

REPUBLIQUE TUNISIENNE

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Concours Nationaux d'Entrée aux Cycles
de Formation d'Ingénieurs
Session 2012



الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي
والتكنولوجيا

المنافسات الوطنية للدخول
إلى مراحل تكوين المهندسين
دورة 2012



Concours Technologie

Épreuve de Sciences et Techniques de l'Ingénieur

Date : Vendredi 08 Juin 2012

Heure : 8 Heures

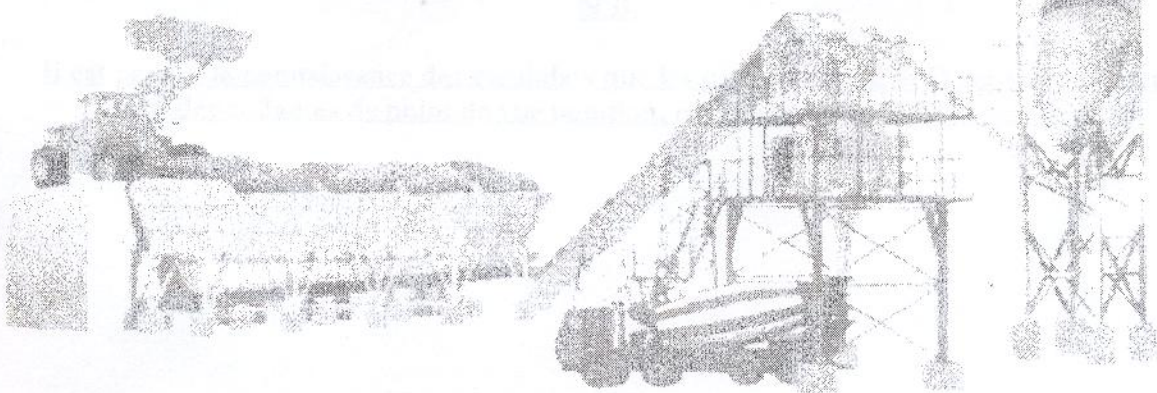
Durée : 5 Heures

Barème : Partie A : 8 points Partie B : 4 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** » & « **Document Réponses** ».
 - ✓ Deux documents techniques : « **Dessin d'ensemble (DT A1)** » & « **Dessin de définition (DT B1)** ».
- 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





DOSSIER

PRESENTATION, DONNEES ET HYPOTHESES

Ce dossier comporte 13 pages numérotées de 1 à 13

- Présentation et Nomenclature : Pages 1 à 2 ;
- Données et hypothèses - Partie A : Pages 3 à 4 ;
- Données et hypothèses - Partie B : Page 5 ;
- Données et hypothèses - Partie C : Pages 6 à 8 ;
- Données et hypothèses - Partie D : Pages 9 à 13 ;

CENTRALE A BETON PRET A L'EMPLOI

MISE EN SITUATION

La présente étude porte sur les constituants d'une chaîne de production de béton prêt à l'emploi (BPE) (figure 1). Cette chaîne est constituée de :

- Unité (A) de stockage, de dosage et d'alimentation en sable et en gravier,
- Unité (B) de convoyage des agrégats vers le malaxeur,
- Unité de dosage et d'alimentation en eau et en adjuvants (non représentée),
- Unité (C) de stockage et de convoyage par vis du ciment,
- Unité (D) de dosage de ciment,
- Unité (E) de malaxage et de chargement des camions toupie.

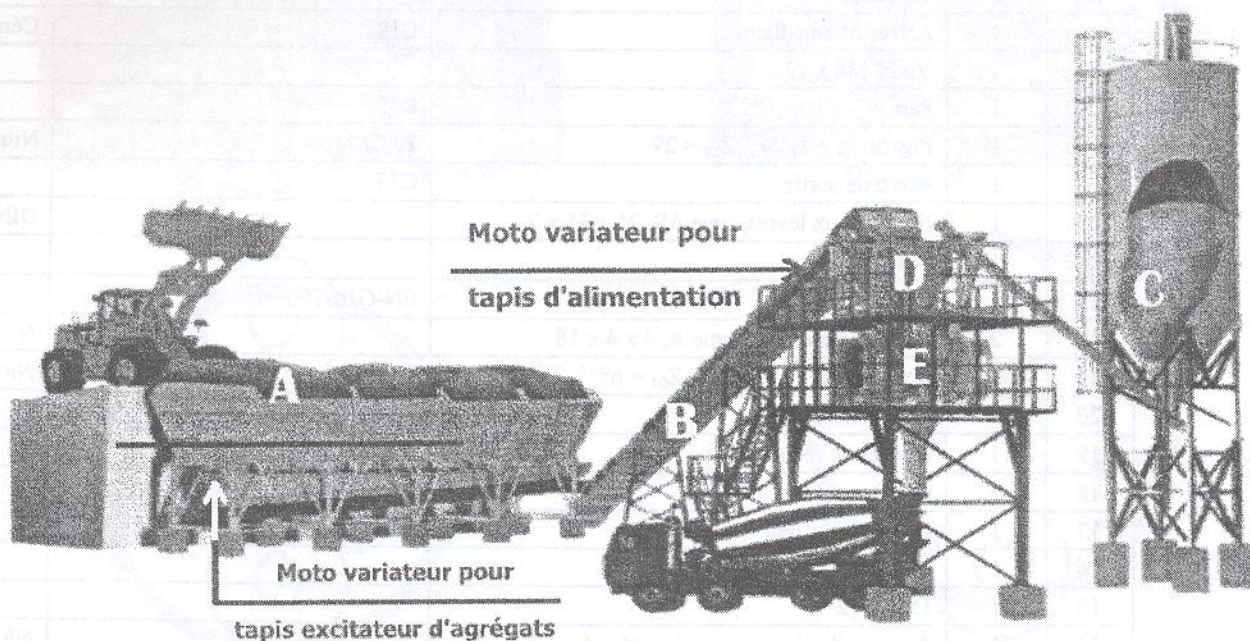


Figure 1 : Schéma descriptif d'une centrale à béton prêt à l'emploi.

Les composantes, objets de cette étude sont indiquées par des flèches sur la figure 1.

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

41	1			
40	1	Couvercle variateur		
39	10	VisH M5 x 16		
38	10			
37	1	Coulisseau	C35	
36	1	Corps variateur	EN-GJL-100	
35	1	Flasque mobile poulie réceptrice	18 Cr Mo 4	Nitruré
34	1	Flasque fixe poulie réceptrice	18 Cr Mo 4	Nitruré
33	2	25 BC 02		
32	1	Anneau élastique pour arbre 15 x 1		NF E 22-163
31	1	15 BC 02		
30	1	Arbre intermédiaire	C18	Cémenté
29	1	VisH M4 x 13		
28	1	Pale	C35	
27	1	Pignon m = 1,25 $Z_{27} = 29$	18 Cr Mo 4	Nitruré
26	1	Arbre de sortie	C35	
25	1	Joint à deux lèvres, type AS, 25 x 35 x 7		DIN 3760
24	1	20 BC 02		
23	1	Couvercle	EN-GJL-100	
22	2	Clavette parallèle forme A, 4 x 4 x 18		NF E 22-177
21	1	Roue dentée m = 1,25 $Z_{21} = 65$	18 Cr Mo 4	Nitruré
20	4	VisH M5 x 13		
19	1	Couvercle réducteur	EN-GJL-100	
18	3	Bouchon M16 x 8		
17	1	Boîtier réducteur	EN-GJL-100	
16	1			
15	1	15 BC 02		
14	1	Anneau élastique pour arbre 15 x 1		NF E 22-163
13	1	Volant de variation de vitesse	EN AB - 21 000 [Al Cu4 Mg Ti]	
12	1	Pignon	C18	Cémenté
11	1			
10	2	25 BC 02		
09	1	Flasque mobile poulie motrice	18 Cr Mo 4	Nitruré
08	1	Anneau métallique	CC7655 [Cu Zn 35 Mn 2Al 1 Fe]	
07	1	Flasque fixe poulie motrice	18 Cr Mo 4	Nitruré
06	1	Bague	C35	
05	2	Clavette parallèle, forme A, 4 x 4 x 16		NF E 22-177
04	1	Joint à deux lèvres, type AS, 22 x 32 x 7		DIN 3760
03	1			
02	1	15 BC 02		
01	1	Arbre d'entrée	C18	Cémenté
Rep.	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Concours nationaux d'entrée aux cycles de formation d'ingénieurs				
Concours Technologie : Epreuve Sciences et Techniques de l'Ingénieur				
VARIATEUR A FRICTION			Document : DT A2	
			Session 2012	

PARTIE A : TECHNOLOGIE DE CONCEPTION

VARIATEUR A ANNEAU DE FRICTION

L'association de **variateurs à anneau métallique** avec un train d'engrenage (Figure A.1) permet de réaliser une variation continue et précise du rapport de réduction. En effet, ce mécanisme s'avère très utile dans la synchronisation des vitesses sur une ligne de production en série.

