Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2006, filière TSI

Technologies et sciences industrielles : génie mécanique

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Projet mécanique : analyse du train épicycloïdal, étude cinématique
- Projet mécanique : étude statique
- Projet mécanique : étude de la pompe hydraulique
- Projet mécanique : calcul de l'arbre moteur
- Projet électricité : système infrarouge
- Projet électricité : moteur pas à pas
- Projet électricité : logique de commande
- Projet électricité : commande du moteur pas à pas

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/2006/genie-mecanique

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

CONCOURS NATIONAL COMMUN D'ADMISSION AUX GRANDES ECOLES D'INGENIEURS

Session : 2006
Filière : TSI

Epreuve de : Technologies et Sciences industrielles

Durée : 6 heures

Composition du sujet : (Les deux Projets sont indépendants).

PROJET MECANIQUE

-Texte : Pages 2 à 6.
-Document .annexe : 1 Dessin d'ensemble
-Documents annexes : 2 , 2'
-1 Document réponse

PROJET ELECTRICITE :

-Texte : Pages 1' à 12'.

Aucun document supplémentaire n'est autorisé.

Les calculatrices sont autorisées

Recommandations :

Il est recommandé au candidat de lire la totalité du sujet.

Il est demandé de rappeler , sur la copie , le numéro de la question avant de développer la réponse.

La rédaction des réponses sera la plus concise possible : on évitera de trop longs développements des calculs en laissant subsister les articulations du raisonnement.

Les hypothèses ne sont pas données systématiquement, c'est au candidat de les formuler au cours des réponses, lorsque c'est nécessaire.

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.

Projet Mécanique

Multiplicateur de vitesse d'un véhicule à propulsion

Mise en situation : Figure 1 . Document annexe 2.

Le système à étudier est un mécanisme monté sur certains véhicules automobiles entre la boite de vitesses et l'arbre de transmission (véhicule à propulsion) et ayant pour objet de permettre, au moment opportun, par la simple manipulation d'un interrupteur, une surmultiplication de la vitesse de rotation en sortie de boite (lorsque le rapport de $3^{éme}$ ou de $4^{éme}$ est engagé) , ceci permettant une conduite plus souple et plus économique.

Principe de fonctionnement : Voir : figure 2 -doc.annexe 2- et dessin -doc.annexe 1-

Le mouvement de rotation de la boite de vitesses est communiqué à l'arbre d'entrée **1**. Celui-ci entraîne dans son mouvement le porte –satellites **9** d'un train épicycloïdal . Les autres pièces constitutives du train sont les doubles satellites **4** (au nombre de trois) , le planétaire **5,** et la couronne **2,** celle-ci correspondant également à l'arbre de sortie.

La variation du rapport de transmission est obtenue en agissant sur la pièce **3** qui peut être solidarisée soit avec la couronne **2** (position repos) , soit avec l'anneau de freinage **10** (position travail) . Cette pièce **3** est entraînée par le planétaire **5** auquel elle est liée par une liaison glissière à l'aide de cannelures.

En position repos , **3** est embrayée avec **2** grâce à l'effort presseur dû aux ressorts **15.**

En position travail , **3** est embrayée avec **10** grâce à l'effort exercé par les deux pistons **23** , ceux-ci étant alimentés par la pompe hydraulique constituée principalement de l'excentrique **19** , du piston **20,** du cylindre **21** et de clapets. L'acheminement du fluide hydraulique aux pistons **23** est tributaire de l'alimentation électrique d'une électrovanne. Cette alimentation est réalisée par l'action du conducteur sur un interrupteur généralement intégré dans le pommeau du levier de vitesses.

Le schéma hydraulique simplifié est donné : **Figure 3 Doc. annexe 2.**

Analyse du train épicycloïdal :

Etude cinématique :

Données et hypothèse.

- $Z_5 = 19$ le nombre de dents du planétaire 5.
- $Z_4 = 16$ le nombre de dents du pignon composant le satellite et engrenant avec 2.
- $Z_{4'} = 22$ le nombre de dents du pignon composant le satellite et engrenant avec 5.
- $Z_2 = 56$ le nombre de dents du planétaire 2.
- La roue libre **7** pourra être ignorée .

Question 1 :

Calculer le rapport de transmission $\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}}$ *du mécanisme lorsque la pièce 3 est liée à 10 .*

Question 2 :

Démontrer que le rapport de transmission est égal à 1 lorsque la pièce 3 est liée à la couronne 2 .

Question 3 :

La roue libre 7 a pour objet de ne pas utiliser l'embrayage solidarisant 3 et 2 lorsque le moteur fournit la puissance au véhicule et lorsque le multiplicateur est dans la position repos. Expliquer comment cette fonction est remplie.

Etude statique : (Phase ou 3 est liée à 10).

On notera : C_1 le module du couple exercé par la boite de vitesses sur l'arbre d'entrée 1 .
C_2 le module du couple exercé par l'arbre de transmission sur l'arbre de sortie 2
C_3 le module du couple exercé par 10 sur 3 (par l'intermédiaire de l'embrayage).

Question 4 :

Par une méthode de votre choix, démontrer que $C_1 - C_2 - C_3 = 0$.

Question 5 :

Donner la relation qui traduit la conservation de la puissance transitant par le train épicycloïdal .

Question 6 :

En déduire C_3 *en fonction de* C_1 *et du rapport de transmission* $\frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}}$.

Question 7 : (voir figure ci-dessous)

On considère le contact avec frottement entre 10 et 3 .
Soit R(o, x,y,z) un repère lié au carter 10.

α :demi angle au sommet du cône de contact .

r_m et r_M : les rayons minimum et maximum des cercles de section droite de la surface conique de contact 10/3.

Soit q_n la pression de contact supposée uniforme exercée par 10 sur 3 en un point P courant de la surface de contact ,et f le coefficient de frottement du contact.

Le torseur d'action mécanique de contact de 10 sur 3 est : $\{10 \to 3\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{R}_{10/3} \\ \vec{M}_{o,10/3} \end{matrix} \right\}_o$.

On pose : F= $\vec{z}.\vec{R}_{10/3}$: effort axial exercé par 10 sur 3.

et $C_3 = \vec{z}.\vec{M}_{o,10/3}$: couple exercé par 10 sur 3 à la limite du glissement 3/10.

Le paramétrage du point P est donné figure ci-dessous (coordonnées cylindrique : r, θ et z).

