

**Inhaltsverzeichnis**

Abkürzungen und Formelzeichen	VIII
<b>1 Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Einführung in den Schaltungstest</b>	<b>5</b>
2.1 Überblick über die Testsysteme	5
2.1.1 Analogtester	6
2.1.2 Digitaltester	7
2.1.3 Mixed-Signal-Tester	10
2.2 Ablauf eines Schaltungstests	14
<b>3 Der Digitaltest</b>	<b>16</b>
3.1 Der testfreundliche Schaltungsentwurf	16
3.1.1 Ad hoc-Methoden	17
3.1.2 Scan-Pfad-Design	18
3.1.2.1 Struktur und Test einer Scan-Pfad-Schaltung	19
3.1.2.2 Level Sensitive Scan Design	21
3.1.2.3 Der partielle Scan-Pfad	22
3.1.2.4 Vor- und Nachteile des Scan-Pfad-Designs	22
3.1.3 Selbsttesteinrichtungen	23
3.1.4 Verbesserung der Testbarkeit durch Partitionierung	26
3.1.5 Boundary-Scan-Methode	28
3.1.6 Testbus-Konzept	31
3.2 Testmustergenerierung	33
3.2.1 Fehlermodelle	34
3.2.2 Methoden der Testmustergenerierung	36
3.2.2.1 Funktionale Testmuster	36
3.2.2.2 Algorithmisch erzeugte Testmuster	37
3.2.2.3 Stochastische Testmuster	38
3.3 Testmustergenerierung für Scan-Pfad-Schaltungen	40
3.3.1 Alternatives Verfahren zur Testmustergenerierung	41
3.3.1.1 Funktion des Preprozessors SCANS15_PRE	41
3.3.1.2 Funktion des Postprozessors SCANS15_POST	44
3.3.2 Anwendung des SCANS15-Verfahrens	46

3.4	Testmusterumsetzung	48
3.4.1	Das Zwischenformat CADDIF	52
3.4.2	Der Programmgenerator PROGEN	52
3.4.2.1	Aufbau und Syntax der EFD-Sprache	53
3.4.2.2	Aufbau des Programmgenerators PROGEN	55
3.4.2.3	Struktur des generierten Preprozessors	59
3.4.2.4	Die Vorteile von PROGEN gegenüber herkömmlichen Verfahren	60
3.4.3	Der Postprozessor POSTPRO	61
3.4.3.1	Der Format-Algorithmus	64
3.4.3.2	Die Zeit-Algorithmen	68
3.4.3.3	Das Testerformat-Modul	72
3.4.3.4	Die Vorteile von POSTPRO gegenüber kommerziellen Postprozessoren	73
<b>4</b>	<b>Der Analog-Test</b>	<b>74</b>
4.1	Aufbau des modularen Mixed-Signal-Testers	75
4.1.1	Das Hardware-Konzept	75
4.1.1.1	Meßkomponenten für den Analogtest	76
4.1.1.2	Der Parallelrechner zur schnellen Analyse der Meßwerte	78
4.1.1.3	Aufbau des Mixed-Signal-Load-Boards	79
4.1.1.4	Speicherkarte zur parallelen Datenübernahme	82
4.1.2	Das Software-Konzept	86
4.2	Testverfahren basierend auf der digitalen Signalverarbeitung	89
4.2.1	Untersuchung numerischer Transformationen zur digitalen Signalverarbeitung	91
4.2.1.1	Die diskrete Fourier-Transformation	92
4.2.1.2	Die diskrete Hartley-Transformation	95
4.2.1.3	Vergleich der schnellen Fourier- und Hartley-Transformation	97
4.2.2	Grundprinzip der kohärenten Messung	102
4.2.3	Entwicklung eines programmierbaren Taktgenerators zur $M/N$ -Synchronisation	106
4.2.3.1	Methoden der Frequenzsynthese	107
4.2.3.2	Grundkonzept der programmierbaren Taktgeneratoren	113
4.2.3.3	Der Taktgenerator für den Bereich von 80 Hz bis 3 MHz	115
4.2.3.4	Der Taktgenerator für den Bereich von 1 MHz bis 100 MHz	120
4.2.4	Grundprinzip des Multiton-Testverfahrens	121
4.2.5	Entwurf von Multiton-Signalen mit niedrigem Crest-Faktor	123
4.2.5.1	Optimierung der Crest-Faktor-Algorithmen	126

---

4.2.5.2	Verhalten des Crest-Faktors bei nichtlinearen Phasen	129
4.3	Analyse von Testmethoden für Analog/Digital-Umsetzer	131
4.3.1	Umsetzerklassen und Fehlertypen	131
4.3.2	Vergleich der statischen Testmethoden	137
4.3.3	Vergleich der dynamischen Testmethoden	140
4.3.4	Gegenüberstellung der statischen und dynamischen Testverfahren	145
<b>5</b>	<b>Untersuchung verschiedener Testverfahren mit dem neuen Testsystem</b>	<b>148</b>
5.1	Beispiel 1: Test eines Tiefpaßfilters in SC-Technik	148
5.2	Beispiel 2: Test eines Bandpaßfilters	153
5.3	Beispiel 3: Test eines Analog/Digital-Umsetzers	156
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>159</b>
<b>Anhang</b>		<b>163</b>
A	Beispiel für eine Parameter-Datei	163
B	Das CADDIF-Format	164
C	Beispiel für eine Easy Format Description-Datei	166
D	Der Transformationsalgorithmus	169
E	Schaltpläne der Speicherkarte und der programmierbaren Taktgeneratoren	177
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>181</b>