TD EM4 - Conversion électromécanique de puissance (II)

D.Malka – MPSI 2019-2020 – Lycée Jeanne d'Albret

EM1 – Barre conductrice dans un champ magnétique

On considère une barre rectiligne, horizontale de longueur L, de masse m, de résistance négligeable, parcouru par un courant I stationnaire (fig.1). Cette barre est fixée en O par une liaison pivot d'axe Oz et plongée dans un champ magnétique $\vec{B} = B_0\vec{e}_z$ uniforme et stationnaire. Le moment d'inertie de la barre par rapport à Oz vaut $J = \frac{1}{3}mL^2$. Au cours du mouvement, un moment résistant $-\lambda\dot{\theta}$, $\lambda > 0$, par rapport à Oz s'exerce sur la barre. On négligera l'inductance propre du circuit.

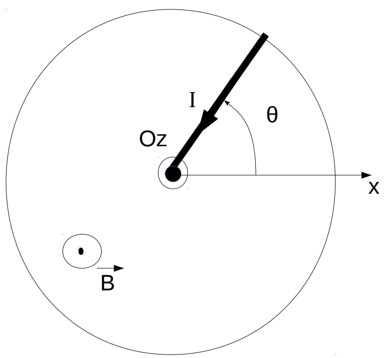


Figure 1 – Barre conductrice dans un champ magnétique

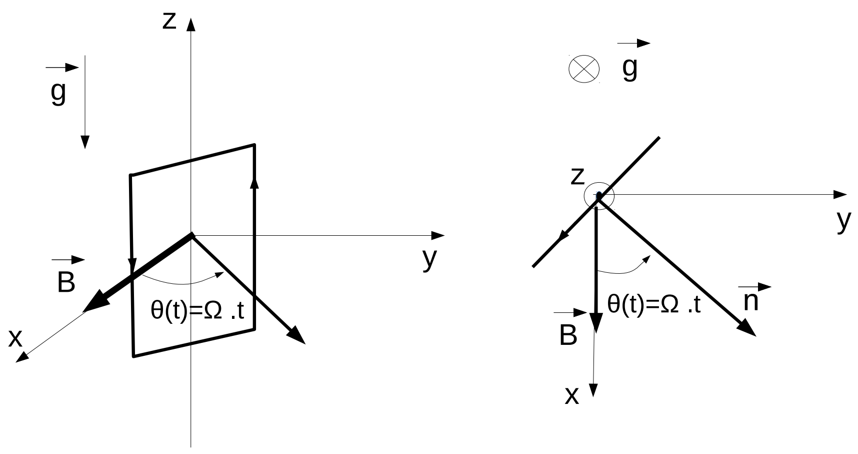
1. Calculer le moment des forces de Laplace par rapport à Oz. On admettra que tout se passe comme si la résultante des forces de Laplace s'appliquait au milieu J de la barre.
2. Écrire l'équation du mouvement vérifiée par la barre.
3. Montrer qu'au but d'un certain temps (à déterminer), la barre est animée d'un mouvement de rotation uniforme autour de Oz à la vitesse angulaire Ω à déterminer.
4. En fait, il apparaît au sein du circuit électrique une $f.e.m.$ induite $e(t)$.
   4.1 Cela peut-il s'expliquer par la loi de Faraday telle qu'exprimée dans le cours de MPSI ?
   4.2 Par un argument énergétique, exprimer $e(t)$ en régime établi en fonction des paramètres du problème.

EM2 – Principe de l'alternateur

On considère une bobine plate à section carré de côté a et constitués de N spires : le rotor. Il est plongé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B} = B_0\vec{e}_x$ et entraîné à la vitesse angulaire Ω constante autour de l'axe Oz.

La résistance du rotor vaut R, son inductance propre L est négligeable et son moment d'inertie par rapport à Oz vaut J.

1. Exprimer le moment magnétique du rotor.
2. Analyser qualitativement le comportement du système.
3. Calculer le courant électrique $i(t)$ traversant le rotor.
4. Expliquer pourquoi les forces de Laplace exerce nécessairement un couple Γ résistant sur le rotor et calculer ce couple.
5. Calculer la puissance électrique reçue par le rotor. D'où provient-elle ? Un calcul est attendu.



