

République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique
DER de Génie Electrique et Informatique

THESE

Présentée par

Hamdani Samir

Ingénieur d'état en Electrotechnique de l' E.N.P.

pour l'obtention du grade de
Magister en ELECTROTECHNIQUE

Option : Machines Electriques

Thème

***Etude et réalisation d'un convertisseur AC/DC
à facteur de puissance unitaire***

Soutenue le1999 devant la commission d'examen composée de :

MM.

F. Boudjema	Maître de conférences à l'ENP	Président
M. O. Mahmoudi	Chargé de cours à l'ENP	Rapporteur
O. Stihi	Chargé de cours à l'ENP	Rapporteur
M.S. Boucherit	Maître de conférences à l'ENP	Examineur
B. Hemici	Chargé de cours à l'ENP	Examineur
A. M. Berkouk	Docteur à l'ENP	Examineur

Sommaire

Notations	1
Introduction générale.....	3

Chapitre I

Etude du convertisseur AC/DC

I-1 Introduction	6
I-2 Description du convertisseur.....	7
I-3 Caractéristiques statiques du convertisseur AC/DC.....	7
I-4 Analyse de fonctionnement du convertisseur AC/DC	8
I-4-1 Fonctionnement à tension de sortie constante	10
I-4-2 Fonctionnement avec charge résistive	12
I-5 Etude de la commutation	14
II-5-1 Commutation à la fermeture	15
II-5-2 Commutation à l'ouverture	21
I-6 Choix des éléments de snubber	28
I-7 Conclusion.....	28

Chapitre II

Analyse harmonique des stratégies de modulation de largeur d'impulsions

II-1 Introduction	29
II-2 Effets des harmoniques.....	30
II-3 Principe de la modulation de largeur d'impulsions	30
II-4 Modulation sinusoïdale.....	31
II-4-1 Caractéristiques de modulation	31
II-4-2 Etude de la tension d'entrée	32
II-4-2-1 Fondamentale et déchet de tension	33
II-4-2-2 Taux d'harmoniques et harmoniques restants	34
II-4-3 Etude de courant de sortie.....	36
II-5 Modulation calculée	37
II-5-1 Elimination des premiers harmoniques de la tension d'entrée	37
II-5-2 Déchet de tension	39
II-5-3 Taux d'harmoniques et harmoniques restants	40
II-6 Analyse des performances de la technique delta	42
II-6-1 Analyse harmonique.....	43
II-7 Conclusion.....	45

Chapitre III

Application des stratégies de modulation de largeur d'impulsions au convertisseur AC/DC

III-1 Introduction.....	46
III-2 Modélisation du convertisseur.....	47
III-3 Mise en équations de l'association convertisseur- charge	49
III-4 Application de la stratégie triangulo-sinusoïdale	49
III-4-1 Marche en redresseur	51
III-4-2 Marche en onduleur	52
III-5 Application de la stratégie delta.....	53
III-5-1 Fonctionnement en boucle ouverte	55
III-5-1-2 Marche en redresseur	55
III-5-1-3 Marche en onduleur.....	55
III-5-1-4 Passage redresseur-onduleur	57
III-5-2 Fonctionnement en boucle fermée	58
III-5-2 Fonctionnement en boucle fermée avec filtre.....	60
III-6 Conclusion	62

Chapitre IV

Etude de l'association convertisseur AC/DC-onduleur de tension-machine asynchrone

IV-1 Introduction.....	63
IV-2 Caractéristiques de la MAS alimentée par un redresseur à thyristors.....	64
IV-3 Avantage de la structure étudiée.....	64
IV-4 Description de l'ensemble convertisseur- onduleur- MAS.....	64
IV-5 Modélisation du convertisseur.....	65
IV-6 Modélisation de l'onduleur	65
IV-7 Modélisation de la machine asynchrone	69
IV-8 Application des différentes stratégies de modulation.....	71
IV-8-1 La stratégie triangulo-sinusoïdale	71
IV-8-2 La stratégie delta.....	74
VI-8-2-1 En boucle ouverte	74
VI-8-2-2 En boucle fermée.....	77
IV-9 Conclusion	77

