



Concours Technologie

Epreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Session : Juin 2005



Concours Technologie Epreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Date : Mardi 14 Juin 2005

Heure : 8 H

Durée : 5 H

Nbre de pages : 46 et 4 documents de référence: I, II, III et IV.

Barème : Partie A : 10 points, Partie B : 5 points, Partie C : 5 points

- *Aucun document n'est autorisé.*
- *L'usage d'une calculatrice programmable est interdit*
- *Les différentes parties de l'épreuve sont indépendantes.*
- *Les parties A (Technologie de Conception et Technologie de Production), B (Mécanique générale) et C (Automatique) doivent être traitées sur les documents réponses correspondants qu'il faut rendre en totalité en fin de l'épreuve.*

UNITE DE TRANSFERT

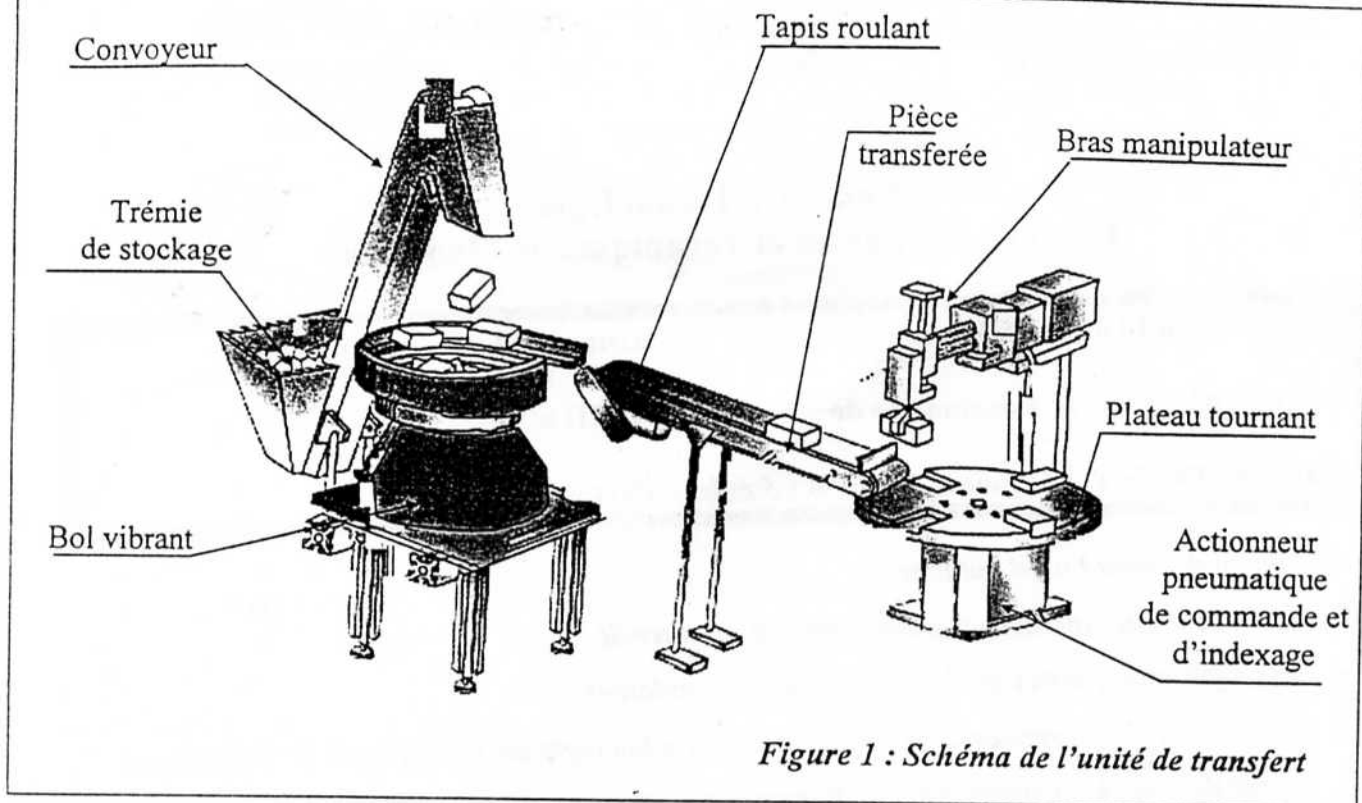
Mise en situation :

La production industrielle des pièces mécaniques nécessite un contrôle de qualité rapide et précis. Pour cela les entreprises industrielles développent des outils qui répondent à ces exigences. La figure 1 représente le schéma d'un exemple de réalisation d'une unité de transfert des pièces à partir d'une trémie de stockage vers un centre de contrôle.

Fonctionnement de l'unité de transfert (Figure 1)

A partir d'une trémie de stockage, les étapes de transfert des pièces sont assurées par :

- Un convoyeur, entraîné par un moto-réducteur électrique, permet le chargement en vrac des pièces mécaniques dans un bol vibrant ;
- Le bol vibrant permettant de stocker les pièces et de les placer dans une position correcte pour alimenter un tapis roulant ;
- Le tapis roulant qui transporte des pièces du bol vibrant au poste de chargement ;
- Un bras manipulateur permettant de prendre les pièces à partir de l'extrémité du tapis roulant et les placer sur un plateau tournant ;
- Le plateau tournant permettant de positionner les pièces en face des différents postes de traitement (non représentés) est commandé par un actionneur pneumatique avec une fréquence de quatre pièces par tour.



PARTIE A : TECHNOLOGIE DE CONCEPTION & TECHNOLOGIE DE PRODUCTION

Dans cette partie, l'étude portera sur l'actionneur pneumatique qui est défini par les documents I et II.

Fonctionnement de l'actionneur pneumatique :

On appelle :

- Vérin d'indexage V_1 (en coupe A-A), l'ensemble des pièces {9,13,14}.
- Vérin de la commande de la crémaillère V_2 (en coupe B-B), l'ensemble des pièces {4,6,12}.
- CAV_1 et CRV_1 chambres du vérin V_1 (voir documents I).
- CAV_2 et CRV_2 chambres du vérin V_2 (voir documents I).
- **Phase sortie de la crémaillère (4).**
Elle correspond à la première position du distributeur (30) qui commande l'alimentation simultanée en air comprimé les chambres CAV_1 et CAV_2 des deux vérins V_1 et V_2 . Cette phase permet :
 - Le déverrouillage du plateau (2) par le vérin V_1 (possibilité de rotation de (2) / (1)).
 - L'embrayage du crabot (7) avec le pignon (3) assurant la transformation du mouvement de translation de la crémaillère (4) en mouvement de rotation du plateau (2) par rapport au carter (1).
- **Phase retour de la crémaillère (4).**
Elle correspond à la deuxième position du distributeur (30) qui commande l'alimentation simultanée en air comprimé les chambres CRV_1 et CRV_2 des deux vérins V_1 et V_2 . Cette phase permet :
 - Le verrouillage du plateau (2) par le vérin V_1 (blocage du plateau (2) / (1)).
 - Le débrayage entre (7) et (3) assurant le retour de la crémaillère (4) (sans l'entraînement de (2)).

NB : Le circuit d'alimentation en air comprimé des vérins V_1 et V_2 n'est pas représenté sur le document I.

