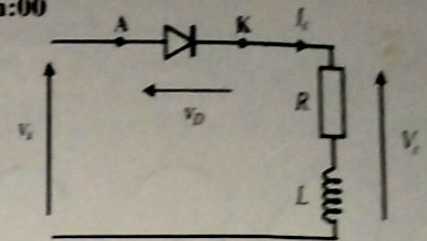


Examen de 5<sup>ème</sup> semestre

Exercice n:1 (10p)

A) Le redresseur présenté sur la figure alimente une charge (R-L) par une tension sinusoïdale  $V_s = 200V/50Hz$  ;  $Z = 0.2 + 5j$

1- Tracerez les allures  $V_{ch}$ ,  $i_{ch}$  et  $V_D$



$$\phi = \arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right) = \arctan\left(\frac{5}{0.2}\right)$$

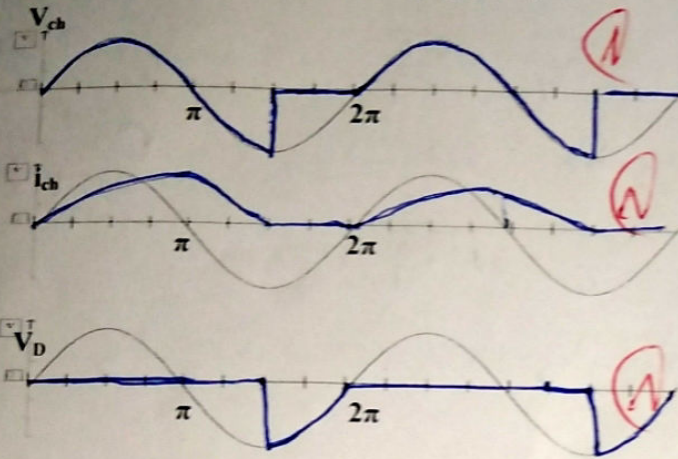
$$\phi = \frac{\pi}{2}$$

$$0 < \theta < \frac{3\pi}{2} \quad D \text{ passant}$$

$$V_{ch} = V_s \quad V_D = 0$$

$$\frac{3\pi}{2} < \theta < 2\pi \quad D \text{ bloqué}$$

$$V_{ch} = 0 \quad V_D = V_s$$



2- Déterminer l'équation du courant de la charge  $i_{ch}(t)$  en fonction de  $t$

$$i_{ch}(t) = \frac{V_m}{Z} \left[ \sin\phi e^{-\frac{1}{\tau}t} + \sin(\omega t - \phi) \right]$$

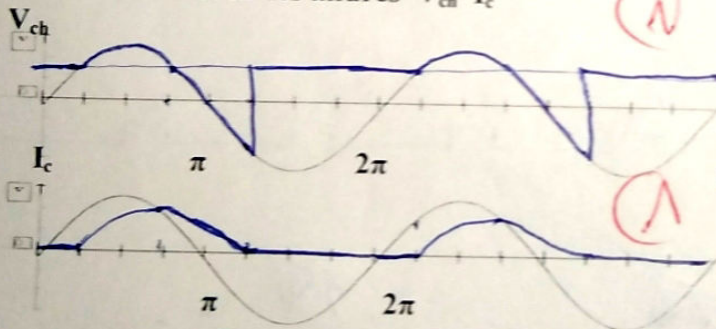
$$i_{ch}(t) = \left[ 6,16 e^{-125t} + 6,16 \sin(314t - \frac{\pi}{2}) \right]$$

3- Calculer la valeur moyenne de la tension de la charge

$$V_{ch_m} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{3\pi/2} (V_m \sin\theta) d\theta = \left[ \frac{V_m}{2\pi} [\cos(0) - \cos(\frac{3\pi}{2})] \right] \frac{V_m}{2\pi} = \frac{\sqrt{2} \cdot 200}{2 \cdot 3,14} = 45V$$

B) On ajoute une f.e.m à la charge  $E = 198V$

4- Tracerez les allures  $V_{ch}$ ,  $I_c$



$$\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{5\pi}{4}$$

D passant

$$V_{ch} = V_s$$

$$0 \rightarrow \frac{\pi}{4} < \theta < \frac{5\pi}{4} \rightarrow D \text{ passant}$$

$$V_{ch} = E$$

5- Calculer la valeur moyenne de la tension de la charge

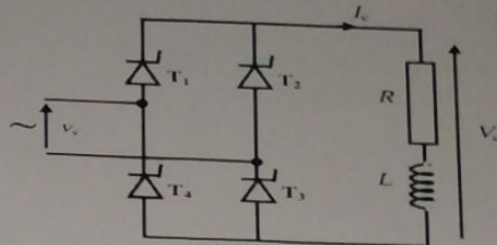
$$V_{ch_m} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_{\pi/4}^{5\pi/4} (V_m \sin\theta) d\theta + \int_{5\pi/4}^{9\pi/4} E d\theta \right] = \frac{V_m}{2\pi} [\cos(\pi/4) - \cos(5\pi/4)] + E \left( \frac{9\pi}{4} - \frac{5\pi}{4} \right)$$

