

L'objectif de ce TD est de parvenir à la caractéristique tension-courant d'un hacheur élévateur de tension (boost converter), et dont le schéma est donné à la figure 1. Par ailleurs, on supposera que le transistor  $T$  commute à une période  $T_d$  avec un rapport cyclique  $\alpha$ . Dans ce problème, on donne  $T_d$ ,  $\alpha$  et  $I_s$ .

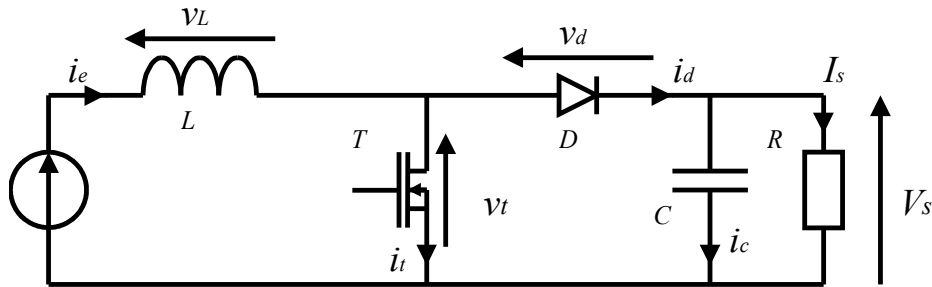


Figure 1. Hacheur parallèle

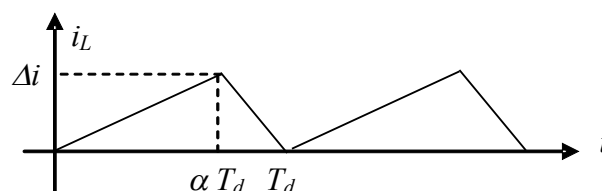
## I Analyse du convertisseur en conduction continue

On suppose que  $V_s$  est parfaitement filtrée par le condensateur  $C$  ( $V_s = \text{constante}$ ) et que  $i_e$  est toujours positif.

- I.1** À partir des règles d'association des sources, déterminer la relation qui lie l'état du transistor et celui de la diode. En déduire les deux états de fonctionnement.
- I.2** Appliquer la loi des mailles et donner une relation entre  $E$ ,  $v_L$  et  $v_t$ , puis  $V_s$ ,  $v_t$  et  $v_d$ .
- I.3** À partir des questions I.1 et I.2, déterminer les valeurs de  $v_L$ ,  $v_t$ .
- I.4** Puis déterminer l'évolution de  $i_L$  en fonction de  $t$ ,  $E$ ,  $L$ .
- I.5** Tracer les chronogrammes de  $i_L$ ,  $v_t$ ,  $v_d$  et  $i_d$ .
- I.6** Calculer  $V_s$  en fonction de  $E$ .
- I.7**  $V_s$  dépend-elle de  $I_s$ ? En déduire dans le plan  $V_s(I_s)$  les caractéristiques à  $\alpha$  constant. En particulier, montrer les caractéristiques pour  $\alpha = 0 / 0,25 / 0,5 / 0,75$  et  $I_s$  compris entre 0 et 60 A.
- I.8** Ces équations sont elles toujours valables ? Commenter.

## II Analyse du convertisseur en limite de conduction continue

Dans cette question, on suppose qu'en  $t = 0$  et  $t = T_d$ ,  $i_L = 0$ , ce qui se nomme la limite de conduction continue. On donne la forme du courant  $i_L$  dans l'inductance en fonction du temps :



**II.1** Donner la valeur de  $\Delta i$  en fonction de  $E$ ,  $L$ ,  $\alpha$  et  $T_d$ .

**II.2** Donner la relation qui lie  $i_d$  et  $I_S$ . En déduire  $I_S$  en fonction de  $E$ ,  $L$ ,  $\alpha$  et  $T_d$ .

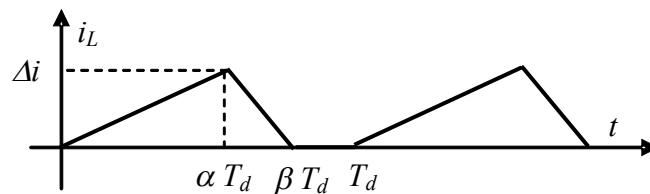
**II.3** À partir de la question II.2 et I.6, déterminer  $I_S$  en fonction de  $V_S$ ,  $E$ ,  $L$  et  $T_d$ .

**II.4** On considère la fonction  $f$  telle que  $f(V_S) = I_S$ . Calculer l'extremum de  $f$ . Donner également  $\lim_{V_S \rightarrow E} f$  ainsi que  $\lim_{V_S \rightarrow \infty} f$ .

