sciences de l'ingénieur

Alexander
Sadiku

Analyse des circuits électriques

537-701

de boeck

Table des matières

Préface xiv
Remerciements xviii
Visite guidée xxi
Avis aux étudiants xxiii
Les auteurs xxv

PREMIERE PARTIE Circuits à courant continu (c.c.) **2**

Chapitre 1 Concepts de base **3**

1.1 Introduction **4**
1.2 Système d'unités de mesure **4**
1.3 Charge et courant électrique **6**
1.4 Différence de potentiel **9**
1.5 Puissance et énergie électrique **11**
1.6 Éléments de circuit **15**
1.7 †Applications **17**
1.7.1 Le tube cathodique TV
1.7.2 La facture d'électricité
1.8 †Résolution de problèmes **20**
1.9 Résumé du chapitre **23**
Questions récapitulatives **24**
Problèmes à résoudre **24**
Problèmes récapitulatifs **27**

Chapitre 2 Lois fondamentales **29**

2.1 Introduction **30**
2.2 La loi d'Ohm **30**
2.3 †Nœuds, branches et boucles **35**
2.4 Les lois de Kirchhoff **37**
2.5 Résistors en série et diviseur de tension **43**
2.6 Résistors en parallèle et diviseur de courant **44**
2.7 †Transformations étoile–triangle **52**
2.8 †Applications **58**
2.8.1 Les systèmes d'éclairage
2.8.2 L'adaptation des instruments de mesure à c.c.
2.9 Résumé du chapitre **65**
Questions récapitulatives **66**
Problèmes à résoudre **67**
Problèmes récapitulatifs **78**

Chapitre 3 Méthodes d'analyse **81**

3.1 Introduction **82**
3.2 Analyse nodale **82**
3.3 Analyse nodale pour circuits avec sources de tension **88**
3.4 Analyse de mailles **92**
3.5 Analyse de mailles pour circuits avec sources de courant **97**
3.6 †Analyse nodale et de mailles par inspection du circuit **99**
3.7 Analyse nodale versus analyse de mailles **103**
3.8 Analyse des circuits avec le logiciel *PSpice* **104**
3.9 †Applications : les circuits en c.c. d'un transistor **106**
3.10 Résumé du chapitre **111**
Questions récapitulatives **112**
Problèmes à résoudre **113**
Problème récapitulatif **125**

Chapitre 4 Théorèmes des circuits **127**

4.1 Introduction **128**
4.2 Propriété de linéarité **128**
4.3 Principe de superposition **130**
4.4 Transformation de sources **135**
4.5 Théorème de Thévenin **139**
4.6 Théorème de Norton **145**
4.7 †Variantes pour les théorèmes de Thévenin et de Norton **148**
4.8 Transfert de puissance maximale **150**
4.9 Vérification des théorèmes de circuit avec *PSpice* **152**
4.10 †Applications **155**
4.10.1 Modélisation des sources
4.10.2 Mesure des résistances
4.11 Résumé du chapitre **160**
Questions récapitulatives **161**
Problèmes à résoudre **162**
Problèmes récapitulatifs **173**

Chapitre 5 Amplificateurs opérationnels **175**

5.1 Introduction **176**
5.2 Amplificateurs opérationnels **176**
5.3 L'ampli op idéal **180**
5.4 L'amplificateur inverseur **181**
5.5 L'amplificateur non-inverseur **183**
5.6 L'amplificateur sommateur **185**
5.7 L'amplificateur différentiel **186**
5.8 Cascades d'amplis op **189**
5.9 Analyse des amplis op avec *PSpice* **193**
5.10 †Applications **194**
5.10.1 Convertisseur numérique-analogique
5.10.2 Amplificateurs d'instrumentation
5.11 Résumé du chapitre **198**
Questions récapitulatives **200**
Problèmes à résoudre **201**
Problèmes récapitulatifs **212**

Chapitre 6 Condensateurs et inducteurs **213**

6.1 Introduction **214**
6.2 Condensateurs **214**
6.3 Condensateurs en série et en parallèle **220**
6.4 Inducteurs **224**
6.5 Bobines en série et en parallèle **228**
6.6 †Applications **231**
6.6.1 L'intégrateur
6.6.2 Le différenciateur
6.6.3 Le calculateur analogique
6.7 Résumé du chapitre **239**
Questions récapitulatives **240**
Problèmes à résoudre **241**
Problèmes récapitulatifs **250**

Chapitre 7 Circuits du premier ordre **251**

7.1 Introduction **252**
7.2 Circuit *RC* libre de source **252**
7.3 Circuit *RL* libre de source **257**
7.4 Fonctions singulières **263**
7.5 Réponse échelon d'un circuit *RC* **271**
7.6 Réponse échelon d'un circuit *RL* **277**
7.7 †Circuits ampli op du premier ordre **281**
7.8 Analyse transitoire avec *PSpice* **286**
7.9 †Applications **290**
7.9.1 Circuits de temporisation
7.9.2 Unité flash photographique
7.9.3 Circuits à relais
7.9.4 Circuit d'allumage d'une automobile
7.10 Résumé du chapitre **296**
Questions récapitulatives **298**
Problèmes à résoudre **299**
Problèmes récapitulatifs **309**

