

Exercice n°1 : Un moteur asynchrone triphasé à rotor bobiné et à bagues, stator couplé en étoile et rotor en triangle (avec le même nombre de spires par phase) est alimenté par un réseau 380 V/ 50 Hz.

La résistance (à chaud) mesurée entre deux bornes du stator est $R_1 = 0.2 \Omega$; lors d'un essai à charge nominale la puissance absorbée est mesurée par la méthode du double wattmètre, d'où $W_1 = 16850 \text{ W}$, $W_2 = 6250 \text{ W}$, $I = 45 \text{ A}$, fréquence de rotation = 1425 tr /mn. On admet que les pertes fer, uniquement localisées au stator, valent 372.5 W. Calculer pour le point nominal :

- 1°) le nombre de pôles et la vitesse de synchronisme
- 2°) les pertes totales au stator et la puissance transmise au rotor
- 3°) le glissement et les pertes joule au rotor
- 4°) la puissance utile P_u et le couple utile T_u si les pertes mécaniques sont égales à 400 W
- 5°) la puissance réactive absorbée par cette machine
- 6°) la tension entre les bagues du rotor ouvert
 - a) si le rotor est entraîné à 1425 tr / mn
 - b) si le rotor est à l'arrêt

Le moteur est assimilé à un transformateur à champ tournant dont les tensions primaires et secondaires sont en valeur efficace de la forme : $4.44Nf\Phi_{\max}$ où N est le nombre de spires et f la fréquence.

Exercice n°2 : Un moteur asynchrone tétrapolaire à cage d'écureuil est alimenté par un secteur triphasé 220/380 V. Chaque enroulement stator est conçu pour être soumis à une tension de 380 V en fonctionnement normal. On a effectué les essais suivants :

- Résistance mesurée entre deux phases du stator : 1.5Ω
- Essai à vide effectué sous tension nominale : $P_0 = 210 \text{ W}$, $I_0 = 1.5 \text{ A}$
- Essai en charge nominale : $U = 380 \text{ V}$, $I = 4.7 \text{ A}$, $P = 2500 \text{ W}$, $n = 1410 \text{ tr /mn}$

- 1) Comment le moteur est-il couplé sur le secteur utilisé ?
- 2) Quelle est la vitesse de synchronisme
- 3) Le moteur fonctionne à vide, calculer :
 - a) le facteur de puissance
 - b) les pertes magnétiques stator et les pertes mécaniques en supposant qu'elles sont égales.
- 4) Le moteur fonctionne en charge, calculer :
 - a) le glissement et la fréquence des courants rotoriques
 - b) les pertes joule stator
 - c) les pertes joule rotor
 - d) la puissance utile et le couple utile
 - e) le rendement du moteur
- 5) En démarrage direct sur le secteur, le moteur absorbe $I_d = 15 \text{ A}$ et le couple au démarrage est de 24 Nm on démarre le moteur précédent en étoile sur le secteur utilisé ci-dessus. Quelle est alors la tension appliquée à un enroulement du stator, En déduire la nouvelle valeur du couple au démarrage ?

Exercice n°3 : Un moteur asynchrone triphasé est alimenté sous une tension de 220 V, 60 Hz entre phases. Les enroulements du stator sont couplés en triangle. En charge nominale, il tourne à la vitesse de 570 tr /mn, en donnant une puissance sur l'arbre de 2500 W, avec un rendement de 75% et un facteur de puissance de 0.8. On demande :

- 1) l'intensité en ligne et celle dans un enroulement du stator
- 2) la vitesse de synchronisme, le glissement, la fréquence des courants rotoriques, les pertes joule rotoriques (en supposant que les pertes sont également réparties au stator et au rotor) et le couple sur l'arbre en charge nominale.
- 3) Ce moteur entraîne, par accouplement direct, une pompe, dont le couple résistant est proportionnel à la vitesse de rotation et qui absorbe une puissance de 2300 W à la vitesse de 600 tr / mn. Déterminer, graphiquement ou par le calcul, la vitesse de rotation du groupe. (On admet que la caractéristique mécanique du moteur est une droite dans sa partie utile)

