

Table des matières

Introduction	1
Choix d'une calculatrice	5

Première Partie ÉLECTROTECHNIQUE

Chapitre 1 Révision mathématique I	9
1.1 Nombres	9
1.1.1 Chiffres significatifs	9
1.1.2 Arrondis	10
1.1.3 Comparaisons de nombres	11
1.2 Opérations de base	11
1.2.1 Additions, soustractions	11
1.2.2 Multiplications, divisions	12
1.2.3 Règle des signes	13
1.3 Fractions	14
1.3.1 Définition	14
1.3.2 Simplifications	14
1.3.3 Comparaisons	15
1.4 Proportions, règle de trois	15
1.5 Puissances et racines	16
1.5.1 Carrés et racines carrées	16
1.5.2 Autres puissances et racines	17
1.6 Ordre des opérations	17
Chapitre 2 Révision mathématique II	19
2.1 Système métrique et notation scientifique	19
2.1.1 Multiples et sous-multiples	19
2.1.2 Vers les puissances de 10	20
2.1.3 Conversion directe en notation scientifique	22
2.1.4 Retour à la notation conventionnelle	22
2.1.5 Conversions partielles	24
2.1.6 Autres puissances de 10	24
2.2 Logarithmes	25
2.2.1 Logarithmes	25
2.2.2 Antilogarithmes	26

2.3 Formules	27
2.3.1 Transformations de formules	27
2.3.2 Interprétation des formules	28
Chapitre 3 Notions d'électrotechnique	31
3.1 Idéalisation	31
3.2 Structure de la matière	31
3.2.1 Atomes	31
3.2.2 Conducteurs et isolants	32
3.3 Électricité	32
3.3.1 Courant électrique	32
3.3.2 Paramètres du courant électrique	33
3.3.3 Résistance	33
3.3.4 Unités et abréviations	34
3.4 Loi d'Ohm	34
3.4.1 Sources de tension	34
3.4.2 Relation entre U , I et R	35
3.4.3 Formulation de la loi d'Ohm	36
3.5 Circuits simples	36
3.5.1 Circuits simples fermés	36
3.5.2 Chutes de tension	37
Chapitre 4 Courant continu I	41
4.1 Mesures	41
4.1.1 Instruments de mesure	41
4.1.2 Voltmètres	42
4.1.3 Ampèremètres	42
4.1.4 Ohmmètres	42
4.2 Courant continu	43
4.2.1 Sens du courant électrique	43
4.2.2 Effets du courant électrique	43
4.3 Sources de tensions continues	44
4.3.1 Caractéristiques communes	44
4.3.2 Piles	45
4.3.3 Accumulateurs	45
4.3.4 Sources de tension idéales et réelles	46
4.3.5 Groupement de sources de tension	47
4.4 Groupement de résistances	47
4.4.1 Technologie des résistances	48
4.4.2 Résistances en série	48
4.4.3 Deux résistances en parallèle	49
4.4.4 Cas général de résistances en parallèle	50
4.5 Appendice. Sources de courant	55

