Q_2} \\ V_4 &= Q_1 \cdot Q_2 \end{aligned}$$

Question 19: déterminer la masse m_1 de la surface P_1 en fonction de σ , ψ et R_s
 Question 20: déterminer la masse m_3 de la surface P_3 en fonction de σ , ψ , h_s et R_s
 En déduire la masse m de la nacelle S



Question 19 :

$$m_1 = \sigma \cdot S_1 \quad \text{et} \quad S_1 = \iint r \, dr \, d\theta \quad \theta \in [-\psi, \psi]$$

$$r \in [r = f(\theta), R_s] \quad \text{tel que:} \quad R_s \cdot \cos \psi = r \cdot \cos \theta$$

$$\Rightarrow r \in \left[\frac{R_s \cdot \cos \psi}{\cos \theta}, R_s \right]$$

$$S_1 = \int \left(\int_r^{R_s} r \, dr \right) d\theta = \frac{1}{2} \int_{-\psi}^{\psi} (R_s^2 - r^2) d\theta = \frac{1}{2} \int_{-\psi}^{\psi} \left(R_s^2 - \frac{(R_s \cdot \cos \psi)^2}{\cos^2 \theta} \right) d\theta$$

$$S_1 = R_s^2 \psi - R_s^2 \cdot \cos^2 \psi \cdot \tan \psi = \frac{1}{2} R_s^2 (2\psi - \sin 2\psi)$$

Donc $m_1 = \sigma \cdot \frac{1}{2} R_s^2 (2\psi - \sin 2\psi)$

Question 20:

$$m_3 = \sigma \cdot S_3 = \sigma \cdot R_s \cdot 2\psi \cdot h_s$$

la masse m de la nacelle est :

$$m = (2 \cdot m_1 + m_3) \cdot 2 \quad (\text{Partie supérieure et partie inférieure})$$

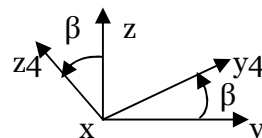
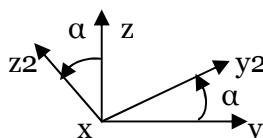
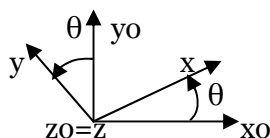
$$m = 2 \sigma [R_s^2 (2\psi - \sin 2\psi) + R_s \cdot 2\psi \cdot h_s]$$

Question 21:

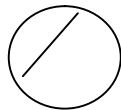
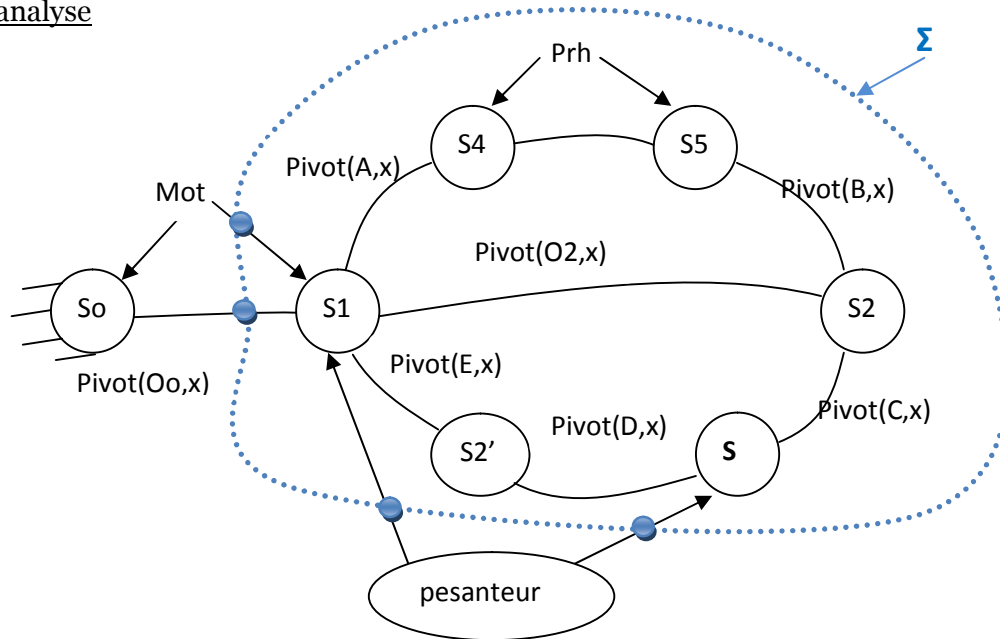
21-1) Donner $\vec{\Omega}(S/R_0)$ la vitesse de rotation de S par rapport à R_0 ,

