

Ergänzung zum Beitrag in FA 2/25, S. 112 ff. „RX-888MKII – neue Version des breitbandigen SDR-Empfängers“

Ergänzend zum Beitrag präsentieren wir hier noch einige Informationen, die in der gedruckten Ausgabe keinen Platz mehr fanden.

Technische Merkmale

Empfangsbereiche	1 kHz bis 64 MHz (Eingang H) 64 MHz bis 1,7 GHz (Eingang V)
ADU	LTC2208, 16 Bit @130 MS/s
Abschwächer	-32 dB bis 0 dB
Verstärker	-11 dB bis +34 dB
Frequenzstabilität	0,5 ppm mit VCXO
Bandbreite	64 MHz (Eingang H) 10 MHz (Eingang V)
Spannungsversorgung	5 V/2 A
Sonstiges	Software-geschaltetes Bias-Tee mit 3,3 V
PC-Schnittstelle	USB 3.0 Typ-B
Abmessungen (B x H x T)	100 mm x 74 mm x 35 mm
Masse	180 g

Verbesserungen gegenüber dem RX888 MK1

LNA zu VGA (bessere Dämpfungssteuerung)
Verbessertes 64-MHz-Tiefpassfilter (bessere Bildunterdrückung)
R828D anstelle von R820T2 (für 16-Bit-ADU)
Externer 27-MHz-Referenztaktselektor
Einstellbare Dämpfung im H-Pfad bis -31,5 dB

Multiband Mixing

In dem sehr lesenswerten Beitrag „Turning Overlap-Save into a Multiband Mixing, Downsampling Filter Bank“ (www.iro.umontreal.ca/~mignotte/IFT3205/Documents/TipsAndTricks/MultibandFilterbank.pdf) erklärt Mark Borgerding, wie man eine Reihe bekannter digitaler Filtertechniken für eine sehr effiziente Datenverarbeitung einsetzen kann. Der Ansatz wird sogar noch effizienter, wenn man verschiedene Teile desselben Signals weiterverarbeiten will. Eine kluge Wahl des Bereichs, in dem man arbeitet, ist die Grundlage dafür: manchmal ist der Frequenzbereich besser, für andere Anwendungen ist der Zeitbereich vorzuziehen. Bedenken sollte man auch, dass jede Operation an einem digitalen Datensatz durch einen „Filter“ durchgeführt werden kann. Dieser Begriff ist also weiter gefasst als das, was in der Welt der Amateurfunk-Hardware darunter verstehen wird. In diesem Beitrag wird eine Methode namens „Overlap-Save“ (OS), eine schnelle Faltungsfiltertechnik, erweitert, um eine flexible und rechnerisch effiziente Filterbank zu schaffen, bei der Frequenzumwandlung und Dezimierung im Frequenzbereich implementiert sind.

Es erklärt auch, wie man die richtige Größe der schnellen Fourier-Transformation (FFT) wählt. Die schnelle Faltung ist eine leistungsstarke Filtertechnik. Filter mit endlicher Impulsantwort (FIR) können im Frequenzbereich effizienter implementiert werden als direkt im Zeitbereich (außer bei sehr kurzen Filtern). Je länger die Impulsantwort ist, desto größer ist der Geschwindigkeitsvorteil der schnellen Faltung. Wenn mehr als ein Ausgang von einem Eingang gefiltert wird, werden einige Teile des schnellen Faltungsalgorithmus redundant. Die Beseitigung dieser Redundanz erhöht die Geschwindigkeit der schnellen Faltung weiter. Die Änderung der Abtastfrequenz durch Dezimierung (Downsampling) und Frequenzumwandlungstechniken (Mischen) kann auch effizient im Frequenzbereich durchgeführt werden. Diese Konzepte werden kombiniert, um flexible und effiziente Filter zu schaffen. Eine solche Filterbank kann mehrere beliebige Kanäle viel schneller mischen, filtern und dezimieren als bei einer direkten Implementierung im Zeitbereich.

