

Série d'exercices n° : 2

Exercice 1

Soit une machine asynchrone triphasée à rotor bobiné connectée en étoile 4150 V, 50 Hz, 6 pôles. Cette machine est contrôlée par un hacheur connecté au rotor via un redresseur à diodes, voir figure (1). La machine entraîne une charge dont le couple est proportionnel au carré de la vitesse de rotation. Le rapport de transformation entre le stator et le rotor est 0.9. A noter que pour la vitesse nominale 979 tr/min, le couple est 750 Nm.

1°) Si on admet que le machine doit opérer à une vitesse minimale de 667 tr/min:

- a°) Calculer le glissement maximale admissible.
- b°) Calculer la valeur moyenne de la tension redressée.
- c°) Calculer la valeur de la résistance de charge R.

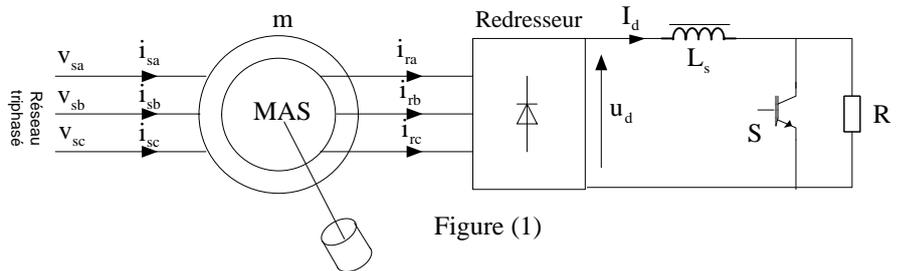


Figure (1)

2°) En utilisant la valeur de R calculée précédemment et pour une vitesse de 875 tr/min calculer:

- a°) Le courant continu  $I_d$ .
- b°) La valeur moyenne de la tension redressée.
- c°) Le rapport cyclique du hacheur.
- d°) Le rendement en supposant que les pertes fer sont négligeables et les pertes Joules statoriques représentent 30% des pertes Joules rotoriques.
- e°) Le facteur de puissance d'entrée.

Exercice 2

Dans le montage de la figure (2), le stator de la machine asynchrone (MAS) à rotor bobiné est raccordé à un réseau triphasé de tension composée efficace  $U_s$  alors que son rotor, de tension composée efficace  $U_r$  est relié à une cascade hypo-synchrone formé par un pont triphasé à diodes, un filtre et un pont triphasé à thyristors fonctionnant en onduleur assisté. Le courant continu est supposé parfaitement lissé à l'aide de l'inductance de lissage  $L_s$ .

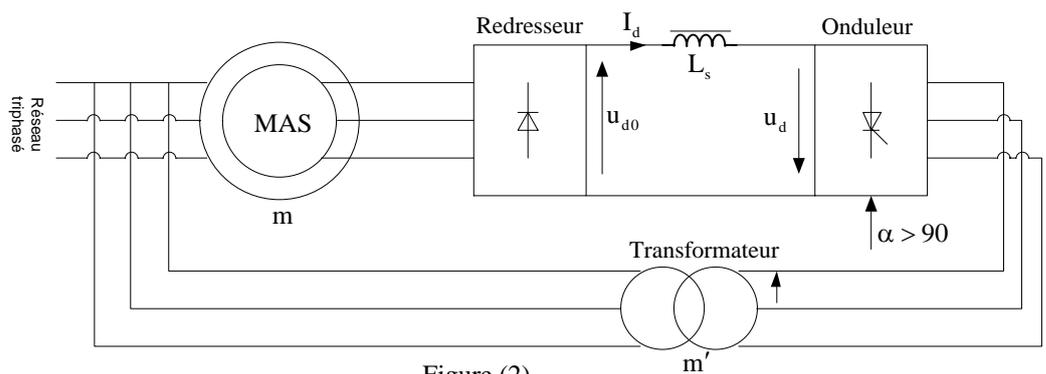


Figure (2)

Le courant continu est supposé parfaitement lissé à l'aide de l'inductance de lissage  $L_s$ .

- 1°) Quel est le principal avantage du variateur de la figure (1).
- 2°) Tracer les formes des tensions  $u_{d0}(t), u_d(t)$  et calculer leurs valeurs moyennes.
- 3°) Montrer que le glissement peut être exprimé en fonction de l'angle de retard à l'amorçage par:  $g = -k \cos \alpha$ , où k est une constante à calculer. En déduire l'expression de la vitesse de rotation du moteur en fonction de  $\alpha$ .

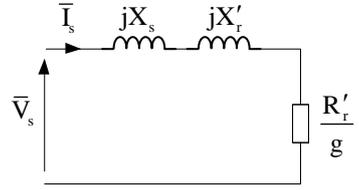
4°) Donner l'expression du couple électromagnétique en fonction de  $\alpha$ .

5°) En négligeant les pertes mécaniques, calculer le courant continu pour un couple de charge donné.

**Exercice 3**

Soit un moteur triphasé à deux pôles destiné à travailler avec une tension composée efficace de 415V et une fréquence de 50Hz.

1°) En négligeant la résistance et les pertes fer statoriques et en supposant que la branche de magnétisation est infini, le schéma équivalent par phase de la machine se simplifie à celui de la figure ci-contre où les paramètres de la machine à fréquence nominale sont:  $X_s = 0.75 \Omega$ ,  $R'_r = 0.07 \Omega$  et  $X'_r = 0.7 \Omega$ .



