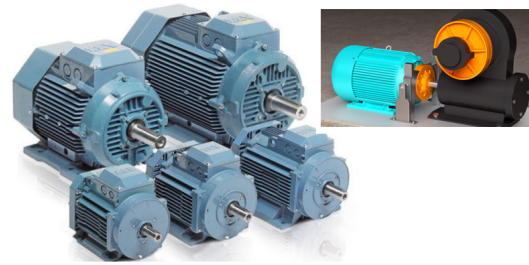


LES MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS (Chapitre I)



Mehimmedetsi B

Table des matières



Objectifs	3
Introduction	4
I - Chapitre I : Le principe fondamental des moteurs asynchrones	5
1. Définition	5
2. Principe du champ magnétique tournant	5
2.1. <i>Expérience de l'aimant avec le disque en aluminium</i>	5
2.2. <i>Expérience de trois bobines identiques</i>	6
2.3. <i>Champ tournant : Théorème de Ferraris</i>	7
3. Constitution	9
4. Fonctionnement	10
5. Type de rotor	10
6. Glissement	10
7. Plaque signalétique	11
8. Couplage des enroulements statoriques	13

Objectifs

A travers ce chapitre suivant nous allons comprendre :

- Le principe et l'utilisation du moteur asynchrone triphasé
- Appliquer les différents lois et théorèmes de la machine asynchrone .

Introduction



Les moteurs à induction sont les moteurs les plus utilisés dans l'industrie. Ils ont une construction simple, robuste, fiabilité, peu coûteux et facile à entretenir. Ils fonctionnent à vitesse essentiellement constante de zéro à pleine charge. La vitesse dépend de la fréquence et, par conséquent, ces moteurs ne sont pas facilement adaptés aux vitesses variables et on doit les employer par onduleurs. Les machines à induction sont appelées inductions parce que la tension du rotor (qui produit le courant du rotor et le champ magnétique du rotor) est induite dans l'enroulement du rotor sans aucune connexion par des fils.

Chapitre I : Le principe fondamental des moteurs asynchrones

Définition	5
Principe du champ magnétique tournant	5
Constitution	9
Fonctionnement	10
Type de rotor	10
Glissement	10
Plaque signalétique	11
Couplage des enroulements statoriques	13

1. Définition

Définition

- Comme les autres machines électriques (machine à courant continu, machine synchrone), la machine asynchrone est un convertisseur électromécanique basé sur l'électromagnétisme permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant électrique alternatif et un dispositif mécanique.
- Cette machine est *réversible* et susceptible de se comporter, selon la source d'énergie, soit en « *moteur* » soit en « *générateur* », dans les quatre quadrants du plan couple-vitesse.

2. Principe du champ magnétique tournant

Expérience de l'aimant avec le disque en aluminium	5
Expérience de trois bobines identiques	6
Champ tournant : Théorème de Ferraris	7

2.1. Expérience de l'aimant avec le disque en aluminium

Lorsque l'aimant est entraîné à une vitesse Ω_s , on peut constater que le disque se met en rotation à une vitesse Ω , en tournant l'aimant développe dans le disque des variations de flux qui engendrent des f.e.m. et des courants de Foucault. Ces courants étant placés dans le champ de l'aimant, il apparaît des forces de Laplace qui entraînent le disque en rotation.

Le disque conducteur non ferromagnétique tourne à une vitesse légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme.

on dit que les deux mouvements sont *asynchrones*.

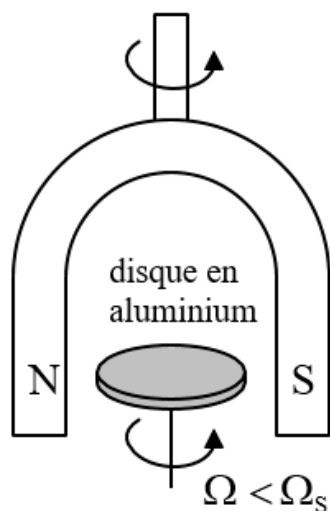


Figure 1 : Expérience du disque en aluminium

2.2. Expérience de trois bobines identiques

Si l'on monte trois bobines identiques et disposées à 120° l'une de l'autre. Elles sont traversées par des courants triphasés.

- Pour $f = 50$ Hz, le disque (le rotor) tourne à une vitesse un peu inférieure à 50 tr/s.
- C'est le principe de fonctionnement du *moteur asynchrone*.

