Charly 25 Radiolab – ein modulares HF-Transceiver-Konzept

ERWIN SERLÉ – PE3ES

Bei dem Charly 25 Radiolab handelt es sich um einen modular aufgebauten 20-W-Transceiver des Herstellers Smart Radio Concepts aus Deutschland. Zentraler Baustein ist der Red Pitaya aus Solkan in Slowenien. Der Beitrag schildert Erfahrungen mit diesem SDR-Konzept, dessen Bedienung auf der Open-Source-Software HPSDR basiert.

Als einer der ersten Anwender der Software von Red Pitaya und Pavel Demin interessiere ich mich schon seit längerem für die innovativen Produkte von Red Pitaya und stand in Kontakt mit verschiedenen Personen in Solkan und Edwin Richter von Smart Radio Concepts in Deutschland. Dadurch erhielt ich die Möglichkeit, eine erweiterte Version des Charly 25 für einige Monate auszuleihen.

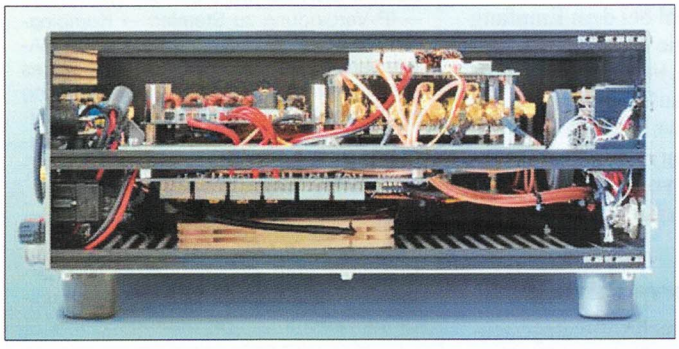


Bild 1: Charly 25 Radiolab mit geöffneter Gehäuseseite ...

So traf nach einigen Wochen – in der Zwischenzeit erfolgten eine Reihe von Verbesserungen sowohl in der Hard- als auch in der Software – ein sorgfältig verpackter Transceiver bei mir ein, dessen Gehäuse aus schwarz pulverbeschichtetem Aluminium besteht.

Inbetriebnahme

Es bedarf keines externen PCs, denn dieser ist, mit dem Betriebssystem Windows 10, bereits Bestandteil des Charly 25. Somit war der Transceiver nach Anschluss von Netzteil, HDMI-Monitor – es stehen zwei HDMI-Ausgänge zur Verfügung – einer USB-Maus und einer USB-Tastatur einsatzbereit. Selbstverständlich war auch eine Antenne anzuschließen. Beim ersten Start stellte die Software sofort fest, dass ich bereits eine andere Red-Pitaya-Version installiert hatte.

Die Anmeldung erfolgt mit dem Standardpasswort; zur Eingabe ist ein deutsches Tastaturlayout vorgesehen. Die Komponenten unterscheiden sich von einem herkömmlichen Transceiver. Bestandteile sind eine interne Hauptplatine, Windows-10-Software, ein Red Pitaya Stemlab 122-16 mit dem FPGA (engl. *Field Programmable Gate Array*) und verschiedenen zusätzlichen HF-Boards.

Die HPSDR-Software ist mit allen notwendigen Einstellungen für den Red Pitaya und die HF-Optionen vorinstalliert.

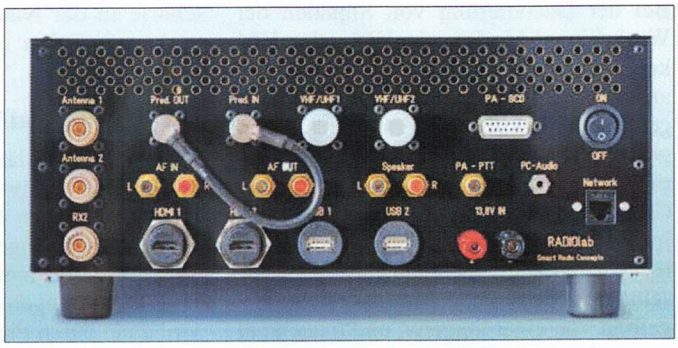


Bild 2: ... und die Ansicht der Rückseite.

