

SECTION : SCIENCES TECHNIQUES

EPREUVE : TECHNOLOGIE

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

Constitution du sujet :

Un dossier technique : pages 1/6 – 2/6 – 3/6 – 4/6 – 5/6 et 6/6.

Un dossier réponses : pages 1/8 – 2/8 – 3/8 – 4/8 – 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8

Travail demandé :

A- PARTIE GENIE MECANIQUE : pages 1/8-2/8-3/8 et 4/8 (10 points)

B- PARTIE GENIE ELECTRIQUE : pages 5/8- 6/8-7/8 et 8/8 (10 points)

Observation : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice non programmable est permise.

CADREUSE AUTOMATIQUE

1- Présentation du système

Le système à étudier permet de produire automatiquement différents modèles de cadres métalliques en fer rond (de diamètre 6 à 10 mm) utilisés pour armer les poutres et les poteaux en béton.

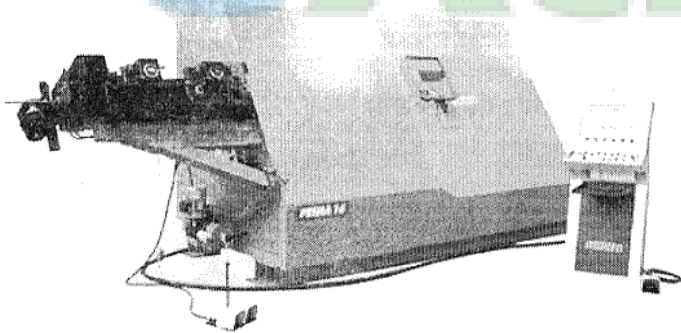
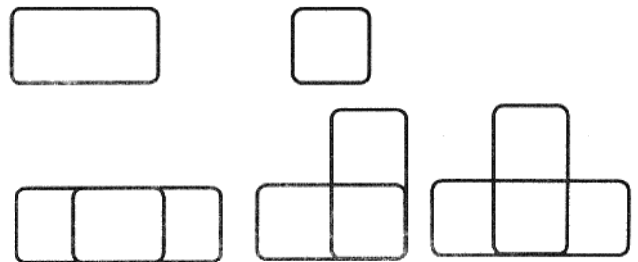


Figure 1

Exemples de cadres réalisés



La cadreuse (figure 1 et figure 2) est constituée principalement:

- d'un dévidoir à axe vertical recevant le rouleau de fer rond;
- d'une dérouleuse permettant d'avancer le fer rond à vitesse réglable selon la nécessité;
- d'une redresseuse permettant de redresser le fer rond;
- d'une plieuse permettant de façonner le fer rond sous la forme désirée;
- d'un module de coupe permettant de couper le fer rond une fois que l'opération de pliage est terminée;
- d'un bac assurant le stockage des cadres réalisés.

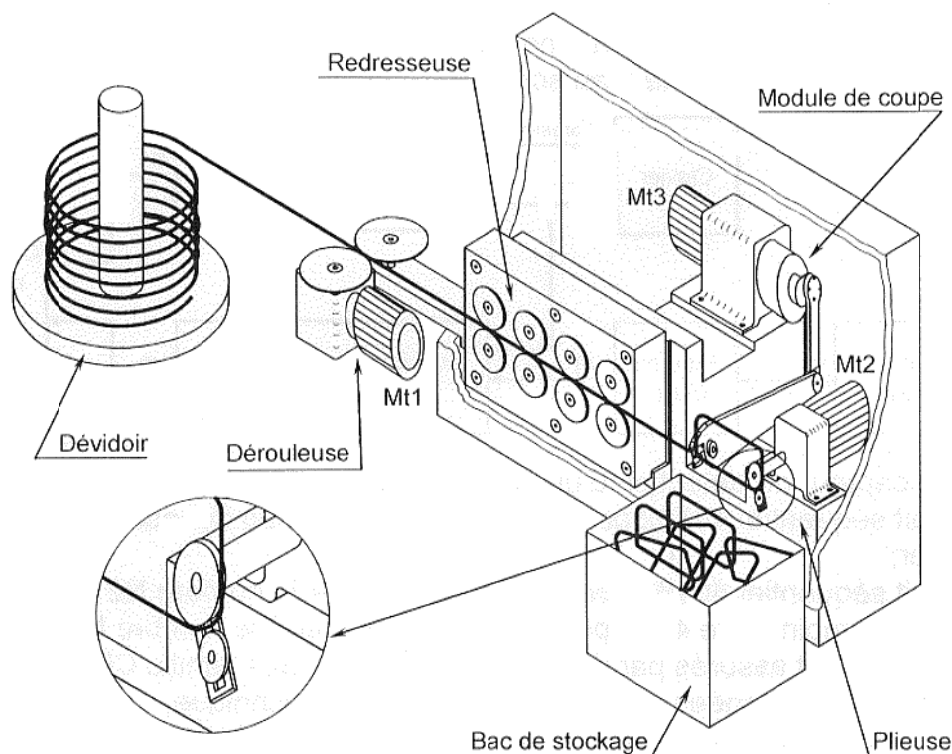


Figure 2

2- Fonctionnement du système

a- Réalisation d'un cadre

La mise en place du rouleau de fer rond sur le dévidoir se fait manuellement. L'appui sur le bouton de mise en marche S_0 , provoque la rotation du moteur **Mt1** pour faire avancer le fer rond vers la plieuse par l'intermédiaire de la redresseuse. Chaque fois que le fer rond arrive à la plieuse, avec un dépassement bien déterminé, l'opération de pliage se réalise, selon le modèle choisi, grâce au moteur **Mt2**.

