

Table des matières

Avant-propos	1
Chapitre 1. Optimisation de la conception par la fiabilité	5
Philippe POUGET et Abdelkhalak EL HAMI	
1.1. Introduction.	6
1.2. La conception par la fiabilité	8
1.2.1. Evaluation des risques par la fiabilité prévisionnelle	10
1.2.2. Identification des éléments critiques pour la fiabilité du système.	12
1.2.3. Détermination de la distribution des contraintes provoquant les défaillances	15
1.2.4. Détermination du niveau de criticité des contraintes	17
1.2.5. Provoquer les défaillances et les analyser.	21
1.2.5.1. Essais hautement accélérés	23
1.2.5.2. Essais accélérés.	24
1.2.5.3. Analyse de la défaillance	24
1.2.6. Modélisation des défaillances.	25
1.2.7. Optimisation de la conception	27
1.3. Conclusion	28
1.4. Bibliographie.	29
Chapitre 2. Caractérisation non destructive par ellipsométrie spectroscopique des interfaces de dispositifs mécatroniques	31
Pierre Richard DAHOO, Malika KHETTAB, Jorge LINARES et Philippe POUGET	
2.1. Introduction.	32

2.2. Relation entre les paramètres ellipsométriques et les caractéristiques optiques d'un échantillon	33
2.3. Ellipsomètres à élément tournant ou à modulateur de phase	35
2.4. Relation entre les paramètres ellipsométriques et l'intensité du signal détectée	37
2.5. Analyse des données expérimentales	37
2.6. Le modèle structural à empilement	40
2.7. Le modèle optique	40
2.8. Application de la technique d'ellipsométrie	42
2.8.1. Couche mince à base de nanograins d'argent frittés sur un substrat de cuivre	44
2.8.2. Analyse des spectres ellipsométriques de polymères sur différents substrats	47
2.8.3. Analyse et comparaison après contrainte	54
2.8.4. Analyse physique de l'interaction lumière-matière en termes d'énergie de bande interdite	56
2.8.4.1. Analyse de l'interface B1/Quartz	56
2.8.4.2. Analyse de l'interface B1/Aluminium	57
2.9. Conclusion	57
2.10. Bibliographie	58

Chapitre 3. Méthode de caractérisation de l'environnement électromagnétique dans des circuits hyperfréquences encapsulés dans des cavités métalliques

61

Samh KHEMIRI, Abhishek RAMANUJAN, Moncef KADI et Zouheir RIAH

3.1. Introduction	61
3.2. Théorie des cavités métalliques	62
3.2.1. Définition	62
3.2.2. Champ électromagnétique dans une cavité parallélépipédique	62
3.2.3. Fréquences de résonance	63
3.3. Effet des cavités métalliques sur les émissions rayonnées des circuits hyperfréquences	64
3.3.1. Circuit d'étude : ligne microruban 50 ohms	65
3.3.1.1. Effet sur les paramètres S	65
3.3.1.2. Effet sur les cartographies du champ magnétique	67
3.4. Estimation du champ électromagnétique rayonné en présence de la cavité à partir du champ électromagnétique rayonné sans cavité	69
3.4.1. Principe de la méthode	69
3.4.2. Modèle d'émission rayonnée	70
3.4.2.1. Topographie du modèle	71

3.4.2.2. Extraction des paramètres	72
3.4.2.3. Obtention du vecteur initial des paramètres du modèle . . .	72
3.4.2.4. Optimisation des paramètres	73
3.4.2.5. Modèle du cas testé	74
3.4.3. Résultats et discussions	74
3.4.4. Résultats et analyses	75
3.5. Conclusion	78
3.6. Bibliographie	79

Chapitre 4. Mesure des déformations et des déplacements statiques et vibratoires par des méthodes plein champ 81

