جــــامعة هواري بومــــدين للعلـــــوم و التكنـــولوجيـــــا
Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d'Informatique

EMD MEL502/LGE604

EXO N°1:

Un pont monophasé à deux diodes est utilisé pour recharger une batterie d'accumulateur de f.e.m E=84.85V et une résistance R=10Ω. La tension sinusoïdale appliquée au pont à une fréquence de 50Hz. L'angle d'extinction $\theta_2=3\pi/4$.

1- Tracer sur le document-réponse n°1, avec explication les oscillogrammes suivants: $U_c(t)$, $V_{D1}(t)$, $i_c(t)$ et $i_{D1}(t)$ en précisant la valeur maximale de chacune de ces grandeurs.

2- Calculer la valeur moyenne et efficace de la tension redressée.

3- Déduire la valeur moyenne du courant qui traverse la charge et qui traverse un élément du redressement.

4- Calculer la puissance délivrée par le secondaire du transformateur sachant que i_{Deff}=1.27A.

5- Calculer la valeur moyenne de la tension aux bornes d'un élément du redressement.

EXO N°2:

Soit le montage ci-contre. Le pont est alimenté par un réseau 220V-50Hz. La charge est constituée par une résistance R=20Ω en série avec une inductance L.

On donne $\alpha=\pi/3$ l'angle de retard à l'amorçage des thyristors et $\beta=5\pi/4$ l'angle d'extinction.

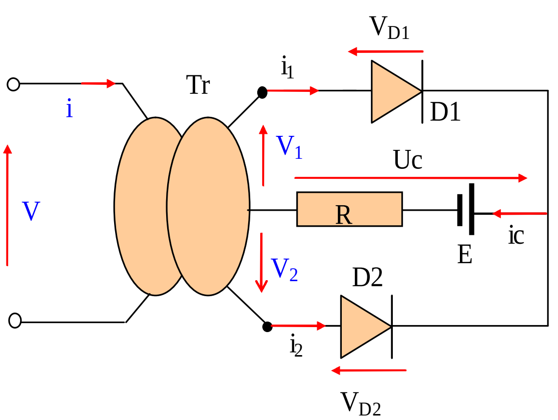
1- Tracer sur le document-réponse n°2, avec explication les oscillogrammes suivants: $U_c(\theta)$, $U_{Th1}(\theta)$, $i_c(\theta)$, $i_{Th1}(\theta)$ et $i_s(\theta)$.

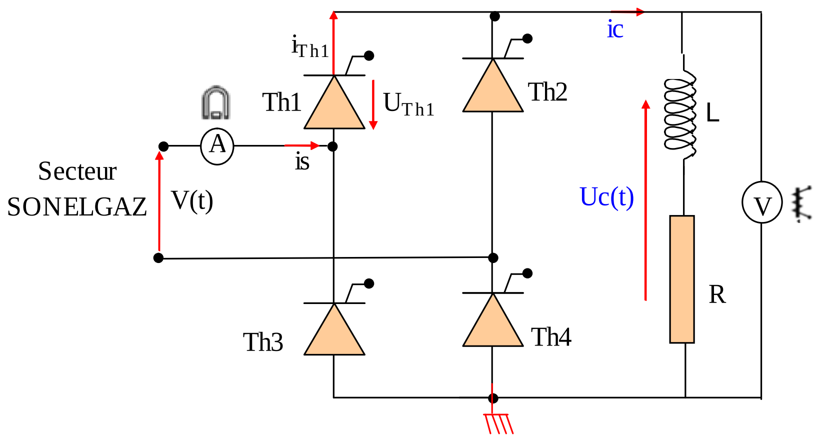
2- Quelle est l'indication du voltmètre, calculer cette valeur.

3- Donner l'expression du courant $i_c(\theta)$ sur une période.

- Exprimer la valeur moyenne du courant qui traverse la charge en fonction de celle qui traverse un élément de redressement. Calculer la valeur de ces deux courants.

5- Quelle est l'indication de l'Ampèremètre, calculer cette valeur.





