Kompaktklasse: der neue SDR-Empfänger FDM-S1 von ELAD

CLEMENS SEIDENBERG

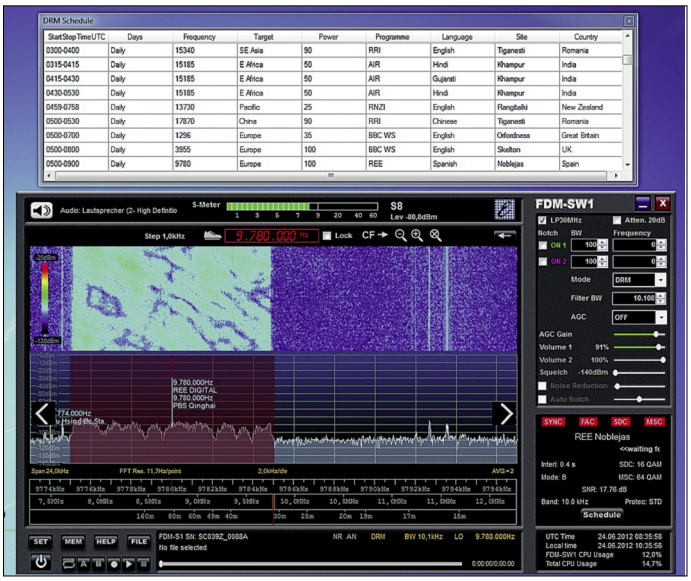
Durch kompakte Abmessungen und sparsamen Verbrauch bietet sich der direktabtastende Empfänger FDM-S1 besonders für den portablen Betrieb an. Doch er überrascht daneben mit weiteren innovativen Details.

Daten des FDM-S1 nach [1]

Empfängeraufbau: digital abwärtsmischendes SDR
Empfangsbereich: 20 kHz … 30 MHz
Abtastrate: 61,44 MHz 14-Bit-ADU
Sendearten: CW, CW SH+, CW SH–, USB, LSB, DSB, AM, SYNC AM, FM, WB FM, DRM
Nebenwellenfr. Dynamikbereich (SFDR): 105 dB
Interzeptpunkt 3. Odnung : >+25 dBm @ 14 MHz bei Messabstand 2 kHz
minimal detektierbares Signal (500 Hz): <–121 dBm @ 14 MHz, CW
Empfindlichkeit: 0,39 µV @ CW, Bandbreite 500 Hz, 10 dB (S+N)/N
DDC-Bandbreite (softwareabhängig): 150 kHz (FDM-SW1)
Stromversorgung: via USB, ≤ 2,2 W
Vertrieb: WiMo Antennen und Elektronik GmbH, Am Gäxwald 14, 76863 Herxheim, *www.wimo.com*
Preise: FDM-S1 429 €, Relais-Zusatzplatine 46,50 €

Die steigende Verbreitung softwaredefinierter Empfänger führt auch zu einer willkommenen Differenzierung des Angebots. Die neue Produktvielfalt erfreut den Anwender, kann er doch aus dem Vollen schöpfen und seinen Empfänger nach Maß finden. Der FDM-S1 des italienischen SDR-Pioniers ELAD bezieht hier mit seinen zeitgemäßen Eigenschaften eine klare Position. Zwei Generationswechsel und sieben Jahre nach seinem Urahn FDM-77 ist der FDM-S1 wieder auf der Höhe seiner Zeit [1], [2]. Nebenbei zeigt sich, dass sich die Dauer der Empfänger-Entwicklungszyklen denen der übrigen Elektronikbranche mittlerweile angenähert hat.

Im Outdoor-Einsatz: FDM-S1 mit Notebook



Nutzerfreundlich: FDM-Programmoberfläche beim DRM-Empfang

■ Maß-Empfänger

Der kleine Italiener geizt mit seinen Abmessungen und erfreulicherweise auch mit seinem Energiebedarf. Solch genügsame Begleiter (maximale Leistungsaufnahme: 2,2 W) wünscht man sich für unterwegs im portablen Einsatz, zumal eine einzige USB(2.0)-Verbindung zum PC oder Laptop für Datenaustausch und Energieversorgung ausreicht und weiteres Strippenziehen erspart. Auch außerhalb des eigenen Shacks vorzeigbar ist das schlichte silberfarbene Kompaktgehäuse. Die maßgebliche Konstante im Leben eines SDR ist allerdings nicht das Gehäusedesign, sondern die Digitalisierung der über den Antenneneingang und eventuell vorgeschaltete analoge Eingangsstufen aufgenommenen Signale.