Chapitre 5 Courant continu II	59
5.1 Facteurs affectant la résistance	59
5.1.1 Dimensions physiques	59
5.1.2 Résistivité.	60
5.1.3 Coefficient de température.	61
5.2 Puissance	62
5.2.1 Définition de la puissance	62
5.2.2 Formules de puissance	62
5.2.3 Autres formes des formules de puissance	64
5.2.4 Considérations pratiques	65
5.3 Rendement.	67
5.3.1 Notions de rendement, travail et énergie	67
5.3.2 Calcul du rendement	68
5.3.3 Calcul de la puissance totale	69
5.4 Transfert maximal de puissance	70
Chapitre 6 Circuits électriques	73
6.1 Lois de Kirchhoff	73
6.1.1 Loi des mailles	73
6.1.2 Loi des nœuds	74
6.2 Résolution de problèmes par les lois de Kirchhoff	75
6.2.1 Loi des mailles	75
6.2.2 Loi des nœuds	80
6.3 Diviseurs de tension	81
6.3.1 Diviseur simple	82
6.3.2 Diviseur avec charge	82
6.4 instruments de mesure élémentaires	84
6.4.1 Voltmètre	84
6.4.2 Ampèremètre	87
Chapitre 7 Bobines, Condensateurs	91
7.1 Notions de magnétisme	91
7.1.1 Aimants et matériaux magnétiques	91
7.1.2 Electro-aimants	92
7.2 Électromagnétisme	92
7.2.1 Conducteurs dans un champ magnétique.	92
7.2.2 Self-induction, loi de Lenz, inductance	93
7.3 Inductances en électronique	94
7.3.1 Inductances	94
7.3.2 Combinaisons d'inductances	94
7.3.3 Facteurs affectant l'inductance	95
7.4 Condensateurs	96
7.4.1 Champ électrique	96

7.4.2	Condensateur	96
7.4.3	Charge et décharge d'un condensateur	97
7.4.4	Capacité, unité de capacité.	98
7.4.5	Quantité d'électricité, le coulomb	98
7.5	Condensateurs, étude qualitative.	99
7.5.1	Constante de temps	99
7.5.2	Constante diélectrique	101
7.5.3	Rigidité diélectrique.	101
7.5.4	Facteurs affectant la capacité.	102
7.5.5	Technologie des condensateurs	103
7.6	Groupement de condensateurs.	104
7.6.1	Groupement en parallèle de condensateurs	104
7.6.2	Groupement en série de condensateurs	104
7.7	Appendice. Galvanomètre.	105
Chapitre 8	Courant alternatif.	109
8.1	Introduction au courant alternatif	109
8.1.1	Du courant continu au courant alternatif	109
8.1.2	Tensions sinusoïdales	110
8.1.3	Caractéristiques d'une sinusoïde	112
8.2	Paramètres du courant alternatif	114
8.2.1	Valeur instantanée du courant alternatif	114
8.2.2	Relation entre grandeurs continues et alternatives	114
8.2.3	Angles, phases et temps.	116
8.2.4	Formes complexes, harmoniques.	118
8.2.5	Valeur efficace de formes non sinusoïdales	119
8.3	Éléments simples en courant alternatif	120
8.3.1	Circuits résistifs	120
8.3.2	Circuits capacitifs	121
8.3.3	Circuits inductifs	122
8.4	Appendice. Représentation vectorielle de valeurs sinusoïdales	123
Chapitre 9	Circuits LC	127
9.1	Impédance simple	127
9.1.1	Circuit purement réactif.	127
9.1.2	Impédance dans un circuit purement inductif	127
9.1.3	Impédance dans un circuit purement capacitif	128
9.1.4	Formules, unités et symboles de l'impédance	128
9.1.5	Signe d'une impédance capacitive.	129
9.2	Caractéristiques des réactances simples	130
9.2.1	Puissances réactive, apparente et réelle	130
9.2.2	Calcul de la puissance dans un circuit réactif	131
9.2.3	Applications des selfs et condensateurs.	132