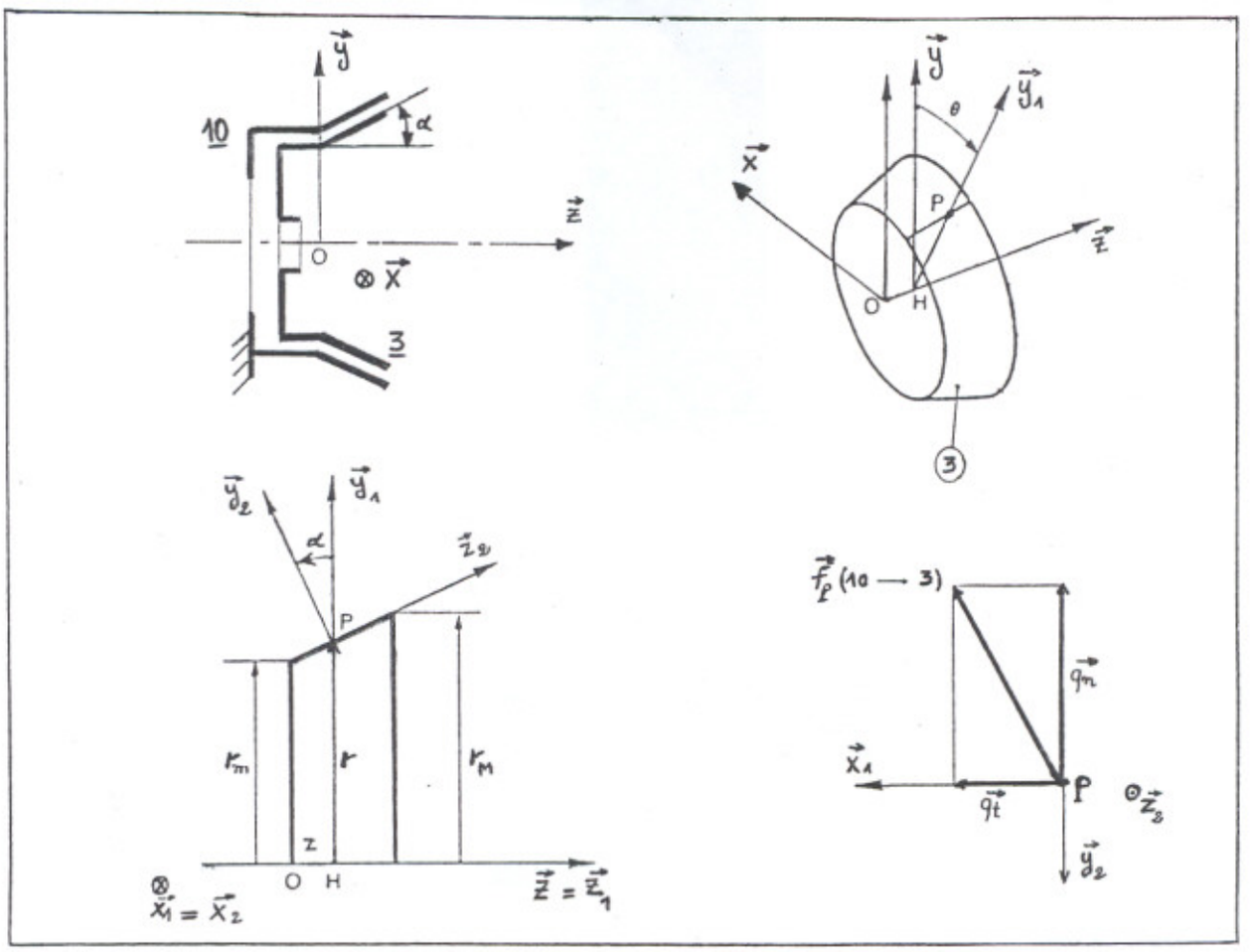
On donne :-l'élément de surface à considérer : $ds = \dfrac{2\pi}{\sin\alpha} r.dr$.

-La densité surfacique : $\vec{f}_p(10 \to 3) = -q_n \vec{y}_2 + f q_n \vec{x}_1$.

7-a) Déterminer **F** en fonction de q_n, r_m et r_M .

7-b) Déterminer le module du couple C_3 en fonction de F ,f ,r_m , r_M et α .

7-c) Calculer **F** pour C_1=200 mN ; $\alpha = 10°$; r_m=60 mm ; r_M=64 mm ; f = 0,3 .



Pour la suite on considère F= 370 N .

Question 8 :
En déduire la pression d'alimentation des deux vérins 23 ; le diamètre intérieur du cylindre est égal à 24 mm ; les ressorts assurant l'embrayage _____ exercent , quant à eux, un effort axial total F'= 450 N.

Etude de la pompe hydraulique : figure 4 doc. Annexe 2. (dans cette partie le carter est noté 0).

La pompe , comme nous l'avons vu, est essentiellement constituée d'un excentrique 19 entraîné en rotation par l'arbre 1 autour de l'axe (o,z) , provoquant un mouvement de translation rectiligne alternatif du piston 20, le rappel de celui-ci est assuré par le ressort 24 (non représenté su la figure 4).

Afin de limiter l'usure consécutive au frottement de l'excentrique sur le piston 20, le constructeur envisage de monter un roulement 27 sur l'excentrique.
α est le paramètre permettant de repérer la position de 19 par rapport à 0 .

$\vec{\Omega}_{19/0}=\vec{\Omega}_{1/0}=\frac{d\alpha}{dt}.\vec{z}=\omega.\vec{z}$, ω constante positive.

On notera : e= OA l'excentricité
R = AI le rayon de 27
S la section du piston

Question 9 :
Déterminer, en fonction de ω , α et des caractéristiques dimensionnelles du mécanisme, la vitesse de déplacement du piston 20/0 .

Question 10 :
En déduire le débit instantané q_v de la pompe et donner l'allure de la courbe de q_v en fonction de α .

