

Le moteur/machine à courant continu

Un moteur/machine à courant continu (MCC) est un convertisseur électromécanique réversible pouvant fonctionner aussi bien en moteur qu'en génératrice.

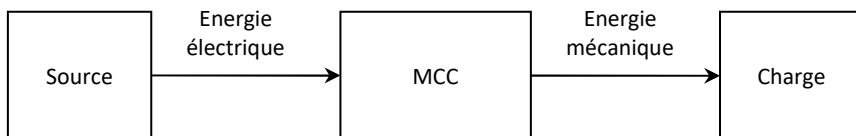


Fig. 1 – MCC fonctionnant en moteur.

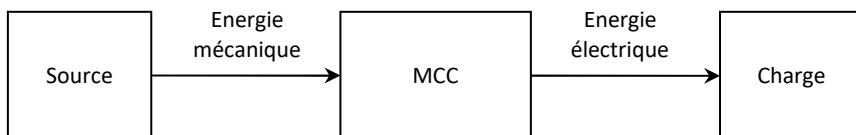


Fig. 2 – MCC fonctionnant en génératrice.

Constitution

La machine à courant continu est constituée d'un stator et d'un rotor.

Le stator est immobile, son rôle est de générer un champ magnétique soit à l'aide d'aimant permanent, soit par un bobinage parcouru par un courant électrique (*appelé courant d'excitation I_{ex}*). Le stator est aussi appelé inducteur car il est la source du champ magnétique.

Le rotor est mobile. Le courant électrique qui le parcourt, noté I , en présence du champ magnétique, soumet le rotor à des forces qui le mettent en rotation. Le rotor est aussi appelé induit.

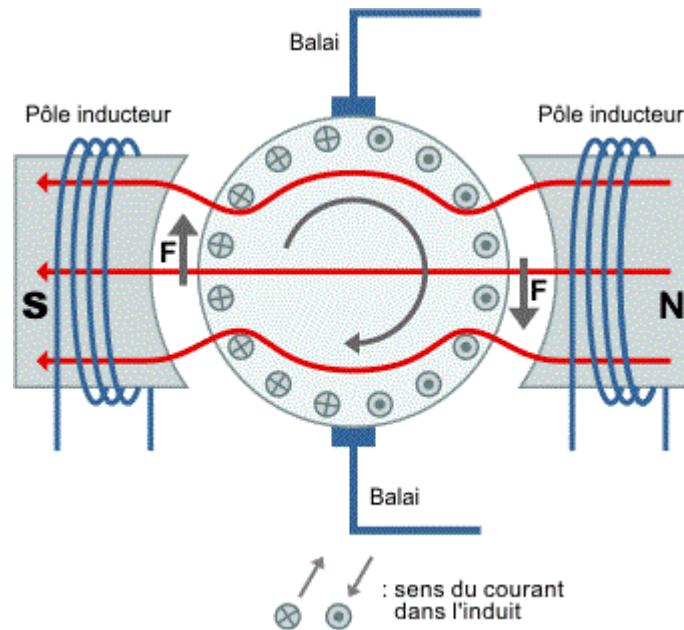


Fig. 3 – circuit d'excitation (stator), circuit induit (rotor).

<https://energieplus-lesite.be/techniques/ascenseurs7/moteur-a-courant-continu/>

Des phénomènes d'induction engendrent une f.é.m. dans l'enroulement d'induit. Cette f.é.m. est noté E .

Relations électromécaniques

Ces relations résultent de la conversion d'énergie opérée par la machine à courant continu.

La force électromotrice d'induit s'écrit :

$$E = k \times \Omega$$

E : force électromotrice, f.é.m. (en V)

k : constante de f.é.m. (en $V \cdot rad \cdot s^{-1}$) ou constante de couple (en $N \cdot m \cdot A^{-1}$)

Ω : vitesse angulaire ($rad \cdot s^{-1}$)

L'entrefer est le siège d'une conversion électromagnétique mettant en jeu la puissance électromagnétique et le moment du couple électromagnétique.

