



Concours nationaux d'entrée aux cycles
de formation d'ingénieurs
Session 2008

Concours Technologie

Epreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Date : Vendredi 06 Juin 2008
Heure : 8 H Durée : 5 H



DOSSIER

PRESENTATION ET TRAVAIL DEMANDE

L'épreuve comporte quatre parties : A- Technologie de Conception, B- Technologie de Production, C- Mécanique & Résistance des Matériaux et D- Automatique.

Barème : Parties (A : 8 points, B : 4 points, C : 4 points, D : 4 points).

Remarques :

- ❖ Les différentes parties sont indépendantes et doivent être traitées sur le dossier document réponse.
- ❖ Un seul dossier document réponse est fourni au candidat et doit être rendu en totalité, même sans réponses, à la fin de l'épreuve. Le renouvellement de ce dossier est interdit.
- ❖ Aucun document n'est autorisé.

Session Juin 2008

Dans un système automatisé de production, les produits à emballer subissent des opérations de transferts d'un poste à un autre. Ces opérations sont assurées soit par des tapis roulants soit par des convoyeurs dynamiques gravitaires.

Le sujet de cette épreuve porte sur un poste assurant l'emballage d'un produit (*Figure 1*) qui sera ensuite transféré vers un poste d'étiquetage (*Figure 2*) par l'intermédiaire d'un convoyeur dynamique gravitaire.

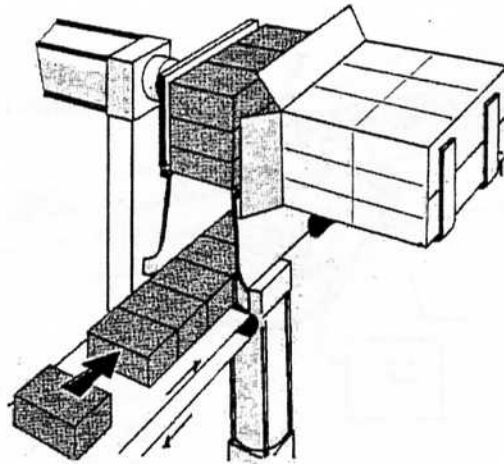


Figure 1 : Poste d'emballage

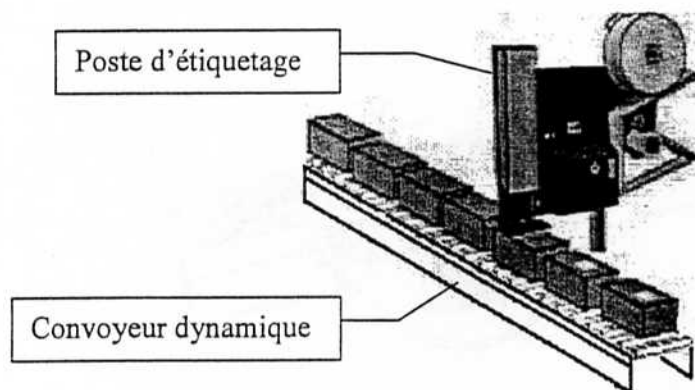


Figure 2 : poste d'étiquetage

Les questions relatives à cette partie sont portées sur le dossier document réponse (pages 1/30 à 7/30).

A-1. PRESENTATION DU SYSTEME MECANIQUE

Cette partie concerne l'étude d'un galet ralentisseur placé dans un convoyeur dynamique gravitaire assurant le transfert d'un produit, emballé et chargé sur des palettes (P), vers le poste d'étiquetage (*Figure 2*). Ce galet ralentisseur (*Figures 3, 4 et document 1*) est un système mécanique qui a pour but de maîtriser la vitesse gravitaire de translation V des palettes (P) transportant le produit. Il est suspendu par deux colonnes (21) et (22) encastrées aux deux rails (R) équipés de galets fous. De plus, il est doté de deux poutres supports identiques (13) et (16) qui se déforment élastiquement afin que les galets fous supportent la totalité des charges transportées par la palette (P).

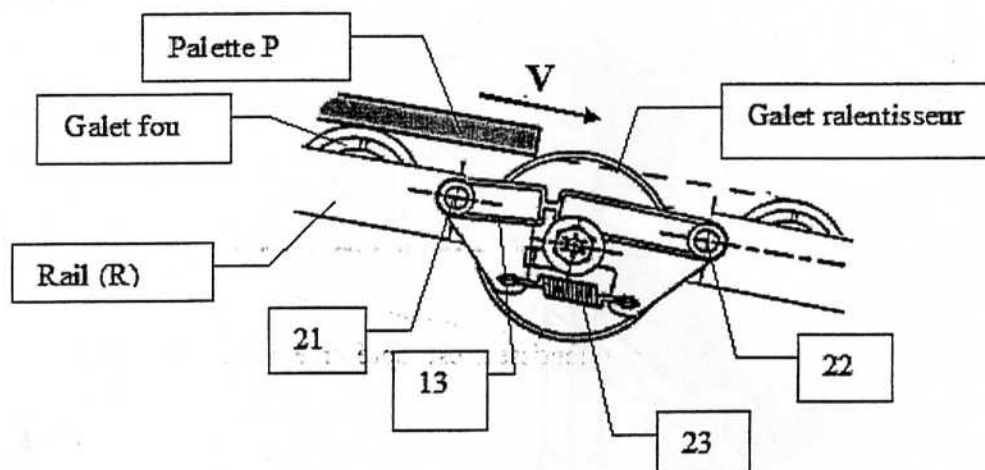


Figure 3 : La palette (P) heurte le galet ralentisseur.

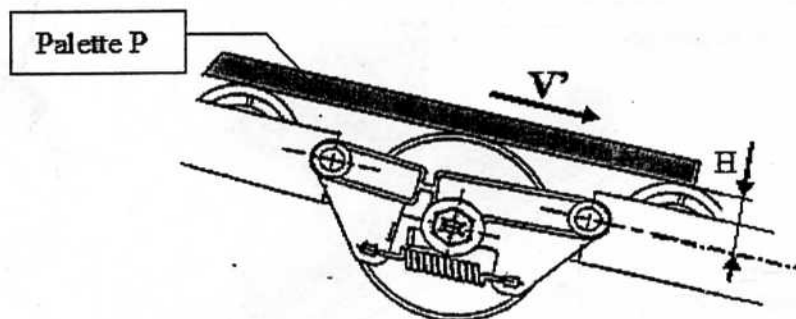


Figure 4 : La palette (P) est ralentie par le galet ralentisseur.

