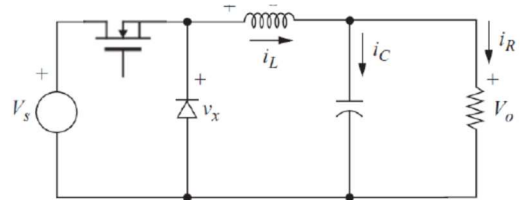


TD (Convertisseurs DC-DC)

Exercice 1 :

Soit le montage d'un hacheur dévolteur (Buck) présenté **ci-dessous**. On note T la période du hachage et α est le rapport cyclique. Le transistor MOSFET est commandé à la fermeture (ON) pendant l'intervalle de temps αT et commandé à l'ouverture pendant l'intervalle de temps $(1-\alpha)T$. On suppose un mode de conduction continue en régime permanent. $V_s=100V, R=50\Omega, L= 0.05H, C= 200\mu F$ et $f=1000Hz$.

1. Pour chaque séquence de fonctionnement
 - a. Donner l'expression de la tension v_L
 - b. Déduire la forme du courant i_L
2. Tracer les chronogrammes de v_L et i_L
3. Déterminer et tracer caractéristique de réglage $V_o = F(\alpha)$
4. Si le rapport cyclique $\alpha=0,75$, calculer :
 - a. L'induction minimale.
 - b. La capacité du condensateur pour un taux d'ondulation de la tension $(\Delta V_o/V_o) = 0.7\%$

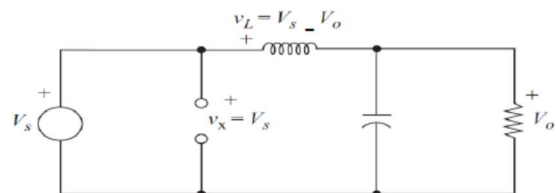


Solution Exo1 :

Séquence1 Transistor ON ($0 < t < \alpha T$)

$$v_L = (V_s - V_o) = L \frac{di_L}{dt}$$

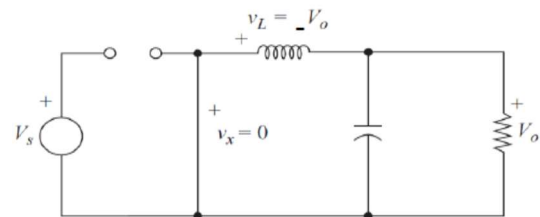
$$\frac{di_L}{dt} = \frac{(V_s - V_o)}{L} \text{ Le courant } i_L \text{ croit linéairement}$$



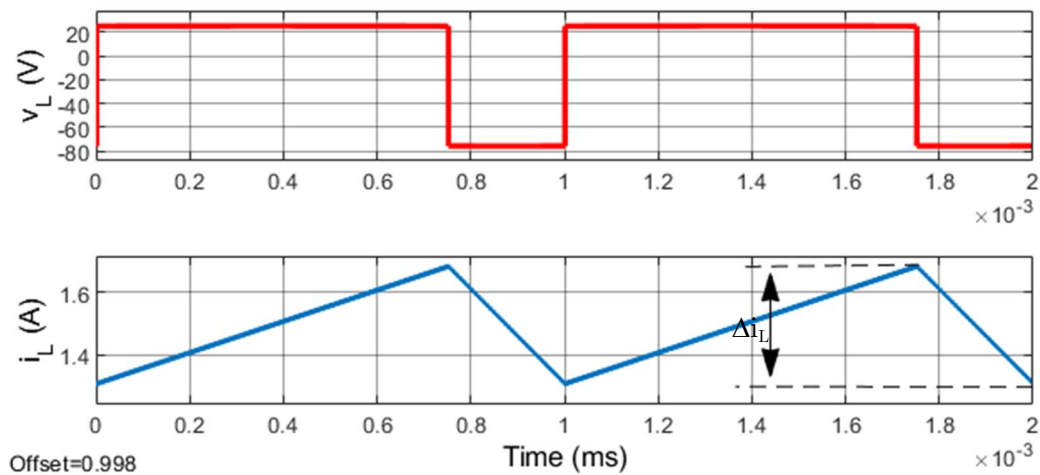
Séquence2 Transistor OFF ($\alpha T < t < T$)

$$v_L = -V_o = L \frac{di_L}{dt}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{-V_o}{L} \text{ Le courant } i_L \text{ décroît linéairement}$$



