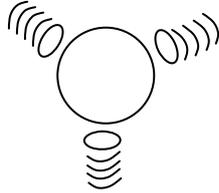


I- Description

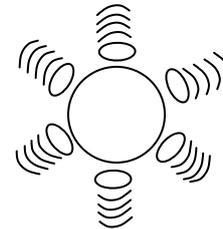
1-1 Stator ou inducteur

Si $p=1$ (p nombre de paires de pôles)



Chaque bobine est décalée de $360^\circ/3$ soit 120°

Si $p=2$



Chaque bobine est décalée de $360^\circ/3p$
soit $120^\circ/p$ → ici 60°

Le champ magnétique tourne à la fréquence de synchronisme $n_s = f/p$; n_s en tr/s; f en Hz et p nb. de paires de pôles

Couplage : La plaque à bornes est constituée de 6 bornes.

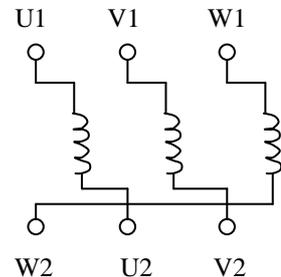
La plaque signalétique indique la tension nominale aux bornes d'un enroulement . (tension la plus faible indiquée)

On relie U1, V1 et W1 aux 3 phases du réseau

Couplage Y : on relie U2, V2 et W2 → point du « centre de l'étoile »

Couplage Δ : on relie U1 à W2, V1 à U2 et W1 à V2

(revoir à ce sujet le cours sur le triphasé : choix et justification du couplage)



1-2 Rotor ou induit

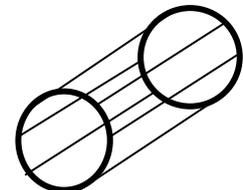
→ Rotor à cage

Des barres métalliques parallèles sont reliées par 2 couronnes conductrices

Le rotor ressemble à une cage d'écureuil

L'ensemble présente une résistance très faible.

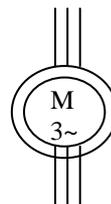
On dit que le rotor est en « court-circuit »



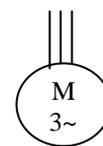
→ Rotor bobiné

Les conducteurs logés dans les encoches forment un enroulement triphasé dont le nombre de pôles est le même que celui du stator. Les extrémités sont reliées à 3 bagues solidaires de l'arbre de rotation. Des balais frottant sur ces bagues permettent – soit de court-circuiter le rotor – soit de le relier à un rhéostat triphasé pour modifier sa résistance.

Symboles :



rotor bobiné



rotor à cage

Quelque soit le cas, le rotor n'est traversé que par les courants induits par le champ tournant.

II- Glissement

La vitesse du rotor est nécessairement inférieure à celle du champ tournant sinon les courants induits disparaissent, les forces aussi → glissement

Le champ tourne à la fréquence de synchronisme n_s]

Le rotor tourne à la fréquence $n < n_s$]

On définit le glissement :

$$g = \frac{n_s - n}{n_s}$$

On exprime g en %, l'ordre de grandeur est généralement de quelques %.

Application : connaissant la vitesse de rotation n d'un moteur asynchrone triphasé et la fréquence d'alimentation, on peut en déduire sa vitesse de synchronisme n_s , puis le nombre de pôles et la valeur du glissement.

Exemple : $n=1440$ tr/min et $f=50$ Hz → $p=1 \Rightarrow n_s=f/p=50$ tr/s ⇒ $n_s=3000$ tr/min

$p=2 \Rightarrow n_s=1500$ tr/min

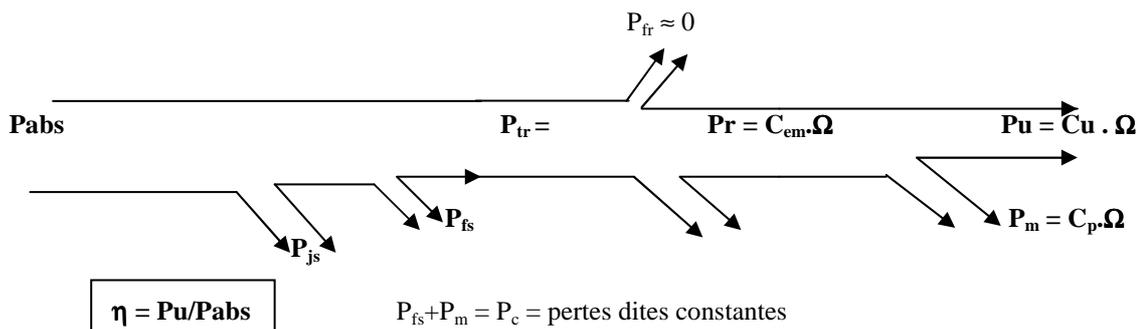
$p=3 \Rightarrow n_s=1000$ tr/min

g étant de quelques %, n_s est nécessairement juste supérieure à n .

Donc dans l'exemple, $n_s=1500$ tr/min et par conséquent $p=2$ (4 pôles) et $g=(1500-1440)/1500$ soit $g = 4\%$

Attention, dans certains cas, $f = 60$ Hz !

