

Magnétisme MA2 Induction électromagnétique

I Lois de l'induction 1

 1.) Flux magnétique 1

 2.) Expériences 2

 3.) Loi de Lenz 3

 4.) Loi de Faraday 4

II Circuit fixe parcouru par un courant 4

 1.) Auto-induction 4

 2.) Calcul de l'inductance propre d'un solénoïde 5

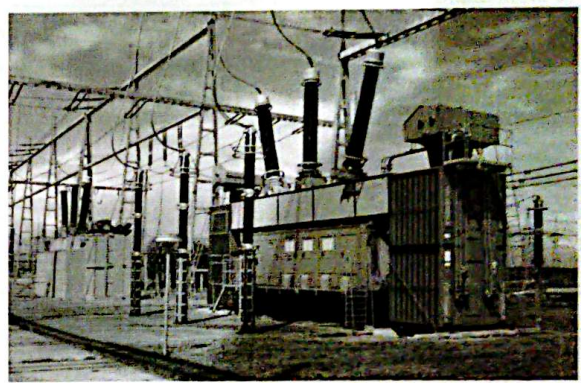
 3.) Circuit électrique équivalent 5

III Deux circuits fixes parcourus par des courants variables 7

 1.) Inductance mutuelle 7

 2.) Etude en régime sinusoïdal forcé 8

 3.) Transformateur de tension 9



I Lois de l'induction

1.) Flux magnétique

Le flux magnétique à travers une surface S est le flux de \vec{B} à travers cette surface : $\Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$.

Si la surface est plane et que le champ est uniforme : $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos \alpha$.

Si la surface est délimitée par un contour, le contour est orienté dans le sens de I (ou de façon arbitraire) et \vec{n} est orientée selon la règle du tire-bouchon.

$\phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$

Weber (WB) T m²

Rq:

Exp: si la surface n'est pas plane on définit \vec{m} pour une surface élémentaire en tout point de S.

$d\vec{S} = dS \vec{m}$

$\Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_S \vec{B} \cdot \vec{m} \times dS$

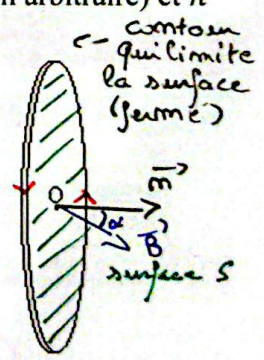
surface plane: \vec{m} identique partout
 \vec{B} uniforme

$\Rightarrow \Phi = \vec{B} \cdot \vec{m} \iint dS$

$= \vec{B} \cdot \vec{m} S$

$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$

Pour surface plane + champ uniforme.



Conservation du flux magnétique : ADMISE

Le flux magnétique à travers toute surface fermée est nul. Le champ magnétique est dit à flux conservatif.

$\Phi = \oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$

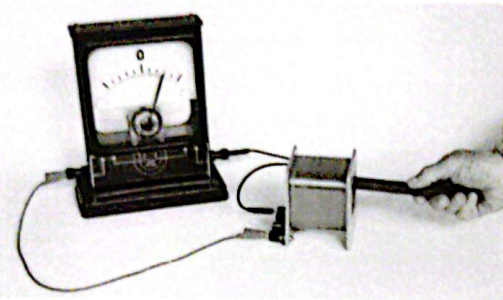
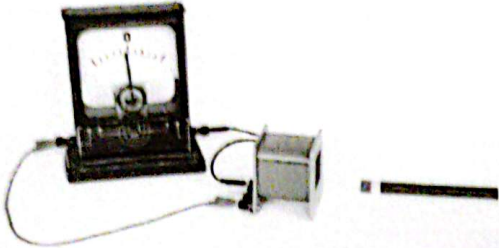
\hookrightarrow ex: sphère.

2.) Expériences

a) circuit fixe dans un champ magnétique variable

Galvanomètre : ampèremètre permettant de repérer de très faibles courants.

a1

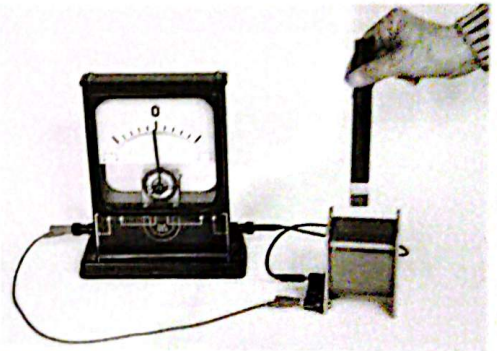


Observations : Quand on approche la face nord de l'aimant de la bobine (fixe dans le référentiel de l'observateur) qui n'est pas alimentée, l'aiguille du galvanomètre G dévie dans un sens ; il y a apparition d'un courant dit induit.

