Partie II°- Etude mécanique du dégrilleur :

Etude dynamique du dégrilleur :

Dimensionnement du vérin 8

Question 2-1 : *Déterminer l'expression de la projection sur* $\vec{z}_{10}$ *du moment dynamique en* O_1 *de l'ensemble* $S=\{4,5\}$ *par rapport au châssis* (10).

$$\vec{z}_{10}.\vec{\delta}(O_1,S/10)=\vec{z}_{10}.\vec{\delta}(O_1,4/10)+\vec{z}_{10}.\vec{\delta}(O_1,5/10)$$

$$\vec{z}_{10}.\vec{\delta}(O_1,S/10)=\left(I_4+I_5+m_5.\left(x_5^2+y_5^2\right)\right).\ddot{\psi}$$

Question 2-2 : *Par application du théorème du moment dynamique, déterminer l'expression littérale de l'effort F que devra fournir le vérin* (8) *sur l'ensemble* $S=\{4,5\}$ *en fonction de* F_P, *des caractéristiques d'inertie, des paramètres géométriques, de l'angle* (ψ) *et de ses dérivées.*

On isole $\Sigma=4,5$ on applique le TMD en O_1 en projection sur $\vec{z}_{10}$:

$$\vec{z}_{10}.\vec{M}\left(O_1,\bar{S}\to S\right)=\vec{z}_{10}.\vec{\delta}(O_1,S/10)$$

$$\vec{z}_{10}.\vec{M}\left(O_1,\bar{S}\to S\right)$$
$$=\vec{z}_{10}.\vec{M}(O_1,10\to 4)+\vec{z}_{10}.\vec{M}(O_1,8\to 4)+\vec{z}_{10}.\vec{M}(O_1,pes\to 4)+\vec{z}_{10}.\vec{M}(O_1,pes\to 5)+\vec{z}_{10}.\vec{M}(O_1,eau\to 4)$$

$$\mu.F.sin(\psi-\delta)-y_P.F_P-(m_4.y_4+m_5.y_5).g.sin\psi+m_5.g.x_5.cos\psi=\left(I_4+I_5+m_5.\left(x_5^2+y_5^2\right)\right).\ddot{\psi}$$

$$\boxed{F=\frac{1}{\mu.sin(\psi-\delta)}.\left[y_P.F_P+(m_4.y_4+m_5.y_5).g.sin\psi-m_5.g.x_5.cos\psi-\left(I_4+I_5+m_5.\left(x_5^2+y_5^2\right)\right).\ddot{\psi}\right]}$$

Question 2-3 : *En exprimant la condition de non glissement en J, déterminer la relation entre* ω_{12}, r *et* y, *en déduire la relation entre* ω_{12} *et* ω_m.

$\vec{V}(J,12/0)=\vec{0}, \Rightarrow \vec{V}(O_{12},12/0)+\vec{\Omega}(12/0)\wedge\overrightarrow{O_{12}J}=\vec{0}\Rightarrow\ \dot{y}.\vec{y}_4+\omega_{12}.\vec{z}_{10}\wedge -r.\vec{x}_4=\vec{0}\Rightarrow\quad \dot{y}=r.\omega_{12}$

Non glissement entre 9 et 3 $\dot{y}=r.\omega_{12}=\ R.\omega_m\quad\Rightarrow\quad\dfrac{\omega_{12}}{\omega_m}=\dfrac{R}{r}$.

Question 2-4 : *Déterminer l'énergie cinétique de l'ensemble* $\Sigma=\{9,3,5,d,11,12\}$ *dans son mouvement par rapport au bras* (4), *en déduire* $J_{éq}$, *le moment d'inertie équivalent ramené à l'axe moteur.*

$$T(\Sigma/4)=T(9/4)+T(5/4)+T(3/4)+T(11/4)+T(12/4)+T(d/4)$$

$$T(9/4)=\frac{1}{2}.I_9.\omega_m^2=T(11/4)\ ;\ T(d/4)=\frac{1}{2}.m_d.\dot{y}^2=\frac{1}{2}.m_d.R^2.\omega_m^2\ ;\ T(5/4)=\frac{1}{2}.m_5.\dot{y}^2=\frac{1}{2}.m_5.R^2.\omega_m^2$$

$$T(12/4)=\frac{1}{2}.\left(m_{12}+\frac{I_{12}}{r^2}\right).R^2.\omega_m^2$$

$$T(\Sigma/4)=\frac{1}{2}.\left(\left(m_{12}+\frac{I_{12}}{r^2}+m_5+m_d\right).R^2+2.I\right).\omega_m^2\qquad\boxed{J_{éq}=\left(m_E+\frac{I_{12}}{r^2}\right).R^2+2.I}$$

Question 2-5 : *Par application du théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble* Σ *dans son mouvement par rapport au bras* (4) *déterminer l'expression du couple moteur* Cm *en fonction de* ω_m, $J_{éq}$, T_{6d}, m_E, g, R et ψ.

