

Table des matières

Avant-propos	1
Chapitre 1. Transistors	3
1.1. Modélisation des transistors	3
1.1.1. Une résistance d'entrée et une source liée	4
1.1.2. Schéma équivalent de Giacoletto	5
1.1.3. Introduction des non-linéarités	6
1.1.4. Modélisation de type Spice	9
1.1.5. Paramètres S ou X	10
1.1.6. Le modèle d'Ebers-Moll	13
1.1.7. Conclusions	14
1.2. Amplification	14
1.2.1. Rappels sur la distorsion	14
1.2.2. Rappels sur la contre-réaction	15
1.2.2.1. Effet sur le gain	17
1.2.2.2. Effet sur la bande passante	18
1.2.2.3. Effet de la distorsion sur un étage unique	20
1.2.2.4. Effet de la distorsion sur plusieurs étages en cascade	21
1.2.3. Conclusions	28
Chapitre 2. Amplificateurs	29
2.1. Amplificateur émetteur commun	29
2.1.1. Calcul de la fonction de transfert	29
2.1.2. Calcul de la distorsion	30
2.1.3. Amplificateur émetteur commun avec CR, calcul du gain	34

2.1.4. Amplificateur émetteur commun avec CR, calcul de la distorsion	36
2.1.5. Amplificateur émetteur commun, calcul de la fonction de transfert	40
2.1.6. Amplificateur émetteur commun, effet Miller	42
2.2. Amplificateur base commune	43
2.2.1. Calcul de la fonction de transfert	43
2.2.2. Amplificateur cascode	44
2.2.2.1. Calcul de la fonction de transfert	45
2.2.2.2. Calcul de la distorsion	49
2.2.2.3. Simulation et comparaison	52
2.2.2.4. Conclusions	55
2.3. Amplificateur collecteur commun	58
2.3.1. Calcul de la fonction de transfert	58
2.3.2. Fonctionnement avec source de courant	59
2.3.3. Précautions et conclusions	60
Chapitre 3. Amplificateurs différentiels	65
3.1. Amplificateur différentiel sans source de courant	66
3.2. Amplificateur différentiel avec source de courant	68
3.2.1. Sources et miroirs de courant	71
3.2.1.1. Sources de courant	71
3.2.1.2. Miroirs de courant	73
3.2.1.3. Charges actives	74
3.2.2. Simulation sur l'étage différentiel : amplificateur différentiel basique avec source de courant	75
3.3. Amplificateur différentiel cascode	80
3.3.1. Objectif de l'architecture de l'amplificateur différentiel cascode	80
3.3.2. Simulation de l'amplificateur différentiel cascode	80
3.4. Amplificateur différentiel cross-quad	82
3.4.1. Inversion de la caractéristique	83
3.4.2. Simulation autour de la linéarité de l'amplificateur différentiel cross-quad	89
3.5. Amplificateur différentiel cascomp feedforward	90
3.5.1. Calcul du gain de l'amplificateur différentiel cascomp	91
3.5.2. Simulation de l'amplificateur différentiel cascomp	93
3.5.3. Amplificateur différentiel cascomp symétrique	93

3.5.3.1. Analyse de l'amplificateur différentiel cascomp symétrique	93
3.5.3.2. Simulation de l'amplificateur différentiel cascomp symétrique	97
3.6. Amplificateur différentiel cascomp feedback	100
3.7. Comparaison des différentes structures et conclusions	101
3.7.1. Linéarité	101
3.7.2. Largeur de bande	103
3.7.3. Nature de la fonction de transfert.	103
3.8. Calcul exact des fonctions de transfert des étages différentiels	103
3.8.1. Étage amplificateur générique	104
3.8.1.1. Étage amplificateur idéal et réel	104
3.8.1.2. Fonction tangente hyperbolique	105
3.8.2. Calcul des paramètres influents.	106
3.8.2.1. Distorsion par harmonique	106
3.8.2.2. Point d'interception du troisième ordre	107
3.8.3. Étage différentiel élémentaire.	108
3.8.3.1. Calcul du gain en absence de contre-réaction	108
3.8.3.2. Calcul des performances images de la linéarité	110
3.8.4. Étage différentiel ayant deux résistances d'émetteur	112
3.8.4.1. Étage différentiel élémentaire, calcul du gain	112
3.8.4.2. Calcul des performances images de la linéarité	113
3.8.4.3. Comparaison des performances images de la linéarité	113
3.8.5. Étage différentiel cascode	114
3.8.5.1. Calcul des différents paramètres	117
3.8.5.2. Comportement avec l'harmonique 5	117
3.8.6. Étage différentiel cascomp feedforward, brevet Tektronix.	118
3.8.6.1. Correction amont ou aval	119
3.8.6.2. Correction feedforward	119
3.8.7. Étage différentiel cascomp feedback.	123
3.8.7.1. Calcul du gain.	124
3.8.7.2. Calcul des performances images de la linéarité	124
3.8.8. Procédure de dimensionnement de l'amplificateur cascomp.	125
3.9. Comparaison des étages différentiels et conclusions.	129
3.9.1. Comparaison de la linéarité des étages différentiels.	129
3.9.2. Comparaison de la largeur de bande à -3 dB des étages différentiels.	133
3.9.3. Compléments sur le cross-quad.	135
3.9.4. Variantes du cross-quad	138

Chapitre 4. Étages de sortie des amplificateurs	145
4.1. Amplificateurs en classe A	146
4.2. Amplificateurs en classe B	148
4.3. Amplificateurs en classe AB	153
4.3.1. Multiplicateur de VBE	157
4.4. Exemple d'étages amplificateurs de sortie	158
4.4.1. Comparaison transistor unique, Darlington ou paire compound	162
Chapitre 5. Étude et analyse de quelques amplificateurs	169
5.1. Amplificateur opérationnel 741	169
5.2. Amplificateurs audio	170
5.2.1. Amplificateur type « années 1970 »	170
5.2.2. Amplificateur type « années 1980 »	176
5.2.3. Amplificateur type « années 2000 »	180
5.3. Amplificateur de transimpédance	185
5.4. Amplificateur en classe E	192
5.5. Amplificateur paire série-shunt	201
5.5.1. Polarisation et dimensionnement de l'amplificateur	201
5.5.2. Simulation AC et Transient	203
5.5.3. Simulation en paramètres S	203
5.5.4. Application à un oscillateur	207
5.5.5. Variation avec un étage différentiel	212
Bibliographie	213
Index	215