

Examen Final	: EL48 – P2017
Durée	: 2 heures.
Documents	: non autorisés sauf une feuille A4 manuscrite, recto

Exercice 1.

La Figure1 Représente la section longitudinale d'un électroaimant plongeur cylindrique. Le plongeur est cylindrique, ayant une masse M , peut se déplacer uniquement dans la direction verticale. Le déplacement vertical du plongeur est assuré par deux anneaux de guidage en laiton d'épaisseur g et diamètre moyen d . Le système est conçu tel que l'épaisseur de l'entrefer reste constante à une valeur g .

La perméabilité du laiton est la même que celle du vide, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}(\text{H/m})$. On considère qu'à l'extérieur du matériau ferromagnétique du dispositif, le flux magnétique se ferme exclusivement dans l'entrefer. On considère la bobine à $N=100$ spires et le courant $i=10$ (A).

Les dimensions de l'actuateur sont :

$g=2.0$ (mm) ; $d=35$ (mm) ; $a=25$ (mm) ; $h=55$ (mm)

On considère la perméabilité du noyau fixe et de la partie mobile d'une valeur infinie ($\mu \rightarrow \infty$).

La variable x donne la position du plongeur mobile. On considère l'étude du dispositif pour $0 < x < a$.

Questions :

- 1) Analyse de la géométrie :
 - a. L'actuateur présente une symétrie axiale de révolution ; préciser l'axe de révolution. Représenter sur un dessin l'axe de révolution ainsi que les deux surfaces planes, qui par leur rotation de 360° autour de l'axe de symétrie engendrent les circuit ferromagnétique mobile (plongeur cylindrique) ainsi que le circuit ferromagnétique fixe de l'actuateur. Sur cette figure représenter le bobinage. Suggestion : utiliser cette figure pour l'analyse ultérieure du champ magnétique.
 - b. En maximum 3 minutes faire un essai d'une représentation tridimensionnelle de l'actuateur (la qualité graphique n'est pas exigée)
 - c. On observe deux entrefers : un entrefer supérieur et un entrefer inférieur. Préciser quel entrefer présente une surface variable pour un x variable ($0 < x < a$).
- 2) Déterminer l'expression de l'intensité du champ magnétique, H_{gs} et celle de l'induction B_{gs} dans l'entrefer supérieur. Calculer les valeurs de H_{gs} et B_{gs} pour un déplacement $x=20$ (mm).
- 3) déterminer l'expression du flux magnétique fasciculaire, φ , dans le noyau ferromagnétique et celle du flux magnétique total dans la bobine, Φ . Calculer les valeurs de φ et Φ pour un déplacement $x=20$ (mm)
- 4) Déterminer l'expression de l'inductance de la bobine, L . Calculer L pour un déplacement $x=20$ (mm)
- 5) Déterminer l'expression de la coénergie magnétique W^*
- 6) Déterminer l'expression de la force magnétique dans la direction de déplacement, F_m . Calculer F_m pour un déplacement $x=20$ (mm). Commenter la signification du signe de la force F_m .
- 7) Représenter graphiquement l'évolution du F_m pour $0 < x < a$

Hypothèses :

- La perméabilité de l'acier composant le circuit ferromagnétique fixe et mobile est considéré infinie.
- Dans le calcul de la surface de deux l'entrefers on peut considérer que $g \ll d$

