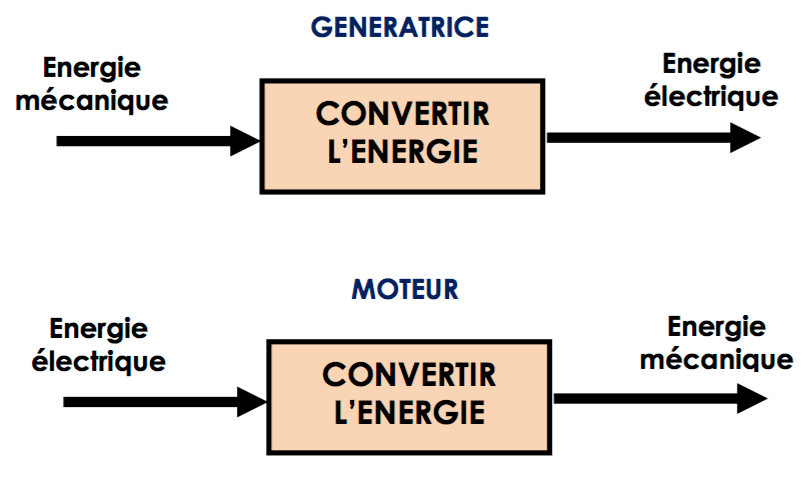
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Moteur CC - l’essentiel | CoursC8-1 |

1. Introduction :

Les machines à courant continu sont réversibles. Elles peuvent devenir génératrice ou moteur.

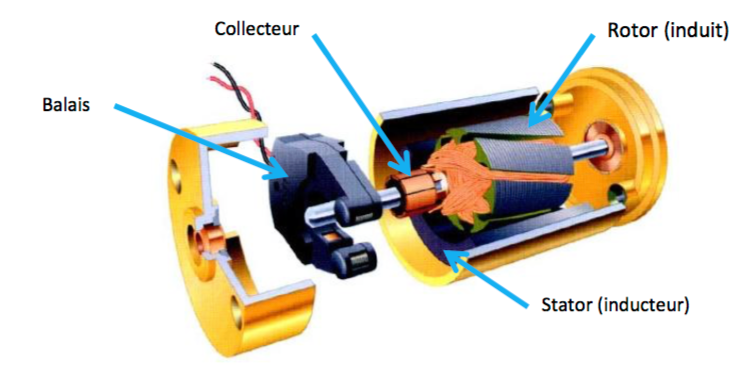
Nous décrirons ici que son mode moteur.

### Symbole



Nous décrirons ici que le moteur à aimant permanent.

### Constitution



Les machines à courant continu sont essentiellement composées :

•D’un circuit électrique :

✓L’Inducteur porté par le stator, pour créer un flux magnétique

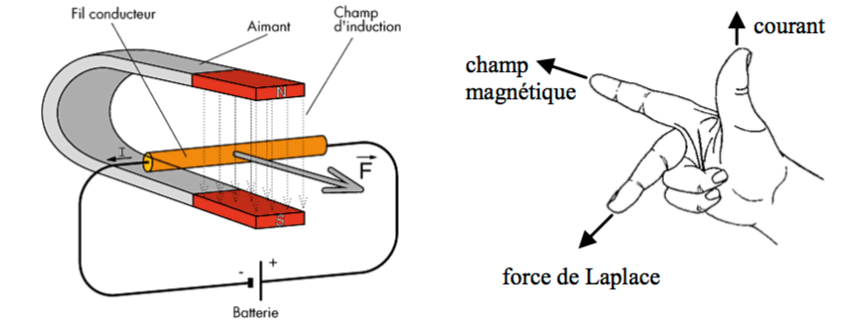
✓L’Induit porté par le rotor, pour créer un courant ou une force selon le mode de fonctionnement de la machine

✓De balais et d’un collecteur à lames pour distribuer le courant électrique au circuit inducteur tournant.

•D’un circuit magnétique pour canaliser le flux magnétique.

•D’une partie mécanique pour fixer les différents organes les uns par rapport aux autres.

### Principe physique

Un moteur à courant continu est mis en rotation grâce à une force magnétique induite : la force de LAPLACE.

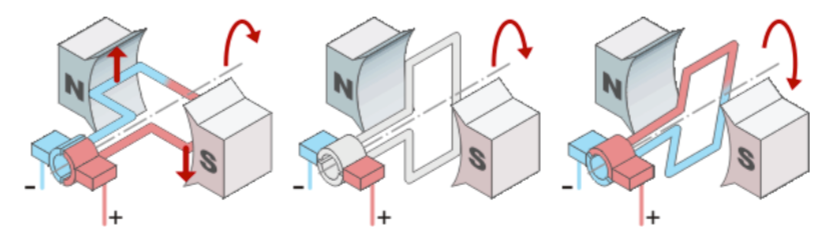
Cette force s’applique à un conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique. L’orientation de cette force est donnée par la règle des trois doigts de la main droite :

•l’index est placé dans le sens du champ magnétique.

•le pouce donne le sens de parcours des lignes de champ.

