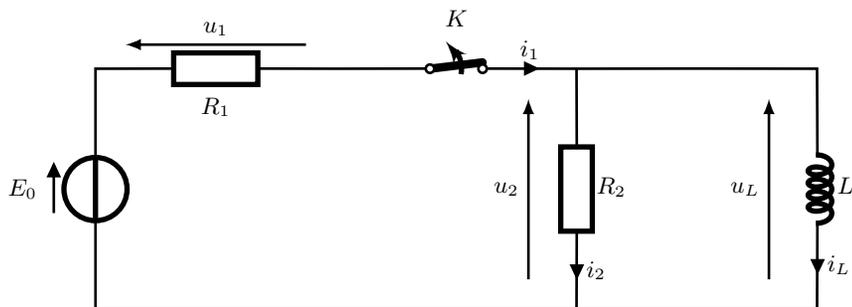


Correction et notation de l'Interrogation de cours sur le chapitre E3 – PCSI

Le régime libre d'un circuit RL

/20

On considère le circuit électrique suivant



En $t = 0$, l'interrupteur K qui était depuis longtemps en position 1 bascule en position 2.

- /11. Anoter le schéma afin d'introduire les notations des grandeurs électriques (3 tensions et 3 intensités).

0.5 pour les 3 tensions, 0.5 pour les 3 intensités

Voir sur le schéma.

- /0.52. Préciser quelle grandeur électrique est continue en $t = 0$.

0.5 pour i_L

La grandeur électrique continue (au sens mathématique) en $t = 0$ est l'intensité du courant traversant la bobine, i_L .

- /23. En déduire sa valeur en $t = 0^+$. Justifier.

0.5 pour la réponse $i_L = E_0/R_1$

0.5 pour $i_L(0^+) = i_L(0^-)$

0.5 pour $L = \text{fil}$

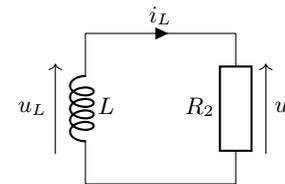
0.5 pour la justification : lois des mailles, d'Ohm

Lorsque K en position 1, $i_L = i_1$ et $i_2 = 0$, la bobine étant équivalente à un fil $u_L = u_2 = 0$ soit d'après la loi d'Ohm aux bornes de R_2 , $i_2 = 0$, on dit que la bobine court-circuite la résistance R_2 . Sachant qu'en régime stationnaire, la loi des mailles et la loi d'Ohm donnent alors $R_1 i_L = E_0$, soit

$$i_L(t = 0^+) = i_L(t = 0^-) = E_0/R_1.$$

- /14. Tracer un circuit électrique équivalent (plus simple) pour $t > 0$ en l'anotant (1 intensité et 2 tensions).

0.5 pour un circuit avec L et R_2 , 0.5 pour les 2 tensions et l'intensité.



Remarque : attention aux sens des flèches, les relations utilisées dans la suite doivent être cohérente avec les conventions récepteur et/ou générateur utilisées.

- /35. Etablir l'équation différentielle du premier ordre par la grandeur électrique continue en $t = 0$. On la mettra sous sa forme canonique en mettant en évidence une constante de temps τ_2 .

0.5 pour la loi des mailles, 0.5 pour la loi d'Ohm, 0.5 pour la relation $u_L - i_L$

0.5 pour l'équation différentielle du premier ordre sous sa forme canonique

0.5 pour l'expression de τ_2 , 0.5 pour la lisibilité

i_L vérifie d'une part $u_L = -L di_L/dt$ d'après la relation u_i de mla bobine, et d'autre part $u_2 = R_2 i_L$ d'après la loi d'Ohm. Or, d'après la loi des mailles, $u_L = u_2$.

Finalement, i_L vérifie $L \frac{di_L}{dt} + R_2 i_L = 0$, ou $\frac{di_L}{dt} + \frac{i_L}{\tau_2} = 0$ avec $\tau_2 = \frac{L}{R_2}$.

- /16. Le second membre est-il cohérent avec le régime permanent du circuit ? Justifier.

0.5 pour la réponse oui 0.5 pour la détermination du RP

En régime permanent, la bobine revient à un fil, ie $u_L = u_2 = 0$ donc d'après la loi d'Ohm $i_L = 0$.

$i_L(+\infty) = 0$ est bien cohérent avec le second membre de l'équation précédente.

- /1.57. Résoudre l'équation différentielle du premier ordre.

0.5 pour la forme générale, 0.5 pour la détermination de la constante, 0.5 pour la solution complète ou 0.5 pour le terme $\exp(-t/\tau_2)$ (la solution restant homogène), 0.5 pour la constante devant l'exponentielle, 0.5 pour le fait de ne pas mettre de solution particulière.

