Juin 2017

Première année : physique, biophysique, acoustique

Contrôle terminal – 2h

Tout document interdit ; calculatrice autorisée

Questions de cours

1. Le Haut-Parleur est un système mécano-acoustique. Décrire brièvement son fonctionnement.
2. Qu'est-ce qui distingue une onde longitudinale d'une onde transversale ? Une onde progressive d'une onde stationnaire ? Qu'est-ce qu'est une onde sphérique ?
3. Comment définit-on une impédance en mécanique ? En acoustique ? En électricité ?
4. Une charge ponctuelle est disposée en un point *O*. Donner, en justifiant chacun des termes, les expressions du potentiel et champ électrostatique en un point *M* situé à la distance *r* de O. On place ensuite en *M* une charge *q*' ; donner les expressions de la force qui agit sur *q*' ainsi que l'énergie électrostatique.
5. Donner les lois d'associations en série et en dérivation de deux résistances R_1 et R_2, deux capacités C_1 et C_2 et de deux bobines L_1 et L_2.

Coefficients R/T

1. Les impédances caractéristiques des muscles et de l'air pour les ultrasons valent $Z_a = 4{,}0\times10^2$ kgm^{-2}s^{-1} et $Z_m = 1{,}7\times10^6$ kgm^{-2}s^{-1}. Identifier ces impédances (équations aux dimensions, discussion par rapport à la densité des milieux). Calculer le coefficient de transmission des puissances sonores à une interface air-muscle dont on rappelle qu'il vaut de façon littérale $T = 4Z_1Z_2/(Z_1+Z_2)^2$. Pourquoi doit-on rajouter une couche supplémentaire pour pouvoir réaliser une échographie ?
2. Pour supprimer l'onde réfléchie dans l'air, on réalise une couche antireflet d'épaisseur e, en graisse, d'impédance Z_g. On note c_a, c_g et c_m la célérité du son dans les trois milieux et on pose $k_a = \omega/c_a$, $k_g = \omega/c_g$ *et* $k_m = \omega/c_m$. On étudie un son pur et on écrit les champs de vitesse dans les trois milieux :

$$v(x<0) = A_a \exp j(\omega t - k_a x)$$

$$v(x>e) = A_m \exp j(\omega t - k_m x)$$

$$v(0<x<e) = A_g \exp j(\omega t - k_g x) + B_g \exp j(\omega t + k_g x)\ ;$$

a. Justifier ces écritures en termes d'ondes progressives et régressives, d'ondes transmises et réfléchies.

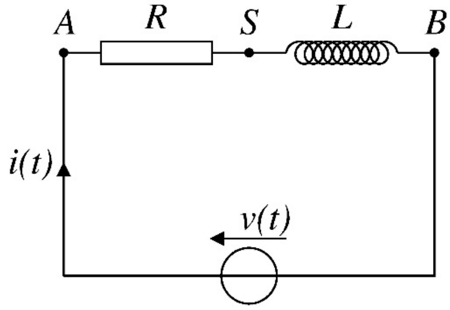
b. Exprimer les surpressions $p(x, t)$ dans les trois milieux.

c. Ecrire les conditions de continuité aux deux interfaces. On se propose d'appeler *(1)* et *(2)* les relations liant les vitesses, respectivement en $x = 0$ et $x = e$, et *(3)* et *(4)* celles liant les surpressions respectivement aux mêmes interfaces. On calcule ensuite

$(Z_g x(1)+(3))/(Z_g\ x(1)-(3))$ ainsi que $(Z_g x(2)+(4))/(Z_g x(2)-(4))$ que l'on dénomme respectivement *(5)* et *(6)*. On suggère enfin de faire le combiner *(5)* et *(6)* pour en déduire les valeurs à choisir pour Z_g et ainsi que la valeur optimale pour l'épaisseur *e*.

Circuit RL série excité par une tension sinusoïdale

Considérons le circuit électrique représenté sur la figure et composé d'une résistance $R = 1\ \Omega$ et d'une inductance $L = 1$ mH associées en série. Soit $v(t) = 5\cos(\omega t+\varphi_v)$ la différence de potentiel imposée par un générateur de tension entre les points *A* et *B*. Le générateur de tension imposant une différence de potentiel sinusoïdale, il est naturel de noter $i(t) = I_m\cos(\omega t+\varphi_i)$ l'intensité du courant dans le circuit.



1. Equation différentielle

   A l'aide de la loi d'additivité des tensions, établir l'équation différentielle reliant $v(t)$ à $i(t)$. Dans la suite, nous étudierons uniquement le régime forcé, c'est à dire le régime observé une fois le régime transitoire achevé.

2. Régime forcé. Détermination de I_m et de φ_i

a. En utilisant la notation complexe, donner les expressions de $\underline{v}(t)$ et de $\underline{i}(t)$. On introduira les amplitudes complexes $\underline{V}_m$ et $\underline{I}_m$.

b. Ecrire l'équation différentielle complexe associée à l'équation différentielle établie à la question 1.

c. Exprimer l'amplitude complexe $\underline{I}_m$, son module $|\underline{I}_m|$ et son argument φ_i ; on introduira $\varphi = \varphi_i - \varphi_v$. Etudier les variations du module et de l'argument de $\underline{I}_m$ en fonction de la pulsation ω.