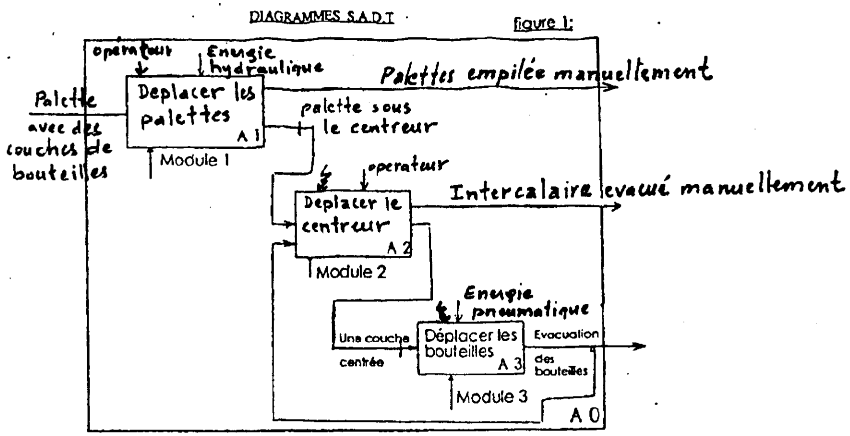
CORRIGE CNC 2002

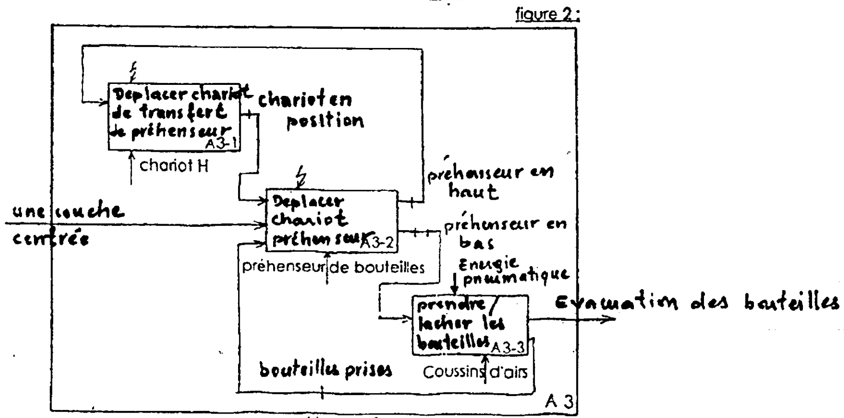
PARTIE I : Etude du système.

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



Dépalettiseur

Question I.2 - Completer le niveau A_3 - SADT du module 3.

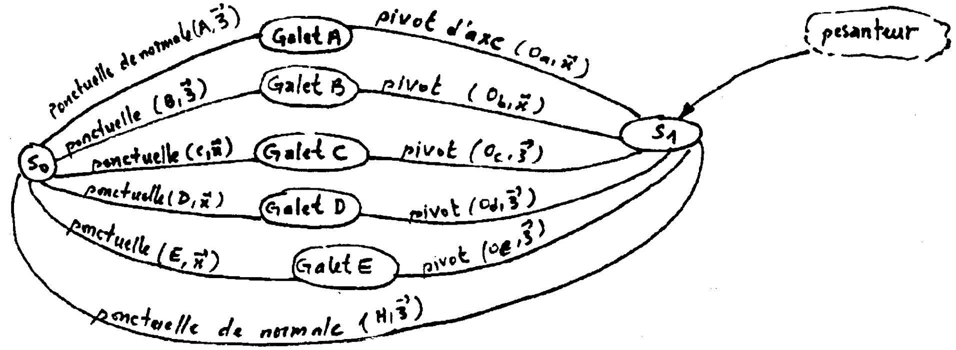


Module 3

PARTIE II : statique et hyperstatisme.

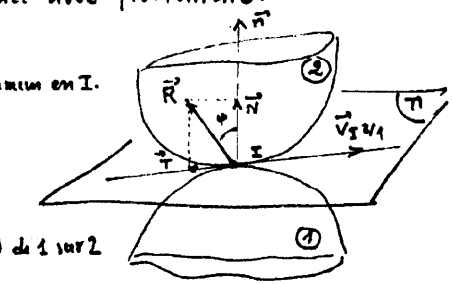
Question II.1 : Donner le graphe d'analyse des A.M mises en jeu.