$$P_{em} = E \times I = C_{em} \times \Omega$$

$$k \times \Omega \times I = C_{em} \times \Omega$$

On en déduit l'expression du moment du couple électromagnétique :

$$C_{em} = k \times I$$

Bilan de puissance

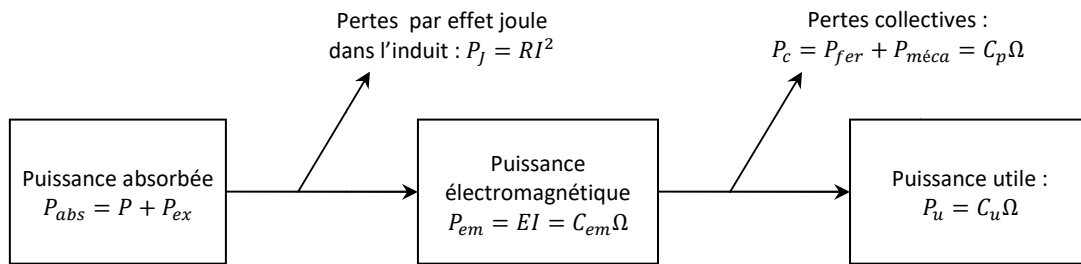


Fig. 3 – bilan des puissances d'un moteur à excitation indépendante.

$$C_u = C_{em} - C_p$$

Rappels :

- $P_{abs} = P_u + pertes$
- Rendement : $\eta = \frac{P_u}{P_{abs}}$

Modèle électrique équivalent de l'induit

En régime de fonctionnement établi (*régime permanent*), le modèle électrique équivalent de l'induit est le suivant :

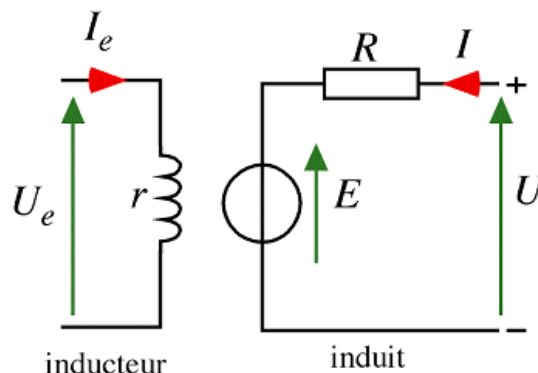


Fig. 4 – modèle électrique équivalent.

http://jacob.patrick.free.fr/moteurs/co/Moteurs_CC_web/co/012_independante.html

Il faut intervenir la f.é.m. d'induit E et la résistance R de l'enroulement d'induit. Aux bornes de l'induit, on a donc :

$$U = E + RI$$

Dans le cas d'un régime dynamique (*régime transitoire*), lors de la phase de démarrage par exemple, il faut également tenir compte de l'inductance L de l'enroulement d'induit.

Caractéristique mécanique d'un moteur à excitation indépendante

En combinant les quatre relations précédentes, on peut montrer que la caractéristique mécanique d'un moteur à excitation indépendante est une droite décroissante d'équation :

$$C_u = -a\Omega + b$$

Avec $b = \frac{kU}{R} - C_p$ et $a = \frac{k^2}{R}$

Lorsque que l'on change la tension U d'alimentation du moteur, ça ne change pas la valeur du coefficient directeur de la droite. Seulement l'ordonnée à l'origine. Les différentes courbes sont donc parallèles entre-elles.

Point de fonctionnement

En régime de fonctionnement établi, le couple utile du moteur est égal au couple résistant opposé par la charge :

$$C_u = C_r$$

Le point de fonctionnement correspond donc à l'intersection des courbes caractéristiques $C_u = f(\Omega)$ et $C_r = f(\Omega)$.

Puisque $C_u = C_{em} - C_p = C_r$ c'est-à-dire $K \times I - C_p = C_r$, on constate donc que la charge mécanique impose la valeur de l'intensité du courant d'induit en régime établi. Si le moteur voit sa charge mécanique augmenter, le courant d'induit augmentera pour maintenir la vitesse de rotation du moteur.

- ⇒ Fonctionnement en charge nominale,
- ⇒ fonctionnement à vide : $C_u = 0 \text{ N.m}$

Remarques :

- Survitesse par « défluxage » : $k = K\phi$ or $\phi = k'I_{ex}$: $\Omega = \frac{U - RI}{K\phi(I_{ex})}$
- Démarrage/décollage $\Omega = 0 \text{ rad.s}^{-1}$: $C_d > C_r$
- Courant d'appel au démarrage $I_d = \frac{U}{R}$
- Entre associant électriquement le circuit d'excitation et l'induit on obtient des caractéristiques mécaniques différentes : moteur à excitation série (DC), moteur universel (AC)...