Département de physique

Kit d'étude de l'effet d'écran produit par un tube conducteur

Le système comporte un solénoïde destiné à créer un champ d'induction dont les caractéristiques sont : N = 325 ± 1 spires et l = 400 ± 1mm

Il comporte aussi un tube de rayon moyen a = 13.5 mm ± 0.1 mm et d'épaisseur e = 1 mm ± 0.1 mm. On donne $\mu_o = 4.\pi.10^{-7}$ S.I.

Enfin, les mesures de champ sont faites au moyen d'une bobine aux bornes de laquelle on récupère la tension induite.

Voici une photo de l'ensemble du système :

Rappel sur les grandeurs caractéristiques du système :

Si on applique un courant i sinusoïdal dans le solénoïde de longueur l et de N spires et si rien n'est placé dans ce dernier et si on peut se permettre de négliger les effets de bords, le champ longitudinal est donné, en régime harmonique, par :

$$\overline{B_{sol}} = \mu_o . \frac{N}{l} . \bar{i}$$

Si on place le tube de cuivre dans le solénoïde alimenté par le même courant i, on a les caractéristiques suivantes :

- Si on suppose le tube d'épaisseur suffisamment petite devant son rayon, sa résistance R est donnée par

$$R = \frac{1}{\sigma} . \frac{2.\pi.a}{l.e}$$

- Son inductance propre est donnée par

$$\Phi = B.S = L.i \qquad \text{et donc} \qquad L = \mu_o . \frac{\pi.a^2}{l}$$

- La mutuelle entre le solénoïde et le tube est donnée par

$$\Phi_{solén.\to tube} = M.i = \mu_o . \frac{N}{l} .i.\pi.a^2 \qquad \text{soit} \qquad M = \mu_o .N. \frac{\pi.a^2}{l}$$

- La force électromotrice induite dans le tube est donnée par

$$e_{tube} = -\frac{d\Phi_{solén.\to tube}}{dt} = -M. \frac{di}{dt}$$

- En régime sinusoïdal forcé, le courant induit dans le tube est donné par

$$\overline{e_{tube}} = (R + j.L.\omega)\overline{i_t} \qquad \text{soit} \qquad \overline{i_t} = -\frac{j.M.\omega}{R + J.L\omega}.\overline{i}$$

- Ce courant est à l'origine du champ longitudinal B_{tube} dans le solénoïde tel que

$$\overline{B_{tube}} = \mu_o.\frac{\overline{i_t}}{l} = -\frac{\mu_o}{l}.\frac{j.M.\omega}{R + J.L\omega}.\overline{i}$$

- Globalement, dans l'axe du solénoïde, dans le tube conducteur, on a

$$\overline{B_{glob}} = \overline{B_{solén.}} + \overline{B_{tube}} = \mu_o.\frac{N.R}{l}.\frac{R - j.L.\omega}{R^2 + L^2.\omega^2}$$

- En travaillant à courant d'amplitude constante dans le solénoïde, on peut définir le coefficient suivant

$$\alpha = \frac{\left|\overline{B_{solén.}}\right| - \left|\overline{B_{glob}}\right|}{\left|\overline{B_{solén}}\right|} = 1 - \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2.\omega^2}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (\mu_o.a.\pi.e.f.\sigma)^2}}$$