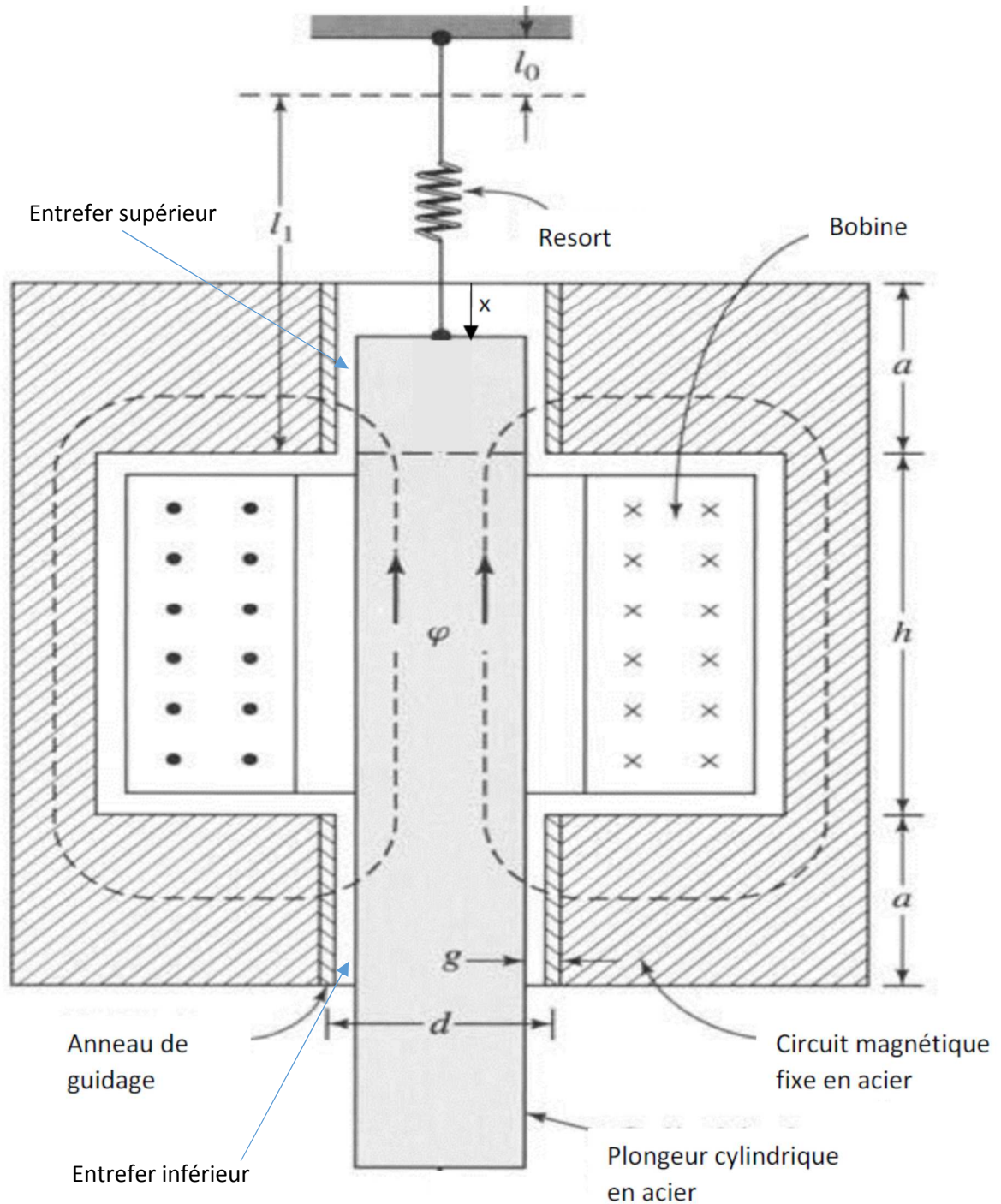


Figure1

EXERCICE SUR LA MACHINE SYNCHRONES (A DJERDIR) (9 points)
(Alimentation électrique d'un Airbus A320)

En vol, la génération électrique est assurée par deux alternateurs principaux de 90 kVA qui délivrant un système triphasé de tensions 230V/400 V, 400 Hz. La fréquence est maintenue constante grâce à une régulation hydraulique de la vitesse de rotation des alternateurs. On s'intéressera aux turboalternateurs principaux on fera l'étude en fonctionnement non saturé. Le réseau de bord d'un avion est alimenté en 400 Hz. Pour l'Airbus A320 le constructeur donne :

Tension nominale V_n / U_n	230V/ 400V
Nombre de phases	3
Puissance apparente nominale S_n	90kVA
Fréquence nominale f_n	400 Hz
Vitesse de rotation nominale n_n :	12000 tr/min
Facteur de puissance	0,75
Résistance d'induit (par phase) r	10 mΩ

L'induit est couplé en étoile. On a effectué deux essais à vitesse nominale constante : n_n

- **Essai en génératrice à vide :** n a modélisé la caractéristique à vide E_v : la valeur de la f.e.m induite à vide dans un enroulement en fonction de I_e l'intensité du courant inducteur par l'équation : $E_v = 10,8.I_e$.
- **Essai en court-circuit :** dans le domaine utile, la caractéristique de court circuit est la droite d'équation $I_{cc} = 4,4.I_e$, I_{cc} est la valeur efficace de l'intensité de court circuit dans un enroulement de stator.

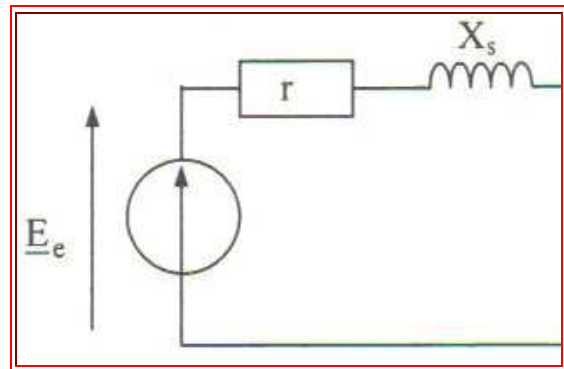
1) En fonctionnement nominal :

a) Calculer la pulsation des tensions de sortie de l'Alternateur.

b) Déterminer le nombre de paires de pôles de la machine.

c) Calculer la valeur efficace du courant d'induit nominal I_n .

2) On suppose que l'alternateur est non saturé, et pour décrire son fonctionnement on utilise le modèle équivalent par phase représenté ci-dessous.



a) Calculer l'impédance synchrone Z_s de l'alternateur.

b) En déduire la réactance synchrone X_s .

3) Dans ce qui suit on négligera l'influence des résistances statoriques r .

a) Déterminer l'intensité I_{e0} du courant inducteur pour un fonctionnement à vide sous tension nominale.

b) La charge est triphasée équilibrée de nature inductive, l'alternateur fonctionne dans les conditions nominales, il débite son courant nominal $I_n = 130.4A$. Pour un $\cos \varphi = 0.6$, représenter sur votre feuille le diagramme vectoriel des tensions et en déduire la valeur de la F.e.m induite E_{0n} .

c) Déterminer la valeur du courant d'excitation I_{en} qui permet de maintenir $V = 230V$ pour un fonctionnement à $\cos \varphi = 0.6$.