Machines asynchrones

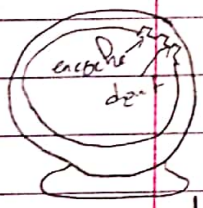
I - Définition :

Une machine asynchrone est une machine à courant alternatif dont la vitesse en charge et la fréquence du réseau auquel elle est reliée ne sont pas liés par un rapport constant

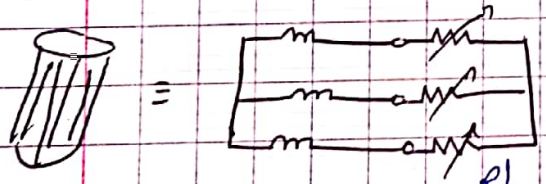
II - constitution :

deux éléments :

- le stator (fixe)
  c'est un anneau de tôles encoché qui contient les enroulements, pour constituer un système triphasé.

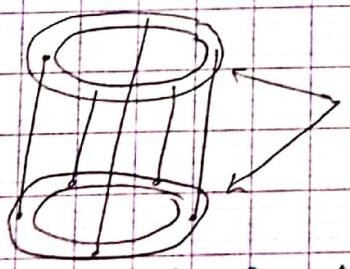


- le rotor (mobile)
  - rotor bobiné (à bagues)



Rh de démarrage

  - Rotor à cage d'écureuil :



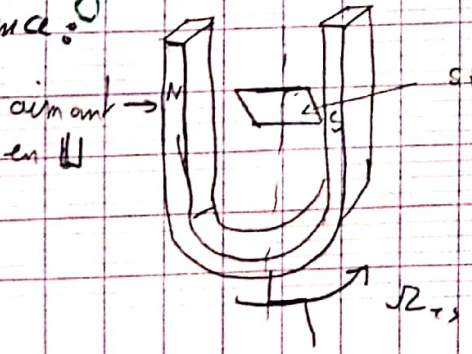
anneaux métalliques

plus simple à démarrer

utilisation industrielle

III - principe de fonctionnement :

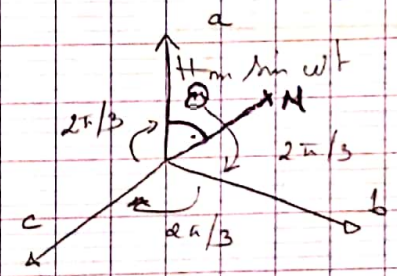
1/ Expérience :



Scanné avec CamScanner

1) * on fait tourner l'aimant à la vitesse Ω_{cs}
La création d'un champ tournant à la vitesse Ω_{cs}
2) * création d'un courant induit dans la spire (Faraday)
- Lenz : Le sens du courant induit s'oppose à la cause qui lui a donné naissance (rotation de l'aimant)
→ la spire commence à tourner dans le même sens mais à une vitesse inférieure

2) Théorème de Ferraris :
Un système de 3 enroulement régulièrement répartie dans l'espace ayant p paire de pôles et parcourus par 3 courant triphasé équilibré du pulsation ω crée un champ tournant d'amplitude $3/2\ H_m$ (H_m amplitude de champs créé dans un babine) à la vitesse $\Omega_s = \omega/p$



Le champ résultant en M :
$H = H_m \cos\theta \cdot \cos \omega t + H_m \cos(\omega t - 2\pi/3) \cdot \cos(\theta - 2\pi/3)$
$+ H_m \cos(\omega t + 2\pi/3) \cdot \cos(\theta + 2\pi/3)$
$H = \frac{H_m}{2} \cdot [\cos(\omega t + \theta) + \cos(\omega t - \theta) + \cos(\omega t + \theta - 4\pi/3)$
$+ \cos(\omega t - \theta) + \cos(\omega t + 4\pi/3) + \cos(\omega t - \theta)]$ (somme = 0)
système équilibré

$H = 3/2\ H_m \cos(\omega t - \theta)$ ($p = 1$)
dans le cas d'un système multipolaire.
$H = 3/2\ H_m \cos(\frac{\omega}{p} t - \theta)$

Scanné avec CamScanner

IV - Notion de glissement

Le glissement g est l'écart relatif entre la vitesse du champ et celle du rotor

$$g = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s} = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\omega - p\Omega}{\omega}$$

avec :

Ω_s : vitesse du champ statorique (rad/s)

Ω vitesse du rotor (rad/s)

n_s (tr/min) et n (tr/min)

$$0 < g < 1$$

- $n = n_s \rightarrow g = 0$ (marche à vide idéal)
- $n = 0 \rightarrow g = 1$ (démarrage)
- $0 < n < n_s \rightarrow 0 < g < 1 \rightarrow$ fonctionnement en charge

En pratique $1\% < g < 10\%$

* Remarque :

La vitesse du champ statorique (tournant) par rapport au rotor $= \Omega_s - \Omega = g \cdot \Omega_s$

