EPITA / InfoS2

NOM : .... Prénom : .... Février 2017 Groupe : ....

Contrôle Electronique – CORRIGE

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif.

Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

Exercice 1. Questions de cours (5 points – pas de points négatifs)

Choisissez la ou les bonnes réponses :

Soit un courant sinusoïdal $i(t) = I\sqrt{2}.\,sin(\omega t + \varphi)$

1. Par convention, I est une grandeur réelle quelconque, en Ampère.

a. VRAI

b. FAUX $(I > 0)$

2. Quelle relation est correcte ? T représente la période de $i(t)$ et f, sa fréquence.

a. $\omega = 2.\pi.T$

b. $\omega.T = 2.\pi$

c. $f = 2.\pi.\omega$

d. $\frac{\omega}{T} = \frac{2.\pi}{f}$

On note $\underline{I}$, l'amplitude complexe de $i(t)$.

3. Quel est le module de $\underline{I}$?

a. $< i >$

b. I

c. $2.I$

d. $I.\sqrt{2}$

4. Quel est l'argument de $\underline{I}$?

a. $\omega t + \varphi$

b. φ

c. ωt

d. I

5. Quelle formule représente l'impédance complexe d'un condensateur de capacité C?

a. $-jC\omega$

b. $\frac{-1}{jC\omega}$

c. $\frac{1}{jC}$

d. $\frac{-j}{C\omega}$

6. Dans un condensateur, la tension est :

a. En avance de $\frac{\pi}{2}$ sur le courant

b. En retard de $\frac{\pi}{2}$ sur le courant

c. En phase avec le courant.

7. $\frac{1}{C\omega}$ est homogène à des :

a. Ω

b. S

c. s

d. sans dimension

8. Quelle formule représente l'impédance complexe d'une bobine d'inductance L?

a. jL

b. $\frac{1}{jL\omega}$

c. $jL\omega$

d. $\frac{-j}{L\omega}$

9. Dans une bobine, le courant est :

a. En avance de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension.

b. En retard de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension.

c. En phase avec la tension.

10. Quelle est l'unité de $LC\omega^2$?

a. Ω

b. S

c. s

d. sans dimension

Exercice 2. Identification de dipôles (3 points)

On souhaite déterminer la nature d'un dipôle inconnu. Pour cela, on mesure la tension $u(t)$à ses bornes et le courant $i(t)$ qui le traverse.

En justifiant votre réponse, déterminer la nature du dipôle ainsi que sa grandeur caractéristique (Résistance R pour une résistance, capacité C pour un condensateur et inductance L pour une bobine) dans les cas suivants :

1. $u(t) = U_{Max}.sin(\omega t)$ et $i(t) = I_{Max}.sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ avec $\begin{cases} \omega = 1000\ rd/s \\ U_{Max} = 10\ V \\ I_{Max} = 10.10^{-3}\ A \end{cases}$.

$\varphi_{u/i} = 0 - (-\pi/2) = \pi/2$ ⇒ La tension est en avance de $\pi/2$ sur le courant.

⇒ Il s'agit d'une bobine

$L\omega = \frac{U}{I}$ ← Valeurs efficaces. $= \frac{U_{max}/\sqrt{2}}{I_{max}/\sqrt{2}} = \frac{U_{max}}{I_{max}} = \frac{10}{10.10^{-3}} = 10^3\ \Omega$

$\Rightarrow L = \frac{10^3}{\omega} = 1\ H.$

2. $u(t) = U_{Max}\, sin(\omega t)$ et $i(t) = I_{Max}.\, cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ avec $\begin{cases} \omega = 1000\ rd/s \\ U_{Max} = 10\ V \\ I_{Max} = 5.10^{-3}\ A \end{cases}$.

$u(t) = U_{max} \sin(\omega t) \qquad i(t) = I_{max} \cos(\omega t - \pi/2)$

$= I_{max} \sin(\omega t - \pi/2 + \pi/2) = I_{max} \sin(\omega t)$

$\varphi_{u/i} = 0 \Rightarrow$ u et i sont en phase.

$\Rightarrow$ Il s'agit d'une résistance.

$R = \frac{U}{I} = \frac{U_{max}}{I_{max}} \Rightarrow R = 2k\Omega$.