21-2) Déterminer la vitesse : $\vec{V}(C \in S/R_0)$

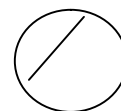
21-3) Déterminer la vitesse : $\vec{V}(G \in S/R_0)$



Graphe d'analyse



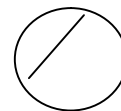
21-1) $\vec{\Omega}(S/Ro) = \dot{\theta} \vec{z}$ (!!translation circulaire entre S et S1)
21-2)



$$\vec{V}(C \in S/Ro) = \frac{d}{dt} \overrightarrow{OoC} \Big|_{Ro} \quad \text{avec } \overrightarrow{OoC} = \overrightarrow{OoO2} + \overrightarrow{O2C} = -R \vec{x} + (a+b) \vec{z2}$$

$$\Rightarrow \vec{V}(C \in S/Ro) = -R \cdot \dot{\theta} \vec{y} + (a+b)(-\dot{\alpha} \vec{y2} + \dot{\theta} \sin \alpha \vec{x})$$

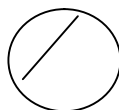
21-3)



$$\vec{V}(G \in S/Ro) = \frac{d}{dt} \overrightarrow{OoG} \Big|_{Ro} = \frac{d}{dt} \overrightarrow{OoC} \Big|_{Ro} + \frac{d}{dt} \overrightarrow{CG} \Big|_{Ro} \quad \text{avec: } \overrightarrow{CG} = d \vec{y} + u \vec{z}$$

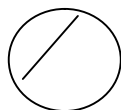
$$\vec{V}(G \in S/Ro) = -R \cdot \dot{\theta} \vec{y} + (a+b)(-\dot{\alpha} \vec{y2} + \dot{\theta} \sin \alpha \vec{x}) - \dot{\theta} \cdot d \vec{x}$$

Question22: Simplifier la matrice d'inertie de S



$$\bar{I}(G, S) = \begin{pmatrix} As & 0 & 0 \\ 0 & Bs & 0 \\ 0 & 0 & Cs \end{pmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$

Question 23: déterminer le moment cinétique du système Σ par rapport à Ro, en projection sur (Oo,z).



$$\vec{z} \cdot \vec{\sigma}(Oo, \Sigma/Ro) = \vec{z} \cdot \vec{\sigma}(Oo, S1/Ro) + \vec{z} \cdot \vec{\sigma}(Oo, S/Ro)$$

(masses négligées des autres corps)

$$*) \quad \vec{\sigma}(Oo, S1/Ro) \cdot \vec{z} = I1 \cdot \dot{\theta}$$

*) $\vec{\sigma}(Oo, S/Ro) = ?$

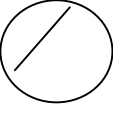
$$\vec{\sigma}(G, S/Ro) = \vec{I}(G, S) \cdot \vec{\Omega}(S/Ro) = Cs \cdot \dot{\theta} \vec{z}$$

$$\begin{aligned} \vec{z} \cdot \vec{\sigma}(Oo, S/Ro) &= \vec{z} \cdot \vec{\sigma}(G, S/Ro) + \vec{z} \cdot (m \cdot \vec{V}(G/Ro) \wedge \vec{GOo}) \\ &= Cs \cdot \dot{\theta} + m [R^2 \dot{\theta} + (a+b)(R\dot{\alpha} \cos \alpha + (a+b)\dot{\theta} \sin^2 \alpha - \dot{\theta} \cdot d \cdot \sin \alpha + \\ &\quad d \cdot \dot{\theta} (d - (a+b) \sin \alpha)] \end{aligned}$$

D'où

$$\vec{z} \cdot \vec{\sigma}(Oo, \Sigma/Ro) = (I1 + Cs) \dot{\theta} + m [R^2 \dot{\theta} + (a+b)(R\dot{\alpha} \cos \alpha + (a+b)\dot{\theta} \sin^2 \alpha - \dot{\theta} \cdot d \cdot \sin \alpha) + d \cdot \dot{\theta} (d - (a+b) \sin \alpha)]$$

Question 24: déterminer le moment dynamique du système Σ par rapport à Ro en projection sur z

 $\vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, \Sigma/Ro) = \vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, S1/Ro) + \vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, S/Ro)$

*) $\vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, S1/Ro) = I1 \cdot \ddot{\theta}$

