

Ein minimaler SDR-QRP-TRX



Übersicht

- Motivation
- Historische Beispiele / Vorbilder
- Schaltungsübersichten
- Einige Eigenschaften des μ SDR
- Schaltungsbesonderheiten
- Limitierungen
- Verbesserungsmöglichkeiten
- Web-Links

Motivation

- Schon immer an Schaltungen interessiert, die mit minimalem Aufwand eine gegebene Funktionalität haben
- Historisches Vorbild HW7

HW7 - Außen

3-Band CW-TRX

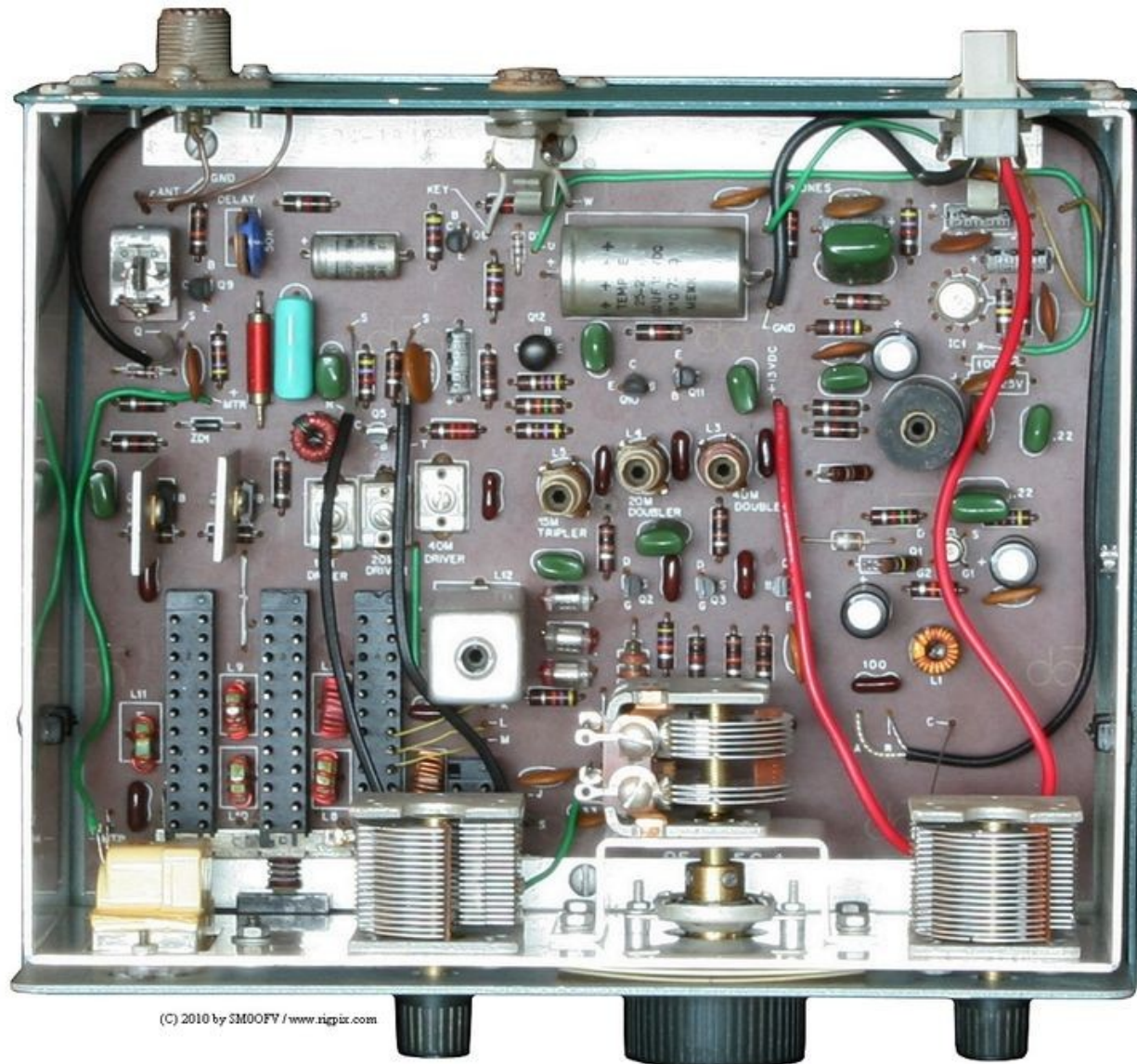
Direktüberlagerungsempfänger

Keine Seitenbandunterdrückung

