

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Methodik des Schaltungsentwurfes	3
2.1	Entwurfsablauf	3
2.2	Probleme beim Schaltungsentwurf	5
2.3	Systemanforderungen	5
2.4	Formalisierung des Entwurfsprozesses	7
2.4.1	Denkmodelle und -Operationen im Entwurfsprozeß	7
2.4.2	Algorithmisierung des Entwurfsablaufes	8
2.4.3	Abstraktionsformen und Charakterisierung von Objekten	10
2.4.4	Resümee	11
2.4.5	Hilfsmittel zur Lösungsfindung	12
2.4.5.1	Übersichtsschema	12
2.4.5.2	Systematisches Variieren und Kombinieren	13
2.4.5.3	Punkt- und Bewertungstabelle	14
2.4.5.4	Weitere Techniken zur Entscheidungsfindung	15
2.4.6	Vergleich und Bewertung	17
2.5	Analog-Design-Systeme	18
2.5.1	Übersicht über den Stand der Technik bei Systemen zur Unterstützung des analogen Schaltungsentwurfs	18
2.5.1.1	Offene und geschlossene Systeme	18
2.5.1.2	Verfahren zur Topologieauswahl	19
2.5.1.3	Klassifizierung nach Dimensionierungsverfahren	20
2.5.2	ASAIC	21
2.5.3	ACACIA	22
2.5.4	ADAM	23
2.5.5	OPASYN	24
2.5.6	BLADES	24

2.5.7	Kurzer Überblick über weitere Systeme	25
2.5.8	Zusammenfassung sowie Kurzvorstellung weiterer Systeme	25
3	Der Aufbau und die Grundfunktionen von EASY	27
3.1	Konzeption des Entwurfsablaufs	27
3.2	Programmier-Sprachtypen und -Paradigma in EASY	31
3.3	Die Funktionskomponenten von EASY	32
3.4	Die praktische Umsetzung der Funktionskomponenten	33
3.4.1	Übersicht über die Komponenten von EASY	33
3.4.2	Die graphische Oberfläche	35
3.4.2.1	Aufgaben der graphischen Oberfläche	35
3.4.2.2	Visualisierungen	36
3.4.2.3	Elemente und Makrobibliothek, Elemente-Browser	37
3.4.2.4	Dialog- und Erklärungskomponente	40
3.4.2.5	Allgemeiner Aufbau der Klassenstruktur der Oberfläche	40
3.4.3	Die "Symbolic Engine"	44
3.4.3.1	Modulaufteilung der Computer-Algebra und der symbolischen Komponente von EASY	44
3.4.4	Symbolische Analyse	44
3.4.5	Symbolisches Design	46
3.5	Vergleich der diskutierten Analog-Entwurfssysteme	47
3.5.1	Vergleich von ASAIC und EASY	48
4	Netzwerkanalyse	51
4.1	Effiziente Netzwerkanalyseverfahren	51
4.1.1	Vorbetrachtungen	52
4.1.2	Die Kirchhoff-Gleichungen	53
4.1.3	Lösung der Kirchhoff-Gleichungen	54
4.1.4	Netzwerkelemente, Strom-Spannungs-Beziehungen	55
4.1.4.1	Linearisierung und Belevitch-Form	56
4.1.4.2	Interpretation der Belevitch-Form	57
4.1.4.3	Unabhängige Quellen	59
4.1.4.4	Ausgeartete Netzwerkelemente	60
4.1.5	Sparse-Tableau-Analyse	61

4.1.6	Kompakte Netzwerkanalyseverfahren	62
4.1.6.1	Die Supermaschen-Analyse	63
4.1.6.2	Algorithmus zur Aufstellung von Supermaschen-Gleichungen [ASM]	63
4.1.6.3	Die Superknoten-Analyse	66
4.1.6.4	Algorithmus zur Aufstellung von Superknotengleichungen .	67
4.1.7	Analyse von Nullnetzwerken	70
4.1.7.1	Superknoten-Analyse mit ausgearteten Elementen	70
4.1.7.2	Supermaschen-Analyse mit ausgearteten Elementen	72
4.1.8	Beweis der Allgemeingültigkeit der Supermaschen-Analyse	73
4.1.9	Mathematische Formulierung der Modifizierten Schleifenanalyse (MLA) als Grundlage für die Rechnerimplementation der Supermaschenanalyse	77
4.1.9.1	Ableitung der MLA	77
4.1.9.2	Übergang von der MLA zur RLA	79
4.1.10	Beweis der Allgemeingültigkeit der Superknoten-Analyse	84
4.1.10.1	Ableitung der Superknotenanalyse aus der Modifizierten Knotenanalyse	84
4.1.10.2	Nulloren in MNA und Superknoten-Analyse	85
4.2	Stückweise lineare Funktionen	87
4.2.1	Beschreibung stückweise linearer Funktionen	87
4.2.2	Mehrdimensionale kanonische Darstellung	90
4.2.3	Aspekte für die stückweise lineare Netzwerkanalyse	91
4.2.4	Verfahren zur Lösungsbestimmung stückweise linearer Gleichungen .	92
4.2.5	Anwendungen der stückweise linearen Netzwerkanalyse	97
5	Qualitative Analyse	111
5.1	Einsatz qualitativer Verfahren	111
5.2	Historischer Abriß	112
5.3	Grundlagen der qualitativen Analyse	113
5.3.1	Qualitative Größen	113
5.3.2	Syntaxvereinbarungen	114
5.3.3	Qualitative Operatoren	115
5.3.4	Umsetzung von quantitativen in qualitative Gleichungen	116
5.3.5	Widersprüche	118

