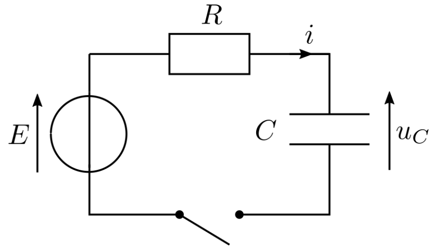
1 Charge d'un condensateur

Le condensateur est initialement déchargé. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

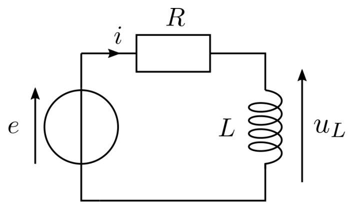


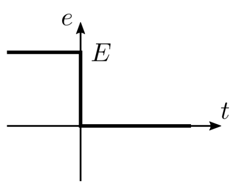
1. Déterminer la tension u_C aux bornes du condensateur et l'intensité i du courant, à $t = 0^-$, $t = 0^+$ et $t \to +\infty$.
2. Établir la loi $u_C(t)$ en fonction de E et d'un temps caractéristique τ dont on donnera l'expression.
3. Tracer l'allure des graphes $u_C(t)$ et $i(t)$.
4. Déterminer l'écart relatif entre $u_C(\tau)$ et la valeur finale de u_C.
5. Déterminer t_1 le temps de réponse à 1 %.
6. Faire un bilan d'énergie entre $t = 0$ et $t \to \infty$. Calculer l'énergie fournie par la source, l'énergie électrostatique finale stockée dans le condensateur et l'énergie dissipée par effet Joule.
7. Définir, puis calculer le rendement énergétique de la charge.

2 Circuit RL en régime libre

On considère le circuit suivant où la tension e et donnée par :

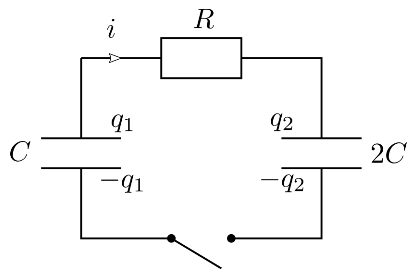
$$e(t) = \begin{cases} E & \text{pour } t < 0 \\ 0 & \text{pour } t > 0 \end{cases}$$





1. Déterminer i et u_L à $t = 0^-$, $t = 0^+$ et $t \to +\infty$.
2. Établir la loi $i(t)$.
3. Tracer l'allure des graphes $i(t)$ et $u_L(t)$.
4. Déterminer l'énergie dissipée par effet Joule entre $t = 0$ et $t \to +\infty$.

3 Équilibre de deux condensateurs



Le condensateur 1 porte une charge initiale q_0 et le condensateur 2 est initialement déchargé. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

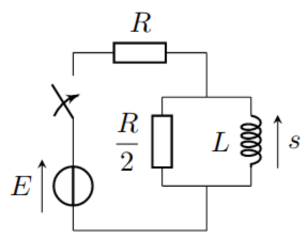
1. Montrer qu'à tout instant t, $q_1(t) + q_2(t) = q_0$.
2. Déterminer les charges $q_{1\infty}$ et $q_{2\infty}$ des deux condensateurs en régime permanent.
3. Déterminer $i(t)$, $q_1(t)$ et $q_2(t)$ et tracer l'allure des graphes correspondants.
4. Déterminer l'énergie dissipée par effet Joule entre $t = 0$ et $t \to +\infty$.

4 Résistance de fuite d'un condensateur

Un condensateur réel peut être modélisé par une capacité C en parallèle avec une résistance de fuite R. On charge un condensateur de capacité 1 µF sous une tension de 6 V. On débranche le condensateur une fois le régime permanent atteint. Au bout de 30 min, la tension aux bornes du condensateur n'est plus que de 3 V. Calculer la résistance de fuite du condensateur.