3. $u(t) = U_{Max}.\, \sin(\omega t)$ et $i(t) = I_{Max}.\, cos(\omega t)$ avec $\begin{cases} \omega = 1000\ rd/s \\ U_{Max} = 5\ V \\ I_{Max} = 10.10^{-3}\ A \end{cases}$.

$u(t) = U_{max} \sin(\omega t) \qquad i(t) = I_{max} \cos(\omega t)$

$= I_{max} \sin(\omega t + \pi/2)$

$\varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow$ La tension est en retard de $\pi/2$ sur le courant.

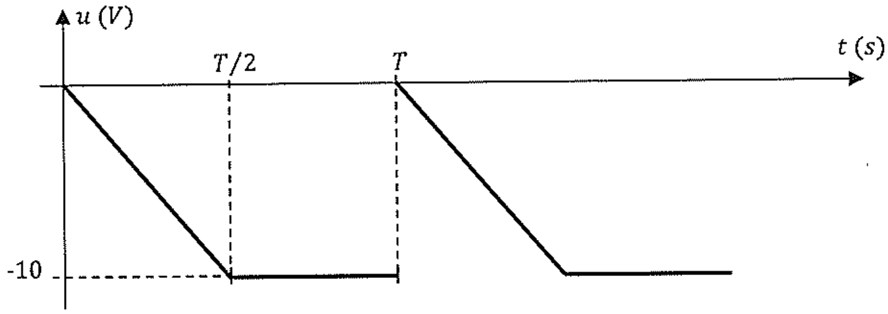
$\Rightarrow$ Il s'agit d'un condensateur

$\frac{1}{C\omega} = \frac{U_{max}}{I_{max}} \Rightarrow C = \frac{I_{max}}{U_{max}\,\omega}$

$\Rightarrow C = 2\,\mu F$

Exercice 3. Valeurs moyennes et efficaces (4 points)

Donner l'expression de $u(t)$ pour $t \in [0;T]$ (T = Période du signal) avant de déterminer (en la justifiant) la valeur moyenne et la valeur efficace du signal suivant :



$$\begin{cases} u(t) = -\dfrac{20}{T}t & \text{sur } [0; T/2] \\ u(t) = -10 & \text{sur } [T/2; T] \end{cases}$$

$$\circ\ \langle u \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)\,dt = \frac{1}{T}\left(-\frac{10 \times T/2}{2} - 10 \times \frac{T}{2}\right)$$

$$\langle u \rangle = -7{,}5\,V$$

$$\circ\ U^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\,dt = \frac{1}{T}\left[\int_0^{T/2} \frac{400}{T^2}t^2\,dt + \int_{T/2}^{T} 100\,dt\right]$$

$$= \frac{1}{T}\left[\left[\frac{400}{3T^2}t^3\right]_0^{T/2} + \left[100t\right]_{T/2}^{T}\right]$$

$$= \frac{1}{T}\left[\frac{400}{3T^2}\cdot\frac{T^3}{8} + 100\cdot\frac{T}{2}\right]$$

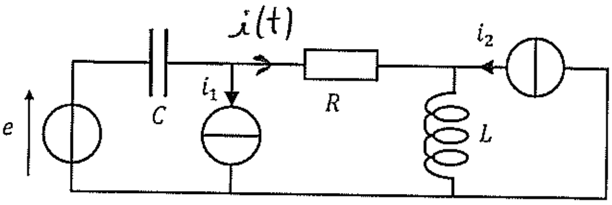
$$= \frac{50}{3} + 50 = \frac{200}{3}$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{\frac{200}{3}} = 10\sqrt{\frac{2}{3}}\ V.$$

Exercice 4. Régime sinusoïdal forcé (8 points)

Soit le circuit ci-contre. On donne :

$$\begin{cases} i_1(t) = I\cos(\omega t) \\ i_2(t) = I\sin(\omega t) \\ e(t) = E\sin(\omega t) \end{cases}$$



On suppose connus I, E, ω, L, R et C

1. Déterminer les amplitudes complexes associées à $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $e(t)$.

$i_1(t) = I\sin(\omega t + \pi/2) \Rightarrow \underline{I}_1 = \frac{I}{\sqrt{2}} e^{j\pi/2} = j \cdot \frac{I}{\sqrt{2}}$

