

Concours de Préparation Technologique
Epreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Date : Vendredi 11 Juin 2004

Heure : 8 H

Durée : 5 H

Nbre pages : 21 + 5 documents

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

Aucun document n'est autorisé

L'utilisation de calculatrices de poche non programmables est autorisée

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 des copies indépendantes.

Les documents réponses (de la page 3/21 à la page 14/21) et le document 4/5 seront rendus avec la partie correspondante.

PRESSE MECANIQUE



Mise en situation :

L'étude proposée est celle d'une presse mécanique à cames (figure 1) développant une force, particulièrement conçue pour la réalisation des petites pièces embouties (lamelles de contacts électriques, caches et couvercles en tôle, etc....)

Le dessin d'ensemble est donné dans les documents 1/5, 2/5 et 3/5

La came (18), (documents 1/5 et 2/5) solidaire de l'arbre moto réducteur (14) permet au levier (36), par l'intermédiaire du galet (32), d'effectuer un mouvement de rotation autour de l'axe fixe (5), ce qui va entraîner l'outil (125) (poinçon) en translation verticale avec le coulisseau (48) par le biais des patins (47).

L'entraînement et l'indexage du plateau (110) portant le disque (124) (matrice) sont réalisés par la came tambour (109) qui est à son tour entraînée en rotation par l'arbre du moto réducteur (14) grâce à un système pignons (101-102) / chaîne (106).

Pour que la presse puisse réaliser des pièces d'emboutissage de petites dimensions, l'utilisateur se charge et en toute sécurité de l'approvisionnement en pièces brutes et de l'évacuation des pièces embouties sur le disque (124) contenant 24 empreintes.

Pour garantir la sécurité de l'utilisateur, le poinçon (125) doit occuper la position haute pendant l'accomplissement des tâches manuelles. Cette fonction de sécurité est assurée par la synchronisation des mouvements des cames (18) et (109).

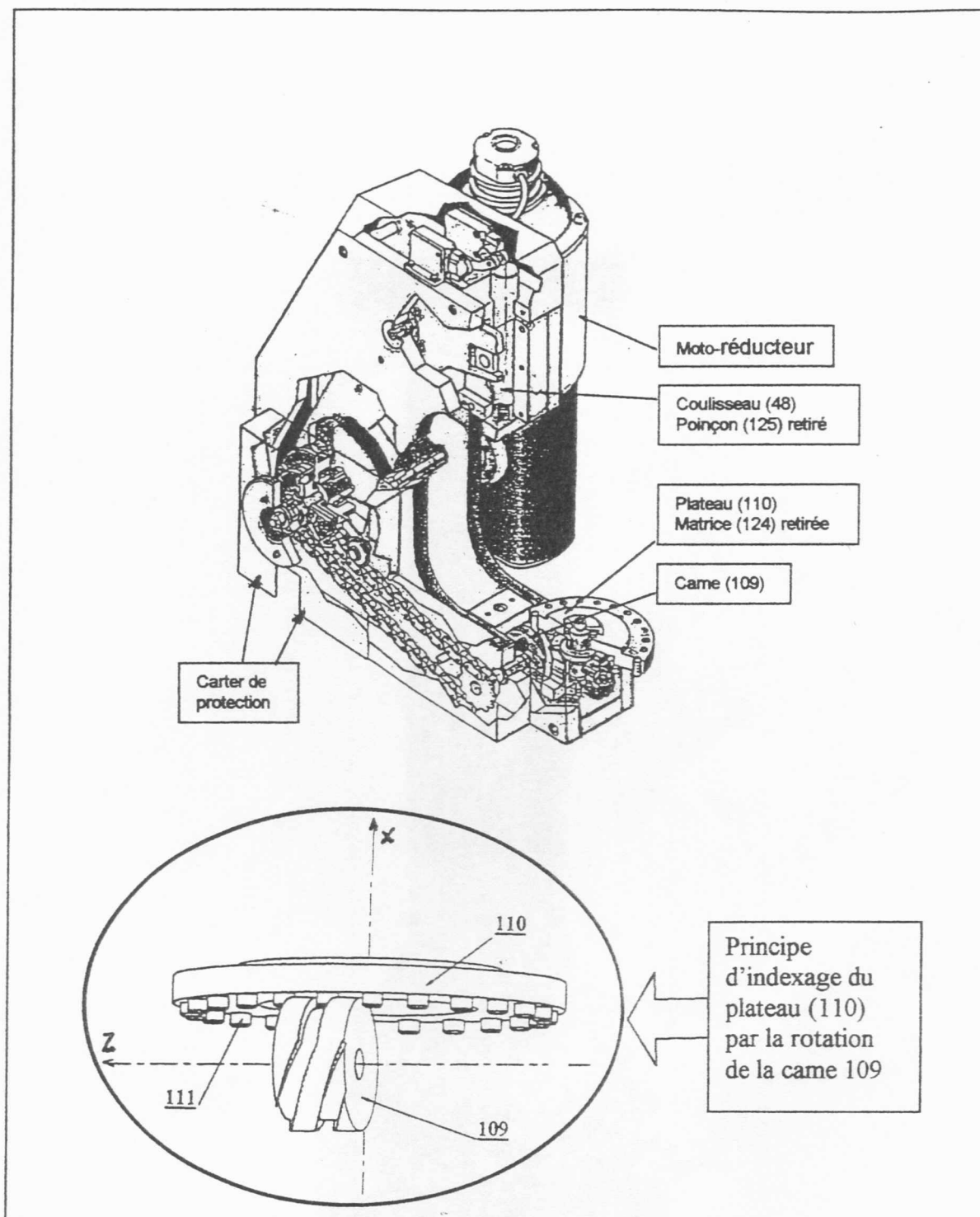


Figure 1 : Presse mécanique



Session : 2004 Concours : Technicien

Epreuve de : STI

Nom : Chekha Hassen Prénoms : Hassen

Institution d'origine : I.P.E.T. Nord-Est

Identifiant : 308012

Série : 308

Total des
doubles feuilles

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs



Session : 2004 Concours : Technicien

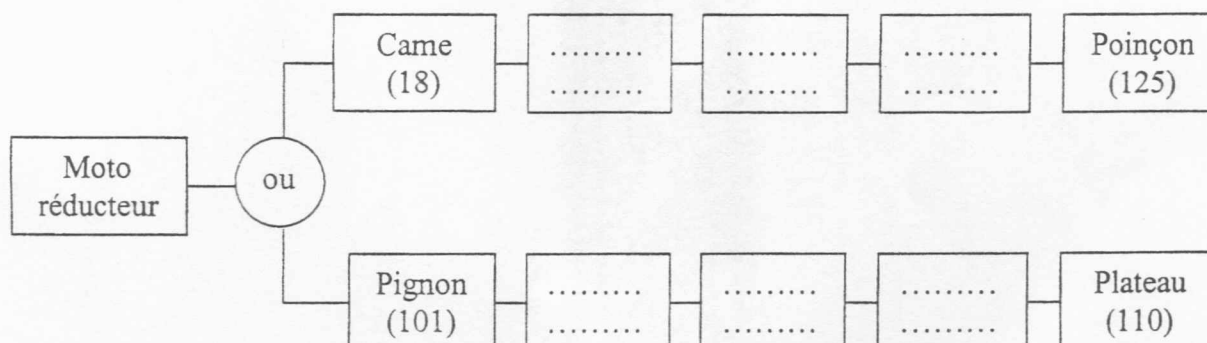
Epreuve de : STI

Numéro de la double feuille	Total des doubles feuilles
.....	