Die Audioqualität empfinde ich als überzeugend, der eingebaute Lautsprecher, der von einer Audio-Codec-Karte mit einem 2×7-W-Audio-Niederfrequenzverstärker angesteuert wird, klingt gut. Bei Betrieb in digitalen Modi lässt sich die Audiowiedergabe auch durch einen Telefonstecker unterbrechen.

Konnektivität

Die Kopfhörerbuchse befindet sich auf der linken Seite der Frontplatte zwischen dem Key- und dem Mikrofonanschluss. Praktisch und robust. Ganz rechts auf der Vorderseite gibt es vier SMA-Anschlüsse, die Zugang zu den zwei Eingängen und zwei Ausgängen des eingebauten Red-Pitaya-Boards bieten, wenn die SDR-Software nicht verwendet wird. Dies ist nützlich, um den Red Pitaya als Mess- und Laborgerät verwenden zu können, als welches er ursprünglich entwickelt wurde. Während des Betriebs des Charly 25 sind keine Messungen mit dem Red Pitaya möglich, da dieser dann Bestandteil des Empfangssystems ist.

Die Rückseite des Geräts beinhaltet, wie von herkömmlichen Transceivern bekannt, mehrere Antennenanschlüsse, PA-PTT und Steuersignale für die PA und Anschlussmöglichkeiten für VHF/UHF-Transverter. Darüber hinaus machen eine Reihe von

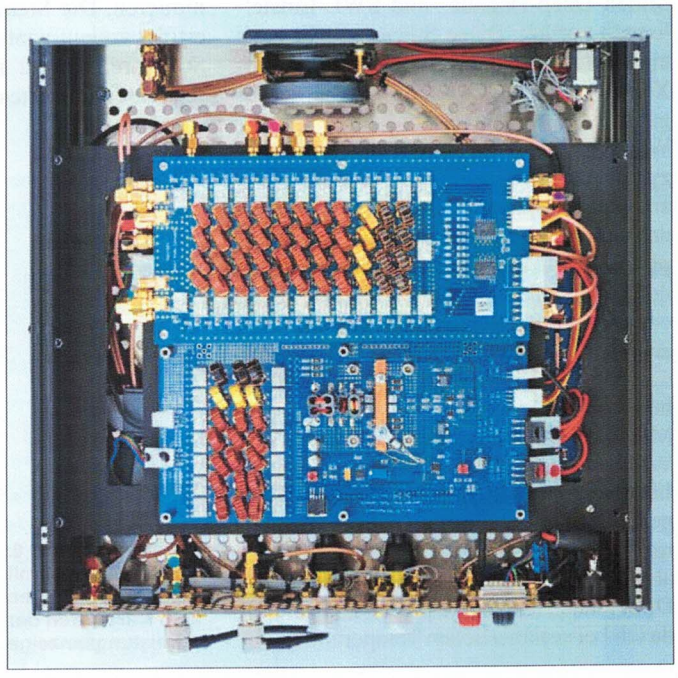


Bild 3: Das geöffnete Charly 25 Radiolab in der Draufsicht

Zugabe auf der CD!

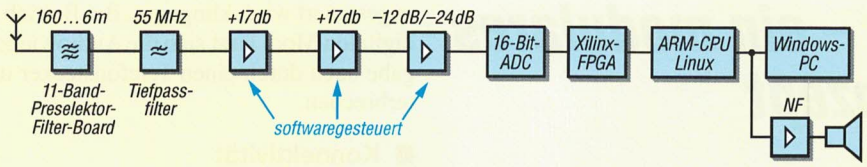


Bild 4: RX-Pfad 1 (vereinfacht); Pfad 2 gleich, aber für 0,05 MHz bis 55 MHz ohne 11-Band-Preselektor