Ausgangsleistung ca. 2 Watt



HW7 - Innen



(C) 2010 by SM00FY / www.rigpix.com

QCX+ QRP Transceiver

Nur CW

Nur ein Band

ca. 5 Watt

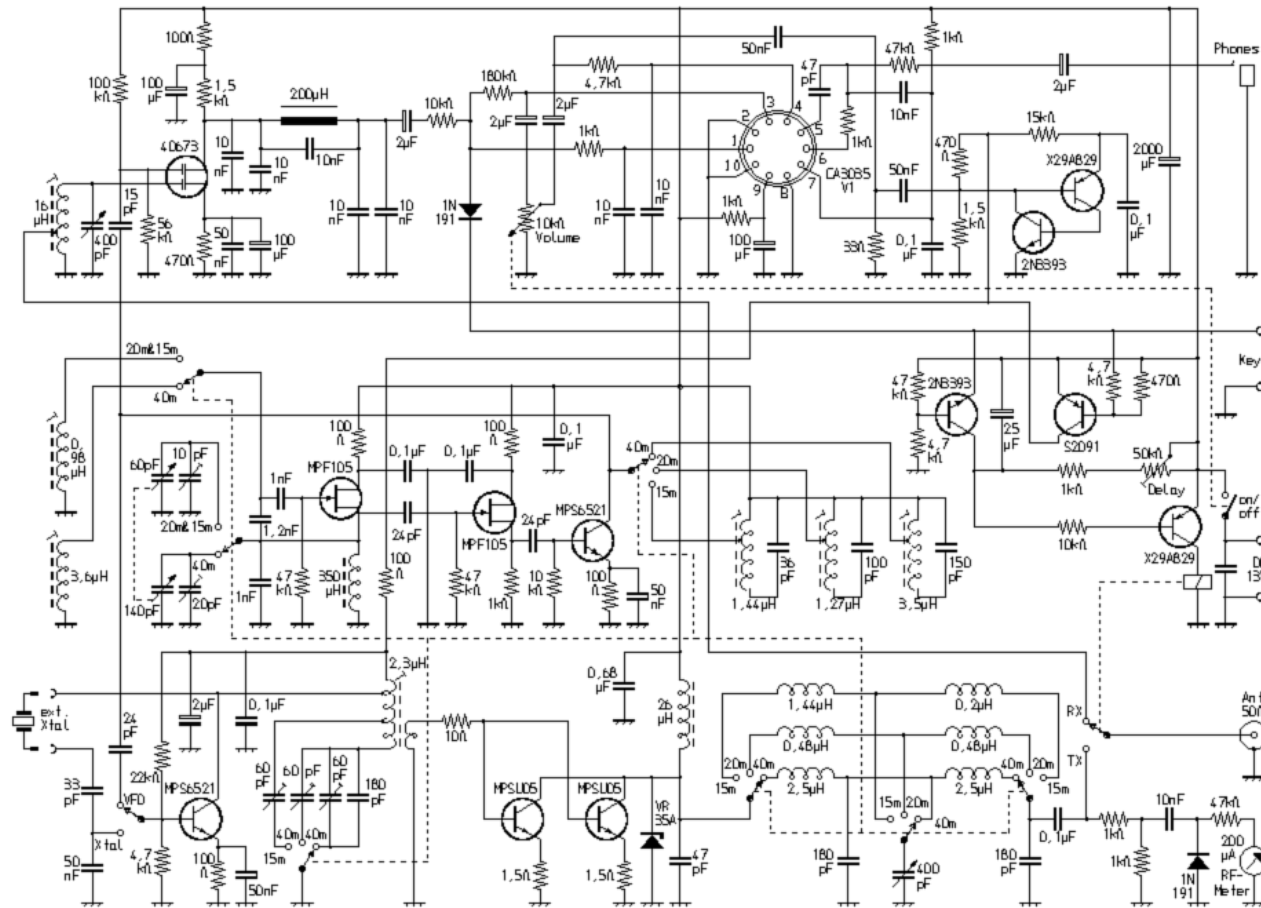


QCX+ QRP Transceiver

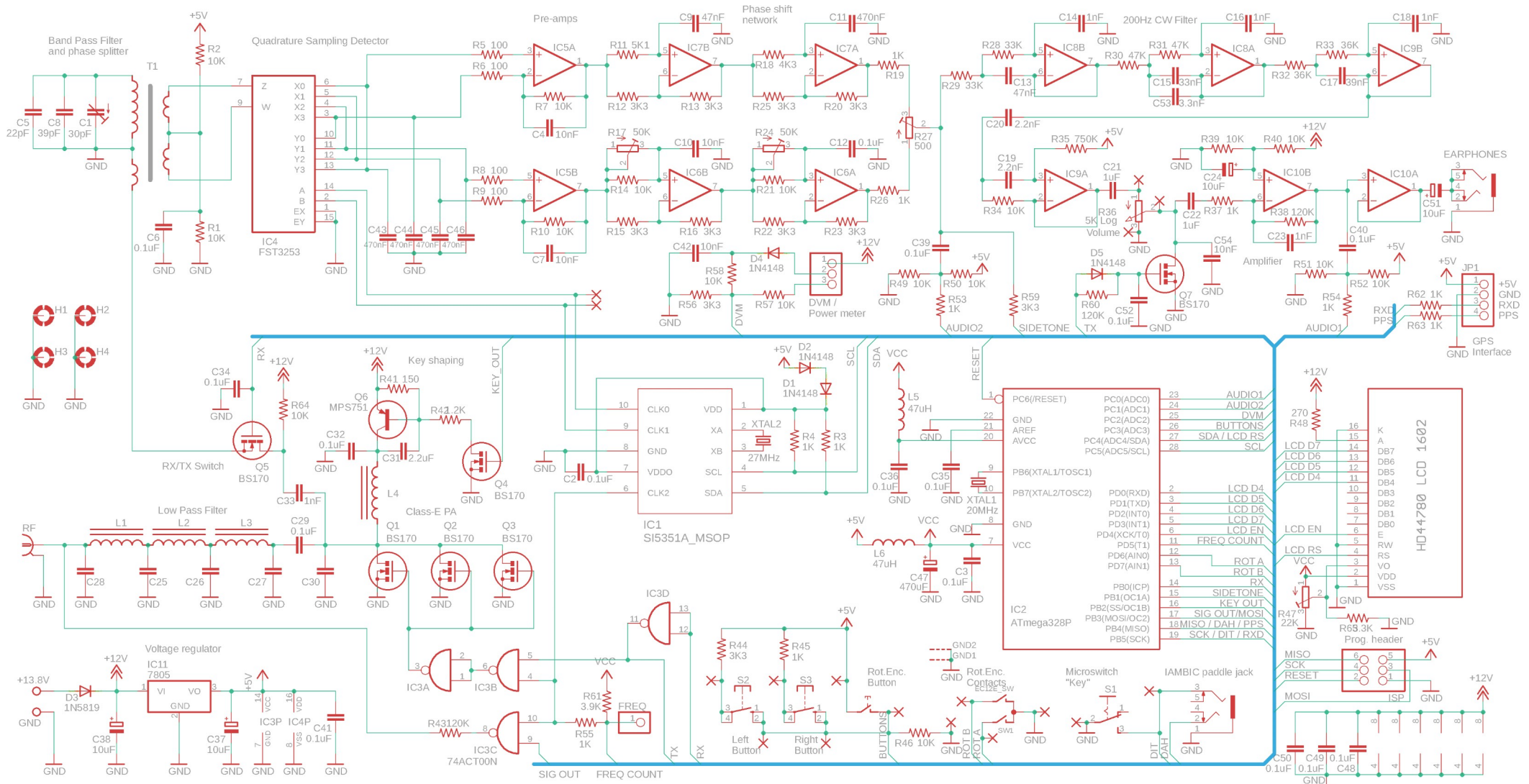
Von Innen:



