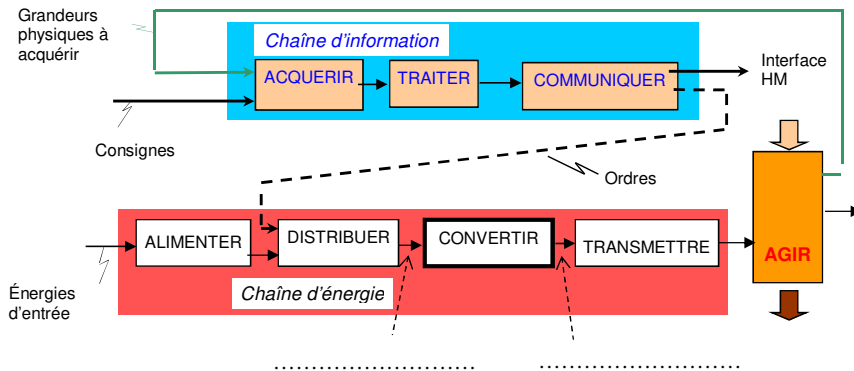


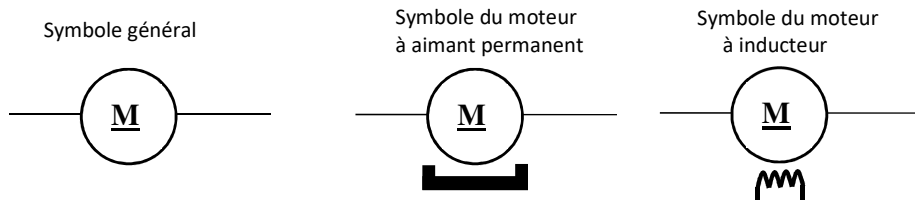
Fiche de cours LE MOTEUR A COURANT CONTINU

1- DESCRIPTION, FONCTION REALISEE

Les moteurs à courant continu réalisent la fonction CONVERTIR de la chaîne d'énergie



1.1 SYMBOLE



1.2 APPLICATIONS

Les moteurs à courant continu sont utilisés dans les applications nécessitant un couple de démarrage élevé et leur vitesse s'adapte très bien à la charge.

On les retrouve dans 3 domaines principaux :

- Faibles puissances : jusqu'à 1000 W : Lève-vitre, essuie- glace, pilote automatique ...
- Moyennes puissances : de 1 kW à 1MW : Engins de levage : Treuils, grues, ...
- Fortes puissances : supérieur à 1 MW : Traction électrique : T.G.V. (est), métro ...

Caractéristiques constructeurs du moteur à courant continu utilisé dans le pilote automatique Simrad.

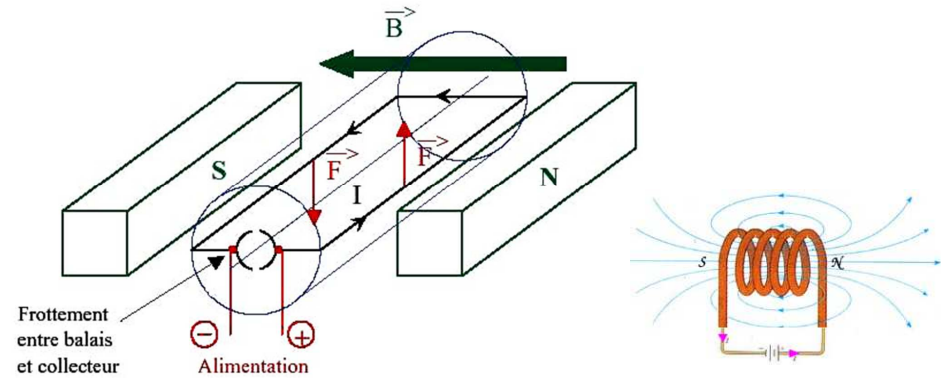
MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY					
	OPERATIN	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE	OUTPUT	EFFICIENCY	
	RANGT	V DC	RPM	A	RPM	A	g.cm.mN.m	W		
RS-775SH	7V-13V	12.0	6200	0.70	4810	4.9	800	78.5	39.47	66.45



2- FONCTIONNEMENT D'UN MOTEUR À COURANT CONTINU

2.1- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le schéma de principe donné ci-après pour une spire permet de comprendre le fonctionnement d'un moteur à courant continu :



Les pôles Nord et Sud des aimants permanents créent un flux (champ magnétique \vec{B}) dans le moteur. La spire est alimentée et plongée dans ce flux. Elle est soumise à un couple de forces \vec{F} (force de Laplace). Le moteur se met en rotation. On dit qu'il y a création d'un couple moteur. Les points représentent les balais (solidaires de la carcasse) qui frottent sur le collecteur.

