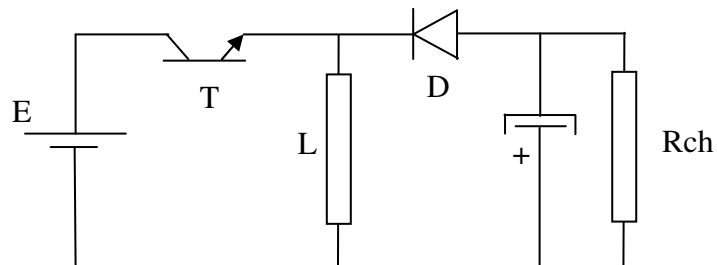


**Solutionnaire EXAMEN 2**

EXERCICE 1 : (cf cours)

EXERCICE 2 : *Montage hacheur dévolteur-survolteur (buck-boost) à stockage inductif*

1)



Il y a deux séquences de fonctionnement (cf cours) :

- Seq1 : Transistor amorcé (diode bloquée) ; l'inductance se charge
- Seq2 : Diode amorcée (transistor bloqué) ; l'inductance se décharge

2) Le modèle continu équivalent est valable pour la conduction critique :

$$V_{chmoy} = \frac{\mathfrak{R}}{1 - \mathfrak{R}} \cdot E = 32 \text{ V}$$

Le courant moyen dans la charge est égal à :

$$I_{chmoy} = \frac{V_{chmoy}}{R_{ch}} = 3.2 \text{ A}$$

Le courant moyen dans l'inductance se déduit du courant moyen dans la charge avec la relation suivante :

$$I_{Lmoy} = \frac{I_{chmoy}}{1 - \mathfrak{R}} = 5.33 \text{ A}$$

La conduction critique est le mode de fonctionnement dans lequel le courant de l'inductance s'annule en un point. Dans ce cas, on remarque que l'ondulation de courant est égale à deux fois la valeur moyenne de courant dans l'inductance :

$$\Delta I_L = \mathfrak{R} \cdot \frac{E}{L \cdot F} = 2 \cdot I_{Lmoy} = 10.66 \text{ A}$$

On en déduit la valeur de l'inductance :

$$L = \Re \cdot \frac{E}{F \cdot \Delta I_L} = 90 \mu H$$

3) La puissance consommée par la charge est égale à :

$$P_{ch} = V_{chmoy} \cdot I_{chmoy} = 102.4 W$$

La valeur maximale du courant dans l'inductance s'écrit :

$$I_{Lmax} = I_{Lmoy} + \frac{\Delta I_L}{2} = 10.66 A$$

Les courants de pointe dans la diode et le transistor correspondent à la valeur maximale du courant dans l'inductance :

$$I_{Tmax} = I_{Dmax} = I_{Lmax} = 10.66 A$$

4) L'ondulation de tension dans le condensateur doit être limitée à 10% :

$$\Delta V_{ch} = \Re \cdot \frac{I_{chmoy}}{F \cdot C} = 3.2 V$$

On en déduit la valeur de la capacité :

$$C = \Re \cdot \frac{I_{chmoy}}{F \cdot \Delta V_{ch}} = 20 \mu F$$

5) En conduction discontinue, on calcule d'abord l'amplitude maximale du courant dans l'inductance en fonction de la durée de conduction du transistor:

$$E = L \cdot \frac{dI_L}{dt} \Rightarrow I_{Lmax} = \frac{E}{L} \cdot t_c = \frac{E}{L} \cdot \Re T = \frac{\Re E}{L \cdot F} = 19.2 A$$

Le courant moyen à l'entrée du montage s'obtient par la relation suivante :

$$I_{Lmoy} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i_L(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \cdot \int_0^{\Re T} \frac{E}{L} \cdot t \cdot dt = \frac{1}{T} \cdot \frac{E}{L} \cdot \left[ \frac{t^2}{2} \right]_0^{\Re T} = \frac{\Re}{2} \cdot \frac{\Re E}{LF} = \frac{\Re \cdot I_{Lmax}}{2} = 3.84 A$$

On en déduit la puissance moyenne à l'entrée :

$$P_E = E \cdot I_{Emoy} = 184.3 W$$

On suppose que le convertisseur ne consomme pas d'énergie. La puissance à la sortie est donc égale à la puissance à l'entrée :

$$P_{ch} = P_E = 184.3 W$$

On en déduit la tension moyenne aux bornes de la charge :

$$V_{chmoy} = \sqrt{R_{ch} \cdot P_{ch}} = 42.9 V$$

Le temps de conduction de la diode se déduit de l'évolution du courant pendant la conduction de la diode :

$$I_D(t) = -\frac{V_{chmoy}}{L} \cdot t + I_{Lmax}$$

Le courant dans la diode s'annule après un temps  $t_D$  :

$$0 = -\frac{V_{chmoy}}{L} \cdot t_D + I_{Lmax} \quad \Leftrightarrow \quad t_D = \frac{L \cdot I_{Lmax}}{V_{chmoy}} = 22.4 \mu s$$

La fréquence pour laquelle on obtient un fonctionnement en conduction critique s'obtient alors à partir de la relation suivante :

$$F_{critique} = \frac{1}{t_c + t_D} = \frac{1}{0.4 \times 50 \cdot 10^{-6} + 22.4 \cdot 10^{-6}} = 23.58 kHz$$

### EXERCICE 3 :

- 1) C'est un transformateur. Les enroulements primaires et secondaires fonctionnent ensemble
- 2) C'est un montage push-pull qui l'on peut inclure dans la famille des alimentations isolées de type Forward. Les transistors Q1 et Q2 fonctionnent en alternance pour induire un flux magnétique alternatif dans le noyau du transformateur. La tension dans les enroulements secondaires est redressée avec un montage à point milieu
- 3) Chaque transistor ne peut pas conduire plus de 50% du temps sinon la valeur moyenne de tension appliquée sur un enroulement primaire ne pourra pas être nulle. Cela va provoquer un problème de saturation magnétique dans le noyau entraînant des surintensités dans les composants électroniques. Il faut donc limiter le rapport cyclique à une valeur inférieure à 50%.
- 4) La tension appliquée au primaire de chaque enroulement est 20V, 40% du temps. Au secondaire, elle sera de 3.333V. La tension moyenne sera alors de 2.666 V (3.333V pendant 80% d'une période)

$$V_{chmoy} = 2 \cdot \frac{n_2}{n_1} \cdot \Re \cdot E = 2.666 V$$

- 5) Le montage comporte un capteur de courant au primaire (composant T2) et un capteur de tension au secondaire (Composants C2 et LM3411). On peut en conclure qu'il y a une régulation de la tension de sortie et une limitation du courant primaire pour protéger les composants de puissance contre les risques de saturation du transformateur. C'est le composant U1 qui assure ces fonctions. (*Rq : Il n'est pas possible de réguler à la fois la tension et le courant*).
- 6) T2 est un transformateur de courant (= capteur de courant). L2 est une inductance à plusieurs enroulements. Elle permet de filtrer (ou lisser) les variations du courant à la sortie des diodes. L'enroulement secondaire est utilisé pour alimenter le composant U1. U2 est un optocoupleur qui assure l'isolation de la tension mesurée au secondaire.
- 7) C13, C14, R3, R4 sont des circuits snubber aux bornes des transistors de puissance. Ils permettent de limiter les gradients de tension (dV/dt) pour protéger les composants de puissance.