

Devoir maison 1 – Niveau 1

Filtrage dans une enceinte acoustique (préparation aux TP 1 et 2)

Un des problèmes fondamentaux posés à l'électronicien est d'extraire la partie utile d'un signal issu d'un capteur, ou reçu d'un interlocuteur, en réduisant le plus possible la partie parasite. Un filtre est un opérateur qui permet de sélectionner des signaux utiles, sur un critère fréquentiel.

Nous allons ici nous intéresser au filtrage nécessaire dans une enceinte acoustique. Le filtre passif (ou crossover en anglais) y a pour fonction la répartition des fréquences pour chaque haut-parleur. En effet, un haut-parleur suivant sa dimension, sa composition et sa technologie est plus ou moins adapté pour reproduire des sons aigus (tweeter) ou graves (boomer). La fréquence de coupure généralement admise pour les filtres utilisés est de 1500 Hz.

Parmi les filtres du second ordre, un des filtres les plus utilisés est le filtre passe-bande. Ce type de filtre est utilisé avant un haut-parleur lorsque le son à diffuser est plutôt médium (exemple : voix humaine). La fréquence centrale est alors autour de 1 kHz. En téléphonie, la bande passante utile est ainsi de 300 à 3400 Hz.

1) Quels types de filtres placeriez-vous en entrée d'un tweeter ou d'un boomer ? Justifier.

On souhaite réaliser les filtres cités précédemment. Pour cela, nous possédons les composants suivants : résistances, condensateurs et bobines. L'étude suivante est simplement théorique. Aucune valeur de composants n'est demandée.

Filtre passe-bas

2) Proposer un filtre passe-bas du premier ordre à l'aide des composants mis à disposition. On mettra sa fonction de transfert sous la forme $\underline{H} = \frac{1}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}$. Exprimer ω_c en fonction des composants choisis. Comment appelle-t-on ω_c ?

3) Quelle est la valeur du gain en décibel du filtre à la pulsation ω_c ? En pratique, comment peut-on mesurer ω_c ?

4) Etudier le comportement asymptotique du filtre en amplitude et en argument, en basses et hautes fréquences. On justifiera en particulier la pente des asymptotes en basses et hautes fréquences. Tracer son diagramme de Bode asymptotique.

Filtre passe-haut

5) Proposer un filtre passe-haut du premier ordre à l'aide des composants mis à disposition. On mettra sa fonction de transfert sous la forme : $\underline{H} = \frac{j\frac{\omega}{\omega_c}}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}$. Exprimer ω_c en fonction des composants choisis.

6) Etudier le comportement asymptotique du filtre en amplitude et en phase, en basses et hautes fréquences. On justifiera en particulier la pente des asymptotes en basses et hautes fréquences. Tracer son diagramme de Bode asymptotique.

Filtre passe-bande

7) Proposer un filtre passe-bande à l'aide des composants mis à disposition. On mettra sa fonction de transfert sous la forme : $\underline{H} = \frac{1}{1+jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$. Exprimer ω_0 et Q en fonction des composants choisis. Comment appelle-t-on ω_0 et Q ?

8) Quelle est la valeur de l'argument de la fonction de transfert à la pulsation ω_0 ? En pratique, comment peut-on mesurer ω_0 ?

9) En pratique, comment peut-on mesurer la valeur de Q ?

10) Etudier le comportement asymptotique du filtre en amplitude et en argument, en basses et hautes fréquences. On justifiera en particulier la pente des asymptotes en basses et hautes fréquences. Tracer son diagramme de Bode asymptotique.

Devoir maison 1 – Niveau 2

L'internet par ADSL (Extrait CCP TSI 2017)

De plus en plus de logements sont équipés de l'internet par ADSL. Pour pouvoir simultanément téléphoner et rester connecté à internet, il faut équiper les prises téléphoniques d'un filtre ADSL.

Dans le **document 7** (page 14) est présentée la fiche technique d'un filtre ADSL classique de type « gigogne ».

La partie de filtre qui nous intéresse est comprise entre les branches 1 et 3 (voir schéma de la fiche technique).



