

DEVOIR SURVEILLE - Conversion DC-DC

Durée : 3 h -

Seules les notes de cours et les fiches manuscrites sont autorisées
 Annales interdites

Le schéma de la figure 1 représente la topologie d'un hacheur dans laquelle T est le commutateur de puissance fonctionnant à la fréquence F, LL est l'inductance de lissage, Drl est la diode de roue libre, C2 est la capacité destinée à filtrer la tension aux bornes de la charge modélisée par une résistance R en série avec une fem E. Par la suite, on considérera que les constantes de temps locales sont très grandes vis-à-vis de la période de commutation de T.

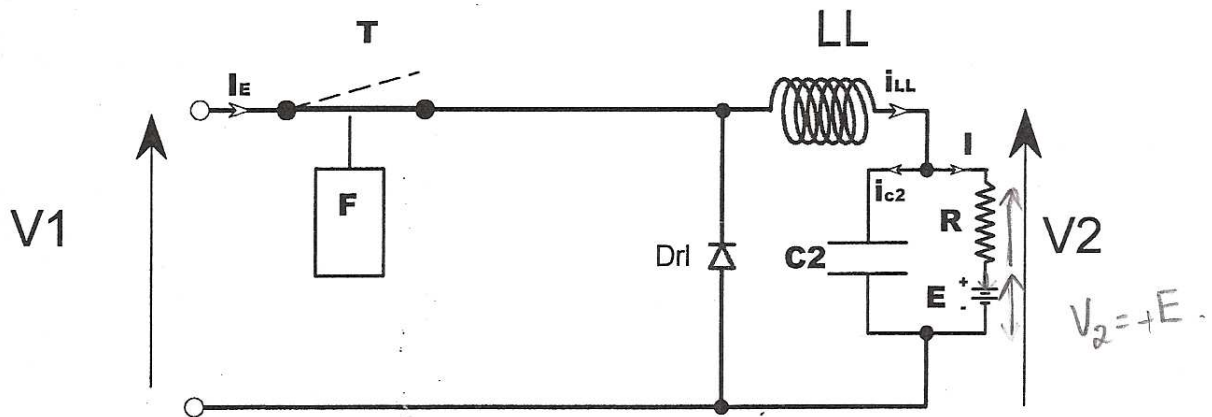


Figure (1) $V_1 = 500 \text{ V}$; $R = 1.5 \Omega$; $LL = 0.0015 \text{ H}$; $E = 250 \text{ V}$; $F = 5 \text{ KHz}$

Lors de la commutation de T, en régime permanent, le courant i_{LL} dans l'inductance de lissage LL évolue, en fonction des composants de la structure et des temps de commutation de T, entre une grandeur maximum I_M et une grandeur minimum I_m .

- ✓ 1. Après avoir identifié le type de hacheur utilisé tracer l'allure du courant i_{LL} dans l'inductance LL puis en déduire les allures des courants dans C2 et dans la charge.
- ✓ 2. Exprimer les courants I_M et I_m en fonction des éléments du montage et du rapport cyclique δ ; les calculer quand l'ondulation en courant est maximum. Que constatez-vous ? pour $E = 245 \text{ V}$ quel sera le mode de fonctionnement de hacheur ?
- ✓ 3. On souhaite afin de confondre les valeurs des courants I_m et I_M , pour E inférieure à 250 V , un écart maximum entre I_M et I_m de 0.2 A . Déterminer la valeur minimum de LL pour qu'il en soit ainsi.
4. Donner l'expression du courant I_E délivré par le générateur de fem V_1 .
5. Montrer que la tension aux bornes de l'inductance LL est alternative. Que vaut la valeur moyenne de cette tension ?

6. Représenter l'allure de la tension aux bornes de la diode de roue libre Drl et calculer sa valeur moyenne. Que constatez-vous ?