9.3 Circuits comportant plus d'un élément	133
9.3.1 Circuit LC série	133
9.3.2 Circuit LC parallèle	135
Chapitre 10 Circuits RLC. Résonance	141
10.1 Circuits réactifs comportant une résistance	141
10.1.1 Circuit série RC	141
10.1.2 Circuit série RL	142
10.1.3 Circuit parallèle RC ou RL	143
10.1.4 Circuit série RLC	144
10.1.5 Circuit parallèle RLC	145
10.2 Résonance	146
10.2.1 $x_L = -x_C$, $U_L = -U_C$ ou $I_L = -I_C$	146
10.2.2 Circuit série à la résonance	147
10.2.3 Réponse en fréquence d'un circuit série	148
10.2.4 Circuit parallèle à la résonance	149
10.2.5 Réponse en fréquence d'un circuit parallèle	150
10.2.6 Formule pour la résonance	150
10.2.7 Terminologie et emploi des circuits résonnants	152
10.3 Appendice. Puissance dans les circuits réactifs comportant une résistance	156
Chapitre 11 Transformateurs. Décibels	159
11.1 Transformateurs	159
11.1.1 Principe du transformateur	159
11.1.2 Inductance mutuelle, couplage	159
11.1.3 Transformateur à noyau de fer	160
11.1.4 Transformateurs pour fréquences élevées	160
11.1.5 Rapport de transformation	161
11.1.6 Utilisation des transformateurs	162
11.1.7 Rapport de transformation et impédances	162
11.1.8 Formules pour les transformateurs	163
11.1.9 « Puissance » d'un transformateur	164
11.1.10 Autotransformateurs	164
11.2 Décibels	165
11.2.1 Rapport de puissances	165
11.2.2 Rapport de tensions ou de courants	166
11.2.3 Valeurs importantes	166
11.2.4 Atténuation	168
11.2.5 Références	168
Chapitre 12 Circuits de filtres	173
12.1 Catégories de filtres	173
12.1.1 Courbe de réponse et bande passante	173
12.1.2 Filtre passe-bas	174

12.1.3	Filtre passe-haut	174
12.1.4	Filtre passe-bande	174
12.1.5	Filtre coupe-bande	175
12.1.6	Courbe de réponse idéale	175
12.2	Filtres apériodiques	176
12.2.1	Configurations de filtres	176
12.2.2	Filtres RC	176
12.2.3	Filtres RL	178
12.2.4	Fréquence de coupure	179
12.2.5	Autres filtres apériodiques	179
12.3	Filtres utilisant la résonance	180
12.3.1	Paramètres de la courbe de réponse	180
12.3.2	Pertes dans les circuits oscillants, effet pelliculaire	181
12.3.3	Facteur de qualité	182
12.3.4	Influence du facteur de qualité	182
12.3.5	Calcul de la bande passante	183
12.4	Circuits couplés	184
12.4.1	Méthodes de couplage	184
12.4.2	Bande passante de circuits couplés	185
12.4.3	Effets du degré de couplage	186
Chapitre 13	Révision. Problèmes d'examen	189
13.1	Série 1	189
13.2	Série 2	192
13.3	Série 3	194
13.4	Série 4	196

Deuxième Partie
RADIOTECHNIQUE

Chapitre 14	Semi-conducteurs. Diodes	201
14.1	Semi-conducteurs	201
14.1.1	Matériaux semi-conducteurs	201
14.1.2	Matériaux semi-conducteurs P ou N	202
14.1.3	Jonction PN	203
14.1.4	Diode à semi-conducteur	204
14.1.5	Paramètres des diodes à semi-conducteur	204
14.1.6	Autres types de diodes	206
14.2	Applications des diodes	207
14.2.1	Redressement mono-alternance	207
14.2.2	Considérations pratiques	208
14.2.3	Redresseur bi-alternance	209
14.2.4	Redresseur en pont (pont de Graetz)	210