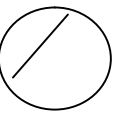
*) $\vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, S/Ro) = \vec{z} \cdot \frac{d}{dt} \vec{\sigma}(Oo, S/Ro) \big|_{Ro} = \frac{d}{dt} (\vec{z} \cdot \vec{\sigma}(Oo, S/Ro))$

$$\vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, S/Ro) = \frac{d}{dt} (Cs \cdot \dot{\theta} + m [R^2 \dot{\theta} + (a+b)(R\dot{\alpha} \cos \alpha + (a+b)\dot{\theta} \sin^2 \alpha - \dot{\theta} \cdot d \cdot \sin \alpha) + d \cdot \dot{\theta} (d - (a+b) \sin \alpha)])$$

D'où

$$\begin{aligned} \vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, \Sigma/Ro) &= (I1 + Cs) \ddot{\theta} + m [R^2 \ddot{\theta} + (a+b)[R\ddot{\alpha} \cos \alpha - R\dot{\alpha}^2 \sin \alpha \\ &\quad + (a+b)(\ddot{\theta} \sin^2 \alpha + 2\dot{\theta} \dot{\alpha} \sin \alpha \cos \alpha - \ddot{\theta} \cdot d \cdot \sin \alpha - \dot{\theta} \cdot d \cdot \dot{\alpha} \cos \alpha) \\ &\quad + d \cdot \ddot{\theta} (d - (a+b) \sin \alpha) - (a+b) d \dot{\theta} \dot{\alpha} \cos \alpha] \end{aligned}$$

Question 25: Appliquer le théorème du moment dynamique au système Σ , en déduire l'expression du couple moteur : Cm

 TMD : $\vec{z} \cdot \vec{\delta}(Oo, \Sigma/Ro) = \vec{z} \cdot \vec{M}(Oo, \bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma)$

$$\begin{aligned} \vec{z} \cdot \vec{M}(Oo, \bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma) &= \vec{z} \cdot \vec{M}(Oo, S1 \xrightarrow{O \text{ (pivot / (Oo,z))}} S1) + \vec{z} \cdot \vec{M}(Oo, Mot \xrightarrow{Cm} S1) + \vec{z} \cdot \vec{M}(Oo, p \xrightarrow{O} S1) + \\ &\quad \vec{z} \cdot \vec{M}(Oo, p \xrightarrow{O} S) \\ &\quad \quad \quad O \text{ (poids suivant } \vec{z}) \end{aligned}$$

D'où le TMD est :

$$\begin{aligned} Cm &= (I1 + Cs) \ddot{\theta} + \\ &\quad m [R^2 \ddot{\theta} + (a+b)[R\ddot{\alpha} \cos \alpha - R\dot{\alpha}^2 \sin \alpha + (a+b)(\ddot{\theta} \sin^2 \alpha \\ &\quad + 2\dot{\theta} \dot{\alpha} \sin \alpha \cos \alpha - \ddot{\theta} \cdot d \cdot \sin \alpha - \dot{\theta} \cdot d \cdot \dot{\alpha} \cos \alpha) \\ &\quad + d \cdot \ddot{\theta} (d - (a+b) \sin \alpha) - (a+b) d \dot{\theta} \dot{\alpha} \cos \alpha] \end{aligned}$$

Question 26: Déterminer l'énergie cinétique du système Σ par rapport au repère Ro .

$$T(\Sigma/Ro) = T(S1/Ro) + T(S/Ro)$$

$$*) 2.T(S1/Ro) = I_1.\dot{\theta}^2$$

$$*) 2.T(S/Ro) = \{\sigma(S/Ro)\}_G \otimes \{\vartheta(S/Ro)\}_G$$

$$= \vec{\sigma}(G, S/Ro) \cdot \vec{\Omega}(S/Ro) + m \cdot \vec{V}^2(G/Ro)$$

$$2T(S/Ro) = Cs.\dot{\theta}^2 + m [R^2\dot{\theta}^2 + (a+b)^2\dot{\alpha}^2 + \dot{\theta}^2((a+b)\sin\alpha - d)^2] + 2R\dot{\alpha}\dot{\theta}(a+b)\cos\alpha]$$

D'où

$$2 T(\Sigma/Ro) = (I_1 + Cs)\dot{\theta}^2 + m [R^2\dot{\theta}^2 + (a+b)^2\dot{\alpha}^2 + \dot{\theta}^2((a+b)\sin\alpha - d)^2] + 2R\dot{\alpha}\dot{\theta}(a+b)\cos\alpha]$$

