

## EXAMEN FINAL

### Question de cours : (2pts)

- Quelles sont les intérêts du redressement commandé ?

— Modification et régulation de tension obtenue  
— du facteur de puissance.  
— Possibilité de récupération de l'énergie.

- Compléter le tableau suivant par OUI ou NON :

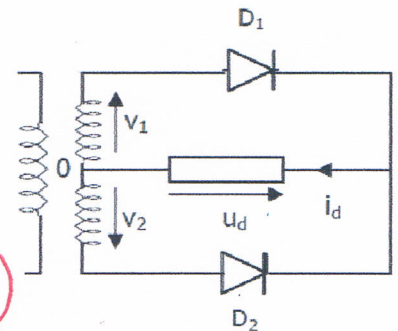
|           | Réversible en tension | Réversible en courant | Commandable à la fermeture | Commandable à l'ouverture |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|
| Diode     | Non                   | Non                   | Non                        | Non                       |
| Thyristor | Oui                   | Non                   | Oui                        | Non                       |

### Exercice 1 : (8pts)

Soit le montage de la figure ci-contre. On donne  $V_1 = -V_2 = 220 \sin(\omega t)$

I. Soit le montage débit sur une charge R.

- 1) Ecrire le fonctionnement de ce montage dans une période de  $2\pi$ .



1) Ce redresseur est appelé : Redresseur  
biphasé non commandé simple voie.  
ou : redresseur à point milieu.

2) Fonctionnement :

Pour :  $0 < \omega t < \pi$

$V_1 > 0$  ;  $V_1 > V_2 \Rightarrow D_1$  conduit  
 $\Rightarrow V_{D1} = 0$

V l'état des diodes on a :

$$\begin{cases} V_1 = V_{D1} + U_d & \text{--- (1)} \\ V_2 = V_{D2} + U_d & \text{--- (2)} \end{cases}$$

$$U_d = V_1 = V_m \sin \omega t$$

$$V_{D2} = 2V_2 < 0 \\ \Rightarrow D_2 \text{ bloqué.}$$

Pour :  $\pi < \omega t < 2\pi$

$V_2 > 0$ ,  $V_2 > V_1 \Rightarrow D_2$  conduit  $\Rightarrow V_{D2} = 0$

$$U_d = V_2 = -V_m \sin \omega t$$

$$V_{D1} = V_1 - V_2 = 2V_1 < 0 \\ \Rightarrow D_1 \text{ bloquée.}$$

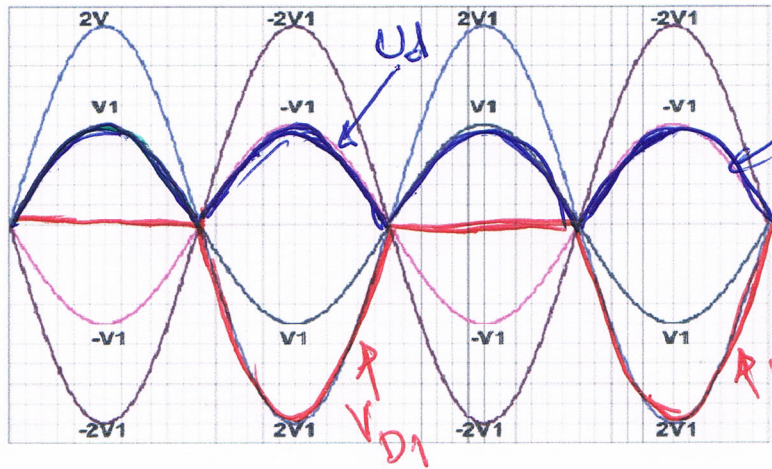
$$U_d = \begin{cases} V_m \sin \omega t & 0 < \omega t < \pi \\ -V_m \sin \omega t & \pi < \omega t < 2\pi \end{cases}$$

$V_{D1}?$

$$V_{D1} = \begin{cases} 0 & \text{si } D_1 \text{ conduit} \\ 2V_1 & \text{si } D_1 \text{ bloqué.} \end{cases}$$



2) Tracer la forme de la tension redressée et de la tension inverse aux bornes d'une diode  $D_1$ .



