

Coefficient : 2

SCIENCES PHYSIQUES

Le problème comprend trois parties qui peuvent être traitées indépendamment les unes des autres. Les documents-réponse n° 1 et 2 sont à rendre avec la copie.

Le système étudié est une machine de découpe de tissus deux axes dont le principe général est donné en annexe.

Deux axes numériques A1 et A2 permettent d'effectuer le positionnement du LASER sur une table de coupe (voir annexe 1).

L' annexe 1 permet une compréhension globale du système mais sa compréhension n'est pas nécessaire pour l'étude demandée.

On propose l'étude simplifiée de quelques unes des différentes fonctions rencontrées sur chaque axe asservi de ce système :

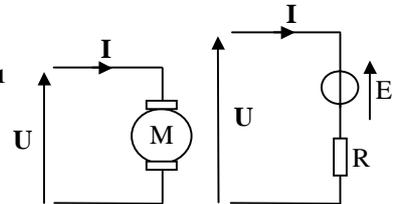
- Première partie : étude du moteur.
- Deuxième partie : fonctionnement du hacheur pilotant le moteur.
- Troisième partie : Commande du hacheur.

Coefficient : 2

SCIENCES PHYSIQUES

Première partie : Etude du moteur (6 pt/20)

C'est un moteur à courant continu à aimants permanents.

*Données constructeur :***R** résistance de l'induit : **0,60 Ω****U_N** tension nominale aux bornes de l'induit : **50 V****n'_N** fréquence de rotation nominale du moteur: **3000 tr.min⁻¹**Par ailleurs la f.é.m. **E** du moteur vaut **15,2 V** pour une fréquence de rotation **n' = 1000 tr.min⁻¹**

On rappelle les formules fondamentales suivantes :

E = K W et **T_e = K I** avec **E** : f.é.m. de la machine**W** : vitesse de rotation de la machine en rd.s⁻¹**I** : intensité du courant d'induit en ampères**T_e** : moment du couple électromagnétique en N.m**-I-1-**Déterminer la valeur numérique de **K** ; préciser son unité.**-I-2-**

Calculer, au point de fonctionnement nominal de la machine :

- **E_N** f.é.m. nominale
- **I_N** intensité nominale du courant d'induit
- **P_{AN}** puissance consommée par la machine au point nominal

-I-3-Au point de fonctionnement nominal, le moteur accouplé à sa charge présente des pertes mécaniques assimilables à un couple de pertes **T_p = 0,16 N.m**Déterminer les moments nominaux des couples électromagnétique **T_{eN}** et utile **T_{uN}**

En déduire le rendement du moteur au point nominal.

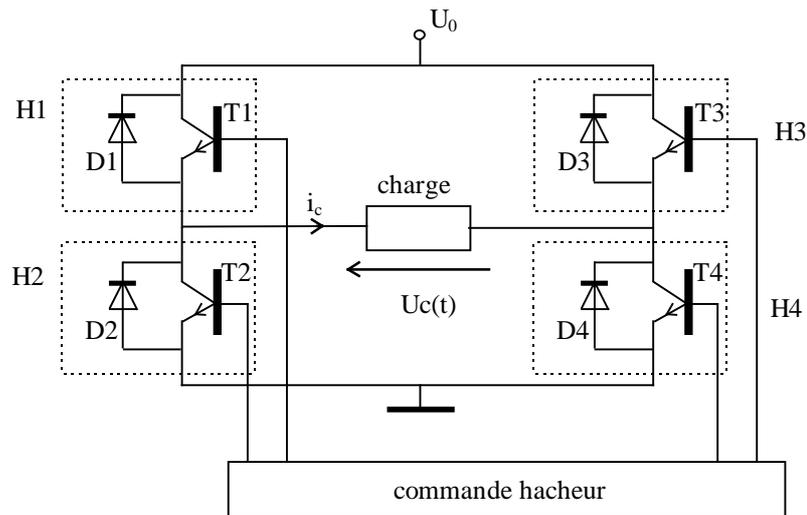
-I-4-

Indiquez, sans justification, les propositions exactes parmi celles énoncées ci-dessous :

- a) L'intensité **I** dans la machine est l'image du couple électromagnétique de la machine
- b) L'intensité **I** dans la machine est l'image de la vitesse de la machine.
- c) La tension d'alimentation **U** de la machine est l'image de la vitesse de la machine
- d) La tension d'alimentation de la machine est l'image du couple électromagnétique de la machine.