A-2. DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU GALET RALENTISSEUR (DOCUMENT 1)

Dès que la palette (P) heurte le galet ralentisseur avec une vitesse gravitaire V (*Figure 3*), les deux poutres supports (13) et (16) se déforment et le galet ralentisseur se met automatiquement au même niveau H de la voie de roulement (*Figure 4*) ; alors le contact par adhérence entre la bande (10) du tambour (1) et la palette (P) est maintenu par les ressorts (23).

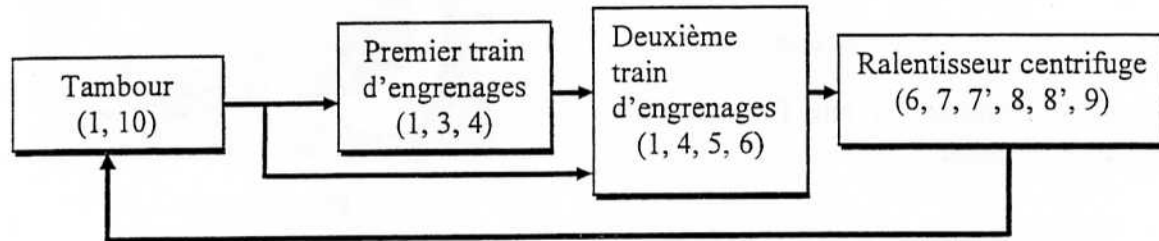
Le bras (2) est encastré à la poutre support (16) par l'intermédiaire de son embout hexagonal.

Le tambour (1) est entraîné en rotation par la palette (P).

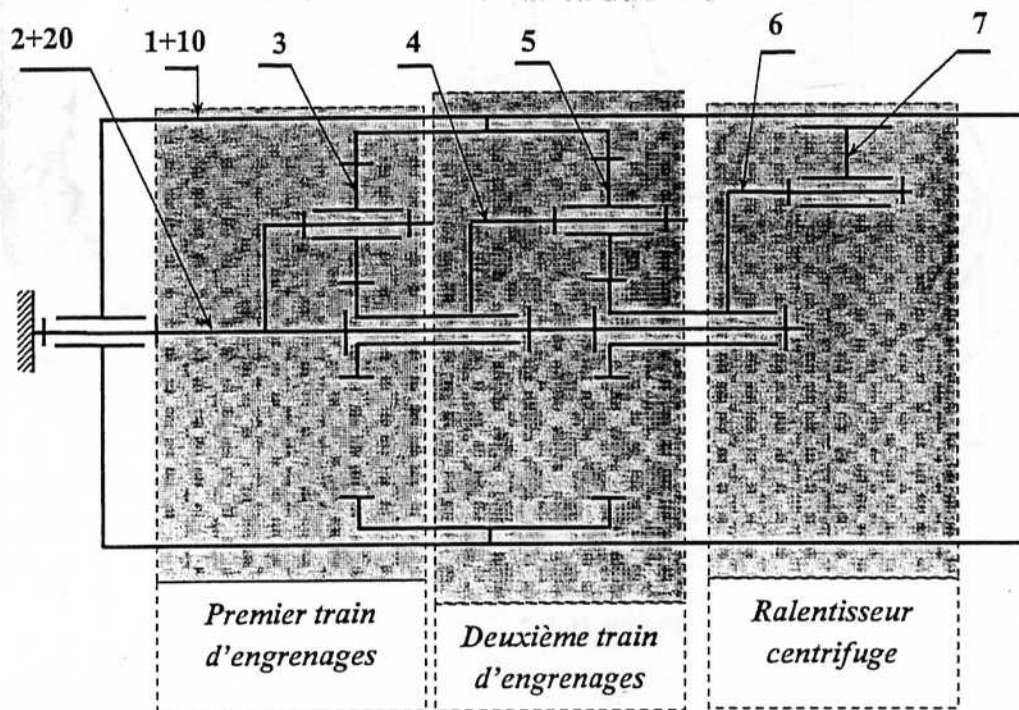
Les deux trains d'engrenages cylindriques à denture droite (1, 3, 4) et (1, 4, 5, 6) montés en série ont pour fonction d'augmenter la fréquence de rotation du porte-mâchoire (6) d'un ralentisseur centrifuge dont les mâchoires (7) et (7'), équipés respectivement des masselottes identiques (8) et (8'), se mettent en contact avec glissement contre la surface cylindrique intérieure du tambour (1).

Ainsi la palette (P) sera animée d'une vitesse de translation V' constante sur toute sa longueur (Figure 4).

Le flux de transmission de puissance du galet ralentisseur peut être alors représenté par le diagramme suivant :



Le schéma cinématique minimal du galet ralentisseur est représenté par la figure suivante :



Les questions relatives à cette partie sont portées sur le dossier document réponse (pages 8/30 à 14/30).

B-1. ÉTUDE DE L'USINAGE DE L'EMBOUT (12)

L'embout (12) est une pièce obtenue par usinage à partir d'une barre en acier 25 Cr Mo 4. Sa forme finale est représentée sur la figure B-1-1 ci-contre.

L'usinage de l'embout (12), est effectué en trois phases.

- deux phases de tournage sur un tour.
- une phase de fraisage sur une fraiseuse universelle équipée d'un diviseur.

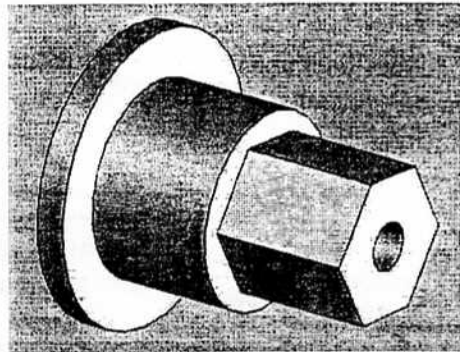


Figure B-1-1

La figure B-1-2 représente son dessin de définition incomplet.