La charge, modélisée par R et E, est un moteur à aimant permanent fournissant un couple utile C à une vitesse angulaire Ω . La fcem E est reliée à la vitesse Ω par la relation $E=A.\Omega$ et le couple C au courant I par $C=A.I$; A étant une constante qui caractérise cette machine. On note pour $\Omega = 157$ rd/s une fem $E=250$ V.

7. Exprimer numériquement le couple C en fonction de δ et de Ω .
8. Quelle est la puissance maximale que peut fournir le moteur avec un rapport cyclique δ réglé à 0.3 ? Quelle est, pour ce mode, la vitesse en t/mn ?
9. Le rapport cyclique étant toujours maintenu à 0.3 ; quelle est la puissance maximum que peut délivrer la source ?
10. Dans le cadre des deux précédentes questions en déduire le rendement. Les spécifications techniques stipulent un rendement de 50% pour un rapport cyclique de 0.6 ; qu'en pensez-vous ?

Le constructeur tient compte maintenant de la réaction magnétique d'induit et constate que la chute du flux utile est proportionnelle au courant I absorbé par le moteur. Il note, pour une vitesse $n = 1500$ t /mn, la fcem E à vide et en charge

N = 1500 t /mn	I=0 (A)	I=100 (A)
E (V)	250	232

11. Donner la nouvelle expression numérique de A en fonction du courant I.
12. Quelle devra être la valeur du rapport cyclique δ qui permettra au moteur de fournir un couple C de 120 Nm à une vitesse de 55 rd/s ?

Le commutateur de puissance T est constitué par un thyristor principal Thp associé à un circuit d'extinction passif composé de L et C (figure 2). Le thyristor auxiliaire Thi assure l'inversion de la tension aux bornes du condensateur C et le thyristor auxiliaire The l'extinction du thyristor principal Thp . Les formes d'ondes relevées aux bornes des différents éléments sont représentées à la figure 3. Ce montage est dimensionné pour un courant maximum dans la charge de 80 A ($I = 80$ A).

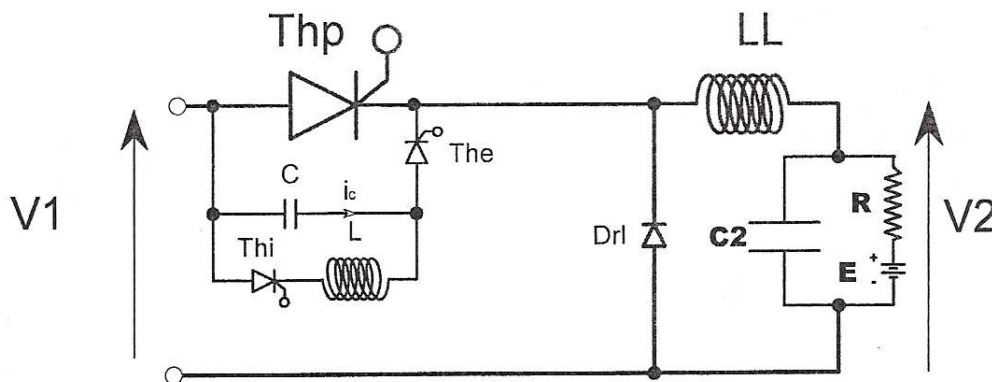


Figure 2 $L = 10 \mu\text{H}$; $C = 1.25 \mu\text{F}$

13. Pouvez-vous, avec $LL = 0.125 \text{ H}$, en utilisant les résultats de la question 12, négliger l'ondulation du courant dans l'inductance de lissage (cf question 3) ?
- ✓ 14. Expliquer clairement, en vous aidant de la figure 3, les différentes phases de fonctionnement de cet ensemble aux instants : t_0 ; t_1 ; t_2 ; t_3 ; T .
15. Au bout de combien de temps le thyristor principal Th_p retrouvera-t-il ses propriétés de blocage quand on réapplique, en direct, une tension positive à ses bornes ?
16. Quelle sera la valeur maximale du courant dans le thyristor d'inversion Th_i ?
17. Quel sera le taux de croissance maximum du courant dans Th_i ?
18. Quelle sera la valeur minimale de la tension V_2 que l'on pourra obtenir ?

