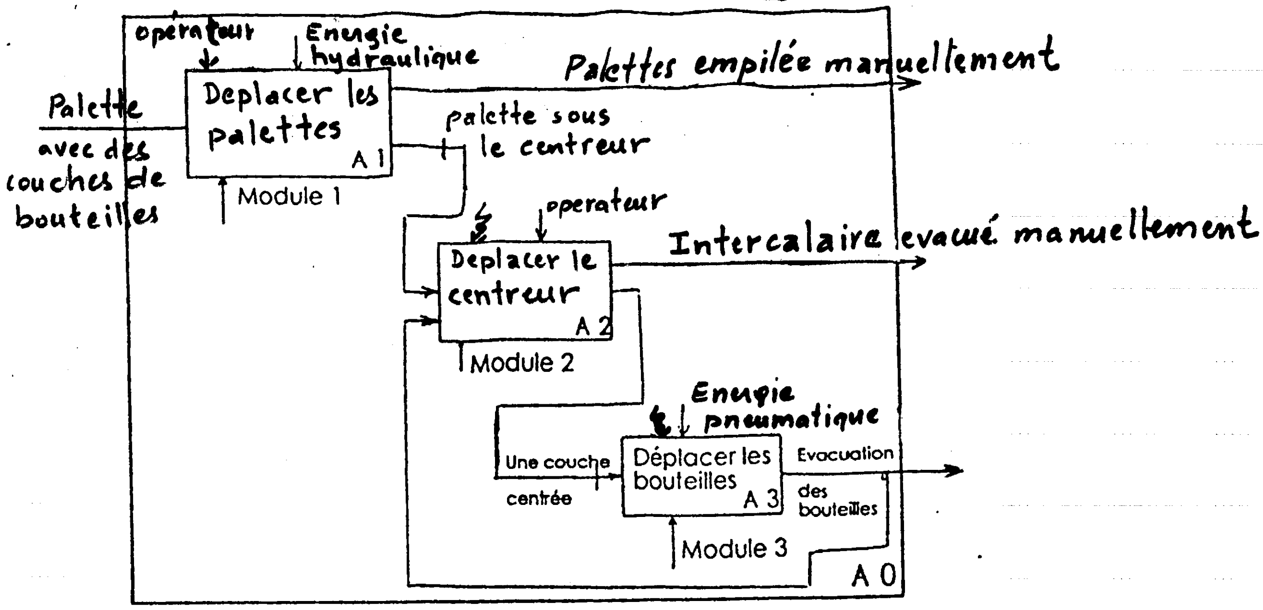
CORRIGE CNC 2002

PARTIE I : Etude du système.

Question I.1 : le niveau A0 du SADT à completer :

DIAGRAMMES S.A.D.T

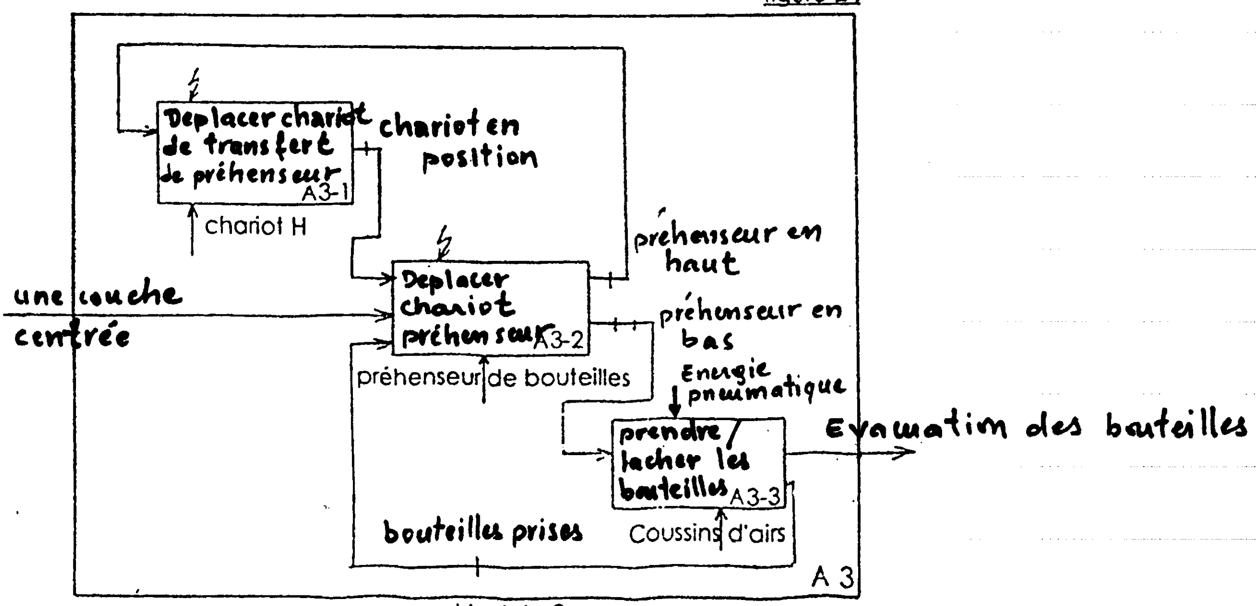
figure 1:



