

Table des matières

Avant-propos	1
Chapitre 1. Au sujet des circuits analogiques	3
1.1. Introduction : divers	3
1.1.1. SPICE	3
1.1.1.1. Une brève histoire de SPICE	3
1.1.1.2. Un programme SPICE	5
1.1.2. Technologies, CAO	8
1.1.3. Technologies des résistances	15
1.2. Un montage amplificateur simple, mais réaliste : le transistor bipolaire à émetteur commun	22
1.2.1. Schéma équivalent petit signal de l'émetteur commun contre-réactionné avec pont de base	23
1.2.2. Calcul du gain en courant	24
1.3. Conception d'un circuit intégré	24
1.4. Sources de courant	27
1.4.1. Sources de courant simple : schéma équivalent	27
1.4.2. Source de courant de Wildar : schéma équivalent	27
1.4.3. Source de courant de Wilson	28
1.4.3.1. Schéma équivalent de la source de Wilson	29
1.4.3.2. Résistance de sortie de la source de Wilson	29
1.4.4. Source de courant et source de tension	31
1.4.5. Source de courant simple : calculs	31
1.4.6. Source de courant de Wildar : calculs	32
1.4.7. Avantages et inconvénients des deux sources	33
1.4.8. Source de courant à montage cascode	42

1.4.9. Source de courant NMOS simple.	42
1.4.10. Source de courant de Wilson améliorée	43
1.5. Un circuit de prédilection : l'amplificateur opérationnel 741.	44
1.5.1. Charge active	45
1.5.2. 741 : description.	46
1.5.3. Analyse en continu	47
1.5.4. Analyse petits signaux du 741	54
1.5.4.1. Résistance d'entrée.	54
1.5.4.2. Calcul de la transconductance G_m	55
1.5.4.3. Résistance d'entrée : R_{e2}	61
1.5.5. Le troisième étage.	62
1.5.5.1. Résistance d'entrée : R_{e3}	62
1.5.5.2. Étape de sortie	63
1.5.5.3. Résistance de sortie R_{S3}	65
1.5.5.4. Performance petits signaux du circuit complet	66
1.5.6. Prise en compte d'effet du second ordre : analyse par ordinateur	67
1.6. Simulateur électrique	68
1.6.1. Analyse de circuits linéaires en régime permanent	70
1.6.2. Analyse en régime transitoire	76
1.6.3. Système non linéaire : méthode de Newton-Raphson.	80
1.7. Simulation d'un système à plusieurs composants actifs.	98
1.8. L'analogique : blocs fonctionnels de base en technologie CMOS et structures analogiques élémentaires.	120
1.8.1. Transistors NMOS en source commune.	120
1.8.1.1. Montage cascode	127
1.8.2. Rappel sur la structure générale de l'amplificateur opérationnel	132
1.8.2.1. Étape d'entrée rail à rail : définition.	134
1.8.2.2. Étude de la plage dynamique de tension d'entrée de mode commun.	134
1.8.2.3. Mode de fonctionnement d'un étage différentiel NMOS	136
1.9. Conclusion	158

Chapitre 2. Bruits et parasites dans les circuits mixtes. 161

2.1. Introduction.	161
2.2. Mécanismes de bruit de masse et de substrat	162
2.2.1. Propagation du bruit dans un substrat de silicium	164
2.2.2. Méthodologie de simulation.	167
2.3. Bruit dans les circuits oscillateurs.	175
2.3.1. Considérations sur le design des oscillateurs	175
2.3.2. Topographies des OCT.	176

2.3.3. Résultats et discussion	181
2.4. Fonctions de sensibilité	186
2.5. Nouveaux développements sur la fonction <i>Impulse Sensitivity</i>	192
2.5.1. Oscillateurs : brefs rappels sur la théorie	192
2.5.2. La fonction de sensibilité impulsionnelle et quelques rappels	196
2.5.2.1. Nouvelles perspectives dans l'impulsion	199
2.5.3. Influence des blocs numériques sur les blocs analogiques	209
Chapitre 3. De la 2D à la 3D : opportunités et challenges	223
3.1. Introduction	223
3.2. L'intégration en 3D	224
3.2.1. <i>3D impedance extraction</i> (3D-IE)	232
3.2.2. Validation du modèle	240
3.2.3. Interconnexions : modèles compacts	251
3.2.4. Validation : structures de test	252
3.2.5. Simulation par éléments finis	258
3.2.5.1. Résultats de tests et de modèles compacts	261
3.2.6. Perspectives et futures directions	265
3.3. Conclusion	266
Bibliographie	267
Index	269
Sommaire de <i>Composants et circuits analogiques 1</i>	271