



MOTEURS ÉLECTRIQUES

Les moteurs sont utilisés pour de nombreuses tâches : traction, manutention, pompage, ventilation, compression... À chaque fois, ils convertissent de l'énergie électrique en énergie mécanique.

1) Principe du moteur à courant continu

On distingue deux parties :

- le stator, encore appelée inducteur, immobile, qui est constitué d'un aimant permanent ou d'une bobine alimentée en courant continu.
- le rotor, appelé induit, mobile, constitué d'enroulements. Chaque spire comprend deux conducteurs actifs et est alimentée en courant continu par l'ensemble balai-collecteur.

Le sens du courant s'inverse dans la spire à chaque passage de la spire par le « plan neutre » vertical. Le couple de forces $(\vec{F}; \vec{F}')$ fait toujours tourner la spire dans le même sens.

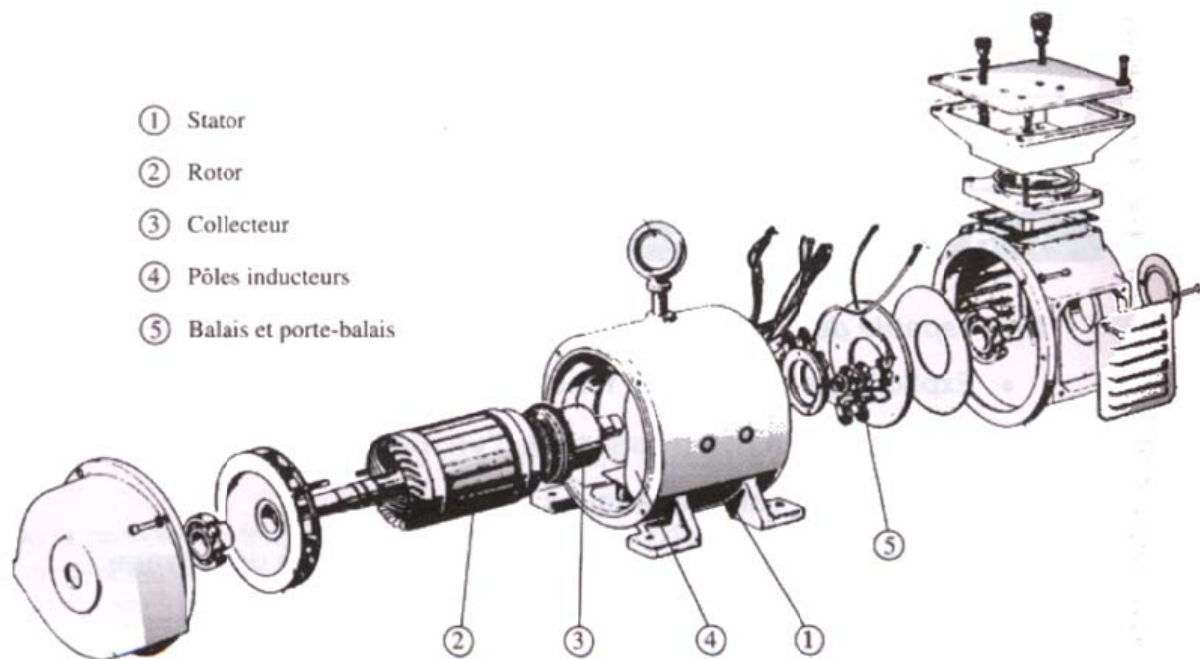


Schéma tiré du livre Sciences Physiques BAC PRO HACHETTE Technique

Remarque : Un moteur est dit à excitation indépendante si le rotor et le stator sont alimentés par des générateurs séparés.



II) Le champ magnétique tournant

On peut créer un champ magnétique tournant par rotation d'un aimant : la vitesse de rotation de l'aimant correspond à la vitesse de rotation du champ.

1) Création d'un champ magnétique tournant

a) Cas du moteur monophasé

Les enroulements du stator sont monophasés : il se crée alors un champ alternatif décomposable en deux champs tournant en sens inverse. Lors de la phase de démarrage, un condensateur monté en dérivation sur un enroulement auxiliaire crée un déphasage qui permet d'avoir un couple de démarrage. À une certaine vitesse, le condensateur est automatiquement court-circuité.

b) Cas du moteur triphasé

On fait passer un courant alternatif triphasé dans trois bobines identiques dont les axes font entre-eux un angle de 120° . Les trois champs alternatifs produits par les bobines alimentées en triphasé se composent pour former un champ tournant. Un moteur asynchrone triphasé peut délivrer un couple quelle que soit sa fréquence de rotation et en particulier au démarrage.

2) Fréquence de rotation

On appelle fréquence de synchronisme, notée n_s , la fréquence de rotation du champ tournant. Cette fréquence dépend de la fréquence de la tension d'alimentation notée f et est exprimée par :

$$n_s = \frac{f}{p}$$

avec f : fréquence d'alimentation du courant en Hz

n_s : fréquence de synchronisme en tr/s

p : nombre de paires de pôles du stator.

