Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2003, filière MP

Sciences industrielles

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- A/ Présentation
- B/ Poste de soudage
- C/ Système d'évacuation des caisses pleines
- D/ Codage des caisses
- E/ Asservissement de la tête de soudage

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/cnc/mp/2003/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CONCOURS NATIONAL COMMUN
D'ADMISSION AUX GRANDES ECOLES D'INGENIEURS MAROCAINES

Session : 2003

Epreuve de Sciences Industrielles
Durée : 4 heures

Composition du sujet :

Le sujet comporte :

- Enoncé du sujet : 8 pages .
- Documents : 6 Documents.
- Documents réponses : 2 Documents réponses.

Recommandations :

Il est recommandé au candidat de lire la totalité du sujet.

L'épreuve est constituée de plusieurs parties indépendantes .

Il est demandé de rappeler , sur la copie , le numéro de la question avant de développer la réponse.

La rédaction des réponses sera la plus concise possible : on évitera de trop longs développements des calculs en laissant subsister les articulations du raisonnement.

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition .

Aucun document supplémentaire n'est autorisé.
Les calculatrices sont autorisées.

En fin de l'épreuve, le candidat doit rendre :

- La copie d'examen soigneusement paginée.
- Les documents réponses .

UNITE DE PRODUCTION DE PISTONS

A/ PRESENTATION

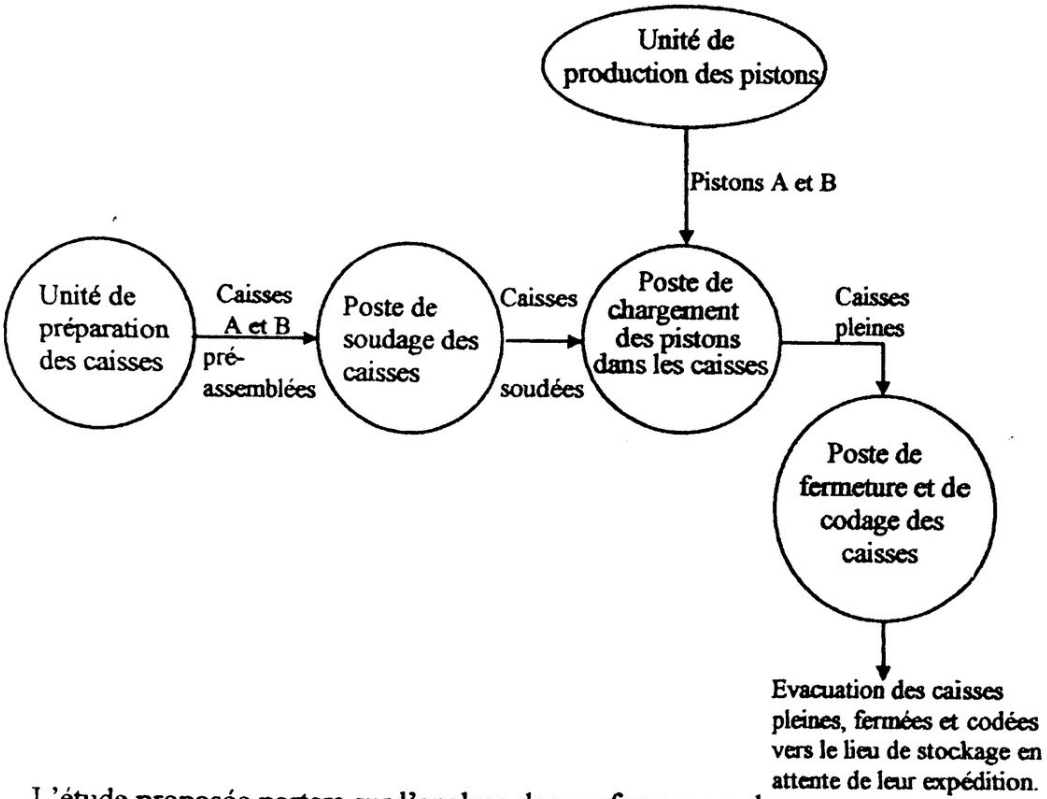
Dans une usine de production de pistons de motocyclettes, le produit est chargé dans des caisses métalliques avant son expédition vers le marché local ou étranger. Les pistons sont de deux formes :

- Pistons A: pour moteur à cylindrée V = 49 cm^3.
- Pistons B: pour moteur à cylindrée V = 50 cm^3.

Les caisses, assemblées et soudées sur place, sont aussi de deux tailles :

- Caisses A : destinées aux pistons A, d'encombrement extérieur : 100x50x40cm (Longueur x largeur x Hauteur).
- Caisses B : destinées aux pistons B, d'encombrement 120x60x50cm.

La production est organisée selon le schéma suivant :



L'étude proposée portera sur l'analyse des performances du :

- ✓ **Poste de soudage (parties B et E).**
- ✓ **Système d'évacuation des caisses pleines (partie C).**
- ✓ **Poste de codage des caisses (partie D).**

B/ POSTE DE SOUDAGE

Avant d'être acheminés vers le poste de soudage, les 5 éléments de la caisse (***fig1 du document 1***) sont découpés dans des tôles et ensuite pré-assemblées, à l'unité de préparation, par des points de soudure sur leurs faces extérieures.

Le poste de soudage est équipé de : (***fig2 du document 1***)

- **Portique**: comportant un chariot à déplacement transversal (T_x), et un chariot à déplacement longitudinal (T_y) solidaire d'une tête de soudage orientable (Robot 2 axes).
  Tous les mouvements sont assurés par des actionneurs.
  $R(0,\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ est un repère orthonormé direct, lié au portique.
  $\vec{z}$: vertical ascendant.
- **Table élévatrice**: soutenant la caisse, et assurant le déplacement vertical (T_z).
  La plate-forme, sur laquelle repose la caisse, est aimantée à volonté, ce qui permet le blocage de cette dernière au cours de l'opération de soudage.
  La commande du déplacement est assurée par un moto-réducteur associé à un système vis-écrou.

Les soudures sont déposées sur les faces intérieures des caisses.

Table élévatrice :

Elle est du type « *paire de ciseaux* », commandée par un moto-réducteur, associé à un système vis-écrou. Son schéma cinématique est représenté sur la ***figure 3 du document 2***.

Elle se compose de :

- **Bâti 0** : auquel est lié le repère $(B,\vec{x},\vec{y},\vec{z})$.
- **Arbre 1** : arbre de sortie du moto-réducteur.
  En liaison pivot d'axe $(F,\vec{y})$ avec le bâti **0**, et hélicoidale d'axe $(F,\vec{y})$ avec l'écrou **4**. (hélice à droite de pas p).
- **Ecrou 4** : en liaison glissière de direction $\vec{y}$ avec le bâti.
- **Bras 2** : en liaison pivot d'axe $(A,\vec{x})$ avec l'écrou **4**, pivot d'axe $(C,\vec{x})$ avec **3** et ponctuelle en E avec la plate forme **5**.
- **Bras 3** : en liaison pivot d'axe $(B,\vec{x})$ avec le bâti et ponctuelle en D avec la plate-forme **5**.
- **Plate-forme 5** : en liaison glissière de direction $\vec{z}$ avec le bâti **0**.