NOM et PRENOM BOUCHAFAA FARID

MATRICULE : 5841003 SECTION et GROUPE : **Section B**

EXO N°01:

1- Etude de fonctionnement :

- $0 \le t \le t_1$: D_1 et D_2 bloquées : $U_c(t)=E$, $V_{D1}(t)=V_1(t)-E$ et $i_c(t)= i_{D1}(t)=0$;
- $t_1 \le t \le t_2$: D_1 passante et D_2 bloquée : $U_c(t)=V_1(t)$, $V_{D1}(t)=0$, $i_c = i_{D1} = \frac{V_1(t)-E}{R}$;
- $t_2 \le t \le \frac{T}{2}+t_1$: D_1 et D_2 bloquées : $U_c(t)=E$, $V_{D1}(t)=V_1(t)-E$ et $i_c(t)= i_{D1}(t)=0$;
- $\frac{T}{2}+t_1 \le t \le \frac{T}{2}+t_2$: D_1 bloquée et D_2 passante: $U_c(t)=V_2(t)$, $V_{D1}(t)=2V_1(t)$, $i_c = \frac{V_1(t)-E}{R}$ et $i_{D1}(t) =0$.
- $\frac{T}{2}+t_2 \le t \le T+t_1$: D_1 et D_2 bloquées : $U_c(t)=E$, $V_{D1}(t)=V_1(t)-E$ et $i_c(t)= i_{D1}(t)=0$

- Calcul de l'angle d'ouverture : $\theta_1 = \pi - \theta_2 = \pi - \frac{3\pi}{4} \Rightarrow \theta_1 = \frac{\pi}{4}$

- Calcul de la tension maximale V_M :

$$E = V_M \sin\theta_1 \Rightarrow V_M = \frac{E}{\sin\theta_1} = \frac{84.85}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} = 120\,V$$

- Valeurs maximales :

- *Tension redressée :* $U_{c\,max} = V_M = 120V$
- *Tension supportée par la diode :* $V_{D\,max} = 2V_M = 240V$
- *Courant qui traverse la charge:* $I_{cmax} = \frac{V_M - E}{R} = 3.51A$
- *Courant qui traverse une diode:* $I_{cmax} = \frac{V_M - E}{R} = 3.51A$

2- Valeurs moyennes de la tension redressée:

$$U_{cmoy} = \frac{1}{T}\int_0^T u_c(t)\,dt = \frac{1}{\pi}\left[\int_{\theta_1}^{\theta_2} V_M \sin\theta\, d\theta + \int_{\theta_2}^{\pi+\theta_1} E\, d\theta\right] = \frac{1}{\pi}\left[-V_M(\cos\theta_2 - \cos\theta_1) + E(\pi + \theta_1 - \theta_2)\right]$$

$$\Rightarrow U_{cmoy} = \frac{1}{\pi}\left[-120(\cos 3\pi/4 - \cos\pi/4) + 84.85(\pi + \pi/4 - 3\pi/4)\right] = 96.44V \Rightarrow U_{cmoy} = 96.44V$$

NOM et PRENOM BOUCHAFAA FARID

MATRICULE : 5841003 SECTION et GROUPE : **Section B**

- Valeurs efficace de la tension redressée:

$$U_{ceff}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u_c^2(t)\,dt = \frac{1}{\pi}\left[\int_{\theta_1}^{\theta_2} V_M^2 \sin^2\theta\, d\theta + \int_{\theta_2}^{\pi+\theta_1} E^2 d\theta\right] = \frac{1}{\pi}\left[V_M^2\int_{\theta_1}^{\theta_2}\frac{1-\cos 2\theta}{2}\,d\theta + \int_{\theta_2}^{\pi+\theta_1} E^2 d\theta\right]$$

$$\Rightarrow U_{ceff} = \sqrt{\frac{V_M^2}{2\pi}\left[\theta - \frac{\sin 2\theta}{2}\right]_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{3\pi}{4}} + E^2[\theta]_{\frac{3\pi}{4}}^{\frac{5\pi}{4}}}$$

$$\Rightarrow U_{ceff} = \sqrt{\left[\frac{120^{\,2}}{2\pi}\left[\left(\frac{3\pi}{4}-\frac{\pi}{4}\right) - \frac{1}{2}\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right) + \frac{1}{2}\sin\left(\frac{3\pi}{2}\right)\right] + (84.85)^{\,2}\left[\frac{5\pi}{4}-\frac{3\pi}{4}\right]\right]} \Rightarrow U_{ceff} = 97.42V$$