**PARTIE A : TECHNOLOGIE DE CONCEPTION
TECHNOLOGIE DE PRODUCTION**

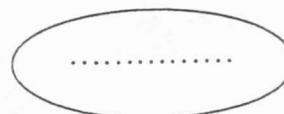
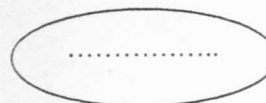
A.1. ANALYSE FONCTIONNELLE

A.1.1. Compléter le diagramme fonctionnel de la presse mécanique



A.1.2. Compléter le diagramme Pieuvre ci-dessous par:

- A.1.2.1. les éléments extérieurs à la presse
- A.1.2.2. les Fonctions Principales FP
- A.1.2.3. les Fonctions Complémentaires FC



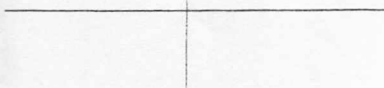
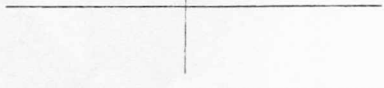
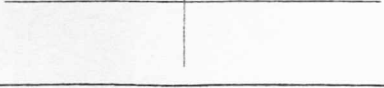
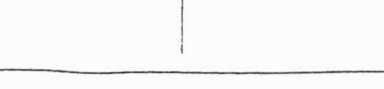
Ne rien écrire ici

A.1.2.4. Recenser les fonctions FP et FC

- FP1 :	.....
- :	
- :	
- :	
- :	
- :	
- :	
- :	
- :	

A.2. ANALYSE TECHNOLOGIQUE

A.2.1. Compléter le tableau suivant : (représenter les axes de chaque liaison)

Assemblage	Nom de la liaison	Schéma normalisé dans le plan correspondant
(125) / (48)		
(125) / (48 et 123)		
(46) / (48)		
(112) / (110)		
(25) / (23)		

Ne rien écrire ici

A.2.2. Donner la ou les fonctions de chacune des pièces suivantes:

Pièce	Fonction (s)
(32)	
(45)	
(119)	
(120)	
(121)	

A.2.3. Critique d'une solution constructive:

A.2.3.1. Quel est le type de la liaison entre les pièces (5) et (1 et 2) ?

.....

A.2.3.2. Proposer et représenter une nouvelle solution pour cet assemblage sur la figure A1.

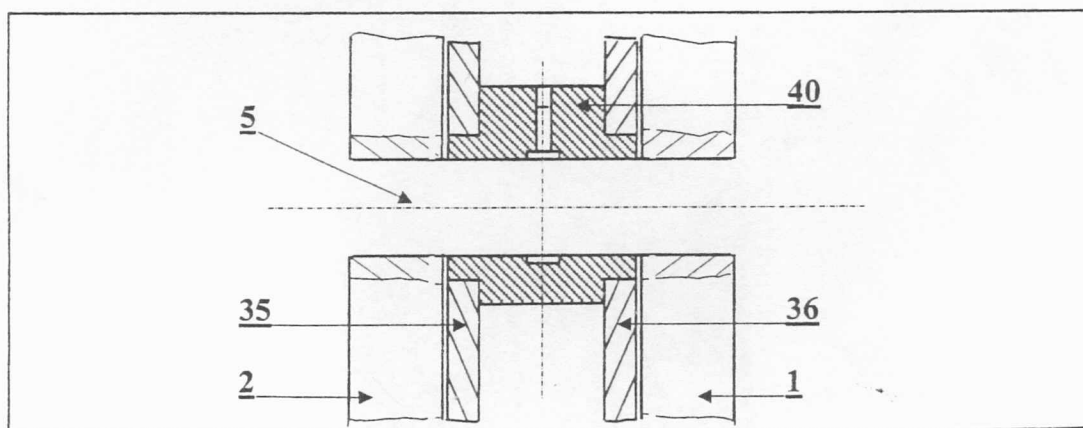


Figure A1 : montage de l'axe (5)

Ne rien écrire ici

A.3. COTATION FONCTIONNELLE :

On considère la partie du mécanisme de l'ensemble représenté par le dessin de la figure A2 :

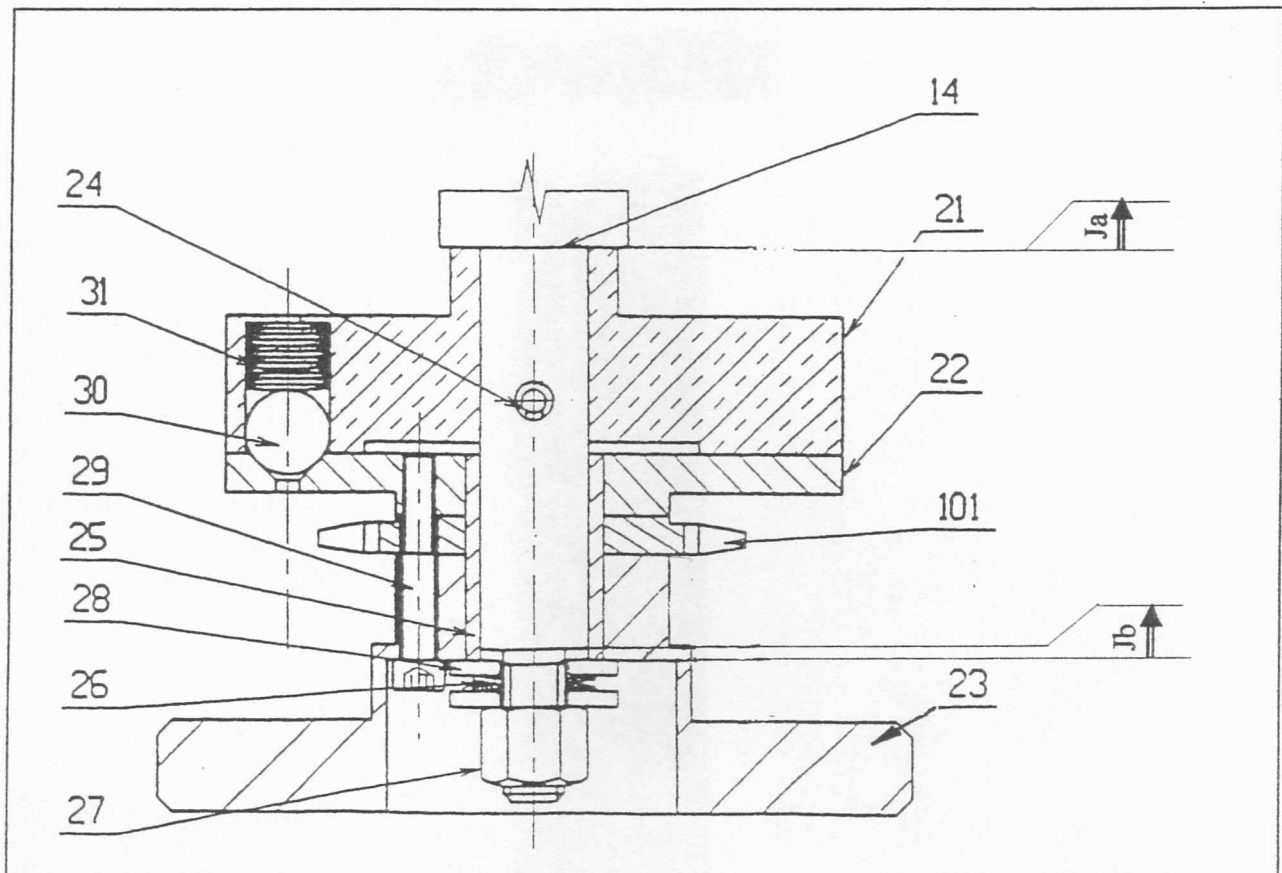


Figure A2 : cotation fonctionnelle

A.3.1. Justifier l'utilité des conditions Ja entre (14) et (21) et Jb entre (14) et (23) indiquées sur le dessin de la figure A2.

