



Système électromécanique:

- ensemble de circuits électriques liés mécaniquement ou couplés magnétiquement;
- géométriquement déformable;
- possède un nombre variable n de degrés de liberté mécaniques.

Bonjour. Après avoir défini les concepts d'énergie et de co-énergie magnétiques, nous avons vu comment les calculer dans des systèmes au repos, aujourd'hui, nous allons préparer le terrain pour pouvoir calculer les forces dans des systèmes qui bougent. C'est quand même bien ça le but à la fin. Donc, pour ce faire, on va devoir définir ce qu'est ce système qui bouge et on va l'appeler système électromécanique. Un système électromécanique, qu'est-ce que c'est ? C'est un ensemble de circuits électriques qui sont liés, donc soit de manière mécanique, parce qu'ils sont solidaires mécaniquement soit qui sont liés de manière magnétique, donc par un couplage magnétique. C'est pas un tas de bobines séparées qui ne voient aucun flux mutuel. Pour que ce soit un système électromécanique, il faut qu'il y ait une liaison électrique ou magnétique entre ces bobines. Le deuxième critère, c'est qu'il faut que ça soit déformable mécaniquement. Et ça, on va pouvoir le quantifier avec des degrés de liberté. On peut avoir un seul degré de liberté. Donc typiquement dans un électroaimant, comme on va voir tout à l'heure, la bobine attire la partie mobile et donc, on a un seul degré de liberté ou bien, il peut y en avoir plus.

Notes

Summary



0m 04s

Système électromécanique:

- ensemble de circuits électriques liés mécaniquement ou couplés magnétiquement;
- géométriquement déformable;
- possède un nombre variable n de degrés de liberté mécaniques.

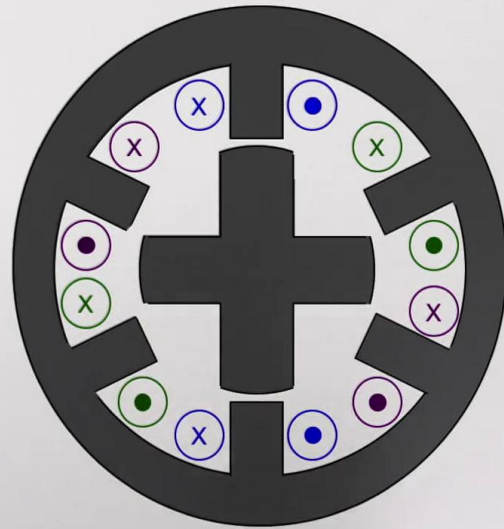
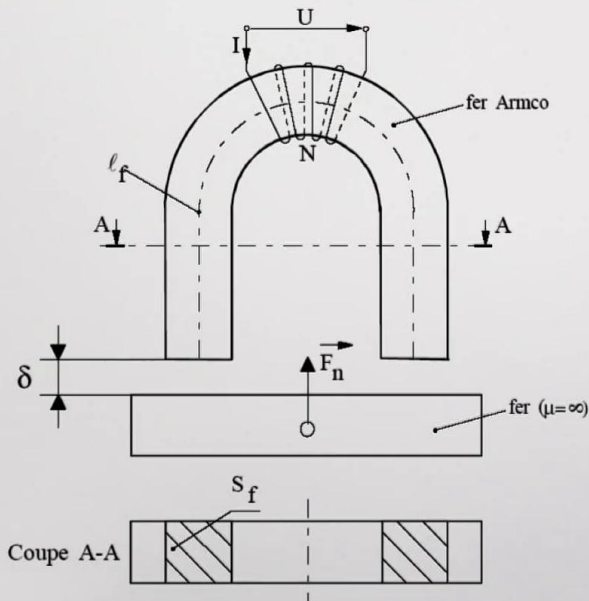
Ça arrive déjà plus rarement, ça peut être de la rotation ou ça peut être de la translation. Donc ça, c'est les critères pour qu'on ait un système électromécanique. Il doit y avoir des circuits. Ces circuits doivent être couplés ou liés mécaniquement et puis on doit avoir un système qui se déforme et donc qui a une partie mobile.

