

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN
« MOHAMED BOUDIAF »**

**FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE
Laboratoire Signaux et Systèmes 'LASS'**

MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTER

SPECIALITE : ELECTRONIQUE

OPTION : FITRAGE ET RECONSTRUCTION DE SIGNAUX

**PRESENTE PAR
M. Ahmed Nabil BELBACHIR**

SUJET DE MEMOIRE

**CONCEPTION DES FILTRES NUMERIQUES RIF A PHASE
LINEAIRE DANS L'ESPACE DISCRET DES COEFFICIENTS**

SOUTENU LE DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

**Pr. M. BELAIDI.....PRESIDENT
Pr. Mohamed Faouzi BELBACHIR RAPPORTEUR
Dr. A. DJEBBARI.....EXAMINATEUR
Dr. A. BENYETTOU.....EXAMINATEUR**

Chapitre I.

PRELIMINAIRES ET ETAT DE L'ART 'CONCEPTION DE FILTRES NUMERIQUES A PHASE LINEAIRE DANS L'ESPACE DISCRET DES COEFFICIENTS'

| | | |
|----------|--|----|
| I. | Introduction..... | 1 |
| II. | Espace continu et espace discret..... | 1 |
| III. | Notions fondamentales..... | 2 |
| III.1. | Représentations des nombres..... | 3 |
| III.1.1. | Représentation en virgule fixe..... | 4 |
| III.1.2. | Représentation en virgule flottante..... | 5 |
| III.1.3. | Représentation en SDPD..... | 6 |
| III.1.4. | Etude comparative des représentations virgule fixe, virgule flottante et SDPD..... | 8 |
| III.2. | Quantification..... | 11 |
| III.2.1. | Troncature..... | 11 |
| III.2.2. | Arrondissement..... | 12 |
| III.3. | Théorie des filtres RIF à phase linéaire..... | 12 |
| III.3.1. | Introduction..... | 12 |
| III.3.2. | Caractéristiques des filtres RIF à phase linéaire..... | 13 |
| III.3.3. | Réponse en fréquence des filtres RIF à phase linéaire..... | 14 |
| III.4. | Calcul des coefficients d'un filtre RIF à phase linéaire par PMC..... | 16 |
| III.4.1. | Introduction..... | 16 |
| III.4.2. | Formulation du problème d'approximation..... | 16 |
| III.4.3. | Théorème de l'alternance..... | 17 |
| III.4.4. | Description de l'algorithme de conception de filtre de PMC sous l'algorithme d'échange de Remez..... | 17 |
| III.5. | Erreur inhérente à la mise en œuvre des filtres RIF à phase linéaire sur machine..... | 20 |
| III.5.1. | Erreur due à la limitation du mot machine..... | 20 |
| III.5.2. | Erreur de quantification..... | 21 |
| III.5.3. | Erreur due à la représentation..... | 22 |
| IV. | Etat de l'art 'Conception de Filtres Numériques'..... | 22 |
| IV.1. | Introduction..... | 22 |
| IV.2. | Historique des méthodes existantes..... | 23 |
| IV.3. | Méthodes du laboratoire 'Signaux et Systèmes'..... | 23 |
| IV.3.1. | Méthode de Recherche Arborescente 'RA'..... | 23 |
| IV.3.2. | Méthode Directe par optimisation au sens des Moindres Carrés 'DMC'..... | 24 |
| IV.3.3. | Méthode de synthèse par Séparation et Evaluation Progressive 'SEP'..... | 25 |
| V. | Position du problème..... | 25 |
| V.1. | Introduction..... | 25 |
| V.2. | Formulation du problème..... | 26 |
| V.3. | Choix de l'espace de définition, des méthodes et des représentations adéquats..... | 26 |
| V.3.1. | Normalisation de l'ensemble de définition..... | 26 |
| V.3.2. | Choix de la méthode..... | 27 |
| V.3.2. | Choix de la représentation..... | 27 |
| VI. | Conclusion..... | 27 |

