

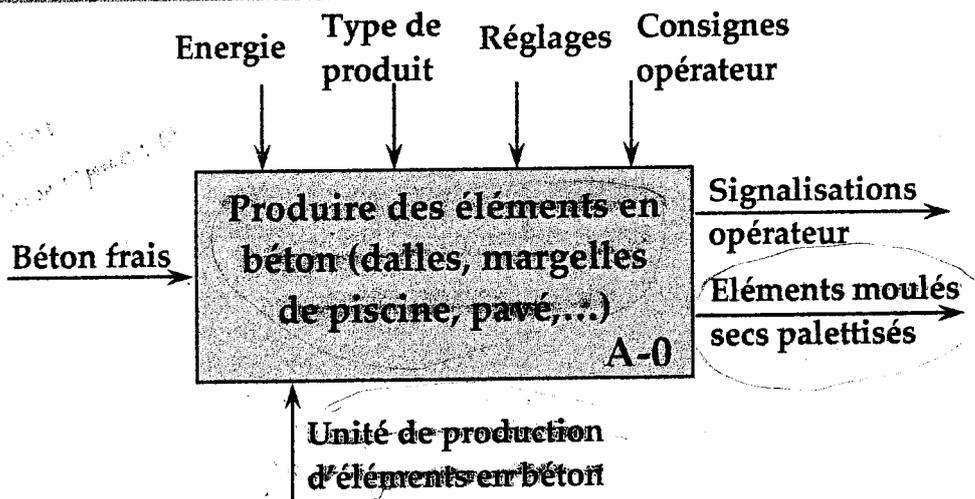
CONCOURS NATIONAL COMMUN

FILIERE MP SESSION 2007

ELEMENTS DE CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES INDUSTRIELLES

PARTIE A : ANALYSE FONCTIONNELLE

Question 1 : Par la méthode SADT et à partir de la description faite ci-dessus, recopier sur votre copie et compléter l'actigramme A-0 (figure ci-après) et, sur le document de réponse 1, compléter le diagramme A0 de l'unité de production des éléments moulés en béton.



Le diagramme A0 → voir DR 1.

PARTIE B : ETUDE DE LA PRODUCTION

Question 2 : Déterminer la durée du cycle en ce mode de fonctionnement.

$$\text{Temps de cycle} = 180 + 15 + 30 + 45 + 30 + 45 + 60 + 30 + 150 + 15 + 30 + 15 = 645 \text{ s}$$

Question 3 : a) Compléter le graphet de coordination des tâches en mode automatique → voir DR 2

b) Donner la durée d'un cycle pendant la production en mode automatique.

c) En déduire la cadence du système de ce mode fonctionnement automatique.

$$\text{Temps de cycle} = 645 - 180 = 465 \text{ s} \rightarrow \text{cadence} = 3600/465 \approx 62 \text{ plateaux / 8h} \approx 8 \text{ plateaux / h}$$

PARTIE C ETUDE DE LA TABLE D'INTRODUCTION

C.1. Etude d'iso-hyperstaticité

Question 4 : Donner le nom et les torseurs statique et cinématique de la liaison équivalente de la chaîne en série (0, 4, 3).

$$\text{Ces deux liaisons sont en parallèle} \Rightarrow \{F(0 \rightarrow 3)\} = \{F(0 \rightarrow 4)\} = \{F(4 \rightarrow 3)\}$$

$$\{F(4 \rightarrow 3)\}_D = \begin{Bmatrix} X_{43} & L_{43} \\ Y_{43} & M_{43} \\ Z_{43} & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)} \quad \text{et} \quad \{F(0 \rightarrow 4)\}_D = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_{04} & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)} \quad (\text{car } D \text{ appartient à la normale})$$

$$\{F(0 \rightarrow 3)\} = \begin{cases} 0 \\ \sigma \\ \cancel{Z_{03}} \\ 0 \end{cases}_{(x_0, y_0, z_0)}$$

la liaison équivalente est une ponctuelle de normale (D, \vec{z}_0)

$$\{v_{4/0}\} = \begin{cases} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \\ v_x \\ v_y \\ v_z \end{cases}_D$$

Question 5 : Pour l'ensemble du modèle de graphique ci-dessus. La mobilité interne étant $m_i = 2$

- Justifier la valeur de cette mobilité interne en donnant les mouvements des solides concernés.
- Estimer la mobilité utile m_u .
- Calculer alors le degré d'hyperstataticité h du système.
- Quel est l'impact de cette valeur de h sur la réalisation du système ?

- $m_i = 2$: la translation du plateau 6 suivant \vec{z}_0 et la rotation du galet 4 autour de (D, \vec{z}_0)
- $m_u = 2$: les deux translations dans les deux vérins 1T/1C et 2T/2C ;

La mobilité $m = m_u + m_i = 4$,

c) $h - m = Ec - Ic \Rightarrow h = m + 6\mu - Ic = 4 + 6 \times 3 - (1 \times 6 + 2 \times 2 + 3 \times 2 + 5) = 1$

Le système est hyperstatatique de degré 1.

- Pour que le système puisse être monté et fonctionner nous devons satisfaire une contrainte dimensionnelle ou géométrique.

Question 6 :

- Que seraient les mobilités utile et interne ainsi que le degré d'hyperstataticité dans ce cas.
- Pourquoi alors le constructeur n'a pas gardé cette structure de la table ?

- m_u restera égale à 2 : les deux translations dans les deux vérins 1T/1C et 2T/2C
 m_i devient 3 : en plus des deux du premier cas on a la rotation de la tige 1T dans son corps 1C.
 $\Rightarrow h = m + 6\mu - Ic = 5 + 6 \times 3 - (1 \times 5 + 2 \times 2 + 3 \times 3 + 5) = 0$ le système est isostatique.
- Pour des raisons de rigidité de la structure.

