

Énergies

TP n° 4 : Moteur asynchrone alimenté par onduleur

1 Introduction

1.1 Objet de l'étude

Les moteurs asynchrones, encore appelés moteurs à induction sont d'une conception moins coûteuse que les actionneurs à courant continu et synchrone mais leur commande est rendue plus complexe du fait que le flux n'est pas imposé par un inducteur mais obtenu par induction. Ils sont généralement utilisés en vitesse variable pour les puissances supérieures à la dizaine de kilowatt.

Dans ce travail, on se propose d'étudier une solution d'actionnement composée d'un moteur synchrone, d'un onduleur et de boucles d'asservissement permettant d'asservir le couple. La simulation sera faite avec le logiciel Matlab et l'interface graphique Simulink.

1.2 Travail demandé

Le travail peut être effectué en binômes. Vous rédigerez un compte-rendu électronique de votre travail intégrant les différents résultats obtenus (calculs, courbes, valeurs numériques et analyses). Il ne doit pas s'agir d'une simple collection de résultats, mais d'un véritable rapport technique où vous donnerez des explications et des commentaires sur les résultats obtenus. La qualité des remarques et de la rédaction est un point important qui sera évalué.

Vous enverrez votre **compte-rendu au format pdf** ainsi qu'une **archive de vos programmes** au plus tard une semaine après la séance de TP. L'archive contiendra un fichier Matlab `execute.m` dont l'exécution lancera vos calculs et le tracé des courbes.

Pour profiter pleinement de la séance de TP, il est impératif de bien la préparer, notamment en se mettant à niveau sur les équations de la machine, la modélisation de l'onduleur et les méthodes de réglage des correcteurs. Pour avancer plus rapidement dans votre travail, vous pourrez utiliser ou vous inspirer des blocs disponibles dans l'archive `Fichiers_MAS.zip`.

2 L'onduleur à MLI

Un onduleur triphasé doit être capable de fournir, à partir d'une source de tension continue, trois tensions arbitraires (au sens des valeurs moyennes sur une période de hachage). Sous Simulink, implantez un modèle d'un onduleur triphasé à MLI alimentant une charge triphasée équilibrée. Les signaux d'entrée de l'onduleur sont la tension amont, les signaux de commutation et les trois courants passant dans la charge. Les signaux de sortie sont les trois tensions appliquées à chacune des trois phases de la charge et le courant amont.

Simulez et évaluez le fonctionnement de l'onduleur sur une charge R-L triphasée couplée en étoile, dans le cadre d'une alimentation sinusoïdale à 50 Hz. A titre indicatif, on donne les valeurs numériques suivantes :

- tension d'alimentation continue : 600 V,
- valeur efficace de la tension sinusoïdale souhaitée : 230 V,
- $R = 2 \Omega$,
- $L = 100 \text{ mH}$,
- fréquence de hachage de 10 kHz.

3 Le moteur asynchrone

Implantez le modèle de simulation du moteur asynchrone accouplé à une charge inertielle. On donne les valeurs numériques suivantes des paramètres :

- inductance cyclique statorique $L_{cs} = 100 \text{ mH}$,
- inductance cyclique rotorique $L_{cr} = 90 \text{ mH}$,
- mutuelle inductance cyclique $M_c = 90 \text{ mH}$,
- résistance statorique $R_s = 1 \Omega$,
- résistance rotorique $R_r = 0,7 \Omega$,
- puissance nominale 2 kW,
- 4 pôles.
- Inertie $J = 17 \text{ kg.m}^2$,
- Coefficient de frottement fluide $f = 3.103 \text{ N.m}/(\text{rad/s})$

Testez-le modèle dans le cas d'un démarrage sur le réseau :

- le moteur est alimenté par un système triphasé équilibré de tension à la fréquence de 50 Hz et de valeur efficace 230 V ;
- la vitesse initiale du moteur est nulle ;
- Le couple résistant est nul.

Refaites la simulation avec une vitesse initiale différente. Expliquez le fonctionnement.

4 Moteur asynchrone avec onduleur

Simulez le moteur asynchrone avec l'onduleur de tension. Vous considérerez d'abord le cas où l'onduleur réalise un système triphasé équilibré de tensions à la fréquence de 50 Hz de valeur efficace 230 V. Vous considérerez ensuite le cas d'une alimentation dite à U/f constant ; c'est-à-dire où la tension est proportionnelle à la fréquence. Observez comment

varient le flux et la vitesse en fonction de la fréquence. Observez l'effet d'une variation du couple résistant.

5 Commande scalaire

Les commandes des moteurs asynchrones les plus simples sont les commandes dites à U/f constant. L'idée est de faire varier la vitesse tout en conservant l'amplitude du flux constante égale à sa valeur nominale. En première approximation, le flux est donné par $U = \phi \omega$; la vitesse étant presque proportionnelle à la pulsation ($\Omega \simeq \omega/p$), il faut moduler la tension de manière proportionnelle à la vitesse. Pour une vitesse de référence Ω^* , il faut donc alimenter le moteur avec des tensions de valeur efficace U à la pulsation ω tels que $\omega = p\Omega^*$ et $U = U_n \omega / \omega_n$ où ω_n est la pulsation nominale. Cette méthode donne une tension nulle à l'arrêt ce qui ne permet pas au moteur de démarrer dans de bonnes conditions car les pertes Joule consomment une grande partie de l'énergie. On choisit alors de tenir compte de la chute de tension résistive, ce qui donne $U = \sqrt{(RI)^2 + (\phi\omega)^2}$. Ce type de commande n'est efficace que lorsque la vitesse doit varier relativement lentement.

Implantez cette loi de commande. Validez là pour une variation lente de la consigne de vitesse (par exemple des variations trapézoïdales de la vitesse). Mettez en défaut la loi de commande pour des dynamiques élevées. Précisez ces limites.

6 Asservissement du couple par orientation du flux rotorique

Implantez l'algorithme de régulation du flux et du couple par la méthode du Flux Rotorique Orienté. Afin de simplifier les simulations, vous pourrez, dans cette partie, négliger l'effet de l'onduleur et considérer que vous êtes capables d'imposer directement les tensions. Afin de décomposer ce travail, vous pourrez dans un premier temps implanter les observateurs et changement de repère et valider le modèle dans le repère du flux rotorique en imposant des tension v_d et v_q arbitraires; puis, dans un second temps, implantez les régulateurs de courant et de flux après avoir déterminé les correcteurs.

Donnez les résultats correspondant à un créneau de couple de référence. Commentez et analysez les résultats.