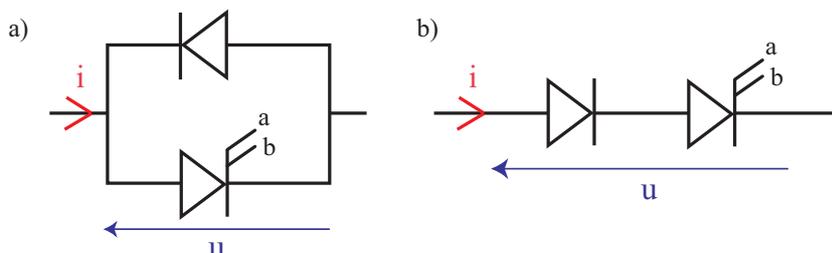


## TD n°21 - Conversion électronique de puissance - Hacheur

### 1 Directionnalité de deux interrupteurs

On considère les deux interrupteurs commandés ci-dessous.



Tracer leur caractéristique et préciser leur directionnalité en tension et en courant.

### 2 Choix d'un hacheur adapté au fonctionnement d'un moteur

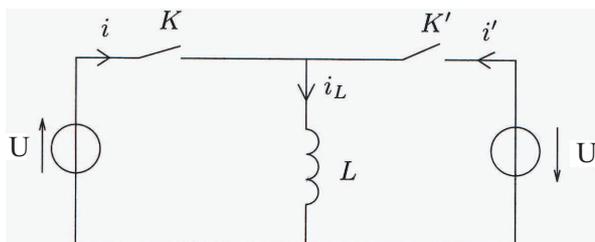
On désire alimenter un moteur de f.e.m.  $160V$  et de résistance négligeable à l'aide d'une source de f. e.m.  $400V$  et d'un hacheur parfait.

L'intensité moyenne dans le moteur doit être de  $50A$  et l'ondulation crête à crête doit être limitée à  $5A$ .

1. Quel type de hacheur doit-on choisir ?
2. Sachant que le hacheur a une période de  $1ms$ , tracer le chronogramme de l'intensité dans la source et le moteur, et calculer :
  - le courant moyen débité par la source,
  - le rapport cyclique,
  - l'inductance requise.

### 3 Hacheur à stockage inductif

On considère le montage ci-dessous dans lequel on supposera que le courant  $i_L(t)$  dans la bobine d'inductance  $L$  est toujours positif. De plus, on considérera que  $U > 0$  et  $U' > 0$  dans tout le problème.



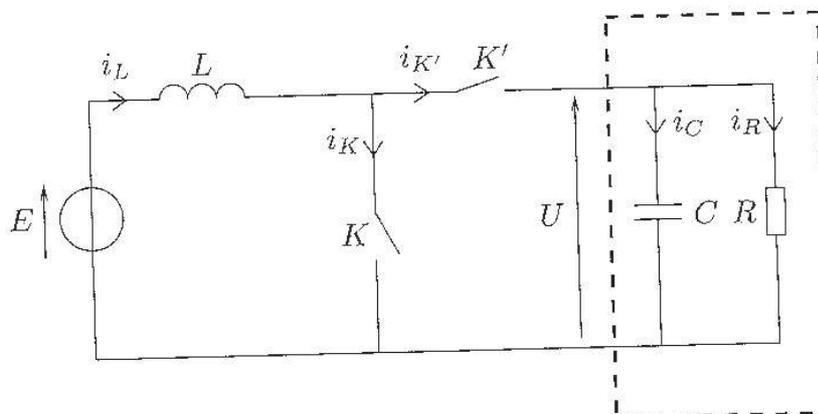
1. Montrer que la commande des deux interrupteurs doit être complémentaire (ni ouverts ni fermés tous les deux en même temps).
2. Identifier les interrupteurs à utiliser en traçant leur caractéristique courant-tension. Dans toute la suite, l'interrupteur commandé est fermé sur  $[0, \alpha T]$  et ouvert sur  $[\alpha T, T]$ .
3. Tracer les formes d'onde des tensions aux bornes de la bobine et des deux interrupteurs. En déduire les formes d'onde des courants dans la bobine et dans les interrupteurs.
4. Calculer les valeurs moyennes  $I$  et  $I'$  des courants  $i(t)$  et  $i'(t)$  en fonction de la valeur moyenne  $I_L$  du courant  $i_L(t)$  dans la bobine.
5. a) En déduire la valeur du rapport  $\frac{I'}{I}$  en fonction de  $\alpha$ . Que peut-on dire du cas  $\alpha = 1$  ?  
b) Dresser un bilan de puissance en calculant la puissance moyenne cédée par la source de tension  $U$ , la puissance moyenne consommée par celle de tension  $U'$ , et les puissances moyennes consommées par les interrupteurs et la bobine.
6. Quels interrupteurs faudrait-il choisir si le courant  $i_L(t)$  dans la bobine pouvait devenir négatif?