C.2. Etude cinématique

Question 7 :

- Déterminer la direction du vecteur vitesse $\vec{V}(A \in 1/0)$.
- Déterminer le centre instantané de rotation I_{30} du mouvement de 3 par rapport à 0.
- Déterminer le vecteur vitesse $\vec{V}(B \in 3/0)$.
- Par composition des vecteurs vitesses au point B, déterminer les vecteurs vitesse $\vec{V}(B \in 2T/2C)$ et $\vec{V}(B \in 2C/0)$.

- On a : $\vec{V}(A \in 1/0) \perp \overline{OA}$ car O \equiv CIR du mouvement de 1/0
 De plus $\vec{V}(A \in 1/0) = \vec{V}(A \in 3/0)$

b) $I_{30} = (\perp \vec{V}(D \in 3/0)) \cap (\perp \vec{V}(A \in 3/0))$

Ou bien les trois CIR I_{30} , I_{31} et I_{10} sont alignés $\Rightarrow I_{30} \in (I_{10}I_{31}) \Rightarrow I_{30} \in (OA) \Rightarrow I_{30} = (\perp \vec{V}(D \in 3/0)) \cap (OA)$

c) $\vec{V}(B \in 3/0) \perp \overline{I_{30}B}$ et par équiprojectivité entre B et D, on obtient le module $\|\vec{V}(B \in 3/0)\| = 0,406 \text{ m/s}$

d) On a : $\vec{V}(B \in 3/0) = \vec{V}(B \in 2T/0) = \vec{V}(B \in 2T/2C) + \vec{V}(B \in 2C/0)$

$\vec{V}(B \in 2T/2C)$ porté par \overline{CB} et $\vec{V}(B \in 2C/0) \perp \overline{CB}$

$\vec{V}(B \in 3/0)$ étant connu on obtient alors les deux autres vitesses $\vec{V}(B \in 2T/2C)$ et $\vec{V}(B \in 2C/0)$.

Et on a $\|\vec{V}(B \in 2T/2C)\| \simeq 0,05 \text{ m.s}^{-1}$

C.3. Etude dynamique

Question 8 :
 a) Simplifier $J(G_3, 3)$ en sachant que 3 possède un plan de symétrie matérielle $(G_3, \vec{x}_3, \vec{y}_3)$.
 Déterminer en fonction de A_3, α_3, α_3 et des constantes
 b) le tenseur cinétique en G_3 du bras 3 dans son mouvement par rapport à 0.
 c) l'énergie cinétique du bras 3 dans son mouvement par rapport à 0 $\cdot I_3(3/0)$

a) le plan $(G_3, \vec{x}_3, \vec{y}_3)$ est plan de symétrie matérielle, donc $D_3 = E_3 = 0$: $J(G_3, 3) = \begin{pmatrix} A_3 & -F_3 & 0 \\ -F_3 & B_3 & 0 \\ 0 & 0 & C_3 \end{pmatrix}_{(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)}$

b) $\{C(3/0)\} = \begin{Bmatrix} \vec{R}_c(3/0) \\ \vec{\sigma}(G_3, 3/0) \end{Bmatrix}$

$\vec{R}_c(3/0) = M_3 \cdot \vec{V}(G_3 \in 3/0) = M_3 (\lambda_2 \dot{x}_2 + \lambda_2 \dot{\alpha}_2 \vec{y}_2 + \dot{\alpha}_3 (-d\vec{y}'_3 + \rho \vec{y}_3))$

$\vec{\sigma}(G_3, 3/0) = [I(G_3, 3)] \cdot \vec{\Omega}(3/0) = \begin{pmatrix} A_3 & -F_3 & 0 \\ -F_3 & B_3 & 0 \\ 0 & 0 & C_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\alpha}_3 \end{pmatrix} = C_3 \cdot \dot{\alpha}_3 \cdot \vec{z}_0$

c) $2T(3/0) = \{C(3/0)\} \{V(3/0)\} = \begin{Bmatrix} \vec{R}_c(3/0) \\ \vec{\sigma}(G_3, 3/0) \end{Bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \vec{\Omega}(3/0) \\ \vec{V}(G_3, 3/0) \end{Bmatrix} = M_3 \vec{V}(G_3, 3/0)^2 + \vec{\Omega}(3/0) \cdot \vec{\sigma}(G_3, 3/0)$

exp. 0,25
0,75 Reste

$2T(3/0) = M_3 [\lambda_2 \dot{x}_2 + \lambda_2 \dot{\alpha}_2 \vec{y}_2 + \dot{\alpha}_3 (-d\vec{y}'_3 + \rho \vec{y}_3)]^2 + C_3 \cdot \dot{\alpha}_3^2$
 $= M_3 [\lambda_2^2 \dot{x}_2^2 + \lambda_2^2 \dot{\alpha}_2^2] + [C_3 + M_3(d^2 + \rho^2 - 2\rho d \cos \varphi)] \dot{\alpha}_3^2$

Question 9 :
 a) Donner les lois de coulomb
 b) déduire la relation liant les composantes X_{06} et Y_{06} de la résultante $\vec{R}(0 \rightarrow 6)$.

a) Cours.

b) La vitesse de glissement en un point I du contact entre 6 et 0 est : $\vec{V}(I \in 4/0) = V \cdot \vec{x}_0$ (avec $V > 0$)

$V \cdot \vec{x}_0 \cdot X_{06} \cdot \vec{x}_0 < 0 \Rightarrow V \cdot X_{06} < 0 \Rightarrow X_{06} < 0$

et $|X_{06}| = f |Y_{06}| \Rightarrow -X_{06} = f \cdot Y_{06}$ (car $Y_{06} > 0$)

pas faux

Question 10 :
 a) Par application du théorème de la résultante dynamique au plateau 6, déterminer Y_{06} en fonction de M_6 et g .
 b) En déduire X_{06} en fonction de M_6, g et f .

