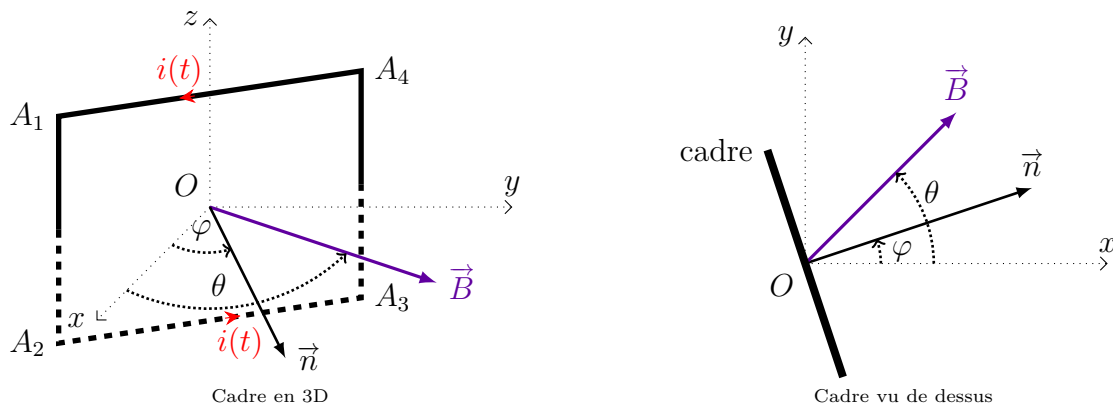


Moteur asynchrone

Un moteur asynchrone est constitué d'un rotor et d'un stator. Le stator est constitué d'un ensemble de bobines fixes destiné à créer un champ tournant dans une zone de l'espace, comme dans le moteur synchrone; la différence est donc dans le stator, qui n'est pas un dipôle magnétique permanent, mais un simple cadre conducteur rectangulaire de surface S , contenant N spires, mobile autour de l'axe Oz . On note \vec{n} sa normale, et ω sa vitesse angulaire de rotation.

Ce cadre est placé dans le champ magnétique tournant qu'on supposera uniforme, de norme B . Les positions angulaires de \vec{B} et \vec{n} sont repérées par les angles $\theta(t) = (\vec{e}_x, \vec{B}) = \omega_s t$ et $\phi(t) = (\vec{e}_x, \vec{n}) = \omega t$. Dans toute la suite, on supposera que $0 \leq \omega \leq \omega_s$.



Rappel : $\sin \alpha = \cos \left(\alpha - \frac{\pi}{2} \right)$

- Déterminer le flux Φ du champ magnétique \vec{B} à travers les N spires du cadre, en fonction de B , N , S , $\omega_r = \omega_s - \omega$ et t . Que vaut sa valeur maximale Φ_M ?
- En déduire la fem d'induction $e(t)$ qui apparaît dans le circuit, en fonction de Φ_M et ω_r .
- On modélise le cadre en tenant compte de sa résistance R et de son inductance L . À l'aide d'un schéma électrique équivalent, exprimez l'image complexe du courant \underline{i} en régime permanent en fonction de Φ_M , R , L et ω_r .
- Que vaut le moment magnétique \vec{m} du cadre en fonction de i ? Déduisez-en le couple électromagnétique $\gamma(t)$ en fonction de $i(t)$, Φ_M et ω_r .
- Ce couple varie; on rappelle que la valeur moyenne du produit de deux fonctions oscillantes vaut $\langle a.b \rangle = \frac{1}{2} \Re [a.b^*]$. En déduire l'expression de $\Gamma = \langle \gamma \rangle$.
- On prend les valeurs suivantes : $R = 4,0 \Omega$, $L = 127 \text{ mH}$, $\Phi_M = 5 \text{ T} \cdot \text{m}^2$ et $\omega_s = 2\pi \times 50 \text{ Hz}$. Tracez Γ pour ω variant entre 0 et ω_s . Mesurez le couple maximum.
- Tracez sur la même figure la courbe de Γ avec $R = 20 \Omega$. Commentez.
- On définit le rendement $e = \frac{P_{meca}}{P_{meca} + P_J}$, avec P_{meca} la puissance mécanique fournie par le moteur et P_J la puissance dissipée par effet Joule. Tracez $e(\omega)$ dans les deux cas précédents. Commentez.
- Tracez, pour R variant entre 1Ω et 35Ω :
 - la courbe $\Gamma_0(R)$ où Γ_0 représente le couple au démarrage
 - la courbe $\omega_{max}(R)$ où ω_{max} représente la pulsation pour laquelle le couple maximal est atteint
 - la courbe $e_{max}(R)$ où e_{max} représente le rendement en ω_{max} .

En pratique, on construit souvent des moteurs avec une résistance R faible, en ajoutant une résistance plus forte qui se met en série de la première au démarrage. Expliquez pourquoi.

10. Simulez l'évolution de la vitesse de rotation du moteur depuis son démarrage, avec les hypothèses suivantes :
- son moment d'inertie vaut $J = 2,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
 - sa résistance R vaut 25Ω tant que $\omega < 0,7\omega_s$ puis 4Ω ensuite
 - il est soumis à un couple de frottements $C_f = -2 \times 10^{-2}\omega - 3 \times 10^{-5}\omega^2$
 - il soulève une charge $m = 30 \text{ kg}$ au bout d'une chaîne enroulée sur une poulie de diamètre $d = 12 \text{ cm}$