Question 27: Appliquer le Théorème de l'énergie cinétique (TEC) au système Σ , quel est le but de l'application de ce théorème ?

$$TEC \frac{d}{dt} T(\Sigma/Ro) = P(\bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma/Ro) + Pint(\Sigma)$$

$$*) Pint(\Sigma) = P(\text{liaisons}) + P(S4 \leftarrow Prh \rightarrow S5)$$

\downarrow \searrow
 o (liaisons parfaites) $F_v \cdot \dot{\lambda}$

$$*) P(\bar{\Sigma} \rightarrow \Sigma/Ro) = P(So \rightarrow S1/Ro) + P(Mot \rightarrow S1/Ro) + P(pes \rightarrow S1/Ro) + P(pes \rightarrow S/Ro)$$

$$P(So \rightarrow S1/Ro) = 0 \text{ car liaison parfaite et } So \equiv Ro$$

$$P(Mot \rightarrow S1/Ro) = Cm.\dot{\theta}$$

$$P(pes \rightarrow S1/Ro) = 0$$

$$P(pes \rightarrow S/Ro) = -m\vec{g} \cdot \vec{V}(G/Ro) = mg(a+b)\dot{\alpha}\sin\alpha$$

Donc Le TEC est:

$$\frac{d}{dt} \frac{1}{2} ((I_1 + Cs)\dot{\theta}^2 + m [R^2\dot{\theta}^2 + (a+b)^2\dot{\alpha}^2 + \dot{\theta}^2((a+b)\sin\alpha - d)^2] + 2R\dot{\alpha}\dot{\theta}(a+b)\cos\alpha]) = Cm.\dot{\theta} + mg(a+b)\dot{\alpha}\sin\alpha + F_v.\dot{\lambda}$$

Le but de cette relation est de déterminer : F_v , pour dimensionner le vérin

Question 28: Pour l'intervalle de temps entre 0 et 5s,

Expliquer déplacement effectué par la nacelle.

Question 29: Quelle est la cause de la variation de l'effort dans la phase 2

Question 30: Dans la phase 3 de la courbe, l'effort diminue

A partir de cette courbe et du document annexe 1, quelle est la cause de cette diminution ?

Question 28 :

0-1s : Rotation de la nacelle à une vitesse de rotation de $5200/10^4 \text{ rd/s} = 0,52 \text{ rd/s}$

En position basse

1-1,1s : en plus de la rotation à vitesse constante, c'est le début de la montée de la nacelle avec une accélération de la tige du vérin de: $(5000/105)/0,1 \text{ m/s}^2 = 0,5 \text{ m/s}^2$

1,1-4,9s : la rotation à vitesse constante, et la montée de la nacelle, à vitesse constante de la tige du vérin

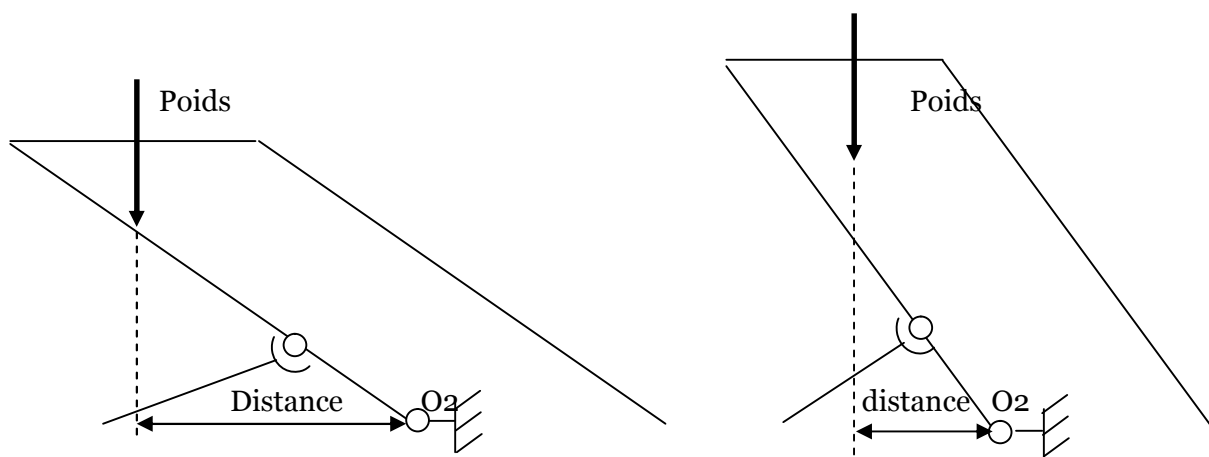
4,9-5s : La Rotation de la nacelle toujours, en plus le freinage de la montée avec une décélération : $-0,5 \text{ m/s}^2$ (Nacelle est dans une position haute)