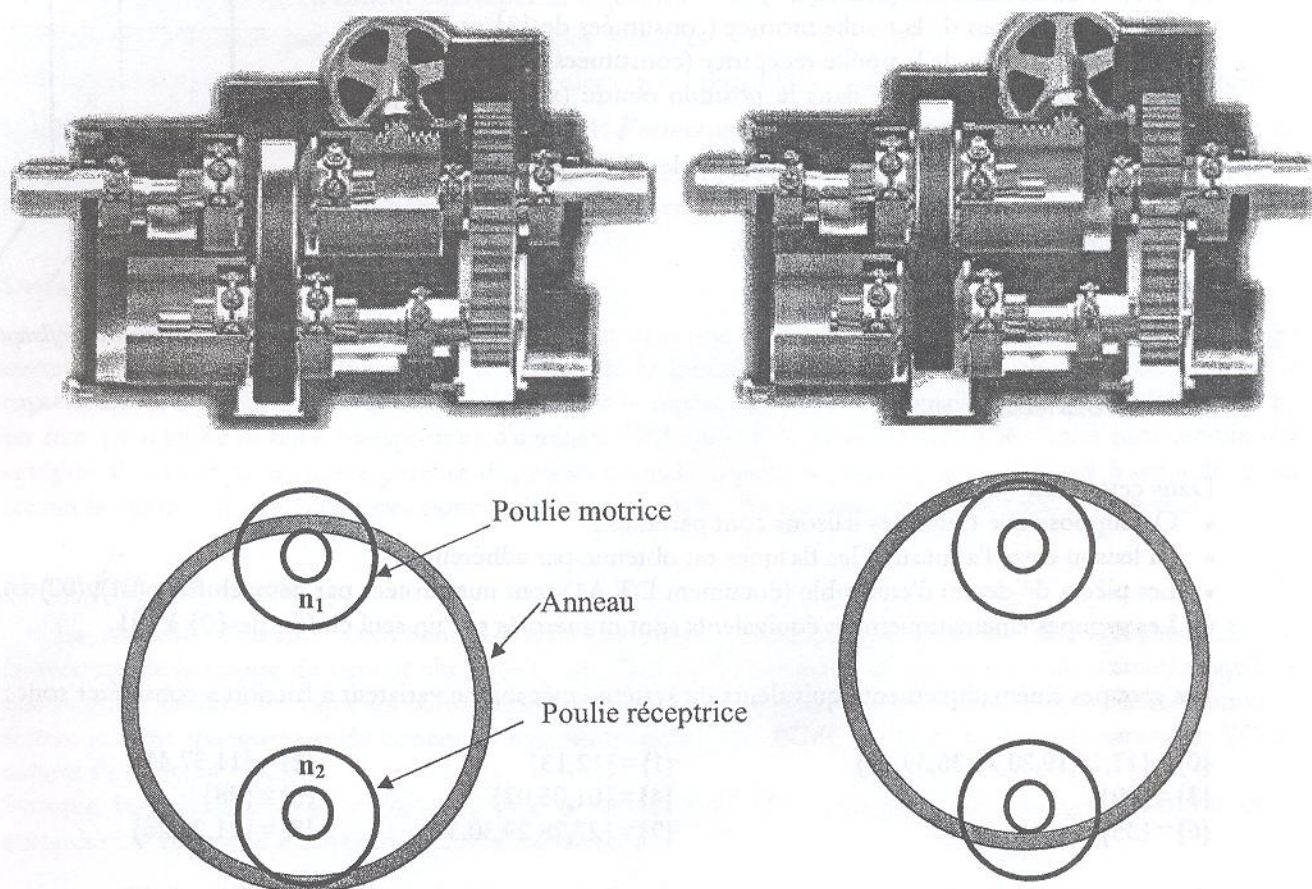


Figure A.1: Positions extrêmes de l'anneau de friction.

Le fonctionnement du présent variateur à entraxe fixe repose sur la variation du rayon d'enroulement (Figure A.1) d'un anneau de transmission indéformable. Cette transmission est obtenue par l'utilisation de poulies à flasques coniques. Chaque poulie est composée d'un flasque fixe et d'un autre mobile.

La distance entre les deux flasques est réglable comme le montre la figure A.2, alors que la largeur de l'anneau de transmission est constante. Il s'ensuit qu'une variation de distance entre les deux flasques coniques modifie la position radiale des points de contact avec l'anneau. En cette position radiale, la distance inter-flasque est égale à la largeur de l'anneau de transmission.

DONNEES ET HYPOTHESES

Caractéristiques du moteur à l'entrée :

$$P_e = 3 \text{ kW}, N_e = N_4 = 1500 \text{ tr/min}$$

- k_v le rapport du variateur entre N_7 (la vitesse à la sortie du variateur) et N_4 (la vitesse à l'entrée du variateur) (voir schéma cinématique A.3.1.1 du document réponses) ;
- r_4 le rayon moyen de la poulie motrice (constituées de {3} et {4}) ;
- r_7 le rayon moyen de la poulie réceptrice (constituées de {6} et {7}) ;
- $r_0 = 16 \text{ mm}$ est le rayon dans la position neutre ($x=0$) pour lequel $r_4=r_7=r_0$ ce qui correspond à $k_v=1$;
- 2α l'angle au sommet du cône formé par les deux flasques ;
- Le rendement du variateur $\eta_v = 0,85$;
- Le rendement du réducteur $\eta_R = 0,95$.

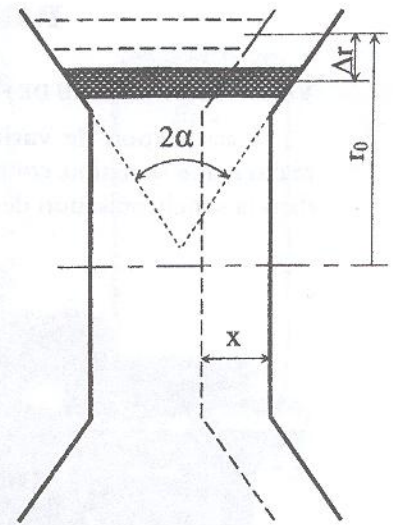


Fig A.2 : Variabilité du rayon moyen par déplacement du flasque mobile

THEORIE DES MECANISMES

Dans cette partie :

- On suppose que toutes les liaisons sont parfaites ;
- La liaison entre l'anneau et les flasques est obtenue par adhérence ;
- Les pièces du dessin d'ensemble (document DT A1) sont numérotées par deux chiffres (01), (02) (41).
- Les groupes cinématiquement équivalents sont numérotés par un seul chiffre de {0} à {8}.

Les groupes cinématiquement équivalents du système mécanique variateur à friction à considérer sont :

$$\{0\} = \{17, 18, 19, 20, 23, 36, 39, 40\}$$

$$\{3\} = \{09\}$$

$$\{6\} = \{35\}$$

$$\{1\} = \{12, 13\}$$

$$\{4\} = \{01, 05, 07\}$$

$$\{7\} = \{27, 28, 29, 30, 34\}$$

$$\{2\} = \{11, 37, 41\}$$

$$\{5\} = \{08\}$$

$$\{8\} = \{21, 22, 26\}$$

On note la liaison L_1 d'origine C : $L_1(C)$. Soient les liaisons $L_2(B)$, $L_3(A)$, $L_4(O)$, $L_5(D)$ et $L_6(E)$.

On note le torseur statique, au point M, de la liaison L_k de l'action mécanique d'un solide (i) sur un solide (j) par :

$$\{\tau_{i \rightarrow j}(L_k)\}_M = \begin{Bmatrix} X_k & L_k \\ Y_k & M_k \\ Z_k & N_k \end{Bmatrix}_M$$

On note le torseur cinématique, au point M, de la liaison L_k du solide (i) dans son mouvement par rapport à un solide (j) par :

$$\{V_{ij}(L_k)\}_M = \begin{Bmatrix} \alpha_k & u_k \\ \beta_k & v_k \\ \gamma_k & w_k \end{Bmatrix}_M$$

PARTIE B : TECHNOLOGIE DE PRODUCTION

On se propose d'étudier la fabrication du flasque repéré (07) réalisée en série renouvelable de 500 pièces/mois sur 10 ans. Cette pièce est définie sur le document technique (DT B1). Les surfaces à usiner sont repérées en trait fort. Le brut de départ est obtenu par moulage en sable et est représenté sur le document technique (DT B1).

Le flasque repéré (07), est en **18CrMo4**. Les pièces sont livrées à l'usinage à l'état brut.

