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 une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}.sin(\omega t + \varphi)$

1. Par convention, U est une constante réelle positive, en Ampère.

a. VRAI b. FAUX

2. Quelle relation est correcte ? T représente la période de $u(t)$ 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 $\underline{U}$, l'amplitude complexe de $u(t)$.

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

a. $< u >$
b. U
c. $2.U$
d. $\frac{U}{\sqrt{2}}$

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

a. $\omega t + \varphi$
b. φ
c. ωt
d. U

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

a. jL b. $\frac{1}{jL\omega}$ c. $jL\omega$ d. $\frac{-j}{L\omega}$

7. Dans une bobine, 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.

8. Quelle est l'unité de $C\omega$?

a. Ω

b. S

c. F

d. sans dimension

9. Une bobine L et un condensateur C sont en parallèle. L'impédance équivalente à ces 2 composants vaut :

a. $Z_{eq} = -\frac{LC\omega^2}{jL\omega+1/jC\omega}$

b. $Z_{eq} = -\frac{LC\omega^2}{jL\omega+jC\omega}$

c. $Z_{eq} = \frac{jL\omega}{1-LC\omega^2}$

d. $Z_{eq} = \frac{1/jC\omega}{1-LC\omega^2}$

10. Quel est alors le déphasage de la tension aux bornes de $Z_{éq}$ par rapport au courant qui la traverse ?

a. $+\frac{\pi}{2}$

b. $-\frac{\pi}{2}$

c. $-\pi$

d. $\pm\frac{\pi}{2}$ selon la fréquence

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. $u(t) = U.\sqrt{2}.cos(\omega t)$ et $i(t) = I.\sqrt{2}.cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ avec $\begin{cases} \omega = 2000\ rd/s \\ U = 10\ V \\ I = 5\ mA \end{cases}$.

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

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

$|\underline{Z_L}| = L\omega = \frac{U}{I} \Rightarrow L = \frac{U}{I\omega}$ AN: $L = \frac{10}{5.10^{-3} \times 2.10^{3}}$

$L = 1\ H.$

2. $u(t) = U.\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$ et $i(t) = I.\sqrt{2}.sin(\omega t)$ avec $\begin{cases} \omega = 2000\ rd/s \\ U = 15\ V \\ I = 20\ mA \end{cases}$.

$u(t) = U\sqrt{2}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = U\sqrt{2}\sin(\omega t).$

$\Rightarrow \varphi_{u/i} = 0$: La courant et la tension sont en phase.

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

$R = \frac{U}{I} = \frac{15}{20mA} = 0{,}75\,k\Omega$ soit $750\,\Omega$.

3. $u(t) = U.\sqrt{2}.sin(\omega t)$ et $i(t) = I.\sqrt{2}.cos(\omega t)$ avec $\begin{cases} \omega = 1000\ rd/s \\ U = 5\ V \\ I = 10.10^{-3}\ A \end{cases}$.

$u(t) = U\sqrt{2}\cos(\omega t - \pi/2) \Rightarrow \varphi_{u/i} = -\pi/2$

$\Rightarrow$ La tension est en retard de $\pi/2$ sur le courant.

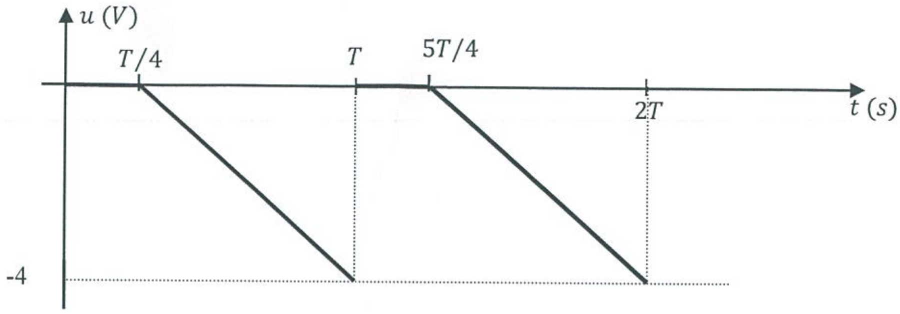
$\Rightarrow$ Il s'agit d'un condensateur.

