

Moteur asynchrone

[fiche cours](#)

Etude générale :

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé à rotor bobiné porte les indications suivantes:

230 /400 V; 50 Hz; $n = 1440$ tr/min; $I = 11,5$ A - 6,5 A.

1. Quelle est la vitesse de synchronisme n_s (tr/min).
2. Quel est le nombre de pôles du moteur.
3. Le champ magnétique inducteur est produit par quels les enroulements, stator ou rotor ?
4. Quelle est la tension maximale que doit supporter un enroulement du stator ?
 - pour un couplage étoile, quel réseau utiliser : 133 / 230 V ; 230 / 400 V ; 400 / 690 V ;
 - pour un couplage triangle, quel réseau utiliser : 133 / 230 V ; 230 / 400 V ; 400 / 690 V
5. En couplage étoile, quel est le courant nominal en ligne ?
6. Quelle est la puissance apparente du moteur ?
7. Quel est le facteur de puissance du moteur :
 - A vide ;
 - Quand la charge augmente;
8. En fonctionnement à vide, la tension U est ramenée à $U_{N/2}$; que devient la vitesse de rotation.
9. Quel est la valeur du glissement g :
 - au tout début du démarrage;
 - à la vitesse de synchronisme ;
 - au fonctionnement nominal ;
10. En charge nominale, quelle est la fréquence des courants rotoriques ?
11. La résistance d'un enroulement du stator est $R = 5,4 \Omega$; le stator est couplé en triangle. Quelle est la résistance entre deux bornes du stator est (en Ω) ?

corrigé

Le glissement étant faible, la vitesse de synchronisme est légèrement supérieure à la vitesse nominale.

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

n_s : vitesse au synchronisme (tr/s)
 f : fréquence du courant (Hz)
 p : nombre de paires de pôles

$f = 50 \text{ Hz}$; $n_s = 50/1 = 50 \text{ tr/s}$ si $p = 1$; $n_s = 50/2 = 25 \text{ tr/s}$ si $p = 2$; $n_s = 50/3 = 16.666 \text{ tr/s}$ si $p = 3$.

On choisira $n_s = 1500 \text{ tr/min}$ ($25 \cdot 60 = 1500 \text{ tr/min}$), légèrement supérieure à 1440 tr/min
(Remarque : $n_s = 3000 \text{ tr/min}$ si $p=1$ et $n_s = 1000 \text{ tr/min}$ si $p = 3$)

Le nombre de paires de pôles est $p = 50/25 = 2$. ($2p = 4 \text{ pôles}$)

Le champ magnétique est produit par le stator, alimenté par un système triphasé de tensions.

La tension maximale que peut supporter un enroulement correspond à la plus petite des tensions indiquées sur la plaque signalétique; soit 230 V.

La tension nominale aux bornes d'un enroulement est 230 V.

Pour un couplage étoile, la tension aux bornes d'un enroulement correspond à une tension simple; il faut donc utiliser un réseau 230 / 400 V. Pour un couplage triangle, la tension aux bornes d'un enroulement correspond à une tension composée; il faut donc utiliser un réseau 130 / 230 V.

En couplage étoile, le courant nominal en ligne est $I = 6,5 \text{ A}$.

La puissance apparente nominale du moteur ne dépend pas du couplage.

$$S = \sqrt{3} * U_{\text{eff}} * I_{\text{eff}} = 1,732 * 400 * 6,5 = 4500 \text{ VA}.$$

Le facteur de puissance est faible pour un fonctionnement à vide.

La composante réactive importante du courant à vide correspond à la magnétisation du circuit.

Quand la puissance active augmente beaucoup, le courant en ligne augmente peu. Or $P = \sqrt{3} * U * I * \cos\varphi$

Quand la charge augmente, le facteur de puissance augmente.

A vide, la vitesse de rotation est proche de la vitesse de synchronisme; elle ne dépend donc que de la fréquence f . Or la fréquence f n'est pas modifiée.

La vitesse de rotation ne varie pratiquement pas pour un fonctionnement sous tension réduite.

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

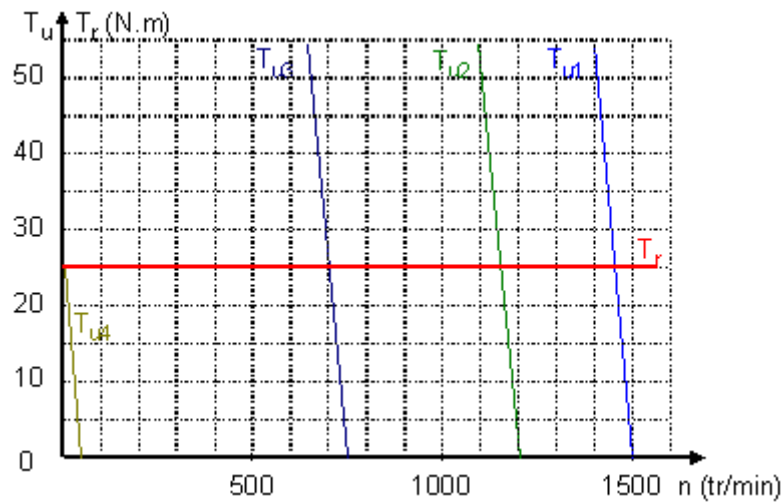
n_s : vitesse au synchronisme (tr/s)
 $g \approx 0$ à vide ; $g = 1$ au démarrage
 $g \approx 2$ à 5% au point nominal

