

ZERROUK SIDI ALI MEBAREK

ANTENNES FILAIRES ET ANTENNES A SURFACES RAYONNANTES



Office des Publications Universitaires

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS

CHAPITRE 1: CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES ANTENNES

1.1 GENERALITES	9
1.2 EXIGENCES IMPOSEES AUX ANTENNES	10
1.3 DEFINITIONS	10
1.3.1 Antenne	10
1.3.2 Surfaces d'ondes et fronts d'ondes	11
1.3.3 Ondes localement planes	12
1.3.4 Zones de rayonnement	12
1.4 PROPRIETES FONDAMENTALES	14
1.4.1 Réciprocité	14
1.4.2 Linéarité	15
1.5 PARAMETRES CARACTERISTIQUES D'UNE ANTENNE	16
1.5.1 Caractéristiques de rayonnement	16
1.5.2 Gain et directivité	18
1.5.3 Bande passante	27
1.5.4 Polarisation	29
1.5.5 Hauteur effective et résistance équivalente	32
1.5.6 Surface équivalente (effective)	34
1.5.7 Température de bruit	37

CHAPITRE 2: ETUDE GENERALE DE LA PROPAGATION

2.1 INTRODUCTION	39
2.2 EQUATIONS DE MAXWELL	39
2.3 EQUATION DE PROPAGATION DES CHAMPS ELECTRIQUE E ET MAGNETIQUE H DANS UN MILIEU LINEAIRE ET HOMOGENE	41
2.4 POTENTIEL VECTEUR A ET POTENTIEL SCALAIRE ϕ	41
2.5 EQUATIONS DE PROPAGATION DES POTENTIELS VECTEUR A ET SCALAIRE F DANS UN MILIEU LINEAIRE	42
2.5.1 Jauge de Coulomb	43
2.5.2 Jauge de Lorentz	43

2.6 EXPRESSIONS DES CHAMPS E ET H EN FONCTION DU POTENTIEL A (milieu linéaire en régime harmonique)	44
2.7 SOLUTION DE L'EQUATION DE PROPAGATION DU VECTEUR POTENTIEL A	45
2.8 CLASSIFICATION DES ANTENNES (SOURCES RAYONNANTES)	47
2.8.1 Les Antennes filaires	47
2.8.2 Les Antennes à surfaces rayonnantes	48
CHAPITRE 3: DOUBLET DE HERTZ	
3.1 CONSTITUTION	49
3.2 CHAMP ELECTROMAGNETIQUE CREE	49
3.2.1 Potentiel vecteur A	49
3.2.2 Expression de A(r) en coordonnées Sphériques	50
3.2.3 Champ électrique et champ magnétique créés	51
3.3 DENSITE DE PUISSANCE RAYONNEE	54
3.4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU DOUBLET DE HERTZ	55
3.4.1 Surface caractéristique de rayonnement	55
3.4.2 Directivité	56
3.4.3 Puissance totale émise	57
3.4.4 Résistance de rayonnement	58
3.4.5 Hauteur effective	58
3.4.6 Surface équivalente (effective)	58
3.5 PROCEDURE GENERALE POUR L'ETUDE DU DOUBLET DE HERTZ	60
3.6 GROUPEMENT DE DEUX DOUBLETS DE HERTZ	61
3.6.1 Introduction	61
3.6.2 Méthode d'analyse	61
3.6.3 Approximation de Schelkunoff	61
3.6.4 Calcul du champ électrique résultant	62
3.6.5 Diagramme de rayonnement	65
3.6.6 Diagramme de rayonnement de deux doublets parallèles (plan $\theta = \pi/2$)	66
CHAPITRE 4: ANTENNES FILAIRES	
4.1 CONSTITUTION	71
4.2 METHODE D'ANALYSE	71
4.3 CLASSIFICATION DES ANTENNES FILAIRES	72
4.3.1 Selon la position de l'alimentation	72