Chapitre V

Réalisation pratique du convertisseur AC/DC Commandé par deux stratégies de modulation

V-1	Introduction.....	78
V-2	Circuit de puissance.....	79
	V-2-1 Circuit d'aide à la commutation	80
	V-2-2 Commande de base	81
V-3	Circuit de commande de la stratégie triangulo-sinusoïdale	82
	V-3-1 Circuit générateur de la porteuse	82
	V-3-2 Circuit générateur de la modulante	83
	V-3-3 Circuit comparateur	83
	V-3-4 Circuit retardateur.....	84
	V-3-5 Circuit de mise en forme	85
	V-3-6 Circuit logique.....	85
	V-3-7 Schéma global du circuit de commande	86
V-4	Circuit de commande de la technique delta.....	87
	V-4-1 Circuit de mesure du courant et de tension.....	88
	V-4-2 Circuit comparateur de tension.....	88
	V-4-3 Le premier circuit multiplicateur	89
	V-4-4 Circuit déphaseur.....	89
	V-4-5 Le deuxième circuit multiplicateur	90
	V-4-6 Circuit générateur de la bande d'hystérisis	90
	V-4-7 Circuit comparateur du courant	91
	V-4-8 Circuit logique.....	92
V-5	Alimentations stabilisées	93
V-6	Résultats expérimentaux.....	94
	V-6-1 Application de la stratégie triangulo-sinusoïdale	94
	V-6-1-1 Les signaux de commande.....	94
	V-6-1-2 Les signaux de puissance	96
	V-6-2 Application de la stratégie delta	100
	V-6-2-1 En boucle ouverte	100
	V-6-2-2 En boucle fermée	106
V-7	Conclusion	108
	Conclusion générale	109
	Annexe	112
	Bibliographie.....	115

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة و إنجازه محول متناوب - مستمر أحادي الطور بمعامل استطاعة أحادي، متحكم فيه بتغيير عرض النبضة وفق الطريقة الجيبية و الطريقة دالتا. قمنا في عملنا هذا بإبراز النتائج النظرية المتوصل إليها بتوصيل المحول إلى حمل يمثل لآلة تيار مستمر ثم إلى محول توتر متناوب-مستمر يغذي آلة غير متوافقة. في نهاية العمل، قمنا بإنجاز نموذج لهذا المحول مما مكنتنا من الحصول على نتائج تجريبية أكدت الدراسة النظرية التي قمنا بها.

Abstract

The aim of this work is the study of a single phase pulse width modulation AC/DC converter which operates at unity power factor. The converter is controlled by sinusoidal PWM and delta PWM strategies. Thus, two types of load are used to simulate the converter behaviour. One concerns an active load which is a DC machine and the other is an inverter associated to asynchronous machine. An experimental prototype has been achieved in our laboratory with which experimental results are obtained and compared to those of simulations.

Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude et la réalisation d'un convertisseur AC/DC monophasé fonctionnant à facteur de puissance unitaire. Le convertisseur est commandé par deux stratégies de modulation de largeur d'impulsions à savoir la stratégie triangulo-sinusoidale et la stratégie delta. Ainsi, deux types de charges ont été utilisées pour simuler le comportement du convertisseur à savoir une charge active modélisant une machine DC et une charge comportant un onduleur associé à une machine asynchrone. Un prototype de ce convertisseur a été réalisé au laboratoire, ce qui nous a permis de relever des résultats expérimentaux et de valider les résultats de simulation.

Mots clés

Convertisseur AC/DC monophasé, modulation de largeur d'impulsions, facteur de puissance, harmoniques, filtrage, stratégie triangulo-sinusoidale, stratégie delta, réversibilité.