On éloigne la face N de l'aimant de la bobine : il y a déviation de G dans l'autre sens.

Plus la variation de \vec{B} est rapide (vitesse de déplacement de l'aimant), plus le courant est fort.

On laisse l'aimant immobile par rapport à la bobine : pas de déviation dans G ($i=0$).



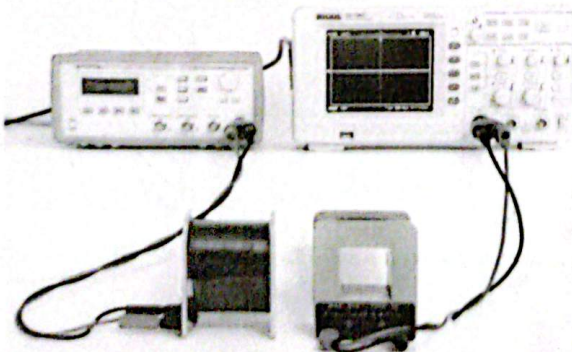
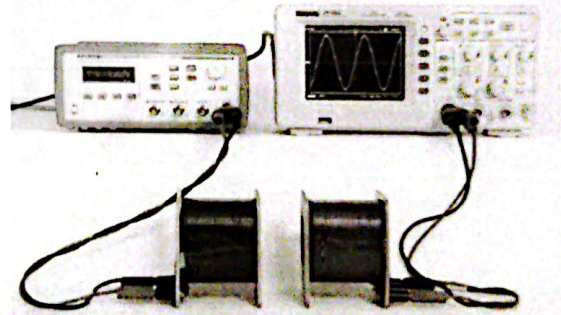
Si l'aimant est approché perpendiculairement à la bobine : le galvanomètre ne dévie pas.

a2

La première bobine est parcourue par un courant variable :

On observe, à l'aide d'un oscilloscope, une tension sinusoïdale aux bornes de la deuxième bobine (tension induite).

Cette tension n'est non nulle que si l'intensité du courant dans la bobine varie dans le temps.

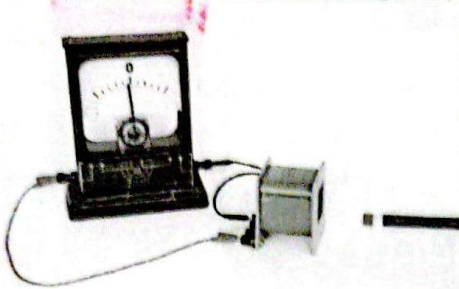


Si les axes des bobines sont perpendiculaires, on n'observe pas de tension induite.

si on ajoute un noyau de fer cela augmente la tension aux bornes de la 2ème bobine (principe du transformateur)

- Les phénomènes précédents ne sont donc observables dans le circuit C que s'il est en placé dans un **champ magnétique variable** dans le temps. Un champ magnétique variable peut créer un courant induit dans un circuit à distance.
- Il ne suffit pas que le champ magnétique varie, son orientation par rapport au circuit a son importance.

b) circuit mobile dans un champ magnétique stationnaire (ou permanent)



On déplace cette fois la bobine dans le champ permanent de l'aimant fixe. Les observations sont les mêmes qu'en (a1) : il y a apparition d'un courant induit.

- Si la bobine est immobile, $i = 0$.
- Le signe de $i(t)$ dépend du sens de déplacement de la bobine par rapport à l'aimant.
- L'amplitude de $i(t)$ augmente avec la vitesse de déplacement de la bobine.

Un conducteur en mouvement dans un champ magnétique stationnaire peut aussi créer un courant induit dans un circuit à distance.

Conclusion : Le phénomène d'induction se manifeste par l'apparition d'un courant dans un circuit fermé, ou d'une tension aux bornes d'un circuit ouvert, sans que ce circuit ne comporte de générateur.

Ce phénomène apparaît dans les deux cas suivants :

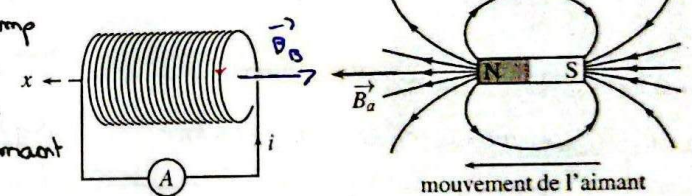
- le circuit est fixe dans un champ magnétique qui dépend du temps.
- le circuit est en mouvement dans un champ magnétique stationnaire.

3.) Loi de Lenz

C'est une loi de modération.

Les phénomènes d'induction s'opposent par leurs effets aux causes qui leur donnent naissance.

apparition d'un champ induit crée par la bobine qui s'oppose au champ de l'aimant



apparition d'un champ induit qui s'oppose à la diminution.

