

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	5
<b>I. Teil: Grundlagen der digitalen Audiotechnik . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>1 Allgemeine Betrachtung . . . . .</b>	<b>13</b>
1.1 Was sind digitale Audiosignale? . . . . .	13
1.2 Warum digitale Audiosignalverarbeitung? . . . . .	13
1.3 Vor- und Nachteile der digitalen Audiosignalverarbeitung . . . . .	16
<b>2 Übergang vom analogen zum digitalen Signal . . . . .</b>	<b>19</b>
2.1 Die Puls-Amplituden-Modulation (PAM) . . . . .	19
2.2 Das Abtasttheorem . . . . .	20
2.3 Die Abtastfrequenz . . . . .	22
2.4 Das Eingangstiefpaßfilter . . . . .	23
2.5 Die Sample-and-Hold-Schaltung . . . . .	25
2.6 Die Analog-Digital-Wandlung . . . . .	27
2.6.1 Quantisierungsrauschen und Dynamik . . . . .	29
2.6.2 Nichtlineare Quantisierung . . . . .	30
2.7 Ausführungen von Analog-Digital-Wandlern . . . . .	31
2.7.1 Integrationswandler . . . . .	33
2.7.2 A/D-Wandler nach dem Verfahren der sukzessiven Approximation . . . . .	35
2.7.3 Fehler von A/D-Wandlern . . . . .	37
2.8 Die Codierung . . . . .	39
2.9 Ausgangsformat des quellcodierten PCM-Signals . . . . .	41
<b>3 Vom PCM-Signal zum analogen Signal . . . . .</b>	<b>43</b>
3.1 Der Digital-Analog-Wandler . . . . .	43
3.2 Ausführungen von Digital-Analog-Wandlern . . . . .	45
3.2.1 D/A-Wandler mit Kettenleiternetzwerk . . . . .	45
3.2.2 D/A-Wandler mit aktiven Stromteilern . . . . .	47
3.2.3 D/A-Wandler nach dem Integrationsverfahren . . . . .	49
3.2.4 Fehler von D/A-Wandlern . . . . .	52
3.2.5 Stromversorgung von D/A-Wandlern . . . . .	52
3.3 Der Deglitcher . . . . .	52
3.4 Das Ausgangstiefpaßfilter . . . . .	53
<b>4 Fehlererkennung und Fehlerkorrektur . . . . .</b>	<b>55</b>
4.1 Gründe für die Fehlerkorrektur . . . . .	55
4.2 Fehlererkennung . . . . .	56
4.2.1 Paritätsprüfung . . . . .	56
4.2.2 Zyklische Redundanzprüfung . . . . .	59
4.3 Fehlerkorrektur . . . . .	61
4.4 Fehlerverdeckung . . . . .	62
4.4.1 Interleaving . . . . .	63
4.4.2 Cross Interleaving . . . . .	64

5	<b>Kanalcodierung</b>	65
5.1	Warum ist eine Kanalcodierung erforderlich?	65
5.2	Anforderungen an einen Kanalcode	66
5.3	Ausführungen von Kanalcodes	67
5.4	Kenngrößen von Kanalcodes	68
5.4.1	Das Augenzillogramm	69
6	<b>Digitale Filter</b>	71
6.1	Prinzip der digitalen Filterung	71
6.2	FIR- und IIR-Digitalfilter	73
6.3	Realisierung von Digitalfiltern	74
<b>II. Teil: Compact-Disc-System und CD-Player</b>		<b>75</b>
7	<b>Allgemeine Betrachtung des Compact-Disc-Systems</b>	77
7.1	Wie sind die Informationen auf der CD gespeichert?	77
7.2	Was ist auf der CD gespeichert?	77
7.3	Wie wird die CD abgetastet?	77
7.4	Drehzahl und Spielzeit der CD	78
7.5	Technische Daten des Compact-Disc-Systems	79
8	<b>Herstellung und Struktur der Compact Disc</b>	81
8.1	Herstellung der Compact Disc	81
8.2	Struktur der Compact Disc	83
8.2.1	Pitstruktur	83
8.2.2	Informationsbereiche auf der CD	84
9	<b>Aufnahmeverfahren und Datenformat der Compact-Disc-Systems</b>	85
9.1	Umwandlung der analogen Audiosignale	85
9.2	Die CIRC-Codierung	87
9.3	Kontrollsignal und Steuersignalblock	89
9.3.1	Der P-Kanal	90
9.3.2	Der Q-Kanal	91
9.3.3	Die Kanäle R bis W	94
9.4	Die EFM-Codierung	94
9.4.1	Die Mergin-Bits	97
9.5	Endgültige Frame-Struktur	99
9.6	Minimale und maximale Pitlänge auf der CD	99
10	<b>Optische Abtastung der Compact Disc</b>	101
10.1	Der Laser	101
10.2	Die Transparenzschicht	102
10.3	Modulation des reflektierenden Laserlichts	103
10.4	Das Abtastsystem	104
10.4.1	Die Kollimatorlinse	104
10.4.2	Das Polarisationsprisma	104
10.4.3	Die $\lambda/4$ -Platte	106
10.4.4	Sammellinse und Zwei-Achsen-Element	107
10.4.5	Strahlengang des reflektierten Lichts	108
10.4.6	Der Fotodetektor	108
10.4.7	Ausführung von Abtastsystemen	108