Question 29 :

la variation de l'effort dans la phase 2 est due à l'accélération de la tige S5 du vérin

Question 30 :

Au cours de la sortie de la tige du vérin (à vitesse constante), la nacelle monte et par suite la position de son centre d'inertie G se déplace, ce qui entraîne une diminution du moment de la pesanteur par rapport au point O2, donc l'effort exercé par le vérin, qui entraîne le déplacement de la nacelle, diminue.

**PARTIE VI : ASSERVISSEMENT**

Question 31: Les transmittances :

$$Q1(p) = S1 \cdot p \cdot \lambda(p) + \frac{V1}{\beta} p \cdot P1(p)$$

$$Q2(p) = S2 \cdot p \cdot \lambda(p) - \frac{V2}{\beta} p \cdot P2(p)$$

$$F(p) = S1 \cdot P1(p) - S2 \cdot P2(p)$$

$$F1(p) = \frac{\beta}{V1 \cdot p}$$

$$F2(p) = \frac{\beta \cdot S1}{V1}$$

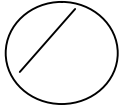
$$F3(p) = S1$$

$$G_1(p) = \frac{\beta}{v_2 \cdot p}$$

$$G_2(p) = \frac{\beta \cdot S_2}{v_1}$$

$$G_3(p) = S$$

Question 32: Les transmittances

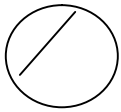


$$B_1(p) = \frac{\beta}{p} \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right)$$

$$B_2(p) = \beta \cdot S \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right)$$

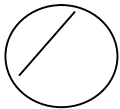
$$B_3(p) = S$$

Question 33: Donner la fonction de transfert : $G(p) = \frac{\lambda(p)}{F(p)}$



$$\frac{\lambda(p)}{F(p)} = \frac{1}{m \cdot p^2 + f_v \cdot p + r} = \frac{\frac{1}{r}}{1 + \frac{f_v}{r} p + \frac{m}{r} p^2}$$

Question 34 : Déterminer : $H(p)$



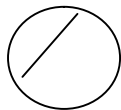
$$H(p) = \frac{S \cdot G(p)}{1 + S \cdot G(p) \cdot \frac{2\beta S}{v}} \cdot \frac{2\beta}{v \cdot p}$$

Question 35:

- a) Représenter sur le document réponse DR 3 le diagramme de BODE de la FTBO
- b) Donner la marge de Gain MG et la marge de Phase MP

Sur le document réponse DR3

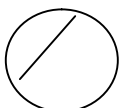
Question 36: A partir du diagramme de BODE, Donner la valeur du gain du correcteur K_{dB} en dB pour avoir $MG = 15$ dB



$K_{dB} \approx -6$ dB (la valeur n'est pas exacte, en fonction de la courbe tracé)

Question 37:

- 37- a) Donner l'erreur de position ε_p , en régime permanent, pour une entrée indicielle
- 37-b) Donner l'erreur de vitesse ε_v , en régime permanent, pour une entrée rampe unitaire
- 37-c) le système est-il précis ?



37-a) $\varepsilon_p = 0$ (FTBO de classe 1)

$$37-b) \varepsilon_v = \frac{1}{200 \cdot K_c}$$

37-c) système n'est précis car le cahier de charge exige, $\varepsilon_v=0$

Question 38 : Déterminer l'expression de l'erreur $\varepsilon(p)$

Question 39 : Déterminer la constante : K_r , pour que l'erreur de vitesse ε_v soit nulle, pour une entrée sous forme de rampe unitaire

Question 40 : Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée $BF = \frac{\lambda(p)}{\lambda_{ref}(p)}$