L'étude portera sur le mécanisme d'entraînement du convoyeur représenté par la figure-B1 ci-contre

Le schéma cinématique de ce mécanisme, représenté par la figure-B2, est constitué principalement de trois blocs :

- un réducteur de vitesse
- un mécanisme d'intermittence
- un tapis roulant

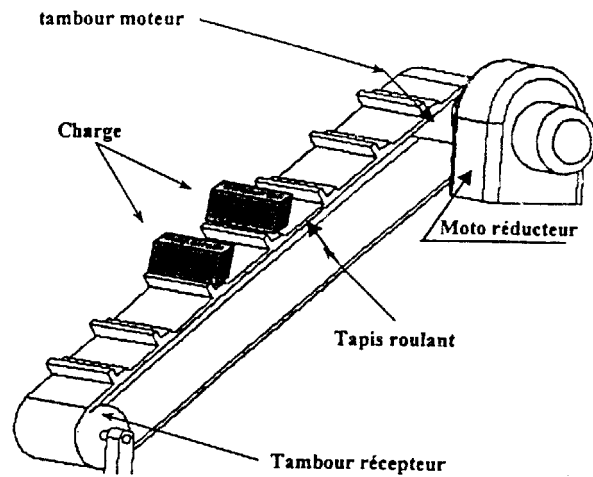


Figure-B1 : Mécanisme d'entraînement du convoyeur.

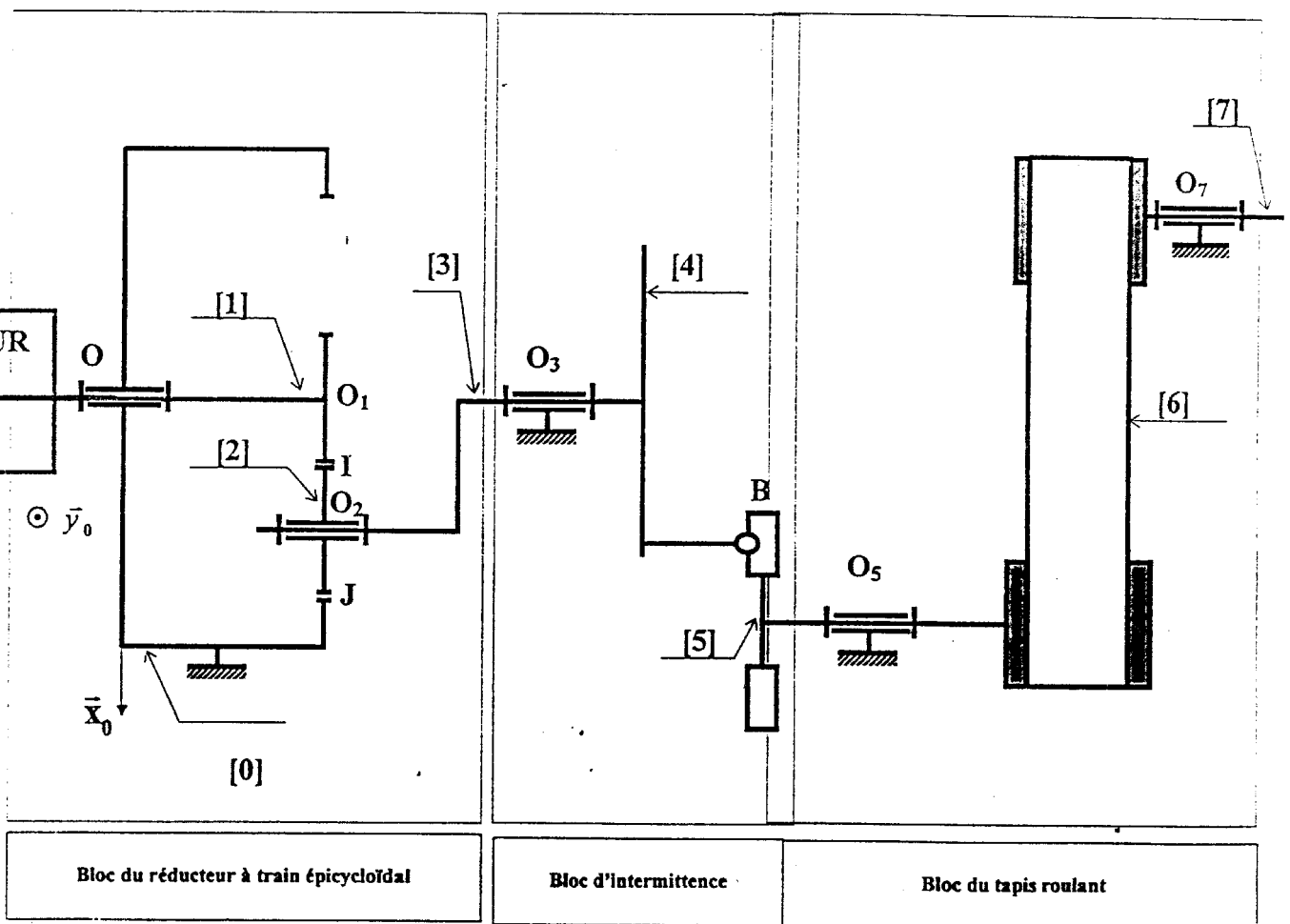


Figure-B2 : Schéma cinématique du mécanisme

- 1- **Bloc du réducteur épicycloïdal (figure-B3) :** Il est composé par les solides suivants :
- La couronne [0], solidaire avec le bâti qui est lié au repère $\mathcal{R}_0(\mathbf{O}, \bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{z}}_0)$ supposé galiléen (absolu).
 - Le planétaire [1], auquel est lié le repère $\mathcal{R}_1(\mathbf{O}_1, \bar{\mathbf{x}}_1, \bar{\mathbf{y}}_1, \bar{\mathbf{z}}_0)$ tel que : $\overline{\mathbf{OO}_1} = -\mathbf{a}_0 \bar{\mathbf{z}}_0$. Il est en liaison pivot d'axe $(\mathbf{O}_1, \bar{\mathbf{z}}_0)$ avec la couronne [0]. Son mouvement est paramétré par l'angle $\theta_1 = (\bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{x}}_1) = (\bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{y}}_1)$ (voir figure-B6.a).
 - Le satellite [2] (au nombre de trois), auquel est lié le repère $\mathcal{R}_2(\mathbf{O}_2, \bar{\mathbf{x}}_2, \bar{\mathbf{y}}_2, \bar{\mathbf{z}}_0)$. Il est en liaisons supposées ponctuelles de normale $(\mathbf{I}, \bar{\mathbf{x}}_3)$ avec le planétaire [1] d'une part, et de normale $(\mathbf{J}, \bar{\mathbf{x}}_3)$ avec la couronne [0] d'autre part. Son mouvement est paramétré par l'angle $\theta_2 = (\bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{x}}_2) = (\bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{y}}_2)$ (voir figure-B6.b). On pose : $\overline{\mathbf{O}_1\mathbf{I}} = \mathbf{R}_1 \bar{\mathbf{x}}_3$, $\overline{\mathbf{O}_1\mathbf{J}} = \mathbf{R}_0 \bar{\mathbf{x}}_3$ et $\overline{\mathbf{IO}_2} = \overline{\mathbf{O}_2\mathbf{J}} = \mathbf{R}_2 \bar{\mathbf{x}}_3$.
 - Le porte satellite [3], qui est lié au repère $\mathcal{R}_3(\mathbf{O}_3, \bar{\mathbf{x}}_3, \bar{\mathbf{y}}_3, \bar{\mathbf{z}}_0)$ tel que : $\overline{\mathbf{O}_1\mathbf{O}_3} = -\mathbf{a}_1 \bar{\mathbf{z}}_0$. Il est en liaison pivot d'axe $(\mathbf{O}_2, \bar{\mathbf{z}}_0)$ avec le satellite [2] d'une part, et en liaison pivot d'axe $(\mathbf{O}_3, \bar{\mathbf{z}}_0)$ avec la couronne [0] d'autre part. Son mouvement est paramétré par l'angle $\theta_3 = (\bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{x}}_3) = (\bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{y}}_3)$ (voir figure-B6.a).