$$\frac{1}{2\pi} [2\sqrt{2}(200)(97) + 198(3,14)] = 162V$$

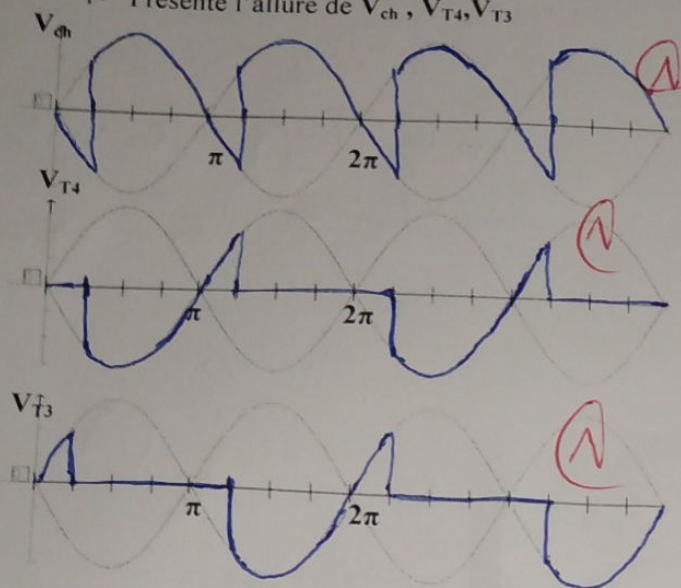


### Exercice n:2 (10P)

Soit le montage redresseur commandé dans la figure  
 $V_s(t) = 220 \sin \omega t$  L'inductance  $L \gg$  très grand conduction  
 continu  $I = \text{cote}$ ;  $R = 10 \Omega$ ;  $\alpha = \pi/4$



1- Présenté l'allure de  $V_{ch}$ ,  $V_{T4}$ ,  $V_{T3}$



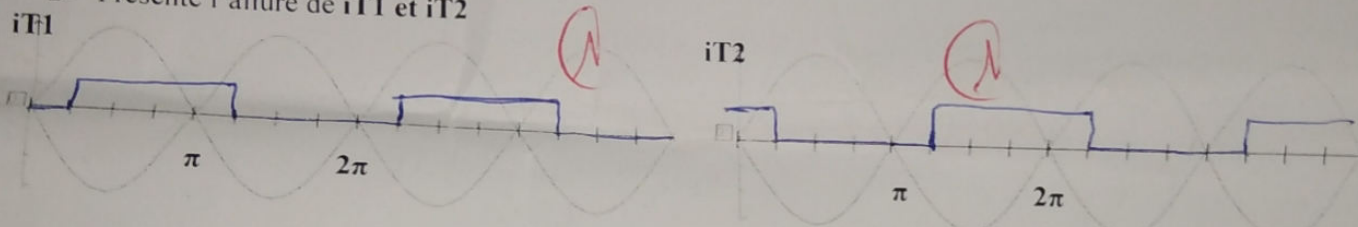
$\pi/4 < \theta < 5\pi/4$  T1 T3 passant

$V_{ch} = \dots V_s$   $V_{T4} = \dots V_s$   $V_{T3} = \dots$

$5\pi/4 < \theta < 3\pi + \pi/4$  T2 T4 passant

$V_{ch} = \dots V_s$   $V_{T4} = \dots$   $V_{T3} = \dots V_s$

2- Présenté l'allure de  $i_{T1}$  et  $i_{T2}$



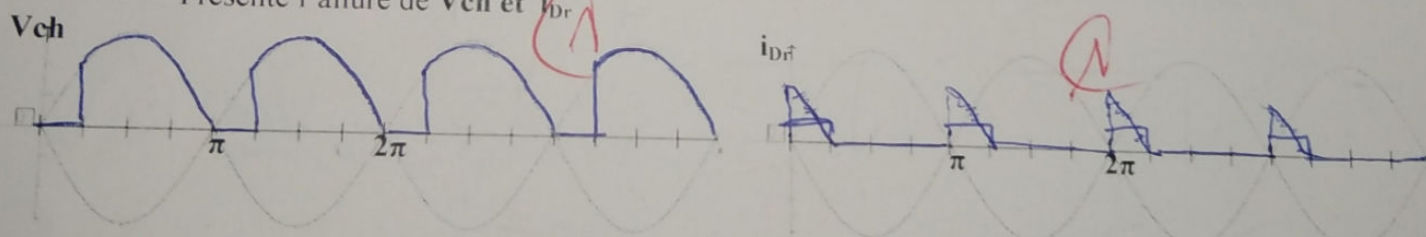
3- Déterminer la valeur moyenne de  $V_{ch}$

$$V_{ch_m} = \frac{1}{\pi} \int_{\pi/4}^{5\pi/4} (V_m \sin \theta) d\theta = \left[ \frac{V_m}{\pi} \left[ -\cos(\theta) \right]_{\pi/4}^{5\pi/4} \right] = \frac{2V_m}{\pi} \cos(\pi/4)$$

$V_{ch_m} = 98.4 \text{ V}$

4- On ajoute une diode roue libre  $D_r$  antiparallèle à la charge

- Présenté l'allure de  $V_{ch}$  et  $i_{Dr}$



5- Déterminer la valeur efficace de la charge  $V_{ch_{eff}}$

$$V_{eff}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{\pi/4}^{5\pi/4} V_m^2 (1 - \cos 2\theta) d\theta = \frac{V_m^2}{4\pi} \left[ \theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right]_{\pi/4}^{5\pi/4} = \frac{V_m^2}{4\pi} \left[ 3\pi - \frac{1}{2}(1 - 0) \right]$$

$V_{eff} = 84.54 \text{ V}$

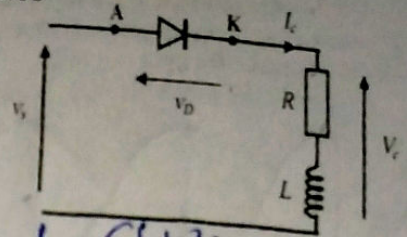


Examen de 5<sup>ème</sup> semestre

Exercice n:1 (10p)

A) Le redresseur présenté sur la figure alimente une charge (R-L) par une tension sinusoïdale  $V_s = 220V/50Hz$  ;  $Z = 5 + 5j$