$|\underline{Z_C}| = \frac{1}{C\omega} = \frac{U}{I} \Rightarrow C = \frac{I}{U\omega}$ AN: $C = \frac{10.10^{-3}}{5.10^{3}}$

$C = 2\mu F$

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 :



$$\begin{cases} u(t) = 0 \text{ sur } [0; T/4] \\ u(t) = -\frac{16}{3T}t + \frac{4}{3} \text{ sur } [T/4; T]. \end{cases}$$

- Valeur Moyenne : $\langle u \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T u(t)\,dt$

$$\langle u \rangle = \frac{1}{T}\left(-\frac{3T}{2}\right) = -\frac{3}{2}V.$$

- Valeur Efficace :

$$U^2 = \frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\,dt$$

$$= \frac{1}{T}\int_{T/4}^T \left(-\frac{16}{3T}t + \frac{4}{3}\right)^2 dt$$

$$= \frac{1}{T}\int_{T/4}^T +\frac{16^2}{9T^2}t^2 - \frac{8\times 16}{9T}t + \frac{16}{9}\,dt$$

$$= \frac{16}{9T}\left[\frac{16}{T^2}\times\frac{t^3}{3} - \frac{8}{T}\times\frac{t^2}{2} + t\right]_{T/4}^T$$

$$= 4V$$

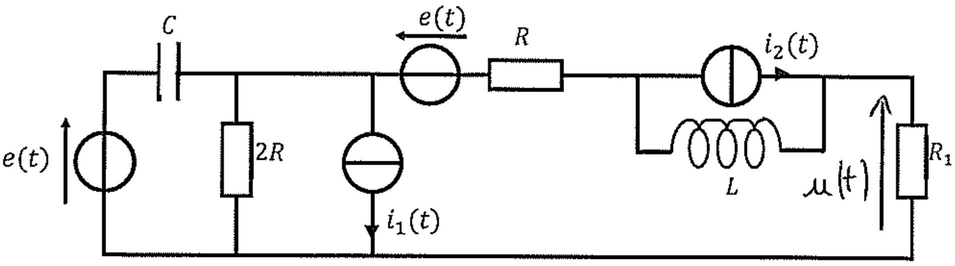
$$\Rightarrow U = 2V.$$

Exercice 4. Régime sinusoïdal forcé (8 points)

Soit le circuit ci-contre.
On donne :

$$\begin{cases} i_1(t) = I.\sqrt{2}.cos(\omega t) \\ i_2(t) = I.\sqrt{2}.sin(\omega t) \\ e(t) = E.\sqrt{2}.sin(\omega t) \end{cases}$$

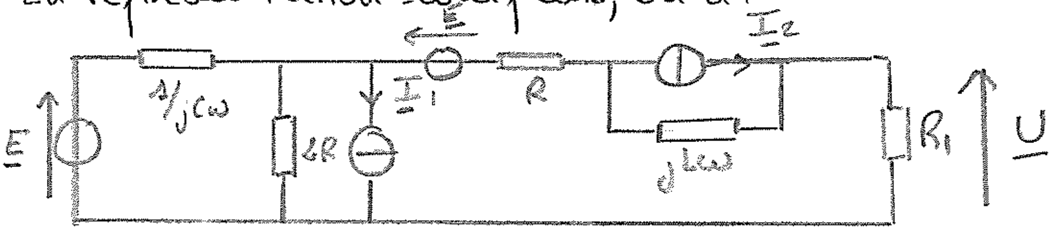
On suppose connus I, E, ω, L, R et C



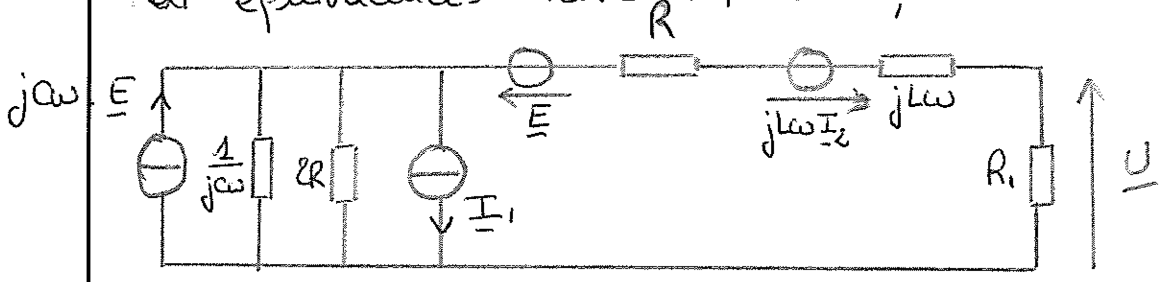
Déterminer l'expression de la tension $u(t)$ aux bornes de R_1.