Chapitre II.
PERFORMANCES DES ALGORITHMES RA ET DMC EN
FONCTION DE LA REPRESENTATION ET DU CRITERE CHOISI

| | | |
|--------|--|----|
| I. | Introduction..... | 28 |
| II. | Critères d'approximation..... | 28 |
| II.1. | L'erreur quadratique moyenne 'Ems'..... | 28 |
| II.2. | L'erreur de Chebyshev ou minmax 'Emm'..... | 29 |
| III. | Optimisation par la méthode RA dans les trois représentations..... | 30 |
| III.1. | Description de la méthode..... | 30 |
| III.2. | Organigramme..... | 31 |
| IV. | Résultats de la synthèse par la méthode RA dans le sens de l'erreur Ems..... | 32 |
| IV.1. | Filtre 1..... | 33 |
| IV.2. | Filtre 2..... | 36 |
| IV.3. | Filtre 3..... | 38 |
| IV.4. | Filtre 4..... | 41 |
| V. | Etude des résultats de la méthode RA..... | 43 |
| VI. | Optimisation par la méthode DMC dans les trois représentations..... | 44 |
| VI.1. | Introduction..... | 44 |
| VI.2. | Description de l'algorithme..... | 44 |
| VI.3. | Organigramme..... | 46 |
| VII. | Résultats des filtres conçus par la méthode DMC..... | 46 |
| VII.1. | Filtre 1..... | 46 |
| VII.2. | Filtre 2..... | 49 |
| VII.3. | Filtre 3..... | 51 |
| VII.4. | Filtre 4..... | 54 |
| VIII. | Etude des résultats de la méthode DMC..... | 56 |
| IX. | Etude comparative avec les travaux de M. Boulerial..... | 57 |
| X. | Conclusion..... | 58 |

Chapitre III.
METHODE DIRECTE PAR MOINDRE CARRE ITERATIVE
'D.M.C.I.'

| | | |
|--------|---|----|
| I. | Introduction..... | 59 |
| II. | Optimisabilité discrète..... | 59 |
| II.1. | Position du problème..... | 59 |
| II.2. | Optimisabilité discrète dans la conception de filtre au sens de l'erreur Ems..... | 61 |
| III. | Optimisation par DMCI..... | 63 |
| III.1. | Introduction..... | 63 |
| III.2. | Description de l'algorithme..... | 63 |
| III.3. | Organigramme..... | 65 |
| III.4. | Etude de l'optimalité des coefficients..... | 66 |
| IV. | Résultats de filtres par la méthode DMCI..... | 67 |
| IV.1. | Filtre 1..... | 67 |
| IV.2. | Filtre 2..... | 69 |
| IV.3. | Filtre 3..... | 72 |
| IV.4. | Filtre 4..... | 74 |
| V. | Comparaison de la méthode DMCI avec RA, DMC et PMCQ..... | 76 |

| | | |
|------|---|----|
| VI. | Etude du choix de la représentation en utilisant la méthode DMCI..... | 78 |
| VII. | Conclusion..... | 79 |

Chapitre IV.

METHODE DE RECHERCHE SEQUENTIELLE ET PROGRESSIVE 'R.S.P.'

| | | |
|--------|---|-----|
| I. | Introduction..... | 80 |
| II. | Méthode de Recherche Séquentielle et Progressive 'RSP'..... | 80 |
| II.1. | Idée générale..... | 80 |
| II.2. | Description de la méthode..... | 80 |
| II.3. | Organigramme..... | 84 |
| II.4. | Description de l'organigramme..... | 85 |
| III. | Nombre d'opérations..... | 85 |
| III.1. | Nombre d'opérations de la méthode RA..... | 85 |
| III.2. | Nombre d'opérations de la méthode RSP..... | 86 |
| III.3. | Etude comparative de la complexité entre RA et RSP..... | 86 |
| IV. | Exemples de filtres conçus par la méthode RSP dans le sens de l'erreur minmax..... | 88 |
| IV.1. | Filtre 1..... | 88 |
| IV.2. | Filtre 2..... | 89 |
| IV.3. | Filtre 3..... | 91 |
| IV.4. | Filtre 4..... | 92 |
| IV.5. | Etude des résultats de la méthode RSP..... | 94 |
| V. | Exemples de filtres conçus par la méthode RSP dans le sens de l'erreur quadratique moyenne..... | 95 |
| V.1. | Filtre 1..... | 95 |
| V.2. | Filtre 2..... | 96 |
| V.3. | Filtre 3..... | 97 |
| V.4. | Filtre 4..... | 99 |
| V.5. | Etude des résultats de la méthode RSP dans le sens de l'erreur Ems..... | 100 |
| VI. | Discussion comparative des résultats obtenus avec les deux critères Ems et Emm..... | 102 |
| VII. | Conclusion..... | 102 |
| | Conclusion | 103 |
| | Annexe | 104 |
| | Références | 107 |