
Miscela de Physique, Systémique & Électronique Tome II

Olivier Maurice

Le 2 avril 2022

Ce livre a été publié avec www.bookelis.com

ISBN : 979-10-359-5583-0

Édité par AFSCET, 2022

AFSCET (Association Française de Sciences des Systèmes),
ENSAM, 151 Boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris.
www.afscet.asso.fr

Tous droits de reproduction, d'adaptation et de traduction, intégrale ou partielle réservés
pour tous pays.

Res-Systemica Libri

L'Association française de science des systèmes (AFSCET, afscet.asso.fr) se réunit depuis plus de vingt ans chaque année pour des journées de travail au Moulin d'Andé.

Elle édite la revue en ligne Res-Systemica (res-systemica.org), fondée par Évelyne Andreewsky en 2001. Avec « Res-Systemica Libri », elle propose des ouvrages d'auteur, des publications collectives, des bandes dessinées ou la réédition d'ouvrages épuisés.

La collection « Res-Systemica Libri » permet de diffuser les travaux de science des systèmes ou systémique. L'approche peut être historique, disciplinaire ou pluridisciplinaire, théorique ou fondée sur les applications. Elle présente des œuvres issues de recherches originales ou des travaux pédagogiques.

Elle s'adresse à toute personne qui s'intéresse à la théorie des systèmes et à ses applications, aux enseignants et aux étudiants de l'université, des écoles d'ingénieurs, des écoles de management, des instituts de science politique et bien entendu aux professionnels qui se sentent concernés par l'approche systémique.

Bonne lecture !

Le Conseil d'administration de l'AFSCET, novembre 2020

Table des matières

Préface	13
Préambule	15
.1 Guide de lecture	16
Topologie des circuits	19
.2 Courbure et cercle osculateur	19
.3 Vitesse liée au cycle	20
.4 Surface polyédrique abstraite, complexe cellulaire	24
.4.1 Immersion	24
.4.2 Opérateur étoile	25
.4.3 Surface orientée	25
.4.4 Caractéristique d'Euler et genre	25
.4.5 Distance	28
.5 Actions réciproques des courants et des champs magnétiques	29
.5.1 Histoire	29
.5.2 Loi de Laplace	30
.5.3 Champ magnétique au centre d'un courant circulaire ou d'un solénoïde	30
.5.4 Énergie d'aimantation	31
.5.5 Réciproque de la loi de Laplace	31
.5.6 Circuits magnétiques	32
.5.7 Réseaux imbriqués	33
.5.8 Circuit magnétique	34
.5.9 Réseau diélectrique	35
.5.10 Circuit électromagnétique	37
.5.11 Quantités duales	38
.5.12 Équation co ou contravariante de la puissance	38
.6 Métrique	39
.6.1 Homologie, cohomologie	42
.6.2 Électrodynamique non riemannienne de Gabriel Kron	43
.6.3 La métrique de l'espace magnétique	44
.6.4 Transformation de l'opérateur de Laplace	52

