

# Chapitre 3: ACM

## Machines à Courant alternatif

### Classification des machines électriques à c.a

#### Machines synchrones et Asynchrones.

Il existe 2 types essentiels des machines à c.a.

1) Machines Synchrones

2) Machines Asynchrones

La différence principale entre ces 2 types de machines consiste en vitesse de rotation, la vitesse de rotation d'une machine synchrone est déterminée par les paramètres de construction de cette machine et ne dépend pas de la charge, tandis que la vitesse de rotation de la machine asynchrone est déterminée par les paramètres de construction et par les charges de la machine.

\* Machine synchrone: (Alternateur)

La machine synchrone est plus souvent utilisée en générateur, on l'appelle alors alternateur.

mais cette machine peut aussi fonctionner en moteur asynchrone.

Construction. Principe:

Disposition générale: L'alternateur est formé d'un stator et d'un rotor.

— le stator ou induit est formé par un empilage de tôles, il porte sur la face tournée vers l'entrefer un bobinage triphasé à 2p pôles. C'est dans ce bobinage que sont induites les f.e.m.

— le rotor ou inducteur porte p pôles Nord et p pôles Sud intercalés. Les bobines créant ces pôles sont alimentées en courant continu. Le rotor crée le flux inducteur.

La vitesse d'une machine synchrone est liée à la fréquence du réseau suivant la formule:  $f = P \cdot n \Rightarrow$

$n = f/P$  où p - nombre de paires de pôles  
f - fréquence du réseau.



La valeur efficace de la f.e.m. induite en marche à vide dans une phase du stator est donnée par:

$$E_0 = 4,44 K f W \Phi_0 \quad (1) \text{ ou } K - \text{Coefficient d'enroulement,}$$

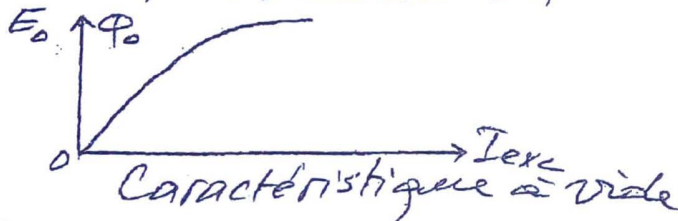
$W - \text{nombre de spires d'une phase du stator,}$

$\Phi_0 - \text{flux magnétique maximal d'un pôle du rotor pour un courant d'excitation } I_{exc}$ .

La fréquence  $f$  des f.e.m. induites du stator est:

$$f = P \cdot n_0 / 60 \quad (2)$$

D'après les formules (1) et (2) la f.e.m. du stator à vitesse  $n_0$  maintenue constante est proportionnelle au flux, de ce fait, la courbe de  $E_0$  en fonction de  $I_{exc}$ , c.à.d. la caractéristique à vide de l'alternateur synchrone est analogue à la courbe du  $\Phi$  magnétique en fonction de l'excitation.



### \* Diagramme à réactance synchrone:

La façon la plus simple de rendre compte du fonctionnement en charge d'un générateur alternatif est de l'assimiler à une source de f.e.m.  $E_g$  ayant une impédance interne  $R + jX$ . d'où le schéma monophasé équivalent et le diagramme vectoriel permettant de passer du régime aux bornes ( $V, I, \varphi$ ) à la f.e.m.  $E_g$  que doit créer le flux inducteur.

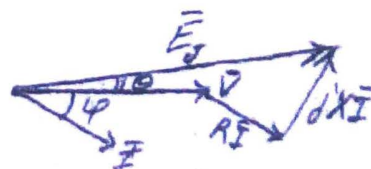
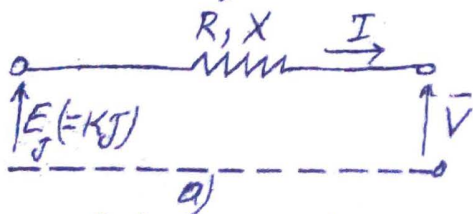


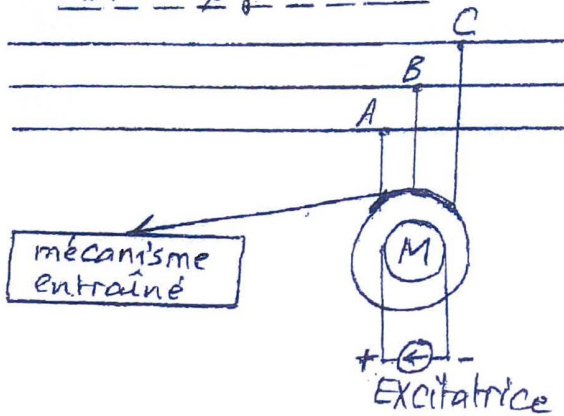
schéma et diagramme traduisent la relation

$$\boxed{\vec{E}_g = \vec{V} + (R + jX)\vec{I}}$$

L'angle  $\theta$  que fait  $\vec{E}_g$  avec  $\vec{V}$  est appelé angle interne.

## \* Reversibilité

### Moteur Synchronique:

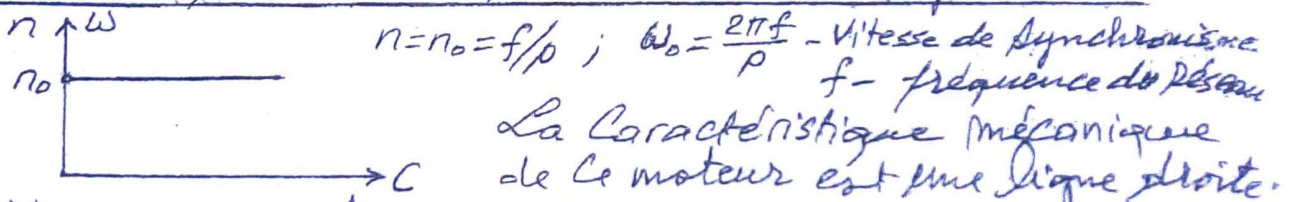


Le principe de fonctionnement d'un moteur synchronique est basé sur l'interaction de 2 champs magnétiques:

- 1) Champ tournant produit par l'enroulement triphasé qui est alimenté par le courant triphasé
- 2) Champ du rotor produit par un courant continu.

