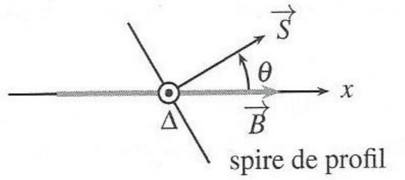
TD MA2 Induction.

$\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ H.m^{-1} Perméabilité absolue du vide



Exercice n°1. Spire en rotation

Une spire circulaire de surface S est en rotation, à la vitesse angulaire constante ω, autour d'un de ses diamètres, qui constitue l'axe Δ. Elle est placée dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B}$, orthogonal à Δ.

1. Etablir l'expression de la f.é.m induite e dans la spire.
2. Sachant que le courant induit vaut i = e/R, où R est la résistance électrique de la spire, établir la valeur du moment magnétique de la spire.
3. En déduire le couple de Laplace instantané puis moyen qui s'exerce sur la spire.

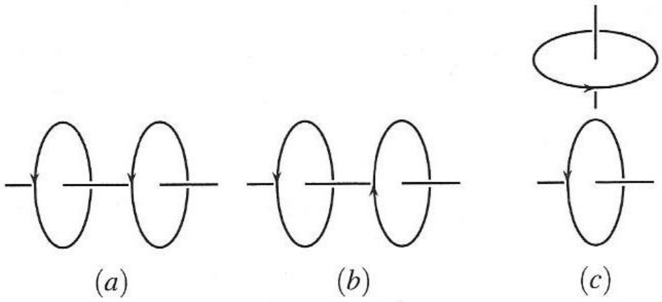
Exercice n°2. Influence du champ terrestre sur un téléphone portable

Un expérimentateur tient son téléphone portable dans sa main. Son bras passe rapidement d'une position horizontale à une position verticale afin d'entrer en communication. On tient compte de la composante horizontale du champ magnétique terrestre, d'environ 2.10^{-5} T.

1. Pourquoi le circuit électronique du téléphone est-il un circuit fermé ?
2. Evaluer l'ordre de grandeur de la f.é.m induite dans le téléphone lors de son déplacement. Commenter. Pour répondre à cette question, l'étudiant est libre de modéliser le phénomène de manière personnelle, mais crédible.

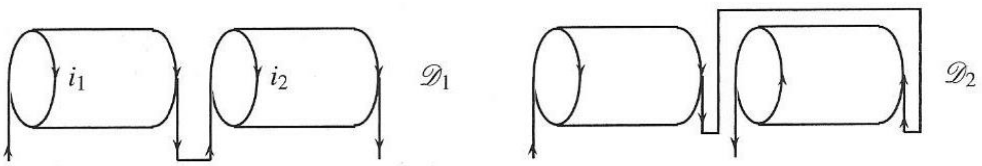
Exercice n°3. Bobines en série M est le coefficient d'inductance mutuelle.

1. Deux spires orientées sont placées suivant trois dispositions (a), (b) et (c). Les spires sont coaxiales dans les cas (a) et (b) et d'axes orthogonaux dans le cas (c). Indiquer le signe de M dans chaque cas.



2. Calculer l'inductance propre d'une bobine de longueur ℓ, comportant N spires de surface S. On précisera clairement les hypothèses de calcul.

3. On dispose de deux bobines circulaires identiques, $\mathscr{B}_1$ et $\mathscr{B}_2$, d'inductance propre L. $\mathscr{B}_1$ est parcourue par le courant d'intensité i_1 et $\mathscr{B}_2$ par i_2. Elles sont placées sur le même axe Δ et sont branchées en série afin de constituer deux nouveaux dipôles, $\mathscr{D}_1$ et $\mathscr{D}_2$. On note M leur mutuelle dans le cas du dipôle $\mathscr{D}_1$.



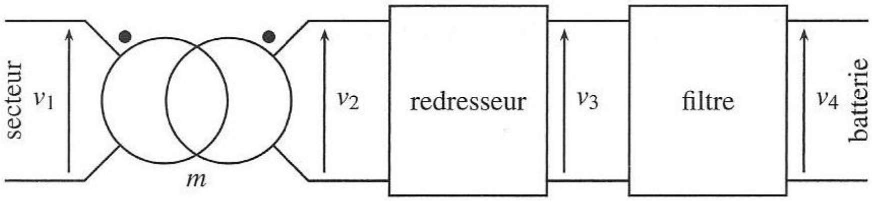
a. Rappeler l'expression du flux passant dans $\mathscr{B}_1$ en fonction de i_1 et de i_2. De même pour le flux dans $\mathscr{B}_2$.

b. Calculer le flux total à travers $\mathscr{D}_1$ et en déduire l'inductance L_{D1} en fonction de M et de L. Même question pour $\mathscr{D}_2$.

c. A quelle condition l'inductance du dipôle est-elle égale à 2L ?

d. Comment augmenter le coefficient d'inductance mutuelle ?

