

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 • Einleitung10

Kapitel 2 • Mechanik12

2.1 Das RF-Brick-Template12

2.2 Das Chassis17

2.3 Die 19 Zoll Teilbaugruppe20

2.4 Abschließende Bemerkungen23

Kapitel 3 • Bridges24

3.1 Die USB-Isolator-Bridge24

3.2 I²C-Level-Shifter-Bridge28

3.3 Die I²C Schaltstufen-Bridge30

3.4 Beispiele für die Verwendung der Bridges34

Kapitel 4 • Signalketten mit RF Bricks36

4.1 Die Antenne36

4.1.1 Was die Antenne nicht empfängt, kann kein Verstärker aus dem Rauschen holen 37

4.1.2 Eine Antenne gehört nach draußen37

4.1.3 Ein Blitz- und Überspannungsschutz ist unbedingt notwendig.37

4.1.4 Eine Antenne besitzt frequenzabhängige Eigenschaften38

4.1.5 Die symmetrische Speiseleitung vermeidet Gleichtaktstörungen38

4.1.6 Signalkosmetik39

4.2 Der Bandfilter-Brick39

4.2.1 Exkurs: Die Arbeit mit dem NanoVNA41

4.2.1.1 Installation der NanoVNA-Software auf dem Host44

4.2.1.2 Kalibrierung des Nano-VNAs45

4.2.2 Filterdaten selbst berechnen47

4.2.3 Aufbau eines Beispielfilters55

4.2.3.1 Wickeln der Ringkernspule nach Tabelle56

4.2.3.2 Messen der Induktivität, Anpassen der Windungszahl.56

4.2.3.3 Den ersten Resonanzkreis aufbauen, Resonanzstelle nachmessen57

4.2.3.4 Den zweiten Resonanzkreis aufbauen, Resonanzstelle nachmessen59

4.2.3.5 Den Parallelkreis aufbauen (nicht angezapft) und abgleichen.61

- 4.2.3.6 Den angezapften Parallelkreis aufbauen und abgleichen63
- 4.2.3.7 Die Polstelle kompensieren64
- 4.3 Der Vorverstärker-Brick68
- 4.4 Der PLL-Brick71
- 4.5 Der Lima-Demodulator-Brick.75
- 4.6 Der integrierte Doppel-Demodulator78
- 4.7 Die Direktmischer-Signalkette80
- 4.8 Der Multiband-Direktmischer mit umschaltbaren Bandfiltern83
- 4.9 Der 45 MHz Schmalband-Brick89
 - 4.9.1 Die Doppelsuperhet-Signalkette91
- Kapitel 5 • Bricks für HF-Messungen92**
 - 5.1 Messsignale - Eine Spektrallinie.92
 - 5.2 Messsignale - Zwei Spektrallinien93
 - 5.2.1 Der verzerrungsarme Generator-Brick.94
 - 5.2.2 Der Wheatstone-Bridge Power Combiner96
 - 5.3 Messsignale - Rauschen101
 - 5.3.1 Bitte 5 Hz Bandbreite Rauschen am Stück aus der Mitte101
 - 5.3.2 Das Noise Power Ratio (NPR)103
 - 5.3.3 Der Notchfilter-Brick103
 - 5.3.4 Alternativen zur NPR-Messung mit dem Notchfilter113
 - 5.3.5 Welche Informationen liefern die verschiedenen Ansätze?113
 - 5.3.6 Der Rauschgenerator-Brick113
 - 5.3.3 Der Breitband-Verstärker-Brick mit MMICs.120
 - 5.3.4 Die Impedanzmessbrücke123
- Kapitel 6 • Nützliche Zusatzgeräte126**
 - 6.1 Das Antennenanpassgerät ATU-100126
 - 6.1.1 Die Firmware des ATU-100 verändern129
 - 6.2 Der X-Phase QRM Eliminator131
 - 6.2.1 Die Störung kompensieren.131
 - 6.2.2 Verpolungsschutz und Absicherung133
 - 6.2.3 Mechanische Konstruktion und Zusammenbau134
 - 6.2.4 Den X-Phase QRM-Eliminator betreiben136

