

**Master 1 EEA**

**EMEAT1D1 : Alimentations à découpage**

Examen du 19 juin 2019

Sans document  
Durée : 1H30

**QUESTION DE COURS : REDRESSEUR A ABSORPTION SINUS ( 5 PTS)**

La figure 1 ci-dessous représente un redresseur classique à diodes PD2 (ou pont de Graetz) avec condensateur "en tête". La source de tension à l'entrée est sinusoïdale à une fréquence de 50 Hz. La résistance de sortie est le modèle simplifié de la charge.

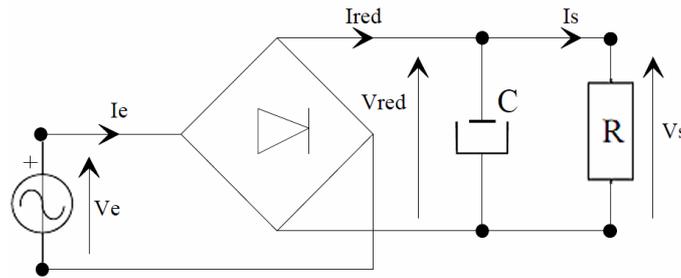


Figure 1

- 1) Donnez la structure détaillée du pont de diodes.
- 2) Énoncez les principaux inconvénients de cette structure.
- 3) Quels seraient les objectifs d'un convertisseur redresseur idéal ?
- 4) Proposez une structure de convertisseur permettant de satisfaire en grande partie les objectifs précédents.
- 5) Préciser en quelques lignes et en vous appuyant sur un schéma, la démarche pour piloter cette structure.

**EXERCICE 1 : ALIMENTATION FLYBACK (7 PTS)**

La figure 2 ci-dessous représente la structure de puissance d'un convertisseur statique de tension DC-DC de type flyback. On supposera le couplage magnétique sans fuites magnétiques, sans pertes, le matériau de perméabilité constante, et les enroulements sans résistances. On notera  $L_{\mu}$  l'inductance magnétisante **vue du secondaire** et  $\mathcal{R}$  sa réluctance. On supposera les semi conducteurs parfaits et la tension  $V_s$  constante. La fréquence de découpage  $F_d$  est de 20kHz et on note  $\alpha$  le rapport cyclique.

$$\alpha_{max}=0.5, E=50V, V_s=5V, I_s=20A, n_2/n_1=m=0,13.$$

On étudie uniquement le fonctionnement en démagnétisation complète.

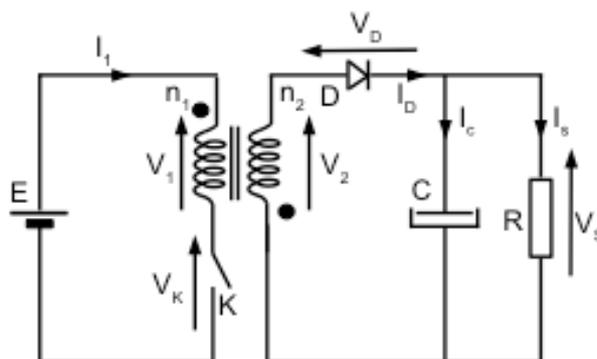


Figure 2

- 1) Proposer en justifiant un schéma équivalent au couplage magnétique.
- 2) Montrer que vue de la charge R cette structure est équivalente à un convertisseur de type abaisseur-élevateur alimenté par une source de tension  $E_1$ .
- 3) Donner les expressions de la source  $E_1$  (en fonction de  $E$ ), de  $L_\mu$  (en fonction de  $\mathcal{R}$ ),  $V_{k1}$  et  $I_{k1}$  respectivement tension et courant appliquées à l'interrupteur statique du convertisseur abaisseur-élevateur équivalent (en fonction de  $V_k$  et  $I_1$ ).
- 4) En considérant le schéma du convertisseur abaisseur-élevateur équivalent, dessiner sur la feuille jointe pour  $\alpha=1/3$  et en régime permanent établi les formes d'ondes de  $V_\mu$ ,  $I_\mu$  (tension et courant aux bornes de l'inductance  $L_\mu$ ), ainsi que celles de  $I_D$ ,  $I_{k1}$ ,  $I_S$ .
- 5) Etablir l'égalité traduisant le bilan du transfert d'énergie de l'inductance vers la charge. Justifier alors le choix d'un fonctionnement en démagnétisation complète.
- 6) Dédire l'expression analytique de  $V_s$  en fonction de  $m$ ,  $E$ ,  $\alpha$  et  $I_s$ . Justifier la nécessité d'utiliser une régulation de la tension de sortie.
- 7) En utilisant l'expression précédente, déterminer l'expression de  $L_\mu$  et la calculer pour  $\alpha = \alpha_{max}$  et  $I_s=20A$ .

### EXERCICE 2 : ALIMENTATION FORWARD (12 PTS)

La figure 3 représente une alimentation forward classique, alimentée par le secteur monophasé (230 V / 50 Hz) et délivrant en sortie une puissance nominale de 200 W sous 5 V. On suppose que le transistor  $K$  est piloté par modulation de largeur d'impulsion (MLI) à la fréquence  $F = 20$  kHz (période  $T$ ) avec un rapport cyclique  $\alpha$  et que sa position est repérée par la variable  $u$  :

$u = 1$  pour  $K$  fermé et  $u = 0$  pour  $K$  ouvert.