4.3.2 Selon la nature de la charge	73
4.4 ETUDE DES ANTENNES A ONDES STATIONNAIRES	73
4.4.1 Antenne unipolaire isolée dans l'espace	73
4.4.2 Antenne unipolaire en présence de sol	78
CHAPITRE 5: RESEAU UNIFORME D'ANTENNES FILAIRES	
5.1 RESEAU D'ANTENNES	91
5.1.1 Introduction	91
5.1.2 Courants d'alimentation	93
5.1.3 Champ électrique rayonné par n doublets	94
5.1.4 Diagramme de rayonnement	98
5.1.5 Exemple d'un réseau uniforme placé dans le plan $\theta = \pi/2$ (courants en phase $\phi = 0$)	100
5.2 RIDEAU UNIFORME	106
5.3 EXEMPLES D'ANTENNES FILAIRES	107
5.3.1 Antenne Losange (Rhombique)	107
5.3.2 Antenne Dièdre	109
5.3.3 Antenne Yagi	110
5.3.4 Antenne Dipôle Log-Périodique	111
5.3.5 Antenne Hélicoïdale (Hélice)	113
CHAPITRE 6 : THEORIE DES OUVERTURES RAYONNANTES	
6.1 INTRODUCTION	115
6.2 EQUATIONS DE MAXWELL GENERALISEES	115
6.3 FORMULES DE KOTTLER	118
6.4 OUVERTURES RAYONNANTES PLANES	119
6.4.1 Hypothèses	119
6.4.2 Expressions du champ électromagnétique dans la zone lointaine	120
6.4.3 Ouvertures rectangulaires	127
6.4.1 Ouvertures circulaires	140
CHAPITRE 7: ANTENNES A REFLECTEUR PARABOLIQUE	
7.1 INTRODUCTION	149
7.2 DESCRIPTION ET PROPRIETES DE LA PARABOLE DE REVOLUTION	149
7.2.1 Description	149
7.2.2 Propriétés du paraboloïde	152
7.3 ANTENNE A REFLECTEUR PARABOLIQUE	152
7.3.1 Description de l'antenne	152

7.3.2 Méthode d'analyse des Ouvertures rayonnantes.....	158
7.4 CARACTERISTIQUES DES ANTENNES PARABOLIQUES	159
7.4.1 Surface équivalente	159
7.4.2 Directivité.....	160
7.4.3 Gain	161
7.4.4 Diagramme de rayonnement.....	162
7.4.5 Angle d'ouverture à mi-puissance (à - 3 dB).....	164
7.4.6 Rendement global.....	164
7.4.7 Bande passante	166
7.4.8 Polarisation.....	166
7.4.9 Température de bruit	168
7.5 ANTENNES POUR TELECOMMUNICATIONS PAR	
SATELLITES	170
7.5.1 Antennes utilisées dans les stations terriennes	170
7.5.2 Antennes embarquées à bord de satellites	171
ANNEXE N°1: Eléments de calcul vectoriel.....	177
A1.1 Coordonnées sphériques.....	177
A1.2 Opérateurs vectoriels	178
A1.3 Relations importantes	179
ANNEXE N°2: Transformation d'intégrales multiples.....	180
A2.1 Formule d'Ostrogradky (Formule de la divergence).....	180
A2.2 Formule de stokes.....	181
ANNEXE N°3: Fonctions de Bessel.....	182
A3.1 Fonction de Bessel de première espèce	182
A3.2 Fonction de Bessel de deuxième espèce.....	183
ANNEXE N°4: Conditions limites	185
INDEX	188
BIBLIOGRAPHIE	191



Après avoir préparé, en France, un diplôme de Docteur-Ingénieur en "Communications Micro-ondes et Optiques", l'auteur commença sa carrière, en tant que Maître-assistant, à l'Institut des télécommunications d'Oran où il participa à la formation

des élèves ingénieurs en Télécommunications dans le domaine des micro-ondes et de la transmission optique. Après avoir été chef de département post-graduation et recherche scientifique, il occupe actuellement le poste de Directeur du Laboratoire de Recherche "Communications Multimédia" au sein duquel il dirige une équipe de recherche sur les réseaux.

Cet ouvrage, d'abord destiné aux ingénieurs en télécommunications, a été inspiré du cours d'antennes qu'a donné l'auteur à l'Institut des Télécommunications d'Oran jusqu'au début des années 2000. Par soucis de présenter un ensemble cohérent, l'auteur a été amené à faire de larges débordements sur le programme afin que l'étudiant puisse trouver réponses à un grand nombre de ses préoccupations. Ce livre commence par présenter les principales caractéristiques des antennes afin de donner les bases nécessaires au lecteur pour qu'il puisse comprendre et utiliser les antennes. Un certain nombre d'antennes, utilisés aussi bien en radiocommunication (filaires) qu'en télécommunications (à surfaces rayonnantes) ont été présentées.

Edition: 4672
Prix : 570 DA

www.opu-dz.com

