

ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# Traité d'Électricité

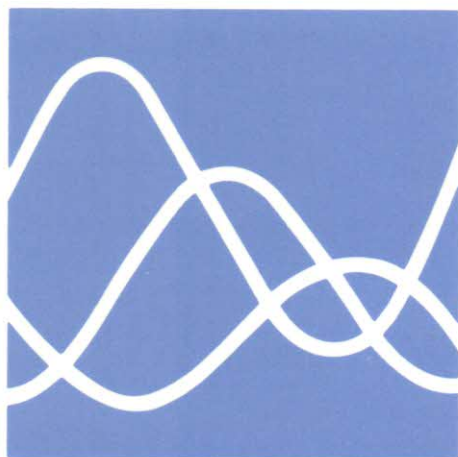
PUBLIÉ SOUS LA DIRECTION DE JACQUES NEIRYNCK

VOLUME III

## ÉLECTROMAGNÉTISME

Fred Gardiol

Nouvelle édition, revue et augmentée



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

## TABLE DES MATIÈRES

	INTRODUCTION.....	v
	TABLE DES MATIÈRES.....	xi
<b>CHAPITRE 1</b>	<b>NOTIONS FONDAMENTALES</b>	
	1.1 Modèles.....	1
	1.2 Historique.....	3
	1.3 Définitions.....	6
	1.4 Equations de Maxwell.....	10
	1.5 Conditions aux limites.....	13
	1.6 Propriétés des matériaux.....	15
	1.7 Energie et puissance.....	17
	1.8 Equations d'onde.....	20
	1.9 Exercices.....	21
	<b>Partie I Lignes</b>	
<b>CHAPITRE 2</b>	<b>LIGNE DANS LE DOMAINE TEMPOREL</b>	
	2.1 Lignes sans pertes.....	27
	2.2 Propagation le long d'une ligne.....	30
	2.3 Impédance et puissance.....	34
	2.4 Quelques lignes.....	36
	2.5 Ligne sans pertes avec terminaison.....	40
	2.6 Effet du générateur, réflexions multiples.....	42
	2.7 Lignes avec pertes.....	46
	2.8 Exercices.....	49
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>LIGNE DANS LE DOMAINE FRÉQUENTIEL</b>	
	3.1 Notation complexe.....	51
	3.2 La ligne de transmission en notation complexe.....	54
	3.3 Impédance et puissance.....	59
	3.4 Quelques lignes.....	60
	3.5 Matrices et schémas équivalents.....	65
	3.6 Cas particulier: ligne sans pertes.....	71
	3.7 Cas particulier: connexion de deux lignes.....	75
	3.8 Exercices.....	76

CHAPITRE 4	TERMINAISONS ET ADAPTATION	
	4.1 Ligne avec terminaison .....	79
	4.2 Abaque de Smith.....	81
	4.3 Effet du générateur.....	89
	4.4 Adaptation.....	93
	4.5 Résonateurs .....	99
	4.6 Exercices .....	103
CHAPITRE 5	LIGNE À OBSTACLES PÉRIODIQUES	
	5.1 Introduction.....	105
	5.2 Développement asymptotique.....	109
	5.3 Ligne périodique de longueur finie.....	114
	5.4 Exercices .....	117
CHAPITRE 6	LIGNES COUPLÉES	
	6.1 Définitions.....	119
	6.2 Développement mathématique général.....	121
	6.3 Conditions aux limites .....	124
	6.4 Cas particulier de deux lignes couplées.....	126
	6.5 Exercices .....	131
	<b>Partie II Ondes</b>	
CHAPITRE 7	CHAMPS DANS LE DOMAINE FRÉQUENTIEL	
	7.1 Notation complexe .....	135
	7.2 Polarisation du champ.....	138
	7.3 Propriétés des matériaux .....	140
	7.4 Equations et théorèmes en notation complexe .....	142
	7.5 Exercices .....	145
CHAPITRE 8	ONDES PLANES	
	8.1 Propagation dans un milieu infini sans pertes .....	147
	8.2 Propagation dans un milieu infini avec pertes.....	151
	8.3 Discontinuité plane .....	157
	8.4 Cas particulier: deux milieux sans pertes .....	164
	8.5 Réflexion sur une surface métallique .....	166
	8.6 Exercices .....	171
CHAPITRE 9	RAYONNEMENT ET ANTENNES	
	9.1 Rayonnement .....	173
	9.2 Dipôle élémentaire .....	177
	9.3 Boucle élémentaire ou dipôle magnétique.....	180
	9.4 Généralités sur les antennes.....	182
	9.5 Quelques antennes .....	188
	9.6 Antennes à réseaux .....	191
	9.7 Exercices .....	196

**Partie III Champs**

CHAPITRE 10	STATIQUE ET QUASISTATIQUE	
	10.1 Electrostatique.....	201
	10.2 Magnétostatique sous courants.....	203
	10.3 Eléments de circuits.....	205
	10.4 Electrostatique avec charges d'espace.....	208
	10.5 Magnétostatique avec courants.....	209
	10.6 Quasistatique.....	210
	10.7 Equation de Laplace en deux dimensions.....	214
	10.8 Exercices.....	216
CHAPITRE 11	MÉTHODES DIFFÉRENTIELLES	
	11.1 Problèmes unidimensionnels cartésiens.....	217
	11.2 Problèmes unidimensionnels circulaires.....	224
	11.3 Séparation de variables (cartésiennes).....	229
	11.4 Séparation de variables (cylindriques).....	235
	11.5 Séparation de variables (sphériques).....	242
	11.6 Transformations conformes.....	247
	11.7 Transformations de Schwartz-Christoffel.....	254
	11.8 Exercices.....	262
CHAPITRE 12	MÉTHODES INTÉGRALES	
	12.1 Problèmes unidimensionnels.....	265
	12.2 Superposition.....	270
	12.3 Méthode des images.....	273
	12.4 Intégration en électrostatique.....	275
	12.5 Intégration en magnétostatique.....	279
	12.6 Inductance mutuelle.....	283
	12.7 Inductance propre.....	286
	12.8 Exercices.....	289
CHAPITRE 13	MÉTHODES APPROCHÉES	
	13.1 Approximation des conditions aux limites.....	291
	13.2 Différences finies.....	294
	13.3 Différences finies dans le domaine temporel (FDTD).....	298
	13.4 Matrice de la ligne de transmission (TLM).....	302
	13.5 Principes variationnels – éléments finis.....	305
	13.6 Méthode des moments.....	310
	13.7 Constatations diverses.....	315
	13.8 Exercices.....	317
CHAPITRE 14	ANNEXES	
	14.1 Calcul vectoriel.....	319
	14.2 Relations intégrales.....	325
	14.3 Fonctions de Bessel.....	327

14.4 Intégrales elliptiques .....	331
14.5 Propriétés des matériaux usuels .....	332
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>335</b>
<b>SOLUTIONS DES EXERCICES .....</b>	<b>343</b>
Chapitre 1 .....	343
Chapitre 2 .....	345
Chapitre 3 .....	347
Chapitre 4 .....	351
Chapitre 5 .....	355
Chapitre 6 .....	358
Chapitre 7 .....	359
Chapitre 8 .....	364
Chapitre 9 .....	368
Chapitre 10 .....	372
Chapitre 11 .....	373
Chapitre 12 .....	379
Chapitre 13 .....	382
<b>INDEX ANALYTIQUE .....</b>	<b>385</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>399</b>