$\Rightarrow$ la pulsation des courants rotorique est $g \cdot \omega_s$

$\Rightarrow f_r = g \cdot f_s$ ← fréquence des courant statorique

fréquence des courant rotorique

$\rightarrow$ perte fer rotorique n'existe jamais

V - Schéma équivalent :

$$\begin{cases} R_s \underline{I}_s + j L_s \omega_s \underline{I}_s + j M \omega_s \underline{I}_r = \underline{V}_s \\ R_r \underline{I}_r + j L_r \underbrace{\omega_r}_{g\omega_s} \underline{I}_r + j M \underbrace{\omega_r}_{g\omega_s} \underline{I}_s = \underline{0} \end{cases} \quad /g$$

$$2\pi \frac{b}{p} = \Omega_s =$$

Scanné avec CamScanner

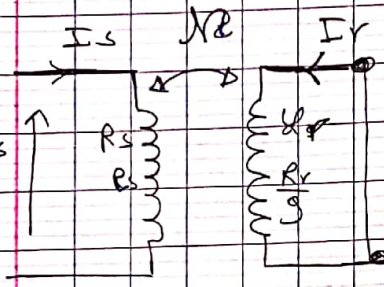
R_s = résistance d'une phase statorique

I_s = courant

$\mathcal{L}_s \omega_s$ = réactance cyclique propre d'une phase statorique

$\mathcal{M}$ = mutuelle inductance cyclique tenant compte de l'influence d'une phase rotorique sur le stator

$$\Rightarrow \begin{cases} \underline{V}_s = R_s \underline{I}_s + j \mathcal{L}_s \omega_s \underline{I}_s + j \mathcal{M} \omega_s \underline{I}_r \\ \frac{R_r}{g} \underline{I}_r + j \mathcal{L}_r \omega_s \underline{I}_r + j \mathcal{M} \omega_s \underline{I}_s = \underline{0} \end{cases}$$



on note par :

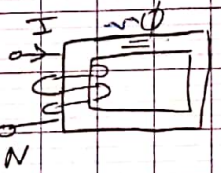
$m = \frac{N_s}{N_r}$ = rapport de transformation

$l_s \omega$: réactance cyclique de fuite d'une phase statorique

X_M : réactance magnétique cyclique

$l'_r \omega_s$, R'_r, I'_r : valeurs de R_r, $l_r \omega_s$ et I_r ramenées au stator

* même $f \cdot m \cdot m$



$N I = f \cdot m \cdot m = R \cdot \Phi$

R = réluctance

$R = 1/\mu \cdot l/s$

$N_s \cdot I'_r = N_r I_r$

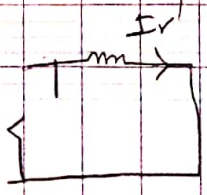
$\Rightarrow I'_r = \frac{N_r}{N_s} \cdot I_r = \frac{I_r}{m}$

en complexe $\underline{I}'_r = -\frac{\underline{I}_r}{m}$ car I'_r change de sens

* même perte Joule

PJ. $\rightarrow R_r I_r^2 = R'_r I_r'^2 \Rightarrow R'_r = \frac{I_r^2}{I_r'^2} R_r$

$R'_r = m^2 R_r$



Scanné avec CamScanner

- même pales réactives :

$L_r' \omega_s = m^2 l_r \omega_s$

- $N_s \underline{I}_s + N_r \underline{I}_r = N_s \cdot \underline{I}_\mu$ — courant magnétisant à vide

$\underline{I}_s + \frac{N_r}{N_s} \underline{I}_r = \underline{I}_\mu \rightarrow \underline{I}_s = \underline{I}_r' + \underline{I}_\mu$

$\frac{N_r}{N_s} = m$, $\underline{I}_r' = -\underline{I}_r$

$\underline{V}_s = R_s \underline{I}_s + j l_s \omega_s \underline{I}_s + j \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_r$

$= R_s \underline{I}_s + j l_s \omega_s \underline{I}_s + j m \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_r'$ $\quad \underline{I}_r' = \underline{I}_s - \underline{I}_\mu$

$= R_s \underline{I}_s + j l_s \omega_s \underline{I}_s - j m \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_s + j m \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_\mu$

$= R_s \underline{I}_s + j (\underbrace{l_s \omega_s - m \mathcal{H} \omega_s}_{l_s \omega_s}) \underline{I}_s + j \underbrace{m \mathcal{H} \omega_s}_{X_\mu} \underline{I}_\mu$

$\Rightarrow \underline{V}_s = R_s \underline{I}_s + j l_s \omega_s \underline{I}_s + j X_\mu \underline{I}_\mu$

- au niveau du Rotor

$\frac{R_r}{g} \underline{I}_r + j l_r \omega_s \underline{I}_r + j \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_s = \underline{0}$

$-m \left[-\frac{R_r'}{m^2 g} \underline{I}_r' - j \frac{l_r'}{m^2} \omega_s \underline{I}_r' + j \mathcal{H} \omega_s (\underline{I}_r' + \underline{I}_\mu) = \underline{0} \right]$

$\frac{R_r'}{g} \underline{I}_r' + j l_r' \omega_s \underline{I}_r' - j m \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_r' - j m \mathcal{H} \omega_s \underline{I}_\mu = 0$

$\frac{R_r'}{g} \underline{I}_r' + j (\underbrace{l_r' \omega_s - m \mathcal{H} \omega_s}_{l_r' \omega_s}) \underline{I}_r' - j \underbrace{m \mathcal{H} \omega_s}_{X_\mu} \underline{I}_\mu = \underline{0}$

