

Examen médian**Durée** : 2 heures.**Documents** : non autorisés sauf une feuille – format A4 manuscrite.**Question de cours (4 points) : Synthèse des convertisseurs statiques**

On désire alimenter une machine à courant continu à partir d'une batterie. Cette machine doit assurer la propulsion d'un scooter électrique pendant la phase d'accélération et renvoie l'énergie à la batterie, lors de la phase de décélération ou de freinage. La vitesse du scooter doit pouvoir être contrôlée.

1. En utilisant la méthode systématique de synthèse des convertisseurs statiques donner la structure du convertisseur capable de répondre au cahier des charges précédent. Pour cette question, on ne considère que le cas de la marche avant.
2. Dédire la structure du convertisseur assurant le fonctionnement dans les quatre quadrants du plan (tension/courant) de la machine.

Exercice 1(8 points) : Pertes dans les interrupteurs de puissance

Les données d'un fabricant d'interrupteurs de puissance spécifient les temps de commutations correspondant aux caractéristiques d'un interrupteur « K » présentées à la figure 1(a).

$$t_{ri} = 100 \text{ ns}, t_{fv} = 50 \text{ ns}, t_{rv} = 100 \text{ ns}, t_{fi} = 200 \text{ ns}$$

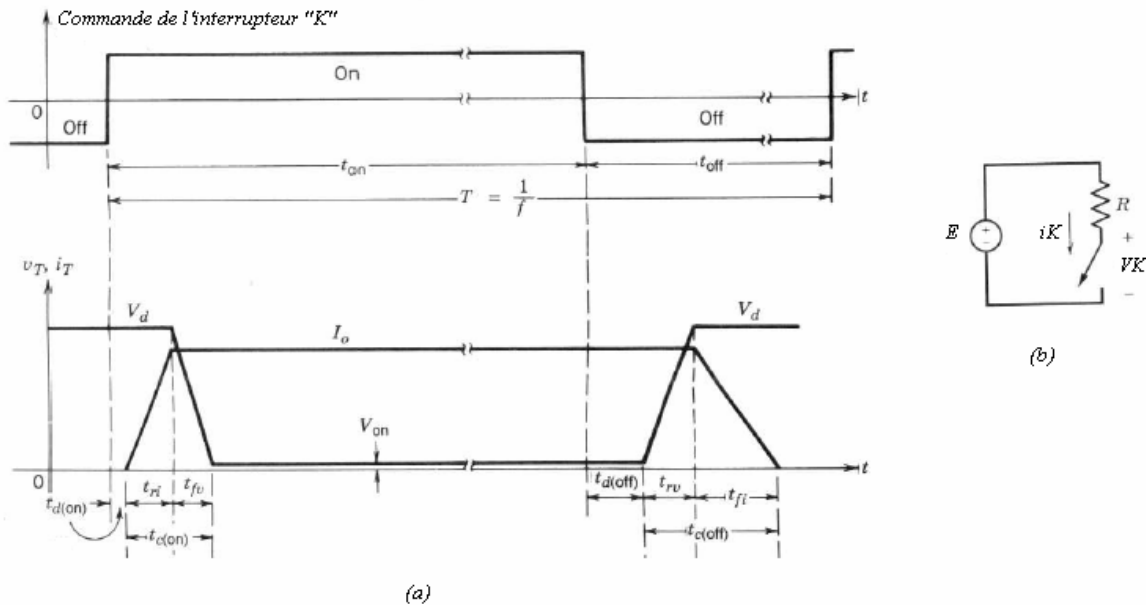


Figure1 : (a) Caractéristiques intrinsèques de l'interrupteur K
(b) Montage utilisant K

