1.2 Le hacheur abaisseur de type BUCK

1.2.1 Schéma simplifié

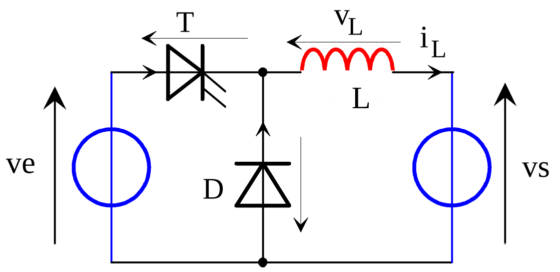


Fig. 1.2. Hacheur abaisseur (dessins\hserie7b.drw).

Les lois des mailles du circuit sont :

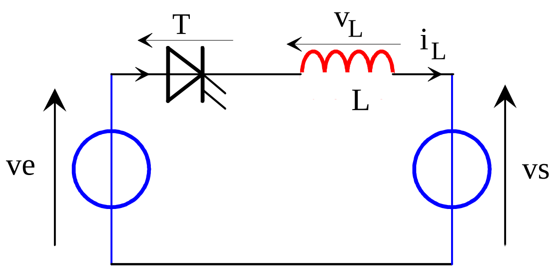
$$\begin{cases} ve = v_T - v_D \\ ve = v_T + v_L + vs \\ -v_D = v_L + vs \end{cases}$$

La loi des nœuds donne :

$$i_L = i_T + i_D$$

1.2.2 Bilan des grandeurs électriques

Pour t ∈ [0 ; αT], le transistor T est fermé (T ON).



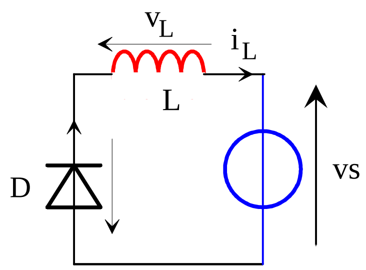
L'inductance se charge sous Ve – Vs (Ve > Vs).

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = +i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} v_D = -(ve - v_T) \approx -Ve \\ i_D = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T \approx 0 \\ i_T = +i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = +i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_L = ve - vs \\ i_L = \text{variable} \end{cases} \qquad v_L = +L\frac{di_L}{dt}$$

Pour t ∈ [αT ; T], T est ouvert (T OFF).



L'inductance se décharge sous -Vs (-Vs < 0).

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} v_D \approx 0 \\ i_D = +i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T = ve + v_D \approx Ve \\ i_T = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = +i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_L = -vs - v_D \\ i_L = \text{variable} \end{cases} \qquad v_L = +L\frac{di_L}{dt}$$

1.2.3 Calculs des grandeurs électriques

Pour t ∈ [0 ; α T], $i_L(t) = I_{L\,min} + \frac{Ve - Vs}{L}(t - 0)$ et pour t ∈ [α T ; T], $i_L(t) = I_{L\,max} - \frac{Vs}{L}(t - \alpha T)$.

$$\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}\int_{[T]} v_L(t)\cdot dt = \frac{1}{T}\left[(Ve - Vs)\times\alpha T + (-Vs)\times(T - \alpha T)\right] = \alpha Ve + \alpha Vs - Vs(1-\alpha)$$

En régime permanent $<v_L>$ = 0 donc : $\boxed{Vs = \alpha Ve}$.

1.2.4 Ondulations du courant et de la tension

$$\Delta I_L = \frac{Ve}{LF}\alpha(1-\alpha) \qquad \Delta Vs = \frac{Ve}{8LCF^2}\cdot\alpha(1-\alpha)$$

1.2.5 Contraintes sur les interrupteurs

Diode : $I_{F(AV)} = (1-\alpha)\cdot Is$ $\quad V_{RRM} = Ve$ $\quad Fd = \frac{V_{RRM}\cdot I_{F(AV)}}{Ps} \approx \frac{1-\alpha}{\alpha}$

Transistor : $I_{T\,max} = I_{L\,max} = Is + \frac{\Delta I_L}{2}$ $\quad V_{T\,max} = Ve$ $\quad Fd = \frac{V_{T\,max}\cdot I_{T\,max}}{Ps} \approx \frac{1}{\alpha}$

1.3 Le hacheur élévateur de type BOOST

1.3.1 Schéma simplifié

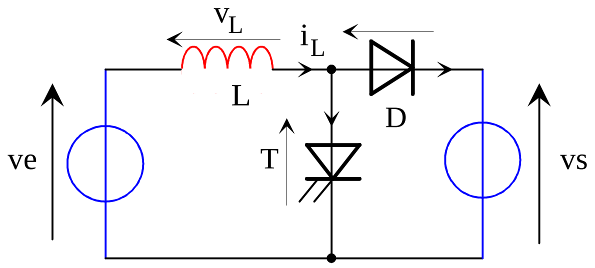


Fig. 1.3. Hacheur élévateur (dessins\boost5b.drw).