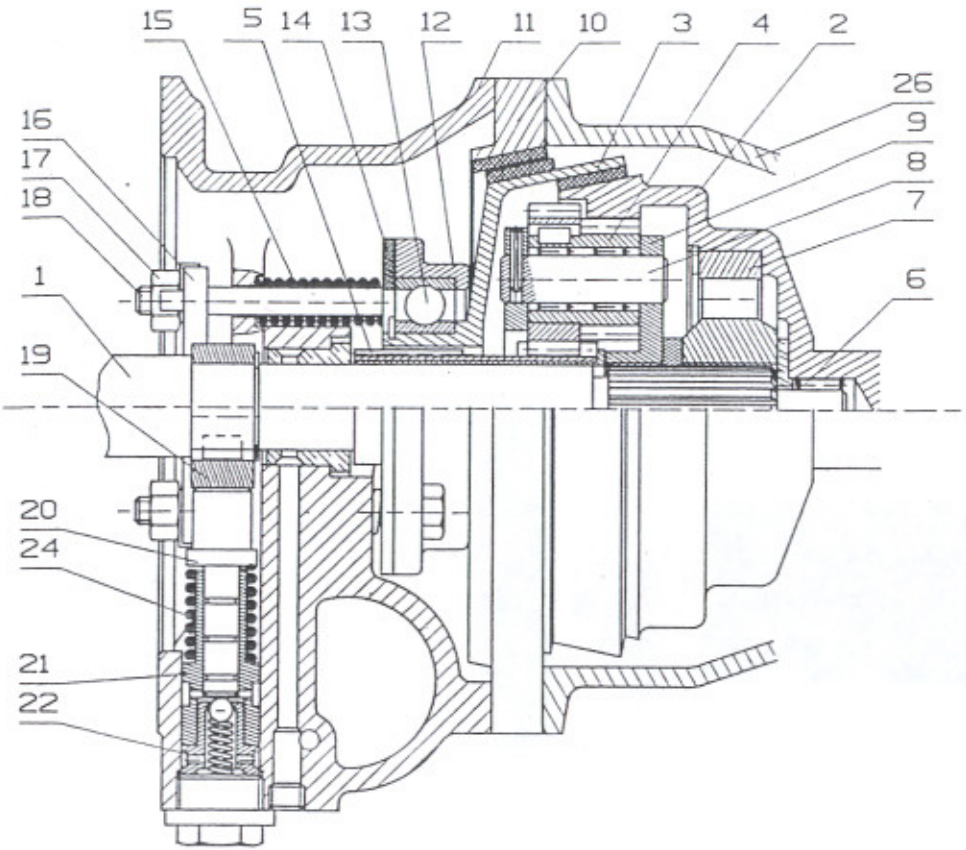
Question 11 :
En supposant qu'il y a roulement sans glissement en I, déterminer $\vec{\Omega}_{27/20}$.

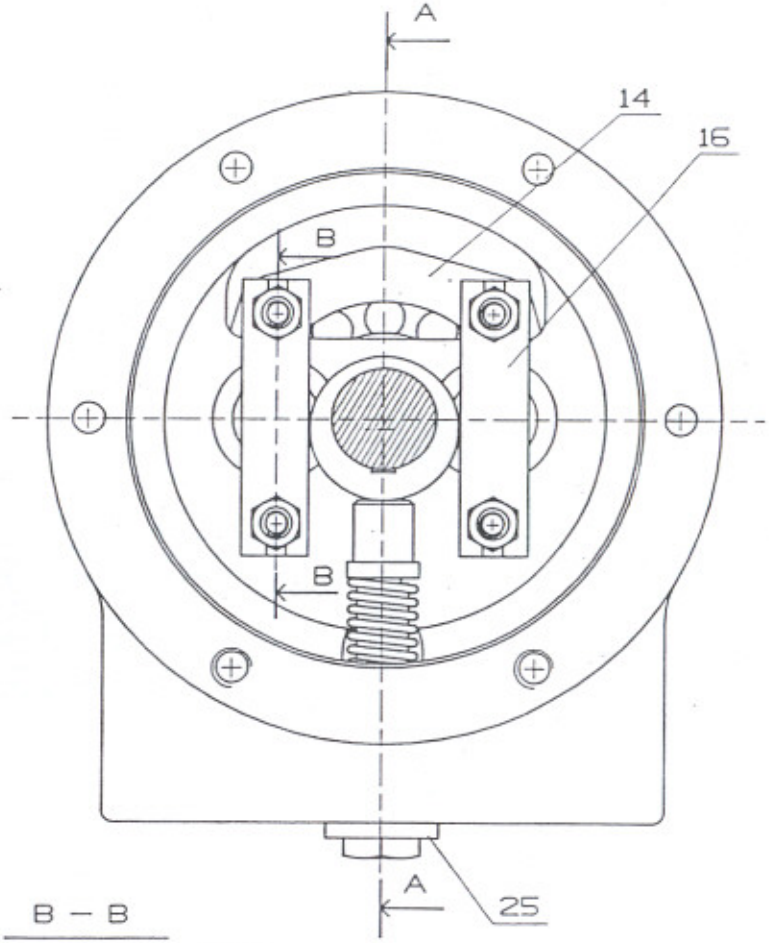
Calcul de l'arbre moteur :

L'arbre moteur a un diamètre égal à 20 mm. Cet arbre étant essentiellement sollicité en torsion .
Sachant que le couple maximal à transmettre (engagement de la première vitesse) est de 500 N.m.

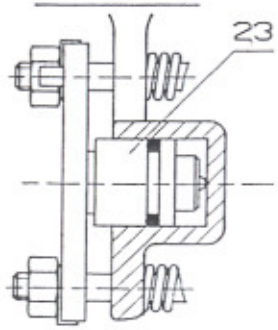
Question 12 :
Calculer la contrainte maximale . Que pensez-vous de cette valeur ? Quel matériau pourrait convenir pour cette arbre ?.

A – A





B – B

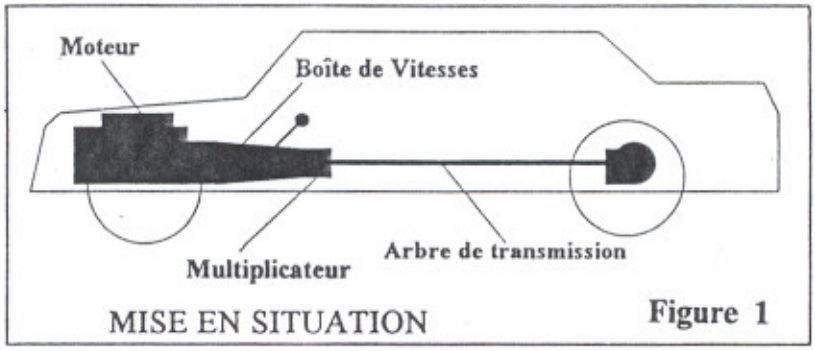


Rep.	Nb	Désignation	Rep.	Nb	Désignation
13	1	Roulement SKF 16008	26	1	Carter de sortie
12	1	Support de roulement	25	1	Bouchon
11	1	Carter d'entrée	24	1	Ressort de rappel
10	1	Anneau de freinage	23	2	Piston
9	1	Porte satellites	22	1	Clapet
8	3	Axe porte satellite	21	1	Chemise
7	1	Roue libre	20	1	Piston plongeur
6	1	Cage à aiguilles INA HK 1012	19	1	Excentrique
5	1	Pignon	18	4	Vis H M 8–70
4	3	Satellite double	17	4	Ecrou H M 8
3	1	Cloche	16	2	Barre de poussée
2	1	Couronne, arbre de sortie	15	4	Ressort de poussée
1	1	Arbre d'entrée	14	1	Couvercle de support

