EPITA / InfoS2 Mars 2020

NOM : .... Prénom : .... 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 (3 points – pas de points négatifs)

Choisissez la ou les bonnes réponses :

1. Une résistance placée en série avec un générateur idéal de courant modifie-t-elle l'intensité du courant délivré par ce générateur idéal ?

a. OUI b. NON c. Ça dépend.

2. Soit un condensateur de capacité C. On note $u(t)$, la tension à ses bornes et $i(t)$, le courant qui le traverse. On utilise la convention récepteur pour flécher courant et tension. Choisir la relation correcte :

a. $i(t) = \frac{1}{C}.\frac{du}{dt}$ b. $u(t) = C.\frac{di}{dt}$ c. $i(t) = C.\frac{du}{dt}$ d. $u(t) = \frac{1}{C}.\frac{di}{dt}$

3. Quelle est l'unité de l'inductance ?

a. Ohm (Ω)
b. Farad (F)
c. Henry (H)
d. Mathieu (M)

4. Quelles sont les affirmations fausses (2 réponses)

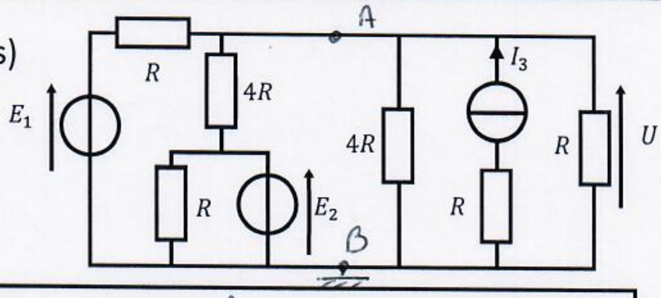
a. Il y a continuité du courant dans un condensateur.
b. Il y a continuité de la tension aux bornes d'un condensateur.
c. Il y a continuité du courant dans une bobine.
d. Il y a continuité de la tension aux bornes d'une bobine.

5. En régime permanent continu (DC), on peut remplacer un condensateur par :

a. un fil
b. un interrupteur ouvert
c. une bobine
d. une résistance

Exercice 2. Théorème de Millman (3 points)

Soit le montage ci-contre. En utilisant le théorème de Millman, déterminer l'expression de la tension U.



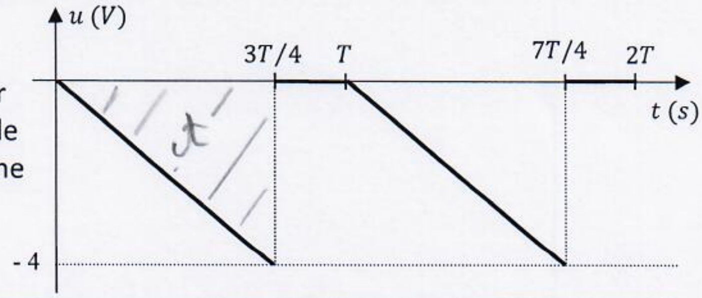
On choisit le point B comme référence des potentiels.

L'application du théorème de Millman au point A donne :

$$U = V_A - V_B = V_A = \frac{\frac{E_1}{R} + \frac{E_2}{4R} + I_3}{\frac{1}{R} + \frac{1}{4R} + \frac{1}{4R} + \frac{1}{R}} = \frac{4E_1 + E_2 + 4RI_3}{10}$$

Exercice 3. Valeurs moyennes et efficaces (3 points)

Donner l'expression de la tension $u(t)$ 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 :



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

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

$$\langle u \rangle = -\frac{1}{T} \cdot \mathcal{A} = -\frac{1}{T} \cdot \frac{\frac{3T}{4} \times 4}{2} = -\frac{3}{2}\ V.$$

- Valeur efficace : $U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T u^2(t)\,dt}$

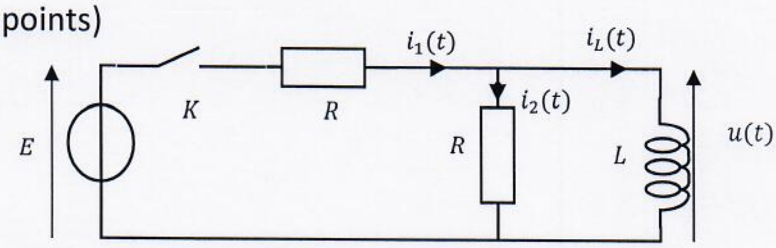
$$U^2 = \frac{1}{T}\int_0^{3T/4} u^2(t)\,dt + \frac{1}{T}\int_{\frac{3T}{4}}^{T} u^2(t)\,dt.$$

$$= \frac{1}{T}\int_0^{\frac{3T}{4}} \left(\frac{-16}{3T}t\right)^2 dt + \frac{1}{T}\int_{\frac{3T}{4}}^{T} 0\,dt$$

$$= \frac{16^2}{9T^3}\left[\frac{t^3}{3}\right]_0^{3T/4} = \frac{16^2}{27\,T^3} \times \left(\frac{3T}{4}\right)^3 = \frac{4^4}{\cancel{3^3}\,\cancel{T^3}} \cdot \frac{\cancel{3^3}\,\cancel{T^3}}{\cancel{4^3}}$$

$$\boxed{U = \sqrt{4} = 2V.}$$

Exercice 4. Les régimes transitoires (11 points)



On considère le circuit suivant, dans lequel l'interrupteur K est ouvert depuis suffisamment longtemps pour que i_L soit nul.

1. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.

   a) Etude Qualitative : Remplir le tableau suivant :

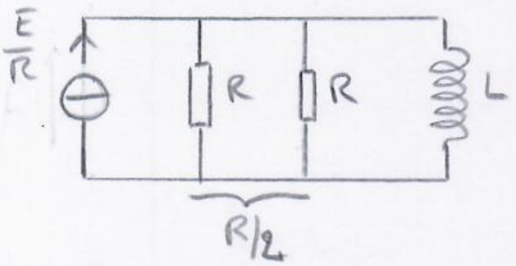
	$i_1(t)$	$i_2(t)$	$i_L(t)$	$u(t)$
$t = 0^+$	$\frac{E}{2R}$	$\frac{E}{2R}$	0	$E/2$
$t \to \infty$	$\frac{E}{R}$	0	$\frac{E}{R}$	0

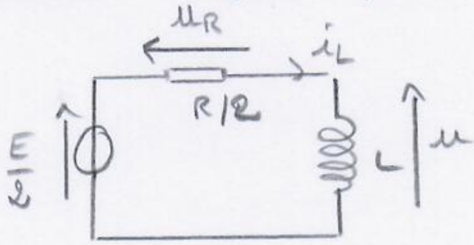
   b) Etude Quantitative : On souhaite déterminer l'équation de $i_L(t)$. Pour simplifier le circuit, on va utiliser le théorème de Thévenin.

   α. Déterminer le générateur de Thévenin "vu" par la bobine

En utilisant les équivalences Thévenin / Norton,

on a :





β. En utilisant les résultats précédents, établir l'équation différentielle qui régit le circuit et trouver alors l'expression de $i_L(t)$. Vous donnerez cette équation en fonction de E, R et L. Quelle est la constante de temps τ de ce circuit ?

La loi des mailles appliquée au circuit précédent donne :

$$\frac{E}{2} - u_R - u = 0 \quad \text{avec } u = L\frac{di_L}{dt}$$

$$u_R = \frac{R}{2} i_L .$$

$$\Rightarrow L\frac{di_L}{dt} + \frac{R}{2} i_L = \frac{E}{2} \text{ soit } \frac{di_L}{dt} + \frac{R}{2L} i_L = \frac{E}{2L}$$

- Solution de l'équation sans second membre :

$$\frac{di_L}{dt} + \frac{R}{2L} i_L = 0 \Leftrightarrow \int \frac{di_L}{i_L} = \int -\frac{R}{2L} dt$$

$$\ln i_L = -\frac{R}{2L} t + \text{cste} .$$

$$\Rightarrow i_{L_{ssm}}(t) = A e^{-\frac{R}{2L} t}$$

- Solution particulière : On cherche la solution sous la forme d'une constante. $\Rightarrow i_{L_{part}} = \frac{E}{R}$

$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{E}{R} + A e^{-\frac{R}{2L} t}$$

- Identification de la constante :

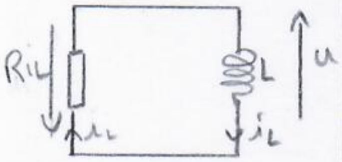
$$i_L(0) = 0 = \frac{E}{R} + A \Rightarrow A = -\frac{E}{R} .$$

$$\Rightarrow i_L(t) = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{2L} t}\right).$$

- Constante de temps : $\tau = \frac{2L}{R}$.

2. Une fois le régime permanent établi, on ouvre l'interrupteur. On pose alors $t' = 0$.

   a) <u>Etude Qualitative</u> : Remplir le tableau suivant :



	$i_2(t')$	$i_L(t')$	$u(t')$
$t' = 0^+$	$-\frac{E}{R}$	$\frac{E}{R}$	$-E$
$t' \to \infty$	0	0	0

   b) <u>Etude Quantitative</u> : Etablir la nouvelle équation $i_L(t')$ du courant circulant dans la bobine. Vous exprimerez votre résultat en fonction de E, R et L. Quelle est la constante de temps τ de ce circuit ?

La loi des mailles donne : $u + Ri_L = 0$

avec $u = L\frac{di_L}{dt}$ $\Rightarrow$ $\frac{di_L}{dt} + \frac{R}{L} i_L = 0$

$\Rightarrow i_L(t') = A' e^{-\frac{R}{L}t'}$

<u>Identification de la constante :</u>

$i_L(0) = \frac{E}{R} = A'$

$\Rightarrow i_L(t') = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L}t'}$

<u>Constante de temps :</u> $\tau = \frac{L}{R}$