Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2010, filière TSI

Technologies et sciences industrielles : génie mécanique

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Génie électrique, partie A : dimensionnement de la batterie de stockage
- Génie électrique, partie B : étude des panneaux solaires
- Génie électrique, partie C : optimisation de puissance max
- Génie électrique, partie D : étude du convertisseur continu-continu
- Génie électrique, partie E : détection de niveau et génération du signal de commande de la pompe
- Génie mécanique : présentation du centre d'usinage CU6
- Génie mécanique, partie I : étude du système porte-outil
- Génie mécanique, partie II : étude du système porte-pièce
- Génie mécanique, partie III : étude de fabrication

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/cnc/tsi/2010/genie-mecanique

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

CNC SESSION de 2010

Filière TSI

Fiche présentative de l'épreuve des TSI

Durée : 6 heures

Aucun document n'est autorisé.
Calculatrice autorisée

L'examen des TSI est constitué de deux épreuves :

Concernant l'épreuve GM elle comporte

– *une page de garde*
– *Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1 à 10)*
– *Le dossier technique constitué de 6 Documents Techniques repérés **DT1** à **DT6***
– *Deux Documents **Réponses** repérés **DR1** et **DR2***

Concernant l'épreuve GE elle comporte

– *une page de garde*
– *le texte de l'épreuve (pages numérotées 1 à 11),*
– *un document Technique sur la page 12*
– *deux documents réponse repérés 1et 2, figurent sur les pages 13 et 14*

Le candidat devra obligatoirement :

- Composer sur les deux parties, elles ont le même poids et elles seront notées séparément

- *Réserver un cahier pour chaque épreuve GE ET GM*
- *Pour chaque partie et pour chaque question, mentionner les titres et les numéros repères*

Concernant l'épreuve GM

- **Rendre** *le cahier des réponses réservé à l'épreuve*
-**Rendre** *Les documents **DR1** et **DR2**, relatifs à la partie III*

Concernant l'épreuve GE

- **Rendre** *le cahier des réponses réservé à l'épreuve*
-**Rendre** ***Les documents réponse repérés 1et 2, figurant sur les pages 13 et 14***

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

CNC SESSION DE 2010

Filière TSI

Epreuve de génie électrique

Durée : 3 heures

Aucun document n'est autorisé.
Calculatrice autorisée

Le sujet comporte :
– une page de garde (non numérotée)
– le texte de l'épreuve (pages numérotées 1 à 11),
– un document Technique sur la page 12
– deux documents réponse repérés 1et 2, figurent sur les pages 13 et 14

Le sujet se compose de cinque parties qui peuvent être traitées de façon indépendante :

Partie A : Dimensionnement de la batterie de stockage.

Partie B : Étude des panneaux solaires

Partie C : Optimisation de puissance max

Partie D : Étude du convertisseur continu – continu

Partie E : Détection de niveau et génération du signal de commande de la pompe

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Etude d'une installation photovoltaïque

Une exploitation agricole isolée, non raccordée au réseau, produit l'énergie électrique dont elle a besoin à l'aide d'une installation solaire photovoltaïque. Le schéma de l'installation est représenté à la figure 1.

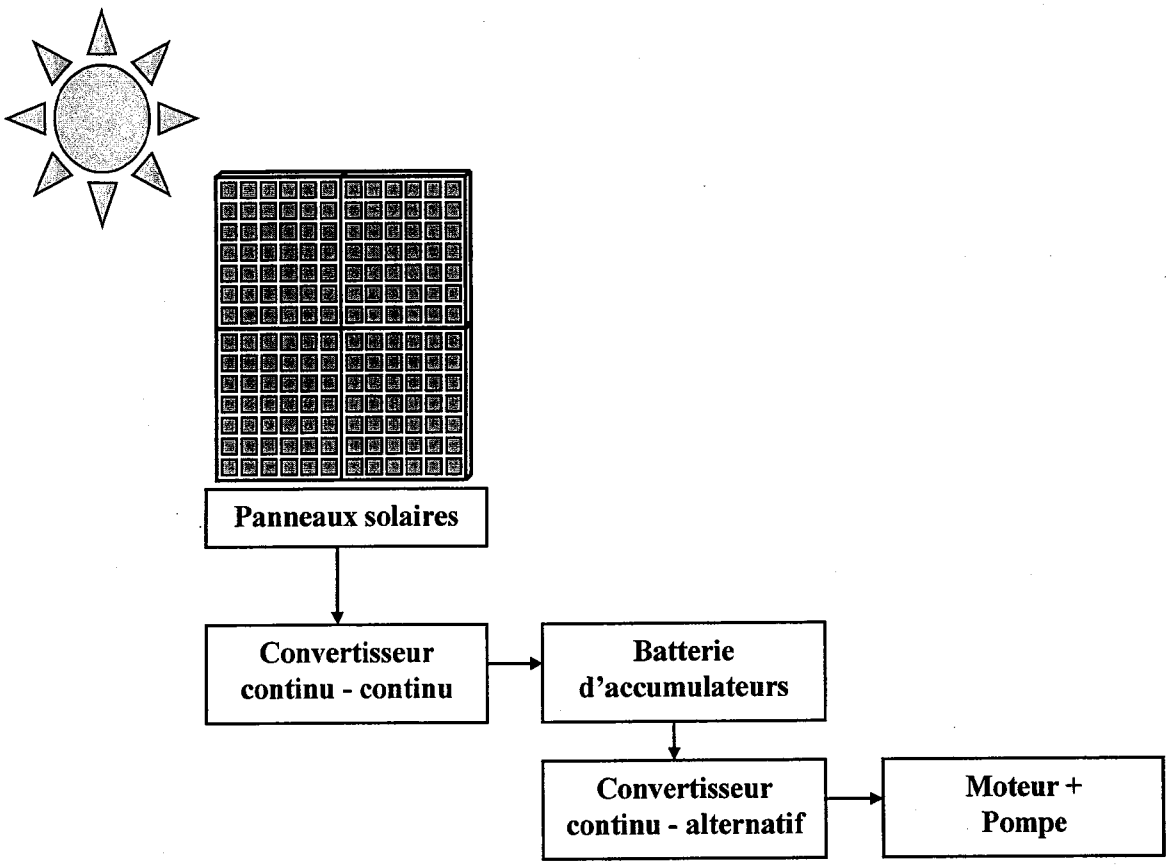


Figure 1

L'installation permet d'alimenter des points lumineux (éclairage basse consommation) et des petits appareillages (TV, radio, réfrigérateur ...), et d'assurer l'apport en eau au bétail (pompage d'environ 2,5 m^3/jour).

Partie A : Dimensionnement de la batterie de stockage

Par l'intermédiaire d'une carte de régulation, l'énergie des panneaux solaires est stockée dans les batteries. Cette énergie est utilisée pour alimenter la pompe servant au remplissage de la citerne.
La capacité d'une batterie ne se présente pas de la même façon que la capacité d'un réservoir. Plus la rapidité de la décharge est importante, plus la capacité réelle de la batterie sera faible. Ainsi une batterie référencée sous la dénomination 68Ah C100 aura réellement une capacité théorique, nominale Cn de 68Ah en 100heures, 55Ah en 20heures et 50Ah en 10heures. Si on décharge cette batterie sous une intensité de 5A la décharge ne durera que 10heures et en fin 100heures sous une intensité de 0,68A ($0{,}68 \times 100 = 68$ Ah).

La batterie d'accumulateurs doit permettre le remplissage de la citerne en toute circonstance
Groupe moto – pompe 24V ; 3,15 A ; 520 l/h ; HMT 15m
Contenance de la citerne 2500 dm^3

- Ne jamais dépasser la décharge dite profonde d'une batterie.
- Pour une longévité optimum de la batterie il faut la dimensionner pour que les décharges journalières ne dépassent pas 16% de la capacité nominale C100.
- Le courant de court-circuit d'une batterie est : $I_{CC} = 10 \times Cn$.

A.1 Quelle est la durée Δt de fonctionnement journalière (en heures et minutes) du groupe moto - pompe afin d'assurer le remplissage total de la citerne (si elle est vide).

A.2 Déterminer les besoins journaliers en Ah du groupe moto - pompe pour le remplissage de citerne.

A.3 Calculer la capacité minimale C100 nécessaire pour le choix de la batterie. (pour une longévité optimum de la batterie)

A.4 En se basant sur la documentation technique, effectuer le choix de la ou des batteries nécessaires à l'alimentation du groupe moto – pompe. Comment coupler éventuellement ces batteries.

A.5 Déterminer la durée d'utilisation du groupe moto – pompe sur 5 jours.

A.6 Quelle capacité devront alors fournir les batteries au groupe moto – pompe (en considérant que la recharge ne s'effectue plus).

A.7 La batterie choisie peut-elle fournir cette capacité sans être détériorée. On aura le soin de calculer la décharge profonde.

Partie B : Étude des panneaux solaires

Aucune connaissance préalable sur les panneaux solaires n'est nécessaire.
Un panneau solaire photovoltaïque produit l'énergie électrique à partir de l'énergie lumineuse reçue. Il peut être considéré comme un générateur continu.

Les panneaux peuvent fournir en moyenne 75% de leur puissance crête 8h par jour.
Les modules présents sur le marché ont des puissances crêtes (ou puissance nominale) de 20 à 100Wc (Watt crête) en 24v continu.
On admet que le rendement de la carte électronique est de 95%, celui des batteries de 75%.

B.1 Calculer le rendement η de l'ensemble « carte + batterie ». Considérant que la carte et la batterie sont deux éléments en série

B.2 Quelle énergie en Wh doivent fournir les capteurs solaires afin de compenser une consommation journalière de la pompe de 12Ah.

B.3 Quelle est la puissance crête des panneaux solaires ($P_{crête}$) permettant de compenser la consommation journalière de la pompe.

B.4 Donner la référence, le nombre et le couplage éventuel des panneaux Photowatt nécessaires (si plusieurs panneaux sont nécessaires, ils doivent être identiques).

Partie C : Optimisation de puissance max

L'objectif de cette partie est d'optimiser le transfert d'énergie entre le panneau solaire et la charge, ceci en agissant sur la commande d'un hacheur afin de maintenir le produit tension courant U*I maximum ceci quel que soit le niveau de rayonnement. Le schéma de la figure 2 présente la partie puissance du système.

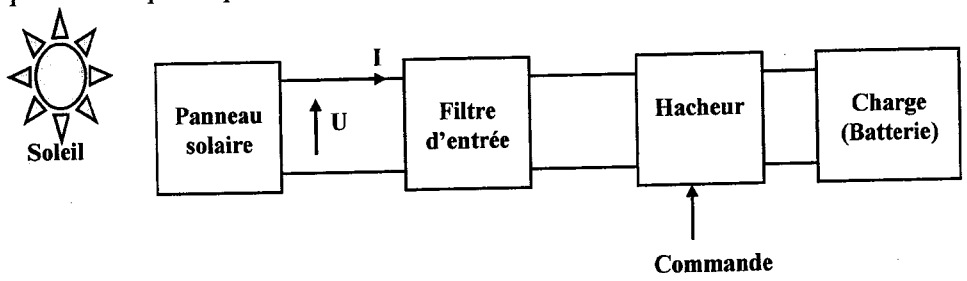


Figure 2

Le filtre d'entrée permet d'avoir un courant I quasiment continu (ce dernier pouvant varier en fonction du rayonnement)

Pour optimiser le transfert d'énergie, on a besoin de savoir en permanence si la puissance que délivre le panneau est bien maximum. Pour cela on fait varier périodiquement la commande du hacheur, on mesure la puissance et on corrige éventuellement la commande si besoin est. Le synoptique de la partie régulation (figure 3).

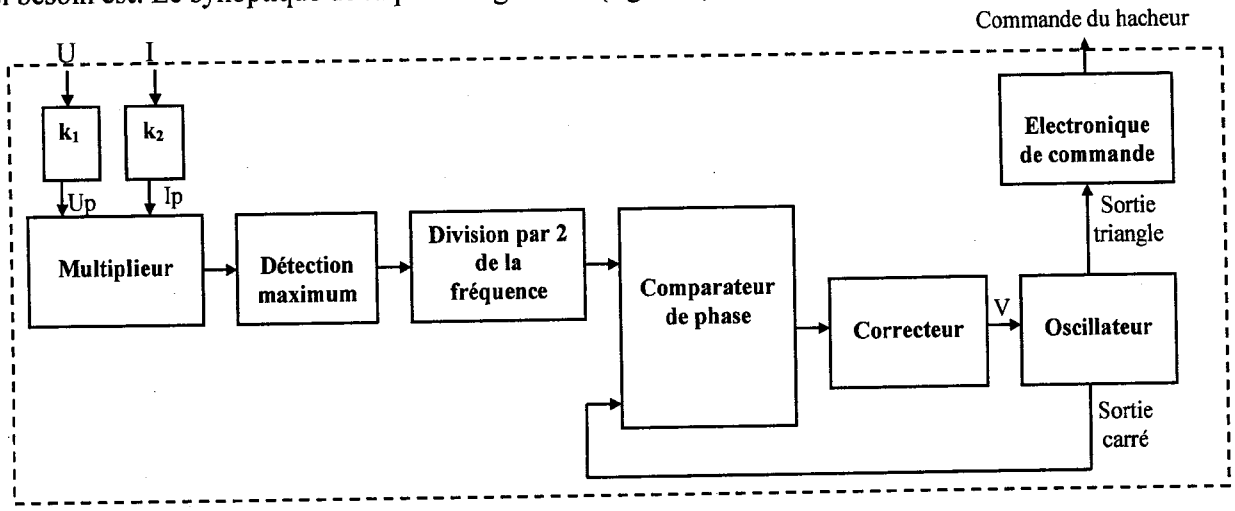


Figure 3

Les signaux Up et Ip sont des tensions images de U et I (les coefficients k1 et k2 sont des constantes inférieures à 1). Le correcteur agit sur la tension d'offset du signal triangulaire qui pilote l'électronique de commande du hacheur (cette tension va donc modifier le rapport cyclique du hacheur, donc modifier la position du point de fonctionnement du système). L'alimentation de la partie régulation se fait sous tension unique +Vcc égale à 5volts (ceci concerne également les amplificateurs opérationnels parfaits utilisés).

