



Pappradio, das HCJB Low-Cost SDR

Vorgeschichte

Leider gibt es am Markt immer noch viel zu wenige leistungsfähige und preiswerte DRM-fähige Kurzwellenempfänger. Das musste auch Radio HCJB feststellen, als die DRM-Tests nach Deutschland begannen und mit einem kräftigen Signal in Europa zu hören waren. Immer mehr Hörer fragten, wie sie denn die Sendungen auf 9815 kHz hören könnten, aber viele waren erst einmal von dem Preis abgeschreckt, den man für eines der wenigen erhältlichen Stand-Alone DRM-Radios zahlen muss.

Die verbreitetste Methode, DRM Sendungen zu hören, dürfte immer noch die Kombination von modifizierten, hochwertigen Kurzwellenempfängern mit angekoppelten PCs für die Dekodierung sein, gefolgt von mehr oder weniger professionellen SDRs (Software Defined Radios), die zumeist von vornherein für die Benutzung am PC konzipiert wurden.

Das erstaunliche an der SDR-Technologie – die sich seit einigen Jahren zunächst im professionellen Umfeld, dann in der Amateurfunkszene und nun auch im SWL-Bereich mehr und mehr verbreitet – ist, dass der HF-Teil auch mit recht einfachen und überall erhältlichen Standardbauteilen entwickelt und bestückt werden kann und dabei dennoch sehr gute Ergebnisse hervorbringt. Der größte Teil der „Arbeit“ wird in SDRs vom Rechner übernommen, der die ZF einliest und AM, FM, SSB oder auch DRM dekodiert.

Im ursprünglichen Ansatz für das HCJB Low-Cost SDR-Projekt war ein Direktmi-

scher auf der Basis eines Ne612 Mischer-ICs angedacht. In Verbindung mit einem 9830 kHz Standardquarz kann man für weniger als 5 Euro eine kleine Schaltung aufbauen, bei der das DRM-Empfangssignal auf ca 15 kHz runtergemischt wird und über eine PC-Soundkarte in einen PC eingespeist werden kann. Mit der kostenlos erhältlichen Software Dream kann das digitale Signal wieder zu Audio decodiert werden. Mit einer solchen sehr einfachen Schaltung konnte man in der Tat nicht nur Radio HCJB auf 9815 kHz am Morgen erfolgreich dekodieren, sondern auch die Voice of Russia auf 9810 kHz in DRM am frühen Abend.

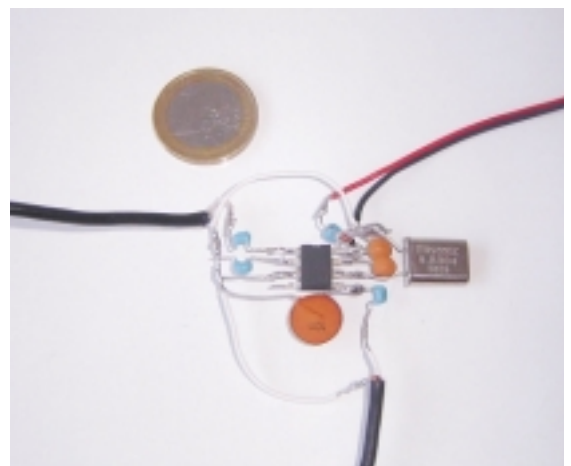
Wie der Name „Pappradio“ entstand

Im vergangenen Jahr war mein Bruder Marco Schaa für ein halbes Jahr als Working Visitor bei Radio HCJB in Quito in der deutschen Abteilung tätig und fragte mich, ob ich ihm den Direktmischer zusenden könne, damit auch er vor Ort einmal die DRM Sendungen mit Hilfe seines Notebooks hören könnte.

Es stellte sich damit nun die Frage, wie man diese Handvoll zusammengelöteter Bauteile möglichst schonend, sicher und schnell nach Ecuador verschicken kann. Es wird viel von Paketen und Päckchen berichtet, die nicht ankommen, weil Wertsachen in ihnen vermutet werden. Am sichersten und schnellsten ist immer noch der (unauffällige) Briefversand. Allerdings muss dabei unbedingt verhindert werden, dass die elektronische Schaltung innerhalb des Umschlages zu heftig geknickt wird, damit sie nach Ankunft überhaupt

noch funktioniert. Am besten schien für diesen Zweck ein Stück stabiler Karton geeignet zu sein, in der Mitte ein Loch reingeschnitten, in das die Schaltung als „Dead Bug“ eingebettet werden konnte. Dazu ein Sichtfenster oben und unten, damit eventuell kontrollierender Zoll gleich feststellen kann, dass es sich bei dieser Schaltung nicht etwa um den elektronischen Zünder einer Briefbombe handelt, sondern wirklich nur um eine sehr einfache SDR-Lösung, wie auch handschriftlich auf dem Karton vermerkt. Antenne und Anschlusskabel wurden aufgewickelt und mit in den Umschlag gesteckt. Und tatsächlich kam die Postsendung unversehrt nach ca 1 Woche in Quito an.

