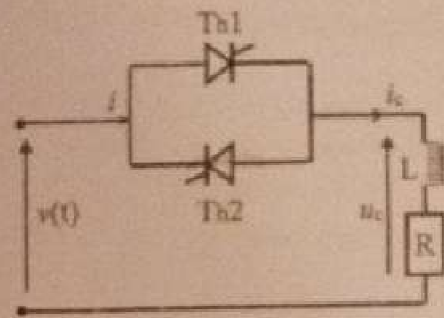
جـــامعة هواري بومـــدين للعلـــوم و التكنـــولوجيـــا
Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d'Informatique

Examen ELPA 2017/2018

EXERCICE 1 : 12 Pts

Considérons le montage suivant :



On donne : L'angle d'extinction est égal à 240°, $v(t)=127\sin 374.8t$ et $R=2.16\Omega$.

Le thyristor Th1 est amorcé à $\alpha=45°$ et le thyristor Th2 une demi-période après.

Suivant la nature des impulsions utilisées :

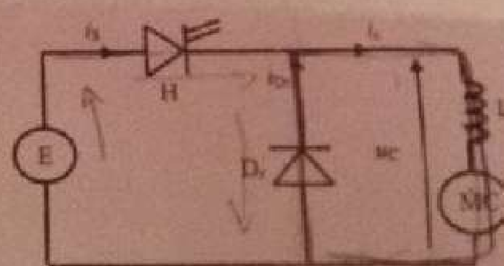
1/ Tracer avec explication les chronogrammes suivants : $u_c(\theta)$, $u_{Th1}(\theta)$ et $i_{Th2}(\theta)$ (en régime permanant).

2/ Donner l'expression du courant $i_{Th2}(\theta)$ sur une période.

3/ Déterminer le rapport m des valeurs efficaces de la tension aux bornes de la charge et la tension aux bornes du premier thyristor.

EXERCICE 2: 08 Pts

Considérons le montage suivant :



Le Hacheur est commandé dans l'intervalle $[0, \alpha T]$.

Le moteur est à excitation séparée de f.c.e.m $E'=150V$ et de résistance d'induit $R=0.5\Omega$.

On donne : $f=100Hz$, $L=0.8H$, $I_c=30A$, $E=220V$ et $C_e=15Nm$.

1/Tracer les courbes $u_c(t)$, $i_c(t)$ et $i_s(t)$.

2/ Calculer le rapport cyclique.

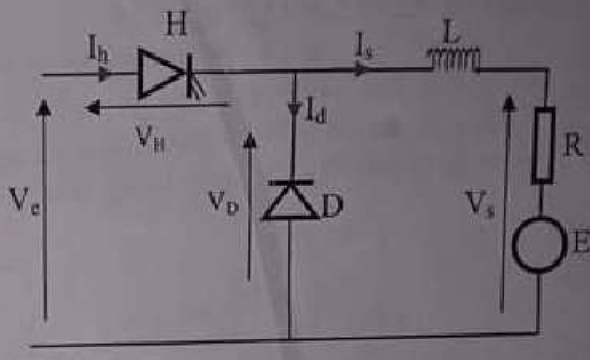
3/ Exprimer $i_c(t)$ sur une période.

4/ Calculer la vitesse de rotation du moteur ainsi que I_{min}, I_{max} et l'ondulation du courant.

5/ Calculer U_{Heff}.

Bonne Chance

EXERCICE 3 (7pt) :



Un hacheur série alimente un moteur à courant continu de f.e.m E et de résistance interne R. L'inductance est suffisamment grande pour que I_s=cst. V = 220 V, E = 145 V et $\alpha = 0,7$.

1. Donner la forme de V_h, V_s.
2. Exprimer la valeur moyenne de $V_s=f(\alpha,V_e)$.
3. Déterminer l'intensité I du courant dans le moteur en fonction de V_e, E, R et α.
4. Établir la relation liant la vitesse Ω du moteur (en tr/min) à α pour E = 0,153 Ω, sachant que R = 1 Ω, V = 220 V et I = 9 A.

8- Tracer Ω en fonction de α.

