X

M : oH

Département de Génie Electrique
4ème année Electrotechnique

15 mai 2001

3ème EMD d'Electronique de puissance

Exercice 1 :

Soit le hacheur de cuk utilisé comme alimentation à découpage, débitant dans une résistance pure R de la figure 1.
Le transistor T_p est commandé dans l'intervalle $[0, \alpha T]$ où T est la période de découpage et α est le rapport cyclique.

1) Tracer sur la période T les ondes de i_e, i_1, i_c, v_c et i_{DRL}.
2) Exprimer les valeurs moyennes de u_s, i_1 et i_e en fonction de α, r_1/R et r_2/R.
3) Pour r_2 négligeable et $r_1/R=1/16$. Déterminer la valeur maximale $(U_s)_{moy}$.
4) En négligeant les résistances r_1 et r_2, comment dimensionner C_d et l_2 pour que les ondulations maximales de u_s et i_1 soient de 10%. (E_s=50 V ; f=1/T=100 kHz).

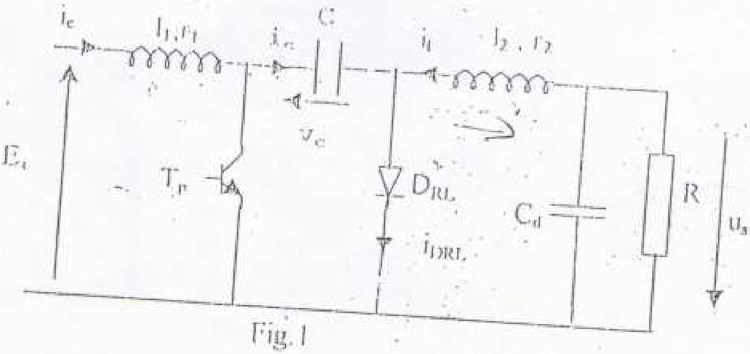


Fig. 1

Exercice 2 :

La figure 2 schématise le montage d'un redresseur à facteur de puissance unitaire réalisé par un hacheur H alimenté par un pont à diodes.
Le hacheur est fermé dans l'intervalle $[t_1, t_2]$ selon la commande de la figure 3. T est la période de la tension de la source $v_s=V_m\sin(2\pi t/T)$ et $0<r<1$. Le courant de charge I_d est supposé parfaitement lissé.

1) Tracer les ondes de u_d et i_s sur une période T. Déterminer en fonction de r la valeur moyenne de u_d ainsi que la valeur efficace du courant de source i_s.
2) Déterminer en fonction de r la valeur efficace du fondamental du courant de source et exprimer le facteur de puissance Fp du montage. Calculer Fp pour r=0.5.

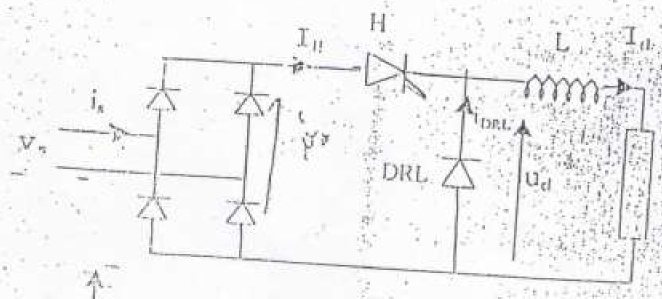


Fig. 2

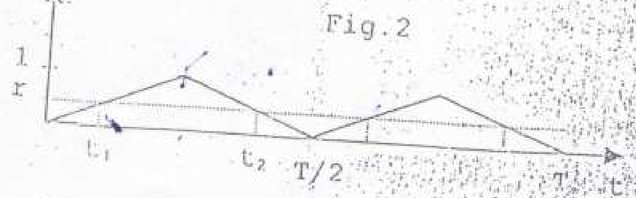


Fig. 3

EMD3 200 (1) E.Puissance

Exercice n° (2)

① les ondes u_d , i_s sur la période T :

si [H conducteur ; D bloquée :