On isole $\Sigma=\{9,3,5,11,12,d\}$. On applique le T.E.C. $\dfrac{dT(\Sigma/0)}{dt}=Pext+P\text{int}$

$P\text{int}=0$

$Pext = P\left(\bar{\Sigma} \to \Sigma/4\right)$

$= P(0 \to 9/4) + P(0 \to 11/4) + P(0 \to 12/4) + P(mot \to 9/4) + P(6 \to d/4) + P(pes \to \Sigma/4)$

$P(mot \to 9/4) = C_m.\omega_m$; $P(6 \to d/4) = T_{6d}.\dot{y}$

$P(pes \to \Sigma/4) = -m_E.g.\vec{y}_{10}.\dot{y}.\vec{y}_4 = -m_E.g.\dot{y}.Cos\psi$ *Équilibrage dynamique des solides en rotation est parfaitement réalisé*

$Pext = \left[C_m + \left(T_{6d} - m_E.g..Cos\psi\right).R\right].\omega_m$

$$\boxed{C_m = J_{éq}.\frac{d\omega_m}{dt} - \left(T_{6d} - m_E.g..Cos\psi\right).R}$$

Question 2-6 : *Par application du théorème de la résultante dynamique à l'ensemble* $E = \{5, d, 12\}$ *en projection sur* $\vec{y}_4$*, déterminer l'expression de* N_{6d} *l'action normale du contact des déchets avec la grille.*

On isole $E = \{5, 12, d\}$. On applique le T.R.D. en projection sur $\vec{y}_4$

$\vec{y}_4.\vec{R}\left(\bar{E} \to E\right) = \vec{y}_4.m_E\vec{\Gamma}\left(G_E/4\right)$

$\vec{y}_4.\vec{R}\left(\bar{E} \to E\right) = \vec{y}_4.\vec{R}(4 \to 5) + \vec{y}_4.\vec{R}(3 \to 5) + \vec{y}_4.\vec{R}(6 \to d) + \vec{y}_4.\vec{R}(0 \to 12) + \vec{y}_4.\vec{R}(pes \to E)$

$T - f.N_{6d} - m_E.g.cos\psi = m_E.\ddot{y}$ $\boxed{N_{6d} = \frac{1}{f}.\left(T - m_E.\left(\ddot{y} + g.cos\psi\right)\right)}$

<u>Partie III°- Etude du moteur hydraulique 15 :</u>

<u>Etude cinématique :</u>

Question 3-3 : *Etablir la relation entre* α *et* θ *puis montrer que*

$$\rho = L.\left(\cos\left(\theta_f - \theta\right) - \left(\frac{a^2}{L^2} - \sin^2\left(\theta_f - \theta\right)\right)^{1/2}\right)$$

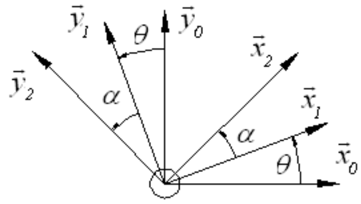
Fermeture géométrique

$\overrightarrow{O_0B} = \overrightarrow{O_0G_2} + \overrightarrow{G_2B}$ $L.\vec{x}_f = \rho.\vec{x}_1 + a.\vec{x}_2$

$L.sin\left(\theta_f - \theta\right) = a.sin\alpha$; $L.cos\left(\theta_f - \theta\right) = \rho + a.cos\alpha$

$L.cos\left(\theta_f - \theta\right) = \rho + a.\sqrt{1 - sin^2\alpha}$

$$\rho = L.\left(\cos\left(\theta_f - \theta\right) - \left(\frac{a^2}{L^2} - \sin^2\left(\theta_f - \theta\right)\right)^{1/2}\right)$$



Question 3-4 : *Par fermeture cinématique au point* G_2 *, déterminer la vitesse angulaire* $\dot{\theta}$ *en fonction de* $\dot{\rho}$ *,* ρ *,* θ *,* θ_f *, L et* a

$\vec{V}(G_2, 2/0) = \vec{V}(G_2, 2/3) + \vec{V}(G_2, 3/1) + \vec{V}(G_2, 1/0)$ $-R.\left(\dot{\theta} + \dot{\alpha}\right).\vec{y}_2 = \dot{\rho}.\vec{x}_1 + \rho.\dot{\theta}.\vec{y}_1$

$R.\left(\dot{\theta} + \dot{\alpha}\right).sin\alpha = \dot{\rho}$

$-R.\left(\dot{\theta} + \dot{\alpha}\right).cos\alpha = \rho.\dot{\theta}$

$-tan\alpha = \frac{\dot{\rho}}{\rho.\dot{\theta}}$; $\frac{\dot{\rho}}{\rho.\dot{\theta}} = -\frac{L.sin\left(\theta_f - \theta\right)}{L.cos\left(\theta_f - \theta\right) - \rho}$

$$\boxed{\dot{\theta} = -\dot{\rho}.\frac{L.cos\left(\theta_f - \theta\right) - \rho}{\rho.L.sin\left(\theta_f - \theta\right)}}$$

Question 3-6 :

Ecrire les équations traduisant l'équilibre de 2 au point G_2 *dans la base* $\left(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1\right)$.