- a°) Donner l'expression d'amplitude du courant statorique  $I_s$  absorbé par la machine en fonction de  $V_s$ ,  $X_s$ ,  $R'_r$ ,  $X'_r$ .

- b°) Donner l'expression du couple électromagnétique  $C_{em}$  développé par la machine en fonction de  $V_s$ ,  $\Omega_s$ ,  $R'_r$ ,  $X_s$ ,  $X'_r$ ,  $g$ .

2°) Pour faire opérer le moteur à vitesse variable, il est alimenté par un onduleur triphasé contrôlé par une loi de commande scalaire avec un rapport  $\frac{V_s}{f_s} = \text{constant}$ .

- a°) Tracer le schéma de la commande scalaire en boucle ouverte en considérant la fréquence  $f_s$  comme entrée.

- b°) Calculer le courant et le couple électromagnétique du moteur lorsque celui-ci fonctionne à glissement de 0.2 avec une fréquence égale à la moitié de la fréquence nominale.

- c°) Si la fréquence d'alimentation est augmentée rapidement à sa valeur nominale, calculer le courant et le couple immédiatement après ce changement rapide de la fréquence. Commenter les résultats trouvés et proposer une solution.

**Exercice 4**

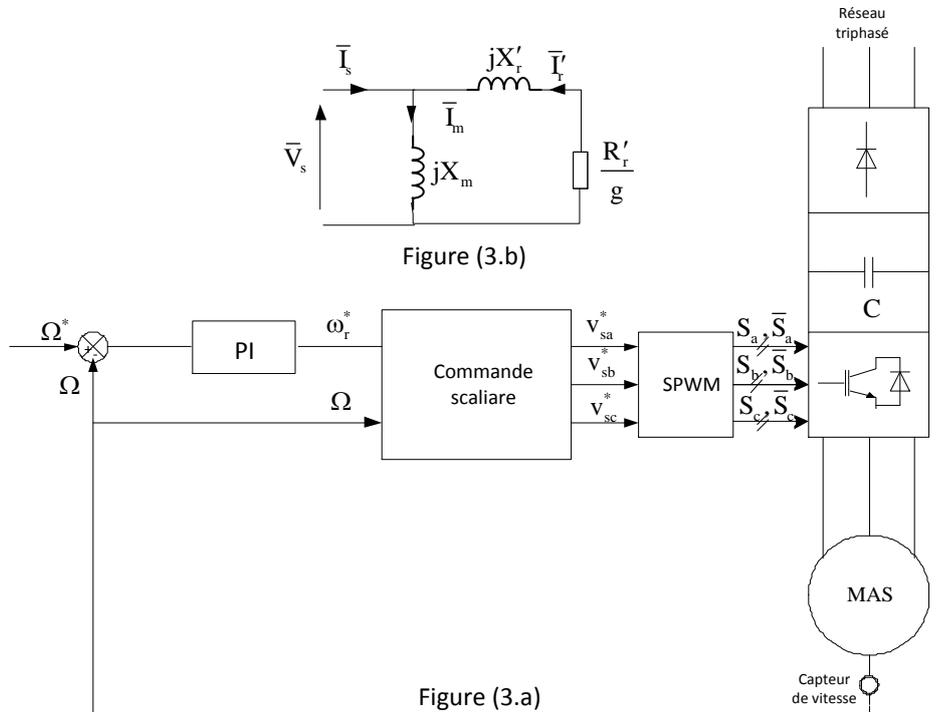
La figure (3.a) représente le schéma bloc de l'asservissement de vitesse d'un moteur asynchrone triphasé à cage à l'aide de la commande scalaire. Le moteur 230V/400 V, 50 Hz est couplé en étoile et absorbe une puissance  $P_{an}=16.5 \text{ kW}$ , son courant de ligne  $I_n=28 \text{ A}$ , sa vitesse nominale est  $N_n=1455 \text{ tr/min}$  et sa vitesse de synchronisme est  $\Omega_s = 157 \text{ rad/s}$ .

1°) Sous charge nominale, calculer le nombre de paires de pôles  $p$ , le glissement nominal  $g_n$ , le facteur de puissance nominal  $\cos(\varphi_n)$  et la puissance réactive nominale absorbée  $Q_n$ .

2°) Sachant que le modèle équivalent d'une phase de la machine est donnée par la figure (3.b), où  $X_m = 50 \Omega$ ,  $R'_r = 0.3 \Omega$  et  $X'_r = 3.3 \Omega$ .

a°) Donner l'expression du couple électromagnétique  $C_{em}$  développé par la machine en fonction de  $V_s$ ,  $\Omega_s$ ,  $R'_r$ ,  $X'_r$  et  $g$ .

b°) Exprimer le glissement maximal  $g_{max}$ , le couple maximal  $C_{em}^{max}$  et le couple de démarrage en fonction de  $V_s$ ,  $X_m$ ,  $R'_r$  et  $X'_r$ .



c°) Montrer que si  $g \ll g_{\max}$ , l'expression du couple se simplifie à :  $C_{em} \approx a \left( \frac{V_s}{\omega_s} \right)^2 \omega_r$  où  $a$  est une constante à déterminer.

3°) Dans une commande scalaire simplifiée, il suffit de garder le rapport  $k = \frac{V_s}{\omega_s}$  constant.

- Quel est l'intérêt pour le couple de garder le rapport  $k$  constant ?
- Pourquoi on doit garder la tension  $V_s$  constante en survitesse ? Qu'est-ce que cela implique pour  $C_{em}^{\max}$  ? Cela peut-il induire un dysfonctionnement de la machine ?

4°) Calculer les coefficients du régulateur de vitesse.