TD nº 5 de Physique Électricité - Régimes transitoires d'ordre 1

Applications directes du cours

1 Bobine réelle

Une bobine réelle d'inductance L possède une résistance r que l'on place en général en série de l'inductance, correspondant à la résistance du fil métallique qui s'enroule sous forme de spires. En utilisant uniquement un bilan énergétique, établir la relation courant-tension aux bornes de cette bobine. Comment se comporte-t-elle en régime continu?

2 Condensateur réel

Un condensateur réel de capacité C, possède une résistance r que l'on place en général en parallèle de la capacité, correspondant aux « fuites » de courant à travers le condensateur. En utilisant uniquement un bilan énergétique, établir la relation courant-tension aux bornes de ce condensateur. Comment se comporte-t-il en régime continu?

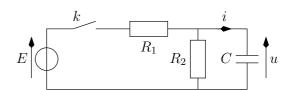
3 Régime libre d'un circuit (R,C)

On considère un circuit composé uniquement d'un condensateur C, initialement chargé à la tension $u(0) = U_0$, et d'une résistance R. Déterminer l'expression de u(t). En déduire l'énergie perdue par le condensateur et celle consommée par effet Joule.

Exercices

1 Charge d'un condensateur \star

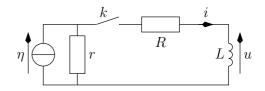
Considérons le circuit ci-contre. Le condensateur de capacité C étant déchargé, on abaisse l'interrupteur k à l'instant t=0.



- 1. Établir l'équation différentielle satisfaite par la tension u(t) aux bornes du condensateur.
- 2. Quelle est la constante de temps τ de ce circuit?
- 3. Quelles sont les expressions de u(t) et i(t)? Tracer u(t) et i(t).
- 4. En déduire les valeurs asymptotiques u_{∞} et i_{∞} de u(t) et i(t) en régime établi.
- 5. Déterminer par une autre méthode ces deux valeurs.

2 Établissement du courant dans un circuit (R,L) série *

Un générateur de c-é-m. η et de résistance interne r alimente à t=0 le groupement série (R,L). Pour t<0, l'interrupteur k est ouvert et on le ferme à t=0.



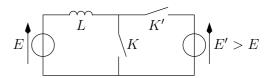
- 1. Déterminer l'intensité i(t) qui traverse la bobine pour $t \geq 0$.
- 2. Tracer la courbe d'évolution de i en fonction du temps.
- 3. Retrouver, sans calcul, la valeur de l'intensité i en régime permanent.
- 4. Comment se simplifie l'expression de i(t) dans le cas où la résistance interne du générateur est négligeable devant la résistance R du circuit sur lequel il est branché?

3 Accumulation et restitution d'énergie **

Il est parfois utile de faire transiter de l'énergie d'une source de tension à une autre. On cherche ici à récupérer de l'énergie à la source de tension E et à la donner à une source de tension E'.

Pour cela, on utilise une bobine d'inductance L et deux interrupteurs :

- de t = 0 à $t = t_1$, K est fermé et K' est ouvert
- à l'instant $t=t_1,$ de façon instantanée et simultanée K s'ouvre et K' se ferme
- K' reste alors fermé tant que la puissance reçue par la source E' est positive. Dès que ce n'est plus le cas, on revient à la configuration initiale.



- 1. Étudier l'évolution de l'intensité du courant dans la bobine dans chaque phase de fonctionnement.
- 2. Déterminer la durée de chacune des deux phases.
- 3. Dans le cas où $E'=2\,E$, exprimer l'énergie mise en jeu dans chacun des éléments (sources, inductance) au cours de chaque phase.
- 4. Justifier le titre de l'exercice.

4 Régime libre d'un condensateur dans un circuit (R,C) série $\star\star\star$

Un condensateur C_1 est mis en contact à t=0 avec un condensateur C_2 , en série avec une résistance R. C_1 contient initialement la charge $q_{1,0}$, C_2 est déchargé $(q_{2,0}=0)$. On note i le courant dans le circuit.

On s'intéresse tout d'abord au courant parcourant le circuit.

- 1. Déterminer l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité i.
- 2. En déduire i(t).

On souhaite maintenant étudier l'évolution des charges dans les condensateurs.

- 3. Établir les expressions des charges $q_1(t)$ et $q_2(t)$ des deux condensateurs.
- 4. En déduire les valeurs finales $q_{1,\infty}$ et $q_{2,\infty}$ (à un temps infini) des charges des condensateurs, c'est-à-dire leur valeur dans le nouvel état d'équilibre.
- 5. Vérifier la conservation de la charge (c'est-à-dire $q_1(t) + q_2(t) = \text{cte} \quad \forall t$).

On considère enfin les aspects énergétiques de l'évolution.

- 6. Faire un bilan de puissance.
- 7. Calculer l'énergie totale reçue par chaque condensateur, puis celle reçue par l'ensemble des deux condensateurs.
- 8. En déduire l'énergie dissipée par effet Joule. Retrouver ce résultat par un calcul direct.