Ja	.....
Jb	.....

A.3.2. Tracer, sur la figure A2, la chaîne de cotes minimale relative à la condition Jb

A.3.3. Sachant que les intervalles de tolérances (IT) sont : $IT(Jb) = 1,2 \text{ mm}$, $IT(23) = 0,3$, $IT(101) = 0,2$ et $IT(22) = 0,2$, déterminer les Intervalles de Tolérance des autres cotes fonctionnelles intervenant dans la chaîne.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Epreuve de : STI

Session : 2004 Concours : Technique

Nom : Chack Hase

Prénoms : Aguc

Institution d'origine :

Identifiant

			3	0	8	0	1	2
--	--	--	---	---	---	---	---	---

Série :

3	0	8
---	---	---

Total des
doubles feuilles

✂

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs



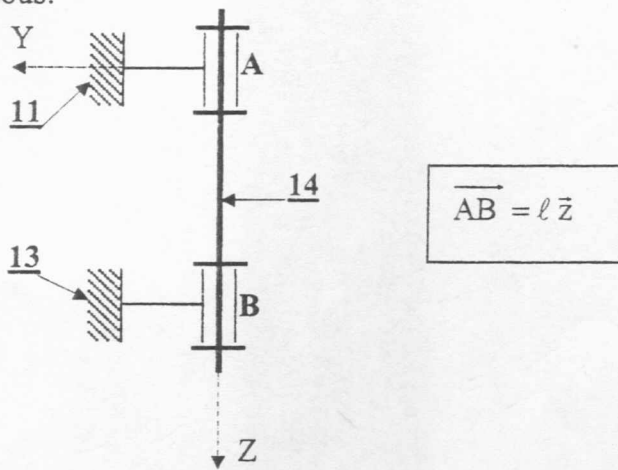
Session : 2004 Concours : Technique

Epreuve de : STI

Numéro de la double feuille	Total des doubles feuilles
.....	

A.4. ETUDE DE CONCEPTION

Un roulement rigide à deux rangées de billes réalise une liaison pivot. Le guidage de l'arbre (14) par rapport au bâti (11 et 13) avec les roulements (16) et (17) peut être modélisé par le schéma de la figure ci-dessous:



A.4.1. Etablir le graphe des liaisons de ce système.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

A.4.2. Ecrire, au point A et dans la base $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, les torseurs statiques des efforts transmissibles par ces liaisons.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



Session : 2004 Concours : Techn.

Epreuve de : S.T.I

Nom : Chack Hesse Prénoms : Houssein

Institution d'origine :

Identifiant

			3	0	0	0	1	2
--	--	--	---	---	---	---	---	---

Série :

3	0	8
---	---	---

Total des
doubles feuilles

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs



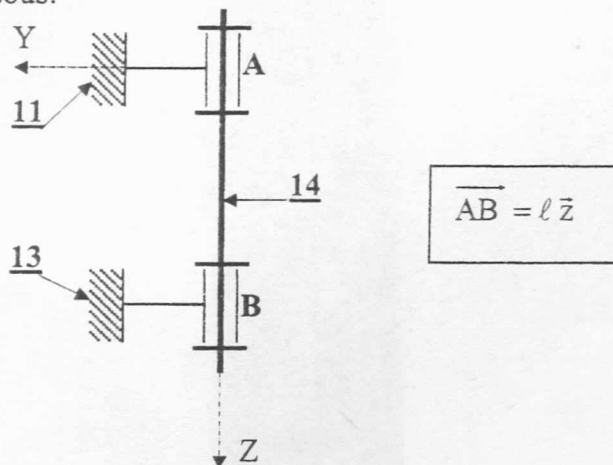
Session : 2004 Concours : Techn.

Epreuve de : S.T.I

Numéro de la double feuille	Total des doubles feuilles
.....	

A.4. ETUDE DE CONCEPTION

Un roulement rigide à deux rangées de billes réalise une liaison pivot. Le guidage de l'arbre (14) par rapport au bâti (11 et 13) avec les roulements (16) et (17) peut être modélisé par le schéma de la figure ci-dessous:



A.4.1. Etablir le graphe des liaisons de ce système.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

A.4.2. Ecrire, au point A et dans la base ($\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$), les torseurs statiques des efforts transmissibles par ces liaisons.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ne rien écrire ici

A.4.3. Par une étude statique, déterminer les degrés de mobilité (d) et d'hyperstatisme (h) de ce système.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A.4.4. Dans le cas où le système est hyperstatique, modifier les liaisons en A et en B pour rendre le système isostatique. Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A.4.5. Conception :

On désire remplacer les roulements rigides à deux rangées de billes (type BF) par deux roulements rigides à une seule rangée de billes (type BC).

A.4.5.1. Utiliser le document (3/5) pour déterminer les roulements convenables.

A.4.5.2. Compléter le document (4/5) par le montage de ces nouveaux roulements

A.4.5.3. Prévoir, en particulier:

A.4.5.3.1. La lubrification des éléments mobiles,

A.4.5.3.2. L'étanchéité,

A.4.5.3.3. Les ajustements.

Ne rien écrire ici

Session : 2024 Concours : Tch

Epreuve de : S.T.L.

Nom : Cherbel Haroun Prénoms : Amel

Institution d'origine : 7 R F T - Dharwad

Identifiant

			3	0	7	0	1	2
--	--	--	---	---	---	---	---	---

 Série :

7	0	8
---	---	---

Total des
doubles feuilles

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs

Ne rien écrire ici

Session : 2004 Concours : 1200

Epreuve de : S.T.L.

Numéro de la double feuille	Total des doubles feuilles
--------------------------------	-------------------------------

.....	

A.5. TECHNOLOGIE DE PRODUCTION :

A.5.1. CHOIX DE MATERIAUX

A.5.1.1. Compléter le tableau suivant :

Rep	Désignation normalisée	Explication de la désignation du Matériau
1	.....	Acier d'usage général ayant une résistance élastique 235 MPa
11	C 35 [XC38]*	.....
14	35 Ni Cr Mo16 [35NCD16]	.....
18	80 Mn 8 [80 M 8]	.....
40	CW 460 K[Cu Sn 8Pb P]	.....
41	.....	Alliage de Zinc moulé à 27% d'Aluminium
113	100 Cr 6 [100C6]	.....
125	.....	Acier fortement allié à 1.6% de Carbone et 12 % de Chrome

* Correspondance approximative avec l'ancienne symbolisation

A.5.1.2. Justifier l'utilisation du matériau CW 460K [Cu Sn 8Pb P] pour le palier de levier (40).

A.5.1.3. Quelle est l'utilité du composant symbolisé par Pb dans ce matériau.

A.5.2. Elaboration du brut

A.5.2.1. Le palier du levier (40), dont le dessin de définition est donné dans le document 5/5 sera fabriqué à raison de 200 pièces par mois pendant deux ans. Les pièces brutes sont obtenues par moulage. Proposer le procédé de moulage à utiliser. Justifier votre réponse.

Procédé de moulage :

Justification :

Ne rien écrire ici

A.5.2.2. Si la cadence de production passe à 20000 pièces par mois pendant deux ans ; proposer le nouveau procédé de moulage à utiliser et donner ses principales caractéristiques.