a) TRD projeté sur \vec{y}_0 : $\vec{R}_d(6/0) \cdot \vec{y}_0 = \vec{R}(\bar{6} \rightarrow 6) \cdot \vec{y}_0 = (\vec{R}(\bar{5} \rightarrow 6) + \vec{R}(\bar{0} \rightarrow 6) + \vec{R}(\text{pes} \rightarrow 6)) \cdot \vec{y}_0$
 $\Rightarrow 0 = 0 + Y_{06} - M_6 g \Rightarrow Y_{06} = M_6 g$

b) $X_{06} = -f \cdot Y_{06} = -f \cdot M_6 \cdot g$

Question 11 : a) Faire le bilan des actions extérieures au système S isolé et déterminer, en les justifiant, les puissances correspondantes.
 b) Faire le bilan des actions intérieures au système S isolé et déterminer, en les justifiant, les puissances correspondantes.
 c) Par application du théorème de l'énergie cinétique au système S, déterminer l'effort F du fluide sur la tige 2T du vérin 2 en fonction de $T(3/0)$, λ_2 et des constantes.

a) Puissances ext. :

- $P(0 \rightarrow 1/0) = P(0 \rightarrow 2/0) = 0$ liaisons parfaites entre le système isolé et le bâti
- $P(0 \rightarrow 4/0) = \vec{R}(0 \rightarrow 4) \cdot \vec{V}(E \in 4/0) = 0$ liaison non parfaite mais roulement sans glissement
- $P(0 \rightarrow 6/0) = \vec{R}(0 \rightarrow 6) \cdot \vec{V}(E \in 6/0) = (X_{06} \cdot \vec{x}_0 + Y_{06} \cdot \vec{y}_0) \cdot (\dot{x} \cdot \vec{x}) = -f \cdot M_6 \cdot g \cdot \dot{x}$

b) Puissances int. :

$P(2C \leftrightarrow 2T) = P(2T \leftrightarrow 3) = P(1 \leftrightarrow 3) = P(3 \leftrightarrow 4) = P(4 \leftrightarrow 5) = P(5 \leftrightarrow 6) = 0$ liaisons parfaites

$P(2C \xrightarrow{\text{fluide}} 2T) = \vec{R}(\text{fluide} \rightarrow 2T) \cdot \vec{V}(B \in 2T/2C) = (F \cdot \vec{x}_2) \cdot (\dot{\lambda}_2 \cdot \vec{x}_2) = F \cdot \dot{\lambda}_2$

c) TEC : $\frac{dT(S/0)}{dt} = \frac{dT(3+6/0)}{dt} = P_{\text{ext}} + P_{\text{int}}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{d}{dt} \left\{ M_3 [\dot{\lambda}_2^2 + \lambda_2^2 \cdot \dot{\alpha}_2^2] + [I_3 + M_3(d^2 + \rho^2 - 2\rho d \cos \varphi)] \dot{\alpha}_3^2 + M_6 \dot{x}^2 \right\} = -f M_6 g \dot{x} + F \dot{\lambda}_2$$

$$\Rightarrow F = M_6 (fg + \ddot{x}) \dot{x} / \dot{\lambda}_2 + \frac{1}{2\dot{\lambda}_2} \cdot \frac{d}{dt} \{ T(3/0) \}$$

PARTIE D ASSERVISSEMENT DU DEPLACEMENT DE LA TABLE

Question 12 : Expliquer de manière qualitative le fonctionnement de l'ensemble quand le tiroir du distributeur se déplace d'une certaine quantité z.

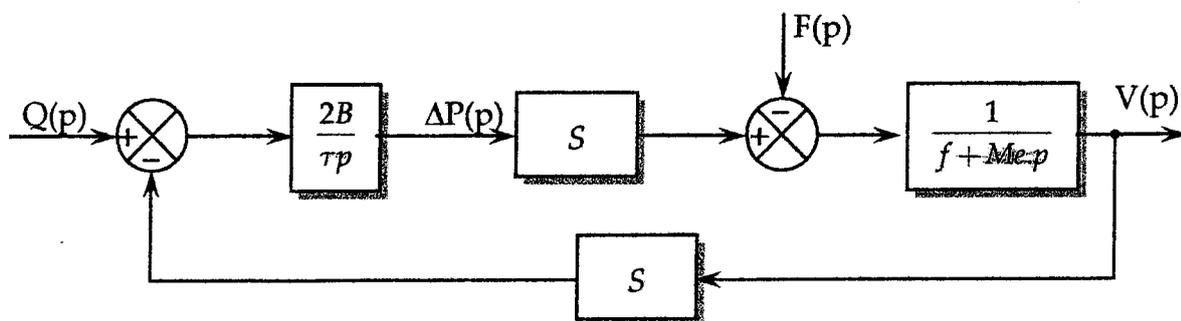
Si le tiroir du distributeur se déplace d'une quantité z dans le sens positif (vers la droite), la chambre B va être en communication avec le refoulement via la conduite C₂ et par suite la pression dans cette chambre va baisser. D'autre part, la chambre A va communiquer avec la pression de service P_s via la conduite C₁, la pression dans cette chambre va, alors, augmenter.

le piston du vérin va se déplacer vers la droite d'une quantité x ce qui déplacera le corps du distributeur et aura comme effet de fermer les orifices de la pression P_s et du refoulement. Le système se stabilise lorsque x = z.

Etablissement de la fonction de transfert {vérin + charge}

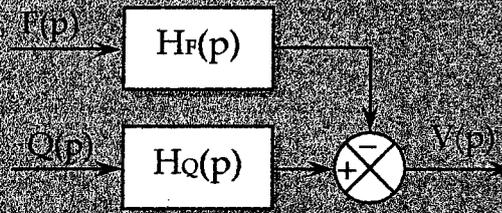
Question 13 : Écrire les équations (3) et (4) dans le domaine de Laplace, en formulant (les) hypothèse(s) nécessaire(s), et compléter le schéma bloc de la figure 3.

$$Q(p) = S \cdot V(p) + \frac{\tau}{2B} \cdot p \cdot \Delta P(p) \quad \text{et} \quad M_e \cdot p \cdot V(p) = S \cdot \Delta P(p) - f \cdot V(p) - F(p)$$



Question 14

a) Simplifier le schéma bloc précédent sous la forme ci-contre.



