

## ÉTUDE FONCTIONNELLE :

|           |                                                                                                                      |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1.1 S1- | $E_1$ : Barrelets<br>$E_2$ : Coffrets<br>$F_p$ : Fixer Barrelets sur Coffret.                                        |
| 1.1.1 S2- | $FT_2$ : Identifier Coffret<br>$M_3$ : Vain de serrage ⑤.<br>$M_4$ : Moteur + Réducteur + Vis-Ecrou. / Axe numérique |

## ÉTUDE MÉCANIQUE :

- Étude cinématique :

1.1.1 S3- on a :  $\vec{V}_{cp \in portique / 0} = \vec{V}_{cp \in portique / 4} + \vec{V}_{cp \in 4 / 0}$

Avec :  $\vec{V}_{cp \in portique / 4} = \frac{P}{2\pi} \cdot \vec{\omega}_{portique / 4}$   
 $= \frac{P}{2\pi} \cdot (\vec{\omega}_{portique / 0} - \vec{\omega}_{4 / 0})$

$$\Rightarrow \vec{V}_{cp \in portique / 0} = - \frac{P}{2\pi} \cdot \omega_4 \vec{x} = V \vec{x}$$

$$\Rightarrow V = - \frac{P}{2\pi} \cdot \omega_4 ; \text{ et } \omega_4 = \frac{\omega_1}{k}$$

$$\Rightarrow \boxed{V = - \frac{P}{2\pi} \cdot \frac{\omega_1}{k}}$$

(si pas de signe -  
résultat faux 0)

1.1.1 S4-  $\Rightarrow$  calcul de  $V_{maxi}$  :

on a : la course =  $\int v(t) dt = V_{maxi} \cdot \frac{T}{2}$

$\Rightarrow \boxed{V_{maxi} = \frac{2 \cdot \text{course}}{T}} ; \text{ A.N. : } \boxed{V_{maxi} = 0,75 \text{ m/s.}}$

o) calcul des rapport  $k$ :

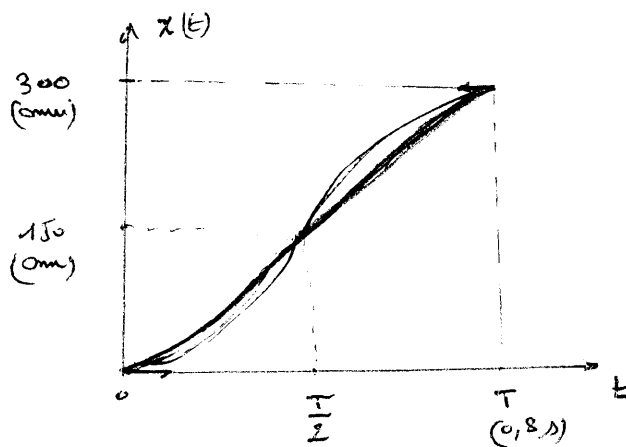
on a:  $v_{max} = -\frac{P}{2\pi \cdot k} \cdot \omega_{1max}$ , or  $\omega_{1max} = \frac{\pi \cdot N_1}{30}$

$$v_{max} = -\frac{P}{2\pi \cdot k} \cdot \frac{\pi \cdot N_1}{30} = -\frac{P \cdot N_1}{60 \cdot k}$$

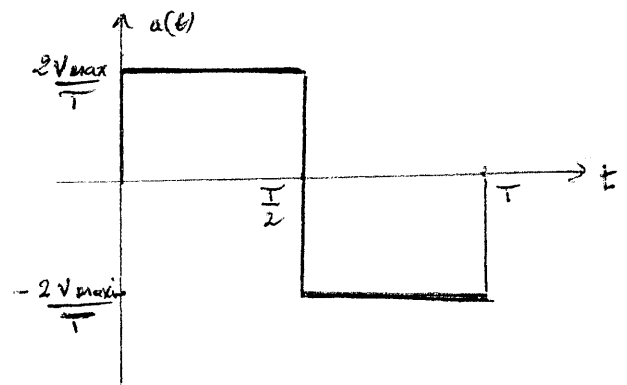
o)  $\Rightarrow k = -\frac{P \cdot N_1}{60 \cdot v_{max}}$  A.N:  $k = -1,78$

o) 85-

Loi de position:



Loi d'accélération:



86- Etude du train

1) Willis on a:  $\frac{\omega_{1/3}}{\omega_{0/3}} = +\frac{\omega_{1/3}}{\omega_{2/3}} \times \frac{\omega_{2/3}}{\omega_{0/3}} = -\frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_0}{z_2} = \boxed{-\frac{z_0}{z_1}}$

or  $\frac{\omega_{1/0} - \omega_{3/0}}{\omega_{2/0} - \omega_{0/0}} = -\frac{z_0}{z_1} \Rightarrow \omega_{1/0} = \omega_{3/0} \cdot \left(1 + \frac{z_0}{z_1}\right)$

$\Rightarrow \boxed{\frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{z_1 + z_0}{z_1} = k_1}$

o)  Valeur de  $z_2$ : on a:  $\boxed{z_0 = 2z_2 + z_1}$

$\Rightarrow \boxed{z_2 = 15 \text{ dents}}$

1.) valeur de k:

$$\text{on a: } \frac{\omega_1}{\omega_4} = \frac{\omega_1}{\omega_3} \times \frac{\omega_3}{\omega_4} = -k_1 \cdot \frac{z_4}{z_3}$$

$$\Rightarrow k = -k_1 \cdot \frac{z_4}{z_3} = \boxed{\frac{z_1 + z_0}{z_1} \cdot \left(-\frac{z_4}{z_3}\right) = k_1}$$

AN:  $\boxed{k = -1,78}$

### ÉTUDE CINÉTIQUE ET DYNAMIQUE:

Q7: T.E.C à E = { moteur + réducteur + portique }.

on a:

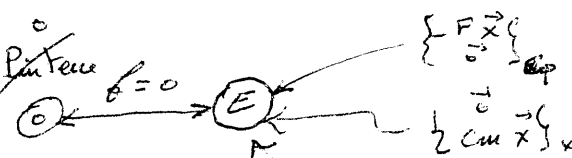
$$\frac{d}{dt} T_E/O = P(E \rightarrow E/O) + P_{\text{ext}}^E$$


Diagram showing a mechanical system with two gears, O and E, in contact. Gear O is on the left and gear E is on the right. A force F is applied to gear E at a distance R from its center. The contact point is at a distance r from the center of gear E. The diagram shows the forces and moments acting on the system.

1.)  $P(E \rightarrow E/O) = C_m \cdot \omega_1 - F \cdot V$

2.)  $2T_E/O = 2T_{M/O} + 2T_{\text{mot}/O} + 2T_{R/O}$

$$2T_E/O = J_m \cdot \omega_1^2 + M \cdot V^2 + J_r \cdot \omega_4^2$$

Avec:  $V = -\frac{P \cdot \omega_1}{2\pi \cdot k}$  et  $\omega_4 = \frac{\omega_1}{k}$

1.  $2T_E/O = \left[ J_m + M \cdot \frac{P^2}{4\pi^2 \cdot k^2} + J_r \cdot \frac{1}{k^2} \right] \cdot \omega_1^2$

$P(E \rightarrow E/O) = \left[ C_m + F \cdot \frac{P}{2\pi \cdot k} \right] \cdot \omega_1$

1  $\rightarrow T.E.C \text{ à } E \Rightarrow \boxed{C_m + \frac{F \cdot P}{2\pi k} = \left( J_m + \frac{M P^2}{4\pi^2 k^2} + \frac{J_r}{k^2} \right) \cdot \dot{\omega}_1}$

1 Avec:

$$\boxed{C_{pe} = -\frac{F \cdot P}{2\pi \cdot k} \quad \text{et} \quad J_{eg} = J_m + \frac{M P^2}{4\pi^2 k^2} + \frac{J_r}{k^2}}$$

► Etude statique: voir document Réponse DR 4

Question 8:

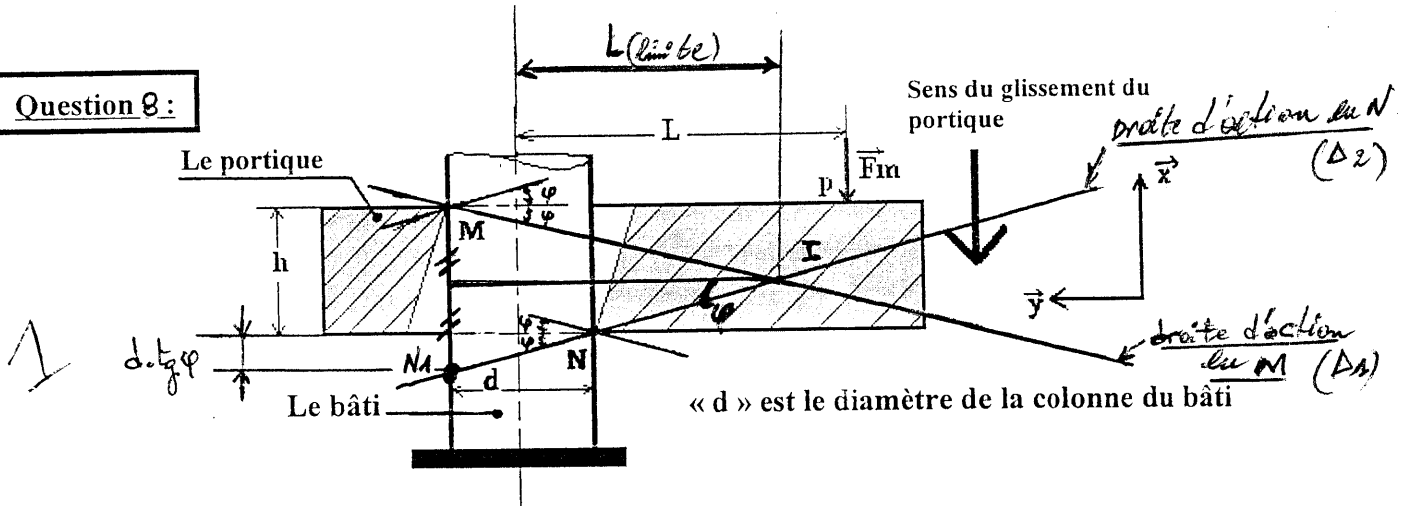


Figure (I) : Etude statique

Le sens de glissement  $\Rightarrow$  d'après la loi de Coulomb  
que  $\vec{F}$  (bâti  $\rightarrow$  portique) et suivant (+  $\vec{n}$ ).  
 $\Delta 1 \equiv \Delta \vec{R}_M$  et  $\Delta 2 \equiv \Delta \vec{R}_N$

Question 9:

Commentaires :

le portique est soumis à 3 forces :  
Équilibre  $\Rightarrow$  les 3 forces doivent être  
concurrentes au même point (I)  $\Rightarrow$   $L_{limite}$   
(voir schéma).

Question 10:

voir trace : on a :  $MN_1 = h + d \cdot \tan \varphi$

$$\text{et } \frac{MN_1}{2(L_{lim} + \frac{d}{2})} = \tan \varphi = \frac{h + d \cdot \tan \varphi}{2L_{lim} + d}$$

$$\Rightarrow L_{limite} = \frac{P}{2f} ; f = \tan \varphi$$

Question 11:

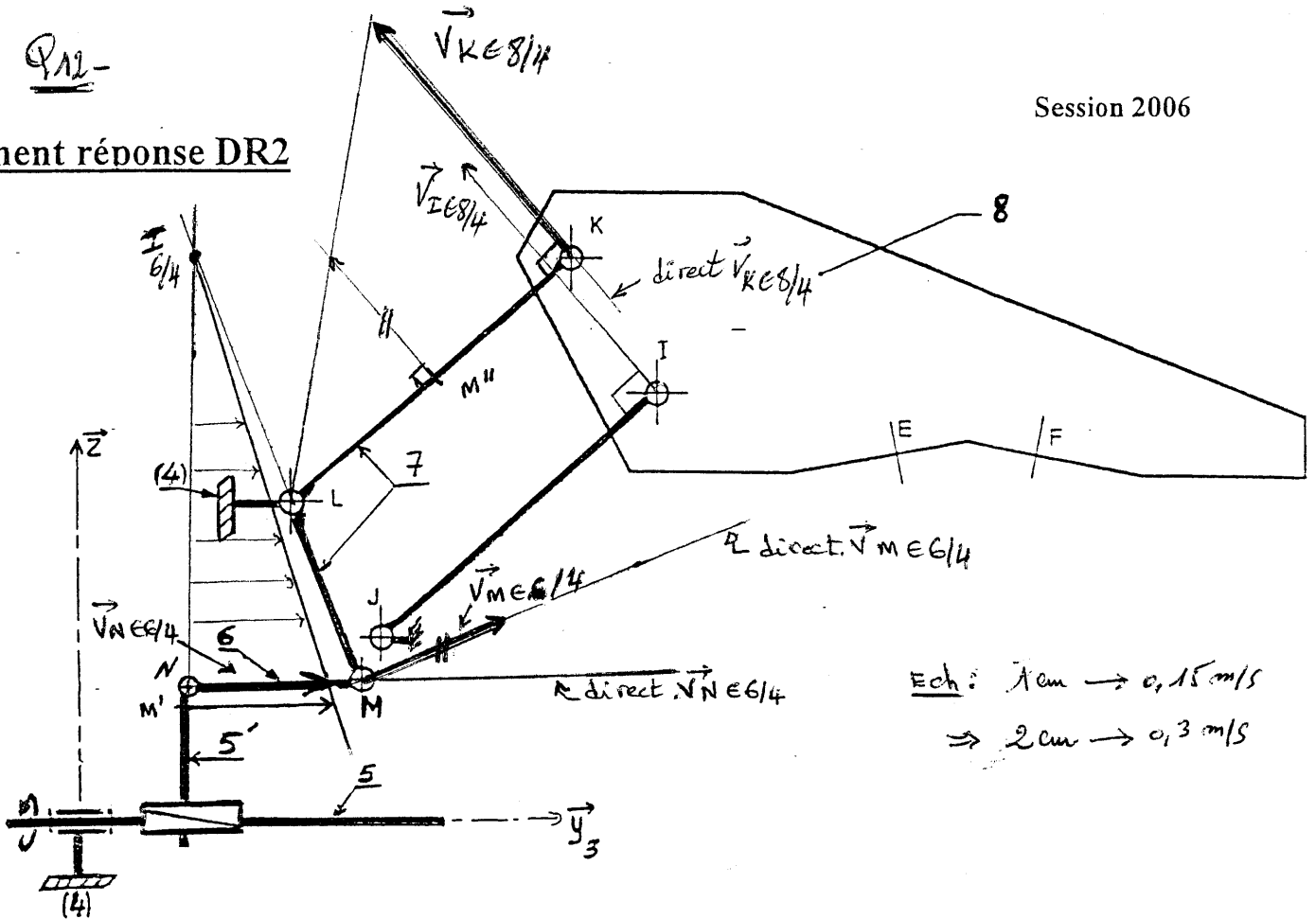
• si  $L < L_{limite} \rightarrow$  glissement  
• si  $L > L_{limite} \rightarrow$  Concoment,  $ab = L_{limite} \Rightarrow$  Équilibre

Etude du chariot de stockage :

► Etude cinématique : voir document réponse :

Q12-

Session 2006

Document réponse DR2

Ech : 1 cm  $\rightarrow$  0,15 m/s  
 $\Rightarrow$  2 cm  $\rightarrow$  0,3 m/s

- 1) C.I.R. :  $I_{6/4}$  : le mouvement de 6/4 est plan / plan, avec :
- 2)  $\left\{ \begin{array}{l} \cdot \text{direct } \vec{V}_{N \in 6/4} = \text{direct } \vec{V}_{N \in 5/4} = (N, \vec{y}_3) \\ \cdot \text{direct } \vec{V}_{M \in 6/4} = \text{direct } \vec{V}_{M \in 7/4} = \perp \hat{a}(L, M) \text{ en } M \end{array} \right.$
- $\Rightarrow I_{6/4} = (\perp \hat{a}(N, \vec{y}_3) \text{ en } N) \cap (L, M) : (\text{voir trace})$
- 2) ana :  $\vec{V}_{K \in 8/4} = \vec{V}_{K \in 8/7} + \vec{V}_{K \in 7/4}$  ; or le m.t. de 7/4 est une rotation de centre (L)  $\Rightarrow \underline{\text{direct } \vec{V}_{K \in 8/4} = \perp \hat{a}(L, K) \text{ en } K}$
- 3) Pour le module de  $\vec{V}_{K \in 8/4}$  : (voir trace),  $I_M = I_{M'}$ .
- ana :  $\vec{V}_{N \in 6/4} = 0,3 \text{ m } \vec{y}_3 \xrightarrow{I_{6/4}} \|\vec{V}_{M \in 6/4}\| = 0,33 \text{ m/s}$
- et  $\vec{V}_{M \in 6/4} = \vec{V}_{M \in 7/4}$  et donc :
- $\frac{V_{K \in 7/4}}{LK} = \frac{V_{M' \in 7/4}}{L_{M''}}$ , avec :  $L_{M''} = LM$ .