Nota : la rainure de clavette ne sera pas prise en compte lors de cette étude

ETUDE DE FABRICATION

Pour la fabrication du flasque, on utilisera des tours à commande numérique, de marque **EMCO** type, **PCTURN 55**, de puissance **0.55 KW**, de directeur de commande **NUM**.

La gamme prévisionnelle proposée prévoit les phases suivantes :

Phases	Opérations	Procédés
10	Contrôle des pièces livrées brutes	
20	Usinage des surfaces 1, 2, 3 et 7	Tournage en CN
30	Usinage des surfaces 4, 5 et 6	Tournage en CN

COMMANDE NUMERIQUE

L'usinage de la série des pièces sera réalisé sur un tour à commande numérique, en utilisant deux outils **T2 D2** et **T6 D6**. La surépaisseur d'usinage est de **1.5 mm** partout. La vitesse maximale tolérée de la broche est de **3000 tr/min**.

Les données de la coupe sont :

- Outil à charioter-dresser de finition **T2 D2**, $V_c = 80 \text{ m/mn}$, $F = 0.3 \text{ mm/tr}$;
- Outil à aléser de finition **T6 D6** $V_c = 60 \text{ m/mn}$, $F = 0.1 \text{ mm/tr}$;
- Position de changement d'outil $X = 150 \text{ mm}$, $Z = 280 \text{ mm}$;
- Distance d'approche et de dégagement égale à 2 mm.

Nota : V_c et F sont respectivement la vitesse de coupe et d'avance.

PARTIE C : ETUDE MECANIQUE & RDM

C.1- Etude Mécanique

DESCRIPTION FONCTIONNELLE ET REPERAGE

Dans cette partie, on se propose d'étudier le mécanisme d'ouverture / fermeture de la trappe de vidange de la trémie (figure C.1.1). L'actionneur assurant cette fonction est un vérin pneumatique articulé au bâti du coté corps et à la trappe du coté tige. La figure C.1.2 représente le schéma cinématique minimal de ce mécanisme pendant la phase d'évacuation des granulats vers le tapis roulant. Les principaux éléments du mécanisme sont les suivants :

- Le bâti (0), lié au repère $\mathcal{R}_0(O, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ supposé galiléen. Pour simplifier les calculs, on introduit un repère intermédiaire $\mathcal{R}_{01}(O, \bar{u}, \bar{v}, \bar{z}_0)$ tel que : $\delta = (\bar{x}_0, \bar{u}) = (\bar{y}_0, \bar{v}) = \text{constant}$ (figure C.1.3.a).
- Le corps (1) du vérin, lié au repère $\mathcal{R}_1(O, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_0)$, est en liaison pivot d'axe $(O, \bar{z}_0)$ avec le bâti (0). Son mouvement de rotation est paramétré par l'angle $\theta = (\bar{u}, \bar{x}_1) = (\bar{v}, \bar{y}_1)$ (figure C.1.3.c).
- La tige (2) du vérin, liée au repère $\mathcal{R}_2(A, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_0)$, est en liaison glissière d'axe $(C, \bar{x}_1)$ avec le corps (1) du vérin.
- La trappe (3), liée au repère $\mathcal{R}_3(B, \bar{x}_3, \bar{y}_3, \bar{z}_0)$, est en liaison pivot d'axe $(A, \bar{z}_0)$ avec la tige (2). Elle est également en liaison pivot d'axe $(B, \bar{z}_0)$ avec le bâti (0). Son mouvement de rotation est paramétré par l'angle $\varphi = (\bar{u}, \bar{x}_3) = (\bar{v}, \bar{y}_3)$ (figure C.1.3.d).

On se propose d'étudier la phase d'ouverture de la trappe. Lors de cette phase de fonctionnement, le mouvement de la tige (2) entraîne la rotation de (1) autour de l'axe $(O, \bar{z}_0)$. Il en résulte une rotation de la trappe (3) autour de l'axe $(B, \bar{z}_0)$ permettant ainsi son ouverture et l'évacuation des granulats stockés dans la trémie.

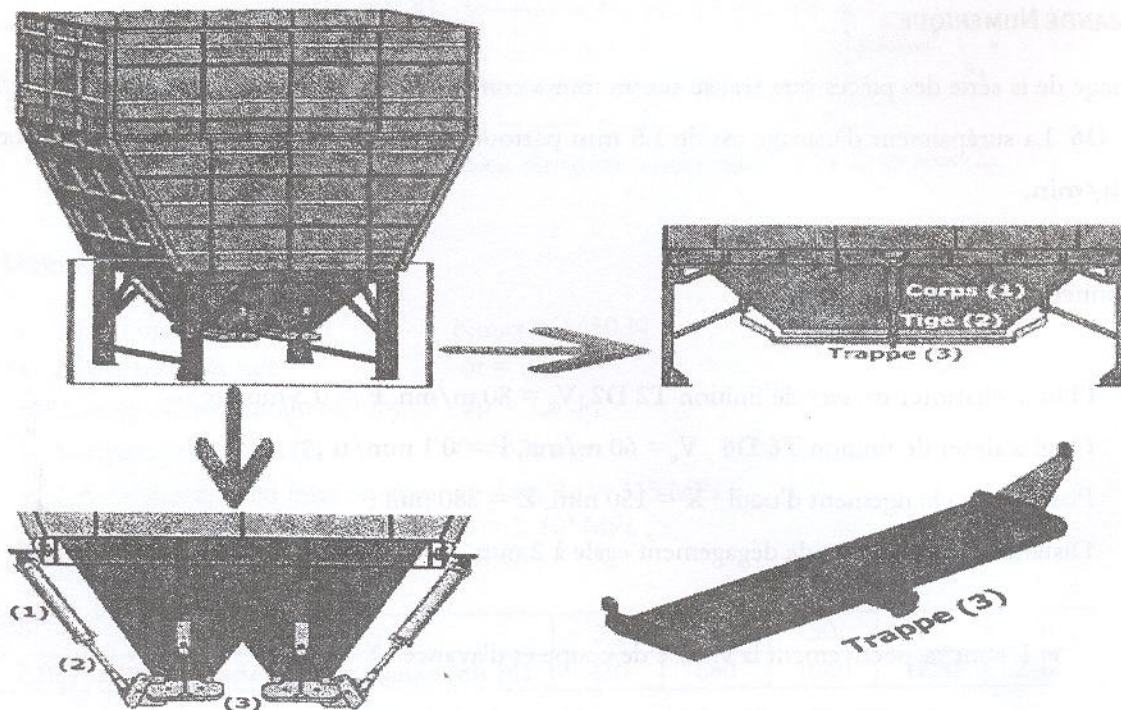


Figure C.1.1 : Mécanisme d'ouverture / fermeture de la trappe.

PARAMETRAGE DU MECANISME

$$\overline{OA} = \lambda \bar{x}_1; \overline{OC} = L_1 \bar{x}_1; \overline{OB} = h \bar{v}; \overline{AB} = L(-\cos\beta \bar{x}_3 + \sin\beta \bar{y}_3).$$

L, L_1, h, δ et β sont des caractéristiques géométriques du mécanisme (constantes positives).

θ, λ et φ sont des paramètres de position variables en fonction du temps.

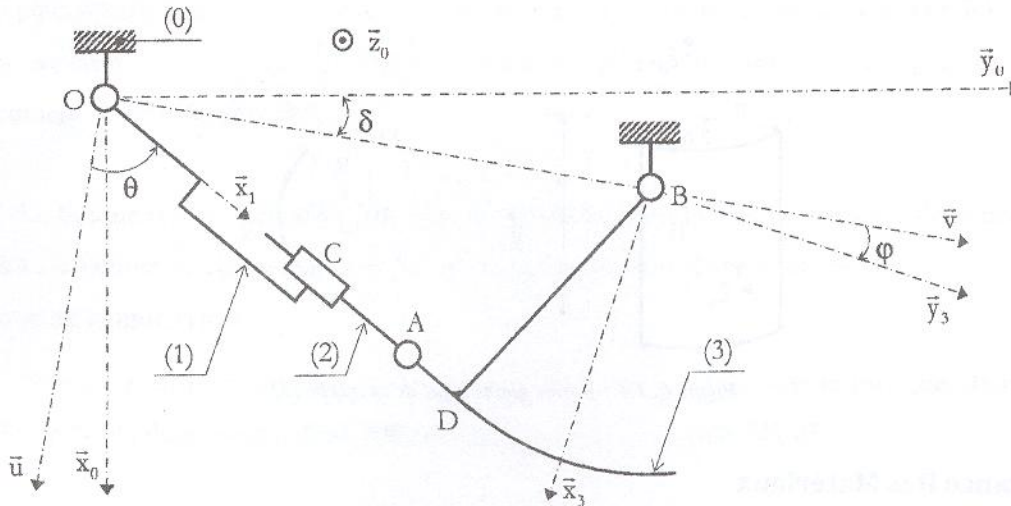


Figure C.1.2 : Schéma cinématique minimal du mécanisme d'ouverture / fermeture de la trappe.