Afin de ralentir le taux de croissance du courant dans le thyristor principal Th_p on insère, en série avec son anode, une faible inductance L_1 (figure 4).

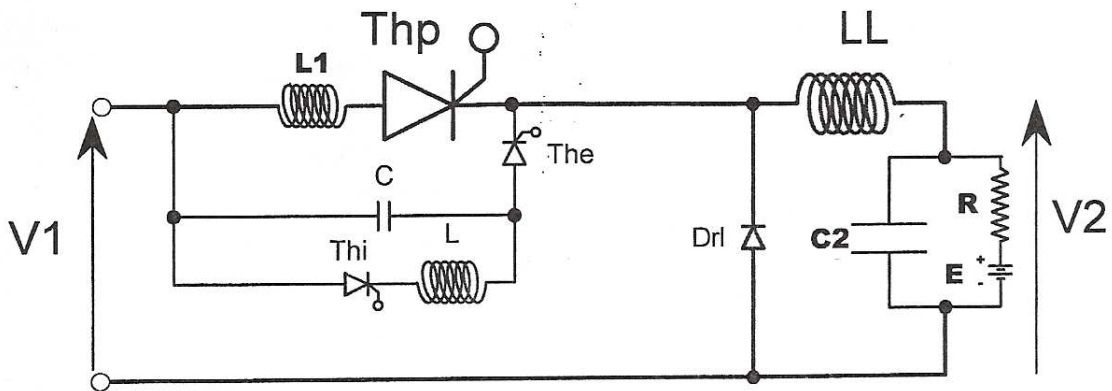


Figure 4 $L_1 = 2.L$

19. A la mise en conduction du thyristor principal Th_p , combien de temps mettra le courant à s'établir dans celui-ci à la valeur de I ?
20. La figure 5 représente, au moment de la fermeture de Th_e (le thyristor principal Th_p étant toujours en conduction), la circulation des courants dans L_1 et C .

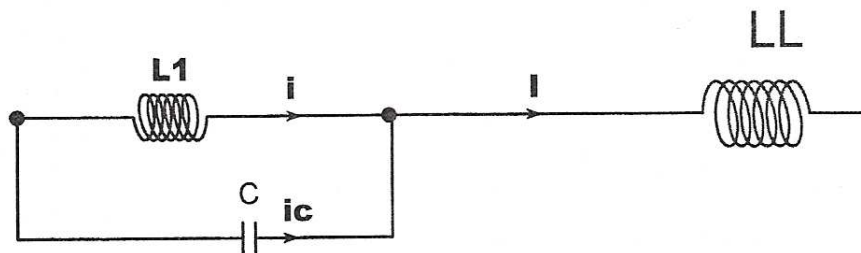


Figure 5

- a. Etablir la relation entre i , i_c et I .
 - b. Quelles sont les expressions de la tension u_c (aux bornes de C) et du courant i_c ?
 - c. Si T_{hp} ne se bloque pas quelle sera la valeur maximale du courant susceptible de traverser T_{he} ? quel est le taux maximum de croissance du courant dans T_{he} ?
 - d. Montrer qu'à la fermeture de T_{he} le blocage de T_{hp} n'est pas instantané. Calculer le retard qu'impose L_1 au blocage de T_{hp} .
 - e. Quelle sera, au moment du blocage de T_{hp} la tension U_1 aux bornes de C ?
21. Représenter les distorsions apportées par la présence de L_1 sur les formes d'ondes de la figure 3.
22. Pendant combien de temps le thyristor principal se trouve t-il polarisé négativement ? Cette nouvelle valeur est-elle compatible avec celle que vous avez trouvée à la question 15 ? concluez !
23. **Bonus (2pts)**. Le thyristor principal à un temps de recouvrement t_q de $4 \mu s$. Quelle sera, afin d'éviter l'instabilité du hacheur, la valeur maximale de I à ne pas dépasser ? (à la limite de l'instabilité essayer d'exprimer t_q en fonction de C , L_1 , V_1 , I et de t_q).