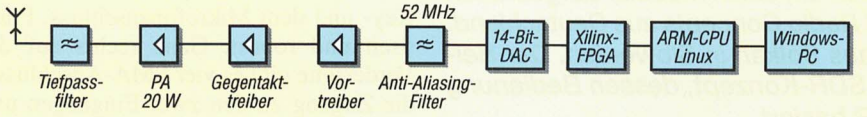


Bild 5: TX-Pfad (vereinfacht)

Signalverlauf bei Empfang und Senden

RX-Pfad

Antenne → Pi-Bandpassfilter (elf Bänder) → 55-MHz-Anti-Aliasing-Tiefpassfilter → Dämpfungsglied/Vorverstärker, ermöglicht die Anpassung an Empfangsbedingungen von –36 dB/36 dB in 6-dB-Schritten → Eingang zu Stemlab CH1/CH2 → ADU → Kombination von Stemlab Linux, angepasst durch das Smart-Radio-Concepts-Team, und Stemlab-FPGA-Software, geschrieben von Pavel Demin, übernimmt die Signalverarbeitung → Ausgabe des verarbeiteten RX-Signals (I/Q) an Audio-Codec → IP-Verbindung zur PC-Karte → Eingabe des I/Q-Signals in modifizierte OpenHPSDR-Software auf dem PC.

TX-Pfad

Ausgabe des I/Q-Signals von modifizierter OpenHPSDR-Software auf der Leiterplatte → IP-Verbindung zu Stemlab → Kombination von Stemlab-Linux und Stemlab-FPGA-Software übernimmt die Verarbeitung des Ausgangssignals → DAU → SMA-Ausgang von Stemlab TX1/TX2 → 55-MHz-Anti-Aliasing-Tiefpassfilter → Vortreiber → PA → sieben Tiefpassfilter für elf Bänder → SWV-Steuerung (= parallel) → Antenne.

Bei der Einrichtung der vorinstallierten Software erschließt sich, dass das Red-Pitaya-Board mit dem eingebauten PC-Motherboard über ein eigenes Netzwerk kommuniziert, Bild 6.

Ein- und Ausgängen deutlich, dass ein PC und ein separates Audio-Codec-Modul an Bord sind – das Gerät macht insgesamt einen hochwertigen Eindruck.
Vorteilhaft ist, dass Schaltpläne Bestandteil des Lieferumfangs sind. Dies hilft bei Modifikationen oder bei eventuellen Reparaturen.

■ Vergleiche

Bei der Decodierung von Signalen der Weak-Signal-Modes wie FT8 oder FT4 konkurrieren WSJT-X und JTDX miteinander – beide Programme benötigen eine gewisse CPU-Leistung. Erste Tests haben gezeigt, dass die gleichzeitige Decodierung durch diese Programme die CPU im Charly 25 stark belastet.
Im Task-Manager sieht man eine Grundlast von 29 % und während der Entschlüsselungsperiode alle 15 s eine kurze Spitze, gefolgt von einer längeren und manchmal sogar 100 %igen CPU-Auslastung. Die erste kurze Spitze ist durch WSJT-X verursacht, das vor dem Ende der 15 s dauernden FT8-Empfangssequenz erstmals decodiert. Die hohe Spitze geht auf JTDX mit seinen Deep-Decode- und SWL-Einstellungen zurück. Diese Spitze enthält auch einige zusätzliche Aktivitäten von WSJT-X im Rahmen des zweiten Decodierdurchgangs.
Wenn ich diese CPU-Last mit Decodierzyklen auf meinem eigenen, von mir selbst zusammengebauten PC vergleiche, der eine hochoptimierte Kombination aus Hauptplatine, CPU und Speicher verwendet, ist der Unterschied eklatant. JTDX erfordert eine Menge Rechenleistung, was mit dem erklärten Ziel der JTDX-Entwickler, einer optimalen Decodierleistung, zusammenhängt.
Mit zwei unabhängigen Instanzen von WSJT-X ist die CPU-Belastung geringer. Im Zweifelsfall lässt sich mit WSJT-X die gesamte Systembelastung in überschaubaren Grenzen halten, was insbesondere im abgesetzten Betrieb wichtig sein kann. Diesen habe ich übrigens schätzen gelernt, da ich bei sommerlichen Temperaturen abseits des Shacks im Dachgeschoss Amateurfunkbetrieb machen konnte.