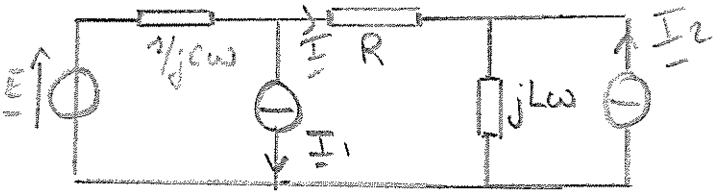
$i_2(t) = I\sin(\omega t) \Rightarrow \underline{I}_2 = \frac{I}{\sqrt{2}} e^{j0} = \frac{I}{\sqrt{2}}$

$e(t) = E\sin(\omega t) \Rightarrow \underline{E} = \frac{E}{\sqrt{2}} e^{j0} = \frac{E}{\sqrt{2}}$

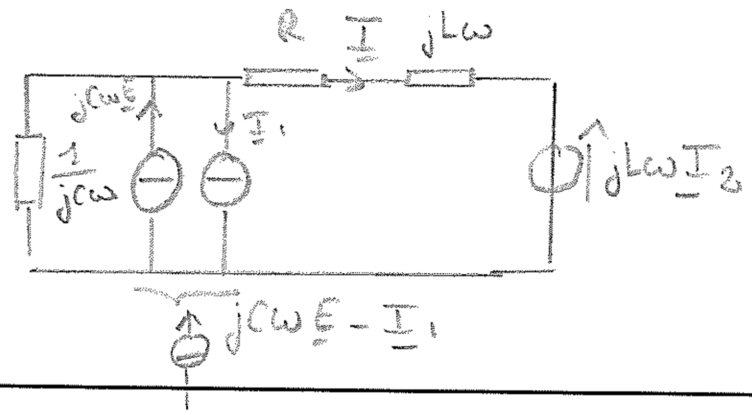
2. Déterminer l'expression du courant $i(t)$ dans R.

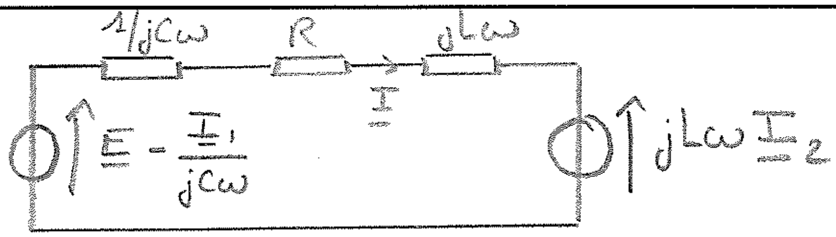
Rq : Il faut commencer par flécher ce courant Ensuite, vous pouvez utiliser le théorème de votre choix (superposition, Thévenin et/ou Norton) pour déterminer $\underline{I}$. Si besoin, n'oubliez pas de justifier les calculs par des schémas partiels (pour le théorème de superpostion, par exemple).

Représentation complexe.



En utilisant les équivalences Thévenin/Norton, on obtient.





Loi des mailles :

$$\underline{E} - \frac{\underline{I}_1}{jC\omega} - \frac{\underline{I}}{jC\omega} - R\underline{I} - jL\omega\underline{I} - jL\omega\underline{I}_2 = 0$$

$$\Rightarrow \underline{I} = \frac{\underline{E} - \frac{\underline{I}_1}{jC\omega} - jL\omega\underline{I}_2}{\frac{1}{jC\omega} + R + jL\omega}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{jC\omega E - jI + LC\omega^2 I}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega}$$

$$\boxed{\underline{I} = \frac{1}{\sqrt{2}} \; \frac{LC\omega^2 I + j(C\omega E - I)}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega}}$$

Cl : $i(t) = |\underline{I}|\sqrt{2}.\sin(\omega t + \varphi)$ avec :

- $|\underline{I}| = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{(LC\omega^2 I)^2 + (C\omega E - I)^2}}{\sqrt{(1 - LC\omega^2)^2 + (RC\omega)^2}}$

- $\varphi = \arg(\underline{I}) = \text{Arctan}\left(\frac{C\omega E - I}{LC\omega^2}\right) - \text{Arctan}\left(\frac{RC\omega}{1 - LC\omega^2}\right).$