

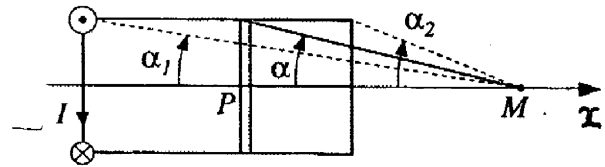
ESIM MP 1

Partie I. Le moteur synchrone

I.1. Le solénoïde :

Un solénoïde d'axe Ox , de longueur L , est constitué d'un bobinage serré modélisé par N spires circulaires de rayon a et parcourues par un courant d'intensité I .

Les extrémités du solénoïde sont vues à partir d'un point M de son axe sous des angles α_1 et α_2 (orientés positivement dans le sens indiqué sur la figure).



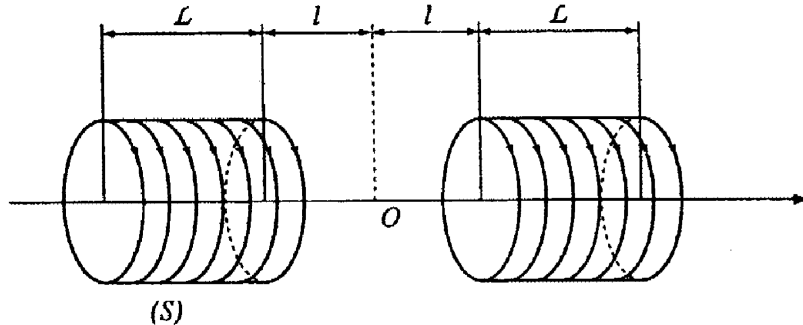
On rappelle que le champ magnétique $\vec{B}(M)$ créé par le solénoïde au point M est donné par l'expression

$$\vec{B}(M) = \frac{B_i}{2} (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) \vec{u}_x$$

où $\vec{u}_x$ est le vecteur unitaire de l'axe Ox .

I.1.a) A quelle limite, à justifier, correspond B_i ? Donner, sans calcul, l'expression de B_i en fonction de la perméabilité du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$ et des données de l'énoncé.

Un système (S) est constitué de l'association de deux solénoïdes identiques au précédent et coaxiaux ; leurs faces en regard sont distantes de $2l$. Ils sont montés en série de telle sorte que le courant d'alimentation d'intensité I y circule dans le même sens.



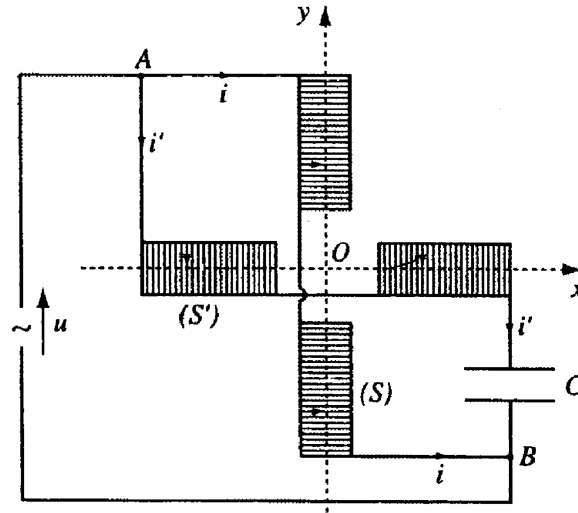
I.1.b) Montrer que le champ au centre O du système (S) peut, en module, se mettre sous la forme $B = kI$

où k est un coefficient à exprimer en fonction des caractéristiques géométriques du système. Applications numériques. Calculer k pour $L = 7 \text{ cm}$; $l = 5 \text{ cm}$; $a = 3 \text{ cm}$; $N = 800$.

En déduire la valeur de B lorsque $I = 4 \text{ A}$.

I.2. Production d'un champ tournant

On met en place deux systèmes (S) et (S') identiques au précédent selon la disposition de la figure ci-dessous : les axes Oy de (S) et Ox de (S') sont orthogonaux et se coupent en O , milieu commun. Chaque système a une résistance électrique totale R et une inductance totale L .



Entre les points A et B sont branchés en parallèle :

- un générateur de tension de force électromotrice sinusoïdale : $u(t) = U\sqrt{2} \cos \omega_0 t$
- le système (S)
- le système (S') monté en série avec un condensateur de capacité C .

I.2.a) A tension $u(t)$ donnée, prévoir qualitativement le rôle de la capacité C sur le courant $i'(t)$ dans (S') par rapport au courant $i(t)$ dans (S) . Comment évolue au point O l'extrémité du champ magnétique total dans le plan xOy ?

I.2.b) Déterminer, en utilisant la méthode complexe (grandeurs à souligner), les intensités instantanées réelles $i(t)$ et $i'(t)$ sous la forme :

$$i(t) = I\sqrt{2} \cos (\omega_0 t - \varphi) \quad \text{et} \quad i'(t) = I'\sqrt{2} \cos (\omega_0 t - \varphi')$$

et donner les expressions des intensités efficaces I et I' ainsi que de $\tan \varphi$ et $\tan \varphi'$.

I.2.c) En supposant R et ω_0 imposées, exprimer L et C (en fonction de R et ω_0) pour satisfaire la double condition : $I = I'$ et $\varphi = \varphi' - \pi/2$.

Que valent dans ces conditions I , I' (en fonction de U et R), φ et φ' ? Peut-on alors préciser la réponse à la question **I.2.a)** ?

I.2.d) Application numérique. Calculer L et C sachant que $R = 25,1 \, \Omega$ et $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 50 \, \text{Hz}$; que valent alors numériquement I et I' sachant qu'en plus $U = 110 \, \text{V}$?

I.2.e) Déterminer dans les conditions du **I.2.c)** le vecteur représentant le champ magnétique $\vec{B}$ au point O en notant B_0 son module (à exprimer en fonction de k , U et R) et $\vec{u}_x$ et $\vec{u}_y$, les vecteurs unitaires des deux axes.

A quelle fréquence ce champ tourne-t-il dans le plan xOy ?

Quelle est la valeur numérique de B_0 avec les conditions précédentes ?

I.3. Entraînement de la pièce mobile :