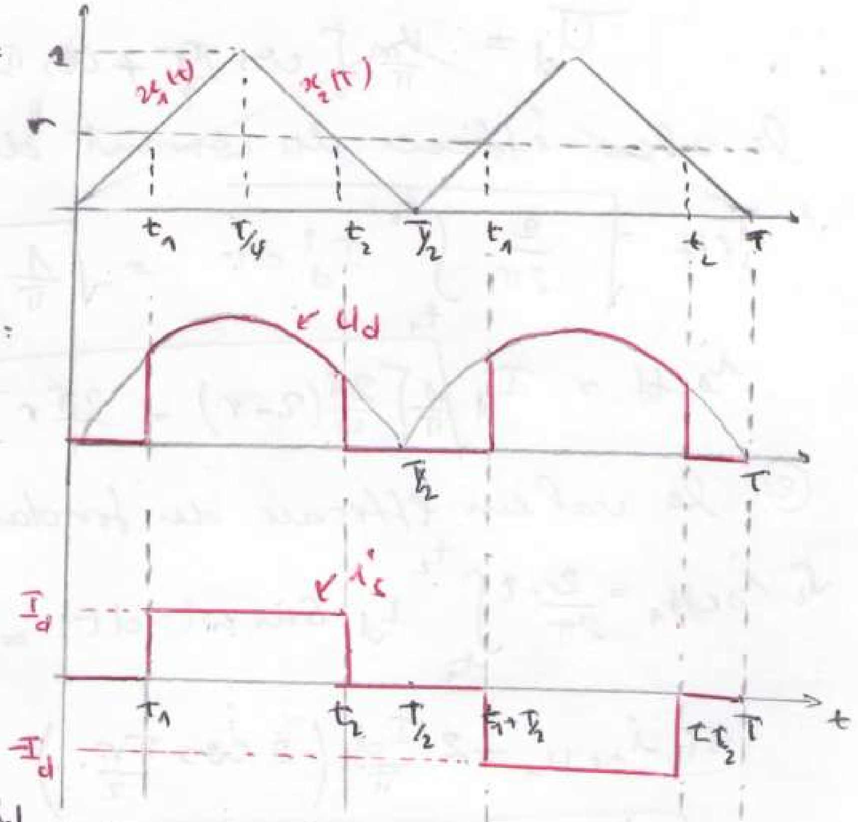
$I_H = i_s = I_d$,

$u_d = v_s$

Si H ouvert ; D passante :

$i_{DRL} = I_d$; $I_H = i_s = 0$

$u_d = 0$



② Les valeurs moyennes : u_d ,

$$\overline{u_d} = \frac{2}{2\pi}\int_{t_1}^{t_2} V_m \sin\omega t \, dt = \frac{2}{2\pi} V_m \left[\cos\omega t_1 - \cos\omega t_2\right]$$

$$i_{s\,eff} = \sqrt{\frac{2}{T}\int_{t_1}^{t_2} I_d^2 \, dt} = \sqrt{\frac{2}{T} I_d^2 (t_2 - t_1)}$$

cherchons t_2 , t_1 :

$x_1(t) = at + b$ $\Rightarrow$ $\left| \begin{array}{l} x_1(0) = b = 0 \\ x_1(\frac{T}{4}) = 1 = \frac{aT}{4} \end{array} \right. \Rightarrow a = \frac{4}{T}$

donc $\boxed{x_1(t) = \frac{4}{T}t + \cancel{b}}$

$x_2(t) = at + b$ $\Rightarrow$ $\left| \begin{array}{l} x_2(\frac{T}{4}) = a\frac{T}{4} + b = 1 \\ x_2(\frac{T}{2}) = a\frac{T}{2} + b = 0 \end{array} \right. \Rightarrow a\frac{T}{4} = -1 \Rightarrow a = -\frac{4}{T}$

$b = 2$

$\boxed{x_2(t) = -\frac{4}{T}t + 2}$

donc : $x_1(t_1) = \frac{4}{T}t_1 = r \Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{Tr}{4}}$

$x_2(t_2) = -\frac{4}{T} t_2 + 2 = r \Rightarrow -\frac{4}{T} t_2 = r - 2 \Rightarrow \boxed{t_2 = \frac{T}{4}(2-r)}$

donc : $\overline{U_d} = -\frac{1}{\pi} V_m [\cos \omega t_2 - \cos \omega t_1)$

$$\overline{U_d} = -\frac{1}{\pi} V_m \left[\cos \frac{\pi}{2}[2-r] - \cos \frac{\pi r}{2} \right)$$

$$\overline{U_d} = \frac{V_m}{\pi} \left[\cos \frac{\pi r}{2} + \cos \frac{\pi r}{2} \right] = \boxed{\frac{2 V_m}{\pi} \cos \frac{\pi r}{2}}$$

la valeur efficace du courant de source :

$$i_{seff} = \sqrt{\frac{2}{2\pi} \int_{t_1}^{t_2} I_d^2 \, dt} = \sqrt{\frac{1}{\pi} I_d^2 (t_2 - t_1)}$$

$$i_{seff} = I_d \sqrt{\frac{1}{\pi} \left[\frac{2\pi}{4}(2-r) - \frac{2\pi}{4} r \right]} = \boxed{I_d \sqrt{1-r}}$$

② la valeur efficace du fondamentale : i_{1seff}

$$\sqrt{2}\, i_{seff_1} = \frac{2 \cdot 2}{2\pi} \int_{t_1}^{t_2} I_d \sin \omega t \, dt = \frac{1}{\pi} I_d (\cos t_1 - \cos t_2)$$

$$\sqrt{2}\, i_{seff_1} = 2 \frac{I_d}{\pi} \left(2 \cos \frac{\pi r}{2} \right) \Rightarrow$$

$$\boxed{i_{seff_1} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} I_d \cos \frac{\pi r}{2}}$$

le facteur de puissance : $F_p = \frac{i_{1seff}}{i_{seff}} = \frac{\frac{2\sqrt{2}\, \cancel{I_d}}{\pi} \cos \frac{\pi r}{2}}{\cancel{I_d} \sqrt{1-r}}$

$$\Rightarrow \boxed{F_p = \frac{2\sqrt{2} \cos \frac{\pi r}{2}}{\pi \sqrt{1-r}}}$$

$\boxed{F_p (r = 0{,}5) = 90\,\%}$