

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ferhat Abbas

Sétif

Institut d'électronique

M E M O I R E

de soutenance de

M A G I S T E R

Présenté par M. CHAOUI Abdelmadjid

***Analyses spectrales des performances de la commande  
P.M.W. d'un hacheur AC-AC à l'aide de  
la technique du gradient adapté.***

Soutenu le :

devant le jury :

Président	:	N.E. BOUGUECHAL	Maître de Conf.	Univ. Batna
Rapporteur	:	F. KRIM	Dr. Ingénieur	Univ. Sétif
Examineurs	:	N. KHENFER	Chargé de cours	Univ. Sétif
		B. SAIT	Chargé de cours	Univ. Sétif

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
--------------------	---

## CHAPITRE I

### HARMONIQUE ET STRATEGIES DE COMMANDE PWM DU CONVERTISSEUR AC-AC

I.1. INTRODUCTION .....	3
I.2 . LA POLLUTION HARMONIQUE DES RESEAUX D'ENERGIE ELECTRIQUE .....	3
I.2.1. Introduction.....	3
I.2.2. Définitions.....	4
I.2.3. Origine des harmoniques.....	4
I.2.4 Distorsions de tension et de courant.....	7
I.2.5 Effets des harmoniques.....	7
I.2.6 Mesure des harmoniques.....	8
I.2.6.1.Développement des systèmes de puissance de mesure d'harmoniques.....	8
I.2.6.2 Constitution principale des systèmes de mesure actuels .....	9
I.2.7. Conclusion.....	10
I.3. ETUDE COMPARATIVE DES DIFFERENTES COMMANDES MLI DU CONVERTISSEUR AC-AC A COMMUTATION DURE.....	11
I.3.1 Introduction.....	11
I.3.2. Structure de convertisseur.....	11
I.3.2.1. schéma de principe.....	11
I.3.2.2. Principe de fonctionnement .....	11
I.3.2.3. Avantage de la structure.....	12

I.3.3. Stratégies de commande par modulation de largeur d'impulsion.....	12
I.3.3.1. Commandes explicites.....	12
I.3.3.1.1. Commande par modulation naturelle.....	12
I.3.3.1.2. Commande par modulation régulière.....	14
I.3.3.1.3. Commande par modulation conventionnelle.....	15
I.3.3.2. Stratégie de commande par modulation calculée .....	16
I.3.4. Conclusion.....	21

## CHAPITRE II

### TECHNIQUES D'ANALYSE HARMONIQUE

II.1. INTRODUCTION.....	22
II.2. ANALYSE SPECTRALE PAR FFT.....	23
II.2.1. Intérêt de la transformée de Fourier rapide .....	23
II.2.2. Transformée de Fourier discrète.....	23
II.2.3. Limitation de l'analyse par la transformée de Fourier (FFT).....	25
II.2.3.1. Impact de la durée d'acquisition sur le spectre du signal .....	25
II.2.3.2. Troncature du signal et son impact sur le spectre....	26
II.2.3.2.1. Illustration graphique.....	26
II.2.3.2.2. Illustration analytique .....	33
II.2.4. Technique de réduction des erreurs de fuite (Smearing / leakage errors) .....	36
II.2.4.1. Fenêtres / fonctions de pondération.....	39
II.2.4.2. Expansion du zoom de l'intervalle de calcul spectral .....	42
II.2.5. Conclusion.....	42
II.3. NOUVELLES METHODES D'ANALYSE SPECTRALE.....	42
II.3.1. Introduction .....	42
II.3.2. Identification des harmoniques par l'algorithme d'estimation d'état .....	43
II.3.2.1. Étude de la technique d'identification.....	43
II.3.2.2. Analyse de la technique d'identification.....	46
II.3.2.3. Conclusion .....	47