Procédé de Moulage :

Principales caractéristiques:

A.5.2.3. Pour réaliser la pièce (40), on adopte le moulage en sable avec l'utilisation d'un noyau. Justifier l'utilité de chacune des parties suivantes du moule :

A.5.2.3.1. le modèle :

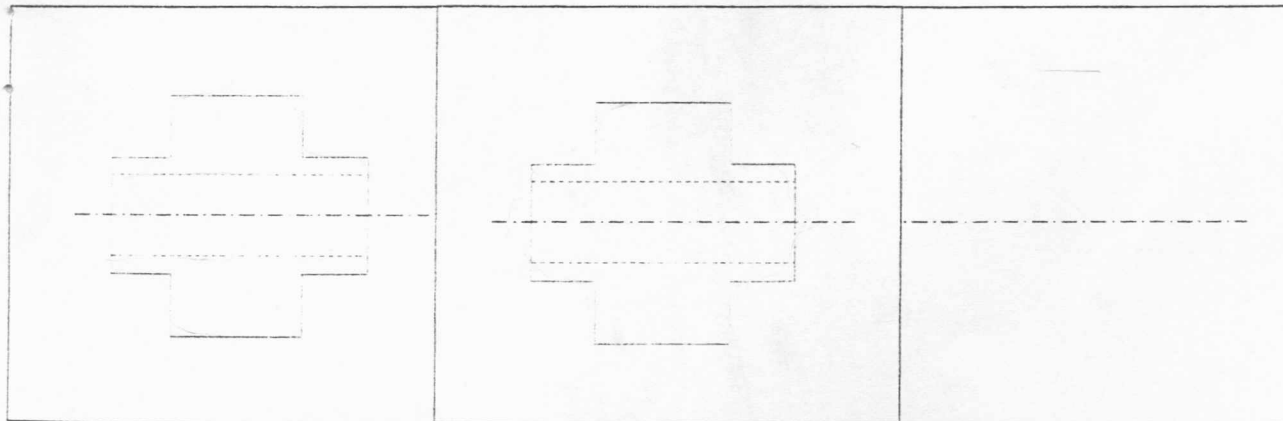
A.5.2.3.2. le noyau :

A.5.2.4. Compléter sur les figures suivantes:

A.5.2.4.1. la forme de la pièce brute,

A.5.2.4.2. la forme du modèle,

A.5.2.4.3. la forme du noyau.



Pièce brute

Modèle

Noyau

Ne rien écrire ici

A.5.3. USINAGE

On se propose d'étudier dans cette partie, l'usinage du palier du levier (40) en petite série de 200 pièces renouvelable dont le dessin de définition est représenté dans le document 5/5.

A.5.3.1. Définir les spécifications suivantes :

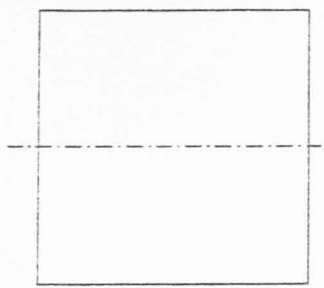
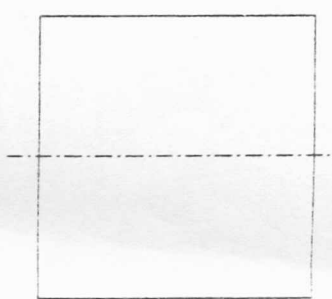
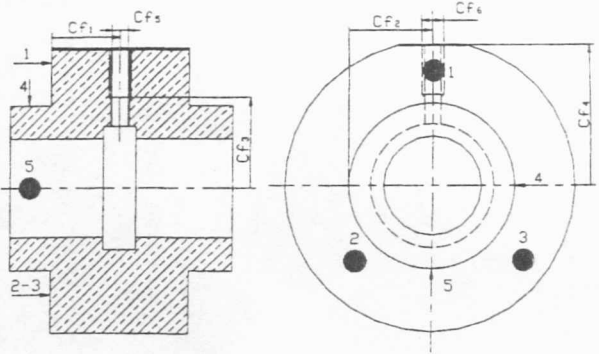
Spécification	Définition détaillée
	
	
	

A.5.3.2. Usinage sur machines conventionnelles

Dans cette partie, on utilisera des machines conventionnelles pour l'usinage du palier du levier. On dispose d'un tour parallèle, d'une fraiseuse verticale et d'une perceuse verticale. La pièce brute est un barreau étiré plein de diamètre 75mm et de longueur 58mm, compléter la feuille d'avant projet d'étude de fabrication donnée dans la page suivante en précisant pour chaque phase:

- A.5.3.2.1. les surfaces à usiner,
- A.5.3.2.2. les surfaces de mise en position (l'isostatisme). Préciser la symbolisation géométrique.
- A.5.3.2.3. les opérations d'usinage dans l'ordre de réalisation,
- A.5.3.2.4. la machine à utiliser,
- A.5.3.2.5. les cotes de fabrication. Le calcul de ces cotes n'est pas demandé.

Ne rien écrire ici

Ensemble : Presse Mécanique		AVANT PROJET D'ETUDE DE FABRICATION		Brut : barreau étiré plein	
Pièce : palier du levier (40)				Nombre : 200	
Matière : CW 460 K[Cu Sn 8Pb P]					
N°	Désignation	Machine	Croquis		
10	Contrôle du brut				
20	..... ..... ..... ..... ..... .....	..... .....			
30	..... ..... ..... ..... ..... .....	..... .....			
40	Fraisage Le référentiel est défini par : -Appui plan sur la surface C - Centrage court sur la surface B a- Surfaçage du méplat L b- Perçage du trou J c- Taraudage du trou J	Fraiseuse verticale			
50	..... ..... ..... ..... ..... .....	..... .....			



Epreuve de : STI
Nom : Chakir Hach Prénoms : Amr
Institution d'origine : E. I. E. I. A. A. A. A.
Identifiant : 3 5 7 0 1 2 Série : 5 1 0 1

Total des
doubles feuilles



Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs



Session : 2004 Concours : Tekna
Epreuve de : STI

Numéro de la double feuille	Total des doubles feuilles
.....	

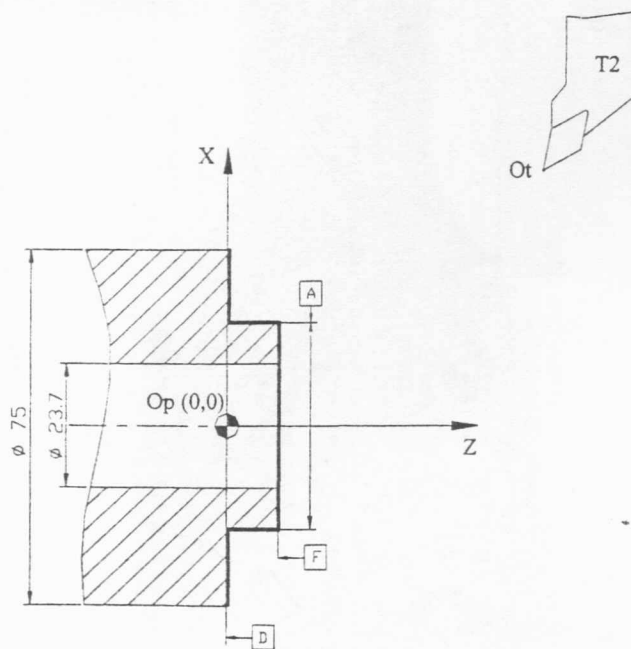
A.5.3.3. Usinage sur Machines Outils à Commande Numérique.

Dans cette partie, on utilise un parc de machines outils à commande numérique. Les surfaces A, D et F de la figure ci-dessous sont usinées sur un tour à commande numérique à 2 axes et à tourelle arrière. On prévoit l'usinage en deux opérations :

- a- ébauche du contour extérieur avec un outil T1
- b- finition du contour extérieur avec un outil T2

On s'intéresse uniquement à l'étude de l'opération **de finition**. L'outil T2 est initialement placé au point Ot de coordonnées : $X=100, Z=50$ par rapport à l'origine programme (Op). La profondeur de passe (p) en finition est égale à 0.5 mm suivant les deux directions X et Z. Les points d'engagement et de dégagement sont à 1mm du profil à usiner.

