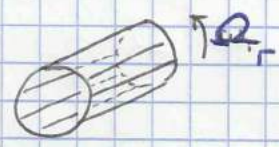


# 6.1] Introduction à la machine asynchrone

- Principe Machines dites "à induction" = avantages:
- pas de bague collectrice
  - couple sans condition vitesse, pas de décrochage
  - facilité de construction
  - peut s'utiliser en monophasé (sous conditions)
- Inconvénients = - pilotage vitesse / couple délicat

Principe = Rotor parcouru de conducteurs axiaux en court-circuit "Cage d'écurieil" <sup>cf</sup>  
barres conductrices



$\Omega_r$  = vitesse rot. mécanique  
 $\omega_s$  = vitesse relative des courants

Placé dans le champ tournant statique

à pulsation  $\omega_s$ , le rotor "voit" un champ tournant à  $\omega_s - \Omega_r$

↳ création de courants rotoriques à  $\omega_{cr} = \omega_s - \Omega_r$  par induction

↳ création d'un champ tournant rotorique à la vitesse  $\omega_s - \Omega_r$  par rapport au rotor

Par compo. des vitesses:  $(\omega_s - \Omega_r) \pm \Omega_r$  par rapport au stator  
=  $\omega_s$

condition synchronisme  
toujours validée!

→  $\forall$  vitesse rotor  $\Omega_r < \omega_s$ ,

couple moteur développé  $C_m = k \Phi_r \Phi_s \sin \alpha$

$\alpha$  = angle de retard entre champ rotorique et statique

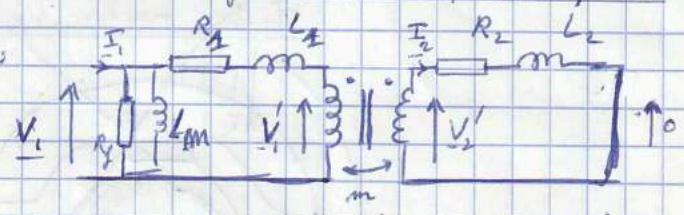
Notion de glissement

Glissement  $g = \frac{\omega_s - \Omega_r}{\omega_s}$  →  $\Omega_r = (1-g)\omega_s$  et  $\omega_{cr} = g\omega_s$

## 6.2] Modèle simplifié monophasé en régime équilibré - Calcul du couple

DAS Modélisée comme un transformateur triphasé équilibré:

Pour une phase:



$m = \frac{V_2'}{V_1}$  Rapport de transformation

$R_p$  = résistance puits fer

$L_m$  = inductance magnétisante du circuit mag.

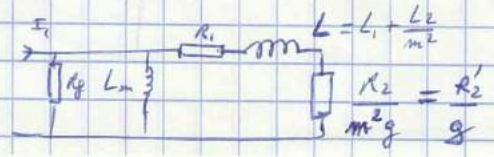
Stator pulsation  $\omega_s$   
Rotor en court-circuit pulsation  $\omega_r = g\omega_s$

$V_1 = V_1' + R_1 I_1 + j L_1 \omega_s I_1$  au stator (primaire)

$0 = R_2 I_2 + j \frac{1}{2} g \omega_s I_2 - V_2'$  au rotor (secondaire)

↔  $0 = \left( \frac{R_2}{g} + j L_2 \omega_s \right) I_2 - \frac{V_2'}{g}$  } Passage au primaire de l'impédance et du cc.

Schéma équivalent:



• La puissance transmise au rotor s'écrit  $P_r = 3 \times \frac{R_2'}{s} \cdot I_1^2$  (triphase)

• Les pertes joules au rotor sont  $P_{JR} = 3 \times R_2 I_2^2$

$$= 3 \times \frac{R_2}{s} I_1^2 = 3 R_2' I_1^2$$

• Le couple transmis au rotor est donc (Couple utile + pertes méca)

$$C_r = \frac{P_r - P_{JR}}{\Omega_r} = \frac{P_r (1-g)}{(1-g) \omega_s} = \frac{P_r}{\omega_s}$$