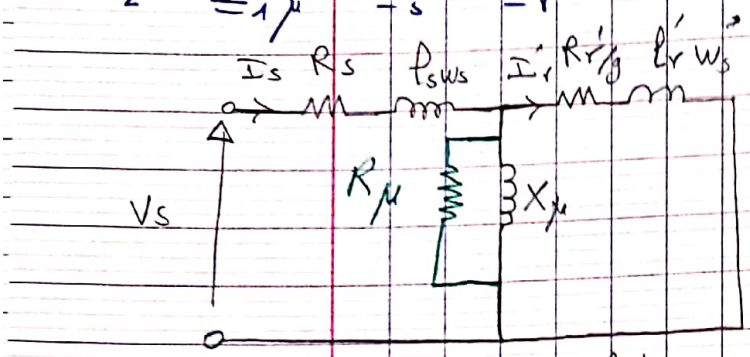
$\frac{R_r'}{g} \underline{I}_r' + j l_r' \omega_s \underline{I}_r' = j X_\mu \underline{I}_\mu$

On aura en fin

$$\begin{cases} \underline{V}_s = R_s \underline{I}_s + j l_s \omega_s \underline{I}_s + j X_\mu \underline{I}_\mu \\ \frac{R_r'}{g} \underline{I}_r' + j l_r' \omega_s \underline{I}_r' = j X_\mu \underline{I}_\mu \\ \underline{I}_s = \underline{I}_r' + \underline{I}_\mu \end{cases}$$

Scanné avec CamScanner

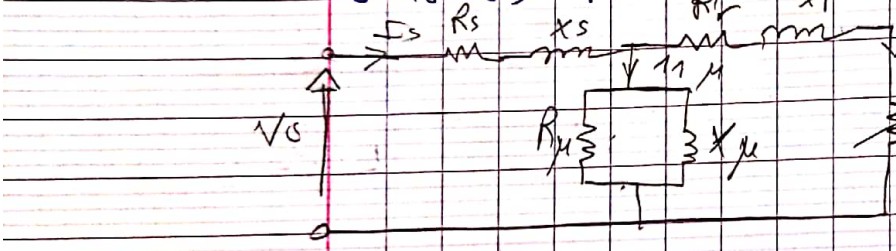
$$\begin{cases} \underline{V}_s = R_s \underline{I}_s + j \ell_s \omega_s \underline{I}_s + j X_\mu \underline{I}_{1\mu} \\ j X_\mu \underline{I}_{1\mu} = \frac{R'_r}{g} \underline{I}'_r + j \ell'_r \omega_s \underline{I}'_r \\ \underline{I}_{1\mu} = \underline{I}_s - \underline{I}'_r \end{cases}$$



R_μ : résistance fictive qui représente les pertes fer

$$\frac{R'_r}{g} = R'_r - R'_r + \frac{R'_r}{g} = R'_r + R'_r \left(\frac{1-g}{g}\right)$$

$X_s = \ell_s \omega_s$; $X'_r = \ell'_r \omega_s$

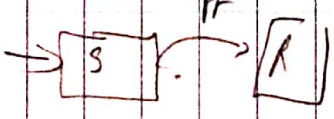


$g = 0$ (à vide idéal) : la machine se comporte comme un transfo à vide

VI - Bilan énergétique :

1. Puissance :

- Puissance absorbée : $P_a = 3 V_s I_s \cos\varphi_s = \sqrt{3} U_s I_s \cos\varphi$
- Pertes joule totales : $3(R_s I_s^2 + R'_r I'^2_r) = 3(R_s I_s^2 + R_r I'^2_r)$
- Pertes fer : $P_f = 3 R_\mu I^2_{1\mu a}$
- P_m : pertes mécaniques
- P_{em} : puissance mécanique $= 3 R'_r \left(\frac{1-g}{g}\right) I'^2_r$
- P_u : puissance utile :
- P_{tr} : puissance transmise à à l'entrefer ou transférée au rotor



Scanné avec CamScanner

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

- $P_{fr} \neq 0$ car la fréquence des courants rotoriques est très faible

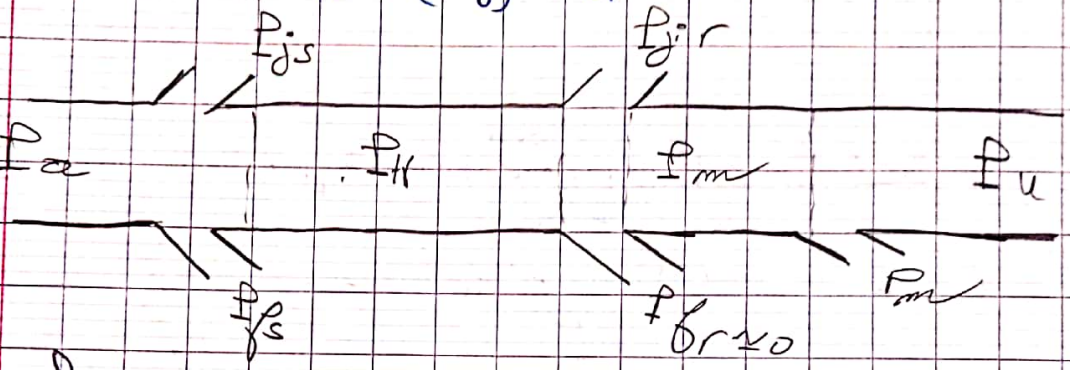
- $P_{jr} = 3 R'_r I'^2_r$ et $P_m = 3 R'_r \left(\frac{1-g}{g}\right) I'^2_r$

