
Examen Médian « Partiel »	: EL48 – A2013
Durée	: 2 heures.
Documents	: non autorisés sauf une feuille manuscrite de format A4.

EXERCICE 1 – Etude d'un moteur à courant continu - (10 points)

Cet exercice porte sur l'étude d'un moteur à courant continu. Celui-ci est destiné au relevage de l'ancre marine d'un bateau.

On donne les caractéristiques de ce moteur à courant continu :

- Tension nominale d'alimentation de l'induit : $U_N = 12,0 \text{ V}$.
- Intensité nominale du courant dans l'induit : $I_N = 90,0 \text{ A}$.
- La résistance de l'induit est $r = 0,036 \Omega$.
- Ce moteur fonctionne à flux constant.

I. Relations fondamentales du moteur

- 1) Représenter par un schéma électrique le modèle équivalent de l'induit du moteur.
Sur ce schéma, flécher le sens du courant et de la tension en utilisant la convention récepteur.
- 2) Dédire de ce schéma la relation liant la tension U aux bornes de l'induit, l'intensité I du courant parcourant l'induit et la fém E .
- 3) Quelle est la relation entre la vitesse de rotation Ω et la fréquence de rotation n , cette dernière étant exprimée en tr/s.
- 4) On rappelle la relation $E = k\Omega$. Montrer qu'on peut écrire $E = k' \cdot n$, où k' est une constante.
- 5) On désigne par T_{em} le moment du couple électromagnétique du moteur. Rappeler l'expression de T_{em} en fonction de I .

II. Essai à vide du moteur

L'induit du moteur étant alimenté sous la tension $U = 9,0 \text{ V}$, on relève les valeurs suivantes :

- Intensité du courant absorbé par l'induit : $I_0 = 4,0 \text{ A}$.
- Fréquence de rotation : $n = 10,0 \text{ tr/s}$.

- 1) Dans ces conditions de fonctionnement, déterminer la fém E du moteur.
- 2) La constante k' vaut $0,88 \text{ V} \cdot \text{tr}^{-1} \cdot \text{s}$.

Montrer que le moment du couple électromagnétique peut s'écrire $T_{em} \cong 0,14 \times I$.

Dans cette formule I est exprimé en A et T_{em} en N.m.

- 3) Déterminer, pour cet essai :
 - La puissance P_{i0} absorbée par l'induit du moteur.
 - La puissance P_{j0} dissipée par effet Joule dans l'induit du moteur.
- 4) En déduire la valeur des autres pertes, intervenant au niveau du rotor, appelées « pertes collectives » et notées P_c .

III. Fonctionnement en charge au régime nominal

- 1) Calculer la fém E_N du moteur dans les conditions nominales (tension nominale et courant d'intensité nominale).
- 2) En déduire la fréquence de rotation n_N en tr/s.
- 3) Déterminer les pertes collectives P_c , sachant qu'elles sont constantes à vitesse constante.
- 4) Calculer la puissance P_a absorbée par l'induit.
- 5) Calculer les pertes par effet Joule P_j dans l'induit.
- 6) En déduire la puissance utile P_u , ainsi que le rendement η de l'induit.

Exercice 2 – caractéristiques d’un moteur asynchrone - (5 points) :

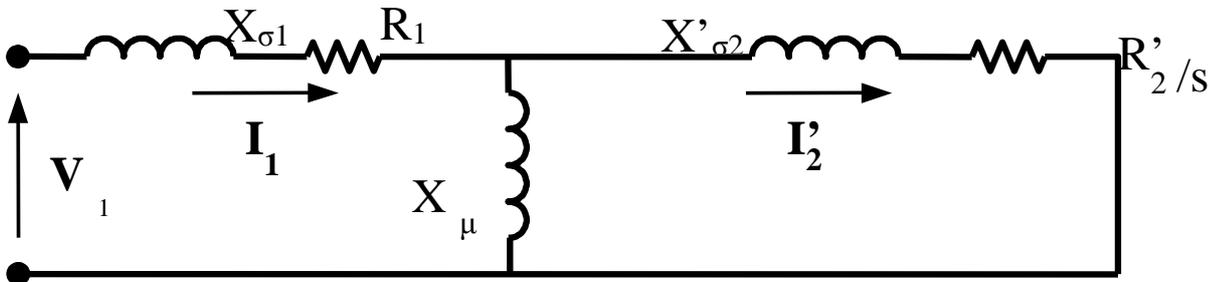
Un moteur asynchrone triphasé, à rotor bobiné présente les caractéristiques suivantes :

- Tension nominale de ligne : $U_n = 380$ (V) ; fréquence nominale : $f = 50$ (Hz) ; Nombre de pôles : $2p = 6$; Connexion stator : en étoile (Y).

Eléments du schéma équivalent :

- Résistance statorique : $R_1 = 0,05$ (Ω)
- Réactance de fuites statorique : $X_{\sigma 1} = 0,1$ (Ω)
- Résistance rotorique rapportée au stator : $R_2' = 0,04$ (Ω)
- Réactance de fuites rotorique rapportée au stator : $X_{\sigma 2'} = 0,15$ (Ω)
- Réactance de la branche magnétisante : $X_\mu = 10$ (Ω)

- 1) Préciser l’hypothèse simplificatrice considérée par ce schéma équivalent.
- 2) Quel est le point de fonctionnement et la puissance absorbées pour un point de fonctionnement défini par glissement $s = 0.05$.
- 3) Faire le bilan de puissances pour ce point de fonctionnement.
- 4) Calculer le couple et le courant de démarrage à pleine tension.
- 5) Calculer le glissement critique et le couple maximum du moteur.



Exercice 3 : Estimation du temps de démarrage d’une machine asynchrone (2 points)

Un moteur asynchrone est caractérisé par une puissance nominale $P = 10$ kW, un coefficient de surcharge $\frac{C_m}{C_n} = 2.6$ le glissement critique $s_m = 0.1$, qui correspond au couple maximal, un moment d’inertie $J = 0.1$ (kg.m²), le glissement de marche à vide $s_0 = 0.03$, et une vitesse angulaire de synchronisme $\Omega_1 = 314$ (rad/s).

Déterminer le temps de démarrage en absence du couple résistant C_{r0} .

Note : Pour des machines asynchrones d’une puissance $P > 5$ KW, on peut utiliser la formule de Kloss :

$$\frac{C_{em}}{C_{m1}} = \frac{2}{s/s_m + s_m/s}$$

Questions de cours (3 point) :

Q2) Soit un moteur asynchrone alimenté en 50 Hz tourne à 720 min. Calculer son nombre de pôles et son glissement (en % de la vitesse synchrone).

Q3) Soit un moteur asynchrone de 22 kW, dont la vitesse nominale est de 1420 tr/min. Son rendement nominal est de 91%, et son facteur de puissance nominal est de 0,85. On l’alimente en triphasé 400(V)–50Hz. Quel est son courant nominal?