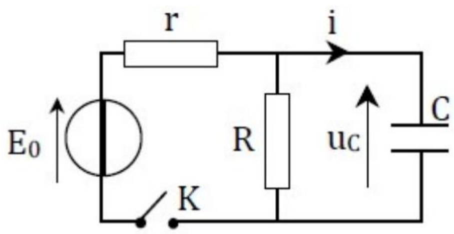
1 Régimes transitoires du premier ordre

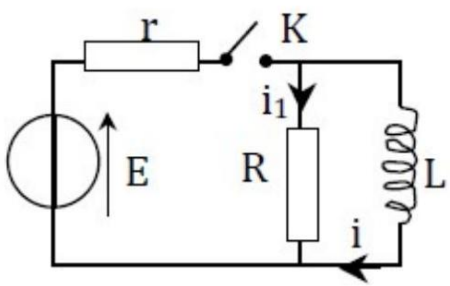
Dans les circuits ci-dessous, le condensateur est initialement déchargé et les courants sont nuls dans toutes les branches. L'interrupteur K est fermé à l'instant $t = 0$.

1. Déterminer $u_C(t)$ et $i(t)$ pour $t > 0$ (premier circuit). Les représenter en fonction du temps.

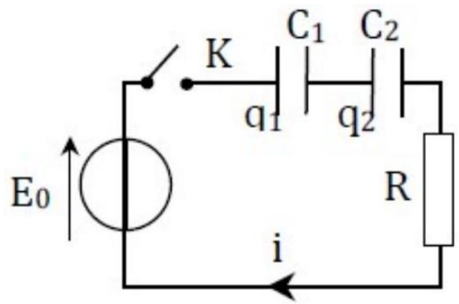


Retrouver les expressions de ces grandeurs au bout d'un temps très long en examinant le comportement physique des différents dipôles.

2. Déterminer $i_1(t)$ et $i(t)$ à $t = 0^+$puis au bout d'un temps très long dans le circuit ci-dessous :



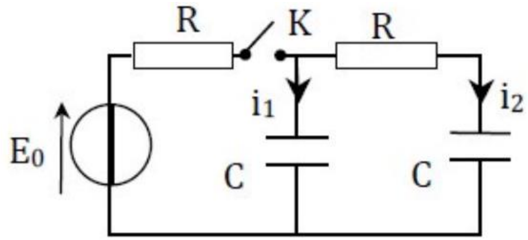
2 Régime transitoire dans deux condensateurs - Étude énergétique



1. Montrer que $q_1(t) = q_2(t)$ pour tout $t > 0$.
2. Déterminer :
   a) Les charges Q_1 et Q_2 sur chaque condensateur lorsque le régime stationnaire est atteint.
   b) Les expressions de $q_1(t), q_2(t)$ et de $i(t)$ pour $t > 0$.
3. L'énergie fournie entre les instants $t = 0$ et $t \longrightarrow +\infty$ par la source de tension, celle dissipée par effet Joule durant le même laps de temps dans le résistor. Faire un bilan énergétique.

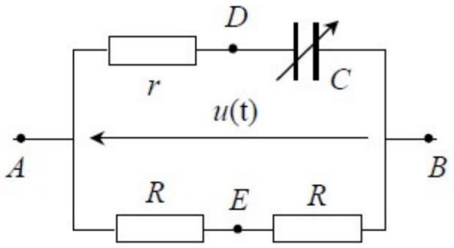
3 Régime transitoire d'ordre 2

Les condensateurs sont initialement déchargés. On ferme K à l'instant $t = 0$.



1. Déterminer les courants $i_1\left(0^+\right)$et $i_2\left(0^+\right)$ juste après la fermeture de l'interrupteur. Déterminer de même les valeurs de ces courants au bout d'un temps très long.
2. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $i_2(t)$. On posera $\tau = RC$. En déduire $i_2(t)$ pour tout $t > 0$.

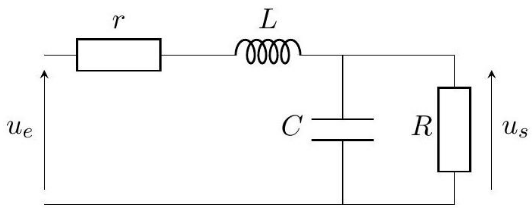
4 Déphaseur



Une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(\omega t)$ est appliquée entre les points A et B du circuit représenté ci-dessus. Montrer que l'amplitude de la tension entre les points D et E est indépendante de la capacité C du condensateur. Calculer le déphasage de cette tension par rapport à $u(t)$.

