

## DL4 : Électronique

### Problème 3 : Étude d'une cellule de filtrage

On établit à l'entrée du filtre de la figure 3 une tension sinusoïdale  $v_1(t)$  de pulsation  $\omega$ .  
 On adopte la notation complexe. On note :  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ,  $Q = \frac{R}{L\omega_0}$  et  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ .

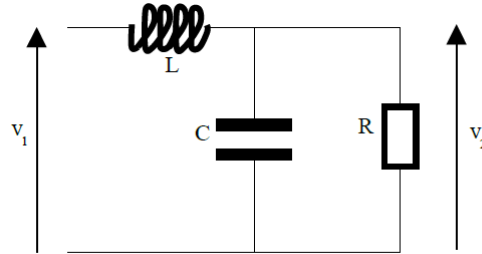


FIGURE 1 –

1. Quel est le nom donné à  $Q$  et quelle est sa dimension ? de même pour  $\omega_0$  et  $x$  ?
2. Par une étude qualitative, prévoir la nature du filtre proposé.
3. Déterminer la fonction de transfert complexe de ce montage :  $\underline{H}(j\omega) = \frac{v_2}{v_1}$  en fonction de  $Q$  et  $x$ .
4. Donner l'expression du module  $G$  de  $\underline{H}(j\omega)$ .  
 Montrer que  $G$ , pour une valeur de  $x_r$  à déterminer, passe par un maximum autre que pour  $G(x = 0)$   
 Qu'appelle t-on ce phénomène ? quelle est la condition sur  $Q$  ? et quelle la valeur de  $G$  pour ce maximum
5. Tracer l'allure de  $G(x)$  pour  $Q = 0.1$  et pour  $Q = 1$
6. Tracer le diagramme de Bode  $G_{db} = 20\log(G)$  et  $\phi = \arg(\underline{H}(j\omega))$  en fonction de  $\log(x)$  pour  $Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$ .

### Problème 2 : Défibrillateur cardiaque

En 1947, le Docteur Claude Beck invente dans l'Hôpital Universitaire de Cleveland le défibrillateur fonctionnant avec le courant alternatif du secteur, avec une tension utile de 1500 V. Le défibrillateur permet de lutter contre la fibrillation cardiaque, qui est un trouble grave du rythme cardiaque pouvant aboutir à un infarctus. Dans les années 1960, une amélioration notable est de permettre l'utilisation ambulatoire d'un défibrillateur à alimentation autonome à courant continu. On stocke de l'énergie dans des condensateurs, puis cette énergie est libérée pendant un intervalle de temps très court.

### A- Décharge de la batterie de condensateurs du défibrillateur

Le circuit électronique peut être modélisé ainsi : on réduit l'étude à celle de la décharge d'un condensateur de capacité  $C'$  chargée à la date  $t = 0$  et se déchargeant dans un circuit comportant un autre condensateur de capacité  $C$  non chargée initialement. On tient compte dans le schéma de la figure ci-dessous de résistance  $R$  et  $r$  dans le circuit dues aux composants non représentées ici. On ferme l'interrupteur  $K$  à la date  $t = 0$ . La charge initiale est  $Q(t = 0) = Q_0$ .

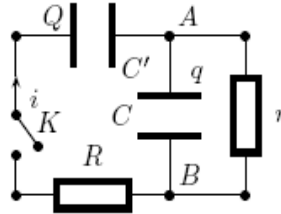


FIGURE 2 –

1. Ecrire l'équation différentielle vérifiée par la tension  $U = U_{AB}$  en fonction de  $C$ ,  $C'$ ,  $R$  et  $r$ .
2. On veut réaliser une décharge sans oscillations parasites. Quelle condition portant sur les valeurs des composants et quel régime sont les mieux adaptés ?

### B- Défibrillateur automatique avec détection du rythme cardiaque

On détecte l'impulsion électrique créée par le muscle cardiaque et on a la nécessité d'amplifier ce signal très faible. Le signal électrique mesuré par l'électrocardiogramme correspond au cumul d'enregistrements simultanés à l'aide de 8 électrodes posées sur la peau (6 sur le thorax et 1 sur chaque bras). Malgré cela, la tension reste faible. L'instrument de mesure comporte donc un étage amplificateur dont la modélisation est celui de la figure 3. L'amplificateur opérationnel est idéal et fonctionne en régime linéaire. La tension  $e(t)$  est sinusoïdale.

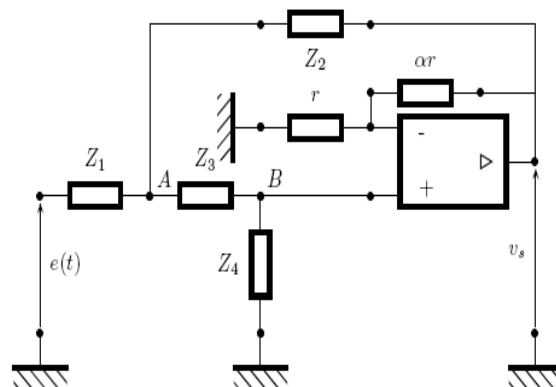


FIGURE 3 – Amplificateur du défibrillateur

1. Déterminer la fonction de transfert du montage  $\underline{H} = \frac{v_s}{e}$  en fonction de  $\alpha$  et des  $Y_i = 1/Z_i$ .
2. On pose  $Y_1 = Y_3 = 1/R$  et  $Y_2 = Y_4 = jC\omega$ . Montrer que  $H$  peut s'écrire sous la forme :

$$\underline{H} = \frac{H_0}{1 + j2m\frac{\omega}{\omega_0} - (\frac{\omega}{\omega_0})^2}$$

Donner les expressions de  $H_0$ ,  $m$  et  $\omega_0$ .

3. A quelles conditions assez générales sur  $m$ ,  $\alpha$  et  $\omega_0$  a-t-on une bonne amplification du signal ?
4. Tracer l'allure du diagramme de Bode (pour le gain) des trois courbes correspondant aux cas suivants :  $m = 0,1$  ,  $m = 0,707$  et  $m = 1$ .