#### 4 Alimentation à découpage

On ne s'intéresse qu'au fonctionnement périodique du hacheur ci-dessous (on nomme  $T$  la période).

La structure envisagée correspond à celle des alimentations dites à découpage. La séquence de commande des interrupteurs est la suivante :

- $0 \leq t < \alpha T$  :  $K$  fermé,  $K'$  ouvert
- $\alpha T \leq t < T$  :  $K$  ouvert,  $K'$  fermé.



On considère connus :  $E = 50V$  et  $T = 50\mu s$ .

On suppose dans un premier temps que l'association de la résistance  $R$  et du condensateur  $C$  en parallèle entourée en pointillés sur le schéma ci-dessus se comporte comme une source de tension  $U = E'$  idéale.

On se place dans l'hypothèse où le courant dans la bobine d'inductance  $L$  ne s'annule jamais.

1. Déterminer les expressions de  $i_L(t)$ ,  $i_K(t)$  et  $i_{K'}(t)$ , intensités des courants dans la bobine  $L$  et les interrupteurs  $K$  et  $K'$ , sur une période (on note  $I_m$  et  $I_M$  les valeurs minimale et maximale de  $i_L$ ).

2. Représenter  $i_L(t)$ ,  $i_K(t)$  et  $i_{K'}(t)$ .
3. Déterminer, en fonction de  $E$  et  $\alpha$ , la valeur de  $U = E'$ .
4. On règle la valeur de  $\alpha$  à 0,6. La puissance moyenne fournie par la source de tension  $E$  est alors  $\mathcal{P} = 150W$ .  
On accepte une ondulation du courant  $\Delta i_L = I_M - I_m$  maximale  $\Delta i_{max} = 0.3A$  pour cette valeur de  $\alpha = 0,6$ .
  - a) Déterminer la valeur minimale de l'inductance  $L$ .
  - b) Pour la valeur de  $L$  trouvée à la question précédente, déterminer les valeurs minimale  $I_m$ , et maximale  $I_M$  de  $i_L$ .
5. Choix et caractéristiques des interrupteurs :
  - a) Tracer les portions de la caractéristique courant-tension décrites par chaque interrupteur sur les intervalles  $[0, \alpha T]$  d'une part et  $[\alpha T, T]$  d'autre part.
  - b) En déduire les fonctions de commutation, transistor ou diode, utilisables pour les interrupteurs  $K$  et  $K'$  (les interrupteurs sont supposés idéaux).
  - c) Que vaut la valeur moyenne  $V_0$  de la tension  $v_K$  aux bornes de l'interrupteur  $K$  ?
6. On se place à nouveau dans les conditions de la question 4 :  $\alpha = 0,6$  et  $\mathcal{P} = 150W$ .  
En réalité, la tension  $U$  aux bornes de l'association de la résistance  $R$  et de la capacité  $C$  en parallèle n'est pas constante : c'est une fonction périodique qui présente une légère ondulation. On suppose que cela ne modifie pratiquement pas  $i_L$ ,  $i_K$  et  $i_{K'}$ , qui conservent les mêmes formes que précédemment.
  - a) Déterminer, littéralement et numériquement, les intensités moyennes  $I_R$  et  $I_C$  des courants dans la charge de résistance  $R$  et dans le condensateur de capacité  $C$  en fonction de  $\alpha$ ,  $\mathcal{P}$  et  $E$ .
  - b) Déterminer numériquement les valeurs moyennes  $\mathcal{P}_R$  et  $\mathcal{P}_C$  des puissances dissipées dans la résistance  $R$  et dans la capacité  $C$ .