$$\left\{T\left(0\to 2\right)\right\} = \left\{\begin{matrix} X_{02}.cos\alpha & 0 \\ X_{02}.sin\alpha & 0 \\ 0 & \end{matrix}\right\}_{G_2;\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_1} \qquad \left\{T\left(3\to 2\right)\right\} = \left\{\begin{matrix} X_{32} & 0 \\ Y_{32} & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{G_2;\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_1}$$

$$X_{02}.cos\alpha + X_{32} = 0$$
$$X_{02}.sin\alpha + Y_{32} = 0$$

Ecrire les équations traduisant l'équilibre de 3 au point G_2 *dans la base* $\left(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1\right)$.

$$\left\{T\left(2\to 3\right)\right\} = \left\{\begin{matrix} -X_{32} & 0 \\ -Y_{32} & 0 \\ 0 & \end{matrix}\right\}_{G_2;\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_1} \qquad \left\{T\left(1\to 3\right)\right\} = \left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ Y_{13} & 0 \\ 0 & N_{31} \end{matrix}\right\}_{G_2;\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_1}$$

$$\left\{T\left(3\to 2\right)\right\} = \left\{\begin{matrix} F & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{G_2;\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_1}$$

$$-X_{32} + F = 0$$
$$-Y_{32} + Y_{13} = 0$$
$$N_{31} = 0$$

En déduire la relation entre l'action du fluide et l'action de la came sur le galet.

$$F = X_{32}\ ;\ X_{32} = -X_{02}.cos\alpha = F$$

Question 3-7 : *Justifier la forme des matrices d'inertie* $I\left(G_2,3\right)$ *et* $I\left(G_2,2\right)$.

$$I\left(G_2,2\right) = \begin{pmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & A_2 & 0 \\ 0 & 0 & C_2 \end{pmatrix}_{\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_0} \qquad I\left(G_2,3\right) = \begin{pmatrix} A_3 & 0 & 0 \\ 0 & B_3 & 0 \\ 0 & 0 & C_3 \end{pmatrix}_{\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_0}$$

2 : solide de révolution d'axe $G_2, \vec{z}_0$

3 : présente deux plans de symétrie perpendiculaires

Question 3-8 : *Déterminer l'énergie cinétique de l'ensemble* $S = \left\{1,2,3\right\}$.

On considère l'ensemble $\Sigma = \left\{1,2,3\right\}$.

$$T\left(S/0\right) = T\left(1/0\right) + T\left(2/0\right) + T\left(3/0\right)$$

$$T\left(1/0\right) = \frac{1}{2}.I_1.\dot{\theta}^2 \qquad \left(\dot{\theta}+\dot{\alpha}\right)^2 = \frac{1}{R^2}.\left(\dot{\rho}^2 + \rho^2.\dot{\theta}^2\right)$$

$$T\left(2/0\right) = \frac{1}{2}m_2.\vec{V}^2\left(G_2/0\right) + \frac{1}{2}.\vec{\Omega}\left(2/0\right).\vec{\sigma}\left(G_2,2/0\right) = \frac{1}{2}.\left(C_2 + m_2.R^2\right).\left(\dot{\theta}+\dot{\alpha}\right)^2$$

$$T\left(3/0\right) = \frac{1}{2}m_3.\vec{V}\left(G_3/0\right).\vec{V}\left(G_2/0\right) + \frac{1}{2}.\vec{\Omega}\left(3/0\right).\vec{\sigma}\left(G_2,3/0\right)$$

$$\vec{\Omega}\left(3/0\right) = \dot{\theta}.\vec{z}_0$$

$$\vec{\sigma}\left(G_2,3/0\right) = m_3.\overrightarrow{G_2G_3} \wedge \vec{V}\left(G_2,3/0\right) + I_{G_2}\left(3\right)\vec{\Omega}\left(3/0\right)$$
$$= -m_3.l.\vec{x}_1 \wedge \left(\dot{\rho}.\vec{x}_1 + \rho.\dot{\theta}.\vec{y}_1\right) + C_3.\dot{\theta}.\vec{z}_0 = \left(C_3 - m_3.l.\rho\right).\dot{\theta}.\vec{z}_0$$

$$\vec{V}\left(G_3/0\right) = \dot{\rho}.\vec{x}_1 + \left(\rho - l\right).\dot{\theta}.\vec{y}_1 \ \vec{V}\left(G_2/0\right) = \dot{\rho}.\vec{x}_1 + \rho.\dot{\theta}.\vec{y}_1 \ \vec{V}\left(G_3/0\right).\vec{V}\left(G_2/0\right) = \dot{\rho}^2 + \rho.\left(\rho - l\right).\dot{\theta}^2$$

$$T\left(3/0\right) = \frac{1}{2}\left[m_3.\dot{\rho}^2 + \left(m_3.\left(\rho^2 - 2.\rho.l\right) + C_3\right).\dot{\theta}^2\right]$$

$$T\left(S/0\right) = \frac{1}{2}.I_1.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}.\left(C_2 + m_2.R^2\right).\left(\dot{\theta}+\dot{\alpha}\right)^2 + \frac{1}{2}\left[m_3.\dot{\rho}^2 + \left(m_3.\left(\rho^2 - 2.\rho.l\right) + C_3\right).\dot{\theta}^2\right]$$

Question 3-9 : *Par application du théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble* S *dans son mouvement par rapport à* (0)*, déterminer la relation entre* F *,* C *, les paramètres cinématiques du moteur hydraulique et* $T(S/0)$ *l'énergie cinétique de l'ensemble* $S=\{1,2,3\}$.

