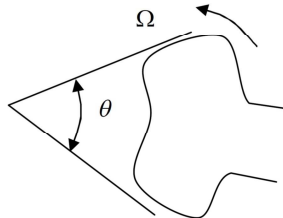


**Expression de la f.e.m. généralisée**

Machine à CC

Un conducteur se déplace sous un pôle avec la vitesse angulaire constante  $\Omega = 2\pi N$  (rad/s).

Fig.6.11. Flux sous un pôle



Le conducteur coupe le flux  $\phi$  en  $\Delta t = \frac{\Delta\theta}{\Omega}$ , avec  $\Delta\theta = \frac{2\pi}{2p}$ .

$2p$  : le nombre de pôles.

On a la f.é.m d'un conducteur sous un pôle  $\Delta e = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta e = \frac{\Delta\phi}{\Delta\theta} \Omega = \Delta\phi 2\pi N \frac{2p}{2\pi}$

$\Rightarrow e = 2pN\phi$

avec les  $n$  conducteurs on aura :  $ne = 2pnN\phi$ , subdivisé en  $2a$  voies parallèles la f.é.m résultante aux bornes des ballais est donc :  $E = \frac{ne}{2a}$ , ce qui implique  $E = \frac{p}{a} nN\phi$ .

3

**F.e.m. à vide**

Machine à CC

Soient  $E_v = \frac{p}{a} nN\phi_v$  et  $\Omega = \frac{2\pi}{60} N$ , on se propose d'exprimer la f.é.m à vide sous la forme suivante  $E_v = (k\phi_v)\Omega$  ou bien  $E_v = K\Omega$ .

avec :  $k$  est un coefficient tel que  $k = \frac{pn}{a} \frac{60}{2\pi}$

$K$  est un coefficient tel que  $K = k\phi_v$

**F.e.m. à charge**

On a  $E_0 = k\phi_0\Omega$ ,  $E_{ch} = k\phi_{ch}\Omega$  et  $\phi_{ch} = \phi_0 - \Delta\phi$ , ce qui implique que  $E_{ch} = E_0 - \varepsilon(I)$ , avec  $\varepsilon(I)$  est la chute due à la réaction magnétique de l'induit (R.M.I).

La f.é.m en charge peut être exprimée sous la forme suivante  $E_{ch} = K\Omega$ , tels que  $K = k\phi_{ch}$  et

$$k = \frac{pn}{a} \frac{60}{2\pi}$$

4

**Équations aux tensions d'un moteur à CC**

Machine à CC

Le moteur à courant continu est constitué d'un inducteur et d'un induit, tels qu'ils sont caractérisés par leurs résistances internes respectivement  $r$  et  $R$ , comme le montre la figure suivante :

**Équations aux tensions d'une génératrice à CC**

La génératrice à courant continu est constituée d'un inducteur et d'un induit, tels qu'ils sont caractérisés par leurs résistances internes respectivement  $r$  et  $R$ , comme le montre la figure suivante :

**Caractéristiques des Machines à CC**

Machine à CC

Soient la tension aux bornes de la machine  $U = E_{ch} \pm (e_B + R I) = E_v - \varepsilon (I) \pm (e_B + R I)$  et la f.é.m induite  $E_v = \frac{p}{a} n N \phi_v$ , avec  $\phi_v = B S \cos \theta$  et  $B = \frac{\mu_a N_c}{l} J$ , ce qui donne les relations suivantes :  $U = \frac{p}{a} n N \left( \frac{\mu_a N_c}{l} J \right) S \cos \theta - \varepsilon (I) \pm (e_B + R I)$  et  $E_v = \frac{p}{a} n N \left( \frac{\mu_a N_c}{l} J \right) S \cos \theta$ .