Les lois des mailles du circuit sont :

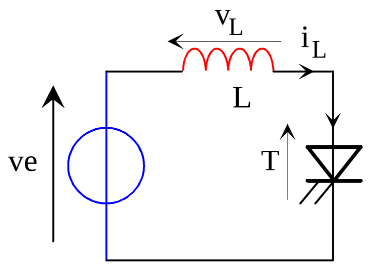
$$\begin{cases} ve = v_L + v_T \\ ve = v_L + v_D + vs \\ v_T = v_D + vs \end{cases}$$

La loi des nœuds donne :

$$i_L = i_T + i_D$$

1.3.2 Bilan des grandeurs électriques

Pour $t \in [0\,;\alpha T]$, le transistor T est fermé (T ON).



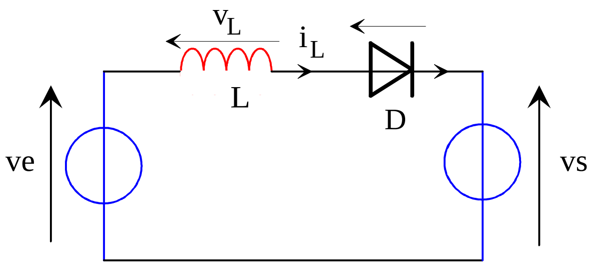
L'inductance se charge sous +Ve (Ve >0).

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = +i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} v_D = v_T - vs \approx -Vs \\ i_D = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T \approx 0 \\ i_T = +i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_L = ve - v_T \\ i_L = \text{variable} \end{cases} \qquad v_L = +L\frac{di_L}{dt}$$

Pour $t \in [\alpha T\,; T]$, T est ouvert (T OFF).



L'inductance se décharge sous Ve – Vs (Vs > Ve).

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} v_D \approx 0 \\ i_D = +i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T = v_S + v_D \approx Vs \\ i_T = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = i_D = +i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_L = ve - vs - v_D \\ i_L = \text{variable} \end{cases} \qquad v_L = +L\frac{di_L}{dt}$$

1.3.3 Calculs des grandeurs électriques

Pour $t \in [\,0\,;\alpha\,T\,]$, $i_L(t) = I_{L\,min} + \frac{Ve}{L}(t-0)$ et pour $t \in [\,\alpha\,T\,;T\,]$, $i_L(t) = I_{L\,max} + \frac{Ve-Vs}{L}(t-\alpha T)$.

$$\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}\int_{[T]} v_L(t)\cdot dt = \frac{1}{T}\left[Ve \times \alpha T + (Ve - Vs)\times(T - \alpha T)\right] = \alpha Ve + Ve(1-\alpha) - Vs(1-\alpha)$$

En régime permanent $\langle v_L \rangle = 0$ donc : $\boxed{Vs = Ve\frac{1}{1-\alpha}}$.

1.3.4 Ondulations du courant et de la tension

$$\Delta I_L = \frac{Ve}{LF}\alpha \qquad\qquad \Delta Vs = \frac{Is}{CF}\alpha$$

1.3.5 Contraintes sur les interrupteurs

Diode : $I_{F(AV)} = Is$ $\quad V_{RRM} = Vs$ $\quad Fd = \frac{V_{RRM}\cdot I_{F(AV)}}{Ps} = 1$

Transistor : $I_{T\max} = I_{L\max} = \frac{Is}{1-\alpha} + \frac{\Delta I_L}{2}$ $\quad V_{T\max} = Vs$ $\quad Fd = \frac{V_{T\max}\cdot I_{T\max}}{Ps} \approx \frac{1}{1-\alpha}$

1.4 Le hacheur inverseur de type BUCK–BOOST

1.4.1 Schéma simplifié

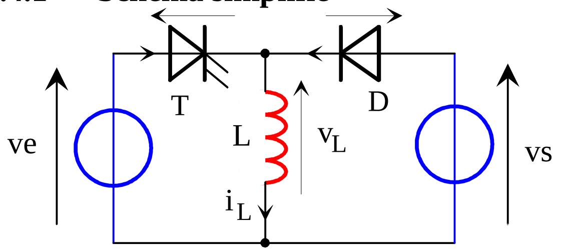


Fig. 1.4. Hacheur inverseur à stockage inductif (dessins\hinver1b.drw).