Les bobines peuvent s'associer en série ou en parallèle sur le même principe que des résistances.

On a représenté sur la **figure 5** une version simplifiée du filtre qui nous intéresse.

Q55. À l'aide de la fiche technique du **document 7** (page 14), donner les valeurs numériques des différents composants présents dans le schéma simplifié de la **figure 5**.

Q56. Par une étude basses et hautes fréquences du schéma simplifié, déterminer le comportement de ce filtre à vide et en déduire le type du filtre.

Ce comportement est-il modifié si le filtre est en charge sur une résistance de $600\ \Omega$, qui est la résistance d'un téléphone ?

Q57. Cela est-il en accord avec le diagramme de Bode proposé dans la fiche technique présentée dans le **document 7** (page 14) ? On observera avec attention la grandeur placée en ordonnée.

Q58. Déterminer graphiquement la fréquence de coupure à 3 dB de ce filtre.

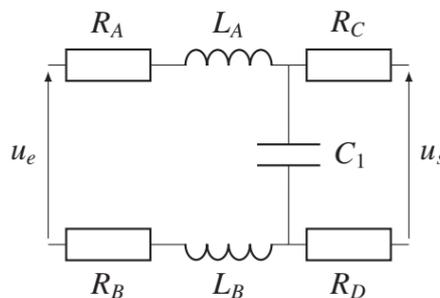


Figure 5 – Schéma simplifié du filtre

Le signal d'entrée est composé de fréquences correspondant à des sons audibles auxquelles sont superposées des fréquences élevées correspondant au signal ADSL, comme représenté de manière simplifiée sur la **figure 6**.

Le téléphone (résistance de $600\ \Omega$) branché en sortie de ce filtre ne doit récupérer que le signal correspondant aux sons audibles.

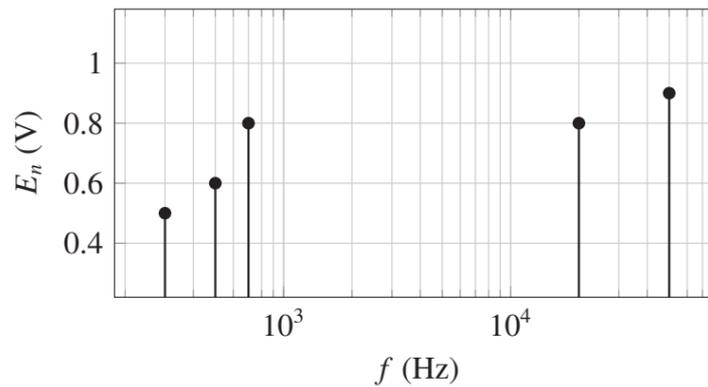


Figure 6 – Représentation spectrale d'un signal d'entrée en échelle semilog, avec E_n l'amplitude spectrale de la composante de fréquence f du signal d'entrée

- Q59.** Que peut-on dire du choix de la fréquence de coupure de ce filtre ? Justifier.
- Q60.** Donner l'allure de la représentation spectrale du signal obtenu en sortie du filtre ADSL.
On ne s'attachera pas ici à faire le calcul des amplitudes de chaque harmonique.
- Q61.** On cherche à recréer ce type de filtre uniquement avec une résistance R et un condensateur $C = 1$ nF. Proposer un montage correspondant en précisant les tensions en entrée et en sortie.
On le justifiera par une étude basses et hautes fréquences.
Proposer une valeur numérique vraisemblable pour la résistance, compte tenu de la valeur du condensateur.
- Q62.** En quoi le filtre proposé dans le **document 7** (page 14) est-il meilleur que ce simple filtre RC ?

