# Révisions Oral - Électrocinétique

## Les bons réflexes :

- Faire un schéma (ou recopier celui de l'énoncé), nommer les tensions / courants qui seront nécessaires pour l'analyse du circuit (ne pas introduire trop de courants différents : écrire la loi des nœuds directement sur le circuit).
- Identifier s'il s'agit de l'étude d'un régime transitoire ou d'une étude en régime sinusoïdal forcé.
- Dans le cas d'un filtre, faire une analyse qualitative du comportement à basse et haute fréquence.

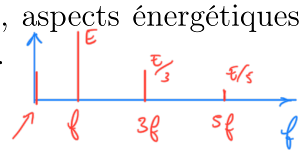
## Questions de cours

**1 -** Que pouvez-vous dire sur les résistances ? (associations en parallèle, en série, aspects énergétiques, expression de la résistance d'un cylindre de conductivité $\gamma$).

**2 -** Que pouvez-vous dire sur les condensateurs ? (lien entre $u$ et $i$, continuité, aspects énergétiques, expression de la capacité d'un condensateur plan). Rq : $C_1$ $C_2$ $Z_{eq} = \frac{1}{jC_1\omega} + \frac{1}{jC_2\omega} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

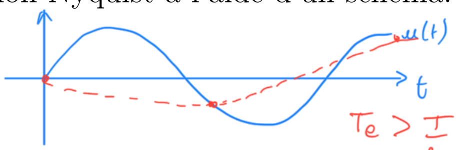
**3 -** Que pouvez-vous dire sur les inductances ? (lien entre $u$ et $i$, continuité, aspects énergétiques, expression de l'inductance propre d'une portion de longueur $H$ de solénoïde).

**4 -** Quel est le spectre d'un signal créneau de fréquence $f$ et d'amplitude $E$ ?




valeur moyenne du créneau

**5 -** Expliquer le critère de Shannon Nyquist à l'aide d'un schéma.




$T_e > \frac{T}{2} \Rightarrow$ le signal est mal échantillonné

## Oraux MPI - 2023 / 2024

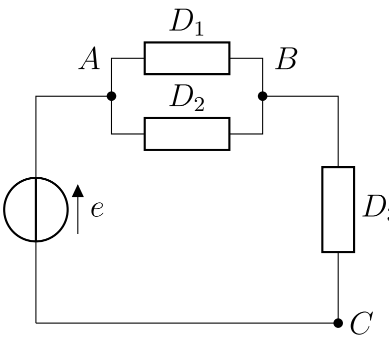
**[1]** - (Niveau 2) :

Un générateur délivre un signal créneau $e(t)$ de période $T = 10$ms, d'amplitude $E = 3$V et de valeur moyenne nulle. On dispose d'un quadripôle permettant d'amplifier une tension $u_1$ d'un facteur $K > 0$ ainsi que d'un filtre linéaire dont la structure est donnée ci-dessous.

Rappel : filtre passe-bande

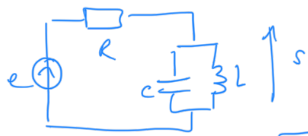
$\underline{H} = \dfrac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$

$Q = \dfrac{\omega_0}{\Delta\omega}$ avec $\Delta\omega$ bande passante




→ on a besoin d'un filtre passe bande autour de $f_0 = \frac{3}{T}$

⇒




On obtient $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$ $H_0 = 1$

⇒ $s(t) = \frac{E}{3}\cos(2\pi f_0 t)$ pour $e(t)$ = créneau

On souhaite obtenir en sortie un signal sinusoïdal de fréquence trois fois plus grande que celle de $e(t)$ et de même amplitude. On dispose d'un condensateur de capacité $C$, d'une bobine d'inductance $L$ et d'une résistance $R$.

Donner les valeurs de $C$, $L$, $R$ et $K$ qui conviennent.

il faut $K = 3$ pour compenser.

**[2]** - (Niveau 1) :

On considère le circuit ci-après. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur $K$.

