

SCIENCES SUP

Rappels de cours, méthodes, exemples et exercices corrigés

BTS

MANUEL DE GÉNIE ÉLECTRIQUE



*Guy Chateigner
Michel Boës
Daniel Bouix
Jacques Vaillant
Daniel Verkindère*

DUNOD

Table des matières

AVANT-PROPOS	X
GRANDEURS – UNITÉS – PRÉFIXES SI	XI
PARTIE 1 • ÉLECTRICITÉ ET SIGNAUX	
CHAPITRE 1 • QU'EST-CE QUE L'ÉLECTRICITÉ ?	2
1.1 Particules, charges électriques et porteurs de charges	2
1.2 Phénomène de conduction : le courant électrique	4
1.3 Potentiel électrique d'une charge	9
CHAPITRE 2 • LOIS GÉNÉRALES DE L'ÉLECTRICITÉ	12
2.1 Les dipôles	12
2.2 Théorèmes sur les circuits électriques	19
CHAPITRE 3 • ÉLECTROSTATIQUE	29
3.1 Champs électrique et d'induction électrique	29
3.2 Potentiel électrique	33
3.3 Principe des condensateurs	35
CHAPITRE 4 • ÉLECTROMAGNÉTISME – FERROMAGNÉTISME	39
4.1 Excitation magnétique	39
4.2 Induction magnétique	44
4.3 Milieux amagnétiques	44
4.4 Milieux ferromagnétiques	45
4.5 Flux d'induction magnétique	47
4.6 Réductance \mathfrak{R} d'un C.M.P.	48
4.7 Flux d'auto-induction	50
4.8 Circuits à flux variable	52

CHAPITRE 5 • RÉGIME SINUSOÏDAL PERMANENT MONOPHASÉ – ÉTUDE EN FRÉQUENCE	54
5.1 Caractéristiques d'une grandeur sinusoïdale	54
5.2 Régime sinusoïdal permanent : Méthodes de calculs	56
5.3 Impédance et admittance complexes d'un dipôle	61
5.4 Puissances – Facteur de puissance	62
5.5 Facteur de qualité – Transformation série ↔ parallèle	67
5.6 Circuits résonants	69
5.7 Étude en fréquence – Fonction de transfert complexe	71
CHAPITRE 6 • RÉGIME SINUSOÏDAL PERMANENT TRIPHASÉ	78
6.1 Installation triphasée – Définitions	78
6.2 Couplages	82
6.3 Puissances – Facteur de puissance	84
CHAPITRE 7 • RÉGIME VARIABLE – VALEURS MOYENNE ET EFFICACE	87
7.1 Régime variable	87
7.2 Valeur moyenne	88
7.3 Valeur efficace	89
7.4 Décomposition d'un signal périodique	91
7.5 Caractérisation d'un signal	92
CHAPITRE 8 • RÉGIME PÉRIODIQUE – SÉRIES DE FOURIER	95
8.1 Séries de Fourier	95
8.2 Régime périodique – Interprétation physique	99
8.3 Représentations graphiques – Spectres	105
8.4 Quelques signaux classiques	109
CHAPITRE 9 • ÉTUDE TEMPORELLE D'UN SYSTÈME LINÉAIRE	112
9.1 Système linéaire	112
9.2 Principe général de l'étude temporelle	113
9.3 Système linéaire du premier ordre	116
9.4 Système linéaire du deuxième ordre	126
CHAPITRE 10 • ÉTUDE SYMBOLIQUE – TRANSFORMÉE DE LAPLACE	135
10.1 Causalité	135
10.2 Impulsion unité ou distribution de Dirac	137
10.3 Transformée de Laplace	140
10.4 Principes de l'étude symbolique d'un système linéaire	150
10.5 Système linéaire du premier ordre	158
10.6 Système linéaire du deuxième ordre	163
PARTIE 2 • COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES	
CHAPITRE 11 • RÉSISTANCES	168
11.1 Modèle de base	168
11.2 Limites et imperfections	170
11.3 Résistances variables et ajustables – Potentiomètres	173

CHAPITRE 12 • CONDENSATEURS	175
12.1 Modèle de base	175
12.2 Limites et imperfections	180
CHAPITRE 13 • BOBINES NON-COUPLÉES	184
13.1 Modèle de base	184
13.2 Limites et imperfections	189
CHAPITRE 14 • BOBINES COUPLÉES	194
14.1 Modèle de base	194
14.2 Limites et imperfections	201
CHAPITRE 15 • TRANSFORMATEURS	203
15.1 Introduction	203
15.2 Transformateur parfait (T.P.)	204
15.3 Transformateur sans fuite ni perte (T.S.F.P.)	207
15.4 Transformateur avec fuites et « pertes cuivre »	207
15.5 Transformateur avec fuites magnétiques, « pertes cuivre » et « pertes fer »	210
15.6 Transformateur dans l'hypothèse de Kapp	210
15.7 Transformateur réel – Effets non-linéaires	211
CHAPITRE 16 • DIODES	214
16.1 Diodes à jonction PN	214
16.2 Particularités de certaines diodes	223
CHAPITRE 17 • TRANSISTORS BIPOLAIRES	228
17.1 Symboles – Constitution	228
17.2 Transistor NPN	229
17.3 Transistor PNP	242
17.4 Transistors particuliers	242
CHAPITRE 18 • TRANSISTORS MOS	245
18.1 Symboles – Constitution	245
18.2 MOSFET canal N à enrichissement	246
18.3 MOSFET canal P à enrichissement	257
18.4 MOSFET à appauvrissement	258
18.5 L ² FET (Logic Level FET)	259
18.6 MOSFET à mesure de courant (SensorFET)	259
18.7 FREDFET (Fast Recovery Epitaxial Diode FET)	261
18.8 I.G.B.T.	261
CHAPITRE 19 • THYRISTORS	262
19.1 S.C.R. (redresseurs commandés)	262
19.2 G.T.O. Thyristors	267
19.3 TRIAC	267
19.4 DIAC	271
19.5 Contraintes de mise en œuvre des S.C.R. et TRIAC	272

