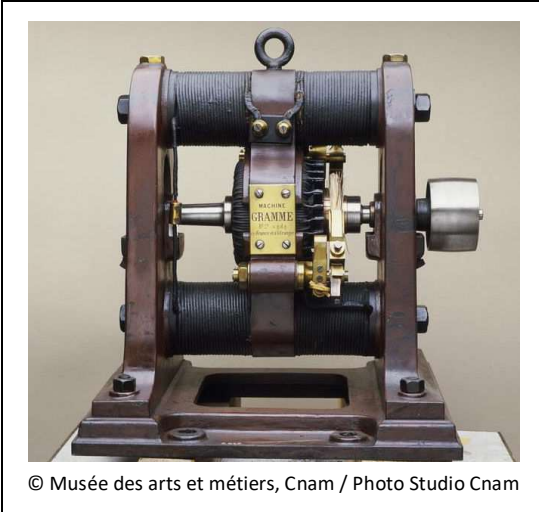
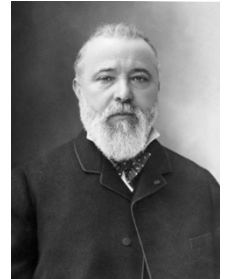


MACHINE A COURANT CONTINU

1. Un peu d'histoire



Présentée à l'Académie des Sciences en 1871, la *dynamo* de Zénobe GRAMME [1826-1901] est considérée comme la première génératrice moderne de courant. Elle inaugure une nouvelle ère, dominée par l'électricité qui, petit à petit, va bouleverser le travail et la vie quotidienne des habitants des pays industrialisés.

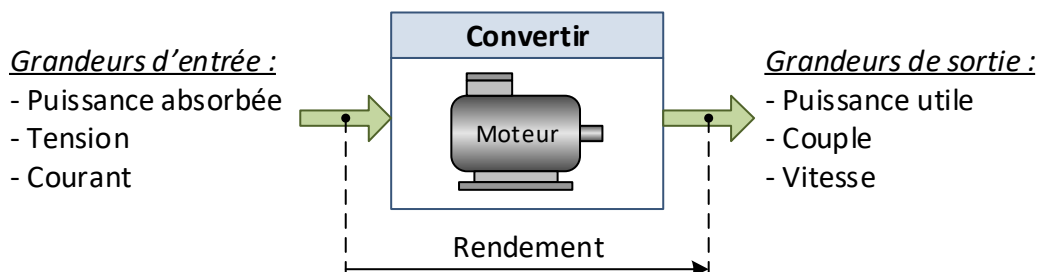


2. Généralités

Les machines à courant continu, ou MCC, sont des convertisseurs d'énergie utilisés soit en moteur soit en générateur.

Les moteurs à courant continu (comme tous les moteurs électriques) assurent la fonction convertir de la chaîne d'énergie. Ils convertissent l'énergie *électrique* en énergie *mécanique*. A ce titre, un moteur électrique doit être abordé selon deux points de vue énergétiques :

- L'énergie électrique consommée.
- L'énergie mécanique fournie.



Le flux énergétique pouvant s'inverser, la machine à courant continu devient alors génératrice (elle convertit l'énergie mécanique en énergie électrique).

3. Constitution

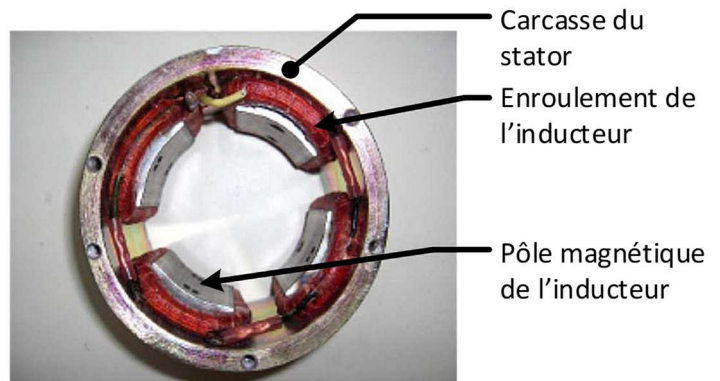
Une MCC est constituée de deux parties :

