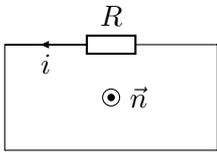


I Quand peut-on négliger l'auto-induction d'un circuit ? \_\_\_\_\_ [●●○]



Dans un circuit siège de phénomènes d'induction produits par un champ magnétique externe, on fait très souvent l'approximation de négliger l'auto-induction (si le circuit ne comporte aucun bobinage). Nous allons voir ici sous quelles conditions l'autoinduction est bien négligeable devant la fem induite par le champ externe.

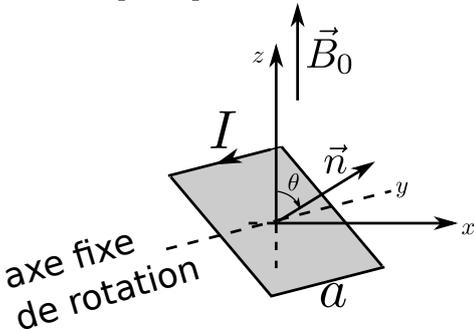
On considère un circuit de surface totale  $S$  et de résistance  $R$ , plongé dans un champ magnétique extérieur  $\vec{B}_{\text{ext}} = B_0 \cos(\omega t) \vec{n}$ .

- 1 - Commençons par ne prendre en compte que la f.é.m. induite par le champ  $\vec{B}_{\text{ext}}$ .  
Calculer le flux de ce champ au travers du circuit, en déduire le schéma électrique équivalent puis l'expression de l'intensité  $i$ .
- 2 - Considérons en plus le phénomène d'auto-induction. On note  $L$  le coefficient d'inductance propre du circuit. Exprimer le flux magnétique au travers du circuit et représenter le schéma électrique équivalent.  
Établir l'équation différentielle vérifiée par  $i$ .  
On passe en notation complexe pour la résoudre. On utilisera le fait que  $\sin(x) = \cos(\pi/2 - x) = \cos(x - \pi/2)$ . Donner alors l'expression de  $\dot{i}$ .
- 3 - Soit  $e_{\text{ext}}$  la fem induite par le champ extérieur et  $e_L$  celle induite par l'autoinductance.  
On pose  $\underline{H} = \frac{e_L}{e_{\text{ext}}}$ . Donner son expression.  
En déduire à quelle condition sur la fréquence la f.é.m. auto-induite est négligeable.
- 4 - En proposant des ordres de grandeur raisonnables, indiquer pour quelles fréquences on peut négliger l'autoinductance devant la fem externe pour un circuit de TP composée d'une seule boucle de fil.  
On donne l'autoinductance d'un circuit circulaire de diamètre  $D$ , avec un fil de diamètre  $d$  :

$$L = \mu_0 \frac{D}{2} \left( \ln \frac{8D}{d} - 2 \right). \quad (1)$$

II Boucle et moment magnétique \_\_\_\_\_ [●○●]

On considère une spire de courant plane de forme carrée. On note  $a$  la longueur du côté, et  $i$  l'intensité du courant qui la parcourt.



- 1 - Donner l'expression du moment magnétique  $\vec{m}$  associé à cette boucle de courant.
- 2 - Cette spire est placée dans un champ magnétique extérieur  $\vec{B}_0$  (cf schéma). Donner l'expression du couple qu'elle subie. On introduira l'angle  $\theta$  entre  $\vec{n}$  et  $\vec{B}_0$ .
- 3 - Donner également l'expression du flux du champ magnétique à travers la spire.
- 4 - On suppose qu'on force la rotation de la spire de courant autour de son axe, avec une vitesse angulaire  $\omega$  constante. Expliquer pourquoi il y a un courant induit  $i$  dans la spire.  
Donner son expression en fonction de  $\omega$ ,  $a$ ,  $B_0$  et  $R$  la résistance électrique de la spire.
- 5 - En utilisant la question 2, donner l'expression du couple de Laplace s'exerçant sur la spire. Commenter son signe.