■ SSB-Betrieb

Die Tonqualität, sowohl bei dem Empfang von SSB-Signalen wie auch von Kurzwellen-AM-Stationen, ist mir positiv aufgefallen. Einige Tonaufnahmen sind als MP3-Dateien im Download-Bereich auf *www.funkamateur.de* zu finden. Die Trennschärfe in der Nähe von zum Teil sehr starken Signalen ist ebenfalls überzeugend.

■ Diversity und Vorverzerrung

Im Empfangsweg lässt sich softwaregesteuert durch Diversity-Empfang der Einfluss lokaler Störungen reduzieren. Hierzu ist eine zweite Antenne anzuschließen, deren Aufgabe in einem möglichst starken Empfang der Störungen besteht. Dieses Signal wird dann durch Phasenverschiebung von dem über die Hauptantenne empfangenen Nutzsignal abgezogen, Bild 8.
Die Vorverzerrung, hier unter dem Namen *PureSignal* implementiert, dient dazu, Intermodulationen des Sendesignal zu minimieren. Die Steuerung dieser Funktion erfolgt vollautomatisch in der PowerSDR-Software. Hierzu ist im Charly 25 ein softwaregesteuertes Dämpfungsglied eingebaut. Das Ergebnis der Vorverzerrungs- und Phasenerkennung ist ein Sendesignal, dessen Flanken im Idealfall exakt der gewählten Filterbandbreite entspricht und Funkamateure auf Nachbarfrequenzen nicht beeinträchtigt. *PureSignal* sorgt für ein sauberes HF-Signal, indem die Störsignale um mehr als 80 dB gedämpft werden.

■ OpenHPSDR oder Thetis?

Das Team von Smart Radio Concepts bietet neben HPSDR auch eine Thetis-Version an, die genau auf die Hardware abge-

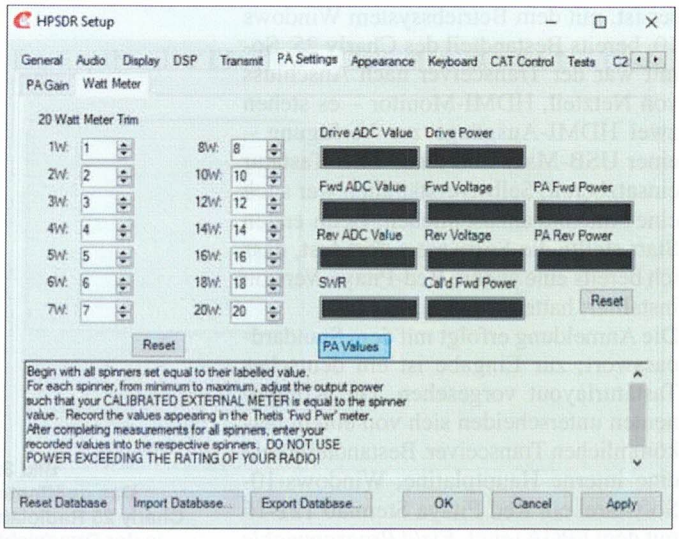


Bild 6: HPSDR-Setup mit den Einstellungen zum Kalibrieren der Leistungsanzeige

stimmt ist. Hierzu waren einerseits Funktionen zu integrieren, andererseits überflüssige Elemente zu deaktivieren oder in der grafischen Benutzeroberfläche unsichtbar zu machen. Die erste Thetis-Version lag mir vor und deren Oberfläche erscheint mir ruhiger und insgesamt angenehmer als das HPSDR-GUI. Andere mögen dies anders einschätzen, doch ist es sehr schön, zwei Softwarepakete einsetzen zu können, ohne dass Red-Pitaya-Firmware, Kabel oder Windows-Treiber zu ändern wären.

