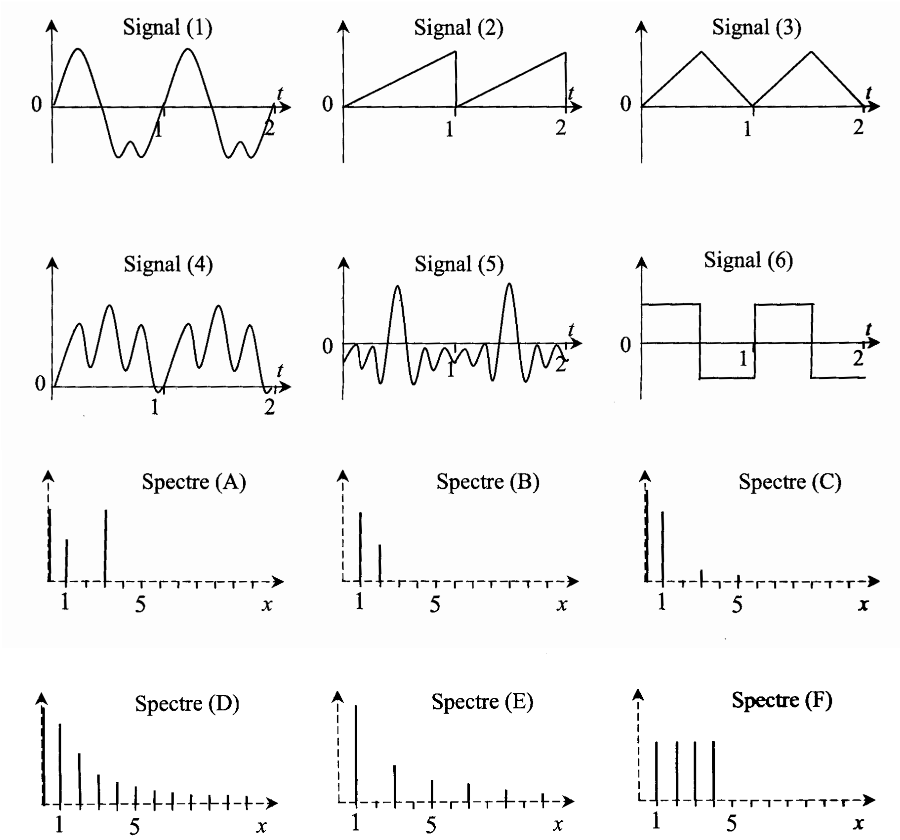
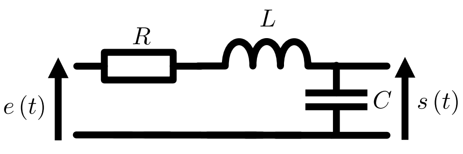
1 Exercice : spectres

Relier les signaux et les spectres suivants. L'axe des temps noté t est exprimé en s et l'axe des fréquences noté x est exprimé en Hz.



Éléments de réponse : 1-B, 2-D, 3-C, 4-A, 5-F, 6-E

2 Exercice : diagramme de Bode - filtre

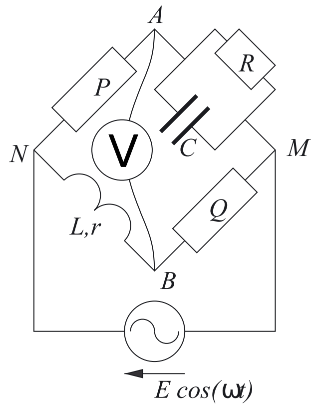


- Tracer les circuits équivalents à basse fréquence et haute fréquence de ce filtre, en déduire son type.
- Calculer sa fonction de transfert et la mettre sous la forme $H = \frac{1}{1+j\frac{1}{Q}\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$.
- étudier et tracer le diagramme de Bode dans trois situations : $Q \ll 1$, $Q = \frac{1}{2}$, $Q \gg 1$

Éléments de réponse : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$.
$Q \ll 1$ portion à -20dB/décade, $Q = 2$ dénominateur factorisable, $Q \gg 1$ résonnant

3 Exercice : Pont de Maxwell-Wheatstone

Dans le circuit suivant, P et Q sont des résistances calibrées, R et C sont réglables, et on cherche à mesurer la valeur de l'inductance L et celle de la résistance r de la bobine.



Redessiner le schéma du pont de Maxwell-Wheatstone pour mettre en évidence deux ponts diviseurs de tensions, faisant intervenir d'une part (L,r) et Q, et d'autre part P et (C, R).

Le pont est équilibré lorsque $V_A = V_B$. Montrer que quand cette condition est réalisée, on peut donner les expressions de L et de r en fonction des autres paramètres.

Éléments de réponse : $r = \frac{PQ}{R}$ et $L = PQC$

4 Exercices : Domaines intégrateurs et dérivateurs

On considère des filtres dont les fonctions de transfert sont :

$$\underline{H}_1 = \frac{1}{\left(1+j\frac{\omega}{\omega_1}\right)\left(1+j\frac{\omega}{\omega_2}\right)} \text{ et } \underline{H}_2 = \frac{\left(j\frac{\omega}{\omega_2}\right)^2}{\left(1+j\frac{\omega}{\omega_1}\right)\left(1+j\frac{\omega}{\omega_2}\right)}$$

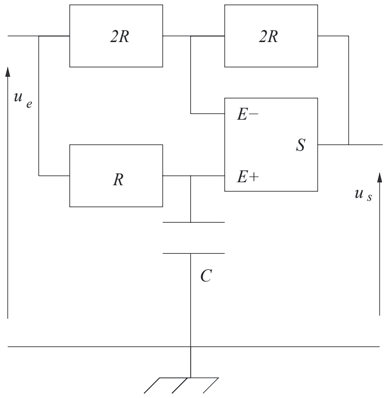
où $\omega_1 = 200\pi$ rad.s^{-1} et $\omega_2 = 10^5\pi$ rad.s^{-1}

1. De quels types sont ces deux filtres ?
2. Étudier l'existence pour chacun d'eux d'un domaine intégrateur ou dérivateur.