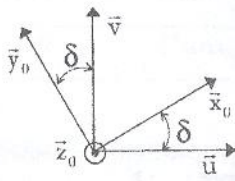


Figure C.1.3.a : orientation de la base du repère ($\mathcal{R}_1$) par rapport à la base du repère ($\mathcal{R}_{01}$)

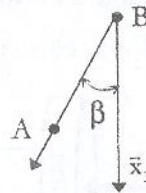


Figure C.1.3.b : Définition de l'angle $\beta = (\overline{AB}, \bar{x}_3)$

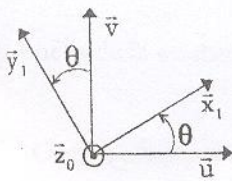


Figure C.1.3.c : orientation de la base du repère ($\mathcal{R}_1$) par rapport à la base du repère ($\mathcal{R}_{01}$)

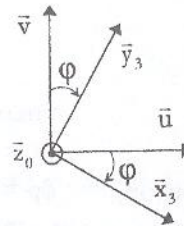


Figure C.1.3.d : orientation de la base du repère ($\mathcal{R}_3$) par rapport à la base du repère ($\mathcal{R}_{01}$)

Figure C.1.3 : Paramètres d'orientation des différentes bases

DONNEES ET HYPOTHESES

La trappe (3) est assimilée à une portion d'enveloppe cylindrique homogène de masse m , de rayon R , de longueur $2a$ et d'axe $(B, \vec{z}_0)$. La section transversale de la trappe est un arc de cercle de rayon R et d'angle 2α . Les éléments d'attache à la trémie sont considérées comme solides de masses négligeables. Par conséquent, ils n'ont pas été représentés sur la figure C.1.4.

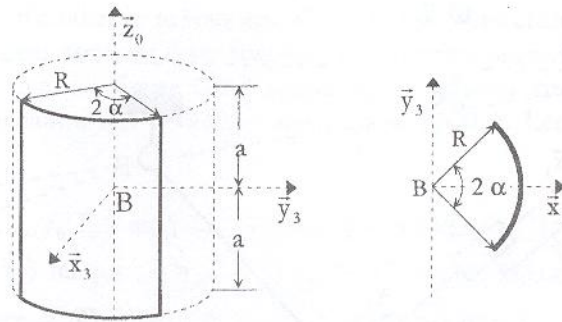
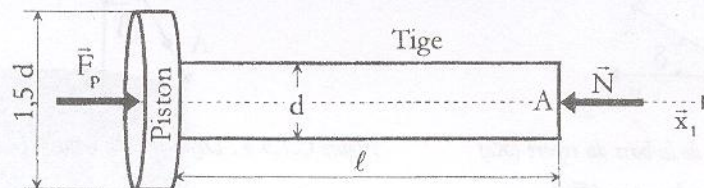


Figure C.1.4 : Forme géométrique de la trappe (3)

C.2- Résistance Des Matériaux

Le vérin pneumatique (Σ), assurant la fonction d'ouverture / fermeture de la trappe (3), est actionné par un compresseur générant une pression p (en bars).

La phase de fonctionnement la plus défavorable est la phase de fermeture de la trappe (3). Pendant cette séquence, la tige (2) du vérin subit un effort de poussée pneumatique $\vec{F}_p$. En réaction, la trappe chargée (S) exerce sur la tige du vérin une force $\vec{N}$ au point A (figure C.2.1).

Figure C.2.1 : Schéma, dimensions et chargement de la tige (2) du vérin (Σ).**Données :**

- Effort maximal fourni : $N_{\max} = 1650 \text{ N}$;
- Diamètre de la tige : $\phi_t = d$;
- Alésage (Diamètre du piston) : $\phi_p = 1,5 d$;
- Longueur de la tige (2) : $\ell = 320 \text{ mm}$.
- Limite élastique en traction compression: $R_e = 335 \text{ MPa}$;
- Module d'Young: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$;
- Coefficient de sécurité : $s = 10$;

Alésage ϕ_p (mm)	32	40	50	63	80	100	125
Effort maximal admissible $N_{\max}$ (en N)	430	680	1060	1680	2700	4240	6630

Tableau C.2 : Caractéristiques normalisées des vérins pneumatiques

PARTIE D : AUTOMATIQUE

D.1- Commande séquentielle d'une centrale à béton

L'objectif de cette étude consiste à établir une commande séquentielle de la centrale à béton schématisée par la figure D.1. Ce système permet d'obtenir une quantité (de 1 à 5 m³) de béton en un ou plusieurs cycles de fabrication de capacité maximale 1 m³. Le béton est obtenu en mélangeant 4 agrégats de grosseurs différentes (de A₁ à A₄), du ciment choisi parmi 2 qualités différentes (C₁ ou C₂) et de l'eau. L'alimentation en agrégats est effectuée par ouverture de trappes bistables VA₁, VA₂, VA₃ et VA₄ (ouverture $VA_i^+ = 1$, Fermeture $VA_i^- = 1$ avec $i = 1, 2, 3$ ou 4) ; alors que l'alimentation en ciments se fait par ouverture de trappes bistables VC₁ ou VC₂ (ouverture $VC_i^+ = 1$, Fermeture $VC_i^- = 1$ avec $i = 1$, ou 2), et l'alimentation en eau est obtenue par ouverture d'une vanne monostable VE (ouverture $VE = 1$, Fermeture $VE = 0$). Pour chaque cycle de fabrication, le fonctionnement est le suivant :

Dosage pondéral

Les agrégats sont d'abord pesés successivement dans une même trémie peseuse. Chaque qualité d'agrégat correspond à un capteur différent sur le cadran de la bascule (A₁ dosé jusqu'à ce que l'aiguille atteigne le capteur a₁, A₂ dosé jusqu'à ce que l'aiguille atteigne le repère a₂, etc...). Lorsque l'aiguille atteint le capteur a₄, on met en marche le tapis transporteur d'agrégats TPA (KMA = 1) et on ouvre la vanne monostable des agrégats VA. Lorsque la trémie peseuse d'agrégats est vide (aiguille au capteur a₀), on attend 3 secondes pour fermer la vanne VA et 10 secondes pour arrêter le tapis TPA : les agrégats sont alors dans le malaxeur.

Alimentation en ciment

La séquence "ciment" commence 7 secondes après l'ouverture de la vanne des agrégats VA, par l'ouverture de la trappe du ciment choisi (VC₁ ou VC₂) au-dessus de la trémie peseuse de ciment, jusqu'à ce que l'aiguille atteigne les capteurs correspondants (soit c₁, soit c₂). A ce moment, la trappe d'alimentation se ferme, le tapis transporteur de ciment se met en marche TPC (KMC = 1) et la vanne monostable VC du ciment s'ouvre (VC=1).

Lorsque l'aiguille arrive au capteur c₀, VC se ferme puis TPC s'arrête après une temporisation de 3 secondes : le ciment se trouve ainsi dans le malaxeur.

Alimentation en eau et malaxage

Le malaxeur, entraîné par un moteur est mis en marche (KMX = 1) au même moment que le tapis transporteur d'agrégats TPA et ne s'arrête qu'en fin de cycle. Il reçoit d'abord les agrégats et le ciment puis, 10 secondes après l'arrivée du ciment, la vanne d'eau VE s'ouvre (VE=1). L'ouverture de VE déclenche un compteur d'eau CE à présélection, qui délivre un signal s lorsque la quantité voulue d'eau s'est écoulée. Le malaxage doit durer 60 secondes après le début de l'arrivée d'eau. C'est alors que la vanne bistable de vidange VID s'ouvre pendant 10 secondes puis elle se ferme.

Conditions initiales

Préalablement à la mise en marche, l'opérateur doit effectuer manuellement les opérations suivantes :

- Choisir la qualité de ciment voulue, sur un sélecteur à 2 positions (q₁ ou q₂) ;
- Mettre les capteurs de pesée sur les trémies aux positions souhaitées (a₁, a₂, a₃ ou a₄) pour les agrégats, (c₁ ou c₂) pour le ciment ;
- Pré positionner le compteur d'eau CE à la position voulue. Le lancement de la fabrication s'effectue en appuyant sur un bouton poussoir m.

