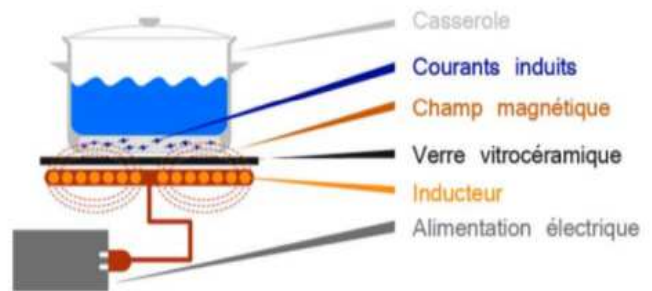


Exercice : Plaque à induction

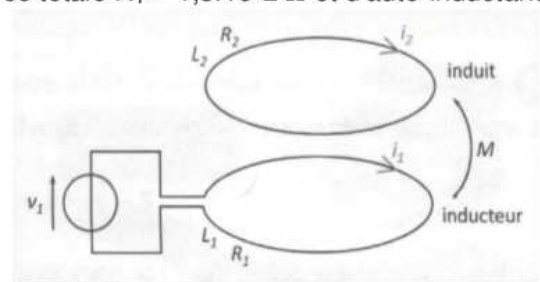
Le chauffage du fond métallique des récipients de cuisson peut être directement réalisé au moyen de courants de Foucault induits par un champ magnétique variable.

Logé dans une plaque en céramique, un bobinage alimenté en courant sinusoïdal génère ce champ.

Ce bobinage est soumis à une tension d'alimentation $v_1(t)$ variable sinusoïdale de valeur efficace $V_1 = 130$ V de fréquence $f = 25$ kHz. Le transfert d'énergie électrique s'effectue par induction mutuelle entre ce bobinage (l'inducteur) et la plaque circulaire formant le fond du récipient (l'induit) assimilable à une spire unique fermée.



L'inducteur comporte 20 spires de rayon $R = 5,0$ cm, de résistance totale $R_1 = 1,8 \cdot 10^{-2} \Omega$ et d'auto-inductance $L_1 = 30 \mu\text{H}$.



L'induit est représenté par une spire unique de résistance $R_2 = 8,3$ m Ω et d'auto-inductance $L_2 = 0,24 \mu\text{H}$. L'ensemble se comporte comme deux circuits couplés par une mutuelle M .

1. Ecrire les équations électriques relatives aux deux circuits (équations de couplage entre les intensités i_1 et i_2 circulant dans chacun d'eux).

2. En déduire l'expression littérale du rapport des amplitudes complexes $\underline{A} = \underline{i}_2 / \underline{i}_1$ ainsi que l'expression littérale de l'impédance complexe d'entrée du bobinage inducteur $\underline{Z}_e = \underline{V}_1 / \underline{i}_1$.

3. Vérifier que la fréquence choisie amène à pouvoir négliger les résistances R_1 et R_2 . Simplifier les expressions

littérales précédentes en conséquence puis effectuer le calcul numérique des modules de A et Z_e sachant que la valeur de mutuelle est estimée à $M = 2,0 \mu\text{H}$.

4. Déterminer alors la puissance dissipée dans les parties résistives du circuit inducteur et du circuit induit.

5. On soulève le récipient. Par un raisonnement qualitatif, déterminer si l'amplitude I_1 du courant appelé par l'inducteur décroît ou augmente.

Plaque à induction

Ex 2

① LDM1: $V_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + \pi \frac{di_2}{dt}$

LDM2: $0 = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + \pi \frac{di_1}{dt}$

RSF \Rightarrow complexes

② RSF $\Rightarrow \underline{V}_1 = \underline{L}_1 (R_1 + j\omega L_1) + \underline{L}_2 \cdot j\omega \pi$

$0 = \underline{L}_2 (R_2 + j\omega L_2) + \underline{L}_1 \cdot \pi j\omega \rightarrow \underline{A} = \frac{\underline{L}_2}{\underline{L}_1} = \frac{-j\omega \pi}{R_2 + j\omega L_2}$

donc $\frac{\underline{V}_1}{\underline{L}_1} = R_1 + j\omega L_1 + \frac{\omega^2 \pi^2}{R_2 + j\omega L_2} = \underline{Z}_e$

③ $|Z_{R2 \max}| = 8 \cdot 10^{-3} \Omega$

$|Z_{L2 \min}| = |Z_{L2}| = \frac{924 \cdot 10^{-9}}{L} \cdot 2\pi \cdot 25 \cdot 10^3 = 40 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-2}$ pas évident? rapport = 5

on suppose que cela est valide \Rightarrow

$\underline{A} = \frac{-\pi}{L_2}$ et

$\underline{Z}_e = jL_1\omega + \frac{\omega^2 \pi^2}{jL_2\omega} = j(L_1\omega - \frac{\omega \pi^2}{L_2}) = j\omega (L_1 - \frac{\pi^2}{L_2})$

AV: $|\underline{A}| = 8,3$
 $|\underline{Z}_e| = 2,1 \Omega$

④ $P_1 = \text{Re}(\underline{Z}_e) \cdot I_1^2 = 0$ (effet Joule négligé!) Approx: $P_1 = R_1 I_1^2 = R_1 \frac{V_1^2}{Z_e^2} = 69 \text{ W} \ll P_2$ en effet
 $P_2 = R_2 I_2^2 = R_2 A^2 I_1^2 = R_2 A^2 \frac{V_1^2}{Z_e^2} = 2,2 \text{ kW}$

avec $I_1 = \frac{V_1}{Z_e}$ \rightarrow Comparaison: plaque électrique 500 < P < 3000 W.

⑤ on soulève la casserole $\Rightarrow \pi$ diminue donc $|Z_e|$ augmente, donc I_1 diminue.
 \leftarrow Sécurité!