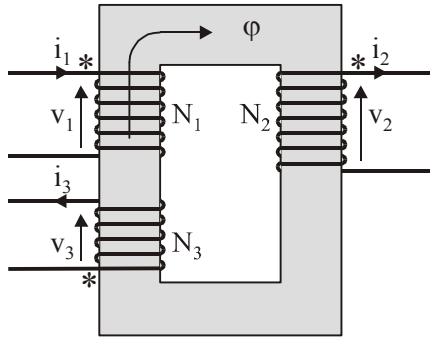


Corrigé de : Chapitre 6. Exercice 3 « Alimentation à découpage de type forward »

1) Les trois repères de polarité doivent être cohérents avec les sens choisis pour le flux ϕ . Pour les déterminer, on peut utiliser la « règle de la main droite ».

Sachant que les influences des résistances et des fuites sont négligées, on en déduit :

$$v_1(t) = \underbrace{r_1 \cdot i_1(t)}_{\text{négligé}} + \frac{d(\phi_1(t))}{dt} = N_1 \cdot \frac{d(\phi(t))}{dt}$$

$$v_2(t) = -\underbrace{r_2 \cdot i_2(t)}_{\text{négligé}} + \frac{d(\phi_2(t))}{dt} = N_2 \cdot \frac{d(\phi(t))}{dt}$$

$$v_3(t) = \underbrace{r_3 \cdot i_3(t)}_{\text{négligé}} - \frac{d(\phi_3(t))}{dt} = -N_3 \cdot \frac{d(\phi(t))}{dt}$$

Sachant que les courants qui entrent par les bornes de polarité ont une contribution positive au flux :

$$N_1 \cdot i_1 - N_2 \cdot i_2 + N_3 \cdot i_3 = \mathcal{R} \cdot \phi = \frac{\ell}{\mu \cdot S} \cdot \phi$$

2) Sur l'intervalle $[0, t_o]$, le transistor est saturé, donc $v_1(t) = V_A > 0 \Leftrightarrow v_2(t) = + \frac{N_2}{N_1} \cdot V_A > 0$ et

$$\Leftrightarrow v_3(t) = - \frac{N_3}{N_1} \cdot V_A < 0$$

On en déduit que D_2 est passante, D est bloquée et D_3 est bloquée (car polarisée en inverse sous une tension $V_A + |V_3|$)

$$\frac{d(\phi(t))}{dt} = \frac{V_A}{N_1}. \text{ Sachant que } \phi(0) = 0, \text{ on en déduit que } \phi(t) = \frac{V_A}{N_1} \cdot t \text{ et donc } \phi_{\max} = \frac{V_A}{N_1} \cdot t_o$$

3) Sur l'intervalle $[t_o, t_1]$, le transistor est bloqué et D_3 est passante, donc $v_3(t) = V_A > 0$

$$\Leftrightarrow v_1(t) = - \frac{N_1}{N_3} \cdot V_A < 0 \text{ et } \Leftrightarrow v_2(t) = - \frac{N_2}{N_3} \cdot V_A < 0$$

On en déduit que D_2 est bloquée et D est passante (car $i_{CH} > 0$).

$$\text{Sur cet intervalle : } \frac{d(\phi(t))}{dt} = - \frac{V_3}{N_3} = - \frac{V_A}{N_3} \text{ et le flux } \phi \text{ ne peut pas subir de discontinuité.}$$