Die Eigenschaften des Analog/Digital-Umsetzers (ADU) definieren wesentlich die Qualität des Gesamtsystems. Mit diesem Schritt betraut ist hier ein IC mit 14 Bit Auflösung und einer Abtastrate von 61,44 MHz – gutbürgerliche Mittelklasse also. Wobei allerdings gegenüber einem 16-Bit-Umsetzer eine 12 dB schlechtere (rechnerische) Dynamik die Bäume nicht in den Himmel wachsen lässt. Die gefühlten und vom Hersteller spezifizierten Empfangsleistungen befinden sich so auf dem soliden Referenzniveau des bekannten, 2007 eingeführten PERSEUS SDR [3].

Der Empfangsbereich reicht von 20 kHz bis zu 30 MHz. Eine mitlaufende Vorselektion, bis auf einen schaltbaren 30-MHz-Tiefpass, fehlt jedoch in der analogen Vorstufe; es gibt aber Vorbereitungen, dies im Eigenbau nachzurüsten; dazu später mehr.

Immerhin hilft ein schaltbarer Abschwächer von 20 dB, die Signalflut zu limitieren. Auf den ADU-Prozess folgt die mit einem rekonfigurierbaren Logik-Chip (FPGA, *Field Programmable Gate Array*) realisierte direkte (digitale) Abwärtsmischung (engl.: *DDC, Digital Down Conversion*) [4]. Am Ende dieses Prozesses steht ein digitalisiertes Quadratur-Signal mit 32 Bit Auflösung pro Datenpaket und einer Abtastrate von 192 kHz zur Übertragung über eine High-Speed-USB-Schnittstelle in den PC zur Verfügung [5]. Man bleibt weit entfernt von der (allerdings nur theoretischen) USB-2.0-Geschwindigkeitsbegrenzung von 480 MBit/s. Soweit alles auf dem aktuellen Stand der Technik.

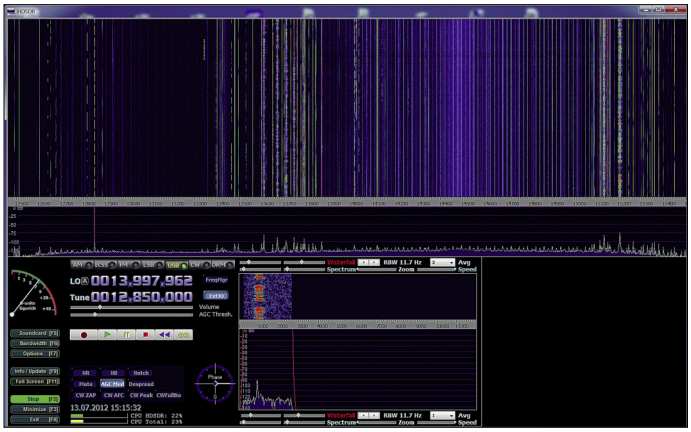
■ Software-Bonbons

Die mitgelieferte Windows-Software *SW-1* (Version 2.013) kann mit den empfangenen Daten einen 150 kHz breiten Frequenzab-

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2012

schnitt im Spektrogramm oder im Wasserfalldiagramm darstellen und weiterverarbeiten. Trotz der erreichten Megahertz-Bandbreiten anderer – allerdings auch nicht unwesentlich teurerer – Geräte ein solider praxistauglicher Wert.

