

Chapitre 3 - Couplages et transductions

Hervé Lissek

Electroacoustique (BA5)

Exercice 1. Efficacité de rayonnement

1. On note que $X_{ar} = \omega m_{ar} = \frac{\rho_0 c_0}{\pi a^2} \frac{8}{3\pi} ka$.

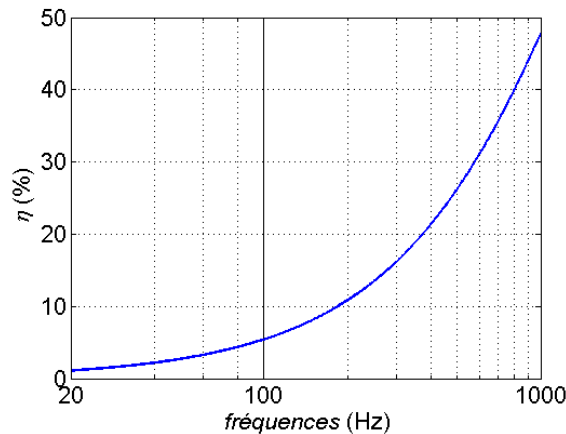
$$\text{Alors } \eta = \frac{R_{ar}}{\sqrt{R_{ar}^2 + X_{ar}^2}} = \frac{\frac{1}{2}(ka)^2}{\sqrt{\frac{1}{4}(ka)^4 + \frac{64}{9\pi^2}(ka)^2}} = \left(1 + \frac{256}{9\pi^2}(ka)^{-2}\right)^{-1/2}$$

Pour $f = 100\text{Hz}$, $ka = 0.092$ et $\eta(f = 100\text{Hz}) = 5.4\%$

Pour $f = 500\text{Hz}$, $ka = 0.462$ et $\eta(f = 500\text{Hz}) = 26.3\%$

Pour $f = 1000\text{Hz}$, $ka = 0.924$ et $\eta(f = 1000\text{Hz}) = 47.8\%$

2. Non, un haut-parleur circulaire n'est pas un bon radiateur, en particulier dans sa bande passante. En effet, la bande passante d'un haut-parleur est limitée aux hautes fréquences par $ka < 1$ (ici $f < 1082\text{Hz}$).



Exercice 2. Force de Laplace

1. La force est dirigée selon le rail, orientée vers la droite de la figure.

2. $F = Bli = 10^{-2} \text{ N}$.

3. Masse $M = \rho_{m,Cu} L \pi \left(\frac{\emptyset}{2}\right)^2 = 0.88 \text{ g}$.

Alors $a = \frac{F}{M} = 11.4 \text{ m.s}^{-2}$

Exercice 3. Excursion d'un haut-parleur

1. $v = \frac{Bli}{j\omega M + R_m + \frac{1}{j\omega C_m}}$.

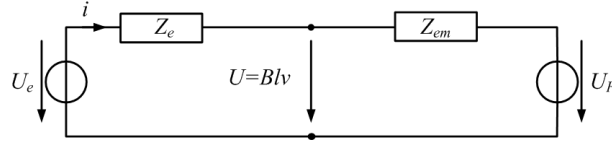
Or $U_g = R_e i + Bli$ soit $v = \frac{Bli U_g}{(B\ell)^2 + R_e(j\omega M + R_m + \frac{1}{j\omega C_m})}$

On peut donc écrire $\frac{v}{U_g} = \frac{j\omega B\ell}{(j\omega)^2 R_e M + (j\omega)(R_e R_m + (B\ell)^2) + \frac{R_e}{C_m}}$

Il s'agit d'un passe-bande.