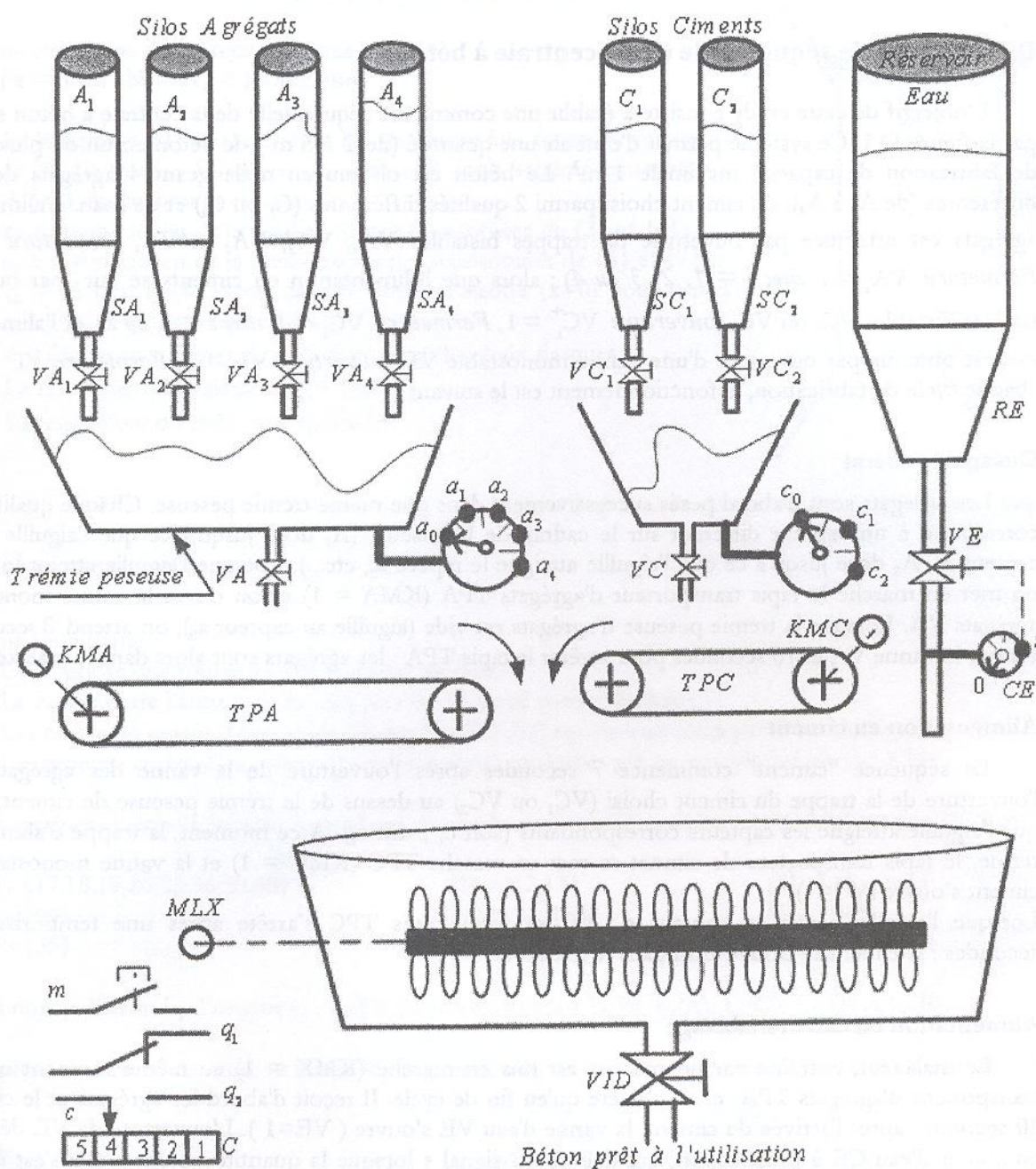


Figure D.1 : Schéma synoptique de la centrale à béton

Fin de préparation du béton

À la fin de la séquence "ciment" de chaque cycle, le compteur de cycle C est décrémenté (diminué d'une unité). Si son contenu est différent de 0 (variable $c = 1$) en fin de cycle, un nouveau cycle débute ; si son contenu est égal à 0 (variable $c = 0$) en fin de cycle, la fabrication est terminée.

Les affectations des entrées/sorties sont données dans les tableaux D.1 et D.2.

Tableau D.1 : Les entrées

$a_1, a_2, a_3 \text{ \& } a_4$	Capteurs contrôlant le poids des agrégats contenus dans les Silos $SA_1, SA_2, SA_3 \text{ \& } SA_4$
a_0	Capteur signalant que la trémie agrégats est vide
$c_1 \text{ et } c_2$	Capteurs contrôlant le poids des ciments contenus dans les Silos $SC_1 \text{ \& } SC_2$
c_0	Capteur signalant que la trémie ciments est vide
s	Capteur signalant que la quantité d'eau voulue est écoulée
m	Bouton poussoir départ cycle
$q_1 \text{ \& } q_2$	Sélecteur qualité ciment ; q_1 pour C_1 et q_2 pour C_2
c	Capteur signalant le contenu du compteur cycle C

Tableau D.2 : Les sorties

VA_1^+, VA_1^-	Ouverture et fermeture trappe bistable VA_1
VA_2^+, VA_2^-	Ouverture et fermeture trappe bistable VA_2
VA_3^+, VA_3^-	Ouverture et fermeture trappe bistable VA_3
VA_4^+, VA_4^-	Ouverture et fermeture trappe bistable VA_4
VC_1^+, VC_1^-	Ouverture et fermeture trappe bistable VC_1
VC_2^+, VC_2^-	Ouverture et fermeture trappe bistable VC_2
VC	Electrovanne d'ouverture de la trémie ciment
VE	Electrovanne d'ouverture du réservoir eau
VA	Electrovanne d'ouverture de la trémie agrégats
VID^+, VID^-	Ouverture et fermeture électrovanne d'évacuation du béton après malaxage
KMA	Commande du moteur tapis agrégats TPA
KMC	Commande du moteur tapis ciments TPC
KMX	Commande du moteur du malaxeur

D.2- Asservissement de la position du flasque mobile

Dans cette partie, on suppose que la variation de la vitesse de sortie du variateur est linéairement proportionnelle au déplacement " $x(t)$ " du flasque mobile (09) (voir document DT A1). Pour régler cette position, on accouplera le volant (13) à l'arbre d'un moteur à courant continu avec son réducteur (moto-réducteur). Il s'agit donc d'assurer l'asservissement de cette position linéaire " $x(t)$ " suivant le schéma de principe (figure D.2).

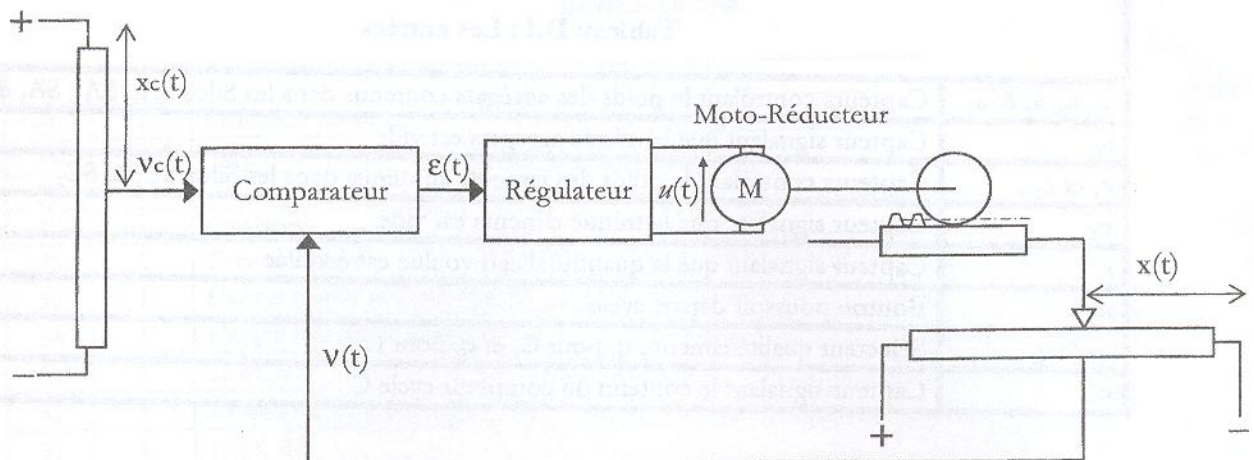


Figure D.2 : Schéma de principe

- x étant le déplacement défini dans la question (A.3.1.1.) ;
- Le déplacement désiré $x_c(t)$ est réalisée au moyen d'un dispositif couplé au curseur d'un potentiomètre générant une tension : $v_c(t) = k_1 x_c(t)$;
- La mesure du déplacement $x(t)$ est réalisée aussi au moyen du même dispositif générant la tension $v(t)$;
- Le signal d'erreur $\epsilon(t) = v_c(t) - v(t)$ est l'entrée du régulateur $R(p)$ qui lui-même délivre la tension $u(t)$ en vue d'alimenter un moteur à courant continu commandé par l'induit ;
- Le déplacement $x(t)$ est proportionnel à la position angulaire de l'arbre du moteur : $x(t) = k_2 \theta(t)$.