Ioana NISTEA et Dan BORZA

4.1. Introduction	82
4.2. Interférométrie speckle	84
4.2.1. Principe de la mesure des champs de déplacements par interférométrie speckle	84
4.2.1.1. Interférométrie speckle à intégration temporelle	86
4.2.1.2. Mesure des déformations statiques d'origine thermique ou mécanique	89
4.2.2. Description du banc de mesure par interférométrie speckle	91
4.2.3. Exemples de mesures des champs de déplacements statiques . . .	92
4.2.3.1. L'effet du vissage et de l'ordre de vissage des vis assurant la fixation dans leur support des cartes électroniques embarquées sur les déformations des cartes ou de leurs supports	93
4.2.3.2. Deux cartes contrôleur moteur équipées (mesure de déformées suite aux sollicitations thermomécaniques produites par convection)	95
4.2.3.3. Mesure des déformations avec dissipation thermique sur un boîtier avec des éléments chauffants (résistances) qui simulent les transistors de puissance	99
4.2.4. Exemples de mesures des champs de déplacements vibratoires . .	100
4.2.5. Exemples de mesures dynamiques	106
4.3. Moiré de projection	107
4.3.1. Principes de la mesure des champs de déplacements par moiré de projection	108
4.3.2. Description du banc de mesure par moiré de projection	109
4.3.3. Exemples de mesures des champs de déplacements par moiré de projection	110
4.4. Projection de lumière structurée	110
4.4.1. Principes de la mesure de forme par lumière structurée	111

4.4.2. Description du banc de mesure par lumière structurée	113
4.4.3. Exemples de mesures des formes 3D par projection de lumière structurée	114
4.5. Conclusion	115
4.6. Bibliographie	116

Chapitre 5. Caractérisations de transistors de commutation aux contraintes de surtension électrique 117

Patrick MARTIN, Ludovic LACHEZE, Alain KAMDEL et Philippe DESCAMPS

5.1. Introduction	117
5.2. Banc de robustesse aux contraintes électriques ESD/EOV	118
5.2.1. Description du banc TPG	118
5.2.2. Contraintes appliquées sur le transistor	119
5.2.3. Procédure de test	121
5.2.4. Capacités du TPG	122
5.3. Résultats de simulation	122
5.3.1. Phénomènes mis en évidence	122
5.3.2. Influence des phénomènes parasites	123
5.4. Dispositif expérimental	126
5.4.1. Résultats de mesures et analyse des phénomènes observés	127
5.4.1.1. Mesures V_{BR} des transistors IR_CR	127
5.4.1.2. Mesures V_{BR} des transistors IR_CR, BUK_CX et NP110_CE	127
5.4.1.3. Interprétation des mesures $I_{DS}(V_{DS})$ et $I_{DS}(V_{GS})$	128
5.5. Conclusion	135
5.6. Bibliographie	135

Chapitre 6. Fiabilité des transistors radiofréquence de puissance aux agressions électromagnétique et thermique 137

Samh KHEMIRI et Moncef KADI

6.1. Introduction	137
6.2. La technologie GaN	138
6.3. Contrainte électromagnétique rayonnée	139
6.3.1. Présentation du banc de contrainte électromagnétique	140
6.3.2. Résultats et analyses	141
6.4. Contrainte continue RF CW	145
6.4.1. Présentation du banc de contrainte continue RF CW	145
6.4.2. Résultats et analyses	145

6.5. Contrainte thermique	147
6.5.1. Présentation du banc de contrainte thermique	147
6.5.2. Résultats et analyses	148
6.5.2.1. Etude à la température $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$	148
6.5.2.2. Etude à la température $T = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$	149
6.6. Contraintes simultanées : RF CW + EM et électrique + EM	152
6.6.1. Effet de l'application simultanée de contraintes électromagnétique et RF.	152
6.6.2. Effet de l'application simultanée de contraintes électromagnétique et continue DC.	154
6.7. Conclusion	156
6.8. Bibliographie	156

Chapitre 7. Mesure de la température interne des composants électroniques 159

Eric JOUBERT, Olivier LATRY, Pascal DHERBECOURT, Maxime FONTAINE,
Christian GAUTIER, Hubert POLAERT et Philippe EUDELIN

