TD6 : Régime transitoire du premier ordre

Exercice 1 : Bobines et condensateurs en série/parallèle

1. Trois condensateurs de capacités C_1, C_2, C_3 sont associés en série. Exprimer la capacité équivalente. Même question s'ils sont associés en parallèle.
2. Même questions pour trois bobines d'inductances L_1, L_2, L_3.

Exercice 2 : Résistance d'un voltmètre

Un condensateur chimique de capacité 47 μF est chargé sous une tension $u_0 = 4,5\,\text{V}$. On le branche aux bornes d'un voltmètre.
A l'instant $t = 0$, on mesure normalement $u_0 = 4,5\,\text{V}$.
A l'instant $t = 200$ s, on lit sur le voltmètre $u = 3\,\text{V}$.
Quelle est la résistance du voltmètre ?

⋆ Exercice 3 : Établisssement du courant dans une bobine

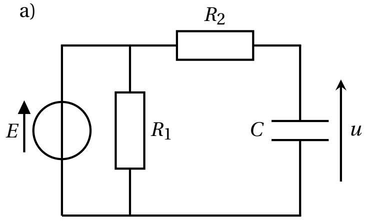
Une bobine idéale d'inductance L est en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 15\,\Omega$ et un générateur de force électromotrice $E = 6\,\text{V}$. A l'instant $t = 0$, on ferme le circuit. La tension aux bornes de la résistance croît pour atteindre $u_R = 2,7\,\text{V}$ à l'instant $t = 2\,\text{ms}$.

1. Déterminer la valeur de l'inductance L.
2. Quelle est l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine à l'instant $t = 2\,\text{ms}$?
3. Quelle est l'énergie dissipée par effet Joule dans la résistance entre $t = 0$ et $t = 2\,\text{ms}$?

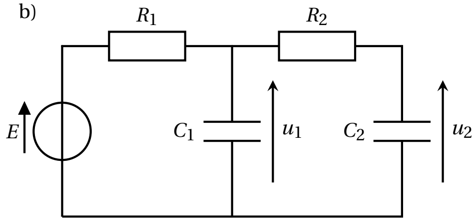
⋆ Exercice 4 : Recherche de régimes permanents

Dans les montages ci-dessous, déterminer la (ou les) tension(s) et courant(s) lorsque le régime permanent est établi.

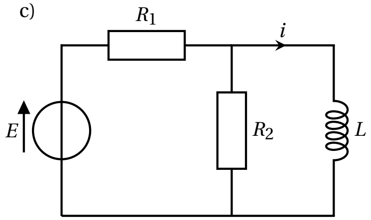
a)



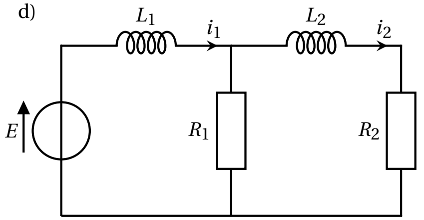
b)



c)

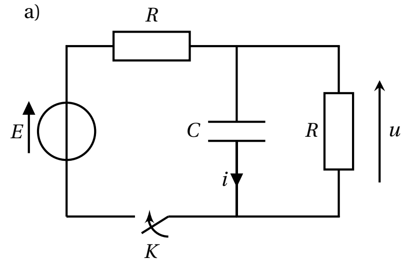


d)

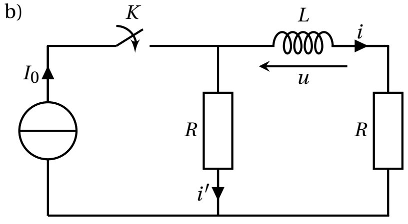


⋆ Exercice 5 : Conditions initiales

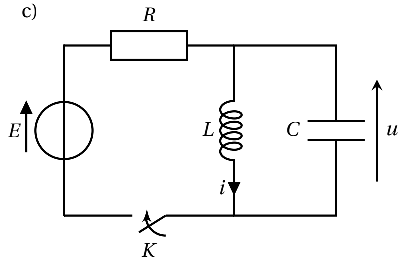
a)



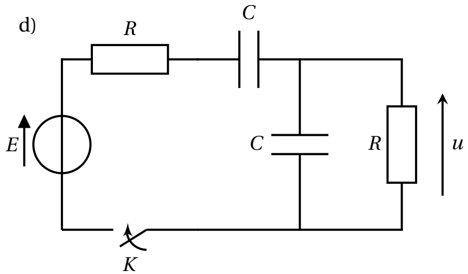
b)



c)



d)



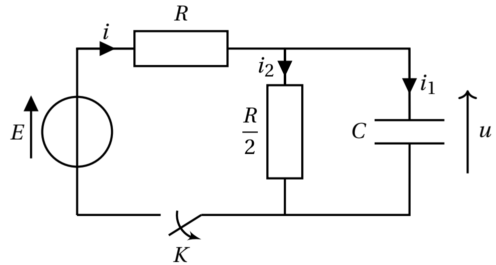
Calculer, dans chacun de ces circuits, les valeurs demandées à $t = 0^+$, date à laquelle on ferme l'interrupteur, le circuit étant complètement déchargé au préalable.

a) u, i — b) i, i', u

c) i, $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$, u, $\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$ — d) u, $\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$

⋆ Exercice 6 : Circuit $R + R \| C$

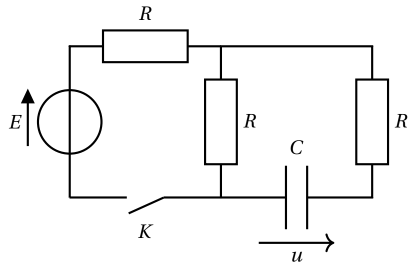
Le circuit ci-contre est alimenté par un générateur de fem E. On ouvre l'interrupteur à l'instant $t = 0$, le condensateur étant préalablement chargé.