Le rotor toujours suit le champ du stator et la vitesse du rotor est toujours constante et y déterminée par la fréquence du réseau:  $n = n_0 = 60f/p$  tr/min. Dans les moteurs l'enroulement statorique est alimenté en courant alternatif triphasé et l'enroulement rotorique est alimenté par une source de tension continue.

### Caractéristique mécanique d'un moteur synchronique:



La vitesse du moteur est indépendante du couple et est égale à la vitesse de synchronisme  $n_0$ .

On peut utiliser ce mode de moteur dans la commande électrique non réglable, il n'exige pas le réglage de la vitesse.

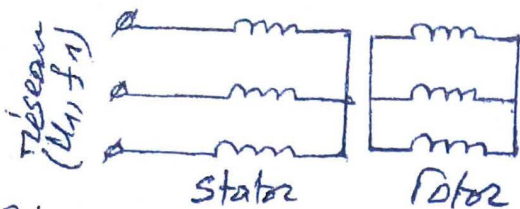
### Moteur Asynchrone

#### Construction:

#### Disposition générale:

- Le moteur asynchrone est formé
- d'un stator analogue à celui d'une machine synchronique,
  - d'un rotor cylindrique formé par l'empilage sur l'arbre de disque de tôles. Dans les encoches tournées vers l'entrefer, est logé un bobinage polyphasé mis en court-circuit.





L'enroulement du stator relié au réseau d'alimentation constitue le primaire.

L'enroulement rotorique constitue le secondaire.

Les 2 types de rotor:

- rotor bobiné ou à bague
- rotor à cage

Principe:

Le glissement:

• Les courants statoriques créent un flux, ce flux balayant le bobinage rotorique y induit des f.e.m. Ce bobinage étant en court-circuit, ces f.e.m. y produisent des courants, c'est l'action du  $\Phi$  tournant sur les courants qu'ils a lui-même induits qui crée le couple. C'est pour cela que ce moteur est souvent appelé moteur d'induction.

• Le rotor tourne à une vitesse  $w'$  inférieure à  $w$ . Puisque  $w' \neq w$ , c'est un moteur asynchrone. Le paramètre caractérisant un fonctionnement est la diminution relative de vitesse ou glissement "g".

$$g = \frac{w - w'}{w} = \frac{N - N'}{N}$$

Forces électromotrices développées dans les enroulements du stator et du rotor

L'expression pour la f.e.m. d'une phase de l'enroulement statorique s'écrit sous la forme:  $E_1 = 4,44 K_1 W_1 f \Phi$  (1) ou  $K_1$  - Coef. d'enroulement ou facteur de bobinage.

La formule (1) applicable à chacune des 3 phases de l'enroulement statorique est analogue à celle donnant la f.e.m. dans l'enroulement primaire d'un transformateur et n'en diffère que par le facteur  $K_1$ .

Par analogie avec (1) on peut écrire pour la f.e.m. d'une phase de l'enroulement du rotor:

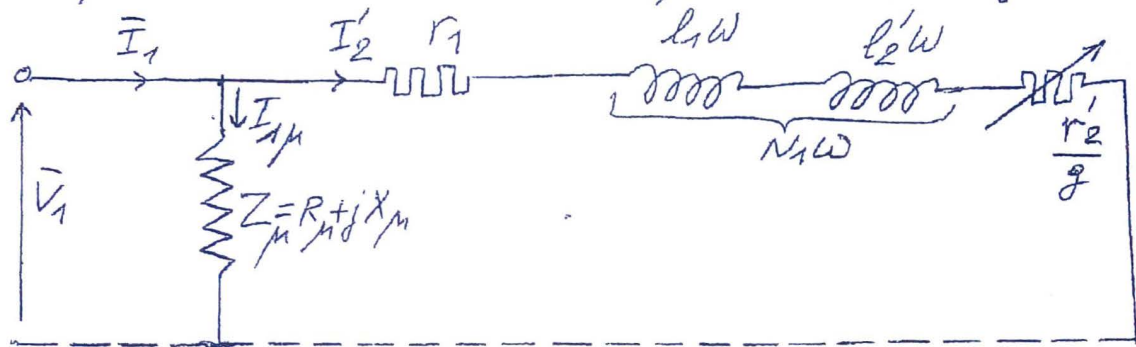
$$E_2 = 4,44 K_2 W_2 f \Phi$$
 (2)

Le rapport des f.e.m. du stator et du rotor :  
 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{K_1 W_1}{K_2 W_2} = K$  (3) est désigné sous le nom de rapport de transformation de f.e.m. d'une machine asynchrone.

Schéma équivalent :

Tous les schémas équivalents vus pour le transformateur sont utilisables.

On utilise souvent le schéma simplifié obtenu en reportant à l'entrée l'impédance magnétisante.



- On regroupe  $l_1 W$  et  $l_2' W$  en  $N_1 W$  :  $N_1 W = l_1 W + l_2' W$   
 $N_1 W$  - Réactance des fuites totales ramenée au primaire  
 $r_1$  - Rend compte des pertes joule au stator ;  
 $r_2'/g$  - de toute la puissance active transmise au rotor (pertes joule rotoriques, pertes mécaniques et puissance utile) ;  
 $r_2'$  - pertes joule rotorique.