Multiplicateur de vitesse d'un véhicule à propulsion

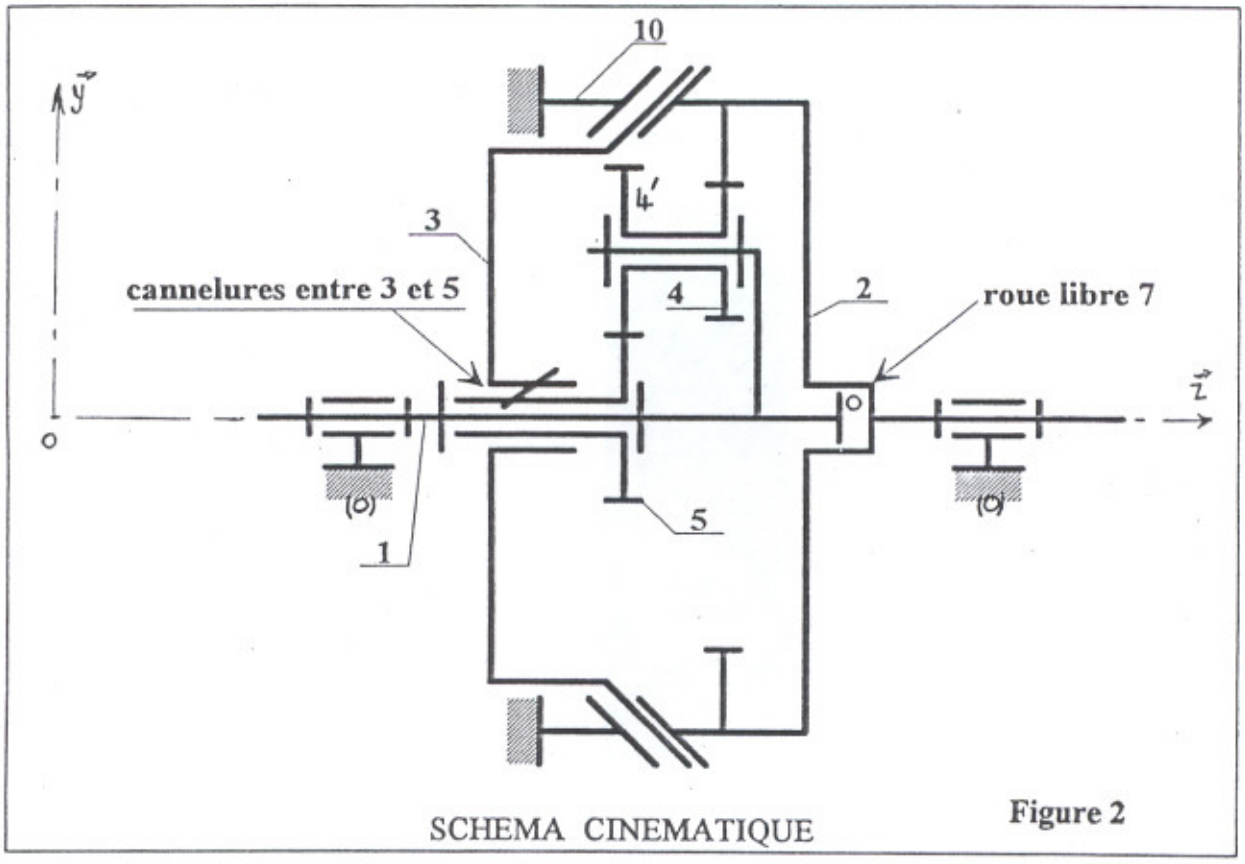
Document annexe 1

DOCUMENT ANNEXE 2



MISE EN SITUATION

Figure 1



SCHEMA CINEMATIQUE

Figure 2

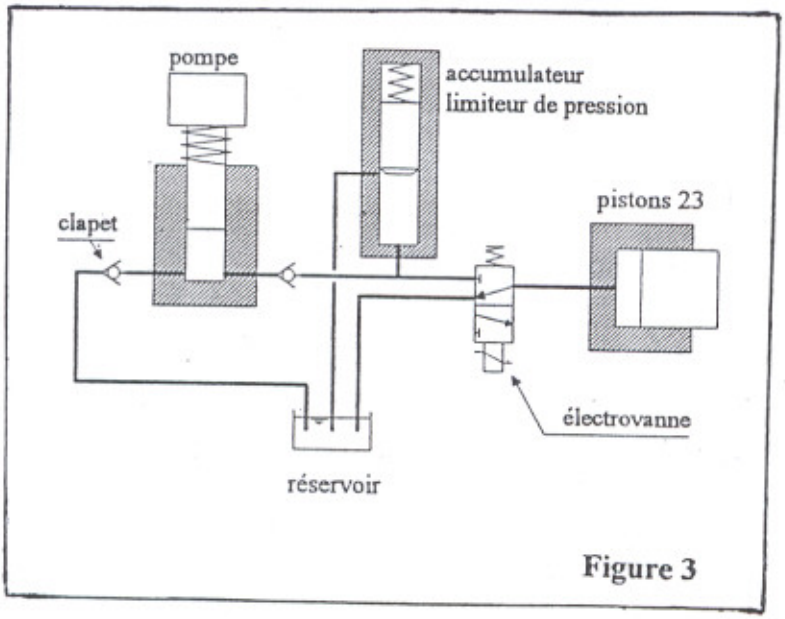


Figure 3

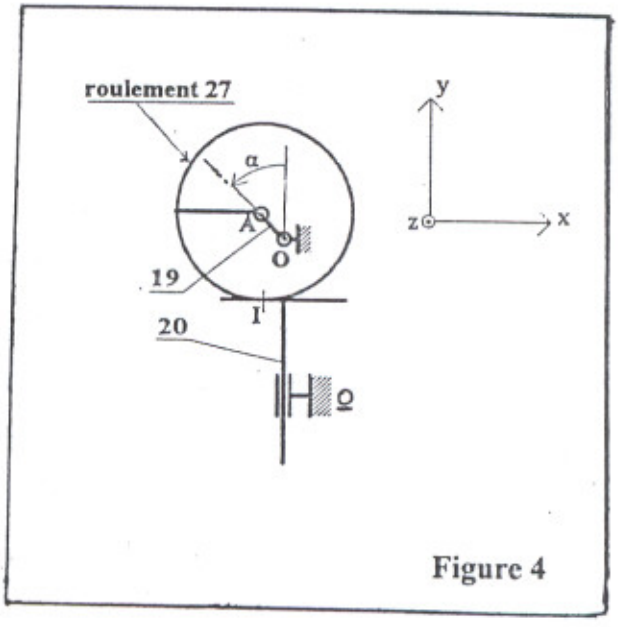


Figure 4

Document annexe 2'