A.5.3.3.1. Schématiser sur la figure ci-dessous la trajectoire de l'outil T2 lors de l'opération de finition. La finition de l'alésage $\varnothing 24H7$ sera effectuée après la finition du contour extérieur.



Cycle de finition

Ne rien écrire ici

A.5.3.3.2. Compléter le tableau suivant en précisant les coordonnées des différents points limitant la trajectoire de l'outil par rapport à l'origine programme Op lors de l'opération de finition.

[illegible]

A.5.3.3.3. Compléter le programme donné ci-dessous en indiquant uniquement les séquences relatives à la trajectoire de l'outil en finition.

On rappelle les définitions suivantes :

- G00 : interpolation linéaire en avance rapide,
- G01 : interpolation linéaire en avance de travail,

[illegible]

B.1. CINEMATIQUE

Etude du mouvement du poinçon (125)

On s'intéresse dans cette partie à l'étude du système mécanique permettant le déplacement du poinçon (125). Les principaux solides supposés indéformables constituant le mécanisme sont le bâti fixe (S_0), la came (S_1), le levier (S_2) et le poinçon (S_3). Le système est défini par le schéma cinématique simplifié de la figure B1.

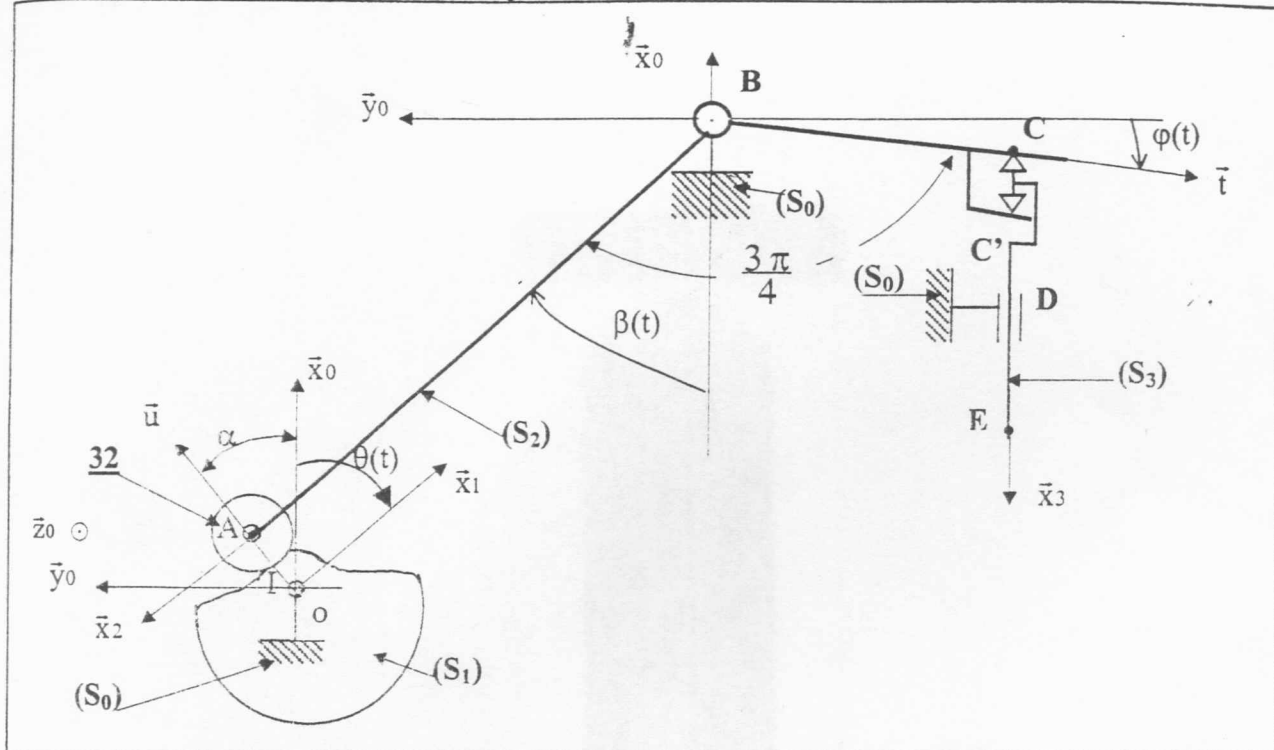


Figure B1 : Mécanisme de transformation du mouvement

Les repères orthonormés directs et les paramètres adoptés sont définis comme suit :

$R_0(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$: repère absolu galiléen associé à (S_0)

$R_1(O, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1)$: repère associé à (S_1) avec $\theta(t) = (\bar{x}_0, \bar{x}_1)$ suivant $\bar{z}_0$

$R_2(B, \bar{x}_2, \bar{y}_2, \bar{z}_2)$: repère associé à (S_2) avec $\beta(t) = (-\bar{x}_0, \bar{x}_2)$ suivant $\bar{z}_0$ et $\varphi(t) = (-\bar{y}_0, \bar{t})$

$R_3(D, \bar{x}_3, \bar{y}_3, \bar{z}_3)$: repère associé à (S_3) en translation suivant $\bar{x}_3 = -\bar{x}_0$

$\overline{OI} = r(t) \bar{u}$; $\overline{IA} = a \bar{u}$; $\overline{AB} = b \bar{x}_2$; $\overline{BC} = c \bar{t}$; $\overline{CD} = x(t) \bar{x}_3$ où D est le centre de la liaison (S_3)/(S_0) ; $\overline{OD} = k_1 \bar{x}_0 - k_2 \bar{y}_0$; $\overline{CE} = -d \bar{x}_0$

Les paramètres a, b, d, k_1 et k_2 sont des constantes positives

L'angle α est supposé constant au cours du temps ; $(\overline{AB}, \overline{BC}) = \frac{3\pi}{4}$

B.1.1. Exprimer $\varphi(t)$ en fonction de $\beta(t)$

B.1.2. Déterminer, par dérivation, les vecteurs vitesses $\vec{V}_{A \in (S_2)/(S_0)}$ et $\vec{V}_{C \in (S_3)/(S_0)}$ dans le repère $R_0(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$.

B.1.3. Déterminer, au point B et dans le repère $R_0(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$, le torseur cinématique du mouvement de (S_2) par rapport au bâti (S_0). En déduire les vecteurs vitesses des points A et C de (S_2)/(S_0).

B.1.4. Etablir l'expression de la vitesse du point E du poinçon (S_4) par rapport au bâti (S_0).

B.1.5. En utilisant les résultats des questions **B.1.2.**, **B.1.3.** et **B.1.4.**, établir la relation entre $\dot{x}(t)$ et $\dot{r}(t)$.

B.1.6. Sachant que la cadence de fonctionnement de la presse est de 32,5 pièces par minute, Calculer en régime permanent la vitesse de rotation du moteur. En déduire l'équation horaire du mouvement de la came (S_1), soit $\theta = f(t)$

B.1.7. En partant du point I_1 , défini par $\theta_1 = 0$, Calculer les temps mis pour atteindre les points suivants (figure B2)

B.1.7.1. I_2 défini par θ_2 ,

B.1.7.2. I_3 défini par θ_3 ,

B.1.7.3. I_4 défini par θ_4 ,

B.1.7.4. En déduire le temps total d'un cycle d'emboutissage.

