

Electronique de puissance avancée**TD n° 6 (exos d'examens)**

EXO2: (12pts) Un hacheur idéal (H) fonctionnant avec une fréquence de 250Hz alimente une charge R-L de valeurs respectives 5Ω et 12mH . Ce hacheur est alimenté par une tension de 100V continue et la charge est shuntée par une diode de roue libre (DRL).

On donne : le temps de fermeture (t_f) est égal à 3 fois le temps d'ouverture (t_o)

- 1) Donner le schéma du montage.
- 2) Calculer la durée de conduction du hacheur (H) et de la DRL.
- 3) Exprimer la tension et le courant de la charge en fonction du temps.
- 4) Donner les allures de la tension et du courant de la charge.
- 5) Calculer les valeurs moyennes du courant et de la tension de la charge.
- 6) Calculer l'ondulation du courant de la charge $\Delta I = (I_{\max} - I_{\min})$.

EXO2: (15pts) Une source de tension alternative monophasée parfaite $e(t) = 311 \sin(314 \cdot t)$ (Volts) alimente un redresseur mono-alternance à thyristor. Ce redresseur alimente une résistance $R = 15\Omega$. L'angle d'amorçage du thyristor est de $\alpha = 45^\circ$.

- 1) Donner le schéma du montage et expliquez le principe de son fonctionnement.
- 2) Donner les allures de la tension et du courant de la charge.
- 3) Calculer la durée de conduction du thyristor en une période.
- 4) Calculer la valeur de $V_{ch_{\text{moy}}}$ et $i_{ch_{\text{moy}}}$?
- 5) Sachant qu'un deuxième thyristor identique au premier est placé en parallèle inverse avec le premier, L'angle d'amorçage des deux thyristors est de $\alpha = 45^\circ$. Calculer V_{cheff} et I_{cheff} .

EXERCICE : (I) Donner le schéma de montage (source, convertisseur et charge) d'un gradateur monophasé à thyristors alimentant une charge R L.

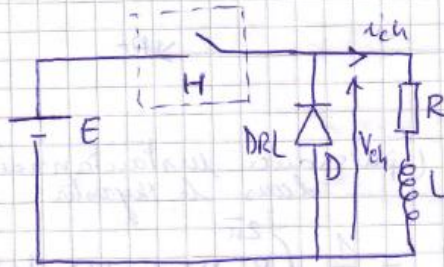
II) Pour $\cos(\varphi) = 0.6$ où $\varphi = \arctan(L\omega/R)$ et $V_{seff} = 220$ Volts, donner l'allure de la tension et l'allure du courant de la charge pour les deux cas suivants :

a) α (Thyristors) = 30° et b) α (Thyristors) = 60° .

(III) Pour les deux cas a) et b) calculer la valeur efficace de la tension aux bornes de la charge

Ex 02 :

1)



$$2) f = 250 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1000}{250} = 4 \text{ ms}$$

$$T = 3T_0 + T_0 = T_f + T_0 = 4T_0 = 4 \text{ ms} \Rightarrow T_0 = 1 \text{ ms}$$

$$T_f = 3T_0 = 3 \text{ ms}$$

 H conduit au temps égal à $T_f = 3 \text{ ms}$

 DRL conduit au temps égal à $T_0 = 1 \text{ ms}$

$$3) 0 < t < T_f \quad H \text{ fermé} \Rightarrow V_{ch} = E = 100 \text{ V}$$

$$T_f < t < T \quad H \text{ ouvert et DRL (D) fermé} \Rightarrow V_{ch} = 0$$

$$\Rightarrow V_{ch}(t) = \begin{cases} 100 \text{ V} & 0 < t < 3 \text{ ms} \\ 0 & 3 \text{ ms} < t < 4 \text{ ms} \end{cases}$$

$$i_L(t) = ?$$

$$0 < t < 3 \text{ ms}, H \text{ fermé} \Rightarrow \begin{cases} E = Ri + L \frac{di}{dt} \\ i(0) = I_m \end{cases}$$

$$i(t) = \frac{E}{R} + A e^{-\frac{R}{L}t} \Rightarrow A = I_m - \frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow i(t) = \frac{E}{R} + \left(I_m - \frac{E}{R} \right) e^{-\frac{R}{L}t} \quad (I)$$

