

Juin 2009

## Final (EL 48)

### Problème 1

Le hacheur de la figure 1 doit convertir une tension continue de 100 V vers une tension continue de 10 V. On fera les hypothèses suivantes :

- $E=100\text{V}=\text{const.}$
- $V_s=10\text{ V}=\text{const.}$
- Le hacheur fonctionne en conduction continue.

La commande du transistor K est périodique, de fréquence  $f=2\text{ kHz}$ . Le transistor est fermé de 0 à  $\alpha T$ , et ouvert de  $\alpha T$  à  $T$

- 1) On considère l'intervalle  $t \in [0, \alpha T]$  :
  - a. Démontrer que sur cet intervalle la diode D est bloquée.
  - b. En déduire l'expression des tensions :  $v_L(t)$ ,  $v_D(t)$ ,  $v_K(t)$ , et des courants  $i_L(t)$ ,  $i_D(t)$ ,  $i_K(t)$ .
  - c. Les représenter sur une chronogramme.
- 2) On considère l'intervalle  $t \in [\alpha T, T]$  :
  - a. Démontrer que sur cet intervalle la diode D est passante.
  - b. En déduire l'expression des tensions :  $v_L(t)$ ,  $v_D(t)$ ,  $v_K(t)$ , et des courants  $i_L(t)$ ,  $i_D(t)$ ,  $i_K(t)$ .
  - c. Les représenter sur une chronogramme.
- 3) Exprimer la valeur moyenne de  $V_s$  en fonction de  $\alpha$  et  $E$ .
- 4) La puissance dans la charge est de 150 W; On désire une ondulation du courant  $i_L$  de 2%. Déterminer la valeur de  $L$ .

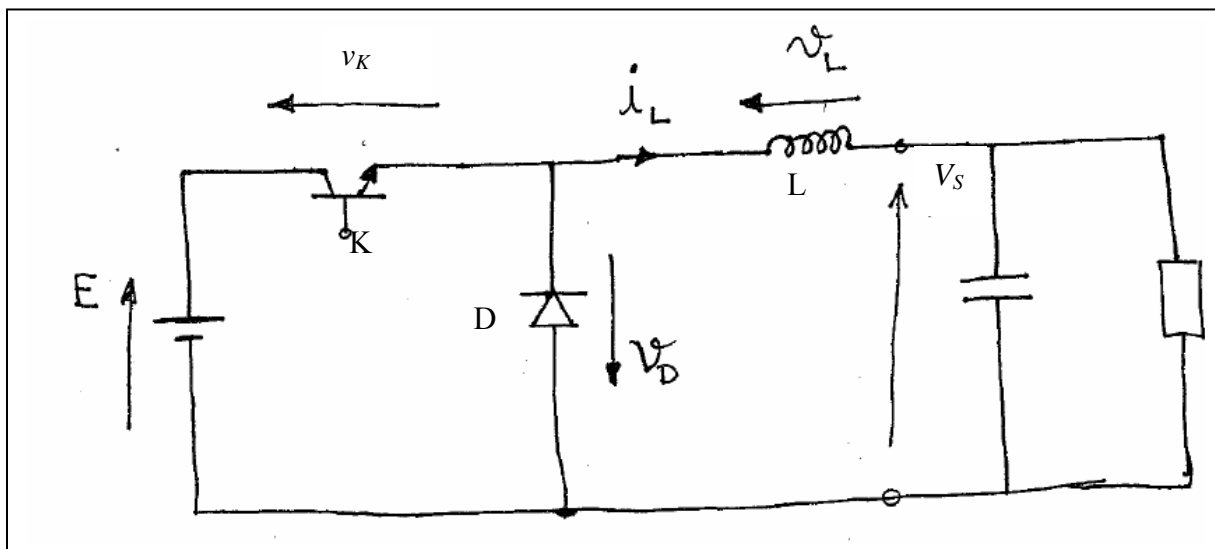


Figure 1

- 5) Calculer le courant moyen et le courant efficace de la diode D à utiliser et sa tension inverse maximale VRRM si on ne tient pas compte des coefficients de surdimensionnement.