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



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

Lois de coulomb :

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

$$\vec{T}\cdot\vec{V}_I < 0$$
$$\vec{T} \wedge \vec{V}_I = \vec{0}$$
$$\|\vec{T}\| = f\cdot\|\vec{N}\| = tg\varphi\,\|\vec{N}\|$$

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

- 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.

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

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

* $\{S_0 \to S_1\} = \begin{Bmatrix} -F\cos\alpha\,\vec{y} + F\sin\alpha\,\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_H$

* $\{\text{pesant} \to S_1\} = \begin{Bmatrix} \vec{P} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_G = \begin{Bmatrix} -m_1\, g\, \vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_G$ m_1 : masse de S_1

* $\{S_0 \to A\} = \begin{Bmatrix} A(\sin\beta\,\vec{y} + \cos\beta\,\vec{z}) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_A$

* $\{S_0 \to B\} = \begin{Bmatrix} B(\sin\beta\,\vec{y} + \cos\beta\,\vec{z}) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_B$

* $\{S_0 \to C\} = \begin{Bmatrix} C(\cos\beta\,\vec{x} + \sin\beta\,\vec{y}) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_C$

* $\{S_0 \to D\} = \begin{Bmatrix} D(\cos\beta\,\vec{x} + \sin\beta\,\vec{y}) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_D$

* $\{S_0 \to E\} = \begin{Bmatrix} E(-\cos\beta\,\vec{x} + \sin\beta\,\vec{y}) \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_E$

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

PFS $\{\bar{S} \to S\}_E = \{0\}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \vec{R}(\bar{S} \to S) = \vec{0} \\ \vec{M}_E(\bar{S} \to S) = \vec{0} \end{cases}$$

d'où

$$TRS \to \begin{cases} C\cos\beta + D\cos\beta - E\cos\beta = 0 \\ -F\cos\alpha + A\sin\beta + B\sin\beta + C\sin\beta + D\sin\beta + E\sin\beta = 0 \\ F\sin\alpha - m_1 g + (A+B)\cos\beta = 0 \end{cases}$$

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

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

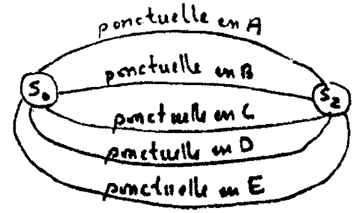
$$\Rightarrow \begin{cases} +F(L_1\cos\alpha - (h_2 + L_2)\sin\alpha) + A(-L_2\cos\beta - L_1\sin\beta) + B(L_2\cos\beta - L_1\sin\beta) - C.L_3\sin\beta - L_3.D\sin\beta = 0 \\ +F.h_1.\sin\alpha - d_1.m_1 g + C.L_3\cos\beta + D.L_3\cos\beta = 0 \\ F.h_1\cos\alpha + C.L_2\cos\beta - D.L_2\cos\beta =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

<u>Question II.2.d</u> : 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).

<u>Question II.3</u> : Donner la liaison equivalente entre S_2 et S_0

$S_2 = \{5 \text{ galets}\}$, en deduire le degré d'hyperstatisme.



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

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

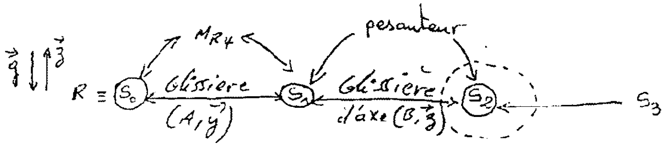
$$\Rightarrow \begin{cases} X_{eq} = C + D - E \\ Y_{eq} = 0 \\ Z_{eq} = A + B \\ L_{eq} = -L_2.A + L_2 B \\ M_{eq} = L_3.C + L_3.D \\ N_{eq} = L_2.C - L_2.D \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L_{eq} : \\ \boxed{\text{Liaison glissière de direction } \vec{y}} \end{cases}$$

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

<u>PARTIE III</u> . <u>Etude dynamique.</u>

<u>Question III.A</u> :

fig ③.