Dépalettiseur

Question. I.2- Completer le niveau A3 - SADT du module 3.

figure 2 :

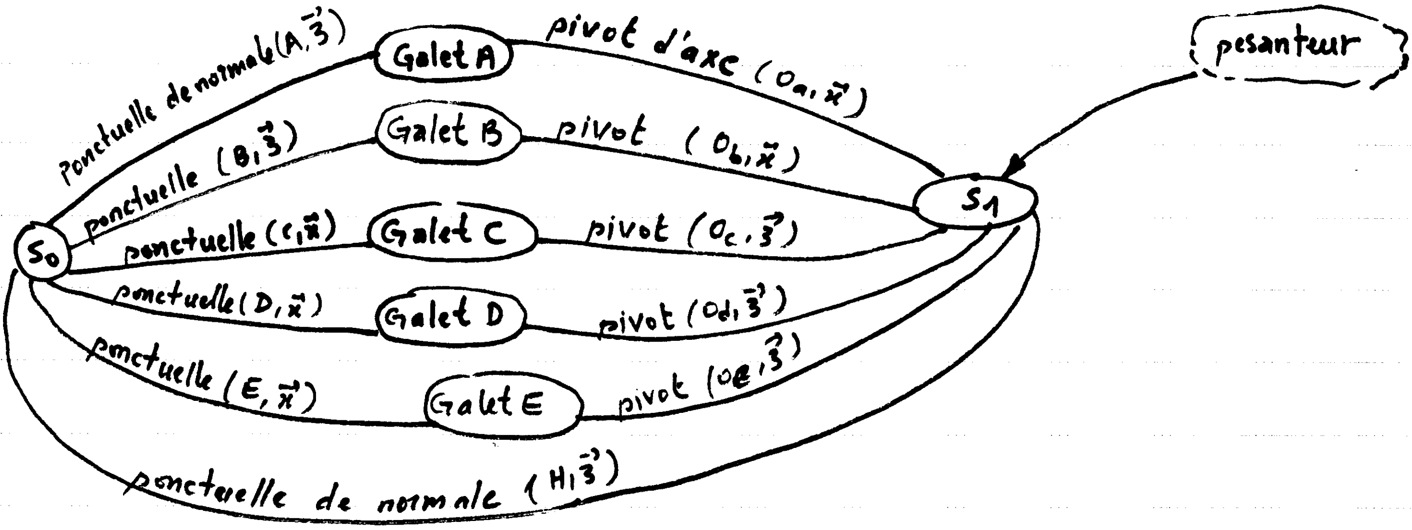


Module 3

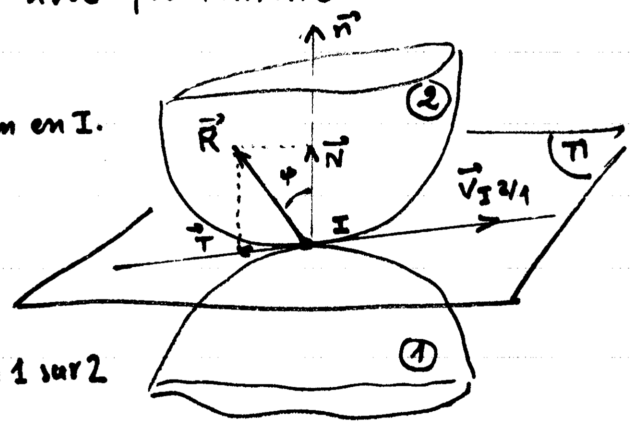
PARTIE II : statique et hyperstatisme.

Question II.1 : Donner le graphe d'analyse des A.M mises en jeu.

Schéma d'analyse



Question II-2-a : A.M d'un contact ponctuel avec frottement :



- 1 et 2 en contact ponctuel en I
- $\vec{n}$ la normale et π le plan tangent commun en I.
- $\vec{V}_{I \in 2/1}$: vitesse de glissement en I.
- $\vec{R}$: AM de 1 sur 2
- $\vec{N}$: effort normale de 1 sur 2
- $\vec{T}$: " tangentiel (de frottement) de 1 sur 2

$$\{1 \longrightarrow 2\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{T} + \vec{N} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_I \qquad \left\{ \begin{matrix} \vec{N} \perp \pi \\ \vec{T} \in \pi \end{matrix} \right.$$

Lois de coulomb :

* si $\vec{V}_{I \in 2/1} \neq \vec{0}$ (mouvement)

$$\vec{T} \cdot \vec{V}_I < 0$$

$$\vec{T} \wedge \vec{V}_I = \vec{0}$$

$$\|\vec{T}\| = f \cdot \|\vec{N}\| = \operatorname{tg}\varphi \, \|\vec{N}\|$$

$\left\{ \begin{array}{l} \varphi : \text{angle de frottement} \\ \operatorname{tg}\varphi = f : \text{coeffecient de frottement = costant.} \end{array} \right.$

* Si $\vec{V}_{I \in 2/1} = \vec{0}$ (repos).

$$\|\vec{T}\| \leqslant f \cdot \|\vec{N}\|$$

Question II-2-b : Donner chaque torseur exterieur à S en son point.

$$S = \{S_1 + 5 \text{ galets}\}.$$

