REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université Mohamed Boudiaf de M'sila

Faculté de Technologie
Département de génie électrique
1er Année Master CMT
Matière: CAME
M'sila : 2019/2020

Examen du Module Commande Avancée des Machines Electriques

Exercice N°1 : (13 pts)

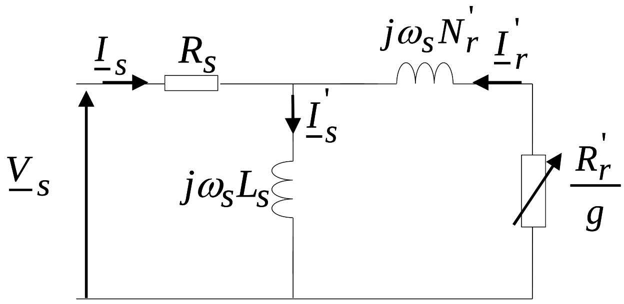
Le schéma équivalent par phase ramené au stator en régime permanent du moteur asynchrone, à fuites magnétiques totalisées au rotor, est donné par la figure ci-dessous:

On donne : $V_s = 230V$, $f = 50Hz$, $p = 2$, $n_n = 1475tr/min$, $R_r^{'} = 1{,}11\Omega$, $N_r^{'} = 33mH$, $P = 2343Wat$.

1- Si on néglige la résistance R_s.

1-1 Exprimer la tension V_s en fonction du courant $I_r^{'}$.

$$V_s \approx \sqrt{\left(\frac{R_r^{'}}{g}\right)^2 + \left(g\omega_s N_r^{'}\right)^2}\, I_r^{'} \qquad \text{(1pts)}$$



1-2 Exprimer le couple électromagnétique C_e en fonction de V_s, g, $R_r^{'}$, $N_r^{'}$ et f. (1pt)

$$C_e \approx \frac{3pV_s^2}{2\pi f}\frac{\frac{R_r^{'}}{g}}{\left(\frac{R_r^{'}}{g}\right)^2 + \left(2\pi f g N_r^{'}\right)^2}$$

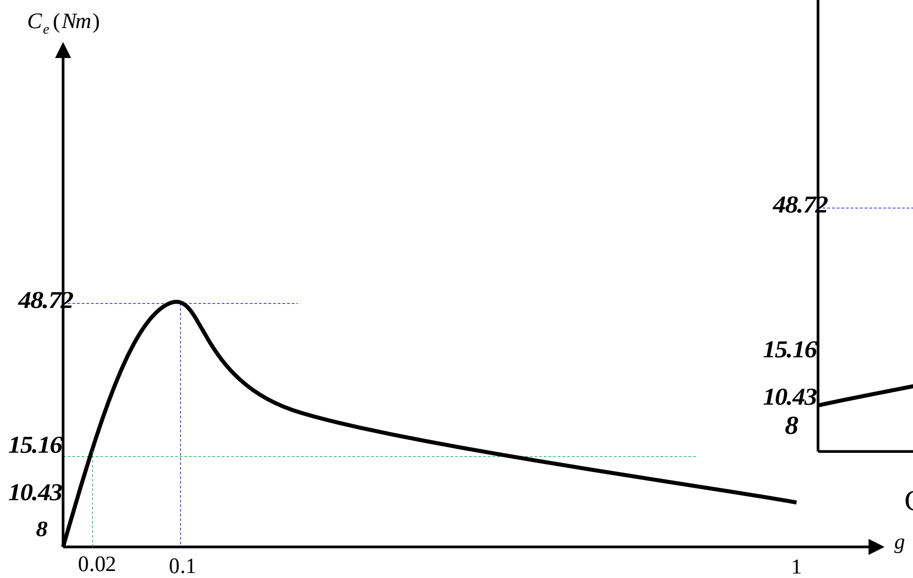
1-3 Exprimer le glissement maximal g_{max} en fonction de $R_r^{'}$, $N_r^{'}$ et f et calculer sa valeur. (1.5pts)

