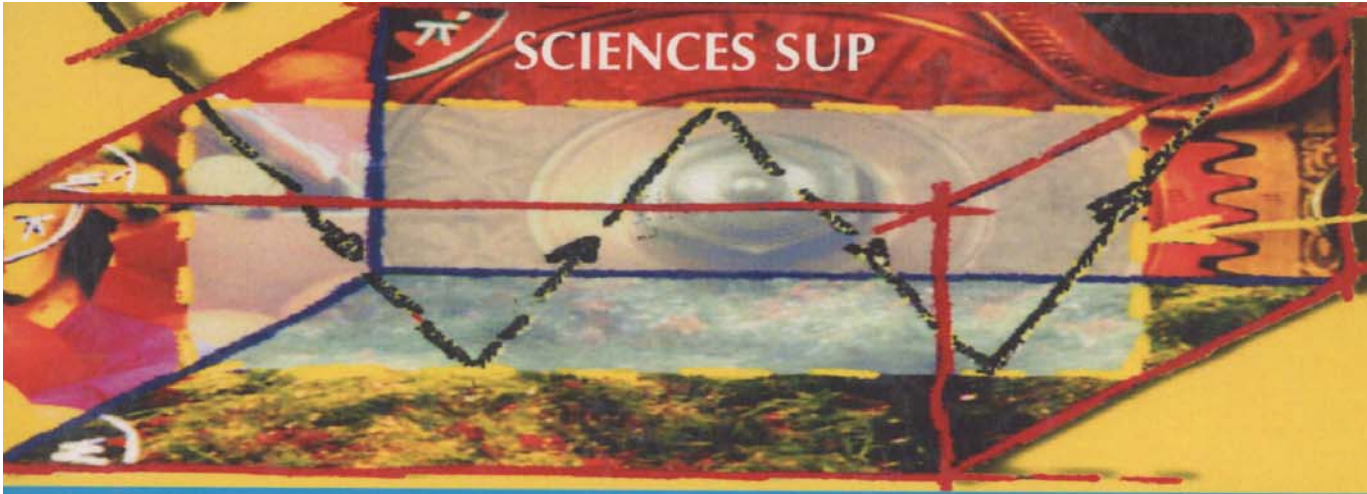




SCIENCES SUP

Cours et exercices

L3 • Master • Écoles d'ingénieurs

MICRO-ONDES

1. Lignes, guides et cavités

Paul F. Combes

DUNOD

Table des matières

Chapitre 1. Les micro-ondes et leurs applications	1
1.1 Définition et classification	1
1.2 Historique et applications	3
1.3 Les lignes pour la transmission et les circuits	6
1.4 Les systèmes terrestres de transmission en espace libre	13
1.5 Les systèmes spatiaux de transmission en espace libre	17
1.6 Attribution des bandes de fréquences micro-ondes	22
1^{re} partie	
Lignes pour la transmission et les circuits	25
Chapitre 2. Propagation sur une ligne en haute fréquence	27
2.1 Modélisation de la ligne	27
2.2 Équation de propagation	29
2.3 Étude des solutions de l'équation de propagation	32
2.4 Expression de la tension du courant et de l'impédance	34
2.5 Cas particulier : ligne terminée par $Z_R = Z_C$ – Ondes progressives	35
2.6 Cas particulier : ligne en court-circuit ou en circuit ouvert	37
2.7 Cas particulier : ligne quart d'onde – ligne demi-onde	38
2.8 La vitesse de groupe	39
EXERCICES	44
Chapitre 3. Étude de la réflexion à l'extrémité d'une ligne	47
3.1 Équations correspondant aux nouvelles hypothèses	47
3.2 Coefficient de réflexion	49
3.3 Cas particulier où $\Gamma_R = 1$ – Régime d'ondes stationnaires	49
3.4 Cas général des lignes à coefficient de réflexion quelconque	54
3.5 Mesures de tensions sur une ligne	58
3.6 Mesure de l'impédance de charge d'une ligne	60
EXERCICES	62
Chapitre 4. Diagramme de Smith	65
4.1 Intérêt	65
4.2 Principe et construction du diagramme	66
4.3 Propriétés du diagramme	69
4.4 Détermination de l'impédance de charge d'une ligne	73
EXERCICES	75

Chapitre 5. Les dispositifs d'adaptation

- 5.1 Le problème de l'adaptation
- 5.2 Conditions d'adaptation
- 5.3 Adaptation par ligne quart d'onde
- 5.4 Adaptation à l'aide d'un stub
- 5.5 Adaptation à l'aide de deux stubs
- 5.6 Utilisation du diagramme de Smith
- 5.7 Adaptation par réseau d'impédances et tronçon de ligne