b) Montrer que les transmittances $H_F(p)$ et $H_Q(p)$ peuvent s'écrire sous la forme

$$H_Q(p) = \frac{C}{1 + \frac{f}{r_h} p + \frac{Me}{r_h} p^2} \quad H_F(p) = \frac{Dp}{1 + \frac{f}{r_h} p + \frac{Me}{r_h} p^2}$$

Et identifier les termes C, D et r_h (appelée raideur hydraulique)

$$a) H_Q(p) = \frac{V(p)}{Q(p)} \Big|_{F(p)=0} = \frac{\frac{2B}{\tau p} \cdot S \cdot \frac{1}{f + Me \cdot p}}{1 + \frac{2B}{\tau p} \cdot S^2 \cdot \frac{1}{f + Me \cdot p}} = \frac{2BS}{\tau p(f + Me \cdot p) + 2BS^2} = \frac{2BS}{2BS^2 + \tau f p + \tau Me \cdot p^2}$$

$$H_F(p) = \frac{V(p)}{F(p)} \Big|_{Q(p)=0} = \frac{\frac{1}{f + Me \cdot p}}{1 + \frac{2B}{\tau p} \cdot S^2 \cdot \frac{1}{f + Me \cdot p}} = \frac{\tau p}{\tau p(f + Me \cdot p) + 2BS^2} = \frac{\tau p}{2BS^2 + \tau f p + \tau Me \cdot p^2}$$

$$b) H_Q(p) = \frac{2BS}{2BS^2 + \tau f \cdot p + \tau Me \cdot p^2} = \frac{1/S}{1 + \frac{\tau f}{2BS^2} p + \frac{\tau Me}{2BS^2} p^2} = \frac{C}{1 + \frac{f}{r_h} \cdot p + \frac{Me}{r_h} \cdot p^2}$$

avec $C = \frac{1}{S}$ et $D = \frac{1}{r_h} = \frac{\tau}{2BS^2}$

$r_h = \frac{2BS^2}{\tau}$

Question 15 a) Écrire les transmittances $H_F(p)$ et $H_Q(p)$ sous leurs formes canoniques et donner les expressions littérales des gains statiques K_Q et K_F , la pulsation propre non amortie ω_n et le facteur d'amortissement ξ .

b) Faire l'application numérique, conclure.

$$a) H_Q(p) = \frac{C}{1 + \frac{f}{r_h} p + \frac{Me}{r_h} p^2} = \frac{K_Q}{1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2} \quad K_Q = C, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{r_h}{Me}} \quad \text{et} \quad \xi = \frac{1}{2} \frac{f}{\sqrt{Me \cdot r_h}}$$

$$H_F(p) = \frac{Dp}{1 + \frac{f}{r_h} p + \frac{Me}{r_h} p^2} = \frac{K_F p}{1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2} \quad K_F = D$$

b) $K_Q = 100$, $\omega_n = 90$ rad/sec et $\xi = 0,3$ coefficient d'amortissement faible

On désire tracer la réponse indicielle du vérin, en l'absence de l'effort perturbateur ($F(p) = 0$), pour une entrée échelon de valeur $Q_0 = 60 \text{ l/min} = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.

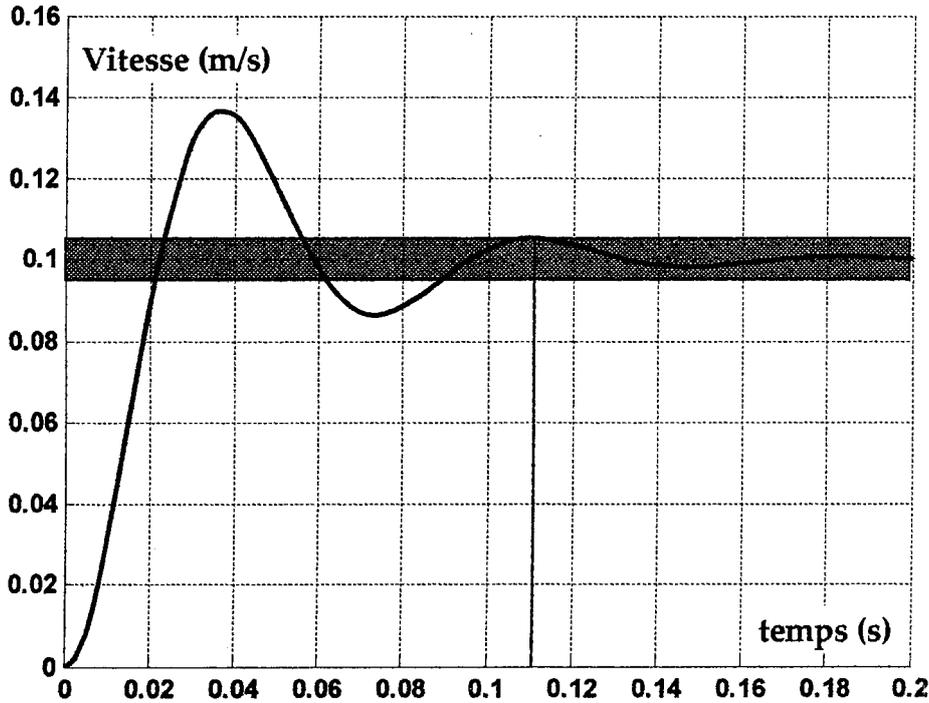
Question 16 : a) Tracer le lieu de la vitesse $V(t)$ en précisant ses valeurs particulières.
 b) A partir de l'abaque fourni sur la figure 6, déterminer le temps de réponse à 5% du système.

a) La valeur en régime permanent $V(\infty) = 0,1 \text{ m/s}$

La pente à l'origine est horizontale

La réponse indicielle est pseudo-périodique de pseudo-période $T_p = 2\pi / 85,85 = 0,073 \text{ s}$

Le premier dépassement : $D_1 = K_Q \cdot Q_0 \cdot e^{-\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2}} = 0,1 \cdot e^{-0,3\pi/\sqrt{1-0,3^2}} = 0,037 \text{ m.s}^{-1}$



b) Sur l'abaque la valeur du temps de réponse n'est pas précise pour la valeur 0,3 de ξ
 On prélève pour $\xi = 0,3 \Rightarrow t_{r,5\%} \cdot \omega_n = 8 \text{ à } 10 \Rightarrow t_{r,5\%} \in [0,089, 0,11] \text{ s}$

Etablissement de la boucle d'asservissement de position

Question 17 : Justifier le terme $1/p$ entre $V(p)$ et $X(p)$

Le terme $1/p$ provient de l'intégration naturelle lors du passage de la vitesse à la position.