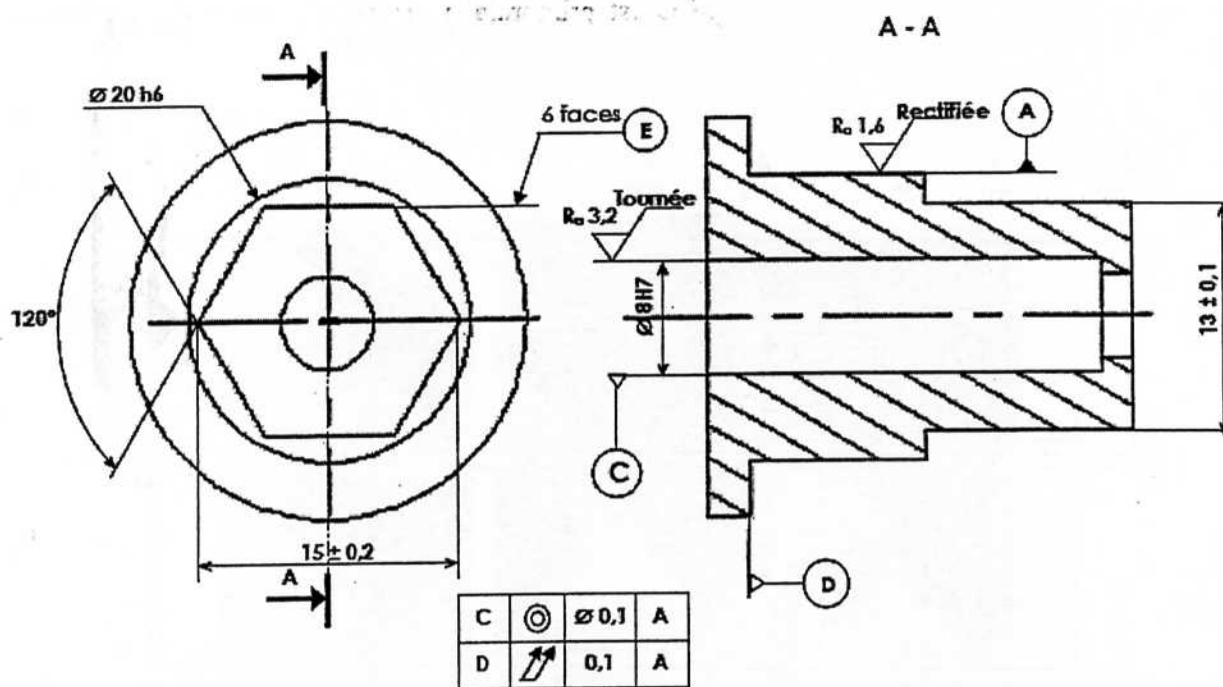


Figure B-1-2

B-2. ÉTUDE DE L'USINAGE DE L'AXE (20)

On envisage l'usinage de l'axe (20) sur un tour conventionnel à partir d'une barre de diamètre de 20 mm. La figure B-2-1 représente son dessin de définition. Les surfaces à usiner sont repérées de (1) à (7).

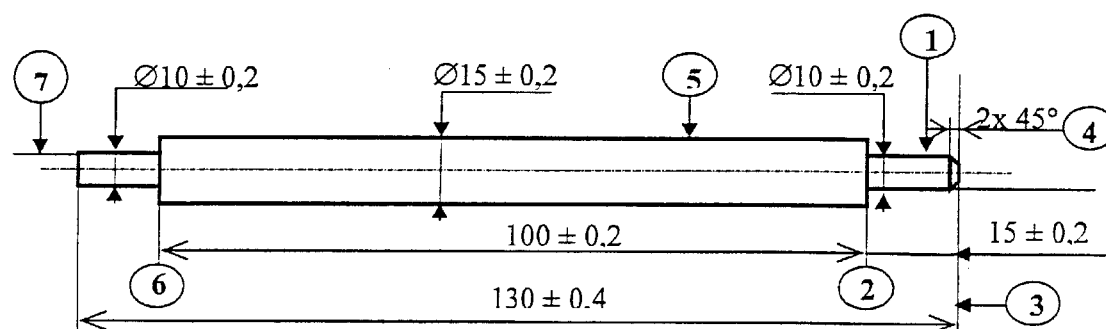


Figure B-2-1 : Dessin de définition de l'axe (20)

B-3. CARACTERISATION DE LA ROUE (3)

La roue (3) (**Document 1**) est une pièce sollicitée mécaniquement et soumise au frottement et à l'usure. Le choix du matériau de cette pièce est primordial pour répondre aux sollicitations imposées.

PARTIE C : MECANIQUE GENERALE ET RESISTANCE DES MATERIAUX

C-1. MECANIQUE GENERALE

Dans cette partie on se propose d'étudier le mécanisme du galet ralentisseur destiné au ralentissement du mouvement de la palette **P**. Le mouvement du mécanisme est ramené dans le plan $(O_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ de normale (O, \bar{x}_0) . Le schéma cinématique du mécanisme est représenté par la **figure C-1-1**.

Le système est principalement constitué des solides suivants :

- (S_0) solide fixe par rapport à la terre qui représente l'ensemble formé par les pièces **21, 22** et **R** du dessin d'ensemble.
- (S_1) solide en liaison glissière d'axe (O_0, \bar{z}_0) avec (S_0) . Le solide (S_1) représente l'ensemble formé par les pièces **13, 16, et 20** du dessin d'ensemble.
- (S_2) cylindre creux, de longueur L_2 , de rayon intérieur r_2 et de rayon extérieur R_2 , en liaison pivot d'axe (O, \bar{x}_0) avec le solide (S_1) . Le solide (S_2) représente l'ensemble formé par les pièces **1 et 10** du dessin d'ensemble.
- (S_3) solide en liaison pivot d'axe (O, \bar{x}_0) avec le solide (S_1) . Le solide (S_3) représente le porte-mâchoire **6** du dessin d'ensemble.
- (S_4) solide en liaison pivot d'axe (A, \bar{x}_0) avec le solide (S_3) . Le solide (S_4) représente la mâchoire **7** et la masselotte **8** du dessin d'ensemble.
- (S_5) solide en mouvement de translation rectiligne par rapport à (S_0) suivant l'axe (O_0, \bar{y}_0) . Le solide (S_5) représente la palette **P**. Le contact entre (S_5) et (S_2) est supposé ponctuel de normale (C, \bar{z}_0) . Le mouvement de (S_5) par rapport à (S_2) au point de contact **C** est sans glissement.

Le mécanisme comporte deux ressorts :

- Ressort **9** attaché par ses deux extrémités **B** et **G** aux solide (S_3) et (S_4) .
- Ressort **23** monté entre les deux solides (S_0) et (S_1)

Repères et paramètres de position (Fig. C-1-1 ; Fig. C-1-2)

On considère les repères orthonormés directs suivants :

- $R_0(O_0, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ repère galiléen associé au solide (S_0) .
- $R_1(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ repère associé au solide (S_1) tel que $\vec{O_0O} = \lambda \bar{z}_0$.
- $R_2(O, \bar{x}_0, \bar{y}_2, \bar{z}_2)$ repère associé au solide (S_2) tel que $\varphi = (\bar{y}_0, \bar{y}_2) = (\bar{z}_0, \bar{z}_2)$.
- $R_3(O, \bar{x}_0, \bar{y}_3, \bar{z}_3)$ repère associé au solide (S_3) tel que $\theta = (\bar{y}_0, \bar{y}_3) = (\bar{z}_0, \bar{z}_4)$ et $\frac{\dot{\theta}}{\dot{\varphi}} = k$ (k = constante positive donnée).
- $R_4(O, \bar{x}_0, \bar{y}_4, \bar{z}_4)$ repère associé au solide (S_4) tel que $\psi = (\bar{y}_3, \bar{y}_4) = (\bar{z}_3, \bar{z}_4)$.

