

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie zur Fixpunkt-FFT	11
1.1	Grundlagen	11
1.2	Hochpassfilter	14
1.3	Anti-Aliasing- und Tiefpass-Filter	14
1.4	Funktionsschema der FFT	16
1.5	Weiterführende Literatur	17
2	Simulationsprogramm in LabVIEW	19
2.1	Verwendungszweck	19
2.2	Bedienungsanleitung	20
2.3	Soundkarten-Oszilloskope	22
3	Einführung in LabVIEW	25
3.1	Was ist LabVIEW?	25
3.2	Der Aufbau eines virtuellen Instruments	25
3.3	Beispielprogramm in LabVIEW	26
3.4	LabVIEW-Programme in diesem Buch	34
3.5	LabVIEW für eigene Projekte nutzen	35
3.6	LabVIEW erwerben	38
4	Experimentiersystem	39
4.1	Elektronische Schaltung	39
4.1.1	Analoge Elektronik	40
4.1.2	Digitale Elektronik	44
4.2	Schaltungsaufbau	45
4.2.1	Bauteile	46
4.2.2	Die Grundplatte	47
4.2.3	Die Bestückung	48
5	Der FFT-Baustein	51
5.1	Schaltbild	51
5.2	GNU – General Public License	52
5.2.1	Eigene Projekte mit der GNU-Lizenz	52
5.3	Projekte von ELM-CHAN	55
5.4	Programmablaufplan	56
5.5	Programmaufbau	58
5.5.1	Fuse Bytes	58
5.5.2	Makros	60
5.5.3	Konstanten	61
5.5.4	Variablen	62

5.5.5	Anschlüsse initialisieren	62
5.5.6	SRAM initialisieren.....	62
5.5.7	ADC-Interrupt initialisieren	63
5.5.8	Reset-Quelle auswerten	63
5.5.9	ADC-Interrupt starten	64
5.5.10	Interrupt-Routine: isr_adc	64
5.5.11	512 neue Samples erfasst?	65
5.5.12	Komplexes Array erstellen.....	65
5.5.13	Overdrive-Anzeige.....	66
5.5.14	FFT-Berechnung (Butterfly)	67
5.5.15	Umwandlung in skalare Werte (16 Bit)	67
5.5.16	Umrechnung in Balkenwerte (8 Bit)	68
5.5.17	Parallele und serielle Ausgabe	70
6	Der Analysebaustein.....	71
6.1	Schaltbild	71
6.2	Technische Details.....	72
6.3	Programmablaufplan	73
6.4	Programmaufbau	75
6.4.1	Fuse Bytes	75
6.4.2	GNU-Lizenz	76
6.4.3	Makros.....	76
6.4.4	Konstanten	77
6.4.5	Variablen	78
6.4.6	Anschlüsse initialisieren	80
6.4.7	SRAM initialisieren.....	81
6.4.8	Reset-Quelle auswerten	82
6.4.9	SRAM löschen.....	82
6.4.10	Initialisierung ADC0 für POT1: Sensitivity	82
6.4.11	TCNT1 Compare Match A-Interrupt.....	84
6.4.12	Interrupt-Routine: Check_Time	86
6.4.13	Hauptprogramm.....	89
7	Parallele Schnittstelle.....	95
7.1	Funktionsweise.....	95
7.2	Routine: Parallel_out (FFT-Baustein).....	101
7.3	Routine: Parallel_in (Analysebaustein).....	103
8	Serielle Schnittstelle	107
8.1	Grundlagen	107
8.2	Routine: WrCom_Fast.....	111
8.3	Routine: Wait_Start	114
8.4	Routine: Ausgabe_Y.....	115
8.5	Routine: Test_RS-232.....	116

9	Analyse	119
9.1	Grundlagen	119
9.2	Routine: Check_Tone_1	124
9.3	Routine: Fill_Tone_1	133
9.4	Aufteilung in Segmente	135
9.4.1	Prinzip der Segmentierung	135
9.4.2	Routine: Bar_and_Korr	136
9.4.3	Drift in den Spektrum-Analysen	142
9.4.4	Errechnen der Segmentmitten	148
9.4.5	KORR-TERMINAL.vi	148
9.4.6	Routine: Find_Tone	150
9.4.7	Find_Tone für eigene Programme nutzen	151
10	Die FFT-Anzeige in LabVIEW	153
11	Anwendungsbeispiele	157
11.1	Versuche mit dem Basisprogramm	157
11.1.1	Das Hochladen der ersten Programme	157
11.1.2	Test der seriellen Übertragung	160
11.1.3	Darstellung der Audiospektren	160
11.1.4	Der Alias-Effekt	161
11.1.5	Tongenerator: SND-GENERATOR.llb	163
11.1.6	Ausgabe der erkannten Töne	165
11.2	Schaltung ohne Analysebaustein	166
11.3	Erkennung des Kammertons A	167
11.3.1	Vorbereitung	167
11.3.2	Tonsignal erzeugen	167
11.3.3	Analyse mit Simulator	168
11.3.4	Analyse mit FFT-Anzeige	169
11.3.5	Analyse mit BAR-TERMINAL.vi	170
11.3.6	Analyse mit KORR-TERMINAL.vi	171
11.3.7	Spezielle Ausgabeprogramme	174
11.4	DTMF-Decoder	174
11.4.1	Grundlagen zu DTMF	175
11.4.2	DTMF-Dialer	175
11.4.3	Analyse der DTMF-Codes	177
11.4.4	Listing von DTMF_DECODE.aps	179
11.5	DTMF-Codeschloss	185
11.5.1	DTMF-TERMINAL.vi	186
11.5.2	Listing von DTMF_LOCK.aps	188
11.6	Gitarrenstimmgerät	193
11.6.1	Saitenfrequenzen am Simulator	193
11.6.2	Töne und Frequenzen	193
11.6.3	Versuche mit dem TUNER-TERMINAL.vi	195
11.6.4	Listing von GUITAR_STRINGS.aps	198
11.6.5	Entwicklung des Gitarrenstimmgeräts	202

11.6.6	Anzeige des Gitarren-Tuners	203
11.6.7	Listing von GUITAR_TUNER.aps	204
11.6.8	Es geht noch genauer	208
11.7	Ermittlung der lautesten Frequenz.....	209
11.7.1	Listing von MAX_PEAK.aps	209
11.7.2	Routine: Search_Max	211
11.8	Automatische Notation	213
11.8.1	Elektronisches Piano.....	213
11.8.2	Analyse der Keyboard-Töne	215
11.8.3	TONE-TERMINAL.vi.....	216
11.8.4	Listing PIANO_DETECT.aps	218
11.8.5	Routine: Piano_Number	219
11.9	U-Bootsteuerung mit Schall.....	223
11.9.1	Funktionsweise der Schallsteuerung	223
11.9.2	Listing von yC_SUBMARINE.aps	228
11.9.3	Tipps zur Optimierung.....	234
	Stichwortverzeichnis	237