Exercice n°4. Dimensionnement d'un transformateur



On cherche à dimensionner le transformateur utilisé pour recharger un portable. La chaîne d'énergie, logée dans un boitier placé sur le cordon d'alimentation du portable, se compose successivement :

- de l'alimentation EDF du secteur qui délivre la tension $v_1(t) = V_0 \sin(2\pi f_0 t)$, où $f_0 = 50$ Hz et $V_0 = 240$ V,
- d'un transformateur, dont la sortie est $v_2(t) = V_{0,2} \sin(2\pi f_0 t)$, et dont le rapport de transformation est noté m,
- d'un redresseur, montage qui délivre la valeur absolue v_3 de la tension d'entrée v_2,
- d'un filtre moyenneur, dont la sortie v_4 est la valeur moyenne de la tension d'entrée v_3. La batterie du portable est branchée à la sortie, elle requiert une tension de charge constante $v_4 = 12$ V.

1. Que vaut $V_{0,2}$ en fonction de V_0 ?

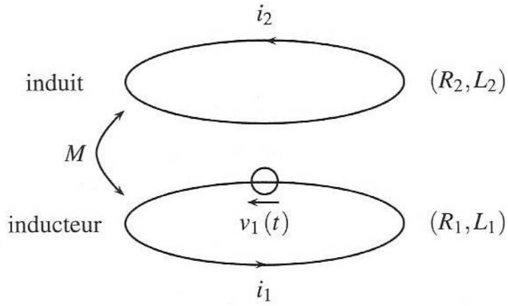
2. Tracer le graphe de la tension $v_3(t)$.

3. Quelle est la nature du filtre utilisé entre v_3 et v_4 (passe-bas, haut, bande...) ? Proposer une valeur pour sa fréquence de coupure.

4. Établir l'expression de la tension v_4 en fonction de V_0.

5. En déduire la valeur de m.

Exercice n°5. Table à induction



L'inducteur est la plaque de cuisson, l'induit est la casserole.
On prend comme fréquence f = 50 Hz (fréquence du secteur).

Le chauffage du fond métallique des récipients de cuisson peut être directement réalisé au moyen de courants de Foucault induits par un champ magnétique variable.

Logé dans une table en céramique, un bobinage, nommé l'inducteur, alimenté en courant sinusoïdal génère ce champ. Le transfert d'énergie électrique s'effectue par induction mutuelle entre ce bobinage et la plaque circulaire assimilable à une spire unique fermée sur elle même, situé au fond d'une casserole.

L'inducteur, de 5 cm de rayon, comporte 20 spires de cuivre de résistance électrique $R_1 = 1,8.10^{-2}\ \Omega$ et d'autoinductance $L_1 = 30\ \mu$H.

La plaque de résistance $R_2 = 8,3$ mΩ et d'autoinductance $L_2 = 0,24\ \mu$H, nommée l'induit, est assimilable à une spire unique refermée sur elle-même. L'inducteur est alimenté par une tension $v_1(t)$. L'ensemble plaque (induit) – inducteur se comporte comme deux circuits couplés par une mutuelle M.

1. Écrire les équations électriques relatives aux deux circuits (équations de couplage entre i_1 et i_2).

2. En déduire l'expression littérale du rapport des amplitudes complexes $\dfrac{\underline{I}_2}{\underline{I}_1}$.

3. En déduire l'expression littérale de l'impédance d'entrée complexe du système : $\underline{Z}_e = \dfrac{\underline{V}_1}{\underline{I}_1}$.

4. On choisit ω telle que $R_1 \ll L_1\omega$ et $R_2 \ll L_2\omega$. Simplifier les deux expressions littérales précédentes, puis effectuer le calcul numérique de leur module, sachant que l'inductance mutuelle est estimée à $M = 2\ \mu$H.

5. On soulève la casserole ; on demande un raisonnement purement qualitatif. L'amplitude du courant i_1 appelé par l'inducteur augmente-t-il ou décroît-il ?