$3\text{ms} < t < 4\text{ms}$ Houleur, DRL fermée

$$\Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E}_{ch}(t) = Ri + L \frac{di}{dt} = 0 \\ i(3\text{ms}) = I_m \end{cases} \Rightarrow i(t) = I_m e^{-\frac{R}{L}(t-3\cdot 10^{-3})} \quad (\text{II})$$

$$(I) \rightarrow i(3\text{ms}) = I_m = 20 + (I_m - 20) e^{-\frac{5}{12 \cdot 10^{-3}}(3 \cdot 10^{-3})}$$

$$I_m = 20 + (I_m - 20) e^{-\frac{5}{4}}$$

$$(II) \rightarrow i(4\text{ms}) = I_m = I_m e^{-\frac{5}{12 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-3}} \Rightarrow I_m = I_m e^{-\frac{5}{12}} \Rightarrow I_m = I_m e^{\frac{5}{12}}$$

$$I_m - I_m e^{-\frac{5}{4}} = 20(1 - e^{-\frac{5}{4}})$$

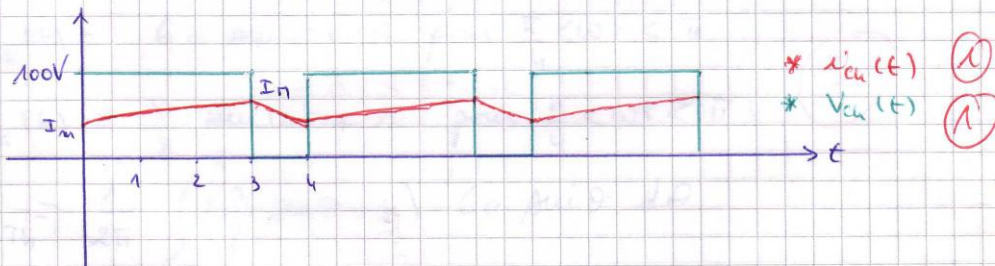
$$I_m (e^{\frac{5}{12}} - e^{-\frac{5}{4}}) = 20(1 - e^{-\frac{5}{4}})$$

$$I_m = \frac{20(1 - e^{-\frac{5}{4}})}{e^{\frac{5}{12}} - e^{-\frac{5}{4}}} = 11,6 \text{ A}$$

$$I_m = 17,6 \text{ A}$$

$$i_{ch}(t) = \begin{cases} 20 = 8,4 e^{-\frac{5}{12} \cdot 10^3 t} \text{ (A)} & 0 < t < 3\text{ms} \\ 17,6 e^{-\frac{5}{12} (t-3 \cdot 10^{-3}) \cdot 10^3} \text{ A} & 3\text{ms} < t < 4\text{ms} \end{cases}$$

4)



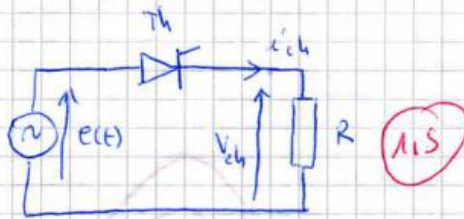
$$5) V_{ch\text{moy}} = \alpha E = \frac{T_f}{T} E = \frac{3}{4} 100 = 75 \text{ V}$$

$$I_{ch\text{moy}} = \frac{V_{ch\text{moy}}}{R} = \frac{75}{5} = 15 \text{ A}$$

$$6) \Delta I = I_n - I_m = 17,6 - 11,6 = 6 \text{ A}$$

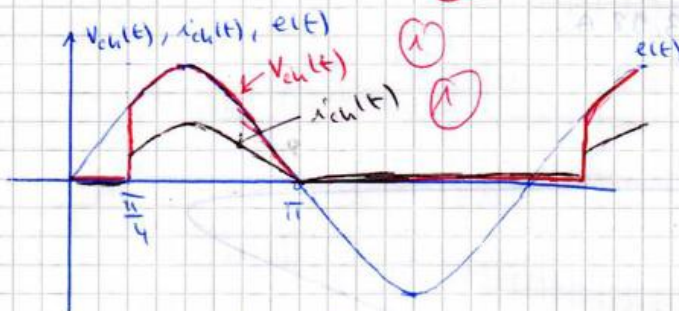
Exo: 2

1)



