

EXO N°1

A- Le pont est alimenté par le réseau qui fournit une tension sinusoïdale de valeur efficace $V = 400V$ et de fréquence 50 Hz.

Les thyristors sont considérés comme parfaits : Th_1 et Th_3 d'une part, Th_2 et Th_4 d'autre part, sont commandés de manière complémentaire avec un retard à l'amorçage noté ψ .

On admet que le courant I_C fourni par le pont à thyristors est parfaitement lissé grâce à l'inductance L_F ($I_C = \text{constante}$).

1- Pour $\psi = \pi/3$, représenter sur le document réponse n°1 (Partie A) :

- la tension U_c à la sortie du pont en indiquant les thyristors passants;
- le courant i fourni par le réseau.

2- Montrer que, pour une valeur quelconque de ψ la tension moyenne à la sortie du pont a pour expression :

$$U_{C_{\text{moy}}} = \frac{2 \cdot V \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cos \psi$$

3- Quel type de fonctionnement obtient-on pour $\psi > \pi/2$ si on parvient, en modifiant le dispositif, à maintenir constant le courant I_C ?

4- Pour $\psi = \pi/3$ et $I_C = 40A$, calculer :

- la tension $U_{C_{\text{moy}}}$;
- la puissance P absorbée par le moteur ;
- la valeur efficace I_{eff} du courant i prélevé au réseau ;
- la puissance apparente S de l'installation;
- le facteur de puissance de l'installation.

B- Afin d'améliorer le facteur de puissance de l'installation, on place à la sortie du pont précédent une diode de «roue libre» D_{RL} .

La tension sinusoïdale du réseau est inchangée ($V = 400V$; $f = 50Hz$).

On admet encore que le courant I_C fourni par le pont à thyristors est parfaitement lissé grâce à L_F .

1- Pour un angle de retard à l'amorçage $\psi = \pi/2$, représenter sur le document réponse n°1 (Partie B):

- la tension U_C à la sortie du pont, en indiquant les composants passants ;
- le courant i fourni par le réseau alternatif.

2- Montrer que, pour une valeur quelconque de ψ la tension moyenne à la sortie du pont a pour expression :

$$U_{C_{\text{moy}}} = \frac{V \cdot \sqrt{2}}{\pi} (1 + \cos \psi)$$

Calculer la valeur de l'angle de retard à l'amorçage ψ donnant $U_{C_{\text{moy}}} = 180 V$.

3- Montrer que pour une valeur quelconque de ψ la valeur efficace du courant I_{eff} a pour expression :

-
- 1- Que représente H ?, Quel est le rôle de la diode D? Quel est le rôle de l'inductance L?
 - 2- Déterminer la valeur de la fréquence de hachage f et le rapport cyclique α ;
 - 2- Déterminer la valeur de la f.e.m. E , en déduire la valeur de la tension moyenne $\langle U_c \rangle$;
 - 3- Déterminer la valeur de I_{Max} et la valeur de I_{min} , en déduire la valeur du courant moyen $\langle i \rangle$
 - 4- Établir l'expression de l'équation de fonctionnement de la charge (on négligera la tension r.i) et en déduire l'expression de $\langle U_c \rangle$ en fonction de R , $\langle i \rangle$ et E' :
 - 5- Pour le moteur à courant continu considéré, on considère que $R=0\Omega$. En déduire l'expression de E' en fonction du rapport cyclique α et de la f.e.m E et en déduire la valeur de E' .
 - 6- On admet que pour ce moteur, $E' = k.n$. L'oscillogramme a été relevé pour une vitesse $n=1200$ tr/min. Déterminer la valeur de k et préciser son unité.
On désire maintenant que la vitesse de rotation du moteur soit de $n=1600$ tr/min. Calculer la nouvelle valeur de E' . En déduire la nouvelle valeur du rapport cyclique α qu'il faut pour obtenir cette vitesse de rotation.