$$g_{max} \approx \frac{R_r^{'}}{2\pi f N_r^{'}} \qquad g_{max} \approx 0.11$$

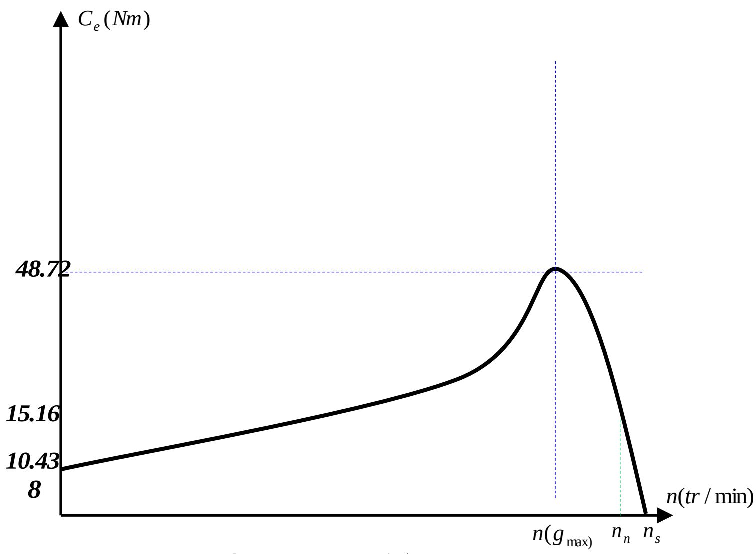
1-4 Exprimer le couple électromagnétique $C_{e\,max}$ en fonction de V_s et ω_s et calculer sa valeur. (1.5pts)

$$C_{e\,max} \approx \frac{3p}{2N_r^{'}}\left(\frac{V_s}{\omega_s}\right)^2 \qquad C_{e\,max} \approx 48.72\,Nm$$

1-5 Tracer les deux caractéristiques $C_e(g)$ et $C_e(n)$. (2pts)



Caractéristiques $C_e(g)$



Caractéristiques $C_e(n)$

1-6 Exprimer le couple électromagnétique C_e en fonction de C_{emax}, g et g_{max} dans les deux parties de la caractéristique $C_e(g)$. (1.5pts)

$$C_e \approx \frac{2C_{emax}}{\left(g_{max}/g\right)+\left(g/g_{max}\right)}$$ (0.5pt)

Partie utile $g \prec\prec g_{max}$ $C_e = \dfrac{2C_{emax}}{\left(g_{max}/g\right)} = \dfrac{2C_{emax}}{g_{max}}g$ lorsque $\left(g/g_{max}\right) \to 0$ (0.5pt)

Partie hyperbole $g \succ\succ g_{max}$ $C_e = \dfrac{2C_{emax}}{\left(g/g_{max}\right)} = 2g_{max}C_{emax}\dfrac{1}{g}$ lorsque $\left(g_{max}/g\right) \to 0$ (0.5pt)

1-7 Calculer le couple nominal C_e et de démarrage C_{ed}. (1 pt)

$$C_e \approx 15.16Nm$$

$$C_{ed} \approx 10.43Nm$$

1-8 Calculer la valeur de vitesse du moteur lorsque le couple est maximal.

$n(g_{max}) \approx 1332tr/min$ (1pt)

Ce moteur entraîne une charge dont le couple résistant est constant et égal à ***8 Nm***.

1-9 Le démarrage en charge du moteur est-il possible? (0.5pt)

Oui par ce que le couple de démarrage du moteur (10.43 Nm) est supérieur au couple résistant (8 Nm).