.6.5	Chirurgie et bornage fonctionnel	58
.7	Diakoptique	60
.7.1	Diakoptique par corde	60
.7.2	Diakoptique par frontière partagée	61
.7.3	Diakoptique par ondes rayonnées ou guidées	61
.7.4	Construction des fonctions d'interfaces	61
.8	Diakoptique sous la formulation SG	62
.9	Topologie et statique	64
	L'électricité, les particules libres, les arcs et la foudre	65
.10	Vue microscopique des phénomènes magnétiques	65
.10.1	Champ magnétique des électrons	66
.10.2	Domaines de Weiss	67
.10.3	Paroi de Bloch	67
.11	Interactions champ - particule	68
.12	Propagation des ondes électromagnétiques dans un milieu homogène quel- conque	69
.13	Fondement : courants dans les gaz	69
.13.1	Expérience	70
.14	Orages	73
.15	Mise au point d'une expérience pour les modèles	74
.16	Premiers retours d'expérience en changeant la résistance de pied	75
.17	Réflexion sur la conductivité et la modélisation de l'effet	76
.18	Loi de Paschen	77
.19	Tube de Paschen	78
.19.1	Test d'un tube	79
.19.2	Système à deux tubes	80
.19.3	Extension à plusieurs tubes en série	81
.19.4	Chemins en parallèle	82
.20	Construction de l'ionisation	83
.21	Maillage de l'ionisation et détermination du chemin d'arc	84
.21.1	Application à un cas imaginé simple	85
.21.2	Probabilité associée à chaque chemin	89
.22	Premier bilan	89
.23	Analyse sous le jour de la méthode de la sphère mobile	89
.24	Premier test à échelle réduite	90
.25	Champ magnétique	93
.25.1	Cas simple	96
.25.2	Analyse par la moindre action	98
.25.3	Analyse par approche électro-géométrique	99
.26	Reprise des réflexions : nouvelle étude	99
.27	Approche par le potentiel	101
.27.1	Densité de charges sur aspérités	102
.28	Travaux de Serge LARIGALDIE	102
.28.1	Modélisation théorique par phase	103

.29	Évaluation des champs rayonnés avant et pendant l'arc	110
.30	Expérience d'ionisation d'une goutte d'eau	113
.31	Reprise de l'approche multiphysique par moindre action, application à une protection classique de lanceur	116
.31.1	Distribution du courant entre les pylônes	116
.32	Triboélectricité	125

Circuits électroniques, thermique & mécanique 127

.33	Le nombre d'Avogadro et les porteurs intrinsèques	127
.34	Impact de la température sur n_i	128
.35	Énergie du gap	129
.36	La jonction PN	129
.36.1	Solution d'encadrement	130
.36.2	Pilotage du paramètre	131
.37	Le transistor bipolaire	134
.37.1	Couplage avec la thermique	138
.37.2	Couplage avec la mécanique	140
.37.3	Retour sur la mécanique	141
.38	Relation topologique entre l'électronique et la thermique	144
.38.1	Inertie thermique	146
.39	Comment intervient la symétrie en électronique	146
.40	Le transistor MOS	149
.41	L'amplificateur opérationnel	152
.41.1	Incertitudes	154
.41.2	Plans d'expérience	155
.41.3	Modélisation du bruit	157
.42	Les circuits logiques	159
.43	L'électronique de puissance	166
.44	Éclateurs et écrêteurs	169
.45	Cavités	170
.46	Signaux aléatoires et bruit	172
.46.1	Propriété de stationnarité, moyenne et ergodicité	173
.46.2	Polynômes de Tchebychev	174
.47	Généralisation de la diakoptique	177
.48	L'électronique et les particules	179
.48.1	L'effet photoélectrique	181
.48.2	Le spectre de raie d'un gaz excité	182
.48.3	Principe d'incertitude	183
.48.4	Quelques applications	187
.48.5	Sacré spin !	189
.49	Molécule et solide	201
.49.1	Liaison ionique	203
.49.2	Liaison de résonance	204
.49.3	Liaison covalente	204
.50	Minéralogie	209