EXERCICES

Chapitre 6. Lignes avec pertes

- 6.1 Étude du paramètre de propagation et de l'impédance caractéristique
- 6.2 Importance de la condition d'Heaviside – Moyens de la réaliser
- 6.3 Expressions de la tension, du courant et de l'impédance
- 6.4 Étude des variations de la tension et du courant
- 6.5 Variations de l'impédance et du coefficient de réflexion
- 6.6 Puissance transportée par une ligne

EXERCICES

Chapitre 7. Lignes en régime impulsionnel

- 7.1 Introduction
- 7.2 Étude en régime d'impulsion de tension
- 7.3 Étude en régime d'échelon de tension

Chapitre 8. Lignes bifilaires et coaxiales

- 8.1 Paramètres primaires
- 8.2 Paramètres secondaires de la ligne coaxiale
- 8.3 Dimension optimale d'une ligne coaxiale
- 8.4 Puissance transportable par une ligne coaxiale
- 8.5 Paramètres secondaires de la ligne bifilaire
- 8.6 Paramètres secondaires des lignes utilisées en basse fréquence
- 8.7 Exemples de lignes utilisées en télécommunications
- 8.8 Abaque d'impédances caractéristiques

EXERCICES

Chapitre 9. Les lignes à bandes et à fentes

- 9.1 Les principaux types de lignes
- 9.2 Permittivité effective des lignes microbande – Longueur d'onde et vitesse de propagation
- 9.3 Impédance caractéristique des lignes microbande
- 9.4 Affaiblissement d'une ligne microbande
- 9.5 La ligne triplaque
- 9.6 La ligne à fente

EXERCICES

Chapitre 10. Réalisation des impédances et des circuits résonnants	155
10.1 Équivalence entre un tronçon de ligne et une inductance ou un condensateur	156
10.2 Réalisation d'inductances et condensateurs	158
10.3 Réalisation de circuits résonnants	161
10.4 Équivalence entre une ligne $\lambda/4$ ou $\lambda/2$ et un circuit résonnant	164
10.5 Réalisation des impédances par des éléments à constantes localisées	166
EXERCICES	173

2^e partie	
Guides d'ondes et cavités	175

Chapitre 11. Réflexion et réfraction des ondes électromagnétiques	177
11.1 Introduction	177
11.2 Réflexion sur un plan conducteur sous incidence normale	179
11.3 Réflexion sur un plan conducteur sous incidence oblique	183
11.4 Réflexion et transmission à l'interface de deux diélectriques	188
EXERCICES	200

Chapitre 12. Les guides d'ondes rectangulaires	203
12.1 Les divers types de guide d'ondes étudiés	203
12.2 Propagation entre deux plans parallèles	204
12.3 Propagation dans un guide d'ondes rectangulaire	207
12.4 Longueurs d'onde de propagation guidée et de coupure	210
12.5 Étude du mode fondamental	213
12.6 Étude des modes TE_{m0} ou TE_{on}	216
12.7 Dimensions et bande passante d'un guide d'ondes rectangulaire	218
12.8 Atténuation dans les guides d'ondes rectangulaires	219
12.9 Guides rectangulaires surdimensionnés	222
12.10 Les guides d'ondes à nervure	223
12.11 La ligne à ailettes	225
EXERCICES	228

Chapitre 13. Étude générale de la propagation en guides d'ondes métalliques	231
13.1 Introduction	231
13.2 Équations de propagation des ondes guidées	232
13.3 Les différents types d'ondes de propagation guidée	237
13.4 Les guides d'ondes rectangulaires	243
13.5 Les guides d'ondes circulaires	248

- 13.6 Étude générale de la réflexion des ondes guidées
- 13.7 Le concept d'impédance, d'impédance d'onde et d'impédance réduite

EXERCICES

Chapitre 14. Les guides d'ondes diélectriques

- 14.1 Introduction
- 14.2 Propagation en guides diélectriques à structure plane
- 14.3 Propagation en guides diélectriques à structure cylindrique
- 14.4 Les fibres optiques
- 14.5 Caractéristiques des fibres optiques
- 14.6 Théorie électromagnétique des guides diélectriques
- 14.7 Caractéristiques de la propagation

EXERCICES

Chapitre 15. Les cavités électromagnétiques

- 15.1 Introduction
- 15.2 Étude des conditions de résonance d'une cavité
- 15.3 Principaux types de cavités résonnantes
- 15.4 Coefficient de surtension d'une cavité
- 15.5 Modélisation d'une cavité – Impédance d'entrée
- 15.6 Cavités couplées par un accès
- 15.7 Cavités couplées par deux accès
- 15.8 Applications des cavités

EXERCICES

Solutions des exercices

- Exercices du chapitre 2
- Exercices du chapitre 3
- Exercices du chapitre 4
- Exercices du chapitre 5
- Exercices du chapitre 6
- Exercices du chapitre 8
- Exercices du chapitre 9
- Exercices du chapitre 10
- Exercices du chapitre 11
- Exercices du chapitre 12
- Exercices du chapitre 13
- Exercices du chapitre 14
- Exercices du chapitre 15

Bibliographie