

Moteur asynchrone triphasé à rotor en court circuit

Symbole



Le stator étant alimenté par un système de tension alternatif triphasé produit un champ tournant à la vitesse de synchronisme

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

- $n$  : vitesse de synchronisme en (tr/s)
- $f$  : fréquence d'alimentation en Hz
- $p$  : nombre de paire de pôles par phase

Exemple :

Si  $f=50\text{Hz}$

p	n(tr/s)	n(tr/mn)	Moteur
1	50	3000	bipolaire
2	25	1500	tétra polaire
3	16,66	1000	Hexapolaire
4	12,5	750	
5	10	600	

Inversion du sens de rotation

Pour inverser le sens de rotation du moteur il suffit d'inverser le sens du champ tournant crée par le stator, pour cela on permute deux des trois phases

La vitesse de rotation du rotor notée  $n'$  est légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme  $n$

Vitesse de glissement

$$n_g = n - n'$$

$$\Omega_g = \Omega - \Omega'$$

Glissement

$$g = \frac{n - n'}{n} = \frac{\Omega - \Omega'}{\Omega}$$

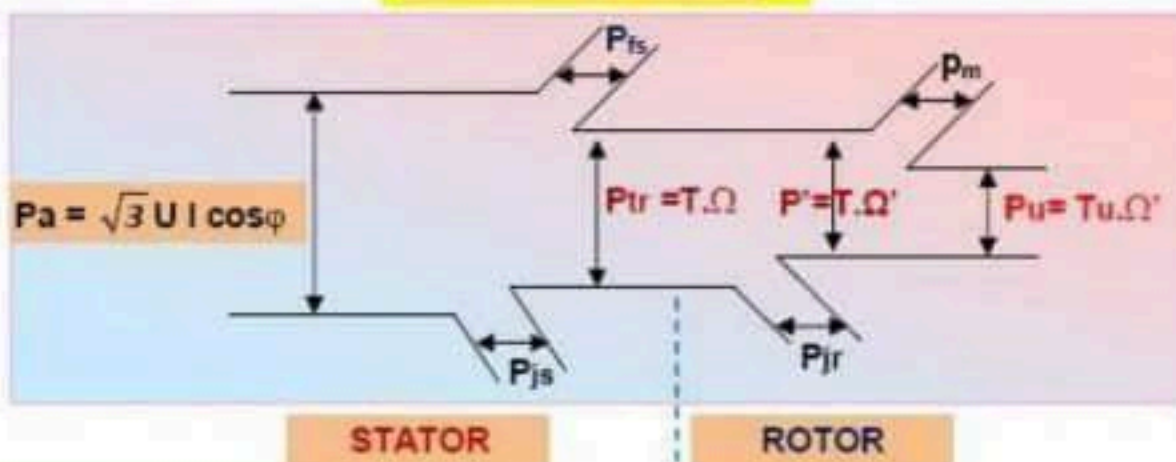
$g$  est un nombre, sans unité et inférieur à 1.

Il est exprimé parfois en pourcent.

↪ Au démarrage,  $n'=0 \Rightarrow g = 1$

↪ A vide,  $n' \approx n \Rightarrow g = 0$

Bilan des puissances



Puissance absorbée

$$Pa = \sqrt{3} U I \cos\phi$$

$U$  : tension composée

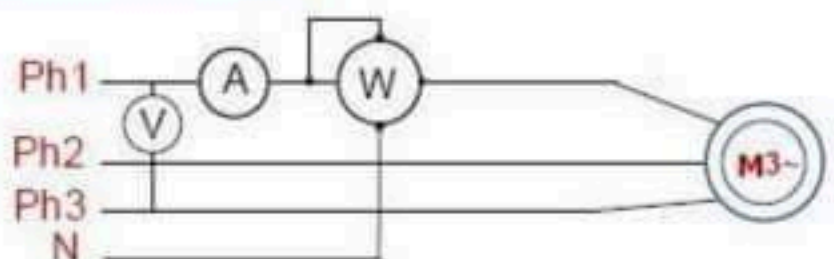
$I$  : Courant dans un fil de ligne

$\cos\phi$  : facteur de puissance

Comment mesurer la puissance absorbée ?

