

Les champs magnétiques (et aussi électriques) provoquent différents effets de force. Les trois types de forces suivantes sont généralement utilisées dans les machines électriques :

- Force de Lorentz
- Force de réluctance
- Force magnétique permanente

Selon les règles de bases de l'électromagnétisme, on sait qu'un champ magnétique se forme autour de chaque conducteur porteur de courant. Si le courant s'éloigne du spectateur, les lignes de champ se déplacent dans le sens des aiguilles d'une montre autour du conducteur. Si le courant vient face au spectateur, les lignes de champ se déplacent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

Force de Lorentz

Hendrik Antoon Lorentz était un physicien néerlandais de la fin du XIX^e siècle. La force agissant sur un conducteur porteur de courant dans un champ magnétique porte son nom.

$$F = n \cdot I \cdot (B \cdot l)$$

F représente la force de déviation, n pour le nombre de conducteurs parallèles (si plus d'un conducteur est connecté), I pour le courant traversant le conducteur, B est la densité de flux magnétique du champ magnétique en Tesla et l représente la longueur du trajet sur lequel le champ magnétique agit sur le conducteur porteur de courant.

La conception typique de la force de Lorentz a lieu avec un aimant en forme de U et une spire conductrice non magnétique, qui est alimentée (photo ci-dessous). La lampe connectée en série limite le courant circulant. Si des électrons traversent le conducteur dans le champ magnétique, la lampe s'allume. Les porteurs de charge se déplacent le long du conducteur et réagissent avec le champ magnétique présent. Cela signifie que deux champs magnétiques interagissent l'un avec l'autre. La spire conductrice est attirée ou repoussée par l'aimant.

Si la direction du courant dans le conducteur est inversée ou si la polarité de l'aimant permanent est inversée, la direction de la force changera de 180° ainsi que la direction de mouvement du conducteur dans le champ magnétique.

Induction

A l'inverse, si le conducteur électrique est déplacé perpendiculairement au champ magnétique, de l'énergie mécanique est introduite dans le système et les porteurs de charge dans le conducteur sont soumis à une force : la force de Lorentz. Cela dévie les porteurs de charge perpendiculairement au champ magnétique et à la direction de déplacement du conducteur. De plus, le déplacement du porteur de charge (= flux de courant) induit un champ magnétique autour du conducteur et produit une force opposée à la force de Lorentz (EMF = force électromotrice). Le mouvement du porteur de charge crée également un porteur de charge à l'extrémité du fil, d'un potentiel positif ou négatif.

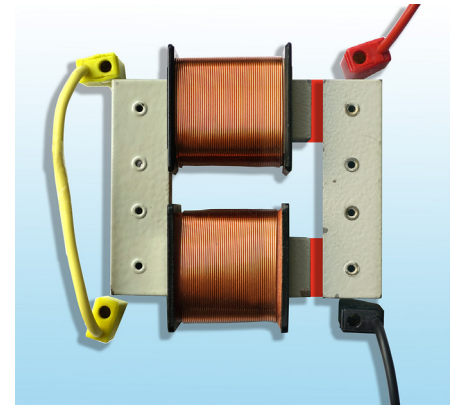
La différence de potentiel dans le conducteur ou dans le circuit est appelée tension d'induction. Cela correspond à la règle :

$$U = B \cdot v \cdot l$$

Les symboles de formule représentent les mêmes grandeurs physiques que dans la première colonne. U est la tension induite et v représente la vitesse à laquelle le conducteur électrique est déplacé dans ou hors du champ magnétique.

Force de réluctance

Selon la définition, la réluctance représente la résistance qu'une substance présente aux lignes de champ magnétique. La force de réluctance, également appelée force de Maxwell, est créée en modifiant cette résistance magnétique. Le changement de résistance magnétique se produit, par exemple, lorsqu'un morceau de fer est poussé dans l'entrefer d'un aimant. Le champ magnétique essaie de « centrer » le morceau de fer de manière à ce que les lignes de champ

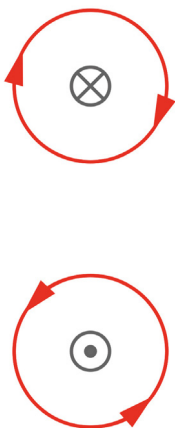


L'armature est attirée par la réluctance. Le fer conduit mieux les lignes de champ que l'air ; la force est créée pour que l'entrefer disparaisse.

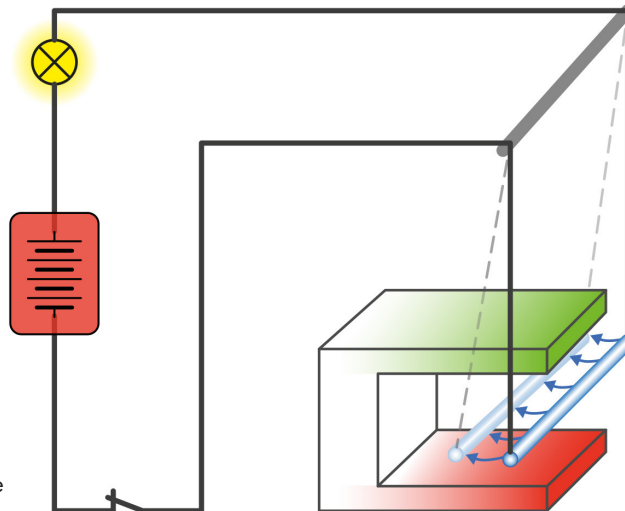
puissent se propager à travers le corps avec le moins de résistance. Selon la définition, cette force sur un morceau de fer non magnétisé est la force de réluctance.

Par exemple, une bobine de relais attire une armature non magnétique qui contient du fer. Cette attraction est aussi due à la réluctance.

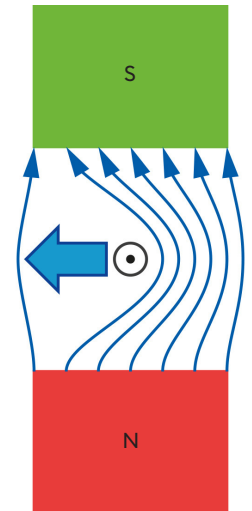
Contrairement à la force de Lorentz, la force de réluctance n'agit que dans une direction. Cependant, cela dépend également de la densité de flux magnétique et de la section transversale à travers laquelle les lignes de champ pénètrent. Ensuite, cela dépend de la façon dont les lignes de champ sont conduites par le corps, qui est dans la section transversale ou qui doit être attiré (perméabilité μ). Il est en fait important de savoir à quel point ce corps conduit mieux les lignes de champ que l'air. La taille de l'entrefer est alors également déterminante pour la force résultante. Dans cet entrefer, les lignes de champ doivent circuler dans l'air avec une résistance magnétique (réluctance) relativement élevée. Si la pièce à attirer est en fer ferromagnétique, sa conductivité est 300 à 100'000 fois meilleure que celle de l'air. De plus, la force résultante augmente de manière disproportionnée par rapport à la diminution de l'entrefer.



Croix = l'électricité s'éloigne de moi, Lignes de champ dans le sens horaire
Point = le courant vient contre moi, Lignes de champ dans le sens antihoraire



Force Lorentz : modèle de représentation



Force de Lorentz : schéma