Éléments de réponse : $\underline{H}_1$ passe-bas ordre 2, $\underline{H}_2$ passe-haut ordre 2, entre ω_1 et ω_2

5 Exercice : Passe-tout déphaseur

Dans le montage suivant, l'Amplificateur Linéaire Intégré (ou amplificateur opérationnel) fonctionne en régime linéaire. C'est-à-dire que la tension de sortie de l'amplificateur en S est proportionnelle à la différence de tension entre E+ et E-. Nous considérerons un amplificateur idéal dont le gain tend vers $+\infty$, ce qui implique que pour avoir une tension de sortie en S finie, la différence de tension entre E+ et E- est nulle. De plus aucun courant ne circule dans E+ ou E-.



a) Donner l'expression de la fonction de transfert de ce quadripôle.
b) Quelle est la particularité du diagramme de Bode en gain ?
c) Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?
d) Proposer une application pratique de ce montage.

Éléments de réponse : $H = \frac{1-jRC\omega}{1+jRC\omega}$, $G_{dB} = 0$
suiveur à basse fréquence et inverseur à haute fréquence,
asservissement ou interférence constructive BF et destructive HF.

6 Exercice : le multiplieur

Un multiplieur est un composant électronique qui possède deux tensions d'entrée e_1 et e_2 et qui délivre une tension de sortie s proportionnelle aux produits des entrées :

$$s(t) = Ke_1(t)e_2(t)$$

la constante multiplicative K vaut 0,1 V^{-1}.

1. Dans le cas où les deux entrées du multiplieur sont reliées à une même tension d'entrée sinusoïdale $e_0 \cos(\omega_0 t)$, calculer le signal de sortie et représenter graphiquement sa composition spectrale.
2. Le multiplieur est-il linéaire ou non-linéaire ?
3. Imaginer une association d'éléments dont un multiplieur permettant d'obtenir un signal proportionnel à la valeur efficace du signal sinusoïdal d'entrée.

Éléments de réponse :
deux composantes à 0 Hz et $2\omega_0$ et d'amplitudes $K\frac{e_0^2}{2}$, non, ajouter un passe-bas

7 Exercice : la modulation d'amplitude

La modulation d'amplitude AM pour modulation d'amplitude est étudiée pour les ondes radio. Le signal basse fréquence à transmettre qui contient l'information, la voix du présentateur, est appelé le signal modulant et sera modélisé par un signal $v(t) = v_0 \cos(\Omega t)$. Ce signal $v(t)$ est utilisé pour modifier une des caractéristiques d'un signal électromagnétique haute fréquence appelé signal de la porteuse et noté $p(t) = p_0 \cos(\omega t + \phi)$.

1. Pourquoi la voix est-elle modélisée par un signal sinusoïdal ? Donner des ordres de grandeur des fréquences de la voix et de la porteuse.
2. Considérons les deux signaux d'entrées $v(t)$ et $p(t)$ sur un multiplieur. Quel est le signal $s_1(t)$ en sortie de ce multiplieur ? Le calculer, dessiner son allure temporelle et sa représentation spectrale.
3. Considérons comme signaux d'entrées $A + v(t)$ et $p(t)$ sur un multiplieur. Quel est le signal $s_2(t)$ en sortie de ce multiplieur ? Le calculer, dessiner son allure temporelle et sa représentation spectrale.
4. Le signal s_2 est adaptée aux antennes grandes ondes, le signal issu de l'antenne devient une onde électromagnétique et se propage sur l'ensemble du territoire. Le signal $s_2(t)$ est récupéré par un poste de radio individuel : il sert donc de signal d'entrée dans cette partie. Quel type de filtre peut permettre d'obtenir à partir de $s_2(t)$ en entrée, un signal de sortie $s_3(t)$ proportionnel à $p(t)$?
5. Quel type de filtre peut permettre d'obtenir à partir de $s_2(t)$ en entrée, un signal de sortie $s_4(t)$ proportionnel à $s_1(t)$?
6. Dans une radio les signaux $s_3(t)$ et $s_4(t)$ sont en entrée d'un multiplieur qui donne le signal de sortie $s_5(t)$. Comment extraire du signal de sortie $s_5(t)$, un signal proportionnel à la voix $v(t)$?

Éléments de réponse :
th. superposition, 300Hz-3kHz, 1MHz, battements, ne croise pas 0, passe-bande, réjecteur, passe-bas

8 Exercice : calcul des coefficients de la série de Fourier

Calculer les coefficients a_0, a_n, b_n pour la fonction triangle du cours avec $\tau = \frac{T}{2}$.

Éléments de réponse : $a_0 = \frac{A}{2}$, $a_n = \frac{4A}{\pi n^2}$ pour n impair, $a_n = 0$ pour n pair, $b_n = 0$ pour tout n.