- $\{\bar{S} \rightarrow S\} = \{S_0 \rightarrow S_1\} + \{\text{pesant} \rightarrow S_1\} + \{S_0 \rightarrow A\} + \{S_0 \rightarrow B\} + \{S_0 \rightarrow C\} + \{S_0 \rightarrow D\} + \{S_0 \rightarrow D\}$

$$* \left\{ S_0 \rightarrow S_1 \right\} = \left\{ \begin{matrix} -F\cos\alpha \, \vec{y} + F\sin\alpha \, \vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_H$$

$$* \left\{ \text{pesant} \rightarrow S_1 \right\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{P} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_G = \left\{ \begin{matrix} -m_1 \, g \cdot \vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_G$$

m_1 : masse de S_1

$$* \left\{ S_0 \rightarrow A \right\} = \left\{ \begin{matrix} A(\sin\beta \, \vec{y} + \cos\beta \, \vec{z}) \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_A$$

$$* \left\{ S_0 \rightarrow B \right\} = \left\{ \begin{matrix} B(\sin\beta \, \vec{y} + \cos\beta \, \vec{z}) \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_B$$

$$* \left\{ S_0 \rightarrow C \right\} = \left\{ \begin{matrix} C(\cos\beta \, \vec{x} + \sin\beta \, \vec{y}) \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_C$$

$$* \left\{ S_0 \rightarrow D \right\} = \left\{ \begin{matrix} D(\cos\beta \, \vec{x} + \sin\beta \, \vec{y}) \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_D$$

$$* \left\{ S_0 \rightarrow E \right\} = \left\{ \begin{matrix} E(-\cos\beta \, \vec{x} + \sin\beta \, \vec{y}) \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_E$$

