

LE MOTEUR ASYNCHRONE

I Présentation

Un champ magnétique tournant produit la rotation d'un disque métallique tournant à une fréquence de rotation inférieure à celle du champ : sa rotation est asynchrone.

a Le stator

Il est constitué de trois enroulements alimentés par des tensions triphasées de fréquence, f , qui produisent ainsi un champ magnétique tournant \vec{B} à la fréquence de rotation, n_s , appelée fréquence de synchronisme :

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

n_s La fréquence de rotation du champ \vec{B} en tours par seconde [tr.s^{-1}]

f La fréquence des tensions d'alimentation en Hertz [Hz]

p Le nombre de paires de pôles du rotor

Une autre relation se déduit de la précédente :

$$\Omega_s = 2\pi \cdot n_s = 2\pi \cdot \frac{f}{p}$$

Ω_s La vitesse angulaire du champ \vec{B} , en radians par seconde [rad.s^{-1}]

b Le rotor

La fréquence de rotation du rotor est appelée n , il tourne moins vite que le champ tournant du stator, l'enroulement rotorique n'est relié à aucune source extérieure. Les seuls courants qui le traversent sont les courants de Foucault induits par la rotation du champ statorique.

➤ Rotor à cage d'écureuil :

Il est constitué de barres métalliques identiques dont les extrémités sont réunies entre elles par des couronnes métalliques peu résistives. L'ensemble présente une résistance électrique très faible, on dit que le rotor est en court-circuit.

➤ Rotor bobiné :

Les tôles de ce rotor sont munies d'encoches où sont placés des conducteurs formant un bobinage le plus souvent triphasé, trois bagues et trois balais sont prévus pour accéder à ces enroulements, permettant de modifier certaines des caractéristiques électriques du circuit rotorique.

c Association entre le rotor et le stator

Si la fréquence des tensions d'alimentation est égale à 50 Hz, la relation entre n'_s en tours par minute, et p le nombre de paires de pôles peut s'écrire :

$$n'_s = \frac{3000}{p}$$

n'_s La fréquence de rotation du champ \vec{B} en tours par minute [tr.min⁻¹]

Sachant que, n , la fréquence du rotor, donc du moteur, est très légèrement inférieure à celle du champ tournant, n_s , la relation ci-dessus permet de donner très rapidement le nombre de paires de pôles ainsi que la fréquence de synchronisme lorsque la fréquence de rotation du moteur est connue, en complétant le tableau suivant.

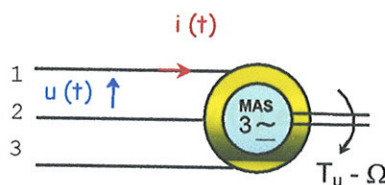
La fréquence de rotation du moteur est de 980 tr.min⁻¹, la fréquence du réseau est de 50 Hz, ainsi :

| p | 1 | 2 | 3 | 4... |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| n_s [tr.min ⁻¹] | 3000 | 1500 | 1000 | 750 |

Dans l'exemple proposé, la fréquence de synchronisme est de 1000 tr.min⁻¹ et le nombre de pôles est de 6.

Un tableau du même genre peut être adapté avec une quelconque fréquence du réseau.

d Le Symbole



e Le glissement

Le rotor tourne à la fréquence de rotation n , il tourne moins vite que le champ tournant qui lui tourne à la fréquence de rotation n_s . La différence Δn entre ces deux fréquences de rotation est donnée par la relation :

$$\Delta n = n_s - n$$

Δn La fréquence de rotation du glissement en tours par seconde [tr.s⁻¹]
 n_s La fréquence de rotation du champ \vec{B} en tours par seconde [tr.s⁻¹]
 n La fréquence de rotation du rotor en tours par seconde [tr.s⁻¹]

On appelle glissement d'un moteur asynchrone le rapport de la fréquence de glissement à la fréquence de synchronisme :

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

| | |
|---------------------|---|
| g n_s n | Le glissement du moteur asynchrone en pourcentage [sans unités] La fréquence de rotation du champ \vec{B} en tours par seconde [tr.s ⁻¹] La fréquence de rotation du rotor en tours par seconde [tr.s ⁻¹] |
|---------------------|---|

. II La plaque signalétique - Le couplage

Sur la plaque signalétique d'un moteur asynchrone, deux tensions sont indiquées, par exemple 230 V et 400 V.

Seule la plus petite des deux tensions est à prendre en considération pour le couplage, elle doit être appliquée aux bornes d'un enroulement.

Pour vérifier que cette tension est bien appliquée sur un enroulement, le réseau doit être connu et représenté ainsi que les couplages possibles. Un seul sera retenu.

C'est donc à partir des deux informations suivantes que le couplage peut être déterminé :

- La plus petite des deux tensions, elle figure sur la plaque signalétique du moteur.
- La nature du réseau, valeur de la tension simple, et celle de la tension composée.

Pour le réseau :

- Si deux tensions sont mentionnées, il s'agit des valeurs efficaces V de la tension simple $v(t)$ et U de la tension composée $u(t)$.
- Si une seule tension est indiquée il s'agit de la valeur efficace U de la tension composée $u(t)$.

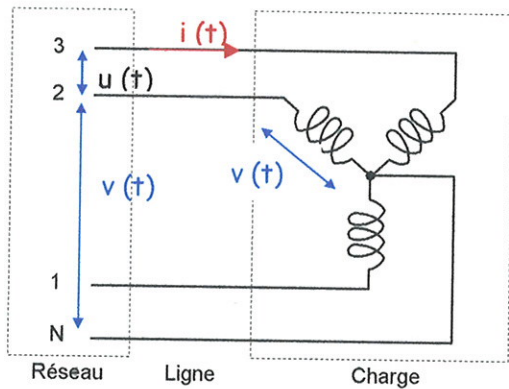
La valeur efficace V de la tension simple $v(t)$ est mesurée entre une phase et le neutre, la valeur efficace U de la tension composée $u(t)$ est évaluée entre deux phases.