La fonction de transfert du moto réducteur $H(p) = \frac{\theta(p)}{U(p)}$ est la mise en cascade de deux fonctions de transfert $H_1(p)$ et $H_2(p)$ comme illustre la figure D.3.

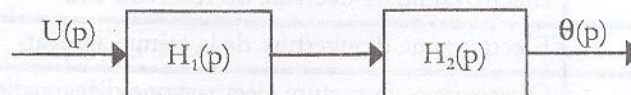
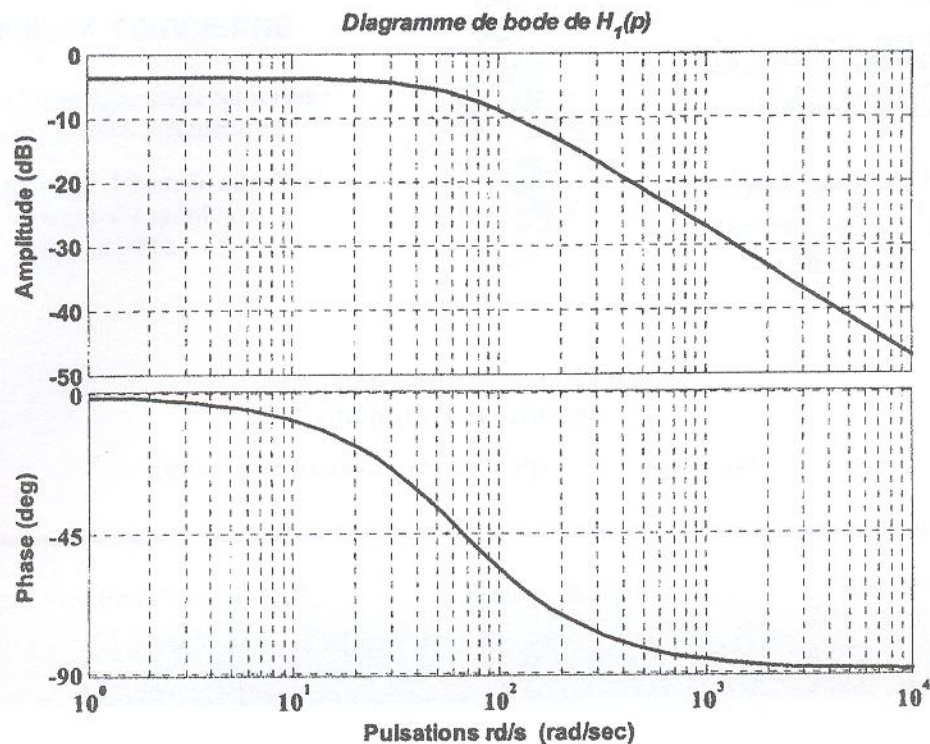


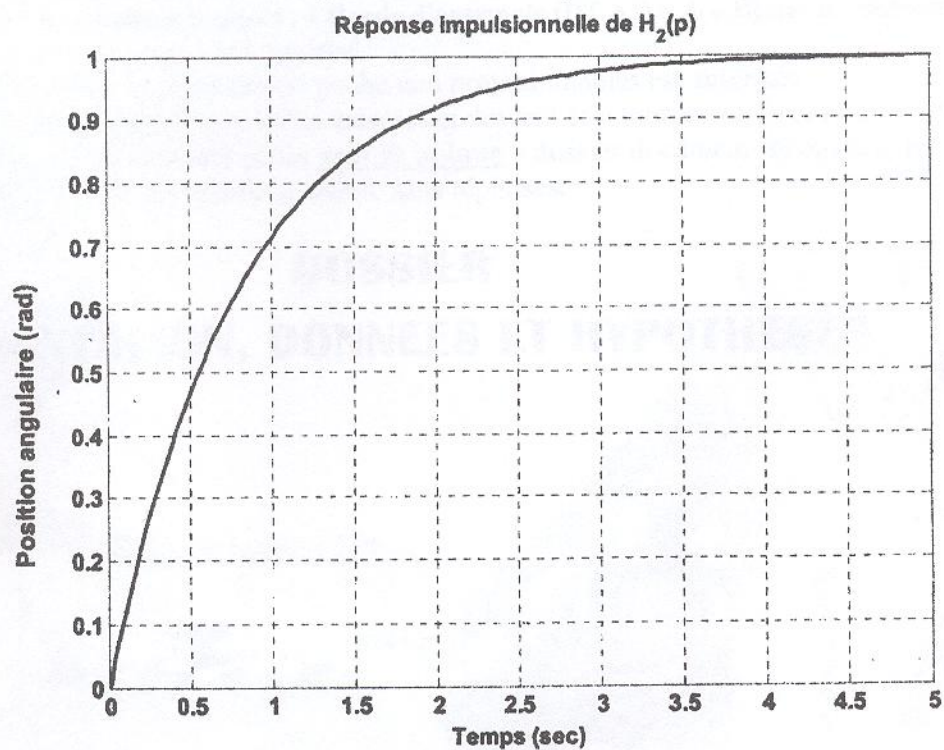
Figure D.3 : Schéma fonctionnel du moto réducteur

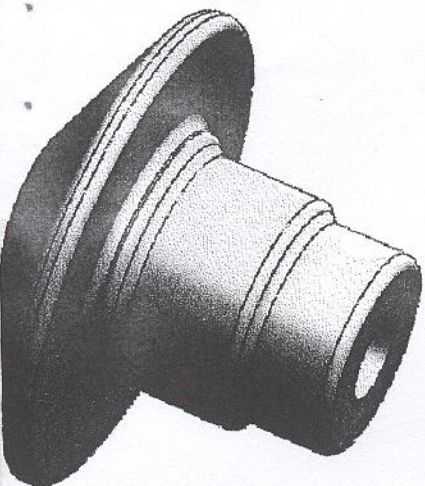
Le diagramme de Bode de $H_1(p)$ est représenté par la figure D.4.

Figure D.4 : Diagramme de Bode de $H_1(p)$

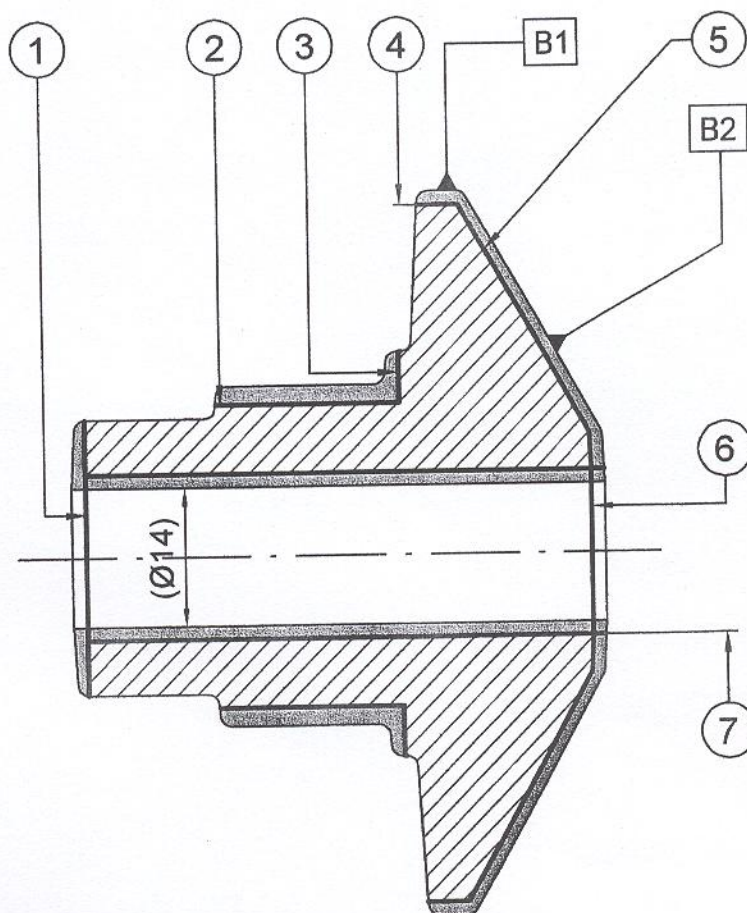
La réponse impulsionnelle de $H_2(p)$, représentée par la figure D.5, est décrite par l'expression :

$$\theta(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\tau_m}} \quad \text{pour } t > 0$$