<u>Question II.2.C</u> : PFS appliqué à S au point E ; donner les equations :

$$\text{PFS} \quad \left\{ \bar{S} \rightarrow S \right\}_E = \left\{ 0 \right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{matrix} \vec{R}(\bar{S} \rightarrow S) = \vec{0} \\ \vec{M}_E(\bar{S} \rightarrow S) = \vec{0} \end{matrix} \right.$$

d'où

$$\text{TRS} \rightarrow \left\{ \begin{matrix} \underline{C\cos\beta + D\cos\beta - E\cos\beta = 0} \\ \underline{-F\cos\alpha + A\sin\beta + B\sin\beta + C\sin\beta + D\sin\beta + E\sin\beta = 0} \\ \underline{F\sin\alpha - m_1 g + (A+B)\cos\beta = 0} \end{matrix} \right.$$

$$\text{TMS} \rightarrow \vec{EH} \wedge F(\sin\alpha \, \vec{z} - \cos\alpha \, \vec{y}) + \vec{EG} \wedge (-m_1 g \, \vec{z}) + \vec{EA} \wedge A(\sin\beta \, \vec{y} + \cos\beta \, \vec{z}) +$$
$$\vec{EB} \wedge B(\sin\beta \, \vec{y} + \cos\beta \, \vec{z}) + \vec{EC} \wedge C(\cos\beta \, \vec{x} + \sin\beta \, \vec{y}) + \vec{ED} \wedge D(\cos\beta \, \vec{x} + \sin\beta \, \vec{y}) = \vec{0}$$

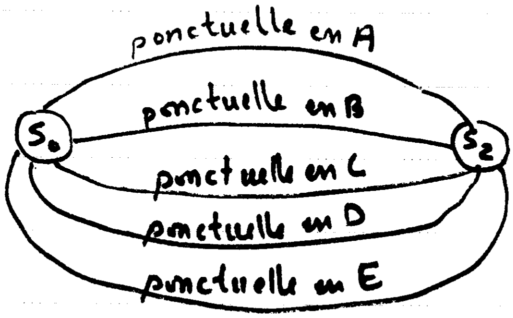
$$\Rightarrow \begin{pmatrix} -h_1 \\ -h_2 - L_2 \\ L_1 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ -F\cos\alpha \\ F\sin\alpha \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -d_1 \\ 0 \\ d_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -m_1 g \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -L_2 \\ L_1 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ A\sin\beta \\ A\cos\beta \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ L_2 \\ L_1 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ B\sin\beta \\ B\cos\beta \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ -L_2 \\ L_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} C\cos\beta \\ C\sin\beta \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ L_2 \\ L_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} D\cos\beta \\ D\sin\beta \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{matrix} \underline{+F\left(L_1\cos\alpha - (h_2+L_2)\sin\alpha\right) + A(-L_2\cos\beta - L_1\sin\beta) + B(L_2\cos\beta - L_1\sin\beta) - C.L_3\sin\beta - L_3.D\sin\beta = 0} \\ \underline{+F.h_1.\sin\alpha - d_1.m_1 g + C.L_3\cos\beta + D.L_3\cos\beta = 0} \\ \underline{F.h_1\cos\alpha + C.L_2\cos\beta - D.L_2\cos\beta = 0} \end{matrix} \right.$$

Question II-2. d : peut-on resoudre le problème ? justifier

6 equations avec 6 inconnues (A, B, C, D, E et F) donc on peut resoudre le problème, puisque les 6 equations sont independantes (et β qui est l'angle de frottement est consideré connu).

Question II-3 : Donner la liaison equivalente entre S_2 et S_0
$S_2 = \{5 \text{ galets}\}$, en deduire le degré d'hyperstatisme.



