

# TD 30 – Induction, aspects électriques

## 1.

### 30.3 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 f.é.m.  $U = 30$  V. La résistance interne du générateur est de  $1,2 \Omega$  et celle du fil du solénoïde est  $6,8 \Omega$ . Une spire conductrice  $\mathcal{S}$ , 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  $i(t) = i_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$ . Quelle est l'unité de  $\tau$  ?
3. Quelle est la f.é.m. induite dans la spire pour  $t > 0$  ?

## 2. Autoinductance d'un solénoïde

On considère un solénoïde infini : on néglige les effets de bords. Il est de rayon  $R$  et de longueur  $D$ , et contient  $N$  spires.

- a) Rappeler l'expression du champ qu'il crée à l'intérieur lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité  $i$ . L'exprimer avec les données du problème.
- b) En déduire son coefficient d'autoinductance  $L$ . Proposer des valeurs vraisemblables pour obtenir  $L=0,1$  H.

## 3. Transformateur

On branche en sortie, au secondaire, en dérivation avec la tension  $u_2$ , une impédance  $Z_2$  quelconque.

- a) Exprimer la puissance instantanée  $P_{\text{fournie}}$  fournie par le générateur au primaire, en fonction de  $u_1$  et de  $i_1$ , puis en fonction de  $e_1$  et de  $i_1$ .
- b) Exprimer la puissance instantanée  $P_{\text{reçue}}$  reçue par l'impédance  $Z_2$ , en fonction de  $u_2$  et de  $i_2$ , puis en fonction de  $e_2$  et de  $i_2$ .
- c) Le transformateur est supposé parfait : en déduire le rapport  $\frac{i_2}{i_1}$  en fonction du rapport de transformation  $m$ , qui est défini par  $m = \frac{N_2}{N_1} = \frac{e_2}{e_1}$ .
- d) En utilisant les complexes, exprimer  $i_2$  en fonction de  $e_2$  et de  $Z_2$ .
- e) En déduire  $i_1$  en fonction de  $m$ ,  $e_1$  et de  $Z_2$ .
- f) Justifier que le montage complet, transformateur et impédance en sortie, est vu du point de vue de l'entrée comme une impédance  $Z_1 = \frac{1}{m^2} Z_2$  (circuit simple équivalent).

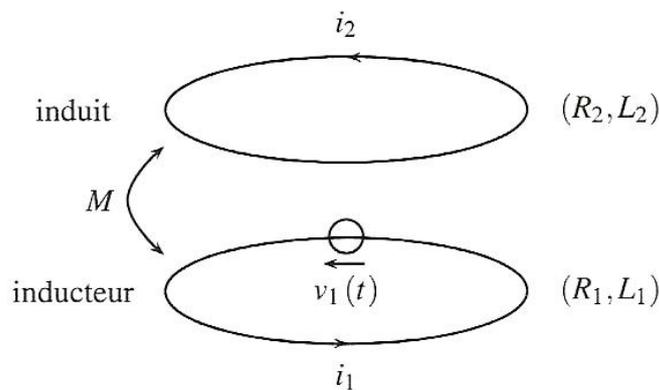
### 30.7 Table à induction (d'après CCP) (★)

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, située au fond d'une casserole.

L'inducteur, de 5 cm de rayon, comporte 20 spires de cuivre de résistance électrique  $R_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \Omega$  et d'autoinductance  $L_1 = 30 \mu\text{H}$ .

La plaque de résistance  $R_2 = 8,3 \text{ m}\Omega$  et d'autoinductance  $L_2 = 0,24 \mu\text{H}$ , 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  $\frac{I_2}{I_1}$ .
3. En déduire l'expression littérale de l'impédance d'entrée complexe du système :  $Z_e = \frac{V_1}{I_1}$ .
4. On choisit  $\omega$  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 plaque à chauffer ; on demande un raisonnement purement qualitatif. L'amplitude du courant  $i_1$  appelé par l'inducteur augmente-t-il ou décroît-il ?