Les lois des mailles du circuit sont :

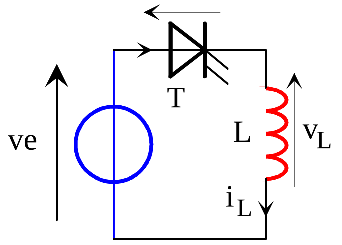
$$\begin{cases} ve = v_T - v_D + vs \\ ve = v_T + v_L \qquad \text{avec } vs < 0 \\ v_L = -v_D + vs \end{cases}$$

La loi des nœuds donne :

$i_L = i_T + i_D$ avec $Is < 0$.

1.4.2 Bilan des grandeurs électriques

Pour $t \in [0\,;\alpha T]$, le transistor T est fermé (T ON).



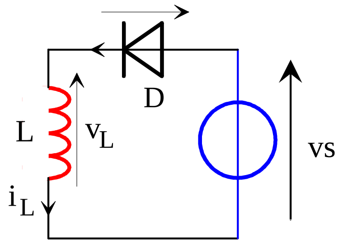
L'inductance se charge sous +Ve, avec Ve >0.

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = +i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} v_D = vs - v_L = Vs - Ve \\ i_D = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T \approx 0 \\ i_T = +i_L \end{cases} \qquad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_L = ve - v_T \approx Ve \\ i_L = \text{variable} \end{cases} \qquad v_L = +L\frac{di_L}{dt}$$

Pour $t \in [\alpha T\,;T]$, T est ouvert (T OFF).



L'inductance se décharge sous +Vs, avec Vs < 0.

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} v_D \approx 0 \\ i_D = +i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T = ve - v_L \approx Ve - Vs \\ i_T = 0 \end{cases} \qquad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = -i_L \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_L = vs - v_D \approx Vs < 0 \\ i_L = \text{variable} \end{cases} \qquad v_L = +L\frac{di_L}{dt}$$

1.4.3 Calculs des grandeurs électriques

Pour $t \in [\,0\,;\alpha\,T\,]$, $i_L(t) = I_{L\min} + \dfrac{Ve}{L}(t-0)$ et pour $t \in [\,\alpha\,T\,;T\,]$, $i_L(t) = I_{L\max} + \dfrac{Vs}{L}(t-\alpha T)$.

$$\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}\int_{[T]} v_L(t)\cdot dt = \frac{1}{T}\left[Ve\times\alpha T + Vs\times(T-\alpha T)\right] = \alpha Ve + Vs(1-\alpha)$$

En régime permanent $\langle v_L \rangle = 0$ donc : $\boxed{Vs = -Ve\dfrac{\alpha}{1-\alpha}}$.

1.4.4 Ondulations du courant et de la tension

$$\Delta I_L = \frac{Ve}{LF}\alpha \qquad\qquad \Delta Vs = \frac{Is}{CF}\alpha$$

1.4.5 Contraintes sur les interrupteurs

Diode : $I_{F(AV)} = Is$ $\quad V_{RRM} = Ve - Vs$ $\quad Fd = \dfrac{V_{RRM}\cdot I_{F(AV)}}{Ps} = \dfrac{1}{\alpha}$

Transistor : $I_{T\max} = I_{L\max} = \dfrac{Is}{1-\alpha} + \dfrac{\Delta I_L}{2}$ $\quad V_{T\max} = Ve - Vs$ $\quad Fd = \dfrac{V_{T\max}\cdot I_{T\max}}{Ps} \approx \dfrac{1}{\alpha(1-\alpha)}$

1.5 L'alimentation à découpage type FLYBACK

1.5.1 Schéma simplifié

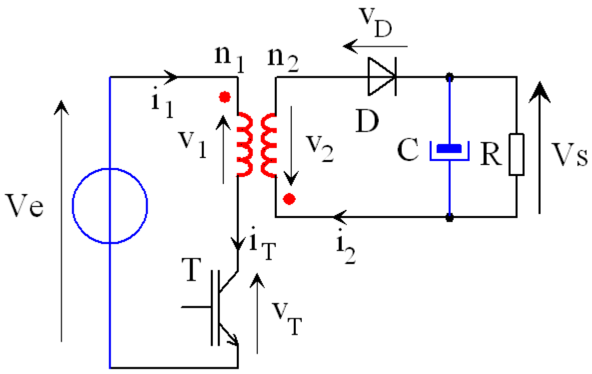


Fig. 1.5. Schéma de principe de l'alimentation FLYBACK (dessins\flyback1.drw).