1- Tracerez les allures  $V_{ch}$ ,  $i_{ch}$  et  $V_D$



$$\varphi = \arctan\left(\frac{\omega L}{R}\right)$$

$$\Rightarrow \varphi = \pi/4$$

$$\pi/4 < \theta < 5\pi/4 \quad D \text{ passant}$$

$$V_{ch} = \dots V_s \dots \quad V_D = \dots 0 \dots$$

$$\pi/4 < \theta < 5\pi/4 \quad D \text{ bloqué}$$

$$V_{ch} = \dots 0 \dots \quad V_D = \dots V_s \dots$$

2- Déterminer l'équation du courant de la charge  $i_{ch}(t)$  en fonction de  $t$

$$i_{ch}(t) = \frac{V_m}{|Z|} \left[ \sin \varphi e^{-\frac{1}{\tau}t} + \sin(\omega t - \varphi) \right]$$

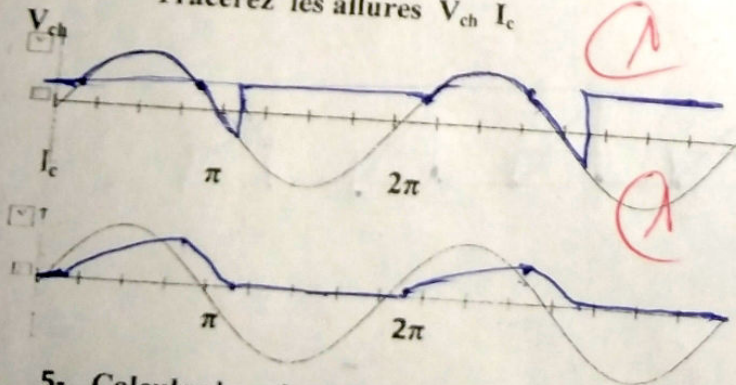
$$i_{ch}(t) = [3.1 e^{-314t} + 43.98 \sin(314t - \pi/4)]$$

3- Calculer la valeur moyenne de la tension de la charge

$$V_{ch_m} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_m \sin \omega t) d\theta = \left[ \frac{V_m}{2\pi} [\cos(0) - \cos(\pi)] \right] = \frac{117 \times V_m}{2\pi} = 84.18V$$

B) On ajoute une f.e.m à la charge  $E = 156V$

4- Tracerez les allures  $V_{ch}$ ,  $I_c$



$$\pi/6 < \theta < 13\pi/6$$

D passant

$$V_{ch} = \dots V_s \dots$$

$$0 \rightarrow \pi/6 < \theta < 13\pi/6 \rightarrow D \text{ bloqué}$$

$$V_{ch} = \dots E \dots$$

5- Calculer la valeur moyenne de la tension de la charge

$$V_{ch_m} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (E + V_m \sin \omega t) d\theta = \left[ \frac{E\pi}{6} + \frac{E}{\pi} \left[ \pi - \frac{13\pi}{6} \right] + V_m \left[ \cos(\pi/6) - \cos(13\pi/6) \right] \right]$$

$$V_{ch_m} = 138.6V$$



Nom: .....

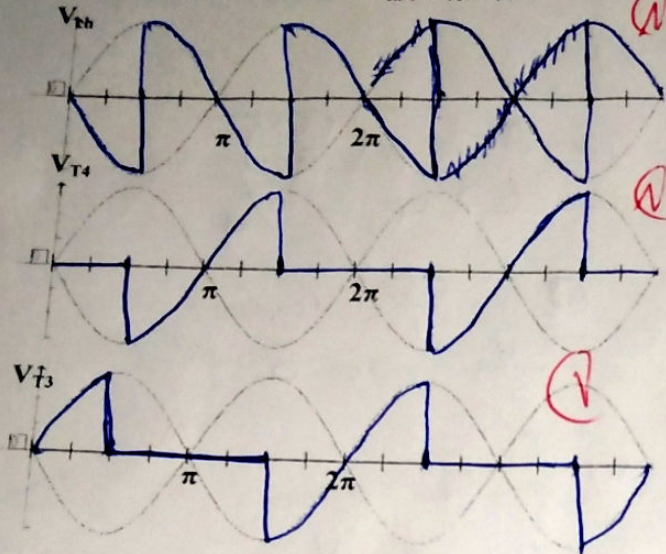
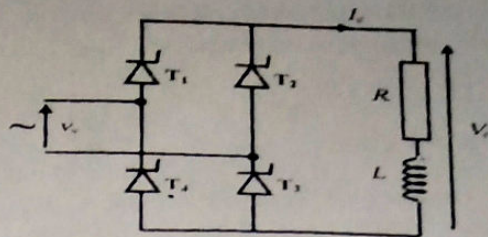
Prénom: .....

G: .....

### Exercice n:2 (10P)

Soit le montage redresseur commandé dans la figure  
 $V_s(t) = 200 \sin \omega t$  L'inductance  $L \gg$  très grand conduction  
 continu  $I = \text{cste}$ ;  $R = 10 \Omega$ ;  $\alpha = \pi/2$

1- Présenté l'allure de  $V_{ch}$ ,  $V_{T3}$ ,  $V_{T4}$



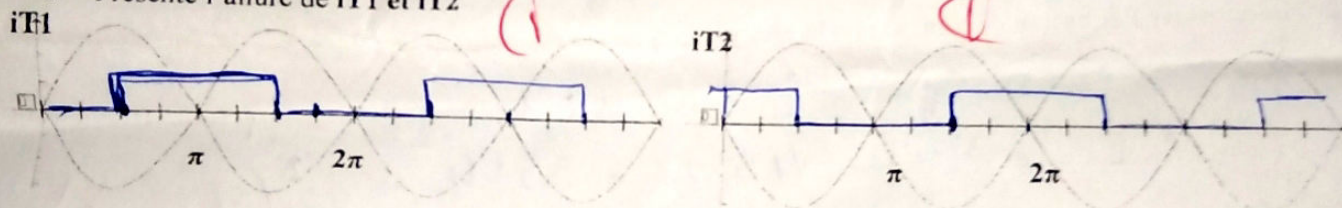
$\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{3\pi}{2}$  T1 T3 passant