L'arbre de sortie **1** du moto-réducteur tourne à une vitesse ω_1 autour de $(F,\vec{y})$. Cette rotation se transforme en une translation verticale de la plate-forme de vitesse V_z, grâce à la liaison hélicoïdale **1-4** et aux autres liaisons entre les éléments de la table.

Question 1 *(les tracés sont à effectuer sur le document réponse DR1 et à commenter brièvement sur la copie.)*

1-1 On pose : $\vec{V}_{(F\in 4/0)} = V_y.\vec{y}$
Déterminer V_y en fonction de ω_1.
Evaluer V_y pour $\omega_1 = -16\ rd.s^{-1}$ et $p = 6\ mm$.
*Représenter $\vec{V}_{(A\in 4/0)}$ sur la figure du **DR1**.*

1-2 *Quelle est la trajectoire du point $C \in 3$ dans son mouvement par rapport à **0**.*
Déduire la direction de $\vec{V}_{(C\in 3/0)}$.

1-3 *Déterminer graphiquement $\vec{V}_{(C\in 3/0)}$ et $\vec{V}_{(D\in 3/0)}$.*

1-4 *Traduire la relation entre $\vec{V}_{(D\in 3/0)}$, $\vec{V}_{(D\in 3/S)}$ et $\vec{V}_{(D\in 5/0)}$, en précisant le mouvement concerné pour chaque vecteur vitesse.*

1-5 *Déterminer V_z.*

Question 2

Cette solution ,certes, simple à réaliser et moins coûteuse, n'a pas apporté entière satisfaction en raison du glissement provoqué en D et E entre les bras et la plate-forme. Les pertes d'énergie sont alors importantes et Les organes s'usent rapidement ; ce qui altère la précision des déplacements.

Proposer le schéma cinématique ou d'architecture d'une autre solution permettant de combler ces défauts.

Question 3

L'architecture du moto-réducteur est représentée sur la ***figure 4 du document 2*** .

Les contacts entre les roues dentées sont supposés ponctuels avec Roulement sans glissement entre les roues .

On pose : $\vec{\Omega}_{(M/0)} = \omega_m . \vec{y}$

Formuler la loi «entrée/sortie» du réducteur : $\omega_m = f(\omega_1)$*,et fonction des* Z_i.

Evaluer alors ω_m .

Question 4

Hypothèses : Toutes les liaisons sont parfaites.

4-1 *Tracer le graphe de structure du réducteur formé de A, (B+C) ,(D+E) , Fet O.*

4-2 *Evaluer sa mobilité cinématique* m_c.

4-3 *Evaluer son degrés d'hyperstaticité h. Conclure.*

C/ SYSTEME D'EVACUATION DES CAISSES PLEINES :

Les caisses métalliques sont chargées de pistons, et ensuite évacuées après leur fermeture, par un couvercle, au poste de fermeture.

Le système d'évacuation est constitué : (***figure 6 du document 3***)

- **D'un tapis** (4) : d'épaisseur e_4 et de largeur h_1, muni de taquets servant de cales aux caisses transportées.
- **D'un tambour moteur** (1) : de forme cylindrique, de hauteur h_1 et de diamètre D_1. En liaison pivot parfaite d'axe $(0_1, \vec{y})$ avec le bâti **0** (non représenté). Ce tambour est entraîné en rotation par un moteur.
- **D'un tambour** (2), identique au précédent. En liaison pivot parfaite d'axe $(0_2, \vec{y})$ avec le bâti **0**.

Le repère galiléen $R(0_1,\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ est lié au bâti **0**. $\vec{z}$: vertical ascendant.

La caisse transportée (3) de masse m_3, est de centre de gravité **G**, de coordonnées : $(x, 0, e_4 + (D_1+h)/2)$, dans le repère $(0_1, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

Le plan $(0_1,\vec{x}, \vec{z})$ est plan médian de l'ensemble.

Le tapis est soutenu dans son brin supérieur par un ensemble de « **n** » galets, en liaisons pivot parfaites d'axe $(C_i, \vec{y})$ avec le bâti.

Les galets sont régulièrement espacés sur la longueur « d » entre A_1 et A_2.

A_i : point de tangence entre le galet (**i**) est le tapis.

C_i : centre du galet (**i**).

A_1 et B_1 : points de tangence entre le tambour (**1**) et le tapis.

A_2 et B_2 : points de tangence entre le tambour (**2**) et la tapis.

C.1/ Couple transmissible par adhérence entre le tambour moteur et le tapis :

L'action mécanique exercée par le tambour moteur (1) sur le tapis (4) est modélisée, en chaque point M de leur surface de contact ***(figure7 du document 3)***, par la densité surfacique de contact : $\vec{f}_{M\,(1\to 4)} = f_n.\vec{n} + f_t.\vec{t}$

$\vec{n}$: vecteur normal.

$\vec{t}$: vecteur tangent.

$(\vec{t},\vec{y},\vec{n})$ est base orthonormée directe. $\overrightarrow{O_1M} = y.\vec{y} + D_1/2.\vec{n}$

La pression de contact f_n est, dans un souci de simplification du modèle, supposée uniforme et égale à f_0.

μ: coefficient de frottement entre le tambour et le tapis.

Question 5

Le couple transmissible par adhérence entre le tambour moteur (1) et le tapis est :

$C_{tr} = \vec{y} . \vec{M}_{O_1\,(1\to 4)}$, calculé à la limite du glissement.

5-1 *Quelle relation y' à-t-il entre f_0, f_t et μ ?.*

5-2 *Exprimer C_{tr} en fonction de f_0, μ et des autres données.*

5-3 Au montage, on confère au tapis, supposé inextensible, une tension initiale T_0, appelée : « tension de pose ».

*En appliquant le principe fondamental de la statique à la partie du tapis représentée sur la **figure 8 du document 3**, exprimer le théorème de la résultante statique en projection sur l'axe $\vec{x}$.*

En déduire f_0 en fonction de T_0.

5-4 Le constructeur a opté pour l'utilisation d'un tambour moteur dont la surface extérieure est striée et légèrement creuse. (voir ***figure 9 du document 4***).

Expliquer les raisons de ce choix.

C-2/ Modélisation cinétique des tambours :

Le tambour moteur est sous la forme d'un tube de diamètre D_1 et d'épaisseur e_1, fermé d'un coté (voir ***figure 10 du document 4***).

Il est homogène, et constitué d'un matériau de masse volumique ρ.

On désire déterminer la position du centre de gravité G_1 et le moment d'inertie du tambour moteur par rapport à l'axe $(O_1, \vec{y})$; pour cela, on le décompose en deux parties:

(***voir figure 11 du document 4***)

- Partie 1 (P_1) : cylindre creux de diamètre extérieur D_1, d'épaisseur e_1, de hauteur (h_1-e_1) et de masse m_{p1}.
- Partie 2 (P_2) : cylindre plein, de diamètre D_1, de hauteur e_1 et de masse m_{p2}.

Question 6

Exprimer, en fonction des données, les coordonnées du point G_1 dans le repère $(C_1, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ en fonction de m_{p1}, m_{p2}, e_1 et h_1.

Question 7

Calculer, en explicitant clairement votre démarche, le moment d'inertie I_1 de (1) par rapport à l'axe $(O_1, \vec{y})$, en laissant apparaître m_{p1} et m_{p2}.