Einige von Marcos Kollegen waren neugierig auf den mit Elektronik versehenen Pappstreifen und somit ging er erst mal durch die Räume. Schließlich landete die Pappe auch bei Jim Childs, seines Zeichens Elektronikingenieur bei Radio HCJB, der angesichts der spartanischen Schaltung inmitten von Kartonage verwundert meinte: „Oh, it’s a paper radio!“ Der Name *Pappradio* als deutsches Pendant blieb bei meinem Bruder hängen – und konnte bislang als Namensgeber für das HCJB Low-Cost SDR-Projekt auch von mir nicht wieder abgeschüttelt werden. Schnell kam in der deutschen Abteilung die Idee auf, ob man nicht eine kleine Menge derartiger Schaltungen sehr preisgünstig bauen könnte und diese in Pappkartenform als eine Art „Promotion“ für Radio HCJB und dessen DRM-Sendungen verteilen könnte. In Brasilien könnten sie darüber hinaus die sich zu dieser Zeit gerade in Planung befindlichen DRM-Tests in der Auswertung unterstützen. Aus diesem Grund wurde ich von Horst Rosiak, dem Chef der Deutschen Abteilung und seit einiger Zeit auch Frequenzmanager bei HCJB in Ecuador, gebeten, ob ich ein derartiges Projekt nicht ehrenamtlich durchführen wollte.

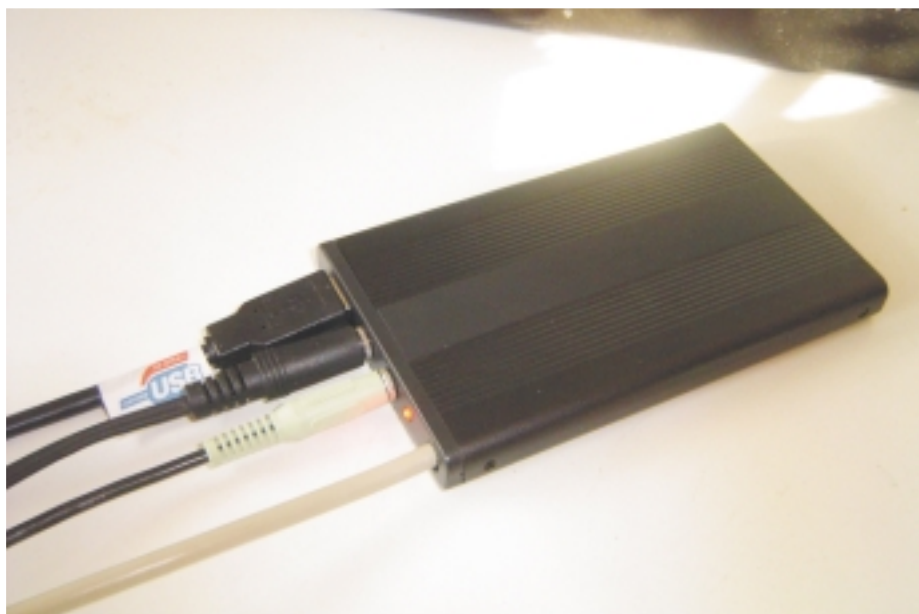


Die ursprüngliche Version des Pappradios als 'Dead Bug'.

Bild oben: Die ursprüngliche Version des Pappradios, quasi der Namensgeber des Projekts.