.50.1	Morphologie des cristaux	209
.50.2	Les roches	209
.50.3	Analyse d'une roche	211
.51	Propagation d'onde dans les solides et dans les fluides	218
.51.1	Onde plane	218
.51.2	Modélisation électrique d'une propagation mécanique	219
.51.3	Zone de Brillouin	221
.51.4	Vitesse de propagation de l'énergie	221
.51.5	Groupe d'onde et vitesse de groupe	222
.51.6	Onde acoustique dans les solides	223
.51.7	Passage du discontinu au continu	223
.51.8	L'équation de Helmholtz	224
.51.9	Coordonnées curvilignes	224
.51.10	Propagation acoustique dans les fluides	226
.52	Théorisation des systèmes oscillants à N degrés de liberté	228
.53	Quantification du champ libre	230
.54	Multiphysique	235
.54.1	Expression généralisée de la dynamique	235
.54.2	Kron versus Kirchhoff	237
.54.3	Multiphysique	238
CEM, IS, SER, durcissement et TEMPEST		243
.55	Intégrité de signal	243
.56	Compatibilité électromagnétique	246
.56.1	Connaissance du système étudié	247
.56.2	Diaphonie : une histoire de la CEM	248
.56.3	Modélisation des composants, composants numériques	265
.56.4	Couplage par impédance commune, gestion des couches d'un PCB	293
.57	Statique et dynamique, petits et grands modes, l'espace et le temps, non linéarités	297
.58	Filtrage	306
.59	Mécanique quantique & informatique	312
.60	SER	313
.61	TEMPEST	321
.62	Incertitudes, SDF et CEM	324
Mécanique des fluides & des gaz		327
.63	Incertitudes	327
.64	Opérations sur les incertitudes	327
.65	Cinématique du point matériel	328
.66	Mouvement rectiligne uniforme	329
.67	Mouvement rectiligne uniformément accéléré	329
.68	Cas de la chute libre	330
.69	Mouvement circulaire uniforme	331
.70	Forces statiques & dynamiques	331

.71	Dynamique du point matériel	333
.72	Rappel des principales propriétés de la matière	335
.73	Hydrostatique	336
.74	Théorème d'Archimède	338
.75	Tension superficielle et capillarité	338
.75.1	Phénomènes de capillarité	338
.76	Aérostatique	338
.77	Hydrodynamique	339
.78	Perte de charge	339
.79	Viscosité	340
.80	Coefficient de traînée	340
.81	Dynamique des milieux continus	340
.81.1	Équation de continuité	341
.82	Analogie entre mécanique des fluides et électromagnétisme	344
.82.1	Équations de Maxwell	344
.82.2	Équations des fluides	345
.82.3	Les fluides visqueux	349
.83	Établissement des équations générales des fluides	351
Chimie & Astronomie		353
.84	État de plasma	353
.84.1	Modèle du vortex de branches	355
.84.2	Fréquences propres d'un plasma	358
.84.3	Divergence de bord	359
.84.4	Charge d'espace	359
.84.5	Action d'un champ magnétique	363
.84.6	Champ gravifique et piézoélectrique	363
.84.7	Propagation électromagnétique en milieu ionisé	364
.84.8	Les ondelettes de Huygens	365
.85	L'espace	365
.85.1	Interaction électron - matière	366
.85.2	Interaction proton - matière	367
.85.3	Interaction ion lourd - matière	367
.85.4	Interaction photon - matière	367
.85.5	Notion de section efficace	368
.86	Revoir la QED	368
.86.1	L'équation de Klein-Gordon	369
.86.2	L'équation de Dirac	369
.86.3	Les conditions aux limites en champ	373
.87	Le temps	374
.87.1	Éléments non linéaires	382
.87.2	Conclusion sur le temps	386
.88	La lumière	387
.88.1	Réflexion et réfraction	387
.88.2	Dualité onde - trajet	388

.88.3	BRDF du cycle	392
.89	Multiphysique, perception relativisée & CEM	393
.89.1	Réponse impulsionnelle de structures	397
Retour sur la topologie		401
.90	Homotopie	401
.91	Complexe cellulaire	401
.92	Effondrement	402
.93	Collages	403
.94	Transformations	403
.94.1	Homomorphismes ou morphismes	403
.94.2	Homéomorphisme	404
.95	Isomorphisme de Graphe	404
.96	Homologies	405
.97	Localité versus globalité	407
.98	Systèmes dynamiques	408
.99	Systèmes cybernétiques gouvernables et observables	411
.100	Prise de décision	413
.101	La boucle Épistémo-Praxéologique	415
.102	Parenthèse sur la perception du temps	416
.103	Conclusion	418