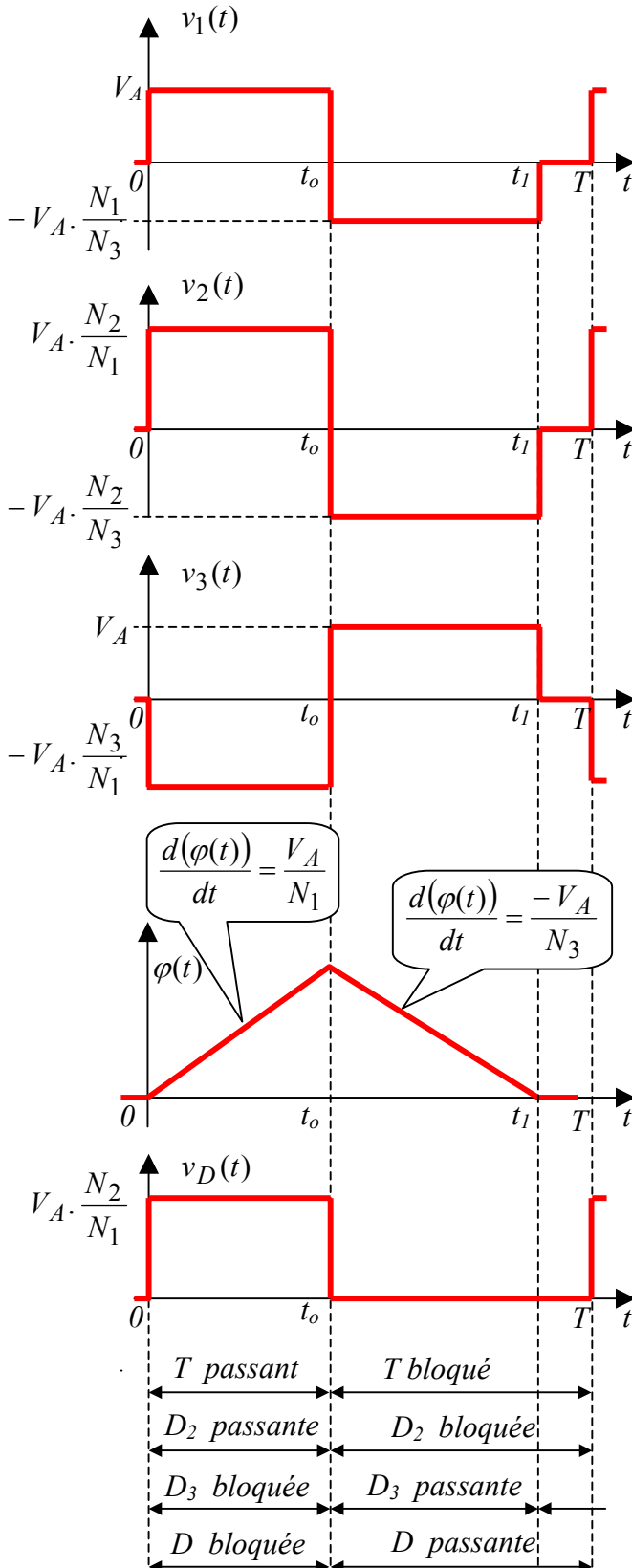
Pour les courbes et l'état des diodes, voir la page suivante.

En utilisant la notion de coefficient directeur d'un segment de droite, on en déduit : $\Delta\phi = \phi_{\max} = \frac{V_A}{N_1} \cdot t_o$ et

$$-\Delta\phi = -\phi_{\max} = - \frac{V_A}{N_3} \cdot (t_1 - t_o). \text{ Donc } t_o \cdot \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_3} \right) = t_1 \cdot \frac{1}{N_3} \cdot \Leftrightarrow t_1 = t_o \cdot \left(\frac{N_3}{N_1} + 1 \right)$$

Remarque : $v_1(t) = N_1 \cdot \frac{d(\varphi(t))}{dt} \Rightarrow V_{1\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_0^T N_1 \cdot \frac{d(\varphi(t))}{dt} dt = N_1 \cdot [\varphi(t)]_0^T = 0$ On peut en déduire à partir du graphe de $v_1(t)$ ci-dessous que $V_A t_o = \frac{V_A \cdot N_1}{N_3} \cdot (t_1 - t_o)$. On retrouve par ce moyen $t_1 = t_o \cdot \left(\frac{N_3}{N_1} + 1 \right)$

Le cas limite de démagnétisation complète se situe lorsque $t_1 = T$, donc lorsque $\frac{t_o}{T} = \frac{N_1}{N_1 + N_3} = a_{\text{max}}$.



4) Sur l'intervalle $[t_1, T]$, le transistor est toujours bloqué.

Si D_3 reste passante, l'état du montage reste identique à ce qu'il était sur l'intervalle $[t_o, t_1]$. Les trajectoires des graphes de $\varphi(t)$ et de $i_3(t)$ se poursuivent, et donc $i_3(t)$ devient négatif. Ceci étant impossible, on en déduit que D_3 se bloque.

Les courants $i_1(t)$ et $i_3(t)$ sont donc nuls.

