

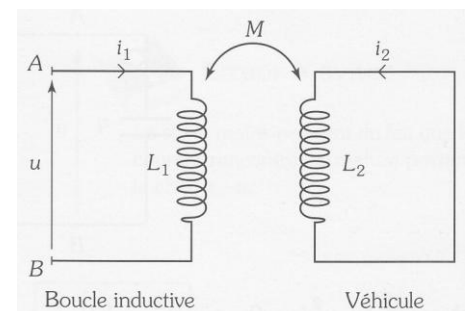
TD révisions PTSI 1 : induction

Questions de cours

1. Décrire un dispositif permettant de réaliser un champ magnétique quasi uniforme.
2. Donner des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans un appareil IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.
3. Calculer le moment magnétique d'une bobine plate carrée de 250 spires, de côté 10 cm, parcourue par un courant de 200 mA.
4. Une tige métallique de masse 30 g peut glisser sans frottements sur deux rails de Laplace écartés de 5 cm, dans une zone où règne un champ magnétique uniforme et stationnaire orthogonal au plan des rails. Lorsqu'on fait passer un courant de 10 A à travers la tige initialement au repos, elle acquiert une vitesse de 12 cm.s^{-1} au bout de 0,50 s. Faire un schéma puis estimer la valeur du champ magnétique.
5. Retrouver l'expression du couple des forces de Laplace exercé sur une spire rectangulaire pouvant tourner autour de son axe lorsque la spire est située dans un milieu où règne un champ magnétique uniforme orthogonal à l'axe de la spire, le champ faisant un angle θ avec le moment magnétique de la spire.
6. Décrire et interpréter des expériences illustrant les lois de Lenz et de Faraday.
7. Evaluer et connaître l'ordre de grandeur de l'inductance propre d'une bobine de grande longueur.
8. Expliquer l'origine des courants de Foucault et en connaître des exemples d'utilisation.

Exercice 1 : Détection par boucle inductive

En milieu urbain, la détection de véhicules par boucle inductive s'est fortement développée. Le capteur est une boucle conductrice d'inductance propre L_1 implantée dans la chaussée, formée de spires de la taille de l'ordre du mètre (dipôle AB parcouru par un courant $i_1(t)$ de la figure ci-contre). Lorsqu'un véhicule passe, des courants de Foucault sont induits dans la carcasse métallique.

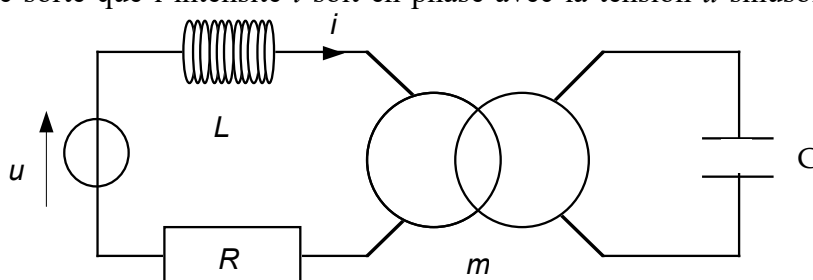


On modélise ce phénomène par un deuxième circuit d'inductance propre L_2 parcouru par l'intensité $i_2(t)$. On note M le coefficient de mutuelle inductance. On négligera la résistance des circuits.

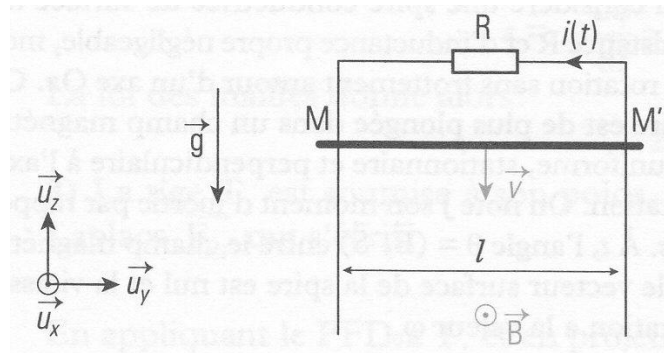
1. Montrer qu'en présence du véhicule, le dipôle AB est équivalent à une inductance propre L' qu'on exprimera en fonction de L_1 , L_2 et M .
2. Cette boucle fait partie d'un circuit électronique oscillant dont la fréquence est fonction de son inductance. Ce circuit est composé d'une capacité C et du dipôle AB . Quelle est la pulsation de résonance ? Calculer sa variation relative en fonction de la variation relative d'inductance.

Exercice 2 : Transformateur idéal

Dans le montage suivant, montrer qu'on peut choisir le rapport de transformation m du transformateur, supposé idéal, de telle sorte que l'intensité i soit en phase avec la tension u sinusoïdale, de pulsation ω , d'amplitude E .



Exercice 3 : Rails de Laplace verticaux



Sur deux rails conducteurs fixes, constitués de deux tiges verticales et parallèles distantes de λ , glisse sans frottement une tige horizontale MM' , de masse m , grâce à deux contacts glissants M et M' . On considère que l'axe Oz du repère est parallèle aux tiges verticales et l'axe Oy est parallèle à la tige MM' .

On négligera les résistances de la tige MM' et des rails, ainsi que le champ propre produit par les courants induits.

On produit un champ magnétique uniforme et permanent $\vec{B}$, normal au plan du circuit formé par la tige MM' et les rails et dirigé suivant $\vec{u}_x$. On note $\vec{g} = -g\vec{u}_z$ l'accélération de la pesanteur.

1. Étudier qualitativement l'évolution du système.

Les extrémités supérieures des rails sont reliées à un résistor de résistance R . La tige MM' est abandonnée sans vitesse à l'instant $t = 0$. On désignera par $i(t)$ l'intensité du courant dans le circuit et par $v(t)$ la norme de la vitesse de la tige, à l'instant t .

2. Déterminer la force électromotrice e induite dans la tige MM' et en déduire l'équation électrique du montage.
3. Établir l'équation mécanique du système.
4. En déduire l'équation différentielle en $i(t)$. Donner la loi d'évolution $i(t)$.
5. Donner la loi d'évolution $v(t)$.
6. Déterminer la puissance des forces de Laplace et l'exprimer en fonction de $i(t)$. Conclure sur la conversion électromécanique.