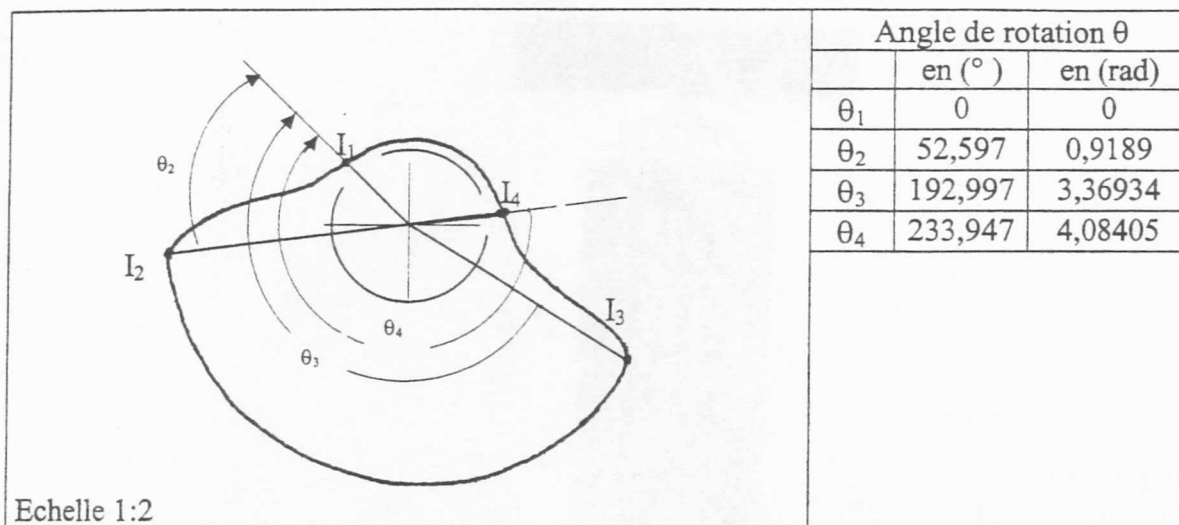


Figure B2 : profil de la came (18)

B.1.8. Pour un angle de rotation $\beta(t)$ du levier (S_2), (figure B3), déterminer le rapport $\frac{\widehat{CC''}}{\widehat{AA''}}$.

En déduire une relation entre $r(t)$ et $x(t)$ lorsque $\widehat{CC''} \approx \widehat{CC'}$ et $\widehat{AA''} \approx \widehat{AA'}$

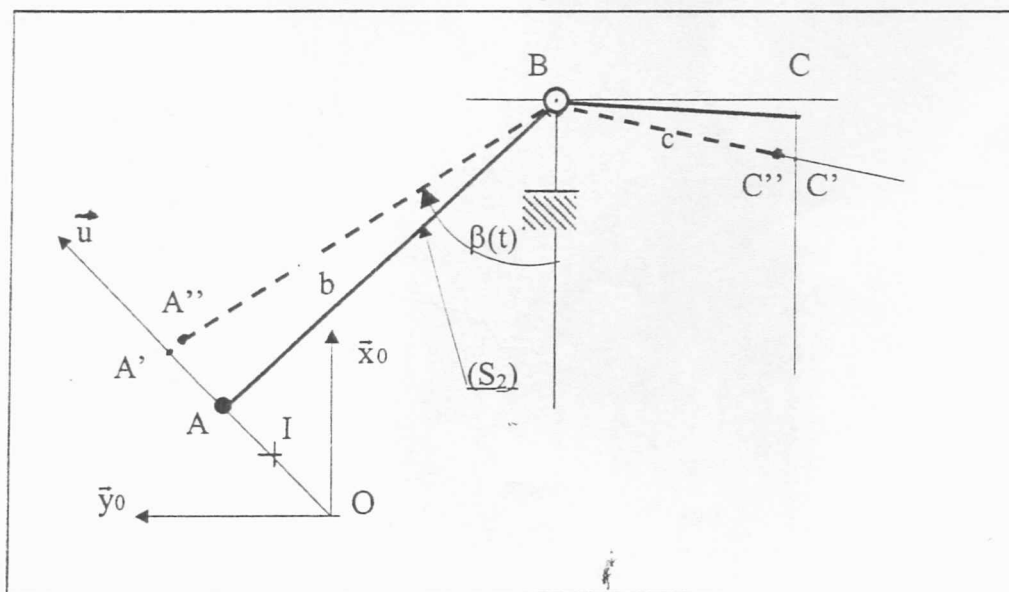


Figure B3 : levier de transformation de mouvement

B.1.9. Relier, sur la figure B2, les valeurs des rayons polaires $r_i(t) = OI_i$ ($i=1$ à 4) pour chacune des positions des points I_1, I_2, I_3 et I_4 et tracer la courbe $r(t)$ en fonction du temps t caractérisant le profil de la came (S_1), au cours d'un cycle d'emboutissage (1 tour de (S_1)). On prendra comme point de départ I_1 .

B.1.10. Sachant que $r(t) = 2 x(t)$, tracer la courbe $x(t)$ en fonction de t pendant un cycle d'emboutissage.

B.1.11. Identifier les différentes phases du mouvement du poinçon (S_3) relatives aux positions I_1, I_2, I_3 et I_4 . Déterminer, pour chacune des phases, la course C , le temps t , la vitesse V et l'accélération γ du poinçon (S_3) par rapport à (S_0).

B.2. STATIQUE ET RESISTANCE DES MATERIAUX

L'effort maximal de travail de la presse est $F = 30 \text{ kN}$

Les caractéristiques des matériaux sont:

- du poinçon (125) : $R_e = 880 \text{ MPa}$
- du coulisseau (48) : $R_e = 525 \text{ MPa}$
- Ecou (123) : $R_e = 525 \text{ MPa}$

Pour tous les calculs, on prendra comme contrainte de cisaillement $\tau = \frac{1}{3} R_e$ et un coefficient de sécurité $s = 3$.

B.2.1. Donner, au point J (voir document 1/5), la forme du torseur statique de la liaison (48 et 123) / (125), dans la base ($\bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0$)

B.2.2. Isoler le poinçon (125) et déterminer les composantes du torseur statique de la liaison en J pour que celui-ci soit en équilibre pendant l'opération d'emboutissage.

B.2.3. Définir le type de la sollicitation du poinçon et calculer le diamètre minimal.

B.2.4. La liaison en J étant réalisée par un filetage (profil métrique ISO) M20 x 2,5- (Figure B4).

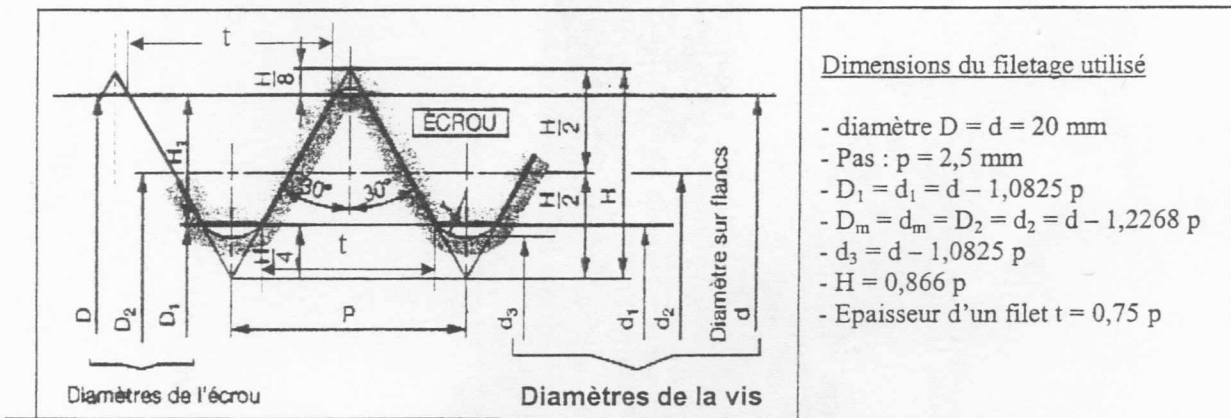


Figure B4 : dimensions d'un filetage – profil métrique ISO

B.2.4.1. Calculer la contrainte maximale développée par la partie filetée du poinçon si le coefficient de concentration de contrainte est $k = 2$. Que peut-on conclure de la résistance du poinçon ?