2- **Bloc d'intermittence (figure-B4) :** Il est composé par les solides suivants :

- La manivelle [4].
- La croix de malte [5] est liée au repère $\mathcal{R}_5(\mathbf{O}_5, \bar{\mathbf{x}}_5, \bar{\mathbf{y}}_5, \bar{\mathbf{z}}_0)$ tel que : $\overline{\mathbf{O}_3\mathbf{O}_5} = l \bar{\mathbf{x}}_0 - \mathbf{a}_3 \bar{\mathbf{z}}_0$. Elle est en liaison pivot d'axe $(\mathbf{O}_5, \bar{\mathbf{z}}_0)$ avec le bâti [0] d'une part, et en liaison linéaire annulaire d'axe $(\mathbf{B}, \bar{\mathbf{x}}_5)$ avec [4] d'autre part. Son mouvement est paramétré par l'angle $\theta_5 = (\bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{x}}_5) = (\bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{y}}_5)$ (voir figure-B6.b). On pose : $\overline{\mathbf{O}_3\mathbf{B}} = \mathbf{R}_4 \bar{\mathbf{x}}_4 - \mathbf{a}_4 \bar{\mathbf{z}}_0$ et $\overline{\mathbf{O}_5\mathbf{B}} = -\lambda(t) \bar{\mathbf{x}}_5 + \mathbf{a}_5 \bar{\mathbf{z}}_0$.

3- **Bloc du tapis roulant (figure-B5) :** Il est composé par les solides suivants :

- L'ensemble (tapis roulant + charge) [6], lié au repère $\mathcal{R}_6(\mathbf{G}_6, \bar{\mathbf{x}}_6, \bar{\mathbf{y}}_6, \bar{\mathbf{z}}_0)$. Cet ensemble [6] est entraîné par un tambour moteur solidaire de la croix [5]. On pose : $\alpha = (\bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{x}}_6) = (\bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{y}}_6)$ un angle constant.
- Le tambour [7], lié au repère $\mathcal{R}_7(\mathbf{O}_7, \bar{\mathbf{x}}_7, \bar{\mathbf{y}}_7, \bar{\mathbf{z}}_0)$, est en liaison pivot d'axe $(\mathbf{O}_7, \bar{\mathbf{z}}_0)$ avec le bâti [0] et en contact avec le tapis [6]. Son mouvement est paramétré par l'angle $\theta_7 = (\bar{\mathbf{x}}_0, \bar{\mathbf{x}}_7) = (\bar{\mathbf{y}}_0, \bar{\mathbf{y}}_7)$ (voir figure-B6.b). On pose : $\overline{\mathbf{O}_7\mathbf{G}_6} = \mathbf{x}(t) \bar{\mathbf{x}}_6 + \mathbf{R}_7 \bar{\mathbf{y}}_6 + \mathbf{a}_5 \bar{\mathbf{z}}_0$.

On posera dans ce qui suit : $\dot{\theta}_i = \omega_i$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 7$)

