

# Table des matières

<b>Notes biographiques</b> .....	v
<b>Avant-propos</b> .....	vii
<b>Chapitre 1 Concepts fondamentaux</b>	
1.1 Introduction.....	1
1.2 Grandeurs électriques et unités SI.....	2
1.3 Courant électrique .....	3
1.4 Tension électrique .....	5
1.5 Énergie électrique et puissance électrique .....	9
Problèmes.....	11
<b>Chapitre 2 Éléments de circuits électriques et lois fondamentales</b>	
2.1 Introduction.....	15
2.2 Éléments passifs.....	15
2.2.1 Résistance électrique.....	15
2.2.2 Inducteur .....	19
2.2.3 Condensateur.....	23
2.3 Éléments actifs .....	27
2.3.1 Source de tension indépendante.....	27
2.3.2 Source de tension dépendante.....	29
2.3.3 Source de courant indépendante .....	29
2.3.4 Source de courant dépendante.....	31
2.4 Lois fondamentales régissant le fonctionnement des circuits.....	32
2.4.1 Loi de la conservation de la charge.....	32
2.4.2 Loi des courants de Kirchhoff (LCK).....	33
2.4.3 Loi des tensions de Kirchhoff (LTK).....	35
2.5 Combinaison d'éléments passifs de même nature .....	37
2.5.1 Résistances en série et diviseur de tension.....	37
2.5.2 Résistances en parallèle et diviseur de courant.....	39
2.5.3 Association d'inducteurs en série .....	41
2.5.4 Association d'inducteurs en parallèle .....	42
2.5.5 Association de condensateurs en série.....	43
2.5.6 Association de condensateurs en parallèle.....	45
Problèmes.....	46

**Chapitre 3 Méthodes d’analyse des circuits électriques**

3.1	Introduction.....	57
3.2	Méthode des tensions de nœud .....	57
3.2.1	Circuit avec des sources de courant indépendantes .....	59
3.2.2	Circuit avec des sources de courant dépendantes .....	62
3.2.3	Circuit avec des sources de tension.....	64
3.3	Méthode des courants de maille.....	67
3.3.1	Circuit avec des sources de tension indépendantes.....	68
3.3.2	Circuit avec des sources de tension dépendantes.....	69
3.3.3	Circuit avec des sources de courant .....	70
	Problèmes.....	72

**Chapitre 4 Théorèmes fondamentaux de circuits électriques**

4.1	Introduction.....	81
4.2	Linéarité .....	81
4.2.1	Homogénéité .....	81
4.2.2	Additivité .....	81
4.3	Principe de superposition .....	82
4.4	Théorème de Thévenin.....	85
4.4.1	Calcul de la tension de Thévenin .....	86
4.4.2	Calcul de la résistance de Thévenin .....	88
4.5	Théorème de Norton .....	92
4.5.1	Calcul du courant de Norton .....	93
4.5.2	Calcul de la résistance de Norton.....	93
4.6	Principe d’équivalence entre circuits .....	96
4.7	Théorème du transfert maximal de puissance.....	97
	Problèmes.....	99

**Chapitre 5 Amplificateurs opérationnels**

5.1	Introduction.....	105
5.2	Définition .....	105
5.3	Schéma équivalent .....	108
5.4	Amplificateur opérationnel idéal.....	108
5.5	Contre-réaction.....	109
5.6	Applications pratiques de l’amplificateur opérationnel .....	111
5.6.1	Amplificateur inverseur.....	111
5.6.2	Amplificateur non inverseur.....	112
5.6.3	Amplificateur suiveur de tension .....	113
5.6.4	Amplificateur sommateur.....	113
5.6.5	Amplificateur de différence .....	114
5.6.6	Amplificateur intégrateur .....	115
5.6.7	Amplificateur dérivateur .....	116

5.7	Circuits à plusieurs amplificateurs opérationnels.....	116
	Problèmes.....	118

## Chapitre 6 Modélisation et dynamique des circuits de premier ordre

6.1	Introduction.....	125
6.2	Définitions.....	125
6.3	Signaux d'excitation.....	126
6.3.1	Signal sinusoïdal.....	126
6.3.2	Échelon unitaire.....	127
6.3.3	Impulsion de Dirac.....	129
6.4	Réponse d'un système de premier ordre à une excitation constante.....	132
6.5	Modélisation des circuits de premier ordre.....	133
6.5.1	Circuits RL.....	133
6.5.2	Circuits RC.....	137
6.6	Conditions initiale et finale.....	142
6.7	États des inducteurs et des condensateurs.....	142
6.7.1	État initial des inductances.....	143
6.7.2	État initial des condensateurs.....	144
6.7.3	État final (régime permanent) des inductances.....	145
6.7.4	État final (régime permanent) des condensateurs.....	147
6.8	Analyse des circuits de premier ordre par la méthode directe.....	148
6.8.1	Circuits RL initialement au repos.....	148
6.8.2	Circuits RC initialement au repos.....	151
6.8.3	Circuits RL libres d'excitation.....	154
6.8.4	Circuits RC libres d'excitation.....	156
6.9	Analyse des circuits de premier ordre par la méthode rapide.....	158
6.9.1	Analyse de circuits RL par la méthode rapide.....	159
6.9.2	Analyse de circuits RC par la méthode rapide.....	161
6.10	Réponse indicielle des circuits de premier ordre.....	164
6.10.1	Réponse indicielle des circuits RL.....	164
6.10.2	Réponse indicielle des circuits RC.....	166
6.11	Réponse impulsionnelle des circuits de premier ordre.....	167
6.11.1	Réponse impulsionnelle des circuits RL initialement au repos....	168
6.11.2	Réponse impulsionnelle des circuits RC initialement au repos....	168
6.11.3	Conditions initiales non nulles.....	168
6.12	Réponse des circuits de premier ordre à une excitation sinusoïdale.....	168
6.12.1	Réponse sinusoïdale d'un circuit RL.....	169
6.12.2	Réponse sinusoïdale d'un circuit RC.....	170
6.13	Exemple d'application: le moteur pas-à-pas à quatre phases (unipolaire)	171
	Problèmes.....	173