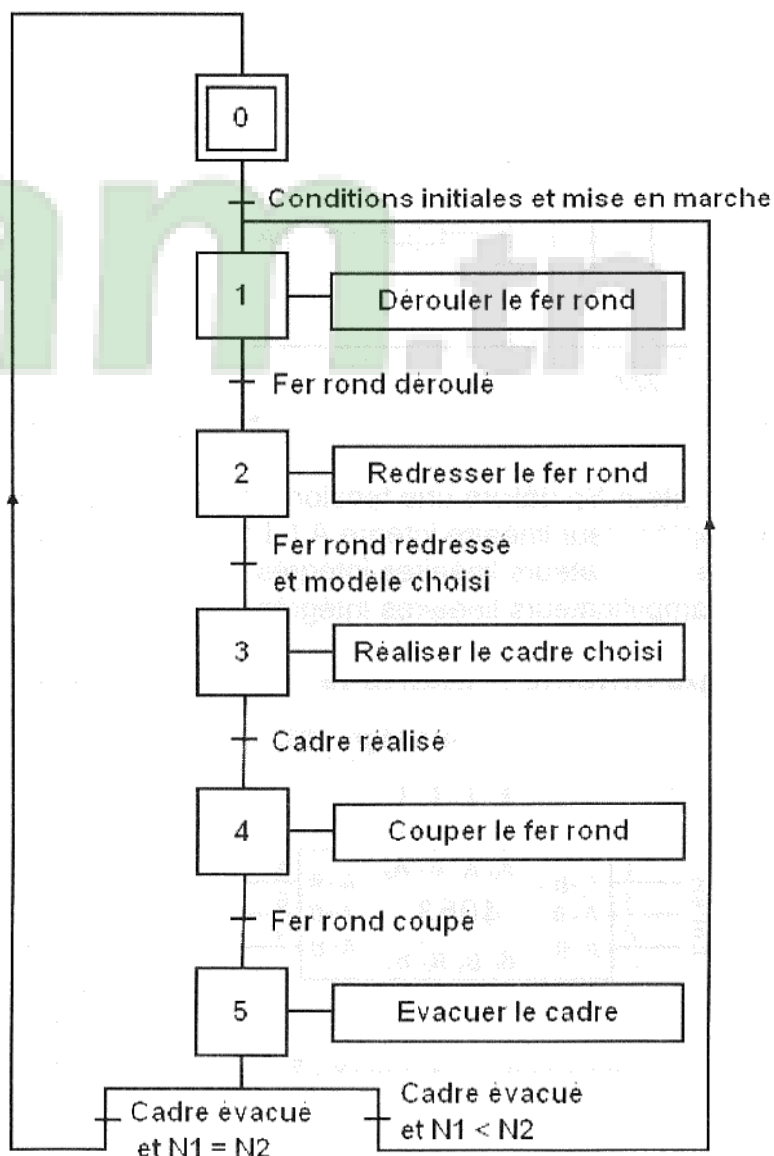
Une fois le cadre est réalisé, un module de coupe entraîné par le moteur **Mt3**, coupe le cadre qui chute dans le bac de stockage.

b- Description temporelle

Le fonctionnement de la cadreuse est décrit par le GRAFCET d'un point de vue du système ci-contre.

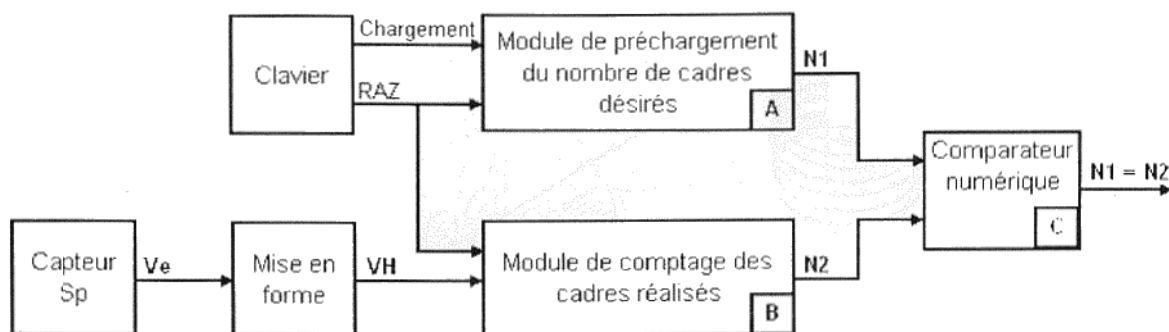
N1: nombre de cadres qu'on désire réaliser,

N2: nombre de cadres réalisés.



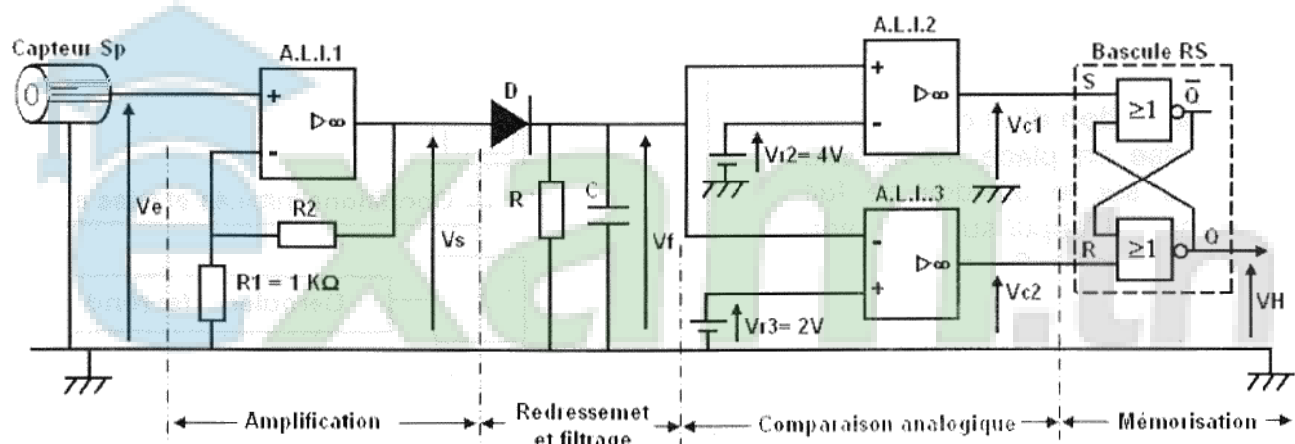
3- Unité de gestion de la production

Cette unité comporte essentiellement une carte électronique permettant de gérer la production selon la demande désirée conformément au schéma synoptique suivant :



- Capteur Sp : capteur de détection d'un cadre réalisé;
- Bloc A : circuit séquentiel **40192** permettant la mémorisation du nombre N1 de cadres que l'on désire réaliser;
- Bloc B : circuit séquentiel **40192** permettant de compter le nombre N2 de cadres réalisés;
- Bloc C : circuit combinatoire **4063** permettant de comparer le nombre N2 au nombre N1;
- Les blocs A et B sont assurés par des circuits intégrés de la famille CMOS 40192 dont les caractéristiques sont données à la page 4/6 du dossier technique;
- Le bloc C est réalisé par des circuits intégrés de la famille CMOS 4063 dont les caractéristiques sont données à la page 3/6 du dossier technique.

4- Circuit de mise en forme



Le capteur Sp délivre une tension alternative V_e de valeur maximale 0.06 V ;

L'amplificateur linéaire intégré A.L.I.1 est alimenté entre $-V_{cc} = -12$ V et $+V_{cc} = +12$ V.

Les amplificateurs linéaires intégrés A.L.I.2 et A.L.I.3 sont alimentés entre 0V et $+V_{cc} = +12$ V.

Les amplificateurs linéaires intégrés A.L.I.1, A.L.I.2 et A.L.I.3 sont supposés parfaits.