Senden mit dem Charly 25

Bei meinen ersten Versuchen habe ich festgestellt, dass meine angeschlossene USB-Peripherie, Tastatur und Maus, empfindlich auf HF-Strahlung reagiert. Selbst bei sehr geringer Leistung während eines Abstimmsignals war das gesamte System blockiert. Nach einigen Nachforschungen, bei denen ich die beiden USB-Ports hin- und herschaltete, entdeckte ich, dass die Kombination meiner USB-Tastatur in einem der Ports auf der Rückseite des Charly 25 dieses Problem verursachte. Mit der Maus in diesem Anschluss und der gleichen Tastatur in dem anderen USB-Anschluss war keine Störung feststellbar.

Als ich dies Edwin berichtete, nahm er dies sofort zur Kenntnis, um dies später zu untersuchen und, falls notwendig, zusätzliche Maßnahmen am USB-Port zu ergreifen, um zu verhindern, dass unerwünschte HF-Strahlung Lock-ups erzeugt.

Sind 20 W ausreichend?

Die notwendige Sendeleistung hängt von mehreren Faktoren ab – Ausbreitung, eingesetzte Antennen und die Sendeart sind als Einflussgrößen zu nennen. Ich habe festgestellt, dass in digitalen Sendearten mit 8 W ein großer Teil der Welt erreichbar ist. Manchmal ist mehr besser, aber es ist nicht immer notwendig. Um auch in SSB konkurrenzfähig zu sein, sind von Smart Radio Concepts für die nächste Saison schon viel leistungsfähigere PA-Module angekündigt. So lässt sich der modulare Transceiver einfach erweitern, ohne eine externe PA eines anderen Entwicklers wählen zu müssen.

Während der Leihfrist fand auch der WW-Digi-Wettbewerb statt. Die Arbeit mit dem Charly 25 in FT4, sowohl auf 20 m als auch auf 40 m, erwies sich als eine sehr angenehme Erfahrung. Für Wettbewerbe in anderen Modi – genannt sei etwa der russische RTTY-Contest – wäre eine höhere Sendeleistung sicher sinnvoll. Jedenfalls scheint die Software gut auf das Gerät abgestimmt zu sein, die Anzeigen des Leistungsmessers und anderer Informationen erwiesen sich als korrekt.

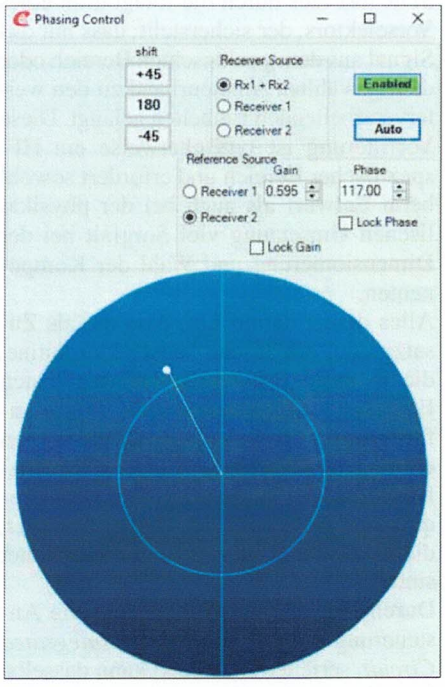


Bild 8: Charly-25-Diversity-Kontrolle zum Phasenabgleich der Signale beider Empfänger-/Antenneneingänge

Preselektor-Board-Modul

Eine der Gefahren beim Hören mit einem Breitbandempfänger oder einem direktabtastenden SDR ist die Überlastung des Eingangs des ADU durch starke Signale aus anderen Frequenzbereichen. Ein guter