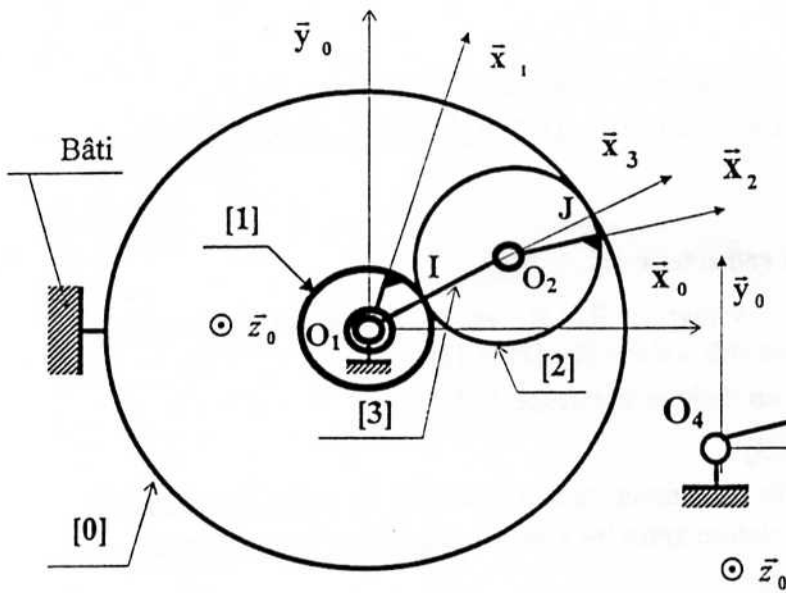


Figure-B3 : Schéma du bloc réducteur

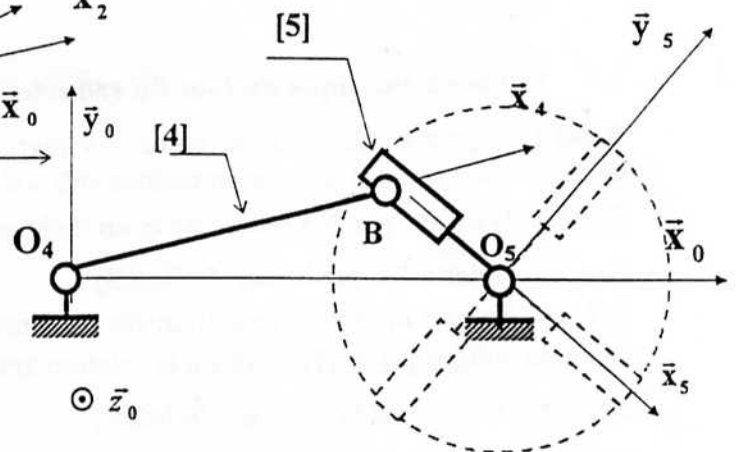


Figure-4 : Schéma du bloc d'intermittence

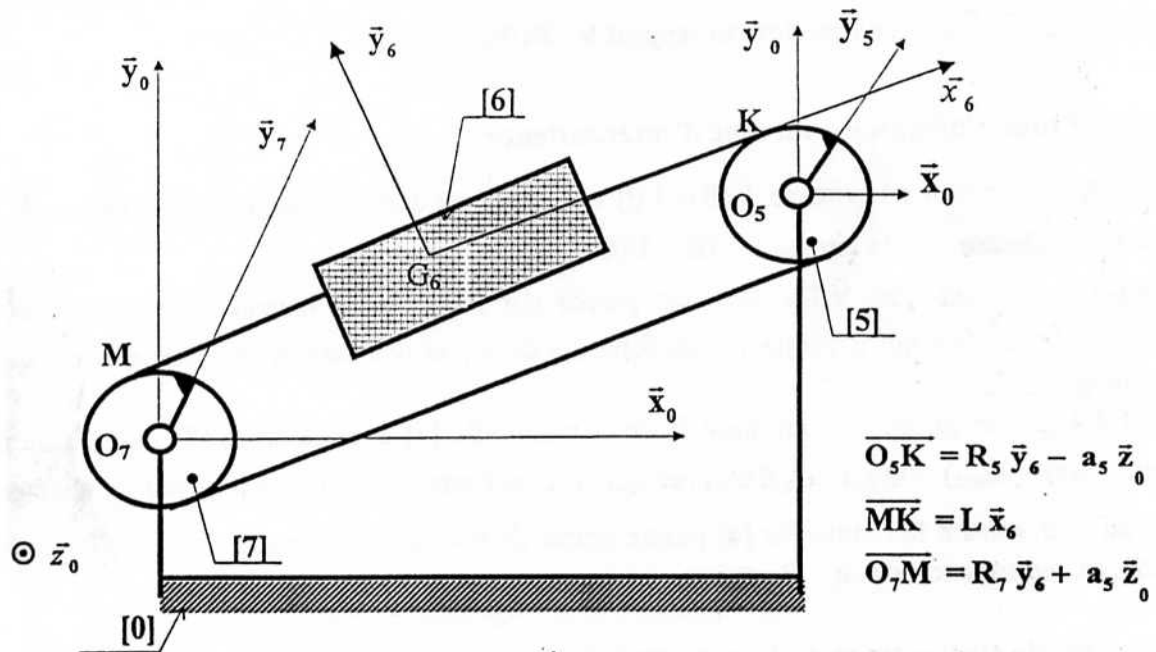


Figure-B5 : Schéma du bloc du tapis roulant

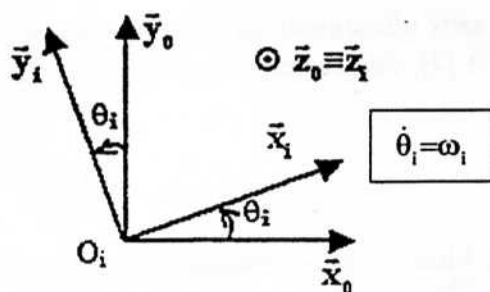


Figure-B6.a : Mouvement du solide [i] par rapport à [0], $i=1$ et 3 .

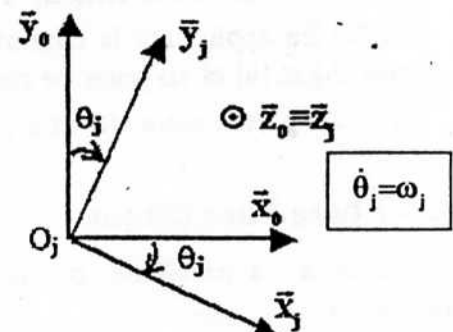


Figure-B6.b : Mouvement du solide [j] par rapport à [0], $j=2, 5$ et 7 .

B-I- Etude Cinématique

B-I-1. Tracer le graphe des liaisons du mécanisme représenté dans la figure-B2 .

B-I-2 Déterminer les vecteurs rotations : $\vec{\Omega}(1/0)$, $\vec{\Omega}(2/0)$, $\vec{\Omega}(3/0)$, $\vec{\Omega}(5/0)$, $\vec{\Omega}(6/0)$ et $\vec{\Omega}(7/0)$.

B-I-3. Etude cinématique du bloc du réducteur

B-I-3.1. Exprimer la relation entre les rayons R_0 , R_1 et R_2 traduisant la condition géométrique assurant la mise en contact des solides [1], [2] et [3]

B-I-3.2. Justifier que $\vec{V}(O_1 \in 1/3) = \vec{0}$ et en déduire la vitesse $\vec{V}(I \in 1/3)$.

B-I-3.3. Déterminer la vitesse : $\vec{V}(I \in 2/3)$.

B-I-3.4. En appliquant la condition de roulement sans glissement au point de contact I entre les solides [1] et [2], déduire la relation entre les vitesses angulaires ω_1 , ω_2 et ω_3 .

B-I-3.5. Déterminer la vitesse : $\vec{V}(J \in 2/3)$.

B-I-3.6. Déterminer la vitesse : $\vec{V}(J \in 3/0)$.

B-I-3.7. En appliquant la condition de roulement sans glissement au point de contact J entre les solides [2] et [0], déduire la relation entre les vitesses angulaires ω_2 et ω_3 .

B-I-3.8. A partir des relations établies précédemment, déduire l'expression du rapport de transmission $\frac{\omega_3}{\omega_1}$ en fonction du rapport $k = R_1/R_0$.

B-I-4. Etude cinématique du bloc d'intermittence

B-I-4.1. Déterminer la vitesse $\vec{V}(B \in 4/0)$ et l'exprimer dans la base du repère \mathcal{R}_5 .

B-I-4.2. Déterminer la vitesse : $\vec{V}(B \in 5/0)$.

B-I-4.3. Sachant que $\vec{V}(B \in 4/5)$ est portée par l'axe de la liaison linéaire annulaire, déduire la relation qui exprime ω_5 en fonction de ω_3 et des caractéristiques géométriques du mécanisme.

B-I-4.4. La fin du contact au point B de la manivelle [4] avec la croix [5] est caractérisé par : $(\lambda(t) = \lambda_{\max})$, l'angle $(O_4 \hat{B} O_5)$ est égal à $\frac{\pi}{2}$ et l'angle $(B \hat{O}_5 O_4)$ est égal à $\frac{\pi}{3}$, de façon qu'au tour suivant la manivelle [4] puisse entrer de nouveau en contact avec [5]. Exprimer alors ω_5 en fonction de ω_3 , R_3 et λ_{\max} .

B-I-5. Etude cinématique du bloc du tapis roulant

B-I-5.1 Déterminer la vitesse: $\vec{V}(G_6 \in 6/0)$.

B-I-5.2 En appliquant la condition de roulement sans glissement au point de contact K entre [5] et [6] et au point de contact M entre [6] et [7], établir les relations entre $\dot{x}(t)$ et ω_5 d'une part et entre $\dot{x}(t)$ et ω_7 d'autre part.

B-II- Etude Energétique

Dans la suite du problème, on ne s'intéresse qu'au bloc du tapis roulant. Pour cela, on suppose que :

- le tambour moteur solidaire avec [5] est de masse m_5 , de centre d'inertie G_5 situé sur l'axe (O_5, \vec{z}_0) et de moment d'inertie J_5 par rapport à cet axe.

- L'ensemble [6] est de masse m_6 et de centre d'inertie G_6 .
- la tambour récepteur [7] est de masse m_7 , de centre d'inertie G_7 situé sur l'axe (O_7, \bar{z}_0) et de moment d'inertie J_7 par rapport à cet axe.
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.
- Le tapis est inextensible et son contact avec le tambour moteur [5] et le tambour récepteur [7] est réalisé par adhérence.
- L'action mécanique de [4] sur [5] est représentée par un couple moteur $\bar{C}_m = C_m \bar{z}_0$.
- Le système se trouve dans le champ de la pesanteur $\bar{g} = -g\bar{y}_0$.
- On suppose que les vitesses de rotation sont constantes.

B-II-1. Calculer le torseur cinétique $\left\{ \mathcal{C}(5/0) \right\}_{O_5}$, au point O_5 , du solide [5] dans son mouvement par rapport au bâti [0].

B-II-2. Calculer le torseur cinétique $\left\{ \mathcal{C}(6/0) \right\}_{G_6}$, au point G_6 , du solide [6] dans son mouvement par rapport au bâti [0].

B-II-3. Calculer le torseur cinétique $\left\{ \mathcal{C}(7/0) \right\}_{O_7}$, au point O_7 , du solide [7] dans son mouvement par rapport au bâti [0].

B-II-4. Soit le système défini par l'ensemble $\{E\} = \{5, 6, 7\}$, Calculer l'énergie cinétique du système $\{E\}$ dans son mouvement par rapport au bâti [0] : $E_c(E/0)$.