- une partie fixe qui génère un champ magnétique : *le stator*
- et une partie tournante : *le rotor*

Lorsqu'on alimente le moteur, il se crée une interaction magnétique qui met le moteur en mouvement. *Lorsqu'on inverse le sens de la tension qui alimente le moteur, il tourne en sens inverse.*

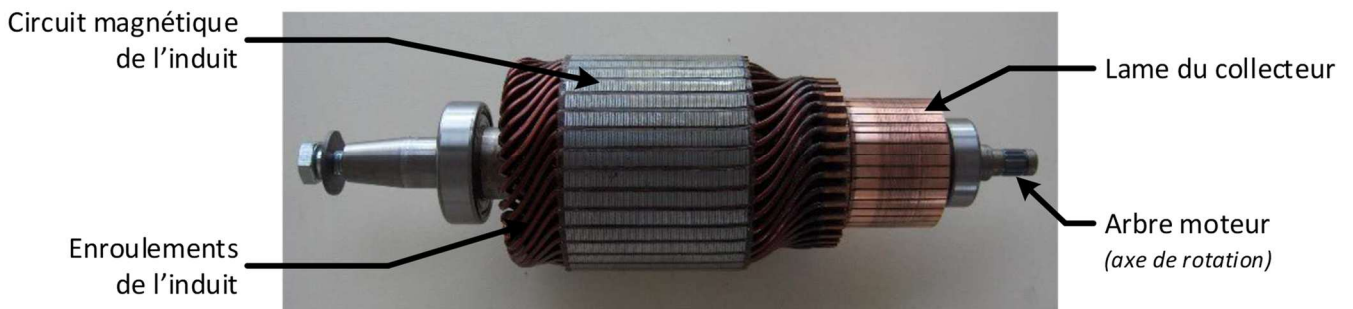
3.1. Le stator

Le *stator* d'un moteur à courant continu est la partie fixe du moteur (*statique* = qui ne bouge pas). Il est aussi nommé *inducteur* ou excitation : on fait passer un courant dans le bobinage du stator et c'est lui qui crée (qui induit) un champ magnétique. Le rotor se retrouve ainsi plongé dans un champ magnétique. Ce champ magnétique peut aussi être assuré par des aimants permanents (comme ceux sur la porte d'un frigo).



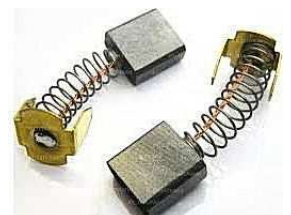
3.2. Le rotor

Le *rotor* est la partie en *rotation* du moteur. C'est lui qui tourne. Il est constitué du bobinage induit. Il faut alimenter cette bobine pour la transformer en électroaimant qui entrera en interaction avec le stator. Si on n'alimentait pas le rotor, il ne serait l'objet d'aucune force et ne tournerait pas.

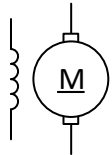
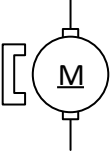


Un système de frottement spécial permet d'alimenter le rotor lorsqu'il tourne : des *balais* (à base de graphite). Ces derniers frottent sur les contacts en rotation de l'induit : le *collecteur*.

Le frottement des balais font qu'ils s'usent : ils sont montés sur ressort pour garantir le meilleur contact possible même lorsqu'ils raccourcissent à cause de l'usure.



3.3. Principaux types de MCC

- **Machine à excitation séparée** : l'inducteur et l'induit ont une alimentation qui leur est propre. Ce sont des moteurs standards utilisés lorsqu'on désire que la vitesse soit à peu près stable quel que soient les efforts demandés. En génératrice, elles sont le plus souvent utilisées pour des mesures de vitesse (génératrices tachymétriques). 
- **Machines à aimants permanents** : seul l'induit est alimenté, l'excitation est assurée par des aimants permanents conférant à la machine un champ constant élevé. Ce sont généralement des moteurs de petites puissances très utilisés en robotique. 
- **Machines à excitation série** : l'inducteur est placé en série avec l'induit. Une seule source alimente l'ensemble. Très utilisés en traction motrice, ils ont l'avantage de fournir un très fort couple au démarrage. Cependant la vitesse diminue si la charge augmente.