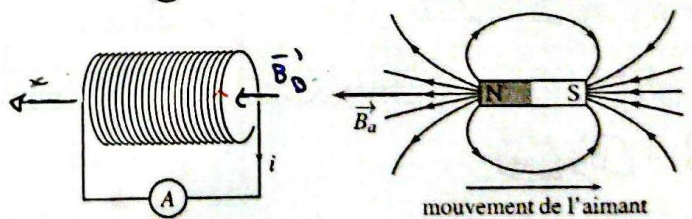


Figure 28.5 - Courant induit par un aimant en déplacement.

4.) Loi de Faraday

Dans le cas d'un circuit mobile dans un champ magnétique stationnaire, si à la fois, on peut définir un flux variable $\Phi(t)$ à travers le circuit, et si le circuit coupe des lignes de champ lors de son déplacement,

ou dans le cas d'un circuit fixe dans un champ magnétique variable,

la force électromotrice induite dans un circuit, notée e , appelée **f.é.m induite** est donnée par : $e = -\frac{d\Phi}{dt}$.

Pour représenter cette fém induite, on ajoute dans le circuit un générateur idéal de tension, en convention générateur. Si le circuit est fermé, un courant apparaît.

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

fém induite = tension apparaît

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{e}{\text{CVG}}$$

$e \neq 0$ si B em \vec{e} et au $\propto (\vec{B}, \vec{S})$ em \vec{e} et

$B(t) \Rightarrow$ Jim $\mathcal{M}A_2$: transpo

$\alpha(t) \Rightarrow$ circuit mobile $\Rightarrow \mathcal{M}A_3$

II Circuit fixe parcouru par un courant

1.) Auto-induction

Le circuit (\mathcal{C}) crée un champ magnétique \vec{B}
Les lignes de champs tourbillonnent autour de la source
elle traverse la surface délimitée par (\mathcal{C})

\Rightarrow on peut définir un flux

$$\Phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$$= \iint \vec{B} \cdot d\vec{S} \vec{m}$$

\vec{m} orienté par règle du tire bouchon.

surface plane mais champ uniforme

$\Phi \propto \|\vec{B}\|$ et $\|\vec{B}\| \propto I$ donc $\Phi \propto I$

Rq:

$$[\Phi_p] = [B][S]$$

$$W_B = T \times m^2$$

$$T = kg A^{-2} s^{-2}$$

$$\Rightarrow kg A^{-2} m^2 s^{-2}$$

$$\Rightarrow [L] = \frac{[\Phi_p]}{[I]} = \text{Henry} = kg m^2 A^{-2} s^{-2}$$

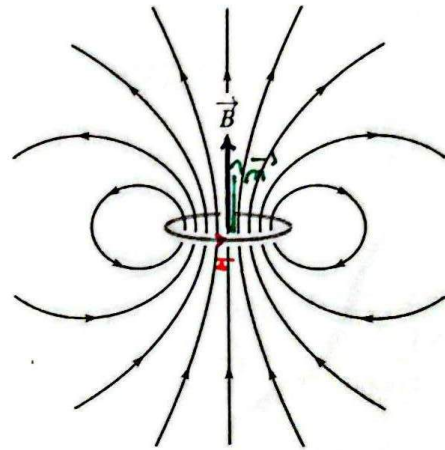


Figure 29.1 - Lignes de champ magnétique, en noir, d'une spire circulaire, en gris.

Rq2:

$i > 0$ il circule ds le sens indiqué

$\Rightarrow \Phi > 0$ ds ce cas

$L > 0$

Le flux à travers un circuit de son propre champ magnétique s'appelle **flux propre** et s'écrit $\Phi_p = Li$ où i est l'intensité circulant dans le circuit, et L le coefficient d'inductance propre (ou d'auto-inductance) du circuit (unité : le Henry (H)).

2.) Calcul de l'inductance propre d'un solénoïde

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S$$

$$\vec{B} = \mu_0 m I \vec{e}_x$$

$$m = \frac{N}{l} I$$

Hypothèse:

\vec{B} uniforme sur \vec{S} délimité par une spire du solénoïde.

$$\Phi_{1 \text{ spire}} = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S} = \vec{B} \cdot \vec{S} = B_m S$$

ou B uniforme et S plane.

$$\Phi_{1 \text{ spire}} = BS$$

$$\Phi_{m \text{ spire}} = NBS$$

$$= \frac{\mu_0 N^2 I S}{l}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\Phi_{m \text{ spire}}}{I} = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$$

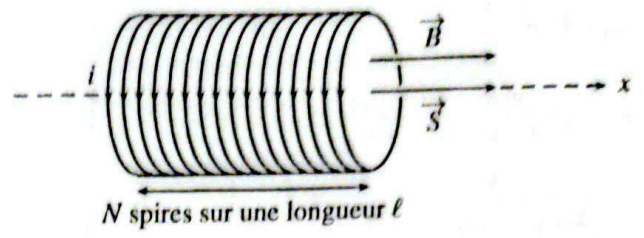


Figure 29.2 - Solénoïde dont on calcule l'inductance propre.