2. Chronogrammes de la tension et du courant de l'inductance



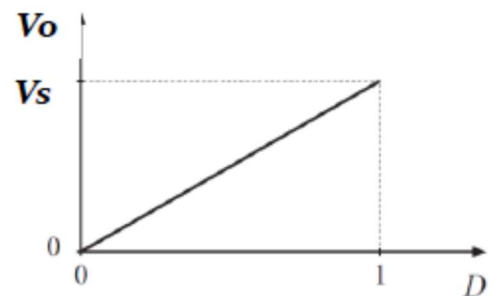
3. Puisqu'en régime permanent la tension moyenne aux bornes de l'inductance est nulle :

$$v_L = (V_s - V_o).\alpha.T + (-V_o).(1 - \alpha)T = 0$$

Donc on peut exprimer de la tension de sortie V_o on fonction de la tension d'entrée V_s par l'expression suivante :

$$V_o = \alpha.V_s$$

4. Cette expression représente la caractéristique de réglage de la tension de sortie par le rapport cyclique α .



5. L'induction minimale.

$$L_{\min} = \frac{(1 - \alpha).R}{2.f} = \frac{(1 - 0,75).50}{2.1000} = 6,25\text{mH}$$

6. La capacité du condensateur

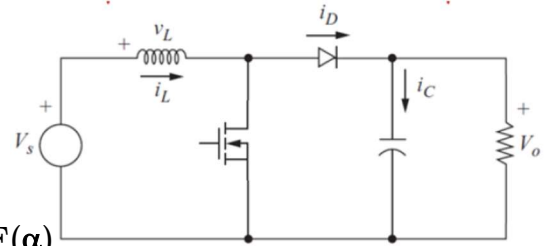
$$C = \frac{(1 - \alpha)}{L.8.\left(\frac{\Delta V_o}{V_o}\right)f^2} = \frac{(1 - \alpha)}{1,25L_{\min}8.\left(\frac{\Delta V_o}{V_o}\right)f^2} = \frac{(1 - 0,75)}{1,25.(0,00625).8.(0,007).1000^2} = 571.43\mu\text{F}$$

Exercice 2 :

Soit le montage d'un hacheur à stockage survolteur (Boost) présenté **ci-dessous**. On note T la période du hachage et α est le rapport cyclique. Le transistor MOSFET est commandé à la fermeture (ON) pendant l'intervalle de temps αT et commandé à l'ouverture pendant l'intervalle de temps $(1 - \alpha)T$. On

suppose un mode de conduction continue en régime permanent. $V_s=100V, R=700\Omega, L=0.05H, C=200\mu F$ et $f=1000Hz$.

1. Pour chaque séquence de fonctionnement
 - a. Donner l'expression de la tension v_L
 - b. Déduire la forme du courant i_L
2. Tracer les chronogrammes de v_L et i_L
3. Déterminer et tracer caractéristique de réglage $V_o = F(\alpha)$

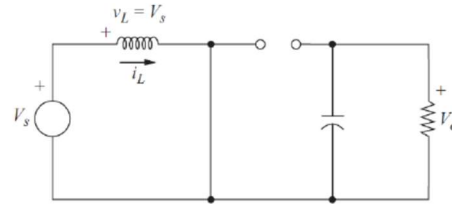


Solution Exo2 :

Séquence1 Transistor ON ($0 < t < \alpha T$)

$$v_L = V_s = L \frac{di_L}{dt}$$

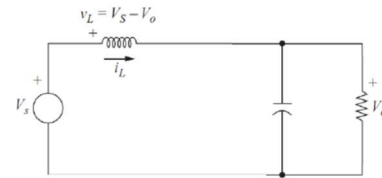
$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s}{L} > 0 \text{ Le courant } i_L \text{ croit linéairement}$$