B-II-5. Ecrire les torseurs des actions mécaniques extérieures et intérieures à $\{E\}$.

B-II-6. Déterminer la puissance développée par les actions mécaniques extérieures et intérieures à $\{E\}$ dans son mouvement par rapport à \mathcal{R}_0 .

B-II-7. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, donner la relation permettant de calculer le couple moteur C_m en fonction des différents paramètres du mécanisme.

B-III- Résistance des matériaux.

On se propose de vérifier la résistance du levier (8) permettant de commander l'embrayage de l'actionneur pneumatique (document I). Ce levier est modélisé par une poutre droite, de ligne moyenne (ABC) et de section droite constante de forme carrée.

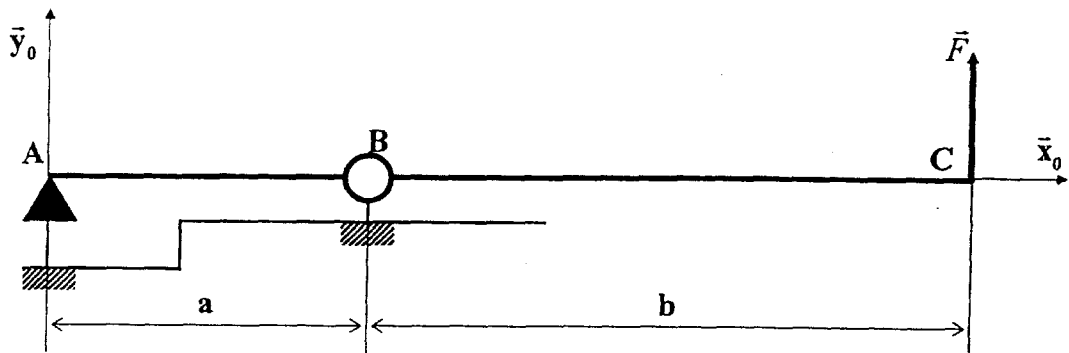


figure B7

Le levier est actionné par une force \vec{F} appliquée au point C suivant la direction \vec{y}_0 .
On donne : $F=200\text{N}$, $AB = a = 40\text{ mm}$ et $BC = b = 60\text{ mm}$.
Les liaisons mécaniques sont parfaites et l'action de la pesanteur est négligée.

B-III-1. En étudiant l'équilibre statique de cette poutre, déterminer les torseurs d'actions mécaniques transmissibles aux points A et B.

B-III-2. Calculer les composantes du torseur des efforts de cohésion (efforts intérieurs) le long de la ligne moyenne de la poutre.

B-III-3. Représenter les diagrammes des efforts de cohésion non nuls.

B-III-4. Déterminer les dimensions de la section assurant la résistance de la poutre à la flexion (On donne la contrainte normale admissible : $\sigma_{adm} = 120\text{ MPa}$).

B-III-5. Vérifier la résistance du levier au cisaillement produit par l'effort tranchant (On donne : la contrainte tangentielle admissible $\tau_{adm} = 80\text{ MPa}$)

N.B. : Les parties C-1 et C-2 sont indépendantes. Les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses.

Description du système « Unité de transfert »

L'unité de transfert des pièces mécaniques (Figure 1, Page 2/46) se compose de trois modules:

-Module d'alimentation des pièces (SA) : Il est formé essentiellement par la trémie de stockage, le convoyeur, le bol vibrant et le tapis roulant. Ce module permet de ramener les pièces à contrôler du trémie vers l'extrémité du tapis proche du plateau de contrôle.

-Module de chargement : Il réalise le chargement des pièces vers le plateau de contrôle à partir de l'extrémité du tapis. Il s'agit d'un bras manipulateur formé par :

* un vérin pneumatique à double effet « V1 » permettant les mouvements de montée (MVI) et de descente (DVI). Ce vérin est muni à son extrémité par une ventouse « V » servant au maintien de la pièce; il est doté de deux capteurs de fin de courses : haute (v1h) et basse (v1b). De même, la ventouse « V » est munie d'un capteur (v);

*un vérin pneumatique rotatif à double effet « V2 » permettant les mouvements de rotation à droite (RDV2) et à gauche (RGV2) correspondant respectivement à l'emplacement de la pièce détectée à l'extrémité du tapis par le capteur (pr1) et l'emplacement fourni par le capteur (pr2) sur le plateau. De même, ce vérin est doté de deux capteurs de fin de courses : droite (v2d) et gauche (v2g).

-Module de contrôle : Il est constitué d'un plateau rotatif à indexage (RT) et deux postes de contrôle (T1 et T2). Le plateau permet de supporter les pièces durant toute la phase de contrôle. La pièce est contrôlée en deux étapes et rendue disponible pour être évacuée à partir de la quatrième position détectée par un capteur (pr3). En effet, la première position (pr2) est réservée pour le placement de la pièce par le module de chargement. Pour signaler la présence d'une pièce dans chaque étape de contrôle, le plateau rotatif est muni des deux capteurs de proximité (cr1 et cr2). Ce plateau est commandé par un dispositif pneumatique.

Partie C-1 : Commande séquentielle du système « Unité de transfert »

L'objectif de cette étude est l'établissement d'une commande séquentielle de l'unité de transfert des pièces mécaniques.

Fonctionnement du système

Les conditions initiales nécessaires pour l'amorçage du cycle automatique sont:

- Vérin V2 en position droite.
- Vérin V1 en position haute.
- Ventouse V à l'arrêt

Après avoir déclencher la mise en marche du système d'alimentation des pièces (SA) par l'opérateur en mettant le commutateur Départ/Arrêt cycle en position (dcy). La séquence de mise en place et de contrôle des pièces démarre dès qu'une pièce se présente en face de la ventouse. La présence d'une pièce est détectée par le capteur (pr1).

La séquence de mise en place des pièces et de contrôle est la suivante :

- descente du vérin V1 (DVI) ;
- mise en marche de la ventouse (MV) ;
- montée du vérin V1 (MVI) ;
- rotation à gauche du vérin rotatif (RGV2) ;
- descente du vérin V1 (DVI) ;
- mise en arrêt de la ventouse (AV) permettant ainsi de placer la pièce sur le plateau tournant ;
- montée du vérin V1 (MVI) ;

-déroulement simultané du mouvement de rotation à droite du vérin rotatif (*RDV2*) et de la séquence contrôle de la pièce (ce fonctionnement simultané est représenté par la macro étape *M1* sur le document réponse DRC1). La séquence de contrôle de la pièce commence par la rotation de 1/4 de tour du plateau à indexage pour atteindre la position (*cr1*), puis l'exécution du premier contrôle (*T1*) durant 2s. Par la suite, le plateau à indexage effectue une rotation de 1/4 de tour pour placer la pièce en position (*cr2*) lui permettant d'effectuer le deuxième contrôle (*T2*) pendant 1s. Une dernière rotation de 1/4 de tour du plateau à indexage permet de placer la pièce dans la position d'évacuation (*pr3*).

Une fois la pièce est évacuée, le système est alors disposé à recevoir une nouvelle pièce pour l'exécution d'un nouveau cycle à moins que le commutateur Départ/Arrêt cycle est positionné sur (*acy*). Si c'est le cas, le système ne devra repartir que si les conditions initiales sont satisfaites.

La structure d'un modèle GRAFCET du point de vue commande (G1), décrivant le fonctionnement de l'unité de transfert des pièces mécaniques est donnée dans le document réponse (DRC1).