1) Trace  $\Rightarrow \|\vec{V}_{K \in 7/4}\| = \|\vec{V}_{K \in 8/4}\| = 0,64 \text{ m/s}$

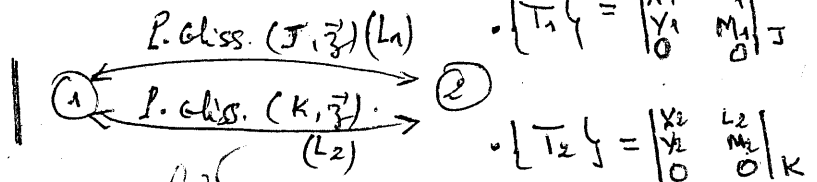
2) le mouvement de 8/4 :

on a:  $(L, K) \parallel \vec{u}(J, I)$  et  $\vec{V}_{I \in 8/4} \perp (J, I)$  en I car d  
 $\vec{V}_{I \in 8/4} \parallel \vec{V}_{K \in 8/4} \Rightarrow \underline{\underline{\Gamma_{8/4} : translation circulaire.}}$

3)  $\vec{V}_{I \in 8/4} \perp (J, I)$  en I et  $\|\vec{V}_{I \in 8/4}\| = 0,64 \text{ m/s}$ .

► Etude d'hyperstatisme :

Q<sub>13</sub> - Graphes :



Q<sub>14</sub> - liaisons en II  $\Rightarrow$

$$\|\{T_{eq}\} = \{T_1\} + \{T_2\} \cdot ; \{T_{eq}\} = \begin{vmatrix} X_e & L_e \\ Y_e & M_e \\ Z_e & N_e \end{vmatrix}_K$$

1

$$\text{en K} : \{T_1\} = \begin{vmatrix} X_1 & L_1 \\ Y_1 & M_1 \\ 0 & -u Y_1 \end{vmatrix}_K$$

$$\Rightarrow \begin{vmatrix} X_e = X_1 + X_2 \\ Y_e = Y_1 + Y_2 \\ Z_e = 0 \end{vmatrix} ; \begin{vmatrix} L_e = L_1 + L_2 \\ M_e = M_1 + M_2 \\ N_e = -u Y_1 \end{vmatrix} \Rightarrow \{T_{eq}\} = \begin{vmatrix} X_e & L_e \\ Y_e & M_e \\ 0 & N_e \end{vmatrix}_K$$

$\Rightarrow$  Leg: Glissière d'axe ( $\vec{z}$ ).

Q<sub>15</sub> - 8 inconnues et 5 eq. indépendantes  $\Rightarrow \underline{\underline{h=3}}$ .

Q<sub>16</sub> - les inconnues hypers. sont:  $X_1$  ou  $X_2$ ;  $L_1$  ou  $L_2$  et  $M_1$  ou  $M_2$ .

1) Modélisation de L<sub>2</sub> par exemple :

1

$$\text{on a: } \{T_2\} = \begin{vmatrix} X_2 & L_2 \\ Y_2 & M_2 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}_K \text{ avec } \begin{vmatrix} X_2 = 0 \\ L_2 = 0 \\ M_2 = 0 \end{vmatrix} \Rightarrow \{T_2\} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ Y_2 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}_K$$

$\Rightarrow$  liaison en K: Pratuelle de normale  $(K, \vec{y})$ .

Q<sub>17</sub> - Avantage : Rigide.

Q<sub>18</sub> - Inconvénient : Coûteuse.