Liaisons en // $\Rightarrow \{\tau_{eq}\} = \sum \{\tau_i\}_E$

Ce qui nous amene aux equations de (II-2-c) en posant $m_1 = 0$, $F = 0$ et $\beta = 0$

$$\Rightarrow \begin{cases} X_{eq} = C + D - E \\ Y_{eq} = 0 \\ Z_{eq} = A + B \\ L_{eq} = -L_2 \cdot A + L_2 B \\ M_{eq} = L_3 \cdot C + L_3 \cdot D \\ N_{eq} = L_2 \cdot C - L_2 \cdot D \end{cases}$$

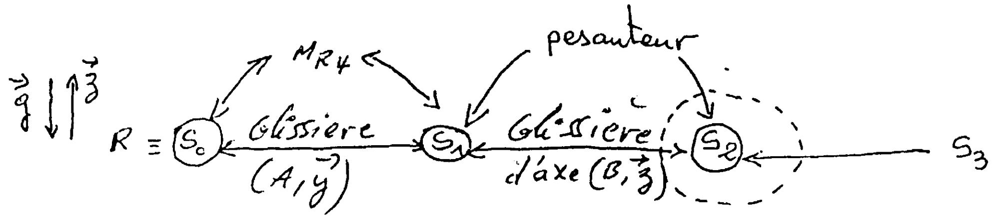
$\Rightarrow$ Leq : $\boxed{\text{Liaison glissière de direction } \vec{y}}$

$\Rightarrow$ A, B, C, D et E sont calulables $\Rightarrow \boxed{h = 0}$

PARTIE III. Etude dynamique.

Question III.A :

fig ②.



Question III A-1- $\{\bar{S_2} \rightarrow S_2\} = ?$.

$$\{\bar{S_2} \rightarrow S_2\} = \{S_1 \rightarrow S_2\}_B + \{ps \rightarrow S_2\}_{G_2} + \{S_3 \rightarrow S_2\}_T .$$

$$\{\bar{S_2} \rightarrow S_2\} = \begin{vmatrix} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ 0 & N_{12} \end{vmatrix}_B + \begin{vmatrix} 0 & -d_2 m_2 g \\ 0 & c_2 m_2 g \\ -m_2 g & 0 \end{vmatrix}_B + \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -bT \\ T & 0 \end{vmatrix}_B$$

$$\boxed{\{\bar{S_2} \rightarrow S_2\} = \begin{vmatrix} X_{12} & L_{12} - d_2 m_2 g \\ Y_{12} & M_{12} + c_2 m_2 g - bT \\ T - m_2 g & N_{12} \end{vmatrix}_{B/R}}$$

Question III A-2- $\{C\ S_{2/R}\} = \left\{ \begin{matrix} m_2 \overrightarrow{V_{G_2/R}} \\ \vec{\sigma}(B, 2/R) \end{matrix} \right\}_B$.

- $m_2 \overrightarrow{V_{G_2/R}} = m_2(\dot{y}\vec{y} + \dot{z}\vec{z})$.
- $\vec{\sigma}(B, 2/R) = \underbrace{\vec{\sigma}(G_2, 2/R)}_{\vec{0}} + m_2 \overrightarrow{V_{G_2/R}} \wedge \overrightarrow{G_2 B}$,

$$\vec{\sigma}(B, 2/R) = m_2(\dot{y}\vec{y} + \dot{z}\vec{z}) \wedge -(c_2\vec{x} + d_2\vec{y}).$$

$$\Rightarrow \boxed{\{C\ S_{2/R}\} = \left\{ \begin{matrix} m_2(\dot{y}\vec{y} + \dot{z}\vec{z}) \\ m_2(d_2\dot{z}\vec{x} - c_2\dot{z}\vec{y} + c_2\dot{y}\vec{z}) \end{matrix} \right\}_B}$$

Question III A-3- $$\boxed{\{D, S_{2/R}\} = \left\{ \begin{matrix} m_2(\ddot{y}\vec{y} + \ddot{z}\vec{z}) \\ m_2(d_2\ddot{z}\vec{x} - c_2\ddot{z}\vec{y} + c_2\ddot{y}\vec{z}) \end{matrix} \right\}_B}$$

Question III - A - 4 - P.F.D à S_2 en B.