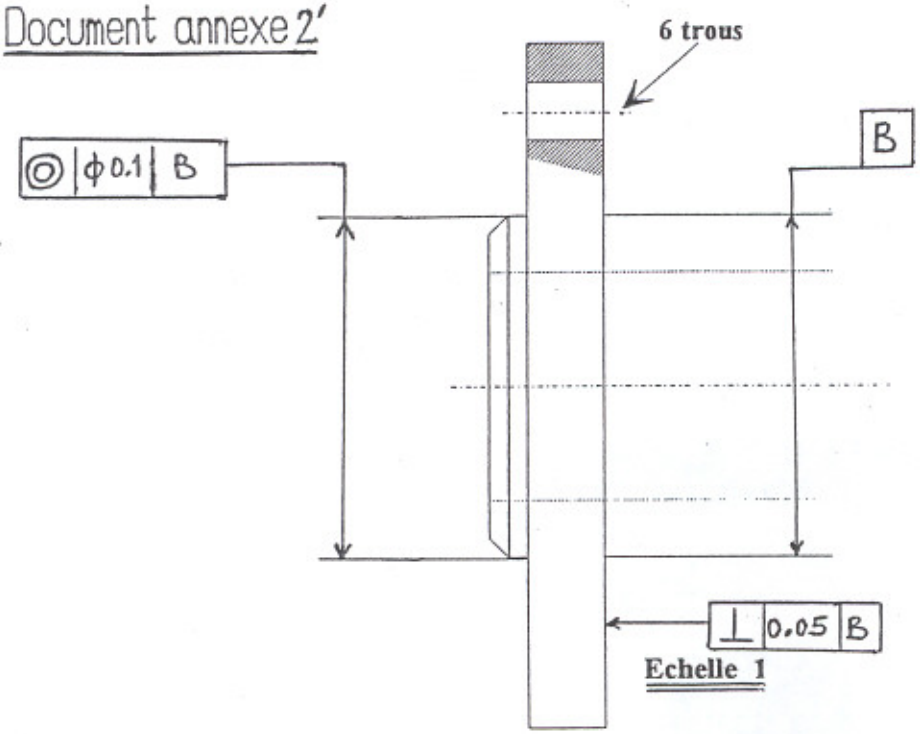
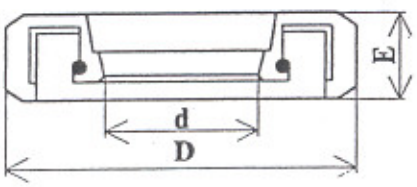
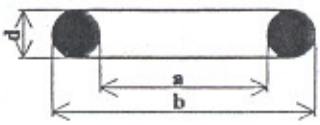


Figure 5

EXTREMITE DE L'ARBRE DE TRANSMISSION



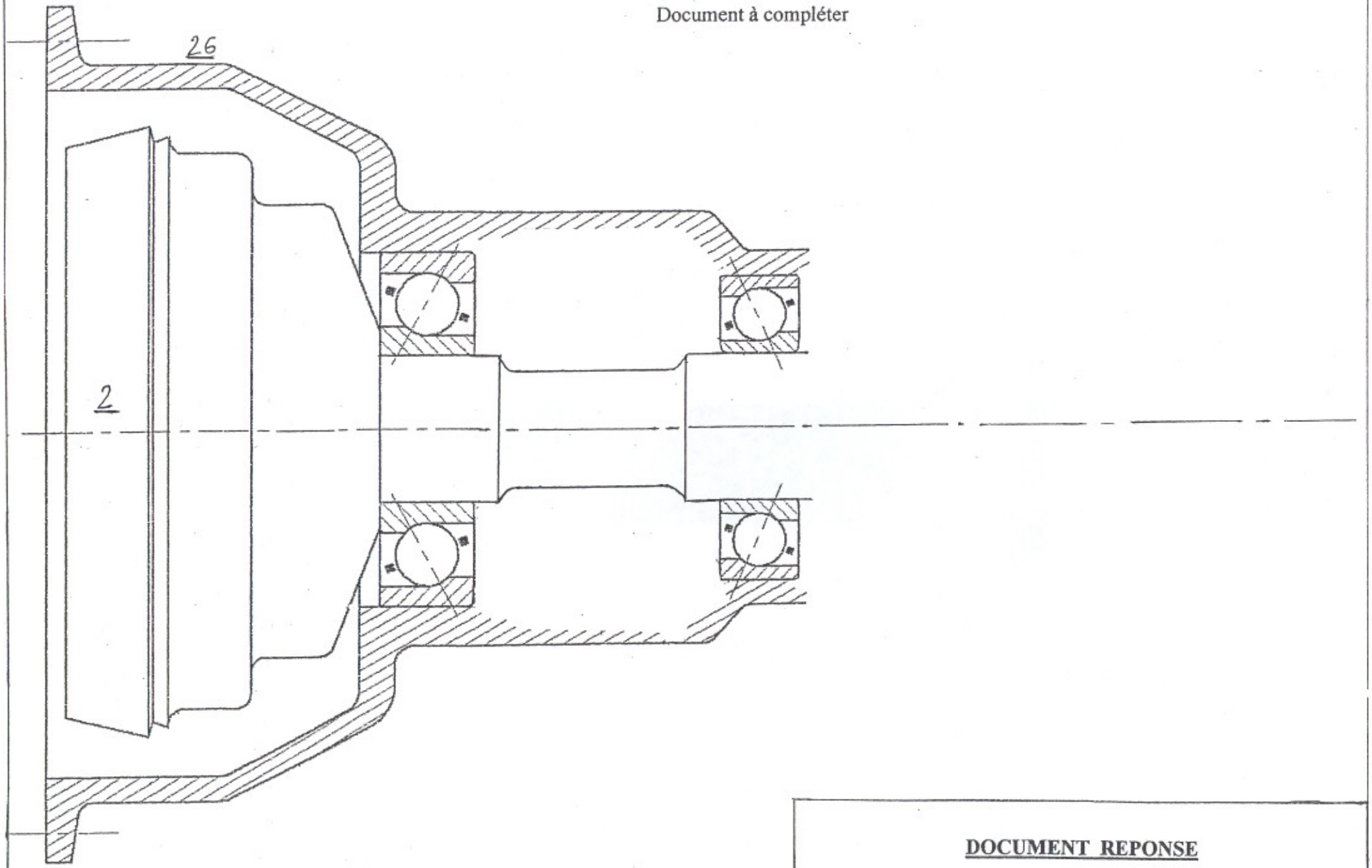


d	D	E	d	D	E
30	48	8	45	62	12
32	50	8	48	68	12
35	52	10	50	72	12
38	55	10	52	75	12
40	58	10	55	75	12
42	60	12	58	80	12

a	b	d	a	b	d
8	11,8	1,9	16	19,8	1,9
8,9	14,3	2,7	18,3	25,5	3,6
10,5	15,9	2,7	19,8	27	3,6
12,1	17,5	2,7	21,3	28,5	3,6
13,6	19	2,7	26,2	33,4	3,6
15,1	20,5	2,7	30,8	38	3,6