AN: N = 1000 spire et 40 cm. r = 3 cm

$$\Rightarrow L \approx 9 \cdot 10^{-3} \approx 10 \text{ mH}$$

3.) Circuit électrique équivalent

a) Représentation de la f.é.m induite

$$e = -\frac{d\Phi_p}{dt} \text{ (Faraday)}$$

si i varie Φ_p varie apparition d'une f.é.m induite

$$\Phi_p = Li \Rightarrow e = -\frac{d(Li)}{dt}$$

$$L = \text{const} \Rightarrow e = -L \frac{di}{dt}$$

CVG:

$$e = -L \frac{di}{dt}$$

CVR:

$$e_e = -e = L \frac{di}{dt}$$

Rq: si $i = at$ (et L aussi) $\Rightarrow e = 0$
 $\Rightarrow U_L = 0 \rightarrow$ une bobine idéal équivalent à un fil

Rq: Lois de Lenz. si i ↑ gémi ext $\frac{di}{dt} > 0$ $e < 0$ la f.é.m induite s'oppose au gémi ext.

b) Mesure de l'inductance propre d'une bobine réelle

equa diff sur U_R :

$$e = U_L + U_r + U_R$$

$$e = L \frac{di}{dt} + i(R+r)$$

$$U_R = Ri$$

$$\Rightarrow e = \frac{L}{R} \frac{dU_R}{dt} + U_R \frac{R+r}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{dU_R}{dt} + U_R \frac{R+r}{L} = \frac{R}{L} e$$

Pour $t > 0$ $e = E$

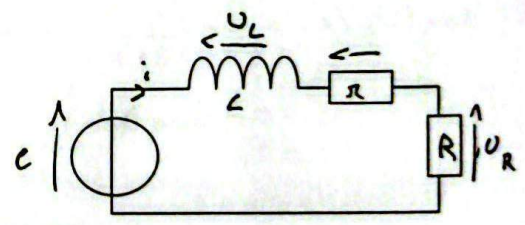
$$U_{Rf} = \frac{R}{R+r} E \text{ est}$$

$$U_{Re} = A \exp\left(-\frac{R+r}{L} t\right)$$

$$U_R(t) = A \exp\left(-\frac{R+r}{L} t\right) + \frac{R}{R+r} E$$

par continuité de la tension $e_L = \frac{1}{2} (i^2)$

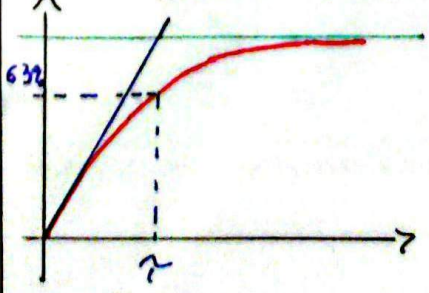
$$\Rightarrow U_R(0^-) = U_R(0^+)$$



$t < 0$
 generateur et bobine équivalent à des fils
 \rightarrow régime continu permanent
 $\Rightarrow i = 0$ pour $t < 0$
 $i(0^+) = i(0^-) = 0$
 $\Rightarrow U_R(0^+) = 0$

$$\Rightarrow A = -\frac{RE}{R+r}$$

$$U_R(t) = \frac{RE}{R+r} (1 - \exp(-\frac{t}{\tau}))$$



$$\tau = \frac{L}{R+r}$$

$$U_{R \text{ max}} = \frac{RE}{R+r}$$

$U_{R \text{ max}}$ donne r
 et τ donne L

$$U_R(\tau) = U_{R \text{ max}} (1 - e^{-1}) = 0,63 U_{R \text{ max}}$$

en regime sinusoidale force:

Notation complexe:

U_R en j de e .

$$\Rightarrow U_R = \frac{Z_R}{Z_C + Z_L + Z_R + Z_R} e$$

$$= \frac{R}{R+r + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} \times e$$

$$\Rightarrow \frac{U_R}{e} = \frac{R}{R+r + j(\omega L + \frac{1}{\omega C})}$$

$e(t) = E \cos \omega t$

$U_R(t) = U_R \cos(\omega t + \varphi)$

• on se place a ω_0 tq $\omega_0 - \frac{1}{\omega_0 C} = 0$

$$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\Rightarrow \frac{U_R}{e} = \frac{R}{R+r}$$

les 2 signaux sont en phase

et on mesure en amplitude.

