

# Induction électromagnétique

June 7, 2025

## Référence

Expérience : Manip de mesure du coefficient d'inductance mutuelle pour deux bobines accolées

Livre :

- Électromagnétisme, Pérez
- Physique tout-en-un, PCSI, Dunod
- Électromagnétisme - Milieux, structures, énergie, J.-M. Rax

Prérequis :

- Champ magnétique (spire, bobine)
- Électronique (bobine)

Niveau : PCSI

## Introduction

Manip qualitative de Faraday (deux bobines proches dont une alimentée et l'autre branchée à un oscillo)

Champ magnétique généré par une bobine de longueur  $l$  contenant  $N$  spires et parcourue par un courant d'intensité  $i$  :  $\vec{B} = \frac{\mu_0 N i}{l} \vec{e}_z$

## 1 Loi de Faraday

Soit un circuit électrique orienté placé dans un champ magnétique uniforme. On définit le flux magnétique comme  $\phi = \iint_S \vec{B} \cdot \vec{S}$  où  $\vec{S}$  est le vecteur surface de la spire. L'unité du flux magnétique est le Weber (We) où  $1We = 1T.m^2$

Une variation de  $\phi$  entraîne une force électromotrice (fem) dans le circuit :

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

Schéma électrique équivalent en convention générateur

$e$  s'exprime en V -> origine de l'induction -> retour sur l'expérience de Faraday (intensité variable = champ B variable donc existence d'une fem)

Loi de modération de Lenz

Deux manières de générer de l'induction : - Champ magnétique variable - Circuit mobile

## 2 Induction de Neumann

### 2.1 Auto-induction

Circuit fixe dans un champ magnétique variable

Une bobine parcourue par un courant va générer un champ magnétique variable. Il va donc générer une force électromotrice dans la bobine. C'est le phénomène d'auto-induction.

Auto-induction : Un circuit électrique filiforme parcouru par un courant d'intensité  $i$  crée à travers lui-même un flux magnétique propre proportionnel à  $i$   $\phi_{propre} = Li$

Schéma bobine Calcul de la fem :

$$\phi_{propre} = N \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{\mu_0 N^2 i}{l} S$$

Donc  $L = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$  ne dépend que de la géométrie de la bobine. Pour un circuit fixe, L est donc constant et ainsi  $e = -\frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$

On retrouve bien la tension aux bornes d'une bobine tel qu'on la connaît en électronique.

Application de la loi de Lenz lorsqu'on impose un échelon de tension à une bobine.

## 2.2 Induction mutuelle

Manip de mesure du coefficient d'inductance mutuelle pour deux bobines accolées

Cas de l'électronique où deux bobines sont en série

## 2.3 Principe du transformateur

Deux bobines enroulées autour d'un ferromagnétique pour guider les lignes de champ et donc avoir une induction mutuelle maximale.

Manip de mesure du coefficient d'inductance mutuelle pour deux bobines accolées

Application dans les chargeurs de portable pour transformer le 220V d'EDF en une tension plus faible (5V)

# 3 Induction de Lorentz

## 3.1 Force de Laplace

Circuit mobile dans un champ magnétique fixe Rails de Laplace -> schéma et principe

Expression de la force de Laplace

## 3.2 Freinage électromagnétique

Application au freinage magnétique Montrer le principe du fonctionnement

# Expérience quantitative

## Objectif de l'expérience

Mesurer l'inductance mutuelle de deux bobines collées avec et sans noyau ferromagnétique

## Matériels

- Bobines (500/250 spires)
- GBF
- Étrier pour bobine
- RLC-mètre
- Voltmètre
- Ampèremètre

## Protocole

Mesurer les résistances et les inductances propres de chaque bobine au RLC-mètre Envoyer un signal à 1kHz dans une bobine et mesurer l'intensité envoyée Mesurer la tension aux bornes de la seconde bobine collée à la première Calculer l'inductance mutuelle et le coefficient de couplage Refaire les étapes pour le cas où les bobines sont dans l'étrier

## **Précautions expérimentales**

Bien penser à mesurer les inductances loin de tout appareil pouvant générer un champ magnétique  
Mesurer les inductances propres dans l'étrier séparément