
Table des matières

Avant-propos	13
Chapitre 1. Optimisation de la conception par la fiabilité	17
Philippe POUGET et Hichame MAANANE	
1.1. Introduction.	18
1.2. La conception par la fiabilité	19
1.2.1. Evaluation des risques par la fiabilité prévisionnelle	21
1.2.2. Identification des éléments critiques pour la fiabilité du système	22
1.2.3. Détermination de la distribution des contraintes provoquant les défaillances	25
1.2.4. Détermination du niveau de criticité des contraintes	27
1.2.5. Provoquer les défaillances et les analyser.	31
1.2.5.1. Essais hautement accélérés	33
1.2.5.2. Essais accélérés.	33
1.2.5.3. Analyse de la défaillance	34
1.2.6. Modélisation des défaillances.	35
1.2.7. Optimisation de la conception	37
1.3. Conclusion	38
1.4. Bibliographie.	39
Chapitre 2. Caractérisation non destructive par ellipsométrie spectroscopique des interfaces de dispositifs mécatroniques	41
Pierre Richard DAHOO, Malika KHETTAB, Jorge LINARES et Philippe POUGET	
2.1. Introduction.	42
2.2. Relation entre les paramètres ellipsométriques et les caractéristiques optiques d'un échantillon	43

2.3. Ellipsomètres à élément tournant ou à modulateur de phase	45
2.4. Relation entre les paramètres ellipsométriques et l'intensité du signal détectée	47
2.5. Analyse des données expérimentales	47
2.6. Le modèle structural à empilement	50
2.7. Le modèle optique	50
2.8. Application de la technique d'ellipsométrie	52
2.8.1. Couche mince à base de nanograins d'argent frittés sur un substrat de cuivre	54
2.8.2. Analyse des spectres ellipsométriques de polymères sur différents substrats	56
2.8.3. Analyse et comparaison après contrainte	63
2.8.4. Analyse physique de l'interaction lumière-matière en termes d'énergie de bande interdite	65
2.8.4.1. Analyse de l'interface B1/Quartz	65
2.8.4.2. Analyse de l'interface B1/Aluminium	66
2.9. Conclusion	66
2.10. Bibliographie	67

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

Samh KHEMIRI, Abhishek RAMANUJAN, Moncef KADI et Zouheir RIAH	69
3.1. Introduction	69
3.2. Théorie des cavités métalliques	70
3.2.1. Définition	70
3.2.2. Champ électromagnétique dans une cavité parallélépipédique	70
3.2.3. Fréquences de résonance	71
3.3. Effet des cavités métalliques sur les émissions rayonnées des circuits hyperfréquences	72
3.3.1. Circuit d'étude : ligne microruban 50 ohms	72
3.3.1.1. Effet sur les paramètres S	73
3.3.1.2. Effet sur les cartographies du champ magnétique	75
3.4. Estimation du champ électromagnétique rayonné en présence de la cavité à partir du champ électromagnétique rayonné sans cavité	77
3.4.1. Principe de la méthode	77
3.4.2. Modèle d'émission rayonnée	78
3.4.2.1. Topographie du modèle	79
3.4.2.2. Extraction des paramètres	80
3.4.2.3. Obtention du vecteur initial des paramètres du modèle	80
3.4.2.4. Optimisation des paramètres	81

3.4.2.5. Modèle du cas testé	82
3.4.3. Résultats et discussions	82
3.4.4. Résultats et analyses	83
3.5. Conclusion	86
3.6. Bibliographie	87
Chapitre 4. Mesure des déformations et des déplacements statiques et vibratoires par des méthodes plein champ	89
Ioana NISTEA et Dan BORZA	
4.1. Introduction.	90
4.2. Interférométrie speckle	92
4.2.1. Principe de la mesure des champs de déplacements par interférométrie speckle	92
4.2.1.1. Interférométrie speckle à intégration temporelle	94
4.2.1.2. Mesure des déformations statiques d'origine thermique ou mécanique	97
4.2.2. Description du banc de mesure par interférométrie speckle	99
4.2.3. Exemples de mesures des champs de déplacements statiques	100
4.2.3.1. 4.2.3.1 Effet du vissage et de l'ordre de vissage sur les déformations d'une carte électronique.	101
4.2.3.2. Deux cartes contrôleur moteur équipées (mesure de déformées suite aux sollicitations thermomécaniques produites par convection)	103
4.2.3.3. Mesure des déformations avec dissipation thermique sur un boîtier avec des éléments chauffants (résistances) qui simulent les transistors de puissance	107
4.2.4. Exemples de mesures des champs de déplacements vibratoires	108
4.2.5. Exemples de mesures dynamiques	114
4.3. Moiré de projection	115
4.3.1. Principes de la mesure des champs de déplacements par moiré de projection	116
4.3.2. Description du banc de mesure par moiré de projection	117
4.3.3. Exemples de mesures des champs de déplacements par moiré de projection	118
4.4. Projection de lumière structurée.	118
4.4.1. Principes de la mesure de forme par lumière structurée	119
4.4.2. Description du banc de mesure par lumière structurée	121
4.4.3. Exemples de mesures des formes 3D par projection de lumière structurée	122
4.5. Conclusion	123