$V_{ch} = V_s$   $V_{T3} = 0$   $V_{T4} = 0$

$\frac{3\pi}{2} < \theta < \frac{5\pi}{2}$  T2 T4 passant

$V_{ch} = -V_s$   $V_{T4} = 0$   $V_{T3} = 0$

2- Présenté l'allure de  $i_{T1}$  et  $i_{T2}$

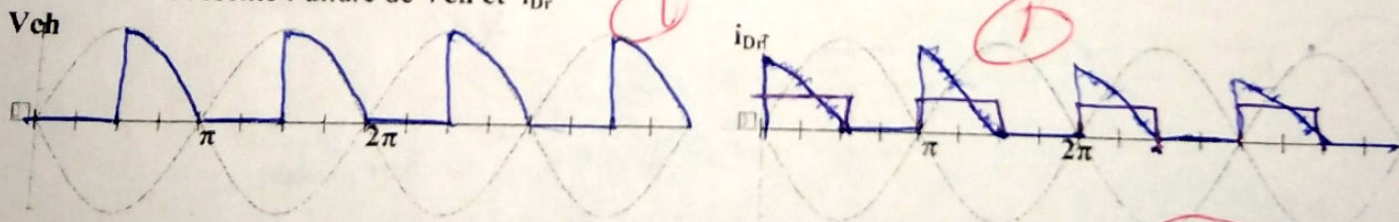


3- Déterminer la valeur moyenne de  $V_{ch}$

$$V_{ch_m} = \frac{V_m}{\pi} \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \sin \theta d\theta = \left[ \frac{V_m}{\pi} \left[ -\cos(\theta) \right]_{\pi/2}^{3\pi/2} \right] = 0$$

4- On ajoute une diode roue libre  $D_r$  antiparallèle à la charge

- Présenté l'allure de  $V_{ch}$  et  $i_{Dr}$



5- Déterminer la valeur efficace de la charge  $V_{ch_{ef}}$

$$V_{ch_{ef}}^2 = \frac{V_m^2}{\pi} \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \sin^2 \theta d\theta = \frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\pi/2}^{3\pi/2} (1 - \cos 2\theta) d\theta = \frac{V_m^2}{2\pi} \left[ \theta - \frac{\sin 2\theta}{2} \right]_{\pi/2}^{3\pi/2} = \frac{V_m^2}{2\pi} \left[ \frac{\pi}{2} \right] = \frac{V_m^2}{4}$$

$$V_{ch_{ef}}^2 = \frac{V_m^2}{4} \Rightarrow V_{ch_{ef}} = \frac{V_m}{2} = 100 \text{ V}$$



Nom: .....

Prénom: .....

G: .....

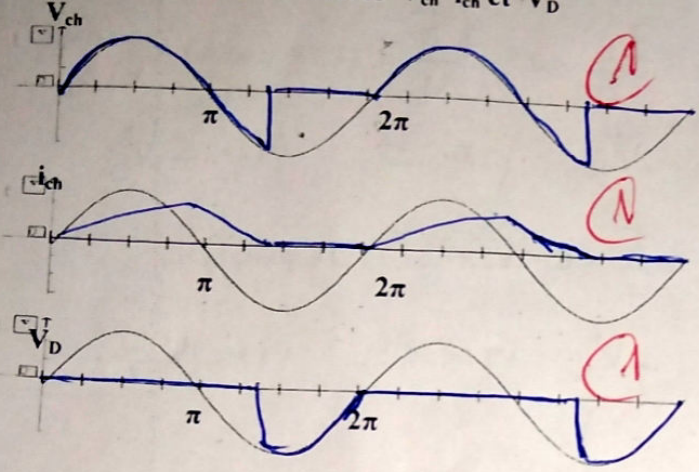
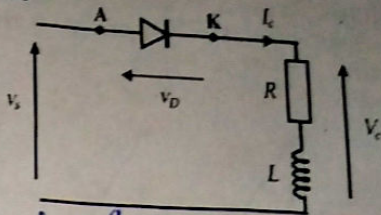
Université Hamma Lakhder El oued  
Module électronique de puissance

3<sup>ème</sup> licence électrotechnique  
Durée : 1h:00

Examen de 5<sup>ème</sup> semestre

Exercice n:1 (10p)

A) Le redresseur présenté sur la figure alimente une charge (R-L) par une tension sinusoïdale  $V_s = 240V/50Hz$  ;  $Z = 2.8 + 5j$



$$\varphi = \arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right) = \arctan\left(\frac{5}{2.8}\right) = 60.2^\circ$$

$$\varphi = \frac{\pi}{3}$$

$0 < \theta < \frac{4\pi}{3}$  D passant

$$V_{ch} = V_s \quad V_D = 0$$

$\frac{4\pi}{3} < \theta < 2\pi$  D bloqué

$$V_{ch} = 0 \quad V_D = V_s$$

2- Déterminer l'équation du courant de la charge  $i_{ch}(t)$  en fonction de  $t$

$$i_{ch}(t) = \frac{V_m}{Z} \left[ \sin \varphi e^{-\frac{1}{\tau}t} + \sin(\omega t - \varphi) \right]$$

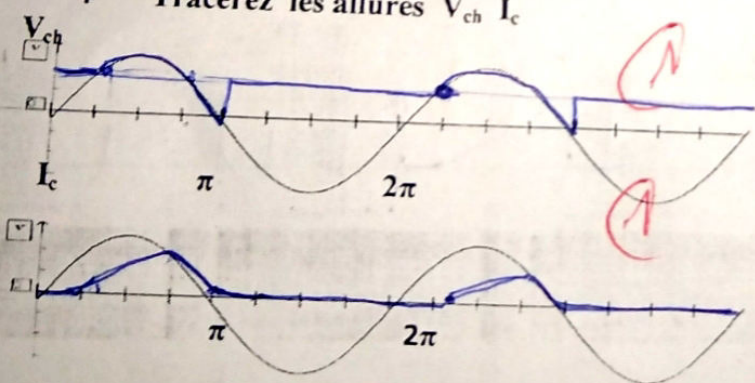
$$i_{ch}(t) = [59.23 e^{-17t} + 51.3 \sin(314t - \frac{\pi}{3})]$$