$$\rightarrow P_m = \left(\frac{1-g}{g}\right) P_{jr}$$

$$P_m = P_{tr} - P_{jr} \Rightarrow P_{tr} = P_m + P_{jr} = \left(\frac{1-g}{g}\right) P_{jr} + P_{jr}$$

$$P_{tr} = \frac{P_{jr}}{g} \Rightarrow P_{jr} = g P_{tr}$$

$$\Rightarrow P_m = (1-g) P_{tr}$$



2) couples :

- couple mécanique :

$$C_m = \frac{P_m(W)}{\Omega (rad/s)} = \frac{(1-g) P_{tr}}{(1-g) \Omega_s} = \frac{P_{tr}}{\Omega_s} \quad (N.m)$$

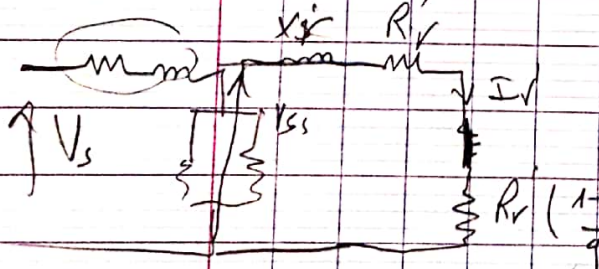
- couple utile :

$$C_u = C - C_{pertes} = \frac{P_m}{\Omega} - \frac{P_{mec}}{\Omega} = \frac{P_u}{\Omega}$$

- Caractéristique mécanique $C = f(g)$

$$C = \frac{P_{tr}}{\Omega_s} = \frac{P_{jr}}{g \cdot \Omega_s} = \frac{3 R'_r \cdot I'^2_r}{g \cdot \Omega_s}$$

Mode de fonctionnement faible



$$\Rightarrow I'_r = \frac{V_s}{\sqrt{\left(\frac{R'_r}{g}\right)^2 + X'^2_r}}$$

Scanné avec CamScanner

$$C = \frac{3R_r'}{g \cdot \Omega_s} \cdot \frac{V_s^2 \cdot g}{\left(\frac{R_r'}{g}\right)^2 + X_r'^2 \cdot g}$$

$$C = \frac{3 m^2 R_r'}{\Omega_s} \times \frac{g \cdot V_s^2}{m^4 R_r'^2 + m^4 g^2 X_r'^2}$$

$$C = \frac{3 V_s^2}{m^2 \Omega_s} \times \frac{g \cdot R_r'}{R_r'^2 + g^2 X_r'^2}$$

$$K = \frac{3 V_s^2}{m^2 \Omega_s} \Rightarrow \boxed{C = \frac{K g R_r'}{R_r'^2 + g^2 X_r'^2}}$$

$g = 0 \Rightarrow C = 0$ (à vide idéal)

$g = 1$ (démarrage) $\cdot C = C_d = K \cdot \frac{R_r'}{R_r'^2 + X_r'^2}$ couple de démarrage

C_{max} ? $\rightarrow \frac{dC}{dg}$? =

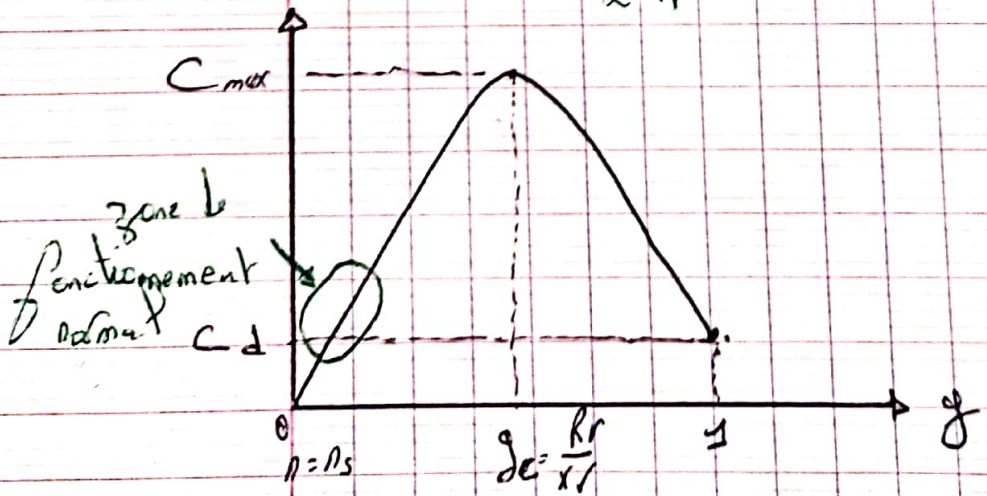
$$\frac{dC}{dg} = \frac{K R_r' (R_r'^2 + g^2 X_r'^2) - K g R_r' \times 2 g X_r'^2}{(R_r'^2 + g^2 X_r'^2)^2}$$

$$\Rightarrow R_r' (R_r'^2 + g^2 X_r'^2) = 2 g^2 R_r' X_r'^2 \Rightarrow g^2 = \frac{R_r'^2}{X_r'^2} \Rightarrow g = \pm \frac{R_r'}{X_r'}$$