C-3/ Etude dynamique du système d'évacuation : (figure 6 document 3)

Hypothèses :

- ✓ Pas de glissement relatif entre le tapis, les tambours et les galets.
- ✓ Le tapis est inextensible et de masse nulle.
- ✓ Toutes les liaisons pivot sont parfaites.
- ✓ Une seule caisse est présente sur le tapis.

Les « **n** » galets sont identiques, et sous la forme d'un cylindre de diamètre $D = D_1/6$, de centre de gravité C_i, en liaison pivot parfaite d'axe $(C_i,\vec{y})$ avec le bâti. Son moment d'inertie par rapport à son axe est noté **I**.

L'action mécanique exercée par chaque galet (**i**) sur le tapis est modélisée par le torseur :

$$\{ i \rightarrow 4\} = \left\{ \begin{matrix} N_i \vec{z} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{A_i}$$

Le moteur d'entraînement exerce sur le tambour moteur (**1**) une action mécanique telle que :

$$\vec{y}.\vec{M}_{O_1\,(\text{moteur} \rightarrow 1)} = C_m$$

Le tambour moteur (1) est de moment d'inertie I_1 par rapport à son axe de rotation, et de vitesse : $\vec{\Omega}_{(1/0)} = \omega_1.\vec{y}$ (ω_1 : variable).
La vitesse du centre de gravité G de la caisse est : $\vec{V}_{(G/0)} = \dot{x}\,\vec{x}$

Question 8

8-1 *Exprimer, en formulant les hypothèses adéquates, la relation entre $\dot{x}$ et ω_1.*

8-2 *Appliquer le théorème de l'énergie cinétique au système Σ_2 = {1, 2, 3, 4, n galets}, dans son mouvement par rapport au bâti, et déduire C_m en fonction de ω_1.* (équation notée (**a**)).

Question 9

Le choix du tapis, nécessite la détermination de sa tension maximale.
Au cours du fonctionnement, trois tensions différentes peuvent être définies :

- Tension dans le brin B_1B_2 (brin mou) : T_1.
- Tension dans le brin A_2D_4 : T_2.
- Tension dans le brin D_4A_1 : T_3.

9-1 *Comparer les tensions T_1, T_2 et T_3.*

9-2 *Isoler le système Σ_3 = {2 , partie A_2B_2 du tapis} :*
- Ecrire le théorème du moment dynamique au point O_2 en projection sur $\vec{y}$.
- Sachant que : $T_1+T_2=2.T_0$ (T_0 : tension de pose), déduire T_2.
(équation notée (**b**)).

9-3 *Isoler le système Σ_4 = {3 , partie A_2A_1 du tapis } :*
écrire le théorème de la résultante dynamique en projection sur $\vec{x}$.
(équation notée (**c**)).

Question 10

Des équations précédentes, exprimer T_3 en fonction de : T_0, C_m, I_1, D_1, I, n et m_3.

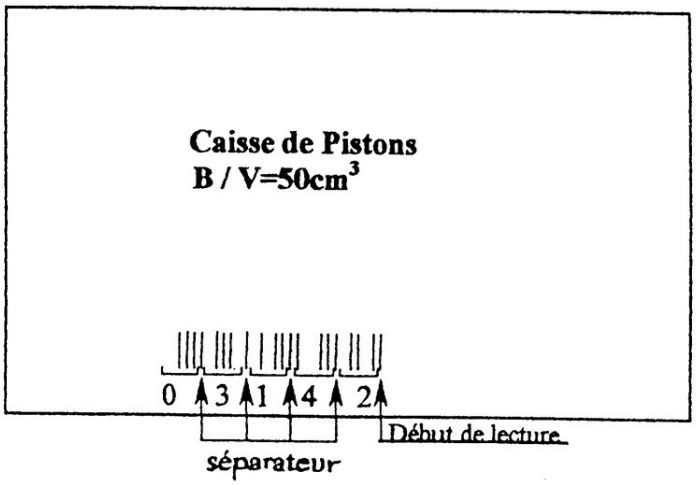
D/ CODAGE DES CAISSES PLEINES

Au poste de fermeture et de codage, une étiquette, portant un code à barres **figure a**, est collée sur chaque caisse ;ce qui permet d'identifier ultérieurement sa destination.
Pour imprimer le code sur l'étiquette un opérateur saisi ,sur un clavier numérique un nombre composé de chiffres D_i ,correspondant à la destination de la caisse présente au poste.(Voir figure **12 du document 5**). Chaque chiffre décimal est converti en binaire naturel et ensuite en code « **3 parmi 5** »(p_4,p_3,p_2,p_1,p_0) déterminé selon le tableau **figure b** :

figure b :

Chiffr	p_4	p_3	p_2	p_1	p_0
0	0	0	1	1	1
1	0	1	0	1	1
2	0	1	1	0	1
3	0	1	1	1	0
4	1	0	0	1	1
5	1	0	1	0	1
6	1	0	1	1	0
7	1	1	0	0	1
8	1	1	0	1	0
9	1	1	1	0	0

figure a :



Les bits à « 1 » donnent lieu à l'inscription d'une barre verticale tandis que les bits à « 0 » sont représentés par un espace. Cette inscription est effectuée de droite à gauche, ce qui donne une étiquette:

Question11

11-1 *Pourquoi appelle-t-on ce codage « 3 parmi 5 » ?*

11-2 *Construire le tableau de Karnaugh de la « fonction validité » V qui prend la valeur 1 si (p_4,p_3,p_2,p_1,p_0) est l'image d'un chiffre décimal et la valeur 0 dans le cas contraire.*

11-3 *Justifier l'intérêt de cette technique de codage vis-à-vis de la détection des erreurs.*

Question 12 On veut construire un transcodeur qui traduit une séquence (p_4,p_3,p_2,p_1,p_0) de code « 3 parmi 5 » en code binaire naturel associé au chiffre décimal qu'elle représente.

Soit (b_n, b_{n-1}, ... b_1, b_0) cette écriture en binaire naturel.

12-1 *Combien faut-il de chiffres binaires pour écrire les nombres entre 0 et 9 ?.*

12-2 *Proposer l' expression de* $b_2 = f(p_4,p_3,p_2,p_1,p_0)$.

Question 13 *On suppose maintenant que les séquences (p_4,p_3,p_2,p_1,p_0) qui n'appartiennent pas au code « 3 parmi 5 » n'apparaissent jamais à l'entrée du transcodeur. Proposer une expression « simplifiée » de* b_2 *dans ce cas.*

E/ - ASSERVISSEMENT DE LA TETE DE SOUDAGE :

La tête de soudage est un robot 2 axes, constitué de : (voir ***figure 13 du document 5***)

- Socle (S_o) : solidaire du chariot à déplacement longitudinal du portique.
- Bras (S_1) : animé, par rapport à (S_o), d'une rotation de paramètre θ_2 et d'axe vertical z ($-90° \leq \theta_2 \leq +90°$).
- Poignet (S_2) : en rotation, par rapport à (S_1), de paramètre θ_1 autour d'un axe horizontal ($-135° \leq \theta_1 \leq +135°$).
- Pince (S_3) : serrant un outil de soudage (non représenté), grâce à un vérin électrique logé dans le poignet.

