TD n° 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

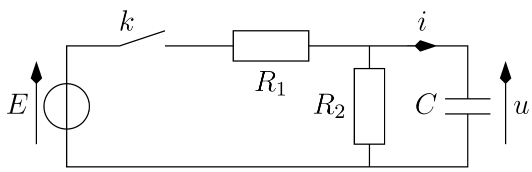
Un condensateur réel de capacité C, possède une résistance r que l'on place en général en parallèle de la capacité, correspondant aux « fuites » de courant à travers le condensateur. En utilisant uniquement un bilan énergétique, établir la relation courant-tension aux bornes de ce condensateur. Comment 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

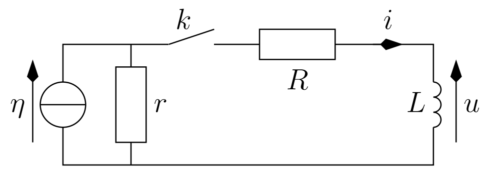
1 Charge d'un condensateur ⋆



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 $t = 0$.

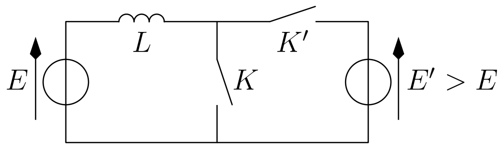
1. Déterminer l'intensité $i(t)$ qui traverse la bobine pour $t \geq 0$.
2. Tracer la courbe d'évolution de i en fonction du temps.
3. Retrouver, sans calcul, la valeur de l'intensité i en régime permanent.
4. Comment se simplifie l'expression de $i(t)$ dans le cas où la résistance interne du générateur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

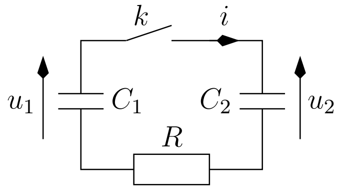


1. Étudier l'évolution de l'intensité du courant dans la bobine dans chaque phase de fonctionnement.
2. Déterminer la durée de chacune des deux phases.
3. Dans le cas où $E' = 2\,E$, exprimer l'énergie mise en jeu dans chacun des éléments (sources, inductance) au cours de chaque phase.
4. Justifier le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

4 Régime libre d'un condensateur dans un circuit (R,C) série ⋆⋆⋆

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.