► Etude d'inertie :

Q18-1) on a :  $\vec{M}_3 \vec{O}_3 \vec{G}_3 = m_c \vec{O}_3 \vec{O}_3 + m_p \cdot \vec{O}_3 \vec{G}_p$

Q1 ✓  $\left. \begin{matrix} m_3 \\ R_3 \end{matrix} \right| \begin{matrix} G_3 \\ C_3 \end{matrix} = \left. \begin{matrix} m_p \\ R_3 \end{matrix} \right| \begin{matrix} G_1 \\ C_{1/2} \end{matrix} \Rightarrow \begin{cases} A_3 = 0 \\ B_3 = \frac{m_p \cdot a_1}{2} \\ C_3 = \frac{m_p \cdot h}{2 \cdot m_3} \end{cases}$

2)  $\bar{I}(O_2, 2) = \begin{bmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & B_2 & -D_2 \\ 0 & -D_2 & C_2 \end{bmatrix} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  ;  $\bar{I}(O_4, 4) = \begin{bmatrix} A_4 & 0 & 0 \\ 0 & B_4 & 0 \\ 0 & 0 & C_4 \end{bmatrix} (\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$

3) a)  $\left\{ \begin{aligned} A_p &= m_p \cdot \frac{a^2}{12} \\ B_p &= m_p \cdot \frac{b^2}{12} \\ C_p &= \frac{m_p}{12} (a^2 + b^2) \end{aligned} \right. ; \left\{ \begin{aligned} A_c &= B_c = \frac{m_c r^2}{4} + m_c \cdot \frac{h^2}{12} \\ C_c &= \frac{m_c r^2}{2} \end{aligned} \right.$

b) on a :  $\bar{I}(O_3, p) = \bar{I}(G_p, p) + \bar{I}(O_3, (m_p \in G_p))$  ; avec :  $\vec{O}_3 \vec{G}_p = \left. \begin{matrix} 0 \\ a_1 \\ h/2 \end{matrix} \right|_{R_3}$

2  $\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} A_3 &= \frac{m_c r^2}{4} + \frac{m_c h^2}{12} + m_p \frac{a^2}{12} + m_p \left( \frac{a^2}{12} + \frac{h^2}{4} \right) \\ B_3 &= \frac{m_c r^2}{4} + \frac{m_c h^2}{12} + m_p \frac{b^2}{12} + m_p \frac{h^2}{4} \\ C_3 &= \frac{m_c r^2}{2} + \frac{m_p}{12} (a^2 + b^2) + m_p \frac{a^2}{12} \\ D_3 &= m_p \cdot \frac{a_1 \cdot h}{2} \\ E_3 &= 0 \\ F_3 &= 0 \end{aligned} \right.$

► Etude dynamique :

Q1 ✓ Q19-  $R_1$  est en translation uniforme /  $R_0 \Rightarrow R_1$  Galiléen.  
donc





Q22: Pour C23:

$$\vec{\omega} = \vec{\omega}_{03, E1/R1} = \vec{\omega}_{03, 2/R1} + \vec{\omega}_{03, 4/R1}$$

avec:

$$\vec{\omega}_{03, 2/R1} = \frac{d}{dt}(\vec{\omega}_{03, 2/R1}) + \vec{\omega}_{03, 2/R1} \wedge \vec{r}_{03, 2/R1} m_3$$

$$= \frac{d}{dt} \left[ \vec{\omega}_{03, 2/R1} \cdot \vec{I}(03, 2) \cdot \vec{\omega}_{03, 2/R1} \right] + \vec{\omega}_{03, 2/R1} \cdot (m_3 \cdot \vec{r}_{03, 2/R1} \wedge \vec{v}_{03, 2/R1})$$

$$= C_3 \cdot \ddot{\theta}$$

$$\Rightarrow \left\| \vec{\omega}_{03, 2/R1} \right\|^2 = \ddot{\theta}^2 \left[ \frac{m_3 r^2}{2} + \frac{m_3 p}{12} (a^2 + b^2) + m_3 r^2 \right]$$

$$\vec{\omega}_{03, 4/R1} = \frac{d}{dt}(\vec{\omega}_{03, 4/R1}) + (m_4 \vec{v}_{03, 4/R1} \wedge \vec{r}_{03, 4/R1}) \cdot \vec{\omega}_{03, 4/R1}$$

$$= \frac{d}{dt} \left[ \vec{\omega}_{03, 4/R1} \cdot \vec{I}(03, 4) \cdot \vec{\omega}_{03, 4/R1} \right] + m_4 \vec{v}_{03, 4/R1} \wedge \vec{r}_{03, 4/R1}$$

$$= C_4 \cdot \ddot{\theta} + (L+y) \ddot{\theta} m_4 + 2(L+y) \dot{y} \dot{\theta} m_4$$

$$\Rightarrow \left\| \vec{\omega}_{03, 4/R1} \right\|^2 = [C_4 + m_4(L+y)^2] \ddot{\theta} + 2(L+y) \dot{y} \dot{\theta} m_4$$

$$C_{23} = [C_4 + C_3 + m_4(L+y)^2] \ddot{\theta} + 2(L+y) \dot{y} \dot{\theta} m_4$$