Pour paramétrer le contact, supposé ponctuel en **I** entre les solides (S_2) et (S_4) , on introduit la base orthonormée directe $(\bar{x}_0, \bar{t}, \bar{n})$ où \bar{n} est le vecteur normal en **I** au plan tangent commun entre (S_2) et (S_4) et tel que $\alpha = (\bar{y}_4, \bar{t}) = (\bar{z}_4, \bar{n})$ (angle constant).

On donne :

$\vec{OC} = R_2 \vec{z}_0$; $\vec{OI} = r_2 \vec{n}$; $\vec{AI} = -a \vec{y}_4 + b \vec{z}_4$; $\vec{AG} = -c \vec{y}_4$; $\vec{OA} = r \vec{y}_3$ où a, b, c, r, r_2 et R_2 sont des constantes positives données.

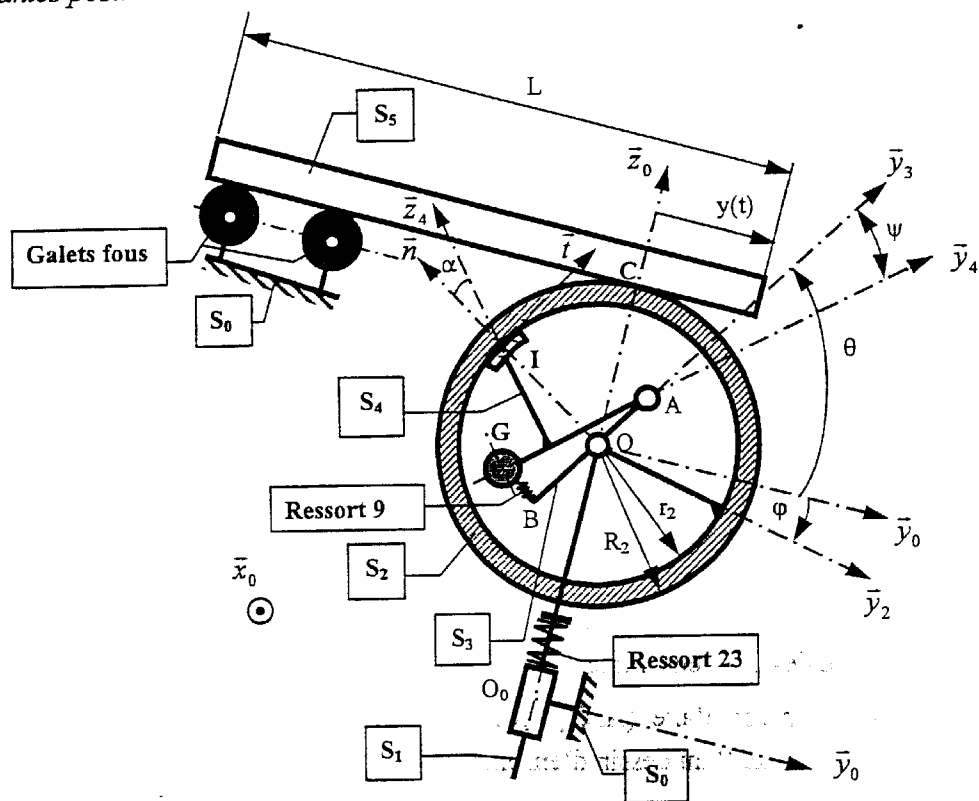


Figure C-1-1 : Schéma cinématique relatif à la position de ralentissement

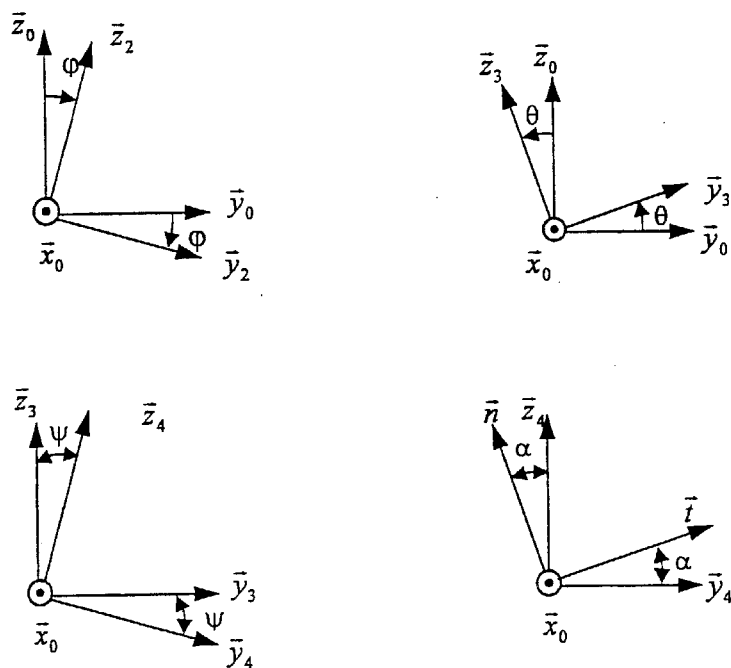


Figure C-1-2 : Positions relatives des bases des repères

C-1-1) Etude cinématique

Durant le ralentissement du mouvement du solide (S_5), le point O du repère $R_1(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ est supposé maintenu fixe dans le repère $R_0(O_0, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$. Ceci conduit à considérer que le repère $R_1(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ est galiléen.

C-1-1-1 Ecrire la relation vectorielle qui exprime la fermeture géométrique de la chaîne formée par les solides $\{S_1, S_2, S_3, S_4\}$. Dédire alors que la valeur de l'angle ψ est égale à une constante.

C-1-1-2 Exprimer le module du vecteur \vec{OG} en fonction de c , r et ψ . On note, dans la suite, par « e » la valeur de ce module : $e = \|\vec{OG}\|$.