14.3 Filtrage et régulation	212
14.3.1 Filtrage par circuit LC	212
14.3.2 Régulateurs	213
14.3.3 Calculs sur les diodes et alimentations	214
Chapitre 15 Transistors	221
15.1 Transistor	221
15.1.1 Qu'est-ce qu'un transistor	221
15.1.2 Paramètres du transistor	222
15.1.3 Polarisation du transistor	223
15.1.4 Courbes caractéristiques d'un transistor	224
15.1.5 Relation entre les courants du transistor	225
15.2 Montages à transistors	226
15.2.1 Montage en émetteur commun	226
15.2.2 Montage en base commune	230
15.2.3 Montage en collecteur commun	231
15.2.4 Récapitulation des caractéristiques des montages à transistors	232
15.3 Méthodes de couplage et de découplage	232
15.3.1 Entrée et sortie des signaux	233
15.3.2 Découplage	234
15.4 Remarques sur les transistors	237
15.4.1 Autres méthodes de polarisation	237
15.4.2 Commutation	238
Chapitre 16 FETs. Tubes électroniques. Ampli-ops	243
16.1 FETs - Transistors à effet de champ	243
16.1.1 JFETs	243
16.1.2 Fonctionnement du JFET	244
16.1.3 Courbes caractéristiques d'un FET	245
16.1.4 Transconductance, G_m	245
16.1.5 Montages à FETs	246
16.1.6 MOSFETs	247
16.1.7 Autres types de FETs	248
16.1.8 Conclusion	248
16.2 Tubes électroniques	249
16.2.1 Diode à vide	249
16.2.2 Fonctionnement d'une diode à vide	250
16.2.3 Triode	250
16.2.4 Autres tubes	251
16.2.5 Utilisation des tubes	252
16.3 Amplificateurs opérationnels	254
16.3.1 Montage inverseur	254
16.3.2 Montage non inverseur	256
16.3.3 Montage différentiel	257

Chapitre 17 Technique numérique	261
17.1 Codes logiques	261
17.1.1 Niveaux logiques	261
17.1.2 Code simple à 3 bits	261
17.1.3 Codes évolués	262
17.1.4 Valeur des bits	262
17.1.5 Numérotation des bits	263
17.2 Formats numériques	264
17.2.1 Format parallèle	264
17.2.2 Format série	264
17.3 Fonctions logiques	265
17.3.1 Fonction <i>NOT</i> (NON)	266
17.3.2 Table de vérité	266
17.3.3 Fonction <i>OR</i> (OU)	267
17.3.4 Fonction <i>NOR</i> (NON-OU)	267
17.3.5 Fonction <i>AND</i> (ET)	268
17.3.6 Fonction <i>NAND</i> (NON-ET)	268
17.3.7 Fonctions <i>XOR</i> et <i>XNOR</i>	269
17.4 Combinaisons de fonctions	270
17.4.1 Réalisation de la fonction <i>XOR</i>	270
17.4.2 Réalisation d'un décodeur 2 à 4 lignes	271
17.5 Logique séquentielle	272
17.5.1 Élément mémoire, bascule SR	272
17.5.2 Horloge	273
17.5.3 Microprocesseurs	274
17.6 Traitement numérique du signal	274
17.6.1 Échantillonnage (<i>sampling</i>)	275
17.6.2 Conversion A/D	275
17.6.3 Vitesse d'échantillonnage	276
17.6.4 Conversion D/A	277
17.6.5 Processeur numérique de signaux (DSP)	277
17.6.6 Chaîne de traitement numérique	278
17.6.7 Algorithmes de traitement du signal	278
17.7 Conclusion	279
Chapitre 18 Modulation	281
18.1 Basse et haute fréquences	281
18.1.1 Basse fréquence	281
18.1.2 Haute fréquence	281
18.2 Modulation	282
18.2.1 Concepts généraux	282
18.2.2 Modulation d'amplitude	282
18.2.3 Modulation de fréquence	283