Notations utilisées

ABREVIATION	DESCRIPTION
<i>SA</i>	Mise en marche du système d'alimentation des pièces
<i>MV1</i>	Action de montée du vérin V1
<i>DV1</i>	Action de descente du vérin V1
<i>MV</i>	Mise en marche de la ventouse V
<i>AV</i>	Arrêt de la ventouse V
<i>RDV2</i>	Action de rotation à droite du vérin V2
<i>RGV2</i>	Action de rotation à gauche du vérin V2
<i>RT</i>	Action de rotation de 1/4 de tour du plateau à indexage
<i>T1</i>	Action du premier contrôle de la pièce
<i>T2</i>	Action du deuxième contrôle de la pièce
<i>pr1</i>	Détection d'une pièce à l'extrémité du tapis proche du plateau
<i>pr2</i>	Détection d'une pièce à la première position du plateau à indexage
<i>pr3</i>	Détection d'une pièce dans la position d'évacuation du plateau à indexage
<i>cr1</i>	Détection d'une pièce dans la position du premier contrôle
<i>cr2</i>	Détection d'une pièce dans la position du deuxième contrôle
<i>v1h</i>	Vérin V1 en position haute
<i>v1b</i>	Vérin V1 en position basse
<i>v2g</i>	Vérin V2 en position gauche
<i>v2d</i>	Vérin V2 en position droite
<i>v</i>	Ventouse en état de marche
<i>rt4</i>	Fin de la rotation de 1/4 de tour du plateau à indexage
<i>dcy/acy</i>	Commutateur Départ/Arrêt cycle (<i>dcy</i> : départ cycle; <i>acy</i> : arrêt cycle)

C.1.1) **Compléter** le Grafcet G1 (document réponse DRC1) en ajoutant les actions et les réceptivités associées aux transitions.

C.1.2) **Donner** l'expansion de la macro-étape M1.

Partie C-2: Etude de l'asservissement de vitesse du plateau entraîné par un vérin rotatif

On s'intéresse dans cette partie à la commande en vitesse du plateau tournant entraîné par un vérin pneumatique rotatif. En effet, la vitesse influe directement sur le temps nécessaire pour effectuer une rotation de 1/4 de tour du plateau à indexage, et par conséquent sur la durée du cycle de contrôle des pièces. Le mouvement de l'ensemble vérin-charge est commandé au moyen d'un distributeur proportionnel.

Pour représenter les paramètres du système électropneumatique, les notations suivantes sont utilisées:

- $u(t)$: Tension de commande du distributeur;
- $\Omega_s(t)$: Vitesse angulaire de sortie ;
- $\Omega_r(t)$: Consigne de vitesse.

La fonction de transfert du système en boucle ouverte est de la forme:

$$T(p) = \frac{\Omega_s(p)}{U(p)} = \frac{e^{-2p}}{1+10p}$$

Avec $U(p)$ est la transformée de Laplace de $u(t)$.

C.2.1) **Calculer et représenter** la réponse à un échelon de position unitaire du système en boucle ouverte. Commenter.

C.2.2) Ce processus est inséré dans une boucle d'asservissement (figure C1) contenant un réseau correcteur de fonction de transfert $R(p)$ à déterminer en fonction des performances souhaitées du système en boucle fermée.

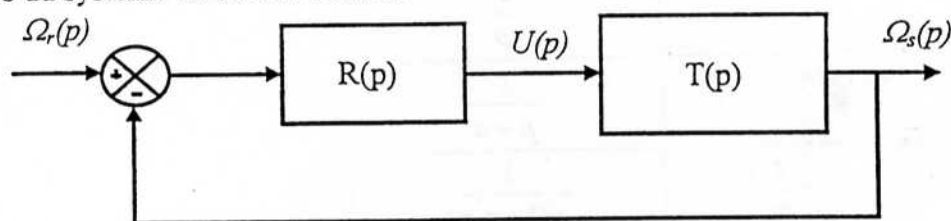


Figure C1

Le réseau correcteur est de type Proportionnel : $R(p)=K_I$ avec $K_I>0$

C.2.2.1) **Justifier** la limitation du critère de ROUTH pour étudier la stabilité du système en boucle fermée.

C.2.2.2) Des essais harmoniques sur le processus, d'entrée $u(t)$ et de sortie $\Omega_s(t)$, ont conduit au tableau suivant :

ω (rad/s)	0,001	0,010	0,050	0,100	0,200	0,400	0,600	0,800	0,840	1,000	2,000
$ T(j\omega) _{dB}$	-0,001	-0,04	-1,00	-3,06	-7,00	-12,30	-15,70	-18,20	-18,60	-20,10	-26,00
$\arg(T(j\omega))$ en degré	-1	-7	-32	-57	-86	-122	-150	-175	-180	-200	-318

C.2.2.2.1) En utilisant uniquement ce tableau, **déterminer** les marges de gain et de phase. **En déduire** la valeur du gain limite qui assure la stabilité du système en boucle fermée. **Justifier** le choix de la méthode fréquentielle pour l'étude de la stabilité.

C.2.2.2.2) **Calculer** la valeur de l'erreur statique de position $\varepsilon_1(\infty)$.

C.2.3) Pour améliorer la précision statique du système, on choisit le régulateur $R(p)$ de la forme :