5 Analyse d'un filtre

On suppose que le circuit ci-dessous est alimenté par une tension d'entrée $e(t)$ sinusoïdale de pulsation ω réglable : $e(t) = E\sin(\omega t)$.



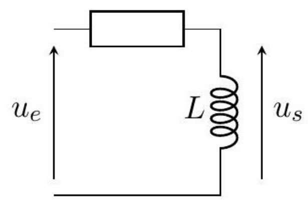
On supposera que $r = R$ et que $rC = L/R = \tau$.

1. Établir l'expression de la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \underline{u}_s(t)/\underline{u}_e(t)$ et la mettre sous la forme :
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{1 + j\tau\omega - \tau^2\omega^2/2}$$
2. $u_s(t)$ peut-elle être en phase avec $e(t)$? En opposition de phase ? En quadrature avance ? En quadrature retard ? Dans le cas où un tel déphasage est possible, déterminer la pulsation permettant de l'observer.
3. Déduire des questions précédentes l'équation différentielle reliant $u_s(t)$ et $e(t)$ en régime quelconque.

   $e(t)$ est maintenant un échelon de tension : $e(t) = 0$ si $t < 0$ et $e(t) = E$ (constant) si $t \geqslant 0$.
4. En analysant le comportement des différents composants du circuit, déterminer $u_s\left(0^+\right)$et $\dot{u}_s\left(0^+\right)$. Trouver l'expression de $u_s(t)$ pour $t \geqslant 0$. Vers quelle valeur tend $u_s(t)$ lorsque $t \to +\infty$? Était-ce prévisible en analysant le circuit ?

6 Réponse d'un filtre RL

On considère le filtre de la figure ci-dessous.



Calculer sa pulsation caractéristique ω_0 puis déterminer l'allure du signal de sortie lorsque celui-ci est alimenté par :

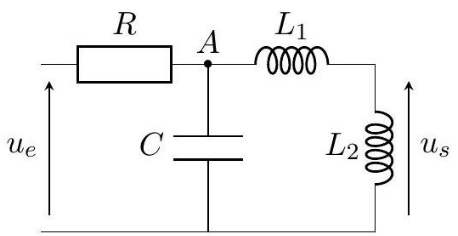
1. un signal triangulaire de pulsation $\omega \ll \omega_0$.
2. Un signal triangulaire de pulsation $\omega \gg \omega_0$.

7 Filtre de Hartley

Déterminer la fonction de transfert du filtre de Hartley ci-dessous et la mettre sous la forme :

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

On précisera les expressions de H_0, ω_0 et Q.

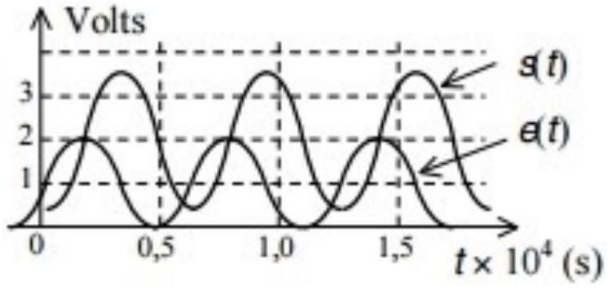


Indication : on pourra utiliser judicieusement la loi des nœuds à l'aide des potentiels en A ainsi que le théorème pont diviseur de tension.

8 Analyse d'un filtre

Soit un filtre de fonction de transfert :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{G}{1 + 2\xi j\omega/\omega_0 - (\omega/\omega_0)^2}$$



Le signal d'entrée est $e(t) = E_0 + E_1 \sin(\omega t)$ avec $E_0 = E_1 = 1$ V. La réponse $s(t)$ est observée à l'oscilloscope. Déterminer G. Après avoir étudié le déphasage produit par le filtre, déterminer ξ et ω_0.