$$p_{\text{int}}=F.\dot{\rho}\ ;\quad p_{ext}=C.\dot{\theta}\qquad \frac{d}{dt}T(S/0)=F.\dot{\rho}+C.\dot{\theta}$$

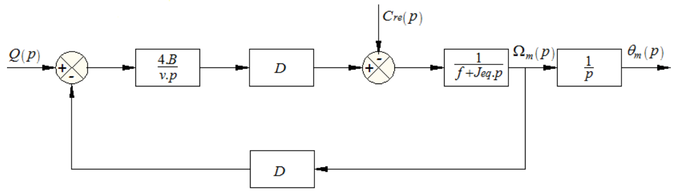
IV-1°- Modélisation du moteur hydraulique :

Question 4 -1 : *En considérant les conditions initiales nulles, écrire les deux équations* (1) *et* (2) *dans le domaine de Laplace.*

Equation hydraulique $$Q(p)=D.\Omega_m(p)+\frac{v}{4.B}.p.\Delta p(p)\qquad (1)$$

Equation mécanique $$J_{éq}.p.\Omega_m(p)=D.\Delta P(p)-f.\Omega_m(p)-C_{re}(p)\qquad (2)$$

Question 4-2 : *A partir de la question précédente et de la figure 6 ci-contre* ***tracer*** *le schéma bloc du moteur hydraulique.*



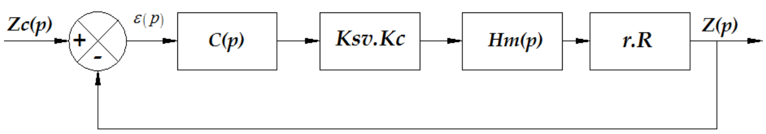
Question 4-3 : *Déterminer la fonction de transfert du moteur hydraulique* $H_m(p)=\left[\dfrac{\theta_m(p)}{Q(p)}\right]_{Cre=0}$.

Identifier les paramètres canoniques K_m *, z et* ω_n *.*

$$\frac{\Omega_m(p)}{Q(p)}=\frac{1/D}{1+\dfrac{f.v}{4.B.D^2}.p+\dfrac{J_{éq}.v}{4.B.D^2}.p^2}$$

$$K_m=\frac{1}{D},\ z=\frac{f}{4.D}.\sqrt{\frac{v}{J_{eq}.B}}\ ;\ \omega_n=\sqrt{\frac{4.B.D^2}{J_{eq}.v}}$$

IV-3°- Etude de la boucle d'asservissement en position du dégrilleur :



Question 4-9 : *Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte* $H_{BO}(p)=\dfrac{Z(p)}{\varepsilon(p)}$ *et en déduire l'expression du gain de boucle* K_{BO} *, de sa classe et de son ordre.*

$$H_{BO}(p)=\frac{Z(p)}{\varepsilon(p)}=\frac{K_p.K_{sv}.K_c.K_m.r.R}{p.\left(1+\dfrac{2.z}{\omega_n}.p+\dfrac{1}{\omega_n^2}.p^2\right)},\quad K_{BO}=K_p.K_{sv}.K_c.K_m.r.R\text{, ordre 3 classe 1}$$

Question 4-10 : *Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée* $H_{BF}(p)=\dfrac{Z(p)}{Zc(p)}$ *en fonction de* K_{BO} *, z et* ω_n *.*

$$H_{BF}(p)=\frac{Z(p)}{Zc(p)}=\frac{H_{BO}(p)}{1+H_{BO}(p)}=\frac{K_{BO}}{K_{BO}+p+\dfrac{2.z}{\omega_n}.p^2+\dfrac{1}{\omega_n^2}.p^3}$$

$$\boxed{H_{BF}(p)=\frac{1}{1+\frac{1}{K_{BO}}.p+\frac{1}{K_{BO}}.\frac{2.z}{\omega_n}.p^2+\frac{1}{K_{BO}}.\frac{1}{\omega_n^2}.p^3}}$$

Question 4-11 : *Donner l'expression de l'erreur statique* ε_S $\left(zc(t)=Z_0.u(t)\right)$ *et l'erreur de traînage* ε_{tr} $\left(zc(t)=a.t.u(t)\right)$*. Les résultats peuvent être donnés sans calcul.*

La fonction $H_{BO}(p)$ est de classe 1

$$\Rightarrow \varepsilon_S=0$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{Tr}=\frac{a}{K_{BO}}$$

Question 4-12 : *Déterminer, par application du* ***critère de Routh****, la condition que doit satisfaire* Kp *pour que le système soit stable. Soit* Kp_{limite} *la valeur de* Kp *correspondante à la limite de stabilité.*

Soit $D(p)=K_{BO}+p+\frac{2.z}{\omega_n}.p^2+\frac{1}{\omega_n^2}.p^3$ le dénominateur de $H_{BF}(p)$

p^3	$1/\omega_n^2$	1
p^2	$2.z/\omega_n$	K_{BO}
p^1	$\dfrac{\frac{2.z}{\omega_n}-\frac{K_{BO}}{\omega_n^2}}{\frac{2.z}{\omega_n}}$	0
p^0	K_{BO}	0