18.3	Caractéristiques de l'AM.	284
18.3.1	Taux de modulation en AM.	284
18.3.2	Spectre de modulation en AM.	285
18.4	Autres formes de modulation d'amplitude	287
18.4.1	AM avec porteuse supprimée	287
18.4.2	Émission en bande latérale unique.	288
18.4.3	Aspect temporel de la BLU	290
18.5	Modulation de fréquence.	290
18.5.1	Indice de modulation	291
18.5.2	Spectre de la FM	292
18.5.3	Modulation de phase	292
18.6	Télégraphie	293
18.6.1	Principe de la télégraphie.	293
18.6.2	Spectre d'une émission en télégraphie.	293
18.7	Autres formes de modulation	294
18.7.1	Télévision.	294
18.8	Modulations numériques.	294
18.8.1	<i>Amplitude Shift Keying</i> (ASK).	295
18.8.2	<i>Frequency Shift Keying</i> (FSK).	295
18.8.3	<i>Phase Shift Keying</i> (PSK)	296
18.9	Codes de classification des émissions.	297
18.10	Récapitulation	298
18.11	Appendice. <i>Quadrature Amplitude Modulation</i> (QAM).	298
Chapitre 19	Oscillateurs et modulateurs	303
19.1	Schémas blocs	303
19.2	Oscillateurs haute fréquence	304
19.2.1	Fonction des oscillateurs HF	304
19.2.2	Production des oscillations	304
19.2.3	Types d'oscillateurs HF.	305
19.2.4	Oscillateur Armstrong, Oscillateur Hartley.	306
19.2.5	Oscillateur Colpitts	307
19.2.6	Oscillateurs à quartz.	308
19.2.7	Précision des quartz	311
19.3	Modulateurs.	311
19.3.1	AM.	311
19.3.2	Télégraphie	313
19.3.3	BLU - SSB.	314
19.3.4	FM	316
19.4	Résumé	317

Chapitre 20 Émetteurs	319
20.1 Éléments communs	319
20.1.1 Partie BF	319
20.1.2 Compresseurs et limiteurs	320
20.1.3 Mélangeurs (Mixers)	322
20.1.4 VFO	322
20.1.5 Multiplicateurs de fréquence	323
20.2 Émetteurs AM	324
20.2.1 Principe	324
20.2.2 Utilisation	324
20.2.3 Particularités	324
20.3 Émetteurs de télégraphie (CW)	324
20.3.1 Principe	324
20.3.2 Utilisation	325
20.4 Émetteurs en BLU	326
20.4.1 Principe	326
20.4.2 Utilisation	328
20.4.3 Particularités	328
20.5 Émetteurs FM	328
20.5.1 Principe	328
20.5.2 Utilisation	329
20.5.3 Particularités	330
20.6 Appendice. Synthétiseurs	330
20.6.1 <i>Phase Locked Loop</i> (PLL)	330
20.6.2 <i>Direct Digital Synthesis</i> (DDS)	333
20.7 Résumé	334
Chapitre 21 Étage final	335
21.1 Classes d'amplification	335
21.1.1 Linéarité	335
21.1.2 Classe A	337
21.1.3 Classe B	338
21.1.4 Classe C	340
21.1.5 Autres classes d'amplification	342
21.1.6 Rendement	342
21.2 Puissance PEP	342
21.3 Chaîne d'amplification finale	344
21.3.1 Drivers	344
21.3.2 Filtres de sortie	344
21.3.3 Transfert de puissance	345
21.4 Résumé sur les classes d'amplification	346
21.5 Résumé	346

Chapitre 22 Récepteurs I	349
22.1 Réception	349
22.1.1 Principe de la réception	349
22.1.2 Récepteur ultra-simple	350
22.2 Partie HF	350
22.2.1 Sensibilité	351
22.2.2 Syntonisation	351
22.2.3 Sélectivité	351
22.3 Principe du superhétérodyne	352
22.3.1 Changement de fréquence	352
22.3.2 Moyenne fréquence	354
22.4 Démodulateurs	355
22.4.1 Démodulateur AM	356
22.4.2 Démodulateur BLU	357
22.4.3 Démodulateur CW	358
22.4.4 Démodulateur FM	359
22.5 Partie BF	360
22.5.1 Filtres BF	360
22.5.2 Amplificateurs BF	361
22.5.3 Autres sorties BF	361
22.6 Superhétérodyne, schéma bloc	361
22.6.1 Récepteur classique	361
22.6.2 Récepteurs multibandes	362
22.7 Récepteurs à conversion directe	363
22.8 <i>Software Defined Radio</i> (SDR)	364
22.9 Appendice. Commutation par diodes	365
22.10 Résumé	366
Chapitre 23 Récepteurs II	369
23.1 Fréquence image	369
23.1.1 Fréquence image	369
23.1.2 Circuit d'entrée	370
23.1.3 Double changement de fréquence	370
23.2 Étage d'entrée	372
23.2.1 Circuits conventionnels	372
23.2.2 Étage d'entrée performant	372
23.3 Moyenne fréquence	374
23.3.1 Filtres MF	374
23.3.2 <i>IF-shift</i>	375
23.3.3 <i>Band-pass tuning</i>	375
23.3.4 Commande automatique de gain	376

