Université A. Mira –Béjaia
Faculté de Technologie – Département de Génie Electrique
3[ième] Année Licence en Electrotechnique (Année Universitaire 2019/2020)

Examen Final d'Electronique de Puissance – UEF3112 - (*Durée: 02h*)

EXO 01 : (07.5 pts)

Un redresseur triphasé commandé monté en étoile simple est alimenté par le secondaire d'un transformateur *YY*. Sa tension de phase est 220*V*- 50*Hz* et la charge est une résistance de valeur 10Ω.

0,5 1. Donner le schéma du montage ;
01 2. Représenter la tension u_d aux bornes de la charge en précisant les intervalles de conduction des semi-conduteurs pour $\alpha = 60°$;
01,5 3. Calculer sa valeur moyenne et sa valeur efficace;
01 4. Représenter le courant (i_d) dans la charge ainsi que le courant passant dans un thyristor;
01 5. Evaluer les contraintes en courant sur les thyristors (i_{Tmoy}, i_{Teff});
02,5 6. On désire alimenter un moteur à courant continu qui absorbe une puissance constante de 2 *kW* sous une tension de 200*V* avec un courant parfaitement lissé.
   a. Exprimer la valeur moyenne de la tension aux bornes du moteur en fonction de la valeur de l'angle de retard à l'amorçage des thyristors α;
   b. Calculer la valeur de α qu'il faut imposer aux thyristors pour avoir ce fonctionnement;
   c. Evaluer la puissance apparente au secondaire du transformateur.

EXO 02 : (05points)

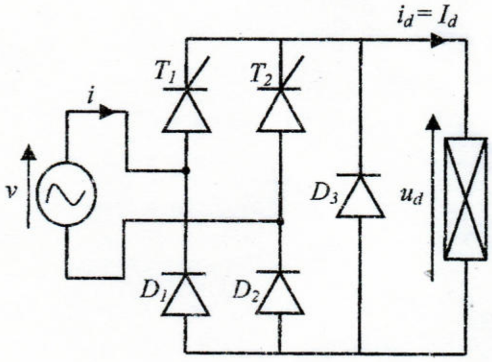
Soit un gradateur monophasé constitué de deux thyristors T_1 et T_2 montés en tête-bêche. La source d'alimentation fournit une tension $v(t)$ de valeur efficace 220*V* et de fréquence 50 *Hz*.
Le gradateur débite sur une charge purement inductive. Des impulsions de courte durée sont envoyées sur les gâchettes des thyristors T_1 et T_2 avec un angle de retard à l'amorçage α. On fixe α à la valeur 60°.

0,5 1. Donner le schéma du montage ;
02 2. Etablir l'expression du courant *i* traversant la charge sur une période *T*;
02 3. Représenter le courant *i* traversant la charge et la tension *u* entre ses bornes;
0,5 4. Que peut-on dire sur le fonctionnement obtenu ?

EXO 03 : (07.5 points)

Un redresseur en pont de Gräetz monophasé mixte symétrique est alimenté par le réseau électrique sous une tension de valeur efficace 220*V* et fréquence 50 *Hz*. La charge est une résistance de valeur 10 Ω en série avec une forte inductance (le courant dans la charge est considéré parfaitement lissé). Une diode de roue libre D_3 est branchée aux bornes de la charge (*Fig.1*).
On fixe α=45°.

01 1. Représenter la tension aux bornes de la charge en précisant les intervalles de conduction des semi-conducteurs ;
0,75 2. Calculer sa valeur moyenne ;
01,25 3. Représenter les courants dans les semi-conducteurs (T_1, T_2, D_1, D_2 et D_3) ;
04,5 4. Evaluer les contraintes en courant sur les semi-conducteurs (i_{moy} et i_{eff}).