C-1-1-3 Déterminer les torseurs cinématiques associés aux mouvements suivants :

- mouvement de (S_2) par rapport à (S_1) au point O : $\{\mathcal{V}(S_2/S_1)\}_O$.
- mouvement de (S_3) par rapport à (S_1) au point O : $\{\mathcal{V}(S_3/S_1)\}_O$.
- mouvement de (S_4) par rapport à (S_1) au point A : $\{\mathcal{V}(S_4/S_1)\}_A$.

C-1-1-4 En déduire les vecteurs des vitesses suivantes :

- $\vec{V}(C \in S_2/S_1)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$.
- $\vec{V}(I \in S_2/S_1)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{t}, \bar{n})$.
- $\vec{V}(A \in S_3/S_1)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{y}_3, \bar{z}_3)$.
- $\vec{V}(O \in S_4/S_1)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$.
- $\vec{V}(G \in S_4/S_1)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{y}_4, \bar{z}_4)$.
- $\vec{V}(I \in S_4/S_1)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{t}, \bar{n})$.

C-1-1-5 Déterminer alors :

- Le vecteur vitesse de glissement au point I de (S_4) par rapport à (S_2) : $\vec{V}(I \in S_4/S_2)$ exprimé dans la base $(\bar{x}_0, \bar{t}, \bar{n})$.
- La condition de roulement sans glissement au point C de (S_2) par rapport à (S_5).

C-1-2) Etude dynamique et énergétique

Nous supposons dans cette partie les hypothèses suivantes :

- A l'exception des solides (S_2), (S_4) et (S_5), les masses des autres solides et des deux ressorts sont supposées négligeables.
- La masse m_4 du solide (S_4) est concentrée au point G.
- Le solide (S_2) est un cylindre homogène creux, de longueur L_2 , d'axe (O, \bar{x}_0) , de masse m_2 , de rayon intérieur r_2 et de rayon extérieur R_2 . Son moment d'inertie par rapport à l'axe (O, \bar{x}_0) est noté par I_2 .
- L'action mécanique du champ de la pesanteur est négligeable.

Nous admettons l'écriture des torseurs des actions mécaniques suivantes :

- L'action mécanique exercée par la palette (S_5) sur (S_2) est définie au point C par le torseur glisseur $\{\mathcal{T}(S_5 \rightarrow S_2)\}_C = \left\{ \begin{matrix} -N_C \bar{z}_0 + T_C \bar{y}_0 \\ \bar{0} \end{matrix} \right\}_C$ avec $N_C > 0$ et $T_C > 0$.
- L'action mécanique exercée par (S_4) sur (S_2) est définie au point I par le torseur glisseur $\{\mathcal{T}(S_4 \rightarrow S_2)\}_I = \left\{ \begin{matrix} N_I \bar{n} + T_I \bar{t} \\ \bar{0} \end{matrix} \right\}_I$ avec $N_I > 0$. Le signe de T_I est à déterminer.
- L'action mécanique exercée par (S_3) sur (S_4) est définie au point A par le torseur glisseur $\{\mathcal{T}(S_3 \rightarrow S_4)\}_A = \left\{ \begin{matrix} Y_{34} \bar{y}_3 + Z_{34} \bar{z}_3 \\ \bar{0} \end{matrix} \right\}_A$.
- L'action mécanique exercée par le Ressort 9 sur (S_4) est définie au point G par le torseur glisseur $\{\mathcal{T}(9 \rightarrow S_4)\}_G = \left\{ \begin{matrix} -F \bar{z}_3 \\ \bar{0} \end{matrix} \right\}_G$.
- Le coefficient d'adhérence au point de contact C entre le solide (S_5) et le solide (S_2) est noté par f_C .
- Le coefficient de frottement au point de contact I entre le solide (S_4) et le solide (S_2) est noté par f_I .
- Toutes les autres liaisons sont considérées parfaites.

C-1-2-1 Déterminer le moment d'inertie I_2 de (S_2) par rapport à l'axe (O, \bar{x}_0) .

C-1-2-2 Déterminer, dans la base $(\bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$, les torseurs cinétique et dynamique au point O de (S_2) au cours de son mouvement par rapport à (S_1) : $\{\mathcal{C}(S_2 / S_1)\}_O$ et $\{\mathcal{D}((S_2 / S_1))\}_O$.

C-1-2-3 Déterminer, dans la base $(\bar{x}_0, \bar{y}_4, \bar{z}_4)$, les torseurs cinétique et dynamique au point A de (S_4) au cours de son mouvement par rapport à (S_1) : $\{\mathcal{C}(S_4 / S_1)\}_A$ et $\{\mathcal{D}(S_4 / S_1)\}_A$.

C-1-2-4 Déterminer l'énergie cinétique du système Σ composé par les solides $\{(S_2), (S_3), (S_4)$ et le ressort 9} au cours de son mouvement par rapport au repère $R_1(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$. Exprimer cette énergie en fonction de I_2, m_4, e, k et $\dot{\phi}$.

C-1-2-5 En appliquant la loi de Coulomb pour le frottement de glissement au point de contact I entre (S_4) et (S_2), écrire la relation entre les composantes N_I et T_I du torseur d'action mécanique de (S_4) sur (S_2).

C-1-2-6 Faire le bilan et écrire les torseurs des actions mécaniques extérieures appliquées sur (S_4). Déterminer alors le moment résultant de ces actions au point A : $\vec{m}_A(\bar{S}_4 \rightarrow S_4)$.

C-1-2-7 Par projection sur l'axe (A, \bar{x}_0) , écrire l'équation scalaire traduisant le théorème du moment dynamique, au point A, pour le mouvement de (S_4) par rapport à (S_1). Déduire l'expression qui permet de déterminer la valeur de la composante normale N_I .

C-1-2-8 Faire le bilan et écrire les torseurs des actions mécaniques extérieures agissant sur le système Σ composé par les solides $\{(S_2), (S_3), (S_4), \text{Ressort 9}\}$.

C-1-2-9 Déterminer la puissance développée par les actions mécaniques extérieures appliquées sur le système Σ au cours de son mouvement par rapport au repère $R_1(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$.

C-1-2-10 Déterminer la puissance développée par les actions mutuelles entre les solides du système Σ .

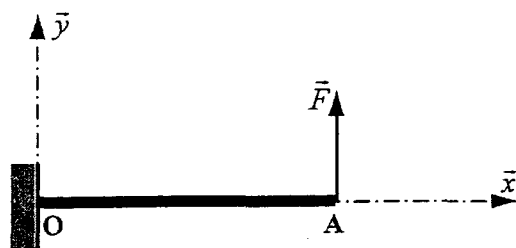
C-1-2-11 Ecrire l'équation scalaire traduisant le théorème de l'énergie cinétique appliqué au système Σ au cours de son mouvement par rapport au repère $R_1(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$.