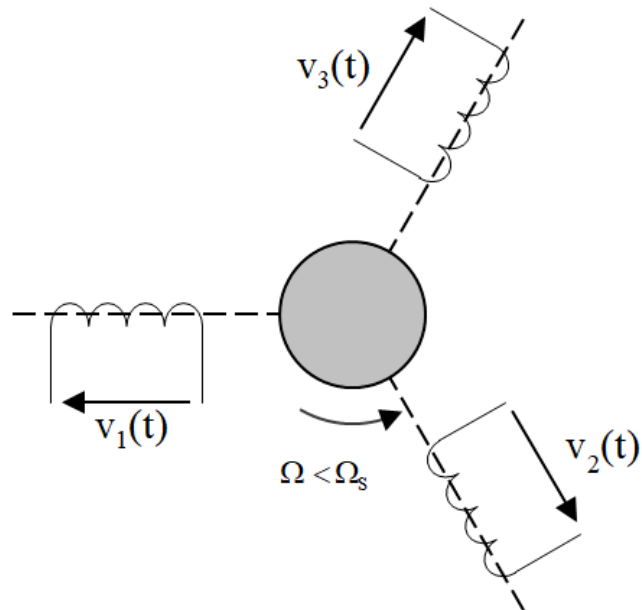


Figure 2 : Principe du Champ Tournant

Cf. ""

2.3. Champ tournant : Théorème de Ferraris

Un ensemble de p bobines par phase (p paires de pôles par phase) alimenté par des tensions triphasées équilibrées décalées spatialement de 120° entre elles les unes par rapport aux autres, alors ces bobines produisent un champ magnétique d'amplitude constante et qui tourne à la vitesse : ($\Omega_s = \omega / p$) en rad/s ou ($n_s = f/p$) en tr/s, avec f fréquence des tensions alimentant les bobines et ω pulsation des tensions .

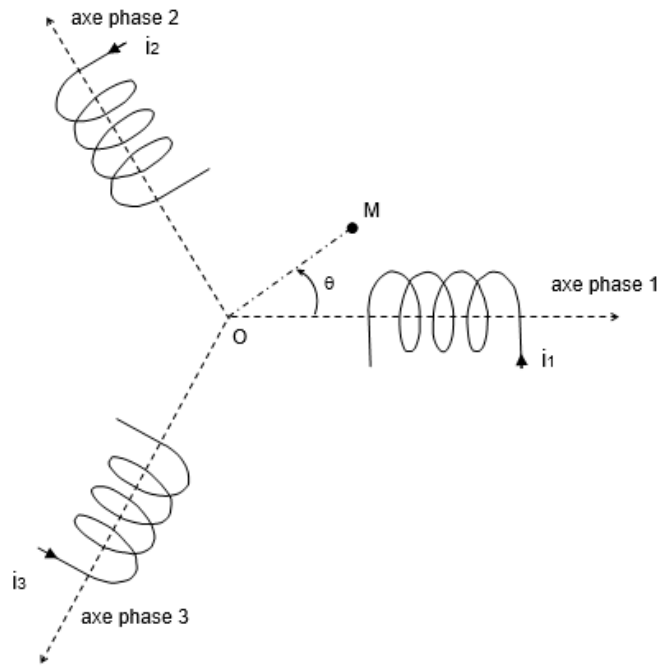


Figure 3 : Les enroulements statoriques créent un champ magnétique tournant

En effet , un champ alternatif sinusoïdal triphasé créé par trois bobine b_1, b_2, b_3 peut être décomposé en la somme de trois champs tournants (B_1, B_2, B_3) de phases $(0, -120^\circ, 240^\circ)$ et d'amplitude $3B_{max} / 2$.

Les phases sont alimentées par des courants triphasés :

$$\begin{aligned} i_1 &= I_{max} \cos(\omega t) \\ i_2 &= I_{max} \cos(\omega t - 120^\circ) \\ i_3 &= I_{max} \cos(\omega t - 240^\circ) \end{aligned}$$

de même l'excitation magnétique créé par les bobines au point M à pour module :

$$\begin{aligned} b_1 &= k_1 i_1 \cos(\theta) \\ b_2 &= k_1 i_2 \cos(\theta - 120^\circ) \\ b_3 &= k_1 i_3 \cos(\theta - 240^\circ) \end{aligned}$$

la résultante totale de l'excitation magnétique en M créé par les trois bobines est la somme des projections des trois vecteurs :

$$b_M = \frac{3}{2} K I \sqrt{2} \cos(\omega t - \theta)$$

Cette expression correspond à une onde progressive en rotation ou *champ tournant* à la vitesse angulaire ω .