3) Calculer la valeur moyenne de la tension redressée et déduire la valeur moyenne du courant redressé.

La valeur moyenne de  $U_d$  :

$$\bar{U}_d = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi V_m \sin \theta d\theta$$

$$\bar{U}_d = \frac{2V_m}{\pi}$$

$$\bar{I}_d = \frac{\bar{U}_d}{R} = \frac{2V_m}{\pi R}$$

Facteur de forme et Taux d'ondulation

$$U_{eff} = \left( \frac{1}{\pi} \int_0^\pi V_m^2 \sin^2 \theta d\theta \right)^{1/2} \Rightarrow U_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$F = \frac{U_{eff}}{\bar{U}_d} = 1.11$$

$$\tau = \sqrt{F^2 - 1} = 48.2\%$$

II. En remplaçant les diodes du montage précédent par des thyristors, et  $Q = \frac{L\omega}{R}$  ; On demande :

a) On indiquera la forme de la tension redressée et la tension inverse aux bornes de  $Th_1$  (pour  $\alpha = \pi/6$  (conduction continue))

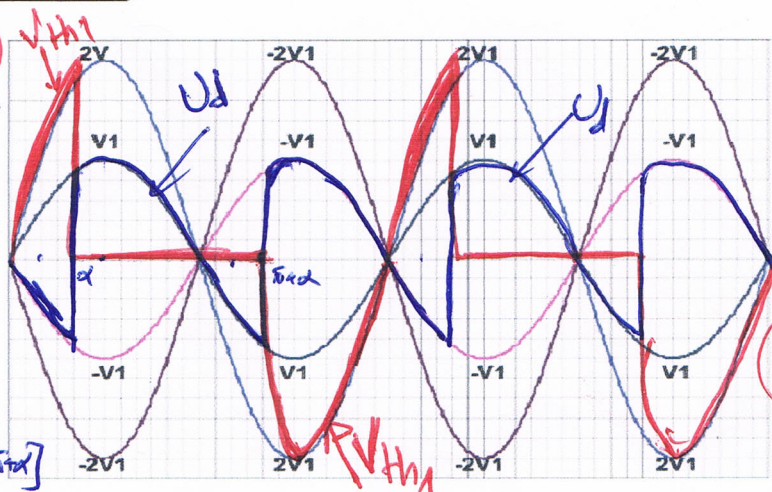
Fonctionnement

- Sur  $[\alpha, \pi + \alpha]$ ,  $Th_1$  conduit  $\Rightarrow U_d = V_1$

- Sur  $[\pi + \alpha, 2\pi + \alpha]$ ,  $Th_2$  conduit  $\Rightarrow U_d = V_2$

La tension redressée

$$U_d = \begin{cases} V_1 \sin \theta & \text{sur } [\alpha, \pi + \alpha] \\ V_2 \sin \theta & \text{sur } [\pi + \alpha, 2\pi + \alpha] \end{cases}$$



b) Calculer la valeur moyenne de la tension redressée.

$$\bar{U}_d = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi+\alpha} V_m \sin \theta d\theta = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha$$

$$\bar{U}_d = \frac{2V_m}{\pi} \cos \alpha$$

Tension inverse  $V_{th1}$

$$V_{th1} = \begin{cases} 0 & \text{si } Th_1 \text{ conduit} \\ V_1 & \text{si } Th_1 \text{ et } Th_2 \text{ sont bloqués} \\ V_2 & \text{si } Th_2 \text{ conduit} \end{cases}$$



## Exercice 2 : (10pts)

On désire alimenter une charge de type «  $R-L$  » par un hacheur dévolteur, alimenté par une source de tension continue  $E$  supposée parfaite, comme l'indique la figure suivante :

Les semi-conducteurs  $H$  et  $D$  sont des interrupteurs, supposés parfaits.