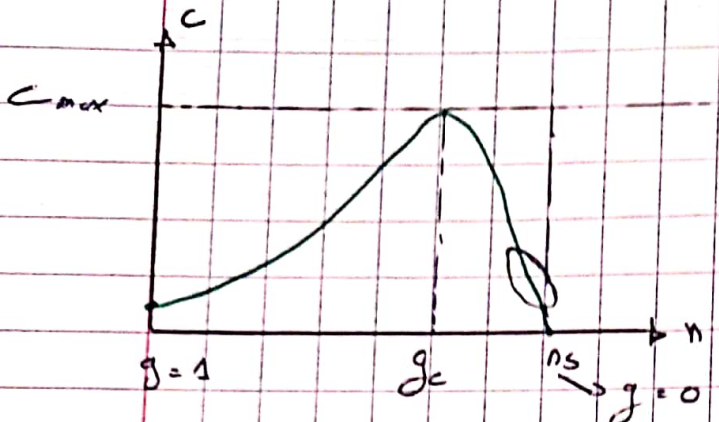
$\boxed{g_c = \frac{R_r'}{X_r'}}$: glissement critique

$$C_{max} = K \frac{\frac{R_r'}{X_r'} \cdot R_r'}{R_r'^2 + R_r'^2}$$

$$C_{max} = \frac{K}{2 X_r'}$$

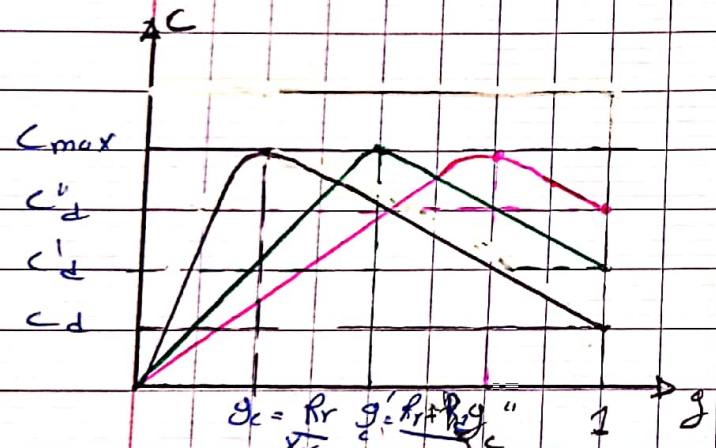


Scanné avec CamScanner



* Influence des résistances rotoriques sur la caractéristique $C = f(g)$

- On insère une résistance R_d en série avec le rotor
- $g'_c = \frac{R_r + R_d}{X_r}$; $C'_d = K \cdot \frac{(R_r + R_d)}{(R_r + R_d)^2 + X_r^2}$



$R_{d2} > R_{d1}$

$g''_c > g'_c > g_c$

$C''_d > C'_d > C_d$

* Résultat de démarrage
* diminuer le courant de démarrage
* augmenter le couple de démarrage

Application :

R=2Ω

un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire à bague (Y)

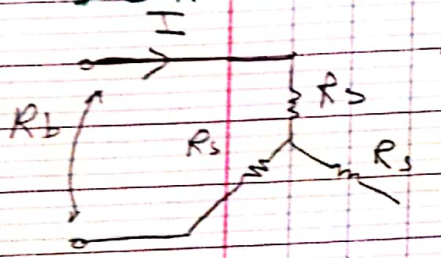
$P_u = 40$ kW, 380 V, 50 Hz

- Essai à vide : $U_{10} = 380$ V ; $I_0 = 16,6$ A ; $P_0 = 1853$ W
- la résistance entre bornes du rotor $R_b = 0,14 \cdot \Omega$

Scanné avec CamScanner

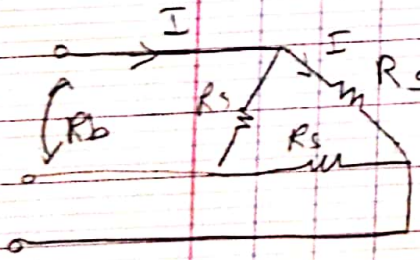
1) Calculer les P_{fs} et les P_m en les supposant égales.
2) Pour un $\eta = 0,9$ et $\cos\varphi = 0,91$ au fonctionnement normal,
calculer :
   a) l'intensité absorbée I ;
   b) les P_{js}
   c) les P_{jr}
   d) g et n
   e) C_u
3) Le moteur entraîne à une vitesse de 1440 tr/min pour une $C_u = 300\ N.m$, on suppose que sa caractéristique est rectiligne dans les limites d'emploi.
Il entraîne un ventilateur qui exige un $C_r = 29,6\ N.m$ pour $n = 500$ tr/min. C_r est proportionnel au carré de la vitesse ($C_r = k.n^2$)
déterminer le point de fonctionnement

• connexion :



