

Examen partiel 1 : EL55 – P2019.
 Partie 1 : Méthode systématique d'étude des convertisseurs statiques (10 points).
 Durée : 1 heure.
 Documents : non autorisés.

Dans cette partie, 5 exercices sont proposés à l'épreuve. Chaque étudiant devra répondre à deux de ces exercices : Le premier est tiré au sort parmi les 4 premiers exercices (5 points). L'exercice 5 est obligatoire (5 points).

Exercice 1

Soit le convertisseur statique de la figure 1. L'interrupteur K est un interrupteur bidirectionnel en tension et unidirectionnel en courant dont la caractéristique statique est représentée sur la figure 2. Il est à blocage commandé et à amorçage spontané, l'amorçage ayant lieu quand la tension partant d'une valeur négative s'annule.

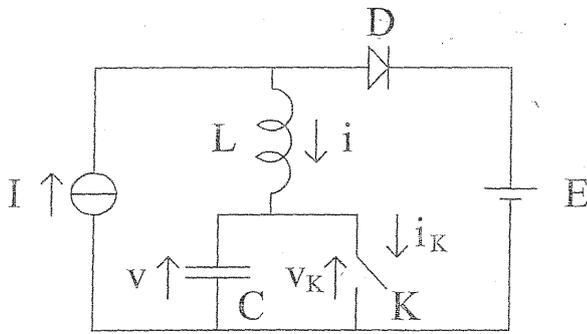


Figure 1 : structure du convertisseur

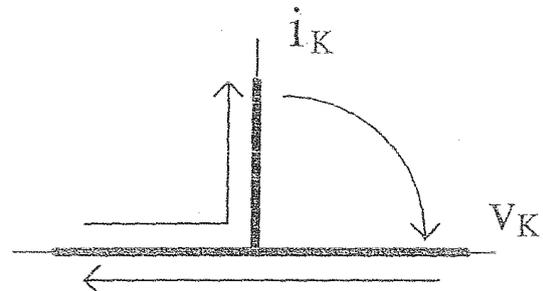


Figure 2 : caractéristique statique de l'interrupteur K

1. En partant de la séquence où l'interrupteur K conduit, étudier le fonctionnement de ce convertisseur en s'aidant de la représentation du plan de phase. Donner les différentes séquences de fonctionnement.
2. Pourquoi la condition $E < I \sqrt{\frac{L}{C}}$, doit-elle être vérifiée?
3. Tracer sur une période le courant $i(t)$ et la tension $v(t)$. En déduire le courant dans la charge E. Donner une expression approchée simple de la puissance absorbée par la charge.

Exercice 2

Soit le convertisseur représenté sur la figure 3 où V_e et I_s sont des sources continues constantes positives, respectivement de tension et de courant.

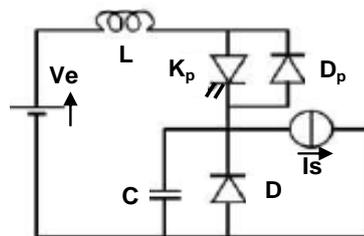


Figure 3

1. En partant de la séquence où D conduit donner les différentes séquences de fonctionnement de ce convertisseur statiques selon les états (ON ou OFF) des différents interrupteurs, durant une période temporelle. A chaque séquence effectuer les opérations ci-dessous :

- dessin du schéma équivalent correspondant en définissant son ordre : 0, 1 ou 2,
 - écriture des équations différentielles régissant son fonctionnement, en précisant les conditions initiales,
 - traçage de la séquence dans le plan de phase,
 - expression des courants dans les interrupteurs conducteurs et des tensions aux bornes des interrupteurs bloqués,
 - dégageant de l'événement mettant fin à la séquence.
2. Tracer les formes d'ondes suivantes :
- Courants, dans l'inductance L et dans les interrupteurs K_p , D et D_p .
 - Tensions aux bornes de C et aux bornes de D .
3. En déduire la forme d'onde de la puissance aux bornes de la source de courant. Calculer sa valeur moyenne. Dans quel sens se fait le transfert d'énergie ?

Exercice 3

Soit le convertisseur représenté sur la figure 4. Le signe « b » sur la gâchette de l'interrupteur K signifie qu'il est commandé au blocage. On suppose que la caractéristique de K est la même que celle montrée sur la figure 2.