Première condition $K_{BO}>0$

Deuxième condition $2.z.\omega_n-K_{BO}>0$

$K_{BO}<2.z.\omega_n$; $K_{BO}=K_p.K_{sv}.K_c.K_m.r.R$

$$0<K_p<\frac{2.z.\omega_n}{K_{sv}.K_c.K_m.r.R}$$

$$Kp_{limite}=\frac{2.z.\omega_n}{K_{sv}.K_c.K_m.r.R}$$

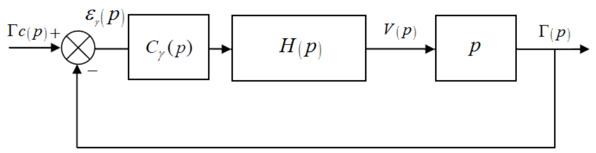
Question 4-13 : *Déterminer la nouvelle valeur de* Kp *en fonction de* Kp_{limite} *pour avoir une marge de gain de 12dB.*

Pour $Kp=Kp_{limite}$ le système est à la limite de stabilité, la marge de gain est nulle.

$$MG=-\left\|H_{BO}(j\omega)\right\|_{dB} \quad avec \quad \varphi(\omega_C)=-180°$$

Pour avoir une marge de gain de *12dB* alors $20LogKp=20\log Kp_{limite}-12$, $Kp=\left(10^{3/4}\right).Kp_{limite}$

IV-4°- Etude de la boucle d'asservissement en accélération du dégrilleur :



Question 4-14 : *Déterminer la fonction écart* $\varepsilon_\gamma(p)$.

$$H_{\gamma\_BO}(p)=\frac{K_{acc}.p}{\left(1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2\right)}$$

$$\varepsilon_\gamma(p)=\frac{\Gamma_C(p)}{1+H_{\gamma\_BO}(p)}$$

$$\boxed{\varepsilon_\gamma(p)=\Gamma_C(p).\frac{1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}{1+\left(\frac{2\xi}{\omega_0}+K_{acc}\right).p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}}$$

Question 4-15 : ***Calculer*** *l'erreur en régime permanent* ε_γ *pour une entrée échelon* $\gamma_C(t)=\gamma_C.u(t)$ *, en déduire* γ_0 *la valeur en régime permanent de* $\gamma(t)$*. Conclure.*

Pour $\Gamma_C(p)=\frac{\gamma_C}{p}$

$$\boxed{\varepsilon_\gamma=\lim_{t\to+\infty}\varepsilon_\gamma(t)=\lim_{p\to 0}p.\varepsilon_\gamma(p)=\gamma_C}$$

$\varepsilon_\gamma=\gamma_C-\gamma_0\Rightarrow\gamma_0=0$. Au bout d'un temps fini le système se déplacera avec une accélération $\gamma_0=0$ même en présence d'une consigne d'accélération $\gamma_C\neq 0$.

Correction proportionnelle intégrale :

Question 4-16 : *La fonction de transfert en boucle ouverte* $H_{\gamma\_BO}(p)$

$$H_{\gamma\_BO}(p)=\frac{K.K_{acc}.(1+T_i.p)}{1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}\ ;\ K_O=K.K_{acc}\ \text{Classe 0 ; ordre 2}$$

En déduire l'erreur en régime permanent ε_γ *pour une entrée échelon* $\gamma_C(t)=\gamma_C.u(t)$. *En déduire* γ_0 *la valeur en régime permanent de* $\gamma(t)$. *Déterminer la valeur de* K *pour que l'accélération en régime permanent soit réglée à 75% de* $\gamma_{\max}$.

$H_{\gamma\_BO}(p)$ est de classe 0 alors $\varepsilon_\gamma=\dfrac{\gamma_C}{1+K_O}$;

$$\varepsilon_\gamma=\gamma_C-\gamma_0\Rightarrow\gamma_0=\gamma_C-\varepsilon_\gamma=\gamma_C-\frac{\gamma_C}{1+K_O}=\gamma_C.\frac{1}{1+K_O}=0,75.\gamma_{\max}\qquad \gamma_C.\frac{1}{1+K_O}=\quad 0\ \gamma_{m}$$

$$K_O=K.K_{acc}=\frac{\gamma_C}{0,75.\gamma_{\max}}-1\qquad \boxed{K=\frac{1}{K_{acc}}.\left(\frac{\gamma_C}{0,75.\gamma_{\max}}-1\right)}$$

Question 4-17 : *Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée en fonction de* $K.K_{acc}$, ξ *et* ω_0.

$$H_{\gamma\_BF}(p)=\frac{\dfrac{K_O.(1+T_i.p)}{1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}}{1+\dfrac{K_O.(1+T_i.p)}{1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}}=\frac{K_O.(1+T_i.p)}{1+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2+K_O.(1+T_i.p)}$$

$$=\frac{K_O.(1+T_i.p)}{1+K_O+\frac{2\xi}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2+K_O.T_i.p}=\frac{K_O}{1+K_O}.\frac{(1+T_i.p)}{1+\frac{1}{1+K_O}.\left(\frac{2\xi}{\omega_0}+K_O.T_i\right).p+\frac{1}{1+K_O}.\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}$$