7.1. Introduction.	159
7.2. Dispositif expérimental.	160
7.3. Résultats des mesures.	162
7.3.1. Mesures IR.	162
7.3.2. Mesures électriques.	165
7.3.2.1. Calibration de la diode.	165
7.3.2.2. Mesures	165
7.3.3. Mesures optiques	168
7.3.3.1. Principe	168
7.3.3.2. Résultats préliminaires	171
7.3.4. Comparaison entre les méthodes de mesures infrarouges et électriques.	173
7.4. Conclusion	176
7.5. Bibliographie.	177

Chapitre 8. Fiabilité prévisionnelle des systèmes électroniques embarqués : référentiel FIDES 179

Philippe POUGET, Franck BAYLE, Hichame MAANANE
et Pierre Richard DAHOO

8.1. Introduction.	180
8.2. Présentation du guide FIDES	181
8.2.1. Modélisation globale	181

8.2.2. Modèle générique	181
8.2.3. Bases mathématiques.	182
8.2.4. Justification du taux de défaillance/intensité constant	183
8.2.5. Estimation de λ_0	184
8.2.6. Facteurs d'accélération.	185
8.2.7. Profil de vie	186
8.2.8. Expérimentation au niveau des cartes électroniques	188
8.2.9. Expérimentation au niveau des équipements	189
8.2.10. Expérimentation au niveau « famille de composants »	190
8.2.11. Exemple des transistors de puissance « MOSFET ».	192
8.2.11.1. Choix de la loi de la physique de la défaillance	192
8.2.11.2. Fiche de traçabilité	192
8.3. Calcul FIDES sur système mécatronique automobile	193
8.3.1. Objectifs du calcul FIDES.	194
8.3.2. Méthodologie	195
8.3.3. Profil de vie	195
8.3.3.1. Saisie des données	195
8.3.4. Carte SMI	199
8.3.4.1. Résultats par type de composants	199
8.3.4.2. Carte FR4	200
8.3.4.3. Fils connexions entre les cartes SMI et FR4.	201
8.3.5. Taux de défaillance du convertisseur DC/DC	201
8.3.6. Effet de l'amplitude des cycles thermiques sur la durée de vie	201
8.3.7. Comparaison avec les résultats du référentiel UTE C 80-810	201
8.4. Conclusion	202
8.5. Bibliographie.	203

Chapitre 9. Optimisation multiobjectif en interaction fluide-structure 205

Rabii EL MAANI, Abdelkhalak EL HAMI et Bouchaïb RADI

9.1. Introduction.	205
9.2. Algorithme de recherche en marche arrière	207
9.2.1. Initialisation	208
9.2.2. Sélection I	208
9.2.2.1. Opérateur de mutation	209
9.2.2.2. Opérateur de croisement	209
9.2.3. Sélection II.	209
9.3. Problème d'optimisation multiobjectif.	210
9.4. Algorithme proposé	211
9.4.1. Tri rapide non dominé	212

9.4.2. Distance du <i>crowding</i>	212
9.4.3. Validation numérique : tests de benchmark.	214
9.5. Application aux problèmes d'interaction fluide-structure (IFS)	217
9.5.1. Enoncé du problème IFS.	217
9.5.1.1. Equations basiques de l'IFS	217
9.5.1.2. Couplage fluide-structure	218
9.5.2. Processus de l'optimisation IFS	220
9.5.3. Application à l'aile Onera M6	221
9.5.3.1. Position du problème	222
9.5.3.2. Modélisation numérique de l'IFS	223
9.5.3.3. Analyse aérodynamique de l'aile Onera M6.	224
9.5.3.4. Analyse aéroélastique de l'aile Onera M6	227
9.5.3.5. Analyse modale précontrainte	228
9.5.3.6. Optimisation.	228
9.6. Conclusion	230
9.7. Bibliographie.	231
Liste des auteurs	235
Index	237
Sommaire de <i>Les systèmes mécatroniques embarqués 2</i>	241