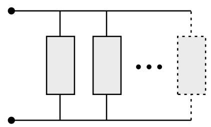
Préparation à l'oral : exercices d'électrocinétique

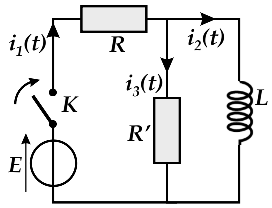
Ex. 1 - Résistance équivalente (retour Mines-Ponts)

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



Ex. 2 - Circuit en régime transitoire (d'après CCINP)

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 - A l'aide des lois de Kirchhoff établir l'équation différentielle vérifiée par le courant $i_2(t)$ dans la bobine.

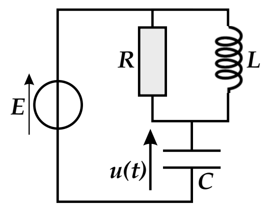
2 - Résoudre cette équation différentielle.

3 - En déduire les expressions de $i_1(t)$ et $i_3(t)$. Commenter leurs limites en $t \to +\infty$.

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

Ex. 3 - Circuit en régime transitoire bis (d'après CCINP)

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



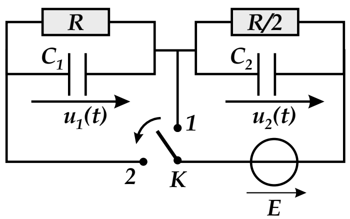
1 - Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $u(t)$.

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: $C = 10\,\mathrm{nF}$, $L = 10\,\mathrm{mH}$ et $R = 10\,\mathrm{k\Omega}$. On pourra faire les simplifications que l'on estimera justifiées.

Ex. 4 - Capacités parallèles (d'après CCINP)

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

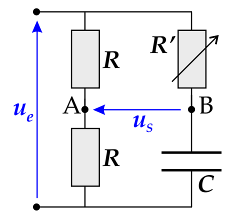
2 - A l'aide des conditions initiales, trouver les expressions de u_1 et u_2.

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.

Ex. 5 - Circuit déphaseur (d'après Mines-Ponts)

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

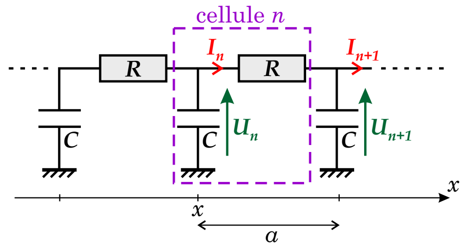


1 - Montrer que le circuit est un déphaseur.

2 - Quelle est sa pulsation caractéristique ω_c ? Que vaut le déphasage entre u_e et u_s à cette pulsation ?

Ex. 6 - Chaîne capacitive (d'après Centrale)

On met à la suite un ensemble de cellules {RC} identiques comme sur le montage ci-contre, avec une résistance $R = 1\,\mathrm{k\Omega}$.

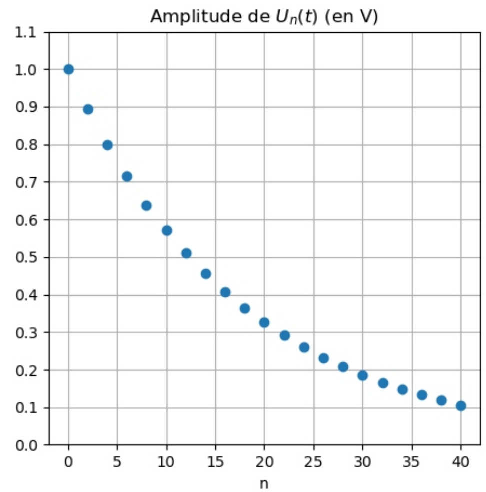


1 - Donner la relation reliant U_{n-1}, U_n et U_{n+1}.

2 - On se place dans l'approximation des milieux continus, où on a $u(x = n\,a, t) = U_n(t)$. Établir, à partir de la relation précédente, l'équation vérifiée par $u(x,t)$.

3 - On excite l'ensemble en régime sinusoïdal forcé, à la fréquence $f = 100\,\mathrm{Hz}$. On mesure les valeurs suivantes pour l'amplitude de $U_n(t)$ en fonction de n :

Valeur de n	Valeur de U_n (en V)
0	1
4	0,80
8	0,64
12	0,51
16	0,41
20	0,33
24	0,26
28	0,21



En déduire la valeur de C.

4 - L'approximation des milieux continus est-elle vérifiée dans ces conditions ?

5 (Bonus) - Comment expliqueriez-vous l'approximation des milieux continus à un lycéen ?