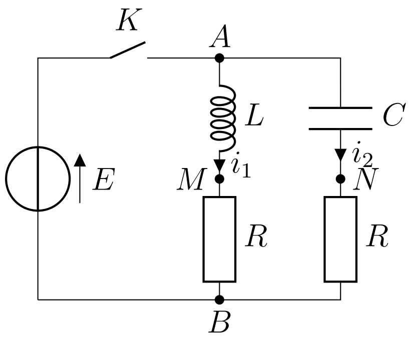
**1 - Branche** $AMB$ **:** Quelle est l'équation différentielle vérifiée par le courant $i_1$ ? La résoudre et en déduire $i_1(t)$. Déterminer $i_1$ et les tensions aux bornes de la bobine et de la résistance dans la branche en régime stationnaire.

**2 - Branche** $ANB$ **:** Quelle est l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur $u_c(t)$ ? La résoudre et en déduire $u_c(t)$. Déterminer $u_c(t)$, $i_2(t)$ en régime stationnaire.

**3 -** On prend une nouvelle origine des temps lorsque le régime stationnaire est établi. On ouvre l'interrupteur à l'instant $t = 0^+$. Indiquer quels courants et quelles tensions sont continus. Déterminer $u_c(t)$ dans le cas d'un faible amortissement.

Continuité de $i_1$ courant à travers la bobine et de $u_c$, tension aux bornes du condensateur

Circuit $2R, L, C$ série

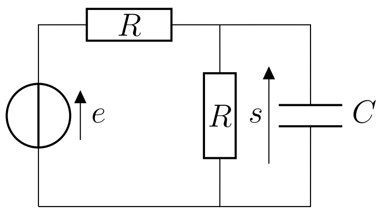



$E = R i_1 + L \frac{di_1}{dt}$

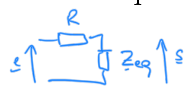
$E = R i_2 + u_c$ avec $i_2 = C \frac{du_c}{dt}$

**[3]** - (Niveau 1) :

**1 -** Déterminer l'expression de la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega)$ du filtre ci-dessous. En déduire l'allure du diagramme asymptotique du filtre, on fera apparaître la pulsation de coupure $\omega_o$.




$\Leftrightarrow$




Diviseur de tension : $s = \frac{Z_{eq}}{R + Z_{eq}} e$

$\Rightarrow \underline{H} = \frac{1}{1 + R Z_{eq}^{-1}}$ avec $Z_{eq}^{-1} = \frac{1}{R} + jC\omega$ $\Big\}$ $\underline{H} = \frac{1}{2 + jRC\omega}$

Passe bas d'ordre 1 avec : $H_0 = \frac{1}{2}$ $\omega_0 = \frac{2}{RC}$

**2 -** Donner l'expression du déphasage $\varphi$ introduit par le filtre en fonction de la pulsation $\omega$ du signal d'entrée. $\varphi = \arg(\underline{H}) = -\arctan\left(\frac{RC\omega}{2}\right)$

**3 -** On a tracé ci-dessous le diagramme de Bode en gain du filtre en fonction de $x = \omega/\omega_o$. Comment est-il modifié si on change la valeur de $C$ ? $\Rightarrow$ $C$ modifie $\omega_0$ mais pas $x$

**4 -** Le signal d'entrée s'écrit :

atténuation $\sim \frac{1}{2}$, $\varphi = 0$ — atténué de $\frac{1}{2\sqrt{2}}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{4}$

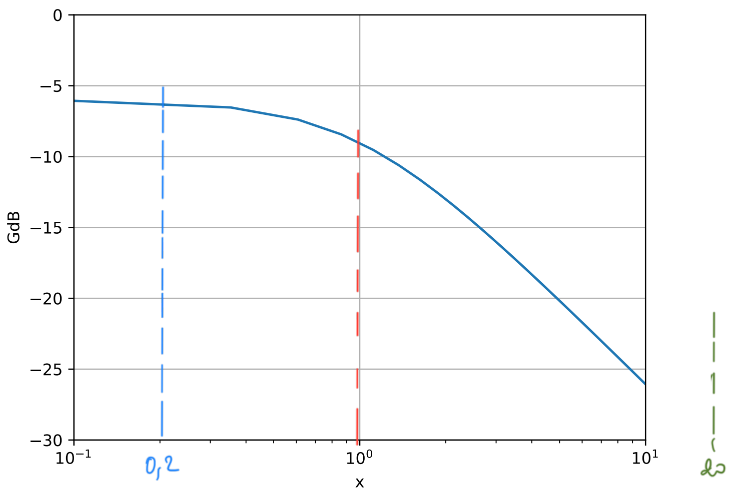
$$e(t) = E_o \cos(0.2\pi\omega_o t) + 0,56.E_o \cos(2\pi\omega_o t) + E_o \cos(20\pi\omega_o t)$$

Tracer le spectre du signal d'entrée.