Figure 6

Document à compléter



DOCUMENT REPONSE

Commande en position d'un moteur pas à pas

BUT DE SUJET

Le but du sujet est l'étude de la commande d'un moteur pas à pas en position par faisceau infrarouge .Le système est décrit à la figure 1

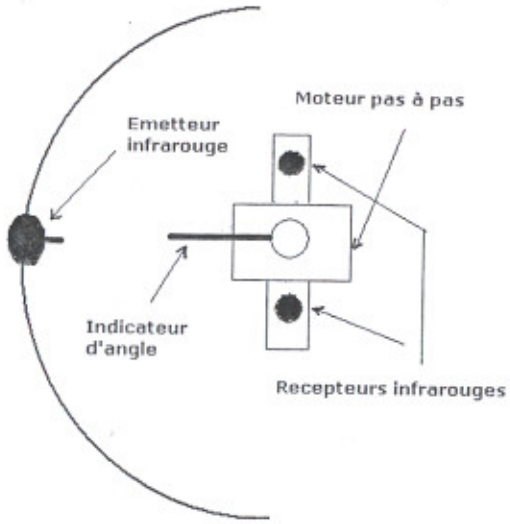


Figure 1

L'émetteur infrarouge pouvant se déplacer sur un arc de cercle, le moteur pas à pas doit "suivre" son déplacement. En cas d'absence de cible infrarouge, le moteur se place en phase de recherche en effectuant un balayage unique sur le demi cercle complet puis se met en veille. Une relance manuelle du cycle de recherche est toujours possible. Deux interrupteurs fin de course limitent le mouvement du moteur à un demi cercle.

Le synoptique du système est donné á la figure 1a, l'étude se portera sur l'émetteur, le récepteur , la logique de commande et le circuit de puissance.

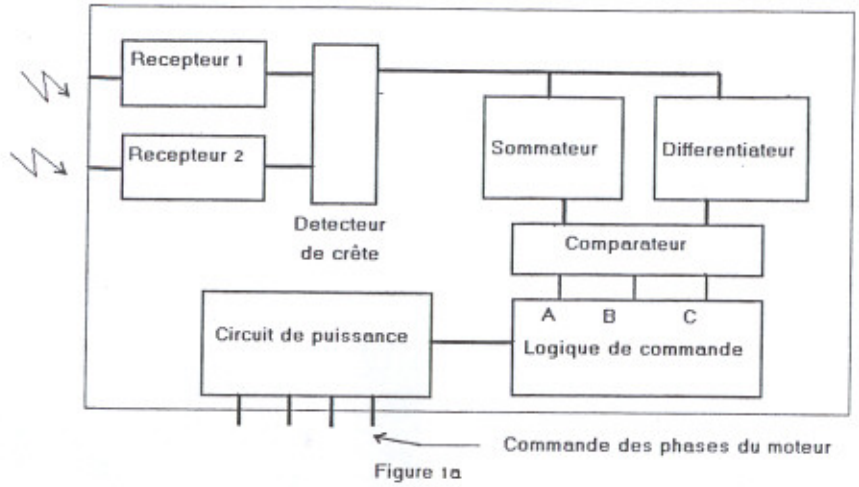


Figure 1a

I) SYSTEME INFRAROUGE

Le principe d'asservissement mis en oeuvre ici est utilisé, sous d'autres formes plus élaborées évidemment, pour l'aide à l'atterrissage des avions (ILS), le pointage d'antennes, le suivi de missiles etc. Il comporte un émetteur infrarouge et deux récepteurs localisés sur un bras solidaire de l'axe du moteur (figure 2).

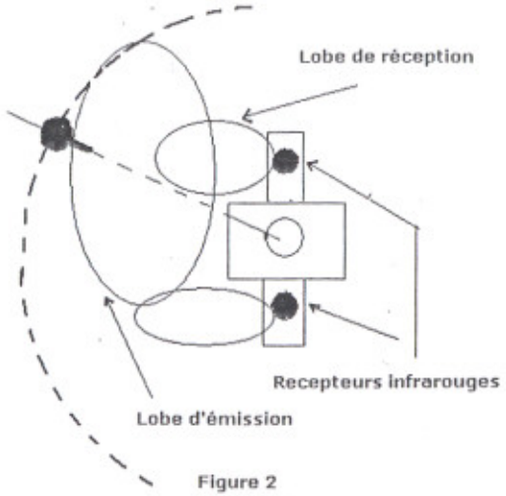


Figure 2

Quand au moteur pas à pas, on le trouve fréquemment dans des systèmes de positionnement XY ,imprimantes etc.

La somme des énergie reçues sur les récepteurs permet de savoir si la cible est présente. La différence d'énergie reçue sur chacun d'eux permet de savoir si le moteur "pointe" ou non sur la cible. On peut ainsi agir sur la commande du moteur pour corriger sa position et le ramener dans l'axe de l'émetteur.

I.1) Caractéristiques électrique et optique des émetteurs/récepteurs

Le schéma de l'émetteur est donné figure 3. L'émission est modulée en tout ou rien à 10 kHz par un oscillateur NE555.

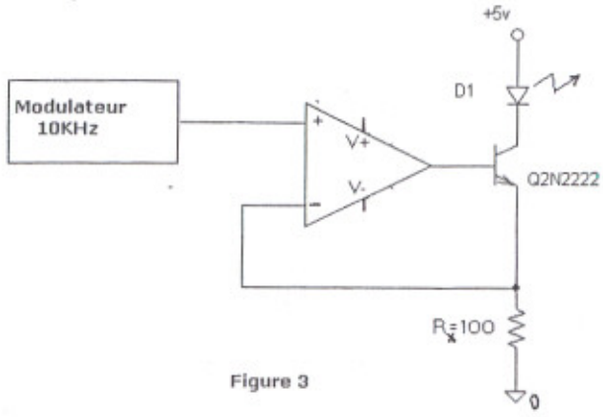


Figure 3

L'amplificateur opérationnel monté en suiveur avec le transistor 2N2222, permet de fixer le courant traversant la diode émettrice SFH415.

I.1.a) La tension issue du modulateur varie entre 0 et 4v (figure 3a) , expliquer le fonctionnement de l'émetteur .

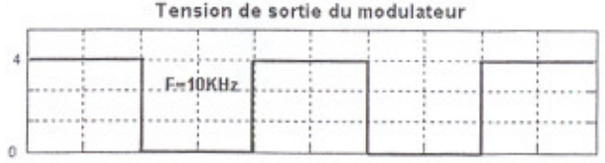


Figure 3a

I.1.b) Calculer le courant traversant la diode si β du transistor est 200.