1. Exprimer $u(0^-)$, $i_1(0^-)$, $i_2(0^-)$, $i(0^-)$.
2. Exprimer $u(0^+)$, $i_1(0^+)$, $i_2(0^+)$, $i(0^+)$.
3. Exprimer $u(\infty)$, $i_1(\infty)$, $i_2(\infty)$, $i(\infty)$.
4. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$ et la résoudre.
5. Tracer le graphe de $u(t)$.
6. Faire un bilan énergétique.

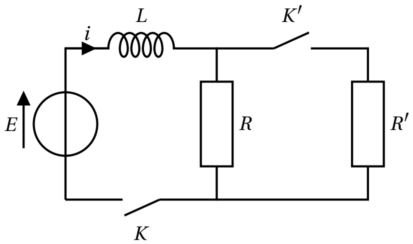
TD6 : Régime transitoire du premier ordre

⋆⋆ Exercice 7 : Charge et décharge d'un condensateur



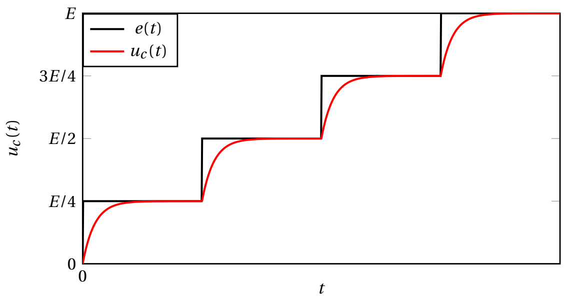
1. Initialement, le condensateur est déchargé et on ferme l'interrupteur K à $t = 0$. Déterminer l'évolution de la tension $u(t)$. Pouvait-on prévoir la tension maximale $u_{\max}$ du condensateur ?
2. L'interrupteur K étant fermé depuis longtemps, on a alors $u = u_{\max}$. À l'instant $t = 0$, on ouvre l'interrupteur. Déterminer l'évolution de la tension $u(t)$.

⋆⋆ Exercice 8 : Établissement du courant dans un circuit



1. K' est ouvert. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K. Déterminer la loi d'évolution de l'intensité $i(t)$. Quel est le courant I en régime permanent ?
2. Le régime permanent d'intensité I est établi (K est fermé). A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K'. Etablir la nouvelle loi d'évolution de l'intensité $i(t)$. Quelle est la nouvelle intensité I' en régime permanent ?

⋆⋆ Exercice 9 : Charges successives d'un condensateur



Un condensateur est chargé via un circuit RC série jusqu'à la tension E par paliers successifs, de valeurs $\dfrac{E}{N}, \dfrac{2E}{N}, \ldots, \dfrac{(N-1)E}{N}$ et E. On suppose que chaque palier est suffisamment long pour que la charge soit supposée complète.

Calculer le rendement énergétique de cette charge (rapport de l'énergie reçue par le condensateur et de l'énergie fournie par le générateur). Faire l'application numérique pour $N = 10$.

Solutions :

Ex1 : 1. en série : $\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ en parallèle : $C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3$

2. en série : $L_{\text{eq}} = L_1 + L_2 + L_3$ en parallèle : $\frac{1}{L_{\text{eq}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$

Ex2 : $R = 10{,}5\,\text{M}\Omega$

Ex3 : 1. $L = 50\,\text{mH}$ 2. $\mathscr{E}_L = 0{,}81\,\text{mJ}$ 3. $W_J = 0{,}38\,\text{mJ}$

Ex4 : 1. $u(\infty) = E$ 2. $u_1(\infty) = u_2(\infty) = E$ 3. $i(\infty) = \frac{E}{R_1}$

4. $i_1(\infty) = \frac{R_1+R_2}{R_1R_2}E$; $i_2(\infty) = \frac{E}{R_2}$

Ex5 : a) $u(0) = 0$; $i(0) = \frac{E}{R}$ b) $i(0) = 0$; $i'(0) = I_0$; $u(0) = RI_0$

c) $i(0) = 0$; $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}(0) = 0$; $u_c(0) = 0$; $\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}(0) = \frac{E}{RC}$ d) $u(0) = 0$; $\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}(0) = \frac{E}{RC}$

Ex6 : 1. $u(0^-) = \frac{E}{3}$, $i(0^-) = i_2(0^-) = \frac{2E}{3R}$, $i_1(0^-) = 0$

2. $u(0^+) = \frac{E}{3}$, $i(0^+) = 0$, $i_2(0^+) = \frac{2E}{3R}$, $i_1(0^+) = -\frac{2E}{3R}$

3. $u(\infty) = 0$, $i(\infty) = i_1(\infty) = i_2(\infty) = 0$

4. $\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + \frac{2}{RC}u = 0$ $u(t) = \frac{E}{3}\mathrm{e}^{-t/\tau}$ avec $\tau = \frac{RC}{2}$

Ex7 : 1. $u(t) = \frac{E}{2}\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right)$ avec $\tau = \frac{3RC}{2}$; $u_{\max} = \frac{E}{2}$ 2. $u(t) = \frac{E}{2}\mathrm{e}^{-t/\tau'}$ avec $\tau' = 2RC$

Ex8 : 1. $i(t) = \frac{E}{R}\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right)$ avec $\tau = \frac{L}{R}$; $I = \frac{E}{R}$

2. $i(t) = \frac{E}{R} + \frac{E}{R'}\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right)$ avec $\tau = L\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$; $I' = E\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right)$

Ex9 : $\eta = 91\,\%$