Remarque : Les **moteurs universels** (qu'on retrouve dans les perceuses, les aspirateurs...) sont des machines à courant continu qui possèdent la structure d'une machine à excitation série. Ces moteurs sont adaptés pour fonctionner en alternatif monophasé.

4. Bilan énergétique d'un moteur à courant continu

4.1. Les grandeurs d'entrée

La puissance électrique dépend directement de la tension et du courant :

$$\rightarrow P_{elec} = U \times I \dots\dots\dots$$

Avec :

P_{elec} : puissance absorbée en watt (W)

U : tension d'alimentation en volt (V)

I : courant consommée en ampère (A)

4.2. Les grandeurs de sortie

La puissance mécanique (utile) dépend directement de la vitesse de rotation et du couple :

$$\rightarrow P_{meca} = C \times \Omega \dots\dots\dots$$

Avec :

P_{meca} : puissance utile en watt (W)

C (ou T pour Torque) : couple en newton-mètre (N.m)

Ω : vitesse angulaire en radians par seconde (rad/s)

La puissance utile est la puissance mécanique fournie par un moteur sur son arbre. C'est la valeur nominale de cette puissance que précisent les fabricants de moteurs.

Il existe différentes notations et différentes unités pour la vitesse à laquelle tourne l'arbre du moteur :

- Ω : vitesse angulaire en rad/s
- n : vitesse de rotation du rotor en tr/s
- N : vitesse de rotation du rotor en tr/min

Avec :

$$\Omega = 2\pi \times n = \frac{\pi}{30} \times N \dots\dots\dots$$

4.3. Rendement

Le rendement permet de caractériser l'efficacité énergétique du moteur. Plus le rendement est élevé, moins il y a de pertes :

$$\eta(\%) = \frac{P_{\text{sortie}}}{P_{\text{entrée}}} \times 100 = \frac{P_{\text{méca}}}{P_{\text{élec}}} \times 100$$

Avec :

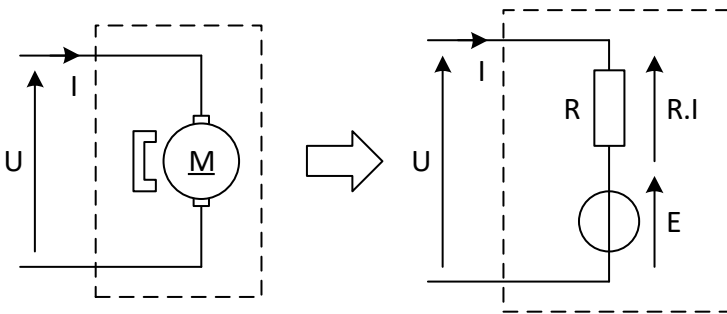
η : rendement (s'exprime en %)

$P_{\text{mécanique}}$ ou puissance utile du moteur en watt (W)

$P_{\text{électrique}}$ ou absorbée en watt (W)

5. Modélisation d'une MCC à aimants permanents

Utilisé en moteur, l'induit d'une MCC à aimant permanent peut être modélisé grâce au schéma suivant :



$$U = E + R \cdot I$$

Avec :

U : tension d'alimentation du moteur (V)

I : courant consommé par le moteur (A)

R : résistance de l'induit (Ω)

E : force électromotrice (V)

La force électromotrice (f.é.m.) est une tension liée à la vitesse de rotation du moteur selon la relation :

$$E = K_e \cdot \Omega$$

Avec :

E : force électromotrice (V)

K_e : constante de force électromotrice (V.s/rad)

Ω : vitesse angulaire (rad/s)

Le courant consommé par le moteur est l'image du couple imposé par la charge selon la relation :

$$C = K_t \cdot I$$

Avec :

C : couple moteur (N.m)

K_t : constante du couple moteur (N.m/A)

I : courant (A)

La caractéristique du couple de la charge est indépendante de celle du moteur ?

Peut être pas trop utile ???