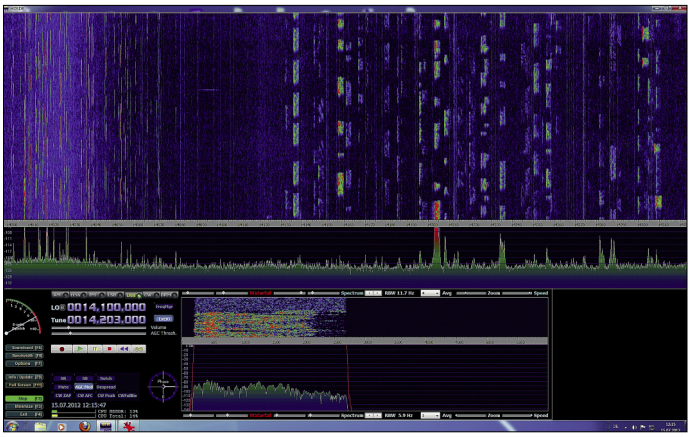
Leider ist das Programmfenster starr und lässt sich weder in seiner Größe skalieren noch in seiner Oberfläche konfigurieren. Der Funktionsschwerpunkt der Software liegt dabei mehr auf einer praxistauglichen, ergonomischen Handhabung als auf der Schaffung eines komplexen Empfangslabors voller fortgeschrittener Analyseinstrumente; zumal es ein paar nette Bonbons zur Erleichterung der Bedienung gibt.



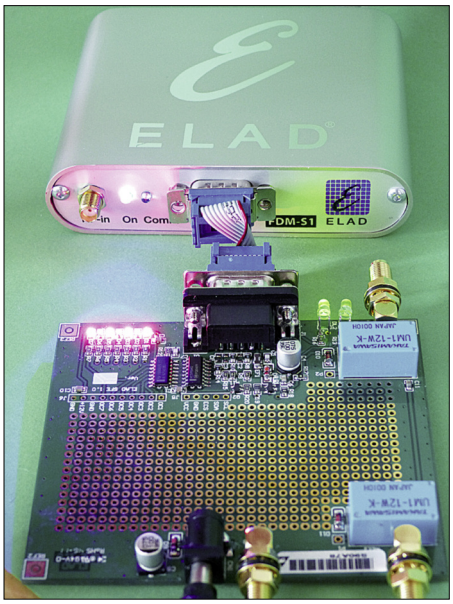
Breitbandig: das SDR-Programm HDSDR mit 3 MHz breitem Spektrogramm

Gerade für den zentralen Bedienungsprozess der Frequenzabstimmung hat man sich etwas Neues einfallen lassen. Mit der Maus kann man sich dem gewünschten Frequenzbereich durch die Verschiebung dreier Skalen unterschiedlicher Auflösung (von grob bis fein) besonders flink nähern. Die Skalierung reicht von *grobkörnig* – zur Auswahl eines bestimmten Frequenzbandes – über *mittel* bis *fein* zur direkten Wahl eines Senders. Der Frequenzumfang der „feinen" Skala entspricht dem der augenblicklichen Spektrum- oder Wasserfalldarstellung. Er ist maximal 150 kHz breit, lässt sich aber über Zoom-Tasten anpassen.

Praktisch ist die individuelle Konfigurierbarkeit vieler Software-Funktionen. Beispielsweise können eigene Frequenzbänder kreiert werden mit Vorgaben zu Betriebsart, Abstimmschrittweite und anderen Parametern. Liegt die gewählte Abstimmfrequenz jetzt innerhalb dieses Frequenzintervalls, werden die entsprechenden Einstellungen automatisch übernommen. Eine Adaptierung des Geräts an die eigenen Empfangsgewohnheiten und Lieblingsbänder ist so schmerzlos möglich. Bisher woanders nicht gesehen, aber wirklich praktisch, ist die Einblendung gespeicherter Senderdaten mit Stationsname und Frequenz direkt in die Spektrumsanzeige. Nach dem Importieren etwa der Eibi-Datenbank (im .csv-Format) bekommen viele Gipfel im Spektrumgebirge einen Namen [6].



Analyse: Contest-Betrieb auf 20 m in HDSDR-Darstellung



Teamwork: LEDs signalisieren die Schaltsignale auf der Experimentierplatine.

