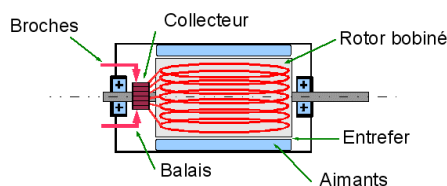
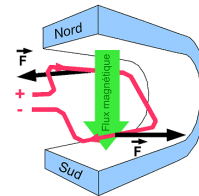


Les moteurs à courant continu sont utilisés dans de multiples domaines nécessitant des faibles puissances (jouets, lève-vitre...) comme des moyennes et fortes puissances (voiture électrique, grue, TGV EST...).



1. Principe de fonctionnement et constitution

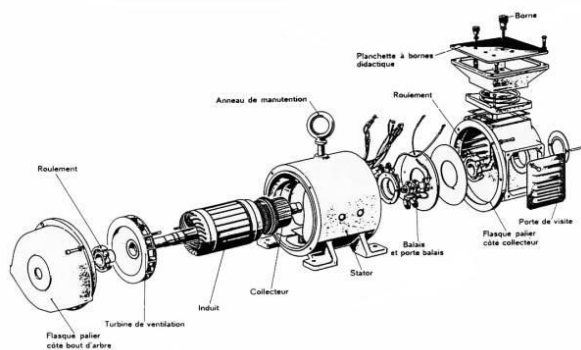
Si un conducteur en forme de spire, parcouru par un courant I , est placé dans un champ magnétique, il est soumis à des forces de Laplace. Ces forces créent un couple de rotation qui fait tourner la spire sur son axe. Quand la spire a fait un demi-tour, il faut inverser la polarité pour inverser le sens des forces et continuer le mouvement. Ce sera le rôle du collecteur.



Le rotor, (partie tournante), est constitué d'un noyau métallique avec un bobinage de cuivre, le stator comporte des aimants permanents qui engendrent un champ magnétique dont le flux traverse le rotor. L'espace étroit entre le rotor et le stator est nommé entrefer.

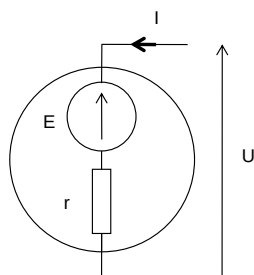
Le rotor est l'induit et le stator l'inducteur, l'inducteur peut être formé d'aimants ou bobiné (bobinage de cuivre).

Un collecteur avec des balais (charbons) permet de transmettre l'énergie électrique au rotor.



Le rotor est donc constitué de fils électriques parcourus par un courant qui forment des spires, ces mêmes fils sont dans le flux magnétiques de l'inducteur (aimants ou bobine). Ces conducteurs sont donc soumis à des forces de Laplace, un couple moteur est donc créé. Pour entretenir la rotation du moteur, le collecteur inverse le sens du courant dans les spires à chaque portion de tour.

2. Schéma équivalent du moteur à courant continu



Le moteur se comporte comme un générateur de tension (f_{em} : force électromotrice) en série avec une résistance.

$$U = E + r \times I$$

volt
volt
ohm
ampère

- U : tension d'alimentation du moteur
- I : courant absorbé par le moteur
- E : force électromotrice
- r : résistance interne du bobinage

La tension E (force électromotrice) est proportionnelle à la fréquence de rotation

- E : force électromotrice
- K_e : constante
- ω : fréquence de rotation

$$E = K_e \times \omega$$

volt
volt/rad·s⁻¹
rad·s⁻¹

Le courant consommé par le moteur est directement lié au couple résistant sur l'arbre.

- I : intensité
- K_c : constante
- C : couple moteur

$$C = K_c \times I$$

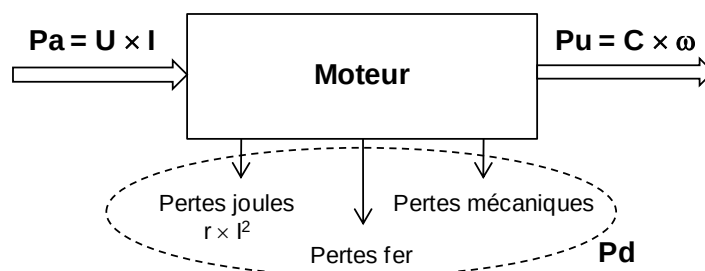
N·m
N·m/ampère
ampère

K_e et K_c sont des constantes liées aux caractéristiques du moteur.

Des formules, on en déduit que :

- Pour faire **varier la fréquence de rotation**, il faut faire **varier E** et donc la **tension d'alimentation U** ;
- Pour **inverser le sens de rotation**, il faut **inverser E** et donc la **tension d'alimentation U** ;
- En **limitant le courant**, on **limite le couple**.

3. Puissance et rendement

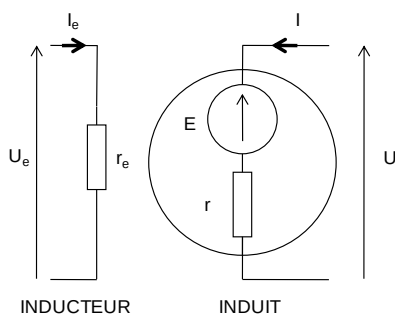


- **Pa : puissance absorbée** (watt), c'est la puissance électrique prélevée sur l'alimentation
- **Pu : puissance utile** (watt), c'est la puissance mécanique disponible sur l'arbre de sortie
- **Pd : puissance dissipée** (watt), c'est la puissance correspondant aux pertes par effet joules, aux pertes magnétiques (pertes fer) et aux pertes mécaniques (frottement)

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

- **η : rendement**, c'est le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbée, toujours inférieur à 1.

4. Moteur à courant continu avec inducteur bobiné



Le flux magnétique de l'inducteur est variable, il dépend du courant I_e donc de la tension U_e .
Par conséquent :

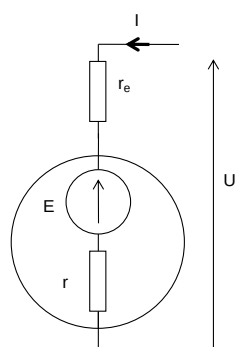
$$E = K_e \times \omega \times \Phi$$

$\uparrow$ volt $\uparrow$ volt/rad·s⁻¹·Wb $\uparrow$ rad·s⁻¹ $\uparrow$ Weber (Wb)

$$C = K_c \times I \times \Phi$$

$\uparrow$ N·m $\uparrow$ N·m·Wb/ampère $\uparrow$ ampère $\uparrow$ Weber (Wb)

4.1. Moteur universel



Lorsque l'inducteur est relié en série avec l'induit, l'ensemble peut être alors alimenté soit par une tension continue, soit par une tension alternative. Comme la polarité de l'induit et de l'inducteur dépend du sens du courant, si celui-ci s'inverse, les pôles de l'induit et de l'inducteur s'inversent aussi, mais les forces résultantes sont toujours dans le même sens. C'est alors un moteur universel.

Lorsqu'ils sont alimentés par une tension alternative, ces moteurs ont un rendement médiocre, un couple important et créent des parasites.

Ils sont surtout présents dans des perceuses, aspirateurs, robots ménager... (appareils électroportatifs en général).