5- Documents constructeurs

Brochage du circuit intégré 4063

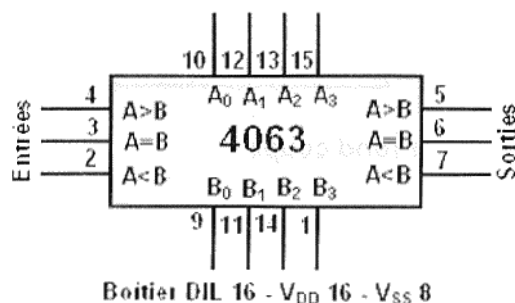


Table de vérité du circuit intégré 4063

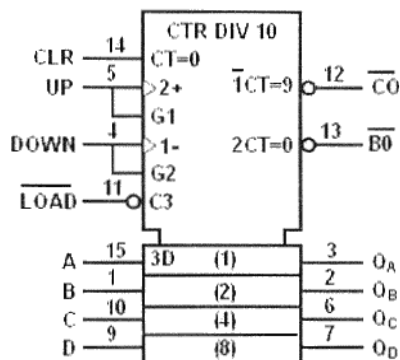
Entrées de comparaison				Entrées de mise en cascade			Sorties		
A_3, B_3	A_2, B_2	A_1, B_1	A_0, B_0	$A < B$	$A = B$	$A > B$	$A < B$	$A = B$	$A > B$
$A_3 > B_3$	X	X	X	X	X	X	0	0	1
$A_3 = B_3$	$A_2 > B_2$	X	X	X	X	X	0	0	1
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 > B_1$	X	X	X	X	0	0	1
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 > B_0$	X	X	X	0	0	1
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	0	0	1	0	0	1
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	0	1	0	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	1	0	0	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 < B_0$	X	X	X	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 < B_1$	X	X	X	X	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 < B_2$	X	X	X	X	X	1	0	0
$A_3 < B_3$	X	X	X	X	X	X	1	0	0

X : état indifférent

1 : niveau logique haut

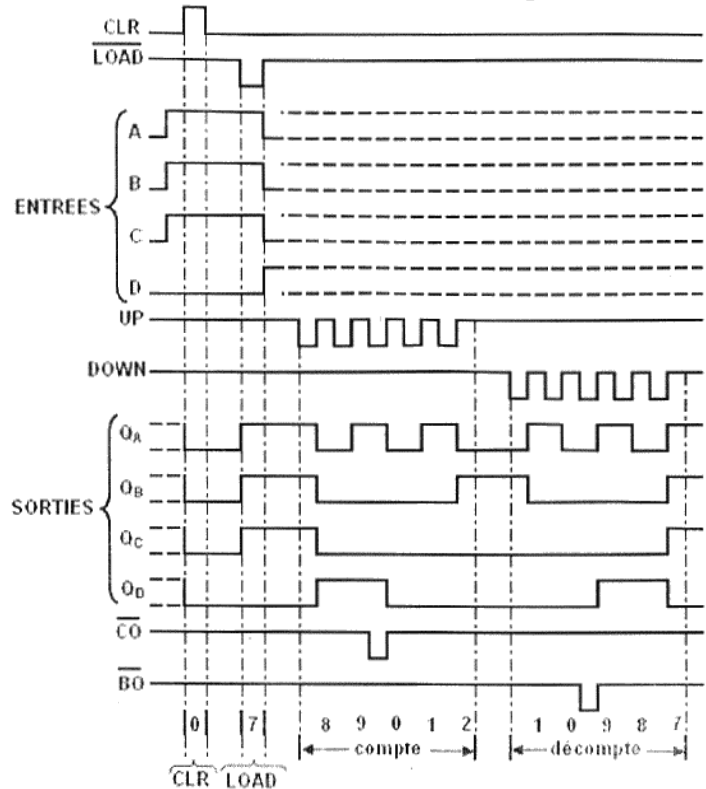
0 : niveau logique bas

Brochage du circuit intégré 40192 compteur-décompteur décimal synchrone 4 bits



Boîtier DIL 16
 $V_{DD} 16$
 $V_{SS} 8$

Chronogramme du circuit intégré 40192



Circuit de puissance du moteur Mt3

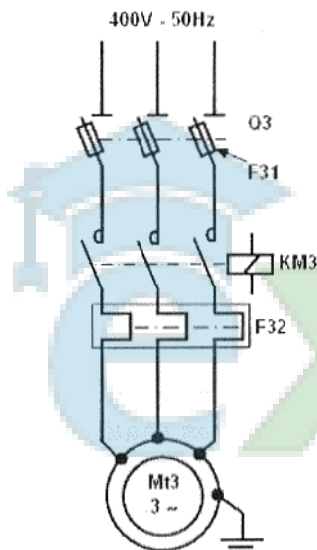
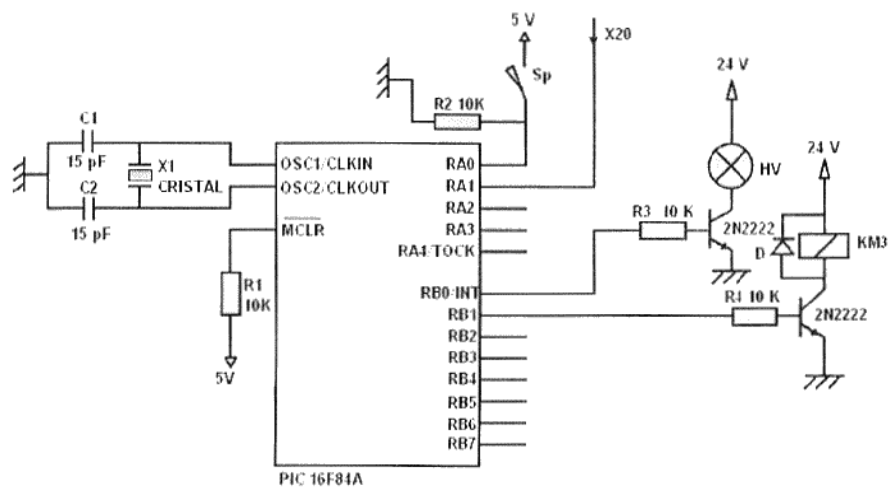


Tableau de choix des moteurs asynchrones triphasés fermés
IP 55 - 50HZ - Classe F - $\Delta T 80 K$ 230 V Δ / 400 V Y - S1

	Puissance nominale	Vitesse nominale	Moment nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement
	P_N KW	N_N tr/min	M_N N.m	$I_N(400V)$ KW	$\cos\phi$	η %
FLS80L	0.25	950	2.51	0.8	0.74	60.3
FLS80L	0.37	940	3.76	1.2	0.74	61.0
FLS80L	0.55	955	5.5	1.8	0.64	65.0
FLS90S	0.75	940	7.62	2.1	0.80	65.2
FLS90S	1.1	940	11.2	2.7	0.81	72.5
FLS100LK	1.5	955	15	3.5	0.78	78.3

Carte de commande du moteur Mt3



GRAFCET PC du moteur Mt3

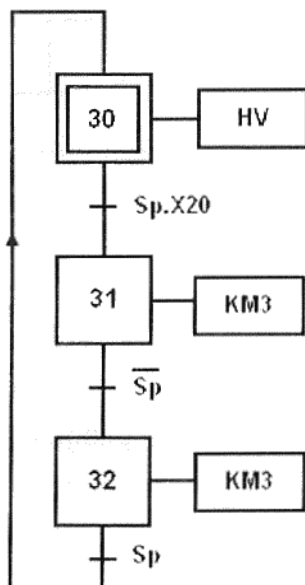


Table d'identification des entrées/sorties

X20	Information de fin de pliage
Sp	Capteur de fin de coupe d'un cadre
HV	Voyant indiquant l'état repos de Mt3
KM3	Contacteur de commande de Mt3

6- Fonctionnement du module de coupe :

Le dessin d'ensemble (page 6/6 du dossier technique) représente le module de coupe dans la position basse du couteau mobile; la cisaille (formée par le couteau mobile et le couteau fixe) est fermée.