La relation entre les valeurs efficaces de ces deux tensions est :

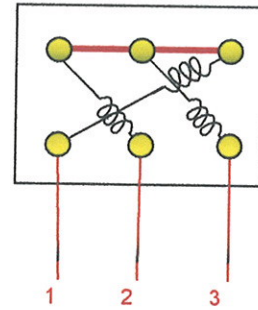
$$U = V\sqrt{3}$$

| | |
|------------|--|
| U V | La valeur efficace de la tension composée $u(t)$ en volts [V] La valeur efficace de la tension simple $v(t)$ en volts [V] |
|------------|--|

. a Le couplage en étoile



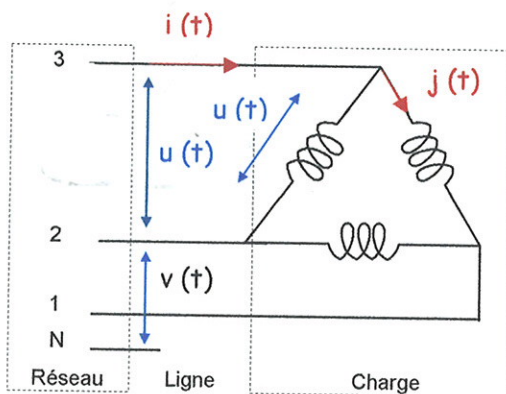
Couplage en étoile



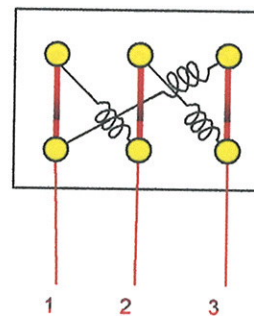
Câblage du stator

Dans un couplage en étoile, chaque enroulement est soumis à la tension simple $v(t)$, tension entre phase et neutre. Chaque enroulement est traversé par le courant de ligne $i(t)$.

b Le couplage en triangle



Couplage en triangle



Câblage du stator

Dans un couplage en triangle, chaque enroulement est soumis à la tension composée, $u(t)$, tension entre deux phases. Chaque enroulement est traversé par le courant $j(t)$ de valeur efficace J , ce courant n'a de raison d'être que pour ce type de couplage.

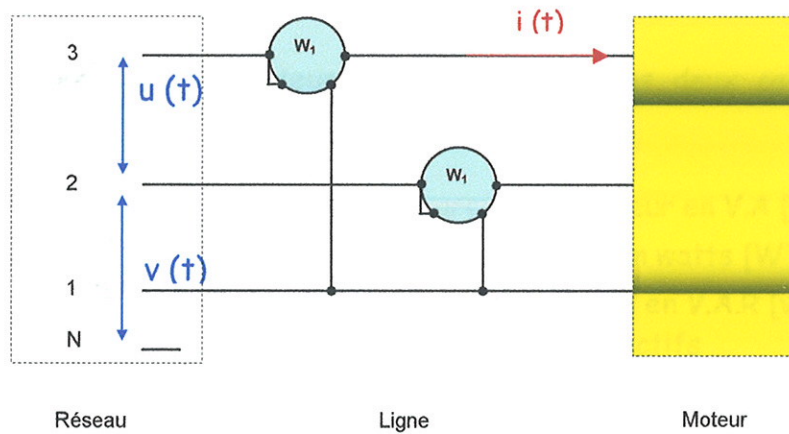
La relation entre les valeurs efficaces de ces deux courants est :

$$I = J\sqrt{3}$$

- | | |
|---|--|
| I | La valeur efficace du courant de ligne $i(t)$ en ampères [A] |
| J | La valeur efficace du courant $j(t)$ dans un enroulement dans le cas D'un couplage en triangle, en ampères [A] |

. III La mesure de la puissance absorbée

Cette méthode reste identique que le couplage soit en étoile ou en triangle, il utilise deux wattmètres numériques qui doivent être branchés comme suit :



Pour cette mesure le fil de neutre n'est jamais utilisé.

- Le premier wattmètre W_1 indique une grandeur P_1
- Le second wattmètre W_2 indique une grandeur P_2

. a La puissance active

La puissance active P absorbée par le moteur se calcule à partir des informations des wattmètres, en utilisant la relation suivante :

$$P = P_1 + P_2$$

- | | |
|-----------------------|--|
| P P_1 P_2 | La puissance active absorbée en watts [W] La lecture du premier wattmètre [sans unités] La lecture du second wattmètre [sans unités] |
|-----------------------|--|

P_1 et P_2 sont les lectures des deux wattmètres, elles sont soit positives soit négatives. Sachant que la puissance absorbée P est une puissance active, elle est nécessairement positive. Il est donc indispensable de donner à P_1 la valeur positive correspondant à la plus grande des deux indications en valeurs absolues. La valeur prise par P_2 sera l'indication de l'autre wattmètre, affublé du signe « plus » si les deux grandeurs étaient de même signe et du signe « moins » dans le cas contraire.

. b La puissance réactive

La puissance réactive Q absorbée par le moteur se calcule à partir des informations des wattmètres, en utilisant la relation suivante :

$$Q = \sqrt{3} (P_1 - P_2)$$

- | | |
|-----------------------|---|
| Q P_1 P_2 | La puissance réactive absorbée en V.A.R [vars] La lecture du premier wattmètre [sans unités] La lecture du second wattmètre [sans unités] |
|-----------------------|---|
- V.A.R : Volts ampères réactifs