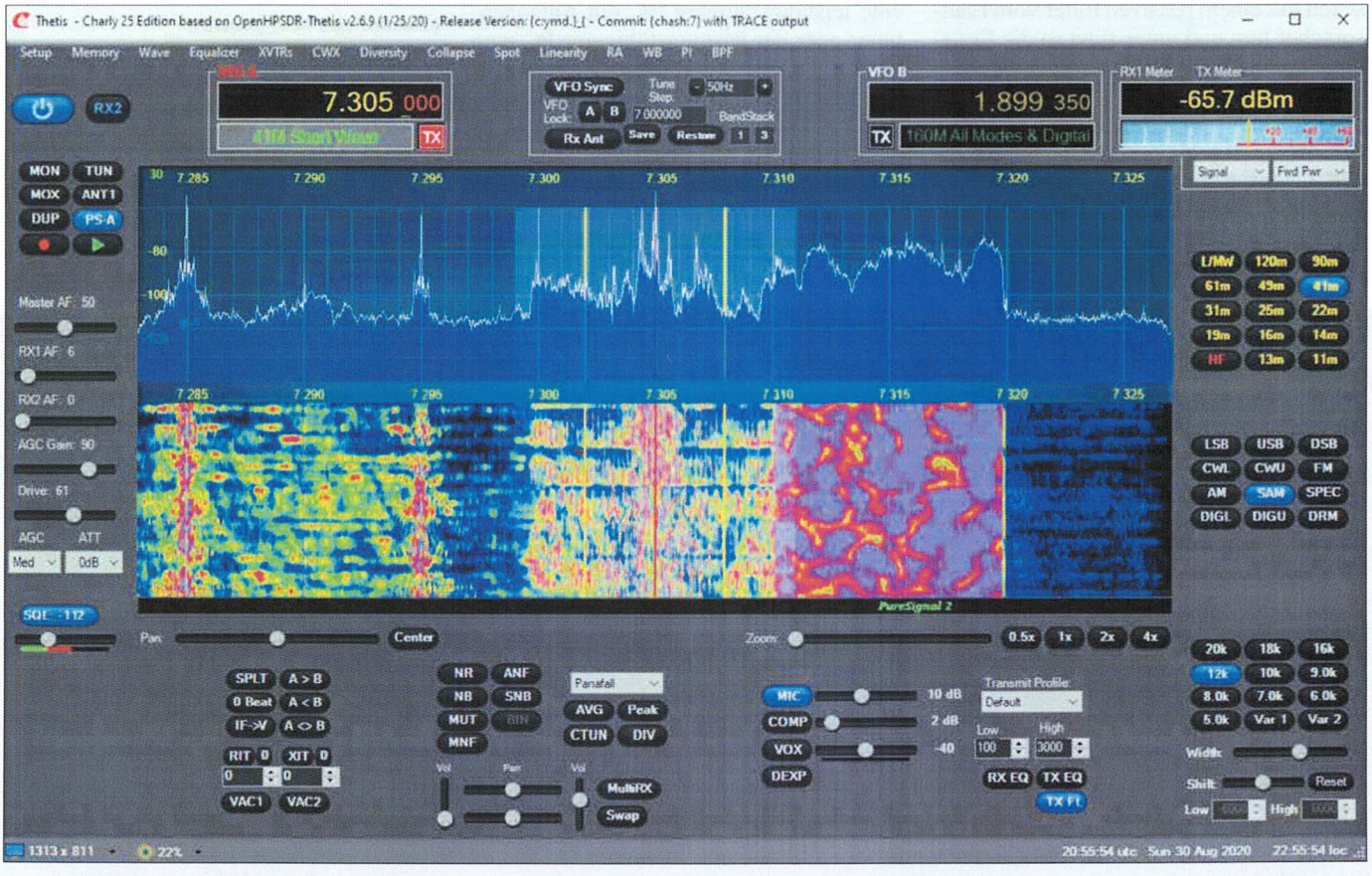


Bild 7: Bedienoberfläche der Thetis-Software

Fotos und Screenshots: PE3ES

SDR löst dies durch die Integration eines Vorselektors, der sicherstellt, dass nur das Signal aus dem gewünschten Bereich oder dem gewählten Amateurband zu den weiterverarbeitenden Einheiten gelangt. Diese Vorfilterung ist typischerweise ein HF-spezifischer Bereich und erfordert sowohl beim Entwurf als auch bei der physikalischen Umsetzung viel Sorgfalt bei der Dimensionierung und Wahl der Komponenten.

Alles deutet darauf hin, dass die als Zusatzmodul erhältliche Vorselektorplatine, die in mein Demogerät für den ersten Empfänger eingebaut wurde, diese Anforderung korrekt erfüllt. Dafür sorgen elf einzeln geschaltete Amateurfrequenz-Bandpassfilter und ein zwölfter für Frequenzen außerhalb der Amateurbänder, die als Pi-Filter in vier Stufen geschaltet sind.

Durch den offenen Aufbau und die Ansteuerung mit I²C (engl. *Inter-Integrated Circuit*, serieller Datenbus) kann dasselbe Modul auch in anderen Situationen ohne den Einsatz eines Charly 25 verwendet werden. Im Charly 25 kommt es außerdem für Signale im TX-Pfad zum Einsatz.

Technische Daten laut Hersteller

Merkmale	Direct-Sampling-SDR mit eingebautem PC, HF-Preselektor und PA, Audio-Codec mit 2 × 7-W-NF-Verstärker, Lautsprecher
Frequenzbereich	50 kHz … 55 MHz
FPGA-Technologie	Xilinx ZINQ Z7020 FPGA