3- Calculer la valeur moyenne de la tension de la charge

$$V_{ch_m} = \frac{V_m}{2\pi} \int_0^{\frac{4\pi}{3}} \sin \theta d\theta = \left[ \frac{V_m}{2\pi} [\cos(\theta) - \cos(\frac{4\pi}{3})] \right] = \frac{3V_m}{4\pi} = 81V$$

B) On ajoute une f.e.m. à la charge  $E = 293V$

4- Tracerez les allures  $V_{ch}$   $I_c$



$$\frac{\pi}{3} < \theta < \pi$$

D passant

$$V_{ch} = V_s$$

$\pi < \theta < 2\pi$  D bloqué

$$V_{ch} = E$$

5- Calculer la valeur moyenne de la tension de la charge

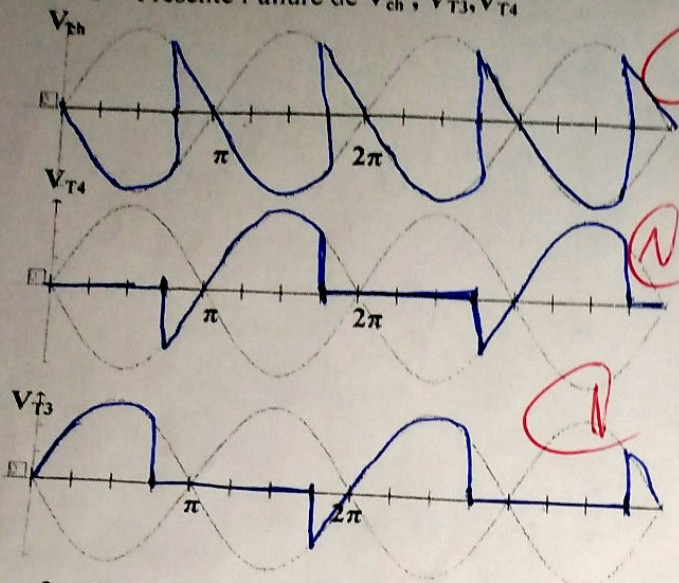
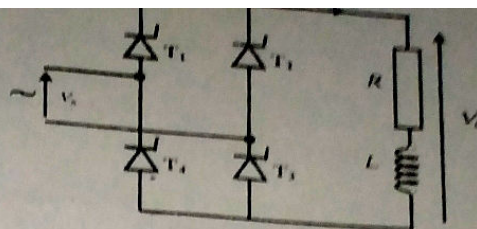
$$V_{ch_m} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_0^{\frac{\pi}{3}} E d\theta + \int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} V_m \sin \theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} E d\theta \right] = \frac{1}{2\pi} \left[ E\frac{\pi}{3} + E\pi + \frac{V_m}{2} [\cos(\frac{\pi}{3}) - \cos(\pi)] \right]$$

$$V_{ch_m} = 276.4V$$



Soit le montage redresseur commandé dans la figure  
 $V_s(t) = 240 \sin \omega t$  L'inductance  $L \gg$  très grand conduction  
 continu  $I = \cos \alpha$ ;  $R = 10 \Omega$ ;  $\alpha = 3\pi/4$

1- Présente l'allure de  $V_{ch}$ ,  $V_{T3}$ ,  $V_{T4}$



$$\frac{3\pi}{4} < \theta < \frac{7\pi}{4}$$

T1 T3 passant

$$V_{ch} = V_s$$

$$V_{T3} = 0$$

$$V_{T4} = V_s$$

$$\frac{7\pi}{4} < \theta < \frac{2\pi + 3\pi}{4}$$

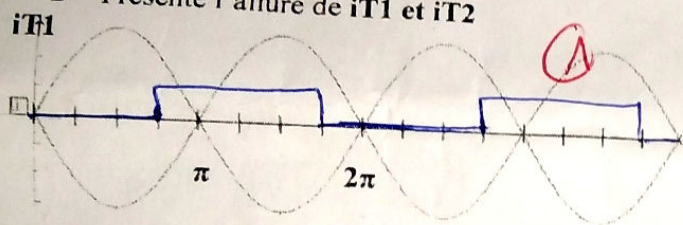
T2 T4 passant

$$V_{ch} = V_s$$

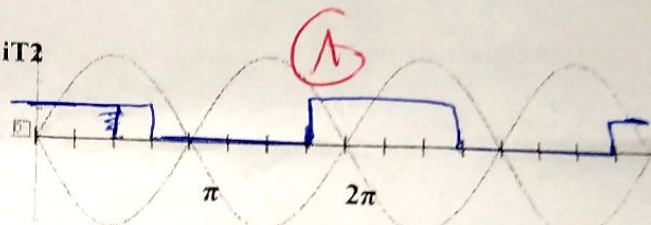
$$V_{T4} = 0$$

$$V_{T3} = V_s$$

2- Présente l'allure de  $i_{T1}$  et  $i_{T2}$



$i_{T2}$



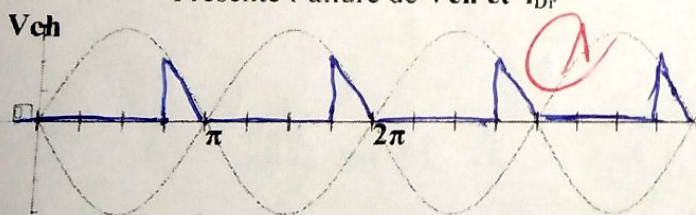
3- Déterminer la valeur moyenne de  $V_{ch}$

$$V_{chm} = \frac{V_m}{\pi} \int_{\frac{3\pi}{4}}^{\frac{7\pi}{4}} (\sin \alpha) d\theta = \left[ \frac{V_m}{\pi} \left[ -\cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) - \cos\left(\frac{7\pi}{4}\right) \right] \right] = \frac{2V_m}{\pi} \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right)$$