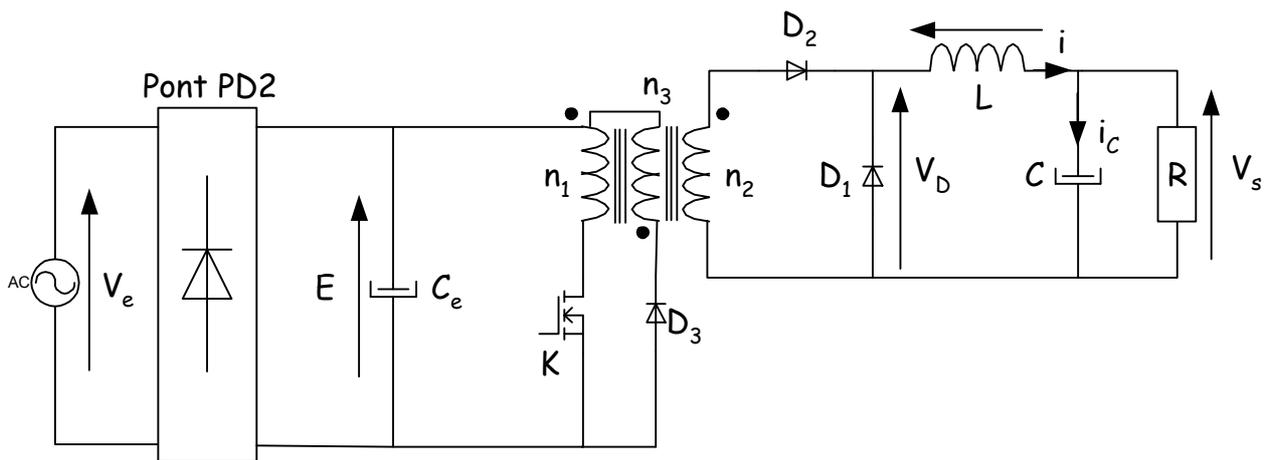


Figure 3

#### • Etude de l'étage redresseur PD2

- 1) En considérant dans un premier temps le condensateur  $C_e$  de très forte valeur, en déduire la valeur théorique de la tension  $E$  (ou pourra s'appuyer sur un dessin). Déterminer alors la résistance  $R_f$  équivalente à l'étage forward lorsqu'il délivre sa puissance nominale (on supposera son rendement unitaire).

2) Avec cette résistance, déterminer la capacité  $C_e$  pour que l'ondulation sur  $E$  ne dépasse pas 5 %. On rappellera l'approximation effectuée.

• *Etude de l'étage Forward*

On prendra pour la suite la valeur de  $E$  trouvée à la question 1).

3) On suppose que  $n_1 = n_3$ . Donner en justifiant la limite supérieure  $\alpha_{\max}$  du rapport cyclique qui en découle.

*On considèrera, sauf indication contraire, que les couplages magnétiques sont sans fuite magnétiques et sans perte "fer" et que les résistances de bobinages sont négligeables, ainsi que les couplages capacitifs. On supposera aussi que le courant  $i$  n'est jamais nul.*

4) Quelle tension maximale doit supporter le transistor  $K$  à l'état bloqué ? Justifier.

5) Dessiner qualitativement l'évolution de la tension  $v_D$  pour un rapport cyclique quelconque. Déterminer alors l'expression de sa valeur moyenne  $\bar{v}_D$  sur une période de découpage en fonction du rapport cyclique. En déduire l'expression de la valeur moyenne  $\bar{v}_s$  de la tension de sortie en régime permanent (on posera  $m = \frac{n_2}{n_1}$ ).

6) Sur charge nominale, on suppose une chute de tension sur  $\bar{v}_s$  de 1 V par rapport à l'expression trouvée en 5). Déterminer alors la valeur du rapport de transformation  $m$  permettant de garantir 5 V en sortie.

7) Tracer l'allure de l'évolution du courant  $i$ , en rappelant l'hypothèse sur la tension de sortie  $v_s$ . En déduire l'expression de son ondulation crête à crête  $\Delta i$ .

8) Calculer le courant nominal en sortie et en déduire la valeur de  $L$  permettant de garantir que l'ondulation  $\Delta i$  ne dépasse pas 10 % de ce courant nominal.

9) Tracer en justifiant l'évolution du courant  $i_c$  dans le condensateur  $C$ , en supposant que l'ondulation crête à crête à ses bornes  $\Delta v_s$  est faible.

10) Ecrire l'équation différentielle vérifiée par  $v_s$ . En déduire l'expression de son ondulation  $\Delta v_s$  en s'aidant de la réponse à la question précédente.

11) Calculer la valeur de la capacité  $C$  permettant de garantir que l'ondulation  $\Delta v_s$  ne dépasse pas 50 mV.

\* \* \*



**Master 1 EEA**

**EMEAT1D1 : Alimentations à découpage** Examen du 19 juin 2019

**EXERCICE 1 : ALIMENTATION FLYBACK**

NOM :

Prénom :

N° carte étudiant :