Le moteur **Mt₃** communique son mouvement de rotation à l'arbre à excentrique **(9)** par l'intermédiaire d'un réducteur **(3)**.

La rotation de l'arbre **(9)** est transformée en un mouvement angulaire alternatif du levier porte couteau mobile **(25)** grâce à l'excentrique (réalisé sur l'arbre **(9)**) et la bielle **(16)**.

Pour exécuter un cycle de coupe, le couteau mobile **(39)** solidaire du levier **(25)** réalise un mouvement oscillant autour de l'axe **(31)**. Le détecteur **(10)** indique la fin de coupe d'un cadre réalisé.

7- Nomenclature

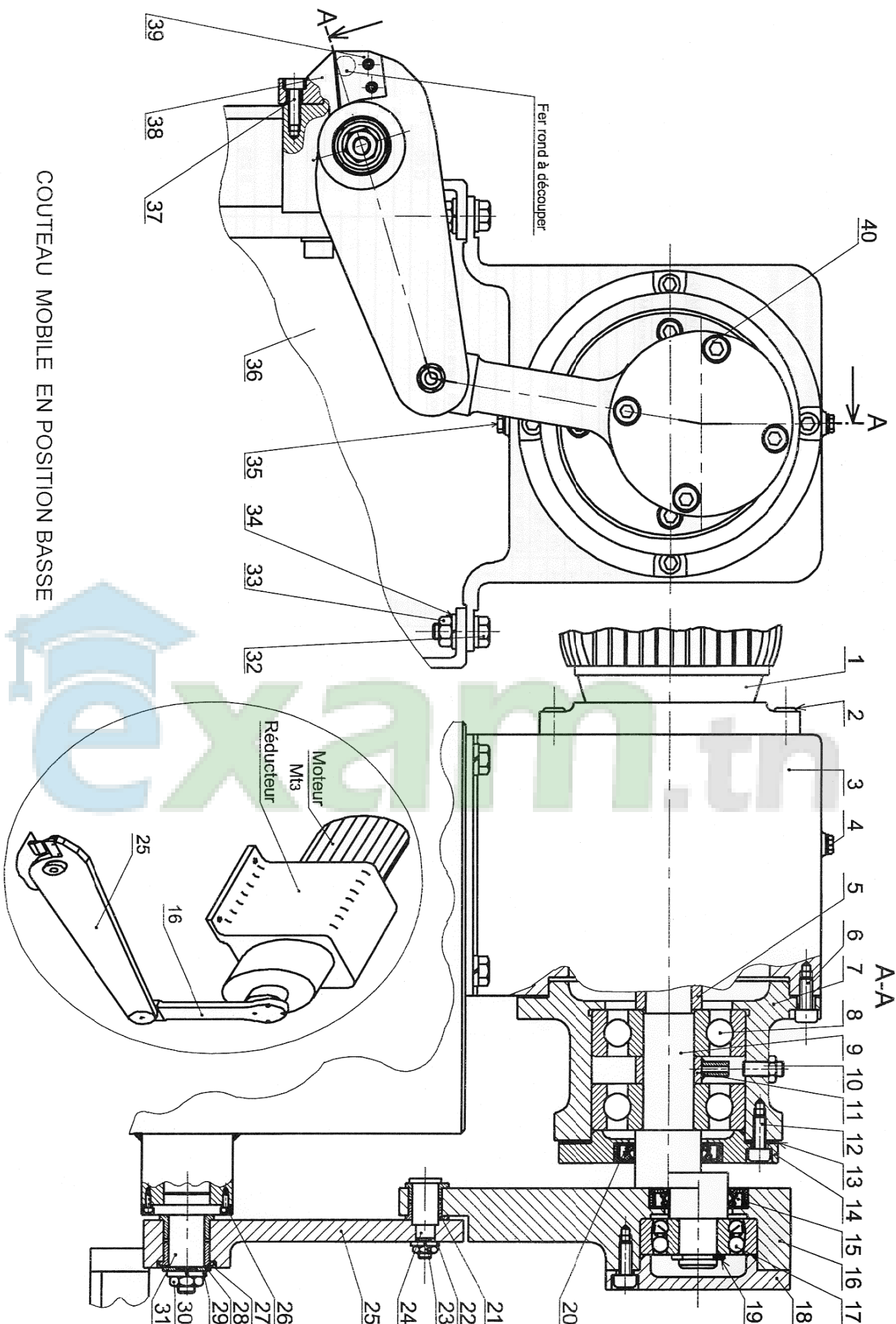
40	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M10-30		
39	1	Couteau mobile		
38	1	Couteau fixe		
37	2	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M8-30		
36	1	Bâti	EN-GJL-200	
35	1	Vis à tête hexagonale, M8-15		
34	4	Rondelle Grower		
33	4	Ecrou hexagonal		
32	4	Vis à tête hexagonale M12-35		
31	1	Axe fixe	C60	
30	1	Ecrou hexagonal		
29	1	Rondelle Grower		
28	1	Rondelle plate	C60	
27	2	Coussinet à collerette	CuSn9P	
26	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M5-12		
25	1	Levier porte couteau mobile	C 22	
24	1	Axe	C 60	
23	1	Ecrou hexagonal		
22	1	Rondelle Grower		
21	2	Coussinet à collerette	CuSn9P	
20	1	Joint à deux lèvres		
19	1	Anneau élastique pour arbre		
18	1	Couvercle	S 235	
17	1	Roulement à deux rangées de billes à rotule		
16	1	Bielle	C 45	
15	1	Joint à deux lèvres		
14	1	Couvercle	S 235	
13	1	Joint d'étanchéité		
12	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M10-30		
11	1	Bague	S 235	
10	1	Détecteur		
9	1	Arbre à excentrique	35 Cr Mo 4	
8	2	Roulement à billes à contact radial		
7	1	Boîtier	S 235	
6	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M10-30		
5	1	Bague	S 235	
4	1	Vis à tête hexagonale M10-16		
3	1	Réducteur		
2	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M12-10		
1	1	Moteur Mt ₃		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations
MODULE DE COUPE				