1- En présence d'un fil neutre :

Il suffit de mesurer la puissance pour une phase (entre phase et neutre) et de la multiplier par 3.



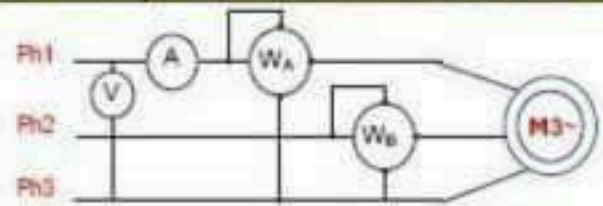
Montage 1

2- En absence d'un fil neutre :

$$P = P_A + P_B$$

$$Q = \sqrt{3} (P_A - P_B)$$

N.B L'un des termes  $P_A$  ou  $P_B$  peut être négatif mais la somme est nécessairement positive.



Montage 2

Parfois on exprime la puissance en cheval : 1CV=736W

**Pertes joules statorique**

1<sup>er</sup> cas : Si on donne la résistance d'un enroulement statorique  $R$  on doit savoir le couplage du moteur

Couplage étoile :  $P_{js} = 3RI^2$

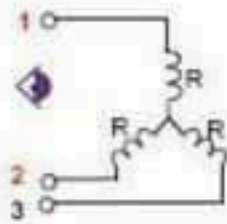
Couplage triangle :  $P_{js} = 3RJ^2 = RI^2$

2<sup>ème</sup> cas : Si on donne la résistance mesurée entre deux bornes du moteur couplé  $r$

$$\forall \text{ le couplage : } P_{js} = \frac{3}{2} r I^2$$

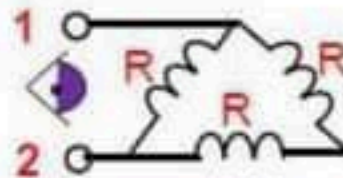
Etablir une relation entre la résistance mesurée entre deux bornes  $r$  et la résistance d'un seul enroulement  $R$

**Couplage étoile :**



$$r = \frac{2}{3} R$$

**Couplage triangle :**



$$r = \frac{R + 2R}{R + 2R} = \frac{2}{3} R$$

Parallèle

$$r = R / 3$$

**Pertes fer statorique**

Indépendant de la charge

**Puissance transmise  $P_{tr}$**

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

**Pertes joules rotor**

$$P_{jr} = g \times P_{tr}$$

**Pertes mécaniques**

Indépendant de la charge

**Puissance utile  $P_u$**

$$P_u = P_a - (P_{fs} + P_{js} + P_{jr} + P_{mec})$$

$$P_u = P_a - \Sigma \text{ des pertes}$$

**Couple électromagnétique**

$\leftarrow T \rightarrow$  unité en (Nm)

**Couple utile**

$\leftarrow T_u \rightarrow$  unité en (Nm)

$$T = \frac{P_{tr}}{\Omega} = \frac{P_{tr}}{2\pi n}$$

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{2\pi n'}$$

Attention à  $n$  et  $n'$

Comment mesurer les pertes constantes (Pfs et Pm) ?