Question 18 :

Etude de la précision

- a) Considérant que F est nulle, quelle est l'écart statique e en réponse à un signal de consigne $x(t)$ de niveau X_0 ?
- b) Partant d'un système à l'équilibre où la position $x(t)$ est égale à la consigne X_0 , on applique un échelon de force $F(t)$ à amplitude F_0 . Montrer qu'en régime permanent, la variation de $x(t)$ consécutive à l'application de F_0 est nulle.
- c) Conclure sur la satisfaction du cahier de charges en terme de précision.

- a) L'écart statique vis-à-vis de la consigne $\epsilon_s = 0$ (présence d'une intégration dans la boucle ouverte)
 b) L'écart statique vis-à-vis de la perturbation ϵ_{Spert} est aussi nul. En effet :

$$\epsilon_{Spert}(p) = \frac{F(p)H_F(p)k/p}{1 + \frac{K_S K_D H_Q(p)k}{p}} = \frac{kF(p) \frac{K_F}{1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2}}{1 + kK_S K_D \frac{K_Q}{p \left(1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2\right)}} = \frac{pk \frac{F_0}{p} K_F}{p \left(1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2\right) + kK_S K_D K_Q}$$

$$\epsilon_{Spert} = \lim_{p \rightarrow 0^+} p \epsilon_{Spert}(p) = \lim_{p \rightarrow 0^+} \frac{pkK_F F_0}{p \left(1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2\right) + kK_S K_D K_Q} = 0$$

c) Le cahier de charges est satisfait en terme de précision statique

Question 19: Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte $H_{BO}(p)$, donner son ordre, sa classe et ses caractéristiques.

$$H_{BO}(p) = kK_S K_D H_Q(p) / p = \frac{kK_S K_D K_Q}{p \left(1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2\right)} = \frac{K_{BO}}{p \left(1 + \frac{2\xi}{\omega_n} p + \frac{1}{\omega_n^2} p^2\right)}$$

Elle est d'ordre 3, de classe 1 et de gain statique $K_{BO} = kK_S K_D K_Q$

Question 20: a) Justifier la forme des diagrammes de gain et de phase

b) tracer sur le même lieu de transfert les diagrammes asymptotiques de gain et de phase de la fonction de transfert en boucle ouverte en précisant les pulsations de cassure et les pentes.

a) H_{BO} est de classe 1 et donc aux basses fréquences la pente du diagramme des gains est de pente [-1] et celui des phases de valeur -90° .

H_{BO} est d'ordre 3 et donc aux hautes fréquences la pente du diagramme des gains est de pente [-3] et celui des phases de valeur -270° .

$\xi = 0,3$ donc existence de la surtension.

Pulsation de cassure $\omega = \omega_n$ et on sait que $\varphi(\omega_n) = -90^\circ - 90^\circ = -180^\circ \rightarrow \omega_n = 90 \text{ rad.s}^{-1}$

b) Voir DR.

Question 21: Donner les marges de phase et de gain, sont-elles conformes aux spécifications du cahier de charges.

- Marge de phase $M_\varphi \cong 90^\circ$

- Marge de gain $MG \cong 42 \text{ dB}$

Ces marges dépassent largement celles spécifiées par le cahier de charges.

Correction proportionnelle

Question 22: En explorant le lieu de transfert de Bode de la figure 2 du document réponse 3.

a) Déterminer la valeur K_1 de K_c pour régler la marge de gain à 12 dB. Que devient la marge de phase pour cette valeur de K_c ?

b) Déterminer la valeur K_2 de K_c pour régler la marge de phase à 45° . Que devient la marge de gain pour cette valeur de K_c ?

c) Conclure sur l'aptitude de la correction proportionnelle à satisfaire les exigences du cahier de charges en terme marges de stabilité.

a) $MG = 12dB \Rightarrow |H_{BO}(j\omega_0)|_{dB} = -12dB$ avec $\arg(H_{BO}(j\omega_0)) = -180^\circ$ on translate donc le

diagramme des gains de : $42 - 12 = 30dB = 20\log K_{C1} \Rightarrow K_{C1} = 10^{30/20}$ $K_{C1} = 31,6$

\Rightarrow $M\varphi \simeq 84^\circ$

b) $M\varphi = 45^\circ \Rightarrow \varphi(\omega'_{c0}) = -135^\circ \Rightarrow \omega'_{c0} \simeq 66 \text{ rad/s}$ il faut donc traduire le diagramme des gains

de $40dB = 20\log K_{C2} \Rightarrow K_{C2} \simeq 10^{40/20}$ $K_{C2} \simeq 100$ \Rightarrow $MG \simeq 42 - 40 = 2dB$

c) On remarque que la correction proportionnelle n'est pas en mesure de satisfaire les marges de stabilité. En effet, si l'on règle le gain pour satisfaire la marge de gain la marge de phase n'est pas satisfaisante et dans le cas contraire si on règle le gain pour avoir la marge de phase acceptable la marge de gain devient presque nulle.

Correction à retour de pression

On désire avoir une réponse indicielle la plus rapide mais sans dépassement de l'ensemble « vérin + charge », non perturbé et non asservi, à une entrée échelon de débit.

Question 23 : Lequel des paramètres de $H_{BO}(p)$ faut-il fixer ? Et sur quelle valeur ?

Sur le coefficient d'amortissement ξ^* et il faut le fixer sur la valeur $\xi^* = 1$.

