

Master 1 EEA**EMEAT1D1 : Alimentations à découpage**

Examen du 11 janvier 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.

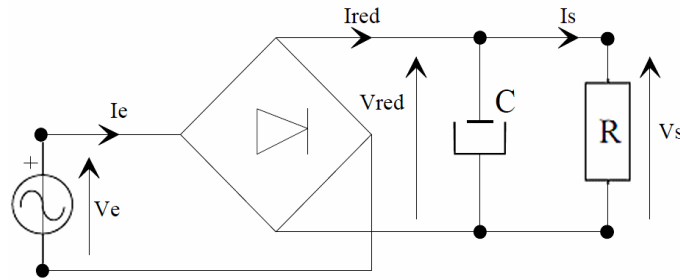


Figure 1

- 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 éventuellement sur un schéma, la démarche pour piloter cette structure.

EXERCICE N°1 : ALIMENTATION FLYBACK (9 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, sans perte magnétiques, le matériau de perméabilité constante, et les enroulements sans résistances. On notera L l'inductance magnétisante. On supposera les semi conducteurs parfaits et la tension V_s constante. La fréquence de découpage F_d est de 50kHz et on note α le rapport cyclique.

$$\alpha_{\max}=0.5, E=48V, V_s=12V, I_s=8A, n_2/n_1=m.$$

On étudie dans la suite uniquement le fonctionnement en démagnétisation complète.

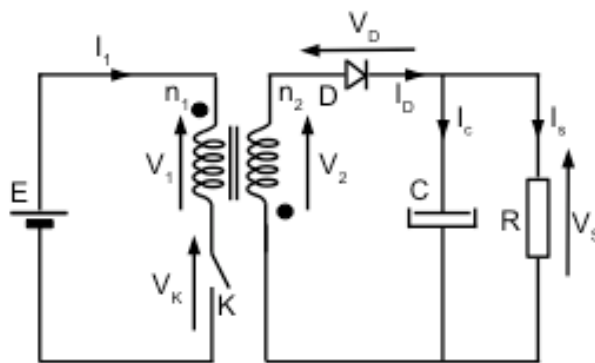


Figure 2

- 1) Comment s'effectue le transfert d'énergie de la source vers la charge ?
- 2) Proposer en justifiant un schéma équivalent au couplage magnétique.
- 3) Pour $\alpha = 0,4$ et en régime permanent établi dessiner sur la feuille en annexe les formes d'ondes de V_1 , V_2 , V_K , I_1 ainsi que celles de I_D , I_{K1} , I_S en fonction du temps sur 2 périodes.
- 4) Donner l'expression de l'énergie maximale W_L stockée dans l'inductance magnétisante.
- 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) Etablir l'expression analytique de V_s en fonction de E , L , α , F_d 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 .
- 8) Application numérique : Calculer L et W_L .

On désire déterminer les éléments d'un flyback à partir du cahier des charges :

- $E = 48V \pm 10\%$
 - $V_s = 12V$
 - Courant de sortie maximum $I_s = 8A$
 - Ondulation maximale de la tension de sortie $\Delta V_s = 100 \text{ mV}$
 - Fréquence de découpage $F = 50\text{kHz}$.
 - On choisit un rapport cyclique $\alpha_{max} = 0,5$ pour la pleine puissance.
- 9) Calculer la valeur minimale du rapport de transformation m .
 - 10) Calculer la valeur maximale de l'inductance L .
 - 11) Déterminer la valeur minimale du condensateur C . On rappelle l'expression de l'ondulation de tension en sortie : $\Delta V_s = \frac{I_s \alpha}{CF}$.