On veut résoudre $\frac{di_L}{dt} + \frac{i_L}{\tau_2} = 0$. Il s'agit d'une équation différentielle du premier ordre homogène dont la solution a pour forme générale $i_L = A e^{-t/\tau_2}$ avec A une constante à déterminer. On détermine A à l'aide de la condition initiale en $t = 0$, soit $\frac{E_0}{R_1} = A$. Finalement, $i_L(t) = \frac{E_0}{R_1} e^{-t/\tau_2}$.

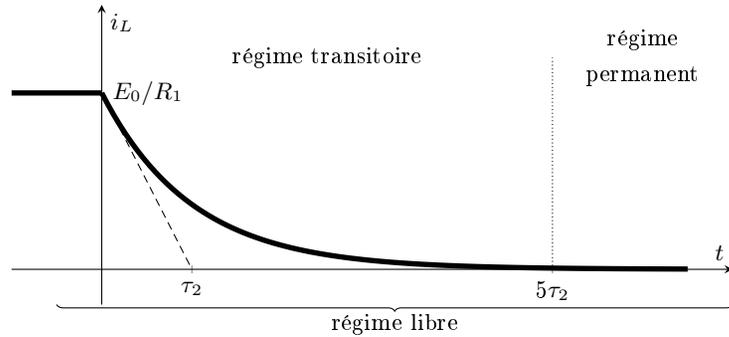
- /2.58. Tracer l'allure de la solution.

Indiquer les différents noms des régimes.

0.5 pour les axes, 0.5 pour les valeurs initiale et finale

0.5 pour la tangente à l'origine et finale, 0.5 pour l'allure de la courbe, 0.5 pour les

3 noms.



/19. En déduire l'évolution temporelle des autres grandeurs électriques/de l'autre grandeur électrique.

0.5 pour la relation $u_L - i_L$ ou $u_2 - i_L$, 0.5 pour le résultat.

On sait $u_L = L \frac{di_L}{dt} = -u_2 = -R_2 i_L$, soit $u_L = -u_2 = -\frac{R_2}{R_1} E_0 e^{-t/\tau_2}$.

/2.10. Tracer l'allure de son évolution temporelle (on fera apparaître sa valeur pour $t < 0$ également). Commenter.

0.5 pour la valeur de u_L ou u_2 pour $t < 0$, 0.5 pour les axes 0.5 pour la valeur en $t = 0^+$ et la valeur finale, 0.5 pour la tangente à l'origine et celle finale, 0.5 pour l'allure



Les tensions u_L et u_2 aux bornes de la bobine et de la résistance R_2 sont discontinues en $t = 0$.

/11. Effectuer un bilan énergétique du phénomène.

0.5 pour la loi des mailles et la multiplication par i_L , 0.5 pour l'égalité entre les puissances, 0.5 pour l'interprétation en terme de puissances, 0.5 pour l'égalité des énergies, 0.5 pour le calcul des intégrales, 0.5 pour l'interprétation des termes énergétiques.

La loi des mailles donne $u_L = -u_2$, soit en multipliant par i_L , $u_L i_L = -u_2 i_L$. Ainsi en mettant en évidence les puissances, on a obtenu $\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} L i_L^2 \right) = -R_2 i_L^2$. Puis en intégrant entre $t = 0$ et $+\infty$, on obtient

$$\int_0^{+\infty} \underbrace{\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} L i_L^2 \right)}_{\left[\frac{1}{2} L i_L^2 \right]_0^{+\infty}} dt = - \underbrace{\int_0^{+\infty} R_2 i_L^2 dt}_{\mathcal{E}_J} \quad \text{soit} \quad \frac{1}{2} L \left(\frac{E_0}{R_1} \right)^2 = \mathcal{E}_J$$

L'énergie initiale stockée par la bobine a été dissipée par effet Joule, \mathcal{E}_J , dans la résistance R_2 .

Remarque. On commente usuellement un bilan énergétique par une phrase. Il vous est alors demandé de maîtriser le vocabulaire scientifique. Une résistance **dissipe** de l'énergie par **effet Joule**. Un condensateur ou une bobine **stockent** de l'énergie.

/12. Expliquer en quoi la bobine joue son rôle.

0.5 pour la comparaison des 2 cas : avec et sans bobine

0.5 pour le rôle de la bobine qui est d'aller à l'encontre des variations brusques de courant.

Sans la bobine, le courant passant dans le fil du milieu passerait brusquement de E_0/R_1 à 0. Avec la bobine, l'intensité de ce courant diminue progressivement sur une durée d'environ $5\tau_2$.

On constate donc que la bobine joue effectivement son rôle en s'opposant à la variation brusque de l'intensité du courant du fil du milieu du circuit schématisé au début de l'interrogation.