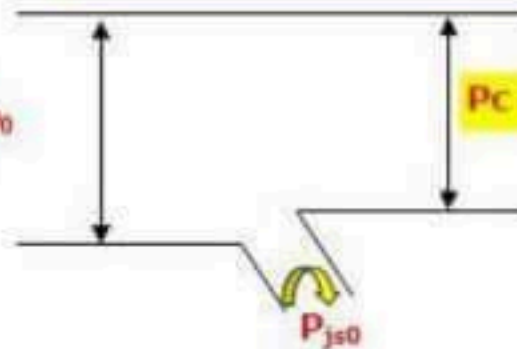
Par un essai à vide

à vide  $Pu=0, n'sn, g=0, pjr=0$

Bilan des puissances à vide

$$P_0 = \sqrt{3}UI_0 \cos \phi_0$$

$$Pc = Pfs + pm$$



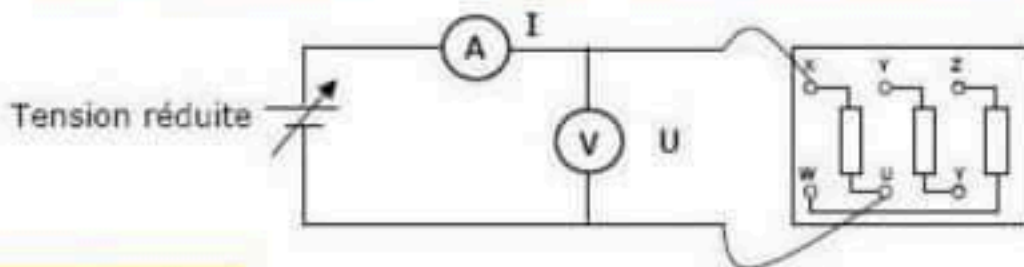
Rendement  $\eta$

$$\eta = \frac{Pu}{Pa} = \frac{Pa - \sum \text{pertes}}{Pa} = \frac{Pa - (Pjs + Pfs + Pjr + Pm)}{Pa}$$

Comment mesurer la résistance d'un enroulement du stator ?

Moteur non couplé

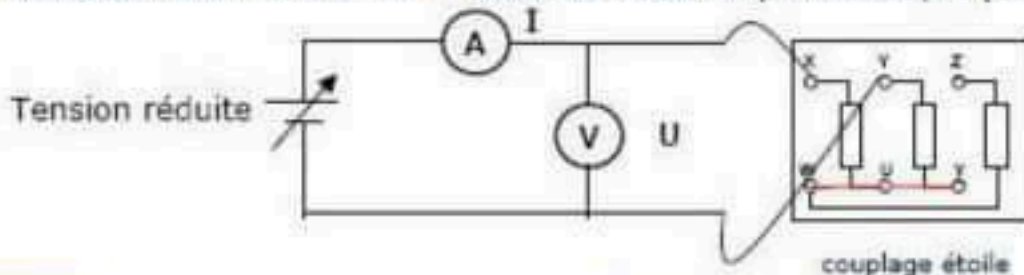
1<sup>ère</sup> méthode : Ohm-mètre 2<sup>ème</sup> méthode : Volt-ampéremétrique (Essai en courant continu)



$$R = \frac{U}{I}$$

Moteur couplé

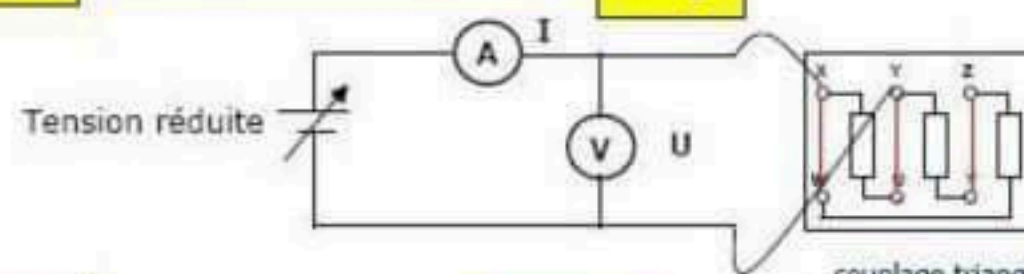
1<sup>ère</sup> méthode : Ohm-mètre 2<sup>ème</sup> méthode : Volt-ampéremétrique (Essai en courant continu)



$$r = \frac{U}{I}$$

Or en étoile  $r = 2R$  donc

$$R = \frac{r}{2}$$



$$r = \frac{U}{I}$$

Or en triangle

$$r = \frac{2}{3}R$$

donc

$$R = \frac{3}{2}r$$

**Lecture de la plaque signalétique**

Moteur asynchrone triphasé

Facteur de puissance  $\cos\phi$  en régime nominale

<b>LS LEROY SOMER</b>		<b>MOT. 3 ~ LS 80 L T</b>			
		<b>N° 734570 BJ 002</b>		<b>kg 9</b>	
<b>IP 55 I cl.F</b>		<b>40°C</b>		<b>S1</b>	
V	Hz	mln <sup>-1</sup>	kW	cos φ	A
Δ 220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y 415	**				1,9

