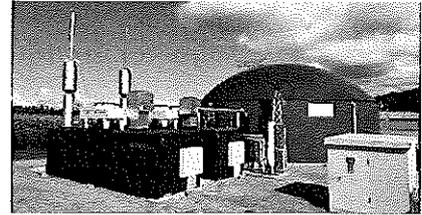


Examen Final : EL48 – A2024.  
 Durée : 1h45 heures.  
 Documents : non autorisés

**EXERCICE 1 : Alternateur d'une centrale biogaz. (7p)**



On considère un alternateur triphasé, à excitation constante, entraîné par une turbine. Cet alternateur tourne à vide à la vitesse  $N = 1\,500$  tr/min et délivre alors un système de tensions triphasées de tension simple  $V_0 = 230$  V et de fréquence 50 Hz. La résistance d'un bobinage du stator est connue :  $R = 1\Omega$

- 1) Calculer le nombre de pôles de l'alternateur.
- 2) On connecte sur cet alternateur une charge équilibrée résistive consommant une puissance  $P = 2$  kW. La tension aux bornes des charges chute alors à la valeur  $V = 220$  V. Calculer la valeur du courant de ligne circulant sur chaque phase.
- 3) Calculer la valeur de la puissance fournie par la turbine et le rendement de l'alternateur.
- 4) La turbine fournit, pour cette puissance un couple moteur :  $C_m = 13,3$  Nm. Calculer alors la vitesse de rotation du moteur. En déduire la pulsation et la fréquence des tensions et des courants produits. Ces résultats sont-ils normaux ?
- 5) Représenter le schéma monophasé équivalent à l'alternateur sur charge résistive. On appellera  $L_s$  l'inductance synchrone de l'alternateur et on précisera la convention courant-tension choisie. Exprimer la relation de maille reliant les grandeurs électriques en notation complexe.
- 6) Représenter le diagramme de Fresnel relatif à cette équation de maille.
- 7) Calculer alors la valeur de l'inductance synchrone :  $L_s$ .

**Exercice 2 : Aimant de relevage (7p)**

Un aimant de relevage est présenté dans la figure 1.

L'aimant a deux pôles, chacun ayant les dimensions : largeur  $w=10$  cm et profondeur  $D=10$  cm. La surface de l'entrefer correspondant à un pôle est  $S_g=w \times D= 0.01$  m<sup>2</sup>. L'aimant a une bobine de  $N=100$  tours, alimentée par une source de courant  $I=16$  A.

Les matériaux de l'aimant de relevage, ainsi que celle de la corp levée sont considérés d'une perméabilité infinie.

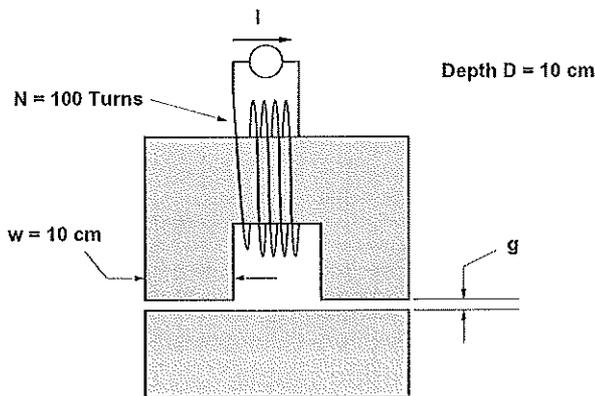


Figure1

Dans ce problème, nous considérons la relation suivante  $\frac{1}{\mu_0} = 800\,000 \left(\frac{m}{H}\right)$ .

- 1) déterminer l'expression de l'induction magnétique dans l'entrefer,  $B_g$ . Calculez cette valeur pour un entrefer  $g = 1$  mm.
- 2) déterminer l'expression de la force magnétique,  $F_m$ , puis, en utilisant le résultat précédent, donnez l'expression de la force magnétique rapporté à la surface totale de l'entrefer, sous les deux pôles ( $A = 2 \times S_g$ ), comme fonction de  $\mu_0$ ,  $B_g$  que nous pouvons appeler **pression magnétique**,  $p_m$ .
- 3) Si l'entrefer  $g = 1$  mm, calculez la force magnétique de relevage.