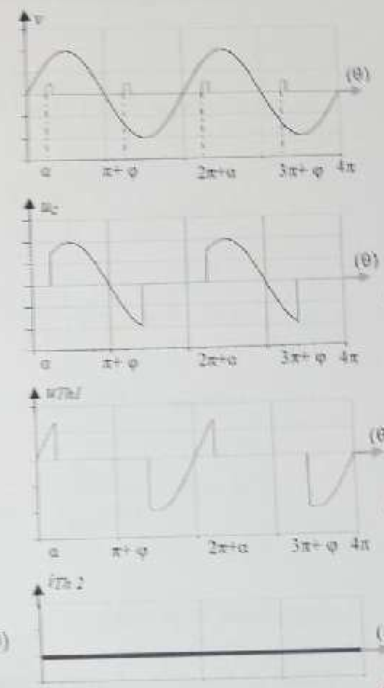
EXERCICE 1 : 12 Pts

Calcul de φ : 0.5 Pts

$\varphi = \beta - \pi \quad \Rightarrow \varphi = \pi/3$

Calcul de L : 0.5 Pts

$tg\varphi = L\omega/R \quad \Rightarrow L = Rtg\varphi \quad \Rightarrow \quad L = 10mH$



0,5

0,5

0,25

1/ Etude de fonctionnement : 2 Pts

Comme $\alpha < \varphi$, dans ce cas, le fonctionnement dépend de la nature des impulsions appliquées aux gâchettes.

Régime permanent :

Impulsions courte durée :

3x0,25

$0 \le \theta \le \pi/4$: Th1 et Th2 bloqués, i_{Th2}=0, u_c=0 et u_{Th1}=$v(\theta)$.

$\pi/4 \le \theta \le 4\pi/3$: Th1 passant et Th2 bloqué, u_{Th1}=0, u_c=$v(\theta)$ et i_{Th2}=0.

$4\pi/3 \le \theta \le 9\pi/4$: Th1 et Th2 bloqués, i_{Th2}=0, u_c=0 et u_{Th1}=$v(\theta)$.

2/ Expression du courant $i_{Th2}(\theta)$*: 0.5 Pts*

Comme le thyristor TH2 est toujours bloqué, alors : $i_{Th2}(\theta)$=0

3. Calcul de rapport m : 3 Pts

✓ *Valeur efficace de la tension redressée : 1.25 Pts*

$$U^2_{ceff} = \frac{1}{T}\int_0^T U_c^2(t)dt = \frac{1}{2\pi}\int_{\pi/4}^{4\pi/3} V_M^2 \sin^2(\theta)d\theta = \frac{V_M^2}{\pi}\int_{\pi/4}^{4\pi/3} \frac{1-\cos 2\theta}{2}d\theta$$

$$U^2{}_{ceff} = \frac{V^2{}_M}{4}\left[\frac{\theta}{\pi} - \frac{1}{2\pi}\sin 2\theta\right]_{\pi/4}^{4\pi/3}$$

$$\text{A.N} : U_{ceff} = \frac{127}{2}\left[\frac{4\pi/3 - \pi/4}{\pi} - \frac{1}{2\pi}\left(\sin 8\pi/3 - \sin \pi/2\right)\right]^{1/2}$$

$$U_{ceff} = 66.73V$$

08

جامعة هواري بومدين للعلوم و التكنولوجيا
Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d'Informatique

Correction Examen ELPA ER/ES 2017/2108

0,5

✓ ***Valeur efficace de la tension aux bornes du thyristor Th1 : 1.25 Pts***

$$U^2_{Th1eff} = \frac{1}{T}\int_0^T U^2_{Th1}(t)dt = \frac{1}{2\pi}\int_{4\pi/3}^{9\pi/4} V_M^2 \sin^2(\theta)d\theta = \frac{V_M^2}{2\pi}\int_{4\pi/3}^{9\pi/4}\frac{1-\cos 2\theta}{2}d\theta$$

$$U^2{}_{Th1eff} = \frac{V^2{}_M}{4}\left[\frac{\theta}{\pi} - \frac{1}{2\pi}\sin 2\theta\right]_{4\pi/3}^{9\pi/4}$$

$$\text{A.N}: U_{Th1eff} = \frac{127}{2}\left[\frac{9\pi/4 - 4\pi/3}{\pi} - \frac{1}{2\pi}(\sin 9\pi/2 - \sin 8\pi/3)\right]^{1/2}$$

$$U_{Th1eff} = 60.09V$$

$$m = \frac{V}{U} = \frac{U_{ceff}}{U_{Th1eff}} = \frac{66.73}{60.09} \quad \Rightarrow \quad m = 1.11$$

Impulsions large durée :