EXERCICE 2 : ALIMENTATION FORWARD (9 PTS)

La figure 3 représente une alimentation forward, alimentée par le secteur monophasé (230 V / 50 Hz) et délivrant en sortie une puissance nominale de 500 W sous 30 V. On suppose que les transistors K_a et K_b sont pilotés par modulation de largeur d'impulsion (MLI) à la fréquence $F = 40 \text{ kHz}$ (période T) avec un rapport cyclique α , et que leur position est repérée par la variable u (u_a pour K_a et u_b pour K_b) :

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

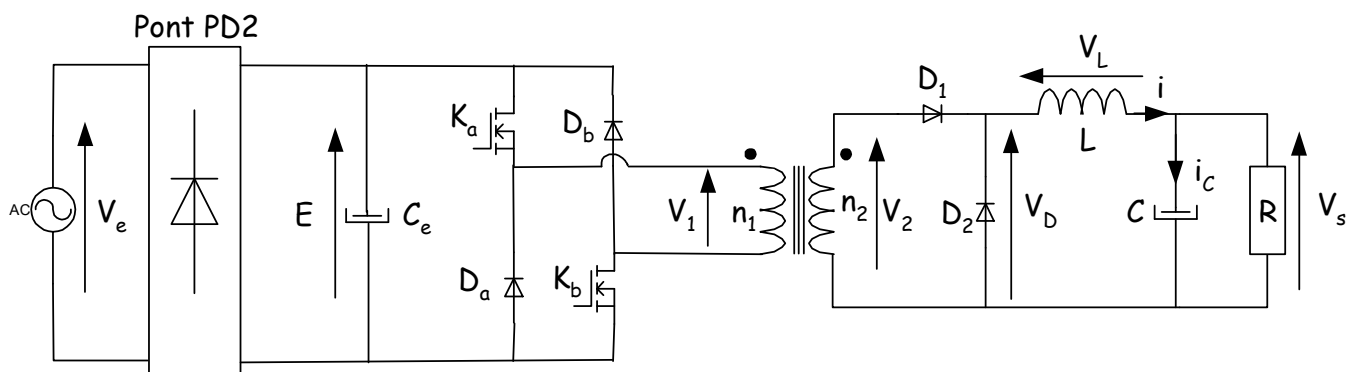


Figure 3

• **Étude simplifiée de l'étage redresseur PD2**

1) En considérant un condensateur C_e de très forte valeur et une tension d'alimentation du réseau à la valeur nominale, calculer 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).

• **Étude partielle de l'étage Forward**

On considèrera, sauf indication contraire, que les couplages magnétiques sont sans fuites et sans pertes magnétiques et que les résistances de bobinages sont négligeables, ainsi que les couplages capacitifs. On prendra pour la valeur de E celle qui a été déterminée à la question 1). On supposera enfin que le courant i n'est jamais nul.