Question 24 : a) Déterminer la valeur de K_c pour régler la marge de gain MG à 13 dB.

b) On donne $|H_{BO}^*(j\omega)_{dB} = 0$ dB pour $\omega = \omega_{c0} = 20,64 \text{ rad/s}$

Que devient la marge de phase $M\varphi$ pour cette valeur de K_c ?

c) Conclure sur la satisfaction du cahier de charges en terme de marge de stabilité et sur l'intérêt du « retour de pression » effectué.

a) Soit $\omega_0 / \varphi(\omega_0) = -180^\circ \Rightarrow \omega_0 = \omega_n^* = 54 \text{ rad/s}$

$MG = -|H_{BO}^*(j\omega_0)|_{dB} = 13 \text{ dB} \Rightarrow |H_{BO}^*(j\omega_0)| = 10^{-13/20} \Rightarrow \frac{10.Kc}{\omega_0 \sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega_0}{\omega_n^*}\right)^2\right)^2 + \left(2\xi^* \frac{\omega_0}{\omega_n^*}\right)^2}} = 0,22$

$Kc = 0,022 \cdot \omega_0 \sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega_0}{\omega_n^*}\right)^2\right)^2 + \left(2\xi^* \frac{\omega_0}{\omega_n^*}\right)^2} = 0,022 \cdot \omega_n^* \cdot 2\xi^* = 0,022 \cdot 54 \cdot 2 = 2,37$ $Kc = 2,37$

b) Soit $\omega_{c0} / |H_{BO}^*(j\omega_{c0})|_{dB} = 0 \text{ dB} \Rightarrow |H_{BO}^*(j\omega_{c0})| = 1 \Rightarrow \frac{10.Kc}{\omega_{c0} \sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2\right)^2 + \left(2\xi^* \frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2}} = 1$

$\Rightarrow \omega_{c0}^2 \left[\left(1 - \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2\right)^2 + \left(2\xi^* \frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2 \right] - (10.Kc)^2 = 0 \Rightarrow \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^6 + (4\xi^{*2} - 2) \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^4 + \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2 - \left(\frac{10.Kc}{\omega_n^*}\right)^2 = 0$

$\Rightarrow \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^6 + 2 \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^4 + \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2 - 0,192 = 0 \Rightarrow \omega_{c0} = 20,64 \text{ rad/s}$

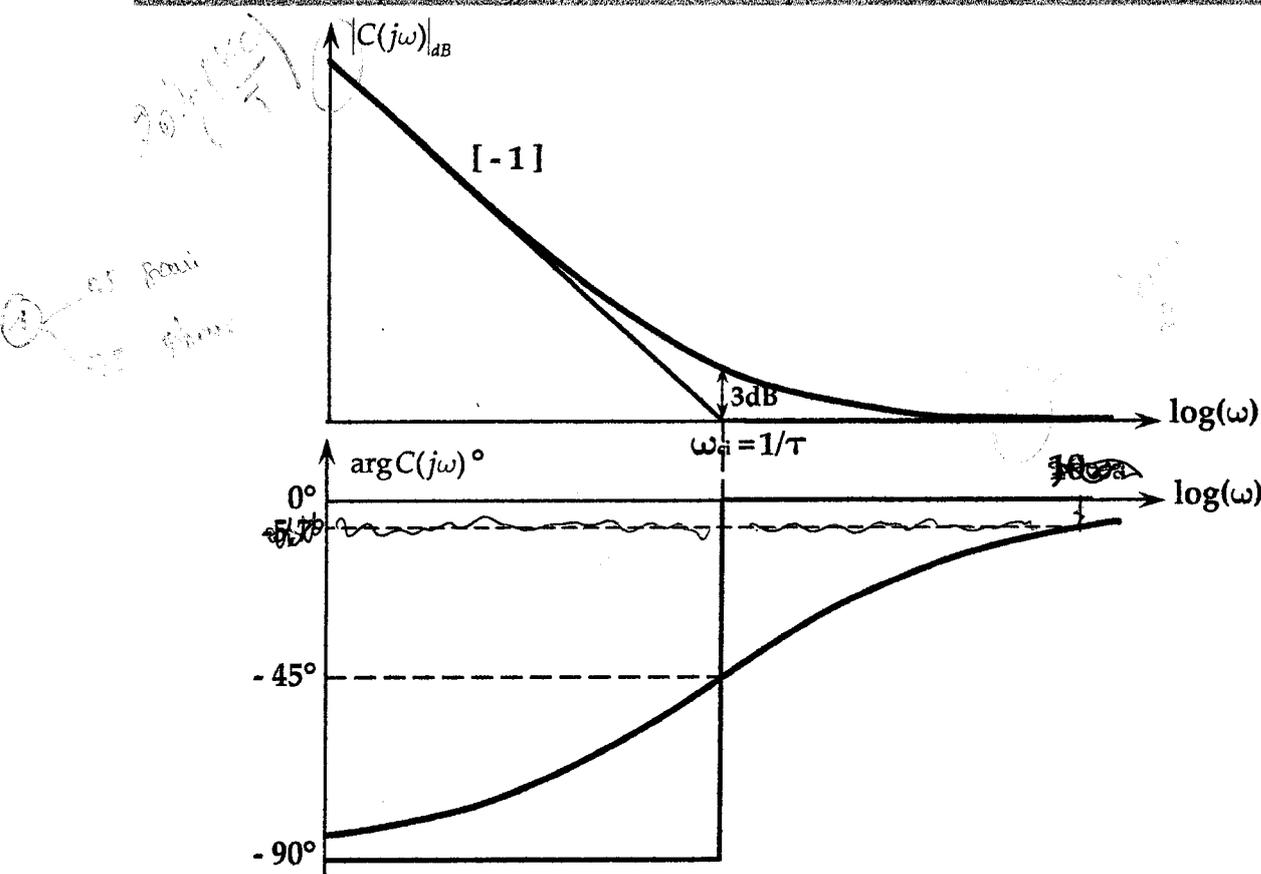
$$M\varphi = \arg(H_{BO}^*(j\omega_{c0})) + 180^\circ = -90^\circ - \arctan \frac{2\xi^* \frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}}{1 - \left(\frac{\omega_{c0}}{\omega_n^*}\right)^2} = 90^\circ - \arctan \frac{2 \cdot \frac{20,64}{54}}{1 - \left(\frac{20,64}{54}\right)^2} = 90^\circ - 41,8$$

$$M\varphi = 48,2^\circ$$

c) Les marges de stabilité : de gain et de phase sont satisfaisantes.

