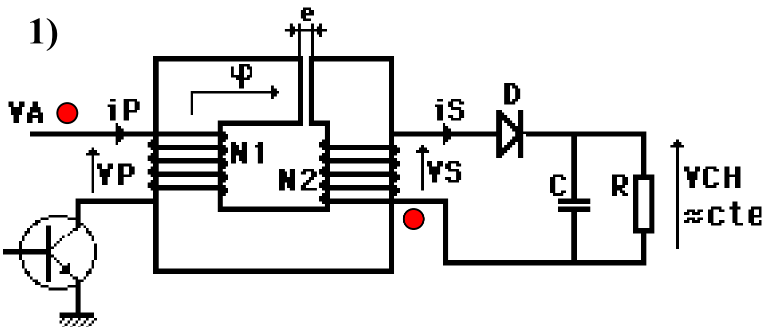
Corrigé de : Chapitre6. Exercice 2 « Alimentation à découpage de type flyback »

1)



Les résistances des bobinages étant négligées :

$$v_P(t) = N_1.\frac{d(\varphi(t))}{dt} \quad v_S(t) = -N_2.\frac{d(\varphi(t))}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{v_S(t)}{v_P(t)} = -\frac{N_2}{N_1}$$

Compte tenu des hypothèses : $N_1.i_P(t) + N_2.i_S(t) = \Re.\varphi(t) = = \left(\frac{\ell}{\mu.S} + \frac{e}{\mu_o.S}\right).\varphi(t)$

2) Etude en régime périodique dans l'hypothèse d'une démagnétisation incomplète *(Le flux dans le circuit magnétique n'est jamais nul)*

2 – a) $0 < t < to$: $v_P(t) = V_A \Rightarrow v_S(t) = -\frac{N_2}{N_1}.v_A < 0$. La diode « D » est donc bloquée.

(Voir les courbes ci-après).

2 – b) $v_P(t) = V_A = N_1.\frac{d(\varphi(t))}{dt} \Rightarrow \varphi(t) = \frac{V_A}{N_1}.t + cte$

Sachant que $\varphi_{(0)} = \varphi_o > 0$, on en déduit : $\varphi(t) = \frac{V_A}{N_1}.t + \varphi_o$

2 – c) Pour $to < t < T$, la diode D est conductrice (et donc $v_S(t) = V_{CH}$) tant que $i_{S(t)} > 0$.

$$v_S(t) = V_{CH} \Rightarrow v_P(t) = -\frac{N_1}{N_2}.V_{CH} \ ; \ v_S(t) = V_{CH} = -N_2.\frac{d(\varphi(t))}{dt} \Leftrightarrow \frac{d(\varphi(t))}{dt} = -\frac{V_{CH}}{N_2}$$

2 – d) $0 < t < to$: La diode « D » est bloquée $\Rightarrow i_S = 0$, $N_1.i_P(t) = \Re.\varphi(t) \Leftrightarrow i_P(t) = \frac{\Re.\varphi(t)}{N_1}$

$to < t < T$: Le transistor « T » est bloqué $\Rightarrow i_P = 0$, $N_2.i_S(t) = \Re.\varphi(t) \Leftrightarrow i_S(t) = \frac{\Re.\varphi(t)}{N_2}$

Voir les courbes ci-après.

2 – e) Pour un segment de droite, la dérivée est identique au coefficient directeur :

$$\frac{\Delta\varphi}{to} = \frac{V_A}{N_1} \Leftrightarrow \Delta\varphi = \frac{V_A}{N_1}.to \quad \text{et} \quad \frac{-\Delta\varphi}{T-to} = \frac{-V_{CH}}{N_2} \Leftrightarrow \Delta\varphi = \frac{V_{CH}}{N_2}.(T-to)$$

$$\Rightarrow \frac{V_A}{N_1}.to = \frac{V_{CH}}{N_2}.(T-to) \Rightarrow \frac{V_{CH}}{V_A} = \frac{N_2}{N_1}.\frac{to}{T-to}$$

Remarque : calcul de φ_o :

- En régime périodique, la valeur moyenne d'une somme est la somme des valeurs moyennes.

Donc : $I_{S_{moy}} = I_{C_{moy}} + I_{CH_{moy}}$

Et le courant moyen dans un condensateur est nul. Donc : $I_{S_{moy}} = \dfrac{V_{CH}}{R} = \dfrac{V_A.\dfrac{N_2}{N_1}.\dfrac{to}{T-to}}{R}$

- En raisonnant à partir de l'aire sous la courbe $i_S(t)$ sur un intervalle d'une période, on en déduit :

$$I_{S_{moy}} = \frac{\Re.\varphi_{moy}}{N_2}.\frac{T-to}{T}$$

- On en conclut : $\dfrac{V_A.\dfrac{N_2}{N_1}.\dfrac{to}{T-to}}{R} = \dfrac{\Re.\varphi_{moy}}{N_2}.\dfrac{T-to}{T}$ et donc : $\varphi_{moy} = \dfrac{V_A}{R}.\dfrac{N_2{}^2}{N_1}.\dfrac{to.T}{(T-to)^2.\Re}$