3- Valeurs moyennes du courant qui traverse la charge:

$$I_{cmoy} = \frac{U_{cmoy} - E}{R} = \frac{96.44 - 84.85}{10} = 1.159A$$

- Valeurs moyennes du courant qui traverse un élément du redressement :

$$I_{Dmoy} = \frac{I_{cmoy}}{2} = \frac{1.159}{2} = 0.579\,A$$

4- Puissance délivrée par le secondaire du transformateur :

$$P_S = u_{ceff}.i_{ceff} = u_{ceff}.\sqrt{2}i_{Deff} = 97.42\sqrt{2}.1.27 = 174.\,97\,VA$$

5- Valeur moyenne de la tension aux bornes d'un élément du redressement :

$$\mathrm{U}_{Dmoy} = \frac{1}{T}\int_0^T \mathrm{U}_D(t)\,dt = \frac{1}{2\pi}\left[\int_{\theta_2}^{\pi+\theta_1}(\mathrm{V}_M\sin\theta - \mathrm{E})\,d\theta + \int_{\theta_2}^{\pi+\theta_1} 2\mathrm{V}_M\sin\theta\, d\theta + \int_{\pi+\theta_2}^{2\pi+\theta_1}(\mathrm{V}_M\sin\theta - \mathrm{E})\,d\theta\right]$$

$$\Rightarrow \mathrm{U}_{Dmoy} = \frac{1}{2\pi}\left[\left[-\mathrm{V_M}\cos\theta - \mathrm{E}.\theta\right]_{\frac{3\pi}{4}}^{\frac{5\pi}{4}} - 2\mathrm{V}_M\left[\cos\theta\right]_{\frac{5\pi}{4}}^{\frac{7\pi}{4}} + \left[-\mathrm{V}_M\cos\theta - \mathrm{E}\theta\right]_{\frac{7\pi}{4}}^{\frac{9\pi}{4}}\right]$$

$$\Rightarrow \mathrm{U}_{Dmoy} = -96.44\,V$$

NOM et PRENOM BOUCHAFAA FARID

MATRICULE : 5841003 SECTION et GROUPE : **Section B**

EXO N°02:

- Calcul de l'angle φ : $\beta = \pi + \varphi \Rightarrow \varphi = \pi - \beta = \frac{5\pi}{4} - \pi \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4}$

Etude de fonctionnement :

$0 \le \theta \le \varphi$: Th_2-Th_3 passants et Th_1-Th_4 bloqués :

$U_c(t)=-V(t)$, $U_{Th1}(t)=V(t)$, $i_c(t)\neq 0$, $i_{Th1}(t)=0$ et $i_s(t)=-i_{Th3}(t)=-i_c(t)$;

$\varphi \le \theta \le \alpha$: Le pont est bloqué : $U_c(t)=0$, $U_{Th1}(t)=V(t)$, $i_c(t)=0$, $i_{Th1}(t)=0$ et $i_s(t)=0$;

$\alpha \le \theta \le \pi+\varphi$: Th_1-Th_4 passants et Th_2-Th_3 bloqués :

$U_c(t)=V(t)$, $U_{Th1}(t)=0$, et $i_c(t)=i_{Th1}(t)=i_s(t) \neq 0$;

$\pi+\varphi \le \theta \le \pi+\alpha$: Le pont est bloqué : $U_c(t)=0$, $U_{Th1}(t)=V(t)$, $i_c(t)=0$, $i_{Th1}(t)=0$ et $i_s(t)=0$;

$\pi+\alpha \le \theta \le 2\pi+\varphi$: Th_2-Th_3 passants et Th_1-Th_4 bloqués :

$U_c(t)=-V(t)$, $U_{Th1}(t)=V(t)$, $i_c(t)\neq 0$, $i_{Th1}(t)=0$ et $i_s(t)=-i_{Th3}(t)=-i_c(t)$;