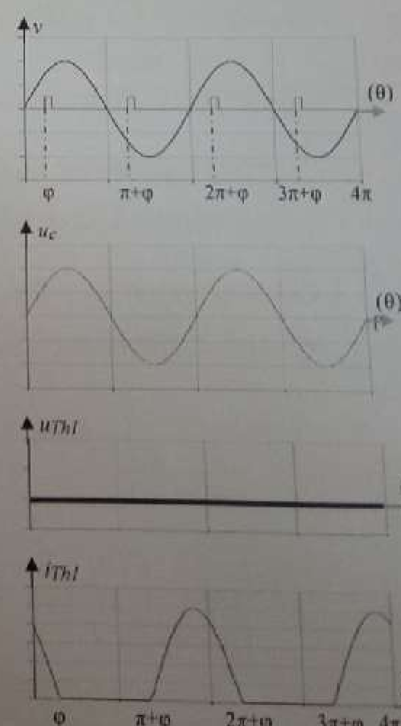
Etude de fonctionnement : 1.5 Pts

2×0,25

$0 \le \theta \le \pi/3$: Th2 passant et Th1 bloqué, $i_{Th2}\#0$, $u_c = v(\theta)$ et $u_{Th1}=0$.

$\pi/3 \le \theta \le 4\pi/3$: Th1 passant et Th2 bloqué, $u_{Th1}=0$, $u_c=v(\theta)$ et $i_{Th2}=0$.

$4\pi/3 \le \theta \le 7\pi/3$: Th2 passant et Th1 bloqué, $i_{Th2}\#0$, $u_c = v(\theta)$ et $u_{Th1}=0$.



0,25

0,25

0,5

2/ Expression du courant qui traverse la charge : 2 Pts

- Quand le thyristor TH2 est bloqué $i_{Th2}(\theta)=0$
- Quand le thyristor TH2 est passant

$$L\frac{di_c(\theta)}{dt} + Ri_c(\theta) = V_M \sin\theta$$

La résolution de l'équation différentielle conduit à :

$$i_c(\theta) = \frac{V_M}{Z}\sin(\theta - \varphi) + Ae^{-\frac{R}{L\omega}\theta}.$$

08

Avec :

$$Z=\sqrt{R^2+(L\omega)^2}=\sqrt{2.16^2+3.748^2} \quad => \quad Z=4.32\,\Omega$$

0,5

Condition initiale : à θ= 4π/3, on a $i_c(4\pi/3)=0$ => $Ae^{-\frac{4\pi}{3}\frac{2.16}{3.14}}=0$ => $A=0$

Comme $i_{Th2}(\theta)=-i_c(\theta)$

D'ou : $$i_{Th2}(\theta)=\begin{cases}-29.39\sin(\theta-\pi/3) & 0\le\theta\le\pi/3\\ 0 & \pi/3\le\theta\le4\pi/3\\ -29.39\sin(\theta-\pi/3) & 4\pi/3\le\theta\le2\pi\end{cases}$$

3. Calcul de rapport m : 1 Pts

✓ ***Valeur efficace de la tension redressée : 0.75 Pts***

Comme $u_c=v(\theta)$ ∀ θ, alors : $U_{ceff}=V_{ceff}=\frac{V_M}{\sqrt2}=\frac{127}{\sqrt2}$ => $U_{ceff}=89.8V$

✓ ***Valeur efficace de la tension aux bornes du thyristor Th1 : 0.75 Pts***

Comme $u_{Th1}=0$ ∀ θ, alors :

$$U_{Th1eff}=0V$$

$$m=\frac{V}{U}=\frac{U_{ceff}}{U_{Th1eff}}=\frac{89.8}{0} \quad => \quad m=\infty$$

EXERCICE 2 : 08 Pts

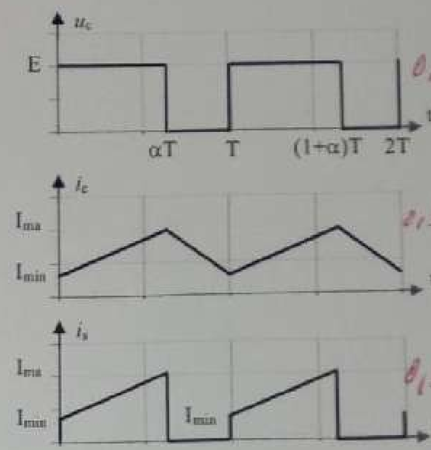
1/ Courbes : 2 Pts

2x 0,25

Fonctionnement :

$0 \le t \le \alpha T$: H fermé et D bloquée: $u_c(t)=E$ et $i_s(t)=i_c(t)\neq 0$ croit de I_{min} à I_{max}.