L'étude portera uniquement sur quelques éléments du schéma de la figure 3.

On considère tout d'abord le montage Trigger dont le schéma est rappelé à la figure 4:

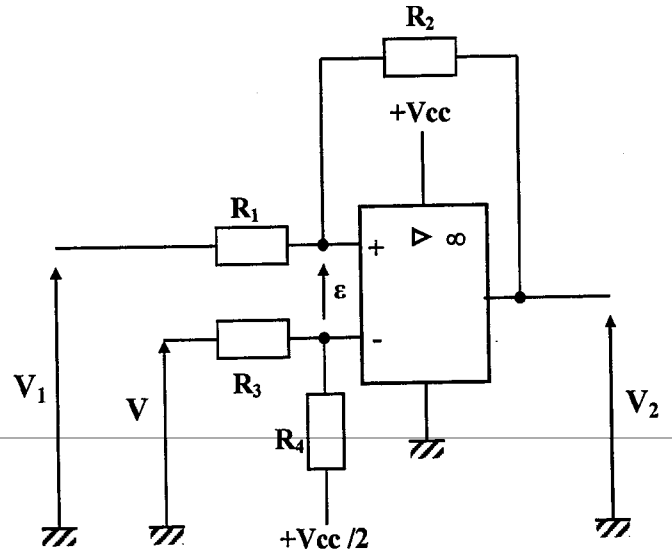


Figure 4

V est une tension continue.
$\mathbf{V}^+$ potentiel de l'entrée non-inverseuse par rapport à la masse.
$\mathbf{V}^-$ potentiel de l'entrée inverseuse par rapport à la masse.

C.1. Calculer $\mathbf{V}^+$, $\mathbf{V}^-$ et en déduire l'expression de ε en fonction de V, de Vcc et des différentes résistances du montage.
C.2. Donner l'expression des deux seuils (c'est-à-dire les valeurs particulières de V1 qui entraînent le basculement de la sortie) notés V1h et V1b (V1h > V1b), i en fonction de V, de Vcc et des différentes résistances du montages.
C.3. On appelle centre , la valeur qui correspond à la demi - somme des deux seuils trouvés précédemment. Exprimer ce centre, et donner la condition à vérifier sur les résistances si on veut que le centre soit égal à V (on supposera cette condition vérifiée par la suite).
C.4. Donner la caractéristique de transfert du montage.
C.5. On appelle largeur de fenêtre L, la différence entre les deux seuils. Exprimer L puis donner les valeurs numériques de R2 et R4 (avec R1 = R3 = 2kΩ) pour avoir L = 1volt.

Pour réaliser l'oscillateur, on ajoute au schéma précédent un intégrateur comme l'indique le montage de la figure 5.

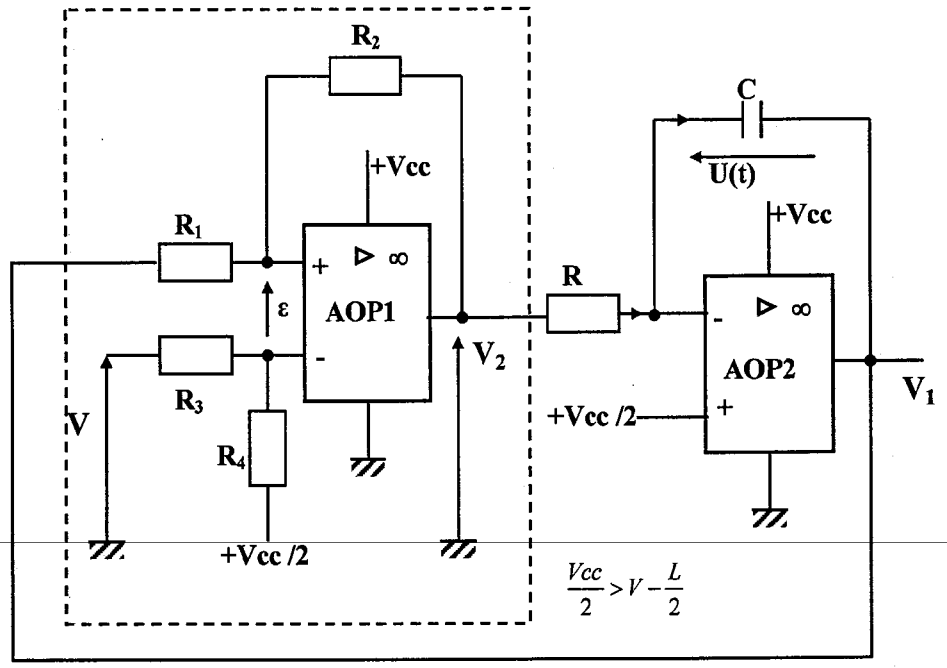


Figure 5

C.6. Comment fonctionne l'AOP2 ?

C.7. À t = 0 le condensateur est déchargé et on fait l'hypothèse que $V_2 = +Vcc$. Donner l'expression de V_1 (t).

C.8. À $t = t_0$, V_2 change de valeur. Donner alors l'expression de V_1 (t).

C.9. À un autre instant $t = t_1 > t_0$ la tension V_2 bascule à Vcc.

- Pourquoi ?
- Exprimer $t_1 - t_0$ en fonction de R et C.
- Redonner l'expression de V_1 (t) pour $t > t_1$.

C.10. Tracer les allures de V_1 et V_2 sur 2 périodes en précisant les valeurs maximales des tensions.

C.11. Exprimer la fréquence du signal V_1 en fonction des éléments du montage et de L. Que vaut la valeur moyenne de V_1? Calculer la valeur de la fréquence si R vaut 12kΩ et C vaut 1µF (on prend L = 1 volt).

Le multiplieur fait également intervenir un générateur de signal triangulaire construit sur le principe de celui vu précédemment, mais maintenant sans intervention de la tension V. Le schéma de réalisation du multiplieur est donné à la figure 6 :

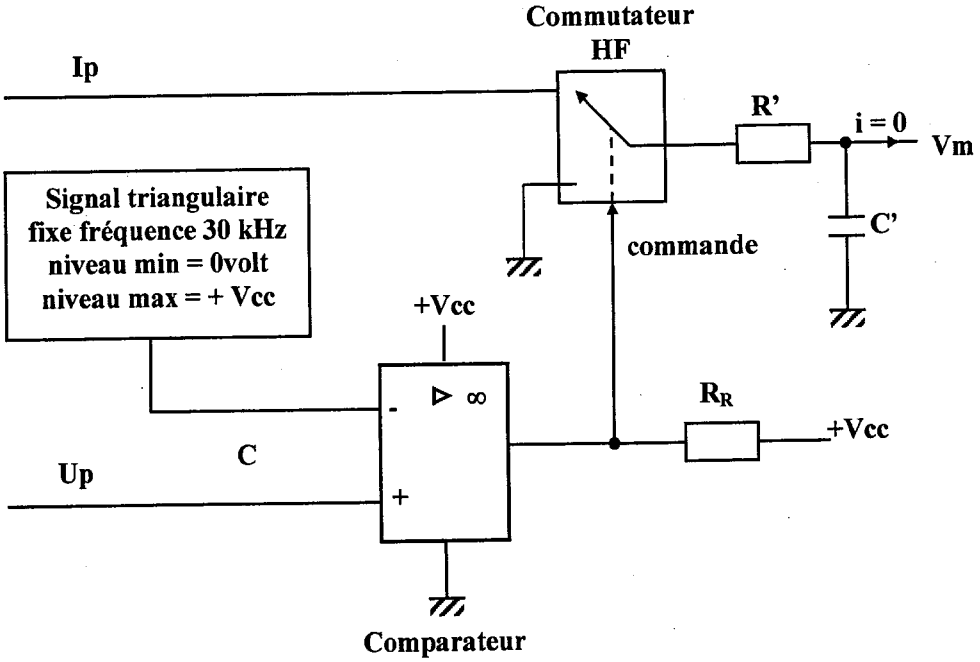


Figure 6

Le commutateur sera en position haute (comme sur le schéma) si la tension de commande est égale à +Vcc. Dans le cas contraire, le commutateur sera en position basse. Enfin, le comparateur est de type collecteur ouvert comme l'indique le schéma de la figure 7 (la résistance R_R -sur la figure 6- est une résistance de rappel) :

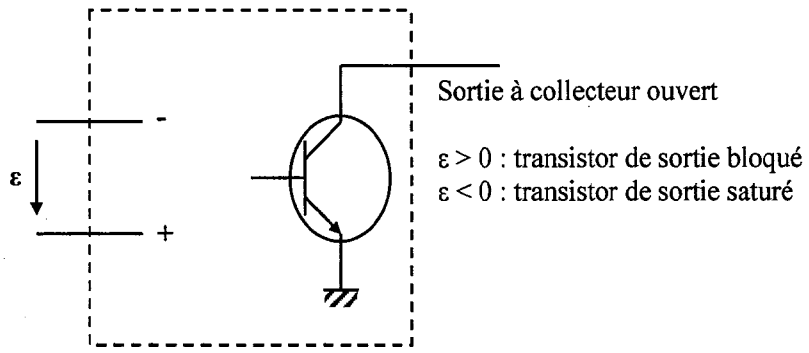


Figure 7

Les tensions Up et Ip (images de U et de I) seront supposées parfaitement constantes pour les deux questions qui suivent.

C.12. Dessiner le graphe de la tension en sortie du comparateur si on suppose que Up vaut ¾ de Vcc. Pour Up quelconque, donner l'expression du rapport cyclique r de ce signal.

C.13. Dessiner le graphe de la tension en sortie du commutateur HF si on suppose que Ip est égale à la moitié de Vcc. Quelle est la fonction du circuit R'C' ? en déduire l'expression de la tension de sortie Vm en fonction des tensions d'entrées Up et Ip dans le cas général.

Pratiquement, on modifie en permanence la tension de commande du hacheur, la tension en sortie du multiplieur varie alors également au rythme de cette commande. Cette partie ne sera pas étudiée.

Le comparateur de phases ne fait intervenir qu'une simple porte Ou exclusif (alimentation unique +Vcc) suivi d'un filtre RC, ceci comme l'indique le montage suivant :

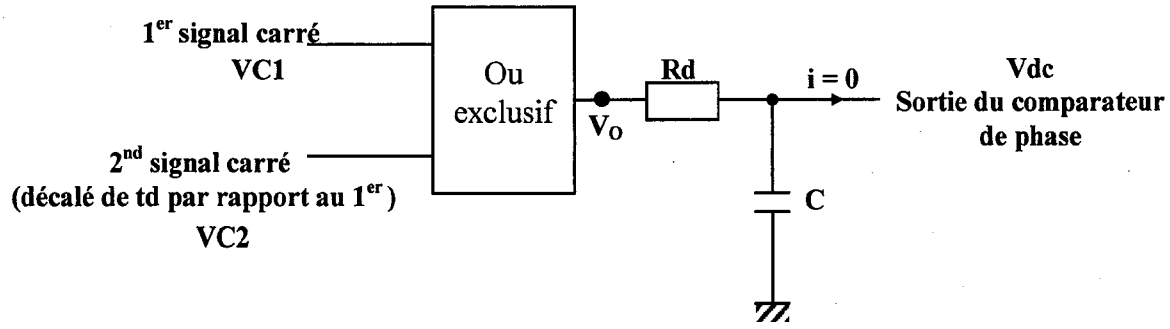


Figure 8

Les deux signaux d'entrée sont carrés (signaux logiques), de même fréquence (période T) et de rapport cyclique ½ . Le 2nd est juste décalé par rapport au 1er de td (variable de 0 à T/2).

C.14. Tracer les allures de V_{C1}, V_{C2} et V_O.

C.15. Donner l'expression de Vdc en fonction de td sachant que le filtre RC ne fait passer que la valeur moyenne. Tracer la caractéristique correspondante.

Partie D : Étude du convertisseur continu – continu

D.1 Rappeler les règles d'interconnexions des sources de tensions et de courants entre elles.

D.2 Soit le schéma de la figure 9 où : K1, K2, K3 et K4 sont des interrupteurs unidirectionnels en tension et en courant. Préciser quels sont les interrupteurs qui peuvent être fermés au même instant sans aucun risque.