Les lois des mailles du circuit sont :

$$\begin{cases} ve - v_1 - v_T = 0 \\ v_2 + vs + v_D = 0 \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} v_1 = +n_1 \dfrac{d\phi_{spire}}{dt} \\ v_2 = +n_2 \dfrac{d\phi_{spire}}{dt} \end{cases} \quad \text{avec}$$

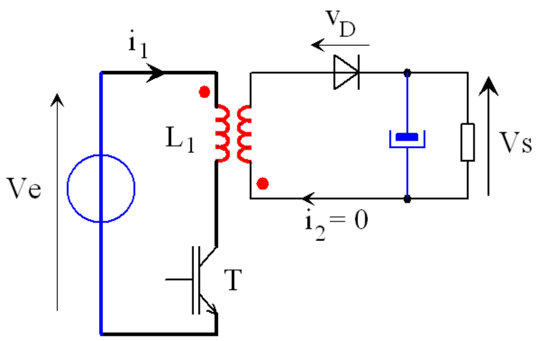
$$m = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2(t)}{v_1(t)}$$

La loi des nœuds donne :

$i_D = i_C + is$ avec $ie = i_1 = i_T$ et $i_2 = i_D$.

1.5.2 Bilan des grandeurs électriques

Pour t ∈ [0 ; αT], le transistor T est fermé (T ON).



L'inductance L_1 se charge sous +Ve, avec Ve >0.

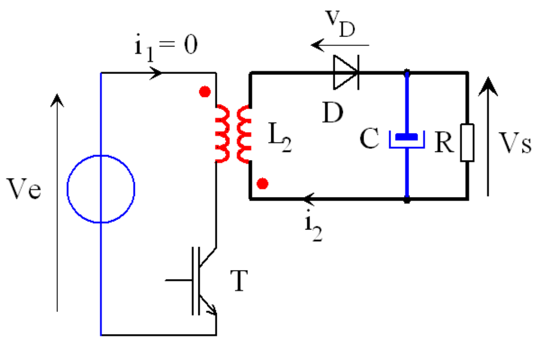
$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = +i_1 \end{cases} \quad \begin{cases} v_D = vs - v_2 = Vs - mVe \\ i_D = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T \approx 0 \\ i_T = +i_1 \end{cases} \quad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 = ve - v_T \approx Ve \\ i_1 = variable \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = mv_1 = mVe \\ i_2 = 0 \end{cases}$$

$$v_1 = +L_1 \frac{di_1}{dt} = +n_1 \frac{d\phi_{spire}}{dt}$$

Pour t ∈ [αT ; T], T est ouvert (T OFF).



L'inductance L_2 se décharge sous -Vs, avec Vs > 0.

$$\begin{cases} ve = +Ve \\ ie = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} v_D = 0 \\ i_D = i_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_T \approx ve - v_1 = Ve + \dfrac{Vs}{m} \\ i_T = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} vs = +Vs \\ is = i_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 = \dfrac{vs}{m} = -\dfrac{Vs}{m} \\ i_1 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = -Vs \\ i_2 = variable \end{cases}$$

$$v_2 = +L_2 \frac{di_2}{dt} = +n_2 \frac{d\phi_{spire}}{dt}$$

1.5.3 Calculs des grandeurs électriques

Pour t ∈ [0 ; α T], $i_1(t) = I_{1min} + \dfrac{Ve}{L_1}(t-0)$ et pour t ∈ [α T ; T], $i_2(t) = I_{2max} - \dfrac{Vs}{L_2}(t - \alpha T)$ avec

$$L_2 = m^2 \cdot L_1.\ \langle v_L \rangle = \frac{1}{T} \int_{[T]} v_L(t) \cdot dt = \frac{1}{T}\left[mVe \times \alpha T - Vs \times (T - \alpha T)\right] = m\alpha Ve - Vs(1-\alpha)$$

En régime permanent $\langle v_L \rangle = 0$ donc : $\boxed{Vs = mVe \dfrac{\alpha}{1-\alpha}}$.