

REPUBLIQUE TUNISIENNE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles
de Formation d'Ingénieurs
Session 2013



الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي
والبحر والبحري

المنافسات الوطنية للدخول
إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2013

Concours Technologie

Épreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

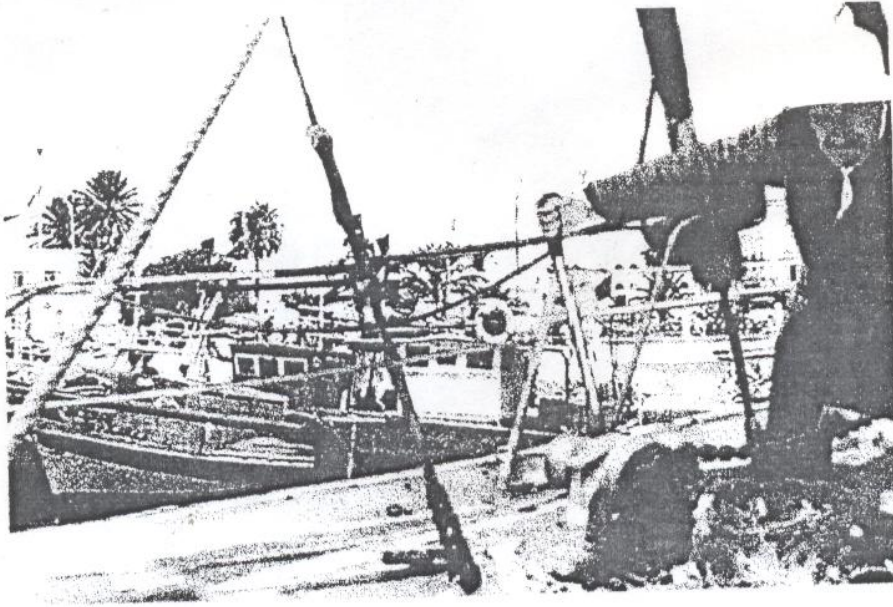
Date : Vendredi 07 Juin 2013

Heure : 8 Heures

Durée : 5 Heures

Barème : Partie A : 7 points - Partie B : 5 points - Partie C : 4 points - Partie D : 4 points

- L'épreuve comporte quatre parties :
 - A- Technologie de conception
 - B- Technologie de production
 - C- Mécanique & RDM
 - D- Automatique
- Le sujet de l'épreuve remis au candidat comporte :
 - ✓ Deux dossiers : « Présentation, Données et Hypothèses » et « Document Réponses ».
 - ✓ Deux documents techniques : « Dessin d'ensemble (DT1) » et « Dessin de définition (DT2) ».
- Aucun autre document n'est autorisé.
- L'utilisation des calculatrices de poche non programmables est autorisée.
- Les différentes parties sont indépendantes et doivent être traitées sur le document réponses.
- Il n'est fourni au candidat qu'un **seul et unique** « dossier document réponses » qui doit être rendu en totalité, à la fin de l'épreuve, même sans réponses.



DOSSIER

PRESENTATION, DONNEES ET HYPOTHESES

Ce dossier comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| ➤ Présentation et Nomenclature | : Pages 1 à 3 ; |
| ➤ Données et hypothèses - Partie A | : Pages 4 à 5 ; |
| ➤ Données et hypothèses - Partie B | : Pages 6 à 7 ; |
| ➤ Données et hypothèses - Partie C | : Pages 8 à 9 ; |
| ➤ Données et hypothèses - Partie D | : Pages 10 à 13 ; |



GUINDEAU DE LEVAGE D'UNE LIGNE DE MOUILLAGE

MISE EN SITUATION

L'immobilisation d'un bateau en pleine mer, nécessite son ancrage au fond marin par le biais d'une ligne de mouillage constituée d'une ancre reliée au bateau par l'intermédiaire d'une chaîne (figure 1).

Si la descente de cette chaîne peut se faire sous l'effet de son propre poids (par gravitation), sa remontée nécessite un dispositif appelé "guindeau électrique" installé à l'avant du bateau (figure 2).

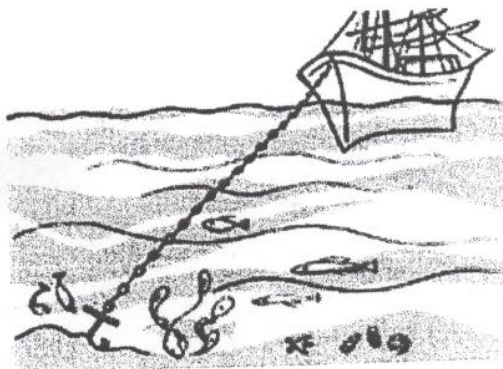
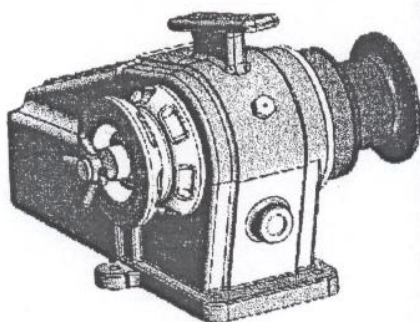
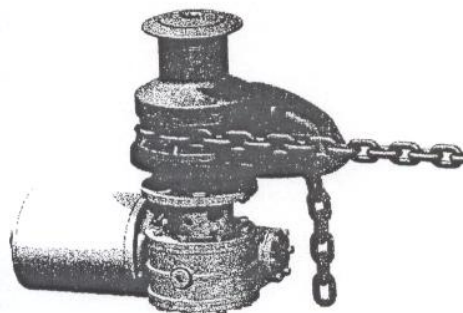


Figure 1 : Ancrage de bateau en pleine mer



(a) Guindeau électrique à axe horizontal.



(b) Guindeau électrique à axe vertical.

Figure 2 : Variantes du guindeau électrique.

Le guindeau peut être commandé électriquement ou manuellement par un levier inséré dans un volant d'entraînement. Ce levier peut aussi participer, avec un système de freinage, au contrôle de la vitesse de descente de l'ancre (figure 3).



Levier de commande manuelle

Volant d'entraînement



Figure 3 : Commande manuelle du guindeau électrique

Quelque soit l'orientation de son axe, le guindeau est composé principalement :

- D'un barbotin : C'est une couronne servant à faire virer la chaîne lors de l'opération de levage ;
- D'une poupée : C'est une poulie fixée sur le guindeau qui permet d'enrouler et de tendre un cordage ;
- D'un mécanisme de transmission de puissance mécanique. La rotation du barbotin conduit à la remontée de l'ancre par l'intermédiaire de la chaîne guidée par une roue folle (figure 4).

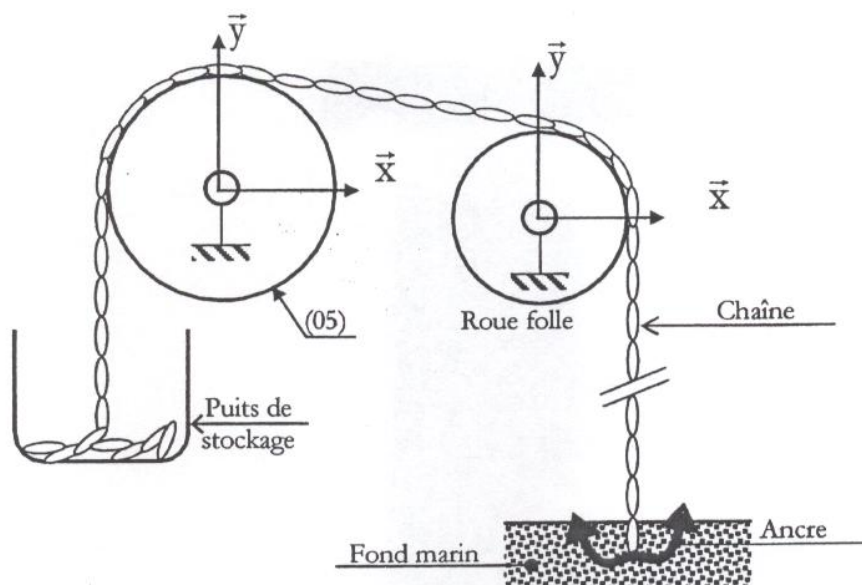


Figure 4 : Système de levage d'une ligne de mouillage.

N.B.

Il est porté à la connaissance des candidats que les parties A, B, C et D sont entièrement indépendantes de point de vue notation, repères et numéros des pièces.



NOMENCLATURE

36	1	Bouchon de remplissage		
35	1	Voyant niveau d'huile		
34	1	Roulement combiné à aiguilles et à rouleaux		
33	1		34 Cr4	1 filet
32	1	Clavette		Forme A
31	3	Joint à lèvres		
30	1	Bague	C35	
29	1	Joint		
28	3	Goujon M8 -40		
27	1	Moteur électrique		1500 tr/mn – 50Hz
26	2	Goujon M8 –120 bm40		
25	1	Clavette		
24	1	Arbre de transmission	34 Cr4	
23	1	Clavette		Forme A
22	1	Joint torique		
21	1	Crapaudine de volant	CC7655 [Cu Zn35 Mn2 Al1 Fe1]	
20	4	Ressort de compression		
19	1	Clavette	a x b x l	Forme A
18	1	Vis tête hexagonale M6 -22		ISO 4017
17	1	Rondelle plate	34 Cr4	
16	1		EN AW -5754 [Al Mg3]	D=100mm
15	1	Volant d'entraînement	C35	
14	1	Rondelle d'appui	E240	
13	1	Flasque	EN AB- 43000 [Al Si 10 Mg]	
12	6	Vis tête fraisée plate fondue M6 -16		ISO 2009
11	1	Ressort de compression		
10	1	Crapaudine de roue		
09	3	Anneau élastique pour arbre 25x1.2		
08	1		CW 502L [Cu Zn15]	
07	2	Roulement à billes Ø25 BC 02		
06	1	Cône de friction intérieur	CC7655 [Cu Zn35 Mn2 Al1 Fe1]	Chaîne 12 mm D =120mm
05	1		CC7655 [Cu Zn35 Mn2 Al1 Fe1]	
04	1	Cône de friction extérieur	CC7655 [Cu Zn35 Mn2 Al1 Fe1]	
03	1			
02	1	Capot arrière		
01	1	Corps	EN AC- 5086 [Al Mg4]	
Rp.	Nb	Désignation	Matière	Observation
Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles de Formation d'Ingénieurs				
Concours Technologie : Épreuve S.T.I			Session : 2013	
Guideau Électrique				

PARTIE A : TECHNOLOGIE DE CONCEPTION

PRESENTATION

Cette partie est dédiée à l'étude du système du guindeau de la figure A.1 par l'analyse et le calcul des principaux éléments de transmission.

Cette étude concerne:

- Une analyse fonctionnelle et technologique ;
- Une étude de mécanisme ;
- Une étude de transmission de puissance ;
- Une étude graphique.

Il est fortement recommandé de respecter les conventions et les données précisées ci-dessous.