Notes

Summary



1m 47s

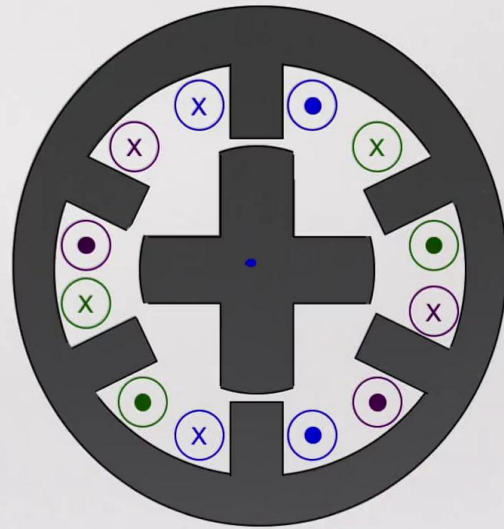
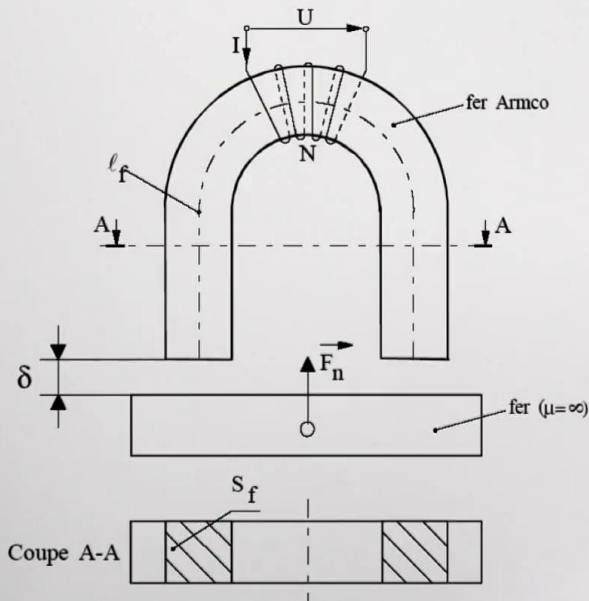


Des systèmes électromécaniques, je vous en montre deux. Le premier, c'est l'électroaimant dont je parlais tout à l'heure. Vous avez une bobine qui est parcourue par un courant i et puis cette bobine, elle est bobinée autour d'une structure ferromagnétique. La voilà, qui a une certaine épaisseur, on en voit une coupe en dessous. Ceci est une coupe de notre partie ferromagnétique et puis, on voit la partie mobile par-dessus. Elle est ici. Puis là, on la voit également qui est aussi en fer et donc il va y avoir un flux qui passe au travers de cette partie mobile. Donc, quand je mets du courant, c'est ce qui passe traditionnellement dans un électroaimant, le barreau est attiré par l'électroaimant, on va dire ça comme ça. Ça, c'est un premier cas avec une seule bobine et puis un seul degré de liberté. J'ai un autre système du même type qui attire du fer - donc un système dit réluctant, comme on le verra plus tard - ici, sauf que ce coup-là, c'est un système rotatif. Donc, ce qui va tourner, c'est la partie en croix, ici. Ça, c'est un rotor d'un moteur réluctant. Ce rotor, il va pouvoir tourner librement sur son axe. Donc l'axe, je peux le dessiner, il va être ici.

Notes

Summary





Et puis autour de ce rotor, il y a un stator. Ce stator est réalisé également dans un matériau conducteur magnétique. En général, c'est un empilage des tôles. Au rotor et au stator très souvent... Ah ! Au rotor, ça dépend. Au stator, très souvent. Ici, la particularité, c'est que ce système a un certain nombre de dents, ici six, autour desquelles sont bobinées six bobines, chacune autour d'une dent et puis, elles ont des couleurs différentes, parce que ces bobines, dans le cas particulier, sont mises en série, c'est-à-dire que la bobine bleue du bas est mise en série avec la bobine bleue du haut pour faire la première phase. Et puis, on a la même chose avec la phase verte qui est la mise en série de ces deux bobines vertes. Et puis, la phase violette pour les deux bobines violettes. Donc ça, c'est un autre système électromécanique avec ce coup-là, plus de circuits électriques. Voilà, pour des exemples, il y en a d'autres. On pourrait étendre le concept - et on va le faire - des systèmes électromécaniques à des systèmes avec aimants en disant que les circuits électriques peuvent également être des sources de potentiel magnétique, ce qui élargit un peu la chose, mais pour le moment, on va garder le concept comme ça et puis on l'étendra après, parce que ça sera plus facile de le faire après.