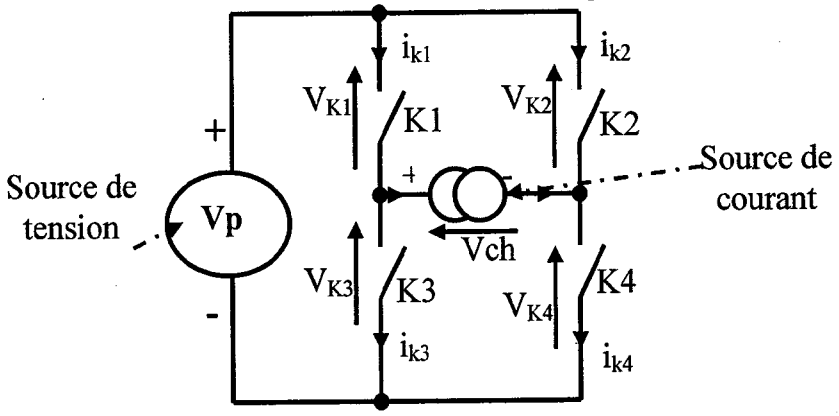
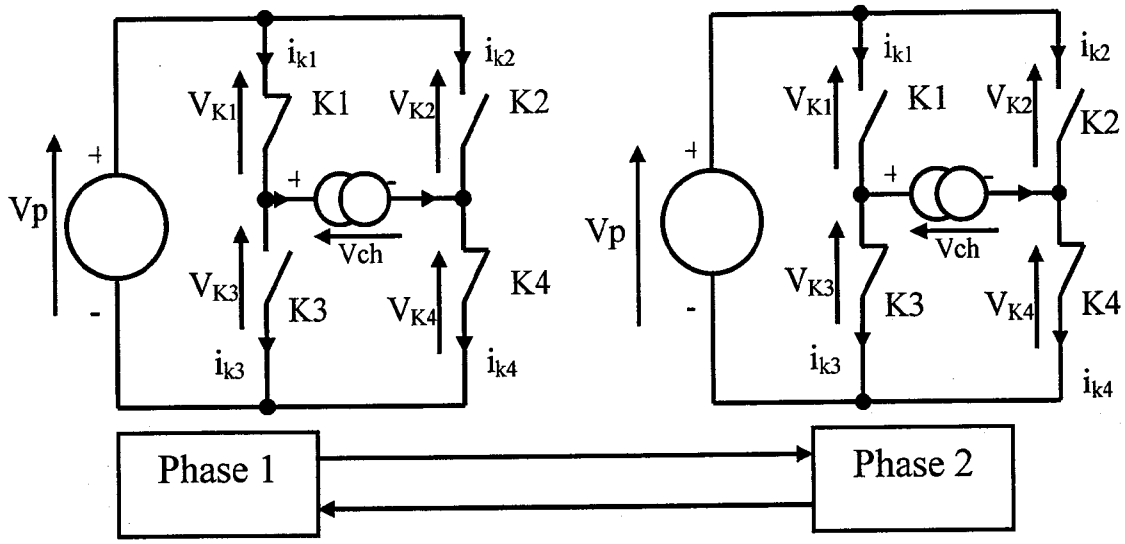


Figure 9

D.3 On donne deux phases de fonctionnement du convertisseur selon la figure 10. Déterminer la caractéristique statique et dynamique, puis la nature des interrupteurs.



Phase 1 : dure de 0 à T/2
Phase 2 : dure de T/2 à T
} Avec T période de fonctionnement

Figure 10

La fonction du convertisseur continu - continu est d'assurer la charge des batteries à courant moyen constant. Ce courant est fixé à 5A. Ce convertisseur fonctionne en conduction continue. On a $0 < E_B < Uc$

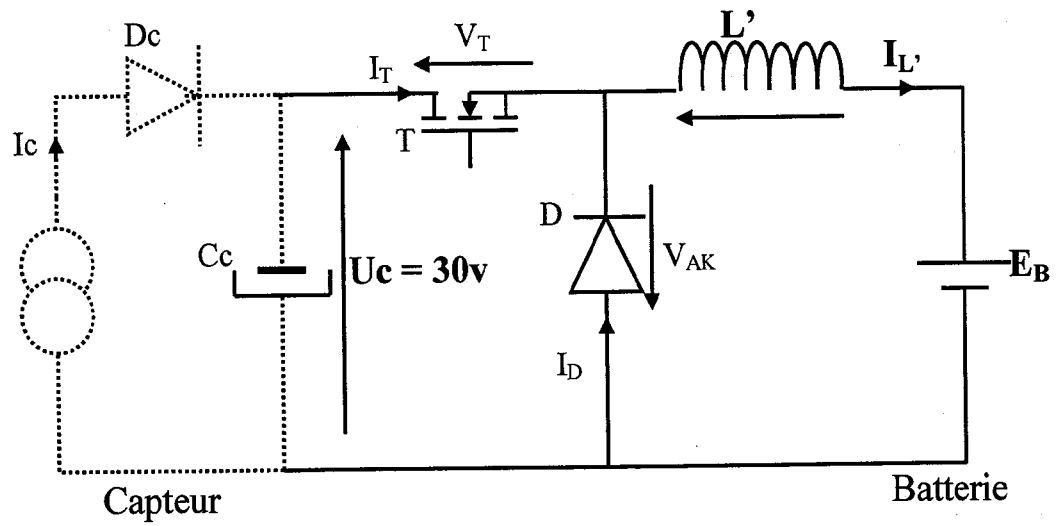


Figure 11

De 0 à αT : le transistor T fermé
De αT à T : le transistor T ouvert
} où $0<\alpha<1$

D.4 Étude pour $0 \le t \le \alpha T$:

- **a.** Justifier l'état de la diode D. Que vaut V_{AK} ? I_D ?
- **b.** Donner la relation liant U_C, E_B, L' et $I_{L'}$
- **c.** Résoudre l'équation différentielle en considérant que $I_{L'} = Imin \neq 0$. Que vaut I_T ?

D.5 Étude pour $\alpha T \le t \le T$: La diode D conduit

- **a.** Donner la relation liant U_C, E_B, L' et $I_{L'}$
- **b.** Résoudre l'équation différentielle en considérant que $I_{L'}(\alpha T) = Imax$.
- **c.** Que vaut I_T ? I_D ?

D.6 Étude globale :

- **a.** Tracer sur le document réponse 1, les chronogrammes de : U_{AK}, I_T, $I_{L'}$, I_D et V_T.
- **b.** Donner la relation reliant U_C, E_B et α. En déduire la valeur de α pour avoir E_B=24v
- **c.** Démontrer l'expression donnant l'ondulation du courant ($\Delta I_{L'} = Imax - Imin$) en fonction de U_C, α, L' et f (fréquence du hachage).
- **d.** Calculer la valeur moyenne I_{Tmoy} de I_T, en fonction de $I_{L'moy}$.
- **e.** Calculer la valeur moyenne I_{Dmoy} de I_D, en fonction de $I_{L'moy}$.

D.7 Étude de l'ondulation du courant de sortie :

- **a.** Pour quelle valeur de α l'ondulation du courant $I_{L'}$ est-elle maximale. Justifier la par calcul. En déduire l'ondulation maximale $\Delta I_{L'max}$.
- **b.** Si f = 20kHz. Déterminer la valeur de l'inductance L' qu'il faut implanter pour avoir une ondulation maximale de 50mA.
- **c.** Comment peut-on diminuer l'ondulation du courant.

D.8 Si l'on a à choisir la diode et le transistor, citer les critères de choix de chaque interrupteur.

Partie E : Détection de niveau et génération du signal de commande de la pompe

La pompe immergée (figure 12) dans le puits réalisé pour atteindre la nappe phréatique permet la fourniture en eau de l'installation.

Á cet effet, l'eau est d'abord envoyée dans un ballon à air comprimé.

Aux deux pressions extrêmes P_1 et P_2 correspondent à deux niveaux N_1 et N_2 détectés par les électrodes E_1 et E_2.

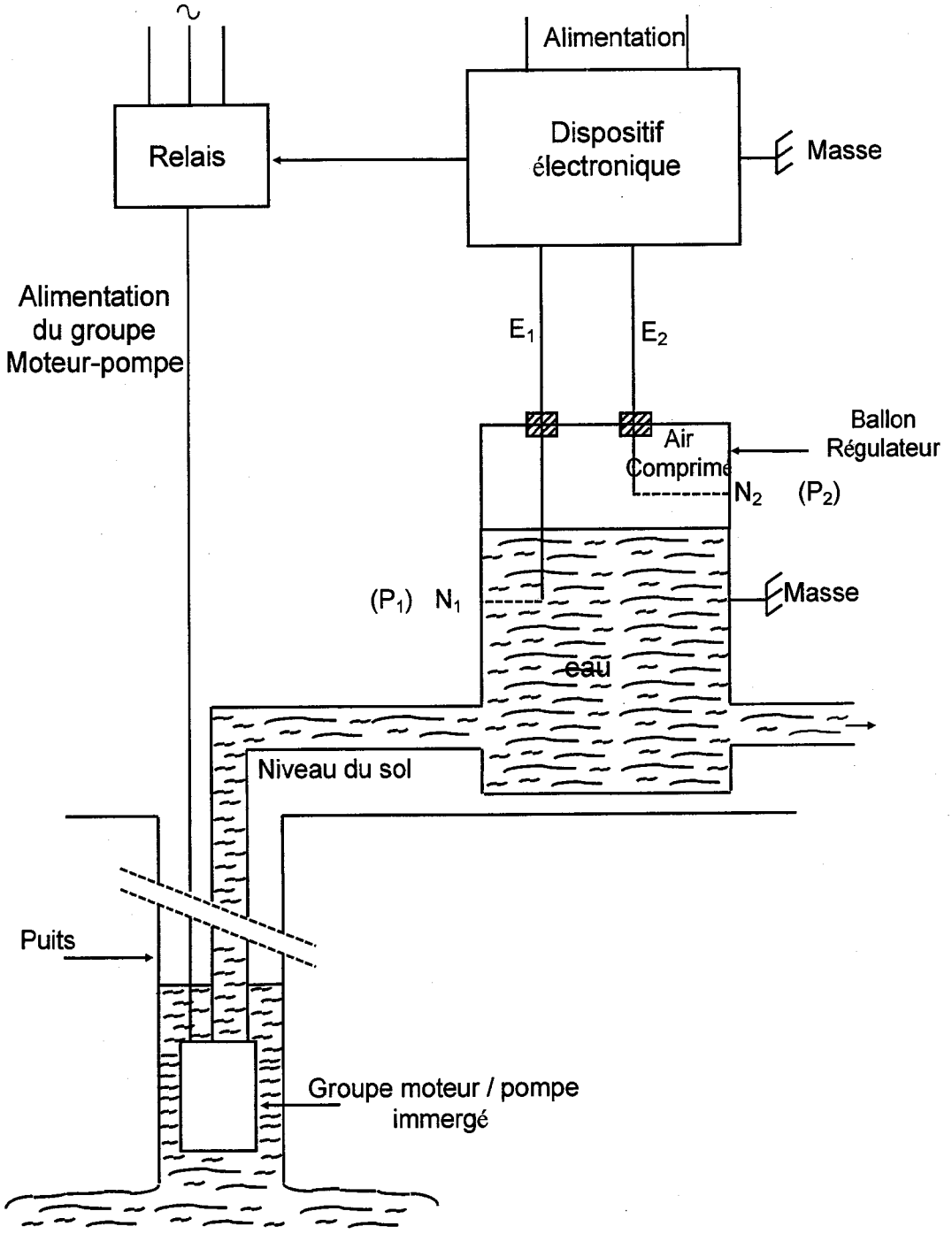


Figure 12

I. Élaboration du système logique de détection de niveau.

Chaque électrode est montée comme l'indique la figure 13 :
- sans contact de l'électrode avec l'eau, E est au niveau logique 1,
- avec contact de l'électrode avec l'eau, E est au niveau logique 0.

On désire réaliser un dispositif de logique combinatoire comportant les entrées E_1 et E_2 et une sortie Y répondant aux conditions suivantes :

$N \leq N1 \Rightarrow$ **Y au niveau 1**

$N_1 < N < N_2 \Rightarrow$ **Y au niveau 0**

$N \geq N2 \Rightarrow$ **Y au niveau 1**

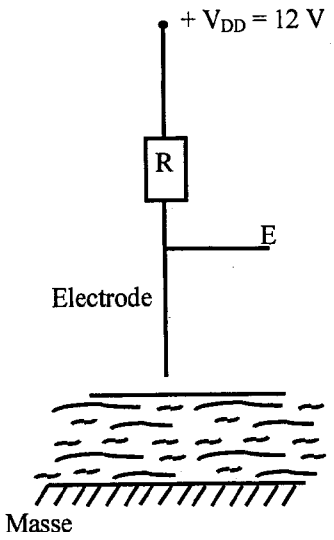


Figure 13

E.1 Sur le document réponse 2, remplir la table de vérité correspondant aux trois états décrits.

E.2 Écrire l'équation logique exprimant $\overline{Y}$ en fonction de E_1 et E_2, et en déduire l'expression logique de Y.

E.3 Faire le schéma du dispositif en utilisant deux opérateurs NON - ET à deux entrées.

II. Élaboration du signal de commande de pompe :

La sortie Y du dispositif précédent est reliée à l'entrée d'horloge d'une bascule D sensible au front montant.

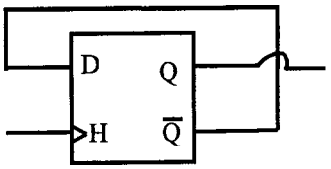


Figure 14

$\overline{Q}$ est connectée à D.