C-1-2-12 Dédire de ce qui précède, l'équation différentielle qui régit la fonction $\varphi(t)$.

C-1-2-13 Montrer que cette équation peut s'écrire sous la forme $\ddot{\varphi} + C\dot{\varphi}^2 + D = 0$ dans laquelle les termes C et D sont des constantes à déterminer.

C-2. Résistance des matériaux

On se propose d'étudier la déformation de la dent d'une roue dentée. Cette dent est modélisée par une poutre droite encastree libre soumise à une force concentrée comme l'indique la figure suivante :



On désigne par :

R_{pe} : Résistance pratique à la contrainte normale ;

E : Module d'élasticité longitudinale ;

$OA = 2,25 m_n$: Longueur de la poutre

$\frac{I_{Gx}}{y} = \frac{\pi^2}{24} k m_n^3$ Module de rigidité en flexion.

Où m_n est le module de la denture et k est une constante telle que $6 \leq k \leq 10$.

C-2-1 Définir et déterminer les composantes du torseur de cohésion tout au long de la ligne moyenne (OA).

C-2-2 Tracer le diagramme du moment de flexion.

C-2-3 En déduire l'expression de la contrainte normale en fonction du moment de flexion dans la section droite la plus sollicitée.

C-2-4 En appliquant la condition de résistance à la contrainte normale produite par la flexion, établir l'expression permettant de calculer le module m_n .

C-2-5 Donner l'équation différentielle de la déformée statique créée par la force \bar{F} .

C-2-6 En appliquant les conditions aux limites, déterminer alors l'expression permettant de calculer la flèche au point A.

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

DESCRIPTION DU SYSTEME :

On s'intéresse dans cette étude au système d'encaissage assurant le groupage de produits en fin de chaîne ainsi que leur emballage dans des caisses en carton. La première partie est consacrée à l'automatisation du système d'encaissage. Dans la deuxième partie, on étudie la régulation du couple d'un frein à courants de Foucault permettant le ralentissement des cartons arrivant au bout d'un chemin de rouleaux transporteurs.

D-1. AUTOMATISATION DU SYSTEME D'ENCAISSAGE

Le système d'encaissage automatique (**Figure D-1**) est constitué d'un convoyeur assurant l'arrivée des produits contenus dans des boîtes parallélépipédiques, ainsi que de trois vérins A, B et C permettant de grouper les produits dans un carton pouvant contenir trois boîtes.

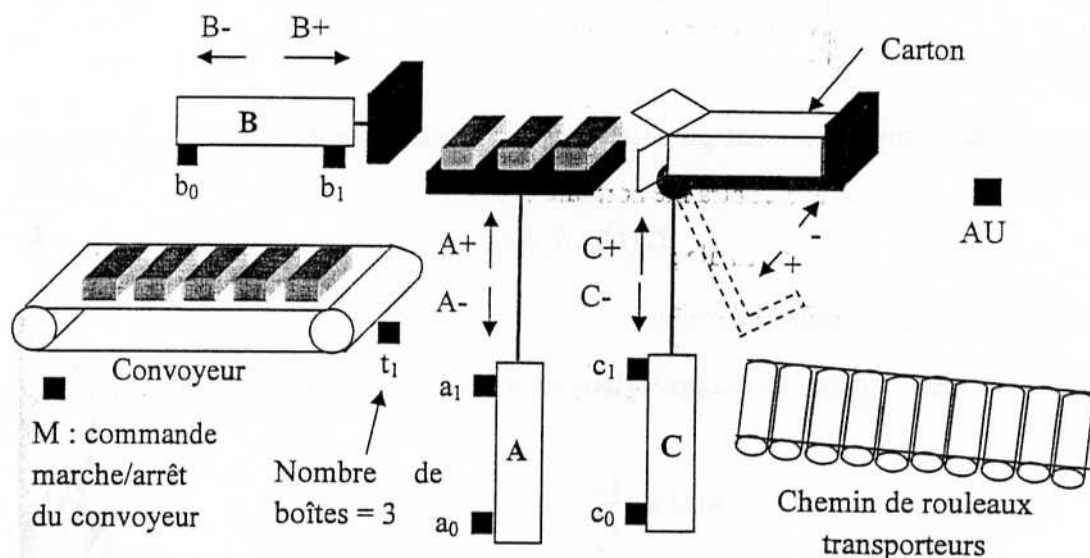


Figure D-1 : Système d'encaissage automatique

Initialement, les trois vérins sont en position rentrée, des capteurs de fin de course indiquant la position rentrée ou sortie de chaque vérin, et le convoyeur est en marche ($M=1$).

Le convoyeur achemine les boîtes de produits sur le plateau du vérin A. Lorsque le nombre de boîtes présentes sur le plateau est égal à trois, un capteur de présence t_1 est activé, provoquant ainsi l'arrêt du convoyeur. Le vérin A soulève alors les trois boîtes pour les placer devant le carton d'emballage dans lequel elles sont poussées par le vérin B.

Après que les boîtes aient été poussées dans le carton, le vérin C fait pivoter celui-ci pour le placer sur le chemin de rouleaux transporteurs par lequel il est évacué. Ensuite, les vérins A, B et C reviennent à leurs positions initiales, le convoyeur est remis en marche et un nouveau cycle de remplissage d'un carton peut recommencer.

Un appui sur le bouton d'arrêt d'urgence AU arrête le convoyeur et ramène tous les vérins dans leur position initiale.

D-1. Donner le grafcet de niveau 2 décrivant le fonctionnement du système de remplissage de cartons.

D-2. REGULATION DU COUPLE D'UN FREIN A COURANTS DE FOUCAULT

Le ralentissement des caisses arrivant au bout du chemin de rouleaux transporteurs est assuré par un frein à courants de Foucault réalisé au moyen d'un disque en rotation dans l'entrefer d'un électro-aimant constitué d'une bobine parcourue par un courant. Le couple de freinage exercé par le frein est proportionnel au courant d'excitation de l'électro-aimant. Pour garantir l'efficacité du freinage, le couple exercé par le frein doit être constant. Cependant, des variations du couple sont observées au cours du fonctionnement du frein, et ce à cause de fluctuations de température de la bobine de l'électro-aimant, et de ce fait du courant d'excitation.

On envisage donc de réaliser la régulation du couple de freinage afin d'éliminer ces fluctuations. La bobine d'excitation de l'électro-aimant peut être assimilée à une inductance L en série avec une résistance R . Le courant d'excitation $i(t)$ est obtenu en appliquant une tension $u(t)$ aux bornes de la bobine.