**5 -** Déterminer le signal de sortie $s(t)$ et représenter son spectre.

atténué de $\sim 10^{-\frac{30}{20}}$

$\varphi \sim -\frac{\pi}{2}$

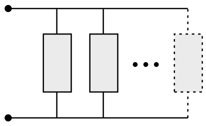


## Des exercices pour s'entrainer

**[1]** - (Niveau 3) :

$R_{eq}^{-1} = \sum_{n=1}^{N} \frac{1}{R} = \frac{N}{R}$

$\Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{N}$



On place des résistances $R$ identiques selon la disposition ci-dessus, en nombre $N \to +\infty$. Que vaut la résistance équivalente ?

**[2]** - (Niveau 1) :

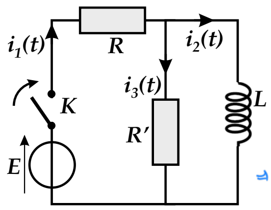
Un circuit est composé d'une bobine d'inductance propre $L$, de deux résistances $R$ et $R'$ et d'un générateur idéal de tension, de f.é.m. continue $E$. L'interrupteur $K$ étant ouvert depuis très longtemps, on le ferme à l'instant $t = 0$.

**1 -** À l'aide des lois de Kirchhoff établir l'équation différentielle vérifiée par le courant $i_2(t)$ dans la bobine. $i_2(0) = 0$ (continuité du courant à travers une bobine)

**2 -** Résoudre cette équation différentielle.

**3 -** En déduire les expressions de $\underbrace{i_1(t)}_{i_2+i_3}$ et $i_3(t)$. Commenter leurs limites en $t \to +\infty$. $\hookrightarrow \frac{L}{R'}\frac{di_2}{dt}$

**4 -** Tracer l'allure des variations temporelles de ces trois intensités.




$u_L = L\frac{di_2}{dt}$

$u_L = R' i_3$

$E = R(i_2 + i_3) + u_L$

$E = R i_2 + \frac{RL}{R'}\frac{di_2}{dt} + L\frac{di_2}{dt}$

$\Rightarrow L\left(1 + \frac{R}{R'}\right)\frac{di_2}{dt} + R i_2 = E$

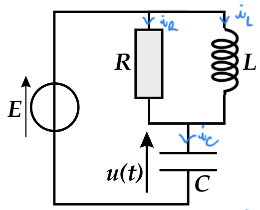
**[3]** - (Niveau 1) :

Dans le montage ci-contre, le condensateur est initialement déchargé. Pour $t < 0$, $E(t) = 0$ et pour $t > 0$, $E(t) = E_0$.

**1 -** Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.

**2 -** Introduire deux paramètres caractéristiques, dont le facteur de qualité $Q$ (expression à donner en fonction de $R$, $L$ et $C$). Commenter cette expression, au vu du circuit.

**3 -** Résoudre l'équation différentielle, dans le cas où les composants ont les valeurs suivantes : $C = 10\,\text{nF}$, $L = 10\,\text{mH}$ et $R = 10\,\text{k}\Omega$. On pourra faire les simplifications que l'on estimera justifiées.