E.4 Sur le document-réponse 2, on donne le graphe des évolutions du niveau N en fonction du temps ; y représenter les chronogrammes correspondants de E_1, E_2, Y et Q.

Documentation technique

Batteries Steco

BATTERIES STECO	GAMME BATTERIES SOLAIRES		
	STECO 2000	**STECO 3000**	**STECO 5000**
Tension nominale	12 volts	12 volts	12 volts
Capacité C100 (U = 1,8v / élément à 20°c)	65 Ah C100	105 Ah C100	190 Ah C100
Capacité C20 (U = 1,8v / élément à 20°c)	59 Ah C20	95 Ah C20	170 Ah C20
Courant nominal	2,95A	4,75A	8,5A
Dimensions hors tout L×l×H (mm)	278×175×190	345×172×248	512×222×223
Poids sans électrolyte (kg)	10,98	21,1	33,48
Poids avec électrolyte (kg)	16,48	26,5	46,23
Quantité d'électrolyte par batterie (litres)	4,59	5,85	9,96
Densité de l'électrolyte (climat tempéré)	1,28	1,28	1,28
Température de service	- 15°C à +40°C	- 15°C à +40°C	- 15°C à +40°C
Décharge profonde en % de Cn	80% de C20	80% de C20	80% de C20
Tension de floating à 20°C (tolérance = 0,12v)	13,5v	13,5v	13,5v
Tension de décharge prfonde (1,8v/élt)	10,8v	10,8v	10,8v

Panneaux solaires

PANNEAUX SOLAIRES PHOTOWATT (CELLULES POLYCRISTALLINES)

Article	Watt	Vno	Vch	Vou	Amp	Nombre cellules	Dimensions (cm)	Poids (kg)
PWX200	20	12	16	20	1,2	36	72×37	5,2
PWX500	50	12	17	21	3	36	104×46	9,2

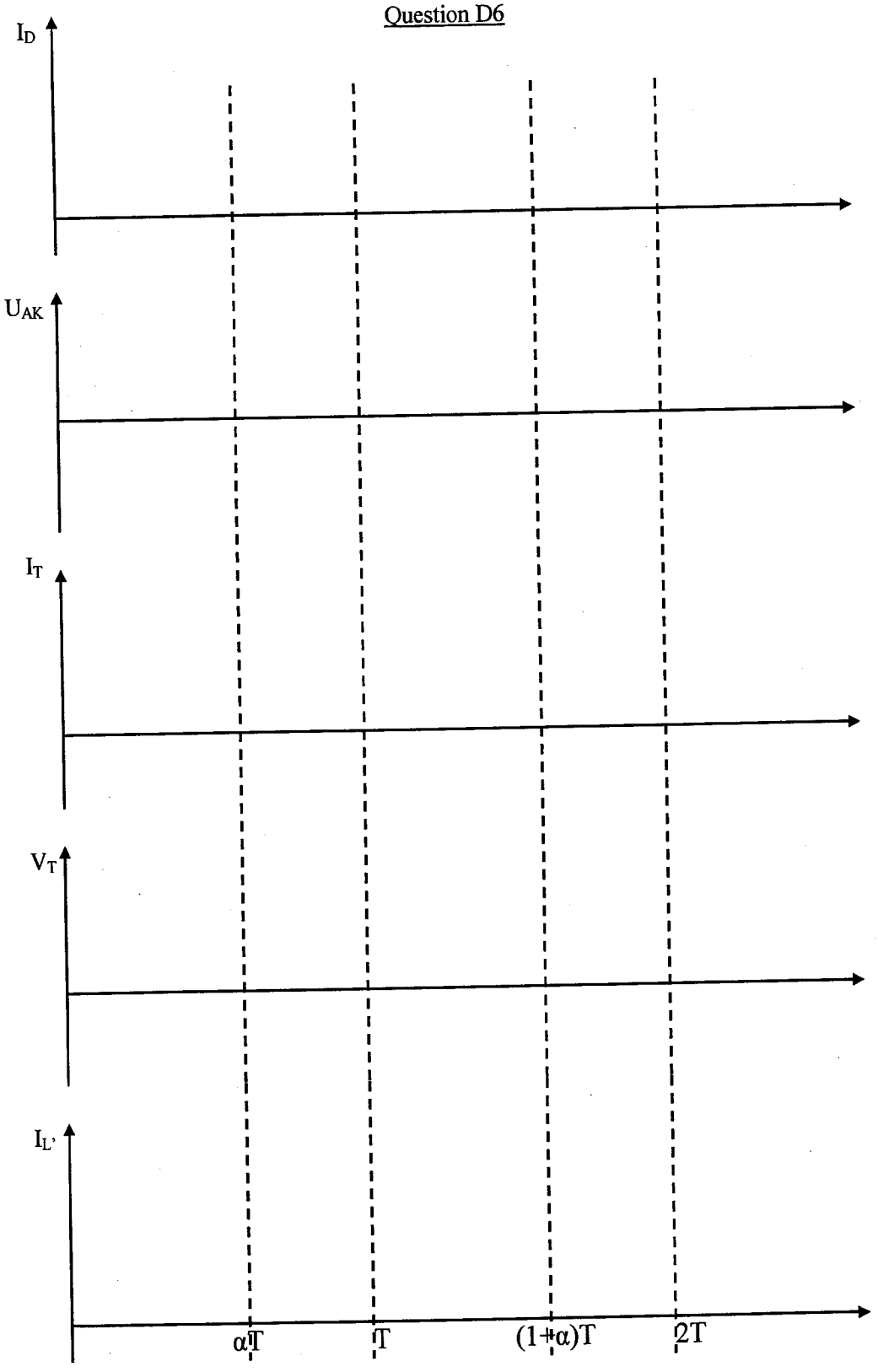
PANNEAUX SOLAIRES SHELL (CELLULES POLYCRISTALLINES)

Article	Watt	Vno	Vch	Vou	Amp	Nombre cellules	Dimensions (cm)	Poids (kg)
RSM14P	45	12	16,5	21	3	36	99×46	4,5
RSM50	50	12	16,5	21	3	36	101×48	5,9
RSM75	75	12	17	21,8	4,7	36	122×58	9,5
RSM100	100	24	33	42	3	72	133×71	10

Vno = tension nominale des panneaux
Watt = puissance crête des panneaux

Document réponse 1
À rendre avec la copie

Question D6

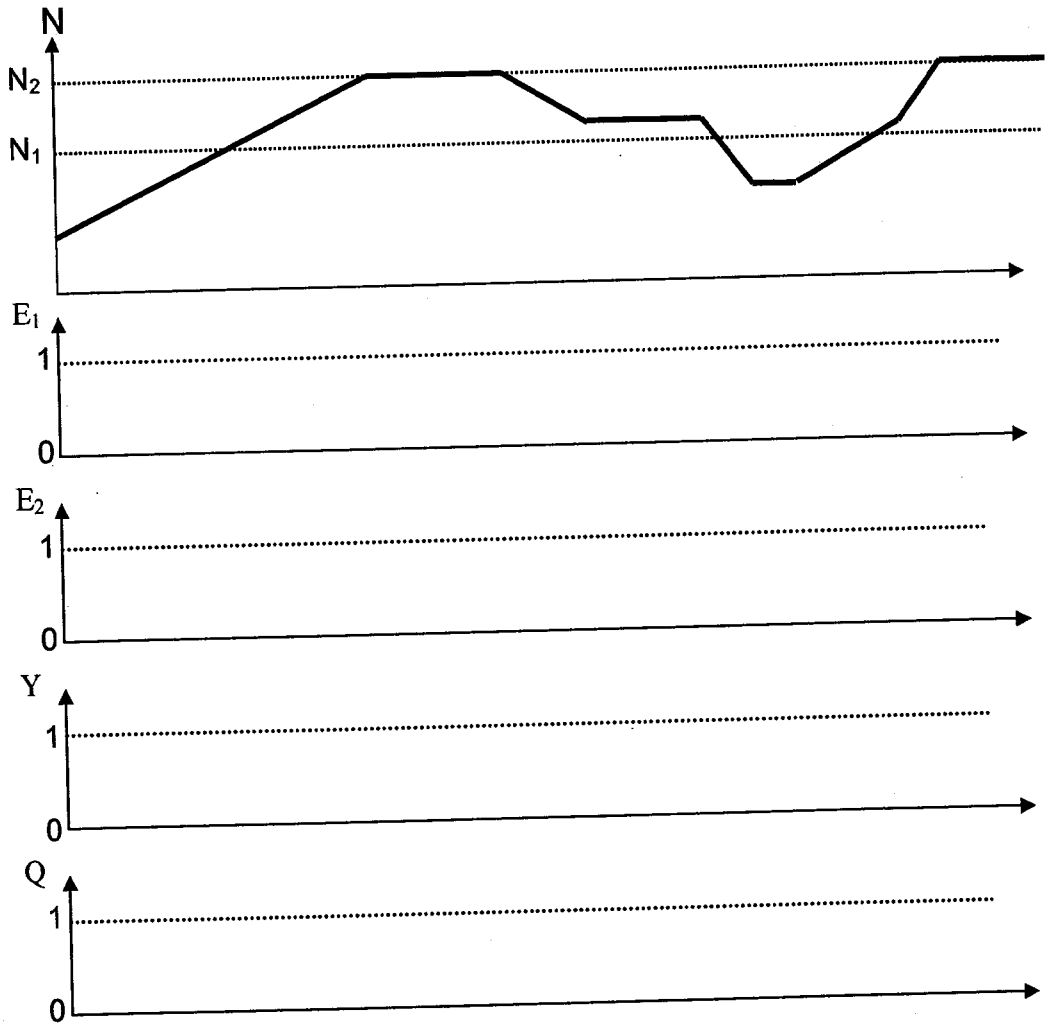


Document réponse 2
À rendre avec la copie

Question E1

E_1	E_2	Y	$\overline{Y}$
0	**0**		
0	**1**		
1	**1**		

Question E4



L'instant d'origine correspond à une remise en service de l'installation : Q est initialement forcée à 1.

SESSION de 2010

Filière TSI

Epreuve de génie mécanique

Durée : 3 heures

Aucun document n'est autorisé.
Calculatrice autorisée

Le sujet comporte :

– Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1 à 10)
*– Le dossier technique constitué de 6 **D**ocuments **T**echniques repérés **DT1** à **DT6***
*– Deux **D**ocuments **R**éponses repérés **DR1** et **DR2***

Le sujet se compose de trois parties :

Partie I ; étude du système porte outil constituée de :

1.1 Etude statique
1.2 Etude cinématique
1.3 Etude d'hyperstatisme
1.4 Etude de la résistance des matériaux

Partie II ; étude du système porte pièce constitué de :

2.1 Etude cinétique
2.2 Etude dynamique

Partie III ; étude de fabrication constituée de :

3.1 Technologie de fabrication
3.2 Etude de condition de coupe en tournage
3. 3 Métrologie et contrôle

Le candidat devra obligatoirement rendre:

- Rendre le cahier des réponses réservé à l'épreuve
*- Les documents **DR1** et **DR2**, relatifs à la partie III.*

A-Présentation du support de l'épreuve :

Le support technique industriel étudié dans cette épreuve, est un Centre d'Usinage à **6** axes qu'on va désigner par la notation **CU6**. Le **CU6** peut travailler en deux modes :

- Mode de tournage, pour cette configuration on le désignera par **CT6**
- Mode de fraisage, pour cette configuration on le désignera par **CF6**

Le **CU6** s'adapte facilement et rapidement à des situations de production variées et complexes, ainsi il fait partie des équipements de production mécanique de plusieurs ateliers flexibles.

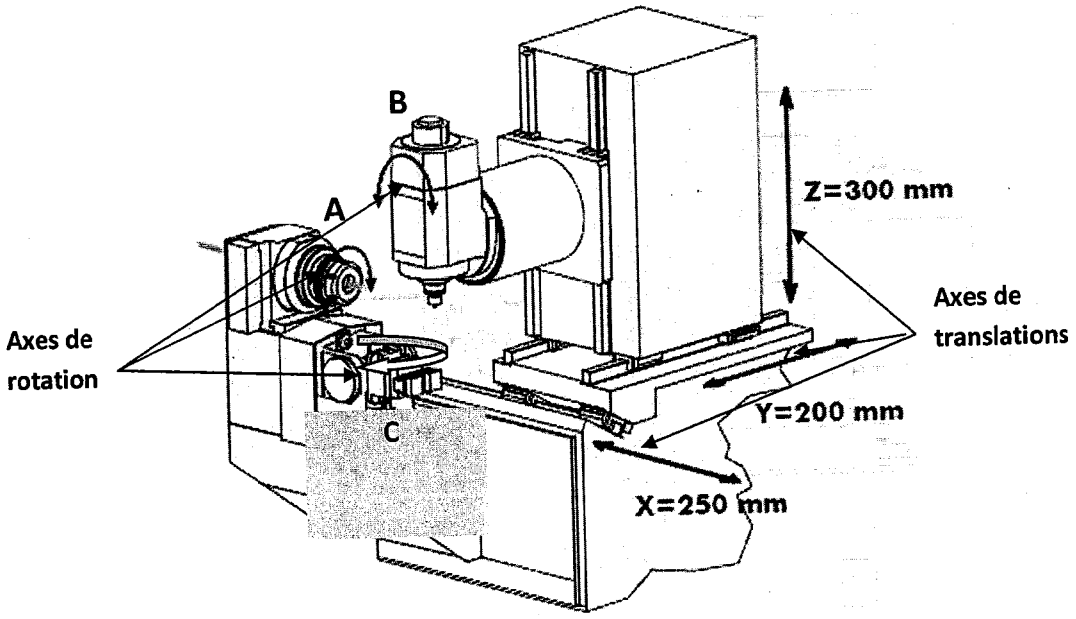


Figure 1 : vue d'ensemble du centre d'usinage « CU6 »

Le centre d'usinage **CU6** possède les caractéristiques suivantes :

- **Courses et définitions des axes :**

X=250 mm
Y=200 mm
Z=300 mm
A=360°/S2=6000 $tr.min^{-1}$
B=0°/+360°
C=0°/+360°

- **Axes linéaires**

Le déplacement des axes linéaires est assuré par des rails de guidage et des patins préchargés à recirculation de galets.