$P_{js} = 3 R_s I^2$ $\quad R_b = 2 R_s$

$\Rightarrow P_{js} = 3/2\ R_b I^2$



$P_{js} = 3 R_s J^2$

$R_b = \dfrac{R_s \times 2R_s}{3R_s} = 3/2\ R_s$

$P_{js} = 3 \times \dfrac{3}{2} R_b \cdot \dfrac{I^2}{3} = 3/2\ R_b I^2$

1°) $P_o = P_{fs} + P_m + P_{js_o} \Rightarrow P_{fs} = P_m - \dfrac{P_o - P_{js_o}}{2} = \dfrac{P_o - 3/2\ R_b I_o^2}{2}$

$= 897,56\ W$

2) $P_a = \dfrac{P_u}{\eta} = \dfrac{40 \times 10^3}{0,9} = 44 \times 10^3\ W$

Scanné avec CamScanner

$I = \frac{P_a}{\sqrt{3}\cos\varphi U} = \frac{14 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,81} = 73,46\ A$

b) $P_{js} = 3/2\ R_s I^2 = 1133,23\ W$

c) $P_{jr} = P_a - P_\mu - P_{js} - P_\psi - P_m = 1071,65\ W$

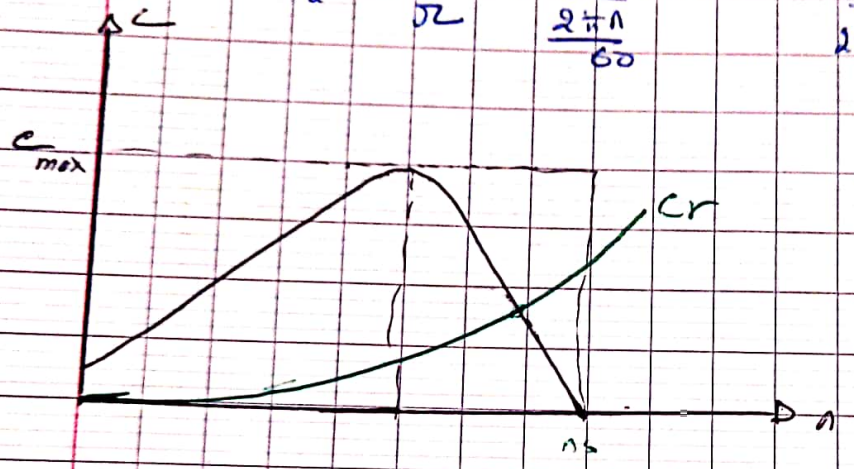
d) $g = \frac{P_{jr}}{P_{tr}} = 0,025 = 2,5\ \%$

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

$n = n_s(1-g)$; $n_s = \frac{60\,f}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500\ tr/min$

$n = 1500(1-0,025) = 1462,5\ tr/min$

e) $C_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{P_u}{\frac{2\pi n}{60}} \times 60 = \frac{40 \cdot 10^3}{2\pi \times \frac{1462,5}{60}} = 261,30\ N.m$



$Cr = k \cdot n^2 \rightarrow k = \frac{29,5}{500^2} = 118 \cdot 10^{-6}$

$Cr = 118 \cdot 10^{-6} n^2$

$\begin{cases} 0 = a \times 1500 + b \\ 300 = 1440 \times a + b \end{cases}$

$1 \rightarrow b = -a \times 1500 = 7500$

$2 - 1 \rightarrow 300 = -60\,a \rightarrow a = -5$

$C = -5n + 7500$

$-5n + 7500 = 118 \cdot 10^{-6} n^2$

$\rightarrow 118 \times 10^{-6} n^2 + 5n - 7500 = 0$

$n = 1450,35\ tr/min$

$C = 248,825\ mN$

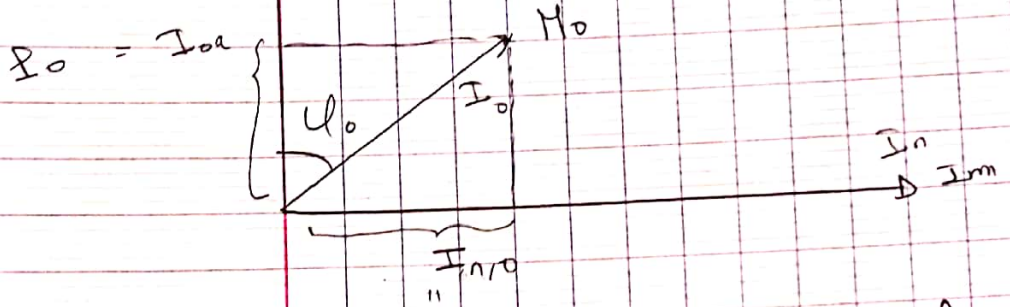
Scanné avec CamScanner

II - Diagramme circulaire

1) Essai à vide rés :