COUTEAU MOBILE EN POSITION BASSE

Echelle 1 : 3

MODULE DE COUPE

A3

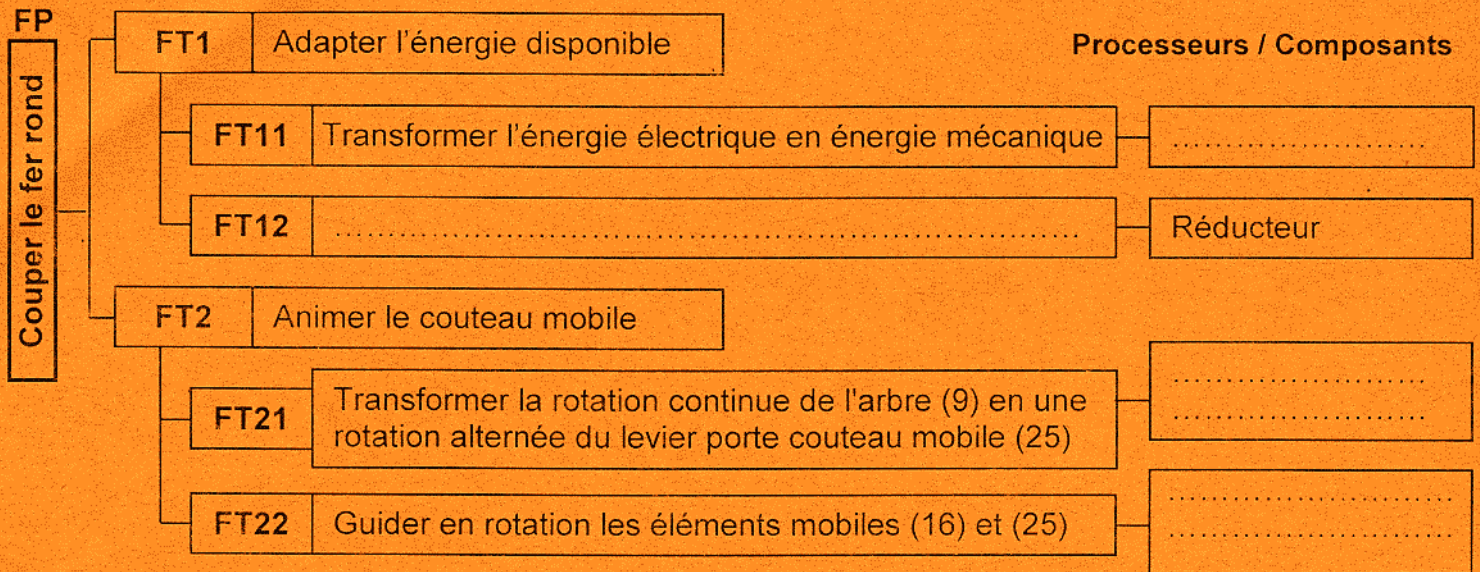


A - PARTIE GENIE MECANIQUE

1- Etude de la transmission du module de coupe :

En se référant au dossier technique (pages 5/6 et 6/6)

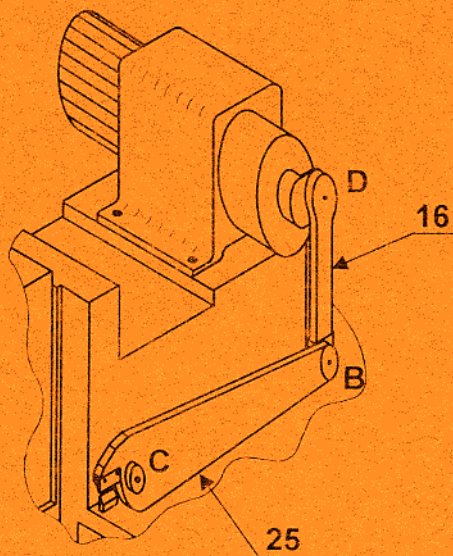
1-1 Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction de service "Couper le fer rond".



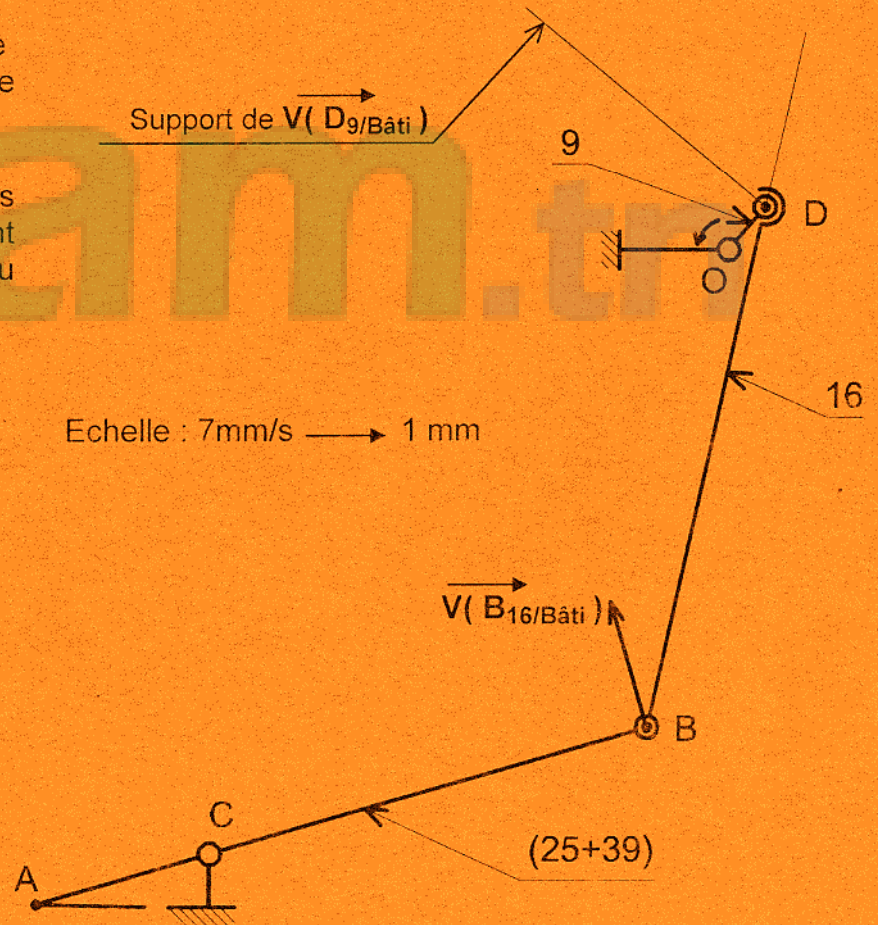
2- Etude cinématique :

Dans cette partie, on demande de choisir le moteur Mt3 à utiliser pour le module de coupe.

Le schéma cinématique ci-dessous représente les éléments assurant l'entraînement du levier porte couteau mobile (25).



