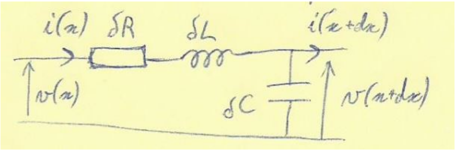
Électricité

Exercices - CCINP

2015 - 2019

Câble coaxial "réel" : prise en compte de l'atténuation.
ρ résistance linéique telle que $\delta R = \rho dx$
λ inductance linéique telle que $\delta L = \lambda dx$
γ capacité linéique telle que $\delta C = \gamma dx$

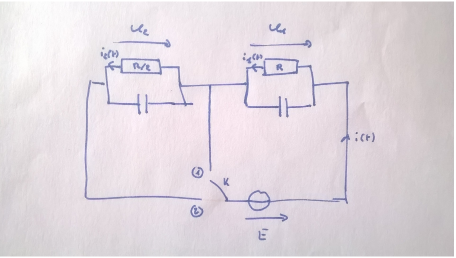
1. Par application de la loi des nœuds, établir une équation du premier ordre entre v et i.
2. Par application de la loi des mailles, établir une équation du premier ordre entre v et i.
3. En combinant les équations précédentes, établir :
$$\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} - \gamma\lambda\frac{\partial^2 i}{\partial t^2} - \rho\gamma\frac{\partial i}{\partial t} = 0$$
4. Comparer à l'équation d'onde de d'Alembert.
5. Expliquer la différence et le comportement relatif des solutions par rapport à celles de l'équation de d'Alembert.



i(x)
δR
δL
i(x+dx)
v(x)
δC
v(x+dx)

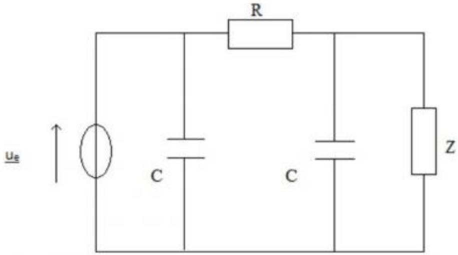
On branche un générateur de f.e.m. E, deux condensateurs de capacités identiques C et deux résistances de valeurs R et $R/2$, comme définies sur le schéma joint.
Le condensateur de droite est initialement chargé alors que celui de gauche est initialement déchargé.
A l'instant $t = 0$, on déplace l'interrupteur K de la position 1 à la position 2.

1. Donner les équations différentielles vérifiées par u_1 et u_2.
2. A l'aide des conditions initiales, exprimer les tensions u_1 et u_2.
3. Tracer le graphe de u_1 et u_2.
4. Tracer sur le même graphe les énergies stockées par C_1 et C_2.
5. Exprimer $i_1(t)$, $i_2(t)$, $i'_1(t)$ et $i'_2(t)$ (où $i'_1(t) = i(t) - i_1(t)$ par exemple). En déduire $i(t)$.
6. Calculer l'énergie dissipée par les condensateurs du temps $t = 0$ au temps du régime stationnaire.

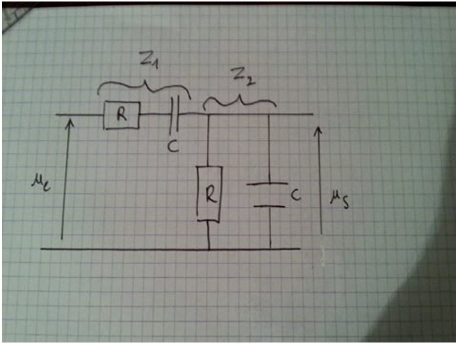

u2
u1
i2(t)
R/2
i1(t)
R
i(t)
1
K
2
E

On note u_e la tension délivrée par le générateur, de pulsation ω et de valeur efficace U.

1. On suppose que $RC\omega = 1$ et $Z = R$.
   1.1 Définir dans le cas général l'impédance d'entrée d'un circuit.
   1.2 Calculer Z_e du circuit.
   1.3 Montrer que le circuit est équivalent à un circuit série (R_0, C_0) où R_0 et C_0 sont à exprimer en fonction de R et C respectivement.
2. On suppose cette fois que $RC\omega \neq 1$. Exprimer la pulsation de coupure à -3 dB dans les cas :
   2.1 $Z = R$.
   2.2 $Z = +\infty$.