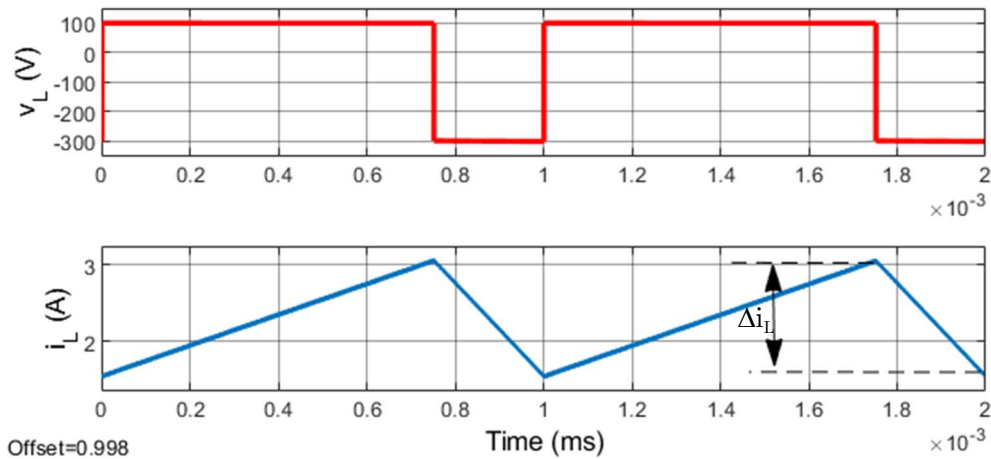
Séquence2 Transistor OFF ($\alpha T < t < T$)

$$v_L = (V_s - V_o) = L \frac{di_L}{dt}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{(V_s - V_o)}{L} < 0 \text{ Le courant } i_L \text{ décroît linéairement}$$



2. Chronogrammes de la tension et du courant de l'inductance



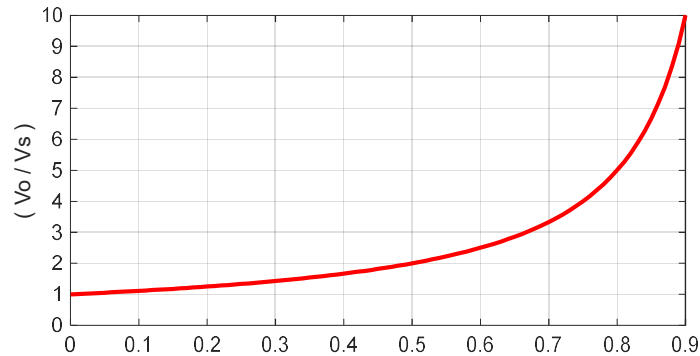
3. Puisqu'en régime permanent la tension moyenne aux bornes de l'inductance est nulle :

$$v_L = V_s \cdot \alpha \cdot T + (V_s - V_o) \cdot (1 - \alpha) T = 0$$

Donc on peut exprimer de la tension de sortie V_o on fonction de la tension d'entrée V_s par l'expression suivante :

$$V_o = \frac{1}{1-\alpha} V_s$$

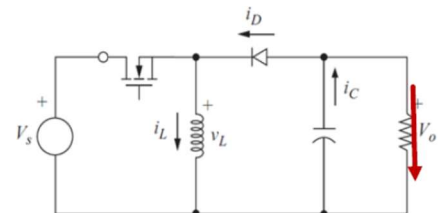
4. Cette expression représente la caractéristique de réglage de la tension de sortie par le rapport cyclique α .



Exercice 3 :

Soit le montage d'un hacheur à stockage inductif (Buck-Boost) présenté **ci-dessous**. On note T la période du hachage et α est le rapport cyclique. Le transistor MOSFET est commandé à la fermeture (ON) pendant l'intervalle de temps αT et commandé à l'ouverture pendant l'intervalle de temps $(1-\alpha)T$. On suppose un mode de conduction continue en régime permanent. $V_s=100V, R=700\Omega, L=0.05H, C=200\mu F$ et $f=1000Hz$.

