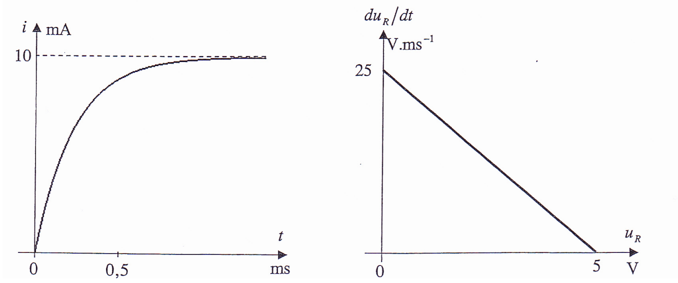
TD Signaux Physiques 08 : Régimes transitoires du premier ordre

Exercice 1 – Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

Un dipôle RL série est relié à t = 0 à un générateur idéal de tension à vide E. On obtient les relevés expérimentaux ci-contre.

1. Commentez les graphiques obtenus.
2. Déterminez graphiquement les valeurs de R, L et E et de la constante de temps τ.

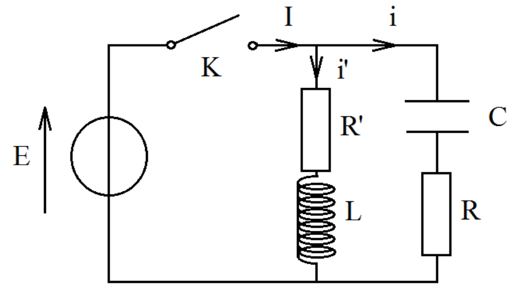


Exercice 2 – Continuité des grandeurs électriques

On considère le système électrique ci-dessous. À l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K.

1. En justifiant chaque réponse, complétez le tableau suivant.

	I(t)	i(t)	i'(t)
$t \to 0^-$			
$t \to 0^+$			
$t \to +\infty$			



2. Déterminez les expressions de I, i et i' au cours du temps.

Exercice 3 – Réponse d'un dipôle RC à une tension créneau

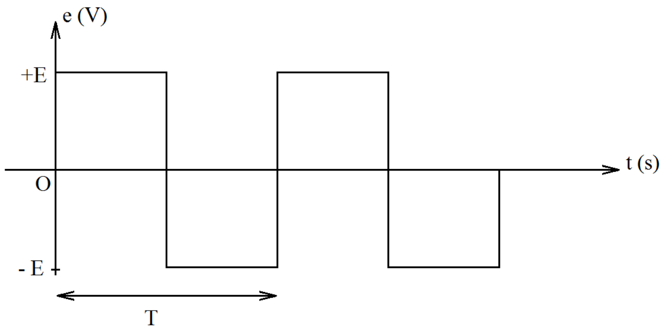
On branche aux bornes d'un dipôle RC série une source de tension de f.e.m alternative rectangulaire telle que $e(t) = \pm E$ de période T. Le condensateur est initialement déchargé. On ferme l'interrupteur à t = 0. On suppose qu'à la fin de chaque alternance, le régime permanent est atteint. On nomme u_R et u_C les tensions aux bornes de R et de C.

1. Évolution des tensions au cours du temps

1.1 Exprimez u_R et u_C entre $t_0 = 0$ et $t_1 = T/2$.
1.2 Exprimez u_R et u_C entre $t_1 = T/2$ et $t_2 = T$.

2. Condition d'établissement du régime permanent

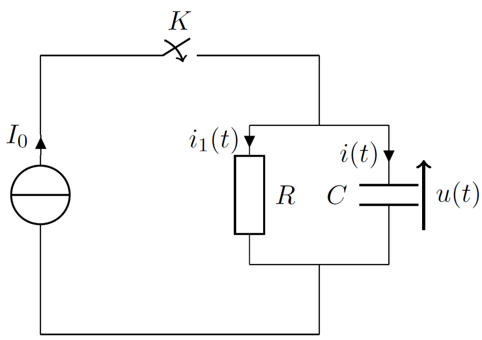
2.1 Quelle doit être la condition vérifiée par R et C pour que le régime permanent soit établi à la fin de chaque alternance ?
2.2 On mesure les grandeurs suivantes : E = 10 V, T = 1,0 ms, R = 1,0 kΩ et C = 50 nF. Calculez u_R et u_C à t_1. Commentez la valeur obtenue.