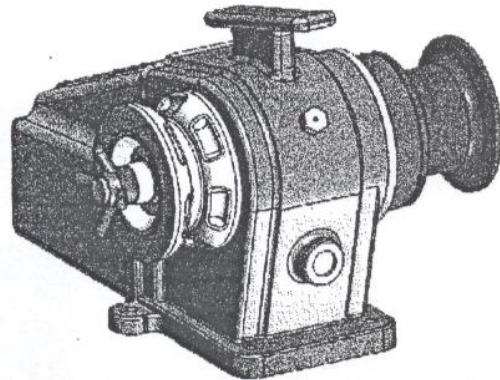


Figure A.1 : Modèle du guindeau électrique étudié.

DONNEES ET HYPOTHESES

Théorie des mécanismes

La figure A.2 représente le schéma cinématique minimal du guindeau électrique pendant un cycle de fonctionnement normal. Les repères utilisés correspondent aux groupes cinématiquement équivalents ci-dessous associés aux pièces principales du dessin d'ensemble DT1.

Le torseur cinématique, au point M, de la liaison L_k du mouvement du solide (i) par rapport au solide (j) et noté par :

$$\{v_{i/j}(L_k)\}_M = \begin{Bmatrix} \alpha_k & u_k \\ \beta_k & v_k \\ \gamma_k & w_k \end{Bmatrix}_M$$

On donne les groupes cinématiquement équivalents suivants:

- $\{1\} = \{01, 02, 12, 13, 26, 27, 28, 30, 36\}$
- $\{3\} = \{03, 04, 05, 06, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25\}$
- $\{8\} = \{08\}$
- $\{10\} = \{10\}$
- $\{21\} = \{21\}$
- $\{32\} = \{32, 33\}$

La relation entre le degré de mobilité « m » et le degré d'hyperstatisme « h » s'écrit :

$$I_c - E_c = m - h$$

Où :

- I_c : le nombre d'inconnues cinématiques ;
- E_c : le nombre d'équations cinématiques.

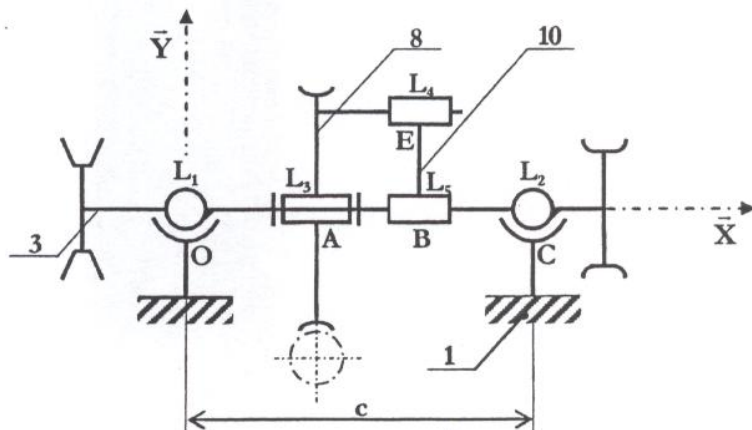


Figure A.2 : Schéma cinématique du système.



Transmission de puissance :

Système de transmission roue (08) et vis sans fin (33) :

- Diamètres primitifs en mm : $d_8 = 114$ et $d_{33} = 30$;
- Angles des hélices en degrés : $\beta_8 = 11,54$ et $\beta_{33} = 78,46$;
- Module normal en mm : $m_n = 2$;
- Angle de pression en degrés : $\alpha = 20^\circ$;
- Puissance transmise par la vis (33) : $P_{33} = 500 \text{ W}$;
- Fréquence de rotation de la vis (33) : $N_{33} = 1500 \text{ tr/mn}$.

$$\text{- Rendement : } \eta_{33/8} = \frac{\tan \beta_8}{\tan (\beta_8 + \varphi)}$$

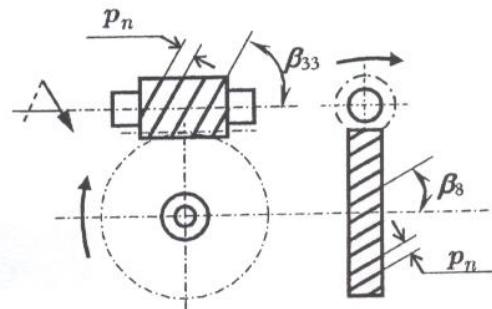
avec φ : Angle de frottement entre (33) et (08).

Figure A.3 : Système de transmission roue et vis sans fin

Accouplement de sécurité: système de crabotage à griffes (08), (10), (11) et (14) (figure A.4) :

- Diamètre moyen en mm : $d_m = 50$;
- Angle d'inclinaison en degrés : $\theta = 10$;
- Nombre des griffes : $n = 4$;
- Puissance transmise par la roue (08) : $P_8 = 300 \text{ W}$;
- Fréquence de rotation de la roue (08) : $N_8 = 80 \text{ tr/mn}$.
- Contact parfait, répartition uniforme de pression de contact entre (10) et (08).

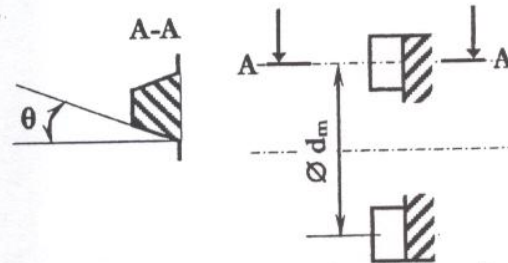


Figure A.4 : Caractéristiques géométriques de l'accouplement.

Embrayage à friction conique (03), (04), (05) et (06) (figure A.5) :

- Rayons des cônes en mm : $R = 45$ et $r = 30$;
- Demi-angle au sommet des cônes en degrés : $\alpha = 45$;
- Coefficient de frottement : $f = 0,15$;
- Puissance transmise par la pièce (05) : $P_5 = 300 \text{ W}$;
- Fréquence de rotation de la pièce (05) : $N_5 = 80 \text{ tr/mn}$;

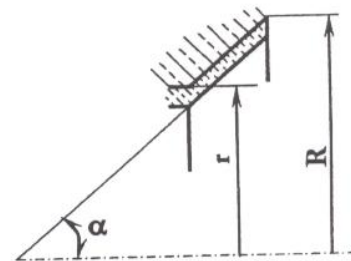


Figure A.5 : caractéristiques de l'embrayage.

- Diamètre d'enroulement de la chaîne sur la pièce (05) : $D_5 = 130 \text{ mm}$.

Les questions relatives à la partie A sont explicitées dans le document réponses (pages 1/27 - 7/27)

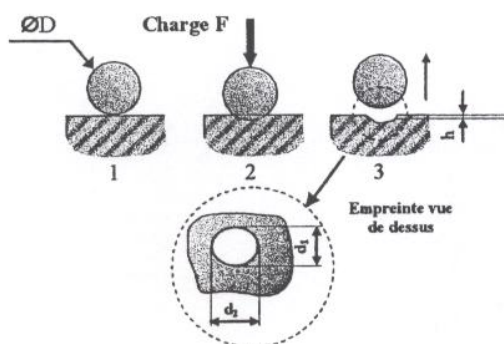


PARTIE B : TECHNOLOGIE DE PRODUCTION

Cette partie est dédiée à l'étude du flasque (13) défini sur le document technique DT2. Elle se rapporte à une étude du matériau, une étude du moulage, une étude de la coupe et une étude de pliage et de découpage des tôles.

Il est fortement recommandé de respecter les conventions et les données précisées ci-dessous.

ESSAI DE DURETE BRINELL



Conditions d'essai

- La charge est appliquée progressivement sans choc, ni vibration et est maintenue à sa valeur finale pendant 10 à 15 secondes ;
- La charge d'essai « F » est donnée par la relation :

$$F = K \times 9.81 \times D^2$$

Où :

- K= 30 pour le cas des aciers ;
- K= 5 pour le cas de l'aluminium et ses alliages ;
- K= 5, 10 ou 30 pour le cas du cuivre et ses alliages.

$$HB = \frac{0,102 \times 2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d_i^2})}$$

HB : Dureté Brinell ;

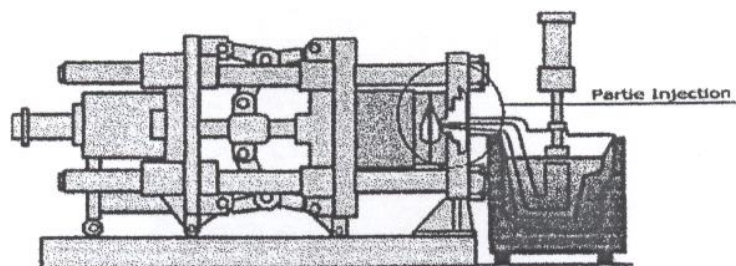
F : Force appliquée [N] ;

D : Diamètre de la bille [mm] ;

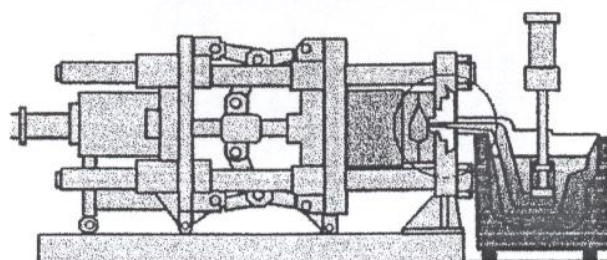
d : Diamètre de l'empreinte laissé par la bille [mm].

MOULAGE EN COQUILLE SOUS PRESSION

Les trois figures ci-dessous définissent les trois phases d'injection sous pression dans le cas d'un moulage en coquille.

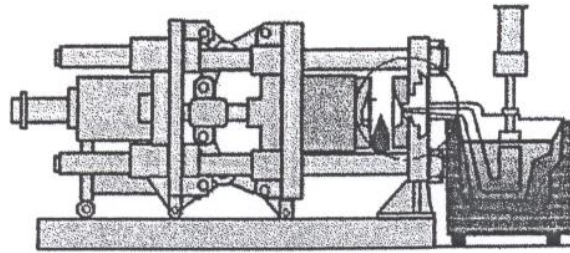


Phase1 : Fermeture du moule.



phase2 : Injection et remplissage du moule.





Phase3 : Ouverture et éjection pièce.

ETUDE DE LA COUPE

La puissance de coupe est donnée par l'expression P_c [Kw]:

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60 \times 10^3}$$

L'épaisseur du coupeau est défini par hD [mm]:

$$hD = f \sin K_r$$

F_c : Force de coupe principale [N] ;

V_c : Vitesse de coupe [m/mn] ;

f : Avance par tour [mm/tr] ;

PLIAGE

L'effort du pliage F_{pliage} [N] est donné par la formule suivante :

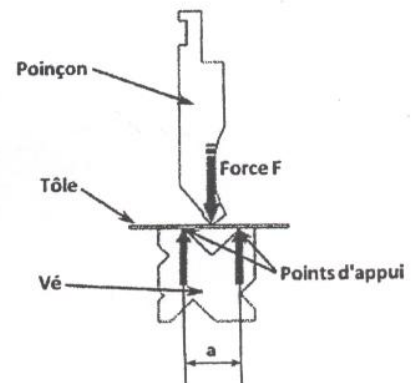
$$F_{\text{pliage}} = k \frac{L \cdot e \cdot R_m}{a}$$

L : Longueur du pli [mm] ;

e : Epaisseur de la tôle [mm] ;

R_m : Résistance maximale à l'extension [MPa] ;

a : Ouverture du Vé [mm].