Die Entwicklung

Leider sind, wie wir alle wissen, auf der Kurzwelle Frequenzen schwer über längere Zeiträume planbar und gerade wenn ein Sender mit geringer Leistung sendet, ist er schnell in einer Situation, in der er seine Frequenz ändern muss. Deshalb standen von Anfang an Überlegungen im Raum, ob und wie man eventuell auch den einen oder anderen Frequenzwechsel überstehen kann, ohne dass eine in Pappe eingebettete Schaltung gleich zum bloßen Andenken wird. Dies wurde nochmal besonders deutlich, als in der Wintersendeperiode 2007/08 die 9815 kHz plötzlich anderweitig belegt war und sich darüber hinaus das Übertragungsfenster zwischen Ekuador und Deutschland für den Winter auf dieser Frequenz um die Uhrzeit zunehmend schloss. Überlegungen, eigens Quarze für den Empfänger individuell anfertigen zu lassen und diese bei Bedarf zu verschicken, wurden schnell wieder verworfen, da zu teuer und aufwendig. Ein abstimmbarer VFO wäre eine Lösung, stabil genug, um auch den DRM-Anforderungen zu genügen und preisgünstig, um die Kosten niedrig halten zu können. Die Recherchen ergaben, dass im wesentlichen 2 PLL-Chips auf dem Markt sind, die den Anforderungen genügen und dazu noch günstig genug für eine Low-Cost Lösung sind. Ein PLL-IC wird von Cypress angeboten und ein zweiter von IDT/ICS. Sowohl der ICS als auch der CY sind eigentlich für die Steuerung von PC-Mainboards entwickelt worden, bieten aber genügend Stabilität und Frequenzumfang, um auch auf den AM-Bändern genutzt werden zu können. Die Entscheidung fiel am Ende zugunsten des ICS 307-03 von IDT, da er eine hohe Flexibilität bei den Teilern aufweist und zudem günstiger in der Beschaffung ist. Die Steuersoftware wird im Pappradio-Projekt von meinem Bruder Marco Schaa entwickelt, der mittlerweile wieder von Quito nach Deutschland zurückgekehrt ist und der neben einer Stand-Alone Steuerungssoftware auch bereits ein Plugin für die Winrad Software fertig gestellt hat. In den vergangenen Monaten wurden verschiedene Schaltungskonzepte geprüft, verbessert und auch teilweise wieder verworfen. Seit Juni steht die Grundschaltung fest, die in der Folgezeit ausführlich getestet und weiter optimiert wurde. Seit Juli ist die Entwicklung des Grundgerätes soweit abgeschlossen und es läuft erfolgreich im Testbetrieb. Ursprünglich sollte das Pappradio in einem kleinen Pappgehäuse angeboten werden. Durch einen glücklichen Umstand konnten aber mittlerweile bessere Gehäuse erworben werden, so dass das Pappradio nun in einem kleinen Aluminiumgehäuse beheimatet ist.



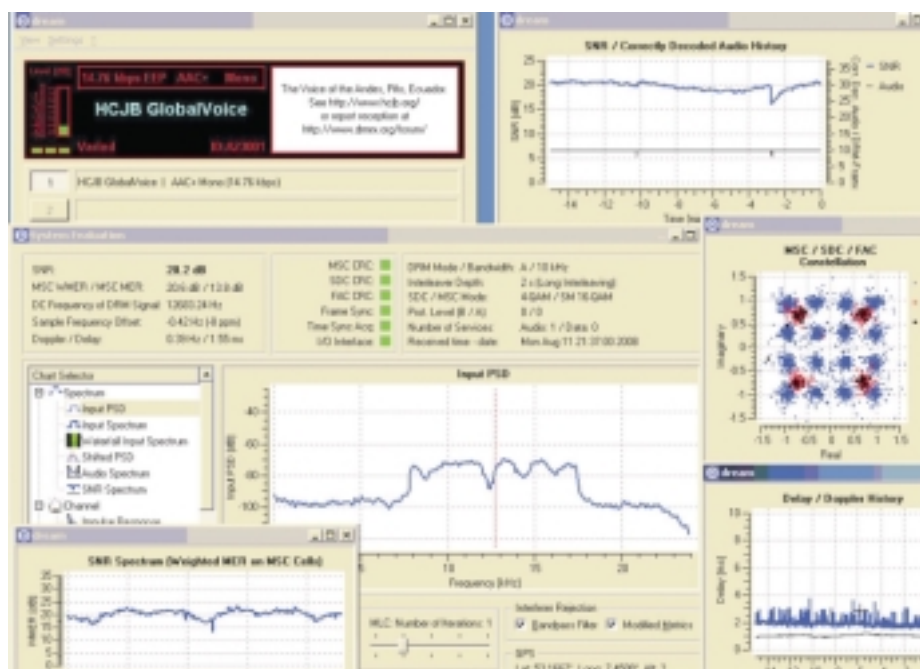
Pappradio mit angeschlossenem Software Defined Radio (SDR).