CHAPITRE 20 • PHOTOCOMPOSANTS	277
20.1 Généralités	277
20.2 Diodes électroluminescentes (ou LED)	281
20.3 Diodes LASER	284
20.4 Photodiodes	285
20.5 Phototransistors	289
20.6 Photopiles ou piles solaires	290
20.7 Photocoupleurs	290
CHAPITRE 21 • AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS	291
21.1 Symboles – Constitution	291
21.2 Modèle élémentaire – Modèle parfait	292
21.3 Limites et imperfections	293
CHAPITRE 22 • COMPARATEURS ANALOGIQUES	301
22.1 Symboles - Description	301
22.2 Modèle élémentaire – Modèle parfait	302
22.3 Limites et imperfections	303
CHAPITRE 23 • DISSIPATION THERMIQUE	306
23.1 Analogie électrique du modèle thermique	306
23.2 Chaîne de dissipation thermique	307
23.3 Modèle thermique statique (ou continu)	307
23.4 Modèle thermique dynamique (ou transitoire)	308
23.5 Plusieurs composants sur un même refroidisseur	313
PARTIE 3 • ÉLECTRONIQUE DU SIGNAL	
CHAPITRE 24 • FILTRAGE ANALOGIQUE	316
24.1 Fonction – Filtres idéaux	316
24.2 Fonctions de transfert élémentaires	317
24.3 Approximation des filtres analogiques idéaux	327
24.4 Fréquence d'échantillonnage – Filtre anti-repliement	331
CHAPITRE 25 • AMPLIFICATION ET OPÉRATIONS ANALOGIQUES	333
25.1 Généralités – Définitions	333
25.2 Amplification en tension	337
25.3 Amplification en courant	340
25.4 Conversion courant-tension (transimpédance)	341
25.5 Conversion tension-courant (transadmittance)	342
25.6 Amplification différentielle	344
25.7 Amplification de puissance	348
25.8 Adaptation d'impédance	353
25.9 Autres opérations analogiques sur les signaux	355

CHAPITRE 26 • CONDITIONNEMENT DES SIGNAUX	363
26.1 Introduction	363
26.2 Calcul différentiel – Sensibilité	364
26.3 Petites variations – Calcul approché	365
26.4 Erreurs – Incertitudes – Tolérances	367
26.5 Calibration	371
CHAPITRE 27 • SYSTÈMES BOUCLÉS : CONTRE RÉACTION – OSCILLATEURS	374
27.1 Principe des systèmes bouclés : la réaction	374
27.2 La contre-réaction appliquée à l'amplification	379
27.3 Oscillateurs sinusoïdaux	384
CHAPITRE 28 • COMPARAISON ANALOGIQUE	392
28.1 Comparaison	392
28.2 Comparaison à hystérésis	394
28.3 Comparaison à fenêtre	397
CHAPITRE 29 • GÉNÉRATION DE SIGNAUX « TOUT OU RIEN » (TOR)	400
29.1 Monostable	400
29.2 Astable	402
29.3 Retard – Temporisation	405
29.4 Conduite du raisonnement dans deux cas usuels	409
CHAPITRE 30 • CONVERSIONS NUMÉRIQUE ANALOGIQUE ET ANALOGIQUE NUMÉRIQUE	412
30.1 Définitions	412
30.2 C.N.A.	413
30.3 C.A.N.	415
30.4 Codes utilisés dans les C.N.A. et C.A.N.	416
30.5 Spécifications des C.N.A. et C.A.N.	421
PARTIE 4 • ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE	
CHAPITRE 31 • REDRESSEMENT NON COMMANDÉ	428
31.1 Redressement monophasé simple alternance	429
31.2 Redressement monophasé double alternance	433
31.3 Redressement triphasé simple alternance	438
31.4 Redressement triphasé double alternance en pont	440
31.5 Principales caractéristiques des montages	443
CHAPITRE 32 • REDRESSEMENT COMMANDÉ	444
32.1 Redressement monophasé simple alternance	445
32.2 Redressement monophasé double alternance	449
32.3 Redressement triphasé simple alternance	458
32.4 Redressement triphasé double alternance	463
32.5 Facteur de puissance d'un redresseur	469
32.6 Critères de choix	471