Document réponse DR2

Question 1-3 *:*

Compléter la table de vérité

secteur	e_1	e_2	e_3	e_4	S_1	S_2	S_3	S_4
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	1	0	0	1	1
3	1	0	1	1	0	0	1	0
4	1	0	1	0	0	1	1	0
5	1	1	1	0	0	1	1	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1
7	0	0	1	0	0	1	0	0
8	0	0	1	1	1	1	0	0
9	0	0	0	1	1	1	0	1

Tableau de Karnaugh de S_3

e_3e_4 \ e_1e_2	00	01	11	10
00	0	ϕ	ϕ	0
01	0	ϕ	ϕ	1
11	0	ϕ	ϕ	1
10	0	0	1	1

Tableau de Karnaugh de S_4

e_3e_4 \ e_1e_2	00	01	11	10
00	0	ϕ	ϕ	1
01	1	ϕ	ϕ	1
11	0	ϕ	ϕ	0
10	0	1	1	0

Compléter les tableaux de Karnaugh ci-contre des sorties S_3 *et* S_4.

Donner les équations simplifiées des sorties S_3 *et* S_4.

$$S_3 = e_1.e_4 + e_1.e_3$$

$$S_4 = e_2 + e_1.\overline{e_3} + \overline{e_3}.e_4$$

Question 3-1 et Question 3-2 : *Déterminer* <u>*graphiquement*</u> *la vitesse de translation du piston* (3) *par rapport bloc-cylindres* (1) *correspondante à cette vitesse.*

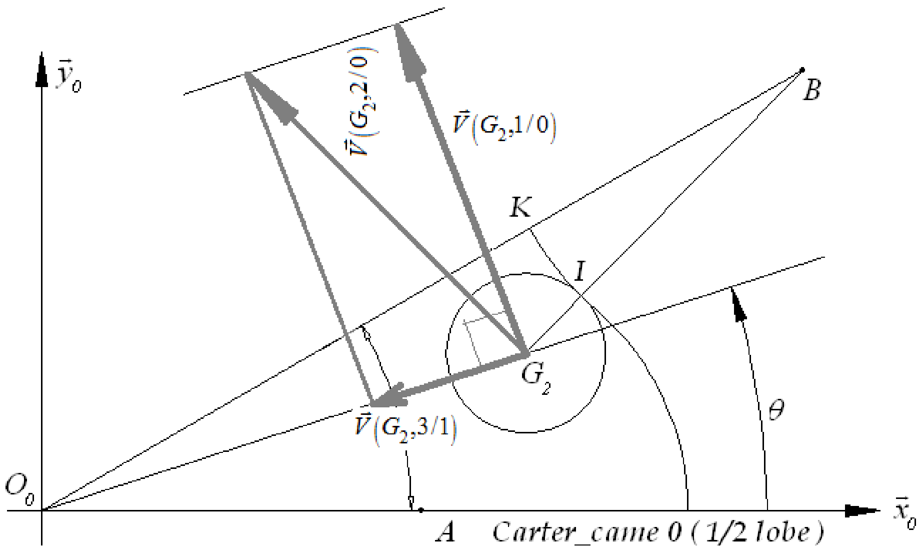
Justifications des tracés $\vec{V}(G_2,2/0)=\vec{V}(I,2/0)+\vec{\Omega}(2/0)\wedge\overrightarrow{IG_2}=\vec{\Omega}(2/0)\wedge\overrightarrow{IG_2}$

$\vec{V}(G_2,2/0)$ Normale à $\overrightarrow{IG_2}$

Question 3-2 : $\vec{V}(G_2,1/0)=\vec{V}(O_0,1/0)+\vec{\Omega}(1/0)\wedge\overrightarrow{O_0G_2}=\rho.\omega_{1/0}.\vec{y}_1=6(m/s).\vec{y}_1$

$\vec{V}(G_2,2/0)=\vec{V}(G_2,2/3)+\vec{V}(G_2,3/1)+\vec{V}(G_2,1/0)$

$\vec{V}(G_2,3/1)$ Suivant $\vec{x}_1$ $\quad\vec{V}(G_2,2/3)=\vec{0}$



Identification des fonctions de transfert la chaîne fonctionnelle :

