

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE HASSIBA BENBOUALI - CHLEF-

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

## Mémoire

Présenté par : **HELAIMI M' hamed**

En vue de l'obtention du diplôme de

### MAGISTER

Filière : Electrotechnique

Option: Commande des machines électriques

### OPTIMISATION DES PARAMETRES D'UN REGULATEUR

### PID PAR ALGORITHMÈS GENETIQUES

**Application:** Moteur à courant continu

Date de soutenance: 15/09/2004

Composition du jury:

Messieurs

- A. Ali BENAMARA
- M. DENAI
- A. BENDIABDELLAH
- B. MAZARI
- B. BELMADANI
- A. KANSSAB

M. Conférences / UHBB Chlef  
Professeur / USTO  
M. Conférences / USTO  
M. Conférences / USTO  
Professeur / UHBB Chlef  
MACC / UHBB Chlef

Président  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Directeur de mémoire  
Co-Directeur



<i>Notations</i>	1
<i>Introduction générale</i>	2
<b>Chapitre I : Modélisation du moteur à courant continu</b>	
<b>I-1. Introduction</b>	7
<b>I-2. Principes et équations de fonctionnement</b>	7
<b>I-2-1. Relations entre les grandeurs électriques et mécaniques</b>	7
<b>I-3. Cas particulier des machines à flux constant</b>	8
<b>I-3-1. Cas d'une machine excitée en tension (par <math>U(p)</math>)</b>	9
<b>I-3-2. Cas d'une machine excitée en courant</b>	10
<b>I-4. Fonction de transfert (Machine associée à une charge mécanique)</b>	11
<b>I-5. Conclusion</b>	13
<b>Chapitre II : Systèmes de régulation automatique</b>	
<b>II-1. Introduction</b>	14
<b>II-2. Principes de fonctionnement des systèmes de commande et de régulation</b>	15
<b>II-2-1. Système de régulation en boucles ouverte et fermée</b>	15
<b>II-3. Définition générale d'un système de régulation automatique</b>	17
<b>II-3-1. Composition d'un SRA</b>	17
<b>II-3-2. Fonction d'un SRA</b>	17
a- <b>Fonction de régulation</b>	18
b- <b>Fonction de poursuite</b>	18
<b>II-4. Principes et structures des systèmes de commande classique</b>	18
<b>II-4-1. Les systèmes de régulation automatique en cascade</b>	19
<b>II-4-1-1. Principe</b>	19
<b>II-4-1-2. Propriétés principales d'un SRA en cascade</b>	21
<b>II-5. Propriétés des organes de correction des systèmes de commande</b>	21
<b>II-5-1. Régulateurs analogiques</b>	21
<b>II-4-1-1. Base des lois de commande</b>	21

a- Régulateur à action proportionnelle	23
b- Régulateur à action proportionnelle et intégrale (API)	23
c- Régulateur à actions proportionnelle et dérivée (APD)	25
d- Régulateur à actions proportionnelle, intégrale et dérivée (APID)	26
II-6. Méthode de synthèse des paramètres des régulateurs	28
II-6-1. Méthode basée sur l'optimisation d'un critère intégral quadratique	29
II-6-1-1. Relations entre les estimations intégrales et les paramètres d'ajustement du régulateur	29
a- Critère intégral linéaire	30
b- Calcul de l'intégrale de l'erreur quadratique	31
II-7. Conclusion	34
 <b>Chapitre III : Méthodes d'optimisation classiques</b>	
III-1. Introduction	35
III-2. Généralités	35
III-2-1. Forme mathématique générale d'un problème d'optimisation	35
III-2-2. Optimum global et optimum locaux	36
III-2-3. Conditions pour un minimum	37
III-3. Méthodes de recherche de l'optimum d'une fonction $J(X)$ de $n$ variables	37
III-3-1. Méthode analytique	37
III-3-2. Méthode du gradient	37
a- Pas optimal	38
b- Pas de descente	38
III-3-2-1. Organigramme de la méthode du gradient	39

III-3-3. Méthode du gradient conjugué	40
III-3-3-1. Organigramme de la méthode du gradient conjugué	41
III-3-4. Méthode de Newton	42
III-3-4-1. Organigramme de la méthode de Newton	43
III-3-5. Méthode de Quasi-Newton	44
III-3-5-1. Organigramme de la méthode de Quasi-Newton	45
III-4. Formulation mathématique du problème d'optimisation	45
III-5. Application de la méthode de Quasi-newton sur le problème d'optimisation	47
III-6. Simulation	48
III-6-1. Schéma bloc du régulateur PID	48
III-6-2. Schéma bloc du moteur à courant continu	48
III-7. Conclusion	50
 <i>Chapitre IV : Les Algorithmes Génétiques</i>	
IV-1. Introduction	51
IV-2. Les Algorithmes Génétiques de Holland	52
IV-2-1. Description	52
IV-2-2. Cödage et décodage des variables	54
IV-2-3. Genèse de la population	56
IV-2-4. Evaluation	56
IV-2-5. Sélection	56
IV-2-5-1. La sélection par roue de loterie biaisée	57
IV-2-5-2. La sélection à reste stochastique	57
IV-2-6. Reproduction avec croisement et mutation	59
IV-2-6-1. L'opérateur de croisement	59
a- Croisement en un point	59
b- Croisement en deux points	60

IV-2-6-2. L'opérateur de mutation	60
IV-2-7. Intérêt de ces opérateurs	61
IV-2-8. Les paramètres de l'Algorithme Génétique	61
IV-2-8-1. Probabilité de croisement $P_c$	61
IV-2-8-2. Probabilité de mutation $P_m$	62
IV-3. Ce qui rend les Algorithmes Génétiques différente des méthodes classiques	62
IV-4. Un Algorithme Génétique simple	62
IV-5. Vers un Algorithme Génétique d'optimisation performant	68
IV-5-1. Croisement discret	68
IV-5-2. Mutation uniforme	68
IV-6. Application des AG sur le problème d'optimisation	68
IV-6-1. Méthode 1	71
IV-6-1-1. Simulation	71
a. Schéma bloc du moteur à courant continu avec régulateur	71
IV-6-2. Méthode 2	72
IV-6-2-1. Simulation	73
a. Schéma bloc du moteur à courant continu avec régulateur	73
IV-6-3. Méthode 3	74
IV-6-3-1. Simulation	75
a. Schéma bloc du moteur à courant continu avec régulateur	75
IV-7. Comparaison entre les AG et la méthode de Quasi-Newton	76
IV-8. Conclusion	78
 <i>Conclusion générale</i>	 79
<i>Bibliographie</i>	80