23.3.5 Gain HF	377
23.3.6 Moyenne fréquence FM.	378
23.4 Fonctions additionnelles	378
23.4.1 <i>Squelch</i>	378
23.4.2 S-mètre.	379
23.4.3 RIT - XIT.	379
23.4.4 <i>Noise blanker</i>	380
23.5 Bruit.	380
23.5.1 Bruit électrique	380
23.5.2 Bruit de réception.	380
23.5.3 Bruit de phase	381
23.5.4 Rapport signal/bruit	381
23.5.5 Taux de distorsion, SINAD	382
23.6 Modes spéciaux	382
23.6.1 Télévision d'amateur - ATV	383
23.6.2 Télévision à balayage lent - SSTV	383
23.6.3 RTTY.	384
23.6.4 Paquet (<i>packet</i>) AX25	384
23.6.5 PSK31	385
23.7 Appendice. Figure de bruit	385
Chapitre 24 Lignes de transmission	387
24.1 Lignes de transmission	387
24.1.1 Lignes asymétriques	387
24.1.2 Lignes symétriques	388
24.1.3 Guides d'ondes	389
24.2 Caractéristiques des lignes	389
24.2.1 Impédance caractéristique	389
24.2.2 Atténuation.	391
24.2.3 Vitesse	391
24.3 Applications des lignes	392
24.3.1 Terminaison	392
24.3.2 Lignes ouvertes et en court-circuit.	393
24.3.3 Lignes imparfaitement terminées.	394
24.3.4 ROS-mètres	395
24.3.5 Effets du ROS	396
24.3.6 <i>Automatic Level Control</i> - ALC	396
24.4 Transformation d'impédance	397
24.4.1 Transformateurs à large bande.	397
24.4.2 <i>Balun</i>	398
24.4.3 Adaptation d'impédances	399
24.4.4 Boîtes d'accord	399

24.5 Appendice. Usage des segments de ligne	400
24.5.1 Propriété des segments de $\lambda/4$ et $\lambda/2$	401
Chapitre 25 Propagation	405
25.1 Ondes électromagnétiques.	405
25.1.1 Polarisation	405
25.1.2 Longueur d'onde	406
25.2 Propagation par onde de sol	407
25.2.1 Onde directe ou onde de sol.	407
25.2.2 Atténuation.	407
25.3 Propagation par réflexions.	408
25.3.1 Activité solaire.	408
25.3.2 Troposphère	409
25.3.3 Ionosphère	409
25.3.4 Couches de l'ionosphère	410
25.3.5 Propagation par réflexions	411
25.3.6 Propagation par conduit (<i>ducting</i>) et Es	411
25.3.7 Zone de silence	412
25.3.8 <i>Fading</i>	412
25.4 Effets de la fréquence	413
25.4.1 Ondes kilométriques (de 30 à 300 kHz)	413
25.4.2 Ondes hectométriques (de 300 kHz à 3 MHz).	413
25.4.3 Ondes décamétriques (de 3 à 30 MHz)	414
25.4.4 Ondes métriques et décimétriques (plus de 30 MHz)	415
25.4.5 <i>Maximum Usable Frequency</i> (MUF)	416
Chapitre 26 Antennes	419
26.1 Dipôle	419
26.1.1 Dimensions	419
26.1.2 Courant et tension dans un dipôle	420
26.1.3 Autres fréquences de résonance.	421
26.1.4 Dipôle replié	421
26.1.5 Dipôle demi-onde	422
26.1.6 Diagramme de rayonnement	423
26.2 Antennes multiéléments	423
26.2.1 Éléments parasites	423
26.2.2 Antenne Yagi	424
26.2.3 Gain	425
26.2.4 Puissance apparente rayonnée	425
26.2.5 Effet de sol.	427
26.2.6 Polarisation	427
26.3 Antennes verticales	428
26.3.1 Du dipôle au quart d'onde	428