## Problème 2

Un moteur à courant continu, excitation séparée, d'une puissance nominale de 7460W, tension nominale  $U_{an}=230V$  et d'une vitesse nominale  $N_n=1200 \text{ tr min}^{-1}$ , est alimenté par un redresseur monophasé de type parallèle double à thyristors (Figure2). Le courant nominal du moteur est  $I_{an}=38 \text{ A}$  et la résistance de l'induit  $R_a=0.3\Omega$ . La tension du réseau est  $V_1=260V$ . Le rapport entre la force électromotrice du moteur et sa vitesse est donné par le constructeur par une constante  $k_e=0.182V/\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Le circuit de l'induit possède une inductance suffisamment grande pour assurer un courant  $i_a=I_a$ , constant et sans ondulation.

Pour un angle de retard à l'amorçage  $\alpha=30^\circ$ , et pour un courant  $I_a$  à sa valeur nominale, faire l'analyse et tracer les formes d'onde pour :

1. la tension de sortie du redresseur,  $u_d(t)$
2. le courant absorbé par le pont du réseau,  $i_p(t)$
3. la tension aux bornes d'un thyristor

En suite calculer :

4. le couple moteur
5. la vitesse du moteur
6. le facteur de puissance

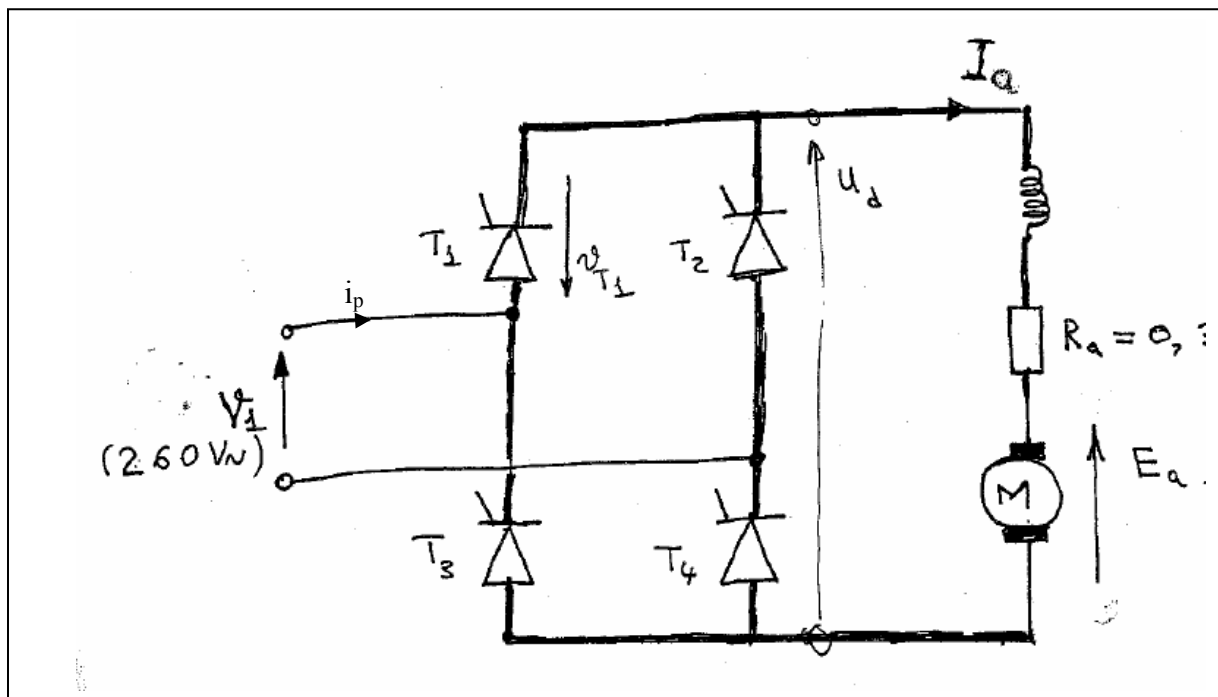


Figure 2

## Problème 3

Le moteur du Problème 2 doit être freiné à partir des conditions décrites précédemment, en inversant le courant dans l'induit, pour utiliser sa force électromotrice. Cela peut être réalisé par l'une des trois manières suivantes:

- par l'inversion des connexions du circuit d'excitation

- En utilisant un autre convertisseur en antiparallèle
- par l'inversion des connexions de l'induit du moteur

Pour ce mode d'exploitation, calculer l'angle de retard à l'amorçage au début du freinage, de telle manière que le courant de l'induit est :

- à sa valeur nominale
- à deux fois sa valeur nominale

Pendant le *freinage à récupération*, l'opération du moteur se déroule dans le deuxième quadrant. Représentez la polarité (ou le sens) de la force électromotrice dans l'induit du moteur dans la Figure 3. Notez que les connexions de l'induit ont été inversées. Il est donc possible d'injecter le courant  $I_a$  dans le convertisseur, permettant la récupération de l'énergie de freinage et son retour au réseau.

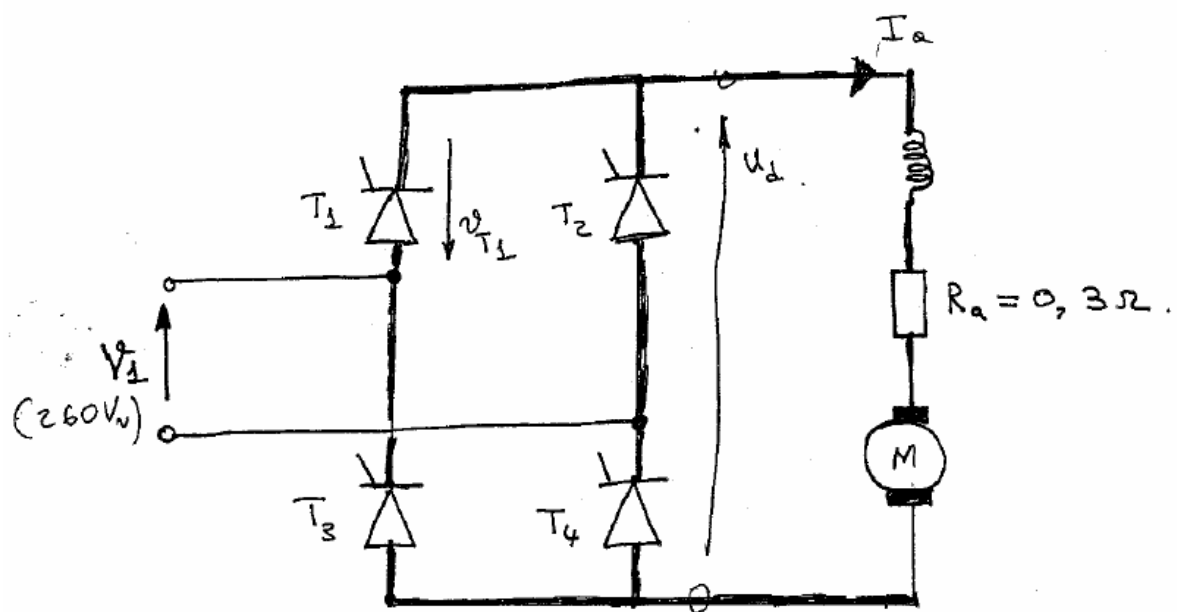


Figure 3

### Questions :

- Q1) Qu'est-ce qu'un IGBT ?
- Q2) Quel est le signal de commande d'un IGBT ?
- Q3) Précisez l'intérêt d'un IGBT vis à vis des autres types de transistors.
- Q4) Citez les **conditions** d'amorçage d'un thyristor.
- Q5) Citez les **conditions** de blocage d'un thyristor.
- Q6) Précisez le domaine de variation de l'angle de retard à l'amorçage pour un redresseur de type parallèle double à thyristors.

Documents autorisés : uniquement une feuille contenant des formules usuelles : formules trigonométriques, les Dérivées des fonctions usuelles, les Primitives des fonctions usuelles.