**II.5** Tracer dans le plan  $V_S(I_S)$  le lieu des points en limite de conduction continue. Pour cette question, on prendra  $L = 250 \mu H$ ,  $E = 100 V$  et  $T_d = 50 \mu s$ . On prendra soin de positionner en premier lieu l'extremum, et les tangentes aux limites.

### III Analyse du convertisseur en conduction discontinue

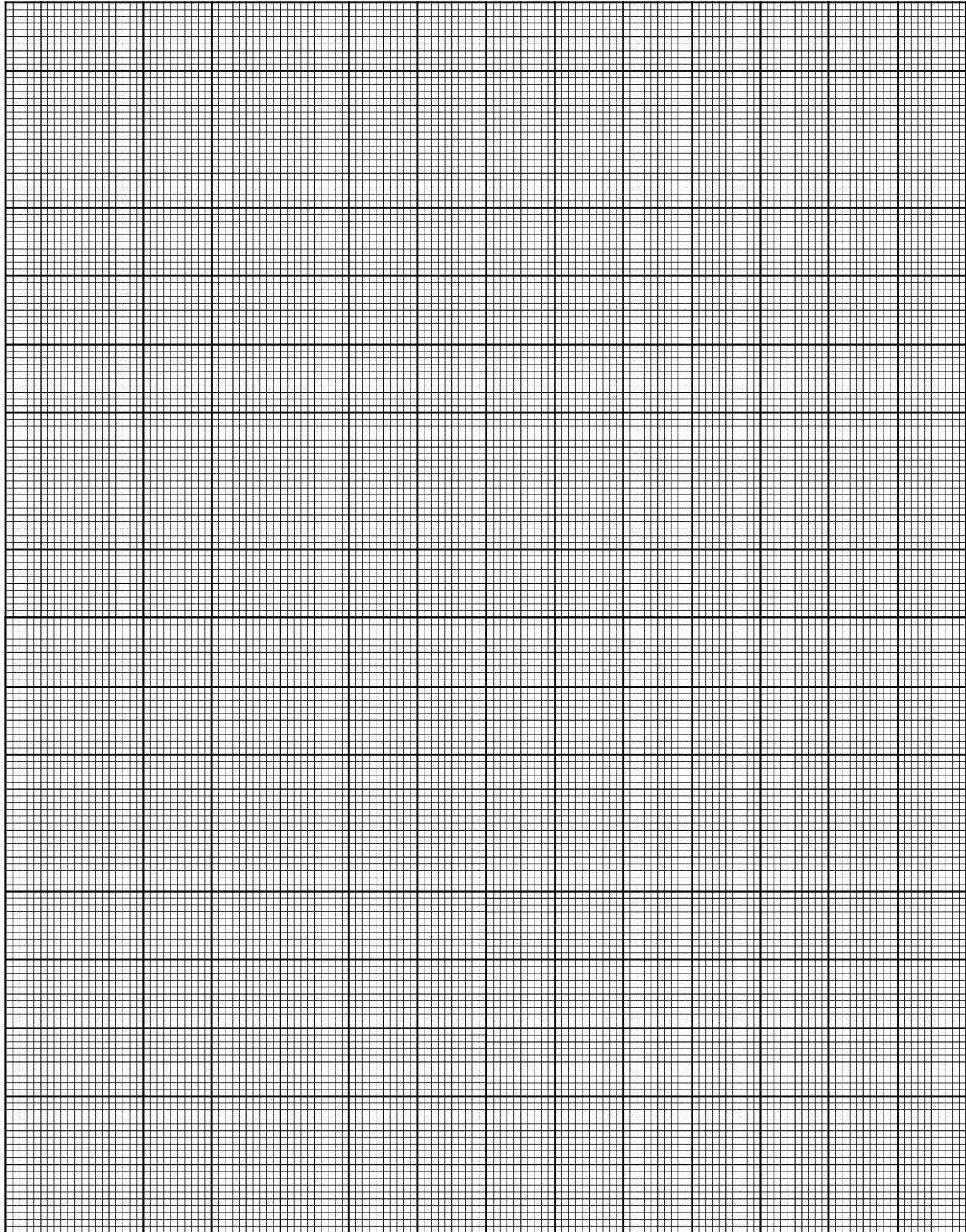
À présent, on suppose que le courant s'annule dans l'inductance au cours la phase 2, c'est à dire que la diode se bloque. On donne la nouvelle forme du courant  $i_L$  dans l'inductance en fonction du temps, en faisant apparaître le paramètre  $\beta$  :



