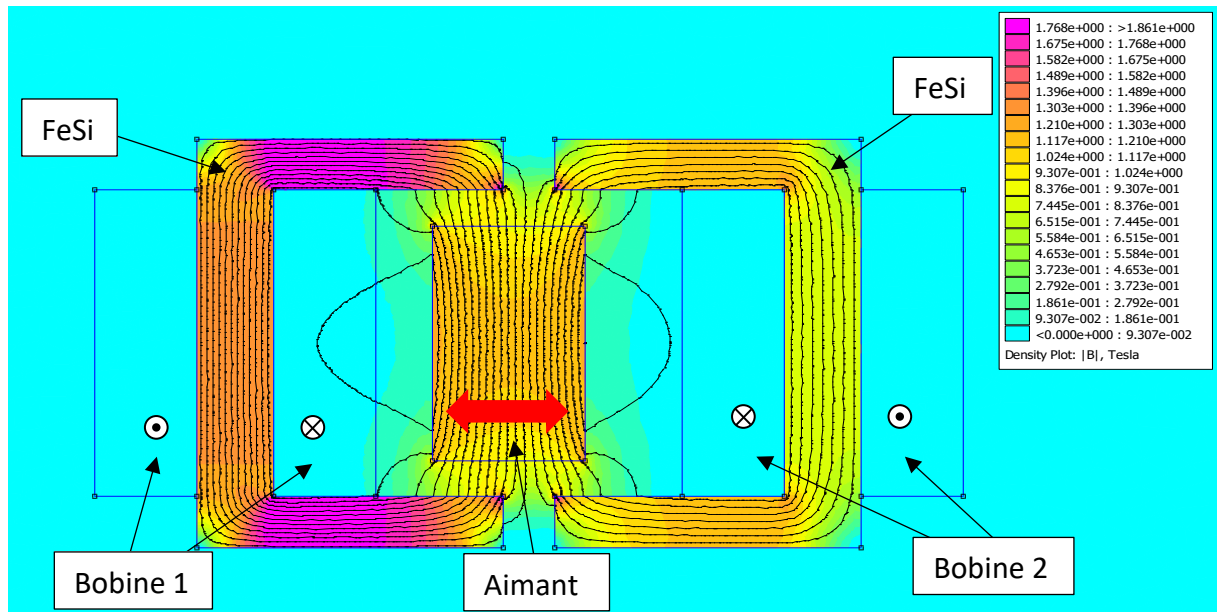


1. Éléments finis (répondre sur la donnée)

(7 pts)



La figure ci-dessus représente la simulation par éléments finis d'un actionneur. La partie mobile se déplace horizontalement (flèche rouge).

- a) De quel type d'actionneur s'agit-il ?.....
Qu'est-ce qui vous permet de l'affirmer ?.....

- b) Quels sont les **trois** phénomènes physiques à considérer avant de pouvoir établir son schéma magnétique équivalent ? Indiquer les effets de ces phénomènes directement sur la figure au moyen d'une flèche et d'une légende (un exemple par phénomène).

- c) Quel matériau est utilisé pour l'aimant **dans cette simulation** (justifier)?

2. Actionneur électrodynamique

(6 pts)

On entraîne la bobine d'un actionneur électrodynamique avec un autre actionneur à une vitesse de $v = 1 \text{ m/s}$ et on mesure une tension induite de mouvement de 12 V aux bornes de la bobine entraînée.

Déterminer la force statique (= à l'arrêt) que peut délivrer cet actionneur si on l'alimente avec un courant continu de 2 A .

3. Inductance propre, calcul de force, actionneur réluctant (8 pts)

On alimente la bobine d'un actionneur réluctant avec un courant alternatif de valeur efficace $I_1 = 1\text{ A}$ et de fréquence $f = 50\text{ Hz}$.