Les amplificateurs opérationnels sont considérés parfaits.

Le schéma du récepteur est donné en figure 4.

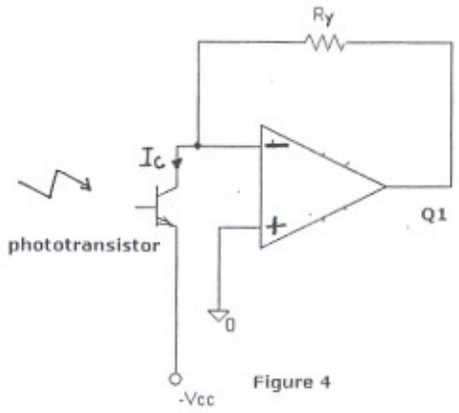


Figure 4

Le phototransistor (BPV11F) se comporte comme un générateur de courant de valeur proportionnelle à l'éclairement reçu sur sa base.

Le récepteur est muni d'un filtre optique qui rejette la lumière ambiante.

I .1.c) Donner l'expression de la tension Q1 en fonction du courant Ic et R_y

I .1.d) Expliquer comment la tension Q1 est l'image de la lumière reçue .

I.2) Récepteur complet

La figure 5 présente le récepteur complet .Il comporte un circuit sommateur et un circuit différentiateur .Les sorties de ces deux circuits servent à élaborer la somme des énergies et la différence des énergies reçues sur le récepteur.

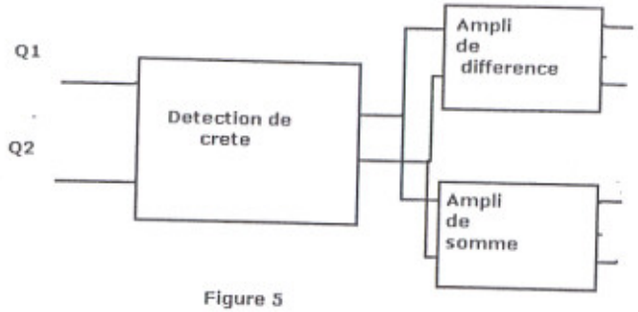


Figure 5

Les circuits différentiateur et sommateur sont donnés aux figures 5b et 5c . (Les amplificateurs opérationnels sont considérés parfaits)

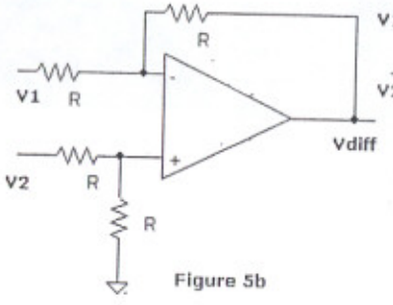


Figure 5b

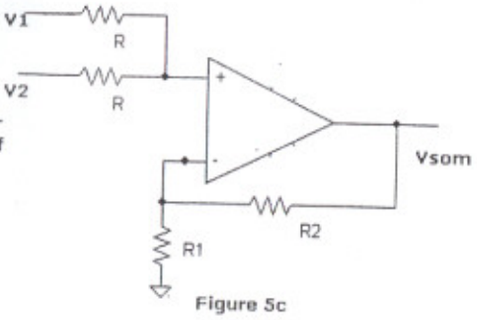


Figure 5c

Pour le circuit de la figure 5b :

I.2.a) Donner l'expression de V- en fonction de V1 et Vdiff.

I.2.b) Donner l'expression de V+ en fonction de V2 .

I.2.c) En déduire la relation entre Vdiff , V1 et V2 .

Pour le circuit de la figure 5c :

I.2.d) Donner l'expression de V+ en fonction de V1 et V2.

I.2.e) Donner l'expression de V- en fonction de Vsom

I.2.f) En déduire la relation entre Vsom , V1 et V2 .Donner la valeur du Rapport $\frac{R1}{R2}$ pour avoir Vsom=V1+V2.

II) MOTEUR PAS A PAS

II.1) Constitution

La figure 6 montre un exemple de constitution interne d'un moteur pas à pas à quatre phases 1,2,3 et4 et un rotor constitué d'un aimant permanent (polarisé nord et sud).

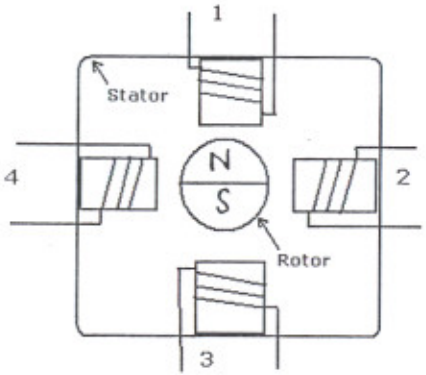


Figure 6

L'alimentation du moteur pas à pas dépend des applications de celui-ci, dans le cas d'un moteur à 4 enroulements, la commande par pas peut être

obtenue de différentes façons :

Mode 1 : Alimentation d'une seule phase à la fois (par exemple on alimente la phase 1 le pôle nord du rotor se place en face de la phase 1, puis on alimente la phase 2 ,le pôle nord du rotor se place cette fois en face de la phase 2 etc ....) , on obtient alors Un déplacement angulaire θ du rotor ; θ est appelé «pas» du moteur (voir figure 6a) .

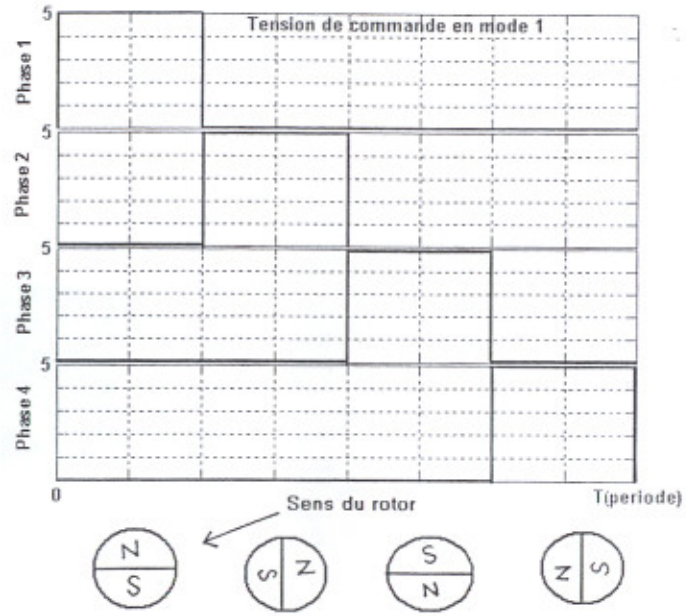


Figure 6a

Mode 2 : Alimentation de deux phases consécutives en même temps (par exemple la phase 1 et 2 puis la phase 2 et 3 etc...). Dans ce cas l'angle de déplacement θ est le même que pour le mode 1,mais les positions du rotor sont différentes .

