UNIVERSITÉ DE NICE | L2ST et L2MP
ELECTROMAGNETISME 1 | 2019–2020

Partiel électromagnétisme 1 du 6 novembre 2019

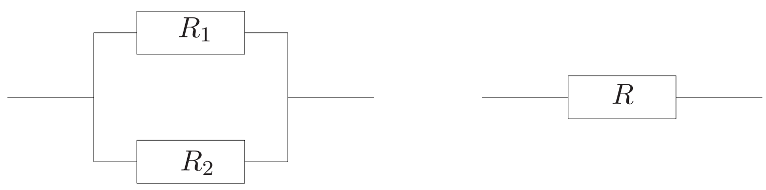
CALCULATRICES ET DOCUMENTS INTERDITS

DURÉE : 2 HEURES

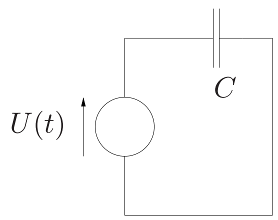
Électrocinétique

Théorie

1. À partir de la loi des nœuds et de la d'Ohm $U = IR$ (où U est la tension, I l'intensité du courant électrique et R la résistance) montrer que les deux morceaux de circuit suivants sont équivalents si $R = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}$.



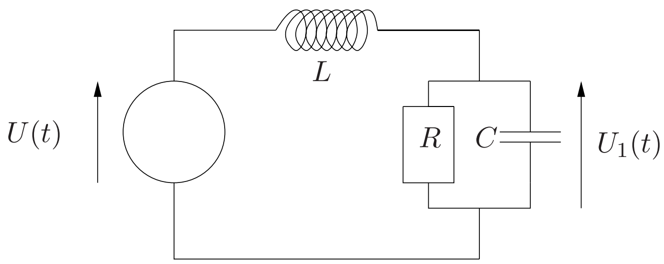
2. En utilisant le circuit ci-dessous, composé d'un condensateur de capacité C alimenté par un générateur délivrant une tension sinusoïdale $U(t) = U_0 \cos(\omega t)$, montrer que l'impédance complexe du condensateur est $Z_C = 1/(j\omega C)$.



Exercice

On considère le circuit ci-dessous, composé d'un générateur délivrant une tension sinusoïdale $U(t) = U_0 \cos(\omega t)$, d'une résistance R, d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C.

1. Exprimer $U(t)$ et $U_1(t)$ en notation complexe $\underline{u}$ et $\underline{u_1}$.
2. En utilisant la loi des nœuds et la loi d'Ohm généralisée $\underline{u} = \underline{i}\,Z$ (ou $\underline{i}$ est l'intensité complexe et Z l'impédance complexe), calculer l'impédance équivalente de l'ensemble de la résistance et du condensateur. On rappelle que $Z_C = 1/(j\omega C)$.



3. Calculer l'impédance équivalente de l'ensemble de la résistance, du condensateur et de la bobine d'inductance. On rappelle que $Z_L = j\omega L$.

4. On définit la fonction de transfert suivante $H(j\omega) = \underline{u_1}/\underline{u}$. Montrer qu'elle peut s'écrire
$$H(j\omega) = \frac{1}{(1-\omega^2 CL) + j\omega L/R}.$$

5. Calculer le gain $G(\omega) = |H(j\omega)|$.

6. Montrer qu'il y a une fréquence de résonance (maximum de $G(\omega)$) pour $\omega_c = \sqrt{1/(CL) - 1/(2(RC)^2)}$ si $L < 2CR^2$.

7. Quelles sont les valeurs de $G(\omega)$ pour $\omega \to 0$, $\omega \to \infty$, $\omega = \omega_c$?

8. Tracer l'allure de la courbe $G(\omega)$ si *(i)* $L > 2CR^2$ et (ii) $L < 2CR^2$. S'agit t'il d'un filtre passe-haut ou passe-bas ?

Électrostatique

Trois charges égales de valeur $q > 0$ sont disposées aux positions $\vec{r}_1 = \hat{x}+\hat{y}$, $\vec{r}_2 = \vec{0}$ et $\vec{r}_3 = \hat{x}-\hat{y}$.

1. En utilisant les symétries du problème, faire un schéma du champ électrique généré par la distribution de charges.

2. On va étudier le champ et le potentiel électrique sur l'axe $\mathcal{O}x$. Calculer le champ électrique sur l'axe $\mathcal{O}x$, en fonction à la distance à l'origine x.

3. Calculer le potentiel électrique sur l'axe $\mathcal{O}x$, en fonction à la distance à l'origine x. Vérifier que $\vec{E} = -\vec{\nabla} V$.

4. On change la signe de la valeur de la charge ($q \to -q$) située au point $\vec{r}_1 = \hat{x}+\hat{y}$, la valeur de la charge situé en $\vec{r}_2 = \vec{0}$ est fixée à $q = 0$ et la valeur de la charge située en $\vec{r}_3 = \hat{x}-\hat{y}$ est maintenue à une valeur $+q$. En utilisant les symétries du problème, faire un schéma du champ électrique généré par la distribution de charges.

5. Calculer le champ électrique sur l'axe $\mathcal{O}x$, en fonction à la distance à l'origine x.

6. Calculer le potentiel électrique pour tout point (x, y) du plan $\mathcal{O}xy$. Vérifier que $\vec{E}(x,0) = -\left[\vec{\nabla} V(x,y)\right]_{y=0}$.