Exercice 4 – Charge d'un condensateur soumis à un échelon de courant

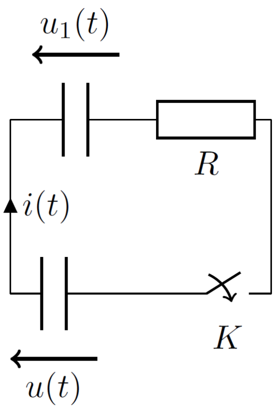
On considère le circuit ci-contre. À t = 0, on ferme l'interrupteur K, le condensateur étant initialement déchargé. On note $\tau = RC$.

1. Déterminez les valeurs en régime permanent de la tension aux bornes du condensateur u_∞ et de l'intensité du courant le traversant i_∞.
2. Établissez l'équation différentielle vérifiée par la tension u pour tout $t \geq 0$.
3. Déduisez-en la loi u(t) en fonction de I_0, R et τ. Tracez l'allure de la courbe représentative de u en fonction du temps.



Exercice 5 – Transfert de charges entre deux condensateurs

Dans le circuit ci-dessous, les deux condensateurs ont la même capacité C. Le condensateur du bas est initialement chargé sous la tension U_0, tandis que celui du haut est déchargé. À t = 0, on ferme l'interrupteur K. On note $\tau = RC$.



1. Évolution des tensions au cours du temps

1.1 Montrez que $u(t) + u_1(t) = U_0$ pour tout $t \geq 0$.

1.2 Établissez l'équation différentielle vérifiée par u(t) pour tout $t \geq 0$.

1.3 Déterminez les expressions des tensions u(t) et $u_1(t)$. Tracez les allures des courbes représentatives de u et u_1 en fonction du temps sur un même graphe.

2. Bilan énergétique

2.1 Déterminez l'énergie initiale stockée dans le circuit.

2.2 Déterminez l'énergie finale stockée dans le circuit.

2.3 Calculez l'énergie dissipée par effet Joule dans la résistance au cours de la décharge.

2.4 Effectuez un bilan énergétique.

Corrigés

Exercice 1

1. $\frac{d u_R}{dt} + \frac{u_R}{\tau} = \frac{E}{\tau}$

2. E = 5 V ; $\tau = 2.10^{-4}$ s
   $R = 5.10^2\ \Omega$; $L = 1.10^{-1}$ H

Exercice 2

1. $i'(0^+) = i'(0^-) = 0$; $i'_\infty = E/R'$
   $i(0^-) = 0$; $i(0^+) = E/R$; $i_\infty = 0$
   $I(0^-) = 0$; $I(0^+) = E/R$; $I_\infty = E/R'$

2. $i'(t) = \frac{E}{R'}(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$
   $i(t) = \frac{E}{R}e^{\frac{-t}{\tau}}$
   $I(t) = i(t)+i'(t)$

Exercice 3

1. 1.1 $u_C(t) = E(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$
   1.2 $u_C(t) = E(2e^{\frac{-(t-T/2)}{\tau}}-1)$

2. 2.1 T > 10 RC
   2.2 $u_C(t_1) = 10$ V
   $u_R(t_1) = 2{,}1.10^{-8}$ V

Exercice 4

1. $i_\infty = 0$; $u_\infty = RI_0$

2. $\frac{du}{dt} + \frac{u}{\tau} = \frac{I_0}{C}$

3. $u(t) = RI_0(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$

Exercice 5

1. 1.2 $\frac{du}{dt} + 2\frac{u}{\tau} = \frac{U_0}{\tau}$
   1.3 $u(t) = \frac{U_0}{2}(1+e^{-2\frac{t}{\tau}})$
   $u_1(t) = \frac{U_0}{2}(1-e^{-2\frac{t}{\tau}})$

2. 2.1 $\mathcal{E}_i = \frac{CU_0^2}{2}$
   2.2 $\mathcal{E}_f = \frac{CU_0^2}{4}$
   2.3 $\mathcal{E}_J = \frac{CU_0^2}{4}$
   2.4 $\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_f + \mathcal{E}_J$