3) Conséquences sur le rotor

Le stator avec son champ tournant peut engendrer :

- une rotation synchrone : lorsqu'il est formé d'un aimant permanent ou d'un électroaimant, le rotor tourne à la fréquence de synchronisme : $n_s = n$. C'est le principe du moteur synchrone.

- une rotation asynchrone : le rotor comporte des enroulements en court-circuit où se créent des courants induits (courants de Foucault) qui produisent des forces électromagnétiques qui s'opposent à la variation de la cause qui leur donne naissance (la rotation du champ). Le rotor tourne alors plus lentement que le champ tournant : $n < n_s$ (phénomène de glissement). C'est le principe du moteur asynchrone.

III) Glissement des moteurs asynchrones

Le stator est alimentée par un courant alternatif sinusoïdal monophasé ou triphasé. Le rotor, lui, n'est pas alimenté par une source extérieure. Sa fréquence de rotation n peut être mesurée à l'aide d'un stroboscope ou d'un tachymètre.



La différence $n_s - n$ est appelée fréquence de glissement. Elle s'exprime en tr/s et est positive.

Le glissement du moteur asynchrone est le rapport de la fréquence de glissement $n_s - n$ à la fréquence de synchronisme n_s .

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} \quad \text{ou encore} \quad n = n_s (1 - g)$$

Remarque : le glissement n'a pas d'unité et peut être exprimé en pourcentages.

IV) Couplage des moteurs triphasés sur un réseau

Les bobines du stator peuvent être couplées en étoile ou en triangle à l'aide de six bornes.

C'est la plaque signalétique du moteur qui donne l'indication du couplage à adopter.

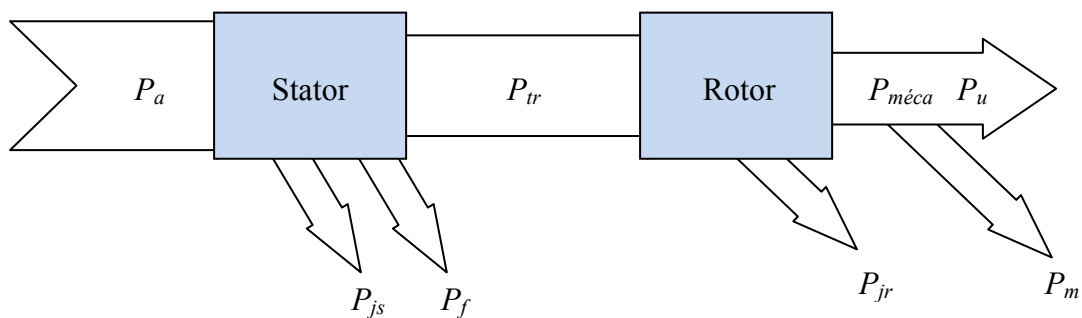
La première tension (230 V) représente la tension nominale d'un enroulement.

<p>230V/400V – 50 Hz – 1 200 tr/min 30/17,3 A – 7,5 kW – cosφ = 0,85</p>

- Sur un réseau 130/230 V, on brancherait ce moteur en triangle afin que chaque bobine soit soumise à une tension composée de 230 V. Dans ce cas ce moteur absorbera une intensité en ligne de 30 A.

- Sur un réseau 230/400 V, on brancherait ce moteur en étoile afin que chaque bobine soit soumise à une tension simple de 230 V. Dans ce cas ce moteur absorbera une intensité en ligne de 17,3 A.

V) Bilan des puissances d'un moteur



1) Puissance électrique absorbée par le stator

Monophasé

$$P_a = UI \cos \varphi$$

Triphasé

$$P_a = UI \sqrt{3} \cos \varphi$$

U : valeur efficace de la tension

U : valeur efficace de la tension composée

I : intensité du courant de ligne

φ : déphasage courant-tension, $\varphi = (\vec{I}; \vec{U})$



2) Pertes statoriques

a) Pertes Joules

Monophasé

$$P_{js} = RI^2$$

Triphasé

$$P_{js} = \frac{3}{2} rI^2$$

R : résistance du bobinage du stator

r : résistance mesurée entre deux bornes du stator

b) Pertes magnétiques

Pertes dues au phénomène d'hystérésis : P_f (pertes fer)

3) Puissance transmise du stator au rotor

$$P_{tr} = P_a - P_{js} - P_{fs}$$

4) Pertes rotoriques

a) Pertes par effet Joule due aux courants de Foucault

C'est la perte de vitesse due au glissement : $P_{jr} = gP_{tr}$

b) Pertes mécaniques

Ce sont les pertes dues au frottement : P_m

5) Puissance mécanique utile

$$P_u = P_{tr} - P_{jr} - P_m$$

La puissance utile est le produit du moment du couple moteur avec la vitesse angulaire :

$$P_u = M \times 2\pi n = M \times \omega \quad \text{avec } P_u \text{ en W, } M \text{ en N.m et } \omega \text{ en rad/s}$$

6) Pertes constantes

On associe souvent les pertes magnétiques dans le stator aux pertes mécaniques du rotor sous la dénomination de pertes constantes. Elles sont nommées ainsi car elles ne dépendent pas du régime du moteur et peuvent mesurées à vide.

$$P_c = P_0 = P_f + P_m$$