1. Exprimer la puissance instantanée $p_K(t)$ consommée par l'interrupteur sur une période de fonctionnement en fonction des paramètres donnés sur la figure 1. Tracer l'allure de $p_K(t)$.
2. Exprimer la valeur moyenne P_K de cette puissance sur une période de fonctionnement.
3. Tracer la variation de P_K en fonction de la fréquence de commutation f .
4. On désire alimenter une charge $R = 75\Omega$ à partir d'une source de tension $E = 300 \text{ V}$ à l'aide de cet interrupteur (figure 1(b)) pour une fréquence de commutation de 100 kHz et un rapport cyclique de 50%. Calculer le rendement du dispositif. On donne $V_{on} = 0,6 \text{ V}$.
5. Proposer une solution pour diminuer les pertes par commutation de l'interrupteur ; donner un schéma explicatif et justifier.
6. Etudier le fonctionnement du montage de la question §4 en munissant l'interrupteur K du CALC proposé.

Exercice2 (8 points) : Alimentation à découpage à base du hacheur Boost

Un hacheur élévateur, comme celui présenté à la figure 2, est utilisé pour alimenter un transmetteur radio portatif, à partir d'une batterie dont la tension nominale est de $V_E = 6V$. La charge équivalente de ce transmetteur représente 18 W. Une boucle d'asservissement maintient la tension de sortie réglée à $V_S = 12V$. La fréquence d'activation de l'interrupteur de puissance est $f = 65\text{ kHz}$. On suppose un fonctionnement idéal du hacheur et une opération en régime établi de la conduction continue.

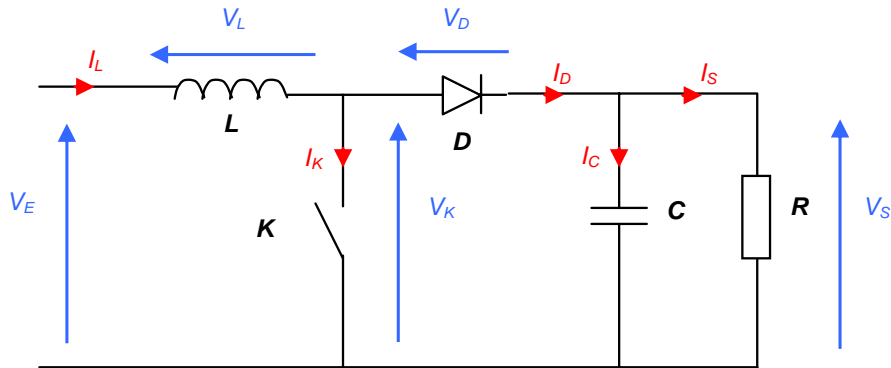


Figure 2 : Schéma fonctionnel du convertisseur étudié

1. En utilisant la méthode systématique d'étude des convertisseurs statiques, analyser le fonctionnement de ce convertisseur. On suppose une variation négligeable de la tension de sortie, grâce à un condensateur de valeur appropriée.
2. Démontrer que le gain du hacheur est égal à $1/(1-\alpha)$; avec α est le rapport cyclique de la commande de l'interrupteur K .
3. Déterminer la valeur limite de l'inductance du hacheur à partir de laquelle l'ondulation de courant dans celle-ci ne dépasse pas 0,5 A (valeur crête-à-crête). Justifier les hypothèses de calcul et les développements présentés.
4. Pour les conditions d'opération énoncées précédemment, tracer les formes d'onde suivantes :
 - Tension aux bornes de l'interrupteur statique (v_K).
 - Courant dans l'inductance (i_L).
 - Courant dans l'interrupteur de puissance (i_K).
 - Courant dans la diode (i_d).
 - Courant dans le condensateur (i_C).
5. Calculer une valeur limite du condensateur de sortie afin que l'ondulation relative de la tension de sortie ne dépasse pas 1%. On prendra des conditions d'opération identiques à précédemment.
6. Calculer les contraintes sur les interrupteurs de puissance (K et D).
7. Dans quel cas la conduction de ce montage devient discontinue?
8. Proposer un schéma de simulation de ce montage à l'aide du logiciel MATLAB/SIMULINK.