**POINÇONNAGE**

La formule générale pour le calcul de l'effort de poinçonnage s'écrit :

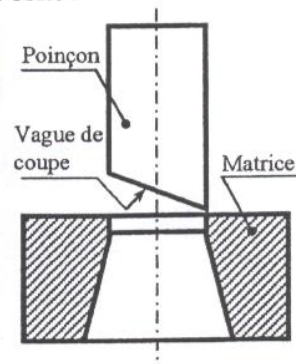
$$F_{\text{découpage}} \text{ [KN]} = \frac{P \cdot e \cdot R_m \cdot 0,9 \cdot f}{1000} ;$$

P : Périmètre du poinçon [mm] ;

e : Epaisseur de la tôle [mm] ;

$R_m = 420$ [MPa] ;

f : Facteur d'atténuation = 0,8 pour notre cas :
(car utilisation d'une vague de coupe).



Les questions relatives à la partie B sont explicitées dans le document réponses (pages 8/27 - 17/27)

PARTIE C: MECANIQUE & RDM

PRESENTATION

Dans cette partie, on se propose d'étudier la résistance de l'ensemble rotatif schématisé en perspective par la figure C.1. Cet ensemble est composé de l'arbre (24), des pièces (08) et (05). On suppose que la liaison de l'arbre (24) avec le corps (01) est supposée parfaite et est assurée par deux roulements à billes modélisés respectivement par une rotule de centre O et une liaison linéaire annulaire d'axe $(B, \vec{z})$. L'ensemble est soumis à la tension de la chaîne d'un côté et à l'effort d'engrènement de (33) sur (08) de l'autre. La figure C.2. représente le modèle retenu pour réaliser l'étude mécanique de l'ensemble rotatif.

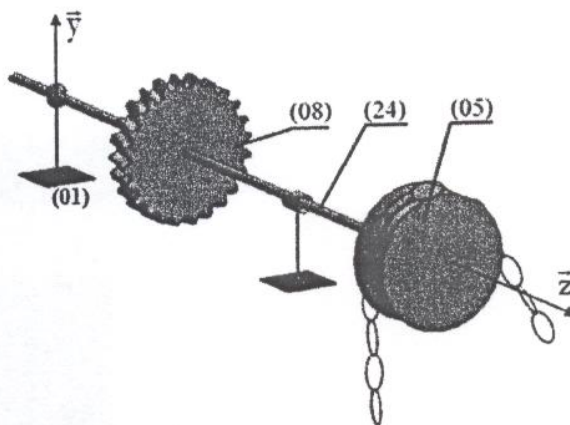


Figure C.1. : Schéma spatial descriptif de l'ensemble rotatif.

DESCRIPTION FONCTIONNELLE ET REPERAGE

Dans sa configuration de fonctionnement la plus sévère, l'arbre (24) doit résister au poids de la ligne de mouillage (chaîne + ancre) déployée au maximum.

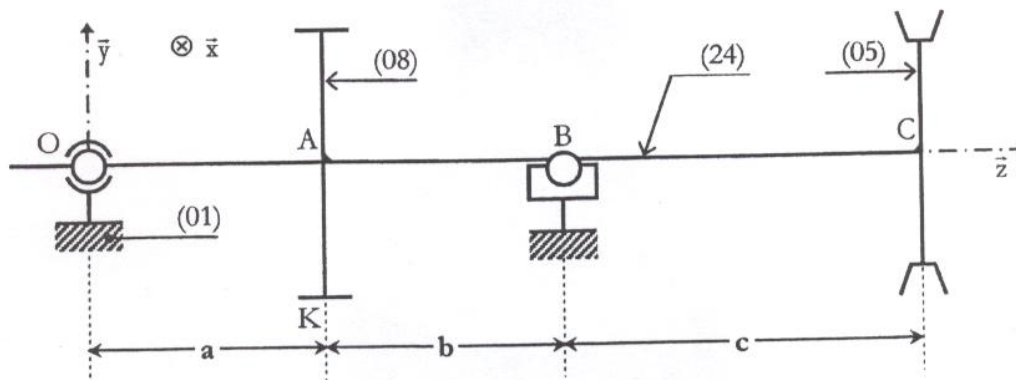


Figure C.2 : Modèle adopté pour l'étude statique et RDM de l'arbre (24).



PARTIE D : AUTOMATIQUE

SYSTEME DE POSITIONNEMENT DE L'ANCRE

Un système de positionnement de l'ancre, figure D.1, permet de faire tourner le moteur, à 2 sens de rotation (montée et descente) et à 2 vitesses (vitesse lente et vitesse rapide), afin qu'il pointe l'ancre vers une position désirée (positions basse ou haute). Lorsqu'un changement de place nécessite de passer d'une position à une autre, le système de positionnement fait fonctionner le moteur, en une ou plusieurs commandes électriques up/down [Montée/Descente].

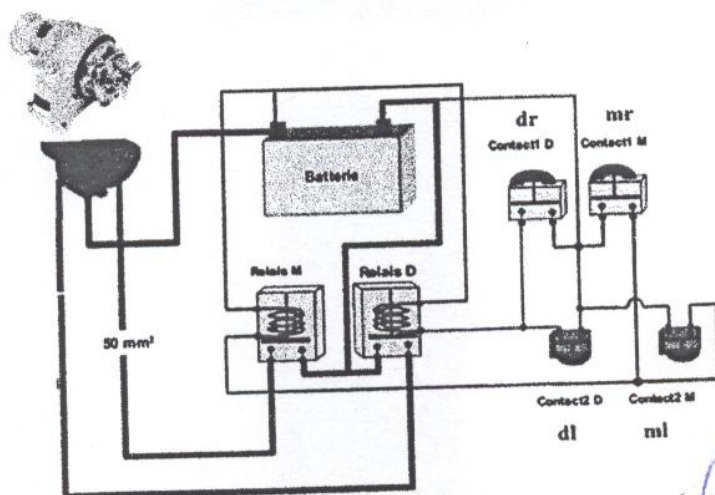


Figure D.1 : Schéma électrique d'un guindeau électrique.

D.1- COMMANDE SEQUENTIELLE DE POSITIONNEMENT DE L'ANCRE

On désire développer un automatisme capable de contrôler la montée et la descente de l'ancre par un moteur bidirectionnel à l'aide de 4 boutons (figure D.2). Le moteur doit pouvoir monter, descendre ou rester en état d'arrêt. Les boutons « mr, ml » correspondent à des commandes de rotation pour la montée rapide et lente. Les boutons « dr, dl » correspondent à des commandes de rotation pour la descente rapide et lente.

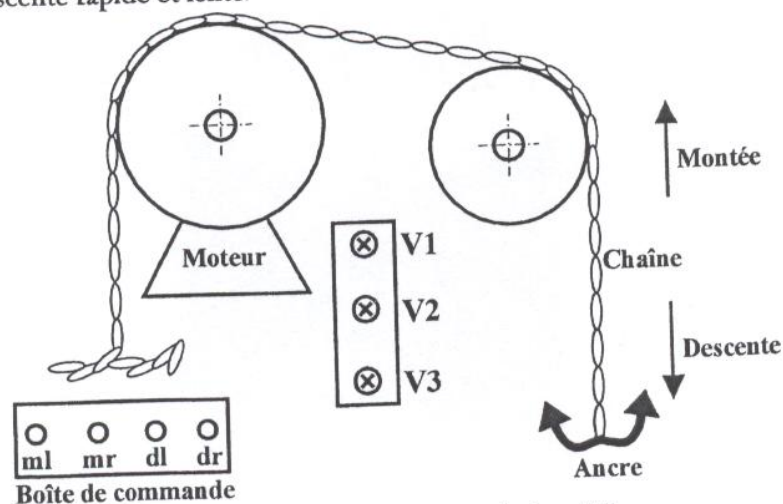


Figure D.2 : Schéma de la commande séquentielle.

Etat initial du système : L'ancre peut être à la position haute signalée par un voyant vert (V1) comme il peut être à l'état bas signalé par un voyant rouge (V2).

La logique de commande est la suivante :

- Si l'ancre est à la position haute, l'appui en premier lieu, sur le bouton « dl » provoque une descente lente (DL), qui continue pendant 10s même après que le bouton « dl » soit relâché. En second lieu, on démarrera la descente rapide (DR) si « dr » est actionné, qui continue pendant 30s même après que le bouton « dr » soit relâché. Le mouvement de descente est signalé par un voyant orangé (V3).
- Si l'ancre est à la position basse, l'appui en premier lieu, sur le bouton « ml » provoque une montée lente (ML), qui continue pendant 10s même après que le bouton « ml » soit relâché. En second lieu, on démarrera la montée rapide (MR) si « mr » est actionné, qui continue pendant 30s même après que le bouton « mr » soit relâché. Le mouvement de montée est signalé par le même voyant orangé (V3).

Tableau D.1 : Variables d'entrée et de sortie du système.

Variables d'entrée		Variables de sortie	
dl	Commande descente lente	DL	Action descente lente
dr	Commande descente rapide	DR	Action descente rapide
		ML	Action montée lente
ml	Commande montée lente	MR	Action montée rapide
		V1	Signalisation position haute de l'ancre
mr	Commande montée rapide	V2	Signalisation position basse de l'ancre
		V3	Signalisation montée et descente de l'ancre

Les questions relatives à la partie D.1 sont explicitées dans le document réponses (page 23/27)

D.2- ETUDE DE L'ASSERVISSEMENT DE VITESSE DE L'ANCRE

L'objectif de cette partie est d'étudier le comportement du système moteur et charge à travers l'asservissement de vitesse de la machine à courant continu.

Dans la première partie, on se propose de modéliser le système dont l'entrée est la tension d'alimentation de l'induit du moteur $u(t)$ et dont la sortie est la vitesse $\Omega_1(t)$. Ensuite, on va étudier les problèmes de stabilité posés par l'asservissement de vitesse de l'ancre et le compromis à trouver entre la stabilité, la précision et la rapidité.

La figure D.3 schématise le dispositif mécanique constituée de l'ancre de masse M_1 , commandé par un ensemble moto-réducteur à courant continu. Une chaîne est attachée à cette ancre entraînée par l'intermédiaire du barbotin. Le moteur doit pouvoir tourner dans les deux sens à une vitesse précise, fonction de la tension consigne.



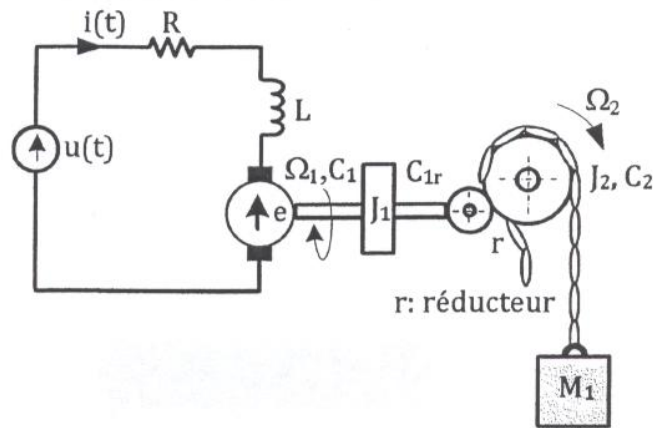


Figure D.3 : Schéma technologique simplifié du système moteur + ancre.