Aide au calcul : $\dfrac{1,8}{\ln 2} \simeq 2,6$

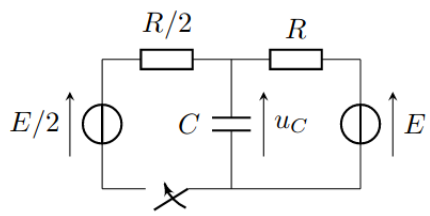
5 Circuit RL à deux mailles



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

1. Déterminer s à $t = 0^-$, $t = 0^+$ et $t \to +\infty$.
2. Établir la loi $s(t)$

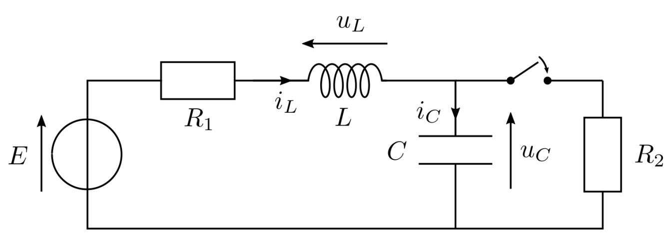
6 Circuit RC à deux mailles



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

1. Déterminer u_C à $t = 0^-$, $t = 0^+$ et $t \to +\infty$.
2. Établir la loi $u_C(t)$

7 État initial, état final



L'interrupteur est ouvert depuis longtemps. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

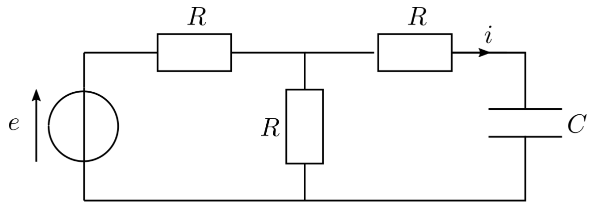
1. Déterminer u_L, i_L, u_C et i_C à $t = 0^-$.
2. Déterminer u_L, i_L, u_C et i_C à $t = 0^+$.
3. Déterminer u_L, i_L, u_C et i_C à $t \to +\infty$.

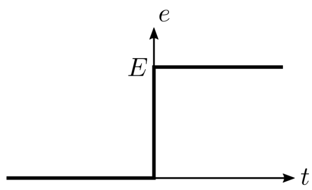
8 Associations de bobines et de condensateurs

Établir l'expression de

- l'inductance équivalente à deux bobines en série
- l'inductance équivalente à deux bobines en parallèle.
- la capacité équivalente à deux condensateurs en série
- la capacité équivalente à deux condensateurs en parallèle

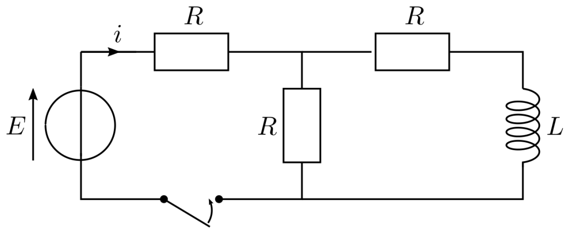
9 Encore un circuit à 2 mailles...





La source délivre un échelon de tension. Établir la loi $i(t)$. Tracer l'allure du graphe $i(t)$.

10 Et encore un !

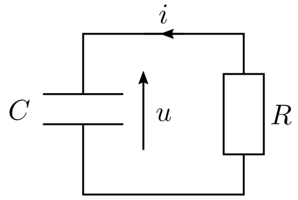


A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur. Établir la loi $i(t)$. Tracer l'allure du graphe $i(t)$.

Correction

4 Résistance de fuite d'un condensateur

A l'instant $t = 0$, on débranche le condensateur. La tension initiale aux bornes du condensateur vaut alors $E = 6$ V et le condensateur se décharge peu à peu dans la résistance de fuite.



D'après la loi des mailles, $u + Ri = 0$ avec $i = C\dfrac{du}{dt}$. Donc

$$u + RC\frac{du}{dt} = 0$$

On pose $\tau = RC$. L'équation différentielle se met sous la forme

$$\frac{du}{dt} + \frac{u}{\tau} = 0$$

Les solutions sont de la forme $u(t) = Ae^{-t/\tau}$.
La tension aux bornes du condensateur est continue, donc $u(0) = E$, soit $A = E$. Ainsi,

$$u(t) = Ee^{-t/\tau}$$

d'où

$$\tau = \frac{t}{\ln\left(\frac{E}{u(t)}\right)}$$

or $\tau = RC$, donc

$$R = \frac{t}{C\ln\left(\frac{E}{u(t)}\right)}$$

A $t = 30$ min$= 1800$ s, $u = E/2$ et $C = 10^{-6}$ F, donc

$$R = \frac{1800 \text{ s}}{10^{-6} \text{ F} \times \ln 2}$$

$$\boxed{R = 2,6 \text{ G}\Omega}$$

La résistance de fuite est bien entendu très élevée, c'est-à-dire pratiquement équivalente à un interrupteur ouvert.