(a) Perspective (b) Vue de dessus

Figure 2 – Principe de l'alternateur

EM3 – Principe du moteur asynchrone

Le moteur asynchrone fonctionne de façon similaire à ceci près que le rotor n'est pas doué d'un moment magnétique permanent mais que ce moment est induit par le champ tournant. On modélise le rotor par une bobine de résistance R, d'inductance propre L, de surface S et constitué de N spires. On suppose qu'en régime établi le champ magnétique tourne à la vitesse angulaire ω_b et que rotor tourne à la vitesse angulaire ω_r.

1. Quelle est l'origine physique du moment magnétique du rotor ?
2. Proposer un modèle électrique du rotor et exprimer le courant $i(t)$ qui le parcourt en régime établi. On posera $\omega_g = \omega_s - \omega_r$. On posera $\phi_0 = NB_0S$ et $\tan(\psi) = \dfrac{R}{L\omega_g}$.
3. En déduire la valeur du couple Γ subi par le rotor. Exprimer sa valeur moyenne $< \Gamma >$ e, fonction ϕ_0, L, R et ω_g.
4. On donne la représentation graphique $< \Gamma >$. Le moteur est relié à une charge qui impose une un couple résistant $-\Gamma_r$ inférieur à la valeur maximale de $< \Gamma >$.

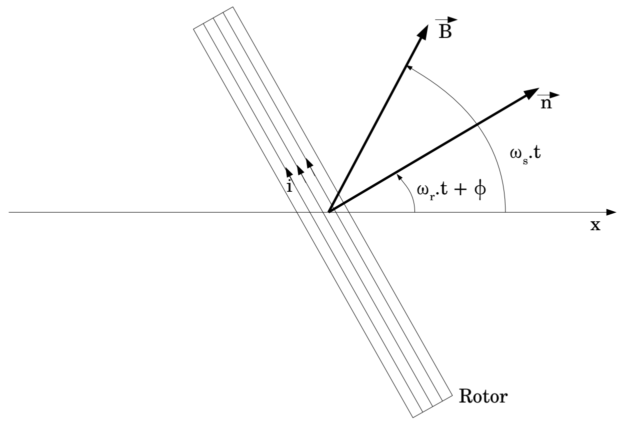


Figure 3 – Principe du moteur asynchrone

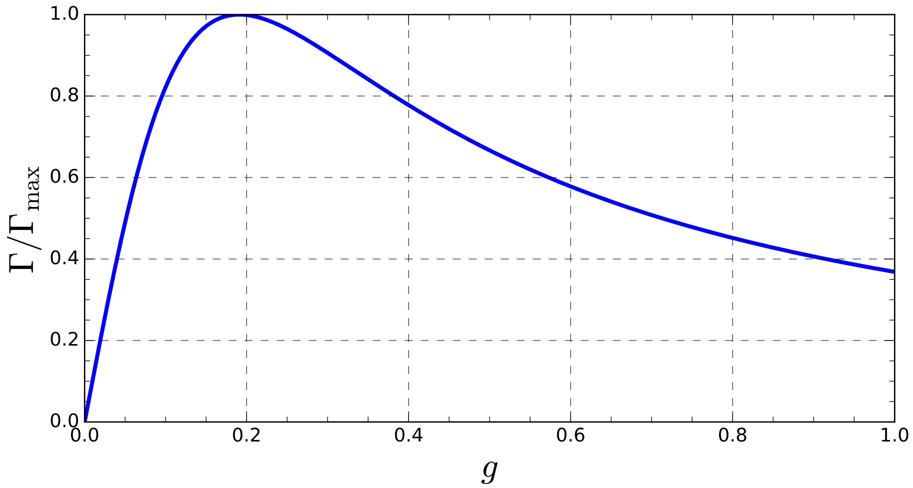


Figure 4 – Couple moteur en fonction du glissement $g = \dfrac{\omega_g}{\omega_s}$.

4.1 Montrer qu'il existe deux valeurs possibles pour la vitesse ω_r du rotor.

4.2 Justifier le qualificatif « asynchrone » pour ce moteur.

4.3 Identifier sur la courbe la zone de fonctionnement stable et la zone de fonctionnement instable du moteur.