Le mouvement du poignet (de paramètre θ_1) est commandé par un moteur pas à pas (M_1) travaillant en boucle ouverte. La rotation du bras (de paramètre θ_2) est commandée par un moteur à courant continu (M_2), asservi en vitesse et en position.

Chaque mouvement possède deux capteurs de fin de course électriques.

E-1/ Etude préliminaire :

Question 14

Donner le principe de fonctionnement de la génératrice tachymétrique et du capteur potentiométrique.

L'étude suivante vise l'analyse des performances de l'asservissement du moteur à courant continu (M_2), et la validation de l'intérêt du retour tachymétrique.

Le schéma bloc de l'asservissement est celui de **la *figure 14 du document 5***, avec :

u(t) : tension de consigne.

$u_e(t)$:tension d'excitation du moteur (M_2).

$\omega'_2(t)$:vitesse du rotor du moteur (M_2).

$u_{r2}(t)$:tension de sortie de la génératrice tachymétrique, supposée proportionnelle à la vitesse ω'_2. (coefficient de proportionnalité : K_T).

$\omega_2(t)$: vitesse de sortie du réducteur. (Rapport de réduction : $N = 5.10^{-2} = \omega_2/\omega'_2$).

$u_{r1}(t)$: tension de sortie du capteur potentiométrique, supposée proportionnelle à la position θ_2. (coefficient de proportionnalité: $K_p = 1$).

$\varepsilon(t)$: signal d'erreur.

La fonction de transfert du moteur (M_2) peut être ramenée sous la forme :

$$M(p) = \Omega'_2(p) / Ue(p) = K_1/(1+Tp)$$

Avec : T = 0,05 s : constante de temps mécanique.
$K_1 = 4$: gain statique.

E-2/ Asservissement sans retour tachymétrique :

Le schéma bloc est celui de la ***figure15 du document 6***.

Question 15

Retracer le schéma bloc, en précisant les fonctions de transfert.

Question 16

16-1 *Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte du système : $H_{bo}(p)$, et préciser ses caractéristiques : ordre, classe....*

16-2 *Pour K =1, représenter, sur le document réponse **DR2**, les diagrammes asymptotiques de Bode, et l'allure des courbes de Bode .*

16-3 *Pour K =1,donnerla valeur approchée de la pulsation ω_a pour laquelle le module de $H_{bo}(j\omega_a)$ est l'unité puis calculer la marge de phase de l'asservissement : MP.*

16-4 *L'asservissement, est-il stable ? justifier.*

16-5 *Déduire, en explicitant votre démarche, la valeur maximale du gain K : **Kmax**, pour laquelle MP = 45°.*

Question 17

17-1 *Exprimer la fonction de transfert en boucle fermée du système : $H_{bf}(p)$, en fonction de : K_1, K, N et T..*

17-2 *Donner l'expression littérale de la pulsation propre ω_n, du coefficient d'amortissement ξ et du gain statique*
Faire l'application numérique pour $K = 100$.

17-3 *Donner, en le démontrant, la valeur de l'écart statique ε_s, pour une entrée échelon unitaire. Ce résultat, était-il prévisible ?.*

17-4 *Tracer, sur votre copie, l'allure de la réponse de l'asservissement à une entrée échelon unitaire. (Préciser toutes les quantités et valeurs remarquables).*

17-5 *En utilisant la courbe du **document 6**, déterminer le temps de réponse à 5% de l'asservissement.*

Question 18

Les performances recherchée pour cet asservissement sont : la précision, la rapidité, une stabilité suffisante et non dépassement de la consigne.

18-1 *Justifier que pour la commande de ce robot, toute forme de dépassement de la consigne est inacceptable.*

18-2 *Tenant compte des résultats précédents, les performances obtenues sont-elles suffisantes ?.*

18-3 *Déterminer la valeur K_o du gain K qui soit telle que : la réponse à un échelon ne présente pas de dépassement ($\xi = 1$).*
Déterminer, alors, la nouvelle valeur ω_{no} de ω_n.
Conclure quant aux nouvelles performances du système.

18-4 *Quelle est l'effet de la variation du gain K sur la rapidité et l'amortissement de l'asservissement ?.*

E-3/ Asservissement avec retour tachymétrique

La génératrice délivre une tension $u_{r2}(t)$ proportionnelle à la vitesse $\omega'_2(t)$; ($u_{r2} = K_T . \omega'_2$).

Question 19

Tracer le schéma bloc de l'asservissement avec retour tachymétrique, en précisant les fonctions de transfert.

Question 20

20-1 *Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée de l'asservissement :*
$H_{T\,bf}(p) = \theta_2(p) / U(p)$.

20-2 *Exprimer la pulsation propre ω_{Tn} et le coefficient d'amortissement ξ_T du système, en fonction de K_T, K, K_1, N et T.*

20-3 *L'augmentation du gain K, donc l'amélioration de la rapidité, aura t-elle, systématiquement, un effet néfaste sur l'amortissement ? expliquer.*

20-4 *Calculer la valeur de K et K_T afin que :*
$\omega_{Tn} = 17\ rds^{-1}$ et $\xi_T = 1$.
Déduire alors $T_{5\%}$ de l'asservissement.

Question 21

Le choix du constructeur est-il validé ? (votre réponse doit être sous forme de récapitulatif).