Question III A-1- $\{\bar{S}_2 \to S_2\} = ?$.

$$\{\bar{S}_2 \to S_2\} = \{S_1 \to S_2\}_B + \{ps \to S_2\}_{G_2} + \{S_3 \to S_2\}_T$$

$$\{\bar{S}_2 \to S_2\} = \begin{vmatrix} X_{12} & L_{12} \\ Y_{12} & M_{12} \\ 0 & N_{12} \end{vmatrix}_B + \begin{vmatrix} 0 & -d_2 m_2 g \\ 0 & c_2 m_2 g \\ -m_2 g & 0 \end{vmatrix}_B + \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -bT \\ T & 0 \end{vmatrix}_B$$

$$\boxed{\{\bar{S}_2 \to S_2\} = \begin{vmatrix} X_{12} & L_{12} - d_2 m_2 g \\ Y_{12} & M_{12} + c_2 m_2 g - bT \\ T - m_2 g & N_{12} \end{vmatrix}_{B/R}}$$

Question III A-2- $\{C\ S_2/R\} = \left\{ \begin{matrix} m_2 \vec{V}_{G_2/R} \\ \vec{\sigma}(B, 2/R) \end{matrix} \right\}_B$.

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

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

$$\Rightarrow \boxed{\{C\ S_2/R\} = \left\{ \begin{matrix} m_2 (\dot{y} \vec{y} + \dot{z} \vec{z}) \\ m_2 (d_2 \dot{z} \vec{x} - c_2 \dot{z} \vec{y} + c_2 \dot{y} \vec{z}) \end{matrix} \right\}_B}$$

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.

$$\Rightarrow \{\bar{S}_2 \to S_2\} = \{D\ S_2/R\}.$$

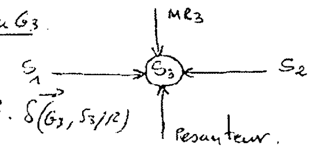
TRD :
- $/\vec{x}$: $X_{12} = 0$
- $/\vec{y}$: $Y_{12} = m_2 \ddot{y}$
- $/\vec{z}$: $T - m_2 g = m_2 \ddot{z}$

TMD :
- $/\vec{x}$: $L_{12} - m_2 g d_2 = m_2 d_2 \ddot{z}$
- $/\vec{y}$: $M_{12} - bT + m_2 g c_2 = -m_2 c_2 \ddot{z}$
- $/\vec{z}$: $N_{12} = m_2 c_2 \ddot{y}$

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

III B. fig ①.

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



$$/\!/ \vec{x} . \vec{M}(G_3, \{\bar{S}_3 \to S_3\}) = \vec{x} . \vec{\delta}(G_3, S_3/R)$$

$$\cdot) \vec{x} . \vec{M}(G_3, \{\bar{S}_3 \to S_3\}) = C_{m_3} + r_3 T$$

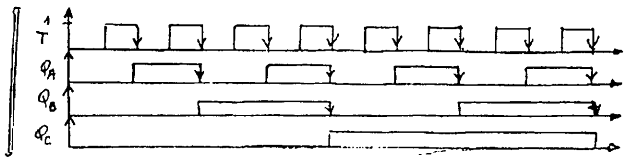
$$\cdot) \vec{x} . \vec{\delta}(G_3, S_3/R) = \frac{d}{dt}\left(\vec{x} . \bar{\bar{I}}(G_3, S_3) . \vec{x}\, \dot{\theta}_3\right) = A_3 . \ddot{\theta}_3 .$$

$$\Rightarrow \boxed{A_3 \ddot{\theta}_3 = C_{m_3} + r_3 T}$$

Question III B-2- $\boxed{C_{m_3} = A_3 \ddot{\theta}_3 - r_3 m_2 (\ddot{z} + g)}$.

Partie IV

Question IV-1- Chronogramme :



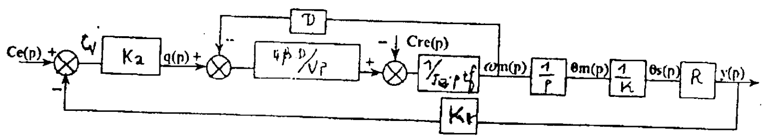
Question IV-2- à $t=0$; $Q_A = Q_B = Q_C = 0$; les changements des sorties se font sur front descendant des horloges. Le compteur commence de 0 jusqu'à $6(011)_2$, en passant à $7(111)_2$, le compteur se remet à 0.