2- Le voltmètre indique la valeur efficace de la tension redressée:

$$U_{ceff}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T U_c^2(t)\,dt = \frac{1}{\pi}\int_\alpha^{\pi+\varphi} V_M^2 \sin^2(\theta)\,d\theta = \frac{V_M^2}{\pi}\int_\alpha^{\pi+\varphi} \frac{1-\cos 2\theta}{2}\,d\theta$$

$$\Rightarrow U_{ceff} = \frac{V_M}{\sqrt{2}}\sqrt{\left[\frac{\pi+\varphi-\alpha}{\pi} - \frac{1}{2\pi}\left(\sin 2\varphi - \sin 2\alpha\right)\right]}$$

$$\Rightarrow U_{ceff} = \frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\sqrt{\left[\frac{\pi+\frac{\pi}{4}-\frac{\pi}{3}}{\pi} - \frac{1}{2\pi}\left(\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) - \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right)\right)\right]} = 371.95V \Rightarrow U_{ceff} = 371.95V$$

NOM et PRENOM BOUCHAFAA FARID

MATRICULE : 5841003 SECTION et GROUPE : **Section B**

3- Expression du courant $i_c(\theta)$ sur une période:

$\alpha \le \theta \le \pi+\varphi$: Th_1-Th_4 passants et Th_2-Th_3 bloqués: Uc(t) = V(t) $\Rightarrow L\dfrac{di(t)}{dt} + Ri_c(t) = V_M \sin \omega t$

La résolution de l'éq.diff.conduit à : $i_c(\theta) = i_{cp}\theta + i_{ch}(\theta) = Ae^{-\frac{R}{L\omega}\theta} + \dfrac{V_M}{Z}\sin(\theta-\varphi)$

Avec : $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{20^2 + 20^2} = 20\sqrt{2}\,\Omega$ et

$tg\varphi = \dfrac{L\omega}{R} \Rightarrow L\omega = Rtg\varphi = 20tg\left(\dfrac{\pi}{4}\right) \Rightarrow L\omega = 20\Omega$

Calcul de la constante d'intégral A :

Condition initiale : à θ=α, $i_c(\alpha)=0$ $\Rightarrow$ $Ae^{-\frac{R}{L\omega}\alpha} + \dfrac{V_M}{Z}\sin(\alpha-\varphi) = 0 \Rightarrow A = -\dfrac{V_M}{Z}\sin(\alpha-\varphi)e^{\frac{R}{L\omega}\alpha}$

$$i_c(\theta) = \frac{V_M}{Z}\left[\sin(\theta-\varphi) - \sin(\alpha-\varphi).e^{-\frac{R}{L\omega}(\theta-\alpha)}\right] = \frac{220\sqrt{2}}{20\sqrt{2}}\left[\sin\left(\theta-\frac{\pi}{4}\right) - \sin\left(\pi/3 - \frac{\pi}{4}\right).e^{-(\theta-\pi/3)}\right]$$

$$i_c(\theta) = 11\left[\sin\left(\theta-\frac{\pi}{4}\right) - 0.25\,e^{-(\theta-\pi/3)}\right]$$

$$i_c(\theta) = \begin{cases} 11\left[\sin(\theta-\pi/4) - 0.25\,e^{-(\theta-\pi/3)}\right] & 0 \le \theta \le \varphi \\ 0 & \varphi \le \theta \le \alpha \\ 11\left[\sin(\theta-\pi/4) - 0.25\,e^{-(\theta-\pi/3)}\right] & \alpha \le \theta \le \pi \end{cases}$$

4- Valeur moyenne du courant qui traverse la charge en fonction de celle qui traverse un élément de redressement :

$$i_{Thmoy} = \frac{1}{T}\int_0^T i_{Th}(t)dt = \frac{1}{2\pi}\int_\alpha^{\pi+\varphi} i_c(\theta)d\theta = \frac{1}{2}.\frac{1}{\pi}\int_\alpha^{\pi+\varphi} i_c(\theta)d\theta = \frac{I_{cmoy}}{2} \Rightarrow I_{Thmoy} = \frac{I_{cmoy}}{2}$$

$$I_{cmoy} = \frac{U_{cmoy}}{R} \text{ Avec } U_{cmoy} = \frac{1}{T}\int_0^T U_c(t)dt = \frac{1}{\pi}\int_\alpha^{\pi+\varphi} V_M \sin\theta\, d\theta = \frac{V_M}{\pi}[\cos\varphi + \cos\alpha] \Rightarrow U_{cmoy} = 119.54V$$

$$I_{cmoy} = \frac{U_{cmoy}}{R} = \frac{119.54}{20} = 5.97A \Rightarrow I_{cmoy} = 5.97A \quad I_{cmoy} = \frac{119.54}{20} = 5.97A$$

$$I_{Thmoy} = \frac{I_{cmoy}}{2} = \frac{5.97}{2} = 2.98\,A$$

5- L'Ampèremètre indique la valeur moyenne du courant de source :