Document 1

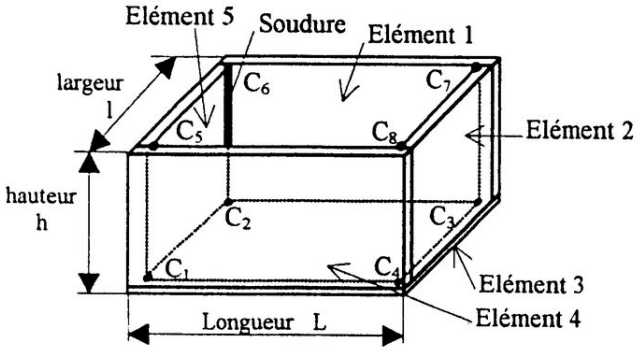


Figure 1

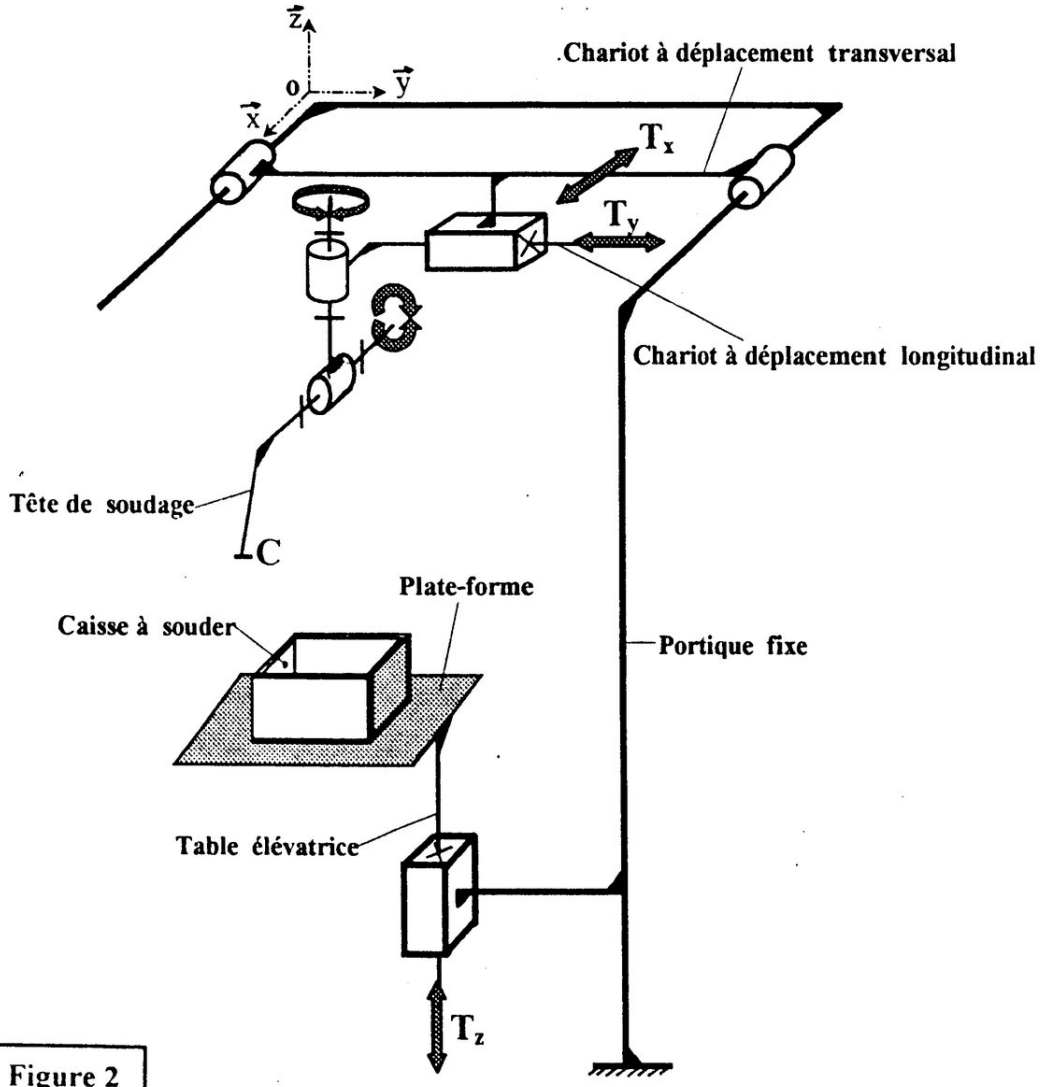


Figure 2

Tournez la page S.V.P

Document 2

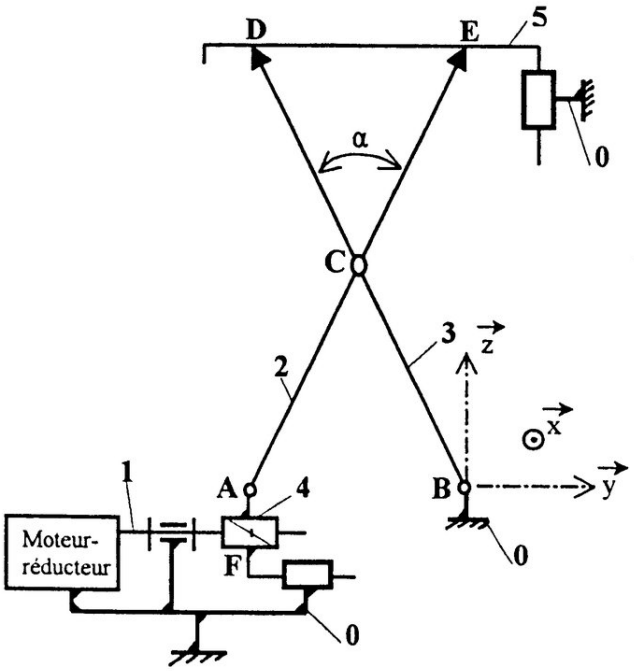
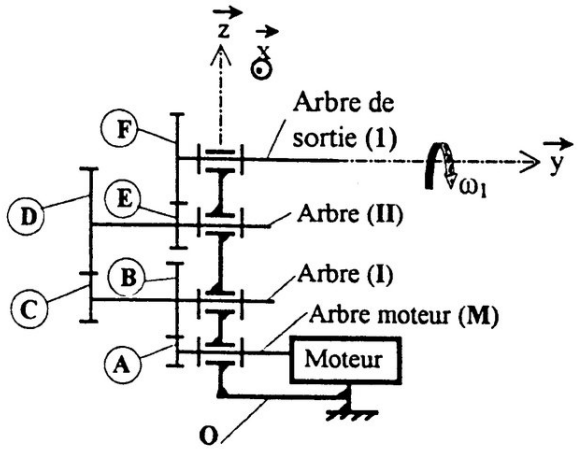


Figure 3



Roue	Nombre de dents
A	$Z_A = 20$
B	$Z_B = 45$
C	$Z_C = 25$
D	$Z_D = 52$
E	$Z_E = 22$
F	$Z_F = 48$

Figure 4

Remarque : pour les roues dentées, on a la relation : $D_i = m.Z_i$,
D_i : diamètre de la roue i.
m : est appelé module et il est le même pour l'ensemble des roues.