On mesure la tension aux bornes de sa bobine en fonction de la position de sa partie mobile x . **On bloque la partie mobile pour chaque mesure.**

La valeur efficace de la tension obtenue en fonction de la position x peut être approchée par la relation suivante :

$$U(x) = \sqrt{1 + \frac{6.2 \cdot 10^{-7}}{x^2}} \text{ [V]}$$

La position x est mesurée en **mètre** dans cette dernière expression.

La résistance de la bobine est de $R = 1\text{ Ohm}$ et son nombre de spires est de $N = 200$.

On alimente ensuite l'actionneur avec un courant **continu** de $I_2 = 10\text{ A}$, déterminer la force statique en fonction de la position x (on néglige la saturation) et calculer sa valeur numérique pour $x = 1\text{ mm}$.

4. Moteur CC, comportement dynamique (10 pts)

Un moteur à courant continu à aimants ayant les caractéristiques ci-dessous est connecté sur une source de tension U à l'instant $t = 0\text{ s}$.

Résistance R [Ω]

Inertie : J [kg m^2]

Coefficient de tension induite $k_u \hat{\phi}$ [Nm/A]

On suppose que les frottements et **l'inductance propre** du moteur sont **négligeables** et que le moteur est à vide (aucune charge externe).

- Déterminer l'expression de la vitesse stabilisée du moteur $\Omega(t=\infty)$.
- Etablir l'équation de la vitesse $\Omega(t)$, en fonction de $U, R, J, k_u \hat{\phi}$ et du temps t (et uniquement de ces variables) en sachant que $\Omega(t=0) = 0$.
- Représenter graphiquement l'allure de la fonction $\Omega(t)$.

5. Moteur synchrone (8 pts)

Un moteur synchrone à aimants permanents possède les caractéristiques suivantes :

Nombre de phases : 3 (connectées en étoile)

Résistance de phase : $R_s = 1\text{ }\Omega$

Inductance apparente de phase : $L_s = 1\text{ mH}$

Nombre de **paires** de pôles : $p = 2$

On mesure la valeur de crête de sa tension induite de mouvement de phase (phase - neutre) à 6000 t/min : $\hat{U}_i = 12\text{ V}$. Les tensions et les courants sont tous parfaitement sinusoïdaux.

Quelle est la **puissance maximale** que ce moteur peut délivrer à la vitesse de 6000 t/min si on l'alimente avec une tension de phase de valeur de crête $\hat{U} = 14\text{ V}$?

6. Moteur asynchrone (8 pts)

Un entraînement électrique comprenant un moteur asynchrone et une charge mécanique est connecté en **étoile** au réseau triphasé européen :

Tension de **phase U = 230V** fréquence $f = 50\text{Hz}$.

La vitesse du moteur en charge est alors : $n = 2850 \text{ t/min}$.

Le couple que le moteur délivre à la charge mécanique ne dépend pas de sa vitesse :

$M_{\text{charge}} = \text{constante}$

On cherche à déterminer sa vitesse si on connecte l'entraînement (moteur + charge mécanique) en triangle. Pour ce faire, on demande de calculer les **valeurs numériques** des grandeurs suivantes :

- a) La vitesse synchrone (du champ tournant) en t/min du moteur.
- b) Le glissement du moteur en charge lorsqu'il est connecté en étoile.
- c) La tension de phase du moteur lorsqu'il est connecté en triangle.
- d) Le glissement du moteur en charge lorsqu'il est connecté en triangle. **Utiliser l'expression du couple valide pour les petits glissements ($s \rightarrow 0$).**
- e) La vitesse du moteur correspondante (connexion en triangle).

7. Loi de similitude, horlogerie (7 pts)

Un moteur horloger délivre un couple de positionnement (couple lié à l'aimant seul) de $M = 0.4 \mu\text{Nm}$.

Le diamètre extérieur de son aimant est de 1 mm.

Quel serait ce diamètre dans un moteur homothétique délivrant un couple de positionnement double ($0.8 \mu\text{Nm}$) ?