Les patins préchargés sont de classes super précision. Ils garantissent des déplacements sans dissipation d'énergie ni frottement ainsi qu'une bonne rigidité de l'ensemble de la structure du **CU6**.

Les vitesses de déplacements sont de l'ordre de 30m/min.

La résolution des axes linéaires est de 0.001mm.

- **Axes rotatifs**

Les axes rotatifs sont indépendants l'un de l'autre. Cette architecture permet d'usiner facilement des pièces complexes mêmes à 5 faces. La haute rigidité et la grande capacité de charge garantissent entre autre une meilleure précision d'usinage en positions fixes ou en axes simultanés.

- **Moto-broches**

La broche, est à moteur intégré pouvant atteindre une vitesse de rotation de 30000 tr. min^{-1}.
Ses guidages en rotation sont assurés par des roulements hybrides de classe superprécision répondant aux exigences d'usinage à grande vitesse.
Elle est équipée d'un cône prise d'outil de très haute précision et d'un dispositif d'arrosage périphérique.

- **Magasin et changeur d'outils**

Un magasin d'outils de 24 positions avec changeur d'outils à bras double équipe en standard le centre d'usinage. En option, la capacité du magasin peut être étendue à 48 outils. Le temps de changement d'outil est de l'ordre d'une seconde.

NB dans la suite du sujet on adopte les notations suivantes :

A chaque solide S_i est associé un repère $R_i(O_i, \vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i)$

Torseur Statique $\left\{\tau(S_i \rightarrow S_j)\right\} = \left\{\begin{matrix} X_{ij}\vec{x}_i + Y_{ij}\vec{y}_i + Z_{ij}\vec{z}_i \\ L_{ij}\vec{x}_i + M_{ij}\vec{y}_i + N_{ij}\vec{z}_i \end{matrix}\right\}_{O_i}$

Torseur cinématique $\left\{V(S_i/S_j)\right\} = \left\{\begin{matrix} \vec{\Omega}(S_i/S_j) \\ \vec{V}(O_i, S_i/S_j) \end{matrix}\right\}_{O_i}$

Torseur Cinétique du solide S_i dans son mouvement par rapport au repère R.

$$\left\{C(S_i/R)\right\} = \left\{\begin{matrix} \vec{R}_c(S_i/R) \\ \vec{\sigma}(o_i, S_i/R) \end{matrix}\right\}_{O_i}$$

Torseur dynamique du solide S_i dans son mouvement par rapport au repère R.

$$\left\{D(S_i/R)\right\} = \left\{\begin{matrix} \vec{R}_d(S_i/R) \\ \vec{\delta}(o_i, S_i/R) \end{matrix}\right\}_{O_i}$$

B- Travail en mode fraisage (Le centre d'usinage CU6 est configuré en mode fraisage CF6)

B-1 Description du schéma cinématique du CF6

Le schéma cinématique de l'architecture du **CF6** est présenté sur la figure 2 :
Le bâti est représenté par le solide S_0.
Le solide S_1 représente la table horizontale, elle se déplace suivant l'axe $(O_1, \vec{y}_1)$.
Le solide S_2 représente un plateau tournant, assurant la rotation autour de l'axe $(O_2, \vec{z}_2)$.
Le solide S_3 représente la broche porte pièce en mode fraisage.
Le solide S_4 représente la pièce.
Dans la phase d'usinage les solides S_3 et S_4 constitue le même solide Σ tournant autour de l'axe $(O_3, \vec{y}_3)$.
Le solide S_5 représente la table transversale, elle se déplace suivant l'axe $(O_5, \vec{x}_5)$.
Le solide S_6 représente la table verticale, elle se déplace suivant l'axe $(O_6, \vec{z}_6)$.
Le solide S_7 représente le porte outil et S_8 représente l'outil. Pendant l'usinage le solide **S** constitue le même solide $S = S_7 \cup S_8$ pouvant tourner autour de l'axe $(O_7, \vec{x}_7)$.

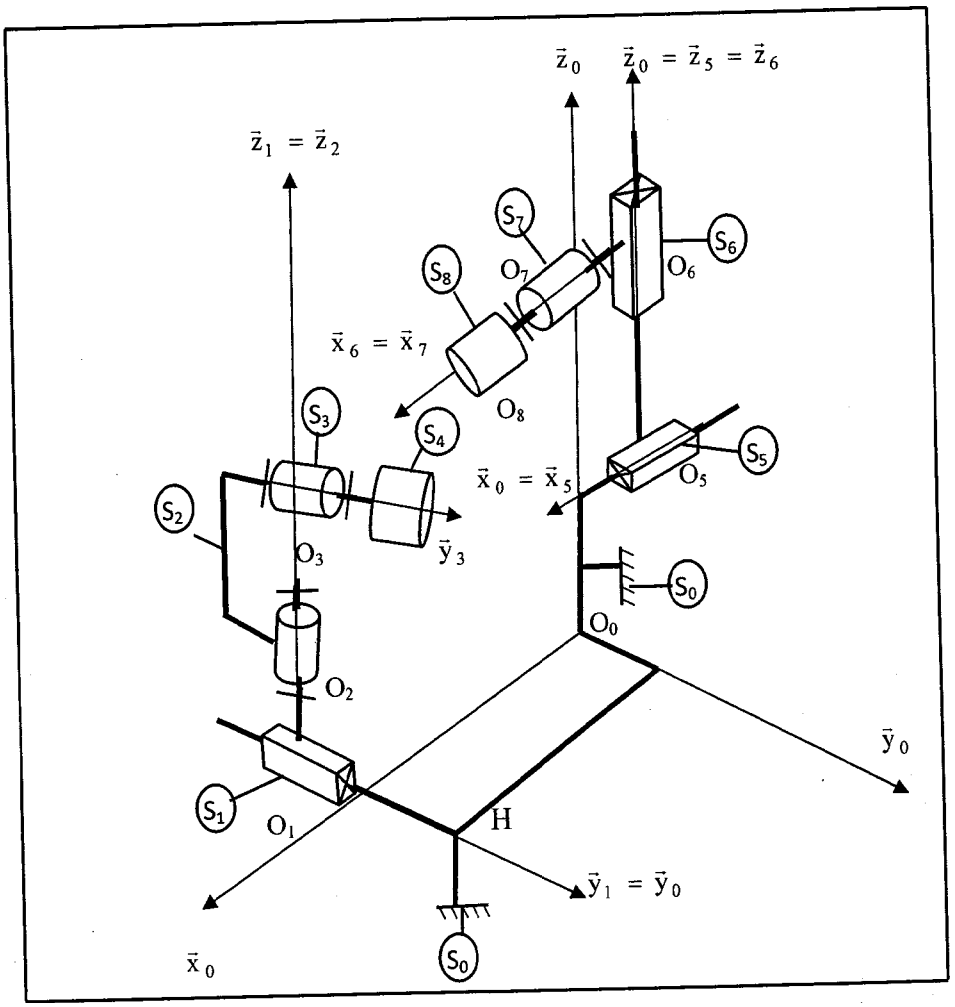


Figure 2 : Schéma cinématique du **CF6**

Partie I- étude du système porte outil

L'objectif de cette partie est de faire l'étude : statique, cinématique, d'hyperstatisme et de la résistance des matériaux du système porte outil.

La figure 3 donne le schéma simplifié du système porte outil.

Les données

$\overrightarrow{O_0O_5} = h\vec{z}_0 + \mu\vec{x}_5$; $\overrightarrow{O_5O_6} = \delta\vec{z}_0$

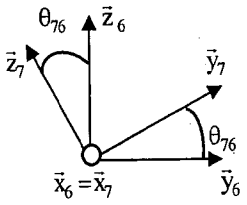
$\overrightarrow{O_6O_7} = k\vec{x}_6$; $\overrightarrow{O_7M} = e\vec{x}_7 + R\vec{y}_7$

(**h,k,e,** et **R** des constantes positives)

$(-100 \le \mu \le 100 \quad ; \quad 0 \le \delta \le 300)$ [mm]

$(O_6, \vec{x}_6) = (O_6, \vec{x}_7)$; et $(\vec{y}_6, \vec{y}_7) = (\vec{z}_6, \vec{z}_7) = \theta_{76}(t)$

Les repères



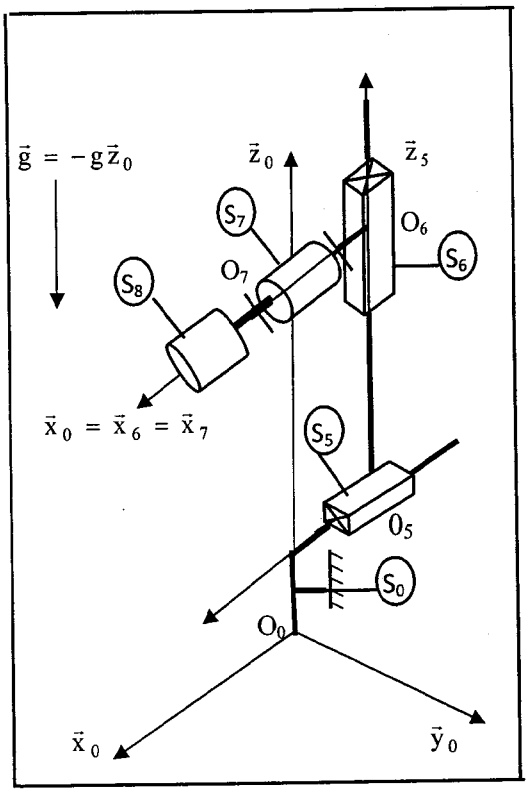


Figure 3 : Schéma cinématique du système porte outil

Le tableau 1 donne la masse et le centre d'inertie des pièces constituant le système porte outil

Solide	S_0	S_5	S_6	S
Masse, centre d'inertie	m_0, O_0	m_5, O_5	m_6, O_6	m, O_7

Tableau 1

- Le repère $R_7(O_7, \vec{x}_7, \vec{y}_7, \vec{z}_7)$ lié à S_7.
-la pesanteur est désignée par (**Pes**).
-le torseur d'action de la pièce sur l'outil $\{\tau(S_4 \to S_8)\}_M$ est connu, il est de la forme :

$$\{\tau(S_4 \to S_8)\} = \begin{Bmatrix} X_{48}\vec{x}_0 + Y_{48}\vec{y}_0 + Z_{48}\vec{z}_0 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_M$$

Dans cette partie, pour des raisons de simplification les systèmes de transformation de mouvement de rotation en translation intercalés entre les moteurs ($\mathbf{M_{05}}$ et $\mathbf{M_{56}}$) et ($\mathbf{S_5}$ et $\mathbf{S_6}$) ne sont pas représentés nous considérons l'effet direct des moteurs sur $\mathbf{S_5}$ et $\mathbf{S_6}$.

Nous supposons que le torseur des actions de liaison du solide $\mathbf{S_i}$ sur $\mathbf{S_j}$ est exprimé dans le repère lié au solide $\mathbf{S_i}$.

Le repère $R_0(O_0,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$ est lié au bâti $\mathbf{S_0}$.Le solide $\mathbf{S_5}$ représente une table horizontale est en liaison glissière L_5 parfaite d'axe $(O_5,\vec{x}_5)$ avec $\mathbf{S_0}$.

Ce mouvement est assuré par un moteur $\mathbf{M_{05}}$ qui est fixé sur $\mathbf{S_0}$, il développe un effort au point O_5 tel que : $\vec{F}_{(M_{05}\to S_5)} = F_{05}\vec{x}_5$ $(\vec{x}_0 = \vec{x}_5)$.

Le solide $\mathbf{S_6}$ modélise une table verticale en liaison glissière L_6 parfaite d'axe $(O_6,\vec{z}_6)$ par rapport à $\mathbf{S_5}$.

Son mouvement est assuré par un moteur $\mathbf{M_{56}}$ qui est fixé sur $\mathbf{S_5}$, il développe un effort au point O_6 tel que : $\vec{F}_{(M_{56}\to S_6)} = F_{56}\vec{z}_6$ $\vec{z}_0 = \vec{z}_5 = \vec{z}_6$.

Le solide S représente l'outil $\mathbf{S_8}$ et le porte outil $\mathbf{S_7}$ $(S = S_7 \cup S_8)$ est en liaison L_7 pivot parfait d'axe $(O_6,\vec{x}_6) = (O_6,\vec{x}_7)$ par rapport à la pièce $\mathbf{S_6}$.

