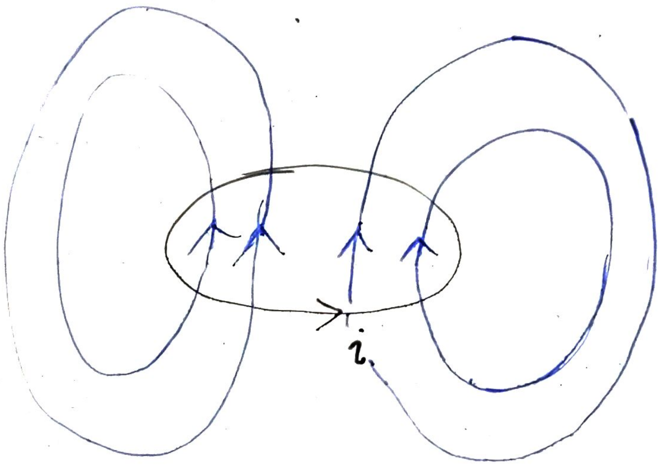
III Deux cas d'induction

A Cas de Neumann circuit fixe dans un $\vec{B}$ variable

1 Autoinduction

Soit une spire parcouru par un courant i



Elle crée un champ $\vec{B}$ qui la traverse

Si i est variable, $\vec{B}$ l'est aussi, donc
Φ l'est aussi, donc
il y a induction

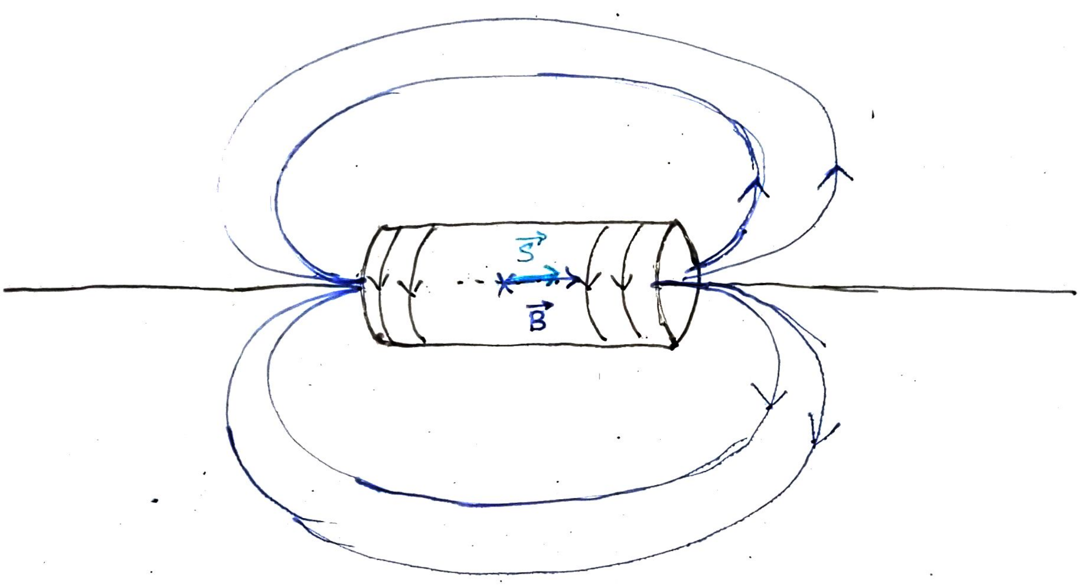
$\Rightarrow$ On parle d'autoinduction

2 Induction propre — Autoinductance

$$\begin{cases} B \propto i \\ \phi \propto B \propto i \end{cases}$$ donc on pose

$$\boxed{\phi = L i}$$

où L "auto-inductance" ou "inductance propre"
en H
> 0
$\hookrightarrow$ géométrie du circuit



Solénoïde à N spires de longueur ℓ

$n = \frac{N}{\ell}$ # spires / unité de longueur

Le champ magnétique créé par le solénoïde (sur l'axe)

$$\vec{B} = \mu_0 n i \vec{u_z}$$

Le flux propre du solénoïde :

$$\phi = N \vec{B} \cdot \vec{S}$$ avec $\vec{S}$ vecteur surface pour une spire

$$= NBS$$

$$= N \mu_0 n i S$$

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

l'auto-inductance (ou "self" en anglais) :