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).

On obtient un couple moteur plus élevé soit :

- en augmentant le nombre de spires ;
- en augmentant le nombre de pôles d'aimants.

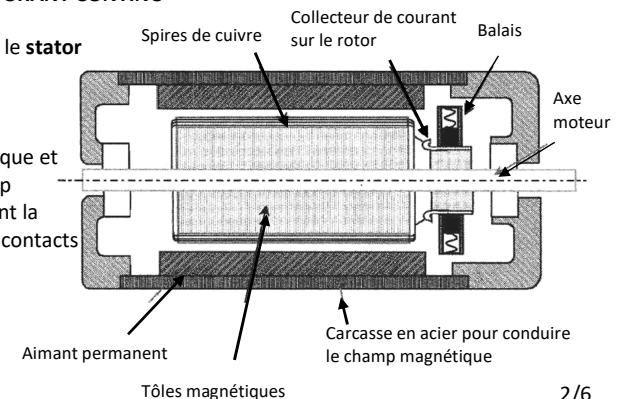
En permutant les fils d'alimentation du moteur le courant dans la spire est inversé. Le couple qui s'applique est alors de sens contraire au précédent : **le moteur change de sens de rotation**. Par nature, le moteur à courant continu est un moteur à deux sens de rotation.

2.2 CONSTITUTION D'UN MOTEUR À COURANT CONTINU

Le moteur est constitué d'une partie fixe : le **stator** (ou inducteur) et d'une partie tournante :

Le rotor (auss appelé **induit**).

Le stator est formé d'une carcasse métallique et d'un ou plusieurs aimants créant un champ magnétique à l'intérieur. Il porte également la partie porte-balais et balais qui assure les contacts électriques avec le rotor.



2.3 - BILAN DES PUISSANCES / RENDEMENT

2.3.1 PUISSANCE UTILE : P_u

C'est la puissance mécanique produite par le moteur pour entraîner la charge :

$$P_u =$$

Avec :

- P_u : puissance utile en W
- C : couple utile en N·m
- Ω : vitesse angulaire en rad/s

Cas particulier, à vide :

2.3.2 PUISSANCE ABSORBÉE PAR LE MOTEUR : P_a

$$P_a =$$

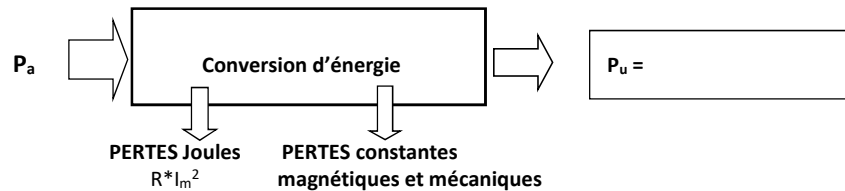
Avec :

- P_a : puissance absorbée en W
- U_m : tension aux bornes de l'induit en V
- I_m : courant dans l'induit en A

2.3.3 PERTES : P_j et P_c

Pertes joules P_j : Puissance dissipée par effet joule par la résistance R du rotor : $P_j = R \times I_m^2$

Pertes constantes P_c : Ces pertes sont la somme des pertes mécaniques (puissance perdue par frottement) et magnétiques (saturation magnétique, fuites). Ces pertes peuvent se déterminer à vide.