R
$\underline{U_e}$
C
C
Z

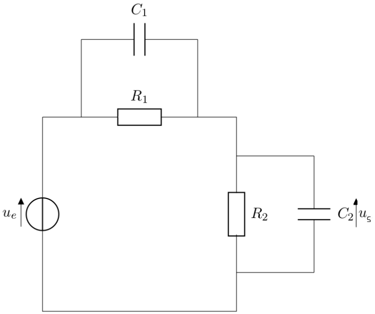
1. Déterminer qualitativement le comportement de ce filtre à haute et basse fréquence.
2. On pose $\omega_0 = 1/RC$ et $x = \omega/\omega_0$. Exprimer la fonction de transfert sous la forme $H(x) = A/(1 + jQ(x - 1/x))$
3. Déterminer A et Q et la phase de cette fonction de transfert.
4. Définir $H(x)$ et Q.
5. Représenter le diagramme de Bode de ce filtre, en précisant les asymptotes.
6. Calculer ω_0 pour $R = 1000\ \Omega$ et $C = 5.0 \times 10^{-7}$ F



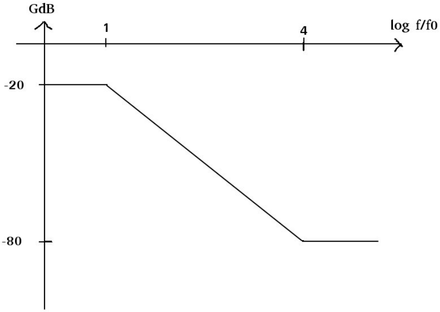
Z_1
Z_2
R
C
R
C
u_e
u_s

On donne les deux schéma ci-joints.
On pose $f_0 = 10$ Hz, et $x = f/f0$. On a $R_1 = 90$ kΩ et $C_1 = 10$ nF

1. Déterminer C_2 et R_2 en utilisant les équivalents à haute et basse fréquence.
2. Quel est le comportement du filtre entre 100 Hz et 100 kHz ?
3. On considère pour $u_e(t)$ un signal périodique de 10 kHz avec seulement les deux premières harmoniques paires d'amplitudes respectives 6 V et 4 V. Donner $u_s(t)$.
4. On prend maintenant $u_e(t) = 10\cos(2\pi f_1 t) + 10\cos(2\pi f_2 t)$ où $f_1 = 10$ kHz, $f_2 = 100$ kHz. Donner le signal en sortie.



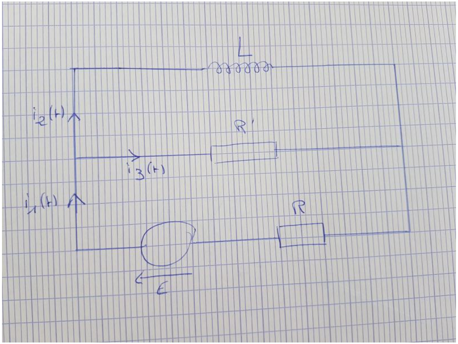
C_1
R_1
u_e
R_2
C_2
u_s



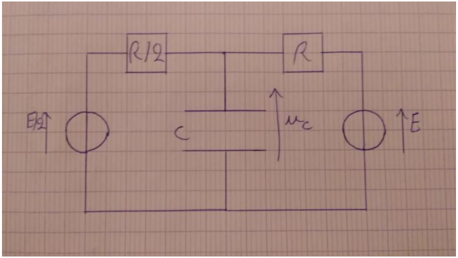
GdB
1
4
log f/f0
-20
-80

Le circuit est composé d'une bobine de coefficient d'induction L, de deux résistances R et R' et d'un générateur de courant continu E.

1. A l'aide des lois de Kirchhoff, établir l'équation différentielle régissant le courant $i_2(t)$.
2. Résoudre l'équation différentielle sachant que $i_2(t = 0) = 0$.
3. En déduire $i_1(t)$ et $i_3(t)$.
4. Tracer les variations de $i_1(t)$, $i_2(t)$, $i_3(t)$. Commenter leurs valeurs lorsque $t \to +\infty$.


L
R'
R
$i_2(t)$
$i_3(t)$
$i_1(t)$
E

1. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $u_c(t)$
2. Donner la forme générale de la solution ; de quelle(s) condition(s) initiale(s) a-t-on besoin pour déterminer exactement $u_c(t)$?
3. Au bout de combien de temps a-t-on la valeur finale à 1% près ?
4. Déterminer les pertes. Quelle est leur provenance ?


