Université Badji Mokhtar Annaba  Jeudi 19/01/2023
Faculté de Technologie  Durée : 1h30
Département d'électronique

**EMD : Electronique de puissance**

S5 L3 Automatique

**EX No : 1 (14points)** Soit un redresseur non commandé P3 qui alimente une charge ohmique R. Les tensions d'alimentation du P3 sont des tensions triphasées et équilibrées (Vmax =220 v, fréquence=50Hz, R=10 Ω).

2 **a-** Dessiner le schéma électrique.

2 **b-** **b1** -Tracer la tension aux bornes de la charge. **b2** -qu'elle est sa fréquence. b3- indiquer la tension de crête et la période .

2 **c-** Tracer la tension inverse de la diode D3 lorsque D1 est passante .Donner la valeur maximale de la tension inverse de D3 .

2 **d-** Montrer les instants de commutation de chaque diode.

4 **e-** Calculer la tension moyenne puis la tension efficace aux bornes de la charge.

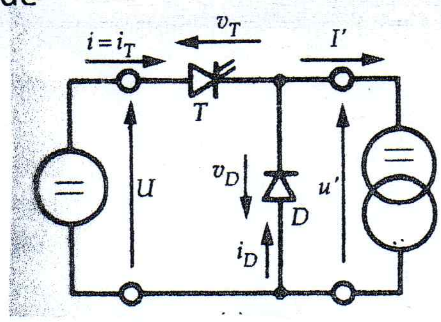
2 **f-** Qu'elle est votre conclusion par rapport au courant de la charge.

**EX No : 2 (6points)** Soit le hacheur série ci-dessous avec les hypothèses suivantes : Le transistor de hachage et la diode de roue libre sont parfaits. Les générateurs source de tension et source de courant sont aussi parfaits (**U**=Constante, **I'**=Constante). **α** : est le rapport cyclique et **T** : la période du signal de commande au niveau de la base du transistor.

1 **a-** Que signifie hacheur directe.

1 **b-** Que signifie les variables qui sont écrites en minuscule et d'autres en majuscule.

1 **c-** Quand le transistor est passant, trouver l'équation de $u'$, $i$ , $v_T$ ,$i_T$ , $v_D$ , $i_D$



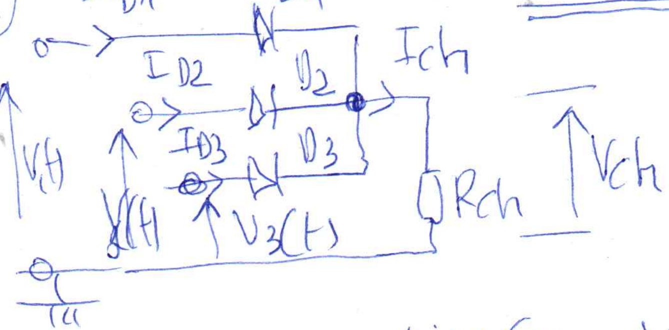

1 **d**-Quand le transistor est non passant reprendre la question c-.

1 **e**-Représenter les formes d'ondes en respectant ce qui est trouvé en c- et en d-.

1 **f**-Trouver l'équation de **U'** et de **I**
(**U'**est la moyenne de $u'$et **I** est la moyenne de $i$ ).

# Solution Ex n°1 :

(a) redresseur P3




par hypothèse : en temporel

$V_1(t) = V_m \sin(\omega t)$

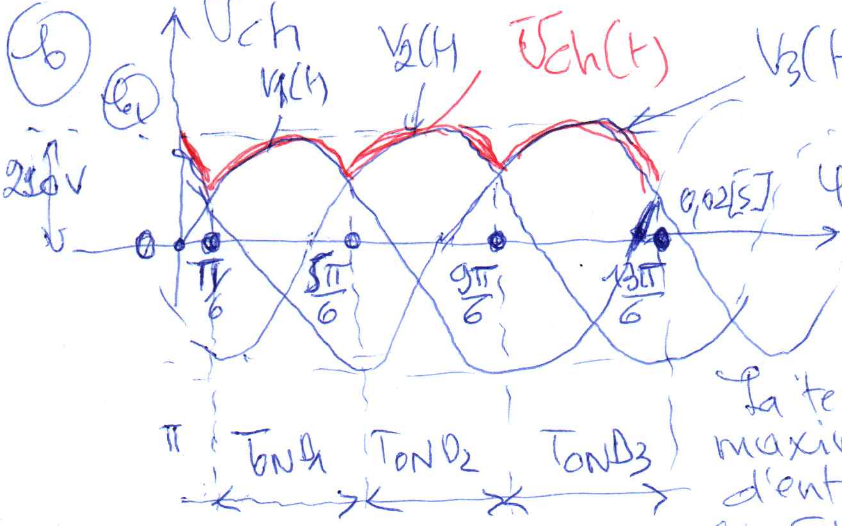
$V_2(t) = V_m \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})$

$V_3(t) = V_m \sin(\omega t + \frac{4\pi}{3})$

en diagrame de fresnel nous avons la représentation correspondante suivante.