9 Détermination des paramètres d'un filtre

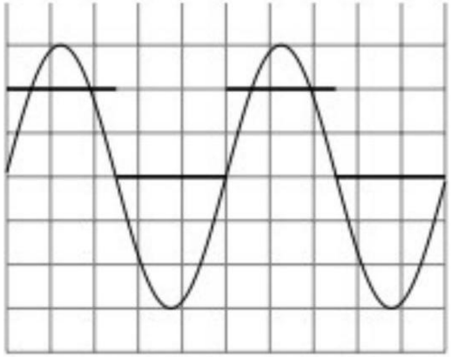
On s'intéresse à un filtre passe-bande de fonction de transfert :

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

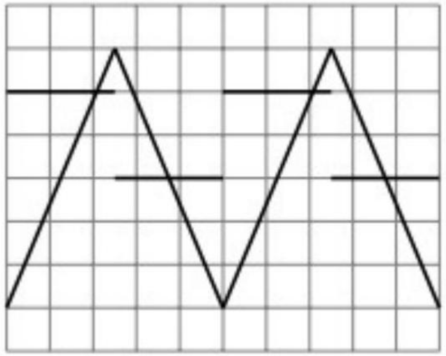
dont on cherche les caractéristiques H_0, ω_0 et Q. On suppose que ce filtre est sélectif (Q grand devant 1).

À cet effet on lui impose un signal d'entrée $u_e(t)$ créneau, de la forme $u_e(t) = E$ sur une demi-période et $u_e(t) = 0$ sur l'autre demi-période, pour deux fréquences différentes. On observe $u_e(t)$ ainsi que la réponse du filtre sur un oscilloscope.

Expérience 1 :
balayage 50μ s/ div
entrée : $0,5$ V/ div
sortie : 2 V/div



Expérience 2 :
balayage 5μ s/div
entrée : 2 V/ div
sortie : $0,2$ V/div



On donne la série de Fourier du signal créneau :

$$F(t) = \frac{E}{2} + \sum_{p=0}^{+\infty} \frac{2E}{\pi(2p+1)} \sin[(2p+1)\omega t]$$

1. Déduire du premier oscillogramme les valeurs de ω_0 et H_0
2. En analysant le second oscillogramme, en déduire la valeur de Q.
3. Donner l'allure du signal de sortie pour une fréquence $f = 400$ Hz

10 Identification de filtres

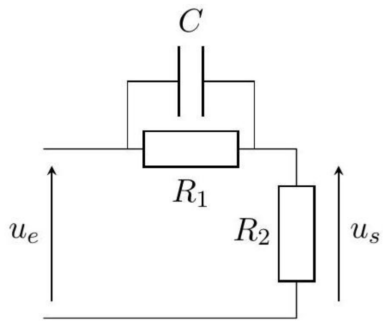
On envoie à l'entrée d'un filtre le signal créneau de fréquence f_e représenté par la trace (a) dans la figure donnée page 4. Trois filtres différents, dont la liste est établie ci-dessous ont été utilisés ; les signaux de sortie correspondant sont représentés par les traces de (b), (c) et (d).

Associer chaque filtre à un signal de sortie en justifiant précisément la réponse.

1. Filtre 1 : Filtre passe bas d'ordre 1 avec $f_c = 0,1 \times f_e$.
2. Filtre 2 : Filtre passe bas d'ordre 2 avec $f_0 = f_e$ et $Q = 1,4$.
3. Filtre 3 : Filtre passe bande d'ordre 2 avec $f_0 = f_e$ et Q = 5. Hz.

11 Réponse d'un filtre à un créneau de tension

Soit le filtre représenté ci-dessous :



1. Étudier le comportement basse et haute fréquence de ce filtre.

2. On prend $R_1 = 10\text{k}\Omega$. Déterminer R_2 et C à l'aide de l'oscillogramme donné ci-dessous.

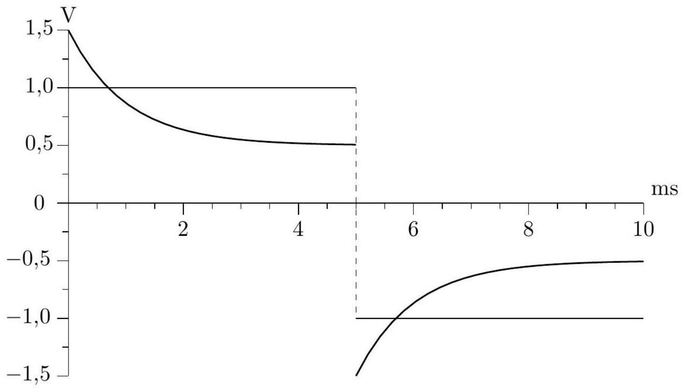


FIGURE 1 – Figures de l'exercice 7