Exercices : Electrocinétique

1.7 Exercices d'application

1.7.1 Filtre LR

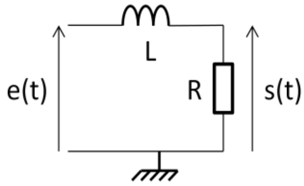
On raisonne sur le filtre comprenant une bobine idéale d'inductance L et un résistor R.

1) Etablir l'équation différentielle liant l'entrée e(t) à la sortie s(t).

2) En déduire la relation entre les amplitudes complexes, puis la fonction de transfert.

3) Retrouver celle-ci en utilisant un diviseur de tension.

4) A pulsation nulle, c'est-à-dire pour un signal d'entrée stationnaire, que vaut la sortie ? Retrouver ce résultat à partir du schéma équivalent électrique.



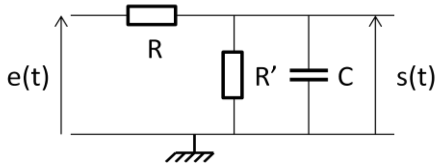
1.7.2 Filtre passe-bas amplificateur ou atténuateur

1) Quelles valeurs des constantes A, B, C, et D dans la formule $\underline{H} = \dfrac{D + j\omega C}{B + j\omega A}$ permettent d'obtenir la fonction de transfert : $\underline{H} = \dfrac{H_0}{1 + j\omega\tau}$ où H_0 et τ sont des réels positifs ?

2) Dans quels cas parle-t-on d'amplificateur ou d'atténuateur dans la bande passante.

3) Au niveau du diagramme de Bode, quel changement apporte l'apparition du terme H_0 ?

4) On propose le schéma suivant, que valent le gain statique et la pulsation de coupure ?



1.7.3 Factorisation d'un second ordre

1) Montrer que pour certaines valeurs de σ la fonction de transfert H se factorise en produit de deux fonctions de transfert de premier ordre.

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + 2j\sigma\dfrac{\omega}{\omega_0} - \dfrac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

2) Que deviennent alors les tracés asymptotiques en module et phase pour ce filtre ? Effectuer le tracé dans le cas où $H_0 = 1$ et σ = 2.

1.8 Exercices

1.8.1 Etude d'un filtre de téléphone fixe

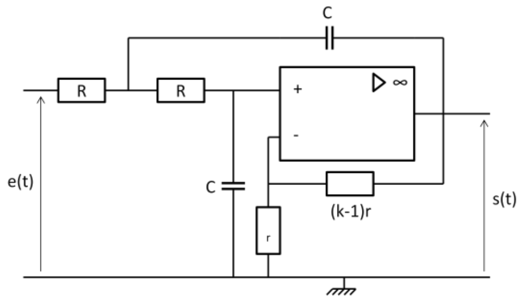
On considère le filtre dont le schéma est représenté ci-dessous. On suppose que l'amplificateur fonctionne en régime linéaire.

1) Déterminer la fonction de transfert et l'écrire sous la forme canonique :

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + 2j\sigma\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

2) On adopte la valeur C = 10 nF, déterminer k et R afin d'obtenir un coefficient d'amortissement $\sigma = \sqrt{2}/2$ et une bande passante à -3 dB égale à 3400 Hz (valeur usuelle en téléphonie).

3) Préciser le comportement asymptotique du diagramme de Bode relatif au module.



1.8.2 Filtre d'antenne d'un récepteur

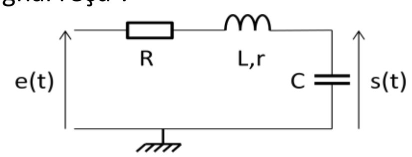
Dans le domaine des grandes ondes (quelques centaines de kHz), une antenne est réalisée à partir d'un barreau de ferrite sur lequel est bobiné du fil de cuivre isolé. On admet que le schéma équivalent électrique est celui de la figure ci-joint avec les valeurs numériques L = 5 mH et r = 40 Ω. La source de tension a une force électromotrice e(t) proportionnelle au signal reçu ; on la suppose ici dépendant sinusoïdalement du temps : e(t) = E_m cos (ωt) avec E_m = 100 µV

1) On place un condensateur et une résistance série avec la bobine et on prélève le signal s(t) aux bornes du condensateur. Pour un canal d'émission donné, on doit ajuster la valeur de C pour obtenir une résonance aigüe autour de la fréquence centrale du canal. Quelle plage de variation de la valeur de C faut-il prévoir si l'ensemble des canaux occupe un intervalle de fréquence compris entre 150 kHz et 300 kHz ?

2) Dans la suite, on raisonne pour un canal de fréquence centrale 162 kHz. Montrer qu'il existe un compromis sur le choix de la valeur de R.

3) La bande passante à -3 dB désirée a pour largeur 10kHz, déterminer les valeurs de R et C qui conviennent.

4) Quelle est l'amplitude S_m du signal reçu ?



1.8.3 Gabarit de filtre passe-bas

Un dispositif de traitement de signaux acoustiques nécessite la séparation de composants sonores et ultrasonores. On réalise un filtre passe-bas, de fréquence de coupure 20 kHz, dont le gain nominal est égal à 0 dB. L'ondulation dans la bande passante est limitée à 3 dB et on impose qu'à partir de la fréquence 40 kHz, l'atténuation A_{dB} soit supérieure à 10 dB.

1) Un filtre passe-bas du premier ordre de fréquence de coupure fc = 20 kHz convient-il ?

2) Même question avec la fonction de transfert :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 + j\sqrt{2}\dfrac{\omega}{\omega_c} - \dfrac{\omega^2}{\omega_c^2}} \quad avec \quad f_c = 20kHz$$

1.8.4 Cascade de filtre

En vue de réaliser un filtre passe-bande, on associe en cascade un filtre RC et un filtre C'R'. On pose τ = RC et τ' = R'C'. Le calcul de la fonction de transfert aboutit à :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{jR'C'\omega}{1 + \left[R'C' + R(C + C')\right]j\omega - RR'CC'\omega^2}$$

1) Préciser le nature et l'ordre de chacun des filtres RC et C'R'.

2) Quelles fonctions de transfert $\underline{H_1}$ et $\underline{H_2}$ obtient-on pour chacun des étages pris isolément ? Que donne le produit ? Conclure.

3) Dans le cas où R=R' et C=C', peut-on confondre $\underline{H}$, $\underline{H_1}.\underline{H_2}$? Dans le cas contraire, commet-on une erreur sur la pulsation centrale du filtre passe-bande, sur le facteur de qualité ?

4) Reprendre la question précédente dans le cas où C' << C.