Un moteur $\mathbf{M_{67}}$ assure la rotation de S : tel que $\vec{C}_{(M_{67}\to S_7)} = C_{67}\vec{x}_7$; $(\vec{x}_0 = \vec{x}_6)$.

1.1 Etude statique

1.1.1 Tracer le graphe **de structure** (ou d'analyse : liaisons et efforts) du système porte outil.

1.1.2 Ecrire les torseurs statiques transmissibles des différentes liaisons du système porte outil.

1.1.3 Ecrire les équations déduites du principe fondamental de la statique appliqué à S.

1.1.4 déterminer les inconnues de liaison au niveau de la liaison $\mathbf{L_7}$.

1.2 Etude cinématique

1.2.1 Ecrire les torseurs cinématiques (aux points choisis) des différentes liaisons du système porte outil.

1.2.2 Calculer $\vec{V}_{(M,S/R_0)}$ et exprimer le résultat dans $\mathbf{R_0}$.

1.2.3 Calculer $\vec{\Gamma}_{(M,S/R_0)}$ et exprimer le résultat dans $\mathbf{R_0}$.

1.3 Etude d'hyperstatisme

1.3.1 Par une étude cinématique déterminer le degré de mobilité **m** du système porte outil

1.3.2 Déduire le degré d'hyperstatisme **h** du système porte outil.

1.4 Etude de la résistance des matériaux

Nous souhaitons dimensionner l'outil .le modèle retenu est celui décrit par **la figure 4.**
L'outil est assimilé à une poutre de section droite circulaire (arbre creux) de diamètre extérieur **De** et diamètre intérieur **Di.**

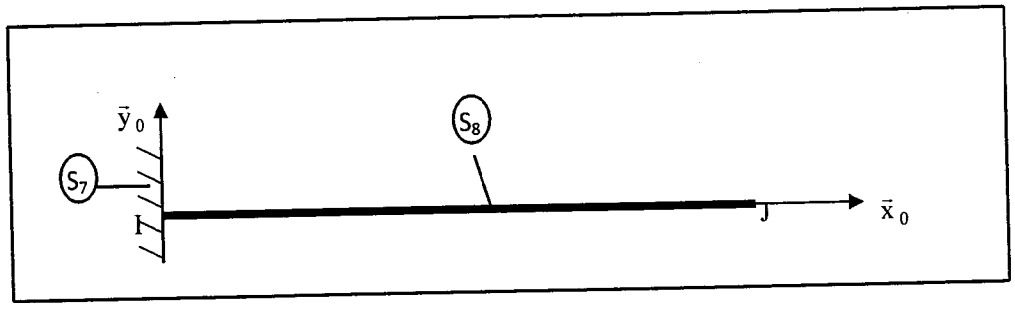


Figure 4 : Modèle adopté pour l'outil

Lors de l'usinage, le torseur d'action mécanique de la pièce sur l'outil au point J, est exprimé par $\{T\}_J$ Ce torseur s'écrit sous la forme suivante :

$$\{T\}_J = \begin{Bmatrix} N\vec{x}_0 + F_y\vec{y}_0 + F_z\vec{z}_0 \\ M_t\vec{x}_0 + M_{fy}\vec{y}_0 + M_{fz}\vec{z}_0 \end{Bmatrix}_J = \begin{Bmatrix} 100\vec{x}_0 - 200\vec{y}_0 + 100\vec{z}_0 \\ 10^6\vec{x}_0 + 100\vec{y}_0 + 150\vec{z}_0 \end{Bmatrix}_J$$

On donne $\overrightarrow{IJ} = L\vec{x}_0$; $\frac{D_i}{D_e} = 0,7$; $L = 200mm$

Un point G de la poutre(**IJ**) est repéré par **x** tel que $\overrightarrow{IG} = x\vec{x}_0$

Les caractéristiques mécaniques de l'outil sont :

- Le Module d'élasticité transversal :**G= 8.10^{4}N/mm^2**
- Le coefficient de sécurité : **s= 3**
- Le coefficient de concentration de contrainte **k=1,5**
- La contrainte tangentielle à la limite élastique : $\tau_e = 100N/mm^2$

Noté Bien que : l'unité de **N,F$_y$** et **F$_Z$** est [N], et l'unité de **M$_t$ M$_{fy}$** et **M$_{fz}$** est [N.mm]

1.4.1 Déterminer le torseur statique de la liaison encastrement au point I en fonction de $\{T\}_J$

1.4.2 Déduire le torseur de cohésion pour une section **S$_G$** d'abscisse **x**

Nous souhaitons dimensionner l'arbre sous l'effet de la torsion seule. En supposons que les effets des autres composantes du torseur de cohésion sont négligées devant celui du moment de torsion **Mt.**

1.4.3 Exprimer la condition de résistance et calculer les diamètres **De** et **Di.**

II -Etude du système porte pièce

L'objectif de cette partie est de calculer l'expression du couple C_{23} en vue de dimensionner le moteur M_{23}.

Données

$\overrightarrow{HO_1} = \lambda(t)\vec{y}_1$

$\overrightarrow{O_1O_2} = a\vec{z}_1$

$\overrightarrow{O_2O_3} = b\vec{z}_1$

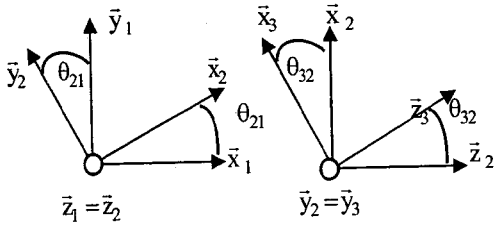
$\overrightarrow{O_3N} = c\vec{y}_2 + r\vec{z}_3$

(**a,b, c,r** des constantes positives)

$\vec{z}_1 = \vec{z}_2 ; (\vec{x}_1, \vec{x}_2) = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = \theta_{21}(t)$

$\vec{y}_2 = \vec{y}_3 ; (\vec{x}_2, \vec{x}_3) = (\vec{z}_2, \vec{z}_3) = \theta_{32}(t)$

Les repères



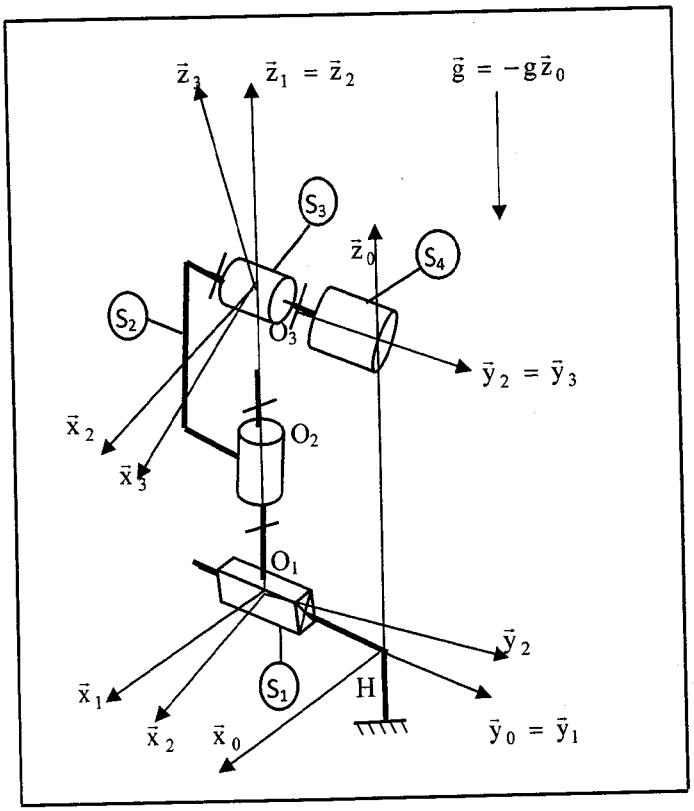


Figure 5 : Schéma cinématique du système porte pièce

Le tableau suivant donne les caractéristiques cinétiques de chaque solide du système porte pièce.

Solide	Masse, centre d'inertie	Matrice d'inertie
S_1	m_1 ,O_1	Non utilisée dans l'étude
S_2	m_2,O_2	$\left[I_{O_2}(S_2)\right] = \begin{pmatrix} A_2 & 0 & -E_2 \\ 0 & B_2 & 0 \\ -E_2 & 0 & C_2 \end{pmatrix}_{(\vec{x}_2,\vec{y}_2,\vec{z}_2)}$
$\Sigma = S_3 \cup S_4$	m_Σ,O_3	$\left[I_{O_3}(\Sigma)\right] = \begin{pmatrix} A_\Sigma & 0 & 0 \\ 0 & B_\Sigma & 0 \\ 0 & 0 & C_\Sigma \end{pmatrix}_{(-,\vec{y}_3,-)}$

Tableau 2 : caractéristiques cinétiques du système porte pièce

Le repère $R_0(H,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$ est supposé **galiléen** lié au bâti S_0. Le solide S_1 est en liaison glissière L_1 parfaite d'axe $(O_1,\vec{y}_1)$ avec S_0.

Un actionneur M_{01} est fixé sur S_0 développe un effort $\vec{F}_{(M_{01}\to S_1)} = F_{01}\vec{y}_1$ afin d'assurer le déplacement du solide S_1.

Le solide S_2 est en liaison pivot L_2 parfait d'axe $(O_2,\vec{z}_2)$ par rapport à S_1.

Le moteur M_{12} est fixé sur S_1 exerce un couple sur S_2tel que : $\vec{C}_{(M_{12}\to S_2)} = C_{12}\vec{z}_1$ afin d'animer le solide S_2 en rotation. Le repère $R_2(0_2,\vec{x}_2,\vec{y}_2,\vec{z}_2)$ est lié à S_2.

le solide S_3 est solidaire par l'intermédiaire d'une liaison encastrement au solide S_4 constituant le même solide Σ, ce dernier est en liaison pivot L_3 parfait d'axe $(O_3,\vec{y}_2)$ par rapport au solide S_2.

Un moteur M_{23} est fixé sur S_2 exerce un couple sur S_3, sachant que : $\vec{C}_{(M_{23}\to S_3)} = C_{23}\vec{y}_2$ .Le repère R_3 est lié au solide Σ. Un point N de la génératrice de la pièce est défini par $\overrightarrow{O_3N} = c\vec{y}_2 + r\vec{z}_3$.

Le système de transformation de rotation en translation du moteur M_{10} n'est pas représenté.

2.1 Etude cinétique

2.1.1 L'axe $(O_3,\vec{y}_3)$ est un axe de révolution de Σ quelles sont les conséquences de cela sur la forme de la matrice $\left[I_{O_3}(\Sigma)\right]$ dans le repère R_3.

Déduire une relation entre A_Σ et B_Σ.

2.1.2 déterminer le torseur cinétique de Σ au point O_3 dans son mouvement par rapport à R_0 et exprimer le résultat dans le repère R_2.

2.2 Etude dynamique

Hypothèses

Le torseur d'action mécanique d'usinage de S sur Σ est ***connu***, il s'écrit sous la forme suivante :

$$\left\{\tau(S\to\Sigma)\right\} = \left\{\begin{matrix} X_s\vec{x}_2 + Y_s\vec{y}_2 + Z_s\vec{z}_2 \\ L_s\vec{x}_2 + M_s\vec{y}_2 + N_s\vec{z}_2 \end{matrix}\right\}_{O_3}$$

2.2.1 dresser le graphe de structure appelé aussi graphe d'analyse du système porte pièce.

2.2.2 Déterminer le torseur dynamique $\left\{D(\Sigma/R_0)\right\}_{O_3}$ exprimé ce torseur dans La base $(\vec{x}_2,\vec{y}_2,\vec{z}_2)$.

2.2.3 En appliquant le Principe Fondamental de la dynamique sur Σ déterminer les inconnues de liaison du torseur $\left\{\tau(S_2\to\Sigma)\right\}_{O_3}$ Déduire l'équation de mouvement qui permet de calculer C_{23}.

III Etude de fabrication

L'étude de fabrication porte sur le boitier de roulement de la porte fraise, défini sur le document **DT1**. La production est de l'ordre de 2000 pièces par an pendant 4 ans, une optimisation des couts à conduit à une taille économique des lots fabriqués de 30 unités.

Les pièces brutes sont obtenues par moulages en sables et sont communes à plusieurs types de boitiers.

Le matériau utilisé est une fonte dont la dureté HB est d'environ 250 daN /mm^2.

Les usinages sont réalisés sur 3 types de machines à commande numérique, piloté par un même opérateur.

La gamme d'usinage est définie succinctement sur le document **DT4**.

On envisage d'usiner cette pièce dans un atelier flexible composé de trois centres d'usinages, deux tours à commande numériques et un chariot filoguidé.

Machines:

- 3 Centres d'usinage CU6,
- 2 tours à commande numériques

Pièce : boitier (document **DT 1**) :

- Matière Fonte : **EN –GJL 250**
- Repérage des surfaces réalisées (document **DT 2**)
- On part d'un brut moulé : profile du brut (document **DT 3**)
- Gamme d'usinage (document **DT 4**)
- Série de 2000 pièces par an pendant 4 ans.

3 .1 Technologie de fabrication

3.1.1 La matière usinée est de la fonte dont la dureté est 250 daN /mm^2

Donner le principe de la mesure de la dureté HB d'un matériau.

3.1.2 On usine la pièce considéré sur le centre d'usinage **CF6**.

(Rappel : il s'agit d'un centre d'usinage à 6 axes voir page 4)

Donner la définition d'un axe numérique.