Echelle : 7mm/s → 1 mm



Pendant la phase de coupe, pour une position donnée, la vitesse $\| \vec{V}(B_{16}/bâti) \| = 119 \text{ mm/s}$.

2-1 Représenter, sur le schéma de la page 1/8 du dossier réponses, le vecteur vitesse $\vec{v}(D_9/bâti)$ et déterminer sa valeur en utilisant la méthode d'équiprojectivité.

$\|\vec{v}(D_9/bâti)\| = \dots\dots\dots \text{mm/s}$

2-2 Calculer la vitesse de rotation de l'arbre excentré (9) sachant que l'excentricité OD est $e = 26 \text{ mm}$.

$N_9 = \dots\dots\dots$

2-3 On prendra pour la suite : vitesse de rotation $N_9 = 78 \text{ tr/min}$.

Sachant que : - le couple appliqué sur l'arbre (9) est $C_9 = 68,5 \text{ Nm}$.

- le rapport de réduction du réducteur $r = 1/12$; le rendement du réducteur $\eta = 0,9$

2-3-1 Calculer la vitesse de rotation du moteur.

$N_m = \dots\dots\dots$

2-3-2 Calculer la puissance P_m du moteur

$P_m = \dots\dots\dots$

2-3-3 En se référant au dossier technique page 4/6, choisir le moteur qui convient en précisant sa puissance et sa vitesse de rotation.

Puissance nominale : $\dots\dots\dots$

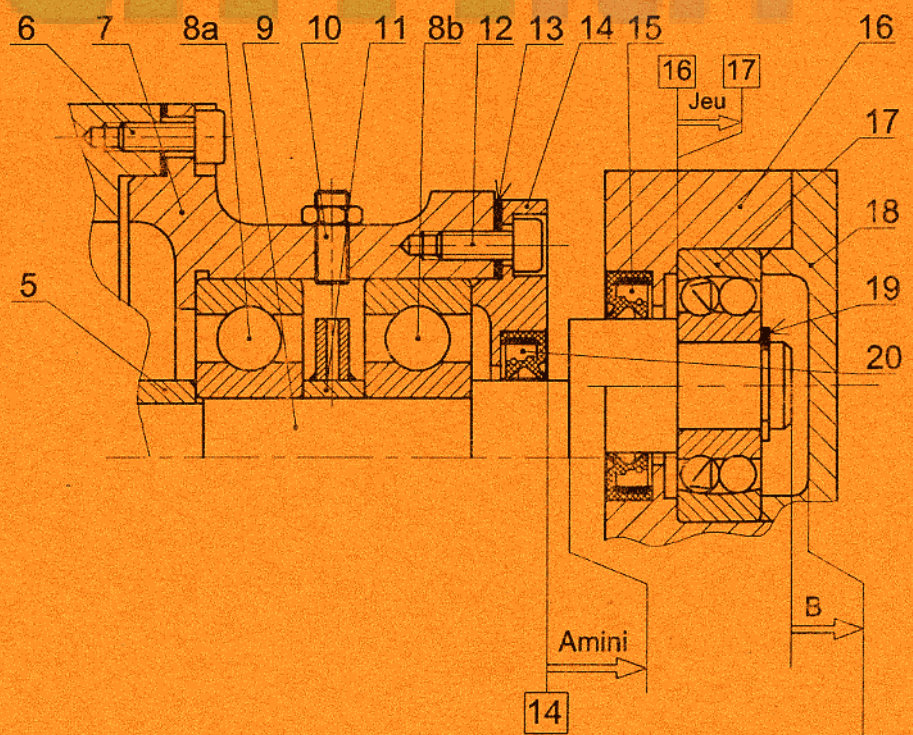
Vitesse nominale : $\dots\dots\dots$

3- Guidage de l'arbre à excentrique (9)

3-1 La condition **B** est elle mini ou maxi? Justifier.

.....

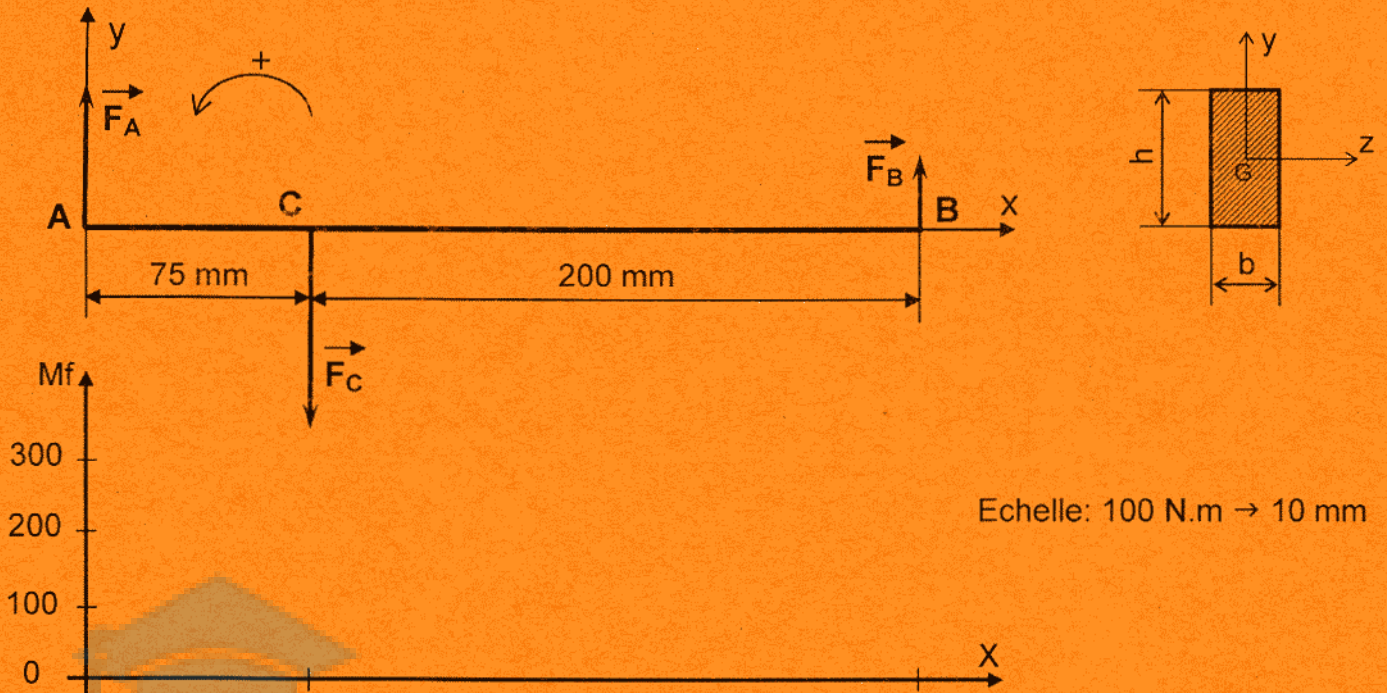
3-2 Tracer les chaînes de cotes relatives aux conditions **Amini** et **B**.