• on se place à ω quelconque et on mesure φ l'avance de phase de U_R e

$$\varphi = \arg\left(\frac{U_R}{e}\right) = \arg\left(\frac{e \times R}{R+r + j(\omega L + \frac{1}{\omega C})}\right)$$

$$= 0 - \arg(Dem)$$

$$= \varphi_D$$

c) Etude énergétique

Δ on ne passe jamais en complexe pour la puissance:

$$e(t) = L \frac{di}{dt} + (R+r)i$$

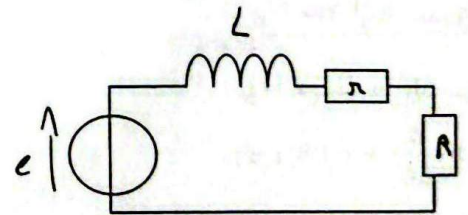
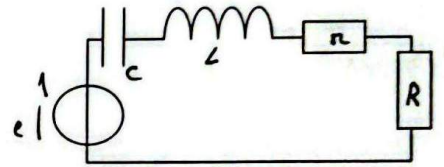
$$\underbrace{e(t)i}_{CVG} = \underbrace{L \frac{di}{dt} i + (R+r)i^2}_{CVR}$$

$$P_{gem} = P_{bobine} + P_{dissipé \text{ eff}} \text{ joule}$$

$$\text{Ou } P_{stock} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 \right)$$

$$\tan \varphi_D = \frac{\text{Im}(Dem)}{\text{Re}(Dem)} = \frac{L\omega + \frac{1}{C\omega}}{R+r}$$

\Rightarrow on trouve L et r .



$= dE_L$

L'énergie magnétique d'un circuit d'inductance propre L parcouru par un courant d'intensité i est

$$E_{mag} = E_L = \frac{1}{2} Li^2$$

III Deux circuits fixes parcourus par des courants variables

1.) Inductance mutuelle

Théorème de Neumann : Les flux mutuels s'écrivent : $\varphi_{1 \rightarrow 2} = M i_1$ et $\varphi_{2 \rightarrow 1} = M i_2$
 M est le coefficient d'inductance mutuelle entre les deux circuits. Il peut être positif ou négatif suivant l'orientation des circuits et dépend des caractéristiques géométriques. Son unité est le Henry (H).

\mathcal{E}_1 parcouru par i_1 donc crée un champ \vec{B}_1
 si ces lignes de champs de \vec{B}_1 traversent S_2 (délimitée par \mathcal{C}_2)
 \hookrightarrow flux de B_1 à travers S_2 .

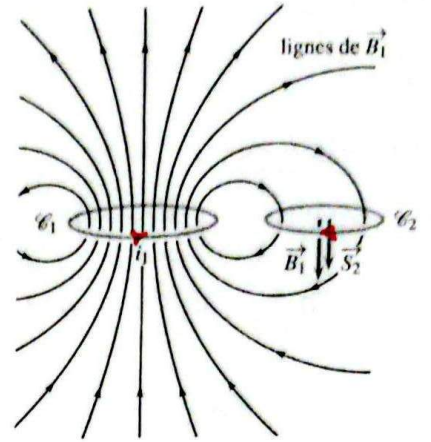


Figure 29.5 - Deux circuits magnétiquement couplés.

$$\varphi_{1 \rightarrow 2} = \iint \vec{B}_1 \cdot d\vec{S}_2 \text{ avec } d\vec{S}_2 = dS_2 \vec{m}_2$$

$$\varphi_{1 \rightarrow 2} \propto \|\vec{B}_1\| \text{ et } \|\vec{B}_1\| \propto i_1$$

donc $\varphi_{1 \rightarrow 2} \propto i_1$

Rq: $\varphi_{1 \rightarrow 2}$ peut être \oplus ou \ominus suivant l'orientation de \vec{m}_2
 (Ici $\alpha(\vec{B}_1, \vec{m}_2) < \frac{\pi}{2}$ donc $\cos \alpha > 0$)

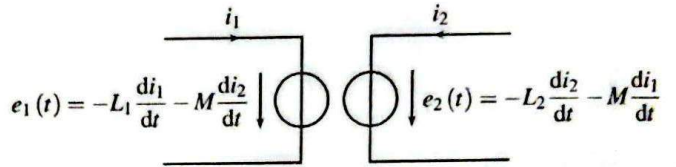


Figure 29.6 - Circuits électriques équivalents (convention générateur).

De même \mathcal{E}_2 est parcouru par i_2 donc crée un champ \vec{B}_2

Flux total à travers \mathcal{E}_1 :

$$\Phi_1 = \Phi_{1p} + \varphi_{2 \rightarrow 1} = L_1 i_1 + M i_2$$

Loi de Faraday :

$$e_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = -L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt}$$

si L_1, M cst.