R/2
R
E/2
C
u_c
E

On considère le montage suivant :
La lampe à néon est :

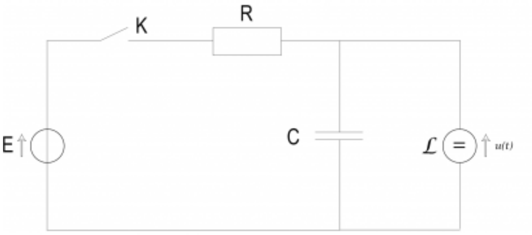
- Eteinte si $u(t) < U_a$, et de résistance infinie
- Allumée si $u(t) \geq U_a$, de résistance r.

À l'instant initial, un ferme l'interrupteur K, C étant déchargé. On suppose la lampe éteinte

1. Décrire le phénomène
2. Déterminer l'équation différentielle sur u et donner son expression en introduisant τ temps caractéristique du système.
3. Déterminer t_a, temps à partir duquel la lampe s'allume. Dessiner le graphe de u.

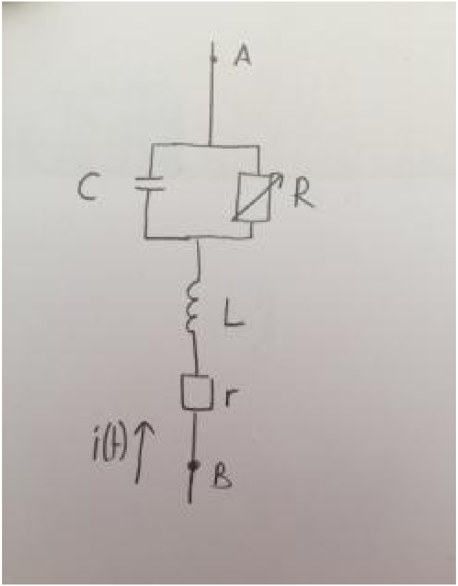
On suppose maintenant la lampe allumée

4. En gardant la même équation différentielle que précédemment, donner la nouvelle expression de u en posant τ', on pourra considérer $t' = t - t_a$
5. Trouver t_e tel que L s'éteigne.
6. Discuter en fonction de la valeur de E l'évolution de $u(t)$.


K
R
E
C
$\mathcal{L}$
=
u(t)

On note $v(t) = V(A) - V(B)$

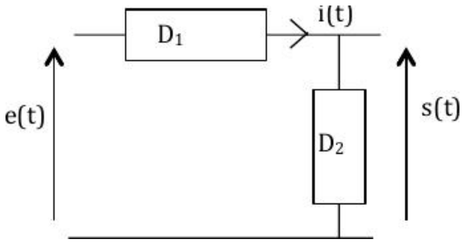
1. Calculer l'impédance Z du circuit
2. Trouver une condition sur R tel que $v(t)$ et $i(t)$ soient en phase.
3. Exprimer Z indépendamment de ω


A
C
R
L
r
i(t)
B

Avec une résistance R, une inductance L et une capacité C, on réalise deux dipôles avec sortie sans charge.

- En régime sinusoïdal, on obtient un passe-bande, de fréquence de résonance 1 kHz, de bande passante 200 Hz.
- Quand e = 3 V, le courant est i = 1 mA.

1. Trouver le montage correspondant, et les valeurs des composants.



D1
i(t)
e(t)
D2
s(t)

On pose un circuit RLC en série. On applique une tension u_e et on mesure la tension aux bornes du résistor.

1. Proposer un schéma électrique de ce circuit et indiquer où placer les voies de l'oscilloscope pour mesurer la tension du générateur et celle du résistor.
2. Avec une analyse aux hautes et basses fréquences déterminer la nature du filtre.
3. Déterminer la fonction de transfert $H(\omega)$
4. Démontrer qu'il existe une pulsation ω_0 où le gain est maximal, et déterminer ω_0. (Avec les données numériques on trouve un facteur de qualité de 1)
5. Esquisser le diagramme de Bode en gain.

On considère un GBF que l'on modélise comme l'association en série d'un générateur idéal fournissant une tension $E(t) = E_m \cos(\omega t)$ et d'une résistance R_g. On réalise successivement deux montages :

ontage 1 : On branche un oscilloscope aux bornes du GBF. L'amplitude du signal obtenu vaut $E_0 = 8$ V

ontage 2 : On branche une résistance variable R au GBF, et l'on place l'oscilloscope aux bornes de cette résistance. Pour $R = 50\ \omega$, on observe une amplitude $E0/2$

1. 1.1 Dessiner les deux montages.
   1.2 Déterminer E_m et R_g

1. On peut modéliser l'impédance d'entrée de l'oscilloscope par une résistance R_0 branchée en parallèle avec un condensateur de capacité C_0
   1.1 Donner un ordre de grandeur de l'impédance d'entrée de l'oscilloscope.
   1.2 On se place en basse fréquence avec $f = 1$ kΩ. On peut alors négliger le condensateur. On branche en série le GBF, la résistance variable R et l'oscilloscope, et l'on réalise deux mesures :