Document 3

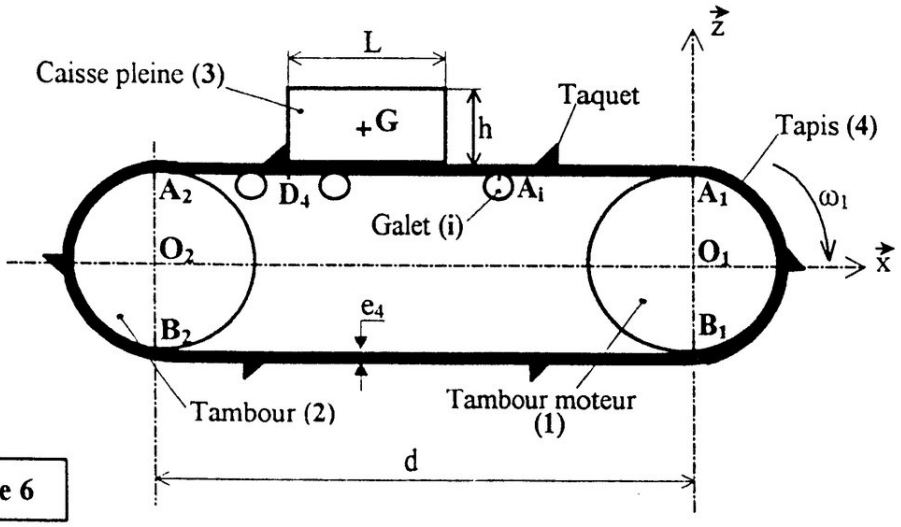


Figure 6

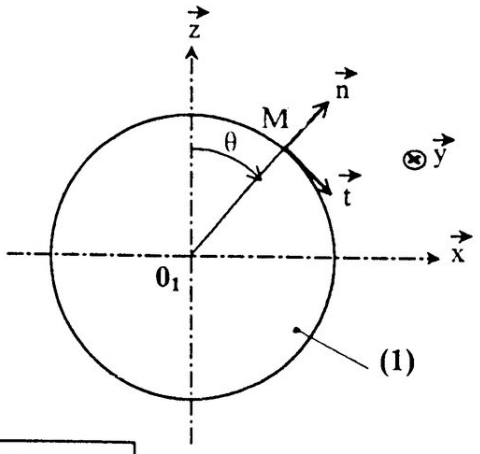


Figure 7

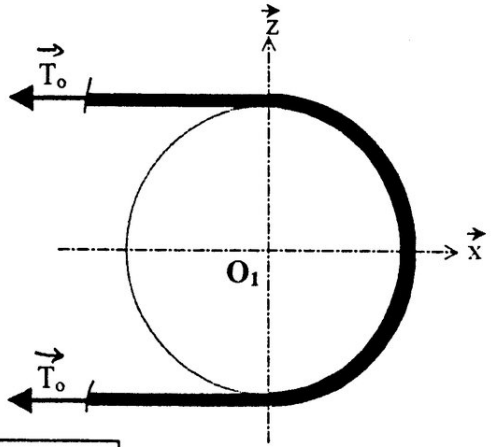


Figure 8

Document 4

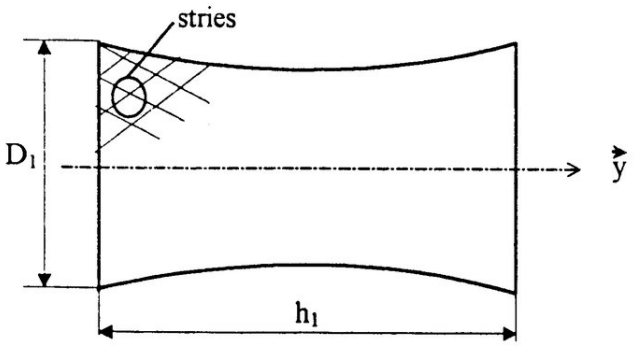
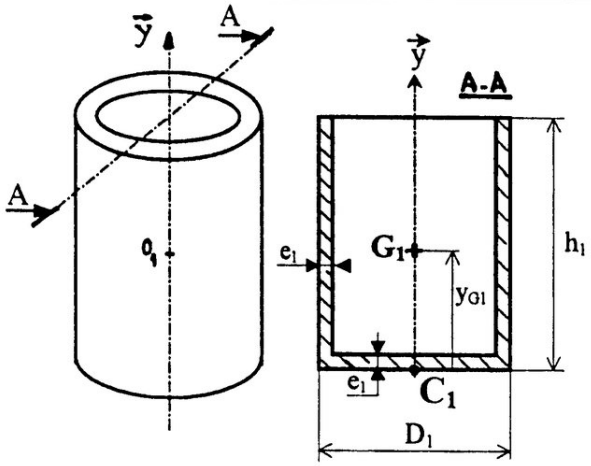