**Chapitre 7 Modélisation et dynamique des circuits de deuxième ordre**

7.1	Introduction.....	185
7.2	Définitions.....	186
7.3	Réponse d'un circuit de deuxième ordre à une excitation constante .....	186
7.3.1	Cas d'un système suramorti .....	188
7.3.2	Cas d'un système critiquement amorti.....	188
7.3.3	Cas d'un système sous-amorti.....	189
7.4	Modélisation des circuits électriques de deuxième ordre .....	189
7.4.1	Circuit RLC série .....	190
7.4.2	Circuit RLC parallèle.....	191
7.5	Analyse des circuits électriques de deuxième ordre .....	193
7.5.1	Mise en œuvre du modèle .....	193
7.5.2	Valeurs initiales.....	195
7.5.3	Valeurs finales .....	197
7.5.4	Réponse du système.....	198
7.6	Circuits libres d'excitation.....	200
7.6.1	Circuit RLC série libre d'excitation.....	200
7.6.2	Circuit RLC parallèle libre d'excitation.....	203
7.7	Exemples d'application de circuits électriques de deuxième ordre (résonants) .....	206
7.7.1	Système électrique d'allumage pour moteur d'automobile .....	206
7.7.2	Convertisseurs à résonance en électronique de puissance .....	211
	Problèmes.....	212

**Chapitre 8 Circuits à courant alternatif en régime permanent**

8.1	Introduction.....	221
8.2	Signaux sinusoïdaux .....	221
8.2.1	Déphasage entre signaux de même fréquence .....	222
8.2.2	Addition de sinusoïdes.....	224
8.2.3	Caractéristiques d'un signal périodique.....	225
8.3	Phaseurs .....	228
8.3.1	Rappel sur les nombres complexes.....	228
8.3.2	Représentation phaseur d'un signal sinusoïdal.....	231
8.3.3	Relations phaseurs pour les éléments passifs.....	232
8.4	Impédance complexe.....	236
8.5	Combinaison d'impédances .....	237
8.5.1	Impédances en série .....	237
8.5.2	Impédances en parallèle.....	239
8.6	Méthodes d'analyse dans le domaine fréquentiel .....	240
8.6.1	Méthode des tensions de nœud .....	240
8.6.2	Méthode des courants de maille.....	243

8.6.3	Méthode de superposition .....	245
8.6.4	Théorème de Thévenin .....	246
8.6.5	Théorème de Norton .....	249
8.6.6	Sources équivalentes .....	250
8.7	Analyse des circuits à amplificateurs opérationnels .....	250
	Problèmes .....	253

## **Chapitre 9 Circuits à fréquence variable**

9.1	Introduction .....	267
9.2	Fonction de transfert sinusoïdale .....	267
9.3	Réponse en fréquence des systèmes de premier ordre .....	268
9.4	Réponse en fréquence des systèmes de deuxième ordre .....	271
9.4.1	Résonance série .....	272
9.4.2	Résonance parallèle .....	275
9.5	Filtres de signaux .....	276
9.5.1	Filtre passe-bas .....	276
9.5.2	Filtre passe-haut .....	279
9.5.3	Filtre passe-bande .....	283
9.5.4	Filtre coupe-bande .....	288
9.6	Diagrammes de Bode (Hendrick W.) .....	293
9.6.1	Décibel .....	294
9.6.2	Décade .....	295
9.6.3	Diagrammes de Bode de fonctions de transfert simples .....	296
	Problèmes .....	303

## **Chapitre 10 Puissances en régime sinusoïdal établi**

10.1	Introduction .....	311
10.2	Puissance instantanée .....	311
10.3	Puissance active, puissance réactive et facteur de puissance .....	313
10.4	Puissance dans une résistance .....	314
10.5	Puissance dans une inductance .....	315
10.6	Puissance dans un condensateur .....	316
10.7	Puissance complexe .....	317
10.8	Correction du facteur de puissance .....	319
10.9	Puissances dans un récepteur déformant .....	320
10.9.1	Puissance instantanée .....	321
10.9.2	Puissances active et réactive .....	323
10.9.3	Puissance apparente, puissance de distorsion et facteur de puissance .....	323
10.10	Adaptation d'impédance .....	324
	Problèmes .....	325

**Chapitre 11 Analyse de circuits électriques à l'aide  
de la transformée de Laplace**

11.1	Introduction.....	333
11.2	Transformée de Laplace.....	333
11.2.1	Existence et unicité de la transformée de Laplace.....	334
11.2.2	Exemples de calcul de la transformée de Laplace.....	334
11.2.3	Propriétés de la transformée de Laplace.....	336
11.2.4	Calcul de la transformée inverse.....	338
11.2.5	Théorème de la valeur initiale.....	342
11.2.6	Théorème de la valeur finale.....	342
11.3	Application de la transformée de Laplace à l'analyse de circuits électriques.....	343
11.3.1	Impédances opérationnelles.....	343
11.3.2	Calcul de la réponse temporelle d'un circuit électrique.....	346
11.3.3	Fonction de transfert.....	354
	Problèmes.....	360
	<b>Réponses aux problèmes.....</b>	<b>371</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>403</b>
	<b>Index.....</b>	<b>405</b>