En généralisant pour p "paires de pôles" par phase, on introduit l'angle mécanique ($\theta_m = \theta/p$), qui

caractérise la rotation physique du champ magnétique et on obtient alors :

$$b_M = \frac{3}{2} K I \sqrt{2} \cos(\omega t - p \theta_m)$$

3. Constitution

Donc Les moteurs asynchrones transforment l'énergie électrique en énergie mécanique.

Ils sont constitués :

- D'un stator, comportant trois enroulements statoriques. Il est alimenté par le réseau triphasé et crée un champ magnétique tournant.
- D'un rotor (à cage) constitué de conducteurs en court-circuit.

Le champ tournant du stator induit des courants dans le rotor qui provoquent sa rotation (Loi de LENZ et FARADAY).

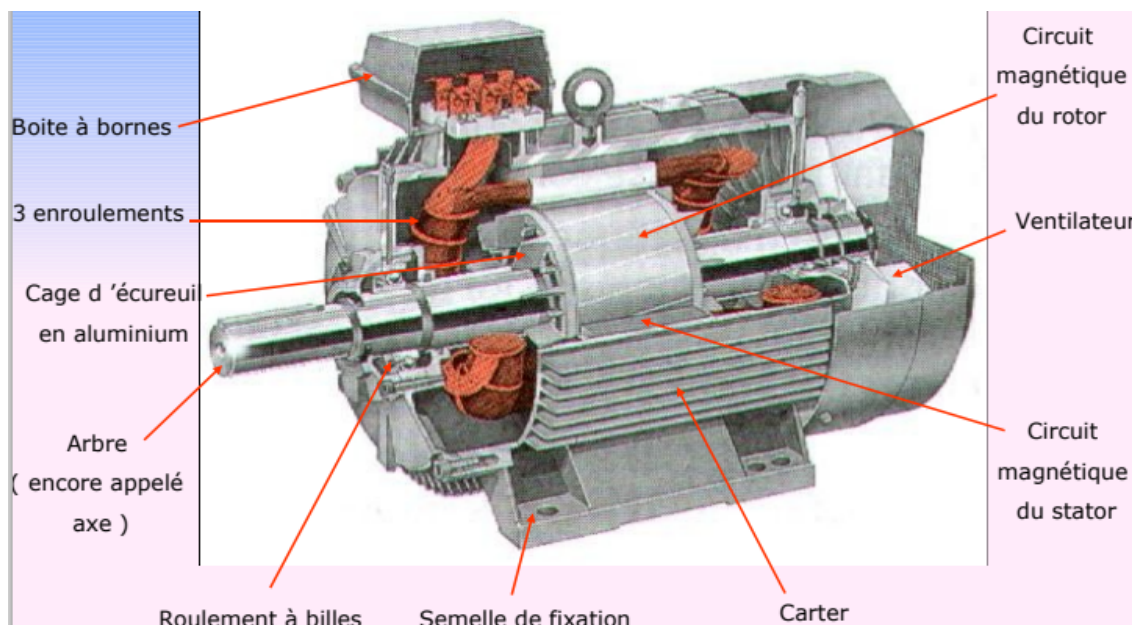


Figure 4 : Vue Éclaté moteur asynchrone à cage d'écureuil

Organes électriques	Organes magnétiques	Organes mécanique
Enroulement statorique Conducteurs rotoriques	Circuit magnétique fixe Circuit magnétique tournant	Carcasse avec fixation Rotor avec l'arbre Roulements à billes Flasques Ventilateur avec son capot Tige de montage Plaque à bornes

4. Fonctionnement

Le stator alimenté par un système triphasé crée un champ tournant au synchronisme $\Omega_s = \omega/p$ (en rad /s) qui induit

au rotor un système triphasé de courants, créant à leur tour un champ tournant à Ω_r

l'interaction entre les deux champs tournant (du stator et du rotor) et les courants triphasés génèrent un couple électromagnétique qui entraîne le rotor à une vitesse $\Omega < \Omega_s$ (loi de Lenz)

On change le sens de rotation en permutant deux phases.

Cf. ""

5. Type de rotor

Le rotor est la partie tournante.

Il existe des rotors à cage, constitués de barres conductrices en court-circuit .