Figure 9



C_1 : centre de la base inférieure du tambour

Figure 10

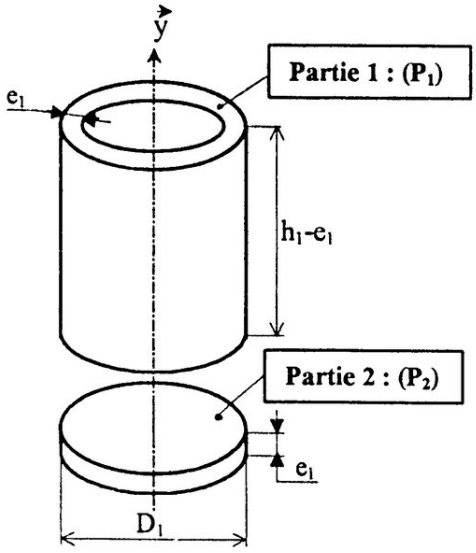


Figure 11

Document 5

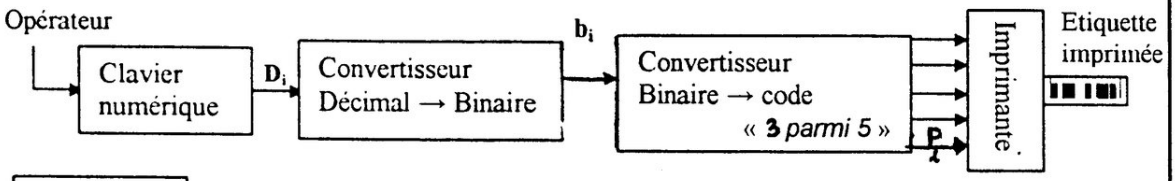


Figure 12

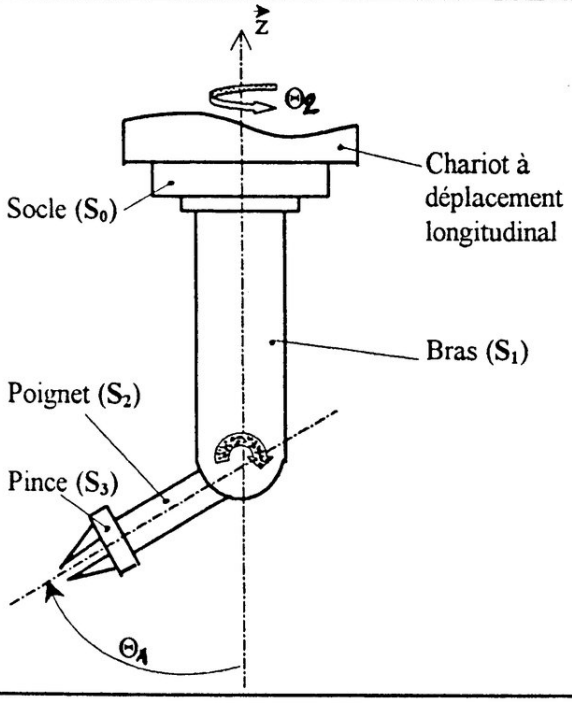


Figure 13

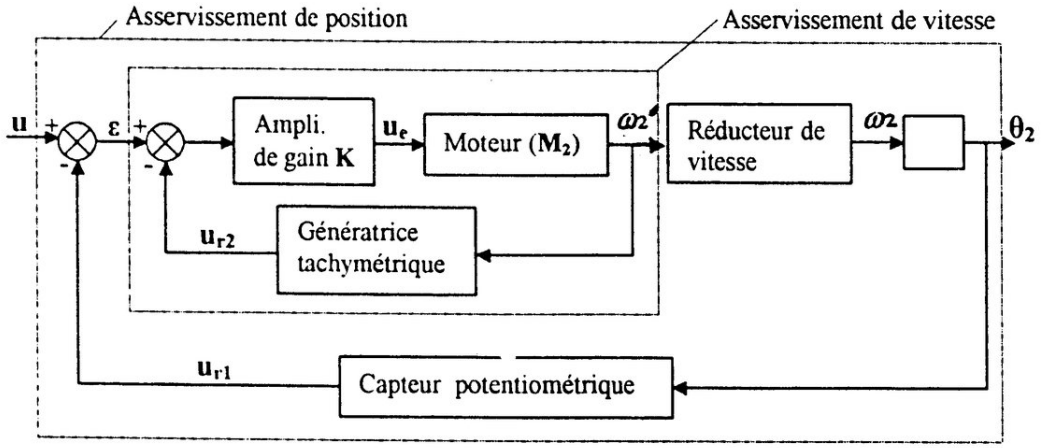


Figure 14

Document 6

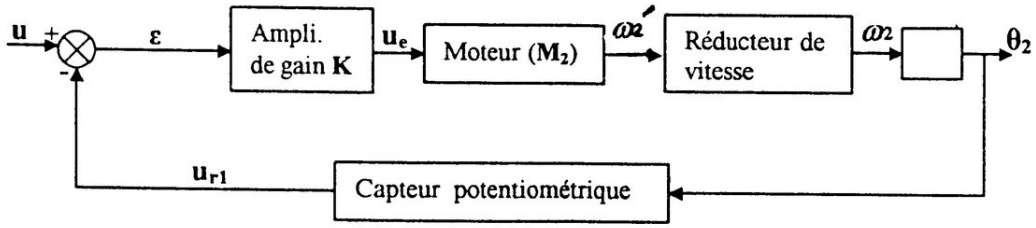
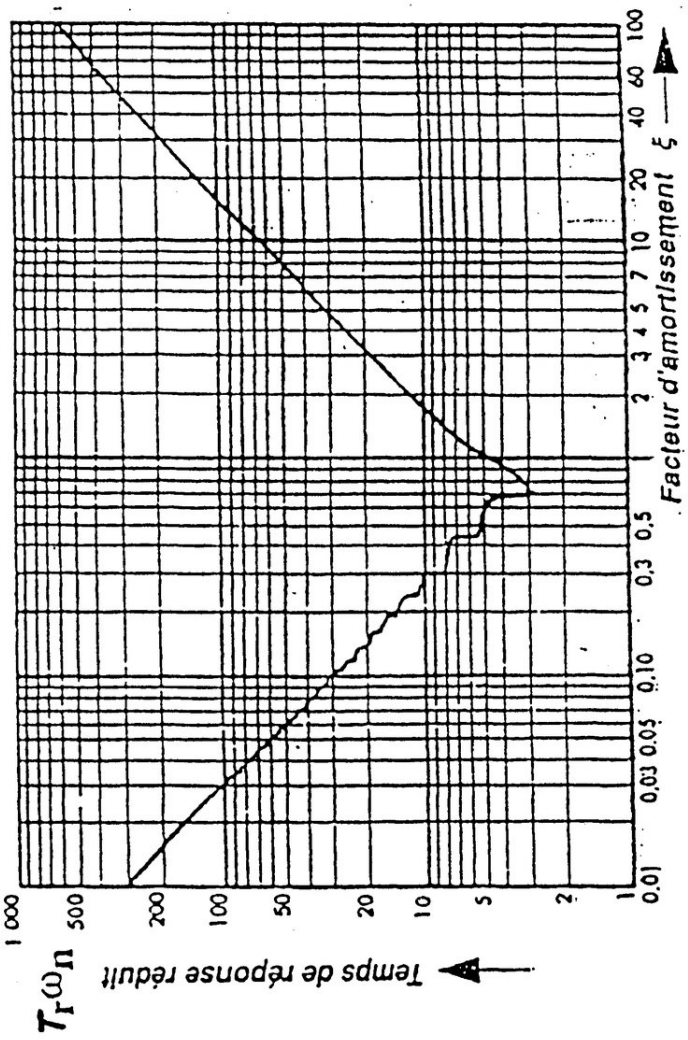