Auf einen Blick ist die Aktivität eines oder mehrerer Sender zu überprüfen. Integriert ist ein Aufzeichnungsmodul. Auf Knopfdruck kann das gesamte IF-Spektrum gespeichert werden. Offline-Empfang ist somit möglich: Das aufgezeichnete Spektrum kann mit unterschiedlichen Filter- und Demodulatorparametern wiederholt analysiert werden.

Schließlich noch zum Digitalradio unter 30 MHz (DRM). Ja, es lebt noch, wenigstens ein bisschen. Endlich hat es ein Anbieter geschafft, einen DRM-Decoder nahtlos neben den anderen Betriebsarten zu integrieren. Kein komplexes Hantieren mit einer zweiten Soundkarte und einem Open-Source–Decoder oder die kostenpflichtige Nachrüstung eines Zusatzmoduls ist erforderlich: Ein einfacher Druck auf den DRM-Knopf genügt.

Leider kommt das Angebot schon fast zu spät, haben sich die meisten Networks schnell wieder von DRM bzw. dem ganzen Rundfunk bis 30 MHz zugunsten des gerade erfundenen sogenannten Internets zurückgezogen [7]. So wird das erfreuliche Angebot des FDM-S1 hier wohl wenig an der schleichenden Preisgabe dieses robusten und bewährten Verbreitungsweges ändern können.

■ Heimlabor

Für Nutzer, die mehr als nur eine einfache Bedienung und ein „Funktioniert-sofort-aus-dem-Kasten" erwarten, bietet das FDM-S1-System gute Ausgangsbedingungen für eigene Experimente, sowohl in der Soft- als auch der Hardware. Die Offenlegung und Dokumentation der jeweiligen Schnittstellen ist dafür die grundlegende Voraussetzung.

Im Software-Bereich bietet sich als kostenlose Alternative das SDR-Programm HDSDR an, das aus dem einstmaligen Winrad entwickelt wurde [8]. Es kommuniziert mit dem Empfänger über eigens angepasste Programmbibliotheken (*ExtIO-DLL*). Einige Beschränkungen des Originalprogramms lassen sich damit wirksam überwinden.

Das Software-Tuning mit Einsatz der neuesten ExtIO-DLL ermöglicht eine erhebliche Beschleunigung der Kommunikation zwischen Radio und PC mit Erreichen der 16-fachen Bandbreite (3072 kHz) im Vergleich zum Originalprogramm [9]. Drastisch wächst damit der im Spektrum- oder im Wasserfalldiagramm abgebildete Frequenzbereich. Da alle Fenster und Diagramme frei skalier- und konfigurierbar sind, ergeben sich fortgeschrittenere Möglichkeiten der Signalanalyse.

HDSDR verfügt zudem über funktionierende Methoden der Rauschreduzierung sowie bis zu zehn einstellbare Notch-Filter. Die Beschäftigung mit HDSDR wird durch deut-

 © Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2012

Energieverbrauch und CO_2-Ausstoß: Funk- und Fahrspaß

Das SDR-Modul FDM-S1 allein verbraucht lediglich 2,2 W. Bei 4 h Radiohören täglich ergibt das bescheidene 3,16 kWh/a. Aber ohne Computer-Unterstützung bleibt das Kästchen stumm. Ein aktuelles Notebook mit einem für den Mobilbetrieb optimierten Prozessor wie dem Vierkerner i5-2430M von Intel verbraucht im Leerlauf unter Windows 7 lediglich 17 W. Die im Ressourcenmonitor angezeigte CPU-Auslastung beträgt 1 %.

Nach Anstecken des FDM-S1 steigt der Bedarf dann kaum merklich auf rund 20 W an. Ein spieletaugliches Desktop-System mit großem Monitor schluckt in der gleichen Situation gar um die 260 W. Ältere Notebooks genehmigen sich im Leerlauf auch schon mal 60 W. Besonders im Hinblick auf den spezifischen Verbrauch, also Rechenleistung pro Watt, bieten die modernen Prozessoren ein erhebliches Steigerungspotenzial, das einen Neukauf überlegenswert machen kann. So schwankt die CPU-Auslastung bei einem Neugerät nach Betriebsstart der FDM-SW1-Software nur um die 14 % und die Leistungsaufnahme wächst auf durchschnittlich gemessene 24 W. Das macht im Jahr 34,56 kWh.