Durant l'intervalle $0 < \omega t < \frac{\pi}{4}$ le Thyristor se polarise en direct mais il ne reçoit d'impulsion donc il va rester bloqué. A $\omega t = \frac{\pi}{4}$ Th reçoit une impulsion donc il va rentrer en conduction et on aura $V_{ch}(t) = e(t) = R i_{ch}(t) = 311 \sin 314t \text{ (V)} \Rightarrow i_{ch}(t) = \frac{311}{15} \sin 314t \text{ (A)}$ et cela va durer jusqu'à ce que $i_{ch}(t) = 0$ à savoir $\omega t = \pi$ à cet instant le Thyristor se bloque et il va rester bloqué jusqu'à la prochaine impulsion du Thyristor c'est à dire à $\omega t = 2\pi + \frac{\pi}{4}$ et ainsi de suite...

2)



3) Th conduit entre $\frac{\pi}{4} < \omega t < \pi$ c'est à dire $\frac{T}{8} < \omega t < \frac{T}{2}$

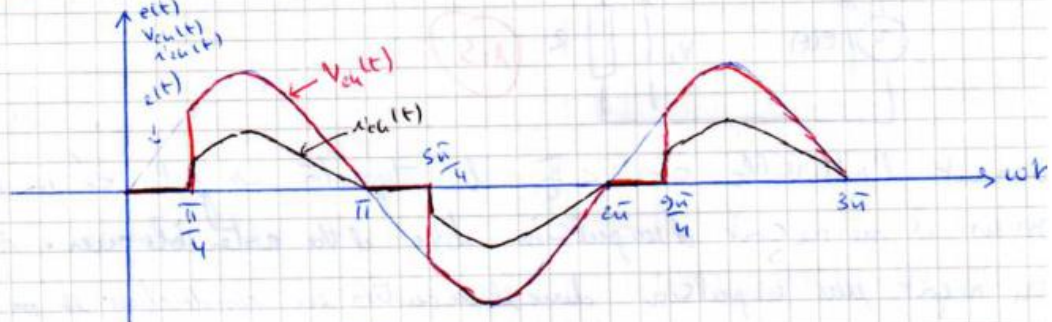
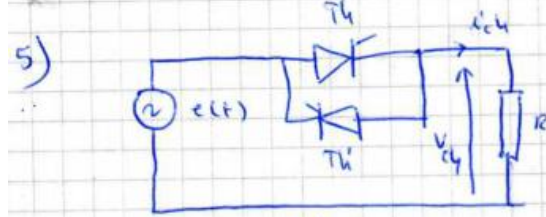
La durée de conduction est de $\frac{T}{2} - \frac{T}{8} = \frac{3T}{8}$

$T = 20 \text{ ms}$ ($f = 50 \text{ Hz}$) $\Rightarrow$ La durée de conduction est de

$$\frac{3T}{8} = \frac{3 \times 20}{8} = 7.5 \text{ ms.}$$

$$\begin{aligned}
 4) V_{ch} &= \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} V_{ch}(t) d\omega t = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t = \frac{V_m}{2\pi} \left[-\cos \omega t \right]_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} \\
 &= \frac{V_m}{2\pi} \left[1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right] = \frac{311}{2\pi} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = 84.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$i_{ch moy} = \frac{V_{ch moy}}{R} = 5,63 \text{ A} \quad (2)$$

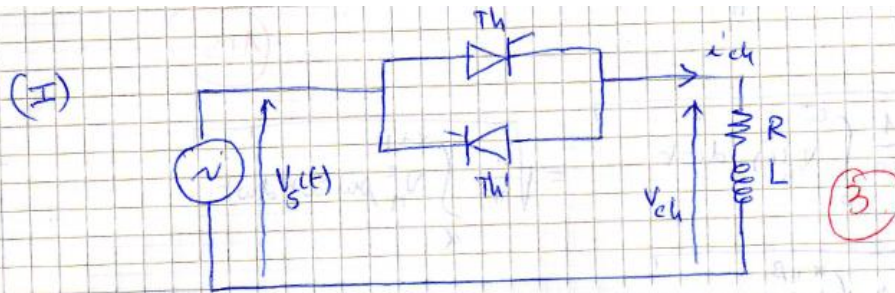


c'est un montage Gradateur.