**Exercice 3 : Train à sustentation magnétique (à traiter à la fin s'il vous reste du temps) (3p)**

L'exercice consiste à adapter les résultats théoriques obtenus pour de l'exercice 2, dans un cas d'étude (à traiter à la fin s'il vous reste du temps). La figure 2 montre une image plutôt simpliste d'un véhicule à sustentation magnétique similaire au train « Trans-Rapid » développé en Allemagne. Le but de ce problème est d'examiner deux aspects du support de sustentation magnétique. La voiture est soutenue par deux rails de sustentation, chacun de largeur  $w$  et de longueur  $L$  (non représentés sur l'illustration, mais  $L$  se rapproche de la longueur de la voiture). Le rail stationnaire est fixé sous un système structural qui maintient le tout en place. La voiture porte un circuit magnétique qui consiste en une série de pôles avec des bobines enroulées autour d'eux. Supposons que le nombre de pôles est pair, de sorte qu'il y ait un nombre égal de pôles nord et sud. Les rails ont une largeur  $w$  et vous pouvez supposer que les structures stationnaires et mobiles ont la même largeur. Supposons que les rails et les pôles sont en matériau hautement perméable ( $\mu \rightarrow \infty$ ).

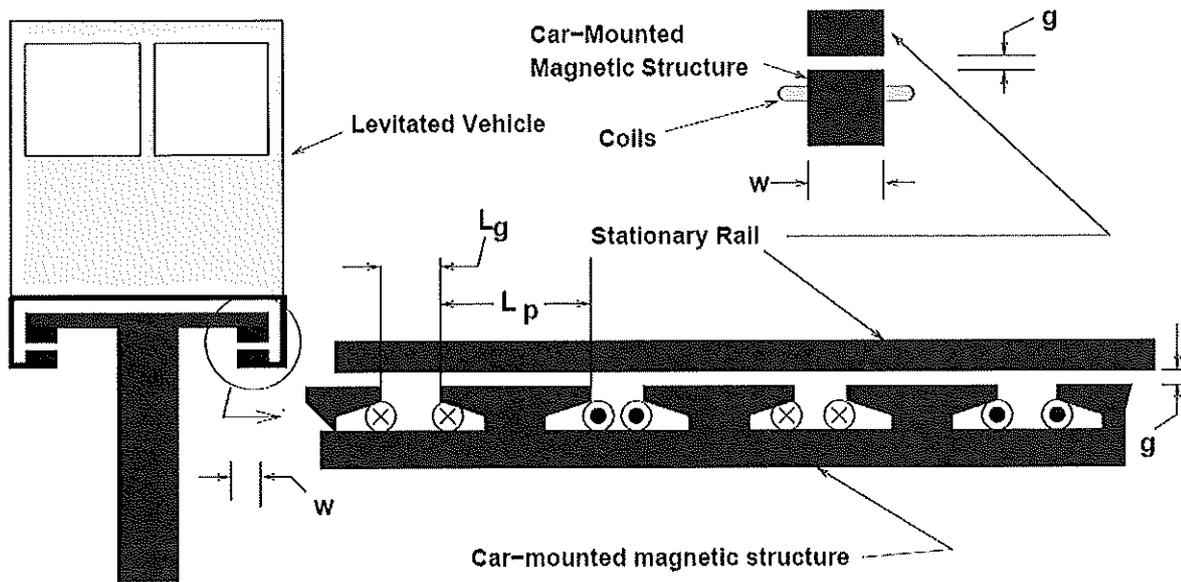


Figure 2

Supposons que la voiture pèse environ 40 tonnes (40 000 kg) et que la longueur active de chacun des deux rails est  $L = 12$  m et la largeur active est  $w = 10$  cm.

Si la voiture doit être suspendue avec un écart d'environ un centimètre ( $g = 0,01$  m), calculez :

- 1) L'induction magnétique  $B_g$  dans l'entrefer  $g$
- 2) quel est le courant requis (NI) dans chaque pôle ?

### QCM actionneurs pour l'automobile (3p)

Q1) À quoi sert une vanne EGR (Exhaust Gas Recovery) ?

- a. À réinjecter des gaz d'échappement dans les chambres de combustion du moteur thermique
- b. À réduire les rejets de NOX
- c. À améliorer la consommation de carburant

Q2) Les affirmations ci-dessous sont-elles vraies ou fausses ?

- a. La circulation du champ magnétique sur un chemin donné est égale à l'intégrale des courants enlacés par le chemin
- b. Les conséquences des effets des phénomènes d'induction électromagnétique amplifient les causes qui les créent
- c. L'induction magnétique est un vecteur à flux conservatif. Cela signifie que le flux magnétique qui rentre dans un volume fermé est égal au flux qui en sort
- d. Un aimant permanent sert à canaliser le flux magnétique
- e. Une tôle magnétique est une source de champ magnétique
- f. L'induction rémanente d'un aimant utilisant des terres rares est de l'ordre de 1 T à 1.4 T selon la nuance d'aimant