•le majeur montre le sens de la force induite de Laplace.

### Application au moteur à courant continu à aimant permanent

Les pôles Nord et Sud des aimants permanents créent un flux (champ magnétique : B) dans le moteur. La spire est alimentée et plongée dans ce flux. Elle est soumise à un couple de forces F (force de Laplace). Le moteur se met en rotation. On dit qu'il y a création d'un couple moteur. Compte tenu de la disposition des balais et du collecteur, le sens du courant I dans la spire change à chaque demi-tour, ce qui permet de conserver le même sens de rotation (sinon, la spire resterait en position d'équilibre).

Rq : Dans la pratique, pour que le moteur puisse démarrer sans être lancé, il faut disposer au minimum de trois bobinages disposés à 120°.

1. La force (contre-)électromotrice E (f.é.m) :

La force électromotrice E est la tension produite par le rotor (l'induit) lors de sa rotation dans le flux magnétique produit par la partie fixe (l'inducteur).  
Elle dépend des éléments de construction de la machine. Avec :

2p : le nombre de pôles de l'inducteur

2a : le nombre de voies d'enroulement

ϕ : le flux moyen sous un pôle (en Weber : Wb)

n : le nombre de conducteur de l'induit

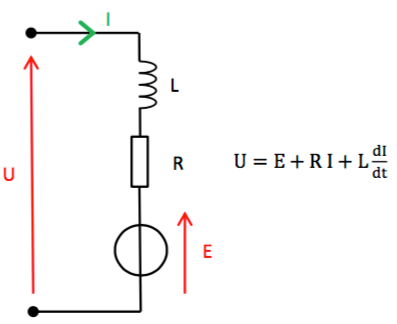
N : la fréquence de rotation de l'induit en tr/s

Ω : la vitesse angulaire de l'induit en rad/s (ici Ω = 2πN)

Dans le cas des moteurs à aimant permanent, ϕ est constant donc la f.é.m est proportionnelle à la vitesse de rotation.

en V/(rad.s-1)

### Modèle électrique de l'induit



Avec

U : tension d’alimentation du moteur en volt (V)

R : résistance de l’induit en ohm (Ω)

i : courant traversant le moteur en ampère (A)

L : inductance de l’induit en henry (H)

E : force électromotrice en volt (V)

Le terme Ldi(t)/dt n'existe que si le courant est variable, aux régime transitoires (démarrage, freinage).

**En régime permanent établit** (i(t) = I = Cte)il est alors possible de simplifier ce modèle :

1. Couple électromagnétique et couple utile :

### Couple électromagnétique : Cem

La puissance électromagnétique Pem (voir bilan des puissances plus loin) donne naissance au couple électromagnétique Cem. C'est cette puissance qui, aux pertes près, est transformé en puissance utile sur l'arbre.

=

On a : Pem = E.I = Cem. Ω Soit Cem = E.I/ Ω ou encore

Dans le cas des moteurs à aimant permanent, ϕ est constant donc

en N.m/A

le Cem est proportionnelle à l'intensité du courant dans l'induit.

à ϕ = Cte, on a :

Rq : dans les doc constructeurs, K est souvent donnée en V/(1000tr/min). Exemple : pour un moteur à aiment permanent dont le fém est de 18V/(1000tr/min), Kc = Kv = 0,172 V/rad.s-1 et 0,172 N.m/A.

### Couple utile : Cu

Compte-tenu des pertes, le couple utile Cu (ou couple moteur Cm) dont on dispose sur l'arbre du moteur est en réalité légèrement inférieur au couple électromagnétique Cem.

Le couple de pertes (Cp = Cem – Cu) est dû :

* aux pertes ferromagnétiques dans le rotor (hystérésis et courants de Foucault)
* aux pertes mécanique : frottements aux paliers et aux contacts balais-collecteurs, ventillation

Pfer + Pméca = "pertes collectives" (Pc)

On peut considérer ces pertes constante à une vitesse donnée. Le couple de pertes se déduit d'un essai à vide (sans charge entraînée, Pu =0) pour lequel le courant d'induit est égal à I0.

Soit :

ce qui conduit à : (attention ≠ Cem)

### Bilan des puissances

Puissance électrique

Puissance mécanique

Puissance absorbée :

**Pa = UI**

Puissance utile : **Pu = Cu. Ω**

Puissance Electromagnétique

(transmise au rotor)

Pem = E.I = Cem.Ω = (Cp+Cu).Ω

Pertes Joule induit

**Pj = R.I2**

Pertes mécaniques

Pertes fer induit

" Pertes

collectives "

**Pc = Pem – Pu = Pfer + Pméca = Cp. Ω = E0.I0**

Si on s'intéresse à la transformation de l'énergie induit-arbre, on peut définir le rendement par

Avec :

### Une « approche mécanique » des pertes

Une approche mécanique du couple de pertes revient à considérer Cp comme la somme d'un couple de frottement sec et d'un couple de frottement visqueux.

Avec :

f : coefficient de frottement visqueux (N.m.s)

Ω : vitesse de rotation moteur

Cfs : couple de frottement sec (N.m)

)

donc