B.2.4.2. Les filets du coulisseau (48) et de l'écrou (123) sont sollicités au cisaillement. Calculer la section cisailée d'un filet.

B.2.4.3. Calculer le nombre minimal de filets en prise entre (125) et (48 et 123) pour assurer la résistance au cisaillement.

B.2.4.4. En déduire la longueur minimale de la partie fileté du poinçon.

PARTIE C : AUTOMATIQUE

N.B. : Les parties C.1, C.2 et C.3 sont indépendantes.

Description du système « Emboutissage de pièces »

Le système considéré (Figure C.1) schématise un procédé d'emboutissage de pièces (lames conductrices). Il est construit autour du système presse mécanique (documents 1/5 et 2/5) modifié au niveau des commandes du plateau d'indexation (110) et du mouvement du poinçon (125). La transmission pignon et chaîne est remplacée par un moto-réducteur (MR2) qui assure la rotation du plateau (110) autour de l'axe $\bar{X}$.

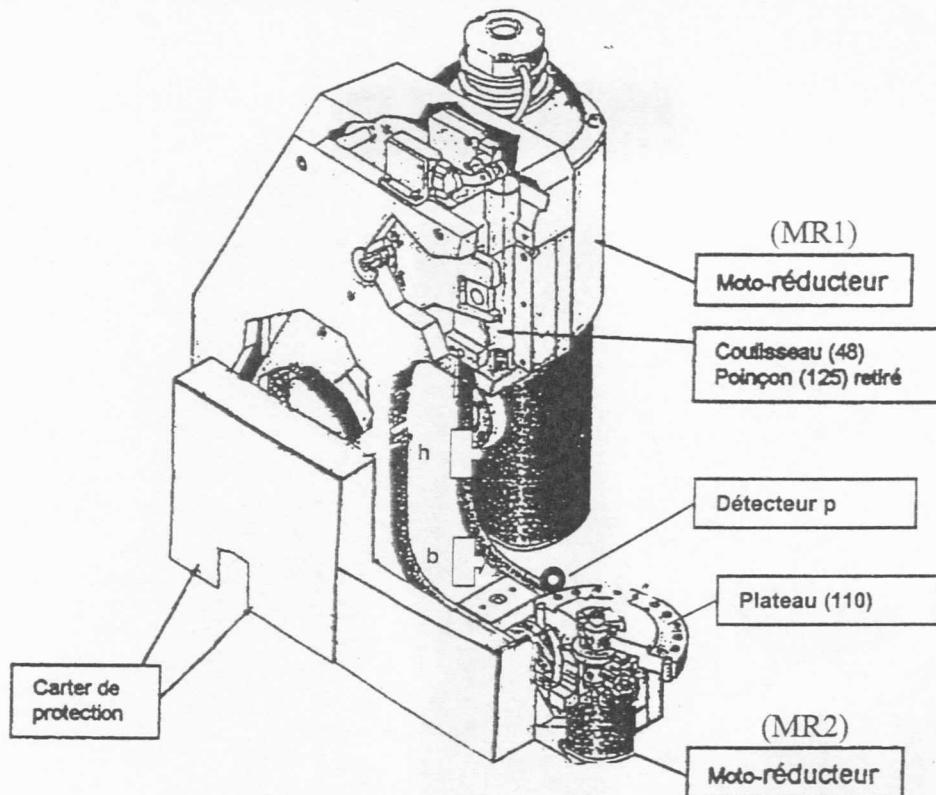


Figure C.1 : Procédé d'emboutissage des lames conductrices.

La machine d'emboutissage se compose de trois modules :

-Module du plateau rotatif à indexations : Il permet de supporter un disque portant 24 empreintes (24 pièces) durant leur emboutissage. Le plateau rotatif (110) est muni d'un détecteur de proximité (p) pour signaler la présence d'une pièce sur l'empreinte située sous le poinçon. Ce plateau est commandé par un moto-réducteur électrique (MR2).

-Module de presse : Ce module réalise l'emboutissage des pièces. Le poinçon est déplacé verticalement par un levier articulé et entraîné par un mécanisme à came. Ce mécanisme étant commandé par un moto-réducteur électrique (MR1).

-Module de comparaison : Ce module compare le nombre de pièces présélectionnées par l'opérateur à l'aide d'une roue codeuse par rapport au nombre de pièces embouties. Ce dernier est obtenu à l'aide d'un système de comptage incrémenté par le détecteur (p). Ce module délivre une information d'égalité des pièces embouties et présélectionnées, notée (c).

L'approvisionnement des pièces à emboutir sur le disque est assuré par l'opérateur au début de chaque cycle. De même, le système de comparaison de pièces embouties et présélectionnées permet de signaler la fin du cycle. Les pièces embouties sont alors retirées manuellement par l'opérateur.

PARTIE C.1 : COMMANDE SEQUENTIELLE DU SYSTEME

L'objectif de cette étude est l'établissement d'une commande séquentielle du système d'emboutissage.

Fonctionnement du système

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

- Présence d'une pièce à emboutir sur l'empreinte située sous le poinçon
- Poinçon en position haute
- Présélection de N ($1 \leq N \leq 24$) pièces à emboutir ($c=0$).

Après avoir présélectionné N pièces ($1 \leq N \leq 24$) à emboutir déjà placées sur le disque, l'opérateur met le système en marche en appuyant sur le bouton poussoir « *Dcy* ». La séquence d'emboutissage est exécutée N fois et ceci tant qu'il existe une pièce sur empreinte au dessous du poinçon.

La séquence d'emboutissage est la suivante :

- descente du poinçon jusqu'à la position basse par la mise en marche du moto-réducteur (*MRI*)
- arrêt du poinçon en position basse pendant *100 millisecondes*,
- montée du poinçon jusqu'à la position haute par la mise en marche du moto-réducteur (*MRI*)
- rotation de $(1/24)$ de tour du plateau à indexations (on suppose que le temps nécessaire pour effectuer une rotation de $(1/24)$ de tour est de *500 millisecondes*).

Une fois le système de comparaison signale la fin de l'emboutissage de N pièces ($c=1$), les pièces embouties sont retirées par l'opérateur, la station d'emboutissage est alors prête à l'exécution d'un nouveau cycle qui sera amorcé par la présence de nouvelles pièces ($p=1$) et l'appui sur le bouton poussoir « *Dcy* ».

La structure d'un modèle Grafcet du point de vue commande (G1), décrivant le fonctionnement de cette station est donnée par la figure C.2 .

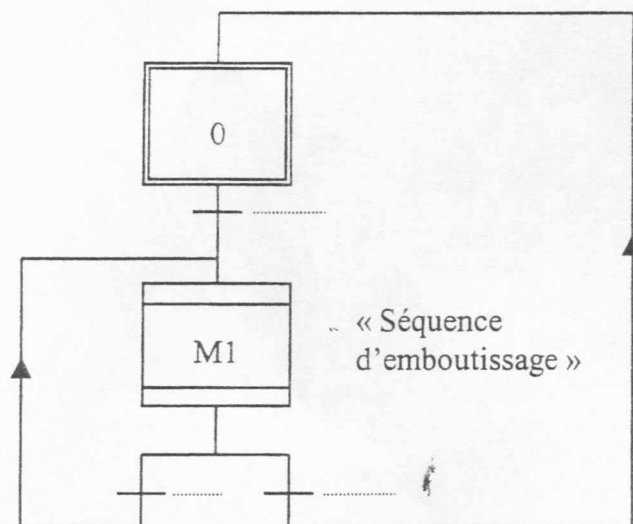


Figure C.2 : Grafcet du point de vue commande G1.