Définition : $\pi/6_{rad} \simeq 30°$ c'est l'angle de commutation naturelle ou $V_1(t) = V_3(t)$

(b) (b1)




$\varphi = \omega t$ [rads]

$t = [s]$

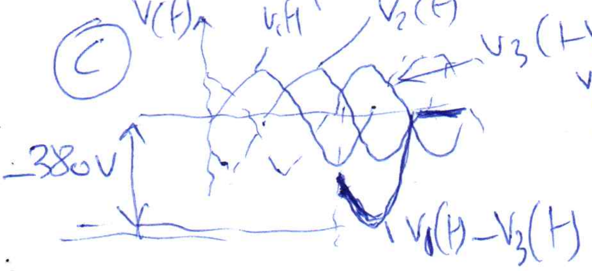
La tension $V_{ch}$ correspond au maximum de toutes les tensions d'entrées donc c'est la courbe en rouge (calottes) ou enveloppe du signal d'entrée.

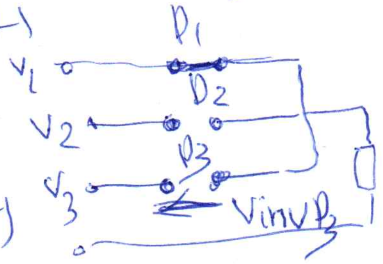
(b2) – la fréquence de $V_{ch}$ = fréquence réseau x 3 = 50Hz x 3 = 150HZ

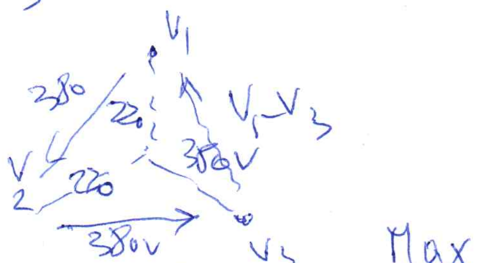
– la tension crête correspond aux maximum de $V(t) \rightarrow$ 220V

– la période de $V_{ch}$ = $\frac{T_{réseau}}{3} = \frac{0,02S}{3} = 0,00666S$

(c)




$V_{inv D_3} = V_1(t) - V_3(t) \xrightarrow{Max} = 380V$

(d) $T_{ON} D_1 = [\frac{\pi}{6} \quad \frac{5\pi}{6}]$

$T_{ON} D_2 = [\frac{5\pi}{6} \quad \frac{9\pi}{6}]$

$T_{ON} D_3 = [\frac{9\pi}{6} \quad \frac{13\pi}{6}]$

(e) $v_{moy} = \frac{1}{\frac{2\pi}{3}} \int_{\pi/6}^{\frac{5\pi}{6}} V_M \sin\varphi \, d\varphi = +\frac{3V_M}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sin\varphi \, d\varphi = ?$

$\int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sin\varphi \, d\varphi = -\cos\varphi \Big|_{\pi/6}^{5\pi/6} = -\left[\cos\frac{5\pi}{6} - \cos\pi/6\right] \sim$

$-\left[\cos 150^\circ - \cos 30\right] = -\left[\cos(180-30) - \cos(30^\circ)\right] =$

$-\left[-\cos 30 - \cos 30^\circ\right] = +2\cos 30 = 2\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}$

donc :

$$\boxed{v_{moy} = \frac{3V_M}{2\pi} \cdot \sqrt{3}}$$

qui s'identifie avec

$v_{d_0} = \frac{q}{\pi} V_M \sin\left(\frac{\pi}{q}\right)$ ou $q = 3 \Longrightarrow$

$v_{d_0} = \frac{3}{\pi} V_M \sin\left(\pi/3\right) = \frac{3}{\pi} V_M \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$V_{eff}^2 = \frac{1}{\frac{2\pi}{3}} \int_{\pi/6 \sim 30°}^{\frac{5\pi}{6} \sim 150°} V_M^2 \sin^2\varphi \, d\varphi = \frac{3V_M^2}{2\pi} \int_{30°}^{150°} \sin^2\varphi \, d\varphi = ?$$

