

Table des matières

Avant-propos	11
Chapitre 1. Introduction aux technologies RFID	15
1.1. Introduction	15
1.2. Histoire de la RFID	15
1.3. Technologies RFID	17
1.3.1. Principe de fonctionnement général	17
1.3.2. Technologies LF et HF	21
1.3.3. Technologies UHF et SHF	22
1.3.3.1. Tags passifs	23
1.3.3.2. Tags actifs	30
1.3.4. Technologie ULB ou UWB	32
1.4. Conclusion	37
Chapitre 2. Etat de l'art des technologies RFID sans puce	39
2.1. Introduction	39
2.2. Etat de l'art des technologies RFID sans puce	39
2.2.1. Tags temporels	42
2.2.1.1. Tags SAW	43
2.2.1.2. Tags à ligne de transmission	44
2.2.2. Tags fréquentiels	49
2.2.2.1. Tags 1 bit pour systèmes antivol	50
2.2.2.2. Tags utilisant deux antennes et un circuit passif filtrant	52

2.2.2.3. Tags utilisant une ou plusieurs antennes connectées à une charge complexe	55
2.2.2.4. Tags ULB à multiples antennes filtrantes	56
2.2.2.5. Tags THz codés en volume	61
2.2.3. Tags à imagerie 2D	62
2.2.4. Tags TFTC	63
2.3. Comparaison des technologies RFID sans puce actuelles.	64
2.4. Etude de marché concernant les technologies RFID sans puce et imprimables.	66
2.4.1. Applications actuelles	69
2.4.2. Applications futures	70
2.5. Problématiques couvertes dans cet ouvrage.	72
2.6. Conclusion	72

Chapitre 3. Techniques de codage de l'information en RFID sans puce 75

3.1. Introduction.	75
3.2. Forme d'onde et contenu informatif d'un signal	75
3.3. Principes de base du codage	77
3.3.1. Présence ou absence	77
3.3.2. Code en position	77
3.3.3. Codage sur la largeur d'un symbole	78
3.3.4. Codage sur la forme du signal	79
3.4. Codage temporel.	80
3.4.1. Présence/absence ou OOK.	82
3.4.2. Position d'impulsions ou PPM	82
3.4.2.1. Saut de phase ou QSPK	84
3.4.3. Principe d'anticollision.	85
3.5. Codage fréquentiel	86
3.5.1. Allure de l'amplitude.	86
3.5.1.1. Présence/absence ou OOK	87
3.5.1.2. Saut de fréquence ou PPM	88
3.5.2. Phase	90
3.5.2.1. Allure de la phase	90
3.5.2.2. Saut de phase	91
3.5.2.3. Vitesse de groupe.	92
3.5.3. Principe d'anticollision.	93

3.6. Amélioration de l'efficacité de codage.	94
3.6.1. Diagramme de constellation et représentations graphiques	94
3.6.2. Utilisation de plusieurs états	96
3.6.3. Codage hybride	96
3.7. Comparaison du codage en amplitude et en phase	98
3.8. Critères de performance du codage	99
3.9. Conclusion	101

Chapitre 4. Conception de tags RFID sans puce 103

4.1. Introduction.	103
4.2. Classification des technologies sans puce	104
4.2.1. Tags sans puce « temporels » et « fréquentiels »	104
4.2.2. Approche circuit ou utilisation d'éléments diffusants résonants	105
4.3. Modélisation du problème : exemple d'un résonateur de base	107
4.3.1. Mécanismes de rétrodiffusion.	108
4.3.2. Modélisation de la réponse électromagnétique.	113
4.3.3. Diagramme de rayonnement	118
4.3.4. Polarisation.	119
4.4. Etude paramétrique des résonateurs de base, critères de performance	121
4.4.1. Détermination de critères de performance	121
4.4.2. Comparaison des résonateurs	122
4.5. Association de plusieurs résonateurs et méthode d'optimisation	126
4.5.1. Résumé sur les étapes de conception d'un tag <i>chipless</i> à base de REP	129
4.6. Conception de tags sans plan de masse	130
4.6.1. Présentation du <i>design</i> n° 1 : tag double C	130
4.6.1.1. Description du tag	130
4.6.1.2. Performances et résultats obtenus	133
4.6.2. Présentation du <i>design</i> n° 2 : tag en C à vingt éléments	136
4.6.2.1. Description du tag	136
4.6.2.2. Performances et résultats obtenus	138
4.6.3. Présentation du <i>design</i> n° 3 : tags simple C à codage hybride	139
4.6.3.1. Description du tag	139
4.6.3.2. Principe de codage	142
4.6.3.3. Performances et résultats obtenus	142
4.6.4. Prise en compte de l'environnement, méthode d'autocompensation sur l'extraction des fréquences de résonance pour les tags sans plan de masse	147

4.6.4.1. Méthode basée sur la détection de la permittivité effective de l'environnement proche du tag	147
4.6.4.2. Méthode d'approximation linéaire de la déviation fréquentielle	152
4.7. Conception de tags avec plan de masse	154
4.7.1. Présentation du <i>design</i> n° 4 : tag indépendant de la polarisation	154
4.7.1.1. Description du tag	155
4.7.1.2. Performances et résultats obtenus	158
4.7.2. Présentation du <i>design</i> n° 5 : tag codé en polarisation	161
4.7.2.1. Description du tag	161
4.7.2.2. Principe de codage	163
4.7.2.3. Performances et résultats obtenus	165
4.7.3. Présentation du <i>design</i> n° 6 : tag dépolarisant	168
4.7.3.1. Description des tags	169
4.7.3.2. Performances et résultats obtenus	172
4.8. Conclusion	174

Chapitre 5. Réalisations et mesures de tags *chiplless* 177

5.1. Introduction.	177
5.2. Procédé de fabrication des tags RFID sans puce	177
5.2.1. Fabrication par la filière électronique classique	178
5.2.1.1. Limites de fabrication (résolution, variabilité).	179
5.2.1.2. Coût de réalisation	179
5.2.1.3. Configuration	179
5.2.2. Electronique imprimée.	181
5.2.2.1. Procédés d'impression d'encre conductrice	181
5.2.2.2. Caractérisation des différents supports	183
5.2.3. Performances atteintes et comparaisons entre les différents procédés de fabrication.	185
5.3. Méthodes de mesure des tags RFID sans puce	191
5.3.1. Etude d'un banc de mesure de type radar fréquentiel	192
5.3.1.1. Procédure de calibration.	193
5.3.1.2. Bilan de puissance et calcul de la portée de détection	197
5.3.2. Mesures en cavité.	199
5.3.3. Etude d'un banc de mesure radar temporel	203
5.3.3.1. Normes concernant les puissances rayonnées pour des communications ULB (ultra large bande).	203
5.3.3.2. Banc de caractérisation utilisant des signaux impulsionnels	207

5.3.4. Conception d'un lecteur de tags sans puce	212
5.3.4.1. Echantillonnage en temps équivalent	213
5.3.4.2. Radar impulsif ULB modifié pour la détection de tag sans puce.	215
5.3.5. Mise en forme des signaux et décodage.	219
5.3.6. Mesures en environnement réel.	220
5.4. Conclusion	227
Conclusion	229
Bibliographie	233
Index	241