D.2.1- Modélisation de l'ensemble moteur+charge

Afin de prévoir le comportement de cet ensemble, il s'agit de déterminer un modèle équivalent.

Côté électrique, le comportement du moteur est régi par l'équation différentielle suivante :

$$u(t) = R i(t) + L \frac{d i(t)}{dt} + e \quad (1)$$

Où : u (en V) est la tension d'alimentation, e (en V) est la force contre-électromotrice du moteur, R (en Ω) est la résistance de l'induit, L (en H) est l'inductance équivalente de l'induit et i (en A) est le courant dans celui-ci.

Côté mécanique, l'équation relative au moteur est donnée par :

$$C_1(t) - C_{1r}(t) = J_1 \frac{d \Omega_1(t)}{dt} + f_1 \Omega_1(t) \quad (2)$$

Où : C_1 (en Nm) est le couple exercé par le moteur, C_{1r} est le couple résistant à l'entrée de l'étage de réduction, supposé indépendant de la vitesse Ω_1 (en rd/s), J_1 (en kg.m²) est le moment d'inertie de la partie tournante sur l'arbre du moteur et f_1 (en Nm.s) est le coefficient de frottement visqueux entre les paliers et l'arbre du moteur.

La liaison entre les équations (1) et (2) se fait par les équations électromécaniques du moteur :

$$e = K_0 \Omega_1(t) \quad (3)$$

$$C_1(t) = K_1 i(t) \quad (4)$$

Où : K_0 et K_1 représentent respectivement la constante de vitesse et de couple.

L'équation mécanique relative à la charge est donnée par :

$$C_2(t) - C_r(t) = J_2 \frac{d \Omega_2(t)}{dt} + f_2 \Omega_2(t) \quad (5)$$

Où : C_2 (en Nm) est le couple à la sortie du réducteur, C_r est le couple de perturbation, supposé indépendant de la vitesse Ω_2 (en rd/s), J_2 (en kg.m²) est le moment d'inertie de la charge et f_2 (en Nm.s) est le coefficient de frottement visqueux de la charge.

L'équation mécanique relative au réducteur est donnée par :

$$C_{1r} \Omega_1 = C_2 \Omega_2 \text{ avec } r = \frac{\Omega_2}{\Omega_1} \quad (6)$$

Où : r est le rapport de réduction du réducteur.

Application numérique :

Tableau D.2 : Paramètres caractéristiques de l'ensemble Moteur + Charge

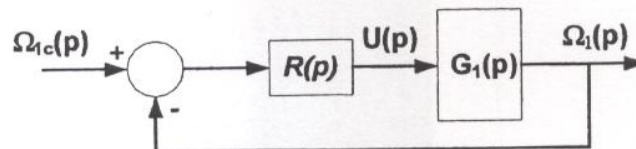
$R = 1.2 \, \Omega$	$K_o = 0.25 \, \text{V/rad/s}$	$f_r = 1.5625 \, 10^{-3} \, \text{Nm.s}$
$L = 0.2 \, \text{H}$	$K_i = 0.25 \, \text{Nm/A}$	$J_r = 0.125 \, 10^{-3} \, \text{kg.m}^2$
$r = 20$		

D.2.2- Asservissement de vitesse du moteur

Dans ce qui suit on considère que :

$$C_r(p) = 0 \text{ et } G_1(p) = \frac{500}{p^2 + 18.5p + 200}$$

On effectue l'asservissement à retour unitaire de $G_1(p)$ avec un correcteur $R(p) = K + \frac{a}{p}$.



Les questions relatives à la partie D sont explicitées dans le document réponses (pages 23/27 - 27/27)



DOSSIER DOCUMENT REPONSES

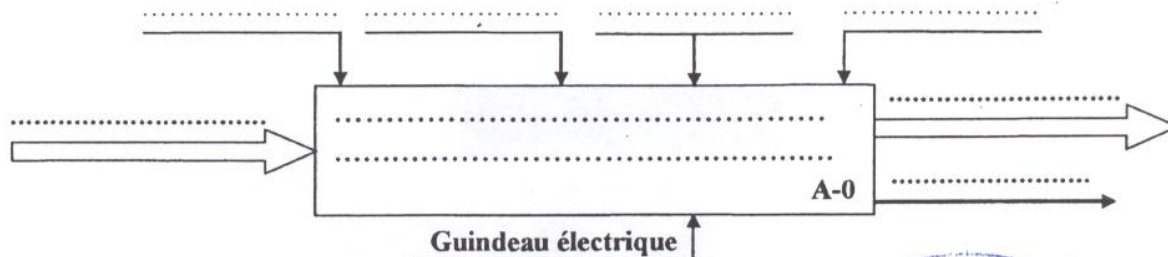
- ✓ Ce dossier comporte 27 pages numérotées de 1 à 27
 - Partie A - Technologie de conception : Pages 1 à 7 ;
 - Partie B - Technologie de production : Pages 8 à 17 ;
 - Partie C - Mécanique & RDM : Pages 18 à 22 ;
 - Partie D - Automatique : Pages 23 à 27 ;
- ✓ Un seul dossier réponse est fourni au candidat et doit être rendu, en totalité, même sans réponses à la fin de l'épreuve.
- ✓ Le renouvellement de ce dossier est interdit.



PARTIE A : TECHNOLOGIE DE CONCEPTION

A.1. ANALYSE FONCTIONNELLE

Compléter l'actigramme du niveau A-0 du guindeau électrique.



A.2. ETUDE TECHNOLOGIQUE

Avertissement :

- Cocher la case correspondant à la bonne réponse ;
- Pour changer de réponse, noircir la case fausse et cochez de nouveau la bonne case ;
- A toute question correspond une seule réponse correcte ;
- S'il y aura plus d'une seule case cochée la réponse sera considérée comme fausse.



A.2.1- Nommer et caractériser le rôle de chacun des organes suivants.

Pièce (03)	A- Ecrou conique permet de serrer les cônes de friction	☐	C- Ecrou papillon/croisillon permet de régler le couple d'adhérence	☐
	B- Ecrou à oreille permet de tourner le barbotin (04) et enrouler la chaîne	☐	D- Ecrou moleté permet de régler le couple d'adhérence	☐
Pièce (05)	A- Barbotin (roue) permet d'entraîner la chaîne par obstacle	☐	C- Roue de transmission par adhérence	☐
	B- Barbotin (roue) permet d'entraîner la chaîne par adhérence	☐	D- Tambour de transmission par obstacle	☐
Pièce (16)	A- Tambour permet d'entraîner le cordage par obstacle	☐	C- Tambour permet de freiner le cordage	☐
	B- Poupée (tambour) permet d'enrouler et d'entraîner par adhérence le cordage	☐	D- Barbotin permet d'entraîner par adhérence le cordage	☐
Système {(08),(33)}	A- Amplificateur pour multiplier la vitesse de rotation	☐	C- Engrenage à dentures droite	☐
	B- Système roue et vis sans fin permettant la réduction de la vitesse et la multiplication du couple	☐	D- Réducteur roue et vis sans fin permettant l'amélioration du rendement mécanique	☐

A.2.2- Etude des assemblages : Compléter le tableau suivant.

Assemblage	Type de la liaison	Rôle de la liaison
(04)/((24)+(25))		
(08)/(24)		
(16)/(24)/(18)/(19)		
(14)/(24)		

A.2.3- Etude des ajustements : Compléter le tableau suivant.

Assemblage des pièces	Ajustement	Justification
(04)/(24)		
(07)/(24)		
(08)/(24)		
(01)/(31)		
(01)/(13)		

A.3- COTATION FONCTIONNELLE

Donner le rôle de la cote condition " a " placée entre les cônes de friction (04) et (06) :

.....

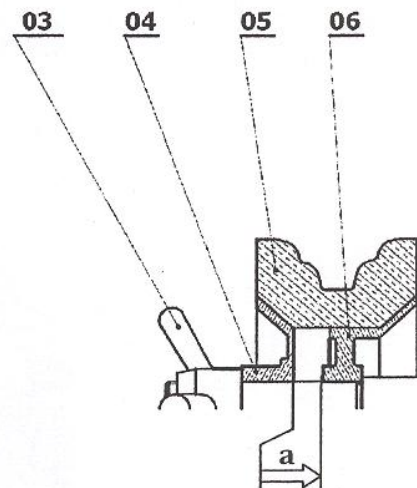
Tracer la chaîne relative à la cote condition " a " et compléter les expressions suivantes :

$a =$

$a_{\min} =$

$a_{\max} =$

$IT_a =$



A.4- THEORIE DES MECANISMES

A.4.1- Graphe des liaisons

Tracer le graphe des liaisons et en déduire le nombre cyclomatique γ .

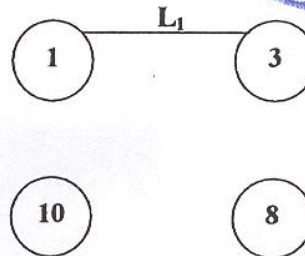
L_1 : Rotule de centre O ;

L_2 :

L_3 :

L_4 :

L_5 :



$\gamma =$

A.4.2- Etude cinématique

A.4.2.1- Ecrire les torseurs cinématiques des différentes liaisons au point O dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$.

$$\{v_{3/1}(L_1)\}_O = \begin{Bmatrix} \alpha_1 \\ \beta_1 \\ \gamma_1 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_O$$

$$\{v_{\dots}(L_2)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix}_O$$

$$\{v_{\dots}(L_3)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix}_O$$

$$\{v_{\dots}(L_4)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix}_O$$

$$\{v_{\dots}(L_5)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \dots \\ \dots \\ \dots \end{Bmatrix}_O$$

A.4.2.2- Ecrire, au point O, les équations torsorielles cinématiques relatives aux différentes chaînes continues fermées suivantes.

Chaîne (I) (1-3-1) :

Chaîne (II) (3-8-10-3) :

A.4.2.3- En déduire les équations scalaires cinématiques.

Chaîne (I) (1-3-1)	Chaîne (II) (3-8-10-3)
.....(1)	(7)
.....(2)	(8)
.....(3)	(9)
.....(4)	(10)
.....(5)	(11)
.....(6)	(12)

A.4.2.4- Dédurre du système d'équations scalaires, la(es) loi(s) entrée-sortie(s) cinématique(s) ainsi que le nombre de degrés de mobilité (m) et le nombre de degrés d'hyperstatisme (h).

Loi(s) entrée-sortie(s)	m	h
.....		
.....		

A.5- TRANSMISSION DE PUISSANCE

A.5.1- Engrenage roue et vis sans fin (08)/(33)

A.5.1.1- Calculer le rapport de transmission : $i_{33,8} = \frac{N_{33}}{N_8}$.

.....

.....

 $i_{33,8} = \dots\dots\dots$

A.5.1.2- Calculer l'entraxe : $a_{33,8}$.