MOTEURS LEROY-SOMER

Courant nominal en ligne pour couplage triangle

Courant nominal en ligne pour couplage étoile

Puissance utile nominale en Kw

Fréquence d'alimentation en Hz

Vitesse nominale du rotor en tr/mn

Tension composée du réseau pour couplage triangle ou Tension maximale que supporte un enroulement

Tension composée du réseau pour couplage étoile

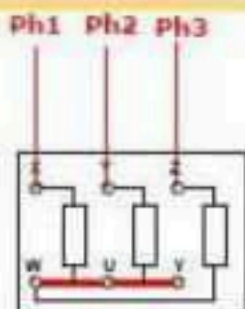
**Problème de couplage**

Comment coupler ce moteur sur un réseau triphasé 220 /380V ?

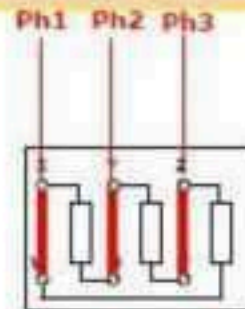
**Réponse** Chaque enroulement supporte la tension simple du réseau donc le couplage est étoile

Comment coupler ce moteur sur un réseau triphasé 127 /220V ?

**Réponse** Chaque enroulement supporte la tension composée du réseau donc le couplage est triangle



Couplage étoile « Y »



Couplage triangle « Δ »



**Exercice 1 :**

1°)

- Couplage **étoile** car la tension que supporte un enroulement du moteur est égale à la tension simple du réseau.
- Vitesse de synchronisme :

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50}{3}$$

$$n = 16,66 \text{ tr/s}$$

$$n = 1000 \text{ tr/min}$$

2°)

- les pertes Joule statoriques à vide :

$$P_{J_{s0}} = 3Rl^2 = 3 \times 1 \times 4^2$$

$$P_{J_{s0}} = 48 \text{ W}$$

- les pertes fer statoriques :

Le moteur tourne à une vitesse proche du synchronisme donc le glissement à vide est très faible  $g_0 \approx 0$  et les pertes joule rotoriques à vide  $P_{J_{r0}} = P_{tr} \cdot g_0 \approx 0$

$$P_0 = P_{J_{s0}} + P_{fs} + P_m$$

Pertes fer statoriques :

$$P_{fs} = P_0 - (P_m + P_{J_{s0}}) = 900 - (452 + 48)$$

$$P_{fs} = 400 \text{ W}$$

3°)

a- la puissance absorbée :  $P_a = \sqrt{3} U l \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0,8$

$$P_a = 5265 \text{ W}$$

b- les pertes Joule statoriques en charge :  $P_{J_s} = 3Rl^2 = 3 \times 1 \times 10^2$

$$P_{J_s} = 300 \text{ W}$$

c- la puissance transmise au rotor :  $P_{tr} = P_a - (P_{fs} + P_{J_s}) = 5265 - (400 + 300)$

$$P_{tr} = 4565 \text{ W}$$

d- le glissement :  $g = \frac{n - n'}{n} = \frac{1000 - 940}{1000}$

$$g = 0,06$$

e- les pertes Joule rotoriques en charge :  $P_{J_r} = P_{tr} \cdot g = 4565 \times 0,06$

$$P_{J_r} = 274 \text{ W}$$

f- la puissance utile :  $P_u = P_{tr} - (P_m + P_{J_r}) = 4565 - (452 + 274)$

$$P_u = 3839 \text{ W}$$

g- le rendement :  $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{3839}{5265}$

$$\eta = 0,73$$

h- le moment du couple électromagnétique :  $T = \frac{P_{tr}}{\Omega} = \frac{P_{tr}}{2\pi n} = \frac{4565 \times 60}{2\pi \times 1000}$

$$T = 43,6 \text{ N.m}$$

i- le moment du couple utile :  $T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{2\pi n'} = \frac{3839 \times 60}{2\pi \times 940}$

$$T_u = 39 \text{ N.m}$$

### Exercice 1 :

Un moteur asynchrone triphasé hexapolaire (6 pôles) à rotor à cage d'écurueil a les caractéristiques suivantes : 220 V / 380 V 50 Hz.