Der Beitrag zeigt gut veranschaulicht und mit gerade genug Mathematik, wie dies in der Praxis funktionieren könnte. In radiod (KA9Q Radio) werden diese Ideen praktisch angewandt.

Interessante historische Tatsache: 2017 hat Frank Dziocck, DD4WH, einen Teensy-Faltungs-SDR entwickelt, der auf demselben Prinzip basiert: <https://github.com/DD4WH/Teensy-ConvolutionSDR>

USB-Standard

Die USB-Standards und ihre Spezifikationen sind nicht immer ganz einfach zu verstehen, vor allem nach den vielen Aktualisierungen. Ich gehe auf den Unterschied zwischen USB 3.1 Gen 1 und USB 3.1 Gen 2 ein und erläutere, warum Letztere besser ist. Außerdem bieten ich Ihnen weitere hilfreiche Informationen, die helfen, den USB-Standards besser zu verstehen. USB 3.0 wurde im Jahr 2008, also vor über zehn Jahren, veröffentlicht. Es war, wie an der Nummer zu erkennen ist, die dritte große Überarbeitung des USB-Standards. Es war eine große Verbesserung gegenüber USB 2.0, das im Jahr 2000 mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von nur 480 MBit/s eingeführt wurde. Seitdem wurde USB 3.0 weiterentwickelt, das jetzt als USB 3.1 Gen 1 bekannt ist. USB 3.0 ist prinzipiell das Gleiche wie USB 3.1 Gen 1.

USB 3.1 Gen 1 und USB 3.1 Gen 2

Der Unterschied zwischen USB 3.1 Gen 1 und Gen 2 besteht nur in der Geschwindigkeit. Gen 1 unterstützt Geschwindigkeiten bis 5 GBit/s, während Gen 2 Geschwindigkeiten bis 10 GBit/s unterstützt. Das USB Implementers Forum (USB-IF) plante aus Marketinggründen ursprünglich, unterschiedliche Bezeichnungen für Gen 1 und Gen 2 zu verwenden. Sie wollten USB 3.1 Gen 1 als *SuperSpeed* und USB 3.1 Gen 2 als *SuperSpeed+* bezeichnen, doch sie setzte sich bei der Industrie nicht durch. Oft fügen Erstausrüster (OEMs) die Geschwindigkeiten von 5Gbps oder 10Gbps zu ihren Spezifikationen hinzu, um zwischen den beiden USB-Standards zu unterscheiden. Der Rest der Branche bezeichnet sie einfach als USB 3.1 Gen 1 oder USB 3.1 Gen 2.

USB 3.2

Doch die USB-Technologie hat sich weiter entwickelt. Im Jahr 2017 kam USB 3.2 auf den Markt. Es gibt vier Varianten von USB 3.2 mit eigenen Namen und Bedeutungen. Die vier Varianten von USB 3.2 sind:

- USB 3.2 Gen 1x1: 5 Gbps, vorher bekannt als USB 3.1 Gen1 und USB 3.0; Anschluss: USB-A, USB-C, microUSB
- USB 3.2 Gen 1x2: 10 Gbps; Anschluss: nur USB-C
- USB 3.2 Gen 2x1: 10 Gbps, vorher bekannt als USB 3.1 Gen 2; Anschluss: USB-A, USB-C, microUSB
- USB 3.2 Gen 2x2: 20 Gbps; Anschluss: nur USB-C

Mit dem Erscheinen von USB 3.2 wurde der in der Industrie vorherrschende USB-A-Anschluss allmählich zugunsten von USB-C abgelöst. Da USB-C höhere Datenübertragungsgeschwindigkeiten unterstützt und andere Peripheriegeräte schneller aufladen kann, hat sich USB 3.2 Gen 2 zum wichtigsten USB-Anschluss entwickelt.

Die Angabe x2 bedeutet, dass über die Schnittstelle zwei Datenkanäle verfügbar sind. Weitere Informationen bietet: www.kingston.com/en/usb-flash-drives/usb-30