Schaltungskonzept

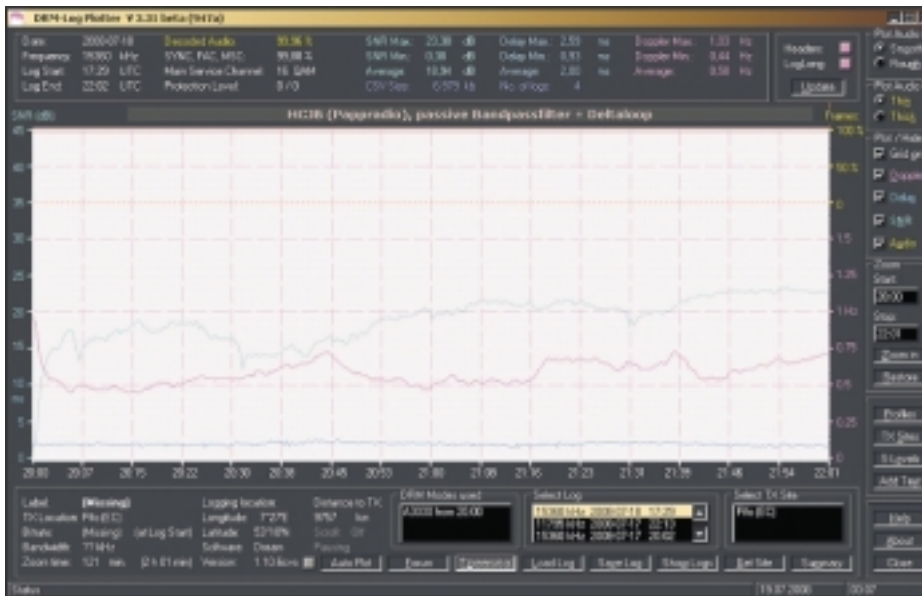
Der Signalweg im Pappradio ist wie folgt: Das HF-Signal läuft über einen 50-Ohm-Eingang in einen Vorverstärker, der es um ca 20 dB anhebt. Nach einer Impedanzwandlung wird es in einen Schaltmischer eingespeist, der es als I/Q Signal auf ZF/NF runtermischt. Am Ausgang wird das ZF Signal in einen rauscharmen Operationsverstärker eingespeist, der das Signal nochmals verstärkt auf insgesamt etwa 45 dB. Als VFO kommt ein PLL-Chip von IDT zum Einsatz, der über ein Flip-Flop ein I/Q Signal erzeugt, welches den Schaltmischer antreibt. Über eine serielle Schnittstelle können Frequenzen zwischen 150 kHz und 30 Mhz eingestellt werden.

Software

Neben der Frequenzsteuerung kommt bei dieser Art von Software-Definierten Radios nach der Digitalisierung über den Line-In-Eingang der Soundkarte dem PC die gesamte Signalverarbeitung des Basisbandes zu. Beim Pappradio übernehmen zur Zeit die Software „Winrad“ und „Dream“ den Großteil dieser Arbeit. Winrad wurde von Alberto di Bene entwickelt und ist aktuell in der Version 1.31 erhältlich. Allein über dieses Programm ließe sich viel schreiben. Hier und heute aber nur das wichtigste: Neben der sehr komfortablen Frequenzeinstellung kann dieses Programm hervorragend AM, ECSS und SSB (USB/LSB) dekodieren. Weitere Features wie FM-Empfang etc.



HCJB-Empfang mit Pappradio und Dream Software.



Auswertung der DRM-Logs für Radio HCJB am Pappradio.

sind in der Entwicklung. Je nach verwendeter Soundkarte kann die Winrad/Pappradio Kombination einen 48-192 kHz breiten Bereich der AM-Bänder als Spektrum darstellen, auf dem der Benutzer ohne weitere Abstimmung beliebige Stellen ansteuern kann. Dabei kann er den Audiofilter völlig frei zwischen minimal 100 Hz und maximal 8 kHz mit einer sehr steil abfallenden Filterkurve einstellen. Ein Highlight von Winrad ist dabei die Spektrums- und gleichzeitige Wasserfall-Anzeige. Durch die hervorragende Darstellung kann man sehr schnell sehen, was sich in dem angezeigten Frequenzbereich tut: Wo wurde hier ein Sender gerade ein- oder ausgeschaltet, fadet dort gerade ein Signal rein, huschte gerade eine Ionosonde durch das Spektrum oder wandert RAE mal wieder um die 15345kHz herum. All das ist in Winrad mit einem Blick erkennbar, durch die schaltbare Darstellungsbreite sogar detailliert bis in den Hertzbereich.

Die DRM Dekodierung kann über das Open Source Programm Dream erfolgen. Dream kann neben der DRM Dekodierung viele interessante Details anzeigen, wie Nils Schiffhauer vor einigen Monaten im Radio-Kurier bereits ausführlich beschrieben hat. Des weiteren ist das Pappradio auch über eine eigene Abstimmsoftware einstellbar, so dass auch andere SDR-Software wahlweise zum Einsatz kommen kann. Aktuell laufen auch Gespräche mit dem Programmierer der SDR Software SoDiRa, die neben einer dynamischen Spiegelfrequenzunterdrückung auch die automatische Umschaltung zwischen AM und DRM beherrscht und damit eines der interessantesten Softwareprojekte im Bereich der AM SDRs ist.