1. Pour chaque séquence de fonctionnement
 - a. Donner l'expression de la tension v_L
 - b. Déduire la forme du courant i_L
2. Tracer les chronogrammes de v_L et i_L
3. Déterminer et tracer caractéristique de réglage $V_o = F(\alpha)$

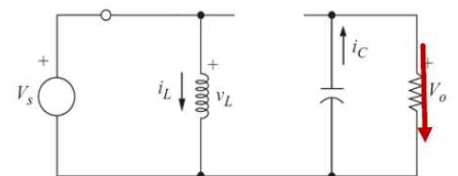


Solution Exo3 :

Séquence1 Transistor ON ($0 < t < \alpha T$)

$$v_L = V_s = L \frac{di_L}{dt}$$

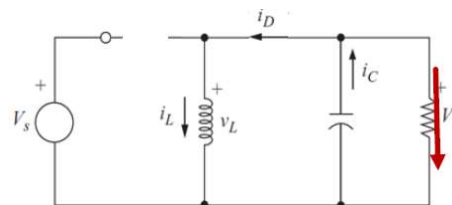
$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s}{L} \text{ Le courant } i_L \text{ croit linéairement}$$



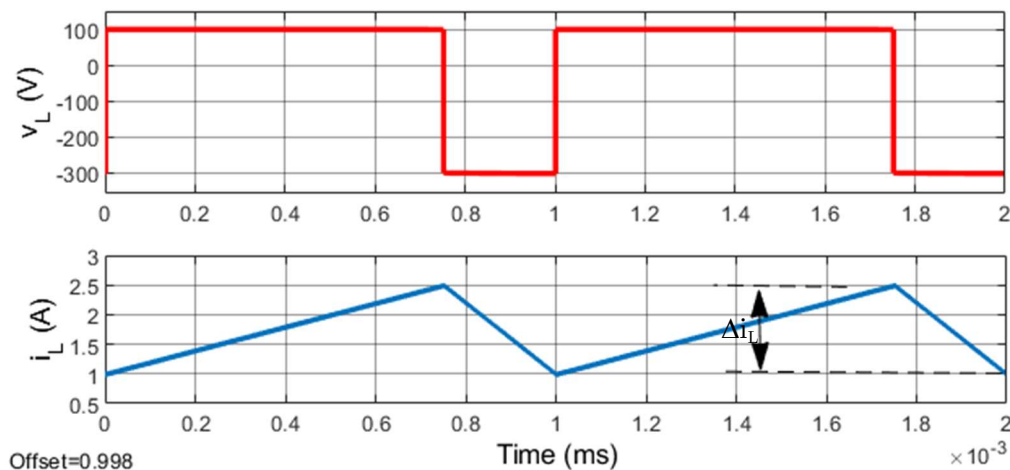
Séquence2 Transistor OFF ($\alpha T < t < T$)

$$v_L = V_o = L \frac{di_L}{dt}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_o}{L} \text{ Le courant } i_L \text{ décroît linéairement}$$



2. Chronogrammes de la tension et du courant de l'inductance



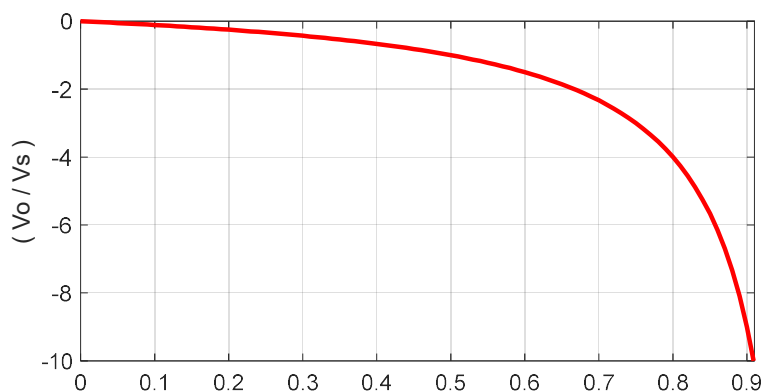
3. Puisqu'en régime permanent la tension moyenne aux bornes de l'inductance est nulle :