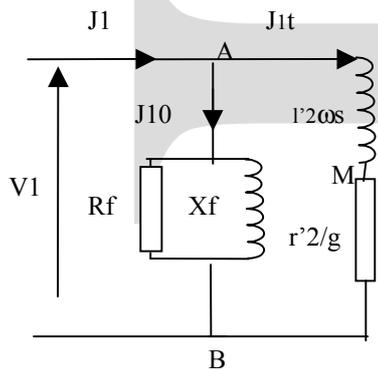
Exercice n°4 (BTS 1978 modifié) : Une machine asynchrone triphasée, stator couplé en triangle, rotor en étoile, alimenté par un réseau 220 V 50 Hz, entraîne mécaniquement un treuil de rayon 10.7 cm par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse de rapport de réduction 0.1 (rendement égal à 1), ce treuil supporte une charge de poids 9000 N.

On a réalisé un essai à vide : $U_0 = 220 \text{ V}$, $I_0 = 10 \text{ A}$, $P_0 = 305 \text{ W}$; un essai en court circuit, rotor bloqué : $U_{cc} = 72.5 \text{ V}$, $I_{cc} = 30 \text{ A}$, $P_{cc} = 1400 \text{ W}$.

- 1) Cette machine fonctionnant en moteur, élève la charge à vitesse linéaire $v = 1 \text{ m/s}$, déterminer la vitesse angulaire de rotation du moteur, son nombre de pôles, le glissement, la puissance utile et le couple utile, le

moteur ayant un rendement de 84 % et un facteur de puissance de 0.83, calculer la puissance absorbée et le courant en ligne.

2) Le schéma équivalent d'une phase de la machine étant représenté ci-dessous :



$r'2$ résistance d'une phase rotor ramenée au stator

$X'2 = l'2 \omega s$ réactance d'une phase du rotor ramenée au stator

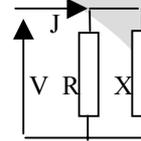
$V1$ tension aux bornes d'une phase du stator

On néglige la résistance d'un enroulement statorique

2.1) A partir de l'essai à vide, déterminer ($J1t$ étant alors nul) Rf et Xf

2.2) A partir de l'essai en court-circuit ($g = 1$) déterminer les puissances actives et réactives absorbées par la branche AMB, puis en considérant que $J10cc$ est négligeable devant $J1cc$; dans ces conditions déterminer $r'2$ et $X'2$.

3) Exprimer l'admittance complexe du dipôle (équivalent à une phase du moteur) ci-dessous en fonction de Rf , Xf , $X'2$, $r'2$ et g , exprimer $1/R$ et $1/X$ en fonction des mêmes grandeurs. R et X étant la résistance et la réactance du dipôle équivalent.



4) Montrer que pour g petit (inférieur à 0.15) $1/R$ et $1/X$ peuvent se mettre sous la forme :

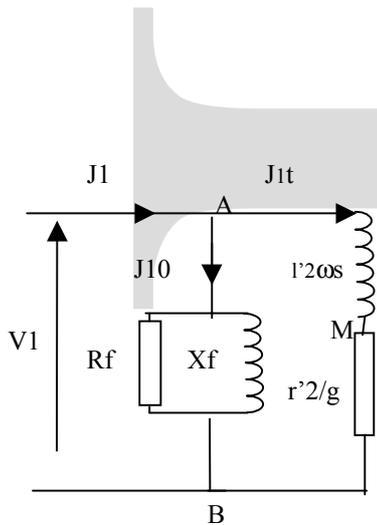
$1/R \# a + bg$ et $1/X \# c + dg^2$; exprimer a , b , c , d en fonction de Rf , Xf , $r'2$ et $X'2$. Calculer leurs valeurs numériques.