SCIENCES PHYSIQUES

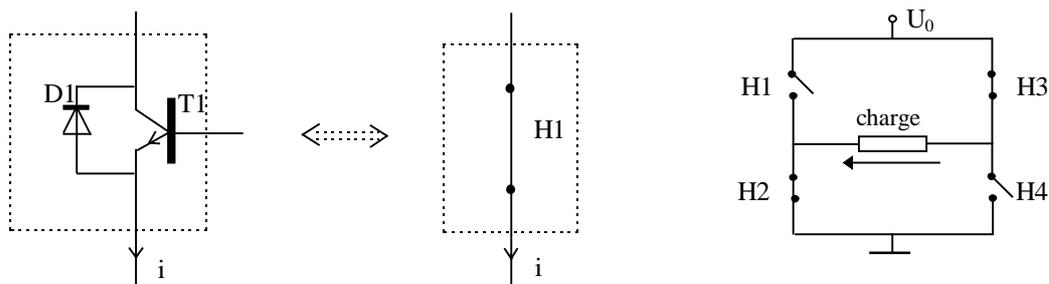
Deuxième partie : fonctionnement du hacheur (8 pt/20)



H1, H2, H3, H4 sont des interrupteurs commandés.

Chaque interrupteur est constitué par un transistor et une diode . Les diodes permettent d'obtenir des interrupteurs bidirectionnels :

La commande des interrupteurs est de type complémentaire .

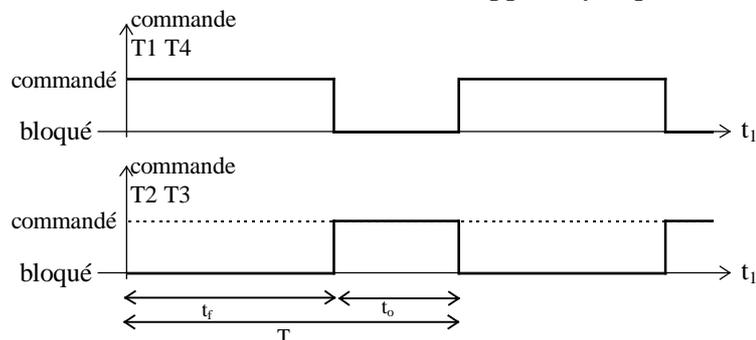


T1 commandé \Rightarrow l'interrupteur H1 est fermé

$i > 0$: T1 assure la conduction

$i < 0$: D1 assure la conduction

Les transistors **T1** et **T4** d'une part, **T2** et **T3** d'autre part, reçoivent des signaux de commande identiques . Au cours d'une période, quand **T1** et **T4** sont commandés (H1 et H4 fermés), **T2** et **T3** sont bloqués (H2 et H3 ouverts) et inversement . Le rapport cyclique est défini par : $a = t_f/T$



SCIENCES PHYSIQUES

- II-1 Supposons la charge du hacheur purement résistive.

- II-1-1 -

Compléter sur le document réponse n° 1 l'oscillogramme de $u_C(t)$, en indiquant les composants en conduction à chaque instant. Les diodes ont-elles une utilité ici ?