D_2 ne peut devenir conductrice que si

$v_2(t) = N_2 \cdot \frac{d(\varphi(t))}{dt} > 0$, mais le circuit magnétique ne possédant plus d'énergie magnétique ($\varphi(t) = 0$) et ne pouvant plus en recevoir (transistor bloqué), il ne peut donc pas en délivrer à la charge. Donc D_2 reste bloquée et $i_2(t) = 0$

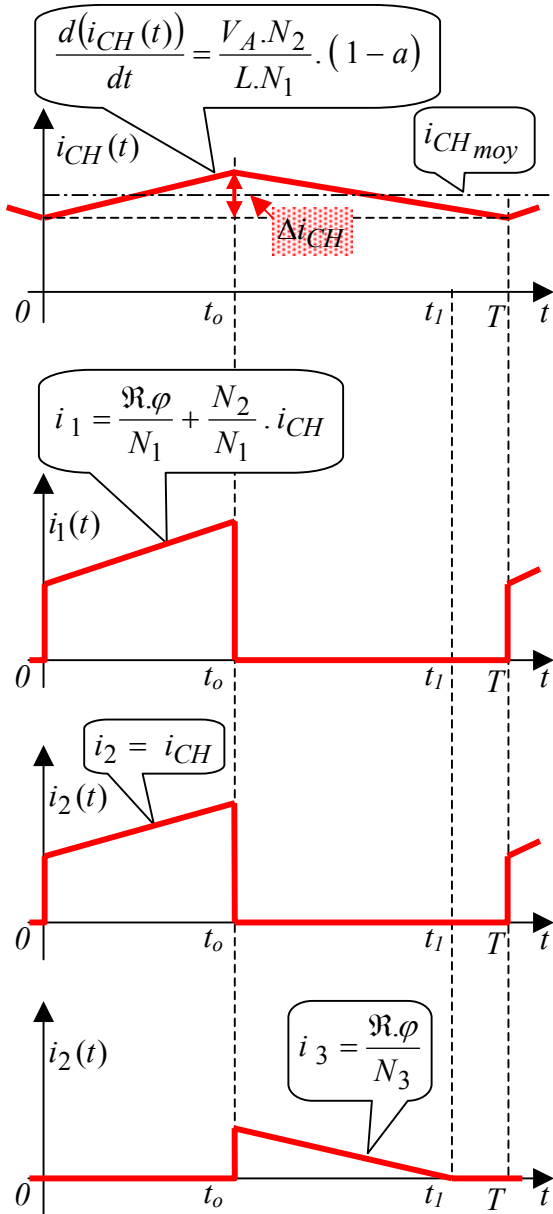
$$\text{Donc } \varphi(t) = \frac{N_1 i_1(t) - N_2 i_2(t) + N_3 i_3(t)}{\Re} = 0.$$

$$\Rightarrow v_1(t) = N_1 \cdot \frac{d(\varphi(t))}{dt} = 0, \text{ et de même } v_2(t) = 0 \text{ et } v_3(t) = 0$$

5) Lorsque D_2 est passante et D bloquée, $v_D = v_2$; et lorsque D_2 est bloquée et D passante, $v_D = 0$.

La tension moyenne aux bornes d'une inductance est nulle, donc $v_{D\text{moy}} = v_{CH\text{moy}} = v_{CH}$.

$$\Rightarrow \frac{t_o}{T} \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot V_A = a \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot V_A = V_{CH}.$$



$$i_{CH}(t) = i_C(t) + i_R(t)$$

$$\Rightarrow I_{CH_{moy}} = I_{C_{moy}} + I_{R_{moy}} = 0 + \frac{V_{CH_{moy}}}{R}$$

$$\Rightarrow I_{CH_{moy}} = a \cdot \frac{N_2 \cdot V_A}{N_1 \cdot R}$$

Sur l'intervalle $[0, t_o]$: $V_D = \frac{N_2}{N_1} \cdot V_A = L \cdot \frac{d(i_{CH}(t))}{dt} + V_{CH}$

$$\Rightarrow \frac{d(i_{CH}(t))}{dt} = \frac{1}{L} \cdot \left(\frac{N_2}{N_1} \cdot V_A - a \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot V_A \right)$$

$$\Rightarrow \frac{d(i_{CH}(t))}{dt} = \frac{V_A \cdot N_2}{L \cdot N_1} \cdot (1 - a) = \frac{\Delta i_{CH}}{t_o}$$

$$\Rightarrow \Delta i_{CH} = \frac{V_A \cdot N_2 \cdot (1 - a) \cdot aT}{L \cdot N_1}$$

Connaissant $I_{CH_{moy}}$ et Δi_{CH} , on peut en déduire

$$I_{CH_{min}} = I_{CH_{moy}} - \frac{\Delta i_{CH}}{2}, \text{ puis représenter le graphe de } i_{CH}(t).$$

Ensuite, on en déduit les autres courants du circuit.