

# THESE

*présentée à*

**l'Institut National Polytechnique de Grenoble**

*pour obtenir le grade de*

**DOCTEUR INGENIEUR**

**" Informatique "**

*par*

**José Manuel  
COSTA ALVES MARQUES**



**MOSAIC :  
UNE METHODOLOGIE DE CONCEPTION  
POUR LES CIRCUITS SYSTEME VLSI**



**Thèse soutenue le 24 septembre 1980 devant la Commission d'Examen :**

<b>Monsieur</b>	<b>L. BOLLIET</b>	<b>Président</b>
<b>Messieurs</b>	<b>F. ANCEAU J. BOREL V. CORDONNIER P. JESPERS</b>	<b>Examineurs</b>

# INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE

Année universitaire 1979-1980

Président : M. Philippe TRAYNARD

Vice-Présidents : M. Georges LESPINARD

M. René PAUTHENET

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES

MM.	ANCEAU François	Informatique fondamentale et appliquée
	BENOIT Jean	Radioélectricité
	BESSON Jean	Chimie Minérale
	BLIMAN Samuel	Electronique
	BLOCH Daniel	Physique du Solide - Cristallographie
	BOIS Philippe	Mécanique
	BONNETAIN Lucien	Génie Chimique
	BONNIER Etienne	Métallurgie
	BOUVARD Maurice	Génie Mécanique
	BRISSONNEAU Pierre	Physique des Matériaux
	BUYLE-BODIN Maurice	Electronique
	CHARTIER Germain	Electronique
	CHERADAME Hervé	Chimie Physique Macromoléculaires
Mme	CHERUY Arlette	Automatique
MM.	CHIAVERINA Jean	Biologie, Biochimie, Agronomie
	COHEN Joseph	Electronique
	COUMES André	Electronique
	DURAND Francis	Métallurgie
	DURAND Jean-Louis	Physique Nucléaire et Corpusculaire
	FELICI Noël	Electrotechnique
	FOULARD Claude	Automatique
	GUYOT Pierre	Métallurgie Physique
	IVANES Marcel	Electrotechnique
	JOUBERT Jean-Claude	Physique du Solide - Cristallographie
	LACOUME Jean-Louis	Géographie - Traitement du Signal
	LANCIA Roland	Electronique - Automatique
	LESIEUR Marcel	Mécanique
	LESPINARD Georges	Mécanique
	LONGEQUEUE Jean-Pierre	Physique Nucléaire Corpusculaire
	MOREAU René	Mécanique
	MORET Roger	Physique Nucléaire Corpusculaire
	PARIAUD Jean-Charles	Chimie - Physique
	PAUTHENET René	Physique du Solide - Cristallographie
	PERRET René	Automatique

.../...

MM.	PERRET Robert	Electrotechnique
	PIAU Jean-Michel	Mécanique
	PIERRARD Jean-Marie	Mécanique
	POLOUJADOFF Michel	Electrotechnique
	POUPOT Christian	Electronique - Automatique
	RAMEAU Jean-Jacques	Chimie
	ROBERT André	Chimie Appliquée et des matériaux
	ROBERT François	Analyse numérique
	SABONNADIÈRE Jean-Claude	Electrotechnique
Mme	SAUCIER Gabrielle	Informatique fondamentale et appliquée
M.	SOHM Jean-Claude	Chimie - Physique
Mme	SCHLENKER Claire	Physique du Solide - Cristallographie
MM.	TRAYNARD Philippe	Chimie - Physique
	VEILLON Gérard	Informatique fondamentale et appliquée
	ZADWORNÝ François	Electronique

#### CHERCHEURS DU C.N.R.S. (Directeur et Maître de Recherche)

M.	FRUCHART Robert	Directeur de Recherche
MM.	ANSARA Ibrahim	Maître de Recherche
	BRONOEL Guy	Maître de Recherche
	CARRE René	Maître de Recherche
	DAVID René	Maître de Recherche
	DRIOLE Jean	Maître de Recherche
	KAMARINOS Georges	Maître de Recherche
	KLEITZ Michel	Maître de Recherche
	LANDAU Ioan-Doré	Maître de Recherche
	MERMET Jean	Maître de Recherche
	MUNIER Jacques	Maître de Recherche

#### Personnalités habilitées à diriger des travaux de recherche (décision du Conseil Scientifique)

##### E.N.S.E.E.G.

MM.	ALLIBERT Michel
	BERNARD Claude
	CAILLET Marcel
Mme	CHATILLON Catherine
MM.	COULON Michel
	HAMMOU Abdelkader
	JOUD Jean-Charles
	RAVAINE Denis
	SAINFORT

C.E.N.G.

.../...

MM. SARRAZIN Pierre  
 SOUQUET Jean-Louis  
 TOUZAIN Philippe  
 URBAIN Georges

Laboratoire des Ultra-Réfractaires ODEILLO

**E.N.S.M.E.E.**

MM. BISCONDI Michel  
 BOOS Jean-Yves  
 GUILHOT Bernard  
 KOBILANSKI André  
 LALAUZE René  
 LANCELOT François  
 LE COZE Jean  
 LESBATS Pierre  
 SOUSTELLE Michel  
 THEVENOT François  
 THOMAS Gérard  
 TRAN MINH Canh  
 DRIVER Julian  
 RIEU Jean

**E.N.S.E.R.G.**

MM. BOREL Joseph  
 CHEHIKIAN Alain  
 VIKTOROVITCH Pierre

**E.N.S.I.E.G.**

MM. BORNARD Guy  
 DESCHIZEAUX Pierre  
 GLANGEAUD François  
 JAUSSAUD Pierre  
 Mme JOURDAIN Geneviève  
 MM. LEJEUNE Gérard  
 PERARD Jacques