26.3.2	Antenne ground plane (GP)	428
26.3.3	Antennes raccourcies	429
26.4	Antennes multibandes	430
26.4.1	Largeur de bande	430
26.4.2	Antennes à trappes	431
26.5	Quelques antennes particulières	431
26.6	Adaptation d'impédances (<i>matching</i>)	433
26.6.1	Delta <i>match</i>	434
26.6.2	Gamma <i>match</i>	434
26.6.3	Q <i>match</i>	434
Chapitre 27	Considérations diverses	437
27.1	Transducteurs audiofréquences	437
27.1.1	Microphones	437
27.1.2	Haut-parleurs et écouteurs	438
27.2	Circuits intégrés	439
27.2.1	Circuits analogiques complexes	439
27.2.2	Circuits analogiques simples	439
27.2.3	Circuits numériques complexes	442
27.2.4	Circuits numériques élémentaires	442
27.3	Comportements non idéaux	442
27.3.1	Composants	442
27.3.2	Circuits	443
27.3.3	Transmissions numériques	444
27.4	Mesures	445
27.4.1	Multimètre ou VOM	445
27.4.2	<i>Grid-Dip</i> ou Dip-mètre	445
27.4.3	ROS-mètre ou réflectomètre	446
27.4.4	Générateur de signaux BF, HF	446
27.4.5	Fréquencemètre	446
27.4.6	Oscilloscope	447
27.4.7	Analyseur de spectre	448
27.5	Compatibilité électromagnétique (CEM)	449
27.5.1	Rayonnements non essentiels	450
27.5.2	Rayonnement utile	450
27.5.3	Problèmes et solutions	451
27.6	Protection des personnes	452
27.6.1	Câblage électrique	452
27.6.2	Rayonnements non ionisants	453
27.6.3	Foudre	453

Chapitre 28 Révision. Problèmes d'examen	455
28.1 Série 1	455
28.2 Série 2	461
28.3 Série 3	466
28.4 Série 4	471
28.5 Série 5	476
28.6 Série 6	482
28.7 Série 7	487
Réponses aux exercices et problèmes	493
Première partie : ÉLECTROTECHNIQUE.	
Chapitre 1 :	493
Chapitre 2 :	494
Chapitre 3 :	495
Chapitre 4 :	496
Chapitre 5 :	497
Chapitre 6 :	497
Chapitre 7 :	498
Chapitre 8 :	498
Chapitre 9 :	499
Chapitre 10 :	499
Chapitre 11 :	500
Chapitre 12 :	501
Chapitre 13 :	502
13.1 Série 1	502
13.2 Série 2	503
13.3 Série 3	504
13.4 Série 4	505
Réponses aux exercices et problèmes	507
Deuxième partie : RADIOTECHNIQUE.	
Chapitre 14 :	507
Chapitre 15 :	508
Chapitre 16 :	509
Chapitre 17 :	509
Chapitre 18 :	510
Chapitre 24 :	510
Chapitre 25 :	511
Chapitre 26 :	511
Chapitre 27 :	512
Chapitre 28 :	512
28.1 Série 1	512
28.2 Série 2	513
28.3 Série 3	514
28.4 Série 4	515

28.5 Série 5	516
28.6 Série 6	517
28.7 Série 7	517
Formulaire	519
Licence débutant (novice)	525