5.4	Qualitative Analyse in EASY	119
5.4.1	Einführendes Beispiel	119
5.4.2	Überblick über qualitative Analysearten in EASY	120
5.4.3	Allgemeine Begriffe und Schreibweisen	121
5.5	Transformation von Gleichungen	122
5.5.1	Kirchhoff-Gleichungen	122
5.5.2	Elementgleichungen nullter Ordnung	124
5.5.3	Elementgleichungen erster Ordnung	126
5.6	Zustandsanalyse	127
5.6.1	Verfahren zur Lösung der qualitativen Gleichungen für die Zustandsanalyse	127
5.6.2	Verfahren zur Aufstellung von Gleichungen als Grundlage für die Zustandsanalyse	128
5.6.3	Der Gesamttablauf der Zustandsanalyse	130
5.6.4	Ergebnisse der Zustandsanalyse	131
5.7	Kausalanalyse	133
5.7.1	Grundlegende Überlegungen zur Kausalanalyse	133
5.7.2	Der Ablauf der Kausalanalyse	135
5.7.2.1	Struktur des Algorithmus	135
5.7.2.2	Heuristiken	136
5.7.2.3	Anwendung der Heuristiken	139
5.7.3	Weitere Eigenschaften von Heuristiken	139
5.8	Übergangsanalyse	141
5.8.1	Übergangsanalyse für nichtlineare Elemente	141
5.8.2	Modellierung des zeitlichen Verhaltens	142
5.9	Überlegungen zur Funktionalen Analyse	152
5.10	Resümee und Ausblick	152
6	Verstärkerentwurf	155
6.1	Entwicklung zum gleichungsbasierten Entwurf	155
6.1.1	Die Entstehung eines regelorientierten Entwurfsablaufs für Kleinsignalverstärker	155
6.1.2	Die Entwicklung zu einem makromodellorientierten gleichungsbasierten flexiblen Verstärkerentwurf	161

6.1.2.1	Das Konzept von Nordholt	161
6.1.3	Praktische Umsetzung und Erweiterung des Konzeptes von Nordholt .	163
6.1.4	Beispiele zur Anwendung des makromodell-orientierten Verstärkerentwurfs	164
6.1.4.1	Ablaufplan zum Entwurf einstufiger Verstärkerschaltungen	164
6.1.4.2	Einstufige Verstärkerstufe der Variante f	165
6.1.4.3	Dreistufiger Spannungsverstärker	170
6.1.5	Zusammenfassender Überblick über die Vorgehensweise zum makromodell-orientierten Verstärkerentwurf	174
6.2	Weitere Verfahren und Ausblicke	177
7	Computeralgebra-Komponente	179
7.1	Das Funktionsprinzip des Solvers	179
7.1.1	Netzlisten	188
7.1.2	Automatische Dimensionierung der Elemente von Schaltungen variabler Topologie	189
7.2	Reduktion von Gleichungen	192
7.3	Symbolische Approximationsverfahren	195
7.3.1	Vorbetrachtungen	195
7.3.2	Gleichungsbasierte Approximationsverfahren	196
7.4	Automatisierte Gleichungsreduktion	198
7.4.1	Überlegungen zur Aufstellung von Gleichungen	199
7.4.2	Variation der Schaltungsparameter	206
7.4.3	Zusammenfassung und Ausblick	207
8	Zusammenfassung und Ausblick	209
9	Anhang	211
9.1	Menüeintrag der Smalltalk-Oberfläche	211
9.2	Auflösung der Gleichungen der Kausal-Analyse	213
9.2.1	Spannungsverstärkung des dreistufigen Spannungsverstärkers	214
9.3	Automatische Dimensionierung	215
9.4	Automatische Dimensionierung	217
9.5	Algorithmus Superknotenanalyse	219