ADU(ADC)-Auflösung	16 Bit
Empfindlichkeit	–139 dBm (Bandbreite 500 Hz)
HF-Anschlüsse	3 × SO239, 2 × SMA (Pre-Distortion), N-Buchsen (VHF/UHF)
Weitere Anschlüsse	Gigabit-Ethernet, 2 × USB, 2 × HDMI, PTT-Ausgang, BCD-Ausgang, PC-NF-Ausgang, Kopfhörer/Lautsprecher, Morsetaste, Mikrofonbuchse, NF-Eingang
Sendeleistung	20 W, Sendeleistungskontrolle mit Schutzabschaltung
Stromversorgung	13,8 V DC, 300 mA (RX), 3 A (TX)
Abmessungen	350 mm × 150 mm × 350 mm (B × H × T)
Masse	4,5 kg
PC-Kenndaten	8 GB RAM, CPU Intel Haswell Core I3 (neueste Versionen mit Core I5), 480 GB SSD, Windows 10
Diversity	softwarebedingt, automatisch gesteuerte Optimierung
SWV-Messung basierend auf Stemlab SDR 122-88	Dual-Core ARM Cortex A9, 14 Bit DAU, 16 Bit ADU, 512 MB RAM, 122,88 MBit/s Sampling-Rate, I²C, UART, SPI, 2 × SMA-Eingang/2 × SMA-Ausgang

Audio-Codec und NF-Verstärker

Ein Modul enthält den Audio-Codec sowie einen Zweikanal-7-W-NF-Verstärker. Er hält das im DA erzeugte digitale Rauschen mit einem passiven Filter vom Lautsprecher fern und unterstützt so die Erzielung des bereits erwähnten angenehmen Klangs.

Dieses Modul regelt auch den Anschluss der Morse-Signaltaste und reduziert die CW-Latenzzeit auf ein Minimum. Die Einstellungen dieser Karte werden jedenfalls per I²C und Software ermöglicht, sodass das Modul jederzeit nachträglich hinzugefügt werden kann.