.....

$$a_{33,8} = \dots\dots\dots (\text{mm})$$

A.5.1.3- Etablir la relation du nombre de dents Z_8 et du nombre de filets Z_{33} en fonction du rapport de transmission $i_{33,8}$ et de l'entraxe $a_{33,8}$ et calculer leurs valeurs.

$Z_8 =$

$Z_{33} =$

A.5.1.4- Sachant que le coefficient de frottement entre la vis (33) et la roue (08) est $f=0.105$. Vérifier la réversibilité du système et donner son intérêt.

.....

.....

.....

A.5.1.5- Calculer le rendement : $\eta_{33,8}$.

$\eta_{33,8} = \dots\dots\dots$

A.5.1.6- Calculer la force tangentielle « F_{t8} » appliquée sur la roue (08).

$F_{t8} = \dots\dots\dots$ (N)

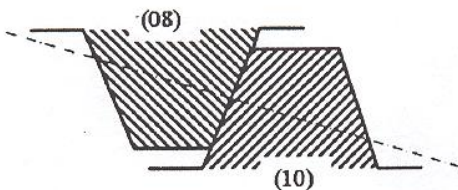
A.5.2- Accouplement de sécurité (08), (10) et (11)

A.5.2.1- Calculer le couple C_{10} transmis par (10).



$C_{10} = \dots\dots\dots$ (N.m)

A.5.2.2- Mettre en place la force de contact appliquée par (08) sur (10) et en déduire la valeur de la force axiale minimale « F_a » fournie par le ressort (11) pour maintenir le contact entre (08) et (10).



$F_a = \dots\dots\dots$ (N)

A.5.3- Embrayage conique (03), (04), (05) et (06)

A.5.3.1- Calculer le couple C_5 transmis par la pièce (05).

$C_5 = \dots\dots\dots$ (N.m)

A.5.3.2- Calculer la force axiale F_a produite par la pièce (03) pour assurer un couple d'adhérence
 $C_{ad} = 1.5 C_8$.

$$F_a = \dots\dots\dots (N)$$

A.5.4- Système barbotin et chaîne

A.5.4.1- Calculer la vitesse linéaire V de remontée de la chaîne entraînée par la pièce (05).

$$V = \dots\dots\dots (m/s)$$

A.5.4.2- Calculer la charge maximale P à remonter par la chaîne.

$$P = \dots\dots\dots (N)$$

A.6- ETUDE GRAPHIQUE

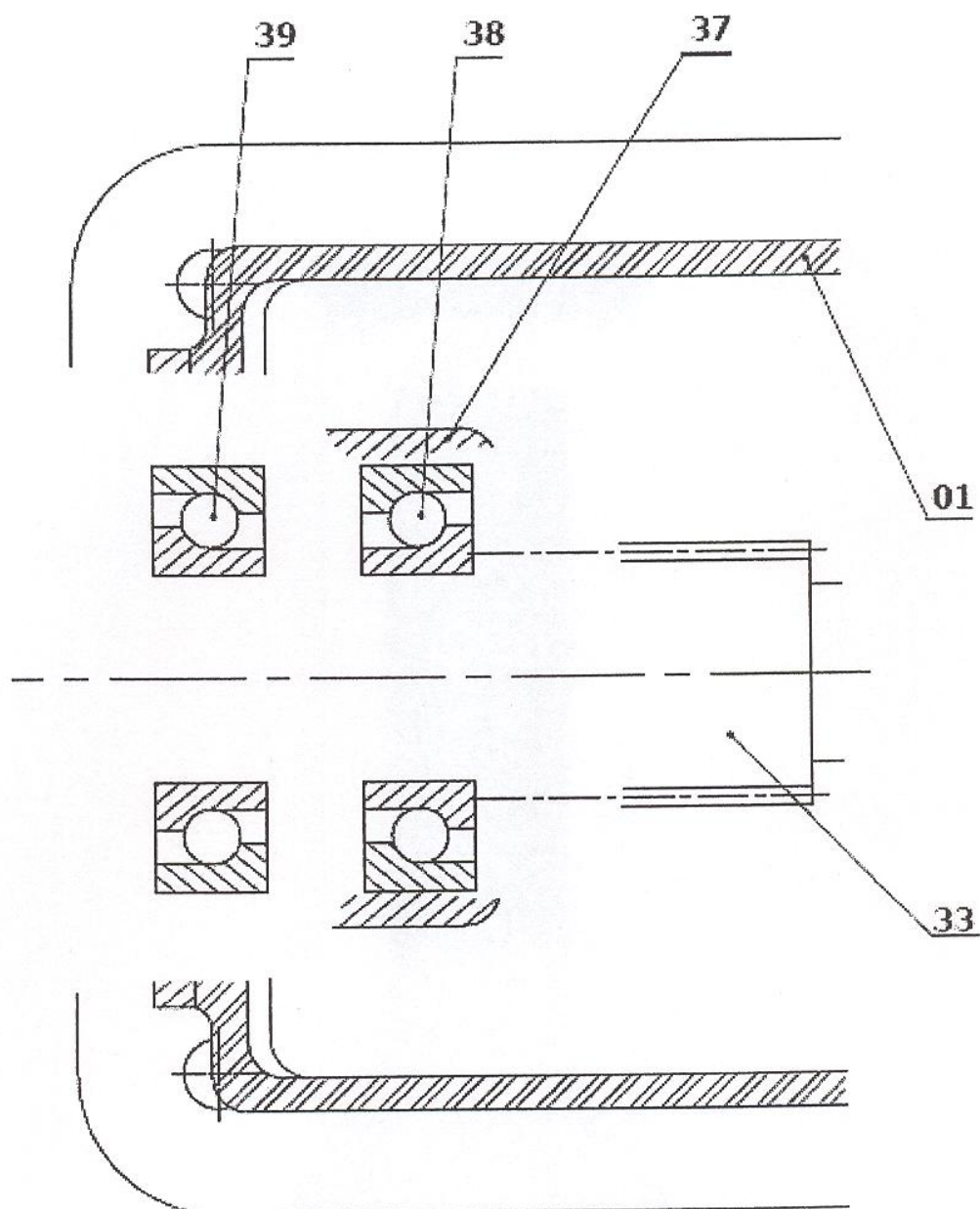
On se propose de substituer la solution d'origine (roulement combiné (34)) par une paire de roulement à billes à contact oblique. On demande de compléter le dessin représenté ci-après (page 7/27) par :

A.6.1- La réalisation du montage des roulements (38) et (39) assurant la liaison pivot de la vis (33) par rapport au boîtier (37). Indiquer les ajustements nécessaires pour le bon fonctionnement ;

A.6.2- La réalisation de la liaison encastrement démontable du boîtier (37) avec le carter (01). Préciser les ajustements nécessaires pour cette liaison ;

A.6.3- Le montage d'un couvercle, en tôle emboutie, monté forcé sur le boîtier pour assurer l'étanchéité.





PARTIE B : TECHNOLOGIE DE PRODUCTION

PRESENTATION

La société qui fabrique les guindeaux prévoit une production annuelle de 50000 pièces/an renouvelable. Ce qui nous ramène à produire la même quantité de flasques (13), dont le dessin de définition est donné par le document technique DT2.

Le dit flasque est obtenu par moulage en coquille sous pression et ensuite par usinage; deux techniques que nous aurons à étudier ci-après.

Le matériau constituant le flasque est le EN AB-43000 [Al Si 10Mg].



B.1- MATERIAU

B.1.1- Donner la signification des spécifications surfacique et géométrique suivantes :

<i>Interprétation des éléments de désignation surfacique</i>	
<i>Spécification</i>	<i>Interprétation</i>
⊥ 0.05 A	

Avant de lancer la série de fabrication, le constructeur a procédé à des essais de caractérisation mécanique (essai de traction et essai de dureté).

B.1.2- Donner la signification de la désignation normalisée du matériau EN AB-43000 [Al Si 10Mg] constituant le flasque repéré (13).

B.1.3- A partir de la courbe conventionnelle (figure B.1) de traction du EN AB-43000 [Al Si 10Mg], on demande de déterminer (en complétant le tableau B.1) la résistance maximale à l'extension R_m , la limite d'élasticité par extension $Re_{0.2\%}$ et l'allongement en pourcent $A\%$ en indiquant leurs emplacements sur la courbe.

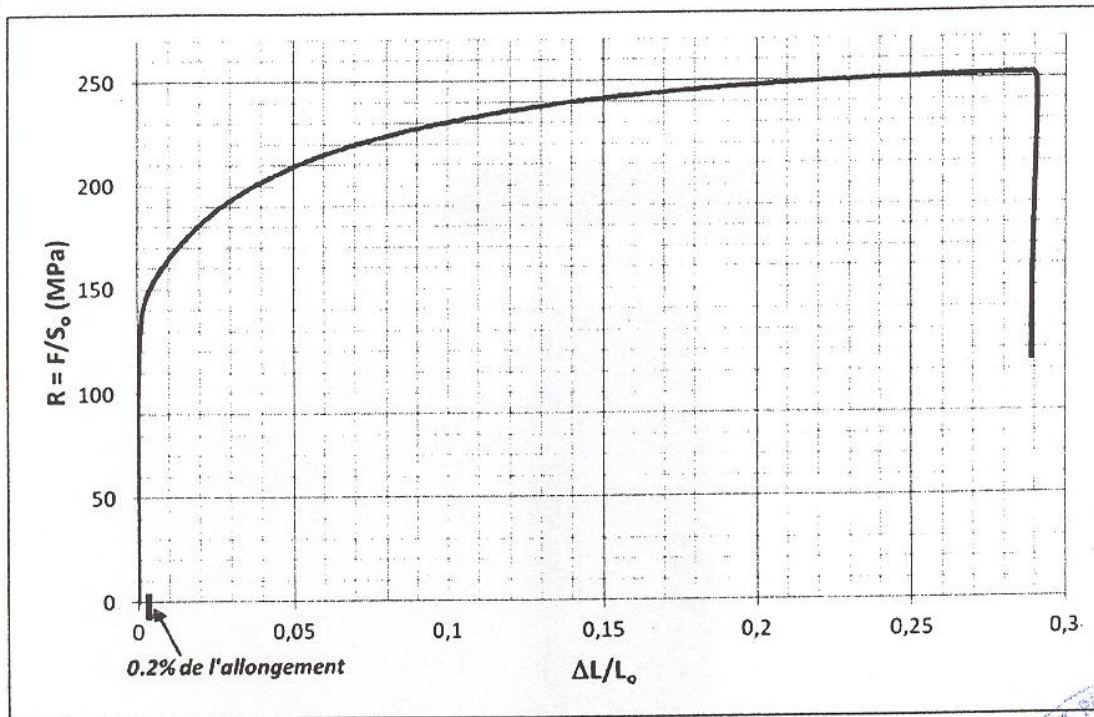


Figure B.1 : Courbe conventionnelle de traction.