SOLUTION DE LA SYNTHÈSE TEC 528 POUR L'ANNEE 2007

EXO N° 1:
Partie A :

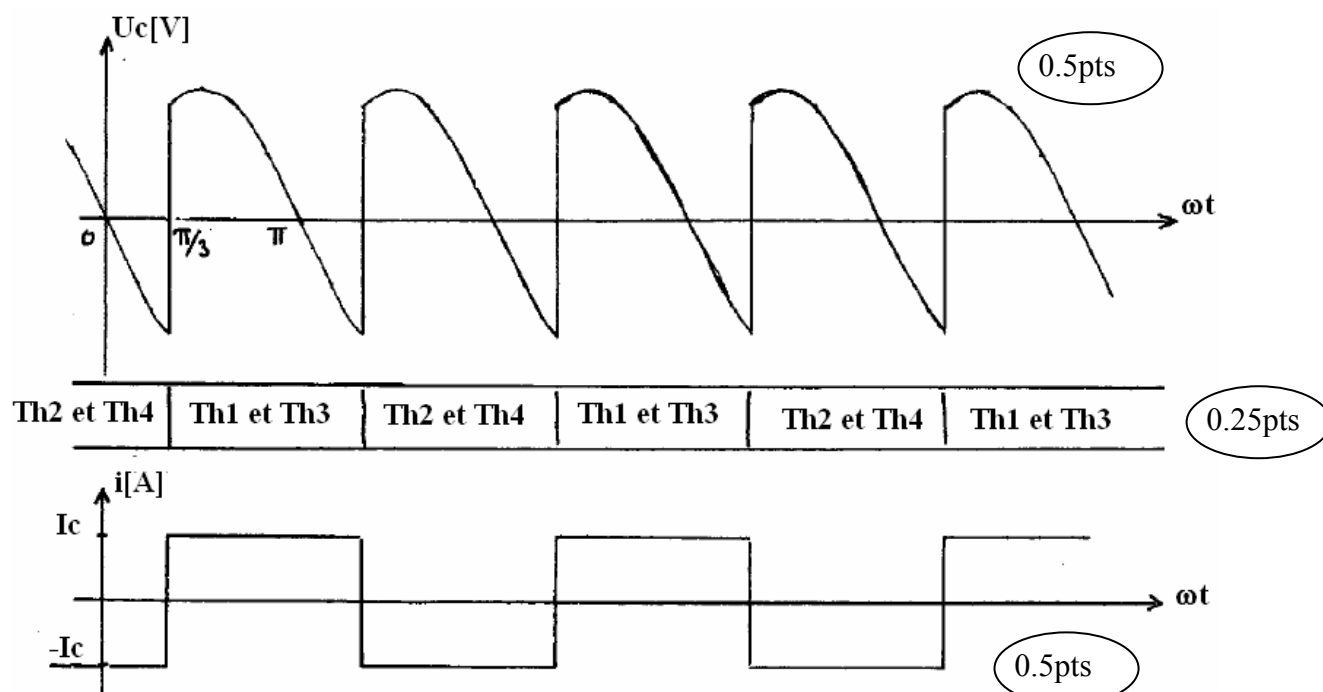
06.25pt

- Le pont est en conduction est ininterrompue, d'où la tension U_c est égale à $\pm V$ 0.5pts

- Etude du fonctionnement du pont

$$\begin{cases} \theta \in [0 \quad \psi] \cup [\pi + \psi \quad 2\pi] & \text{Th}_2 \text{ et } \text{Th}_4 \text{ fermés} \Rightarrow U_c = -V & 0.25\text{pts} \\ \theta \in [\psi \quad \pi + \psi] & \text{Th}_1 \text{ et } \text{Th}_3 \text{ fermés} \Rightarrow U_c = V & 0.25\text{pts} \end{cases}$$

- Pour $\psi = \frac{\pi}{3}$ les courbes de la tension U_c et le courant i sont comme suit:



- La tension moyenne à la sortie du pont est :

$$U_{cmoy} = \frac{1}{T} \int_0^{2\pi} V(\theta) d\theta \quad 0.25\text{pts}$$

$$U_{cmoy} = \frac{1}{2\pi} \int_{\psi}^{\pi+\psi} V_{eff} \sqrt{2} \sin \theta d\theta \quad 0.25\text{pts}$$

$$U_{cmoy} = \frac{\sqrt{2} V_{eff}}{\pi} [-\cos \theta]_{\psi}^{\pi+\psi}$$

$$U_{cmoy} = \frac{2\sqrt{2} V_{eff}}{\pi} \cos \psi \quad 0.5\text{pts}$$

- Pour un angle d'amorçage $\psi > \frac{\pi}{2}$, on maintient la conduction ininterrompue, on a alors une tension moyenne négative. Le pont fonctionne en onduleur assisté. 0.5pts

SOLUTION DE LA SYNTHÈSE TEC 528 POUR L'ANNEE 2007

- Pour un $\psi = \frac{\pi}{3}$, $I_c = 40A$ et $V_{eff} = 400V$

- La tension moyenne : $U_{cmoy} = \frac{2\sqrt{2}V_{eff}}{\pi} \cos \psi = \frac{2\sqrt{2}.400}{\pi} \cos \frac{\pi}{3} = 180V$ (0.25pts)

(0.25pts)

- La puissance absorbée par le moteur : $P = U_{cmoy}.I_c = 180.40 = 7200W$ (0.25pts)

(0.25pts)

- La valeur efficace du courant: $i_{eff} = I_c = 40A$ (0.25pts)

(0.25pts)

- La puissance apparente : $S = V_{eff}.I_c = 400.40 = 16000VA$ (0.25pts)

(0.25pts)

- Le facteur de puissance de l'installation $\cos \theta = K = \frac{P}{S} = \frac{7200}{16000} = 0.45$ (0.25pts)

(0.25pts)

Partie B : (07.25pt)

Dans ce cas, le courant I_c emprunte le passage par la diode roue libre D_{RL} lors des passages de la tension du réseau en négatif.

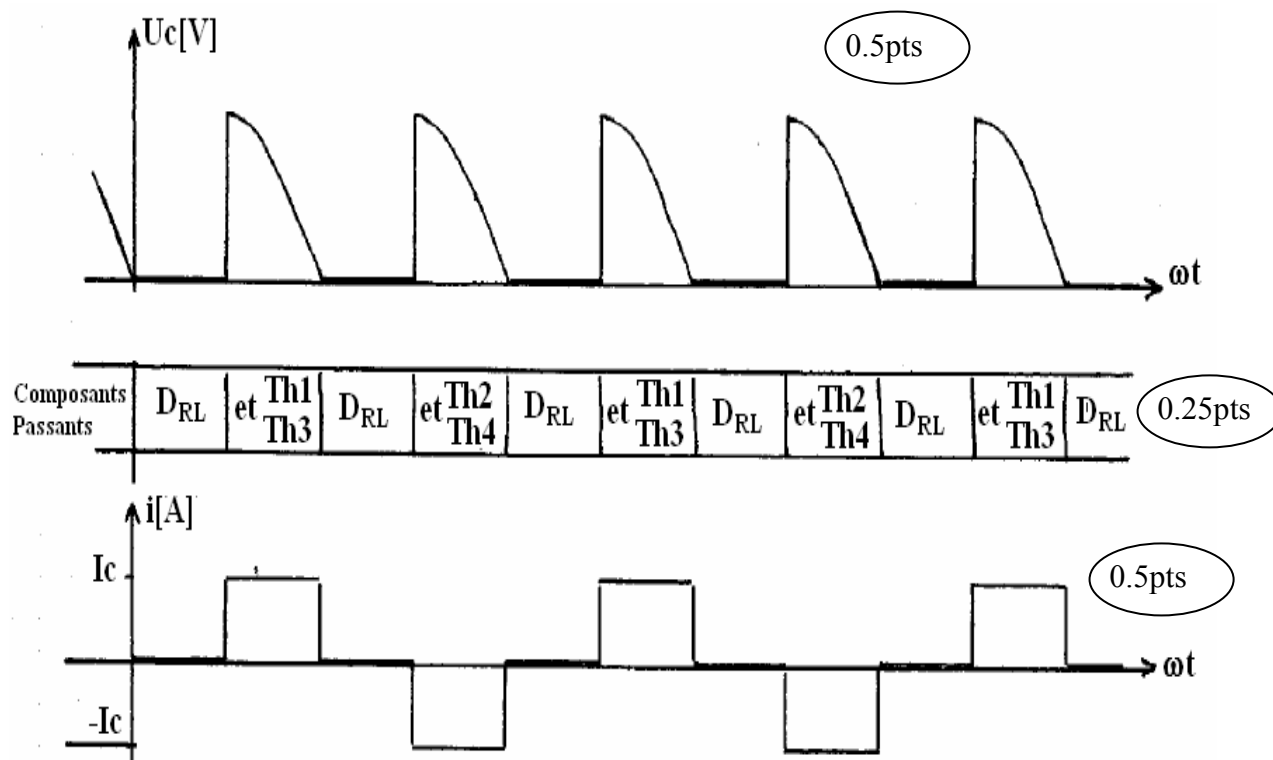
(0.5pts)

