

TRAVAUX DIRIGÉS EM₂**Conseils pour ce TD :**

- Connaitre le cours et les applications.
- Faites un schéma mécanique et le schéma électrique équivalent.
- Soyez extrêmement prudent sur les orientations et les signes.

Exercice 1 : Importance de l'auto induction

On considère deux bobines concentriques que l'on assimilera à des bobines de longueur infinie. Les bobines ont pour rayon r_1 et r_2 avec $r_1 < r_2$. On branche un générateur de courant sinusoïdal ($I = I_0 \cos \omega t$) aux bornes de la première bobine et un oscilloscope d'impédance d'entrée infinie aux bornes de la deuxième. Le courant est orienté de la même façon dans les deux bobines. Les bobines ont pour résistance interne $R = 2 \Omega$ et ont chacune $N = 100$ spires réparties de façon homogène sur $L = 10$ cm de long.

1. Quel est le champ au sein du solénoïde 1 ?
2. Calculer la tension $e(t)$ mesurée par l'oscilloscope.
3. Supposons que l'on impose le courant $e(t)/R$ dans la deuxième bobine quel serait le champ magnétique créé par cette bobine ?
4. pour imposer $e(t)/R$, suffit-il de mettre un fil à la place de l'oscilloscope ? pourquoi ?
5. Comparer la valeur maximale du champ obtenu à la question 1 et à la question 3, faut-il prendre en compte ou négliger le champ créé par la deuxième bobine lors du calcul de la force électromotrice aux bornes de la deuxième bobine si on branche un fil à la place de l'oscilloscope ? On prendra $\pi r_1^2 = 0,1 \text{ dm}^2$ et $\omega = 300 \text{ rad/s}$.

Exercice 2 : Spire autour d'un solénoïde

Un solénoïde de rayon $R_1 = 2$ cm, constitué de $n = 10$ spires par cm, est alimenté par un générateur de force électromotrice $U = 30$ V. La résistance interne du générateur est de $1,2 \Omega$ et celle du fil du solénoïde est $6,8 \Omega$. Une spire conductrice de rayon $R_2 = 4$ cm, est placée autour du solénoïde ; elle a le même axe que celui-ci.

1. Quel est le flux magnétique à travers la spire ?
2. Par modification du circuit alimentant le solénoïde à la date $t = 0$, l'intensité du courant qui le traverse décroît au cours du temps selon la loi $i(t) = i_0 \exp(-\frac{t}{\tau})$. Quelle est l'unité de τ ?
3. Quelle est la force électromotrice dans la spire $t > 0$?

Exercice 3 : Plaque à induction

La chauffage d'une casserole 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 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, située au fond d'une casserole / L'inducteur, de 5 cm de rayon, comporte 20 spires de cuivre de résistance électrique $R = 1,8 \cdot 10^{-2} \Omega$ et d'autoinductance $L_1 = 30 \mu\text{H}$. La plaque de résistance $R_1 = 8,3 \text{ m}\Omega$ et d'autoinductance $L_1 = 0,34 \mu\text{H}$, nommé l'induit. L'inducteur est alimenté par une tension sinusoïdale $v_1(t)$. L'ensemble induit/inducteur se comporte comme deux circuits couplés par une mutuelle M .

1. Écrire les équations électriques relatives aux deux circuits.
2. En déduire l'expression littérale du rapport des amplitudes complexes $\frac{I_2}{I_1}$.
3. En déduire l'expression littérale de l'impédance d'entrée complexe du système $Z_e = \frac{V_1}{I_1}$.
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 $M = 2 \mu\text{H}$.
5. On soulève la casserole. L'amplitude du courant i_1 appelé par l'inducteur augmente-t-il? (on répondra par raisonnement purement qualitatif).

Exercice 4 : Dimensionnement d'un transformateur

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

- de l'alimentation EDF du secteur qui délivre la tension $v_1(t) = V_0\sqrt{2}\sin(2\pi f_0 t)$, où $f_0 = 50$ Hz et $V_0 = 230$ 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_2 de la tension d'entrée v_2 (pont de diodes)
 - 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 et un circuit simple correspondant.
 4. Établir l'expression de la tension v_4 en fonction de V_0 .
 5. En déduire la valeur de m .