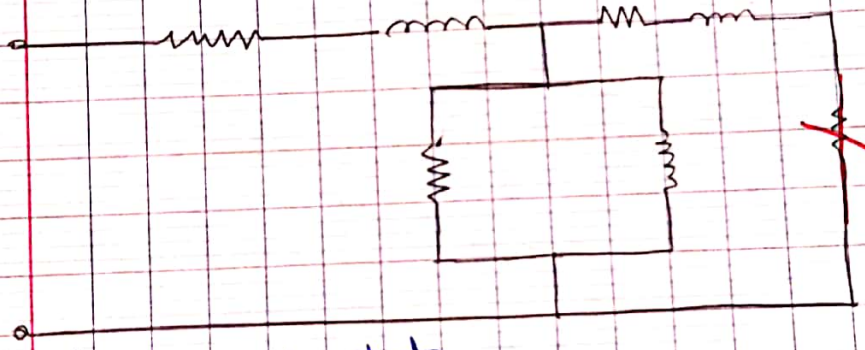
- On mesure P_0 , I_0 , $V_s = V_{sn}$
- On calcule $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{3 V_s I_0}$

Rép / I_a



"
P_0

2) Essai en court circuit (on rotor bloqué)

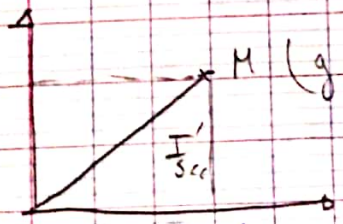


La tension de C.C est réduite

- On mesure P_{cc} , I_{cc} , V_{scc}

On prend $I_{cc} = I_{sn}$

- On calcule $\cos \varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{3 V_{scc} I_n}$



I'_{sc} : courant de court circuit si la tension de cc est égale à la valeur nominale.

$$I'_{scc} = \frac{V_{sn}}{V_{scc}} \times I_{scc}$$

$M M_4$: Puissance absorbée
$M_3 M_4$: Pertes constantes
$M M_2$: Puissance utile
$M_2 M_3$: pertes joules totales
$M_3 N$: perte joule stator
$N M_2$: perte joule rotor

$$\frac{M_2 M_3}{M_2 M_1} = \frac{3 R_s I'^2_{scc}}{3 \left[\underbrace{R_s + R'_r}_{R_p} \right] I'^2_{scc}} = \frac{R_s}{R_p}$$

$$M_2 M_3 = M_2 M_1 \times \frac{R_s}{R_p}$$

MN : puissance transmise
$g = \infty$ point de fonctionnement infini

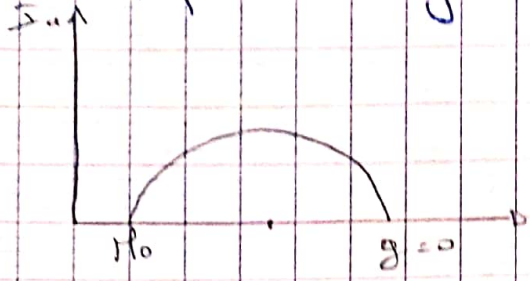
Echelle de puissance $\xrightarrow{1/\Omega_s}$ Echelle de couple

Application :
- Un moteur asynchrone 3ϕ (8 pôles) 50 Hz 220/380 V alimenté sous 220/380 V
- on néglige R_s, X_s, P_f, P_m
- Le rapport des couples $\frac{C_{max}}{C_n} = 2,5$
- Essai à vide à rotor ouvert
  $U_0 = U_n$, $I_0 = 24$ A, $U_0 = 342$ V (entre bornes)
- Essai en c.c $U_{cc} = U_n / 3$, méthode des deux watt
  $I_{cc} = \frac{I_{cc}}{3}$

$\begin{cases} P_1 = 6260 \text{ W} \\ P_2 = -2600 \text{ W} \end{cases}$

Scanné avec CamScanner

A] 1° - compte tenu des hypothèses simplificatrices, quelles seront des caractéristiques du diagramme circulaire



Le point à vide et le centre du cercle se trouve sur l'axe des courants réactifs

2) Quel est le courant absorbé par le moteur dans le cas d'un démarrage sous pleine tension ?

c'est I'_{cc}

$$P = \sqrt{3} U I \cos\varphi \quad \text{réel}$$

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} U}$$

2. $$I_{csa} = \frac{g(P_1 + P_2)}{\sqrt{3} U_n} = \frac{g(6260 - 2600)}{\sqrt{3} \times 380} = 50\,A$$

$$I_{crr} = \frac{g\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{\sqrt{3} U_n} = \frac{g(6260 + 2600)}{380} = 210\,A$$

$$I_{cc} = \sqrt{50^2 + 210^2} = 216\,A$$

$$\cos\varphi_{cc} = \frac{I_{cc,u}}{I_{cc}} = \frac{50}{216} = 0,23$$

3/ Tracer le diagramme circulaire : 1 cm = 20 A

4/ Placer le point nominal, donner I_n et $\cos\varphi_n$ et placer le point à glissement infini

Scanné avec CamScanner

à partir de diagramme et du donné $\frac{C_{max}}{C_n} = 2,5$

$I_{n,a} = \frac{100}{2,5} = 40\,A$

à partir du diagramme circulaire

$\Rightarrow I_{n,r} = 32\,A$

$\Rightarrow I_n = \sqrt{32^2 + 40^2} = 51,2\,A$

$\cos\varphi_2 = \frac{I_{na}}{I_n} = \frac{40}{51,2} = 0,78$

$I_{\infty,a} = 0$

$I_{\infty,r} = 224\,A$ $\Big\}$ $I_\infty = 224\,A$

5) Donner L'échelle des couples et calculer le couple.