$$\Rightarrow \{\bar{S_2} \rightarrow S_2\} = \{\mathcal{D}\, S_2/R\}.$$

TRD : $/\vec{x}$: $X_{12} = 0$

$/\vec{y}$: $Y_{12} = m_2 \ddot{y}$

$/\vec{z}$: $T - m_2 g = m_2 \ddot{z}$

TMD : $/\vec{x}$: $L_{12} - m_2 g\, d_2 = m_2 d_2 \ddot{z}$

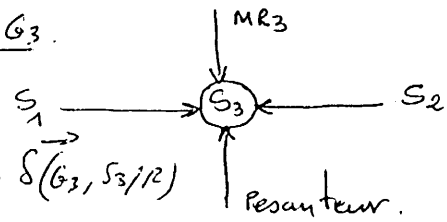
$/\vec{y}$: $M_{12} - bT + m_2 g\, c_2 = -m_2 c_2 \ddot{z}$

$/\vec{z}$: $N_{12} = m_2 c_2 \ddot{y}$.

$$\Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} X_{12} = 0 \\ Y_{12} = m_2 \ddot{y} \\ T = m_2(\ddot{z} + g) \\ L_{12} = m_2 d_2 (\ddot{z} + g) \\ M_{12} = m_2 (b - c_2)(\ddot{z} + g) \\ N_{12} = m_2 c_2 \ddot{y} \end{array}}$$

III B. fig (1).

Question III B-1 - P.F.D à S_3 en G_3.



$\| \ \vec{x} \cdot \vec{M}(G_3, \{\bar{S_3} \rightarrow S_3\}) = \vec{x} \cdot \vec{\delta}(G_3, S_3/R)$

$\cdot)\ \vec{x} \cdot \vec{M}(G_3, \{\bar{S_3} \rightarrow S_3\}) = C_{m3} + r_3 T$

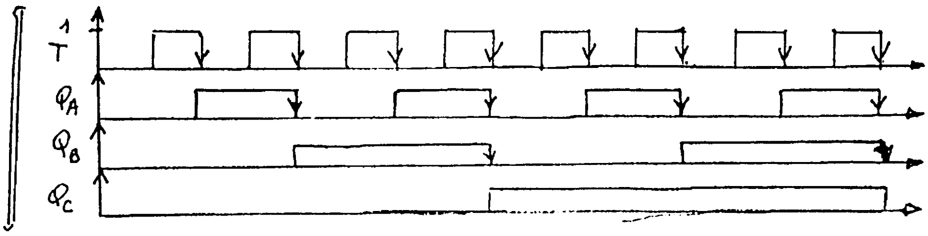
$\cdot)\ \vec{x} \cdot \vec{\delta}(G_3, S_3/R) = \frac{d}{dt}\left(\vec{x} \cdot \bar{\bar{I}}(G_3, S_3) \cdot \vec{x}\, \dot{\theta}_3\right) = A_3 \cdot \ddot{\theta}_3$.

$$\Rightarrow \boxed{A_3 \ddot{\theta}_3 = C_{m3} + r_3 T}.$$

Question III B - 2 - $\boxed{C_{m3} = A_3 \ddot{\theta}_3 - r_3 m_2 (\ddot{z} + g)}$.

Partie IV

Question IV 1 - Chronogramme :



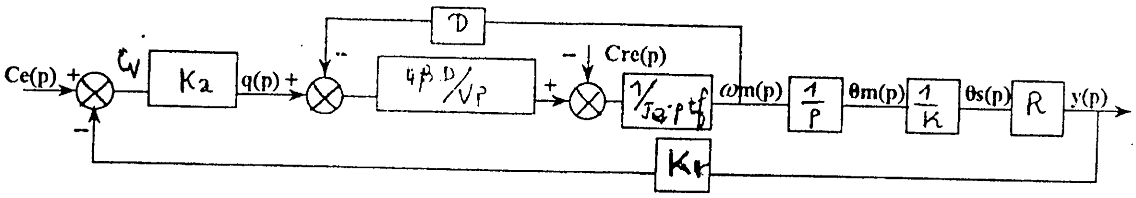
Question IV.2.- à $t=0$; $Q_A = Q_B = Q_C = 0$; les changements des sorties se font sur front descendant des horloges. Le compteur commence de 0 jusqu'à $6(011)_2$, en passant à $7(111)_2$, le compteur se ~~remet au~~ 0.