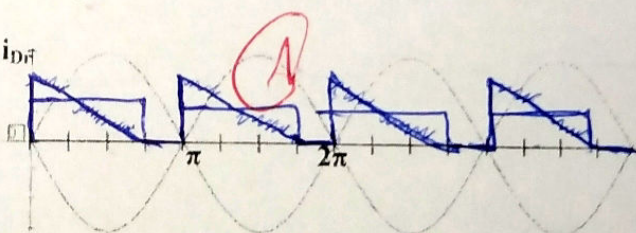
$$V_{chm} = 107.7 \text{ V}$$

4- On ajoute une diode roue libre  $D_r$  antiparallèle à la charge

- Présente l'allure de  $V_{ch}$  et  $i_{Dr}$



$i_{Dr}$



5- Déterminer la valeur efficace de la charge  $V_{ch_{ef}}$

$$V_{ef}^2 = \frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\frac{3\pi}{4}}^{\frac{7\pi}{4}} (1 - \cos 2\alpha) d\alpha = \frac{V_m^2}{2\pi} \left[ \frac{\alpha}{4} - \frac{1}{2} \left[ \sin 2\alpha \right]_{\frac{3\pi}{4}}^{\frac{7\pi}{4}} \right]$$

$$\frac{V_m^2}{2\pi} \left[ \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2} \right] = \frac{V_m^2}{8\pi} (2\pi + 1)$$

$$V_{ef} = 108 \text{ V}$$



Faculté de Technologie

Département: Génie Mécanique

Spécialité: Electrotechnique - 3<sup>ème</sup> année



Examen – Conception des systèmes électriques –

Le 24/01/2022

كلية التكنولوجيا  
قسم: الهندسة الكهربائية  
تخصص: ثالث ليسانس - كهروتقني



الاسم..... اللقب..... الفوج..... رقم التسجيل.....

\*ملاحظة: الإجابة على نفس الورقة. (اكتب الاسم واللقب باللغة العربية و الفوج بشكل واضح) • مدة الامتحان 60 دقيقة

Choisir la bonne réponse (Vrai ou Faux):

	Vrai	Faux
1) Un transformateur est un appareil statique, il permet de convertir l'énergie électrique alternative en une énergie de nature déferente .		X
2) Dans les réseaux de distribution électrique, au moyen d'un transformateur, il est possible de modifier les grandeurs électriques.	X	
3) Le transformateur permet de convertir l'énergie électrique alternative en une énergie électrique continue.		X
4) Un transformateur comprend un circuit magnétique constitué de plusieurs tôles d'acier au silicium laminées.	X	
5) Pour les transformateurs de faibles puissances, les sections de colonnes sont à gradin		X
6) L'utilisation de l'acier au silicium dans le circuit magnétique d'un transformateur permet de minimiser les pertes par Hystérésis	X	
7) Le Bobinage mixte généralement est utilisé dans les petits transformateurs.		X
8) Les pertes magnétiques sont les pertes par courants de Foucault et les pertes par hystérésis	X	
9) Un moteur à courant continu à aimant permanent est considéré comme un moteur à excitation série.		X
10) Le bobinage imbriqué est généralement utilisé pour les machines de plus de 500 kW.	X	
11) Le bobinage ondulé est généralement utilisé pour les machines d'une puissance supérieure à 560 kW.		X
12) Le moteur à excitation série est appelé moteur universel lorsqu'il est alimenté par un courant alternatif.	X	
13) Dans une plaque signalétique d'un moteur asynchrone la vitesse nominale est 450 tours/min, le nombre de paires de pôles de cette machine est donc 8		X



14) La maintenance de la machine asynchrone est très simple par rapport à celui de la machine à courant continu	X	
15) On distingue trois types de moteurs pas à pas: les moteurs à électro-aimants permanents, les moteurs à résistance variable, et les moteurs thyroïdes.		X
16) Un moteur pas à pas bipolaire possède 4 fils, avec un rotor bipolaire, on peut avoir <u>8 pas</u> avec une commande par demi-pas .	X	
17) Le moteur pas à pas thyroïdes donne une mauvaise résolution par rapport aux autres types.		X
18) Dans un moteurs pas à pas hybrides, le stator est identique que le stator d'un moteur pas à pas à réluctance variable.	X	
19) Un moteur à aimant permanent unipolaires possède 7 fils (la masse est commune), alors ce moteur contient 05 bobines.		X
20) Lors de démontage d'un lecteur DVD, un moteur pas à pas à 05 fils est trouvé. La mesure entre les bornes [1 et 5, 2 et 5, 3 et 5, 4 et 5] a donné des résistances de 0.8 Ohm, et la mesure entre chaque deux bornes sauf la 5 a donné 1.6 Ohm. Alors ce moteur peut être un moteur hybride	X	
21) Dans une plaque signalétique d'un moteur asynchrone la tension nominale 380/600V, le couplage de ce moteur dans notre réseau électrique doit être en étoile		X
22) Le rotor d'une machine asynchrone est identique que le rotor d'une machine synchrone.	X	
23) On ne peut pas varier la vitesse d'un moteur synchrone par variation du nombre de paires de pôles.		X
24) Si le nombre de spires du circuit primaire est plus grand que celui dans le secondaire on dit que c'est un transformateur abaisseur	X	
25) On peut minimiser les pertes magnétiques dans un moteur par lubrification.		X



## Correction du contrôle /// 3ELT: Capteurs et Métrologie ///2021/2022

### Exercice 1

#### • 1/ Notion de mesurande

C'est la grandeur physique que l'on souhaite connaître et elle se représente par le symbole  $m$ .