(Fig.1)

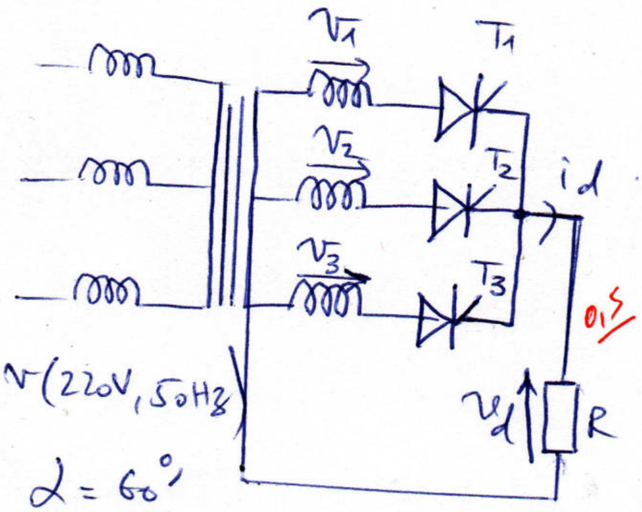
N.B : L'EXO.1 sera comptabilisé comme troisième interrogation.

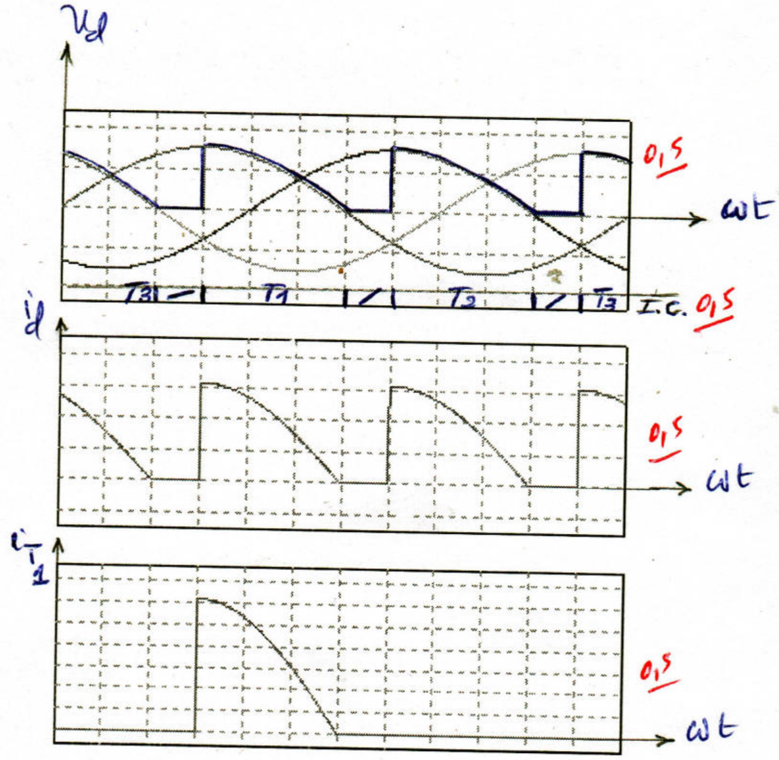
-Bonne réussite-

Corrigé Examen final E.P. (2019/2020)

Exo 1

1.





2. ✓

3.

$$* \; u_{d\,moy} = \frac{3}{2\pi}\int_{\pi/6+\pi/3}^{\pi} v_1(\theta)\,d\theta = \frac{3}{2\pi}\int_{\pi/2}^{\pi} V\sqrt{2}\sin\theta\,d\theta = \frac{3V\sqrt{2}}{2\pi}\Big[\cos\theta\Big]_{\pi}^{\pi/2} = \frac{3\sqrt{2}\,V}{2\pi}$$

A.N. : $u_{d\,moy} = 148.55\,V$ 0,75

$$* \; u_{d\,eff}^2 = \frac{3}{2\pi}\int_{\pi/2}^{\pi} 2V^2\sin^2\theta\,d\theta = \frac{3V^2}{2\pi}\int_{\pi/2}^{\pi}(1-\cos 2\theta)\,d\theta = \frac{3V^2}{2\pi}\Big[\theta - \frac{1}{2}\sin 2\theta\Big]_{\frac{\pi}{2}}^{\pi}$$

$$= \frac{3V^2}{4} \Rightarrow u_{d\,eff} = \frac{V}{2}\sqrt{3}$$

A.N. : $u_{d\,eff} = 190.52\,V$ 0,75

4. ✓

5.