Partie V : Asservissement.

Question V.1.- Transformée de Laplace :

- $Q(p) = D \cdot \Omega_m(p) + \frac{V}{4\beta} \cdot p \cdot \Delta P(p)$; $J_e \cdot p \cdot \Omega_m(p) = D \cdot \Delta P(p) - f\,\Omega_m(p) - C_{re}(p)$
- $Q(p) = K_a\, C_V(p)$.
- $\theta_m(p) = K\, \theta_s(p)$
- $y(p) = R \cdot \theta_s(p)$
- $Y_r(p) = y(p) \cdot K_r$
- $C_V(p) = C_e(p) - Y_r(p)$.

Question V.2.-



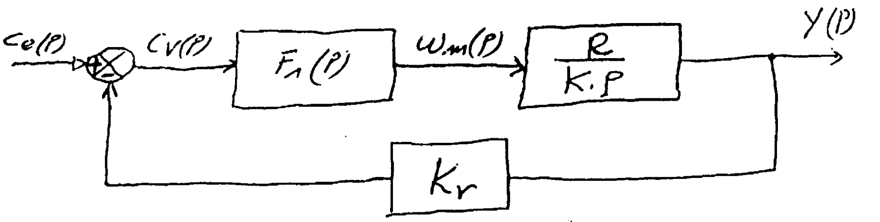
Question V 3.- $\omega_m(p) = C_v(p) \cdot K_a \cdot \dfrac{4\beta D}{4\beta D^2 + f V p + J_e V \cdot p^2} = C_v(p) \cdot F_1(p)$.

Question V 4.- on a :

$$\boxed{F_1(p) = \dfrac{K_a / D}{1 + \dfrac{fV}{4\beta D^2} p + \dfrac{J_e V}{4\beta D^2} p^2}}$$

Avec : $K_1 = \dfrac{K_a}{D}$; $\omega_{n_1} = 2D\sqrt{\dfrac{\beta}{J_e V}}$; $z_1 = \dfrac{f}{4D}\sqrt{\dfrac{V}{J_e \cdot \beta}}$

Question V5.- schéma avec $F_1(p)$:



Question V 6.-

a- $\varepsilon(p)$?

$$\boxed{\varepsilon(p) = C_e(p) \cdot \dfrac{1}{1 + F_1(p)\, \dfrac{R K_r}{K \cdot p}}}$$

b- $\boxed{\varepsilon_s = 0}$, car présence d'une intégration dans la boucle ouverte.

$\varepsilon_t = \dfrac{1}{K_0}$; K_0 : Gain statique de la boucle ouverte sans intégration.

ici $K_0 = \dfrac{K_1 R K_r}{K}$

d'où $\boxed{\varepsilon_t = \dfrac{K}{K_1 \cdot R \cdot K_r}}$.

Question V 7-a :- Réponse indicielle du Moteur est la plus rapide sans dépassement (système de 2ème ordre) ⇒ $z = 1$ ⇒ Pôles double (pour le moteur). C.à.d dénominateur de $F_1(p)$:

d'où le modèle compte tenu de la courbe :

$$H_{bo}(p) = \frac{K}{p(1+Tp)^2} ;$$

Avec : $\begin{cases} K = 30 \\ T = 2.10^{-3}\,s \end{cases}$ ⇒ $\boxed{H_{bo}(p) = \frac{30}{p(1+0{,}002p)^2}}$

Question V 7 b :

$\boxed{MP = 90°}$; $\boxed{MG = 30\,dB}$

Question V 7 c/- $MP_1 = 45°$ ⇒ $\boxed{A_{dB} = 24\,dB}$ ⇒ $\boxed{MG_2 = 6\,dB}$

Partie VI. Grafcet :

Question A.

A.1 : le nombre de palettes à traiter / heure est :
$43300 \div (143 \times 6) = 12$ palettes / heure.