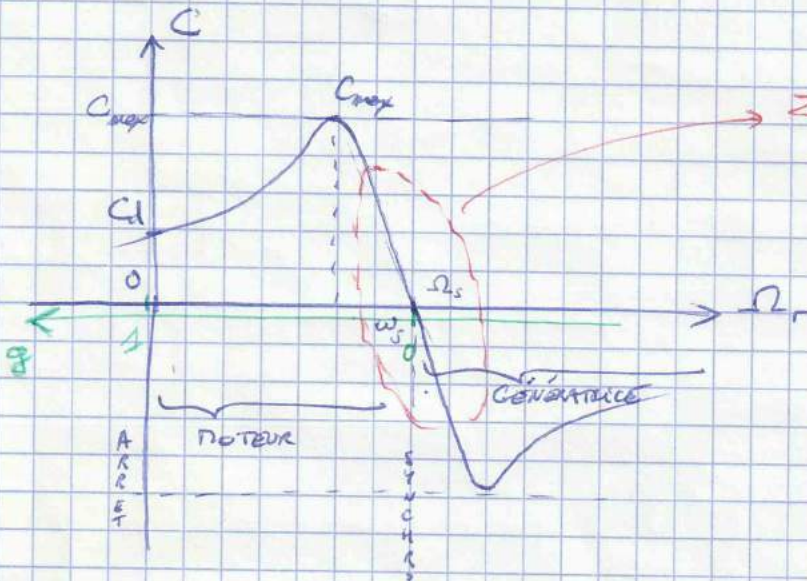
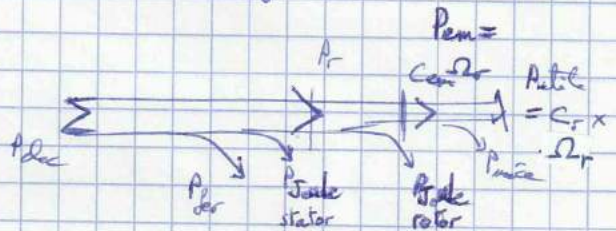
Donc

$$C_r = \frac{3 \times R_2' I_1^2}{g \omega_s}$$

Or

$$I_1^2 = \frac{V_1^2}{L^2 \omega_s^2 + (R_1 + \frac{R_2'}{s})^2}$$

$$C_r = \frac{3 R_2' V_1^2}{g \omega_s (R_1 + \frac{R_2'}{s})^2 + L^2 \omega_s^2}$$



• À synchronisme :  $g=0 \Rightarrow C_m=0$  couple nul

• À faible glissement :  $C_m \approx \frac{3 V_1^2 g}{R_2' \omega_s}$

• Couple de démarrage voir nul -  $g=1 \Rightarrow C_d = \frac{3 V_1^2 R_2'}{\omega_s (R_1 + R_2')^2 + L^2 \omega_s^2}$



Entre  $C_d$  et  $C_{max}$

zone instable

$\Rightarrow$  pic d'intensité dangereux

↳ démarrage sous tension réduite

↳ utilisation de résistances commutées

↳ démarrage triangle/étoile...

↳ rotors à encoches (effet de peau)

$\Rightarrow$  R élevée pour  $\omega_s$  élevé

• Couple maximal (négligeant  $R_1$ ) :

$$C_{max} \approx \frac{3}{2} \frac{V_1^2}{L \omega_s^2}$$



depend fortement de la vitesse!

6.3] Un mot sur la commande :

RTS = beaucoup de d° de liberté pour piloter  $\Omega_r$  et Couple

⇒ stratégies de commande complexe !

↳ Ajustement de  $R_2^1$  = modifier  $\Omega_r$  à couple constant ( $C_{max}$ )

↳ Ajustement de  $\omega_s$  par onduleur = modifier  $\Omega_r$  et  $C_{max}$

• Stratégie de commande scalaire simple en "V constant"

On ajuste fréquence du réseau et  $f_{réseau}$   
valeur efficace de tension  
d'alim pour varier  $\Omega_r$  à couple max. constant.

OK en régime permanent

• Actuellement : commande vectorielle de flux

stratégie de commande complexe mais permettant un asservissement instantané de la vitesse et du couple

↳ Précision et rapidité de contrôle

↳ TGV trois marches

↳ Paris saît d'ore

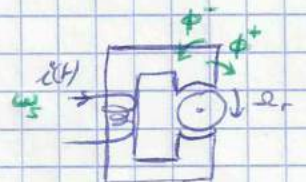
• Le fonctionnement en génération est possible mais rare ( $\Omega_r > \omega_s$ )

• Freinage électromag possible et efficace en inversant sens du champ tournant statorique

• Utilisation de la RTS en monophasé :

• machines de fabrication très simple et économique

• Repos sur Th. de Leblanc = 1 champ pulsant est  $\Sigma$  de 2 champs tournants contra-rotatifs



Sous = couple de démarrage nul

• Une fois lancé = accrochage sur l'1 des 2 chps tournants

• On peut déséquilibrer les flux (spires de Frager)  
(bague de déphasage)

• On utilise 1 source autoexcitée déphasée par condensateur pour démarrage ... (découverte récente)