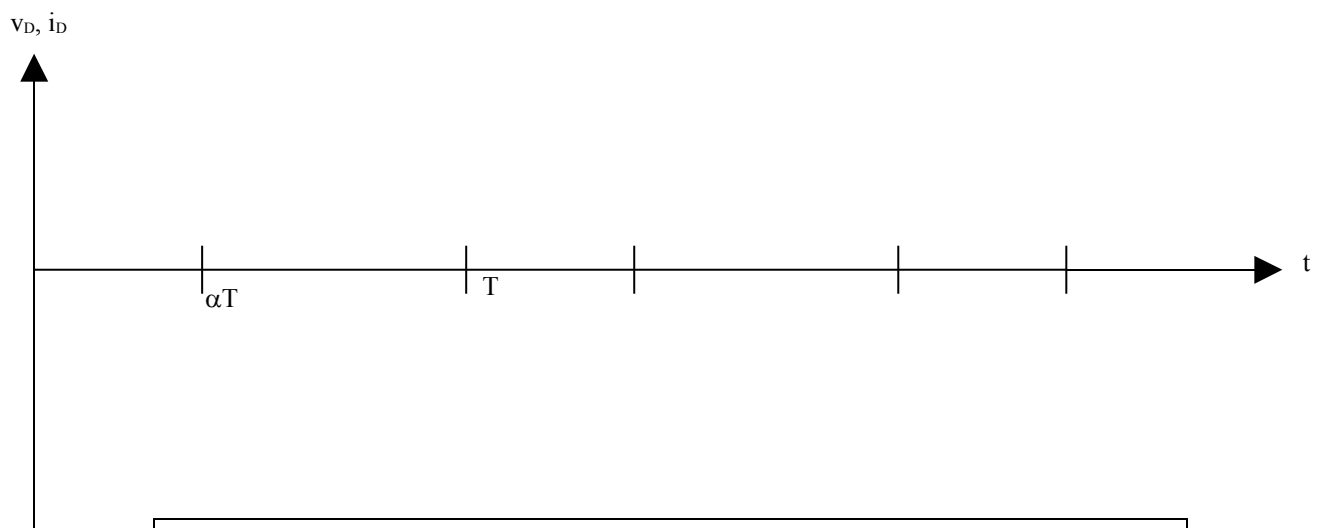
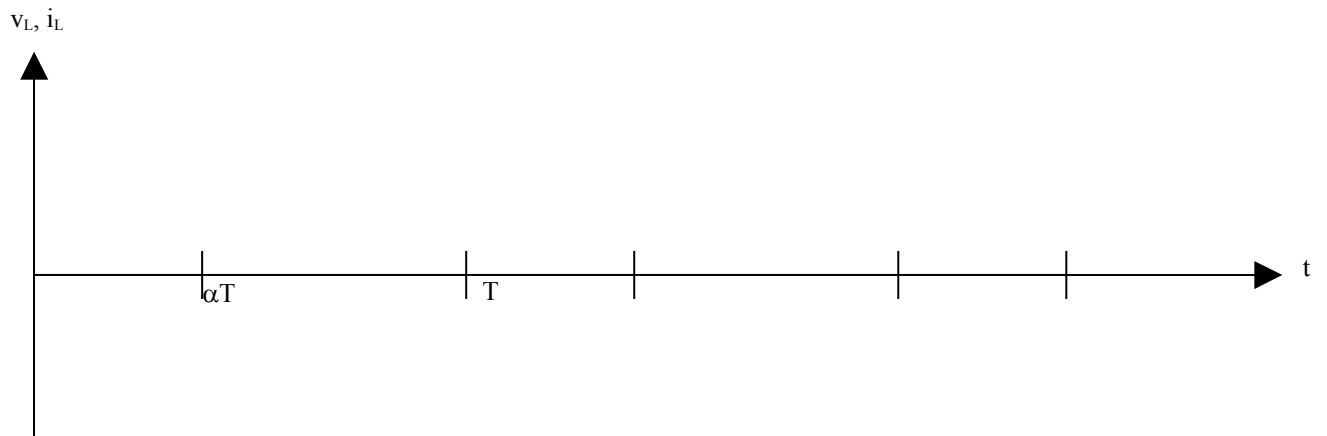
**III.1** Donner la valeur de  $\Delta i$  en fonction de  $E$ ,  $L$ ,  $\alpha$  et  $T_d$ , puis en fonction de  $E$ ,  $V_S$ ,  $L$ ,  $T_d$ ,  $\alpha$  et  $\beta$ . En déduire  $\beta$  en fonction de  $E$ ,  $V_S$  et  $\alpha$ .

**III.2** Calculer la valeur de  $I_S$  en fonction de  $\Delta i$  et  $\beta$ . Puis, à partir de la question III.1, donner la relation entre  $I_S$ ,  $E$ ,  $L$ ,  $\alpha$ ,  $V_S$  et  $T_d$ .

**III.3** Tracer dans le plan  $V_S(I_S)$  le lieu des points pour  $\alpha = 0 / 0,25 / 0,5 / 0,75$  et pour les valeurs numériques données précédemment. On se limitera à  $V_S/E$  compris entre 0 et 5.



# TD n°1 Convertisseurs continu-continu



Convertisseur ..... Conduction..... *feuille ../...*