$* \; i_{T\,moy} = \frac{i_{d\,moy}}{3}$, Avec $i_{d\,moy} = \frac{u_{d\,moy}}{R} = 14{,}85\,A$

$\rightarrow i_{T\,moy} = 04.95\,A$. 0,5

$* \; i_{T\,eff} = \frac{i_{d\,eff}}{\sqrt{3}} = \frac{u_{d\,eff}}{\sqrt{3}\cdot R} = \frac{190.52}{\sqrt{3}\cdot 10} = 11\,A$. 0,5

6.

a. $V_{d\,moy} = \frac{3}{2\pi}\int_{\pi/6+\alpha}^{\frac{5\pi}{6}+\alpha} V_1(\theta)\,d\theta = \frac{3}{2\pi}\int_{\pi/6+\alpha}^{\frac{5\pi}{6}+\alpha} V\sqrt{2}\sin\theta\,d\theta$

$= \frac{3V\sqrt{2}}{2\pi}\Big[\cos\theta\Big]_{5\pi/6+\alpha}^{\pi/6+\alpha} = \frac{3\sqrt{6}\,V}{2\pi}\cos\alpha$. 0,5

b. $V_{d\,moy} = 200 = \frac{3\sqrt{6}V}{2\pi}\cos\alpha$

$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\frac{2\pi \cdot 200}{3\sqrt{6}\cdot 220} = 39°$ 01

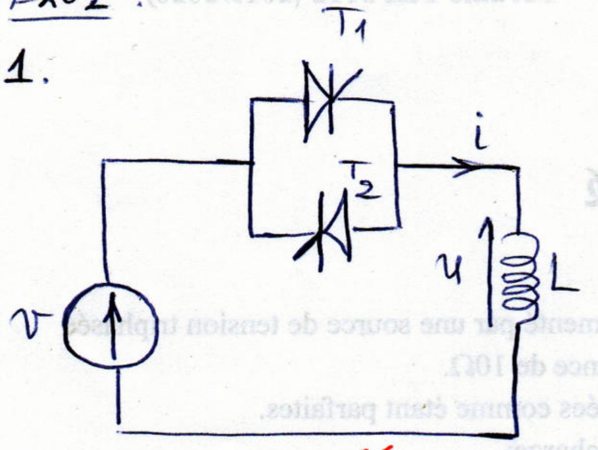
c. $S = 3VI_s = 3V\cdot\frac{I_d}{\sqrt{3}}$

$I_d = \frac{P}{V_d} = \frac{2000}{200} = 10\,A$.

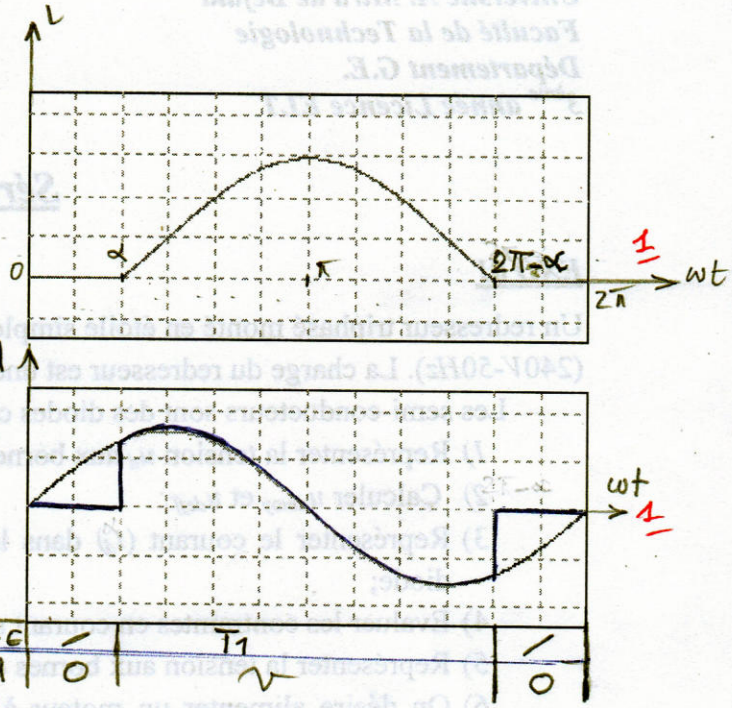
$\therefore S = 3\times 220 \cdot \frac{10}{\sqrt{3}} = 3810{,}51\ V.A$ 01

EXO2 :

1.