Notes

Summary



$$U_j = R_j i_j + \frac{d\psi_j}{dt} \quad (K \text{ circuits électriques})$$

Avant de faire cette extension ou cette généralisation, on va établir les équations de notre système électromécanique. Des équations, il y en a deux types. Il y a des équations électromagnétiques. Pour chacun des circuits électriques, donc si on a k circuits électriques, qu'on va indiquer avec la lettre j , on va avoir k équations du circuit électrique. Puis cette équation, vous la connaissez par cœur maintenant, c'est l'équation de la tension induite. On va avoir ça, k fois. Donc, il y a k circuits électriques. Dans le cas des exemples de tout à l'heure, pour le premier, on va avoir un circuit électrique, puis dans le deuxième, si on considère les circuits électriques comme étant les phases, on va en avoir trois. On pourrait aussi faire la même chose pour chacune des bobines, mais à ce moment-là, les courants et les flux qu'elles voient, ici, le système est symétrique, c'est les mêmes, donc on se complique la vie pour rien. Donc ça, ce serait k circuits électriques. Il y a encore une chose qu'on doit écrire pour chacune de ces équations, c'est la relation qui lie le flux totalisé avec le courant et ça, c'est quelque chose qui est relativement connu, c'est $\Psi = L.I$ en fonction de l'inductance propre ou mutuelle.

Notes

Summary



5m 46s

$$U_j = R_j i_j + \frac{d\psi_j}{dt} \quad (K \text{ circuits électriques}) \quad \psi_j = \sum_{p=1}^K L_{jp} i_p$$

Puis, si on l'écrit de manière généralisée, on aura le Ψ du circuit j qui est la somme des flux totalisés créés par chacune des composantes ou chacun des autres circuits électriques. Enfin, des autres et de lui-même, puisqu'en fait, il y a aussi une composante de flux totalisé propre qui est inclus là-dedans. Donc ça, je l'écris pour vous montrer qu'en fait, Ψ et i ne sont pas indépendants. Donc, le flux dépend du courant. Puis, si on prend en compte la saturation, les courants qui circulent dans les circuits magnétique vont avoir un effet sur les inductances propres et mutuelles de ces circuits magnétiques, puisqu'avec la saturation, l'inductance, elle peut varier en fonction de l'amplitude du flux qui la parcourt. Et donc, on peut avoir une variation qui est liée à l'amplitude des courants dans les diverses bobines. Donc ça, c'est relativement compliqué. La chose qu'il faut retenir principalement, c'est que les deux variables, elles sont couplées. Ça, ce sera utile pour la suite. Donc ça, c'est pour la partie électromagnétique. Et puis maintenant, on a besoin d'équation pour la partie mécanique. Là, on va ressortir nos cours de mécanique ou de physique.

Notes

Summary



7m 34s

$$U_j = R_j i_j + \frac{d\psi_j}{dt} \quad (K \text{ circuits électriques}) \quad \psi_j = \sum_{p=1}^K L_{jp} i_p$$

$$\left. \begin{aligned} \sum F_m &= m_m \frac{d^2 x_m}{dt^2} \\ \sum M_m &= J_m \frac{d^2 \alpha_m}{dt^2} \end{aligned} \right\} (n \text{ degrés de liberté})$$

Et on sait qu'en mécanique ou en physique, on a une loi principale qui est celle de Newton, c'est-à-dire que la somme des forces qui s'exercent sur un objet, est égale à sa masse fois son accélération. Je l'écris. De manière relative au degré de liberté, donc à la coordonnée du degré de liberté qui est dans le cas linéaire un x_m pour le degré de liberté m . Donc la force qui s'exerce sur la partie mobile qui correspond au degré de liberté x_m , va avoir cette équation-là. Donc ça, c'est pour n degrés de liberté. Et puis ça, j'ai écrit de manière linéaire. Je vais écrire également de manière rotative. Donc, dans le cas où on a un système avec un degré de liberté qui est en rotation et pas en translation, c'est plus une force, mais un couple et c'est plus une masse, mais une inertie et puis, on a une accélération angulaire ce coup-là, mais c'est bien la même chose. Donc ces équations-ci, c'est des équations qui vont s'appliquer pour la mécanique, électromagnétisme mécanique. Et puis on n'a rien qui lie les deux. Donc ça, ça va être le travail des prochaines leçons, c'est d'établir une équation qui va lier la force ou le couple à la partie électrique, c'est-à-dire le courant ou le flux totalisé. En résumé pour aujourd'hui : un système électromécanique, c'est un système déformable qui a une ou plusieurs sources de potentiel magnétique, de circuits électriques.

Notes

Summary



9m 17s



- Système électromécanique
- Circuits électriques (i ou ψ)
- Mécanique déformable (x ou α)

Puis, à l'aide des équations de Maxwell, la loi de la tension induite et de Newton, $F = m a$, on peut établir les équations des systèmes électriques et mécaniques, mais il nous manque un lien entre les deux. Et puis ce lien, on va l'établir la prochaine fois.

Notes

Summary



11m 36s