Document 7 - Fiche Technique FILTRE Z-200FR (prises gigognes)

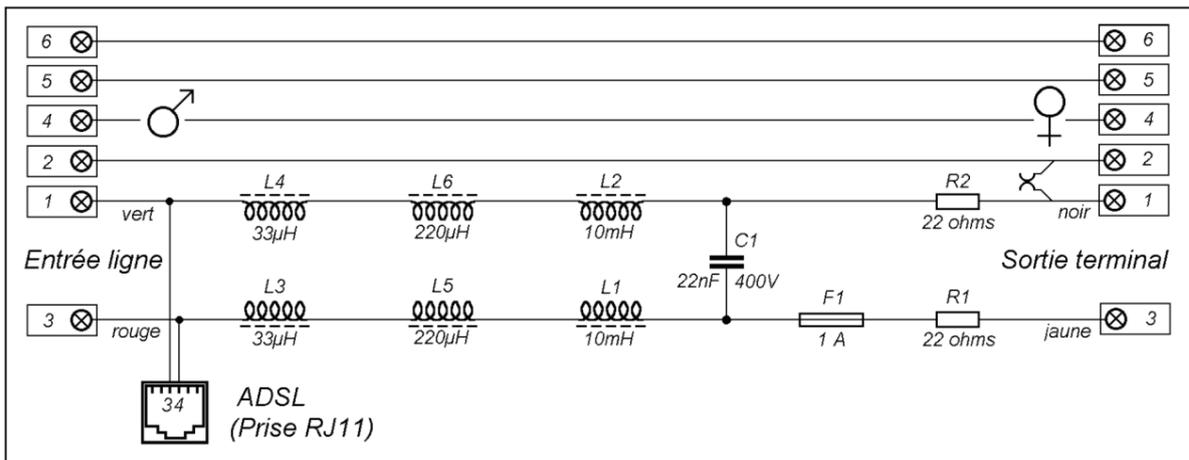


Figure 7 – Schéma technique du câblage électrique.

Description des composants

L1, L2 : enroulements réalisés sur des bobinettes de ferrite dont les plus grandes dimensions sont $d = 8 \text{ mm}$ et $l = 10 \text{ mm}$.

Résistance : 21Ω ; Nombre de spires : 500 environ.

L5, L6 : enroulements réalisés sur des bobinettes de ferrite dont les plus grandes dimensions sont $d = 4,5 \text{ mm}$ et $l = 5,5 \text{ mm}$.

Résistance : 2Ω ; Nombre de spires : 110 environ.

L3, L4 : enroulements de 15 ou 16 spires sur de minuscules tores de ferrite dont le plus grand diamètre n'atteint pas 5 mm .

Résistance : négligeable.

Réponse en fréquence

L'affaiblissement d'insertion mesuré, soit l'opposé du gain, entre un générateur d'impédance de 600 ohms et une résistance de charge de 600 ohms , en l'absence de courant continu est donné sur la **figure 8**.

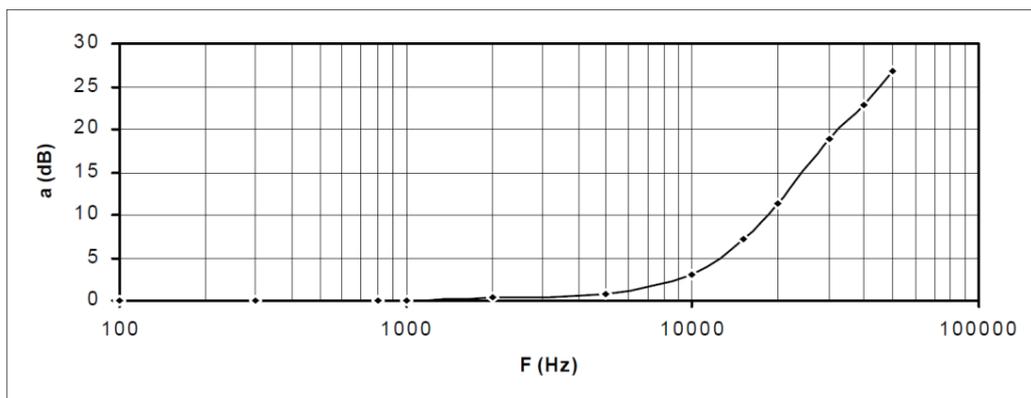


Figure 8 – Diagramme de Bode représentant l'affaiblissement d'insertion mesuré

D'après <http://www.abcelectronique.com>