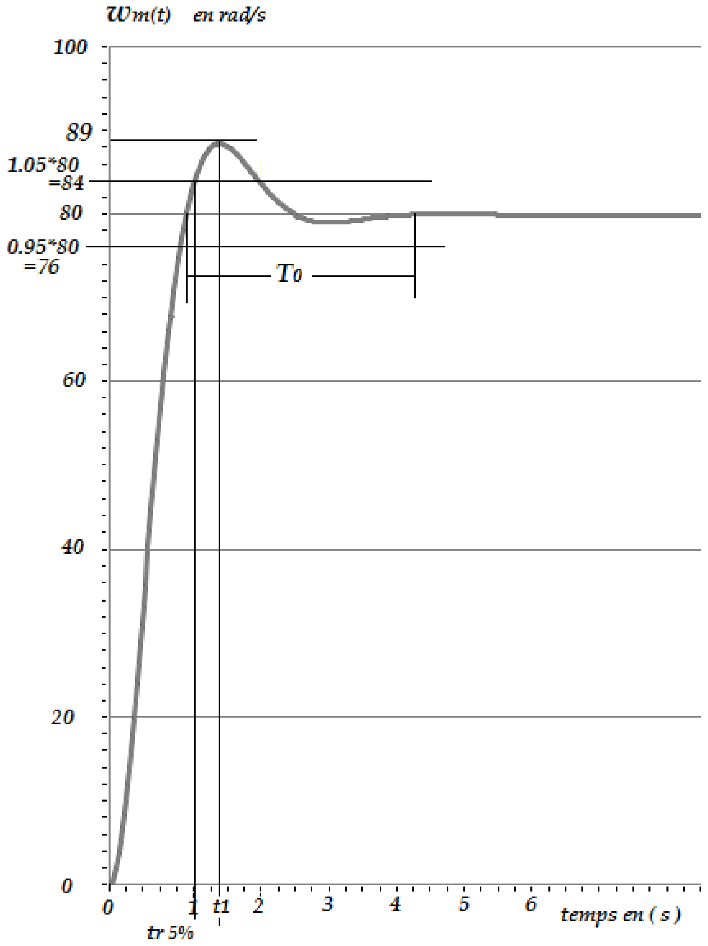
Identification de la fonction de transfert du moteur hydraulique :

La fonction de transfert du moteur est notée $M(p)=\dfrac{\Omega_m(p)}{Q(p)}=\dfrac{K_m}{1+\dfrac{2.z}{\omega_n}.p+\dfrac{1}{\omega_n^2}.p^2}$

On donne ci-contre la réponse indicielle du moteur pour un échelon unitaire de débit en m^3/s .

Question 4-4 : *Déterminer, en précisant votre démarche, les paramètres canoniques K_m , z , ω_n ainsi que le temps de réponse à 5% du moteur.*

Question 4-5 : *Déterminer la valeur de la pente à l'origine.*



Question 4-4 :

$$K_m=80\ (rad/s)/(m^3/s)$$

$$D_1=9;\quad D=9/80=0.1125$$

$D=e^{\frac{-\pi.z}{\sqrt{1-z^2}}}=0.1125$ *.Ce qui permet de déterminer z .*

$t_1=1,25(s)$ *avec* $t_1=\dfrac{\pi}{\omega_n.\sqrt{1-z^2}}$ *. Ce qui permet de déterminer* ω_n *.*

Ou à partir de $T_0=\dfrac{2.\pi}{\omega_n.\sqrt{1-z^2}}$

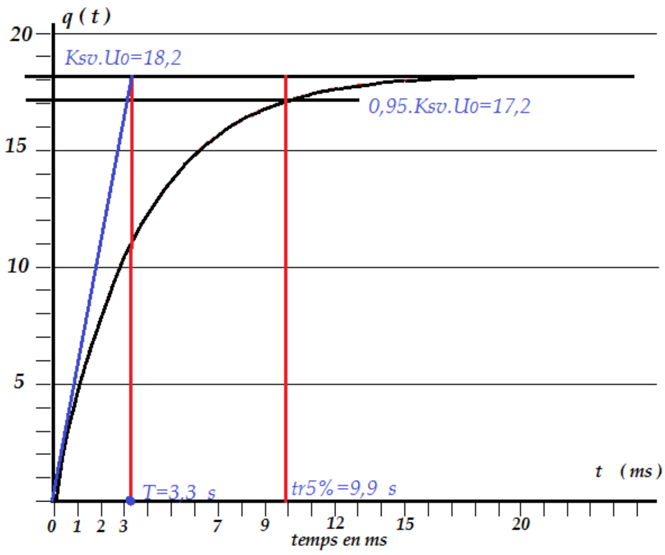
Question 4-5 : *pente nulle à l'origine*

Identification de la fonction de transfert de la servovalve :

On donne ci-contre la réponse indicielle de la servovalve pour un échelon de tension d'amplitude $U_0=12\ (V)$.

On note $H_S(p)=\dfrac{Q(p)}{U(p)}$ la fonction de transfert de la servovalve.

Question 4-6 : *Déterminer l'ordre et les paramètres canoniques de cette fonction, en déduire le temps de réponse à 5%.*



$$H_S(p)=\frac{Ksv}{1+Ts.p}$$

$$tr5\%=9,9(s)=3.Ts$$

$$Ts=3,3(s)$$

$$Ksv.U_O=18,2\Rightarrow Ksv=\frac{18,2}{U_O}\approx 1,51\left((m^3/s)/V\right)$$

Identification de la fonction de transfert du capteur :

On donne ci-dessous les diagrammes de Bode de la fonction de transfert $H_C(p) = \dfrac{U_m(p)}{Z(p)}$ du capteur.

Question 4-7 : *Déterminer l'ordre et les paramètres canoniques de cette fonction.*
Tracer les diagrammes asymptotiques sur la figure ci-dessous.