D'après ces relations on peut dériver plusieurs caractéristiques, les plus utiles sont :

**Caractéristique à vide**  $E_v (J)$  à vitesse  $N$  constante et courant  $I$  nul, d'où

$$E_v = \left[ \frac{p}{a} n N \left( \frac{\mu_a N_c}{l} J \right) S \cos \theta \right] J;$$

**Caractéristique naturelle**  $U (I)$  à vitesse  $N$  constante et courant d'inducteur constant, d'où  $U = \left[ \frac{p}{a} n N \left( \frac{\mu_a N_c}{l} J \right) S \cos \theta - \varepsilon (I) \pm e_B \right] \pm R I$  ;

$$U = \left[ \frac{p}{a} n N \left( \frac{\mu_a N_c}{l} J \right) S \cos \theta - \varepsilon (I) \pm e_B \right] \pm R I ;$$

**Caractéristique de réglage**  $J (I)$  à vitesse  $N$  constante et tension  $U$  constante ;

**Caractéristique de la R.M.I (Réaction magnétique de l'induit)**  $\varepsilon (I)$ .

Machine à CC

### Symboles de la MCC

MCC à enroulement inducteur.

MCC à aimants permanents.

### Conversion d'énergie

A partir de  $E$  et  $I$ , la puissance électrique au niveau de l'induit de la MCC s'exprime par :

$$P_e = E \cdot I$$

Sur le plan mécanique :

$$P_m = C_{em} \cdot \Omega_r$$

Dans le cas d'une machine parfaite, le transfert de puissance est total, donc  $P_e = P_m$ , d'où :

$$E \cdot I = C_{em} \cdot \Omega_r$$

Figure 17 : lien électromécanique.

On constate que la MCC est un convertisseur d'énergie transformant à tout instant une puissance électrique en puissance mécanique et réciproquement.

7

Machine à CC

### Fonctionnement en mode moteur

L'enroulement d'induit est sous une tension imposée. Le sens du courant obéit à la convention récepteur, et suit les potentiels décroissants à l'intérieur du bobinage.

- Le sens de la force dépend du courant et celui du champ magnétique (Force de Laplace, telle que  $d\vec{F} = I(d\vec{l} \wedge \vec{B}) \Rightarrow F = IdlB \sin(\alpha)$ , dans notre cas  $\alpha = \pi/2 \Rightarrow F = BIl$ ).

Pour trouver le sens de la force d'une façon commode, nous retiendrons la règle des trois doigts de la main droite.

Moteur à courant continu

Par convention la puissance électromagnétique d'un moteur est positive, telle que  $P_{em} = C_{em} \cdot \Omega > 0$ , la vitesse du moteur est compté aussi positive, ce qui déduit un couple électromagnétique  $C_{em} > 0$  et de même sens que celui de  $\Omega$ .

8

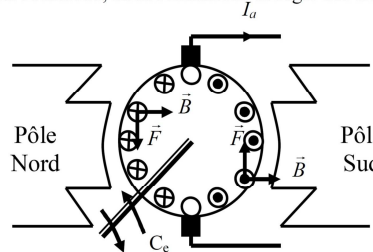
**Fonctionnement en mode génératrice**

Machine à CC

La machine d'entraînement impose par son couple moteur le sens de rotation, le couple électromagnétique est résistant, il s'oppose à la rotation et équilibre le couple moteur quand la vitesse d'entraînement est constante.

- Le sens du courant induit est tel que par ses effets s'oppose à la cause qui lui a donné naissance (Loi de Lenz  $e = -\frac{d\phi}{dt}$ , avec  $d\vec{\phi} = \vec{B} \cdot d\vec{S} \Rightarrow d\phi = B dS \cos(\alpha)$ , dans notre cas  $\alpha = 0$  puisque le normal de  $dS$  est colinéaire avec l'induction magnétique  $\vec{B}$ , alors  $d\phi = BLdx$  et la f.é.m induite  $e = -BLV$  ).

Pour trouver le sens du courant d'une façon commode, nous retiendrons la règle des trois doigts de la main gauche.

