

Devoir Surveillé 2 de Physique

Consignes : Calculatrice non programmable autorisée, documents de cours interdits.
Durée : 1h30.

Questions de cours

- 1) Rappeler les différentes étapes de résolution d'une équation différentielle.
- 2) Une équation différentielle est composée de deux solutions : indiquer laquelle correspond au régime transitoire (dit aussi « libre ») et laquelle correspond au régime permanent.
- 3) Quelle grandeur ne peut pas subir de discontinuité pour un condensateur ?
- 4) Quelle grandeur ne peut pas subir de discontinuité pour une bobine ?
- 5) Donner l'expression de l'énergie stockée par un condensateur de capacité C chargé à une tension $u(t)$.
- 5) Donner l'expression de l'énergie stockée par une bobine d'inductance L chargée à un courant d'intensité $i(t)$.

Problème 1 : Circuit RL

On considère le circuit suivant :

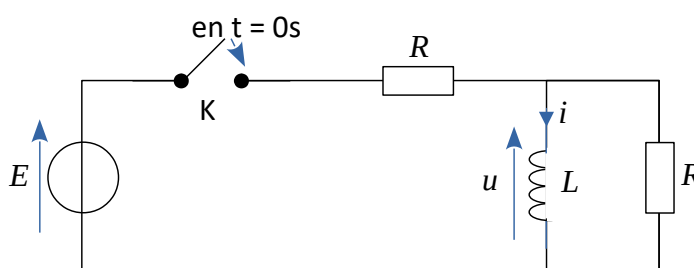


Figure 1

Avant la fermeture de l'interrupteur, le courant i est nul.

On adoptera, par ailleurs, la notation suivante : $i(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} i(t)$

- 1) Expliquer pourquoi la bobine d'inductance L peut être considérée comme un circuit ouvert en $t=0$ et un simple fil quand $t \rightarrow \infty$.
- 2) En déduire un schéma équivalent du circuit en $t=0$ ainsi qu'un schéma équivalent du circuit lorsque $t \rightarrow \infty$.
- 3) En déduire que $i(0)=0$ et $u(0)=\frac{E}{2}$ d'une part et que $i(\infty)=\frac{E}{R}$ et $u(\infty)=0$ d'autre part.

4) En reprenant le circuit de la figure 1 et en y transformant le modèle de Thévenin en Modèle de Norton, puis un nouveau modèle de Norton en un nouveau modèle de Thévenin, montrer (en détaillant les étapes) que ce circuit de la figure 1 est, pour $t \geq 0$, équivalent à :

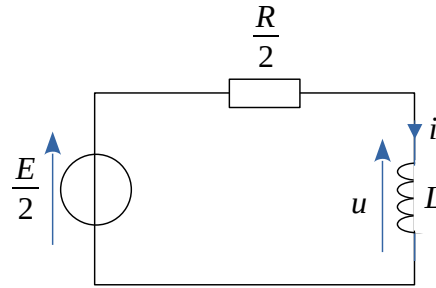


Figure 2

5) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$ pour $t \geq 0$ est $\frac{i(t)}{\tau} + \frac{di(t)}{dt} = \frac{E}{R\tau}$;

donner l'expression de la constante de temps τ .

6) Résoudre cette équation et donner l'expression de $i(t)$ pour $t \geq 0$.

7) Tracer $i(t)$ de 0 à 5τ (laisser de la place pour la suite ; cf question 8).

En $t=5\tau$, on ouvre l'interrupteur du montage (figure 1).

8) Sans calcul, expliquer ce qui se passe et compléter le chronogramme de $i(t)$ pour $t \geq 5\tau$.

Problème 2 : circuit RC.

Soit le circuit ci-contre :

Le condensateur

C est déchargé pour $t \leq 0$: $u(0)=0$

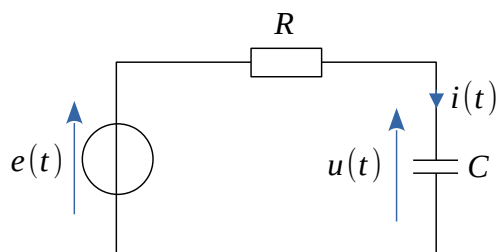


Figure 2

1) Donner l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.

2) Écrire l'équation homogène et donner l'expression de sa solution $u_{SH}(t)$.

On applique en entrée une tension e telle que :

$$\begin{cases} e(t)=0 & \text{pour } t < 0 \\ e(t)=\frac{E_0}{T} \cdot t & \text{pour } t \geq 0 \end{cases}$$

3) Montrer que $u_{sp}(t)=\frac{E_0}{T} \cdot (t-\tau)$ est bien, pour $t \geq 0$, la solution particulière de l'équation différentielle déterminée à la question 1.

4) Montrer alors que la solution générale s'écrit : $u(t)=\frac{E_0}{T} [\tau \cdot e^{-t/\tau} + t - \tau]$

5) Dans les chronogrammes ci-dessous, un seul peut correspondre à $u(t)$: lequel ?