Correction proportionnelle- intégrale (P.I.)

Question 25 : Tracer le lieu de transfert de Bode (diagramme asymptotique et tracé réel) de $C(p)$ en y indiquant les différentes valeurs remarquables.



Question 26 : Quel est l'intérêt d'un tel correcteur au regard des performances précision, rapidité et stabilité.

Ce correcteur permet d'améliorer la précision et la rapidité tout en préservant la stabilité.

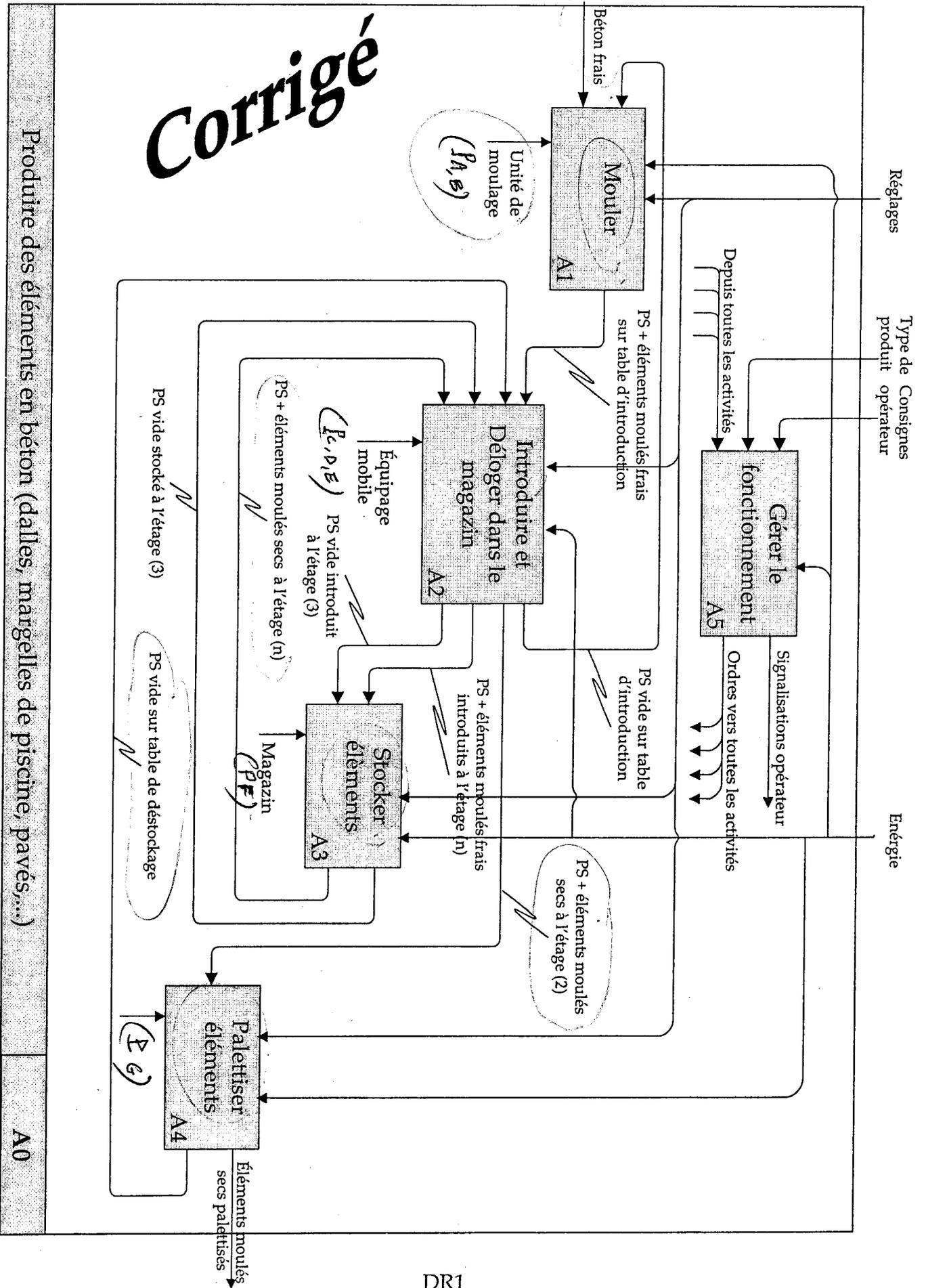
Question 27 : Prélèvez sur la figure 10, les marges de phase et de gain et vérifiez si leurs valeurs sont satisfaisantes au regard du cahier de charges.

La figure donne $M\varphi = 42^\circ$ et $MG = 13dB$, ces valeurs sont satisfaisantes en regard du cahier de charges.

Fin.

