

Exercice 3 : Modélisation d'un Haut-parleur (H.P)

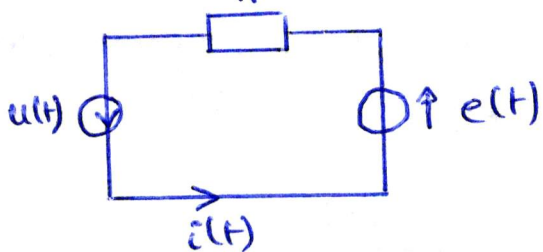
- 1) Le générateur de tension $u(t)$ délivre un courant d'intensité sinusoïdale $i(t)$ [en réalité le courant est variable]. La barre parcourue par $i(t)$ et se trouvant ds un champ mag $\vec{B}$ subit la force de Laplace qui la met en mov sinusoïdal, ce qui génère un signal sonore de m fréquence que $u(t)$. La barre conductrice devient mobile ds un champ mag $\vec{B}$ station-

naire $\rightarrow$ elle subit le phénomène d'induction de Lorentz $\rightarrow$ une f.e.m. induite apparaît.

$$\begin{aligned} 2) \phi &= \phi_{\text{propre}} + \phi_{\text{mut}} = Li(t) + \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}_c = Li(t) + \iint B \vec{u}_z \cdot (d\vec{u}_x \vec{u}_y) \\ &= Li(t) + B \int_0^a dy \cdot \int_{ct+l_0}^{ct+l} dx = Li(t) + Ba(l-l_0) \\ &= Li(t) + Ba x(t) \end{aligned}$$

$$e = - \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di(t)}{dt} - Ba \dot{x}(t)$$

3) circuit équivalent



ou bien loi d'Ohm généralisée
 $u = Ri - e(t)$

loi des mailles : $u(t) = Ri(t) - e(t)$

$$u(t) = Ri + L \frac{di}{dt} + Ba \dot{x} \quad (\text{E.E})$$

4) mut de translation $\rightarrow$ R.F.D

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \underbrace{\vec{p} + \vec{R}} + \vec{F}_L + \vec{F}_{\text{frot}} + \vec{F}_{\text{rappel}}$$

$$\vec{F}_L = \int i d\vec{l} \wedge \vec{B} = \int i dy \vec{u}_y \wedge B \vec{u}_z = iaB \vec{u}_x$$

projection sur $\vec{u}_x \rightarrow m \frac{dv}{dt} = iaB - \alpha v - kx \quad (\text{E.M})$

5) Bilan de puissance $(\text{E.E}) \times i + (\text{E.M}) \times v \rightarrow$

$$(\text{E.E}) \times i \Rightarrow u \cdot i = Ri^2 + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 \right) + Ba \dot{x} i$$

$$(\text{E.M}) \times v \Rightarrow \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} mv^2 \right) = iaBv - \alpha v^2 - kx \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$\begin{aligned} (\text{E.E}) \times i - (\text{E.M}) \times v \Rightarrow u \cdot i - \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} mv^2 \right) &= Ri^2 + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 \right) + \alpha v^2 \\ &+ \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} kx^2 \right) \end{aligned}$$

$$\rightarrow u \cdot i = Ri^2 + \alpha v^2 + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 \right) + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 \right)$$

$u \cdot i$: puissance fournie par le générateur

Ri^2 : puissance dissipée par effet joule

αv^2 : puissance mécanique dissipée (puissance qui va se retrouver dans la puissance sonore)

$E_{mag} = \frac{1}{2} Li^2$: énergie magnétique emmagasinée

$E_m = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 = E_c + E_p$: énergie mécanique de la barre avec $E_c = \frac{1}{2} m v^2$: énergie cinétique et $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ est l'énergie potentielle élastique.

6°) (E.E) en notation complexe $\rightarrow \underline{u} = R\underline{i} + j\omega L\underline{i} + Ba\underline{v}$

(E.M) en notation complexe $\rightarrow m j\omega \underline{v} = \underline{i} Ba - \alpha \underline{v} - \frac{k}{j\omega} \underline{v}$

on tire $\underline{v}$ de (E.M)* et on remplace ds (E.E)*

$$(m j\omega + \alpha + \frac{k}{j\omega}) \underline{v} = \underline{i} a B \rightarrow \underline{v} = \frac{a B}{\alpha + m j\omega + \frac{k}{j\omega}} \underline{i}$$

$$\underline{u} = \left(R + j\omega L + \frac{B^2 a^2}{\alpha + m j\omega + \frac{k}{j\omega}} \right) \underline{i} = \underline{Z}_{eq} \underline{i}$$

$$\underline{Z}_{eq} = R + j\omega L + \underline{Z}_1 \rightarrow \underline{Z}_1 = \frac{B^2 a^2}{\alpha + m j\omega + \frac{k}{j\omega}}$$

$$\frac{1}{\underline{Z}_1} = \frac{\alpha}{B^2 a^2} + j\omega \frac{m}{B^2 a^2} + \frac{1}{j\omega} \frac{k}{B^2 a^2}$$

$$= \frac{1}{R_1} + j\omega C_1 + \frac{1}{j\omega L_1} \quad \text{avec } R_1 = \frac{B^2 a^2}{\alpha}, C_1 = \frac{m}{B^2 a^2}, L_1 = \frac{B^2 a^2}{k}$$

7°) $\underline{Z}_1 \Leftrightarrow R_1 \parallel L_1 \parallel C_1$