Question 41 : Conclure sur la stabilité pour $K_r=0$ et pour $K_r \neq 0$

Question 38 :

$$\varepsilon(p) = \lambda_{ref}(p) - \lambda(p).K_{cap}$$

avec

$$\lambda(p) = \varepsilon(p).K_c + \lambda_{ref}(p).K_r.p.H(p)$$

Donc $\varepsilon(p) = \lambda_{ref}(p) \cdot \frac{(1 - K_r.p.H(p).K_{cap})}{(1 + K_c.H(p).K_{cap})}$

en remplaçant $H(p)$ on retrouve:

$$\varepsilon(p) = \frac{\lambda_{ref}(p) \left[\left(1 + \frac{2z}{\omega n} p + \frac{p^2}{\omega n^2} \right) - K_r.K.K_{cap} \right].p}{p \left(\left(1 + \frac{2z}{\omega n} p + \frac{p^2}{\omega n^2} \right) + K_c.K.K_{cap} \right)}$$

Question 39 : $\lambda_{ref}(t) = t u(t) \Rightarrow \lambda_{ref}(p) = \frac{1}{p^2}$

$$\varepsilon_v = \lim_{p \rightarrow 0} p.\varepsilon(p) = 1 - K_r.K.K_{cap}$$

$$\varepsilon_v = 0 \Rightarrow K_r = \frac{1}{K.K_{cap}}$$

Question 40 : $BF = \frac{\lambda(p)}{\lambda_{ref}(p)} = \frac{(K_c + K_r.p)H(p)}{1 + H(p).K_{cap}.K_c}$

Pour $K_r=0$: $BF = \frac{\lambda(p)}{\lambda_{ref}(p)} = \frac{K_c.H(p)}{1 + H(p).K_{cap}.K_c}$

C'est la fonction de transfert étudiée en boucle ouverte, dans la question 36 (système stable MG=15dB)

Pour $K_r \neq 0$:

pas d'influence sur le dénominateur de la FTBF (exp : critère de ROUTH)

Donc le système reste stable

Fin du corrigé

5) Direction de $\vec{V}(C \in S_2/S_1)$ et la direction de $\vec{V}(D \in S_2'/S_1)$

$\Delta \vec{V}(C \in S_2/S_1) \perp (O_2C)$ car Mvt de S_2/S_1 rotation en O_2 / ou Portée par y_2
 $\Delta \vec{V}(D \in S_2'/S_1) \perp (ED)$ car Mvt de S_2'/S_1 rotation en E / ou Portée par y_2

6) Représenter $\vec{V}(G \in S/S_1)$ et $\vec{V}(C \in S_2/S_1)$

même vitesse car le Mvt de S/S_1 est une **translation circulaire**, **C et G \in à S**

7) $\vec{V}(B \in S_2/S_1)$

$\Delta \vec{V}(B \in S_2/S_1) \perp (O_2B)$

Par la relation entre les triangles (Thalès) entre le centre de rotation O_2 et la vitesse $\vec{V}(C \in S_2/S_1)$ on retrouve : $\vec{V}(B \in S_2/S_1)$ II $\vec{V}(B \in S_2/S_1)$ II = 20,6 mm/s

8) la relation entre $\vec{V}(B \in S_5/S_4)$, $\vec{V}(B \in S_4/S_1)$ et $\vec{V}(B \in S_2/S_1)$

$\vec{V}(B \in S_5/S_4) + \vec{V}(B \in S_4/S_1) = \vec{V}(B \in S_2/S_1)$ car $\vec{V}(B \in S_2/S_5) = \vec{0}$

9) La vitesse de translation

$\Delta \vec{V}(B \in S_5/S_4) : (AB)$ car Mvt de S_5/S_4 , dans le plan, translation suivant (AB)