-II-1-2 -

Ucmoy étant la valeur moyenne de $U_C(t)$,

Démontrer que : $U_{cmoy} = U_0$. (2a -1)

Calculer la valeur numérique de Ucmoy pour le fonctionnement proposé sur le document-réponse n° 1

-II-2 - Charge du hacheur : machine à courant continu mise en série avec une inductance de lissage. Le courant dans la charge est alors lissé ; il varie entre deux valeurs très proches I_{cmin} et I_{cmax} autour d'une valeur moyenne I_{cmoy} .

On s'intéresse au fonctionnement proposé sur le document-réponse n° 1 (fonctionnement dans le premier quadrant), graphe repéré par question II-2.

-II-2-1-

Calculer numériquement U_{cmoy} .

De quelle grandeur physique mécanique U_{cmoy} est-elle l'image ?

-II-2-2-

Calculer numériquement I_{cmoy} .

De quelle grandeur physique mécanique I_{cmoy} est-elle l'image ?

-II-2-3-

La machine à courant continu, qui fonctionne ici en moteur, est celle étudiée dans la première

partie ; on prendra $R = 0,60 \text{ W}$ (résistance de l'induit) et pour la constante $K = \frac{E}{W}$ on prendra $K = 0,145$.

a) Que vaut la valeur moyenne de la tension aux bornes de l'inductance (supposée parfaite) ?

b) Quel est le rôle de cette inductance L ?

c) Ecrire la relation entre U_{cmoy} , I_{cmoy} , E (f.e.m. de la machine) et R (résistance de l'induit).

En déduire la fréquence de rotation de la machine, à partir des valeurs calculées en II-2-1 et II-2-2.

-II-2-4-

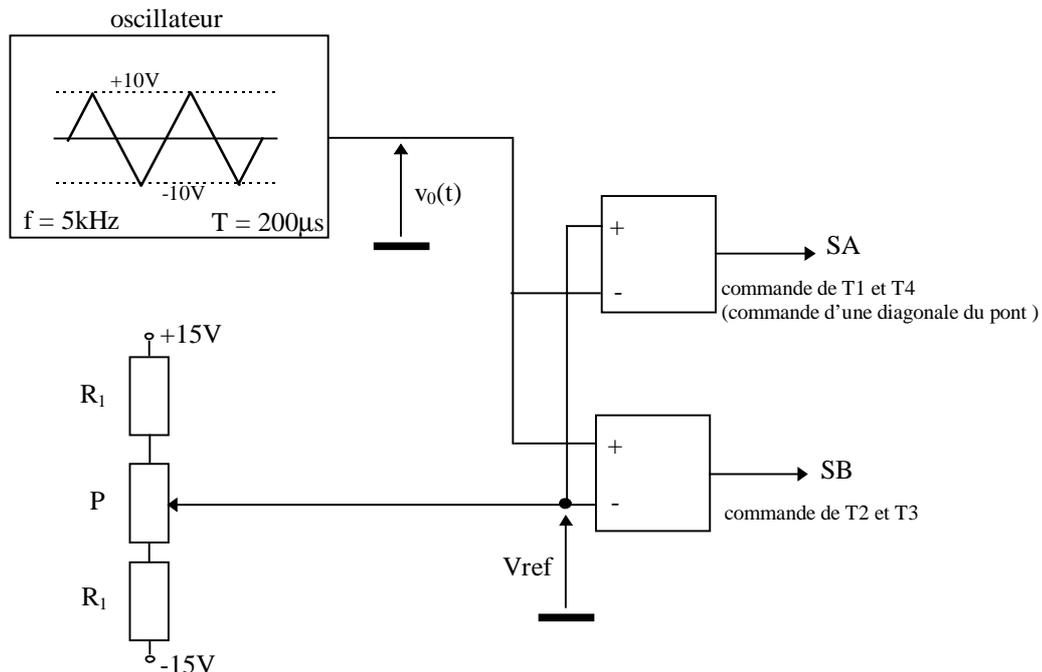
Quelle est la valeur moyenne du moment du couple électromagnétique de la machine ?