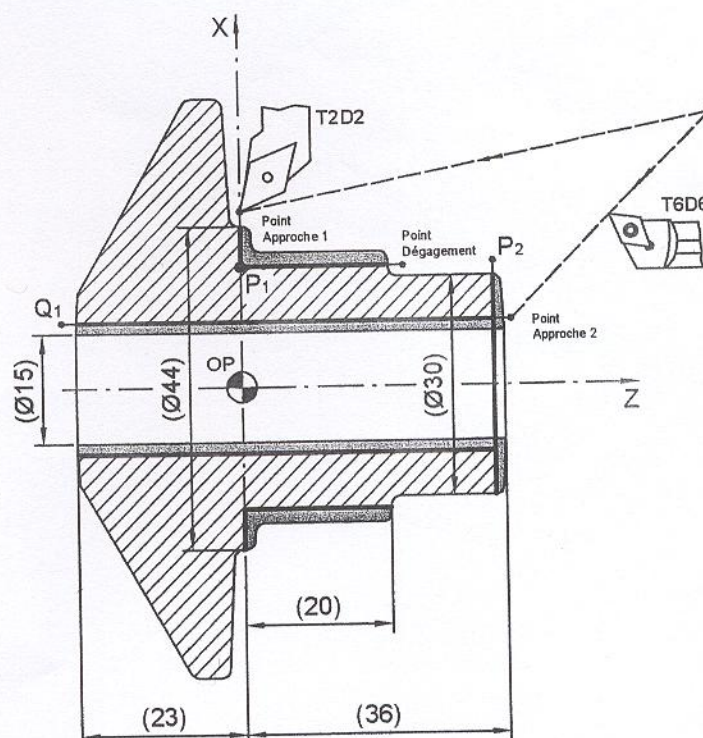
Figure D.5 : Réponse impulsionnelle de $H_2(p)$.



**Dessin
du Brut**



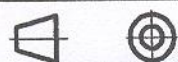
**Trajectoires
des Outils**



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

Concours technologie : Epreuve STI

Session : 2012

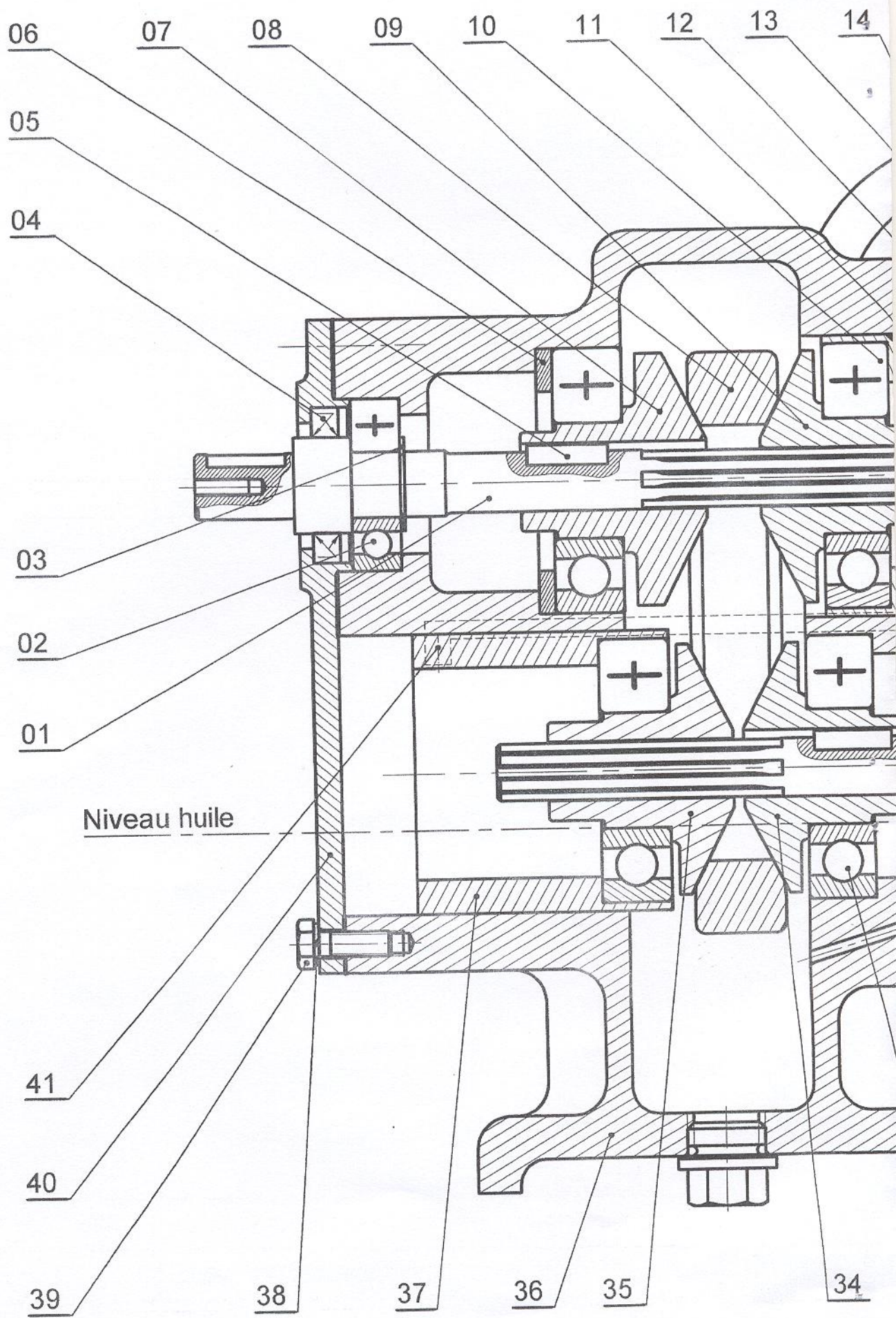


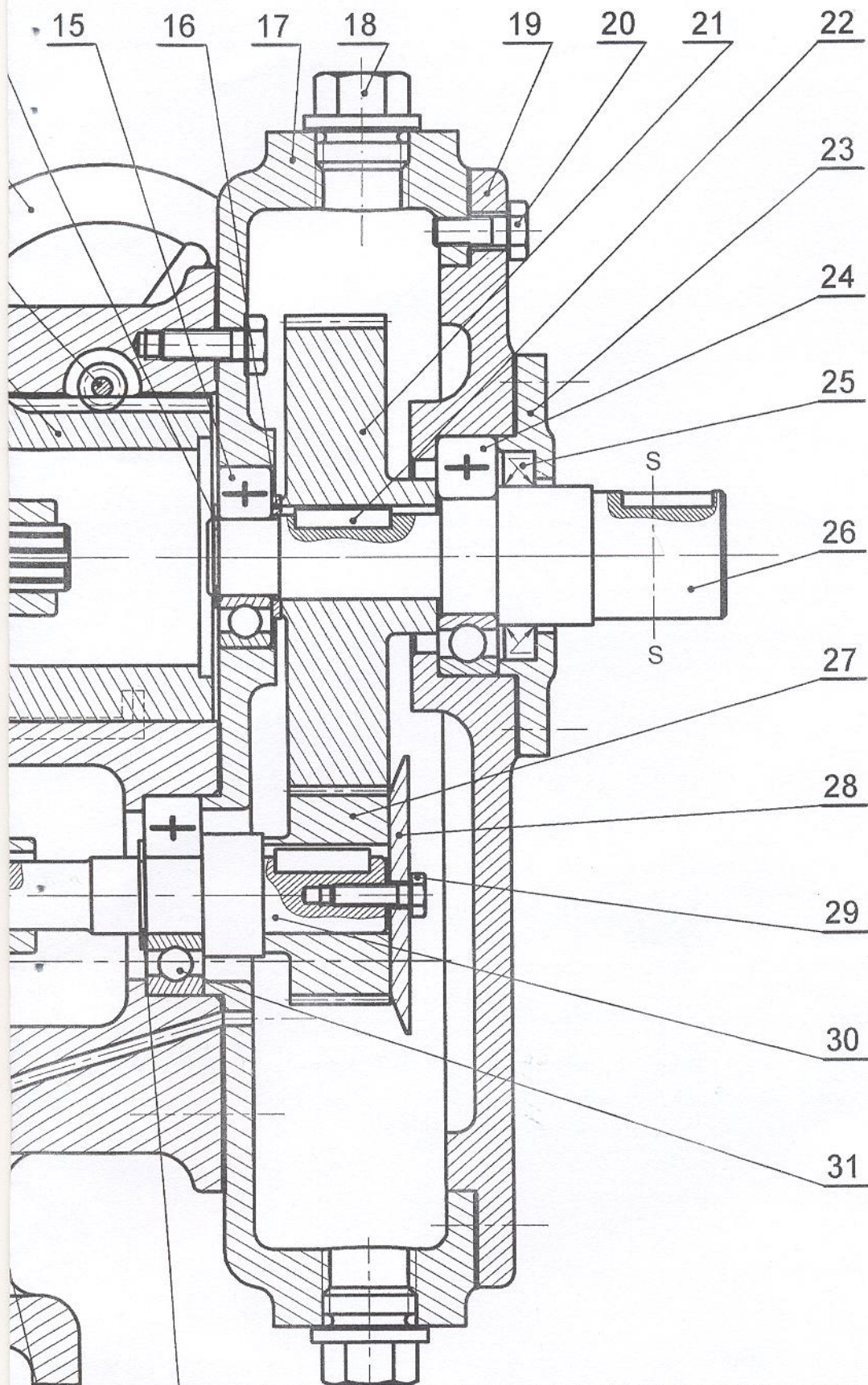
VARIATEUR A FRICTION
Flasque Fixe

Repère : 07 - 34

Echelle : 2 : 1

Document : DT B1





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

Concours technologie : Epreuve S.T.I.