Tableau B.1 : Caractéristiques mécaniques du EN AB-43000 [Al Si 10Mg]

Caractéristiques conventionnelles	Valeurs relevées	Indiquer les unités
R_m		
$Re_{0.2\%}$		
$A\%$		



B.1.4- Essai de dureté (essai Brinell) :

Pour caractériser mécaniquement au mieux cet alliage d'aluminium, le constructeur procède, à un essai de dureté, dont les détails sont définis sur le tableau B.2.

B.1.4.1- Calculer la valeur de l'effort appliqué lors de cet essai.

Tableau B.2 : Essai de dureté Brinell du EN AB-43000 [Al Si 10Mg]

Résultats	Donnée	Détermination de l'effort « F »
$d_1 = 4.2 \text{ mm}$	$D = 10 \text{ mm}$	
$d_2 = 4.3 \text{ mm}$		

B.1.4.2- Déterminer la valeur de la dureté HB correspondant aux données ci-dessus mentionnées.

.....

.....

.....

B-2- MOULAGE EN COUILLE

B.2.1- Détermination du retrait : Sur le document technique DT2, sont indiquées les côtes des surfaces B et B₂ relatives à la pièce brute que l'on souhaite obtenir. Sachant que le pourcentage de retrait pour l'alliage d'aluminium utilisé est de 1.25%, déterminer les valeurs des côtes correspondantes à B et B₂ respectivement sur le noyau et sur la coquille.

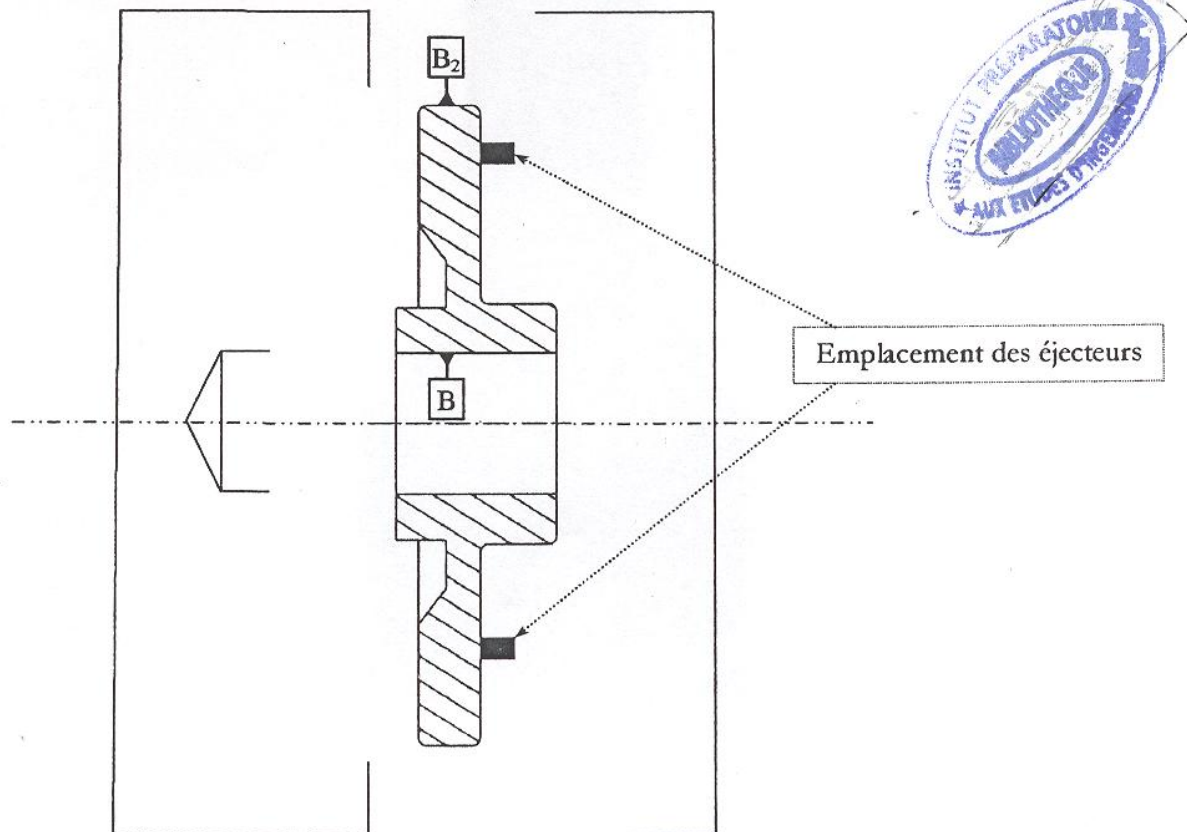
.....

.....

.....

.....

B.2.2- Détermination de la forme de la coquille : Dans la suite sont données la forme de la pièce brute et une esquisse initiatrice des coquilles. On vous demande de représenter les deux formes du moule (n'oublier pas de mettre en exergue les angles de dépouille, noyau, canal d'injection, centrage des deux coquilles et système d'éjection de la pièce). Le système de refroidissement ne sera pas représenté.



B.2.3- Sachant que le plan de joint délimite les différentes parties d'un moule, en tenant compte des rétentions. Citer alors au moins deux critères de choix de ce dernier.

.....

.....

.....

.....

B.2.4- Peut-on mouler des pièces en fonte dans un moule métallique en coquille ? Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

.....

B.2.5- Pour ce cas (moulage en coquille sous pression), peut-on utiliser un noyau en sable ? Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

.....

B.2.6- Citer au moins deux avantages de la technique de moulage en coquille par injection vis à vis du moulage par gravité.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B-3- PARTIE USINAGE (ETUDE DE PROJET DE GAMME DE FABRICATION)

Document techniques DT2 :

- Dessin de définition du flasque avec la cotation dimensionnelle et géométrique ;
- Dessin de définition du flasque avec la numérotation des surfaces à usiner et des brutes de départ.



Tableau B.3 : Tableau des groupements évidents.

<i>Surfaces à grouper</i>	<i>Nouvelles désignation</i>
2+3	L ₁
1+4	L ₂
5+6	Ep ₁
9+10	Ep ₂

Suite à une étude des contraintes d'antériorité nous avons abouti aux résultats suivants :
Faire le groupement en phase directement sur le tableau B.4.

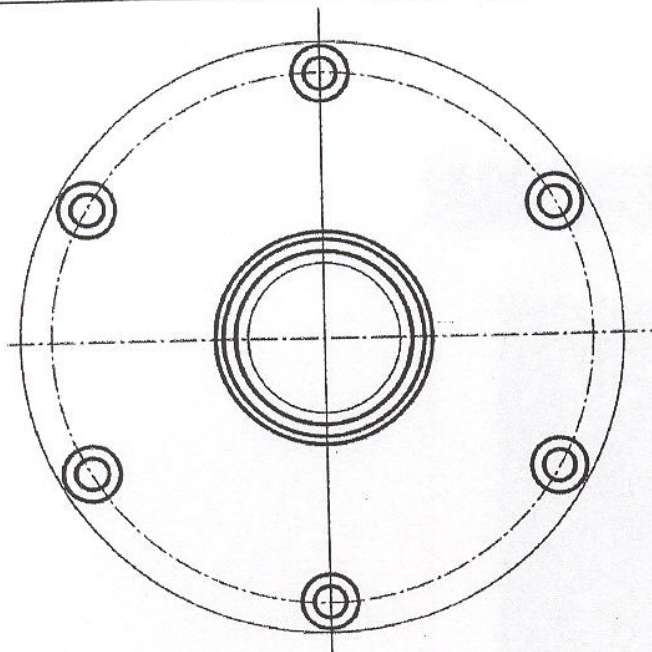
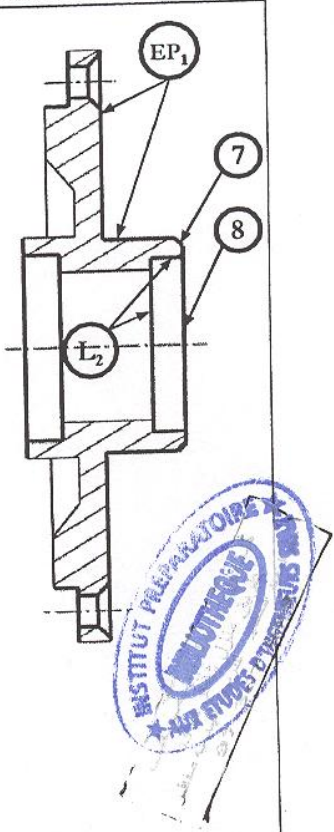
Tableau B.4 : Groupements en phase.

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
L ₂	8 L ₁	Ep ₁ 7 Ep ₂ 13	11
	12		

Sachant que la phase 10 est la phase contrôle du brut de départ, rédiger le projet de gamme de fabrication relatif à la phase 20 (Ep₁, L₂, 7 et 8) ci-avant définies en précisant pour cette phase :

- Les cotes de fabrication (les calculs de transfert ainsi que les valeurs relatives aux éventuelles cotes de fabrication doivent figurer dans la dernière case de la feuille d'analyse) ;
- Les référentiels de mise en position (isostatisme) ;
- Les outils de coupe représentés en position de travail ;
- Machine outil ;
- Les instruments de contrôle.



Avant-projet de gamme de fabrication		
Pièce :	Matière :	
Phase.....	Machine :	Désignation opération :
 		
Désignation de l'isostatisme	Outillage	Moyens de vérification
Cotes de fabrication		

B-4- ETUDE DE LA COUPE

L'usinage de l'alésage (1) (Document DT2) du flasque (13), nécessite l'utilisation d'un outil à aléser à plaquette rapportée en carbure. Les conditions de coupe, pour effectuer cet alésage, sont mentionnées sur le tableau B.5.

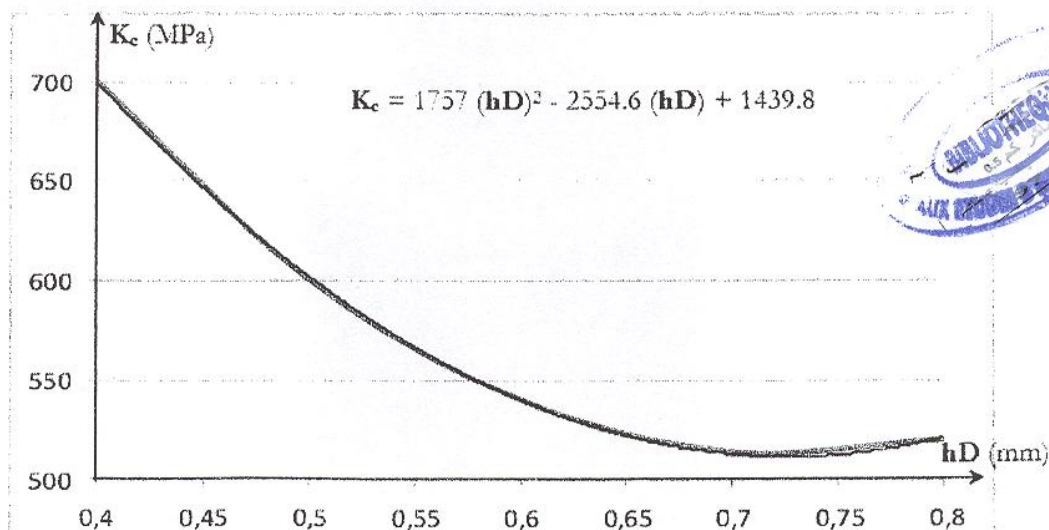
Tableau B.5 : Définition des conditions de coupe.