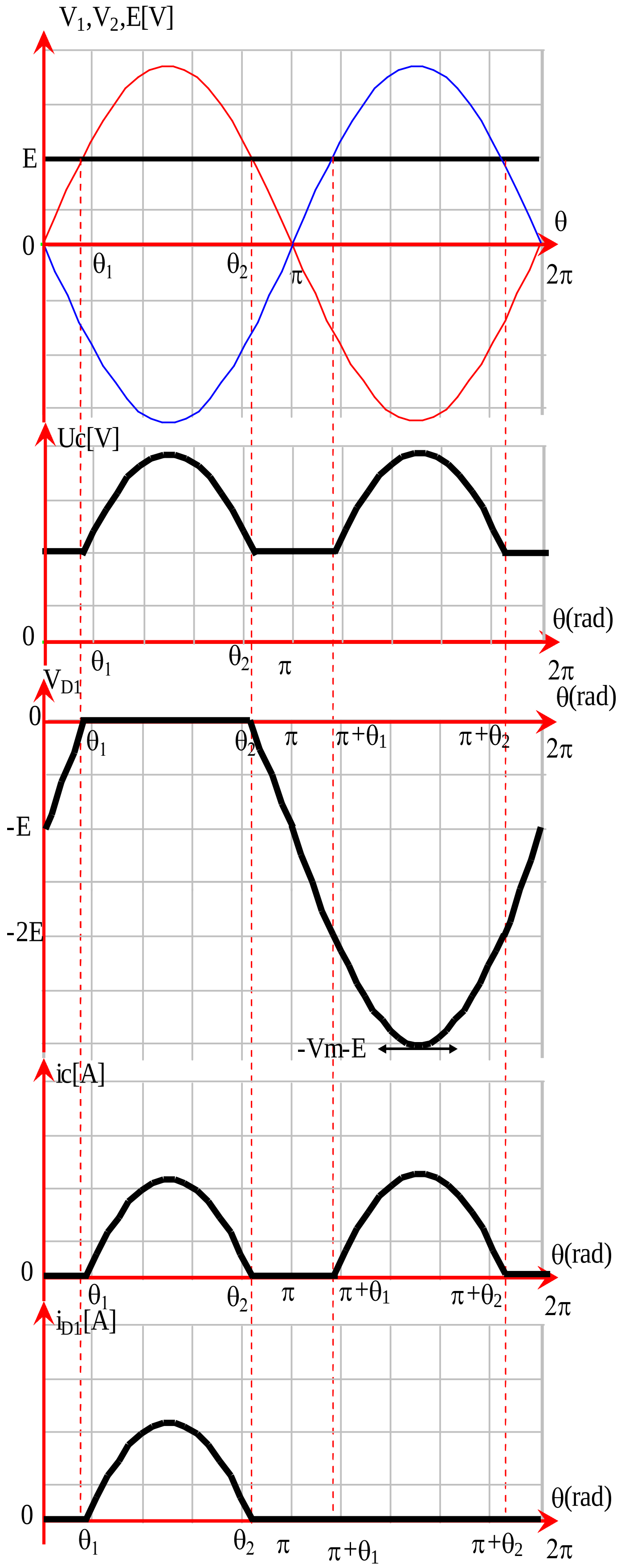
$$I_{smoy} = \frac{1}{T}\int_0^T i_s(t)dt = \frac{1}{2\pi}\left[\int_\alpha^{\pi+\varphi} i_c(\theta)d\theta - \int_{\pi+\alpha}^{2\pi+\varphi} i_c(\theta)d\theta\right] \Rightarrow I_{smoy} = 0$$

NOM et PRENOM BOUCHAFAA FARID

MATRICULE : 5841003

SECTION et GROUPE : **Section B**

Document réponse n°1



Document réponse n°2