<b>11</b>	<b>Grundaufbau eines CD-Players</b>	<b>113</b>
11.1	Abtastsystem und Vorverstärker	115
11.1.1	Die Steuerung der Laserleistung	115
11.1.2	Der Vorverstärker	116
11.2	Fokus-Servoregelkreis	118
11.2.1	Das Astigmatismus-Verfahren	119
11.2.2	Fokusfehlererkennung unter Ausnutzung des «kritischen Winkels»	120
11.2.3	Die «Knife Edge»-Methode	122
11.2.4	Start einer Fokussierung	123
11.2.5	Arbeitsweise des Fokus-Servoregelkreises	125
11.3	Tracking-Servoregelkreis	127
11.3.1	Die Push-Pull-Methode	128
11.3.2	Die DPD-Methode	129
11.3.3	Die Phasen-Differenz-Methode	132
11.3.4	Die 3-Strahl-Methode	133
11.3.5	Arbeitsweise von Tracking-Servoregelkreisen	134
11.3.6	Der Spiegeldetektor	137
11.4	Schlitten-Servo	138
11.4.1	Transport des Abtastsystems	141
11.5	Die Spurensprung-Funktion	141
11.5.1	Der Bremsvorgang	143
11.6	Servo-ICs CX-20108 und CX-20109	145
11.7	Disc-Servoregelkreis	149
11.7.1	Die Geschwindigkeitsregelung	150
11.7.2	Die Phasenregelung	151
11.7.3	Ansteuerung des Disc-Motors	152
11.8	EFM-Signalverarbeitung	153
11.8.1	EFM-Signalgewinnung	153
11.8.2	Takt-Regeneration	155
11.8.3	Bit-Rückgewinnung und EFM-Demodulation	156
11.8.4	Jitter-Korrektur	157
11.8.5	Fehlerkorrektur und Fehlerkompensation	157
11.8.6	Decodierung des Subcodes	160
11.8.7	VLSI-IC zur digitalen Datenauswertung	160
11.9	Digital-Analog-Wandlung und Ausgangsstufe	163
11.9.1	D/A-Wandler im CD-Player	163
11.9.2	14-bit-Digital-Analog-Wandlung	167
11.9.3	Deglitcher im CD-Player	167
11.9.4	Ausgangstiefpaßfilter im CD-Player	168
11.9.5	De-Emphasis und Ausgangsstufe	168
11.9.6	Optische Kopplung zwischen Digital- und Analogteil	170
11.10	Oversampling-Verfahren	170
11.10.1	D/A-Wandlung mit 256fachem Oversampling und 1-bit-D/A-Wandler	174
11.11	Überblick über die verschiedenen D/A-Umwandlungsverfahren	177
11.12	Die Ablaufsteuerung im CD-Player	179
11.13	Das Netzteil im CD-Player	179
<b>12</b>	<b>Reparaturservice am CD-Player</b>	<b>181</b>
12.1	Schutzmaßnahmen	181
12.2	Prüfschritte bei einem defekten CD-Player	181
12.3	Überprüfung des Lasers	183

<b>III. Teil: R-DAT-Recorder</b> . . . . .	<b>185</b>
<b>13 Allgemeine Betrachtung des R-DAT-Systems</b> . . . . .	<b>187</b>
13.1 Systemparameter . . . . .	188
13.1.1 Die R-DAT-Kassette . . . . .	188
13.1.2 Das Bandmaterial in der R-DAT-Kassette . . . . .	188
13.1.3 Technische Daten des R-DAT-Systems . . . . .	189
13.2 Spurlage und Aufzeichnungsformat . . . . .	190
13.2.1 Spurlage . . . . .	190
13.2.2 Aufzeichnungsformat . . . . .	191
13.2.3 PCM-Format . . . . .	191
13.2.4 ATF-Format . . . . .	193
13.2.5 Subcode-Format . . . . .	194
13.2.6 Zeitkomprimiertes Datenformat . . . . .	195
<b>14 Aufbau eines R-DAT-Recorders</b> . . . . .	<b>197</b>
14.1 Kopfumschlingung und Laufwerk . . . . .	197
14.2 Signalverarbeitung im R-DAT-Recorder . . . . .	199
14.2.1 Aufnahmevorgang . . . . .	199
14.2.2 Wiedergabevorgang . . . . .	200
14.3 Servosysteme . . . . .	200
14.3.1 Capstan-Servo . . . . .	201
14.3.2 ATF-Servo . . . . .	201
14.3.3 Kopftrommel-Servo . . . . .	202
14.3.4 Wickelteller-Servo . . . . .	203
<b>Glossar</b> . . . . .	<b>205</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>209</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>211</b>