

TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

HYPERFRÉQUENCES

Guides d'ondes

Théorie et pratique

Claude JOBIN



La côte de l'ouvrage : 2-539-81

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I

LES EQUATIONS DE MAXWELL	1
1. Champs sinusoïdaux	1
2. Les équations	2
3. Cas des milieux conducteurs	6
4. Discontinuité des champs	7
5. Conducteur cylindrique	8
6. Retour sur les équations de Maxwell	10
7. Théorème de Lorentz	18

CHAPITRE II

PROPAGATION PAR ONDES PLANES	20
1. Généralités	20
2. Théorie des ondes planes	22
3. Ondes semi -transversales	25
4. Ondes transversales	26
5. Réflexion des ondes planes	28
6. Propagation par ondes planes en milieu inhomogène	35

CHAPITRE III

GUIDES D'ONDES - GENERALITES	37
1. Notion de guide	37
2. Essai de classification des guides	37
3. Modes de propagation - Diagramme de dispersion	38

CHAPITRE IV

LE GUIDE D'ONDE RECTANGULAIRE	40
1. Mode TM	40
2. Mode TE	42
3. Propagation des ondes semi-transversales	44
4. Répartition des champs et des courants	46
5. Représentation des lignes de champ en mode TE	48
6. Représentation des lignes de champ en mode TM	48

CHAPITRE V

GUIDE D'ONDE CIRCULAIRE	50
1. Définition	50
2. Mise en équation	50

3. Mode TM	51
4. Mode TE	52
5. Mode dominant	53
6. Représentation des premiers modes TM	54
7. Représentation des premiers modes TE	55
CHAPITRE VI	
LE GUIDE COAXIAL	57
1. Définition	57
2. Mode TEM.....	57
3. Autres modes de propagation	62
CHAPITRE VII	
GUIDES D'ONDES ELLIPTIQUES	66
1. Introduction	66
2. Résolution de l'équation de Helmholtz	67
3. Equation des champs	69
4. Représentation des lignes de champ pour quelques modes	73
CHAPITRE VIII	
LA LIGNE BIFILAIRE	74
1. Introduction	74
2. Détermination de C et L_∞	74
3. Calcul de la résistance et de la self des conducteurs	77
4. Impédance caractéristique	78
5. L'un des conducteurs est un plan métallique	79
6. Coaxial excentré	80
7. Ligne bifilaire sous écran	82
8. Les paires et leur environnement	86
CHAPITRE IX	
PERTES ET ENERGIE DANS LES GUIDES METALLIQUES	87
1. Relations énergétiques	87
2. Pertes dans les guides - Coefficient d'affaiblissement	89
3. Coefficient d'affaiblissement en mode TE	92
4. Coefficient d'affaiblissement en mode TM	93
5. Coefficient d'affaiblissement en mode TEM	93
6. Affaiblissement et puissance dans les principaux guides	93
7. Puissance maximum transmissible en fonction de la fréquence	99
CHAPITRE X	
GUIDES DIELECTRIQUES PLAN	106

1. Guide symétrique	106
2. Guide asymétrique	109
3. Guide diélectrique sur un conducteur parfait	111
 CHAPITRE XI	
GUIDE DIELECTRIQUE CIRCULAIRE	115
A - GUIDE A CŒUR DIELECTRIQUE	115
1. Mise en équation	115
2. Equation de dispersion	116
3. Recherche des modes	118
4. Hypothèse du faible guidage	121
5. Guides à gradient d'indice	123
B - GUIDE A CŒUR METALLIQUE	124
6 Mise en équation - Procédure de résolution	124
7 Etude d'un cas	125
 CHAPITRE XII	
GUIDES INHOMOGENES	129
A - GUIDE CONIQUE	129
1. Mise en équation	129
B - GUIDE RADIAL	132
2. Mise en équation	132
3. Solution en modes TM	134
4. Mode TM dominant ou mode TEM	138
5. Modes TE	139
C - TRANSITION A COEFFICIENT DE REFLEXION MINIMUM	142
6. Théorie des petites réflexions	142
7. Transition continue	146
 CHAPITRE XIII	
CIRCUITS A CONSTANTES REPARTIES	149
1. Modélisation des guides par des lignes équivalentes	149
2. Equations des lignes - Equation des Télégraphistes	153
3. Câble coaxial en régime harmonique	153
4. Influence de l'impédance interne du générateur	159
5. Lignes sans pertes	159
6. Câble coaxial en régime transitoire	163
 CHAPITRE XIV	
ABAQUE DE SMITH	167
1. Construction de l'abaque	167
3. Utilisation de l'abaque	170

4. Adaptation d'une ligne à une charge	171
CHAPITRE XV	
MATRICE DE REPARTITION - Paramètres S	176
1. Approche réseau classique	176
2. Paramètres S d'un réseau	179
3. Signification des paramètre S	180
4. Changement de plans de référence	182
5. Propriétés de la matrice S	183
6. Cas particuliers	184
CHAPITRE XVI	
COMPOSANTS HYPERFREQUENCES	186
1. Ferrites	186
2. Introduction à l'étude des composants	194
3. Quadripôle ou biporte	194
4. Hexapôles ou triportes	198
5. Octopôles ou composants à quatre accès	200
6. Coupleurs à lignes couplées	208
CHAPITRE XVII	
OBSTACLES DANS LES GUIDES	215
1. Tige d'adaptation	215
2. Le plongeur résonnant	218
3. Diaphragme inductif	222
4. Diaphragme capacitif	225
5. Transition guide-coaxial	227
CHAPITRE XVIII	
CAVITES	233
1. Cavité fermée sans perte	233
2. Couplage d'une cavité sans perte à un guide d'onde	235
3. Cavités avec pertes diélectriques (conduction de volume)	238
4. Cavités avec pertes dans les parois	240
5. Différents types de cavités	242
6. Couplage des cavités	244
CHAPITRE XIX	
CABLES RAYONNANTS	246
1. Bref historique	246
2. Modélisation des ouvertures	247
3. Champs produits par une fente	250

4. Rayonnement des dipôles magnétiques	252
5. Rayonnement d'un motif de fentes en réseau	257
6. Rayonnement à distance finie	260
7. Essai de modélisation du rayonnement	263
CHAPITRE XX	
INTRODUCTION A LA MESURE HYPERFREQUENCE	270
1. Rappels sur la transformée de Fourier	270
2. Fonction porte - Notion de filtrage	273
3. Transformée de Fourier discrète	274
4. Analyseurs de spectres	278
5. Réflectomètres temporels - TDR	280
6. Analyseurs de réseau vectoriels	284
CHAPITRE XXI	
QUELQUES ASPECTS PRATIQUES	293
1. La fibre optique	293
2. Les câbles cuivre	306
3. Boucle optique à verrouillage de phase	312
4. Joint tournant pour fibre optique	313
ANNEXE A	
EQUATION DE MATHIEU	315
1. Présentation	315
2. Fonctions de Mathieu	315
3. Solution des équations de Mathieu - <i>Décomposition en séries de Fourier</i>	316
4. Solutions des équations de Mathieu modifiées - <i>Développements besseliens</i> ..	320
5. Représentation de quelques fonctions	325
6. Conclusion	326
ANNEXE B	
FORMULAIRE	333
ANNEXE C	
PROBLEME DE SYNTHESE	345
INDEX ANALYTIQUE	359
BIBLIOGRAPHIE	361