Partie V : Asservissement.

Question V 1- Transformée de Laplace :

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

Question V 2-

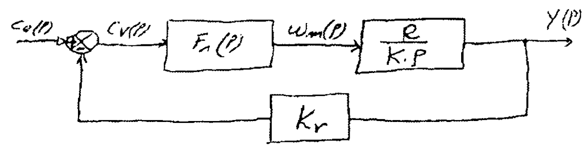


Question V 3- $\omega_m(p) = C_V(p) . K_a . \dfrac{4\beta D}{4\beta D^2 + fVp + J_e V . p^2} = C_V(p) . F_1(p)$.

Question V 4- on a : $\boxed{F_1(p) = \dfrac{K_a/D}{1 + \frac{fV}{4\beta D^2}.p + \frac{J_e V}{4\beta D^2}p^2}}$.

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

Question V 5- schéma avec $F_1(p)$:



Question V 6-

a- $\varepsilon(p)$?

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

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 $\boxed{\varepsilon_t = \dfrac{K}{K_1 . R . K_r}}$.

Question V7.a) Réponse indicielle du moteur est la plus rapide sans dépassement (système de 2ème ordre) ⇒ $\xi = 1$ ⇒ Pôles double (pour le numérateur). C.à.d dans le numérateur de $F_1(p)$:

d'où le modèle compte tenu de la courbe :

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

Avec : $K = 30$, $T = 2 \cdot 10^{-3}$ s ⇒ $\boxed{H_{bo}(p) = \frac{30}{p(1+0{,}002p)^2}}$

Question V7 b)

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

Question V7 c) $MP_1 = 45°$ ⇒ $\boxed{A_{dB} = 24\ dB}$ ⇒ $\boxed{MG_x = 6\ dB}$

Partie VI. Grafcet :

Question A.

A1 : le nombre de palettes à traiter / heure est :
$10300 \div (143 \times 6) = 12$ palettes / heure.

A2 : la durée d'un cycle pour une palette est 5 mn.

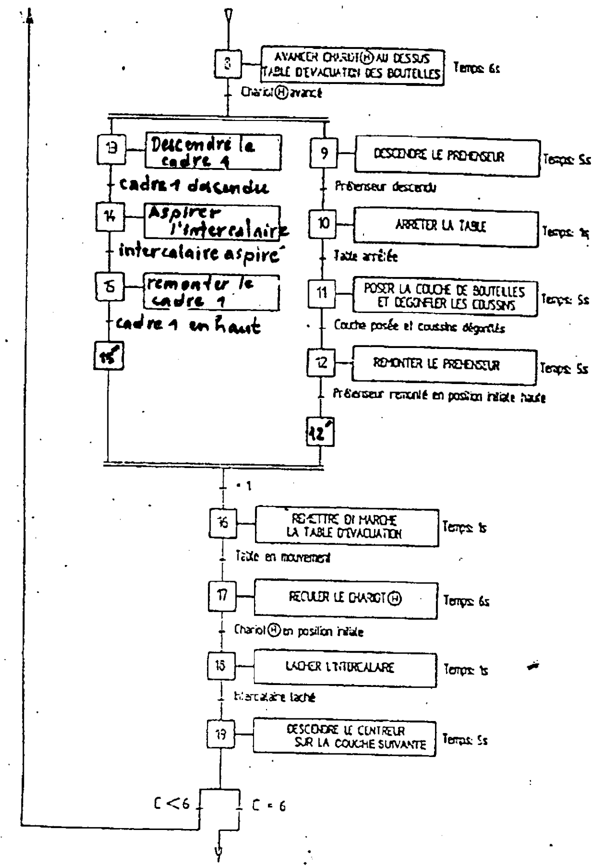
A3 : le temps à gagner / palette est 1 mn.

A4 : 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)

CNC 2002
Page 9/10

Question VI-B :

GRAFCET à compléter



Document 10

CNC 2002
Page 10/10