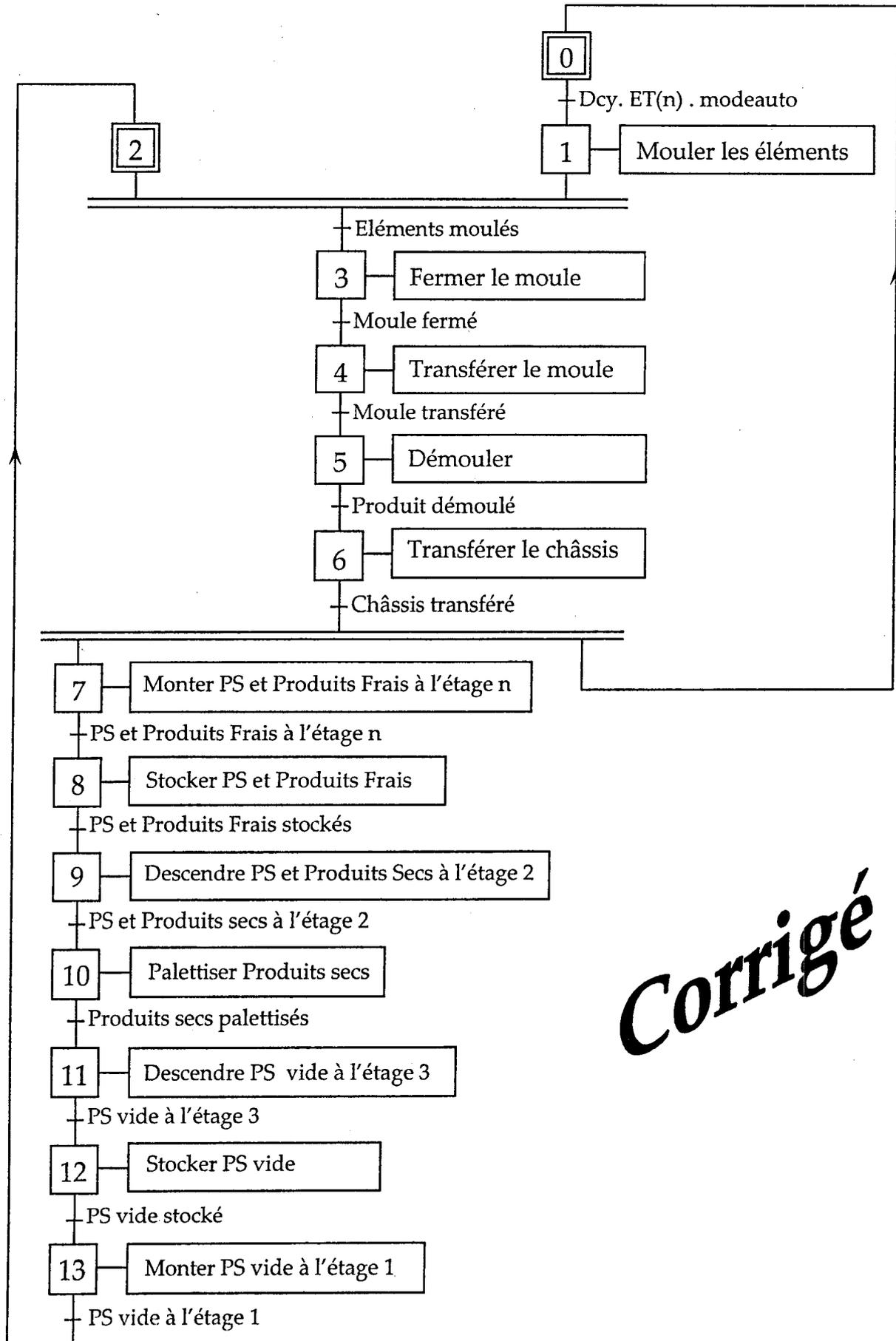
DOCUMENT-REPONSE 1

Corrigé



DOCUMENT-REPONSE 2

Graficet de coordination des tâches en production normale, en mode automatique



Corrigé

DOCUMENT-REPONSE 3

Figure 1 : Cinématique graphique

Echelle : 3 mm \rightarrow 0,01 m/s

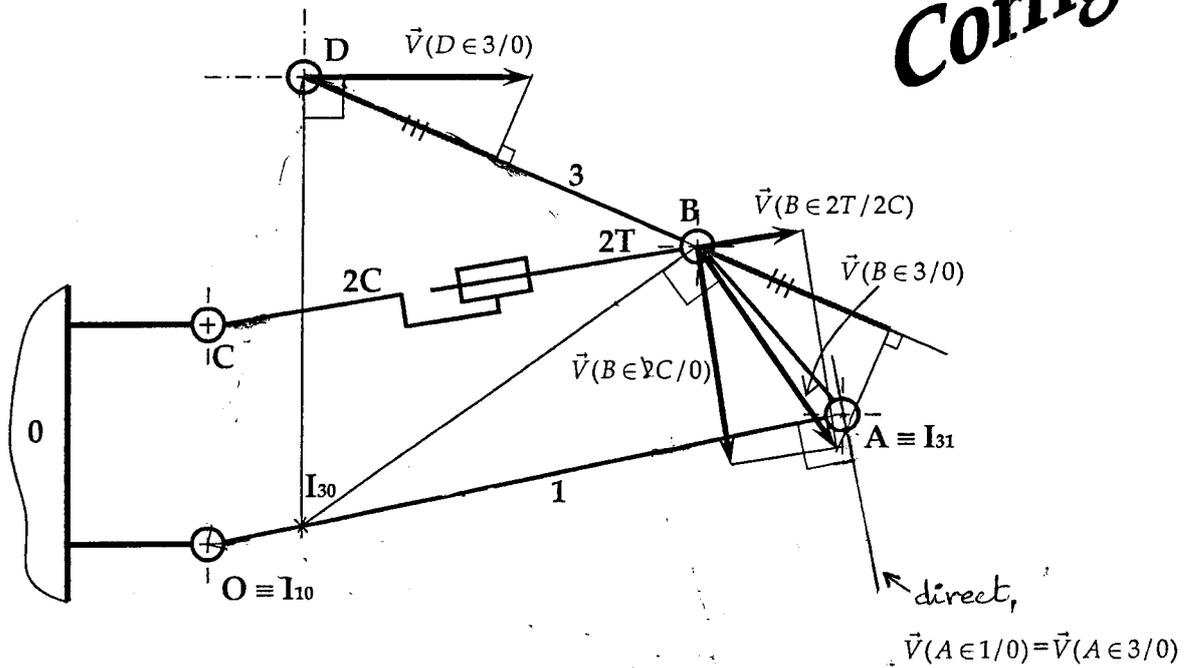


Figure 2 : Lieu de transfert en boucle ouverte $H_{BO}(p)$