$$v_L = V_s \cdot \alpha \cdot T + V_o \cdot (1 - \alpha) T = 0$$

Donc on peut exprimer de la tension de sortie V_o on fonction de la tension d'entrée V_s par l'expression suivante :

$$V_o = \frac{-\alpha}{1 - \alpha} V_s$$

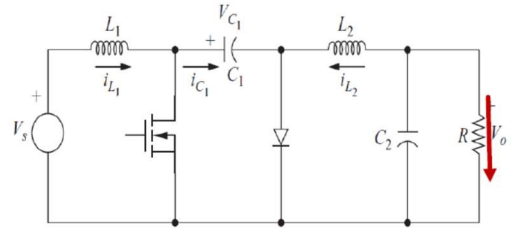
4. Cette expression représente la caractéristique de réglage de la tension de sortie par le rapport cyclique α .



Exercice 4 :

Soit le montage d'un hacheur à stockage capacitif (Cuk) présenté **ci-dessous**. On note T la période du hachage et α est le rapport cyclique. Le transistor MOSFET est commandé à la fermeture (ON) pendant l'intervalle de temps αT et commandé à l'ouverture pendant l'intervalle de temps $(1-\alpha)T$. On suppose un mode de conduction continue en régime permanent. $V_s=100V, R=700\Omega, L_1=L_2=0.05H, C_1=C_2=200\mu F$ et $f=1000Hz$.

1. Pour chaque séquence de fonctionnement
 - a. Donner l'expression des tension V_{L1} et V_{L2}
 - b. Déduire la forme des courants i_{L1} et i_{L2}
2. Tracer les chronogrammes de i_{L1}, i_{L2}, V_{L1} et V_{L2}
3. Déterminer et tracer caractéristique de réglage $V_o = F(\alpha)$



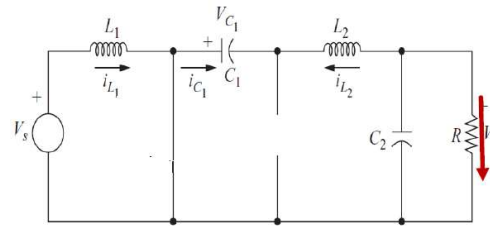
Solution Exo 4 :

Séquence1 Transistor ON ($0 < t < \alpha T$)

$$\begin{cases} V_{L1} = V_s = L_1 \frac{di_{L1}}{dt} \\ V_{L2} = (V_o - V_c) = L_2 \frac{di_{L2}}{dt} \end{cases}$$

$$\frac{di_{L1}}{dt} = \frac{V_s}{L_1} \text{ Le courant } i_{L1} \text{ croit linéairement}$$

$$\frac{di_{L2}}{dt} = \frac{(V_o - V_c)}{L_2} \text{ Le courant } i_{L2} \text{ décroît linéairement}$$

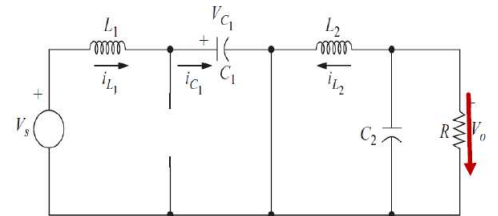


Séquence2 Transistor OFF ($\alpha T < t < T$)