Note : cette fonction peut également être déduite du schéma de la slide 23 avec $Z_e = R_e$,

$Z_{em} = \frac{(B\ell)^2}{Z_m}$ et $U_F = 0$:



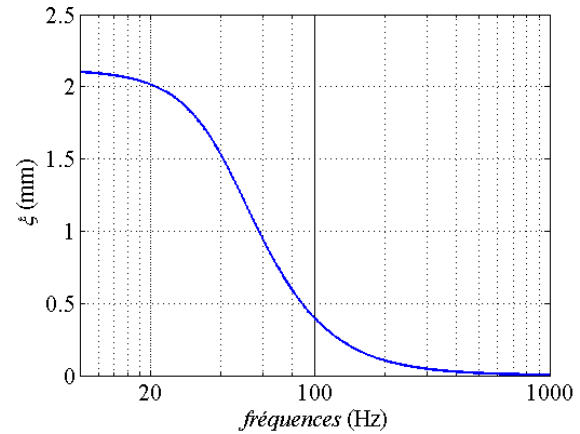
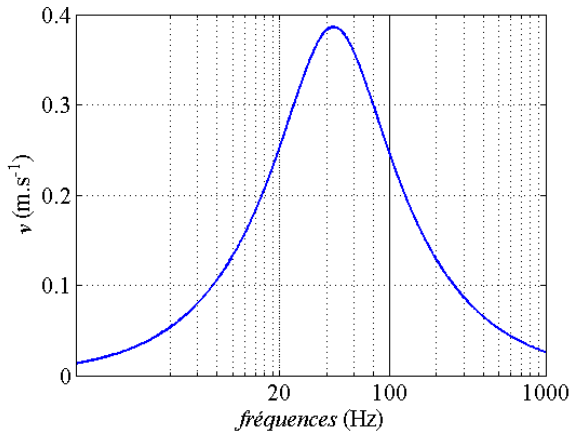
2. La vitesse est maximale pour $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{MC_m}} = 44 \text{ Hz}$.

$$v(f_0) = \frac{B\ell U_g}{R_e R_m + (B\ell)^2} = 38.6 \text{ cm.s}^{-1}$$

3. $\frac{\xi}{U_g} = \frac{1}{j\omega} \frac{v}{U_g} = \frac{B\ell}{(j\omega)^2 R_e M + (j\omega)(R_e R_m + (B\ell)^2) + \frac{R_e}{C_m}}$

Il s'agit d'un passe bas du 2nd ordre.

4. $\lim_{f \rightarrow \infty} (\xi) = \frac{B\ell C_m U_g}{R_e} = 2.1 \text{ mm}$.



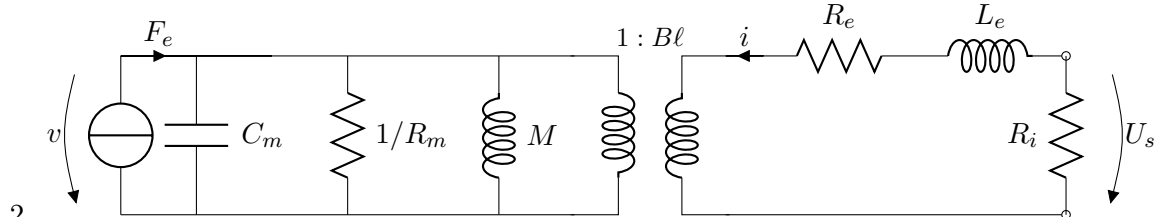
Exercice 4. Caractérisation du facteur de force d'un haut-parleur

1. L'oscilloscope présente une grande impédance d'entrée $\rightarrow i = 0$

Alors les équations sont, en notant U_s la tension mesurée sur l'oscilloscope :

$$F_e = (R_m + j\omega M + \frac{1}{j\omega C_m})v$$

$$U_s = B\ell v$$



3. $\frac{U_s}{F_e} = \frac{j\omega B\ell}{(j\omega)^2 M + (j\omega)R_m + \frac{1}{C_m}}$

$$4. \angle \frac{U_s}{F_e} = 0 \Leftrightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{MC_m} \text{ soit } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{MC_m}} \approx 40 \text{ Hz.}$$

$$5. B\ell = R_m \frac{U_s(f_0)}{F_e(f_0)} = 1.2 \frac{5}{1} = 6 \text{ N.m}^{-1}$$