La relation entre la tension $u(t)$ et le courant $i(t)$ est la suivante :

$$L \frac{di}{dt} + R i(t) = u(t)$$

où $R = 8 \Omega$ et $L = 50 \text{ mH}$.

Le couple de freinage T_f étant proportionnel au courant d'excitation $i(t)$, on a la relation suivante :

$$T_f(t) = K_1 i(t)$$

où $K_1 = 50 \text{ N.m/A}$ est la constante de couple.

On dispose d'un capteur de couple délivrant une tension $v(t)$ liée au couple T_f par la relation :

$$v(t) + \tau \frac{dv}{dt} = K_2 T_f(t)$$

où $\tau = 1 \text{ ms}$ est la constante de temps du capteur et K_2 est son gain.

D'autre part, le couple de freinage peut être soumis à une perturbation $d(t)$ due aux variations de température de la bobine.

Ainsi, le schéma-blocs du frein est donné par la figure D-2 :

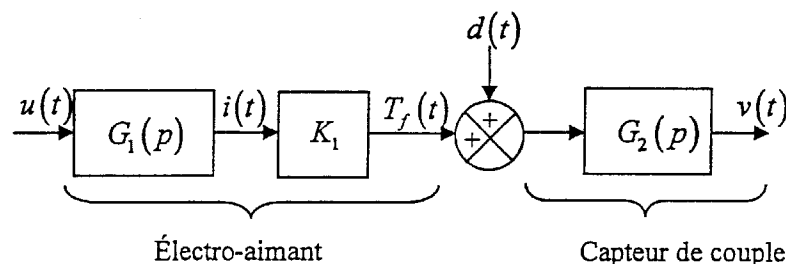


Figure D-2 Schéma-blocs du frein

Tableau D-1

$F(p)$	$f(t)$ pour $t > 0$
$\frac{1}{p}$	1
$\frac{1}{p+a}$	e^{-at}
$\frac{1}{p^2 + 2\xi\omega_n p + \omega_n^2}$	$\frac{1}{\omega_p} e^{-\xi\omega_n t} \sin(\omega_p t)$ $\omega_p = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2}$

D-2-1. La perturbation $d(t)$ est supposée nulle dans cette partie.

D-2-1-1. Afin d'étalonner le capteur de couple, on effectue un essai indiciel en appliquant un échelon de couple unitaire à l'entrée du capteur, celui-ci étant déconnecté du système. On obtient alors la réponse indicielle de la figure D-3. **En déduire** la valeur du gain du capteur (en N.m/V).

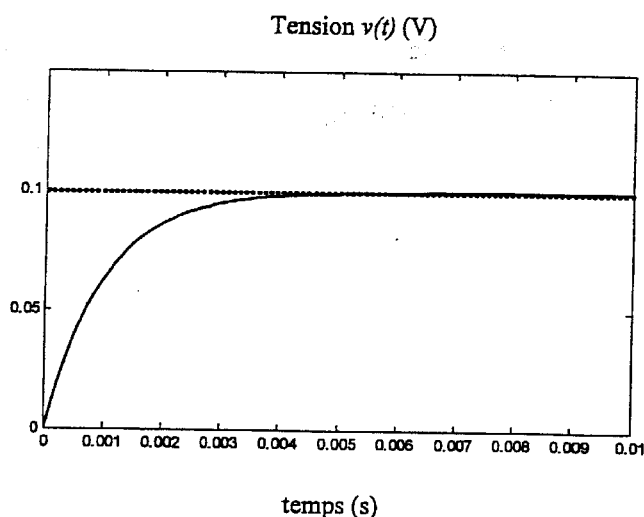


Figure D-3 : Réponse indicielle du capteur de couple

D-2-1-2. **Déterminer** les fonctions de transfert $G_1(p)$ et $G_2(p)$. En déduire la transmittance globale $G(p)$ entre $U(p)$ et $V(p)$, où $U(p)$ et $V(p)$ sont respectivement les transformées de Laplace de $u(t)$ et $v(t)$.

D-2-1-3. **Calculer** et **tracer** $v(t)$ pour une entrée $u(t)$ telle que $u(t) = \begin{cases} 0 & \text{pour } t < 0 \\ 1 & \text{pour } t \geq 0 \end{cases}$.

D-2-2. On considère à présent l'asservissement de couple représenté sur la figure D-4, dans lequel $T_f^{ref}(t)$ est une tension, image du couple de consigne et $C(p)$ un régulateur.

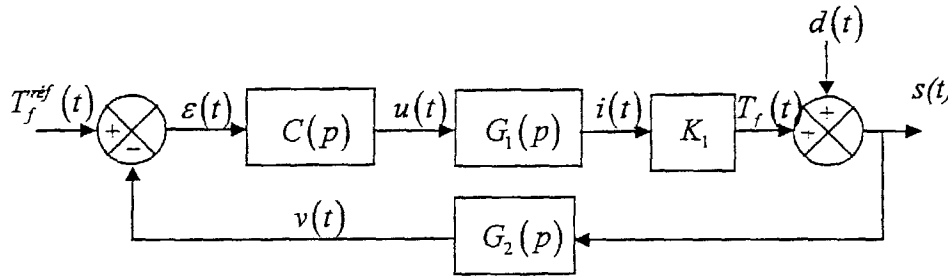


Figure D-4 : Asservissement de couple

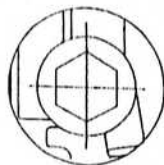
D-2-2-1. Dans cette question, on considère un régulateur proportionnel tel que $C(p) = K$, où K une constante positive.

- Calculer** la fonction de transfert en boucle fermée $F(p) = \frac{T_f(p)}{T_f^{ref}(p)}$ en supposant la perturbation $d(t)$ nulle.
- Déterminer** l'expression de l'erreur $\varepsilon(p)$ en fonction de l'entrée $T_f^{ref}(p)$ ainsi que de K , K_1 , $G_1(p)$ et $G_2(p)$. **En déduire** la valeur de K permettant d'obtenir une erreur statique de position de 10% pour une entrée échelon unitaire.
- On considère à présent le cas où la consigne $T_f^{ref}(t)$ est nulle. On prend $K = 20$, **déterminer** et **tracer** la réponse $s(t)$ du système en boucle fermée à une perturbation $d(t)$ de type impulsion unitaire.