L'interrupteur  $H$  est commandé à la fermeture et à l'ouverture, par une carte de commande, comme suit :

\* 1<sup>ère</sup> phase : pour  $t \in [0, \alpha T]$ ,  $H$  est commandé.

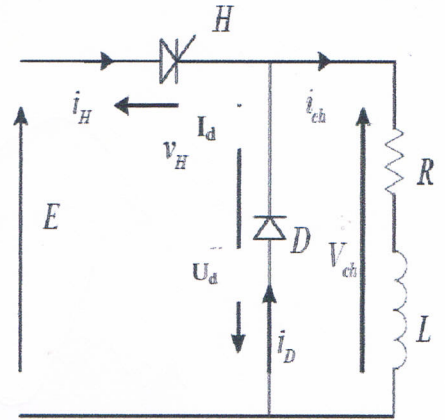
\* 2<sup>ème</sup> phase : pour  $t \in [\alpha T, T]$ ,  $H$  est bloqué.

Sachant que :  $E = 100V$  ;  $R = 1\Omega$  ;  $L = 100\text{ mH}$

$T$  : est la période de fonctionnement du hacheur ;  $T = 10\text{kHz}$ .

$\alpha$  : est le rapport cyclique du hacheur ;  $\alpha = 0.4$

Le régime de fonctionnement est supposé continu.



1) Analyser le fonctionnement du hacheur durant une période de fonctionnement et déterminer l'expression instantanée de  $U_d(t)$  et  $I_d(t)$ .

2) Calculer la valeur moyenne de  $U_d(t)$  et  $I_d(t)$ .

3) Déterminer les expressions de  $I_{dmin}$  et  $I_{dmax}$  respectivement valeur **min** et **max** du courant dans la charge.

4) Représenter alors l'allure  $I_d(t)$  et  $U_d(t)$  et en déduire celle de :

➤  $i_H(t)$ , courant dans l'interrupteur  $H$ .

➤  $i_D(t)$ , courant dans la diode  $D$ .

1) Fonctionnement :

\*  $H$  est fermé,  $t \in [0, \alpha T]$

$$U_d = E, I_d = \frac{E}{R} \quad (1)$$

\*  $H$  est ouvert,  $t \in [\alpha T, T]$

$$U_d = 0, I_d = 0 \quad (1)$$

2) Valeurs moyennes :

$$\overline{U_d} = \frac{1}{T} \int_0^T U_d(t) dt \Rightarrow \overline{U_d} = \alpha E = 40V$$

$$\overline{I_d} = \frac{\overline{U_d}}{R} = \frac{\alpha E}{R} = 40A \quad (1)$$

3)  $I_{dmax}$  et  $I_{dmin}$  :

$\alpha T < t < T$  phase active

$$R I_d + L \frac{dI_d}{dt} = E$$

$$I_d(t) = (I_{dmin} - \frac{E}{R}) \exp(-\frac{t}{\tau}) + \frac{E}{R}$$

$$I_{dmax} = (I_{dmin} - \frac{E}{R}) \exp(-\frac{\alpha T}{\tau}) + \frac{E}{R}$$

Pour  $\alpha T < t < T$  Phase de roue libre

$H$  bloqué,  $D$  est passant  $\Rightarrow U_d = 0$

$$I_d(t) = I_{dmax} \exp(-\frac{t - \alpha T}{\tau}) \quad (B)$$

$$I_{dmin} = I_{dmax} \exp(-\frac{T - \alpha T}{\tau}) \quad (B)$$

Finalment :

$$I_{dmax} = \frac{1 - \exp(-\frac{\alpha T}{\tau})}{1 - \exp(-\frac{T}{\tau})} \cdot \frac{E}{R} \quad (1)$$

$$I_{dmin} = \frac{1 - \exp(-\frac{T}{\tau})}{1 - \exp(-\frac{\alpha T}{\tau})} \cdot \frac{E}{R} \quad (1)$$