1-10 Déterminer la vitesse de rotation de l'ensemble en régime établi. **(1.5pt)**

Dans la zone utile, la caractéristique $C_e(n)$ est une droite : l'équation est donc linéaire.

$$C_e = An + B\begin{cases} \text{à } n = 1500 \Rightarrow C_e = 0 = 1500A + B \\ \text{à } n = 1475 \Rightarrow C_e = 15.16 = 1475A + B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = -0.6 \\ B = 900.16 \end{cases}$$

$$C_e = -0.6n + 900.16$$

En régime établi, le couple utile compense exactement le couple résistant : $C_e = C_r$.

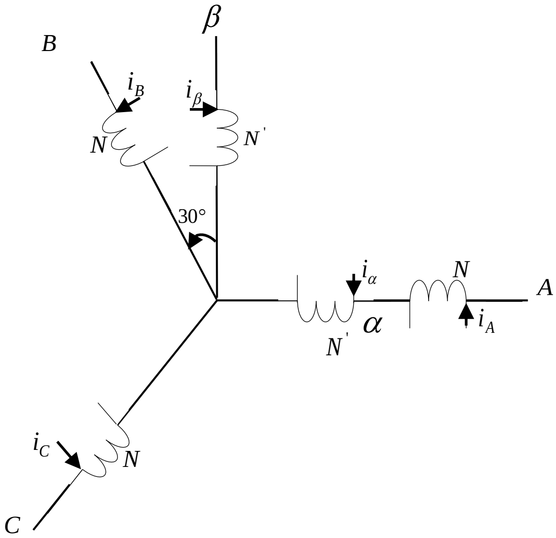
$$C_e = C_r = 8 = -0.6n + 900.16$$

$$n = 1486.9tr/min$$

Exercice N°2 : (7 pts)

La figure ci-contre représente le passage d'un système triphasé (abc) vers un système biphasé fixe ($\alpha\beta$)(Stationnaire).

Avec N, N': nombres fictifs de spires. Le rapport $k = \frac{N}{N'}$ est appelé coefficient de normalisation.



2-1 Donner les expressions mathématiques qui représentent l'équivalence des forces magnétomotrices entre les deux systèmes (Fmm3=Fmm2). **(1pt)**

$$F_{mm\,\alpha} = N' i_\alpha = Ni_A - Ni_B \sin 30^o - Ni_C \sin 30^o$$

$$F_{mm\,\beta} = N' i_\beta = 0 + Ni_B \cos 30^o - Ni_C \cos 30^o$$

2-2 Exprimer les deux courants $(i_\alpha \; et \; i_\beta)$ en fonction des courants $(i_A, i_B \; et \; i_C)$ et le coefficient *k*. **(1.5pts)**

$$i_\alpha = k(i_A - \frac{1}{2} i_B - \frac{1}{2} i_C)$$

$$i_\beta = k(0 - \frac{\sqrt{3}}{2} i_B - \frac{\sqrt{3}}{2} i_C)$$

2-3 Déterminer la matrice de passage du système triphasé (abc) vers le système biphasé ($\alpha\beta$), c-à-d la matrice T tel que : $\begin{pmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{pmatrix}$. **(0.5pt)**

$$T = k \begin{pmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & -\frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix}$$

2-4 Déterminer la valeur de *k* lorsque $i_\alpha = i_a$. **(1pt)** $k = \frac{2}{3}$

2-5 Quel est le nom de la matrice de passage dans ce cas? **(0.5pt)** **Transformé linéaire de Clarke**

2-6 Donner les expressions des puissances dans les deux systèmes. **(0.5pt)**

$$P_{ABC} = i_A v_A + i_B v_B + i_C v_C = i^T_{A,B,C} v_{A,B,C}$$

$$P_{\alpha\beta} = i_\alpha v_\alpha + i_\beta v_\beta = i^T_{\alpha,\beta} v_{\alpha,\beta}$$

2-7 Déterminer la valeur de *k* lorsque les deux puissances sont égales. **(1.5pt)** $k = \sqrt{\frac{2}{3}}$

2-8 Quel est le nom de la matrice de passage dans ce cas? **(0.5pt)** **Transformé linéaire de Concordia**