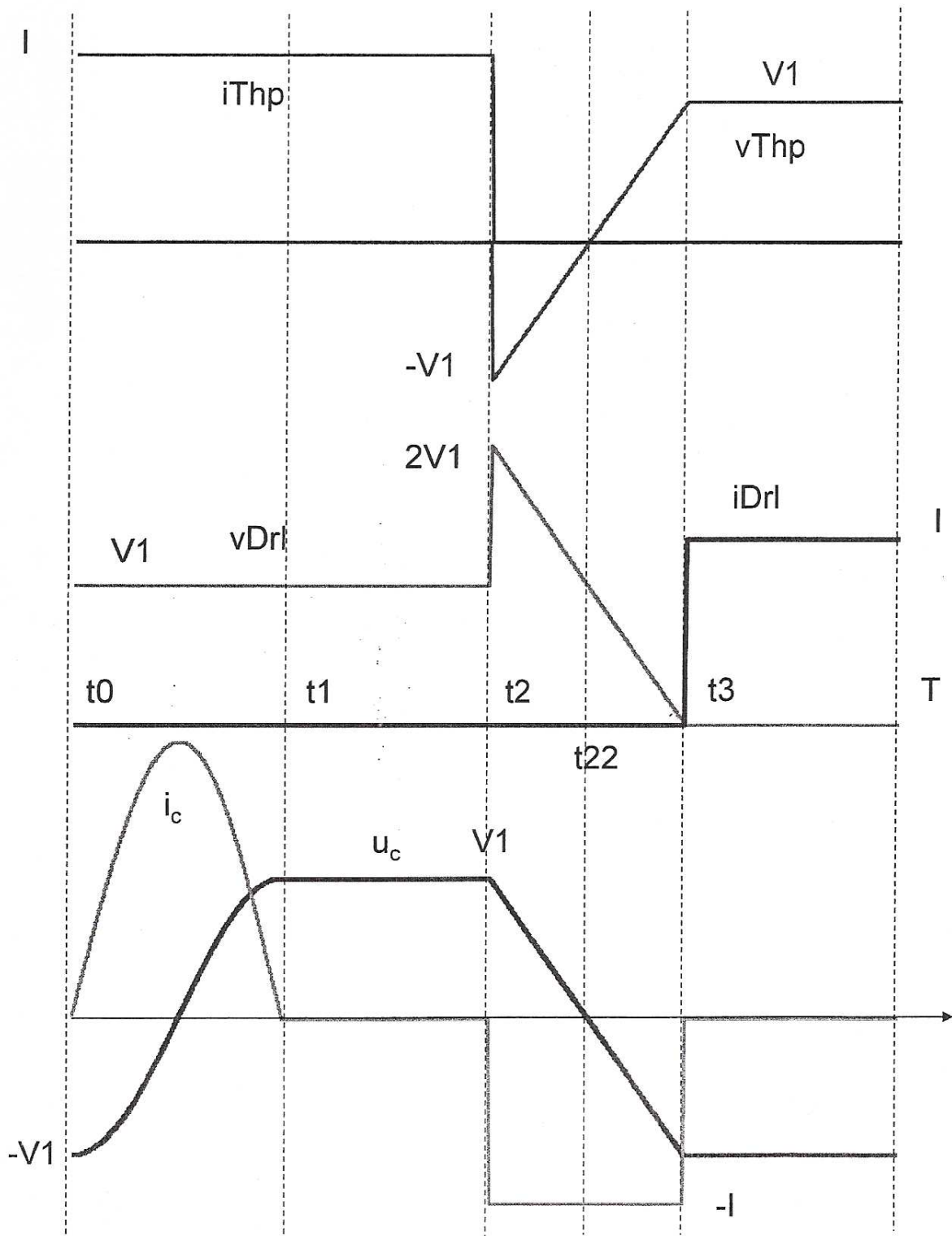


Figure 3 (à rendre avec vos annotations)

NOM :

Prénom :

Groupe :