4- Etude de résistance du levier porte couteau (25)

Le levier (25) porte lame est assimilé à une poutre de section rectangulaire sollicitée à la flexion plane simple sous l'action des efforts $\vec{F}_A$, $\vec{F}_B$ et $\vec{F}_C$. Ce levier est modélisé par la figure ci-dessous.

On donne : $\|\vec{F}_A\| = 3000 \text{ N}$; $\|\vec{F}_B\| = 1125 \text{ N}$; $\|\vec{F}_C\| = 4125 \text{ N}$



4-1 Déterminer les expressions des moments fléchissants le long de la poutre

Entre A et C : $M_f = \dots\dots\dots$

Entre C et B : $M_f = \dots\dots\dots$

4-2 Tracer le diagramme des moments fléchissants le long de la poutre et en déduire la valeur du moment fléchissant maximal.

$\|\vec{M}_{f_{\max}}\| = \dots\dots\dots$

4-3 Sachant que $b = 15 \text{ mm}$ et $h = 50 \text{ mm}$:

4-3-1 calculer le moment quadratique I_{Gz} de la section.

$I_{Gz} = \dots\dots\dots$

4-3-2 calculer la valeur de la contrainte normale maximale.

$\|\vec{\sigma}_{\max}\| = \dots\dots\dots$

4-4 Le levier porte couteau (25) est en acier de résistance à la limite élastique $R_e = 250 \text{ N/mm}^2$ et le coefficient de sécurité est $s = 4$:

4-4-1 calculer la valeur de la résistance pratique R_p .

$R_p = \dots\dots\dots$

4-4-2 vérifier si le levier porte couteau (25) résiste à la flexion.

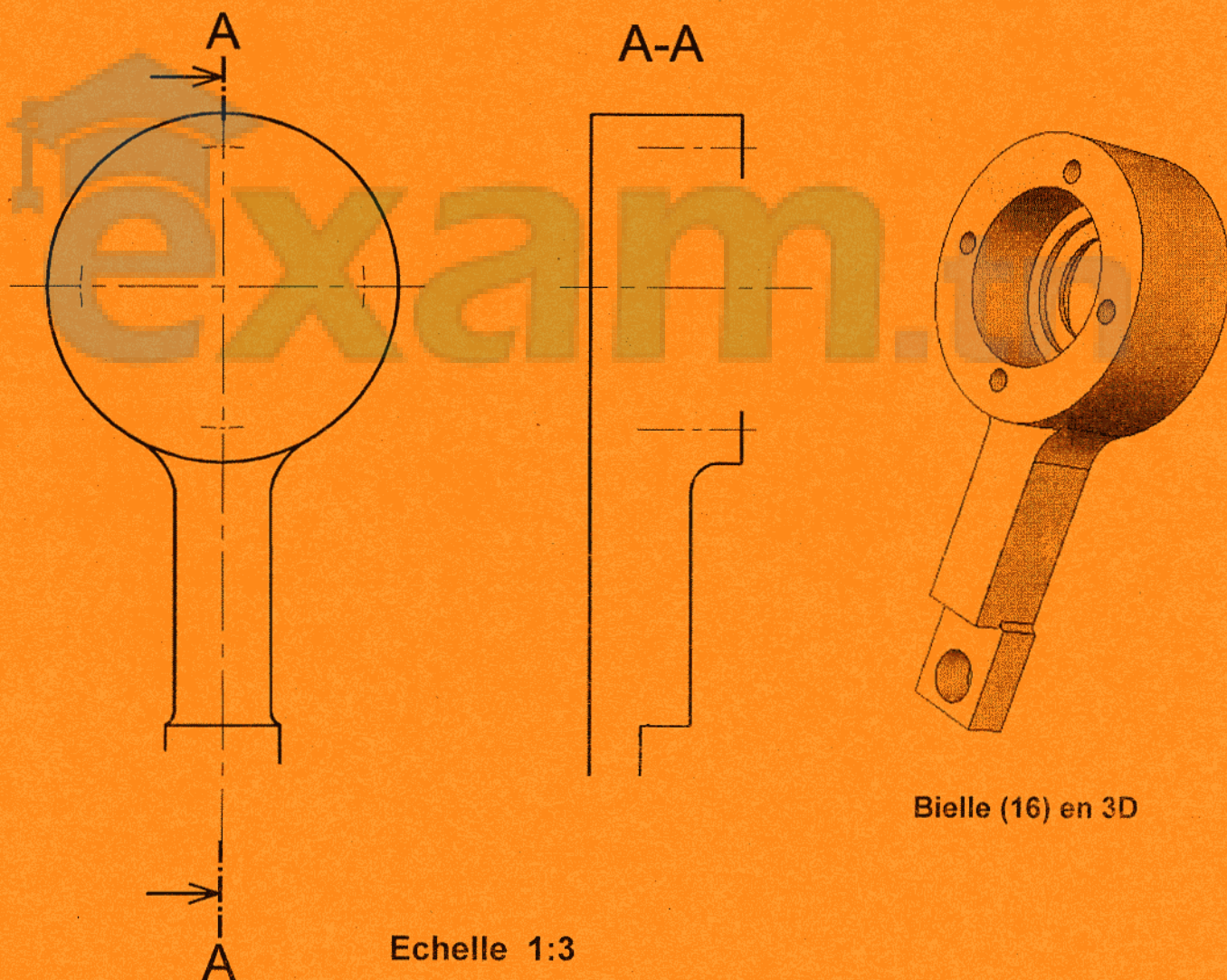
5- Définition graphique de la bielle (16)

En se référant au dessin d'ensemble du module de coupe et à sa nomenclature (voir dossier technique pages 5/6 et 6/6),

5-1 compléter le dessin de définition de la bielle (16) à l'échelle 1/3 par :

- la vue de face en coupe A-A (sans détails cachés);
- la vue de droite.

5-2 indiquer les conditions géométriques nécessaires aux montages du roulement (17) et du joint à lèvres (15).

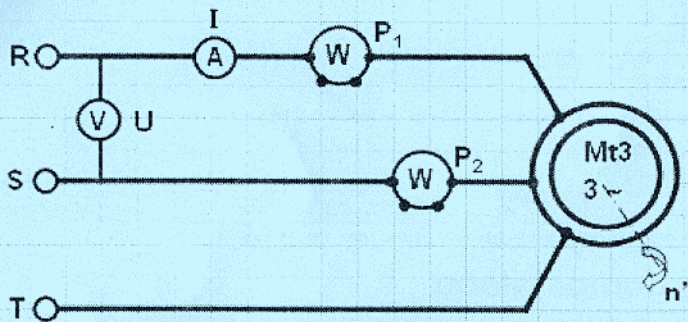


B – PARTIE GENIE ELECTRIQUE

I- Etude du moteur Mt3

Certaines données de la plaque signalétique du moteur Mt3 sont illisibles, pour les rétablir on fait subir au moteur les essais en charge et à vide.