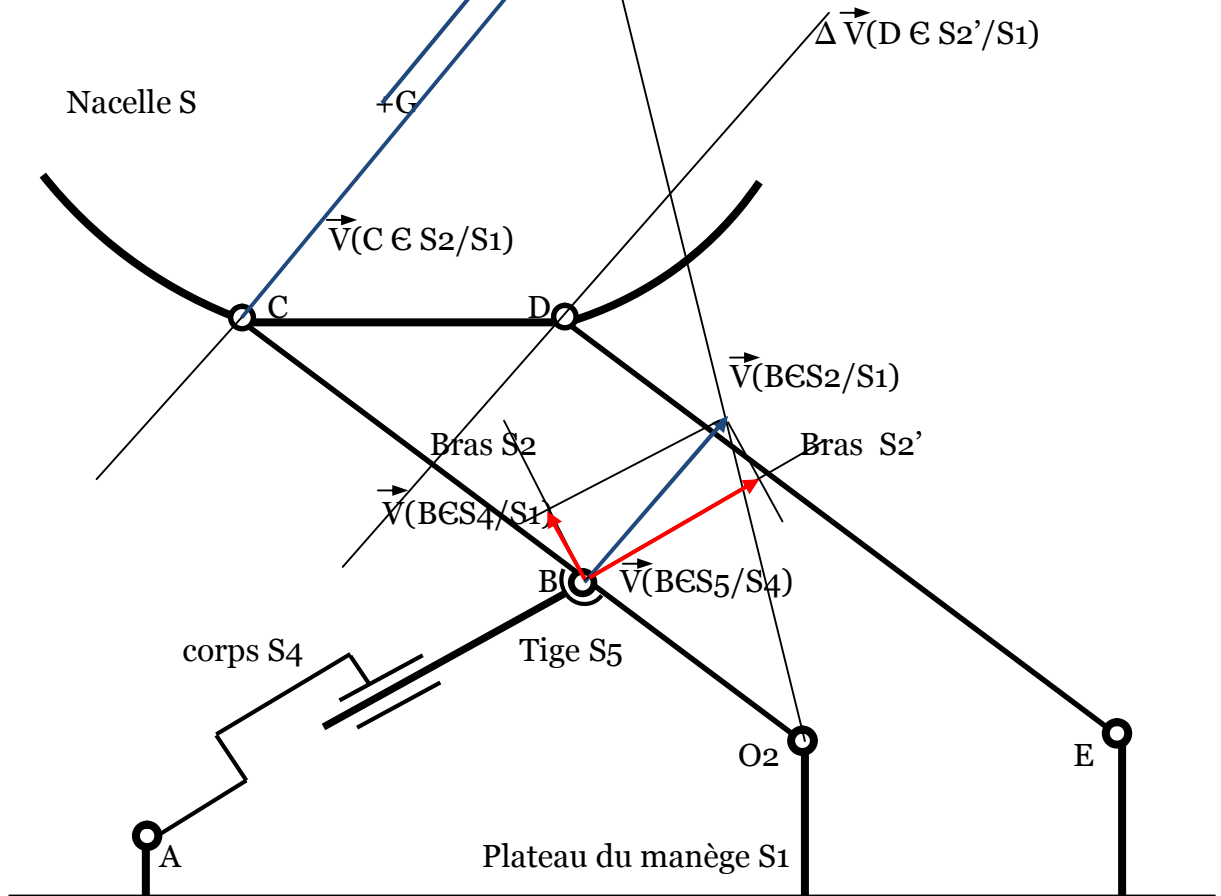
$\Delta \vec{V}(B \in S_4/S_1) \perp (AB)$ car Mvt de S_4/S_1 rotation en A.

On retrouve : $\vec{V}(B \in S_4/S_1)$ et $\vec{V}(B \in S_5/S_4)$

II $\vec{V}(B \in S_4/S_1)$ II = 9 mm/s

II $\vec{V}(B \in S_5/S_4)$ II = 18,6 mm/s

C'est la vitesse de translation de la tige par rapport au corps

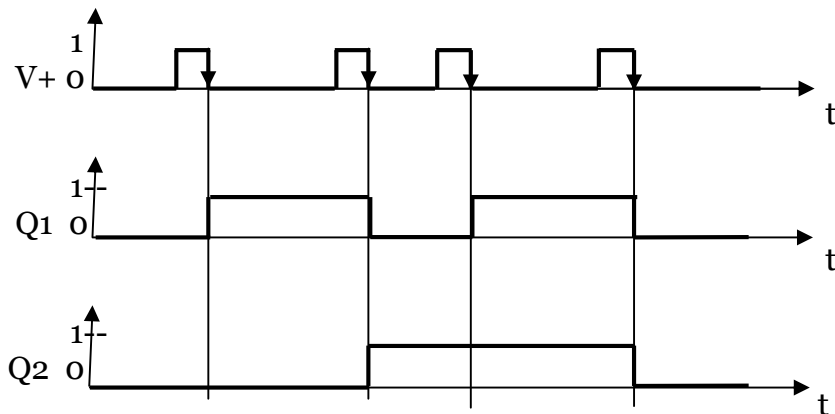


DOCUMENT REPONSE DR 2 (Corrigé)