Chapitre 8 Circuits du second ordre **311**

8.1 Introduction **312**
8.2 Valeurs initiales et finales des variables du circuit **313**
8.3 Circuit *RLC* série libre de source **317**
8.4 Circuit *RLC* parallèle libre de source **324**
8.5 Réponse échelon d'un circuit *RLC* série **329**
8.6 Réponse échelon d'un circuit *RLC* parallèle **334**
8.7 Généralités sur les circuits du second ordre **336**
8.8 Circuits du second ordre avec amplis op **341**
8.9 Analyse des circuits *RLC* avec *PSpice* **344**
8.10 Principe de la dualité **347**
8.11 †Applications **351**
8.11.1 Système d'allumage d'automobile
8.11.2 Circuits de lissage
8.12 Résumé du chapitre **354**
Questions récapitulatives **355**
Problèmes à résoudre **356**
Problèmes récapitulatifs **365**

DEUXIEME PARTIE Circuits à courant alternatif (c.a.) **366**

Chapitre 9 Grandeurs sinusoïdales et phaseurs **367**

9.1 Introduction **368**
9.2 Grandeurs sinusoïdales **369**
9.3 Phaseurs **374**
9.4 Relations entre phaseurs et éléments de circuit **382**
9.5 Impédance et admittance **384**
9.6 †Les lois de Kirchhoff dans le domaine phasoriel **387**
9.7 Association d'impédances **387**
9.8 †Applications **393**
9.8.1 Circuits *RC* de déphasage
9.8.2 Circuits en pont à c.a.
9.9 Résumé du chapitre **399**
Questions récapitulatives **400**
Problèmes à résoudre **400**
Problèmes récapitulatifs **409**

Chapitre 10 Analyse des circuits à c.a. **411**

10.1 Introduction **412**
10.2 Analyse nodale **412**
10.3 Analyse de mailles **415**
10.4 Théorème de superposition **419**
10.5 Transformation de source **422**
10.6 Circuits équivalents de Thévenin et de Norton **424**
10.7 Circuits à c.a. avec amplis op **428**
10.8 Analyse des circuits à c.a. à l'aide de *PSpice* **430**
10.9 †Applications **435**
10.9.1 Le multiplicateur de capacité
10.9.2 Oscillateurs
10.10 Résumé du chapitre **439**
Questions récapitulatives **440**
Problèmes à résoudre **441**

Chapitre 11 Puissance en courant alternatif **455**

11.1 Introduction **456**
11.2 Puissance instantanée et puissance moyenne **456**
11.3 Transfert maximal de puissance **462**
11.4 Valeur efficace (r.m.s.) **465**
11.5 Puissance apparente et facteur de puissance ($\cos\varphi$) **468**
11.6 Puissance complexe **471**
11.7 †Conservation de l'énergie en c.a. **475**
11.8 Amélioration du facteur de puissance **478**
11.9 †Applications **480**
11.9.1 Mesure de la puissance et de l'énergie électrique
11.9.2 Coût de la consommation d'électricité
11.10 Résumé du chapitre **486**
Questions récapitulatives **487**
Problèmes à résoudre **488**
Problèmes récapitulatifs **498**

Chapitre 12 Circuits triphasés **501**

12.1 Introduction **502**
12.2 Système triphasé équilibré **503**
12.3 Système équilibré Y - Y **507**
12.4 Système équilibré Y - Δ **510**
12.5 Système équilibré Δ - Δ **513**
12.6 Système équilibré Δ - Y **514**
12.7 Puissance dans un système équilibré **517**
12.8 †Systèmes triphasés asymétriques **523**
12.9 Utilisation du logiciel *PSpice* pour les circuits triphasés **527**
12.10 †Applications **532**
12.10.1 Mesure de la puissance en triphasé
12.10.2 Le câblage des installations résidentielles
12.11 Résumé du chapitre **540**
Questions récapitulatives **541**
Problèmes à résoudre **542**
Problèmes récapitulatifs **551**

Chapitre 13 Circuits à couplage magnétique **553**

13.1 Introduction **554**
13.2 Inductance mutuelle **555**
13.3 L'énergie dans un circuit à couplage magnétique **562**
13.4 Le transformateur linéaire **565**
13.5 Le transformateur idéal **571**
13.6 L'autotransformateur idéal **578**
13.7 Le transformateur triphasé **581**
13.8 *PSpice* pour l'analyse des circuits à couplage magnétique **584**
13.9 †Applications **589**
13.9.1 Le transformateur en tant que dispositif de séparation
13.9.2 Le transformateur en tant qu'élément d'adaptation
13.9.3 Distribution de l'énergie électrique
13.10 Résumé du chapitre **595**
Questions récapitulatives **596**
Problèmes à résoudre **597**
Problèmes récapitulatifs **609**