$$V_{ch eff} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} e^2 V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t}$$

$$= V_{eff} \sqrt{1 - \frac{\pi}{4} + \frac{\sin \frac{\pi}{4}}{2\pi}} = 209,6$$

$$i_{ch eff} = \frac{V_{ch eff}}{R} = 13,92 \text{ A.}$$

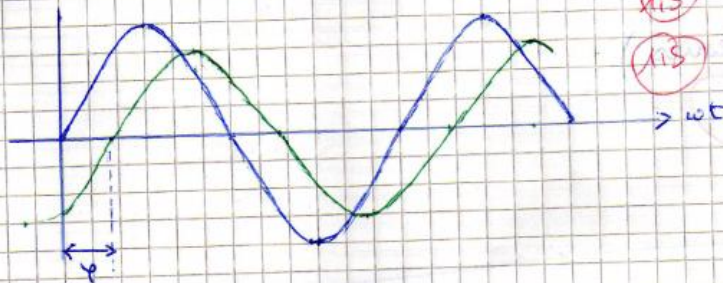


$$V_s(t) = 220\sqrt{2} \sin \omega t \text{ (V)}$$

(II) a) $\alpha = 30^\circ$

$$\varphi = \arccos 0,6 = 53,13^\circ$$

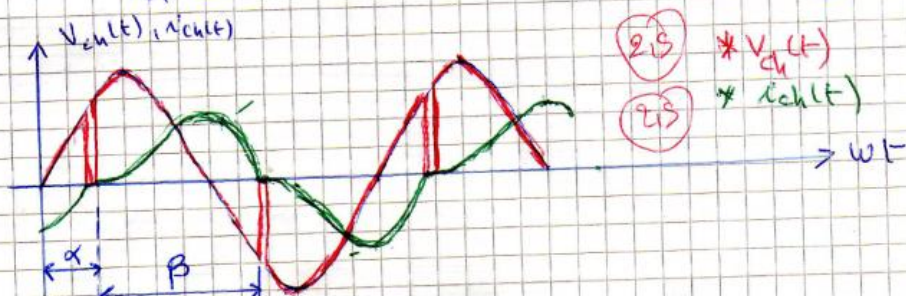
on $\varphi > \alpha \Rightarrow$ La conduction est continue c'est à dire on a toujours soit Th ou Th' fermé.



1.5 * $V_{ch}(t) = V_s(t)$
1.5 * $i_{ch}(t)$

b) $\alpha = 60^\circ$ } abaque $\beta = 170^\circ$
 $\cos \varphi = 0,6$

$$i_{ch}(t) = \begin{cases} \frac{V_m}{|Z|} \left[\sin(\omega t - \varphi) + \sin(\varphi - \alpha) e^{-\frac{R}{L\omega}(\omega t - \alpha)} \right] & \alpha \leq \omega t \leq \alpha + \pi \\ -\frac{V_m}{|Z|} \left[\sin(\omega t + \pi - \varphi) + \sin(\varphi - \alpha) e^{-\frac{R}{L\omega}(\omega t - \pi - \alpha)} \right] & \pi \leq \omega t \leq \pi + \alpha \end{cases}$$



2.5 * $V_{ch}(t)$
2.5 * $i_{ch}(t)$

III) a) $V_{\text{chef}} = V_{\text{eff}} = 220 \text{ Volts}$ car la conduction est continue

(11S)

b)

$$V_{\text{chef}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{\text{eff}}^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\beta} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t}$$

$$= V_m \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\beta} (1 - \cos 2\omega t) d\omega t} = V_{\text{eff}} \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t \right)_{\alpha}^{\alpha+\beta}}$$

$$= 220 \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\beta - \frac{1}{2} \sin 2(\alpha+\beta) + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right)}$$

(2,5)

$$= 220 \sqrt{\frac{1}{\pi} \left(\frac{170\pi}{180} - \frac{1}{2} \sin 2 \times 230 + \frac{1}{2} \sin 120 \right)} = 211,65 \text{ Volts.}$$

Cour (voir cours).

(5)