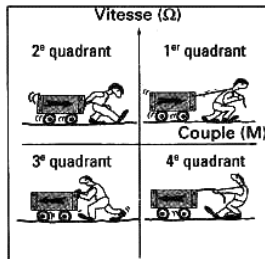
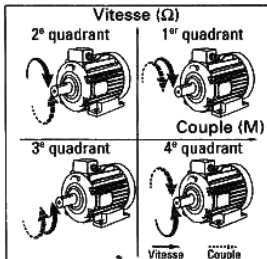


2.3.4 RENDEMENT : η

$$\eta =$$

2.4 - MODES DE FONCTIONNEMENT

Un moteur à courant continu est réversible : il peut fonctionner **en génératrice**. En faisant tourner le rotor du moteur sous l'action d'une force extérieure, on récupère une puissance électrique aux bornes des spires de l'induit du moteur (dynamo).



Quadrants 1 et 3

.....

.....

.....

Quadrants 2 et 4

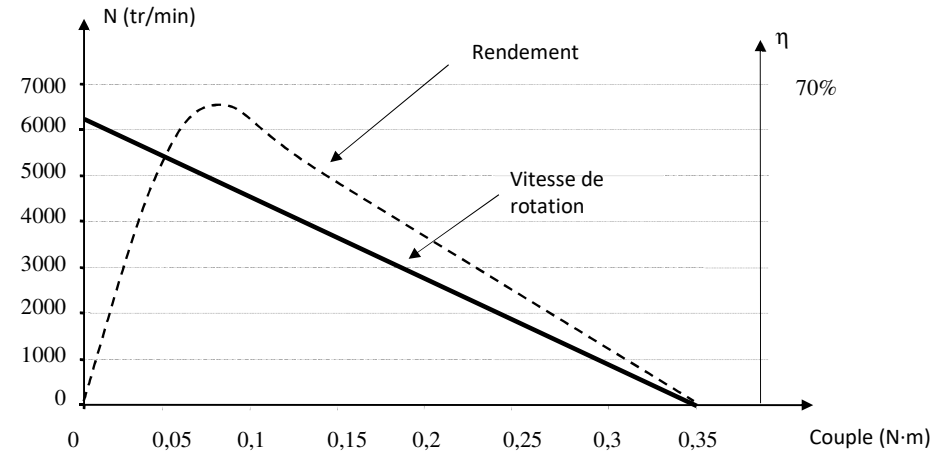
.....

.....

.....

2.5 - COURBES CARACTÉRISTIQUES

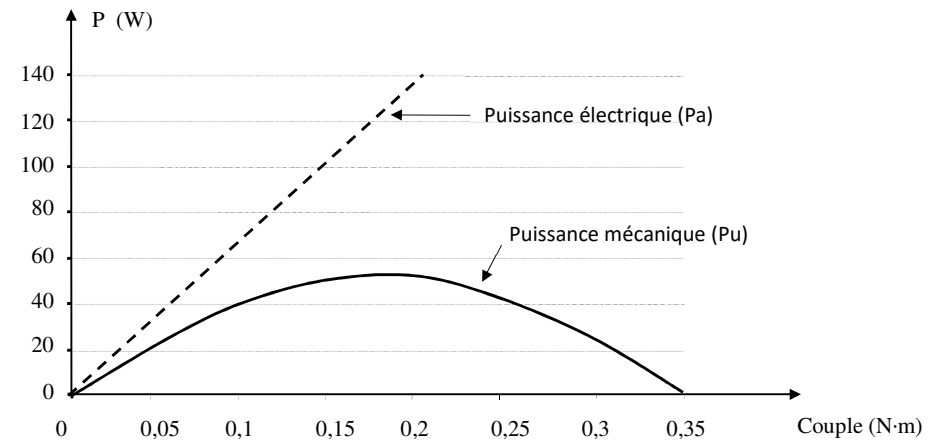
On donne les courbes caractéristiques du moteur à courant continu d'un pilote automatique (RS 775SF). Les grandeurs vitesse de rotation, rendement, puissance électrique et puissance mécanique sont données en fonction du couple résistant sur l'arbre moteur pour une tension d'alimentation de 12 V constante.



.....

.....