- Etude du fonctionnement du pont

$$\begin{cases} \theta \in [0 \quad \psi] \cup [\pi \quad \pi + \psi] & D_{RL} \text{ } \textit{fermée} \Rightarrow U_C = 0 & (0.25pts) \\ \theta \in [\psi \quad \pi] & Th_1 \text{ et } Th_3 \text{ } \textit{fermés} \Rightarrow U_C = V & (0.25pts) \\ \theta \in [\pi + \psi \quad 2\pi] & Th_2 \text{ et } Th_4 \text{ } \textit{fermés} \Rightarrow U_C = V & (0.25pts) \end{cases}$$

SOLUTION DE LA SYNTHÈSE TEC 528 POUR L'ANNEE 2007

- Pour $\psi = \frac{\pi}{2}$ les courbes de la tension U_c et le courant i sont comme suit:



- La tension moyenne à la sortie du pont est :

$$U_{cmoy} = \frac{1}{T} \int_0^{2\pi} V(\theta) d\theta \quad (0.25pts)$$

$$U_{cmoy} = \frac{1}{2\pi} \int_{\psi}^{\pi} V_{eff} \sqrt{2} \sin \theta d\theta \quad (0.25pts)$$

$$U_{cmoy} = \frac{\sqrt{2} V_{eff}}{\pi} [-\cos \theta]_{\psi}^{\pi}$$

$$U_{cmoy} = \frac{\sqrt{2} V_{eff}}{\pi} (1 + \cos \psi) \quad (0.5pts)$$

- La valeur de l'angle d'amorçage pour avoir $U_{cmoy}=180V$

$$U_{cmoy} = \frac{\sqrt{2} V_{eff}}{\pi} (1 + \cos \psi) = 180 \Rightarrow \cos \psi = 0 \Rightarrow \psi = \frac{\pi}{2} \quad (0.25pts)$$

0.25pts

SOLUTION DE LA SYNTHÈSE TEC 528 POUR L'ANNEE 2007

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{T} \int_0^{2\pi} i^2(\theta) d\theta \quad (0.25\text{pts})$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{2}{2\pi} \int_{\psi}^{\pi} I_c^2 d\theta \quad (0.25\text{pts})$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{I_c^2}{\pi} [\theta]_{\psi}^{\pi}$$

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{I_c^2}{\pi} (\pi - \psi)$$

$$I_{\text{eff}} = I_c \sqrt{\frac{\pi - \psi}{\pi}} \quad (0.5\text{pts})$$

- Pour un $\psi = \frac{\pi}{3}$, $I_c = 50\text{A}$ et $U_{\text{cmoy}} = 180\text{V}$