$$R(p) = K_2 \frac{1 + \tau p}{1 + 4\tau p}; \quad K_2 > 0; \quad \tau > 0$$

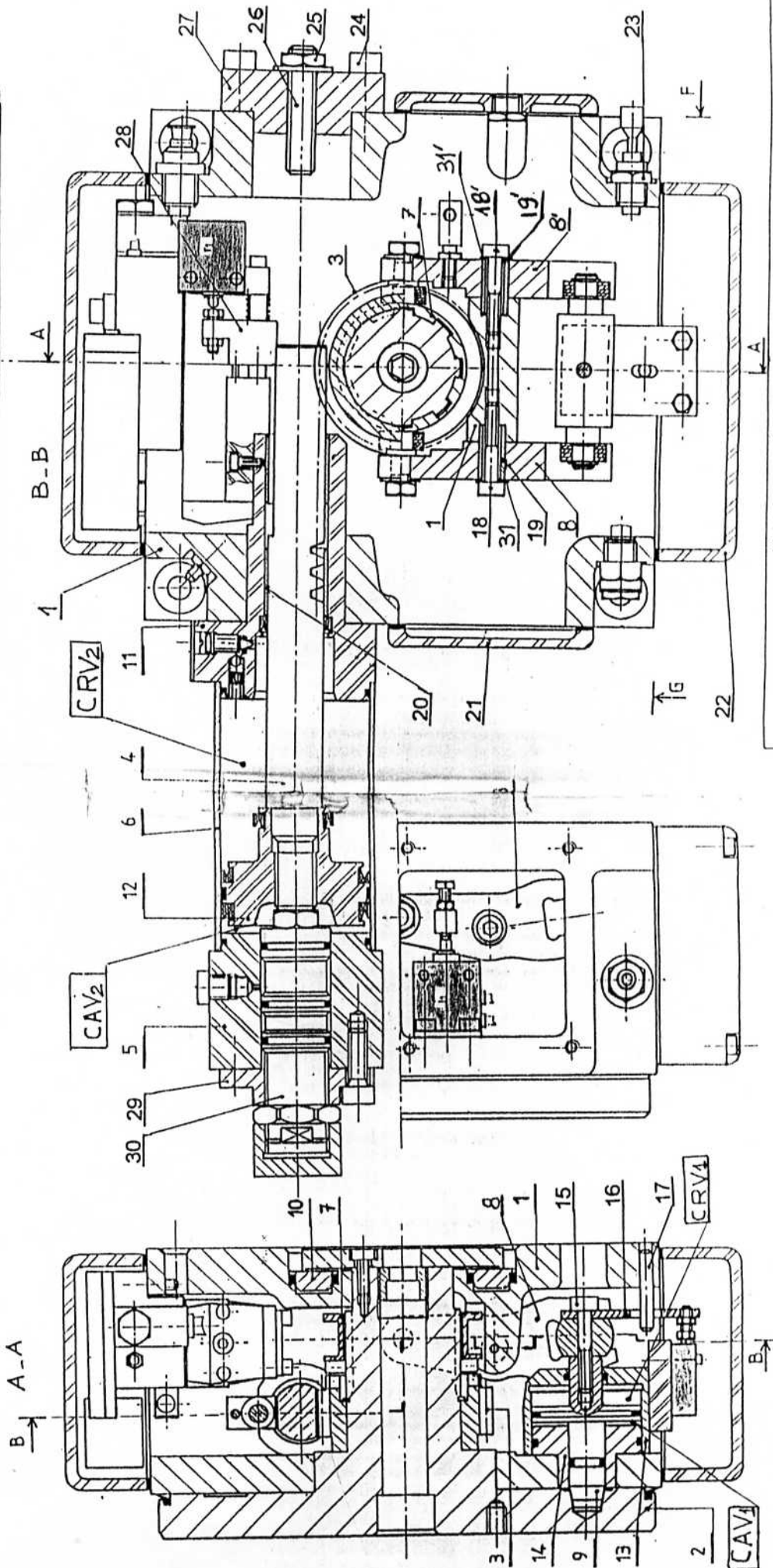
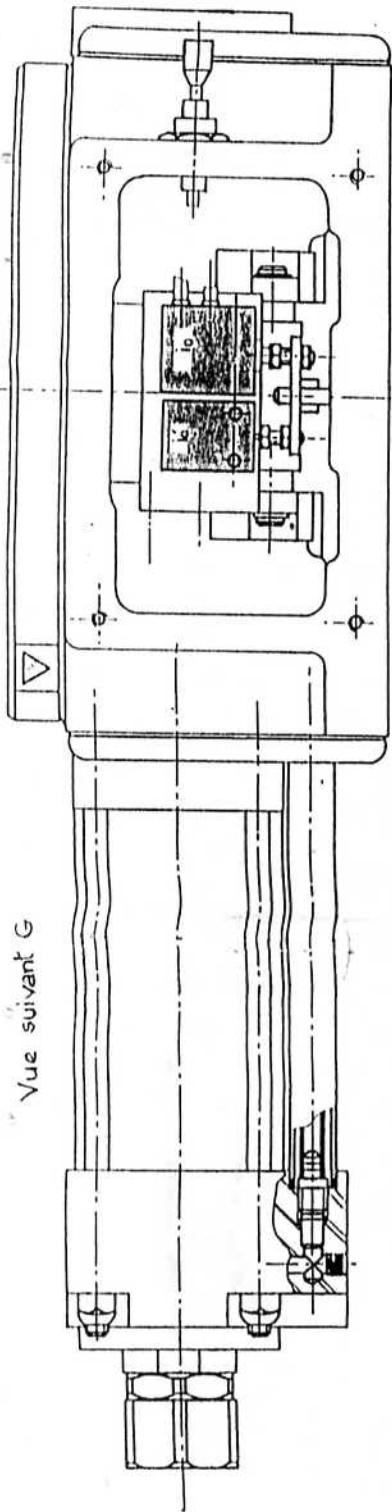
C.2.3.1) *Quelle est* la nature de ce régulateur ?

C.2.3.2) Pour $K_2=7$, **déterminer** la valeur de τ , parmi ($\tau=0,1$ s et $\tau=8$ s), qui permet d'obtenir une réponse indicielle unitaire apériodique du système en boucle fermée. **Déduire**, dans ce cas, la valeur de l'erreur statique de position. **Conclure**.

On donne les transformées de Laplace des fonctions utiles :

$f(t) ; t \geq 0$	$F(p) = L(f(t))$
1	$\frac{1}{p}$
e^{-at}	$\frac{1}{p+a}$
$1 - e^{-\frac{t}{\tau}}$	$\frac{1}{p(1 + \tau p)}$
$f(t - \tau)$	$F(p)e^{-\tau p}$

Vue suivant G



Vue suivant F

Ministère de l'Enseignement Supérieur
Concours Technologie : Épreuve STI
UNITE DE TRANSFERT
PLATEAU TOURNANT PNEUMATIQUE

En 1/0,5

Document 1
Session 14 / 04 / 2005

31, 31'	2	Rondelle		
30	1	Distributeur 3/2		
29	1	Ecrou support		
28	1	Butée		
27	1	support		
26	1	Vis sans tête M14 - 60		
25	1	Ecrou H M14		
24	4	Vis CHC M6 - 35		
23	1	Raccord		
22	2	Couvercle		
21	2	Couvercle		
20	2	Coussinet		
19, 19'	2	Bague		
18, 18'	2	Vis CHC M6 - 35		
17	1	Goupille cylindrique 6 x 38		
16	1	Plaquette		
15	1	Vis CHC, M6 - 35		
14	1	Embase	C 35 (XC 38)	
13	1	Cylindre	C 35 (XC 38)	
12	1	Piston	AS13G	
11	1	Embase		
10	1	Piston		
9	1	Piston		
8 , 8'	2	Levier		
7	1	Crabot		
6	1	Cylindre de vérin	(Al)	
5	1	Embase		
4	1	Crémaillère	35 N ₂ CrMg 16 (35 NCD 16)	
3	1	Pignon		
2	1	Plateau		
1	1	Bâti		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
Concours Technologie		Epreuve STI		Session : 14 Juin 2005
UNITE DE TRANSFERT PLATEAU TOURNANT PNEUMATIQUE ACTIONNEUR PNEUMATIQUE				Document II

corrigées en fonction du rapport L/D (L : profondeur du trou et D : diamètre du trou).

$$V_{c \text{ corrigé}} = K_1 \cdot V_{c \text{ tableau}} \quad f_{\text{corrigé}} = K_2 \cdot f$$

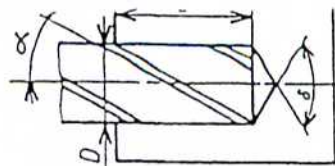
tableau

La valeur de l'avance est calculée par la formule suivante :

$$f = K \cdot D^{0.76}$$

Avec K constante fonction du matériau de la pièce.

- Durée de vie des arêtes de coupe correspond à une longueur de perçage ou d'alésage fixée à L = 4,5 mètres.
- Perçage en pleine matière.
- Surépaisseur d'usinage de valeur 0,01 D avec une valeur minimale de 0,1 en alésage.