4) Etude Automatique:

4.1- Etude Combinatoire:

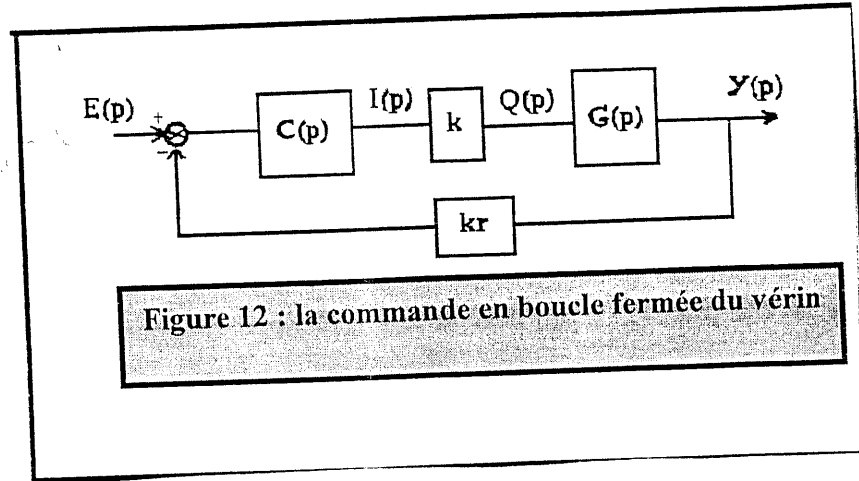
Q23:

$$a) \quad \begin{array}{|c|} \hline G \\ \hline 00011-0010 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline L \\ \hline 01001-0001 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline 00101-0100 \\ \hline \end{array}$$

il s'agit du code de type:  $[GL4]$ .



§27-



a-  $H_{bo}(p) = K_c \cdot k \cdot G(p) \cdot K_r$

1  $\Rightarrow H_{bo}(p) = \frac{K_c \cdot k \cdot A}{p \left[ 1 + \frac{2z}{\omega_m} p + \frac{p^2}{\omega_m^2} \right]}$

$\begin{cases} m = 3 \text{ (ordre)} \\ A \cdot K_c \cdot k = \text{Gain} \\ \alpha = 1 \text{ (classe)} \end{cases}$

b-

1  $E_s = 0$  car  $\alpha = 1$   
 2  $E_T = \frac{1}{A \cdot k \cdot K_c}$  ;  $K_r = 1$

c- ana:  $A \cdot k = 12$  ;  $z = 0,25$  ;  $\omega_m = 100 \text{ rad/s}$

2 système juste instable en B.F.  $\Rightarrow$   
 $\|H_{bo}(j\omega_1)\| = 1$  ;  $\omega_1 / \text{Arg } H_{bo}(j\omega_1) = -180^\circ$   
 or  $\text{Arg } H_{bo}(j\omega_1) = -180^\circ$  pour  $\omega_1 = \omega_m = 100 \text{ rad/s}$