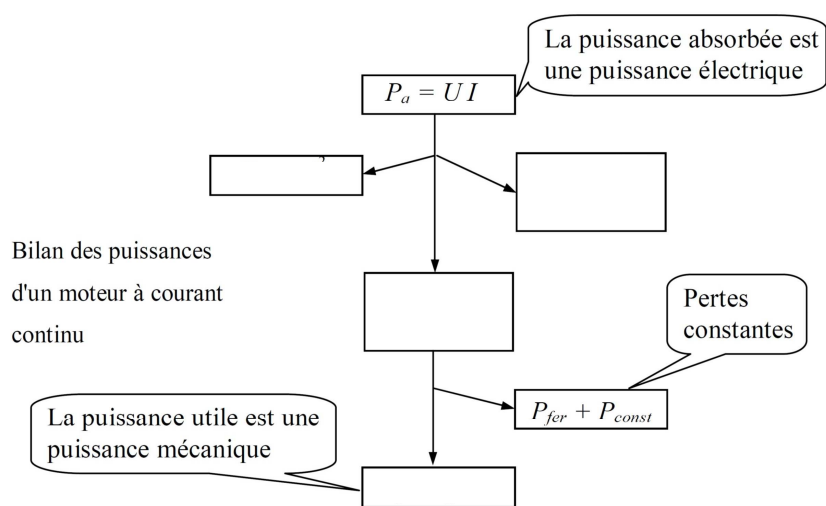


Par convention la puissance électromagnétique d'un générateur est négative, telle que  $P_{em} = C_{em} \Omega < 0$ , la vitesse de la génératrice est compté aussi positive, ce qui déduit un couple électromagnétique  $C_{em} < 0$  et de sens inverse que celui de  $\Omega$ .

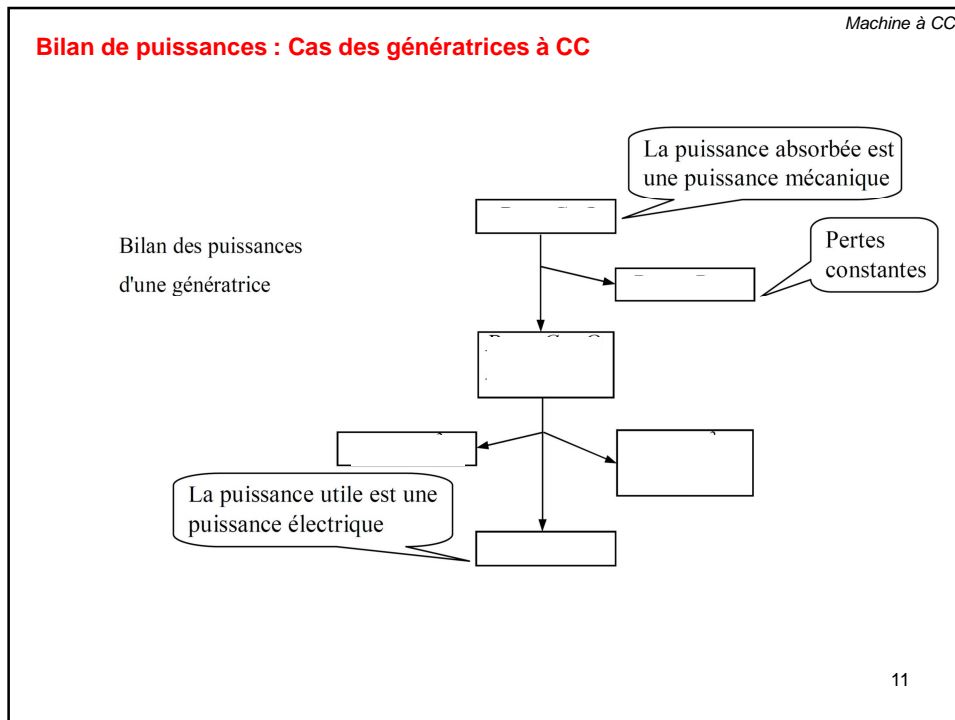
9

**Bilan de puissances : Cas des moteurs à CC**

Machine à CC



10



Machine à CC

**Rendement**

Le rendement d'une machine à courant continu de la forme suivante :

La somme des pertes se sont des pertes fer plus pertes joules et pertes mécaniques, telles que

$$\sum \text{pertes} =$$

- Pertes joules :
  
- Pertes fer :
- Pertes mécaniques :

12