Flux à travers \mathcal{E}_2 :

$$e_2 = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt}$$

e_1, e_2 : fem induite en CVG.

$$\Rightarrow \text{en CVR} \begin{cases} U_{L1} = -e_1 \\ U_{L2} = -e_2 \end{cases}$$

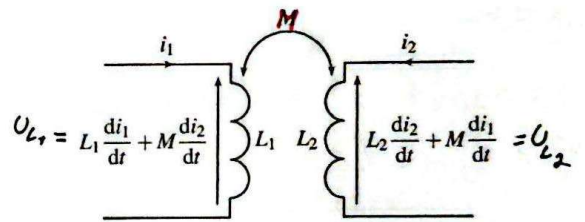
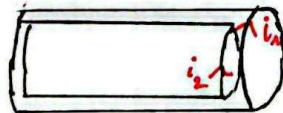


Figure 29.7 - Circuits électriques équivalents (convention récepteur).

Inductance Mutuelle entre 2 solénoïdes en impédance total :



$$\begin{aligned} \text{à l'ext : } \vec{B}_1 &= \mu_0 m_1 i_1 \text{ ou } \mu_0 \frac{N_1}{l_1} i_1 \\ \Rightarrow \vec{B}_1 &= \frac{\mu_0 N_1 i_1}{l_1} \vec{e}_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{1 \rightarrow 2} &= \iint \vec{B}_1 \cdot d\vec{S}_2 \\ &= \vec{B}_1 \cdot \vec{S}_2 \text{ (champ uniforme)} \\ &\text{sur surface plane} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi_{1 \rightarrow 2} N_2 \text{ spira} &= N_2 \cdot B_1 \cdot S_2 \\ &= \frac{\mu_0 N_1 N_2 i_1}{l_1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow M &= \frac{\varphi_{1 \rightarrow 2}}{i_1} \\ &= \frac{\mu_0 N_1 N_2}{l_1} \end{aligned}$$

2.) Etude en régime sinusoïdal forcé

a) Impédance équivalente

\mathcal{E}_1 alimenté par un générateur.

\mathcal{E}_2 non alimenté $i_2 = 0$

$$V_g = E \cos(\omega t)$$

$$\underline{V}_g = E e^{j\omega t}$$

en notation réelle :

$$\rightarrow \text{sur } \mathcal{E}_1: V_g = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2: 0 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

Passage en complexe.

$$\underline{V}_g = R_1 \underline{i}_1 + L_1 \frac{d\underline{i}_1}{dt} + M \frac{d\underline{i}_2}{dt}$$

$$0 = R_2 \underline{i}_2 + L_2 \frac{d\underline{i}_2}{dt} + M \frac{d\underline{i}_1}{dt}$$

derivé revient à $\times j\omega$.

$$\textcircled{1} \Rightarrow \underline{V}_g = R_1 \underline{i}_1 + L_1 j\omega \underline{i}_1 + M j\omega \underline{i}_2$$

$$\Rightarrow 0 = R_2 \underline{i}_2 + L_2 j\omega \underline{i}_2 + M j\omega \underline{i}_1$$

$$\hookrightarrow \Rightarrow \underline{i}_2 = - \frac{M j\omega \underline{i}_1}{R_2 + L_2 j\omega}$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow \underline{V}_g = R_1 \underline{i}_1 + L_1 j\omega \underline{i}_1 + M j\omega \left(- \frac{M j\omega \underline{i}_1}{R_2 + L_2 j\omega} \right)$$

$$\underline{V}_g = R_1 \underline{i}_1 + L_1 j\omega \underline{i}_1 + \frac{M^2 \omega^2 \underline{i}_1}{R_2 + L_2 j\omega}$$

$$\Rightarrow \underline{V}_g = Z_{eq} \underline{i}_1 \quad \text{où} \quad Z_{eq} = R_1 + L_1 j\omega + \frac{M^2 \omega^2}{R_2 + L_2 j\omega}$$

b) Etude énergétique: Δ en réelle.