CHAPITRE 33 • HACHEURS	472
33.1 Hacheur série ou dévolteur	472
33.2 Hacheur parallèle ou survolteur	477
33.3 Hacheur à accumulation inductive	484
33.4 Hacheur deux quadrants ou en demi-pont	485
33.5 Hacheur quatre quadrants ou en pont	488
CHAPITRE 34 • ALIMENTATIONS À DÉCOUPAGE	492
34.1 Convertisseurs sans isolation galvanique	492
34.2 Convertisseurs avec isolation galvanique	501
CHAPITRE 35 • RELAIS STATIQUES – GRADATEURS	512
35.1 Relais statiques	512
35.2 Gradateurs	523
CHAPITRE 36 • ONDULATEURS AUTONOMES	528
36.1 Principe de base en monophasé	528
36.2 Principe d'un onduleur de tension en pont	529
36.3 Principe d'un onduleur triphasé	542
PARTIE 5 • MACHINES ÉLECTRIQUES	
CHAPITRE 37 • ÉNERGÉTIQUE (CHARGES – COMPARAISON DES MOTEURS)	544
37.1 Bilan énergétique	544
37.2 Travail d'une force – Travail d'un couple	546
37.3 Équation de la dynamique	548
37.4 Moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe	549
37.5 Caractéristiques idéales de charges	551
37.6 Comparaison des moteurs	552
CHAPITRE 38 • TRANSFORMATEURS EN RÉGIME SINUSOÏDAL À FRÉQUENCE CONSTANTE	553
38.1 Utilisation – Schéma de principe – Fonctionnement	553
38.2 Transformateur parfait (T.P.)	554
38.3 Transformateur réel	555
38.4 Transformateur triphasé	557
CHAPITRE 39 • CHAMPS TOURNANTS	561
39.1 Organisation des machines tournantes alternatives	561
39.2 Distribution du champ magnétique dans l'entrefer	562
39.3 Création d'un champ tournant	565
39.4 Cas d'un enroulement monophasé	568
39.5 Cas d'un enroulement diphasé	568

CHAPITRE 40 • MACHINES SYNCHRONES TRIPHASÉES	569
40.1 Constitution – Principe – Excitation	569
40.2 Alternateur triphasé	571
40.3 Moteur synchrone	578
40.4 Moteur « brushless » ou à commutation électronique	579
40.5 Utilisation des machines synchrones	583
CHAPITRE 41 • MOTEURS ASYNCHRONES TRIPHASÉS	584
41.1 Constitution – Fonctionnement – Glissement	584
41.2 Bilan des puissances – Rendement	586
41.3 Modèle et caractéristiques	587
41.4 Démarrage	589
41.5 Réglage de la vitesse	590
41.6 Réversibilité et freinage	590
41.7 Moteur asynchrone monophasé	590
CHAPITRE 42 • MOTEURS PAS À PAS	591
42.1 Principe et définitions	591
42.2 Propriétés	595
42.3 Étage de puissance	595
42.4 Régimes statique et dynamique	596
42.5 Utilisation	598
CHAPITRE 43 • MACHINES À COURANT CONTINU	599
43.1 Principes généraux	599
43.2 Moteur à excitation indépendante ou séparée	603
43.3 Moteur à excitation série	605
INDEX	608

SCIENCES SUP

Guy Chateigner
Michel Boës
Daniel Bouix
Jacques Vaillant
Daniel Verkindère

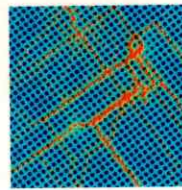
MANUEL DE GÉNIE ÉLECTRIQUE

Ce manuel présente les notions de base et les méthodes du génie électrique enseignées dans les premières années d'études supérieures.

Le cours, divisé en cinq grandes parties (Électricité et signaux, Composants électroniques, Électronique du signal, Électronique de puissance et Machines électriques), est illustré par de nombreux exemples d'application qui permettent à l'étudiant de « tester » immédiatement sa bonne compréhension. Les notions sont abordées de manière progressive pour donner une vue d'ensemble de la matière.

Destiné aux élèves de BTS, IUT et classes préparatoires, ce livre sera aussi utile aux élèves ingénieurs à la recherche d'une introduction au génie électrique.

Les auteurs enseignent dans les classes conduisant aux Bac et aux BTS spécialisés en électronique et électrotechnique (lycée Jules Algoud à Valence) ; et interviennent en IUT (université Pierre Mendès-France de Valence).



GUY CHATEIGNER
et DANIEL BOUIX
sont professeurs
de génie électrique.

MICHEL BOËS,
JACQUES VAILLANT
et DANIEL VERKINDÈRE
sont professeurs
de physique appliquée.



MATHÉMATIQUES



PHYSIQUE



CHIMIE



SCIENCES DE L'INGÉNIEUR



INFORMATIQUE



SCIENCES DE LA VIE



SCIENCES DE LA TERRE



9 782100 48699 1

ISBN 2 10 048699 3



www.dunod.com

