

TP17 : Induction électromagnétique

MP 2025-2026, Lycée Baimbridge

2 février 2026

Matériel

Multimètre, ampèremètre, GBF, deux bobines, boîte à décades de résistances, condensateurs, oscilloscope, fils.

Objectif

Mettre en évidence le phénomène d'induction via un couplage entre deux bobines. Etudier sa conséquence sur le comportement d'oscillateurs et de filtres.

Compétences évaluées

- Mesurer une fréquence de résonance
- Évaluer rigoureusement des incertitudes de mesure
- Confronter les résultats expérimentaux aux expressions théoriques.

Consignes pour le compte rendu de TP :

- *Décrire le protocole expérimental utilisé*
- *Utiliser un maximum de schémas*
- *Apporter un soin particulier aux chiffres significatifs et au traitement des incertitudes*
- *Si la question n'est pas aboutie, indiquer tout de même ce que vous avez fait, vos mesures, et ce que vous auriez fait si vous aviez eu plus de temps*
- *Ne pas y passer trop de temps, vous êtes avant tout là pour manipuler !*

1 Couplage mutuel entre deux inductances

On souhaite étudier le phénomène d'induction électromagnétique entre deux bobines. Pour cela, on placera les deux bobines l'une contre l'autre de sorte à ce que le champ magnétique créé par l'une traverse l'autre. Pour que le couplage reste constant au cours du TP, il est indispensable de maintenir les deux bobines dans la même position durant la totalité du TP.

On note n le nombre de spires par unité de longueur des bobines, ℓ leur longueur et R leur rayon.

□ 1 – Rappeler la définition de l'inductance L d'une bobine. En utilisant le cours de magnétostatique, montrer que :

$$L = \pi \mu_0 n^2 \ell R^2 \quad (1)$$

□ 2 – Montrer que la circulation d'un courant i_1 à travers la bobine 1 génère une tension u_2 aux bornes de la bobine 2 telle que :

$$u_2 = M \frac{di_1}{dt} \quad (2)$$

et montrer que $M = \sqrt{L_1 L_2} = L$ dans le cadre du modèle du solénoïde infini.

Dans toute la suite du TP on prendra $L_1 = L_2 = L$. Il convient de ne pas déplacer les bobines, sinon le coefficient M de couplage va changer !

□ 3 – Proposer un protocole simple permettant d'estimer M , uniquement à partir des bobines, d'un GBF et d'appareils de mesure, et le mettre en oeuvre. *Plusieurs méthodes sont possibles.*

2 Mesure à l'aide d'un filtre RLC

□ 4 – Quelle est l'inductance équivalente si on branche les deux bobines en série dans le même sens ? Dans un sens opposé ?

□ 5 – On étudie les deux filtres RLC suivants : Quelle est la fréquence de résonance de chacun des deux circuits ? Que peut-on dire du déphasage entre u_E et u_R à la résonance ?

□ 6 – En déduire un protocole de mesure du coefficient de couplage des deux bobines, noté M .

□ 7 – Réaliser le montage avec une résistance faible (environ $100\ \Omega$) et une capacité permettant d'avoir une fréquence de résonance de quelques kHz.

□ 8 – Déterminer expérimentalement M et son incertitude. Commenter l'écart à la valeur obtenue avec le modèle du solénoïde infini.

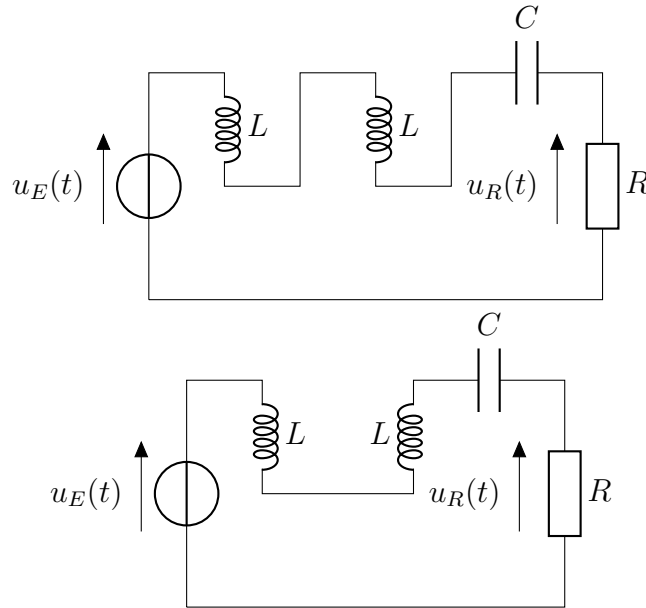


FIGURE 1 – Circuits RLC à réaliser pour déterminer le coefficient d'inductance mutuelle.

3 Oscillateurs couplés

On s'intéresse désormais au circuit suivant en régime libre :

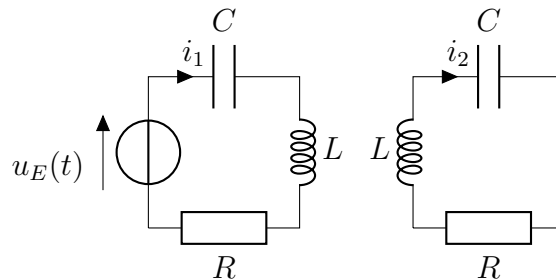


FIGURE 2 – Circuits RLC à réaliser pour déterminer le coefficient d'inductance mutuelle.

□ **9** – Montrer que, en régime libre ($u_E = 0$) les intensités satisfont les équations différentielles suivantes :

$$LC \frac{d^2 i_1}{dt^2} + MC \frac{d^2 i_2}{dt^2} + RC \frac{di_1}{dt} + i_1 = 0 \quad (3)$$

$$LC \frac{d^2 i_2}{dt^2} + MC \frac{d^2 i_1}{dt^2} + RC \frac{di_2}{dt} + i_2 = 0 \quad (4)$$

□ **10** – En posant $x = i_1 + i_2$ et $y = i_1 - i_2$ montrer que x et y sont solutions de systèmes du second ordre dont on donnera les deux fréquences propres.

□ **11** – Réaliser le montage. On observera la tension aux bornes des résistances qui est proportionnelle aux courants i_1 et i_2 . Pour observer le régime libre, on impose pour $u_E(t)$ un créneau de faible fréquence (environ 100 Hz), d'amplitude maximale $V_{\max}$ et tel que $V_{\min} = 0$. Régler le déclenchement de l'oscilloscope pour observer le comportement en régime libre (après le passage de $u_E = V_{\max}$ à $u_E = 0$).

□ **12** – Interpréter la courbe observée, et déterminer le coefficient M ainsi que son incertitude ; comparer à la valeur obtenue par la méthode précédente.

□ **13** – On peut également afficher $x = i_1 + i_2$ et $y = i_1 - i_2$ avec le mode Math. Commenter, retrouve-t-on bien le régime libre d'un système du second ordre ?