Chapitre 14 Réponse en fréquence **611**

14.1 Introduction **612**
14.2 La fonction de transfert **612**
14.3 †L'échelle des décibels **615**
14.4 Diagramme de Bode **617**
14.5 La résonance d'un circuit série **627**
14.6 La résonance d'un circuit parallèle **631**
14.7 Filtres passifs **634**
14.7.1 Filtre passe-bas
14.7.2 Filtre passe-haut
14.7.3 Filtre passe-bande
14.7.4 Filtre coupe-bande
14.8 Filtres actifs **639**
14.8.1 Filtre passe-bas du premier ordre
14.8.2 Filtre passe-haut du premier ordre
14.8.3 Filtre passe-bande du premier ordre
14.8.4 Filtre coupe-bande (filtre *notch*) du premier ordre
14.9 Mise à l'échelle (*scaling*) **644**
14.9.1 Mise à l'échelle (*scaling*) des grandeurs

14.9.2 Mise à l'échelle (scaling) en fréquence
14.9.3 Mise à l'échelle (scaling) des valeurs et en fréquence
14.10 Utilisation de *PSpice* pour la réponse en fréquence **647**
14.11 Utilisation du logiciel *MATLAB* **651**
14.12 †Applications **653**
14.12.1 Le récepteur radio
14.12.2 Le téléphone à clavier
14.12.3 Réseau de mixage (audio)
14.13 Résumé du chapitre **659**
Questions récapitulatives **660**
Problèmes à résoudre **661**
Problèmes récapitulatifs **670**

TROISIEME PARTIE Analyse avancée des circuits **672**

Chapitre 15 Introduction à la transformée de Laplace **673**
15.1 Introduction **674**
15.2 Définition de la transformée de Laplace **675**
15.3 Propriétés de la transformée de Laplace **678**
15.4 L'inverse de la transformée de Laplace **688**
15.4.1 Pôles simmples
15.4.2 Pôles multiples
15.4.3 Pôles complexes
15.5 L'intégrale de convolution **695**
15.6 †Applications aux équations intégro-différentielles **703**
15.7 Résumé du chapitre **705**
Questions récapitulatives **705**
Problèmes à résoudre **706**

Chapitre 16 Applications de la transformée de Laplace **713**
16.1 Introduction **714**
16.2 Modèles pour les éléments de circuit **714**
16.3 Analyse des circuits **720**
16.4 Fonctions de transfert **724**
16.5 Variables d'état **728**
16.6 †Applications **735**
16.6.1 Stabilité du réseau
16.6.2 Synthèse d'un réseau
16.7 Résumé du chapitre **743**
Questions récapitulatives **744**
Problèmes à résoudre **745**
Problèmes récapitulatifs **752**

Chapitre 17 Séries de Fourier **753**
17.1 Introduction **754**
17.2 Séries trigonométriques de Fourier **754**
17.3 Considérations sur la symétrie **762**
17.3.1 Symétrie simple ou paire
17.3.2 Symétrie impaire
17.3.3 Symétrie en demi-onde
17.4 Applications aux circuits **772**
17.5 Puissance active et valeurs efficaces **776**
17.6 Séries exponentielles de Fourier **779**
17.7 Analyse de Fourier à l'aide du logiciel *PSpice* **785**
17.7.1 Transformée de Fourier discrète (DFT)
17.7.2 Transformée de Fourier rapide (FFT)
17.8 †Applications **791**
17.8.1 Analyseurs de spectre
17.8.2 Filtres
17.9 Résumé du chapitre **794**
Questions récapitulatives **796**
Problèmes à résoudre **797**
Problèmes récapitulatifs **806**

Chapitre 18 Transformée de Fourier **807**
18.1 Introduction **808**
18.2 Définition **808**
18.3 Propriétés **814**
18.4 Applications aux circuits **826**
18.5 Théorème de Parseval **829**
18.6 Comparaison entre les transformées de Fourier et de Laplace **832**
18.7 †Applications **833**
18.7.1 Modulation d'amplitude (AM)
18.7.2 Échantillonage des signaux
18.9 Résumé du chapitre **837**
Questions récapitulatives **838**
Problèmes à résoudre **839**
Problèmes récapitulatifs **845**

Chapitre 19 Réseaux de quadripôles **847**
19.1 Introduction **848**
19.2 Paramètres d'impédance **849**
19.3 Paramètres d'admittance **853**

19.4 Paramètres hybrides **856**
19.5 Paramètres de transmission **861**
19.6 †Relations entre paramètres **866**
19.7 Interconnexion des quadripôles **869**
19.8 Calcul des paramètres des quadripôles à l'aide de *PSpice* **874**
19.9 †Applications **878**
19.9.1 Circuits du transistor
19.9.2 Synthèse des réseaux en cascade
19.10 Résumé du chapitre **886**
Questions récapitulatives **887**
Problèmes à résoudre **888**
Problème récapitulatif **899**

ANNEXE A Systèmes d'équations et l'inversion des matrices **A**

ANNEXE B Nombres complexes **A-9**

ANNEXE C Formules mathématiques **A-16**

ANNEXE D *PSpice* sur Windows **A-21**

ANNEXE E *MATLAB* **A-46**

ANNEXE F Réponses aux problèmes impairs **A-65**

Bibliographie **B-1**

Index **I-1**