C_n, C_{max}, C_d

Echelle de couples : $E_c = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot E_I}{2\pi \frac{n_s}{60}}$ ← Echelle du courant

$E_c = \frac{\sqrt{3} \times 380 \times 10}{2\pi \times \frac{750}{60}} = 83,8\,N.m$ $\quad n_s = 750\,tr/min$

$C_n = 4 \times 83,8 = 335,2\,N.m$

$C_{max} = 10 \times 83,8 = 838\,N.m$

$C_d = 5 \times 83,8 = 419\,N.m$

} échelle courant active

6°) Donner un échelle de glissement.

g_n ? , g_{Cmax}

$g_n = 0,058 \Rightarrow n_1 = n_s(1 - g_n) = 750(1 - 0,058) = 707\,tr/min$

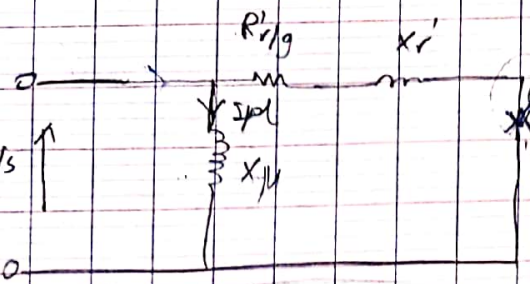
$g_c = 0,286$

7) Quel est le facteur de puissance maximale ?

$\cos\varphi_{max} = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi_{max}\right) = \frac{100}{124} = 0,8$

Scanné avec CamScanner

B] 1°) Donner le schéma équivalent en précisant les valeurs des impédances



$X_\mu = \frac{V_s}{I_0} = \frac{220}{24} = 9,16\,\Omega$

$I'_{r,a} = 50A$; $I'_{r,r} = 210 - 24 = 186A \Rightarrow I'_r = \sqrt{186^2 + 50^2}$

$= 192,6A$

$3(P_1 + P_2) = 3R'_r I'^2_r \Rightarrow R'_r = \frac{(P_1 + P_2)}{3I'^2_r} = 0,295\,\Omega$

$g = \frac{X'_r}{R'_r} = \frac{I_{s,r}}{I'_{r,a}} \rightarrow X'_r = 0,295 \times \frac{186}{50} = 1,1\,\Omega$

$X'_r = \frac{V}{I_{s,cc} - I_0} = \frac{220}{224 - 24} = \frac{220}{200} = 1,1\,\Omega$

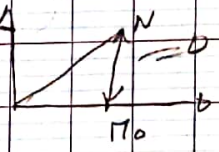
2) En déduire l'échelle des courants rotoriques sur le diagramme circulaire

$I'_r = \frac{I_r}{m}$; $m = \frac{380}{342} = 1,11$

$I_r = m I'_r$, $E_{I_r} = m \times E_{I'_r} \Rightarrow 1\,cm \rightarrow 11,1\,A$ (1cm → 22,2A)

3°) $I_{r,n}$? et les paramètres du circuit rotorique ?

$I_{n,r} = 11,11 \times 4,1 = 45,5\,A$



$4,1 = M_0 \times N$

$R'_r = m^2 R_r \Rightarrow R_r = \frac{R'_r}{m^2} = \frac{0,295}{(1,11)^2} = 0,24\,\Omega$

$X_r = \frac{X'_r}{m} = \frac{1,1}{(1,11)^2} = 0,9\,\Omega$

Déterminer le rhéostat de démarrage qui assurerait un décalage à couple maximum

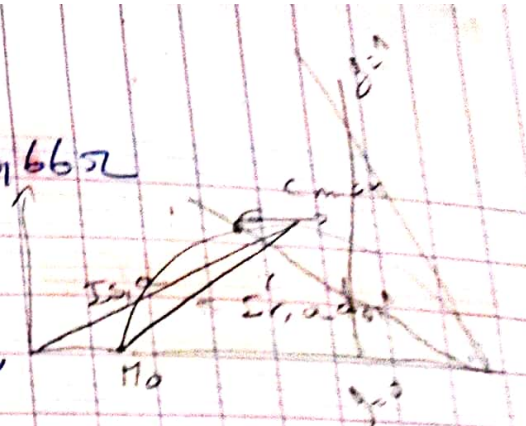
$R_r + R_h = X_r$

$R_h = 0,9 - 0,24 = 0,66$

Scanné avec CamScanner

$$\frac{R_r + R_h}{X_r} = 1 \Rightarrow R_h = X_r - R_r = 9{,}66\,\Omega$$

ou $\frac{g'_c}{g_c} = \frac{R_r + R_h}{R_r}$



$$P_{Rh} = 3 R_h \cdot I_{2}^{2} = 48805\,W$$

très élevé

P_{Rh} est très grande

Il est inutile de former un tel démarrage

DJ Par lecture sur le diagramme circulaire déterminer les caractéristiques I_s ; $\cos\varphi$; P_u ; C_u ; η en fonction de g.

g %	1	2	..
I_s			
$\cos\varphi$			
P_u			
C_u			

on néglige P_f, P_{js}, P_a, P_{tr}, et P_u

$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{P_u}{P}$

a. $P_{tr} = (1-$

Scanné avec CamScanner