$\alpha T \le t \le T$: D passante et H ouvert: $v_D(t)=0$, $u_H(t)=U_c$, $i_s(t)=0$ et $i_c(t)\neq 0$ décroît de I_{max} à I_{min}.



2/ Calcul de α: 1 Pts

On a :

$$U_c = L\frac{di_c(t)}{dt} + Ri_c(t) + E'$$

$$\Rightarrow \quad U_{cmoy} = RI_c + E' = \frac{1}{T}\int_0^T u_c(t)dt = \frac{1}{T}\int_0^{\alpha T} Edt = \alpha E \Rightarrow \alpha = \frac{RI_c + E'}{E} = \frac{0{,}5\times 30 + 150}{220} \Rightarrow \alpha = 0{,}75$$

3/ Expression du courant ic(t) sur une période : 2 Pts

$0 \le t \le \alpha T$: H fermé et D_r ouverte:

$$L\frac{di_c(t)}{dt} + Ri_c(t) + E' = E \Rightarrow L\frac{di_c(t)}{dt} + RI_c + E' = L\frac{di_c(t)}{dt} + RI_c + E' = E$$

$$\Rightarrow i_c(t) = \frac{E - RI_c - E'}{L}t + A = \frac{220 - 150 - 15}{0{,}8}t + I_{min} = 68{,}75t + I_{min}$$

Avec I_{min} est la valeur de $i_c(t)$ pour t=0.

$\alpha T \le t \le T$: D_r fermée et H ouvert:

$$L\frac{di_c(t)}{dt} + Ri_c(t) + E' = 0 \quad \Rightarrow \quad L\frac{di_c(t)}{dt} + RI_c + E' = L\frac{di_c(t)}{dt} + RI_c + E' = 0$$

$$\Rightarrow \quad i_c(t) = \frac{-E' - RI_c}{L}t + B = \frac{-150 - 15}{0{,}8}t + B = -206{,}25t + B$$

à $t=\alpha T$ on a $i_c(\alpha T)=I_{max}$

$$\Rightarrow i_c(\alpha T) = -206{,}25\alpha T + B = \frac{-206{,}25\times 0{,}75}{100} + B = -1{,}54 + B = I_{max}$$

$$\Rightarrow B = 1{,}54 + I_{max}$$

D'où $\Rightarrow \quad i_c(t) = -206{,}25t + 1{,}54 + I_{max}$

$$\text{En fin : } i_c(t) = \begin{cases} 68{,}75\,t + I_{min} & 0 \le t \le \alpha T \\ -206{,}25t + 1{,}54 + I_{max} & \alpha T \le t \le T \end{cases}$$

4/ Calcul de la vitesse de rotation : 0.75 Pts

$$C_u\Omega = E'I_c \Rightarrow C_u 2\pi n = E'I_c \Rightarrow n = \frac{E'I_c}{2\pi C_u} = \frac{150\times 30}{6{,}28\times 15} \Rightarrow n = 48tr/min$$

Calcul de l'ondulation du courant : 1.5 Pts

$$\text{L'ondulation du courant} = \frac{\Delta i_c}{2} = \frac{I_{max} - I_{min}}{2}$$

Calcul de I_{min} et I_{max} :

On a $0 \le t \le \alpha T \ : \Rightarrow i_c(t) = 68{,}75t + I_{min}$

A l'instant $t = \alpha T$ on a : $i_c(\alpha T) = 68{,}75\alpha T + I_{min} = I_{max}$

$\Rightarrow I_{max} - I_{min} = 0{,}515A \quad (1)$

Or $I_{max} + I_{min} = 2I_c = 60A \quad (2)$

De (1) et (2) on aura: $\Rightarrow I_{min} + I_{min} + 0{,}515 = 60 \quad \Rightarrow I_{min} = 29{,}74A$

Remplaçant I_{min} par sa valeur dans l'équation (1) on aura : $I_{max} = 29{,}74 + 0{,}515 \Rightarrow I_{max} = 30{,}25A$

D'où : $\frac{\Delta i_c}{2} = 0{,}26A$

5/ Calcul de U_{Heff}: 0.75 Pts

$$U_{Heff}^2 = \frac{1}{T}\int_0^T U_H^2(t)dt = \frac{1}{T}\int_{\alpha T}^T E^2 dt = \frac{E^2}{T}[t]_{\alpha T}^T \quad U_{Heff} = \sqrt{1-\alpha}E \quad \Rightarrow U_{Heff} = 110V$$