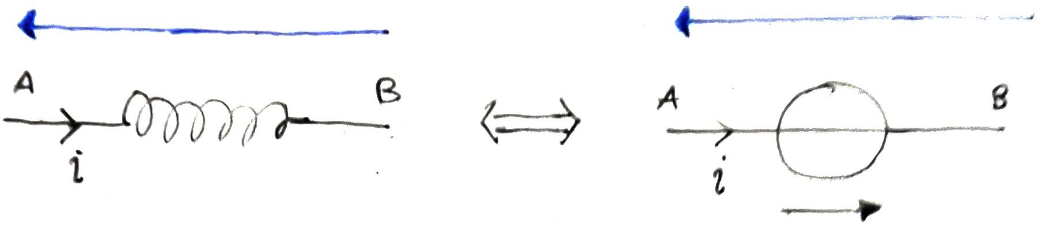
$$\boxed{L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S}$$

numérique $N = 1000$; $S = 10\ cm^2$; $l = 30\ cm$

$$L \approx 4\ mH$$

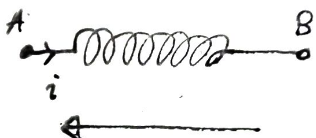
3 Aspect ênergétique

Loi de Lenz:



$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}(Li) = -L\frac{di}{dt}$$

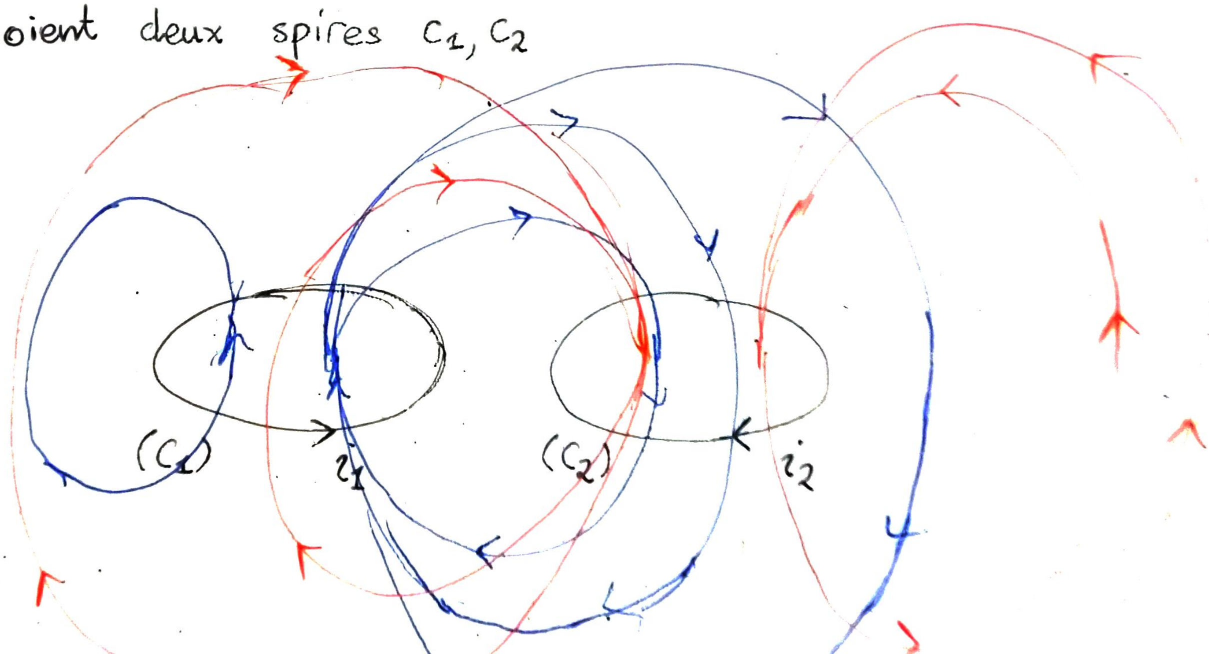
Pour le solénoide/bobine



$$\boxed{u_{AB} = -e = L\frac{di}{dt}}$$

4 Cas de 2 circuits en iteraction

Soient deux spires C_1, C_2



C_1 crée un flux propre
$\phi_{11} = L_1 i_1$

C_2 crée
$\phi_{22} = L_2 i_2$

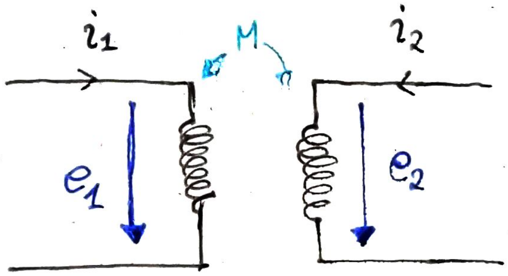
C_2 crée un flux
$\phi_{21} = M i_2$

C_1 crée
$\phi = M i_1$

$\underbrace{\phi_{21} = M i_2 \quad = \quad \phi = M i_1}$
(admis)