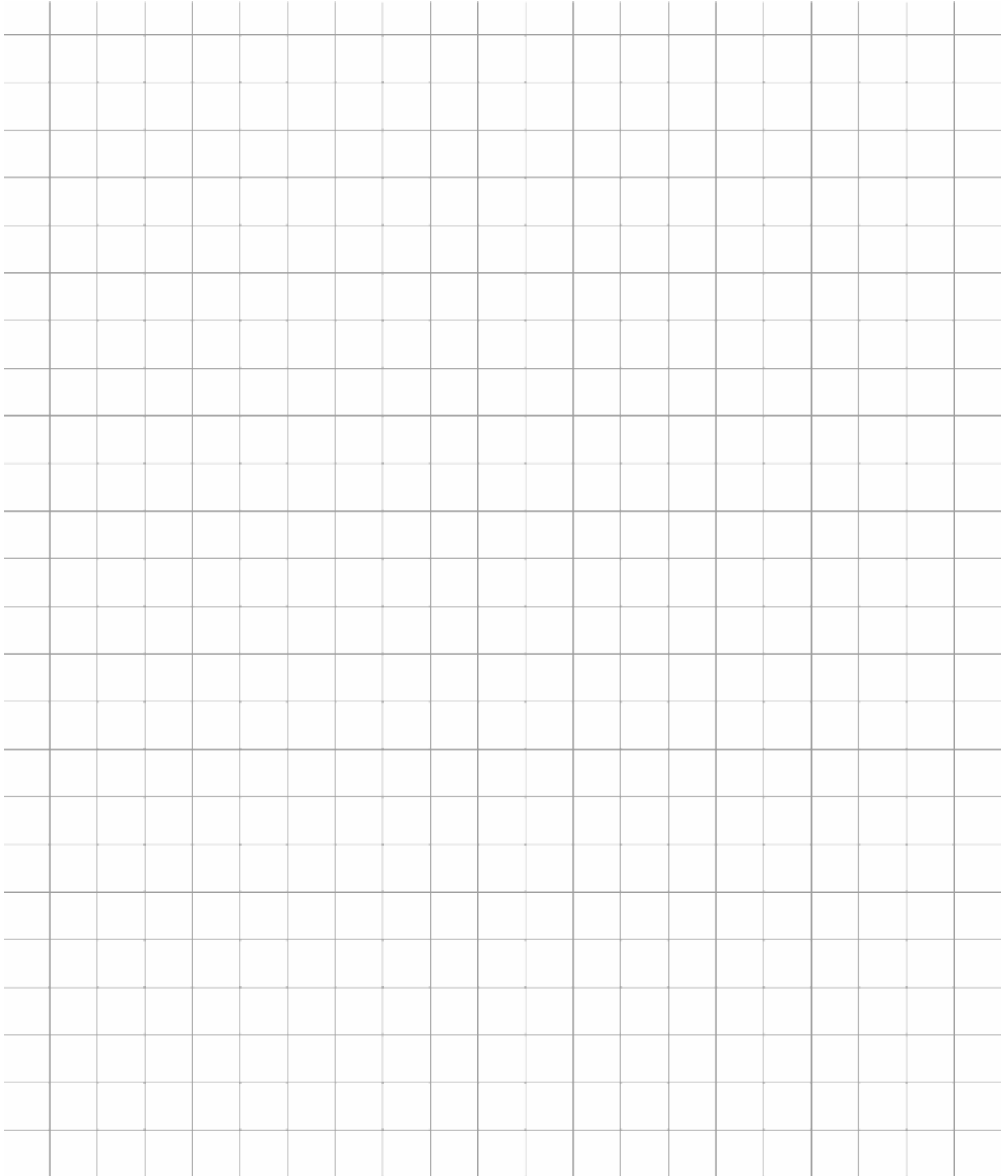
- 2) Comment doit-on commander les interrupteurs K_a et K_b ? A quoi servent les diodes D_a et D_b ?
- 3) Dessiner alors sur la feuille en annexe l'évolution de la tension v_1 pour un rapport cyclique de 1/3.
- 4) En déduire la limite supérieure α_{\max} du rapport cyclique qui en découle (justifier).
- 5) Quelle tension maximale doivent supporter les transistors K_a et K_b à l'état bloqué, ainsi que les diodes D_a et D_b ? Donner pour cela les expressions littérales et les valeurs numériques, en justifiant.
- 6) Dessiner qualitativement sur la feuille en annexe l'évolution des tensions v_2 et v_D pour un rapport cyclique de 1/3 (On supposera que le courant i ne s'annule jamais). Déterminer alors l'expression de la valeur moyenne \bar{v}_D sur une période de découpage en fonction du rapport cyclique. En déduire en justifiant l'expression de la valeur moyenne \bar{v}_s de la tension de sortie en régime permanent (on posera $m = \frac{n_2}{n_1}$).
- 7) Sur charge nominale, on suppose une chute de tension sur \bar{v}_s de 1,5 V par rapport à l'expression trouvée en 6). Déterminer alors la valeur (minimale ou maximale ?) du rapport de transformation m permettant de garantir 30 V en sortie.
- 8) Toujours dans les conditions de fonctionnement précédentes, déterminer les tensions maximales que doivent supporter les diodes D_1 et D_2 à l'état bloqué. Donner pour cela les expressions littérales et les valeurs numériques, en justifiant.
- 9) Tracer sur la feuille en annexe l'allure de l'évolution du courant i en régime de conduction continue, en rappelant l'hypothèse sur la tension de sortie v_s . En déduire l'expression de son ondulation crête à crête Δi .
- 10) Calculer le courant nominal en sortie et en déduire la valeur de L permettant de garantir que l'ondulation Δi ne dépasse pas 10 % de ce courant nominal.

* * *

NOM :

Prénom :

N° carte étudiant :

EXERCICE 1 : ALIMENTATION FLYBACK



NOM :

Prénom :

N° carte étudiant :

EXERCICE 2 : ALIMENTATION FORWARD