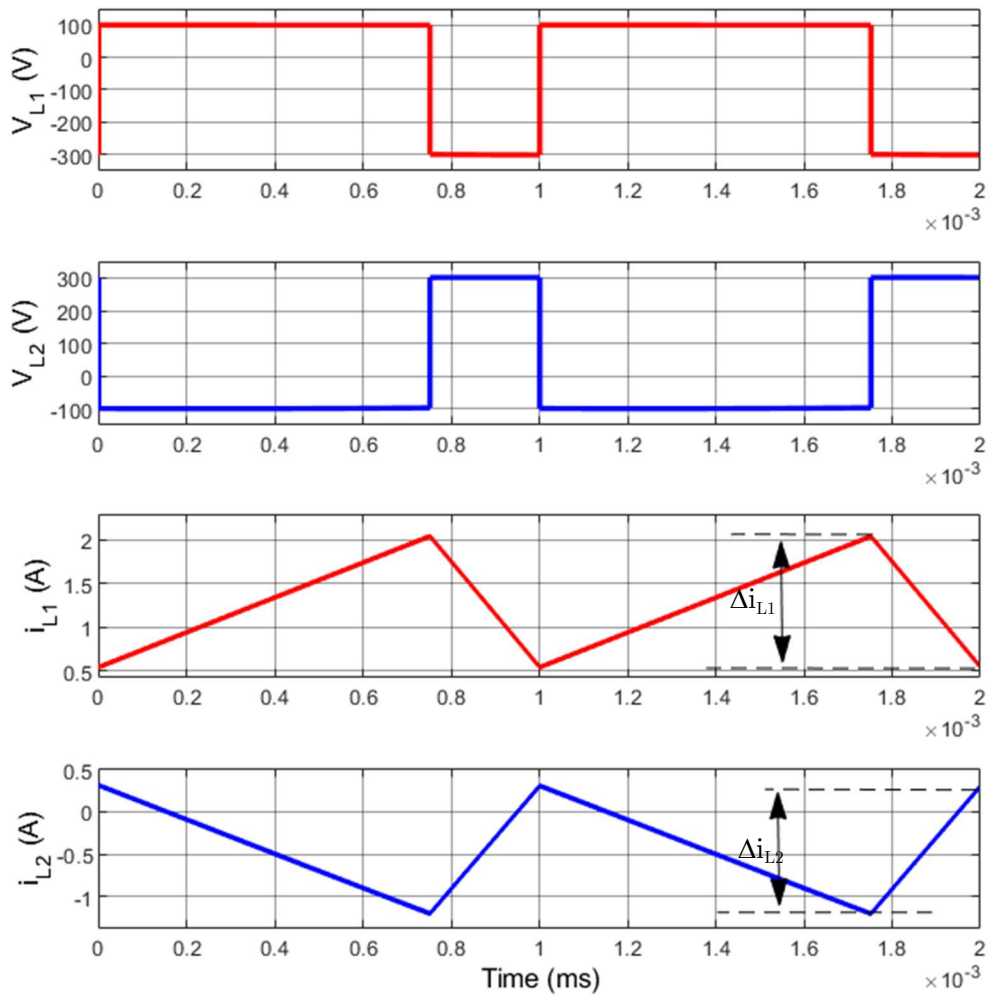
$$\begin{cases} V_{L1} = (V_s - V_c) = L_1 \frac{di_{L1}}{dt} \\ V_{L2} = V_o = L_2 \frac{di_{L2}}{dt} \end{cases}$$

$$\frac{di_{L1}}{dt} = \frac{(V_s - V_c)}{L_1} \text{ Le courant } i_{L1} \text{ décroît linéairement}$$

$$\frac{di_{L2}}{dt} = \frac{V_o}{L_2} \text{ Le courant } i_{L2} \text{ croit linéairement}$$



2. Chronogrammes de la tension et du courant de l'inductance



3. Puisqu'en régime permanent la tension moyenne aux bornes de l'inductance est nulle :

$$V_{L1} = V_s \cdot \alpha \cdot T + (V_s - V_c) \cdot (1 - \alpha) T = 0$$

$$V_{L2} = (V_o - V_c) \cdot \alpha \cdot T + V_o \cdot (1 - \alpha) T = 0$$

Donc on peut exprimer de la tension de sortie V_o on fonction de la tension d'entrée V_s par l'expression suivante :

$$V_o = \frac{-\alpha}{1 - \alpha} V_s$$

4. Cette expression représente la caractéristique de réglage de la tension de sortie par le rapport cyclique α .

