

Contrôle Electronique – CORRIGÉ

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 $i(t) = I\sqrt{2} \cdot \sin(\omega t + \varphi)$

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

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

☒ b. $\omega \cdot T = 2 \cdot \pi$

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

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

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

a. $< i >$

c. $2 \cdot I$

☒ b. I

d. $I \cdot \sqrt{2}$

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

a. $\omega t + \varphi$

c. ωt

☒ b. φ

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

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

\Rightarrow Il s'agit d'une bobine

$$L\omega = \frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \frac{U_{Max}/\sqrt{2}}{I_{Max}/\sqrt{2}} = \frac{U_{Max}}{I_{Max}} = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} = 10^3 \Omega$$

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

2. $u(t) = U_{Max} \sin(\omega t)$ et $i(t) = I_{Max} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$ avec $\begin{cases} \omega = 1000 \text{ rad/s} \\ U_{Max} = 10 \text{ V} \\ I_{Max} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A} \end{cases}$

$$u(t) = U_{Max} \sin(\omega t) \quad i(t) = I_{Max} \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = I_{Max} \sin(\omega t)$$

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

\Rightarrow Il s'agit d'une résistance.

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

3. $u(t) = U_{Max} \sin(\omega t)$ et $i(t) = I_{Max} \cos(\omega t)$ avec $\begin{cases} \omega = 1000 \text{ rad/s} \\ U_{Max} = 5 \text{ V} \\ I_{Max} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ A} \end{cases}$

$$u(t) = U_{Max} \sin(\omega t) \quad i(t) = I_{Max} \cos(\omega t) = I_{Max} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

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

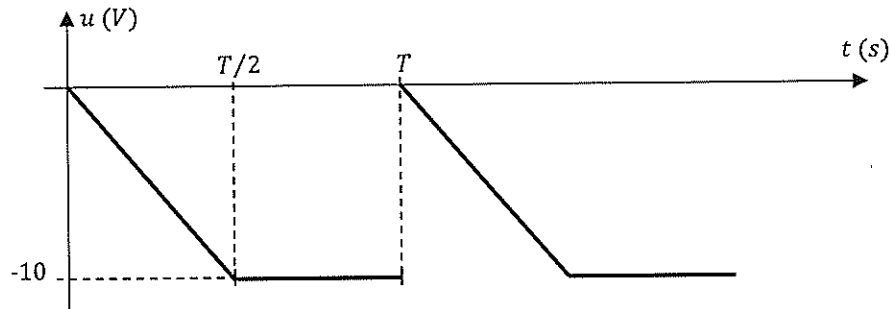
\Rightarrow Il s'agit d'un condensateur

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

$$\Rightarrow C = 2 \mu\text{F}$$

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 :



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

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

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

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

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

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

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

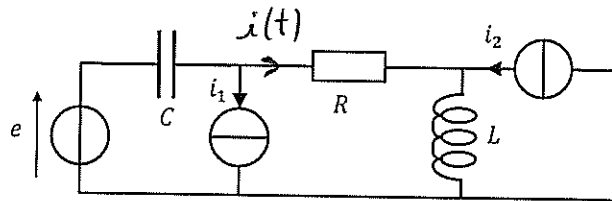
$$\Rightarrow U = \sqrt{\frac{200}{3}} = 10\sqrt{\frac{2}{3}} V.$$

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 $e(t)$.

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

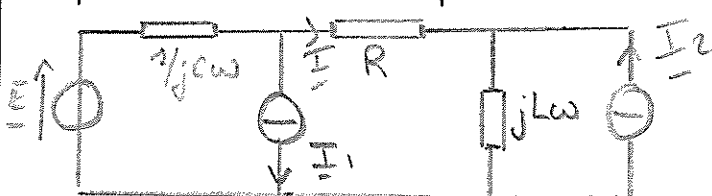
$$i_2(t) = I \sin(\omega t) \Rightarrow \underline{I}_2 = \frac{I}{\sqrt{2}} e^{j0} = \frac{I}{\sqrt{2}}$$

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

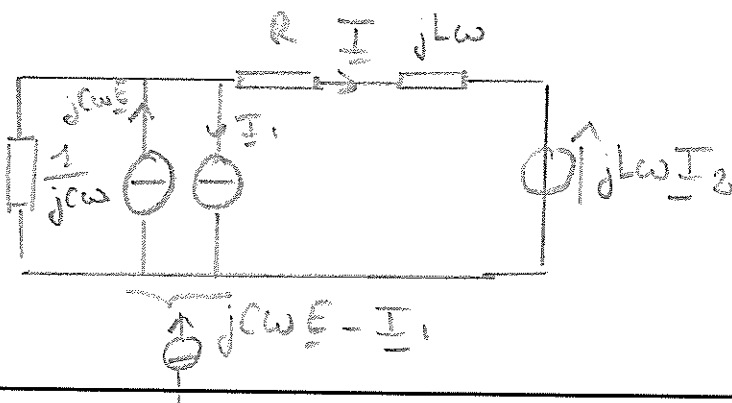
2. Déterminer l'expression du courant $i(t)$ dans R .

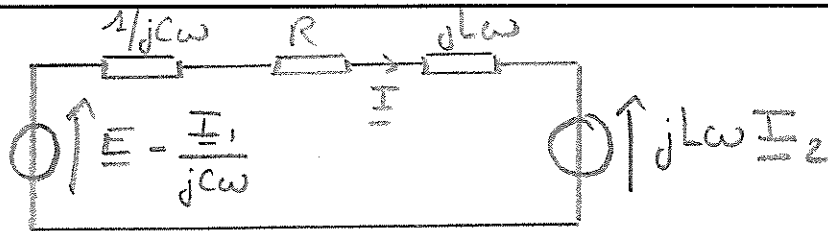
Rq : Il faut commencer par flécher ce courant. Ensuite, vous pouvez utiliser le théorème de votre choix (superposition, Thévenin et/ou Norton) pour déterminer \underline{I} . Si besoin, n'oubliez pas de justifier les calculs par des schémas partiels (pour le théorème de superposition, par exemple).

Représentation complexe.



En utilisant les équivalences Thévenin/Norton, on obtient:





Loi des mailles:

$$E - \frac{I_1}{jC\omega} - \frac{I}{jC\omega} - R I - jL\omega I - jL\omega I_2 = 0$$

$$\Rightarrow I = \frac{E - \frac{I_1}{jC\omega} - jL\omega I_2}{\frac{1}{jC\omega} + R + jL\omega}$$

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

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

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

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

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