

MOTEUR SYNCHROME

1. STRUCTURE

Le moteur synchrone est caractérisé par un rotor tournant à la même vitesse que le champ tournant statorique ou dans un rapport constant (certains moteurs pas à pas). Le rotor peut être principalement de trois types différents :

- réluctant, à pôles saillants (puissances de 100 W à 200 kW) (Fig. 1)

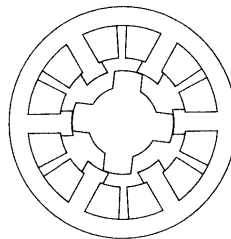


Figure 1

- constitué d'aimants permanents (puissances de 1 μ W à 100 kW) (Fig. 2a, b, c)

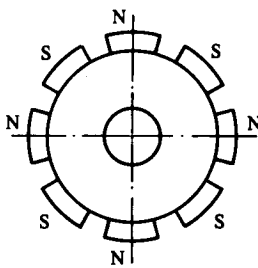


Figure 2a

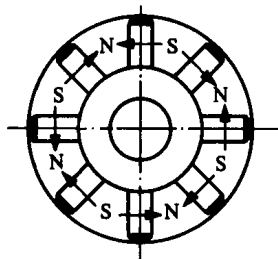


Figure 2b

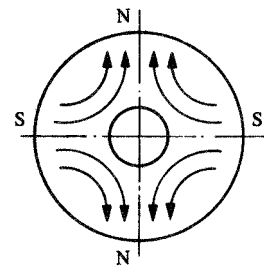


Figure 2c

- constitué de pôles excités par un bobinage à courant continu (puissances de 10 kW à 1000 MW) (Fig. 3)

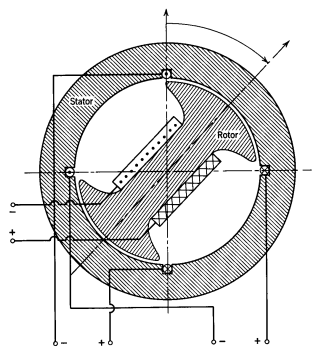
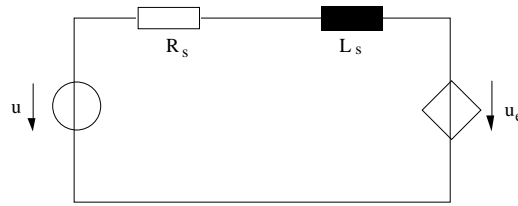


Figure 3

2. EXPRESSIONS PRINCIPALES

Les expressions qui suivent sont basées sur l'hypothèse d'une tension induite et d'une alimentation sinusoïdales.

Le schéma équivalent d'un moteur à aimants permanents est décrit par la Figure 4, pour une phase :



u = tension d'alimentation = $\hat{U} \sin(\omega t + \epsilon)$

u_e = tension induite de mouvement due à l'excitation
 $= \hat{U}_e \sin \omega t = k_e \Omega \sin \omega t$

R_s = résistance de phase

L_s = inductance de phase

Ω = vitesse angulaire

$\omega = p \Omega$

En complexe :

$$\hat{U} e^{j\epsilon} = (R_s + j\omega L_s) \hat{I} + k_e \Omega$$

Le courant \hat{I} vaut :

$$\hat{I} = \frac{\hat{U} e^{j\epsilon} - k_e \Omega}{Z_s} \quad (1)$$

$$Z_s = R_s + j\omega L_s = Z_s e^{j\varphi_s}$$

A courant imposé, le couple vaut, pour 3 phases :

$$M = \frac{3}{2} k_e \hat{I} \cos \psi \quad (2)$$

ψ = angle de déphasage entre courant et tension induite (Fig. 5).

A tension imposée, le couple prend l'expression suivante :

$$M = \frac{3}{2} \frac{k_e}{Z_s} \left[\hat{U} \cos(\varphi_s - \epsilon) - k_e \Omega \cos \varphi_s \right] \quad (3)$$

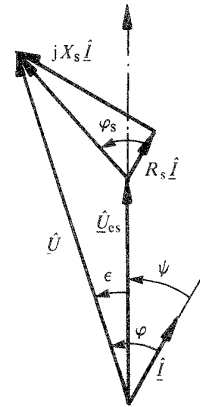


Figure 5

3. ALIMENTATION EN CIRCUIT OUVERT

En circuit ouvert, à tension et fréquence imposées, le couple devient une fonction de l'angle ϵ :

$$M = M_{res} = f(\epsilon) \quad (\text{Fig. 6})$$

Ce couple présente un domaine stable, un maximum et un minimum.

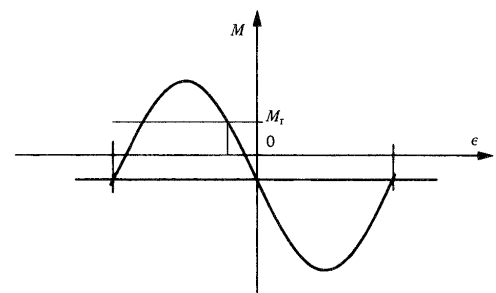


Figure 6

4. ALIMENTATION AUTO-COMMUTÉE

Le mode auto-commuté correspond à une commutation des phases en fonction de la position du moteur. Pour ce régime, l'angle ε est imposé. Dans ces conditions, deux modes d'alimentation sont possibles.

4.1 Alimentation en courant

Par l'expression (2), on impose un courant en phase avec la tension induite, soit un angle ψ nul. Ceci est possible en utilisant un capteur en phase avec la tension induite.

$$M = \frac{3}{2} k_e \hat{I}$$

4.2 Alimentation en tension

Pour ce cas, 3 possibilités existent :

- $\varepsilon = 0$ ou une autre constante

Selon (3), le couple décroît relativement rapidement avec la vitesse.

- $\varepsilon = \varphi_s$

Le couple est maximum et vaut :

$$M = \frac{3}{2} \frac{k_e}{Z_s} [\hat{U} - k_e \Omega \cos \varphi_s]$$

- $\psi = 0$

Le rendement est maximum (couple maximum pour un courant donné).

Comparé au cas à couple maximum, le courant est plus faible pour une vitesse quelconque.

L'angle ε correspondant vaut :

$$\varepsilon = \arccos \left(\frac{\hat{U}_e \omega L_s}{Z_s \hat{U}} \right) - \arctg \left(\frac{R_s}{\omega L_s} \right)$$