#### • Notion de mesurage

Le mesurage est l'ensemble des opérations expérimentales qui concourent à la connaissance de la valeur numérique du mesurande.

#### • Notion du capteur

Le capteur est le dispositif qui soumis à l'action d'un mesurande non électrique présente une caractéristique de nature électrique (charge, tension, courant, impédance) désignée par  $s$  et qui est fonction du mesurande :  $s = f(m)$ . On appelle  $s$  la grandeur de sortie ou réponse du capteur et  $m$  la grandeur d'entrée ou excitation (Fig.1.1). La mesure de  $s$  doit permettre la connaissance de  $m$ . Dans la figure 1.2 on présente l'évolution d'un mesurande  $m$  et la réponse du capteur  $s$  correspondante pour la mesure de cette grandeur physique. La relation  $s = f(m)$  résulte dans sa forme théorique des lois physiques qui régissent le fonctionnement du capteur et dans son expression numérique de sa construction (sa géométrie, dimensions), des matériaux qui le constituent et éventuellement de son environnement et de son mode d'emploi. Pour tout capteur la relation  $s = f(m)$  sous sa forme numériquement exploitable est explicitée par étalonnage (pour un ensemble de point de  $m$  connues avec précision on mesure les valeurs correspondantes de  $s$  ce qui permet de tracer la courbe d'étalonnage).

2/Le rôle est le suivant :

*Capteurs pour la sécurité des voitures*

- reconnaissance de piétons
- distance entre les voitures sur l'autoroute
- capteur de pression des pneus  $\longrightarrow$  transmission sans fil
- Eviter tout accident, même si le conducteur est inattentif et/ou pétulant.

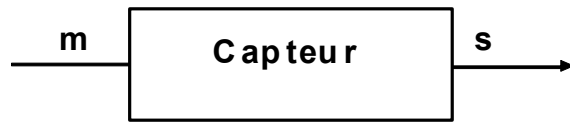


Fig.1.1 : Notion du capteur

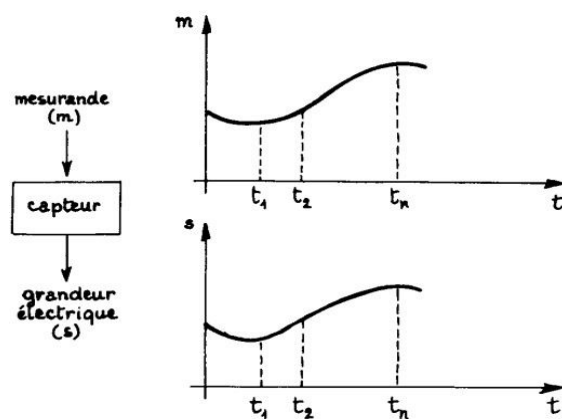


Fig.1.2 : Evolution d'un mesurande et sa réponse

### Exercice 2

#### 1/ THERMOMETRIE PAR RESISTANCE

##### **PRINCIPE**

La résistance d'un matériau varie en fonction de sa température  $\Rightarrow$  mesure de la température par mesure de résistance

Les lois de variation de résistances sont différentes suivant qu'il s'agit d'un métal ou d'un agglomérat d'oxyde métallique.

#### **THERMOMETRIE PAR THERMOCOUPLE**

##### **DEFINITION**

Un thermocouple est un circuit électrique fermé, constitué par deux métaux différents A et B, dont les jonctions sont soumises à un gradient de température. La conversion d'énergie thermique crée un déplacement d'électrons et génère une force électromotrice (f.é.m.) de Seebeck, qui dépend de la nature des deux métaux et de la différence des températures au niveau des jonctions (fig. 2.2).

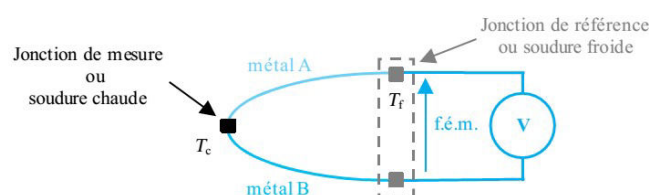


Fig 2.2 Constitution d'un circuit thermoélectrique ou thermocouple



Dans la désignation d'un thermocouple A/B, le métal A est le conducteur positif et le métal B le négatif. La jonction de mesure est soumise à la température  $T_c$  à mesurer, et la jonction de référence, reliant les bornes de l'instrument de mesure, est à une température  $T_f$  connue. La f.é.m. de Seebeck, notée  $E_{A/B}^{T_c, T_f}$ , est positive lorsque la température  $T_c$  est supérieure à la température  $T_f$ . Elle est négative dans le cas inverse, et nulle si les températures  $T_c$  et  $T_f$  sont égales.

2/ La mesure de la température est l'une des grandeurs physiques dont la mesure est la plus fréquente. Et cela pour plusieurs raisons:

- certaines grandeurs physiques leur état est fonction de leur température; par exemple la pression ou le volume d'un gaz varie selon son état de température
- résistance des matériaux varient selon leur état de température
- induction rémanente des aimants varient selon leur état de température
- fonctionnement et fiabilité des équipements sont liés directement à leurs températures.

### Exercice 3

2 /les inconvénients des capteurs de type (potentiomètre à curseur mécanique) sont :

- Frottement du curseur sur la piste ;
- Usure de la piste ;
- durée de vie limitée.