- 1- Compléter le schéma du montage permettant la mesure de la tension, du courant et de la puissance absorbée par la méthode de deux wattmètres.



Ce montage a permis de réaliser :

- Un essai à vide (levier porte couteau décroché) on relève :
 $U = 400 \text{ V}$; $I_0 = 1 \text{ A}$; $P_1 = 320 \text{ W}$
 $P_2 = - 46 \text{ W}$ (le wattmètre P_2 dévie en sens inverse)
 $n' = \text{proche de } 1000 \text{ tr/min}$
- Un essai en charge (moteur en phase de coupe) on relève :
 $U = 400 \text{ V}$; $I = 1.8 \text{ A}$; $P_1 = 712 \text{ W}$
 $P_2 = 264 \text{ W}$. $n' = 950 \text{ tr/min}$.
(les deux wattmètres dévient dans le même sens)
- La résistance R_B mesurée à chaud entre deux bornes du stator vaut 9.46Ω .

- 2- A partir des résultats de l'essai à vide déterminer:

a- La puissance P_0 absorbée par le moteur;

b- Les pertes fer statoriques et les pertes mécaniques en admettant qu'elles sont égales;

- 3- A partir des résultats de l'essai en charge déterminer:

a- La puissance active absorbée par le moteur P_a ;

b- Le facteur de puissance $\cos \varphi$;

c- Le nombre de paires de pôles et le glissement du moteur;

d- Les pertes par effet Joule au stator;

e- La puissance transmise au rotor;

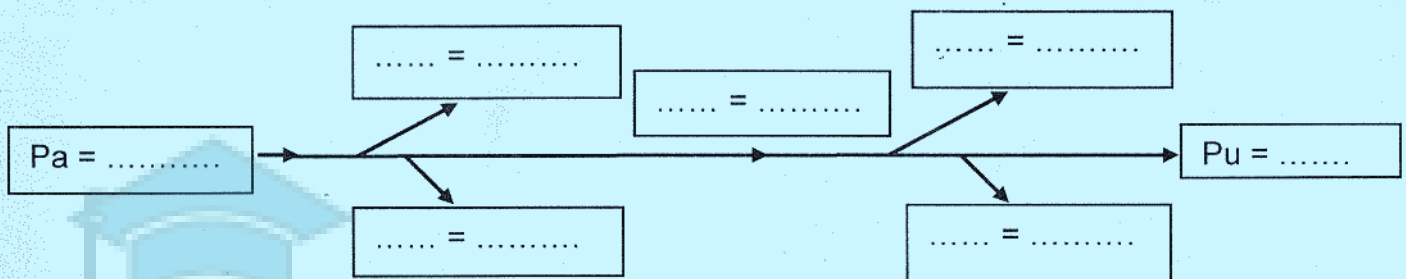
f- Les pertes par effet Joule au rotor;

g- La puissance utile P_u ;

h- Le moment du couple utile;

i- Le rendement du moteur;

4- Reporter les valeurs trouvées sur le bilan suivant:



5- À partir du document constructeur relatif au tableau de choix des moteurs asynchrones donné à la page 4/6 du dossier technique identifier la référence du moteur puis compléter les indications manquantes sur sa plaque signalétique.

Référence du moteur:.....

MOT. 3 -					
N° 60034		BJ002	Kg 21		
IP 55		I cl. F	40°C	S1	
V	Hz	tr/min	KW	cosφ	A
Δ 230	50				
Y 400					2,1

6- Le moteur Mt3 étant raccordé à un réseau triphasé à travers la chaîne de commande et de protection figurant à la page 4/6 du dossier technique. Identifier chaque élément de cette chaîne et préciser sa fonction.

Référence	Désignation	Fonction
Q3		
F31		
KM3		
F32		

II- Etude de la commande du moteur Mt3

En se référant au GRAFCET PC du moteur Mt3 et à sa carte de commande à la page 4/6 du dossier technique compléter le GRAGFCET codé microcontrôleur PIC 16F84A et son programme en Mikropascal.

[illegible]

III- Gestion de la production des cadres réalisés

En se référant au schéma structurel du circuit de mise en forme donné à la page 3/6 du dossier technique :

1- Etude du montage amplificateur A.L.I.1

- a- A partir des chronogrammes ci-contre de V_e et V_s déterminer le coefficient d'amplification $A_v = V_s/V_e$ quand V_e est positive.

.....

.....

.....

- b- Quel est le régime de fonctionnement du circuit A.L.I.1 dans ce cas ?

.....

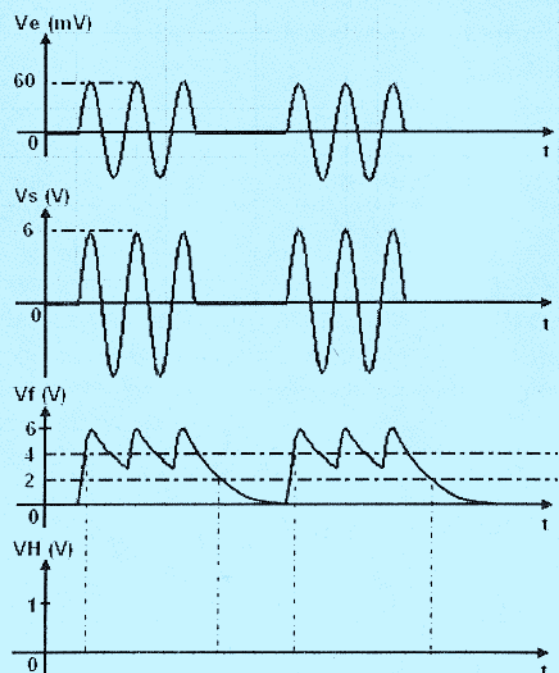
.....

.....

.....

- c- Exprimer le coefficient d'amplification $A_v = V_s/V_e$ en fonction de R_2 et R_1

.....



d- Déterminer la valeur de R2 si on prend $R1 = 1\text{ k}\Omega$.

e- Quelle serait la valeur de la tension V_s si on prend $R2 = 220\text{ k}\Omega$? Justifier ce résultat.

2- Etude du montage comparateur double seuils (AL.I.2 et AL.I.3)

a- à partir du schéma structurel donné à la page 3/6 du dossier technique, remplir le tableau suivant :

V_f (V)	V_{r2} (V)	V_{r3} (V)	V_{c1} (V)	V_{c2} (V)	V_H (0 ou 1)
$V_f > 4\text{ V}$	4	2			
$2\text{ V} < V_f < 4\text{ V}$	4	2			
$V_f < 2\text{ V}$	4	2			

b- Tracer le signal de comptage V_H sur le même chronogrammé de la question 1-a.

IV- Etude des circuits de comptage et de comparaison

Compléter le câblage des circuits de chargement du nombre N1, du compteur du nombre N2 et du comparateur de N2 à N1.