Schlussfolgerungen

Das Charly 25 basiert auf einem modularen Konzept, das nach eigenen Vorstellungen zusammenstellbar ist. Schon die einfachste Version ermöglicht Betrieb auf allen Amateurbändern von 160 m bis einschließlich 6 m. Auch ein bereits vorhandenes Red-Pitaya-Board lässt sich integrieren.

Je nach den eigenen Vorstellungen kann eine leistungsfähigere PA, ein Antennentuner oder ein leistungsfähigerer PC zum Einsatz kommen. Auf diese Weise behält das System seinen Wert und ist zukunftssicher.

Darüber hinaus will sich das Team um Edwin Richter weiterhin um die Weiterentwicklung sowohl der Hardware als auch der Software bemühen, die auf der Website von Smart Radio Concepts zu finden sein werden. Die zur Verfügung gestellten Unterlagen erleichtern kleine und große Anpassungen durch den Nutzer.

Ich möchte dem Red-Pitaya-Team dafür danken, dass sie mich mit Edwin Richter und Pavel Demin in Kontakt gebracht haben. Und bei Edwin, Markus und den anderen von Smart Radio Concepts, die mir die Hard- und Software zur Verfügung gestellt und mich während der Monate, in denen ich mit dem Charly 25 aktiv war, unterstützt haben.

pe3es@veron.nl

Literatur und Bezugsquellen

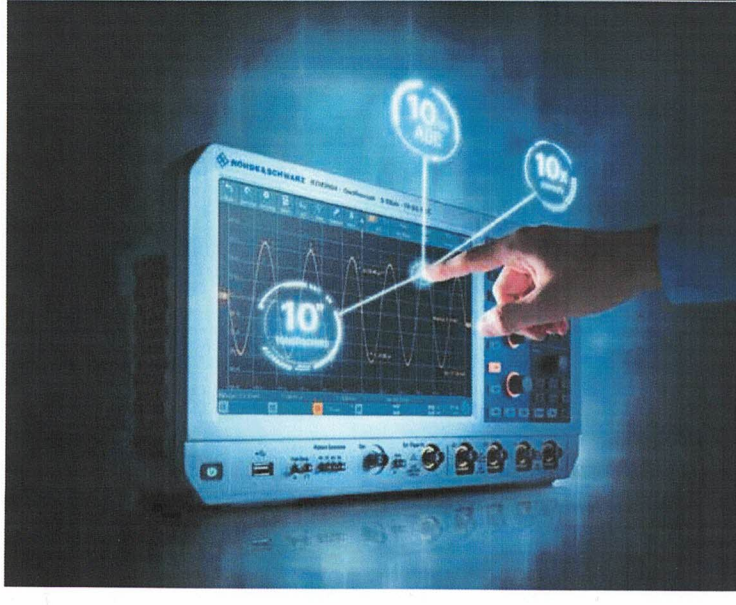
[1] Red-Pitaya-Onlineshop: *https://www.redpitaya.com/Catalog/p69/charly-25-radiolab-16-transceiver-kit-premium-stemlab-16-included-rx-preselector-included?cat=c102*

[2] Smart Radio Concepts; Richter, E., DC9OE; Grundner, M., DG8MG; Rauh, E., DL1FY; *https://smartradioconcepts.com*

[3] Konzeptbeschreibung von Saure, J., DD8JM: *https://saure.org/cq-nrw/2020/08/23/18989*

MESSTECHNIK • LÖTTECHNIK • PROGRAMMIERTECHNIK

BATRONIX



R&S FULL PACKAGES

Voll bestückte Oszilloskope, Spektrumanalysatoren, Netzteile & Leistungsanalysatoren ab sofort zu attraktiven Preisen.

40% Rabatt auf unser R&S Bestseller-Oszilloskope RTB2004 samt Vollausstattung (RTB2K-COM4).

52% Rabatt auf unser R&S RTA Oszilloskop samt Vollausstattung (RTA4K-COM4).

12% Rabatt auf unser R&S DC Labornetzgerät samt Vollausstattung (NGP824COMa).

service@batronix.com
+49 (0)4342 90786-0