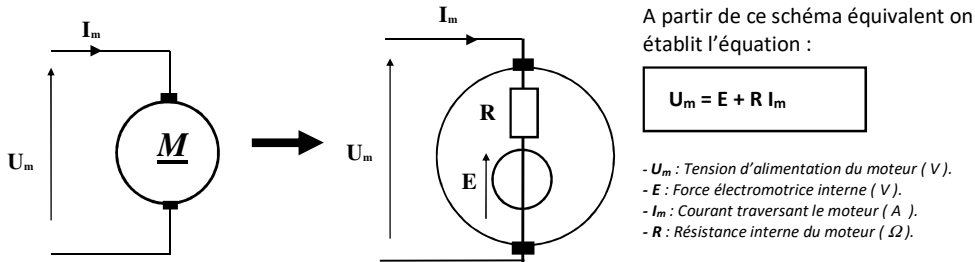
.....



2.6 DÉFINITIONS et RELATIONS

2.6.1 SCHÉMA ÉQUIVALENT

Le schéma électrique équivalent permet de modéliser l'induit du moteur :



2.6.2 FORCE ÉLECTROMOTRICE (FEM) E

Dans chaque spire alimentée, il se crée une force électromotrice. On définit E la somme de toutes les forces électromotrices des spires. Cette f.e.m est proportionnelle à la vitesse de rotation :

$$E = k \times \Omega$$

Avec
E : force électromotrice en V
k : constante de couple en $V \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$
 Ω : vitesse angulaire en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

Cas particulier, au moment du démarrage :

2.6.3 COUPLE ÉLECTROMAGNÉTIQUE C_e

Le couple électromagnétique C_e est proportionnel au courant I_m dans le moteur.

$$C_e = k \times I_m$$

Avec :
- C_e : couple électromagnétique en $N \cdot m$
- k : constante de couple en $N \cdot m \cdot A^{-1}$
- I_m : courant dans l'induit du moteur en A

On remarque que la constante k peut être exprimée en **N·m/A** ou en **V/rad/s**. Il s'agit d'une constante qui dépend du nombre de spires et du nombre de pôles de l'inducteur.

2.6.4 COUPLE MOTEUR C_m

En négligeant les pertes par frottement on peut considérer que le couple mécanique en sortie du moteur est égal au couple électromagnétique. Sinon le couple moteur s'exprime ainsi :

$$C_m = C_e - C_F - K_{FV} \cdot \Omega$$

Avec :
- C_e : couple électromagnétique en $N \cdot m$
- C_F : couple résistant du moteur en $N \cdot m$
- K_{FV} : Coef. de frottement visqueux $N \cdot m \cdot \text{rad}^{-1} \cdot \text{s}$

3 - DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES D'UN MOTEUR

On souhaite déterminer les caractéristiques techniques principales du moteur à courant continu à partir des courbes de fonctionnement ou à partir de son modèle équivalent.

3.1 CARACTÉRISTIQUE COUPLE-VITESSE à partir des courbes de la page 4

- Repérer sur la courbe la vitesse de rotation à vide N_0 du moteur. Donner sa valeur :
- Repérer sur la courbe le couple de démarrage $C_{m\max}$ du moteur. Donner sa valeur :

3.2 CARACTÉRISTIQUES NOMINALES DU MOTEUR (au rendement max)

- Repérer sur les courbes le point de fonctionnement nominal. Compléter les valeurs suivantes en donnant les grandeurs nominales de chacune des caractéristiques :

Vitesse de rotation (tr/min) :
Couple utile (N.m) :
Puissance utile (W) :
Puissance absorbée (W) :
Rendement (%) :

3.3 CARACTÉRISTIQUES QUELCONQUES (utilisation en régime non nominal)

Dans ce cas de figure une exploitation du schéma équivalent devient nécessaire.

Calculons la tension et le courant d'alimentation du moteur si les grandeurs mécaniques de sortie sont : $N = 4000 \text{ tr/min}$ et $C = 0,1 \text{ N} \cdot \text{m}$. Les caractéristiques du moteur sont $R = 2\Omega$ et $k = 0,02 \text{ N} \cdot \text{m/A}$.

- Courant d'alimentation :
- Force électromotrice :
- Tension d'alimentation :

- Calculer les pertes Joules, P_u et P_a que valent les pertes constantes P_c , conclure.

.....

- Que vaudrait le courant au démarrage I_d si le moteur était alimenté directement sous $U = 12 \text{ V}$

.....