Tableau 1

E1	E2	F1	F2	$\omega_{\text{sortie}} / \omega_{\text{entrée}}$	
0	0	0	0	0	si E1=0 et E2=0 point mort : pas de transmission
0	0	0	1	0	
0	0	1	0	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	0	$\omega_{\text{entrée}} = \omega_{P1} = \omega_{P2}$, les autres libres, pas transmission
0	1	0	1	0	
0	1	1	0	1	E2=1 et F2=1 blocage de l'entrée $\omega_s = -0,5 \omega_e$
0	1	1	1	0	F1=1 et F2=1 Freinage du 2eme train epi(PS2 et P2)
1	0	0	0	0	$\omega_{\text{entrée}} = \omega_{C1}$, les autres corps libres, pas transmission
1	0	0	1	1	$\omega_s = 0,66 \omega_e$
1	0	1	0	1	$\omega_s = 0,4 \omega_e$
1	0	1	1	0	F1=1 et F2=1: Freinage du 2eme train epi(PS2 et P2)
1	1	0	0	1	$\omega_s = \omega_e$
1	1	0	1	0	E2=1 et F2=1 blocage de l'entrée
1	1	1	0	0	1 ^{er} train : même w, 2e train aussi mais F1 freine le Mvt
1	1	1	1	0	F1=1 et F2=1: Freinage du 2eme train epi(PS2 et P2)

Chronogramme

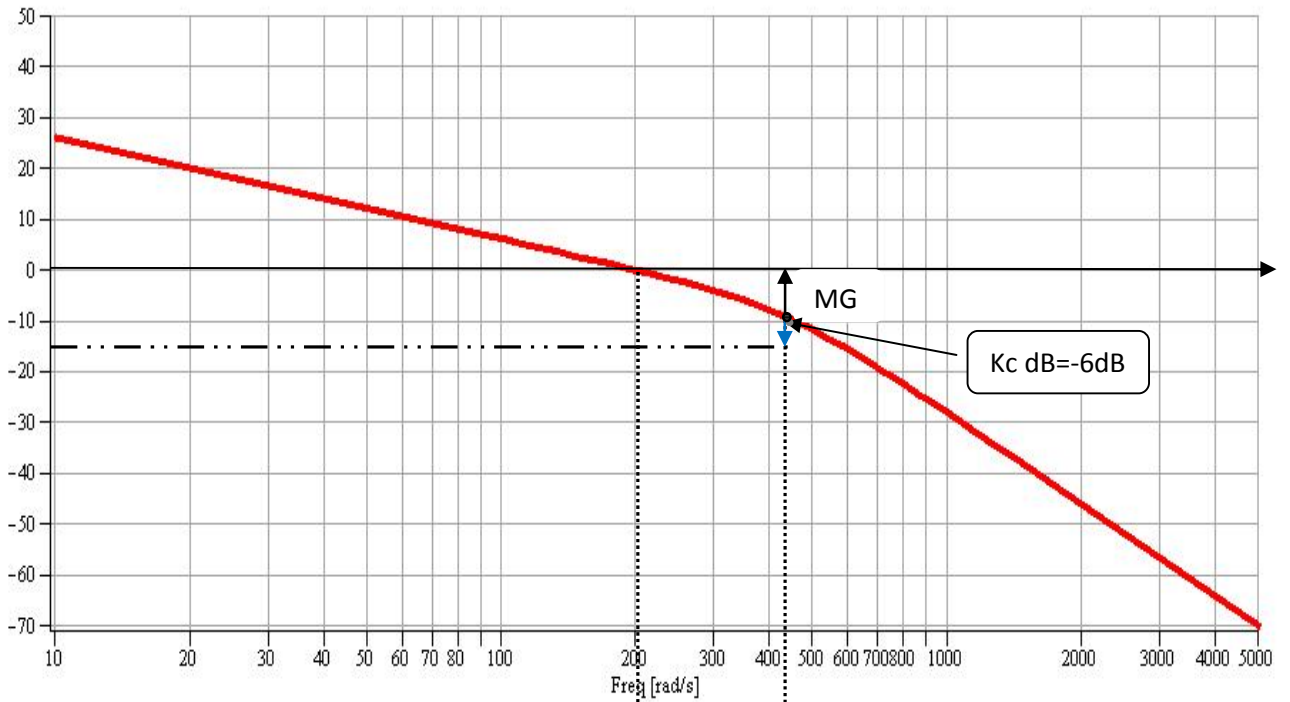


DOCUMENT REPONSE DR 3 (Corrigé)

Diagramme de BODE de : $FTBO = \frac{200}{p \left(1 + \frac{2 \times 0,7}{447} p + \frac{p^2}{447^2} \right)}$; $20 \cdot \log 200 = 46$

AdB

Courbe du gain



Phase en degrés

Courbe de la phase