**E.N.S.H.G.**

M. DELHAYE Jean-Marc

**E.N.S.I.M.A.G.**

MM. COURTIN Jacques  
 LATOMBE Jean-Claude  
 LUCAS Michel  
 VERDILLON André

Je tiens à remercier,

Monsieur L.BOLLIET, Professeur à l'Université de Grenoble,  
pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider le jury de cette  
thèse ;

Monsieur F.ANCEAU, Professeur à l'Institut National Polytechnique  
de Grenoble, pour ses conseils et ses encouragements tout au long de  
cette étude ;

Monsieur J.BOREL, Directeur du Département de Recherche et  
Développement de EFCIS, pour l'attention et le soutien qu'il a accordés  
à ce travail ;

Monsieur V.CORDONNIER, Professeur à l'Université des Sciences  
et Techniques de Lille, dont les remarques pertinentes m'ont aidé à  
améliorer la rédaction du document ;

Monsieur P.JESPERS, Professeur à l'Université Catholique de  
Louvain-la-Neuve, qui a voulu bien juger ce travail ;

les membres de l'équipe d'Architecture des ordinateurs de  
l'ENSIMAG avec qui j'ai pu discuter nombre de points de cette étude ;

Madame DIAZ et Madame CHALAND pour la dactylographie rapide  
et soignée ;

et enfin le Service de reprographie de l'IMAG qui a assuré  
le tirage de ce document.

## SOMMAIRE

Chapitre 1 - <u>INTRODUCTION</u> -----	1
1.1. Projet MOSAIC -----	4
1.1.1. Objectifs -----	4
1.1.2. Principaux problèmes -----	5
1.1.3. Démarche utilisée -----	16
1.2. Architecture de base -----	19
Chapitre 2 - <u>FORMALISME SYSTEME</u> -----	25
2.1. Choix d'un formalisme -----	25
2.2. Système MOSAIC -----	27
2.2.1. Modules -----	27
2.2.2. Moniteurs externes -----	29
2.3. Découpage fonctionnel d'une application -----	33
2.4. Langage de spécification -----	41
2.5. Moniteurs externes ayant des structures plus complexes -----	48
Chapitre 3 - <u>ARCHITECTURE GLOBALE</u> -----	
3.1. Critères de choix dans une approche descendante -----	57
3.2. Hypothèses d'architecture -----	60
3.2.1. Architecture monoprocesseur -----	60
3.2.2. Multiprocesseur à mémoire commune -----	62
3.2.3. Processeur noyau -----	65
3.2.4. Hiérarchie des variables de communication -----	70
3.2.5. Solution distribuée -----	71
3.3. Architecture MOSAIC -----	74
3.4. Evaluation des performances -----	76

Chapître 4 - <u>PROTOCOLE D'UTILISATION DU MECANISME DE COMMUNICATION</u> -----	78
4.1. Allocation -----	83
4.2. Appel d'une procédure d'un moniteur externe -----	89
4.3. Exécution des procédures -----	90
4.4. Mécanismes de synchronisation -----	94
4.5. Exceptions et erreurs -----	98
4.6. Multiplexage temporel -----	101
 Chapître 5 - <u>PROCESSEUR NOYAU</u> -----	 103
5.1. Représentation interne des moniteurs -----	104
5.1.1. Descripteur -----	104
5.1.2. Catalogue -----	106
5.2. Processeur -----	107
5.2.1. Architecture globale -----	107
5.2.2. Partie opérative -----	112
5.2.3. Partie contrôle -----	132
5.2.4. Adaptation pour une gestion en barillet -----	152
 Chapître 6 - <u>EVALUATION DE LA SURFACE ET PERFORMANCES DU PROCESSEUR NOYAU</u> -----	 155
6.1. Evaluation de la surface -----	156
6.1.1. Méthode utilisée -----	157
6.1.2. Mémoire de communication -----	157
6.1.3. Partie opérative -----	158
6.1.4. Partie contrôle -----	163
6.1.5. Evaluation de la surface en fonction de la technologie -----	167
6.2. Performances -----	168
6.2.1. Temps de cycle du processeur noyau -----	168
6.2.2. Temps de propagation bus -----	169
6.3. Modèles de simulation -----	170

Chapître 7 - <u>HIERARCHIE DES VARIABLES DE COMMUNICATION</u> -----	180
7.1. Décomposition d'une application -----	181
7.2. Extension du langage de spécification -----	184
7.3. Implémentation des moniteurs globaux -----	184
7.4. Protocole d'utilisation des bus -----	186
7.5. Limitations de cette approche -----	190
 Chapître 8 - <u>SOLUTION DISTRIBUEE</u> -----	 192
8.1. Exécution locale des moniteurs -----	193
8.2. Protocole d'utilisation du bus -----	195
8.3. Structure interne des automates -----	198
8.4. Modèle de simulation -----	207
 Chapître 9 - <u>MODULES</u> -----	 210
9.1. Coeur des modules -----	212
9.2. Interface bus -----	213
9.3. Entrées/Sorties -----	229
9.4. Topologie des modules -----	231
9.5. Module de test -----	232
 Chapître 10 - <u>CONCLUSION</u> -----	 236
10.1. Etapes de la méthode -----	237
10.2. Remarques finales -----	240
 ANNEXE 1 - Exemple de moniteurs externes	
ANNEXE 2 - Langage intermédiaire	
ANNEXE 3 - Evaluation de surface	
ANNEXE 4 - Simulation de performances	
ANNEXE 5 - Exemples de modules	
ANNEXE 6 - Exemples d'applications	