

THESE

Présentée

A L'INSTITUT D'ELECTRONIQUE
DE L'UNIVERSITE DE SETIF

Pour Obtenir le titre de MAGISTER en électronique
Option : COMMUNICATIONS

Par

M^r Djamel SAIGAA

THEME

SYNTHESE DES FILTRES NUMERIQUES RIF
PAR LA METHODE DES FENETRES

Essai en temps réel sur le processeur
de signal ADSP-2100

Soutenue le 08/07/1993
Devant le jury composé de :

Messieurs :

A/ Hafid KHELLAF
D. CHIKOUCHE
H. CHEMALI
L. SELMANI
S. BERRETIL

Président
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
Chapite I : GENERALITES	
I.1. L'évolution du traitement numérique du signal	3
I.2. De l'analogique vers le numérique	4
I.2.1. Les différences essentielles	4
I.2.2. Les organes de mise à l'échelle	4
I.3. Filtrage	5
I.3.1. Historique	5
I.3.2. Organisation d'un filtre numérique	6
Chapitre II : SIGNAUX ET SYSTEMES DISCRETS	
II.1. Signaux numériques	8
II.1.1. Définitions	8
II.1.2. Signaux à temps discret	8
II.1.3. Notation	8
II.1.4. Définition de quelques signaux élémentaires	9
II.1.5. Opérations élémentaires sur des signaux	10
II.1.6. Remarque	11
II.1.7. Norme d'un signal discret	11
II.1.8. Représentation fréquentielle d'un signal discret	11
II.1.9. Echantillonnage et reconstitution des signaux analogiques	12
II.1.10. La transformée en Z d'un signal discret	12
II.1.11. Transformée en Z inverse	13
II.2. Systèmes numériques	13
II.2.1. Définition	13
II.2.2. Systèmes causals	14
II.2.3. Systèmes linéaires	14
II.2.4. Equation aux différences	14
II.2.5. Réponse impulsionnelle d'un système linéaire	15
II.3. Systèmes linéaires invariants	15
II.3.1. Définition	15
II.3.2. Equation aux différences linéaire à coefficients constants	15
II.3.3. Produit de convolution	16
II.3.4. Systèmes linéaires invariants causals	16
II.3.5. Systèmes linéaires invariants stables	16
II.4. Fonction de transfert d'un système linéaire invariant	16

Chapitre III : ANALYSE DES FILTRES NUMERIQUES	
III.1. Définitions	18
III.1.1. Filtre numérique	18
III.1.2. linéarité	18
III.1.3. Invariance temporelle	18
III.1.4. causalité	19
III.2. La relation de recurrence	19
III.3. Fonction de transfert d'un filtre numérique	19
III.3.1. Définition	19
III.3.2. Fonction de transfert et relation de recurrence	19
III.3.3. Pôles et zéros de la fonction de transfert	20
III.3.4. Fonction de transfert et réponse impulsionnelle	20
III.4. Stabilité d'un filtre numérique	20
III.5. Le comportement fréquentielle d'un filtre numérique	21
III.5.1. Fonction de transfert isochrone	21
III.5.2. Propriétés de la fonction de transfert isochrone	22
III.5.2.1. Périodicité	22
III.5.2.2. Symétrie	22
III.5.3. Relations entre fonctions de transfert isochrones	22
III.5.4. Décomposition de la fonction de transfert isochrone en série de Fourier	23
III.6. Classification des filtres numériques	24
III.6.1. Filtre numérique RIF	24
III.6.1.1. Définition	24
III.6.1.2. Fonction de transfert	24
III.6.1.3. Approximation des filtres RIF	25
III.6.2. Filtres numériques RII	26
Chapitre IV : FENETRES DE TRONCATURES	
VI.1. Introduction	27
VI.2. Fenêtres classiques	27
VI.2.1. Fenêtre rectangulaire	27
VI.2.2. Fenêtre triangulaire	28
VI.2.3. Fenêtres polynomiales	30
VI.2.4. Les fenêtres $\text{Cos}^\alpha(x)$	30
VI.2.5. Fenêtre de Hamming	32
VI.2.6. Fenêtre de Blackman	33
VI.3. Fenêtres de Kaiser	35
IV.4. Fenêtres construites	36
IV.4.1. Fenêtre de Riesz	36
IV.4.2. Fenêtre de Riemann	36

IV.4.3. Fenêtre de la Vallé-Poussin	37
IV.4.4. Fenêtre de Tukey	38
IV.4.5. Fenêtre de Bohman	38
IV.4.6. Fenêtre de Poisson	39
IV.4.7. Fenêtre de Hanning-Poisson	39
Chapitre V : SYNTHESE DES FILTRES NUMERIQUES RIF A PHASE	
LINEAIRE PAR LA METHODE DES FENETRES	
V.1. Filtres FIR à phase linéaire	41
V.2. Calcul des coefficients par développement en série de Fourier pour des spécifications en fréquence	42
V.2.1. Filtre passe-bas	42
V.2.2. Filtre passe-haut	43
V.2.3. Filtre passe-bande	43
V.2.4. Filtre coupe-bande	44
V.3. Algorithme de synthèse	45
V.3.1. Calcul de la réponse impulsionnelle	45
V.3.2. Troncature de la réponse impulsionnelle	45
V.2.3. Filtre RIF causal	46
V.4. Synthèse de filtres RIF par la fenêtre de Kaiser	46
V.5. Relation entre nombre de coefficients et gabarit de filtre	47
Chapitre VI : STRUCTURES DE REALISATION ET SENSIBILITE	
DES FILTRES RIF A PHASE LINEAIRE	
VI.1. Structures	49
VI.2. Sensibilité des filtres RIF à phase linéaire	50
VI.3. Limitation du nombre de bits des coefficients	51
VI.4. Etude statistique de l'erreur (bruit d'arrondi)	52
VI.5. Nombre de bits nécessaire dans la représentation des coefficients d'un filtre spécifié par un gabarit	53
Chapitre VII : RESULTATS DE SYNTHESE ET IMPLEMENTATION	
SUR LE PROCESSEUR DE SIGNAL ADSP-2100	
VII.1. Algorithme de calcul	56
VII.2. Description du logiciel	57
VII.3. Resultats	57
VII.4. Implémentation sur le processeur de signal ADSP-2100	59
VII.5. Application	61
CONCLUSION	88
Annexes	