4.6. Bibliographie	124
Chapitre 5. Caractérisations de transistors de commutation aux contraintes de surtension électrique	125
Patrick MARTIN, Ludovic LACHEZE, Alain KAMDEL et Philippe DESCAMPS	
5.1. Introduction	125
5.2. Banc de robustesse aux contraintes électriques ESD/EOV	126
5.2.1. Description du banc TPG	126
5.2.2. Contraintes appliquées sur le transistor	127
5.2.3. Procédure de test	129
5.2.4. Capacités du TPG	130
5.3. Résultats de simulation	130
5.3.1. Phénomènes mis en évidence	130
5.3.2. Influence des phénomènes parasites	131
5.4. Dispositif expérimental	134
5.4.1. Résultats de mesures et analyse des phénomènes observés	135
5.4.1.1. Mesures V_{BR} des transistors IR_CR	135
5.4.1.2. Mesures V_{BR} des transistors IR_CR, BUK_CX et NP110_CE	135
5.4.1.3. Interprétation des mesures $I_{DS}(V_{DS})$ et $I_{DS}(V_{GS})$	136
5.5. Conclusion	143
5.6. Bibliographie	143
Chapitre 6. Fiabilité des transistors radiofréquence de puissance aux agressions électromagnétique et thermique	145
Samh KHEMIRI et Moncef KADI	
6.1. Introduction	145
6.2. La technologie GaN	146
6.3. Contrainte électromagnétique rayonnée	147
6.3.1. Présentation du banc de contrainte	148
6.3.2. Résultats et analyses	149
6.4. Contrainte continue RF CW	153
6.4.1. Présentation du banc de contrainte	153
6.4.2. Résultats et analyses	153
6.5. Contrainte thermique	155
6.5.1. Présentation du banc	155
6.5.2. Résultats et analyses	156
6.5.2.1. Etude à la température $T = 90\text{ °C}$	156
6.5.2.2. Etude à la température $T = -40\text{ °C}$	157
6.6. Contraintes simultanées : RF CW + EM et Electrique + EM	160

6.6.1. Effet de l'application simultanée de contraintes électromagnétique et RF	160
6.6.2. Effet de l'application simultanée de contraintes électromagnétique et continue DC	162
6.7. Conclusion	164
6.8. Bibliographie	164
Chapitre 7. Mesure de la température interne des composants électroniques	167
Eric JOUBERT, Olivier LATRY, Pascal DHERBECOURT, Maxime FONTAINE, Christian GAUTIER, Hubert POLAERT et Philippe EUDELIN	
7.1. Introduction	167
7.2. Dispositif expérimental	168
7.3. Résultats des mesures	170
7.3.1. Mesures IR	170
7.3.2. Mesures électriques	173
7.3.2.1. Calibration de la diode	173
7.3.2.2. Mesures	173
7.3.3. Mesures optiques	176
7.3.3.1. Principe	176
7.3.3.2. Résultats préliminaires	179
7.3.4. Comparaison entre les méthodes de mesures infrarouges et électriques	181
7.4. Conclusion	184
7.5. Bibliographie	185
Chapitre 8. Fiabilité prévisionnelle des systèmes électroniques embarqués : référentiel FIDES	187
Philippe POUGNET, Franck BAYLE, Hichame MAANANE et Pierre Richard DAHOO	
8.1. Introduction	188
8.2. Présentation du guide FIDES	189
8.2.1. Modélisation globale	189
8.2.2. Modèle générique	189
8.2.3. Bases mathématiques	190
8.2.4. Justification du taux de défaillance/intensité constant	191
8.2.5. Estimation de λ_0	192
8.2.6. Facteurs d'accélération	193
8.2.7. Profil de vie	193
8.2.8. Expérimentation au niveau des cartes électroniques	195
8.2.9. Expérimentation au niveau des équipements	197

8.2.10. Expérimentation au niveau « famille de composants »	198
8.2.11. Exemple des transistors de puissance « MOSFET »	200
8.2.11.1. Choix de la loi de la physique de la défaillance	200
8.2.11.2. Fiche de traçabilité	200
8.3. Calcul FIDES sur système mécatronique automobile	201
8.3.1. Objectifs du calcul FIDES	202
8.3.2. Méthodologie	203
8.3.3. Profil de vie	203
8.3.3.1. Saisie des données	203
8.3.4. Carte SMI	207
8.3.4.1. Résultats par type de composants	207
8.3.4.2. Carte FR4	208
8.3.4.3. Fils connexions entre les cartes SMI et FR4	209
8.3.5. Taux de défaillance du convertisseur DC/DC	209
8.3.6. Effet de l'amplitude des cycles thermiques sur la durée de vie	209
8.3.7. Comparaison avec les résultats du référentiel UTE C 80-810	209
8.4. Conclusion	210
8.5. Bibliographie	211
Chapitre 9. Etude du contact dynamique entre solides déformables	213
Bouchaib RADI et Abdelkhalak EL HAMI	
9.1. Introduction	213
9.2. Préliminaires	215
9.3. Résultats théoriques	216
9.4. Méthode numérique proposée	221
9.4.1. Traitement du contact	222
9.4.2. Schéma en temps	223
9.5. Résultats numériques	224
9.5.1. Principe de fonctionnement du moteur piézoélectrique	224
9.5.2. Modélisation et résultats numériques	226
9.6. Conclusion	228
9.7. Bibliographie	229
Index	231