Sur l'oscillogramme de fonctionnement donné dans le document-réponse n° 1, indiquer, pour chaque séquence de fonctionnement, les interrupteurs fermés et, pour chaque interrupteur fermé, les semi-conducteurs assurant la conduction.

Justifier votre réponse.

Coefficient : 2

SCIENCES PHYSIQUES

Troisième partie : commande du hacheur (6pt/20)-III-

Deux circuits identiques commandent les deux diagonales du pont :

le premier commande les transistors **T1** et **T2**

le second commande **T3** et **T4**.

Pour étudier cette commande, nous simulons ici la tension de consigne (normalement pilotée par l'asservissement) par une tension V_{ref} réglable élaborée à l'aide d'un montage potentiométrique.

Les amplificateurs opérationnels sont alimentés en **+15V** ; **-15V** ; ils sont parfaits ; leurs tensions de saturation en sortie valent **+15V** et **-15V** ;

Un oscillateur fournit un signal $v_0(t)$ triangulaire d'amplitude **10V** et de fréquence **5kHz**.

-III-1- Combien d'états peuvent prendre les sorties S_A et S_B ? Justifier votre réponse .

-III-2- $V_{ref} = 4V$

a) $v_0(t) < 4V$: quel est l'état de la sortie S_A ? Quel est l'état de la sortie S_B ?

b) $v_0(t) > 4V$: quel est l'état de la sortie S_A ? Quel est l'état de la sortie S_B ?

c) Compléter les oscillogrammes de $v_{SA}(t)$ et $v_{SB}(t)$ sur le document-réponse N°2

-III-3- Déterminer graphiquement le rapport cyclique α de $v_{SA}(t)$

SCIENCES PHYSIQUES

-III-4- On désire que le rapport cyclique soit réglable de **0** à **1**.
Quelle plage de variation doit présenter la tension V_{ref} ?

-III-5- Démontrer que : $V_{refmax} = [15P/(2R_1+P)]$ et $V_{refmin} = [-15P/(2R_1+P)]$

Calculer la valeur à donner aux résistances R_1 , sachant que le potentiomètre a pour valeur $P = 10kW$.

Coefficient : 2

SCIENCES PHYSIQUES

ANNEXE 1

Présentation générale :

Il s'agit d'une machine à commande numérique deux axes dont l'outil est un LASER utilisé à la découpe des tissus .

Deux axes numériques A1 et A2 permettent d'effectuer le positionnement du LASER sur la table de coupe. La transmission du mouvement se fait par vis à bille.

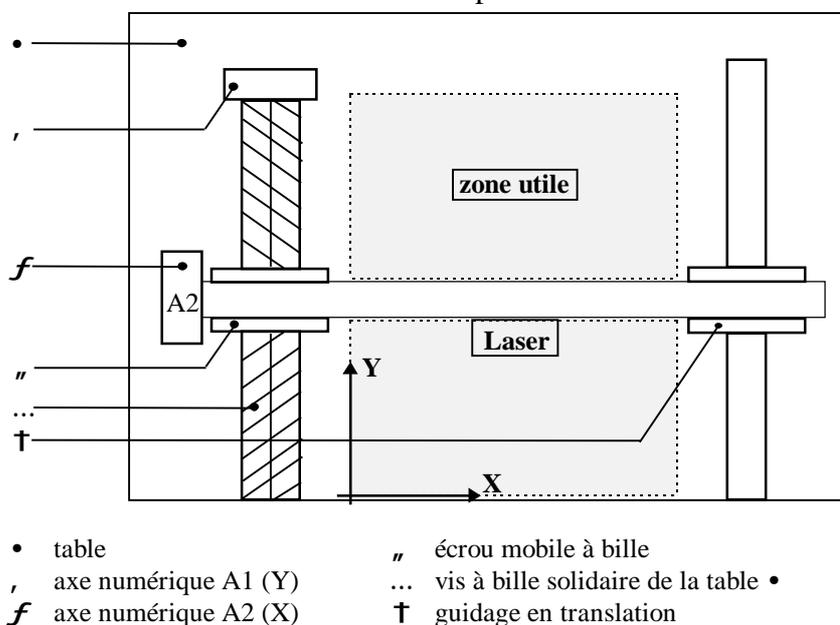


figure 1 : présentation schématique de la table de coupe, vue de dessus

Chacun des axes A1 , A2 comporte :