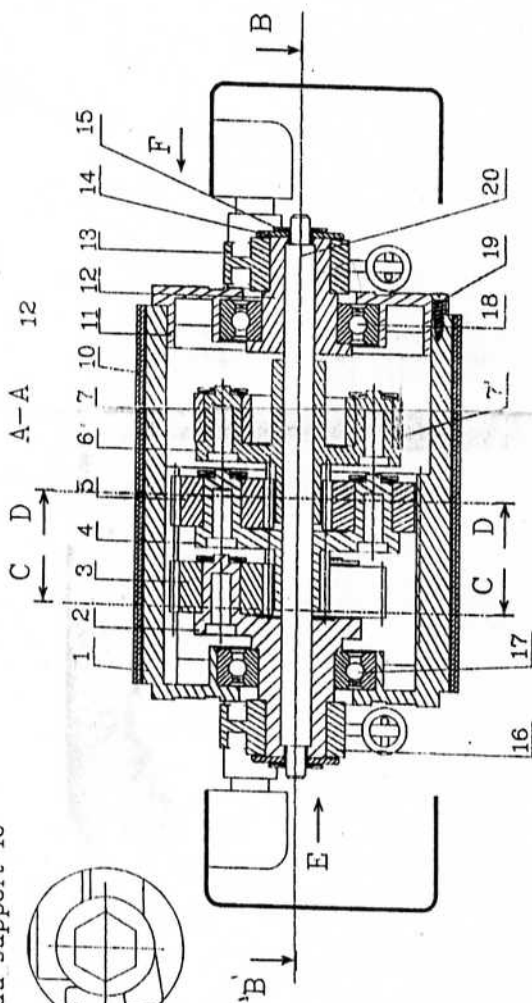
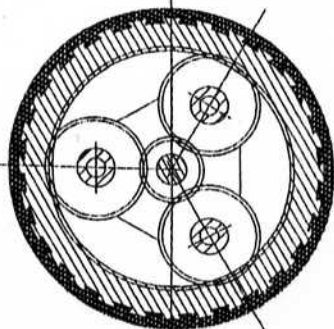
D-2-2-2. On introduit à présent un correcteur proportionnel intégral $C(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right)$ où K_p et T_i sont les paramètres du régulateur.

- Calculer**, dans ce cas, la fonction de transfert du système en boucle fermée en considérant la perturbation $d(t)$ nulle.
- En utilisant le critère de Routh, **donner**, en fonction de K_p et T_i , les conditions de stabilité du système en boucle fermée.
- Dans le cas de l'utilisation de ce type de régulateur, **que devient** l'erreur statique pour une entrée échelon de position unitaire ?

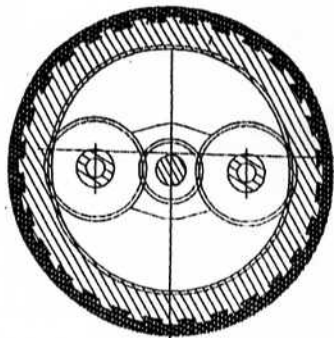
Détail suivant E
du support 16



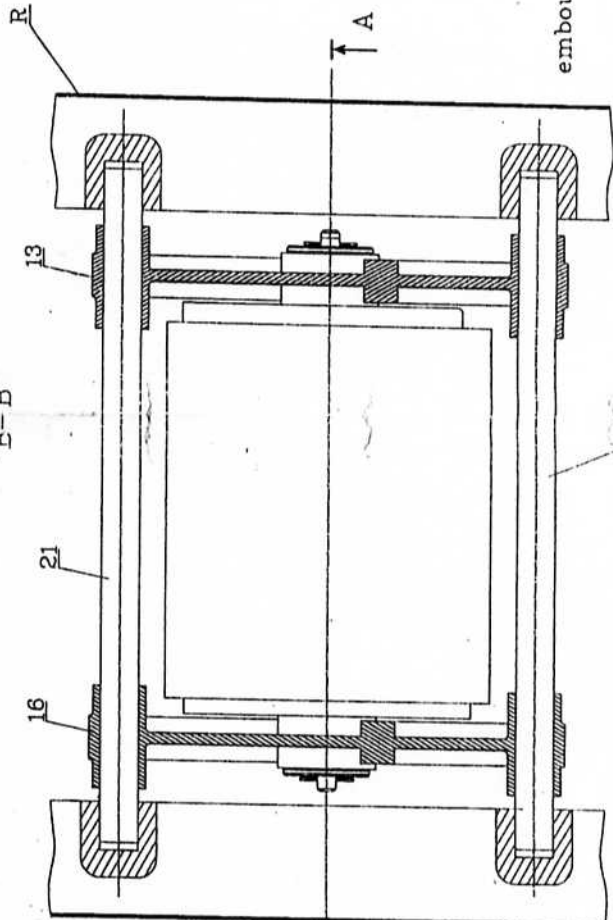
C-C



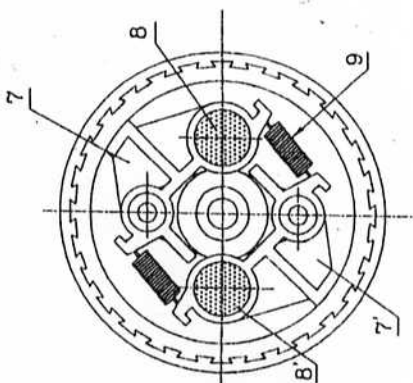
D-D



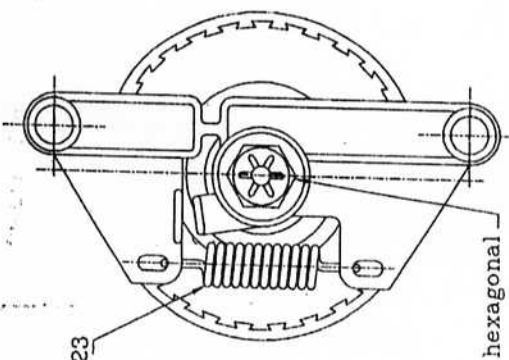
E-B



Vue suivant F couvercle 11 enlevé



Vue suivant E



embout hexagonal

Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation
7	2	Mâchoire	15	2	Rondelle frein	23	1	Ressort
6	1	Porte-mâchoire	14	2	Rondelle plate	22	1	Colonne
5	2		13	1	Poutre support	21	1	Colonne
4	1		12	1	Embout	20	1	Axe
3	3	Roue dentée	11	1	Couvercle	19	4	VIS
2	1	Bras	10	1	Bande	18	1	Roulement à bille
1	1	Tambour	9	2	Ressort	17	3	Roulement à bille
R	2	Rail porteur	8	2	Masselette	16	1	Poutre support
Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation	Rep.	Nbre	Désignation

Echelle 0.7



GALET
RALENTISSEUR

Document 1

Concours Technologie Epreuve STI Juin 2008