0,5



2. Explication du courant :

• A $\omega t = \alpha$ on amorce T_1, à partir de cet instant on a :

$$u = L\frac{di}{dt} = v = V\sqrt{2}\sin\omega t \quad (\text{à } \omega t = \alpha,\ i = 0)$$

$$\therefore\ i = -\frac{V\sqrt{2}}{L\omega}\cos\omega t + A$$

$$C.I. \Longrightarrow A = \frac{V\sqrt{2}}{L\omega}\cos\alpha$$

$$\Longrightarrow \boxed{i = \frac{V\sqrt{2}}{L\omega}(\cos\alpha - \cos\omega t)} \quad 1$$

Le courant s'annule à $\omega t = -\alpha = 2\pi - \alpha = 300°$.

• à $\omega t = \pi + \alpha$, soit 240°, l'impulsion envoyée sur la gachette de T_2 n'a aucun effet puisque le courant a une polarité qui ne lui permet pas de passer dans T_2 (i positif). Donc T_2 ne s'amorce pas et i reste nul jusqu'à la prochaine fermeture de T_1 à $2\pi + \alpha$ 0,5

$$\therefore\ i = \begin{cases} \frac{V\sqrt{2}}{L\omega}(\cos\alpha - \cos\omega t); & \omega t : \alpha \div 2\pi - \alpha \\ 0 & \text{ailleurs.} \end{cases}$$

0,5

3. ✓

4. Le montage fonctionne en redresseur mono-alternance 0,5

Exo 3

1. ✓

2. u_{d_moy} ?

