

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI DE CHLEF



Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur
Département d'Electrotechnique

Mémoire de Magister

Spécialité : Electrotechnique

Option : Entraînement des Systèmes Electriques

Présenté par

BESSAAD TAIEB

Ingénieur d'Etat en Electrotechnique Université de CHLEF

THEME

COMMANDE DES ONDULEURS MULTINIVEAUX ASYMETRIQUES APPLICATION À LA CONDUITE D'UNE MACHINE ASYNCHRONE TRIPHASEE

Soutenu le : / / 2008 devant le jury composé de :

M ^r BOUCHRIT. M.S	Professeur	E.N.P, Alger	Président
M ^r BELMADANI. B	Professeur	U.H.B.Chlef	Rapporteur
M ^r TALEB. R	M.A.C.C	U.H.B.Chlef	Co-Rapporteur
M ^r MAHMOUDI. M.O	Professeur	E.N.P, Alger	Examineur
M ^r DJAHBAR AEK	M.A.C.C	U.H.B.Chlef	Examineur

Année 2008

ملخص

3 1+ 2

(:)

Résumé

Cette thèse consiste à étudier la commande des onduleurs multiniveaux asymétrique appliquée à la conduite d'une machine asynchrone triphasée. On a étudié ce type d'onduleurs parce qu'il est susceptible de générer des tensions quasi sinusoïdale ayant un nombre de niveaux impair largement qui peuvent atteindre entre $2K+1$ et 3^K niveaux (K : cellules à pont complet)

L'utilisation de la structure multiniveaux cascade afin d'améliorer beaucoup plus la qualité de tension de sortie sans augmenter à priori le nombre de cellules d'onduleurs à pont complet ainsi que cette structure est un intérêt certain car elle contient un nombre réduit d'interrupteurs en comparaison avec les autres. Pour l'entraînement à la vitesse variable pour cette machine, la commande vectorielle avec des correcteurs classiques est appliquée ensuite.

Les résultats de simulation confirment la validité et l'efficacité de ce type d'onduleur.

Mots clés : onduleur asymétrique, machine asynchrone, structure cascade, commande vectorielle, correcteurs classique,

Summary

In this thesis, we studied the modulation of asymmetric onduleurs multilevel, applied to drive an induction machine at variable speeds. We have studied this type of onduleurs because it may generate tension almost sinusoidal having an add number of levels widely that can achieve between $2K+1$ and 3^K levels (K : cells with complete bridges).

The structure multilevel cascade has used to improve much more the quality of the tension of exit (release) without increasing a priory the number of cells of onduleurs in complete bridges it contains a reduced number of switches in comparison with others. To drive induction machines at variable speeds, the vector control with conventional regulators is applied after.

The simulation results confirm the validity and effectiveness for asymmetric onduleurs.

Keywords: asymmetric onduleurs, induction machine, structure cascade, vectorial control, conventional regulators

Table des Matières

Tables de matière

Liste des Notations et Symboles

Introduction Générale

Chapitre 1: Modélisation de la Machine Asynchrone et Topologies d'onduleurs multiniveaux

1. Modélisation de la Machine Asynchrone	8
1.1 Description et hypothèses	8
1.1.2 Modélisation de la MAS dans le plan triphasé abc	9
1.1.3 Modélisation de la MAS dans le plan biphasé dq	11
1.2. Principale Topologies d'onduleurs multiniveaux	14
1.2.1 Introduction	14
1.2.2 Technique traditionnelle	14
1.2.3 La Topologie à potentiel distribué et ses variantes Structure de base	16
1.2.3.1 Analyse fonctionnelle	16
1.2.3.2 Caractéristiques	20
1.2.3.3 D'autres variantes de la topologie à potentiel distribué	22
1.2.4 Topologie à cellules imbriquées	23
1.2.4.1 Analyse fonctionnelle	23
1.2.4.2 Extension - généralisation : l'onduleur SMC	28
1.2.5 Topologie basée sur la mise en série d'onduleurs monophasés	29
1.2.5.1 Analyse fonctionnelle	29
1.2.6 Topologies hybrides.	33
1.2.7 Synthèse comparative - choix de la structure	34
1.2.7.1 Nombres de composants nécessaires.	34

1.2.7.2 L'alimentation dans les différentes topologies	35
1.2.7.3 La nécessité de la séparation galvanique	36
1.2.8 Convention terminologique	36
1.2.8.1 Facteurs de dissymétrie totale et partielle	36
1.2.8.2 Convertisseur symétrique et convertisseur asymétrique	37
1.2.8.3 Convertisseur à pas uniforme ou à pas régulier et convertisseur à pas irrégulier	37
1.2.9 Onduleurs multiniveaux asymétriques	38
1.2.9.1 Détermination des coefficients de dissymétrie	39
1.2.9.1.1 Optimisation de la résolution du phaseur spatial de la tension	39
1.2.9.1.2 Tension partielles basées sur une progression géométrique de raison deux	42
1.2.9.2.3 Expressions généralisées	44
1.2.10 Outil d'aide au choix des coefficients de dissymétrie en cas de redondance	43
1.2.10.1 Sur le calcul des coefficients de dissymétrie des convertisseurs multiniveaux	45
1.2.10.2 Sur le choix des solutions en cas de redondance	46
1.2.11 Quelques possibilités d'application	47
1.2.11.1 Application dans le domaine de la traction ferroviaire et urbaine	48
1.2.11.2 Application dans l'alimentation des réseaux de bord et de propulsion des bâtiments maritimes	48
1.2.11.3 Application dans le domaine des réseaux électriques	48
1.2.11.4 Application dans le domaine de l'alimentation des machines électriques	48
1.2.12 Conclusion	49

Chapitre 2: Stratégies de Commande

2.1 Introduction	51
------------------	----

2.2 Les différentes stratégies de commande de l'onduleur	51
2.3 Distinction entre modulation et commande	52
2.4 <i>Commande par paliers ou par gradins:</i>	52
2.4.1 Resultants de simulation	56
2.5 <i>La commande triangulo - sinusoidal</i>	60
2.5.1. Résultat de simulation	63
2.6 <i>Stratégies de modulation hybride</i>	68
2.6.1 Expressions analytiques des tensions	74
2.6.2 Échange énergétique entre cellules partielles	77
2.6.2.1 Analyse des expressions analytiques	77
2.6.2.2 Gestion de l'énergie excessive	80
2.6.3. Résultats de simulation	83
2.7. <i>Interprétation des résultats</i>	87
2.8. <i>conclusion</i>	87
Chapitre 3: Commande Vectorielle de la Machine Asynchrone alimenté par onduleur asymétrique multiniveaux	
3.1. Introduction	88
3.2. Principe de la commande par orientation du flux	88
3.3. Commande vectorielle à flux rotorique orienté	89
3.3.1. Principe d'orientation du flux rotorique	89
3.3.2. Expression générale de la commande	90
3.3.3. Découplage entrée-sortie	92
3.3.4. Contrôle du flux et du couple	93
3.3.5. Différence type de commande vectorielle	94
3.3.5.1. La commande vectorielle directe	95
3.3.5.2. La commande vectorielle indirecte	95

3.4. Implantation de la commande indirecte à flux rotorique orienté	95
3.4.1. Structure de la commande	95
3.4.1.1. Contrôle des courants	98
3.4.1.2. Contrôle de la vitesse	99
3.5. Simulation et commentaire	101
• Etude comparative entre IP et PI	111
3.6. Conclusion	112

Conclusion générale

Annexes

Références bibliographiques