avec M "coefficient d'inductance mutuelle"
en H
$\hookrightarrow$ géométrie
$\gtrless 0$ selon les orientations

schéma électrique

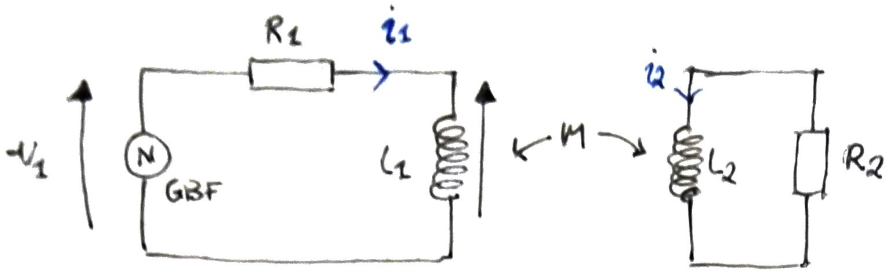


$$e_1 = -\frac{d\phi_1}{dt} = -\frac{d}{dt}(\phi_{11} + \phi_{21}) = -L_1 \frac{di_1}{dt} - M\frac{di_2}{dt}$$

$$e_2 = -\frac{d\phi_2}{dt} = -\frac{d}{dt}(\phi_{22} + \phi_{12}) = -L_2 \frac{di_2}{dt} - M\frac{di_1}{dt}$$

Il y a une interdépendance ou couplage entre les 2 circuits
Ce qui permet de transférer des informations sans contact

Si on réalise



On a $\begin{cases} v_1 - R_1 i_1 - \left(L_1 \dfrac{di_1}{dt} + M \dfrac{di_2}{dt}\right) & \text{ie } v_1 = R_1 i_1 + L_1 \dfrac{di_1}{dt} + M \dfrac{di_2}{dt} \\ & 0 = R_2 i_2 + L_2 \dfrac{di_2}{dt} + M \dfrac{di_1}{dt} \end{cases}$

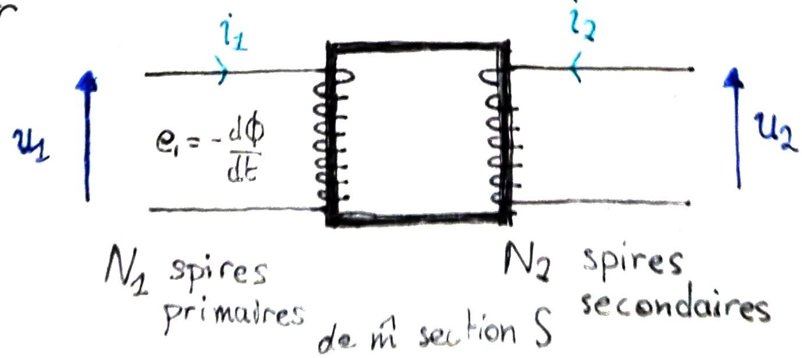
RSF : exprimons $\underline{v_1} \leftrightarrow \underline{i_1}$

$$\underline{v_1} = \underbrace{\left(R_1 + jL_1\omega - \frac{(jM\omega)^2}{R_2 + jL_2\omega}\right)}_{\underline{Z_1}\ \text{impédance}} \cdot \underline{i_1}$$

le couplage est équivalent, vu du circuit c_1, à une impédance où R_2, L_2 et M interviennent (parce qu'il y a interdépendance)

5 Application

- transformateur



Si on alimente le primaire avec un courant i_1 alternatif

- Il crée un champ magnétique

⇒ autoinductance, apparition d'une fém $e_1 = -\frac{d\Phi}{dt}$

⇒ le champ est canalisé par le matériau pour arriver jusqu'au secondaire

⇒ apparition d'une fém induite au secondaire

$$\begin{cases} u_1 = -e_1 = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt}(N_1 S B) = N_1 S \frac{dB}{dt} \\ u_2 = \qquad\qquad\qquad\qquad = N_2 S \frac{dB}{dt} \end{cases}$$

$$\boxed{\frac{u_2}{u_1} = \frac{N_2}{N_1} \text{ : rapport de transformations}}$$

- Courant de Foucault

Les courants induits qui apparaissent dans un matériau peuvent provoquer du freinage induit

App pour les freins de camions, trains, ...

Inconv perte d'énergie par fx joule dans les transformateurs