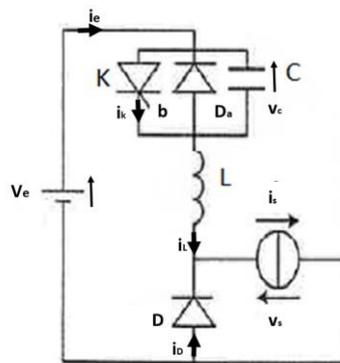


Figure 4

1. En partant de la séquence où K conduit, donner les différentes séquences selon les états (ON ou OFF) des différents interrupteurs, durant une période de fonctionnement. A chaque séquence effectuer les opérations ci-dessous :
 - dessin du schéma équivalent correspondant,
 - écriture des équations différentielles régissant son fonctionnement, en précisant : l'ordre du système « 0, 1 ou 2 », les conditions initiales, les régimes forcés.
 - traçage de la séquence dans le plan de phase,
 - expression des courants dans les interrupteurs conducteurs et des tensions aux bornes des interrupteurs bloqués,
 - dégageant de l'événement mettant fin à la séquence.
2. Tracer sur une période les formes d'ondes des grandeurs suivantes : $i_L(t)$, $v_c(t)$, $i_k(t)$, $v_s(t)$, $i_D(t)$, et $i_e(t)$.
3. Donner une expression approchée de la puissance absorbée par la charge.

Exercice 4

On considère le convertisseur tension - tension de la figure 5. où $E' < E$. L'interrupteur K est un interrupteur unidirectionnel en tension et bidirectionnel en courant, Il s'amorce spontanément

lorsque la tension s'annule à ses bornes et est commandé au blocage lorsque le courant K atteint une valeur donnée I_0 (figure 6).

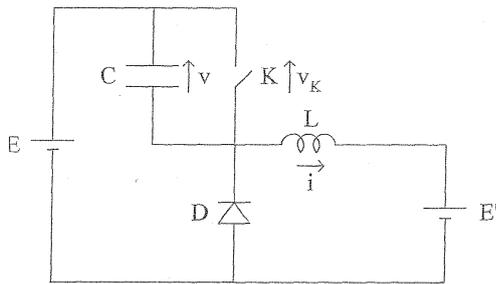


Figure 5 : structure du convertisseur

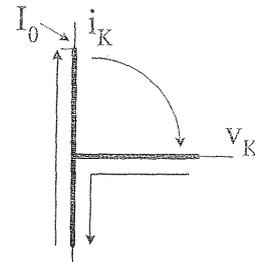


Figure 6 : caractéristique statique de l'interrupteur K

1. En partant de la séquence où K conduit (à l'instant initial, $i < I_0$) étudier ce convertisseur en s'aidant de la représentation du plan de phase. On déterminera à l'aide du schéma du convertisseur les différentes séquences de fonctionnement.
2. Montrer que l'on a des conditions de fonctionnement pour ce convertisseur. Donner la valeur minimale de I_0 en fonction de E et E' et la relation entre E et E' .
3. Quel est le rôle de l'inductance L ?
4. Donner l'allure du courant i .

Exercice 5

Soit le convertisseur de la figure 15 que l'on veut analyser en utilisant la méthode systématique d'étude vue dans le cours. On suppose que la capacité C est chargée de telle sorte qu'elle polarise le thyristor T_a positivement.

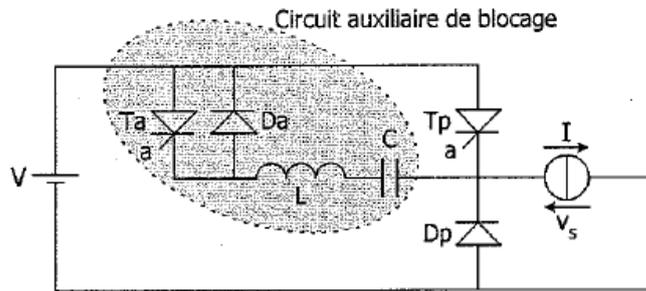


Figure 7

1. En partant de la séquence où K_p conduit donner les différentes séquences selon les états (ON ou OFF) des différents interrupteurs, durant une période de fonctionnement. A chaque conséquence effectuer les opérations ci-dessous :
 - dessin du schéma équivalent correspondant en définissant son ordre (0, 1 ou 2),
 - écriture des équations différentielles régissant son fonctionnement, en précisant les conditions initiales,
 - traçage du plan de phase,
 - expression des courants dans les interrupteurs conducteurs et des tensions aux bornes des interrupteurs bloqués,
 - dégagement de l'événement mettant fin à la séquence.
2. Tracer les formes d'ondes suivantes :
 - Courants, dans l'inductance L et dans les interrupteurs T_p , D_p , T_a et D_a .
 - Tensions aux bornes de C et aux bornes de D_p .
3. En déduire la forme d'onde de la puissance aux bornes de la source de courant. Calculer sa valeur moyenne. Dans quel sens se fait le transfert d'énergie ?