Mode3 : c'est la combinaison du mode 1 et du mode 2 dans ce cas θ est différent.

L'ordre dans lequel on applique la séquence de commande détermine le sens de rotation du moteur.

Caractéristiques électriques

Le moteur utilisé comporte 4 phases ; phases 1, 2, 3 et 4.

La tension d'alimentation d'une phase est de 5V .

Une phase est équivalente à une résistance R en série avec une inductance L (R = 5 ohms L = 5mH) .

II.1.a) Donner la valeur de l'angle θ en degré en mode 1,et en mode 3 .

II.1.b) Si le nombre de phases est m, exprimer θ en fonction de m pour les modes 1 et 3 .

II.1.c) Si le moteur consomme en mode 1 une puissance Pe, quelle serait sa consommation en mode 2 ?. Comparer le couple moteur en mode 1 et 2.

III) LOGIQUE DE COMMANDE

On se limitera à l'étude du circuit logique qui commande le moteur.

Le schéma de principe de la logique de commande est donné à figure 7.

Elle est constituée d'un circuit logique de codage, d'un compteur modulo 4 (qui compte en binaire de 0 à 3 voir figure 7a) et d'un séquenceur qui commande les 4 transistors du circuit de puissance représenté à la figure 8 .

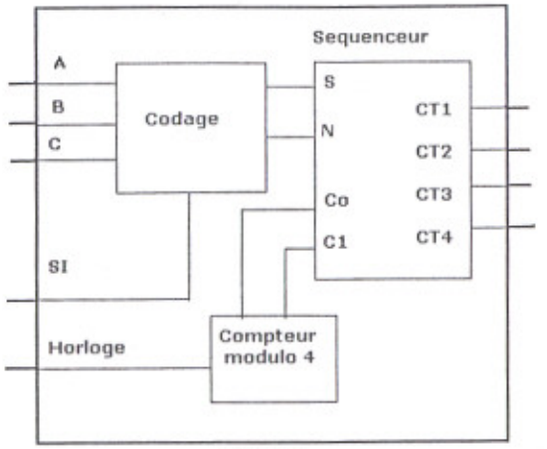


Figure 7

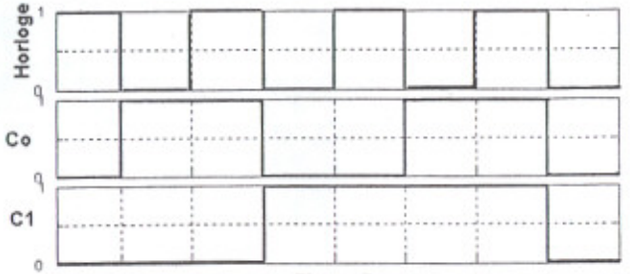


Figure 7a

Etat des sorties Co et C1 du compteur

Le circuit de puissance est constitué de 4 transistors PNP, et de 4 diodes considérées parfaites .Les transistors fonctionnent en commutation : un transistor est saturé si la tension de sa base est à

0 logique (0 v) et bloqué si la tension de sa base est à 1 logique (5 v) .

Chaque transistor commande une phase. Pour tout les transistors Vcesat=0

Circuit de puissance

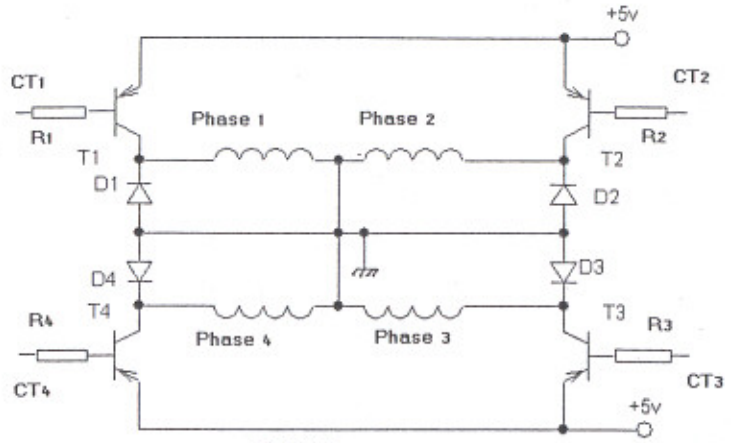


Figure 8

III.1) Fonctionnement du circuit de codage.

A, B et C entrées de commande

Si : Entrée sur-intensité

N : Sortie de coupure de l'alimentation des phases

S : sortie indiquant le sens de rotation du moteur

Fonctionnement :

Si A=1 B=0 et C=0 le moteur est arrêté (Cible centrée)

Si A=1 B=0 et C=1 le moteur tourne à gauche (cherche la cible) S=0

Si A=1 B=1 et C=0 le moteur tourne à droite (cherche la cible) S=1

Si le courant dans une phase est trop fort (SI=1) alors N=1 : coupure

de l'alimentation des phases.

III.1.a) Donner les équations logiques de S et de N.

III.1.b) Représenter S et N par des portes logiques.

III.2) Fonctionnement du séquenceur.

Le séquenceur élabore la commande des 4 transistors à partir des des sorties du circuit de codage et des sorties du compteur .

Le compteur fonctionne sur front descendant de l'horloge.

Le transistor i est saturé si CTi=0 .Si N=1 CT1=CT2=CT3=CT4=1

S indique le sens de rotation.

III.2.a) Donner les équations logiques de CT1, CT2, CT3 et CT4

III.2.b) Proposer un circuit logique réalisant le compteur modulo 4 par des bascules J k .

IV-) COMMANDE DU MOTEUR PAS A PAS

La commande du moteur se fait par le circuit de puissance de la figure 8, Qui représente un circuit hacheur.

IV-1.a) Expliquer le rôle des diodes montées en parallèle avec les phases.

IV-1.b) Donner la séquence de commande des transistors si on désire une alimentation des phases en mode 3 .

IV-1.c) On suppose qu'à l'instant to pris comme origine du temps le transistor T1 est saturé (Vce sat =0) ,donner l'expression du courant I1 dans la phase 1.

IV-1.d) Représenter le courant I1 et la tension aux borne de la phase 1.

IV-1.e) Calculer la valeur de I1max.

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

- Analyse fonctionnelle et structurelle : diagrammes d'ingénierie système, chaînes d'information et de puissance
- Modélisation cinématique des systèmes : liaisons, graphe et schéma cinématique
- Dynamique des solides et des systèmes : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage dynamique
- Composants de la chaîne de puissance : alimenter, stocker, distribuer, convertir
- Amplificateur linéaire intégré
- Électronique numérique
- Conversion continu-continu : les hacheurs
- Régimes transitoires

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