### Exercice 4

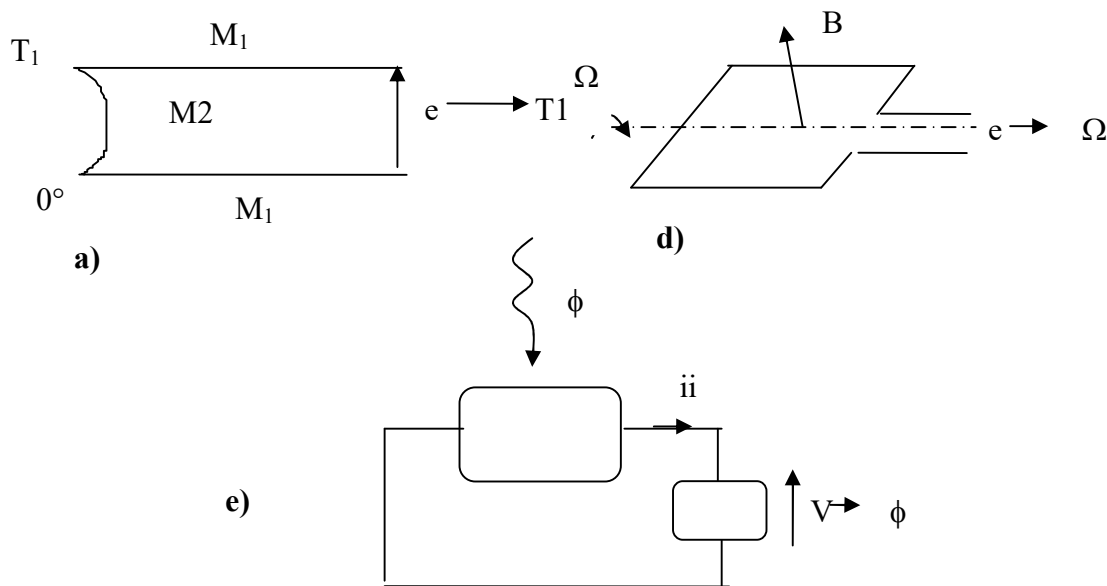
\* **Effet thermoélectrique** : Un circuit formé de deux conducteurs de nature chimique différente, dont les jonctions sont portées à des températures différentes  $T_1$  et  $T_2$ , est le siège d'une force électromotrice  $e(T_1, T_2)$ . Application : Détermination à partir de la mesure de  $e$  d'une température inconnue  $T_1$  Lorsque  $T_2$  ( $0^\circ\text{C}$  par exemple) est connue (Fig.1.4a).

\* **Effet d'induction électromagnétique** : lorsqu'un conducteur se déplace dans un champ d'induction fixe, il est le siège d'une fem proportionnelle au flux coupé par unité de temps, donc à sa vitesse de déplacement.

Application : la mesure de la fem d'induction permet de connaître la vitesse du déplacement qui a lui donné naissance (qui est à son origine) fig. 1.4d.

\* **effet photovoltaïque** : Certain matériaux libèrent des charges lorsqu'ils sont exposés aux rayonnement solaire. Exemple le Silicium.

Application : la mesure de la tension aux bornes de la cellule permet la détermination du rayonnement solaire à laquelle elle est exposée (fig.1.4e).





<p style="text-align: center;"><b>جامعة الوادي</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Université d'El-Oued</b></p> <p style="text-align: center;">Faculté de Sciences et technologies Département de génie électrique</p>	<p><i>Corrigé type C.S1(Covid19):Théorie du Champ</i></p> <p><b>Niveau : 3ELT</b></p> <p><b>Saison U : 2021/2022</b></p> <p><b>Durée : 1H :00min</b></p>
--	--

Nom : ..... Prénom : ..... Groupe : .....



**Attention**

N°	***** <b>Questions</b> *****	vrai	faux
1	Le gradient du champ scalaire f est : $\vec{\nabla} f = \frac{\partial f}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial f}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial f}{\partial z} \vec{e}_z = \vec{\text{grad}} f$	X	
2	En coordonnées cylindriques, le volume élémentaire est : $dV = r dr d\theta dz$	X	
3	La circulation d'un gradient dépend du chemin parcouru		X
4	En coordonnées cartésiennes, la surface élémentaire est : $dS = dx dy dz$		X
5	$\vec{\text{grad}}(fp) = f \vec{\text{grad}} p + p \vec{\text{grad}} f$	X	
6	La divergence d'un vecteur est un vecteur en coordonnées cartésiennes est : $\text{div } \vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$	X	
7	Chaque gradient n'est pas toujours un vecteur		X
8	le vecteur de position élémentaire en coordonnées cylindriques est : $d\vec{OM} = dr \vec{e}_r + r d\theta \vec{e}_\theta + dz \vec{e}_z$	X	
9	$\text{div}(f\vec{A}) = (\vec{\text{grad}} f) \cdot \vec{A} + f \text{div } \vec{A}$	X	
10	Chaque vecteur est toujours un gradient		X
11	La surface élémentaires en coordonnées cylindriques est : $dS = r dr d\theta dz$		X
	Exercice 1 :(4pt) On considère le champ vectoriel : $\vec{V} = (2x - y)\vec{e}_x + (2y - x)\vec{e}_y - 4z\vec{e}_z$		
12	1/ le vecteur $\vec{V}$ n'est pas un gradient		X
13	$2/\varphi = x^2 - yx + y^2 - 2z^2 + C$ , tel que $\vec{\text{grad}} \varphi = \vec{V}$	X	
	Exercice 2 : (6pt) Un champ de vecteur $\vec{E}$ , dans l'espace orthonormé $\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z$ , est caractérisé par ses composantes : $\vec{E} = \begin{pmatrix} yz \\ zx \\ f(x,y) \end{pmatrix} \quad \text{où } f \text{ ne dépend que de } x \text{ et } y.$		
14	1/ pour que le vecteur $\vec{E}$ soit un gradient il faut que : $f = xy + cx + c$		X
15	$2/ V = -xyz - Cz + \text{cte}$ tel que : $\vec{E} = -\vec{\text{grad}} V$ .	X	
16	3/ la circulation de vecteur $\vec{E}$ entre (0,0,0) et (1,1,1) est : $3+c$		X

**Les mobiles sont strictement interdits**

*Azzeddine Merazga*