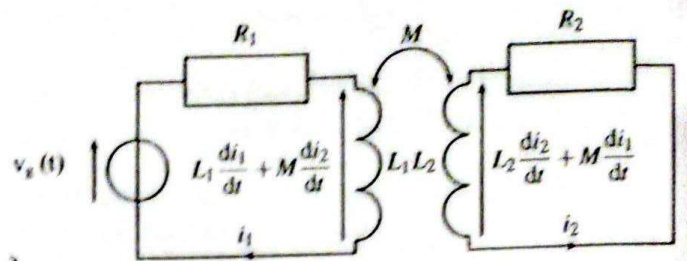
$$V_g i_1 = R_1 i_1^2 + L_1 i_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} i_1$$

$$0 = R_2 i_2^2 + L_2 i_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} i_2$$

on somme

$$P_{gem} = P_{dissipe} + P_{bobine} + P_{couplage}$$

$$V_g i_1 = R_1 i_1^2 + R_2 i_2^2 + L_2 i_2 \frac{di_2}{dt} + L_1 i_1 \frac{di_1}{dt} + M \left(\frac{di_1}{dt} i_2 + \frac{di_2}{dt} i_1 \right)$$



$$P_{dissipe} = R_1 i_1^2 + R_2 i_2^2$$

$$P_{mag} = P_{bobine} + P_{couplage}$$

$$P_{mag} = \frac{d\mathcal{E}_{mag}}{dt}$$

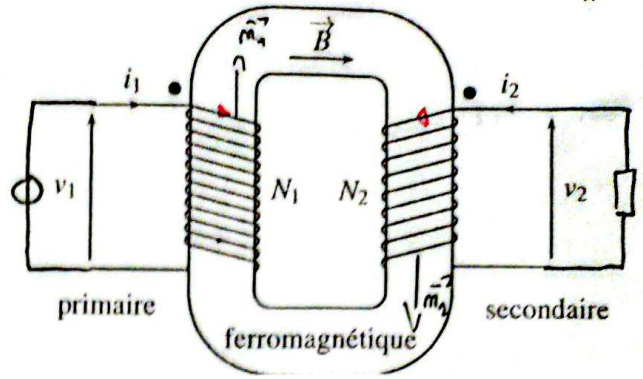
$$\Rightarrow \mathcal{E}_{mag} = \frac{1}{2} L_1 i_1^2 + \frac{1}{2} L_2 i_2^2 + M i_1 i_2$$

$$= \mathcal{E}_{mag}(L_1) + \mathcal{E}_{mag}(L_2) + \mathcal{E}_{mag}(\text{couplage})$$

3.) Transformateur de tension

a) Principe

Le primaire est alimenté par un générateur ext.
 donc circulation de $I_1 \rightarrow$ champ magnétique \vec{B}_1
 canalisé par le carcasse à travers le secondaire
 $I_1(t) \Rightarrow$ fem induite
 $\Rightarrow I_2(t)$ circule aussi car circuit fermé
 \hookrightarrow champ magnétique \vec{B}_2
 \vec{B} résultante de la superposition des champs créés



⊕ Mise en équation:

S section de la carcasse.

Hyp: \vec{B} uniforme sur S

$$\Phi = \iint \vec{B} \cdot d\vec{S} = \vec{B} \cdot \vec{S} \quad \text{si surface plane et } B \text{ uniforme}$$

\rightarrow à travers le primaire.

$$\Phi_1 = N_1 \vec{B} \cdot \vec{S}_1$$

$$= N_1 B S \quad \text{car } \vec{B} \text{ et } \vec{m}_1 \text{ même sens.}$$

\rightarrow à travers le secondaire.

$$\Phi_2 = N_2 \vec{B} \cdot \vec{S}_2 = N_2 B S$$

Rq: ici les 2 enroulement sont ds le même sens.

(2 point en haut)

\vec{B} et \vec{m}_2 dans le même sens,
 i_2 avec la règle du tri bonhomme.

Rapport de transformation:

$$m = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad \forall (i_1, i_2)$$

HYP: couplage parfait;

\rightarrow toute les lignes de champs qui traverse le primaire traverse aussi le secondaire.

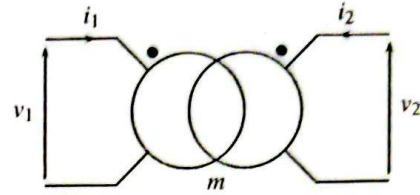


Figure 29.11 - Schéma normalisé d'un transformateur.

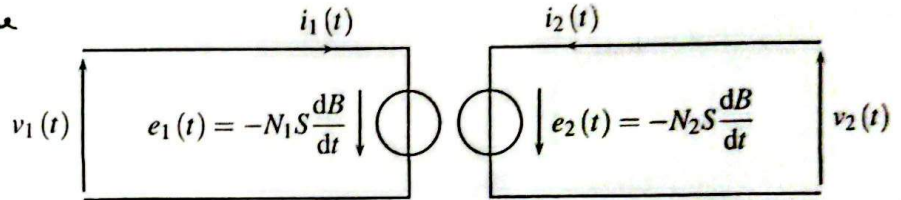


Figure 29.10 - Circuit électrique équivalent du transformateur.

Lois de Faraday.