- La puissance absorbée par le moteur : $P = U_{\text{cmoy}} \cdot I_c = 180 \cdot 50 = 9000\text{W}$ (0.25pts)

(0.25pts)

- La valeur efficace du courant: $I_{\text{eff}} = I_c \sqrt{\frac{\pi - \psi}{\pi}} = 50 \sqrt{\frac{\pi - \frac{\pi}{2}}{\pi}} = 35.35\text{A}$

(0.25pts)

(0.25pts)

- La puissance apparente : $S = V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = 400 \cdot 35.35 = 14140\text{VA}$

(0.25pts)

(0.25pts)

- Le facteur de puissance de l'installation $\cos\theta = K = \frac{P}{S} = \frac{9000}{14140} = 0.636$

(0.25pts)

(0.25pts)

- Le pont n'est pas réversible à cause de la diode de roue libre qui ne permet pas d'avoir une valeur moyenne aux bornes de la charge négative.

(0.25pts)

EXO N°2: (06.50pts)

La voie 1 de l'oscilloscope : $U_c(t)$, (0.25pts)

La voie 2 de l'oscilloscope : $r.i(t)$ (0.25pts)

La voie 2 permet de visualiser l'image de l'intensité i . $U_r = r.i = 1.i = i$ (0.25pts)

SOLUTION DE LA SYNTHÈSE TEC 528 POUR L'ANNEE 2007

H est un interrupteur commandé.

0.25pts

Le rôle de la diode D est d'éviter les surtensions aux bornes de H.

0.25pts

L'inductance L sert à lisser le courant i.

0.25pts

$$T = 5 \text{ div} \times 0,2 \text{ ms/div} = 1 \text{ ms}$$

0.25pts

$$\text{et } f = 1/T = 1000 \text{ Hz}$$

0.25pts

$$\alpha = \frac{t_{\text{off}}}{T}$$



$$\alpha = \frac{3}{5} = 0,63$$

0.25pts

$$E = 5 \text{ div} \times 20 \text{ V/div} = 100 \text{ V}$$

0.25pts

$$\langle U_c \rangle = \alpha \cdot E = 0,6 \times 100 = 60 \text{ V}$$

0.25pts

0.25pts

$$r.I_{\text{MAX}} = 3 \text{ div} \times 0,2 \text{ V/div} = 0,6 \text{ V et } I_{\text{MAX}} = 0,6 \text{ V} / 1 = 0,6 \text{ A}$$

0.25pts

$$r.I_{\text{min}} = 2 \text{ div} \times 0,2 \text{ V/div} = 0,4 \text{ V et } I_{\text{min}} = 0,4 \text{ V} / 1 = 0,4 \text{ A}$$

0.25pts

$$\langle i \rangle = (I_{\text{MAX}} + I_{\text{min}}) / 2 = (0,6 + 0,4) / 2 = 0,5 \text{ A}$$

0.25pts

0.25pts

0.25pts

$$U_c = L \frac{di}{dt} + Ri + E' \quad \text{D'où } U_{\text{cmoy}} = R I_{\text{cmoy}} + E'$$

0.5pts

$$\text{Si } R \text{ est négligée, } Ri = 0 \text{ et } E' = \alpha \cdot E \quad \text{d'où : } E' = 0,6 \times 100 = 60 \text{ V}$$

0.25pts

$$E' = k \cdot n \text{ soit } k = E' / n \text{ en } [\text{V} \cdot (\text{tr/min})^{-1}] \quad k = 60 / 1200 = 0,05 \text{ V} \cdot (\text{tr/min})^{-1}$$

0.25pts

0.25pts

$$k [\text{V} \cdot (\text{tr/min})^{-1}]$$

0.25pts

$$E' = k \cdot n = 0,05 \times 1600 = 80 \text{ V}$$

0.25pts

$$\text{On sait que } E' = \alpha \cdot E \text{ soit } \alpha = E' / E = 80 / 100 = 0,8$$

0.25pts

0.25pts