5) Par la suite on adopte les valeurs $1/R = 0.002 + 0.65g$ et $1/X = 0.025 + 1.5 g^2$ (R et X étant en ohms). Calculer pour $g = 0.11$ et $U = 220$ V la valeur du courant de ligne et du facteur de puissance de ce moteur asynchrone

Exercice n°5 BTS 1982 (modifié)

Un moteur asynchrone triphasé possède les caractéristiques suivantes : nombre de pôles = 6 ; stator couplé en étoile ; rotor bobiné couplé en étoile accessible par trois bagues ; tension nominale stator 380 V entre phases ; Fréquence de synchronisme = 50 Hz ; résistance d'un enroulement statorique $R1 = 20m\Omega$; résistance d'une phase rotor $R2 = 30m\Omega$. On a réalisé deux essais : un essai à vide sous tension nominale qui a permis de mesurer les pertes fer (localisées au stator) $pf = 4800$ W, les pertes mécaniques à la vitesse de synchronisme $pm = 1300$ W (on admettra qu'elles ne varient pas pour des vitesses proches du synchronisme) ainsi que le courant à vide $Io = 74$ A. Un essai où les bagues étant en court-circuit, le rotor est bloqué, la tension stator réduite Uc valant 72 V entre phases, le courant en ligne Ic est alors de 220 A et la machine absorbe $Pc = 7400$ W

- 1) Le moteur fonctionnant à son régime nominal (bagues en court-circuit) développe une puissance mécanique utile $Pun = 116$ KW avec un glissement $gn = 2.6\%$ en demandant au réseau une puissance apparente $Sn = 145$ KVA : calculer sa fréquence de rotation nominale n ; faire le bilan des puissances actives en précisant la valeur de la puissance transmise du stator au rotor, la puissance dissipée au rotor, les pertes joules stator, la puissance absorbée, le facteur de puissance, le rendement, le couple électromagnétique et le moment du couple utile disponible.
- 2) On se propose de déterminer le schéma équivalent par phase dans le but de retrouver, avec une bonne approximation, les résultats précédents.



$r'2$ résistance d'une phase rotor ramenée au stator

$X'2 = l'2 \omega_s$ réactance d'une phase du rotor ramenée au stator

$V1$ tension aux bornes d'une phase du stator

- L'essai à vide permet de calculer R_f et X_f (on négligera R_1 et p_m)
- L'essai en court-circuit permet de calculer la puissance active dissipée dans $r'2$ (en tenant compte des pertes joule dans R_1 et de celle dissipée dans R_f supposée égale à V_c^2/R_f), de même on peut calculer la puissance réactive absorbée par $X'2$ (en déduisant celle absorbée par X_f), à partir de ces deux puissances on peut en déduire la valeur de l'intensité dans $r'2$ et $X'2$, d'où $r'2$ et $X'2$.
- On peut ainsi calculer le couple électromagnétique T_e , le courant J_{1t} , $\cos\phi_1$, pour un glissement de 2.6%.

3) En utilisant un rhéostat rotorique triphasé, on fait démarrer le moteur avec un courant de démarrage en ligne $I_d = 1.2 I_n$: à l'aide du schéma équivalent calculer : le courant J_{1t} , $r'2_t$, T_d , le couple disponible pour un glissement de 2.6%.

Exercice n°6 Moteur asynchrone triphasé à bagues, 8 pôles, Stator couplé en triangle (résistance R mesurée entre deux bornes à $20^\circ\text{C} = 0.15 \Omega$), Rotor couplé en étoile (résistance R' mesurée entre bagues = 0.137Ω à 20°C), au nominal $P_n = 20 \text{ KW}$, $I_n = 60 \text{ A}$, température de fonctionnement 75°C , alimenté par un réseau triphasé 220V , 50Hz . On a réalisé les essais suivants : - à vide sous tension nominale : $P_o = 700\text{W}$, $I_o = 20 \text{ A}$, - en court-circuit à rotor bloqué : $P_{cc} = 2000\text{W}$, $U_{cc} = 70 \text{ V}$, $I_{cc} = 60 \text{ A}$.

En utilisant la même démarche que ci dessus, déterminer à partir de l'essai à vide R_f et X_f , à partir de celui en court-circuit $r'2$ et $X'2$.

Etablir la formule donnant le couple électromagnétique T_e en fonction de g ; Calculer T_e pour $g = 5\%$ (ainsi que le courant en ligne et le déphasage), T_e pour $g = 10\%$, le couple de démarrage, le couple maximum ainsi que le glissement pour ce couple.