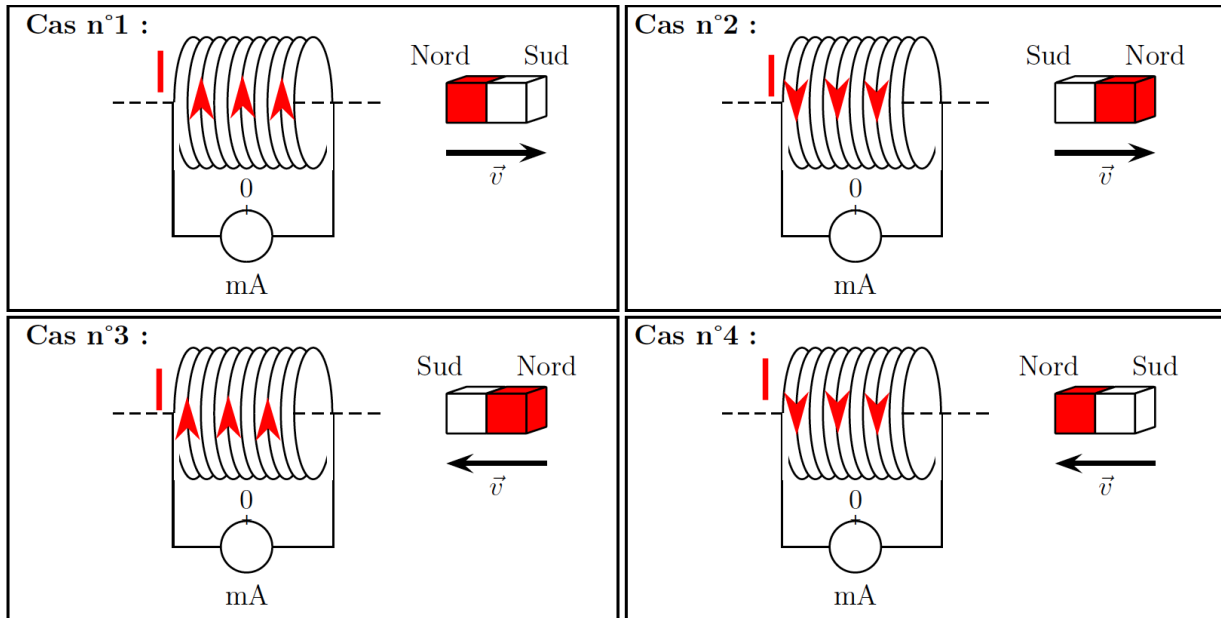


13

Induction

Exercice 1 - Loi de Lenz



Exercice 2 - Calcul de flux

<p>Cas 1 : Pas de fem induite car le flux Φ est constant. $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS$ et $e = 0$.</p>	<p>Cas 2 : Le flux Φ augmente car B augmente. D'après la loi de Lenz, le sens du courant est indiqué sur la figure ci-dessous. $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = -BS = -AtS$ et la fem $e = AS$</p>
<p>Cas 3 : Le signe de la variation du flux change en fonction du temps. Avec l'orientation choisie sur la figure ci-dessous : $\Phi = B_0S \cos \omega t$ et $e = B_0S\omega \sin \omega t$. Pour $0 < \omega t < \pi$ on a un courant dans le sens choisi et pour $\pi < \omega t < 2\pi$, le courant est dans le sens inverse. On crée un courant alternatif.</p>	<p>Cas 4 : Pas de courant créé car $\Phi = 0$.</p>

Exercice 3 - Vrai/Faux

- Faux**, un courant I_1 constant crée un champ B_1 constant, donc un flux $\Phi_{1 \rightarrow 2} = \vec{B}_1 \cdot \vec{S}_2$ constant. La fem $e_2 = d\Phi_{1 \rightarrow 2}/dt$ est donc nulle, donc pas de courant induit dans B_2 .
- Faux**, si I augmente, le champ magnétique dans B_2 (orienté de gauche à droite) augmente et donc le flux augmente. D'après la loi de Lenz, le champ magnétique induit B_2 doit s'opposer à l'augmentation du flux et B_2 doit donc être dirigé de droite à gauche. Le courant induit est donc dans le sens opposé sur le dessin.
- Vrai**, lorsqu'on éloigne B_2 , le flux diminue donc d'après la loi de Lenz, le champ induit est dans le même sens que B_1 . Le courant induit est donc bien orienté.
- Faux**, c'est comme dire que la résistance augmente avec la tension... L'inductance ne dépend que de la géométrie et composition de la bobine.

Exercice 5 - Mesure d'une inductance mutuelle

- Un voltmètre idéal est caractérisé par une résistance infinie, donc il ne laisse pas passer le courant, ainsi $i_2(t) = 0$.
- On a un exercice typique d'induction mutuelle. On doit commencer par déterminer la fem des bobines par application de la loi de Faraday. On a :

$$\Phi_1 = L_1 i + M i_2 \quad \text{et} \quad \Phi_2 = L_2 i_2 + M i$$

Ainsi :

$$e_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1 \frac{di}{dt} - M \frac{di_2}{dt} \quad \text{et} \quad e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di}{dt}$$

On a $i_2 = 0$, donc :

$$\boxed{e_1 = -L_1 \frac{di}{dt}} \quad \text{et} \quad \boxed{e_2 = -M \frac{di}{dt}}$$

Il reste à remplacer les bobines par leur fem et appliquer la loi des mailles :

$$u_1(t) = e_1(t) = -L_1 \frac{di(t)}{dt}$$

$$u_2(t) = e_2(t) = -M \frac{di(t)}{dt}$$

- Soit $u_1(t) = R i(t)$ donc $i(t) = \frac{u_1(t)}{R}$:

$$u_2(t) = -\frac{M}{R} \frac{du_1(t)}{dt}$$

En notation complexe $\underline{u}_1(t) = \underline{U}_1 e^{j\omega t}$ et $\underline{u}_2(t) = \underline{U}_2 e^{j\omega t}$ donc :

$$\underline{U}_2 = -\frac{M}{R} j\omega \underline{U}_1$$

Avec $U_1 = |\underline{U}_1|$ et $U_2 = |\underline{U}_2|$ on a :

$$U_2 = \frac{M}{R} U_1 \omega \quad \rightarrow \quad \boxed{M = \frac{U_2 R}{U_1 \omega} \approx 1,3 \text{ mH}}$$

Exercice 6 - Chauffage par induction

-

$$\begin{cases} v_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \\ 0 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} \end{cases}$$

-

$$\underline{H} = \underline{I}_2 / \underline{I}_1 = -\frac{jM\omega}{R_2 + j\omega L_2}$$

3.

$$Z_e = \underline{V}_1 / \underline{I}_1 = R_1 + j\omega L_1 + \frac{(M\omega)^2}{R_2 + j\omega L_2}$$

du système.

4. On a $\omega L_1 \gg R_1$ et $\omega L_2 \gg R_2$ donc :

$$\underline{H} \approx -\frac{M}{L_2} \approx 8,3 \quad \text{et} \quad \underline{Z}_e \approx jL_1\omega \left(1 - \frac{M^2}{L_1L_2}\right) \rightarrow |\underline{Z}_e| = 2,1 \Omega$$

5. Si on éloigne la casserole, le couplage diminue (M diminue), donc l'impédance d'entrée augmente. Si l'impédance augmente alors que la tension d'alimentation v_1 ne change pas, alors le courant diminue.