- un moteur et un réducteur
- un frein d'arrêt
- une génératrice tachymétrique (image de la vitesse)
- un codeur (image de la position)

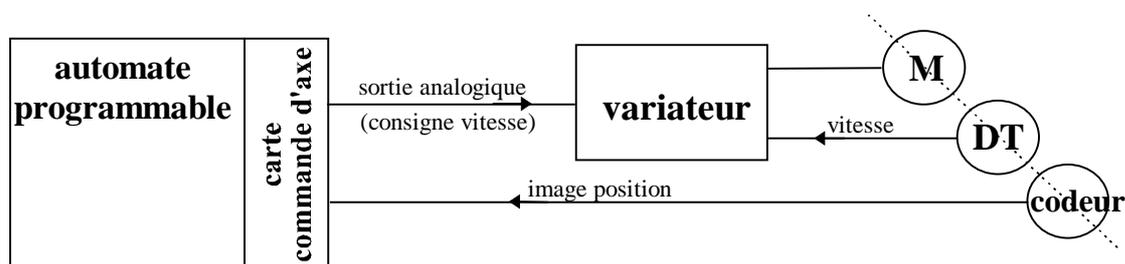
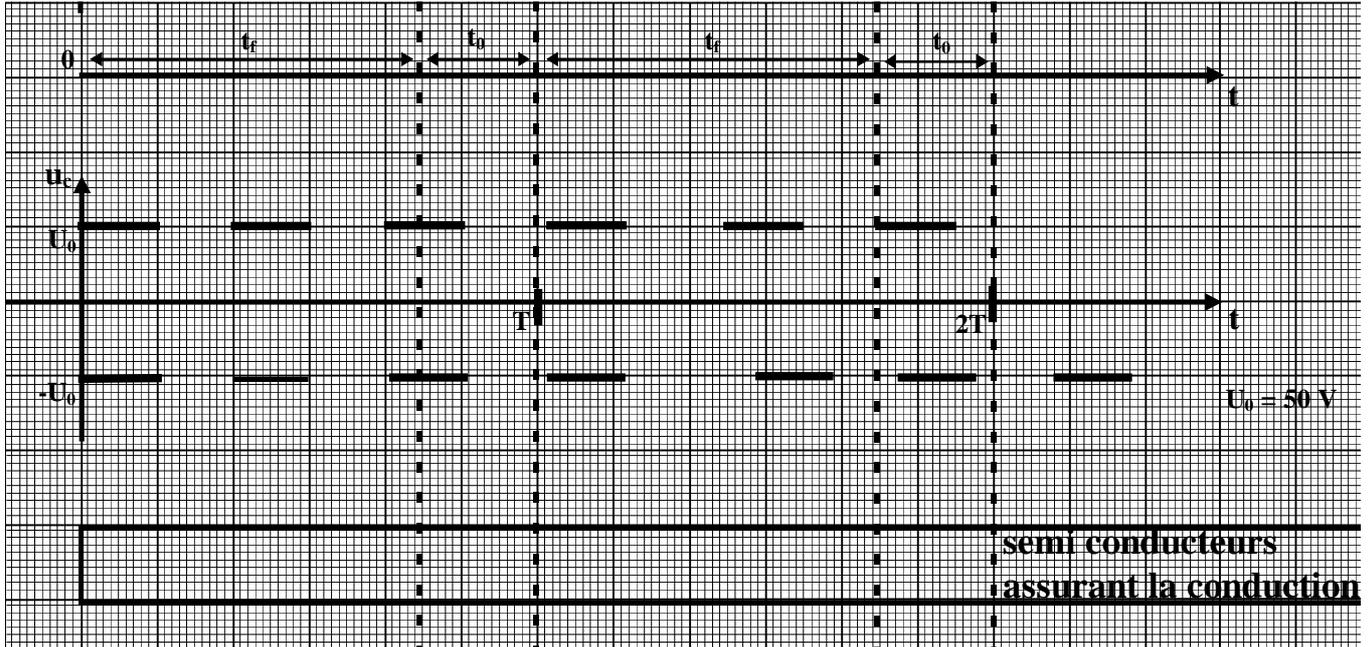