Kapitel 7 • Kabel und Kabel	137
Kapitel 8 • Soundkarten und Soundkarten	139
8.2.1 Die interne Soundkarte	139
8.2.2 USB-Stick mit 24 Bit-Soundkarte (CM6533)	140
8.2.3 Asus Xonar U7 MKII	141
8.2.4 Behringer U-PHORIA UMC404HD	144
8.2.5 Fazit	146
Kapitel 9 • Vorgefertigte PC Host Software	147
9.1 SoapySDR	147
9.1.1 Das SoapyAudio-Modul tweaken	150
9.1.2 SoapyAudio an das neue rtaudio7 anpassen	159
9.2 GQRX	161
9.2.1 Integrierte Abstimmung mit gqrx-hamlib	167
9.2.2 GQRX selbst übersetzen	170
9.2.3 Zusätzliche Funktionalität in GQRX einbauen	177
9.2.4 gqrx-hamlib tweaken	179
9.2.5 Die Bandbreite von Pulseaudio heraufsetzen	183
9.3 CubicSDR	186
9.4 SDRPP	192
9.5 Zusammenfassung	194
Kapitel 10 • GnuRadio	195
10.1 Die SDR-Hardware mit GnuRadio steuern	195
10.1.1 Den Python Block erstellen	196
10.2 Die ersten GUI-Elemente einbauen	204
10.2.1 FrequencySink und Waterfall Sink	204
10.2.2 Die Frequenzanzeige mit Messages steuern	207
10.2.3 Den Frequenzselektor einsetzen	210
10.3 SSB-Demodulation	211
10.3.1 Das Weaver-Schema	212
10.3.2 Einstellbare Verstärkungen vorsehen	217
10.3.3 Verbessertes Weaver-Schema	219
10.3.4 Das Messaging optimieren	220

10.3.5 Die Filterbandbreite einstellbar machen	222
10.4 Weitere Hardware-Optionen über den Arduino ansteuern	223
10.4.1 Das TS850-CAT-Interface im Arduino erweitern	223
10.4.2 Den seriellen Ansteuerblock erweitern	225
10.5 Nochmals: Das Messaging optimieren	226
10.6 Die GUI aufräumen	227
10.7 Zusammenfassung und Ausblick	228
Kapitel 11 • SDR mit FPGAs	230
11.1 VHDL	230
11.2 FPGA und IDE auswählen	231
11.3 Datenwandler auswählen	232
11.4 Den Umgang mit Scilab lernen	233
11.4.1 Scilab installieren	234
11.5 Die FPGA-Toolchain installieren	234
11.5.1 Die aktuelle Intel® Quartus Version installieren.	234
11.5.2 Das Hilfesystem starten	238
11.5.3 Den Arrow Programmierer installieren	239
11.6 Das FPGA zum Leben erwecken	241
11.6.1 Den FPGA-Shield aufbauen.	241
11.6.2 Hello World – eine LED blinken lassen	244
11.6.2.1 Das Projekt konfigurieren	244
11.6.2.2 Ein Blockdiagramm aus Standardfunktionen zusammenstellen.	245
11.6.2.3 Die Timing Constraints definieren.	260
11.6.2.4 Das Design übersetzen	261
11.6.2.5 Den Pin Planner verwenden	262
11.6.2.6 Die Übersetzung fertig stellen	264
11.6.2.7 Das Design temporär in den FPGA laden	266
11.6.2.8 Das Design permanent in den FPGA laden	267
Kapitel 12 • Blocks für PC-unabhängige FPGA-Empfänger mit SSB/CW Filtern entwickeln	269
12.1 Der Delta-Sigma-DAC.	269
12.1.1 Prinzip	269

12.1.2 Übersetzung in VHDL. 270

12.1.3 Den DAC-Block definieren 271

12.2 Ein einfacher Sinusgenerator. 274

12.2.1 Realisierung – Cordic oder Wertetabelle? 274

12.2.2 Übersetzung in VHDL-Code 277

12.2.3 Den Sinusgenerator-Block erzeugen 278

12.2.4 Den Sinusgenerator-Block mit dem DAC testen 278

12.3 Der Differenzverstärker-Brick 279

12.4 Der 24 Bit-ADC 281

12.4.1 Den 24 Bit-ADC-Brick aufbauen 281

12.4.2 Auslesen des ADCs mit VHDL 283

12.5 Eine Signalkette für die SSB-Demodulation. 286

12.5.1 Die Quadratur-Abtastung 288

12.5.2 Das erste FIR-Tiefpassfilter 289

12.5.3 Der Weaver-Mixer 296

12.5.4 Das zweite FIR-Tiefpassfilter. 299

12.5.5 Die Signalkette zusammenbauen 299

12.6 Der GnuRadio-Flowgraph 300

12.7 Optimierungen 301

12.7.1 Der Anti-Aliasing-Filter 302

12.7.2 Einen Spitzenwert-Detektor einfügen 305

12.7.3 Die Schmalband-Signalkette an den Systemwiderstand anpassen. 306

12.7.4 Vierfaches Oversampling mit dem LTC2380 309

12.7.5 Zehnfaches Oversampling mit dem LTC2380 312

12.7.6 Die Wirkung des Oversamplings analysieren. 316

12.7.7 Die Weaver-Signalkette als Oversampling-Filter interpretieren 318

Kapitel 13 • Ausblick 320

Kapitel 14 • Quellen 321

Index 323