Bei 20 ct/kWh stehen nur 6,91 € mehr auf der Stromrechnung (Altgerät: 17,28 €; Desktop-System: 74,88 €). Nach dem offiziösen Strommix für Deutschland geht die Erzeugung einer Kilowattstunde mit der Emission von 605 g CO_2 einher. In unserem Beispiel fallen somit im Jahr 20,9 kg mehr CO_2 für tägliche vier Stunden Radiohören an.

Ökostrom-Bezieher dürfen sich entspannt zurücklehnen, sie belasten ihr Atmosphären-Gewissen mit erheblich niedrigeren Werten. Ausgedrückt in der fossilen Kraftstoff-Währung der zu Ende gehenden Benzin-Epoche entsteht diese CO_2-Menge beim Verbrennen von lediglich 9,0 l Benzin. Das reicht gerade mal, um eine halbe Stunde lang seinen Mitmenschen auf der Überholspur die technische Überlegenheit der neuesten – fast drei Tonnen schweren – Automobil-Premiumprodukte effektvoll zu demonstrieren.

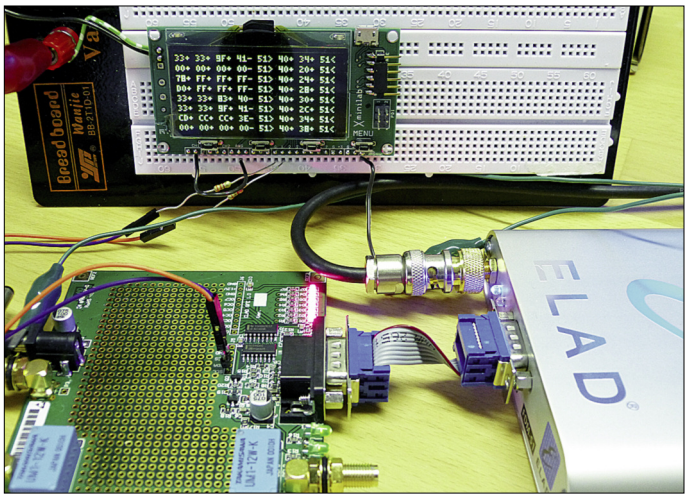
Im Gegensatz dazu sind 1440 Stunden SDR-Betrieb ein ressourcenschonendes und zudem ungefährliches Vergnügen.

lich erweiterte Einsatzoptionen dank ernsthafter Analysewerkzeuge belohnt. Die Eintrittshürden liegen bei weitgehend sich selbst erklärender Bedienung eher niedrig.

Übrigens kann man auch der Originalsoftware durch die Einbindung einer alternativen ExtIO-DLL im Hardware-Setup-Fenster zu einer fast 3 MHz breiten DDC-Bandbreite verhelfen. Schade, dass in der bisher nur englischsprachigen Bedienungsanleitung nicht darauf hingewiesen wird.

Wer gar den Griff zum Lötkolben nicht scheut, kann zudem hardwareseitig die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems aufpolieren. Die Vielzahl an Signalen aus dem ganzen abgetasteten Frequenzbereich bis 30 MHz kann einen Analog/Digital-Umsetzer plötzlich überfordern. Im Gegensatz zu einem analogen System kann er relativ übergangslos seine Linearität verlieren und der nutzbare Dynamikumfang SFDR (s. Tabelle) drastisch einbrechen [10]. Ein verwertbares Ergebnis seiner Umsetzungsarbeit wird nicht mehr geliefert. Das gilt besonders für ADUs mit vergleichsweise geringerer Auflösung.

Ein wirksames Gegenmittel besteht in einer wirksamen Zugangskontrolle vor dem Umsetzer. Neben einem obligatorischen Tiefpass für Frequenzen über der halben Abtastfrequenz hält eine mitlaufende analoge Vorselektion (Stör-)Signale, die außerhalb des interessierenden Frequenzabschnitts liegen, vom Umsetzereingang fern. Diese Vorselektion, die im Kompaktgehäuse des FDM-S1 keinen Platz fand, lässt sich in Eigenregie nachrüsten.



