

2-621-19-13/1

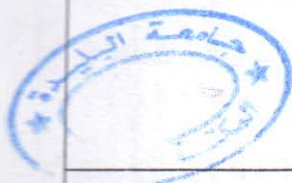
2-621-19-13/1

TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE
PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE JACQUES NEIRYNCK

VOLUME XIII

HYPERFRÉQUENCES



par Fred Gardiol



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION	v
CHAPITRE 1	NOTIONS FONDAMENTALES	
	1.1 Principales définitions	1
	1.2 Propriétés des hyperfréquences	4
	1.3 Historique	7
	1.4 Hypothèses de base	8
CHAPITRE 2	LIGNES DE TRANSMISSION ET GUIDES D'ONDES	
	2.1 Définitions et classification	13
	2.2 Propagation dans un guide d'ondes métallique homogène fermé.	17
	2.3 Guide d'ondes rectangulaire.	33
	2.4 Guides d'ondes circulaire	42
	2.5 Autres formes de guides d'ondes creux	51
	2.6 Lignes à deux conducteurs: mode TEM	52
	2.7 Méthodes de perturbation	55
	2.8 Lignes et guides d'ondes inhomogènes	62
	2.9 Exemple simple: plaque diélectrique	65
	2.10 Guide diélectrique circulaire, fibre optique.	71
	2.11 Lignes planaires.	79
	2.12 Exercices	93
CHAPITRE 3	CAVITÉS RÉSONNANTES	
	3.1 Introduction et généralités	97
	3.2 Etude d'une cavité homogène fermée	98
	3.3 Cavité formée par un tronçon de ligne de transmission	103
	3.4 Méthode de perturbation	115
	3.5 Cavités ouvertes	121
	3.6 Notions d'excitation	128
	3.7 Exercices	130
CHAPITRE 4	GÉNÉRATEURS ET AMPLIFICATEURS	
	4.1 Principes de base	133
	4.2 Tubes à champs croisés: magnétrons	135
	4.3 Les klystrons	142

	4.4	Tubes à couplage distribué	149
	4.5	Gyrotrons	157
	4.6	Générateurs à transfert d'électrons	159
	4.7	Avalanche et temps de transit	164
	4.8	Transistors	168
	4.9	Multiplication de fréquence	171
	4.10	Amplificateurs à faible bruit	174
	4.11	Remarques pratiques	177
	4.12	Exercices	181
CHAPITRE 5		MESURE DU SIGNAL	
	5.1	Grandeurs caractérisant le signal	183
	5.2	Mesures mécaniques de la fréquence	184
	5.3	Compteurs de fréquence	187
	5.4	Analyseur de spectre	193
	5.5	Mesure mécanique de la puissance	196
	5.6	Mesure de la puissance par conversion thermique	197
	5.7	Sources d'erreurs	202
	5.8	Mesure de la puissance d'impulsion	206
	5.9	Oscilloscope	209
	5.10	Exercices	209
CHAPITRE 6		COMPOSANTS HYPERFRÉQUENCES	
	6.1	Matrice de répartition	213
	6.2	Monoportes : composants à un accès	222
	6.3	Biportes : composants à deux accès	224
	6.4	Triportes : composants à trois accès	239
	6.5	Quadriportes : composants à quatre accès	246
	6.6	Hexaportes : composants à six accès	257
	6.7	Composants non réciproques à ferrite	260
	6.8	Composants de contrôle à semiconducteurs	277
	6.9	Implantation d'éléments électroniques	281
	6.10	Exercices	285
CHAPITRE 7		MESURE DES COMPOSANTS	
	7.1	Principes des mesures comparatives	287
	7.2	Mesure de réflexion : ligne fendue	290
	7.3	Réflectométrie	299
	7.4	Affaiblissement et déphasage	309
	7.5	Mesures de cavités	318
	7.6	Mesure du facteur de bruit	322
	7.7	Exercices	328
CHAPITRE 8		APPLICATIONS	
	8.1	Radar	331
	8.2	Télécommunications	343

8.3	Chauffage à microondes	355
8.4	Effets biologiques	361
8.5	Mesure de matériaux	364
8.6	Radiométrie	371
8.7	Transport d'énergie	373
8.8	Accélérateurs de particules	374
8.9	Exercices	376
CHAPITRE 9	ANNEXES	
9.1	Calcul vectoriel	379
9.2	Relations intégrales	385
9.3	Fonctions de Bessel	386
9.4	Fonctions de Bessel modifiées	390
9.5	Similitudes entre hyperfréquences et acoustique	393
9.6	Tableaux récapitulatifs pour les guides d'ondes rectangulaire et circulaire	394
9.7	Propriétés des matériaux usuels utilisés en hyperfréquences	396
9.8	Symboles graphiques utilisés en hyperfréquences	396
	SOLUTIONS DES EXERCICES	401
	BIBLIOGRAPHIE	409
	INDEX ANALYTIQUE	419
	INDEX DES TERMES ANGLAIS	423
	GLOSSAIRE	425