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 medium (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

Pour analyser les composantes fréquentielles d'un signal sonore (analyse des phonèmes du langage par exemple) on utilise un transducteur (microphone) qui convertit le signal en une tension v_e, puis un filtre passe-bande qui extrait les composantes sinusoïdales de v_e de fréquences voisines d'une fréquence f_0 donnée.

On note v_S la tension de sortie du filtre.

Le filtre est un circuit linéaire dont la fonction de transfert s'écrit : $\underline{H} = \dfrac{H_0}{1+j.Q(\frac{f}{f_0}-\frac{f_0}{f})}$

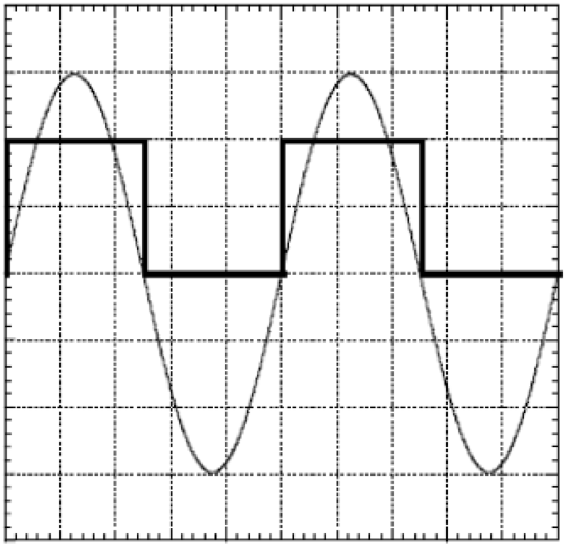
On se propose de déterminer les caractéristiques H_0, Q et f_0 du filtre à partir des oscillogrammes obtenus en régime périodique pour une tension d'entrée v_e rectangulaire pour deux valeurs de fréquences.

On rappelle la décomposition en série de Fourier de $v_e(t)$ avec

pour $0 < t < T/2$ $v_e(t) = V_0$ pour $T/2 < t < T$ $v_e(t) = 0$

$$v_e(t) = V_0\,[\,\frac{1}{2}+\frac{2}{\pi}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\sin((2n+1)2\pi ft)}{2n+1})$$

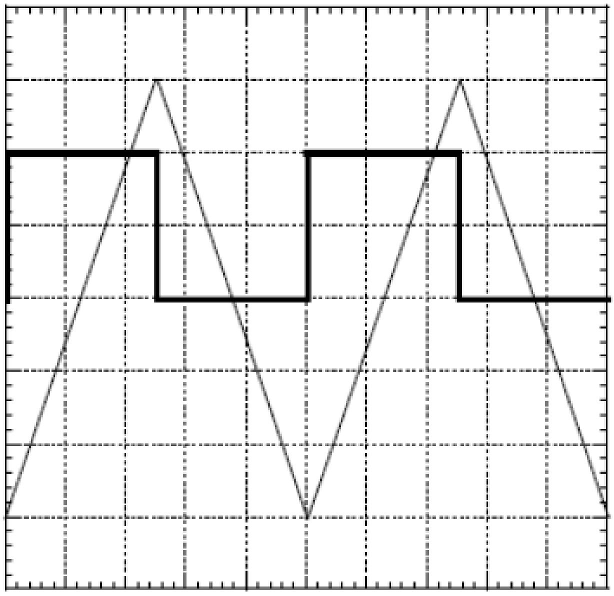
Première expérience



- voies 1 et 2 en position DC
- base de temps : 50 µs par carreau
- sensibilités :
  - voie 1 (en gras) : 0,5 V par carreau
  - voie 2 : 2 V par carreau

Dans cette expérience :
- la tension v_s obtenue est quasi-sinusoïdale
- si on augmente la fréquence de v_e par rapport à la valeur correspondant à cet oscillogramme, on constate que l'amplitude de v_s diminue
- si, par rapport à cette même fréquence, on diminue légèrement la fréquence de v_e , on constate que l'amplitude de v_s diminue également.

Deuxième expérience



- voies 1 et 2 en position DC.

- base de temps : 5 µs par carreau

- sensibilités :
  - voie 1 (en gras) : 2 V par carreau
  - voie 2 : 0,2 V par carreau

Dans ce qui suit, on ne demande pas de calculs d'incertitudes mais les mesures devront être faites avec soin (tous les résultats devront être obtenus avec une incertitude relative inférieure à 10 %).

1. Pourquoi, dans chaque expérience, la tension de sortie v_s ne comporte-t-elle pas de composante continue, contrairement à la tension d'entrée $v_e(t)$?

2. Première expérience : pourquoi peut-on obtenir une tension de sortie v_s quasi-sinusoïdale alors que la tension v_e est rectangulaire ?

3. Déduire de l'oscillogramme de la première expérience et du commentaire qui l'accompagne la fréquence f_0 et la valeur de H_0.

4. Dans la deuxième expérience, v_s est triangulaire alors que v_e est rectangulaire. Le filtre a un comportement intégrateur.
   a) Donner l'expression approchée de $\underline{H}$ dans le domaine de fréquence correspondant à la 2è expérience
   b) En utilisant l'oscillogramme de la deuxième expérience, déterminer, en justifiant précisément la méthode utilisée, le rapport $H_0 2\pi f_0/Q$ (on se souviendra que la composante continue n'est pas intégrée). En déduire la valeur de Q.