Et des rotors bobinés constitués d'un bobinage similaire au stator, fermé sur un rhéostat extérieur via des bagues et des balais

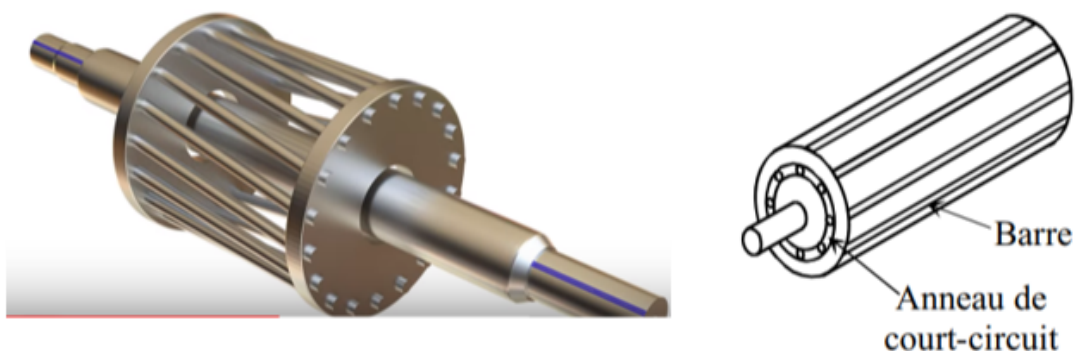


Figure 5 : Rotor à cage d'écurieil

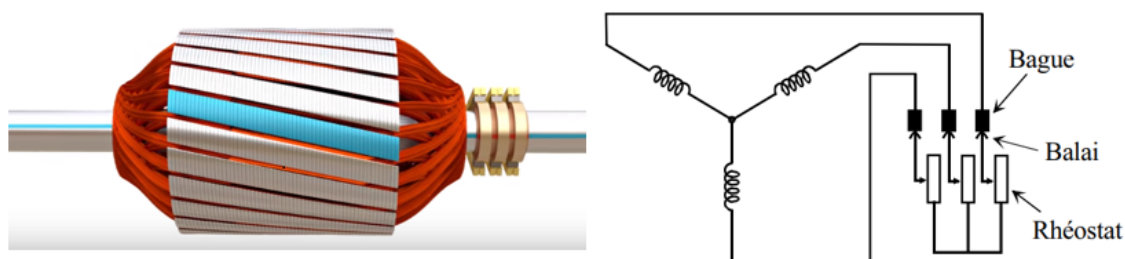


Figure 6 : Rotor bobiné

6. Glissement

Comme on l'a vu précédemment, la vitesse angulaire de l'arbre du moteur est différente de la vitesse de synchronisme $\Omega_s = 2\pi n_s$ (vitesse du champ tournant).

Le glissement est la différence de vitesse de rotation du champ tournant du stator et entre la vitesse de rotation de l'arbre du moteur ; il s'exprime par la relation suivante :

$$g = \Omega_s - \Omega$$

Le glissement est généralement exprimé en pourcentage de la vitesse de synchronisme

$$g(\%) = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} = \frac{n_s - n}{n_s}$$

La vitesse angulaire de synchronisme, est fonction de la fréquence du réseau et du nombre de paires de pôles. Elle s'exprime par la relation suivante :

$$\Omega(\text{rad/s}) = 2\pi n_s = \frac{2\pi f}{p} = \frac{\omega}{p}$$

n_s vitesse du champ tournant.

f la fréquence du réseau (en général 50 Hz).

p le nombre de paires de pôles.



Remarque

Le glissement est de l'ordre de 0,01 à 0,05 en marche normal du moteur est ne dépassant pas 5 % et dépend de la puissance de la machine.

7. Plaque signalétique

La tension la plus faible est la tension nominale supportée par un enroulement du stator . Cette donnée permet de définir le couplage étoile ou triangle selon le réseau.

Une plaque à bornes permet de réaliser le couplage.

pour le fonctionnement nominal, la puissance utile, le facteur de puissance, la vitesse de rotation et la fréquence d'utilisation.