Session : 2012



Echelle : 1 : 1

VARIATEUR A FRICTION

Repère :

Document : DT A1

A.4- TRANSMISSION DE PUISSANCE

A.4.1- Etude du rapport de réduction du variateur.

A.4.1.1- Déterminer la variation du rayon moyen Δr en fonction du déplacement axial x du flasque mobile {3} et de l'angle de conicité α (voir figure A2).

$$\Delta r = \frac{x}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

A.4.1.2- Etablir la relation du rapport de transmission k_V du variateur en fonction du rayon r_0 , α et x .

$$K_V = \frac{N_7}{N_4} = \frac{r_4}{r_7} = \frac{r_0 - \Delta r}{r_0 + \Delta r} = \frac{r_0 - \frac{x}{2 \operatorname{tg} \alpha}}{r_0 + \frac{x}{2 \operatorname{tg} \alpha}} = \frac{2 r_0 \operatorname{tg} \alpha - x}{2 r_0 \operatorname{tg} \alpha + x}$$

A.4.1.3- Etablir le rapport de réduction k_R du réducteur.

$$K_R = \frac{N_8}{N_7} = \frac{r_7}{r_8} = \frac{Z_7}{Z_8}$$

A.4.1.4- Déduire le rapport de transmission globale k du mécanisme.

$$k = \frac{N_8}{N_4}$$

$$k = K_V K_R = \frac{2 r_0 \operatorname{tg} \alpha - x}{2 r_0 \operatorname{tg} \alpha + x} \frac{r_7}{r_8}$$

A.4.1.5- Sachant que $x = \pm 5 \text{ mm}$, $r_0 = 16 \text{ mm}$ et $\alpha = 30^\circ$, la vitesse d'entrée du variateur est 1500 tr/mn , calculer les vitesses limites (N_8) de l'arbre de sortie.

$$2 r_0 \operatorname{tg}(\alpha) = 18,475$$

$$r_7 = m Z_{27} / 2 = 1,25 \cdot 29 / 2 = 18,13 \text{ mm}$$

$$r_8 = m Z_{21} / 2 = 1,25 \cdot 65 / 2 = 40,63 \text{ mm}$$

$$N_8 = N_4 \frac{2 r_0 \operatorname{tg} \alpha - x}{2 r_0 \operatorname{tg} \alpha + x} \frac{r_7}{r_8}$$

$$x = -5 \text{ mm} \quad N_{8\max} = 1166,05 \text{ tr/mn}$$

$$x = +5 \text{ mm} \quad N_{8\min} = 384,21 \text{ tr/mn}$$

A.4.2- Calcul des puissances.

A.4.2.1- Calculer la puissance transmise (P_8) à l'arbre de sortie {8}.

$$\eta = \eta_V \eta_R = \frac{P_s}{P_e} = \frac{P_8}{P_4}$$

$$P_8 = \eta_V \eta_R P_4 = 2422,5 \text{ w}$$

A.4.1.2- Calculer les couples limites (C_8) transmis sur l'arbre de sortie (8).

$$k = \eta_V \eta_R \frac{C_4}{C_8}$$

$$C_8 = \frac{\eta_V \eta_R}{k} C_4$$

$$x = +5 \text{ mm} \quad N_{8\min} = 384,21 \text{ tr/mn} \quad C_{8\max} = 60,21 \text{ Nm}$$

$$x = -5 \text{ mm} \quad N_{8\max} = 1166,05 \text{ tr/mn} \quad C_{8\min} = 13,88 \text{ Nm}$$

A.5- COTATION FONCTIONNELLE

A.5.1- Justifier l'existence de la condition Ja définie sur le dessin de la page suivante.

Eviter le contact entre pièce fixe et pièce mobile

FEUILLE D'ANALYSE D'USINAGE

N° de Phase	Désignation des phases, sous-phases, etc.	Machine utilisée	Outils Vérif.	Croquis de la pièce à ses différentes phases
10	Contrôle du brut		P.C	
20	A-Tournage Référentiel de mise en position : - Appui plan (1, 2, 3) - Centrage court (4,5) - Serrage concentrique 1) Cycle de chariotage et dressage de (S₁), (S₂) en ébauche et en finition par les côtes de fabrication : $Cf_1 = 23 \pm 0.8$ $Cf_2 = 57 \pm 0.7$ $2Cf_4 = \Phi 33k6$ 2) Alésage de (S₈) en ébauche et en finition par la côte de fabrication : $2Cf_3 = \Phi 18H7$	Tour CNC EMCO 55	Palmer intérieur 0-25 Palmer extérieur 25-50 P.C 1/50 Jauge de profondeur Outil à aléser Outil à charioter et à dresser	
30	<u>1ère solution</u> B-Tournage Référentiel de mise en position : - Appui plan (1, 2, 3) - Centrage court (4,5) - Serrage concentrique Cycle de chariotage et dressage de (S₆), (S₇) en ébauche et en finition par les côtes de fabrication : $2Cf_5 = \Phi 76 \pm 0.3$ $Cf_6 = 22 \pm 0.1$ (transfert direct) $Cf_7 = 7 \pm 0.05$ (transfert total)	Tour CNC EMCO 55	P.C 1/50 Jauge de profondeur Rapporteur d'angle Outil à aléser Outil à charioter et à dresser	
	<u>2ème solution</u> B-Tournage	Tour CNC EMCO 55	P.C 1/50	

Référentiel de mise en position : - Centrage long (1, 2, 3 et 4) - butée (5) - Serrage concentrique Cycle de chariotage et dressage de (S_6), (S_7) en ébauche et en finition par les côtes de fabrication : $2Cf_5 = \Phi 76 \pm 0.3$ $Cf_6 = 22 \pm 0.1$ (transfert direct) $Cf_7 = 7 \pm 0.05$ (transfert total)	Jauge de profondeur Rapporteur d'angle Outil à aléser Outil à charioter et à dresser	
---	--	--

B-4- Commande Numérique

L'usinage de la série de 2000 pièces sera réalisé sur un tour à commande numérique en utilisant deux outils T2 D2 et T6 D6. La surépaisseur d'usinage est de 1.5 mm partout. La vitesse maximale tolérée sur la broche est de 3000 tr/min

Données :

- Outil de chariotage-dressage finition T2 D2, $V_c = 80$ m/mn, $F = 0.3$ mm/tr ;
- Outil d'alésage finition T6 D6 $V_c = 60$ m/mn, $F = 0.1$ mm/tr ;
- Position de changement d'outil $X = 150$ mm, $Z = 280$ mm.
- Distance d'approche et de dégagement est égale à 2 mm.

Usinage extérieur		
Points	X	Z
Approche	48	0
P1	33	0
Dégagement	33	22
P2	33	34
Dégagement	11	34

Usinage intérieur		
Points	X	Z
Approche	18	36
Q1	18	-25
Dégagement	14	-25
Retrait	14	36

Complétez le programme CN pour l'usinage en finition directe des surfaces 3, 2, 1 et 7 de la phase 20 :
%2012

(FINITION PHASE 20)

(FINITION EXTERIEURE)

N10 G90 G71 G92 S3000

N20 G0 X150 Z280

N30 T2 D2 M6

N40 G97 S500

N50 G95 F0.3

N60 G0 X48 Z0 M3 M41

N70 G96 S 80

N80 G1 X33 Z0 M8

N90 G1 X33 Z22

N100 G0 X33 Z34

N110 G1 X11 Z34

N120 G97 S500

N130 G0 X150 Z280

(FINITION INTERIEURE)

N140 T6 D6 M6

N150 G97 S318

N160 G95 F0.1

N170 G0 X18 Z36 M3 M41

N180 G1 X18 Z-25

N190 G0 X14 Z-25

N200 G0 X14 Z36

N210 G0 X150 Z280 M5 M9

N220 M2

(Approche)

(P1 – Dressage de 3)

(Dégagement – Chariotage de 2)

(P2)

(Dégagement – Dressage de 1)

(Approche)

(Q1 – Alésage de 7)

(Dégagement)

(Retrait)