Conditions	Désignation	Valeurs	Unités
f	Avance par tour	0.65	mm/tr
κ_r	Angle de coupe principale	75	° (degré)
N	Fréquence de rotation	700	tr/mn
P_m	Puissance moteur	1	Kw
η	Rendement moteur	0.75	

Les différentes valeurs de la pression spécifique de coupe K_c , sont données dans le tableau B.6 en fonction de l'épaisseur du copeau hD . La figure B.2, donne l'évolution de la pression spécifique de coupe K_c pour $0.4 < hD < 0.8$. De ce fait l'évolution de K_c n'est pas linéaire sur les différents intervalles de hD .

Tableau B.6 : Valeurs de K_c en fonction de l'épaisseur du copeau hD

K_c en N/mm² (outil carbure et $\kappa_r=75^\circ$)				
Matière	$hD=0,1$	$hD=0,2$	$hD=0,4$	$hD=0,8$
E335(A60)	4200	3000	2200	1550
G35 C45 (XC38-XC48)	3700	2800	2050	1500
C65 (XC65)	4700	3400	2500	1800
Fonte Ft20	2900	2080	1500	1080
Fonte GS	3350	2500	1800	1300
Laiton	1400	1000	750	550
Bronze	3250	2400	1750	1300
Alu	1400	1000	700	520

Figure B.2 : Evolution de la pression spécifique de coupe K_c pour $0.4 < hD < 0.8$

B.4.1- Détermination des conditions de coupe

B.4.1.1- Déterminer la profondeur de passe « a_p » à enlever

.....

.....

B.4.1.2- Déterminer la vitesse de coupe « V_c »

.....

.....

.....

B.4.1.3- Déterminer l'épaisseur du copeau « h_D »

.....

.....

B.4.1.4- Déterminer la pression spécifique de coupe « K_c »

.....

.....

.....

B.4.1.5- Déterminer la profondeur de passe maximum « a_{pmaxi} » que l'on peut enlever avec $P_m = 1Kw$:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B.4.1.6- En déduire le nombre de passe « n »

.....

.....

.....



B.4.2- Déterminer le temps de coupe effectif pour une seule passe.

.....

.....

.....

.....

B.4.3- En se basant sur les conditions de coupe actuelles, la loi de TAYLOR s'écrit sous la forme suivante :

$$V_c(T)^{\frac{1}{3.4}} = 350$$

B.4.3.1- Déterminer la nouvelle vitesse de coupe « V_c », permettant à une seule arrête de coupe de travailler pendant 36 minutes.

.....

.....

.....

.....

B.4.3.2- Combien de pièces est-il possible de réaliser avec la nouvelle vitesse de coupe V_{c36} ci-avant déterminée ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



B-5- TRAVAIL DES TOLES

Pour la protection du guindeau contre les intempéries, le constructeur préconise la fabrication d'une cache en tôle électro-zinguée, dont les formes et les dimensions sont définies sur le document technique DT2.

B.5.1- Déterminer la longueur du flan de départ de la tôle (longueur de la tôle dépliée avant pliage)

.....

.....

.....

.....

B.5.2- Déterminer l'effort d'un seul pliage, sachant que nous avons à effectuer ici un pliage en V.
On donne $a = 16 \text{ mm}$, $k = 0.37$ et $R_m = 420 \text{ MPa}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

B.5.3- Calculer l'effort de découpage du trou oblong.

.....

.....

.....

.....

.....



PARTIE C : MECANIQUE & RDM**C.1- ETUDE STATIQUE****C.1.1- Modélisation de l'action d'engrènement**

C.1.1.1- Dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, la résultante de l'action d'engrènement $\vec{F}$, appliquée de (33) sur (08), s'écrit sous la forme : $\vec{F} = F(c_1 \bar{x} + c_2 \bar{y} + c_3 \bar{z})$. Exprimer les composantes c_1 , c_2 et c_3 en fonction de α et β .

C.1.1.2- Calculer, au centième près, chacun des coefficients c_i (arrondir à deux chiffres après la virgule).

C.1.1.3- Montrer que le moment de l'action d'engrènement $\vec{M}$ s'écrit, au point O, dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ sous la forme : $\vec{M}_{O(33 \rightarrow 08)} = F(a_1 \bar{x} + a_2 \bar{y} + a_3 \bar{z})$.

.....

.....

.....

Calculer, au centième près, chacun des coefficients a_i (arrondir à deux chiffres après la virgule).

C.1.2- Modélisation de la tension de la chaîne

C.1.2.1- Exprimer le module « T » de la tension de la chaîne en fonction de la masse de l'ancre M_a , de la densité linéique de masse et la longueur déployée de la chaîne (λ et L_{max}).

C.1.2.2- Dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, la tension de la chaîne $\vec{T}$ s'écrit sous la forme : $\vec{T} = T_x \bar{x} + T_y \bar{y}$. Exprimer les composantes T_x et T_y en fonction de γ et T.

C.1.2.3- Calculer, au centième près, la valeur de chacune des composantes de la tension de la chaîne (arrondir à deux chiffres après la virgule).

C.1.2.4- Montrer que le torseur représentant la tension de la chaîne sur la pièce (05) s'écrit, au

point O dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, sous la forme : $\{\tau(\text{chaîne} \rightarrow 05)\}_O = \begin{Bmatrix} T_x & M_x \\ T_y & M_y \\ T_z & M_z \end{Bmatrix}_O$

Calculer la valeur de chacune des composantes M_x , M_y et M_z du moment (arrondir par excès à l'entier le plus proche).

$M_x = \dots\dots\dots (\text{KN.mm})$

$M_y = \dots\dots\dots (\text{KN.mm})$

$M_z = \dots\dots\dots (\text{KN.mm})$

C.1.3- Modélisation des actions mécaniques transmissibles

C.1.3.1- Compléter, dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, les torseurs des actions mécaniques transmissibles exercées par le corps (01) sur l'arbre (24) au niveau des liaisons rotule en O et linéaire annulaire en B.

$$\{\tau_1(01 \rightarrow 24)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{Bmatrix}_O \quad \text{et} \quad \{\tau_2(01 \rightarrow 24)\}_B = \begin{Bmatrix} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{Bmatrix}_B$$

C.1.3.2- En déduire, au point O et dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, le torseur des actions mécaniques transmissibles exercées par le corps (01) sur l'arbre (24).

$$\{\tau(01 \rightarrow 24)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{Bmatrix}_O$$



C.1.4- Principe fondamental de la statique

C.1.4.1- Ecrire, au point O dans la base $\mathcal{B}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$, le torseur des actions mécaniques extérieures exercées sur l'arbre (24).

$$\{\tau(\overline{24} \rightarrow 24)\}_O = \begin{Bmatrix} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{Bmatrix}_O$$

C.1.4.2- Par application du PFS, au point O, à l'arbre (24), calculer le module de l'action d'engrènement F ainsi que les composantes des actions mécaniques transmissibles (arrondir à un seul chiffre après la virgule).

F = (KN)

..... = (KN)

..... = (KN)

..... = (KN)

..... = (KN)

..... = (KN)



C.2- RESISTANCE DES MATERIAUX

Dans toute la suite du problème, on supposera que l'action d'engrènement, la tension de la chaîne et les deux actions mécaniques transmissibles exercées sur l'arbre (24) sont définies respectivement aux points O, A, B et C par les torseurs suivants (les forces en (KN) et les moments en (KN.mm)) :

$$\{\tau_1\}_O = \begin{Bmatrix} 0,13 & 0 \\ 1,21 & 0 \\ -3,91 & 0 \end{Bmatrix}_O^{\mathcal{R}} ; \{\tau_2\}_A = \begin{Bmatrix} 0,80 & -223 \\ 1,45 & 0 \\ 3,91 & 46 \end{Bmatrix}_A^{\mathcal{R}} ; \{\tau_3\}_B = \begin{Bmatrix} -1,62 & 0 \\ -2,54 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B^{\mathcal{R}} \text{ et } \{\tau_4\}_C = \begin{Bmatrix} 0,69 & 0 \\ -0,12 & 0 \\ 0 & -46 \end{Bmatrix}_C^{\mathcal{R}}$$

C.2.1- Déterminer, au point G, le torseur des efforts de cohésions internes tout au long de la ligne moyenne de la poutre droite. En déduire les types de sollicitations pour les différentes parties (travées) de la poutre. Le point G est le centre géométrique de la section droite supposée circulaire de diamètre « d » tel que : $\overrightarrow{OG} = z \vec{z}$.

Travée N°1	$0 < z < \dots\dots\dots$		
Résultante	N =	 =	 =
Moment	Mt =	 =	 =

Dans cette travée, la poutre est soumise à :

Travée N°2	$\dots\dots\dots < z < \dots\dots\dots$		
Résultante	N =	 =	 =
Moment	Mt =	 =	 =

Dans cette travée, la poutre est soumise à :

Travée N°3	$\dots\dots\dots < z < \dots\dots\dots$		
Résultante	N =	 =	 =
Moment	Mt =	 =	 =

Dans cette travée, la poutre est soumise à :

Diagrammes des Forces

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. On the left edge, there is a circular punch hole. The paper is otherwise blank, with no text or markings other than the printed lines.[illegible]

A blank ledger page with a circular punch hole on the left and a horizontal line across the middle. The page is divided into three vertical columns by two vertical lines. The leftmost column is the widest, followed by a narrower middle column, and the rightmost column is the narrowest. A horizontal line runs across the page, intersecting the vertical lines and the punch hole.

[illegible]

A blank ledger page with a circular punch hole on the left. The page is divided into a grid of columns and rows. The first column is the widest, followed by two narrower columns, and then a wide column on the right. A horizontal line runs across the page, separating the top section from the bottom section.

- Une limite élastique à l'extension : $R_e = 480 \text{ MPa}$;
- Une limite élastique au glissement : $R_g = 240 \text{ MPa}$.

nal $(M_t)_{\max} = 46 \text{ KN.m.m.}$ L

a- Calculer la résistance pratique à l'extension R_{pe} .

R_{pe} =MPa

c- Les expressions et les valeurs nécessaires à l'application de ce critère sont :

.....

.....

d- Calculer le diamètre minimum de l'arbre (24) satisfaisant au critère de flexion (arrondir à la valeur la plus proche qui assure la résistance).

$$d_{\min} = \dots\dots\dots (\text{mm})$$

C.2.3.2- Détermination du diamètre de l'arbre (24) à partir de la condition de résistance à la torsion.

a- Calculer la résistance pratique au glissement R_{pg} .

$$R_{pg} = \dots\dots\dots \text{MPa}$$

b- Le critère de résistance à la torsion s'écrit :

.....

c- Les expressions et les valeurs nécessaires à l'application de ce critère sont :

.....