Figure 7 : Exemple de plaque signalétique

Complément

- Type, N°, Année : C'est la référence du moteur, elle est utile pour le dépannage.
- kW : 11 kW => puissance utile => P disponible sur l'arbre de sortie en kW ou en chevaux. $P_u = Cu \Omega$
- Hz : C'est la fréquence du courant d'alimentation. En France : $f = 50$ hz (50 périodes par seconde)
- tr / min : Sur la plaque on a 750, 1000, 1500, 3000, il s'agit de la vitesse du champ magnétique tournant. Si le chiffre est inférieur aux valeurs précédentes (720, 960, ...) il s'agit alors de la vitesse de rotation du rotor. La vitesse dépend de la fréquence et du nombre de paires de pôles.
- Ph : C'est le nombre de phases. ici 3.
- Isolation électrique (échauffement toléré en fonction des classes d'isolation.
- Amb °C : Température ambiante de fonctionnement à ne pas dépasser.
- $\cos \varphi$: C'est le facteur de puissance. C'est une donnée caractéristique propre aux appareils fonctionnant en courant alternatif.
- η (ou rd%): Le rendement: C'est le rapport entre la puissance disponible sur l'arbre et la puissance électrique absorbée.
- Service

Il indique les conditions d'utilisation en fonction du temps.

S1: Utilisation non continue (pendant 1h => 60 à 80% du temps à l'arrêt)

S2: Idem mais 25 à 60% du temps à l'arrêt.

S3: Utilisation continue

- IP: Indice de Protection:

Sa valeur indique le degré de protection du moteur contre les agressions par des corps étrangers. Plus

l'indice est grand plus le moteur est protégé.

Ex: IP 23, IP 44, IP 55

IP 55 => Protection contre les poussières et les jets d'eau à la lance.

8. Couplage des enroulements statoriques

Les enroulements du stator peuvent être couplés de deux façons : montage *étoile* et montage *triangle*.

Le couplage des enroulements dépend :

- du réseau électrique d'alimentation

exemple : 3x400 V+N

230V entre Phase et Neutre / 400V entre Phases

- du moteur électrique

exemple : moteur 230 / 400V

230V supporté par 1 enroulement

400V supporté par 2 enroulements

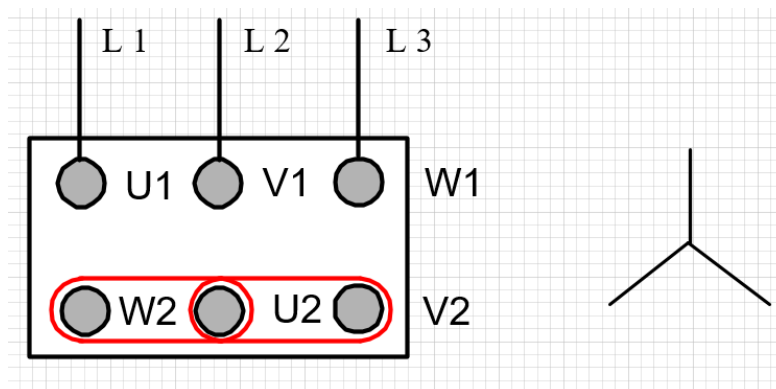


Figure 8 : Couplage étoile des enroulements

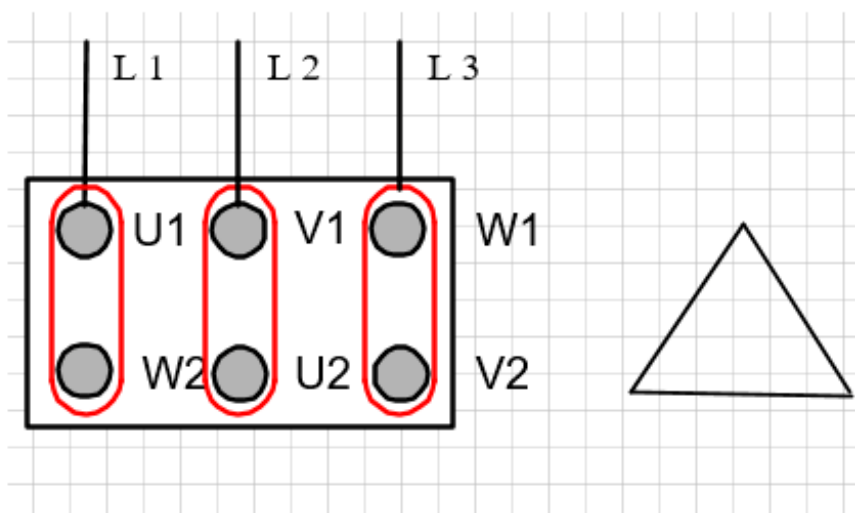


Figure 9 : Couplage triangle des enroulements

Plaque signalétique du moteur	Tension du réseau entre phase et phase		
	230 V	400 V	690 V
127/230 V	Étoile		
230/400 V	Triangle	Étoile	
400 /690 V		Triangle	Étoile

Tableau 1 : Couplages possibles des enroulements moteur en fonction de la tension du réseau