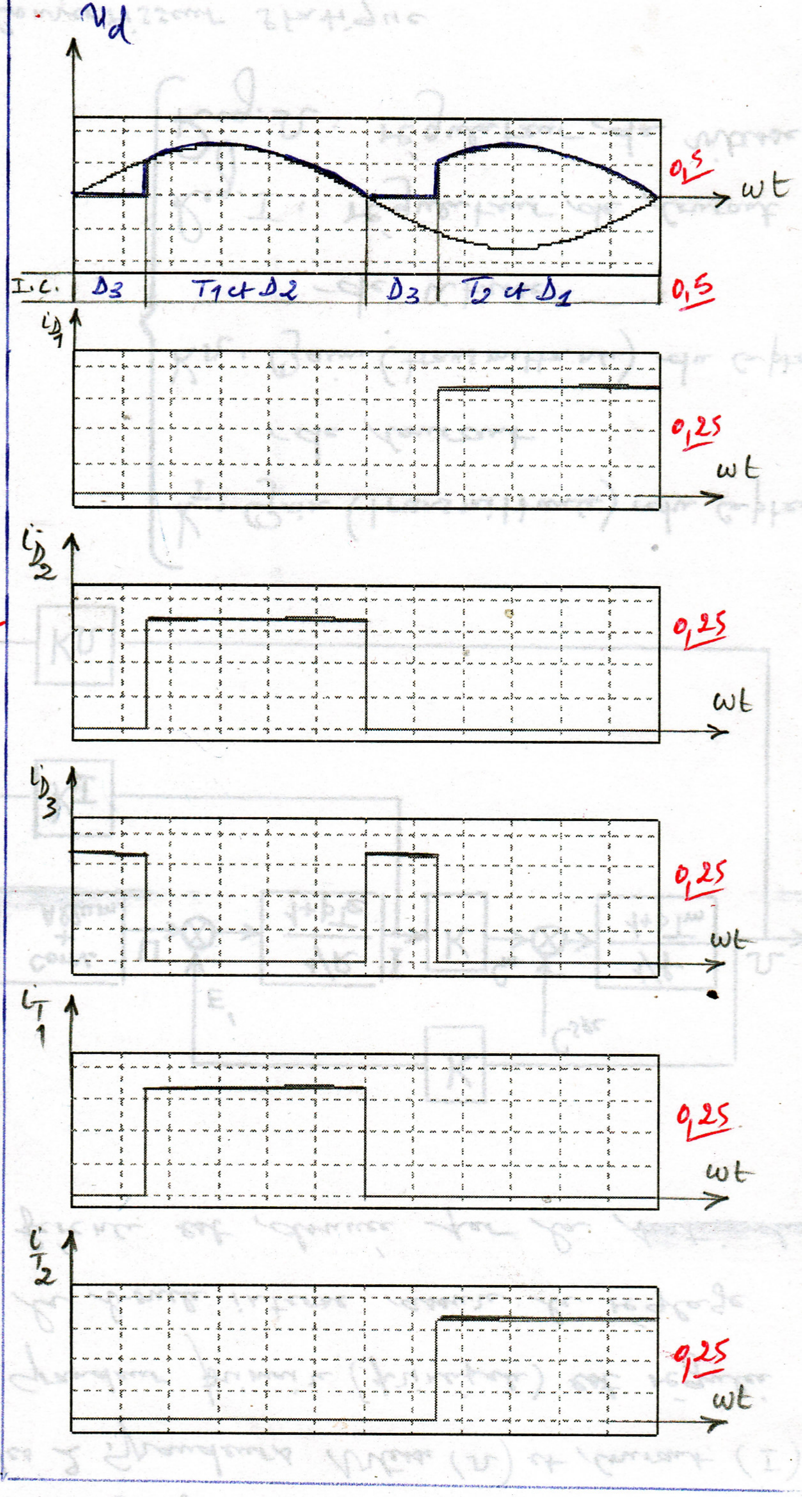
$$u_{d\_moy} = \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\pi} v(\theta)\,d\theta = \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\pi} V\sqrt{2}\sin\theta\,d\theta$$

$$\therefore u_{d\_moy} = \frac{V\sqrt{2}}{\pi}(1+\cos\alpha)$$ 0,75

A.N. : $u_{dmoy} = 169{,}06\,V$

3. ✓

4. Contraintes :



• $i_{D_1moy} = \left(\frac{\pi-\alpha}{2\pi}\right)I_d = \left(\frac{1}{2}-\frac{\alpha}{2\pi}\right)I_d$ 0,5

Avec : $I_d = \frac{u_{d\_moy}}{R} = 16{,}9\,A$ 0,5

$\therefore i_{D_1moy} = 06{,}34\,A$ 0,25

$\left(i_{D_2moy} = i_{T_1moy} = i_{T_2moy} = i_{D_1moy}\right)$ 0,5

• $i^2_{D_1eff} = \left(\frac{\pi-\alpha}{2\pi}\right)I_d^2 \Rightarrow i_{D_1eff} = \sqrt{\frac{1}{2}-\frac{\alpha}{2\pi}}\,I_d$ 0,5

A.N. : $i_{D_1eff} = 10{,}34\,A$ 0,25

$\left(i_{D_2eff} = i_{T_2eff} = i_{T_1eff} = i_{D_1eff}\right)$ 0,5

• $i_{D3moy} = \frac{2\alpha \cdot I_d}{2\pi} = \frac{\alpha}{\pi} I_d = \frac{I_d}{4} = 04,225\,A$ 0,75

• $i^2_{D3eff} = \frac{2\alpha}{2\pi} I_d^2 = \frac{\alpha}{\pi} I_d^2 \Rightarrow i_{D3eff} = \sqrt{\frac{\alpha}{\pi}} \cdot I_d = \sqrt{\frac{1}{4}}\, I_d = \frac{I_d}{2}$.

A.N. : $i_{D3eff} = 08,45\,A$ 0,75