.....

d- Calculer le diamètre minimum de l'arbre (24) satisfaisant au critère de torsion (arrondir à la valeur la plus proche qui assure la résistance).

$$d_{\min} = \dots\dots\dots (\text{mm})$$

C.2.3.3- Réellement, l'arbre (24) est soumis à une sollicitation combinée de flexion et de torsion. Pour cela, calculer le moment réduit (ou moment de flexion idéal) noté « M_r » et défini par :

$$M_r = \sqrt{M_f^2 + 0.75 M_t^2}$$

Dans ce cas, le critère de résistance, postulé par Von Mises, s'écrit sous la forme :

$$\sigma_{\max} = \frac{(M_r)_{\max}}{W_f} \leq R_{pe} \quad \text{où} \quad W_f = \frac{\pi d^3}{32} \quad \Rightarrow \quad d_{\min} = 2.17 \sqrt[3]{\frac{(M_r)_{\max}}{R_{pe}}}$$

a- Calculer la valeur maximale du moment réduit.

$$(M_r)_{\max} = \dots\dots\dots (\text{KN.mm})$$

b- Calculer le diamètre minimum de l'arbre satisfaisant au critère de Von Mises. (arrondir à la valeur la plus proche qui assure la résistance).

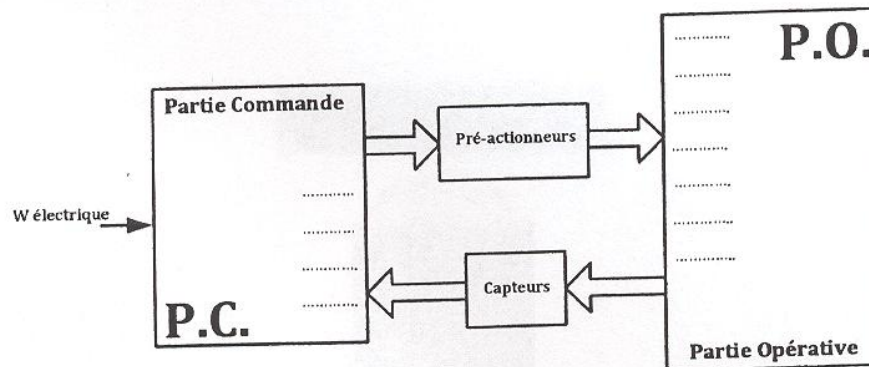
$$d_{\min} = \dots\dots\dots (\text{mm})$$



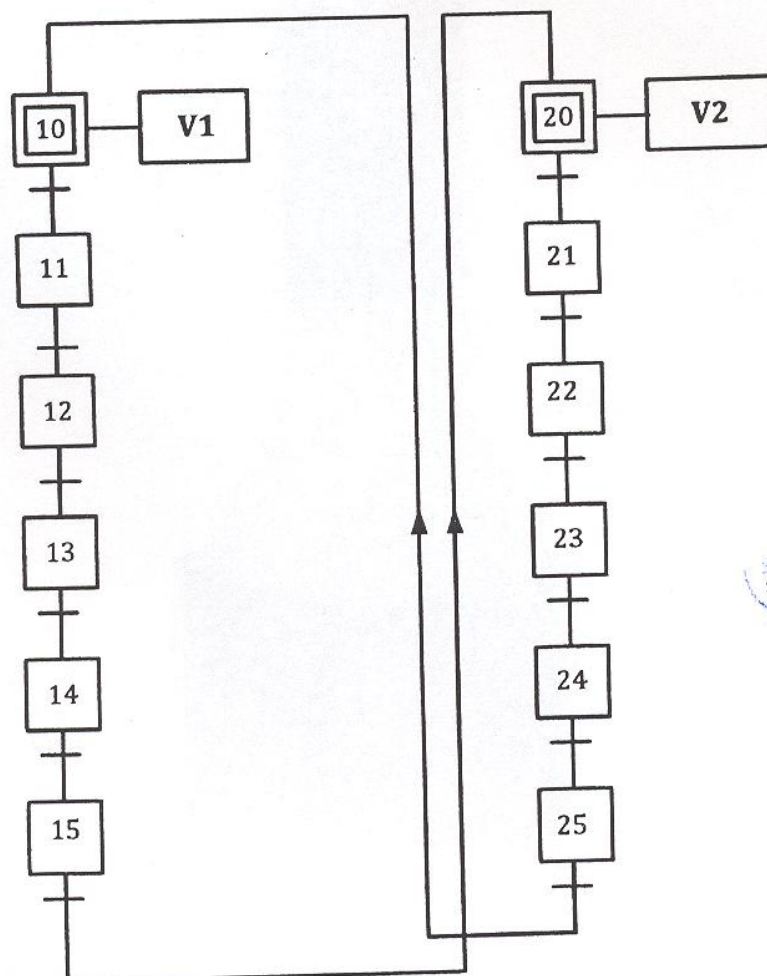
PARTIE D : AUTOMATIQUE

D.1 - COMMANDE SEQUENTIELLE DE POSITIONNEMENT DE L'ANCRE

D.1.1- Compléter le schéma fonctionnel de l'automatisme.



D.1.2- Compléter le grafct décrivant le fonctionnement du système.



Grafct du système de positionnement de l'ancre

D.2- ETUDE DE L'ASSERVISSEMENT DE VITESSE DE L'ANCRE**D.2.1- Modélisation de l'ensemble moteur+charge**

D.2.1.1- Ecrire les équations de (1) à (6) du système dans le domaine de Laplace en supposant que les conditions initiales sont nulles.

..... (1)	 (2)
..... (3)	 (4)
..... (5)	 (6)

D.2.1.2- Montrer que les équations mécaniques (2), (5) et (6) peuvent se mettre sous la forme suivante :

$$C_1(t) - rC_r(t) = J_r \frac{d\Omega_2(t)}{dt} + f_r \Omega_2(t) \quad (7)$$

Avec : $J_r = \frac{J_1}{r} + rJ_2$ et $f_r = \frac{f_1}{r} + rf_2$



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D.2.1.3- Compléter le schéma fonctionnel ci-après par les transmittances manquantes.

.....

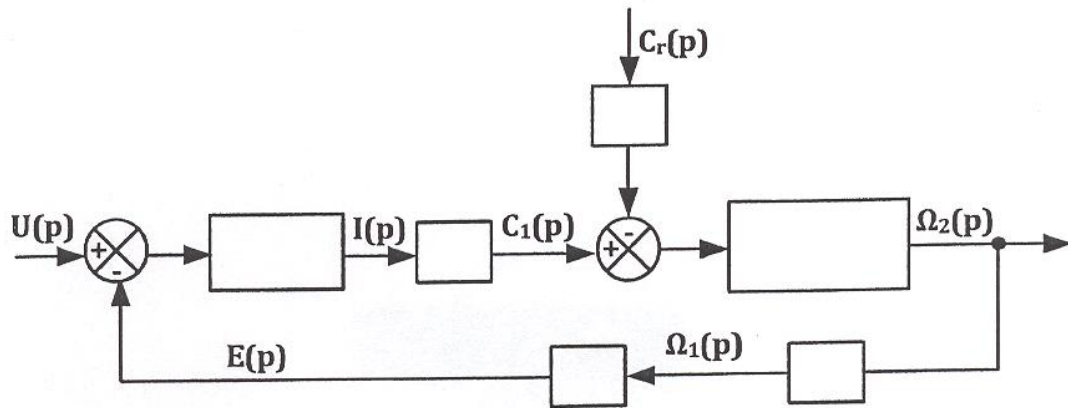
.....

.....

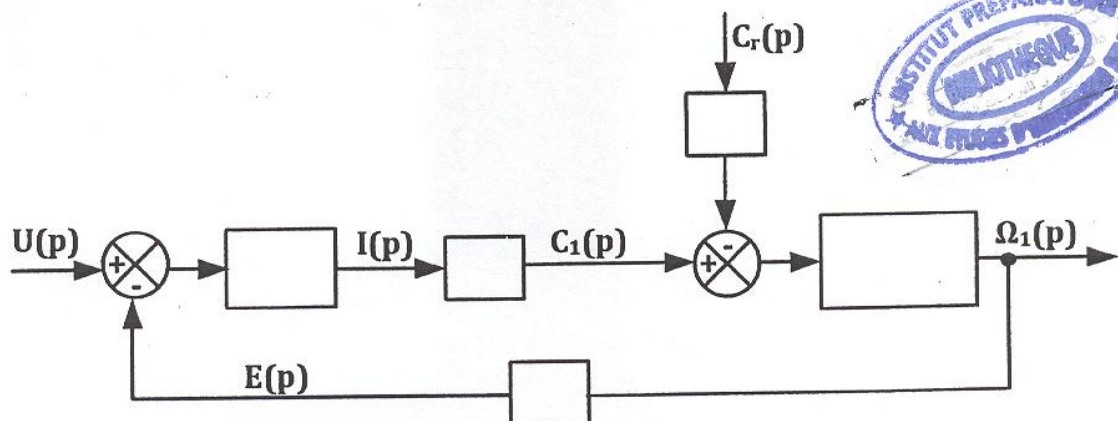
.....

.....

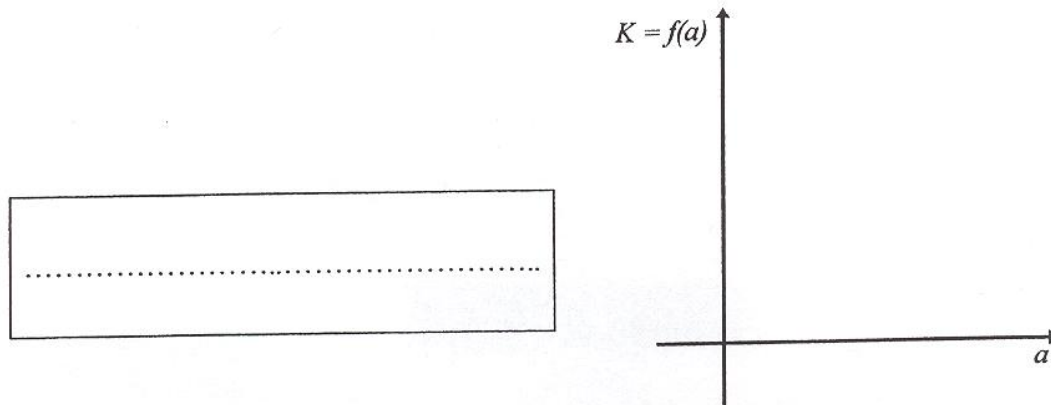
.....



D.2.1.4- Montrer que le schéma fonctionnel de la question D.2.1.3. peut se mettre sous la forme suivante :



D.2.1.5- Montrer que l'expression de la vitesse du moteur en fonction de la tension d'induit et du couple de perturbation C_r s'écrit : $\Omega_1(p) = G_1(p) U(p) + G_2(p) C_r(p)$. En déduire les expressions des fonctions de transfert $G_1(p)$ et $G_2(p)$.



D.2.2.3- Pour $a = 15$, Quelle serait la valeur de K pour que le système devienne marginalement stable. En déduire dans ce cas les pôles imaginaires purs du système.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D.2.2.4- Calculer l'erreur statique de position unitaire.

.....

.....

.....

.....

.....

D.2.2.5- Déterminer les valeurs de a assurant une erreur statique de traînage unitaire inférieure ou égale à 20 %.

.....

.....

.....

.....

.....



.....