3.2 Conditions de coupe en tournage

On s'intéresse ici au calcul de la puissance nécessaire à la coupe pendant **la phase 20** concernant l'ébauche de la surface **C**.

Machine : tour à commande numérique

Puissance : 8 KW

Rendement : $\eta = 0,98$

La profondeur de passe radiale est $\mathbf{a_p = 4\ mm}$.

L'outil utilisé a un angle de direction d'arête κ_r de **93°** et un angle de coupe γ **de 0°.**

L'avance est : $\mathbf{f=0,3mm.tr^{-1}}$ **.La** vitesse de coupe est :**Vc=150m/min.**

3.2.1 - En vous aidant du document **DT 6,** sur le calcul de la puissance consommée pendant une opération de tournage et du document **DT5,** sur la Détermination de la pression spécifique de coupe, déterminer la puissance nécessaire à la coupe pour l'opération d'ébauche.

3.2.2 - L'usinage est-il envisageable avec la machine proposée ?

3. 3 Métrologie et contrôle

Expliquer, la signification des spécifications suivantes :

3.3.1

⌖	0. 3	C

3.3.2

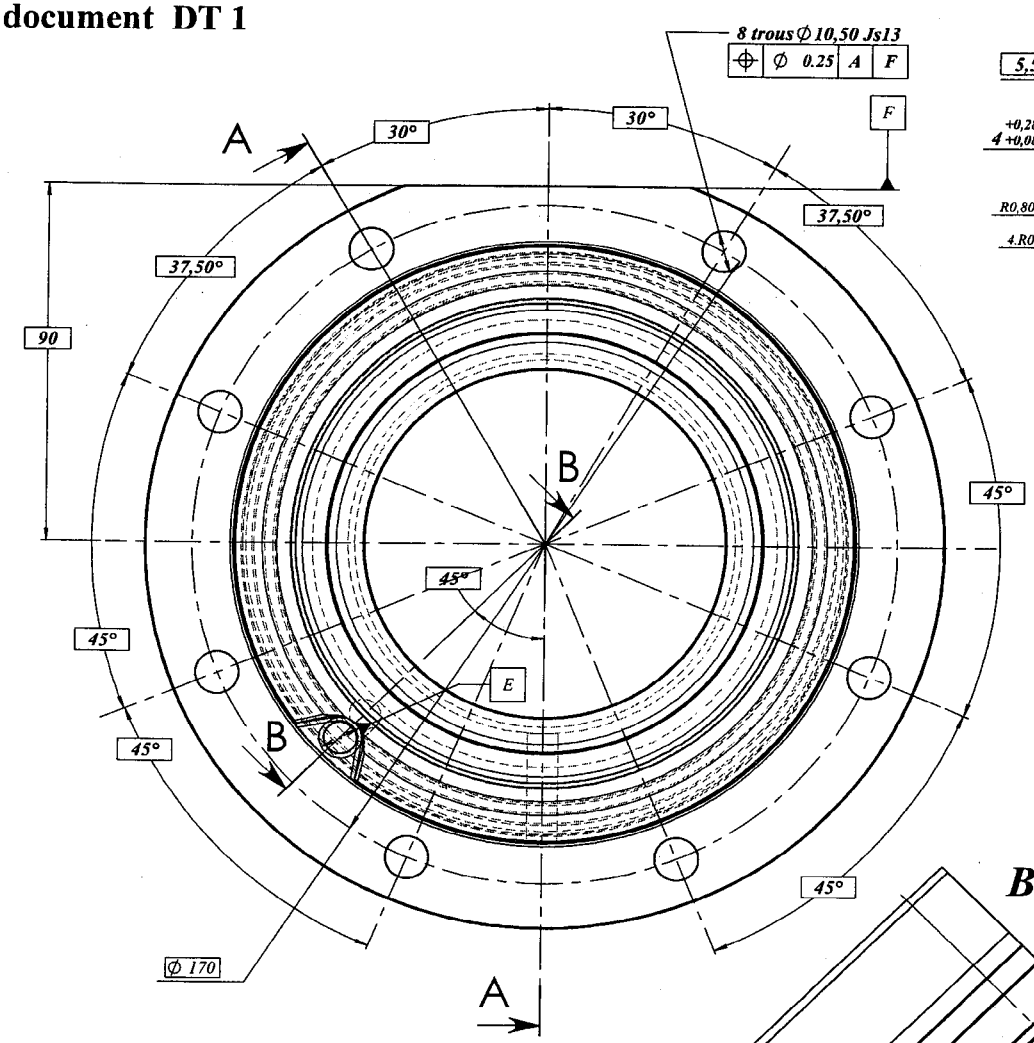
◎	Φ 0.05	A

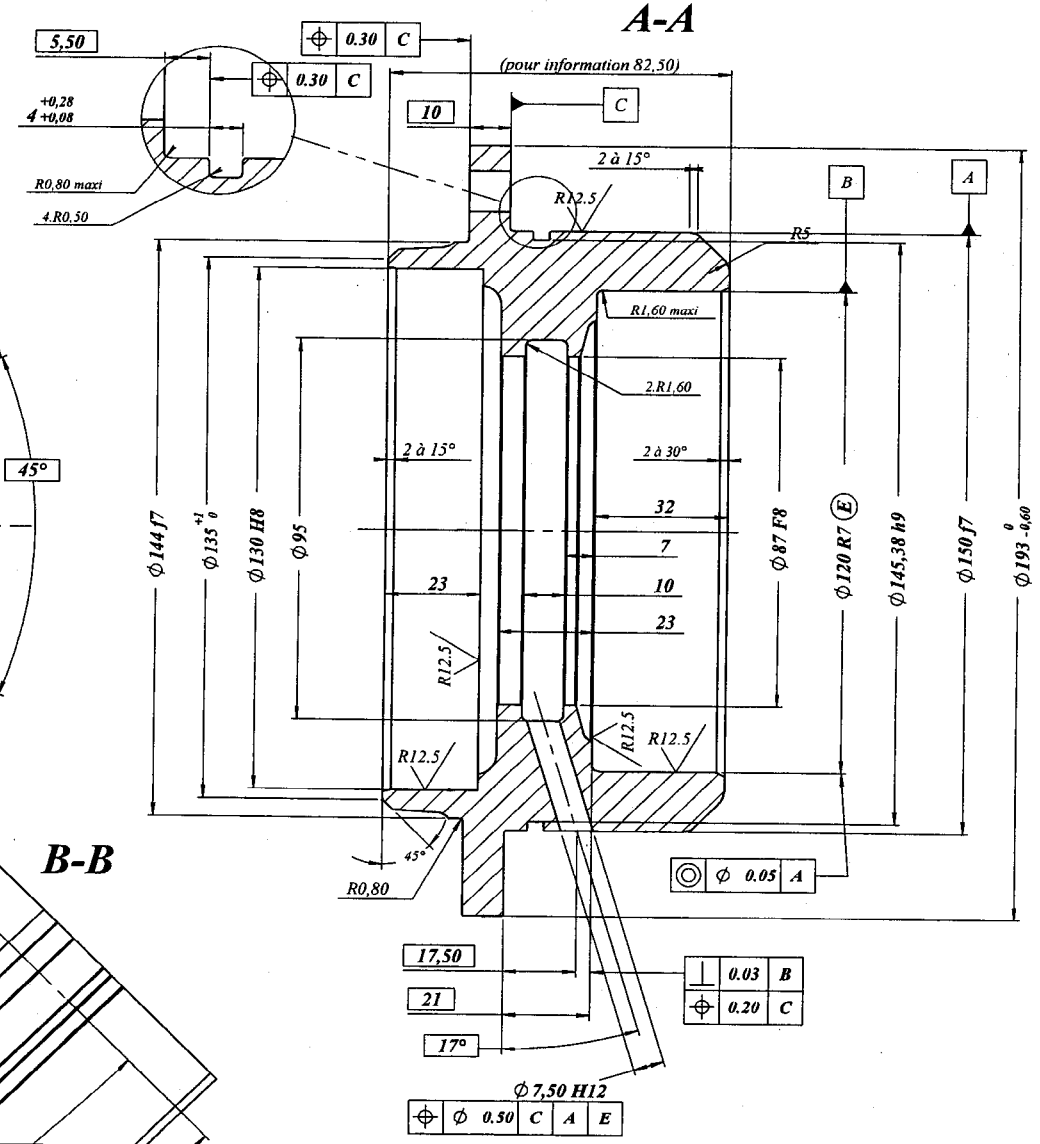
Sur les documents réponse **DR1** et **DR2** préciser pour chacune d'elle avec toutes les indications nécessaires :

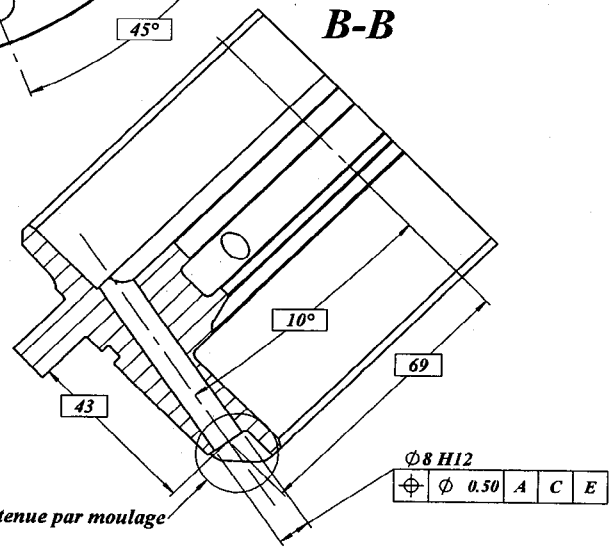
- L'élément tolérancé
- L'élément (ou les éléments) de référence
- La forme de la zone de tolérance et si nécessaire sa situation géométrique

Fin de l'énoncé

document DT 1







Pièce : BOITIER

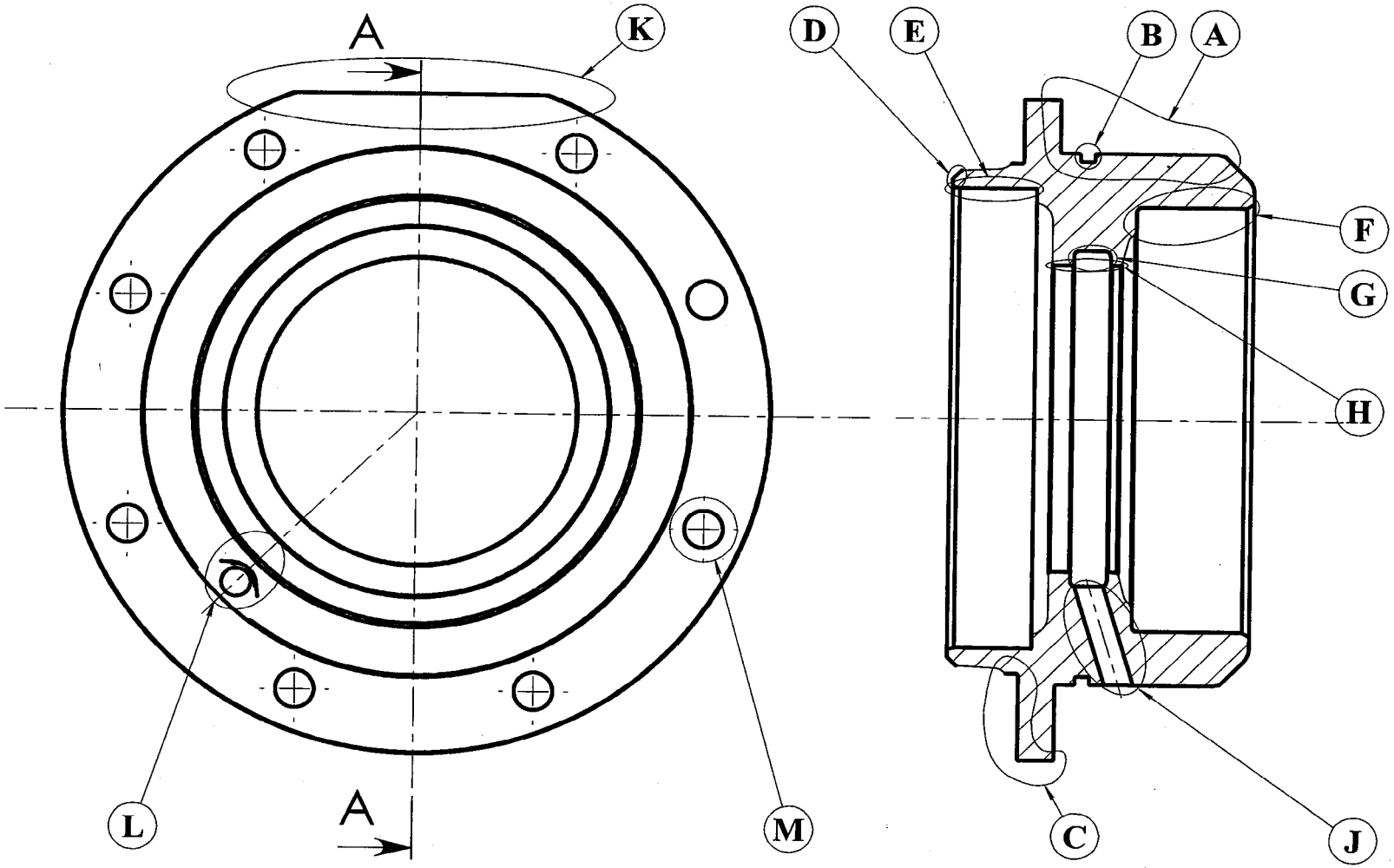
Matière : (EN-GJL 250)