Abgehörtes Protokoll: Interne I²C-Bussignale sind auf der Experimentierplatine für kommende Anwendungen schon verfügbar.

Fotos: Seidenberg

Hierzu erzeugt das SDR in der Software konfigurierbare, sieben Bit breite Steuersignale. Für einen bestimmten Frequenzabschnitt wird so eine bestimmte Bitfolge generiert. Die als Zusatzoption zu erwerbenden sogenannten Experimentierplatinen sind bereit, die Steuer-Bits über eine proprietäre serielle Schnittstelle entgegenzunehmen und in einem Schieberegister zwischenzuspeichern. Die hier anliegenden Daten erlauben die Ansteuerung von theoretisch bis zu 128 Kombinationen eines Bandpass-Netzwerks.

Für den Aufbau der Hardware steht ein Lochrasterfeld zur Verfügung. Die optionale Relais-Experimentierplatine ist schon mit zwei Relais und den zur Ansteuerung nötigen Treibern ausgestattet und ermöglicht unter Auswertung des ebenfalls anliegenden Schaltsignals *SW* die sofortige Realisierung eines von der Software steuerbaren Antennenumschalters. Die Zusatzplatinen erwarten eine eigene 12-V-Versorgung. LEDs bestätigen zu Kontrollzwecken die geglückte Kommunikation unter Anzeige des momentanen Zustands der Steuerbits.

Zukunftsmusik ist noch die Auswertung der internen I²C-Busses des Empfängers – etwa zur Frequenzübermittlung – und die angekündigte Möglichkeit eines abgesetzten Netzwerkbetriebs.

■ Fazit: klein, schnell, gut

Durch kompakte Abmessungen, geringen Energieverbrauch und ein vorzeigbares Äußeres eignet sich der pfiffige Italiener besonders für den portablen Einsatz. Hier punktet die mitgelieferte Software mit guter Bedienbarkeit und frischen Ideen in der täglichen Empfangspraxis, ohne allerdings komplexe Analyseinstrumente aufbieten zu wollen.

Doch auch zu Hause bieten der Einsatz alternativer Software und die Option, eigene Hardware leicht über die zugehörigen Experimentierplatinen zu integrieren, willkommenen kreativen Spielraum. Die Eigeninitiative erhöht nicht nur Leistungsfähigkeit und Einsatzmöglichkeiten des Systems, sondern macht obendrein noch Spaß. Diese originelle Mischung ergibt ein Rezept, das bei dem angemessenen Preis sicher nicht wenigen schmecken sollte.

Literatur

[1] ELAD Electronics: FDM-S1. *www.eladit.com/*
[2] Seidenberg, C.: Der Softwareempfänger FDM-77. Funkempfang.de, Newsletter Nr. 7 (2005) Ausg. 12, S. 25–27
[3] Seidenberg, C.: Der PERSEUS von Nico Palermo. FUNKAMATEUR 56 (2007) H. 12, S. 1286–1289
[4] Ireland, S., VK6VZ; Harman, P., VK6APH: Der Aufstieg des Direct Down Conversion Receivers (DDC). SDR – Potenzial für die Zukunft. CQDL-Spezial SDR und D-STAR (2008), S. 37–39
[5] Lyons, R.; Gruchow, H., DL6KBF (Übers.): Quadratursignale: Komplex aber nicht kompliziert. *www.needles.de/HPSDR/QuadSignals-DE.pdf*
[6] Bierwirth, E.: EiBi Kurzwellen-Hörfahrplan (2012). *www.eibispace.de*
[7] DRM Consortium: DRM Sendeplan Europa. *www.drm.org/broadcast_schedule#Europe*
[8] Taeubel, M.: SDR-Programm HDSDR. *www.hdsdr.de/index.html*
[9] Alternative Empfänger ExtIO DLLs. *http://rapidlibrary.com/source.php?file=ulczqvcwwti89on&sec=0721a97e*
[10] Kester, W.: Dynamische Leistungsfähigkeit von A/D-Wandlern. *www.elektronikpraxis.vogel.de/analogtechnik/articles/266042/*

© Box 73 Amateurfunkservice GmbH 2012