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Rightarrow e_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = - N_1 S \frac{dB}{dt}$$

$$V_1 = -e_1 = N_1 S \frac{dB}{dt}$$

$$\Rightarrow e_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = - N_2 S \frac{dB}{dt}$$

$$V_2 = -e_2 = N_2 S \frac{dB}{dt}$$

Rq: un transfo me fonction qu'en régime variable en régime continue:

$$i = at \rightarrow B = ct \Rightarrow \text{ferm} = 0$$

$$\boxed{\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = m} \quad \forall (i_1, i_2)$$

Rq:

$$\Phi_1 = L_1 i_1 + M i_2$$

$$\Phi_2 = L_2 i_2 + M i_1$$

si $i_1 = 0$
 $\Phi_1 = M i_2 \quad \Phi_2 = L_2 i_2$
 $\Rightarrow \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{L_2}{M}$

si $i_2 = 0$
 $\Phi_1 = L_1 i_1 \quad \Phi_2 = M i_1$
 $\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{M}{L_1}$
 $\Rightarrow \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{L_2}{M} = \frac{M}{L_1} \quad \forall (i_1, i_2)$
 $\Rightarrow M^2 = L_1 L_2$
 $\Rightarrow M = \sqrt{L_1 L_2}$
 $\Rightarrow m = \frac{\sqrt{L_1 L_2}}{L_1} = \frac{\sqrt{L_2}}{\sqrt{L_1}}$

Conclusion:

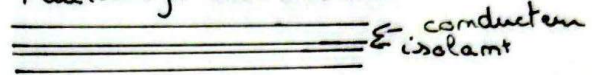
Utilisation:

- centrale, chargeur ...
- Transfert d'énergie pour éviter les pb de masse.

Courant de Foucault.

Matériaux ferromagnétique soumis à \vec{B}

- \Rightarrow jerm induite
- \Rightarrow courant induit ds le volume
- \Rightarrow échauffement par effet Joule
- \Rightarrow Feuilletage du Matériau



Dans le cas d'un couplage parfait : $\frac{v_2}{v_1} = \frac{N_2}{N_1} = m$ où m est le rapport de transformation.

Remarque : Pour un enroulement inversé au secondaire

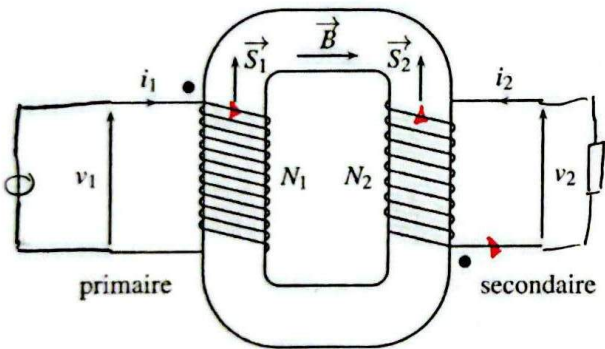
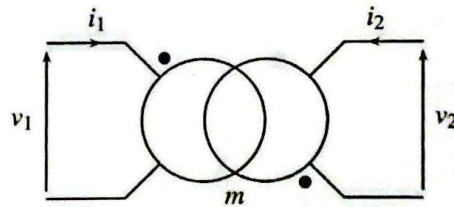


Figure 29.12 - Gestion des points dans un transformateur.



$$\frac{v_2(t)}{v_1(t)} = -\frac{N_2}{N_1} = -m$$

Figure 29.13 - Gestion des points avec le schéma normalisé d'un transformateur

Rq:
 $\Phi_1 = N_1 \vec{B} \cdot \vec{S}_1 = N_1 B S \quad \vec{m} \text{ et } \vec{B} \text{ de même sens.}$

$\Phi_2 = N_2 \vec{B} \cdot \vec{S}_2 = -N_2 B S \quad \vec{m} \text{ et } \vec{B} \text{ sens opposé}$

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = -\frac{N_2}{N_1}$$

$$e_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} \text{ et } V_1 = -e_1 = N_1 S \frac{dB}{dt}$$

$$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} \text{ et } V_2 = -e_2 = -N_2 S \frac{dB}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = -\frac{N_2}{N_1} = -m \text{ où } m = \frac{N_2}{N_1}$$

Rq: Le point \bullet indique le sens de l'enroulement si le courant entre par le point i crée un champ ds le sens \rightarrow

Dans le cas idéal:

$$P_{\text{oumi primaire}} = P_{\text{regu secondaire}}$$

CVG CVR

$$e_1 i_1 = -V_1 i_1 = V_2 i_2$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = -\frac{i_1}{i_2}$$

1er cas: $m = \frac{V_2}{V_1} = -\frac{i_1}{i_2}$ si le transfo abaisse la tension il augmente le courant avec un déphasage de π

Conclusion:

Voir haut de page