Abr
MR
MR
p
h
b
c
Dc

C.1.

C.1.

C.1

Il
un
co
co

Notations utilisées

Abréviation	Description
MR1	Action de mise en marche du moto-réducteur MR1
MR2	Action de rotation de (1/24) de tour du plateau à indexations
p	Détection d'une pièce à emboutir sur l'empreinte située sous le poinçon
h	Poinçon en position haute
b	Poinçon en position basse
c	Indication d'égalité entre les pièces embouties et présélectionnées
Dcy	Appui sur le bouton de départ du cycle

C.1.1. Compléter le Grafset G1 en ajoutant les réceptivités associées aux transitions,

C.1.2. Donner l'expansion de la macro-étape M1 « Séquence d'emboutissage »,

C.1.3. Modifier l'expansion de la macro-étape M1 pour assurer simultanément la montée du poinçon en position haute et la rotation de (1/24) de tour du plateau à indexations dès que le poinçon quitte la position basse.

PARTIE C-2 : ÉTUDE DU COMPAREUR DE PIÈCES EMBOUTIES ET PRESELECTIONNEES.

Il s'agit d'un circuit logique combinatoire qui compare deux grandeurs binaires et produit une sortie désignant l'égalité entre elles. Dans notre cas (Figure C.3), les grandeurs binaires à comparer sont respectivement : les 5 bits de sortie de la roue codeuse et ceux du système de comptage incrémenté par le détecteur p.

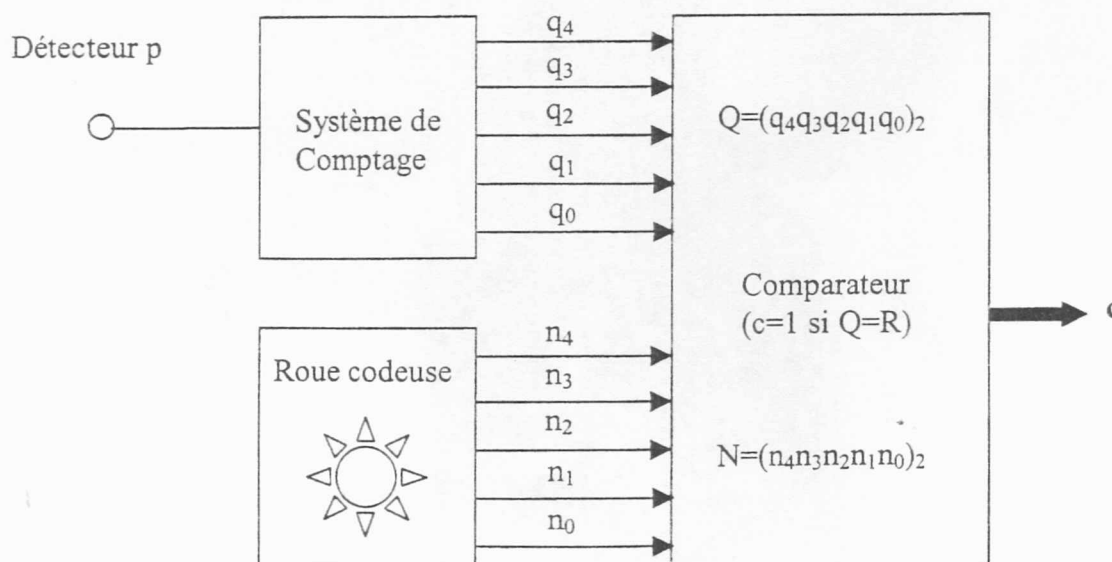


Figure C.3 : Schéma synoptique du circuit combinatoire de comparaison

C.2.1. La synthèse du comparateur peut être effectuée de la manière suivante :

Considérons d'abord deux nombres de 1 bit. Soient a_i et b_i deux éléments binaires et F la fonction permettant de calculer ($a_i=b_i$):

Donner l'expression simplifiée de F en fonction de a_i et b_i .

C.2.2. La comparaison s'étend facilement au delà de deux éléments binaires. Ceci peut se réaliser à l'aide d'un circuit combinatoire comparant chacun des éléments binaires pris deux à deux. On propose d'examiner la comparaison des deux nombres à 5 éléments binaires : $Q=(q_4q_3q_2q_1q_0)_2$ et $N=(n_4n_3n_2n_1n_0)_2$. Ainsi, on demande de:

C.2.2.1. Donner l'expression algébrique de la sortie du comparateur « c ».

C.2.2.2. En déduire le logigramme de la sortie « c » en utilisant des portes logiques élémentaires à deux entrées (NON, OU, ET, OU-EXCLUSIF).

PARTIE C.3: ETUDE DE L'ASSERVISSEMENT DE POSITION DU PLATEAU A D'INDEXATION

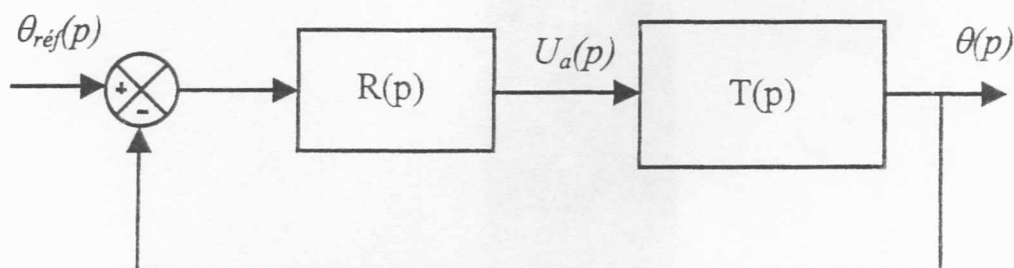
Le système à étudier est constitué d'un moteur à courant continu et à aimant permanent muni d'un capteur analogique de position. Nous utilisons les notations suivantes pour représenter les paramètres du système:

$u_a(t)$: Tension d'induit ; $\theta(t)$: Position angulaire ; $\theta_{ref}(t)$: Consigne de position.

Comme la charge est couplée à l'arbre du moteur et le couple résistant est supposé nul, la fonction de transfert du système est de la forme:

$$T(p) = \frac{\theta(p)}{U_a(p)} = \frac{2}{p(1+0.1p)(1+16p)}$$

Ce processus est inséré dans une boucle d'asservissement contenant un régulateur à actions proportionnelle et dérivée de la forme : $R(p) = G + T_d p$.



C.3.1. Déterminer les valeurs des paramètres du régulateur G et T_d qui permettent au système asservi d'éliminer la constante la plus grande de $T(p)$ et d'assurer une marge de phase de 60° .

C.3.2. Déterminer l'expression de la fonction de transfert en boucle fermée $H(p) = \frac{\theta(p)}{\theta_{ref}(p)}$ et la mettre sous la forme canonique standard d'un système de second ordre.

En déduire l'expression et la valeur du gain statique K , du coefficient d'amortissement m et de la pulsation propre ω_0 .

C.3.3. Calculer le temps de pic (T_{pic}) et le dépassement ($D\%$).

C.3.4. Calculer la valeur de l'erreur statique de position $\varepsilon_1(\infty)$.

C.3.5. Justifier le choix de ce type de régulateur.