II.3.3. Analyse spectrale par modélisation des signaux.....	47
II.3.3.1. Rappels (LIT, Filtres numériques).....	47
II.3.3.1.1. Les systèmes linéaires discrets invariants dans le temps .....	47
II.3.3.1.2. Les filtres numériques (ou échantillonnés).....	48
II.3.3.2. Principe de base de la transformée en Z exacte de l'impulsion infinie .....	50
II.3.3.3. Modélisation des signaux harmoniques.....	51
II.3.3.3.1. Modélisation d'une sinusoïde passant par l'origine.....	51
II.3.3.3.2. Modèle général d'une sinusoïde .....	53
II.3.3.3.3. Modèle d'un signal à harmoniques.....	55
II.3.3.4. Identification des paramètres des modèles des signaux avec harmoniques.....	56
II.3.3.4.1. Méthodes de moindres carrés .....	56
II.3.3.4.2. Limitation de la méthode des moindres carrés.....	61
II.3.3.4.3. Méthodes d'identification adaptatives .....	61
II.3.3.4.4. Conclusion .....	64
II.3.3.5. Approche améliorée pour l'identification du modèle .....	64
d'harmonique.....	64
II.3.3.5.1. buts pour l'amélioration.....	64
II.3.3.5.2. Stratégie d'estimation optimale.....	65
II.3.3.5.3. Application à l'analyse des signaux à harmoniques.....	65
II.3.3.5.4. Méthode d'optimisation.....	66
II.3.3.5.5. Conclusion .....	70
II.4. IDENTIFICATION DES PARAMETRES PAR LA METHODE DU GRADIENT ADAPTE .....	71
II.4.1. Analyse de la méthode.....	71
II.4.1.1. Cas d'une fonction de dimension 1 .....	72
II.4.1.2. Cas d'une fonction de dimension k .....	73
II.4.1.2.1. Recherche des paramètres d'un signal $y(k)$ .....	73
II.4.1.2.2. Calcul du gradient .....	73
II.4.2. Algorithme appliqué .....	74
II.4.3. Conclusion.....	75
II.5. ETUDE COMPARATIVE.....	76

II.6. CONCLUSION .....	79
------------------------	----

### CHAPITRE III

#### LOGICIEL D'ANALYSE HARMONIQUE

III.1. INTRODUCTION .....	81
III.2. LOGICIEL DE GESTION ET DE TRAITEMENT .....	81
III.2.1. Données .....	81
III.2.1.1. Charger .....	82
III.2.1.2. Acquisition.....	83
III.2.1.3. Adaptation .....	86
III.2.2. Fenêtres .....	88
III.2.3. Analyse .....	89
III.2.3.1. FFT (Transformée de Fourier rapide).....	89
III.2.3.1.1. Algorithme de calcul de la F.F.T .....	90
III.2.3.1.2. Fenêtre de pondération.....	90
III.2.3.2. Méthode d'optimisation (Gradient adapté).....	91
III.2.4. Graphe.....	93
III.2.4.1. Signal de tension, courant, puissance .....	93
III.2.4.2. Spectre de tension et courant.....	93
III.2.4.3. Spectre de puissance.....	94
III.2.5. Utilitaires.....	94
III.2.6. Compare .....	94
III.2.6.1. Méthode de comparaison quantitative.....	95
III.2.6.1.1. Définition d'un coefficient de comparaison .....	95
III.2.6.1.2. Organigramme de calcul du coefficient de comparaison.....	96
III.2.6.2. Conclusion.....	97
III.3. CONCLUSION.....	97

### CHAPITRE IV

#### SYSTEME DE COMMANDE ET D'ACQUISITION

IV.1. INTRODUCTION .....	98
IV.2. ANALYSE ET INTERPRETATION THEORIQUE .....	98
<i>PREMIERE PARTIE</i>	
IV.3. RESULTATS DE SIMULATION.....	99

*DEUXIEME PARTIE*

IV.4. RESULTATS EXPERIMENTAUX.....109

    IV.4.1. Structure générale du système .....109

        IV.4.1.2. Carte de commande du hacheur alternatif à  
                base de microcontrôleur .....109

        IV.4.1.3. Convertisseur de puissance et charge  
                (simulateur hybride) .....111

    IV.4.2. Analyse des résultats expérimentaux (Acquisition).....112

    IV.4.3. Interprétations .....120

CONCLUSION .....122

ANNEXE .....123