La résistance mesurée à chaud d'un enroulement statorique est  $R = 1 \Omega$ .

Ce moteur est alimenté par un réseau 380 V entre phases, 50Hz.

1°) Déterminer :

- le couplage du moteur (le justifier).
- la vitesse de synchronisme.

2°) A vide, le moteur tourne à une vitesse proche de la vitesse de synchronisme, absorbe un courant de 4A et une puissance  $P_0 = 900 \text{ W}$ .

Déterminer :

- les pertes Joule statoriques à vide
- les pertes fer statoriques sachant que les pertes mécaniques  $P_m = 452 \text{ W}$ .

3°) A la charge nominale, le courant statorique est de 10 A, le facteur de puissance de 0,8 et la vitesse de rotation de 940 tr/min.

Calculer :

- a- la puissance absorbée
- b- les pertes Joule statoriques en charge
- c- la puissance transmise au rotor
- d- le glissement
- e- les pertes Joule rotoriques en charge
- f- la puissance utile
- g- le rendement.
- h- le moment du couple électromagnétique.
- i- le moment du couple utile

**Exercice 1 :**

1°)

- Couplage **étoile** car la tension que supporte un enroulement du moteur est égale à la tension simple du réseau.
- Vitesse de synchronisme :

$$n = \frac{f}{p} = \frac{50}{3}$$

$$n = 16,66 \text{ tr/s}$$

$$n = 1000 \text{ tr/min}$$

2°)

- les pertes Joule statoriques à vide :

$$P_{J_{s0}} = 3Rl^2 = 3 \times 1 \times 4^2$$

$$P_{J_{s0}} = 48 \text{ W}$$

- les pertes fer statoriques :

Le moteur tourne à une vitesse proche du synchronisme donc le glissement à vide est très faible  $g_0 \approx 0$  et les pertes joule rotoriques à vide  $P_{J_{r0}} = P_{tr} \cdot g_0 \approx 0$

$$P_0 = P_{J_{s0}} + P_{fs} + P_m$$

Pertes fer statoriques :

$$P_{fs} = P_0 - (P_m + P_{J_{s0}}) = 900 - (452 + 48)$$

$$P_{fs} = 400 \text{ W}$$

3°)

a- la puissance absorbée :  $P_a = \sqrt{3} U l \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 10 \times 0,8$

$$P_a = 5265 \text{ W}$$

b- les pertes Joule statoriques en charge :  $P_{J_s} = 3Rl^2 = 3 \times 1 \times 10^2$

$$P_{J_s} = 300 \text{ W}$$

c- la puissance transmise au rotor :  $P_{tr} = P_a - (P_{fs} + P_{J_s}) = 5265 - (400 + 300)$

$$P_{tr} = 4565 \text{ W}$$

d- le glissement :  $g = \frac{n - n'}{n} = \frac{1000 - 940}{1000}$

$$g = 0,06$$

e- les pertes Joule rotoriques en charge :  $P_{J_r} = P_{tr} \cdot g = 4565 \times 0,06$

$$P_{J_r} = 274 \text{ W}$$

f- la puissance utile :  $P_u = P_{tr} - (P_m + P_{J_r}) = 4565 - (452 + 274)$

$$P_u = 3839 \text{ W}$$

g- le rendement :  $\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{3839}{5265}$

$$\eta = 0,73$$

h- le moment du couple électromagnétique :  $T = \frac{P_{tr}}{\Omega} = \frac{P_{tr}}{2\pi n} = \frac{4565 \times 60}{2\pi \times 1000}$

$$T = 43,6 \text{ N.m}$$

i- le moment du couple utile :  $T_u = \frac{P_u}{\Omega'} = \frac{P_u}{2\pi n'} = \frac{3839 \times 60}{2\pi \times 940}$

$$T_u = 39 \text{ N.m}$$