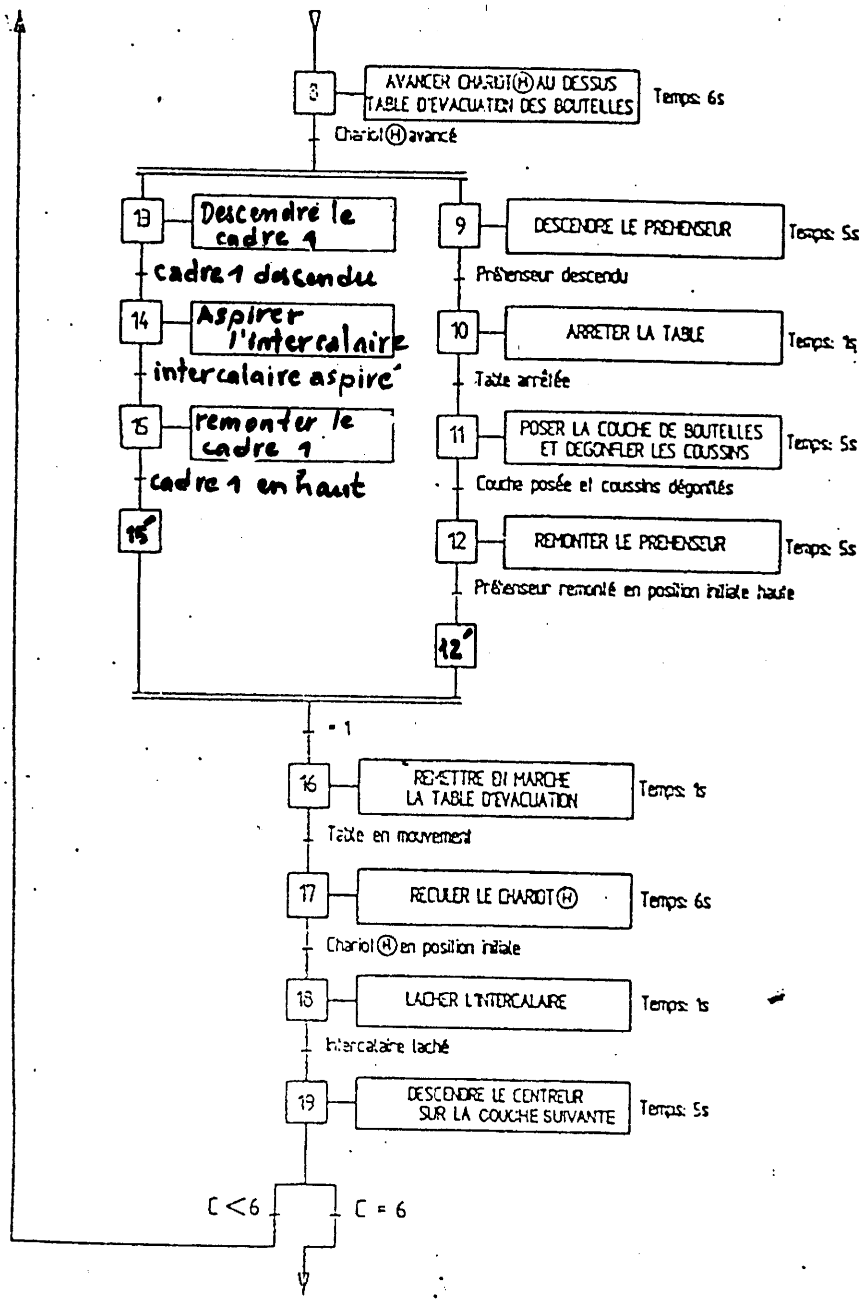
A.2 : la durée d'un cycle pour une palette est 5 mn.

A.3 : le temps à gagner / palette est 1 mn.

A.4 : le temps passé par l'opérateur pour l'arrêt de la machine et l'évacuation des intercalaires est remplacé par l'augmentation de la cadence. (Remarque : la cadence peut être augmentée encore grâce à la minute gagnée)

Question VI-B :

GRAFCET à compléter



Document 10