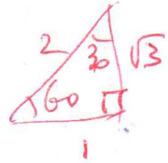
$$\int \sin^2\varphi \, d\varphi = \int \frac{1-\cos 2\varphi}{2} d\varphi = \int \frac{d\varphi}{2} - \int \frac{\cos 2\varphi \, d2\varphi}{4}$$

$$\int_{\pi/6}^{5\pi/6} \frac{d\varphi}{2} = \frac{\varphi}{2}\Big|_{\pi/6}^{5\pi/6} = \frac{1}{2}\left(\frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{4\pi}{2 \cdot 6} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$$

$$\int_{\pi/6}^{5\pi/6} \frac{\cos 2\varphi \, d2\varphi}{4} = \frac{\sin 2\varphi}{4}\Big|_{\pi/6}^{5\pi/6} = \frac{1}{4}\left[\sin\left(\frac{5\pi}{3}\right) - \sin(\pi/3)\right] \sim$$

$$\frac{1}{4}\left[\sin 300 - \sin 60\right] = \frac{1}{4}\left[\sin(360-60) - \sin 60\right]$$

$$\frac{1}{4}\left[-\sin 60 - \sin 60\right] = -\frac{1}{4} \cdot 2 \sin 60 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$= -\sqrt{3}/4$$




donc $\int \sin^2 d\varphi = \frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4}$ et puis

$$V_{eff}^2 = \frac{3V_M^2}{2\pi} \cdot \left(\frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4}\right) \Rightarrow V_{eff} = V_M \sqrt{\frac{3}{2\pi}\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4}\right)}$$

$$\boxed{V_{eff} = V_M \sqrt{\frac{3}{2\pi}\left(\frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4}\right)}}$$

(f) * la charge est ohmique le courant de charge "Ich" ne subit pas de déphasage par rapport à l'"enveloppe de tension.

* le courant de charge moyenne ($I_{ch\,moy}$) et efficace "$I_{eff\,ch}$" sont définis par les formules précédentes il suffit de remplacer dans les formules $V_M$ par $\frac{V_M}{R}$.

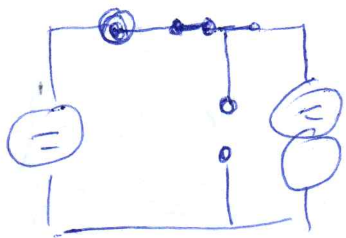
## Solution Ex N° 2 :

(a) Les hacheurs directs reliant un générateur et un récepteur qui se comportent l'un comme source de tension l'autre comme source de courant conformément à la règle de l'alternance des sources. Ils ne comportent que des interrupteurs qui permettent d'agir sur les connexions entre le générateur et le récepteur,

(b) - Les variables en minuscule désigne les tensions et les courants instantanés.

- Les variables en majuscule désigns les tensions et les courants moyens.

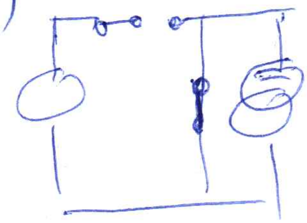
(c) Quand T est passant (fermé)



$u' = V$ , $i = I'$

$v_T = 0$ , $i_T = I'$ , $v_D = -V$ , $i_D = 0$

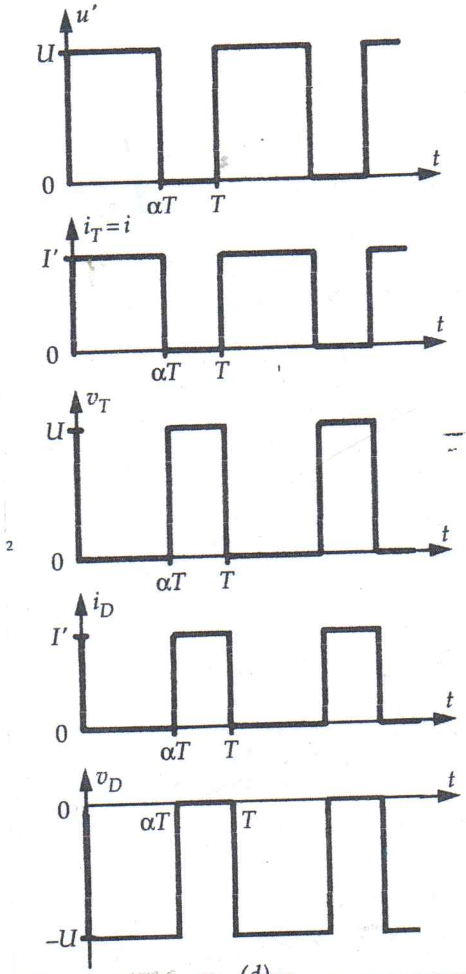
(d) quand T est non passant (ouvert)



$u' = 0$ , $i = 0$

$v_T = +V$ , $i_T = 0$ , $v_D = 0$ , $i_D = I'$

(e)



(d)

(f) $\boxed{U' = \alpha U}$ $\boxed{I = \alpha . I'}$ $\Rightarrow$ "le hacheur se comporte comme un transformateur idéal de rapport de transformation $\alpha$"