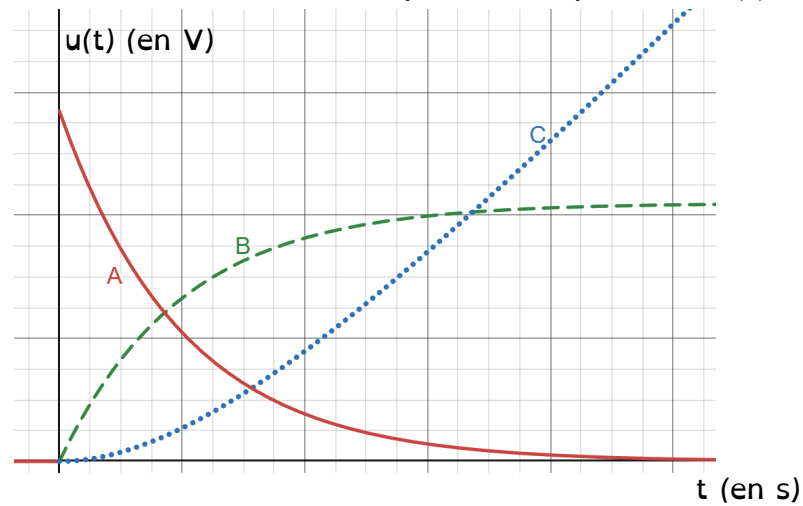


Figure 3

Problème 3 : Exploitation de chronogramme.

Soit le circuit ci-contre :

Le condensateur

C est déchargé pour $t \leq 0$: $u(0)=0$

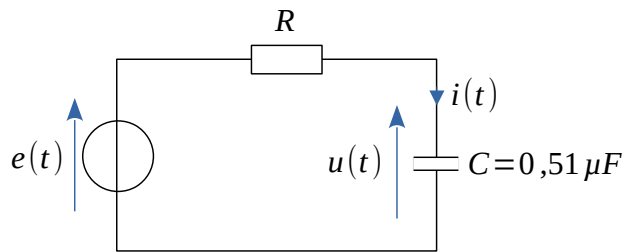


Figure 4

On relève le chronogramme de $u(t)$ et on obtient :

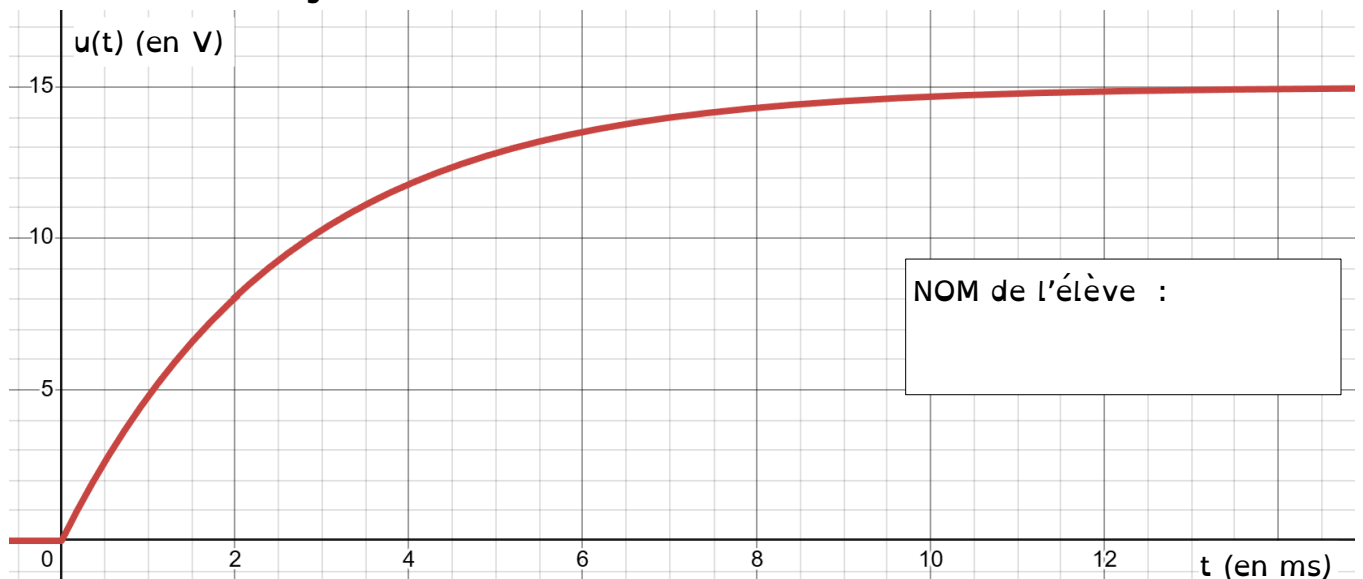


Figure 5

- 1) Donner la valeur de l'entrée $e(t)$ pour $t < 0$ puis pour $t \geq 0$.
- 2) Mesurer la constante de temps (rendre cette feuille avec la copie).
- 3) Calculer la valeur de R.