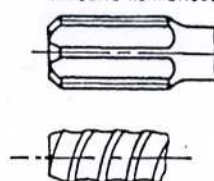


Conditions de coupe établies pour $l < 3 D$
Facteurs correctifs dans le cas de perçages profonds :
→ K1 : pour vitesse de coupe.
→ K2 : pour avance

NF E 66-061/067/073

L	3 D	4 D	5 D	6 D	8 D
K1	0,90	0,80	0,70	0,65	0,60
K2	0,95	0,90	0,85	0,80	0,80

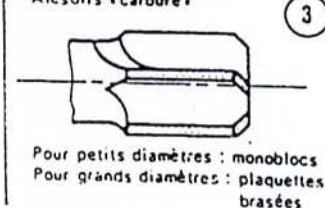
Alésoirs normalisés



E 66-014
E 66-015
E 74-109

Spécial à coupe descendante

Alésoirs « carbure »



Pour petits diamètres : monoblocs
Pour grands diamètres : plaquettes brasées

TABLEAU DES VALEURS INDICATIVES DES CONDITIONS DE COUPE EN PERÇAGE-ALÉSAGE

Désignation			Perçage figure 1						Alésage à l'alésoir figures 2 et 3												
Matières		Résistance (da N/mm ²) ou Dureté HB	Forets hélicoïdaux A.R.S. (trou : qualité > 11) série courte						Alésoir finlition A.R.S. (trou : qualité > 8) figure 2						Alésoir finlition « carbure » (trou : qualité > 9) figure 3						Exemples de nuances (N.F.)
			V (m/min)	Avance (mm/tr) D > 6 f = k · D ^{0,76} K		Angles (degrés) δ γ		V (m/min)	Avance (mm/tr) Diamètre alésoir (mm)				V (m/min)	Avance (mm/tr) Diamètre alésoir (mm)							
									4	10	25	50		4	10	25	50				
Ac. à usinabilité améliorée	au Mn + S	35-50	34-38	0,028	0,020	118	24-32	16-20	0,12	0,25	0,4	0,6	54-60	0,12	0,25	0,4	0,6	13 MF 4 35 MF 6			
	au Mn + S	60-80	40-45	0,028	0,020	118	24-32	12-15	0,10	0,25	0,45	0,6	42-46	0,10	0,25	0,45	0,6				
Aciers au carbone	C ≤ 0,25 %	45-60	27-30	0,028	0,020	118	24-32	12-15	0,12	0,25	0,45	0,6	54-60	0,12	0,25	0,45	0,6	XC 25			
	C ≤ 0,45 %	60-76	22-25	0,028	0,020	118	24-32	9-12	0,1	0,2	0,4	0,6	36-40	0,12	0,25	0,45	0,6	XC 42			
	C ≤ 0,65 %	76-95	16-18	0,025	0,015	118	24-32	8-10	0,08	0,16	0,3	0,4	31-35	0,10	0,2	0,3	0,5	XC 65			
	C ≤ 0,90 %	95-115	13-15	0,025	0,015	130	20-30	7- 9	0,08	0,16	0,3	0,4	26-29	0,08	0,18	0,3	0,45	XC 80			
Aciers alliés ≤ 5 %	au Cr + Mo	60- 76	18-21	0,028	0,020	118	24-32	8-11	0,08	0,2	0,35	0,5	32-36	0,1	0,25	0,45	0,6	18 CD 4			
	au Cr + Mo	76- 95	16-18	0,025	0,015	118	24-32	6- 8	0,08	0,16	0,3	0,45	23-26	0,1	0,22	0,4	0,5	35 CD 4			
	au Ni + Cr	95-115	13-15	0,017	0,010	130	20-30	5- 7	0,08	0,16	0,3	0,45	17-20	0,08	0,18	0,3	0,45	40 NCD 7			
	au Cr	95-115	9-11	0,017	0,010	130	20-30	4- 6	0,08	0,16	0,3	0,5	13-16	0,08	0,16	0,3	0,4	100 C 6			
Fontes grises	Ferritiques	120-150 HB	31-35	0,033	0,020	118	18-25	14-18	0,15	0,3	0,5	0,75	58-65	0,12	0,28	0,45	0,6	FI 20			
	Ferrit. Perlit.	190-220 HB	27-31	0,033	0,015	118	18-25	11-14	0,12	0,25	0,45	0,6	39-44	0,12	0,25	0,45	0,6	FI 30			
	Perlitique	220-260 HB	22-26	0,025	0,010	118	18-25	9-12	0,08	0,2	0,4	0,5	32-36	0,08	0,2	0,4	0,5	FI 45			
Fontes G.S.	Ferritique	220-285 HB	13-15	0,033	0,010	118	18-25	4- 6	0,08	0,16	0,3	0,45	18-21	0,08	0,18	0,36	0,5	FGS 600- 3			
	Perlitique	140-180 HB	34-38	0,033	0,015	118	18-25	13-16	0,12	0,25	0,45	0,6	48-53	0,12	0,25	0,45	0,6	FGS 370-17			
Fontes malléa- bles	à cœur blanc	≤ 180 HB	38-45	0,033	0,020	118	18-25	13-17	0,08	0,2	0,4	0,5	54-60	0,12	0,28	0,45	0,6	MN 40-10			
	à cœur noir	160-200 HB	29-33	0,033	0,015	118	18-25	10-13	0,08	0,2	0,4	0,5	40-45	0,12	0,25	0,4	0,6	MN 35-10			
	Perlitique	200-260 HB	26-30	0,017	0,010	118	18-25	8-11	0,05	0,2	0,4	0,5	26-30	0,08	0,25	0,4	0,5	MP 60- 3			
Aciers inox	Martensitique	45-65	22-25	0,028	0,015	135	20-30	9-12	0,08	0,16	0,3	0,45	32-36	0,1	0,25	0,4	0,6	Z 6 CN 18-09			
	Austénitique	45-65	16-18	0,033	0,017	135	20-30	6- 8	0,08	0,16	0,3	0,45	22-26	0,1	0,25	0,4	0,6	Z 10 C 13			
Aciers à outils	au Cr	70-90	9-10	0,017	0,010	120	24-32	2-4	0,05	0,1	0,18	0,3	8-10	0,08	0,18	0,3	0,45	Z 200 C 12			
	au Cr + Mo + V	70-90	14-16	0,017	0,010	120	24-32	3-5	0,05	0,16	0,3	0,45	13-16	0,05	0,16	0,3	0,45	Z 40 CDV 5			
	au W + Cr + V	70-90	9-11	0,017	0,010	120	24-32	3-5	0,08	0,16	0,3	0,45	13-16	0,10	0,20	0,35	0,5	Z 30 WCV 15			
Laitons	au Zn + Al	40-80	45-50	0,028	0,015	118	10-16	30-40	0,08	0,2	0,4	0,5	60-90	0,12	0,28	0,45	0,6	U. Z19 A6			
	à l'étain	16-24	24-27	0,028	0,015	118	20-38	14-18	0,08	0,2	0,4	0,5	50-80	0,12	0,28	0,45	0,5	U. E12 P			
Bronzes	Cupro-alu.	40-70	20-23	0,028	0,015	118	20-38	14-18	0,08	0,2	0,4	0,5	45-70	0,12	0,18	0,45	0,6	U. A9 N5 Fe			
	Cupro-nickel	≤ 240 HB	16-20	0,025	0,010	118	24-32	8-11	0,08	0,16	0,3	0,45	28-35	0,08	0,18	0,36	0,5	N. U40 E7			
Alliages légers	au cuivre	≤ 30	71-80	0,042	0,025	140	30-40	45-65	0,15	0,3	0,5	0,75	100-130	0,12	0,28	0,45	0,6	A-U4 NT			
	au magnésium	≤ 26	56-63	0,042	0,025	140	30-40	30-50	0,15	0,3	0,5	0,75	80-110	0,12	0,28	0,45	0,6	A-G3			
	au silicium	≤ 26	46-52	0,042	0,025	140	30-40	10-13	0,08	0,2	0,4	0,5	55- 65	0,08	0,18	0,36	0,5	A-S13 G			