Si $R = 0$, la tension aux bornes de l'oscilloscope vaut E_0
Si $R = 1$ MΩ, la tension aux bornes de l'oscilloscope vaut $E_0/2$

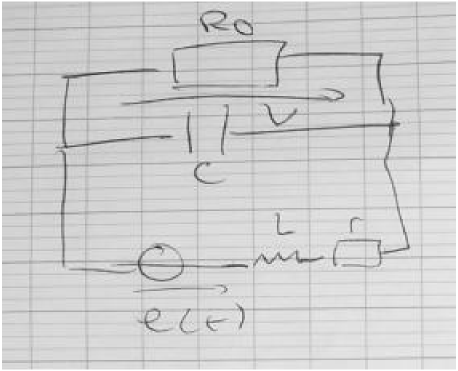
   Déterminer R_0
   1.3 En haute fréquence, le condensateur ne peut plus être négligé. On prend $f = 100$ kΩ. Avec le même montage que ci-dessus, on réalise deux mesures :

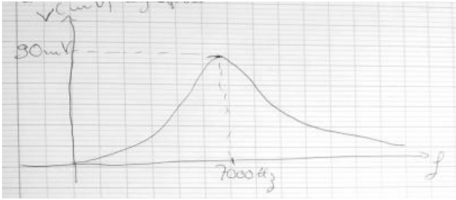
Si $R = 0$, la tension aux bornes de l'oscilloscope vaut E_0.
Si $R = 67$ kΩ la tension aux bornes de l'oscilloscope vaut $E_0/2$.

      1.3.1 Déterminer C_0
      1.3.2 L'hypothèse formulée à la question précédente est-elle correcte ?

On considère un micro de guitare modélisé par le circuit suivant. On donne $R_0 = 1$ MΩ, $r = 3$ kΩ, $C = 100$ pF, $E_m = 25$ mV et L est à déterminer.

1. Mettre la fonction de transfert sous la forme $H(jx) = H_0/(1 + jQx - x^2)$ avec $x = \omega/\omega_0$ et exprimer H_0, Q et ω_0 en fonction des paramètres du circuit.
2. Donner l'expression de la pulsation de résonance ω_r en fonction de ω_0 et Q. Donner la condition sur Q pour qu'elle existe et donner l'expression du gain à la résonance.
3. 3.1 On suppose $Q^2/2 \ll 1$, exprimer la fréquence de résonance et le gain à la résonance.
   3.2 On donne le graphe suivant. On rappelle la définition de la bande passante. Comment la déterminer avec le graphe ?
   3.3 Déterminer Q, puis L.

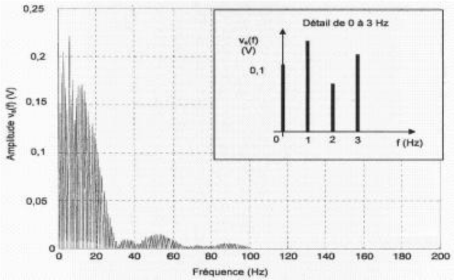

R0
v
C
L
r
e(t)

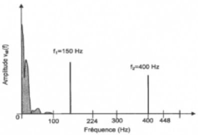

80mV
7000Hz
f

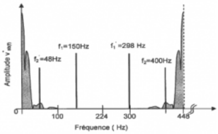
Électrocardiogramme: en vous basant sur les documents suivant,

1. 1.1 Déterminer la fréquence du signal en Hz puis en battements par minute. (Figure 1)
   1.2 Justifier le spectre du signal. (Figure 2)
   1.3 Déterminer la fréquence f_m minimale d'échantillonnage à choisir pour ce signal.
2. On numérise le signal à la fréquence $f = 440$ Hz et on obtient le signal représenté sur la figure 3 :
   2.1 Qu'observe-t-on ? Comment s'appelle ce phénomène ?
   2.2 Proposer un type de filtre permettant d'atténuer ce phénomène et préciser sa fréquence de coupure f_c
   2.3 Préciser sa réalisation pratique.


Patient sain
Échelle horizontale : 0,2 s par division


Amplitude
Fréquence (Hz)
Détail de 0 à 3 Hz
f (Hz)
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200


f1=150 Hz
f2=400 Hz
Fréquence (Hz)
100
224
300
400
448


f1=150Hz
f1'=298 Hz
f2'=48Hz
f2=400Hz
Fréquence (Hz)
100
224
300
448