

Conversion de puissance

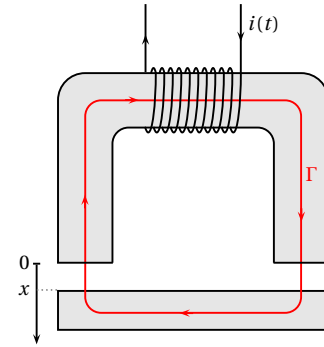
III — Conversion électro-magnéto-mécanique (1)

Énergie magnétique d'un contacteur électromagnétique en translation

Un circuit magnétique est constitué d'un milieu ferromagnétique supposé linéaire, non saturé, de perméabilité magnétique relative μ_r , de section S et de longueur ℓ . Une partie de ce circuit est mobile en translation, sa position étant repérée par x , largeur de l'entrefer.

On néglige toute fuite magnétique. On note H_{fer} et B_{fer} les champs dans le milieu magnétique, H_{air} et B_{air} les champs dans l'entrefer.

L'enroulement comporte N spires et est parcouru par une intensité $i(t)$.



Le champ magnétique dans le circuit et dans l'entrefer est donné par $B = \frac{\mu_0 N i}{2x + \frac{\ell}{\mu_r}}$.

► La conservation du flux magnétique entraîne $B_{\text{fer}} = B_{\text{air}} = B$.

Le théorème d'Ampère sur le contour Γ s'écrit $\ell H_{\text{fer}} + 2x H_{\text{air}} = N i(t)$. On a $B_{\text{fer}} = \mu_0 \mu_r H_{\text{fer}}$ et $B_{\text{air}} = \mu_0 H_{\text{air}}$.

Inductance propre et énergie magnétique

L'inductance propre est donnée par $\Phi = NBS = Li(t)$, d'où $L(x) = \frac{\mu_0 N^2 S}{2x + \frac{\ell}{\mu_r}}$.

► L'inductance propre est fonction (décroissante) de x .

L'énergie magnétique du système s'obtient à partir de la relation $\mathcal{E}_m = \frac{1}{2} Li^2(t)$, soit $\mathcal{E}_m(x, i) = \frac{1}{2} \left(\frac{\mu_0 N^2 S}{2x + \frac{\ell}{\mu_r}} \right) i^2(t)$.

► L'énergie magnétique est fonction de la largeur x de l'entrefer et de l'intensité i parcourant le bobinage.

Force électromagnétique

On admet l'expression de la force électromagnétique s'exerçant sur la partie mobile.

Étant donné un système électromécanique possédant une partie mobile en translation repérée par sa position x ; la force électromagnétique $\vec{F} = F \vec{e}_x$ exercée sur la partie mobile est donnée par

$$F = \left(\frac{\partial \mathcal{E}_m(x, i)}{\partial x} \right)_i$$

où $\mathcal{E}_m(x, i)$ est l'énergie magnétique du système.

► Dans le cas d'un système électromécanique possédant une partie mobile en rotation repérée par sa position angulaire θ , on généralise le résultat précédent en donnant le couple électromagnétique s'exerçant sur la partie mobile :

$$\Gamma = \left(\frac{\partial \mathcal{E}_m(\theta, i)}{\partial \theta} \right)_i$$

Applications

Pour le contacteur en translation, la force est donnée par $F = - \frac{\mu_0 N^2 S}{\left(2x + \frac{\ell}{\mu_r}\right)^2} i^2(t)$.

Elle est toujours attractive, et maximale quand $x = 0$.

Exemples d'applications :

- relais ou contacteur, qui permet de commander la fermeture d'un circuit électrique;
- électroaimant de levage;
- électrovanne.