PC-Soundkarten

Ein wichtiges Wort zu den verwendbaren Soundkarten: Über die Soundkarte wird das Basisbandsignal digitalisiert und in den PC eingelesen. Damit ist sie eines der wichtigsten Bestandteile dieses SDR-Systems und kann damit über den Empfang von „alles“ bis zu „nichts“ entscheiden. Einige Soundkarten haben sich als hervorragend für soundkartengestützte SDRs erwiesen, andere als nicht tauglich (vor allem CMI/C-Media basierende). Gute Lösungen müssen dabei nicht teuer sein. Eine Liste von tauglichen und weniger tauglichen Modellen findet man auf der Pappradio Website.

Was kann man vom Pappradio erwarten?

Mit der Entscheidung für ein Design mit abstimmbarem PLL ist das ursprünglich gesetzte Ziel von deutlich unter 10 Euro pro Gerät leider nicht mehr haltbar. Im Gegenzug dazu profitiert der Besitzer des HCJB Low-Cost-SDRs allerdings von einem Gerät, das auf beliebigen Frequenzen und Modi im gesamten AM Bereich nutzbar ist.

Es macht viel Spaß, mit dem Pappradio im Kurzwellenspektrum zu stöbern und sich anzuschauen, was sich auf den Bändern tut, Sender aus aller Welt zu hören und zu sehen, wie Kurzwellen funktioniert. Die Frequenzwahl ist einfach, durch benachbarte Sender gestörte Seitenbänder lassen sich schnell und effektiv ausblenden und die Empfindlichkeit des Gerätes ist hoch genug, um auch schwächere Sender hören zu können. Dazu bieten die Softwarelösungen eine hohe Selektivität und viele Möglichkeiten zur Optimierung des Empfangssignals.

Auch die DRM-Performance liegt im grünen Bereich. Rauschabstände (SNRs) bis zu 40 dB und darüber wurden z.B. beim Empfang der Deutschen Welle aus Moosbrunn gemessen. Und auch die DRM-Sendungen von HCJB mit 4 kW aus Pifo können am Abend schon mit einfachen Antennen mit SNRs von über 20 dB empfangen werden. Wichtig ist aber zu sagen, dass das Pappradio natürlich nicht an die Leistung eines Perseus oder die eines anderen sehr hochwertigen SDR-Empfängers herankommt – dafür wurde es auch nicht konzipiert. Durch die Verwendung einer einfachen PLL können hier und dort bei bestimmten eingestellten Frequenzen an einzelnen Stellen „Geistersignale“ auftauchen. Diese sind jedoch durch die hohe Flexibilität von z.B. Winrad und Dream leicht zu umschiffen. Zudem wird das Pappradio durch die laufende Optimierung der verwendeten Teiler des PLL-Chips auch in Zukunft weiterhin verbessert. Dadurch wiederum ist das Pappradio allerdings nicht zur „ultimativ genauen Frequenzbestimmung“ geeignet.

Da auf die Maxime „saubereres Signal geht vor Frequenzgenauigkeit“ gesetzt wird, kann die angezeigte Frequenz zugunsten eines sauberen Spektrums durchaus auch einmal einige Hertz neben der Nominalfrequenz liegen. Auch über die Soundkarte kann je nach Modell die eine oder andere Störung eingestreut werden.

Das Pappradio wurde daraufhin konzipiert, für kleines Geld möglichst viel Empfangsleistung zu erreichen. Wer in diesem Sinne mit den Limitationen leben kann, für den ist das Pappradio sicherlich ein guter und kostengünstiger Einstieg in den DRM-Empfang und in die Welt PC-gestützter SDRs.

Zunächst einmal wird eine Kleinserie von 50 Geräten gebaut. Der Preis des Basisgerätes liegt in Europa bei 27 Euro. In diesem Betrag ist auch eine kleine finanzielle Unterstützung für einen weiteren Empfänger für Südamerika enthalten. Damit werden die Geräte zum Materialpreis abgegeben. Zusätzlich wird auch noch ein manuell schaltbarer Preselektor angeboten, der die Empfangsleistung des Pappradios vor allem in den Abendstunden und auf den höheren Bändern noch deutlich steigern kann.

Stephan Schaa

Infos

⇒ Weitere Infos und Bezugsquellen findet man im Internet unter:
<http://www.pappradio.de/html/index.html>