Spécifications sans tolérance : ISO 2768 mK

Echelle : 0.8:1

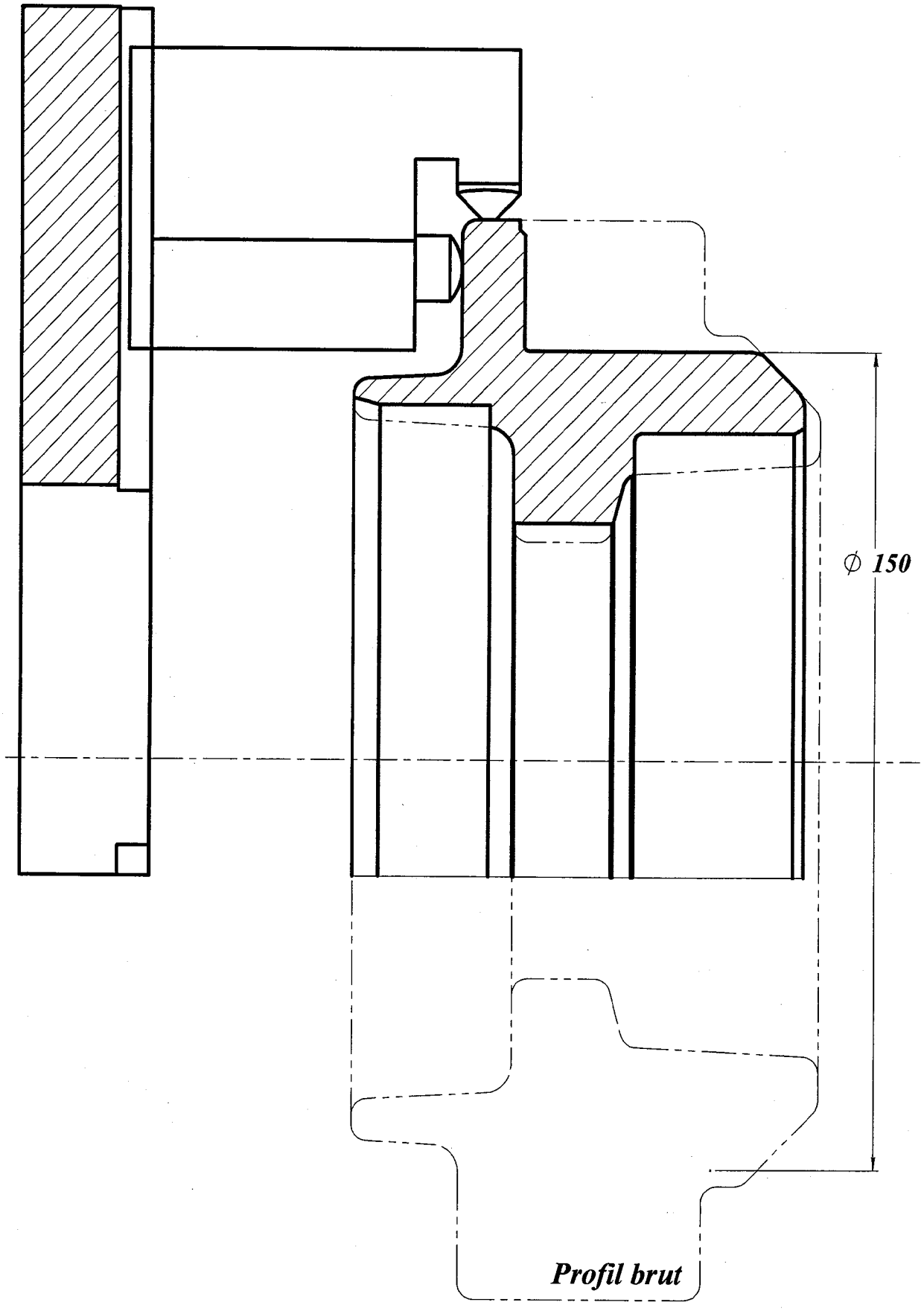
document DT 2

Repérage des associations de surfaces

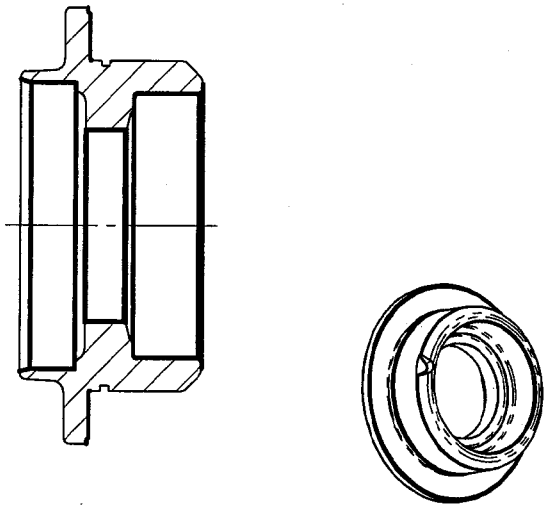
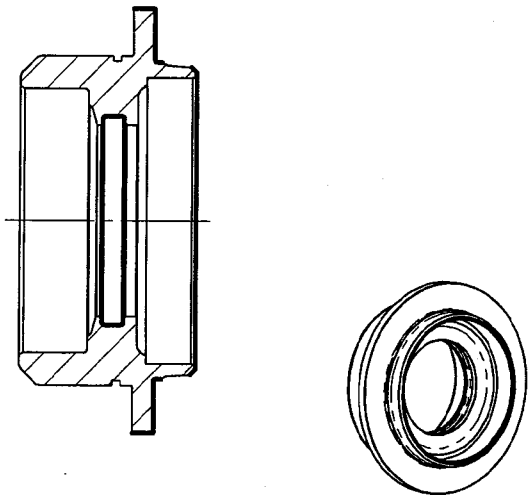
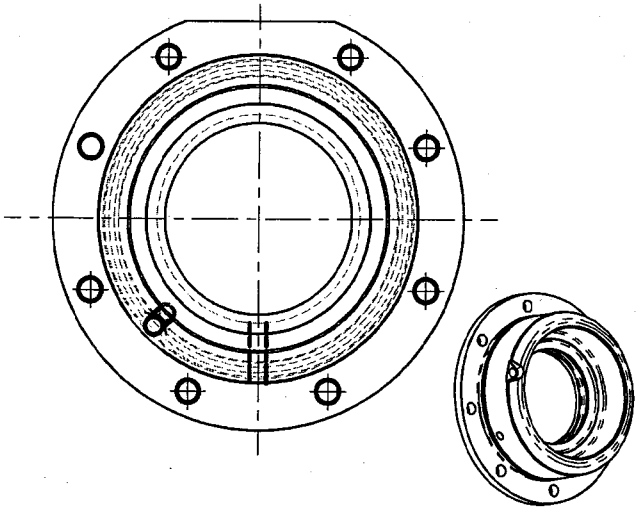


document DT 3

Porte-pièce PHASE 10



document DT 4

Pièce : BOITIER			**NOMENCLATURE des PHASES**
N° Phase	Désignation de la PHASE	Machine Outil	CROQUIS de phase
10	Groupes de surfaces **- A -** **- B -** **- F -** **- H -** **- E -**	**Centre d'usinage**	
20	Groupes de surfaces **- C -** **- D -** **- G -**	**Tour CN**	
30	Groupes de surfaces **- J -** **- K -** **- L -** **- M -**	**Centre d'usinage**	

document DT 5 : DETERMINATION DE LA PRESSION SPECIFIQUE DE COUPE

La pression spécifique de coupe Kc est fonction de la matière usinée, de sa résistance à la traction Rm et de l'épaisseur du copeau hm (donc de l'avance f et de l'angle K_r de direction de l'arête de coupe).

Les fournisseurs d'outils de coupe donnent un tableau des valeurs de Kco pour $hm = 0{,}2\ mm$ et pour un outil avec un angle de coupe $\gamma = 0°$ (données SANDVIK COROMANT et HERTEL) :

MATIERES		Kco (N/mm²)
Aciers ordinaires	S185 S275	2600
	S 355	2900
	E 335	3000
	E 360	3150
Aciers fins (non alliés)	C35 C40	2300
	C45 C55	2600
	C60	2850
Aciers alliés	16 Mn Cr 5	3400
	10 Ni Cr 6	3600
	35 Cr Mo 4	3800
	Acier inoxydable	3750
Fontes	EN-GJL 150	1360
	EN-GJL 200, EN-GJL 250	2100
	Fonte alliée	2300
	EN-GJMW, EN-GJMB, EN-GJS	1750
Alliages de Cuivre	Laiton Cu Zn 15	1150
	Bronze Cu Sn 8 P	2450
Alliages d'Aluminium	EN AC-AlSi13	1000
	Alliage de moulage (Rr ≤ 190 N/mm²)	850
	Alliage de moulage (190 < Rr < 270 N/mm²)	1000
	Alliage de moulage (270 < Rr < 370 N/mm²)	1220

Pour une épaisseur de copeau hm différente, il faut donc appliquer un facteur de correction k_1 :

hm (mm)	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00
k_1	1,50	1,23	1,10	1,00	0,94	0,89	0,85	0,81	0,79	0,76	0,72	0,69	0,66	0,6

De même, suivant la valeur de l'angle de coupe γ, il faut appliquer la correction k_2 suivante :

$$k_2 = (1 - 0{,}013 . \gamma)$$

d'où $\boxed{Kc = Kco . k_1 . k_2}$

document DT 6 : PUISSANCE CONSOMMEE EN TOURNAGE

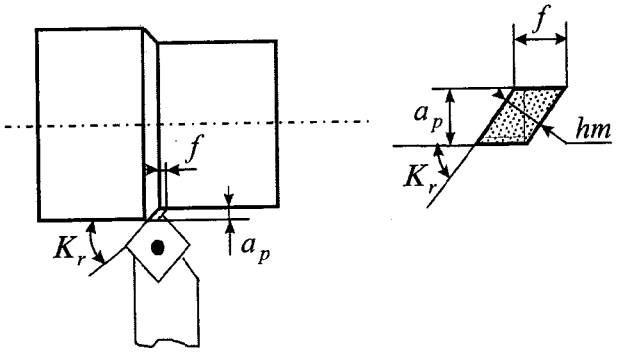
1- Effort de coupe en tournage

L'effort de coupe en tournage peut être estimé selon la formule :

$$Fc = Kc \cdot f \cdot a_p$$

Fc : effort de coupe en N ;
Kc : pression spécifique de coupe en $N.mm^{-2}$;
f : avance en $mm.tr^{-1}$;
a_p : profondeur de passe radiale en mm.

La pression spécifique de coupe Kc sera déterminée à partir du ***document 6, page D7/16***, et en appliquant les facteurs correctifs dus à l'épaisseur hm du copeau et à l'angle de coupe γ. La valeur de hm est obtenue de la façon suivante :



$$hm = f \cdot \sin K_r$$

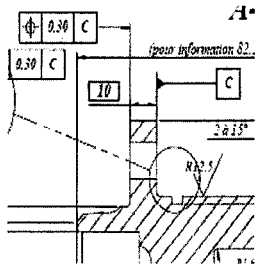
2- Puissance consommée pour une opération de tournage

La puissance consommée pour une opération de tournage est estimée par la relation suivante :

$$Pc = Fc \cdot Vc$$

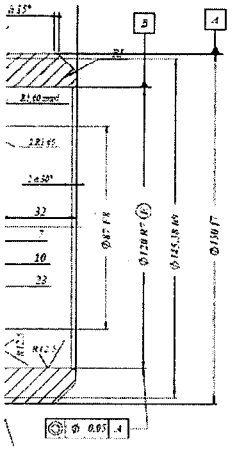
Pc : puissance consommée par la coupe en W ;
Fc : effort de coupe en N ;
Vc : vitesse de coupe en m/s.

Nom:.....Prénom:.....N° d'examen :.....

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification	**Eléments non Idéaux**		**Eléments Idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	**Elément(s) tolérancé(s)**	**Elément(s) de référence**	**Référence(s) spécifiée(s)**	**Zone de tolérance**	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition 					

document DR 1

Nom:.....Prénom:.....N° d'examen :.....

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification	**Eléments non Idéaux**		**Eléments Idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	**Elément(s) tolérancé(s)**	**Elément(s) de référence**	**Référence(s) spécifiée(s)**	**Zone de tolérance**	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	unique groupe	unique multiples	simple commune système	simple composée	**Contraintes** orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma extrait du dessin de définition 					

document DR 2

Travailler les chapitres de ce sujet

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

Chapitres liés à ce sujet

- Alimentation en énergie et stockage de l'énergie
- Oscillateurs électroniques
- Amplificateur linéaire intégré
- Amplificateur linéaire intégré, stabilité et rétroaction
- Électronique numérique
- Conversion continu-continu : les hacheurs
- Modélisation cinématique des systèmes : liaisons, graphe et schéma cinématique
- Analyse fonctionnelle et structurelle : diagrammes d'ingénierie système, chaînes d'information et de puissance

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

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

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