$g = f_r / f$ la valeur de f_r , fréquence des courants rotoriques, est faible

$$f_r = gf \text{ soit } 50 * 0,04 = 2 \text{ Hz}.$$

Pour un couplage étoile, $R_B = 2 * R$; pour un couplage triangle, $R_B = 2 * R / 3$. Puisque le stator est couplé en triangle et $R = 5,4 \Omega$, $R_B = 3,6 \Omega$.

fonctionnement à U/f constant :



Pour le moteur asynchrone utilisé, le nombre de pôles est 4. On fait varier à la fois la fréquence f et la valeur efficace U des tensions statoriques, en conservant le rapport U/f constant. Le moteur entraîne une charge de couple résistant T_r constant. L'expression du couple électromagnétique peut se mettre sous la forme: $T_{em} = kT_{em,max} \cdot (n_s - n)$ où $T_{em,max}$ est la valeur maximale de T_{em} , et k , une constante dépendant du moteur.

1. Quel est le dispositif alimentant le stator (un hacheur triphasé ; un redresseur commandé triphasé ; un onduleur triphasé)
2. Pour la courbe d'indice 3, quelle est la vitesse de synchronisme n_s ?
- Quelle est la fréquence f (Hz).
3. Les caractéristiques $T_u = f(n)$ sont parallèles entre elles. Quand la fréquence varie, le glissement conserve-t-il la même valeur ?
4. Quelle est la fréquence minimale pour que le moteur démarre avec sa charge ?
5. Pour une vitesse de rotation proche de 1000 tr/min, quelle est la fréquence f ?

corrigé

Dispositif alimentant le stator: onduleur triphasé à U/f constant.

Le redresseur commandé ne permet pas de faire varier f .

Pour la courbe 3, la vitesse de synchronisme est 750 tr/min.

fréquence $f = p \cdot n_s$, avec $n_s = 750$ tr/min

soit 12,5 tr/s et $p = 2$ d'où $f = \underline{25 \text{ Hz}}$.

Quand la fréquence varie, le glissement varie.

$T_r = \text{constant}$. Entre $T_u = 0$ et $T_u = T_r$, la variation de vitesse ($n_s - n$) reste la même quand f (donc n_s) varie,

mais $g = (n_s - n)/n_s$ varie.

La vitesse de synchronisme minimale est 50 tr/min;

elle correspond à $f_{\min} = p \cdot n_s$ soit $f = 2 \cdot 50/60 = \underline{1,7 \text{ Hz}}$.

Pour $n = 1000$ tr/min, $n_s = 1050$ tr/min;

elle correspond à $f = p \cdot n_s$ soit $f = 2 \cdot 1050/60 = \underline{35 \text{ Hz}}$.

Les caractéristiques d'un moteur asynchrone sont les suivantes :

- 230 / 400 V ; 50 hz ; couplage étoile

- puissance utile 15 kW ; intensité en ligne I= 33 A ; facteur de puissance : 0,85

- fréquence de rotation dans ces conditions : 720 tr/min

1. Quel est le nombre de paires de pôles ?
2. Quel est le glissement ?
3. Quel est le moment du couple utile ?
4. Quel est le rendement ,

corrigé

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

n_s : vitesse au synchronisme (tr/s)
 f : fréquence du courant (Hz)
 p : nombre de paires de pôles

$$\text{vitesse au synchronisme : } n_s = 50 \cdot 60 / p = 3000 / p \text{ tr/min}$$

la fréquence de rotation est inférieure à la vitesse nominale, tout en restant proche de n_s : d'où $p = 4$ et $n_s = 750$ tr/min

glissement :

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

n_s : vitesse au synchronisme (tr/s)
 $g \approx 0$ à vide ; $g = 1$ au démarrage
 $g \approx 2$ à 5% au point nominal

$$g = (750 - 720) / 750 = 0,04 \text{ (4\%)}$$

moment du couple utile : $P_{\text{utile}} / (2\pi n)$ avec $n = 720 / 60 = 12$ tr/s

$$P_{\text{utile}} / (2\pi n) = 15000 / (6,28 \cdot 12) = \underline{199 \text{ Nm.}}$$

rendement : $P_{\text{utile}} / P_{\text{absorbée}}$

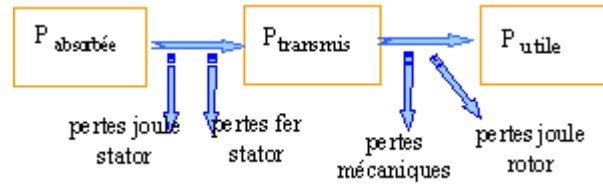
$$\text{Puissance absorbée} = \sqrt[3]{U I \cos \varphi} = \sqrt[3]{1,732 \cdot 400 \cdot 33 \cdot 0,85} = 19433 \text{ W}$$

$$\eta = 15000 / 19433 = 0,772 \text{ (77,2 \%)}$$

moteur asynchrone :

Un moteur asynchrone triphasé absorbe une puissance $P = 8 \text{ kW}$. Les pertes statoriques sont égales à $0,6 \text{ kW}$. Si le glissement est g est égal à $3,5 \%$, quelle est la valeur des pertes par effet joule dans le rotor ?

corrigé



les pertes par effet joule dans le rotor sont égales au glissement fois la puissance transmise .

puissance transmise : puissance absorbée moins ensemble des pertes statoriques

$$P_{\text{transmise}} = 8000 - 600 = 7400 \text{ W.}$$

$$\text{glissement } g = 0,035$$

Pertes joules dans le rotor : $0,035 * 7400 = \underline{259 \text{ W}}$.