III- Bilan des puissances



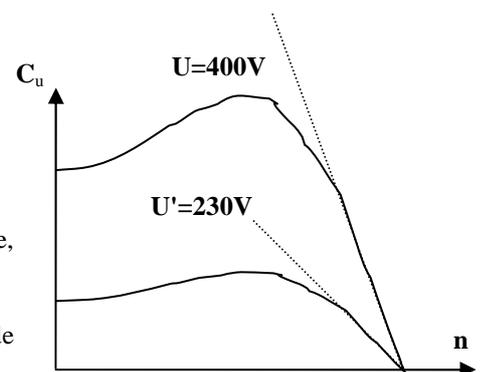
IV- Caractéristiques mécanique $C_u=f(n)$

A vide (pas de charge), la vitesse est très proche du synchronisme : $n \approx n_s$

Le glissement est par conséquent très faible : $g \approx 0$

Le $\cos\phi$ est faible; l'intensité en ligne I appelée par le moteur n'est pas négligeable (souvent $>20\%$ de l'intensité nominale I_n).

En chargeant progressivement le moteur (en le freinant), on observe que I augmente, que la vitesse diminue légèrement et que le $\cos\phi$ augmente. Lorsque I atteint I_n (valeur indiquée sur la plaque signalétique), la puissance utile (mécanique) et le $\cos\phi$ correspondent aux valeurs indiquées sur la plaque signalétique. C'est le point de fonctionnement nominal



On constate que -cette caractéristique présente un maximum et qu'elle dépend de la tension d'alimentation :

-pour $n \approx n_s$, le couple utile est nul (fonctionnement à vide)

-pour $n = 0$ ($g=1$), C_u est non nul (couple au démarrage)

- C_u est proportionnel à g dans la partie utile; $C_u = k.g$ ou $C_u = a.n + b$ (la pente $a < 0$)

$C_u(n)$ dépend de U .

A une fréquence donnée, C_u est proportionnel à U^2

V- Démarrage des moteurs asynchrones

L'intensité au démarrage I_d peut largement dépasser l'intensité nominale, cette situation est rarement acceptable pour le moteur et pour le réseau. Il existe différents moyens d'y remédier:

5-1 Démarrage étoile-triangle (Y- Δ)

L'intensité efficace étant proportionnelle à la tension efficace aux bornes des enroulement statoriques, on peut démarrer à tension efficace réduite à l'aide d'un autotransformateur triphasé (ce que l'on fait en TP mais c'est une solution coûteuse), ou un gradateur (démarrateur progressif). Une solution fréquemment employée consiste à coupler le moteur en étoile au démarrage ($U/\sqrt{3}$) puis passer ensuite au couplage triangle (U) une fois le moteur lancé (si toutefois le couplage nominal est Δ). Mais cette manière de procéder présente un inconvénient; en effet, T_u étant proportionnel à U^2 , le couple au démarrage C_{udY} est 3 fois moins important (avec $U/\sqrt{3}$) que le couple nominal $C_{ud\Delta}$ (avec U):

$$C_{udY} = 1/3 (C_{ud\Delta})$$

Dans ce cas, il est possible que le couple au démarrage ne soit pas suffisant par rapport au couple résistant; le moteur ne peut pas démarrer.

5-2 Démarrage "rhéostatique"

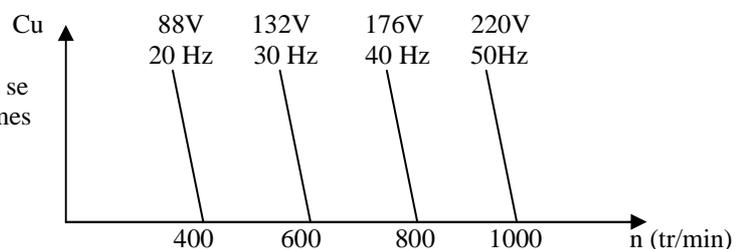
Un autre procédé consiste à limiter l'intensité au démarrage en insérant des résistances au rotor qui sont éliminées progressivement une fois le moteur lancé mais ceci n'est possible qu'avec les moteurs à rotor bobiné.

5-3 Onduleurs

Dans beaucoup d'applications, le démarrage et l'alimentation des moteurs asynchrones se fait par des variateurs à commande vectorielle de flux (CVF) ou à commande dite « U/f constant ». Voici l'allure de la partie utile des caractéristiques mécaniques relevées pour différentes valeurs de f (tout en maintenant $U/f=cste$):

$$n_s = f/p$$

On constate que les caractéristiques se déplacent parallèlement à elles-mêmes



VI- conclusion

Alimenté par l'intermédiaire d'un onduleur autonome qui maintient V/f constant (ou mieux CVF), l'ensemble moteur asynchrone et variateur fonctionne comme un moteur à courant continu sous tension réglable sans les inconvénients de ces derniers dus aux balais et collecteurs.

La vitesse de rotation de la machine est liée à $n_s = f/p$, on utilisera donc des onduleurs dont le rôle est de faire varier la fréquence de l'alimentation pour pouvoir commander le moteur en vitesse variable.