$i_C = C\frac{du}{dt}$

$i_R = \frac{E-u}{R}$

$E - u = L\frac{di_L}{dt}$

$\frac{di_C}{dt} = \frac{di_R}{dt} + \frac{di_L}{dt}$

$\Rightarrow C\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{-1}{R}\frac{du}{dt} + \frac{E-u}{L}$

$\Rightarrow \frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{RC}\frac{du}{dt} + \frac{u}{LC} = \frac{E}{LC}$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $\quad \frac{\omega_0}{Q} = \frac{1}{RC} \Rightarrow Q = R\sqrt{\frac{C}{L}}$

A.N : $Q = 10^4\sqrt{\frac{10^{-8}}{10^{-2}}} = 10 \Rightarrow$ grand facteur de qualité

$\Omega = \omega_0\sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} \simeq \omega_0$

$u(t) = U_0\, e^{-\frac{\omega_0}{2Q}t}\cos(\omega_0 t + \varphi) + E$

$u(0) = 0$ (condensateur déchargé)

$i_L(0) = 0$ continuité du courant à travers une bobine

**[4]** - (Niveau 1) :

Dans le circuit ci-après, à $t = 0^-$, le condensateur $C_1$ est déchargé, et le condensateur $C_2$ est chargé. On bascule, à l'instant $t = 0$, l'interrupteur de la position 1 vers la position 2. Les deux condensateurs ont la même valeur de capacité $C$.

**1 -** Établir les équations différentielles auxquelles sont soumises les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$.

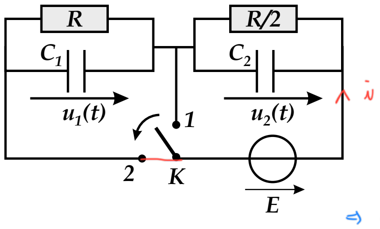
**2 -** À l'aide des conditions initiales, trouver les expressions de $u_1$ et $u_2$.

**3 -** Tracer les graphes donnant l'allure de $u_1(t)$ et $u_2(t)$.

**4 -** Tracer également le graphe des énergies stockées par les condensateurs $C_1$ et $C_2$.

$\mathcal{E} = \frac{1}{2} C u^2$

$u_2(0) = E$




$i = 2\frac{u_2}{R} + C\frac{du_2}{dt}$

$= \frac{u_1}{R} + C\frac{du_1}{dt}$

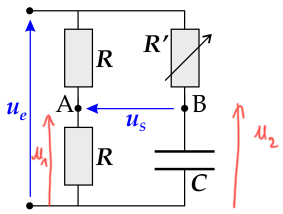
$E = u_1 + u_2$

$\Rightarrow C\frac{du_2}{dt} + 2\frac{u_2}{R} = \frac{E - u_2}{R} - C\frac{du_2}{dt}$

$\Rightarrow 2C\frac{du_2}{dt} + \frac{3}{R}u_2 = \frac{E}{R}$ $\qquad \tau = \frac{2RC}{3}$

$u_2(t) = \frac{E}{3} + \frac{2E}{3} e^{-t/\tau}$

**[5]** - (Niveau 2) :




$u_2 + u_s = u_1$

$\Rightarrow u_s = u_1 - u_2$

On impose une tension $u_e$ aux bornes du montage ci-dessus. On mesure la tension $u_s$ entre les points A et B.

**1 -** Montrer que le circuit est un déphaseur. → On passe en complexes, on cherche $\underline{H}$

**2 -** Quelle est sa pulsation caractéristique $\omega_c$ ? Que vaut le déphasage entre $u_e$ et $u_s$ à cette pulsation ?

$\underline{u_1} = \frac{R}{2R}\underline{u_e} \qquad \underline{u_2} = \frac{\frac{1}{jC\omega}}{R' + \frac{1}{jC\omega}}\underline{u_e} = \frac{1}{1 + jR'C\omega}\underline{u_e}$

$\Rightarrow \underline{u_s} = \underline{u_e}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{1 + jR'C\omega}\right) \Leftrightarrow \underline{u_s} = \underline{u_e}\frac{1 + jR'C\omega - 2}{2(1 + jR'C\omega)}$

$\Rightarrow \underline{H} = \frac{-1 + jR'C\omega}{2(1 + jR'C\omega)}$

$|\underline{H}|$ indépendant de $\omega$ ⇒ circuit déphaseur

Pour $\omega = \omega_c = \frac{1}{R'C}$ $\qquad \underline{H} = \frac{1}{2}\left(\frac{-1 + j}{1 + j}\right) = \frac{1}{2}\frac{e^{3i\frac{\pi}{4}}}{e^{i\frac{\pi}{4}}} = \frac{e^{i\pi/2}}{2}$ → déphasage de $\frac{\pi}{2}$