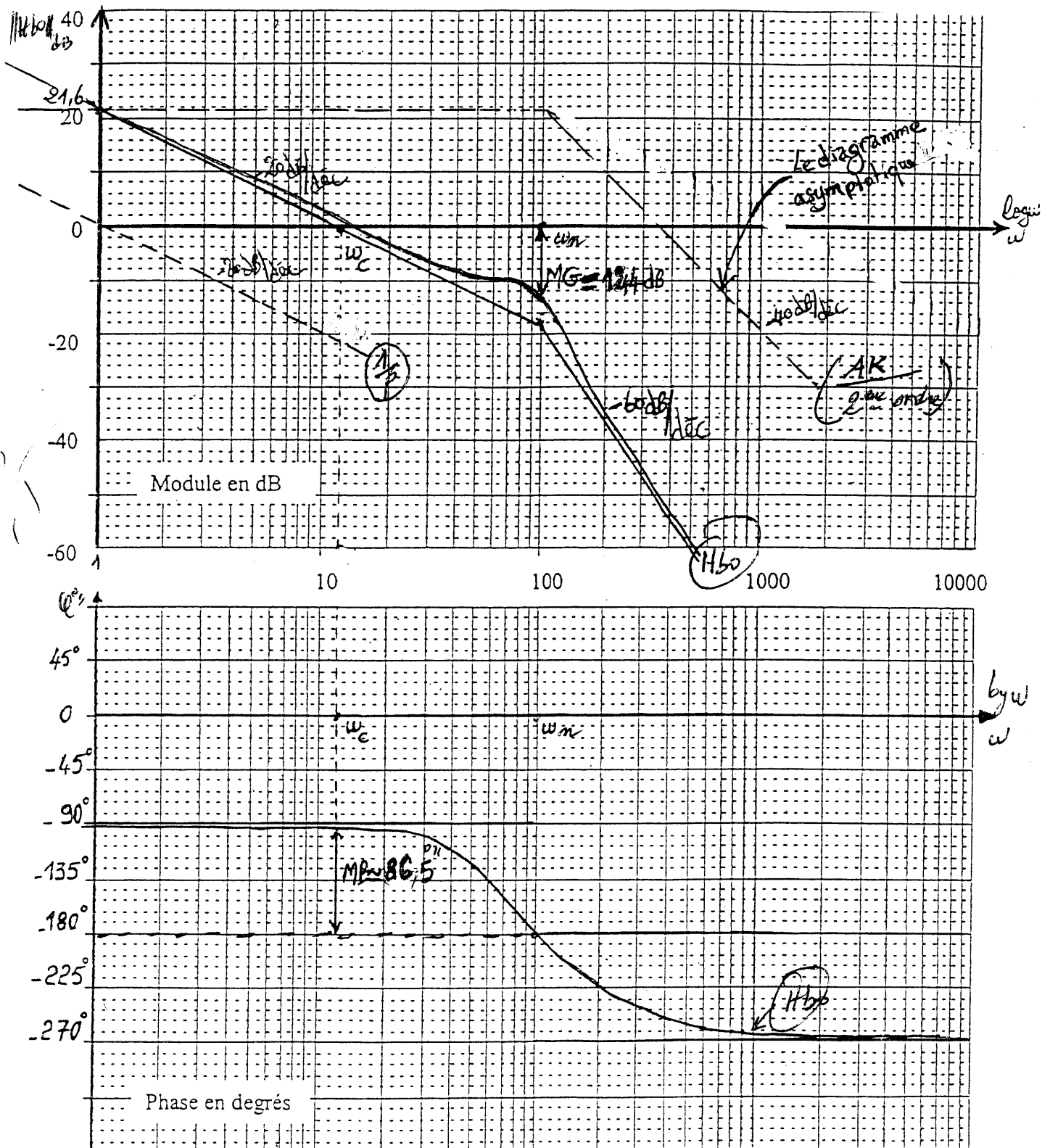
pour  $\omega = \omega_1 = \omega_m$  :  $\|H_{bo}(j\omega_m)\| = \frac{12 \cdot K_c}{2z \cdot \omega_m} = 1$

$\Rightarrow \boxed{K_c = 4,16}$

d-  $H_{bo}(p) = \frac{12}{p \left[ 1 + \frac{2z}{\omega_m} p + \frac{p^2}{\omega_m^2} \right]}$

0,5

(voir traçé)  
 $\begin{cases} z = 0,25 < 0,7 \\ \omega_m = 100 \text{ rad/s} \\ \alpha = 1 \end{cases}$



c- Pour la marge de gain  $M_g$  : elle correspond à la valeur en dB de  $K_c$  calculée précédemment : Soit  $\boxed{M_g = (12,4) \text{ dB}}$  \*\*.

d- Pour la marge de phase  $M_P$  : on a :  $\omega_c = 12 \text{ rad/s}$ .  
 $\Rightarrow M_P = 180^\circ + \arg H_{bo}(\omega_c) = \boxed{86,5^\circ}$  \*\*

e-  $(K_c)_{dB} = 6,4 \Rightarrow \boxed{K_c = 2,08}$  \*\*.