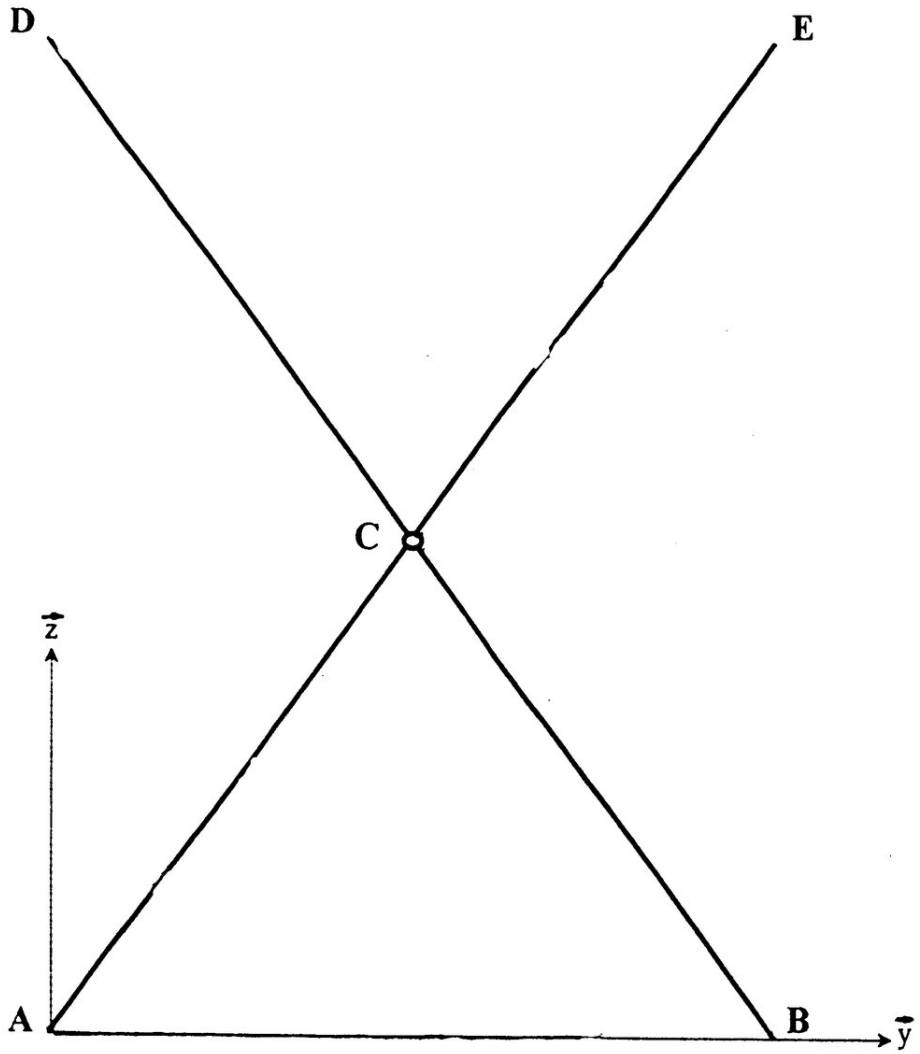
Figure 15



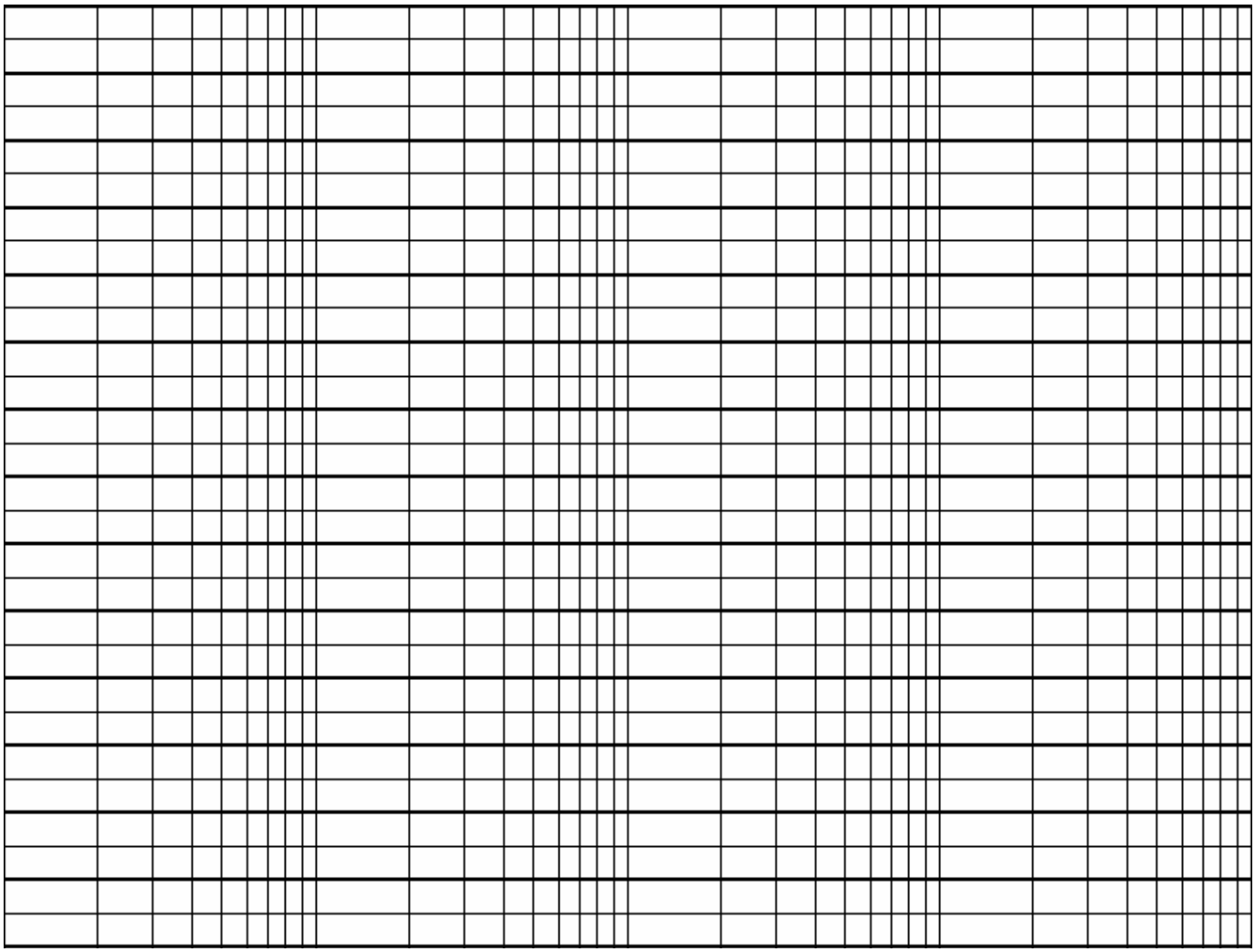
Abaque donnant le temps de réponse à 5% en fonction de ω_n et ξ pour un système second ordre

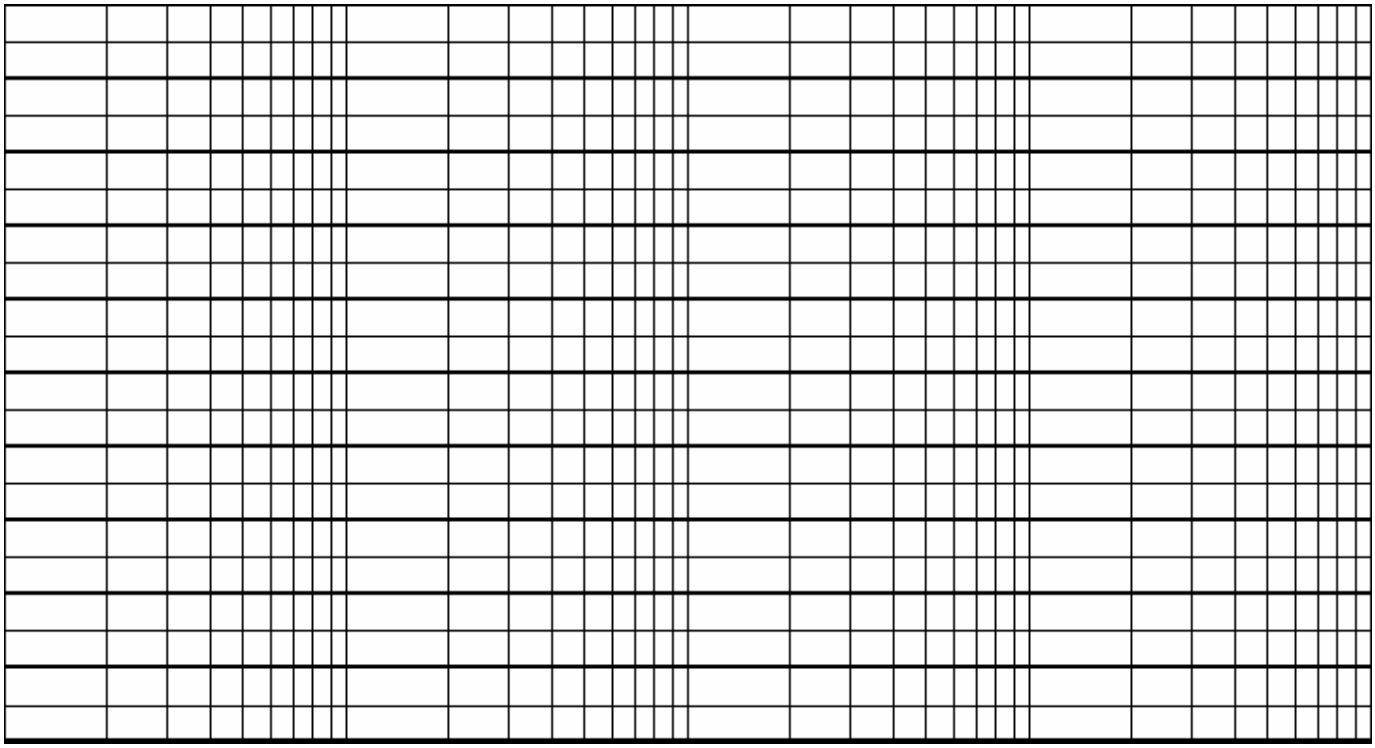
DOCUMENT-REPONSE DR1

Nota : ne pas inscrire votre nom ou tout signe pouvant identifier votre copie



Echelle : 5mm → 1 mm.s^{-1}





Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de MP chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Transmetteurs de puissance et trains d'engrenages
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Géométrie des masses : centre d'inertie, matrice d'inertie, théorème de Huygens
- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Architecture de l'ordinateur et représentation des nombres
- Amplificateur linéaire intégré, stabilité et rétroaction

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/cnc/mp