- On a montré précédemment que $\Delta\varphi = \dfrac{V_A}{N_1}.to$

- On peut voir sur la courbe $\varphi(t)$ que $\varphi_o = \varphi_{moy} - \dfrac{\Delta\varphi}{2} = \dfrac{V_A}{N_1}.\left(\dfrac{N_2{}^2}{R}.\dfrac{to.T}{(T-to)^2.\Re} - \dfrac{to}{2}\right)$

Remarque : Les graphes des tensions doivent vérifier :

$$V_{P_{moy}} = \left[N_1.\frac{d(\varphi(t))}{dt}\right]_{moy} = 0 \quad \text{et} \quad V_{S_{moy}} = \left[-N_2.\frac{d(\varphi(t))}{dt}\right]_{moy} = 0$$

2) Etude en régime périodique dans l'hypothèse d'une démagnétisation complète *(Le flux dans le circuit magnétique est nul sur un certain intervalle)*

3 – a) $0 < t < to$: $v_P(t) = V_A \Rightarrow v_S(t) = -\dfrac{N_2}{N_1}.v_A < 0$. La diode « D » est donc bloquée.

$v_P(t) = V_A = N_1.\dfrac{d(\varphi(t))}{dt} \Rightarrow \varphi(t) = \dfrac{V_A}{N_1}.t + cte$. Le flux est croissant. On suppose que $\varphi_{(0)} = 0$ et on pourra vérifier si cette hypothèse est vraie en considérant la valeur du flux à la fin de la période.

Sur l'intervalle $]0\,,to[$ la situation est la même qu'en conduction continue à la seule différence que $\varphi_{(0)} = 0$ donc $\varphi(t) = \dfrac{V_A}{N_1}.t$.

(Voir les courbes ci-après).

3 – b) $to < t < T$: La situation est la même qu'en conduction continue tant que le courant $i_S(t)$ et donc le flux $\varphi(t)$ ne sont pas nuls.
Soit « t_1 » l'instant où le courant $i_S(t)$ et donc le flux $\varphi(t)$ deviennent nuls. A l'instant t_1 la diode « D » se bloque.

Sur l'intervalle $]t_1\ , T[$, le transistor et la diode sont bloqués. Les courants i_P et i_S sont nuls. Donc le flux dans le circuit magnétique est nul ainsi que les tensions aux bornes des bobinages. *(voir les courbes ci-après)*

3 – c) Sur l'intervalle $]0\ , to[$, $\dfrac{d(i_P(t))}{dt}$ est égal au coefficient directeur du segment de droite $i_P(t)$:

$\Rightarrow \dfrac{d(i_P(t))}{dt} = \dfrac{\Delta i_P}{to} = \dfrac{I_{P_{max}}}{to} = \dfrac{\Re.V_A}{{N_1}^2} \quad \Rightarrow I_{P_{max}} = \dfrac{\Re.V_A.to}{{N_1}^2}$. De même $\varphi(to^-) = \varphi(to^+) = \dfrac{V_A}{N_1}.to$

$$i_P(to^+) = 0 \Rightarrow i_S(to^+) = \frac{\Re.\varphi(to^+)}{N_2} = \frac{\Re.V_A.to}{N_1.N_2} = I_{S_{max}}$$

3 – d)

- Dans un ensemble électrique en régime périodique, la puissance active est conservative.

Donc la puissance active fournie par la source « V_A » est égale à la puissance active consommée par le transistor + la puissance active consommée par le transformateur + la puissance active consommée par la diode + la puissance active consommée par le condensateur + la puissance active consommée par la résistance « R » :

$$P = V_A.I_{P_{moy}} = 0 + 0 + 0 + 0 + \frac{{V_{CH}}^2}{R}$$

- En raisonnant à partir de l'aire sous la courbe $i_P(t)$ sur un intervalle d'une période, on en déduit :

$$I_{P_{moy}} = \frac{I_{P_{max}}.to}{2.T} = \frac{\left(\dfrac{\Re.V_A.to}{{N_1}^2}\right).to}{2.T} = \frac{\Re.V_A.to^2}{2.{N_1}^2.T}$$

$$\Rightarrow \frac{{V_{CH}}^2}{R} = \frac{\Re.{V_A}^2.to^2}{2.{N_1}^2.T} \Leftrightarrow V_{CH} = \frac{V_A.to}{N_1}\sqrt{\frac{R.\Re}{2.T}} = V_A.\frac{to}{T}.\sqrt{\frac{\Re.T.R}{2.{N_1}^2}}$$

démagnétisation incomplète démagnétisation complète