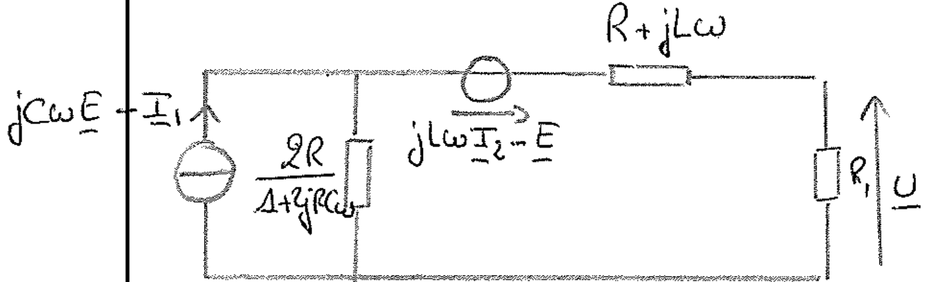
Rq : Il faut commencer par flécher cette tension. Ensuite, vous pouvez utiliser le théorème de votre choix (superposition, Thévenin et/ou Norton) pour déterminer $\underline{U}$. Si besoin, n'oubliez pas de justifier les calculs par des schémas partiels (pour le théorème de superpostion, par exemple).

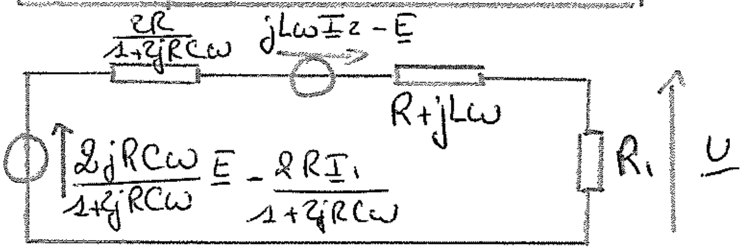
En représentation complexe, on a :

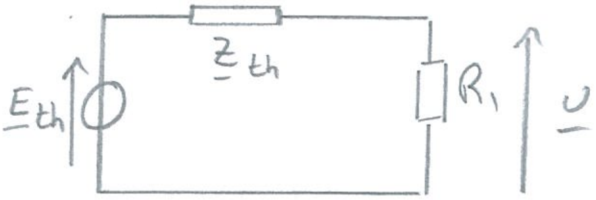


Par équivalences Thévenin / Norton, on a :









$$\underline{E}_{th} = \frac{2jRC\omega\underline{E} - 2R\underline{I}_1}{1+2jRC\omega} + jL\omega\underline{I}_2 - \underline{E}$$

$$\underline{Z}_{th} = R + jL\omega + \frac{2R}{1+2jRC\omega}$$

De plus, $i_1(t) = I\sqrt{2}\sin(\omega t + \pi/2) \Rightarrow \underline{I}_1 = I e^{j\pi/2} = jI$

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

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

$$\Rightarrow \underline{E}_{th} = \frac{-E - 2RLC\omega^2 I + j(L\omega - 2R)I}{1+2jRC\omega}$$

$$\underline{Z}_{th} = \frac{3R - 2RLC\omega^2 + j(2R^2C\omega + L\omega)}{1+2jRC\omega}$$

Puis, en appliquant la formule du PDT :

$$\underline{U} = \frac{R_1}{\underline{Z}_{th}+R_1}\cdot\underline{E}_{th} = R_1\cdot\frac{-E-2RLC\omega^2 I + j(L\omega-2R)I}{3R-2RLC\omega^2 + j(2R^2C\omega+L\omega) + R_1(1+2jRC\omega)}$$

$$\underline{U} = R_1\frac{-(E+2RLC\omega^2 I) + j(L\omega-2R)I}{(3R-2RLC\omega^2+R_1) + j(2R(R+R_1)C\omega + L\omega)}$$

$\Rightarrow u(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$ avec :

- $U = |\underline{U}| = R_1\sqrt{\dfrac{(E+2RLC\omega^2 I)^2 + (L\omega-2R)^2 I^2}{(3R-2RLC\omega^2+R_1)^2 + (2R(R+R_1)C\omega+L\omega)^2}}$

- $\varphi = \arg(\underline{U}) = \mathrm{Arctan}\left(\dfrac{(2R-L\omega)I}{E+2RLC\omega^2 I}\right) - \mathrm{Arctan}\left(\dfrac{2R(R+R_1)C\omega+L\omega}{3R-2RLC\omega^2+R_1}\right)$