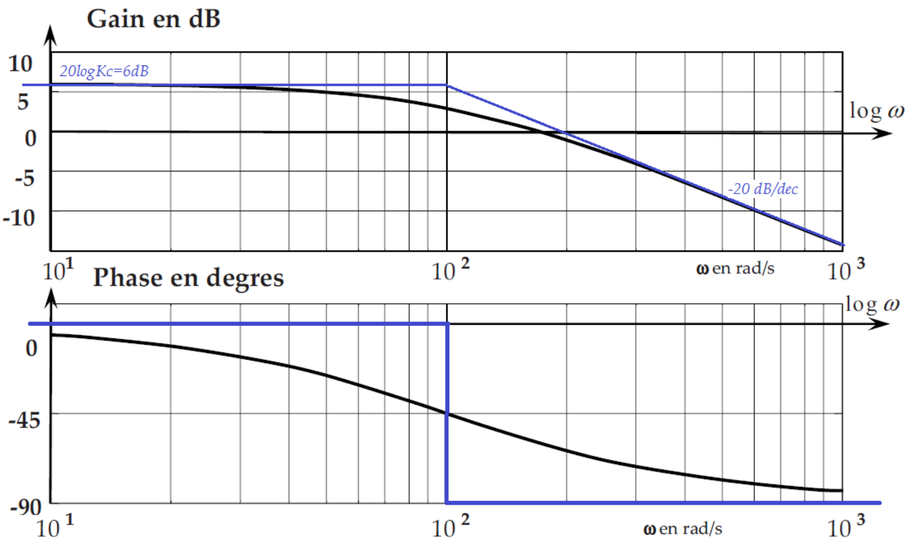
$$H_C(p) = \frac{Kc}{1+Tc.p}$$

$$20LogKc = 6dB$$

$$Kc = 2(V/m)$$

$$\omega_C = \frac{1}{Tc} = 10^2\,(rad/s)$$

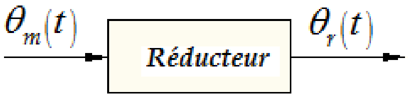
$$Tc = 10^{-2}\,(s)$$



Détermination de la fonction de transfert du réducteur :

La réduction de la vitesse de rotation du moteur est assurée par un ***réducteur épicycloïdal*** dont le schéma cinématique est donné ci-dessous :

On donne :



Z_1 : nombre de dents du pignon de l'arbre moteur A_m.

Z_0 : nombre de dents de la couronne fixée au bâti.

Z_{2a}, Z_{2b} : nombre de dents des pignons du satellite.

Rapport de réduction $r = \dfrac{\omega_r(t)}{\omega_m(t)} = \dfrac{\theta_r(t)}{\theta_m(t)}$

Question 4-8 : *Déterminer en fonction des nombres des dents le rapport de réduction :*

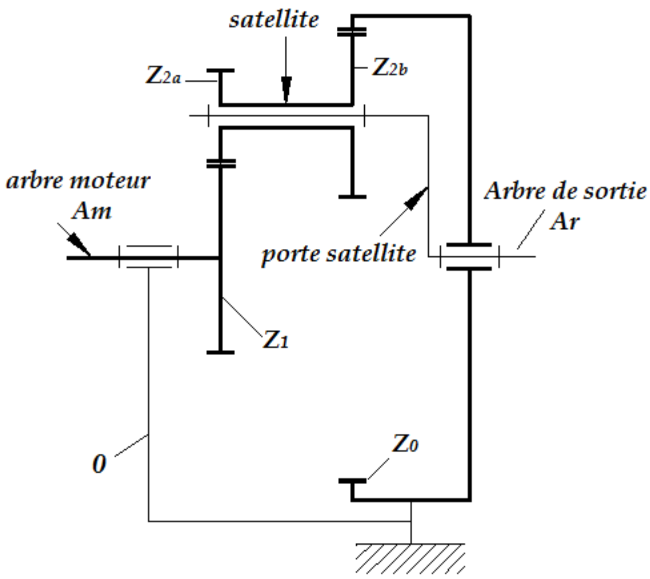
$$r = \frac{\omega_{Ar}(t)}{\omega_{Am}(t)} = \frac{\omega_r(t)}{\omega_m(t)}$$

$$\frac{\omega_{s/ps}}{\omega_{e/ps}} = -\frac{Z_1}{Z_{2a}}.\frac{Z_{2b}}{Z_0}$$

$$\frac{\omega_{0/Ar}}{\omega_{Am/Ar}} = -\frac{Z_1}{Z_{2a}}.\frac{Z_{2b}}{Z_0} = -\frac{\omega_{Ar/0}}{\omega_{Am/0} - \omega_{Ar/0}}$$

$$\frac{\omega_{Am/0}}{\omega_{Ar/0}} = \frac{Z_{2a}}{Z_1}.\frac{Z_0}{Z_{2b}} + 1$$

$$\boxed{r = \frac{\omega_{Ar}}{\omega_{Am}} = \frac{Z_1.Z_{2b}}{Z_1.Z_{2b} + Z_{2a}.Z_0}}$$



Question 4-18 : *Sur le document réponse DR5, tracer le diagramme* ***asymptotique*** *de Bode de la de transfert en* ***boucle fermée*** $H_{\gamma\_BF}(p)$. $H_{\gamma\_BF}(p)=2.\dfrac{1+10.p}{(1+0.25.p).(1+2.p)}$

Question 4-19 : *Tracer* ***l'allure*** *de la courbe* ***réelle*** *du diagramme de* ***gain,*** *puis donner, graphiquement, la valeur de la bande passante à -3dB de l'asservissement en accélération.*

Document réponse DR5