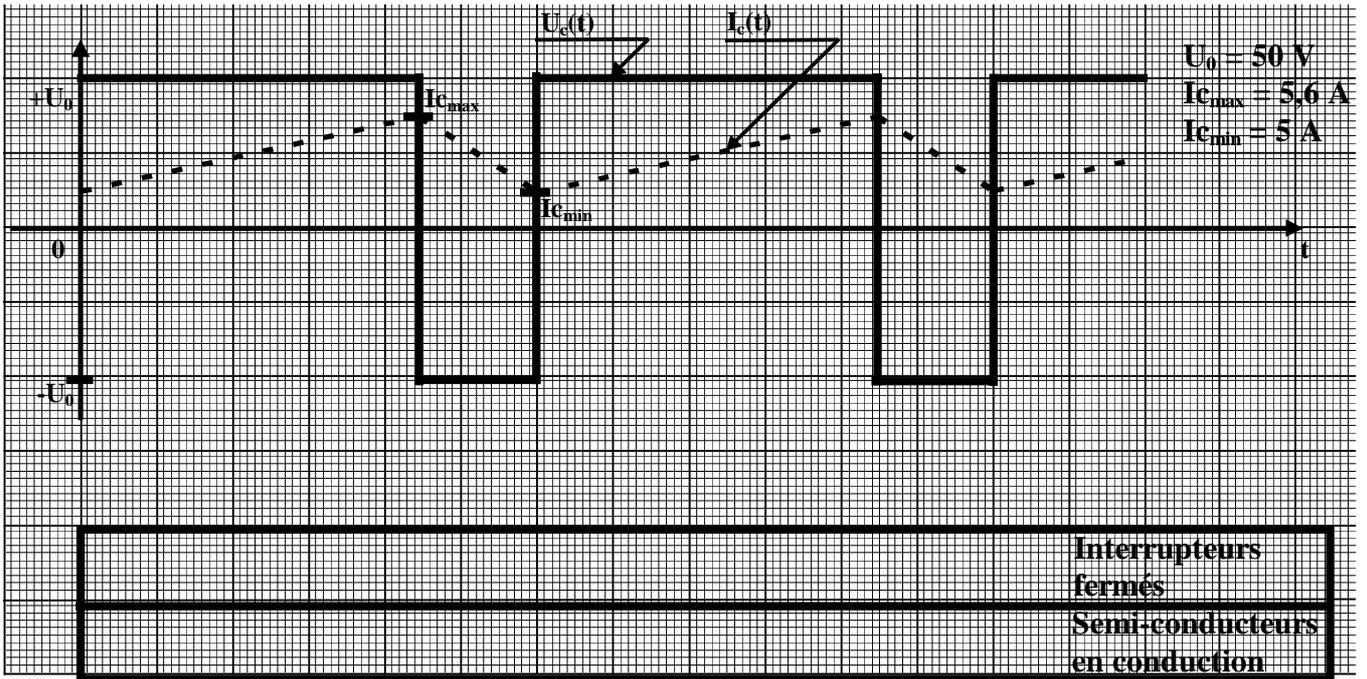
figure 2 : synoptique de la commande d'un axe

DOCUMENT-REPONSE N°1

QUESTION II-1-2



QUESTION II-2



DOCUMENT-REPONSE N°2