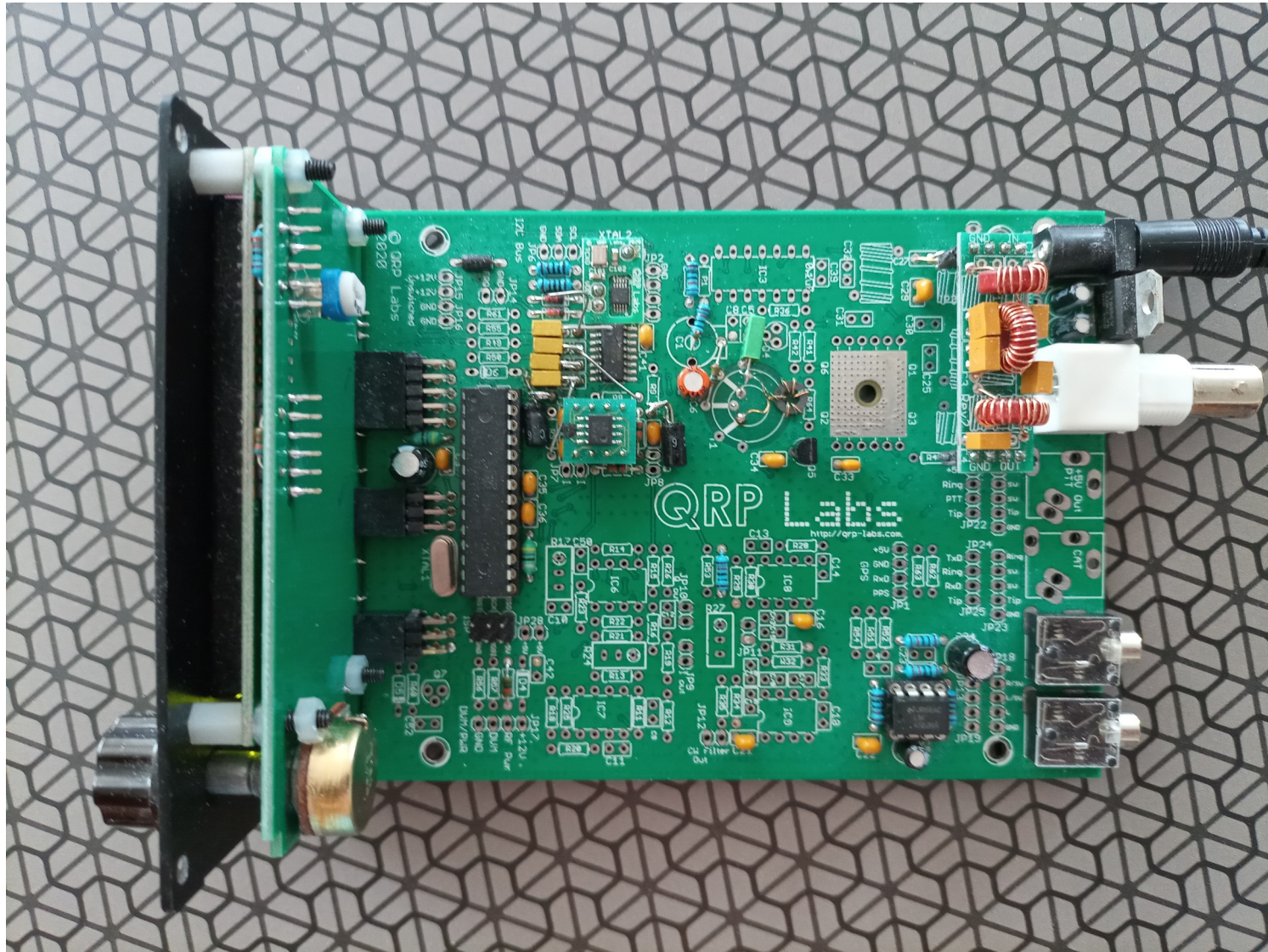
Schaltung HW7



Schaltung QCX+



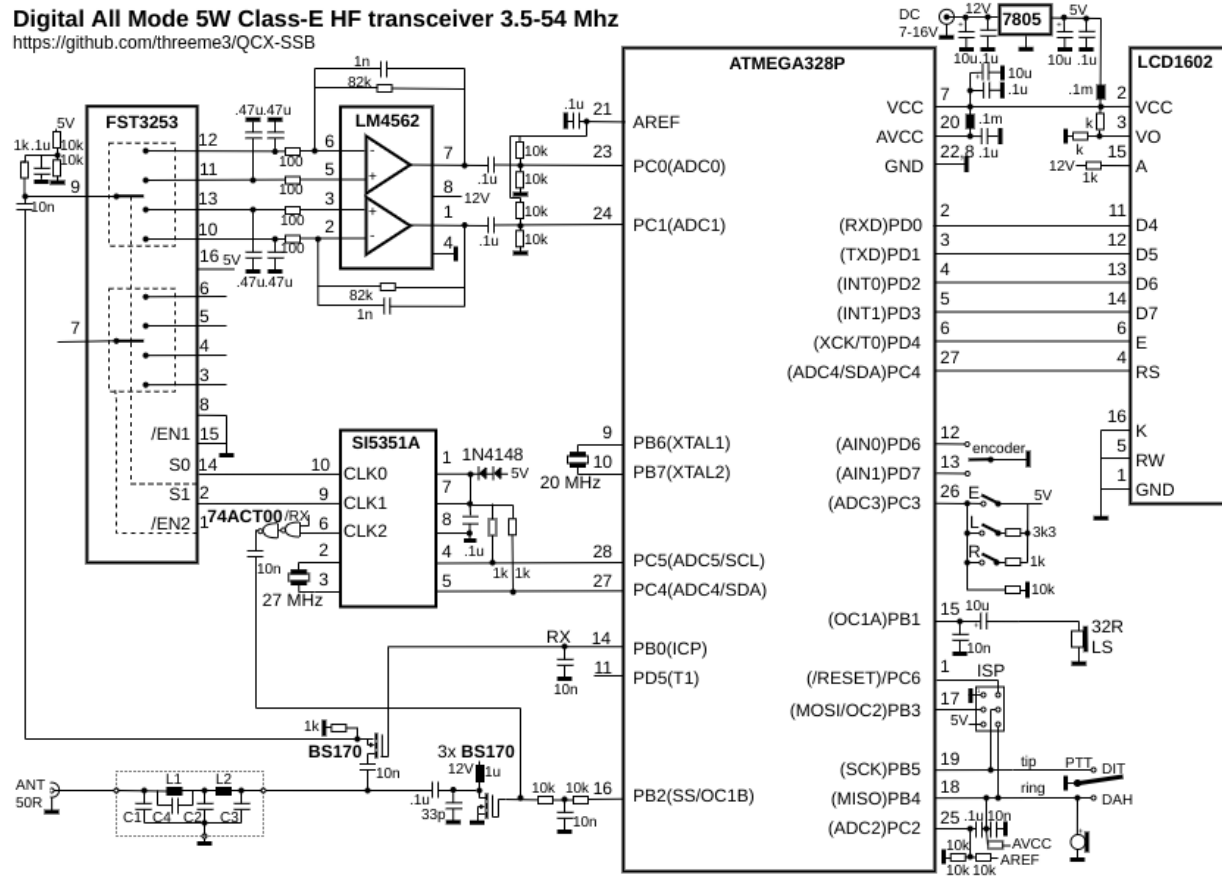
μ SDR - Innenansicht



Eigenschaften des μ SDR

- Einbandgerät (möglich 160m ... 6m)
- CW und SSB
- Einstellbare Filterbandbreiten (3kHz, 2,4kHz, 1,8kHz, 1kHz, 500Hz, 200Hz, 100Hz, 50Hz)
- Ausgangsleistung 5 bis 3 Watt
- Elektronische Taste
- Morsedekoder
- Sonstiges (RIT, 2 VFOs, CAT-Interface, ...)
- Stromverbrauch bei Empfang nur ca. 60mA
- Stromverbrauch beim Senden auch gering

Schaltungsbesonderheiten: Mischer



Schaltungsbesonderheiten: Mischer

- Tayloe-Mischer
- MOS-Schalter, leistungslose Ansteuerung
- Hohe Linearität
- Kleine Dämpfung (ca. 1dB, Ringmischer ca. 6 dB)
- Dadurch höhere Eingangsempfindlichkeit
- Sehr Preiswert

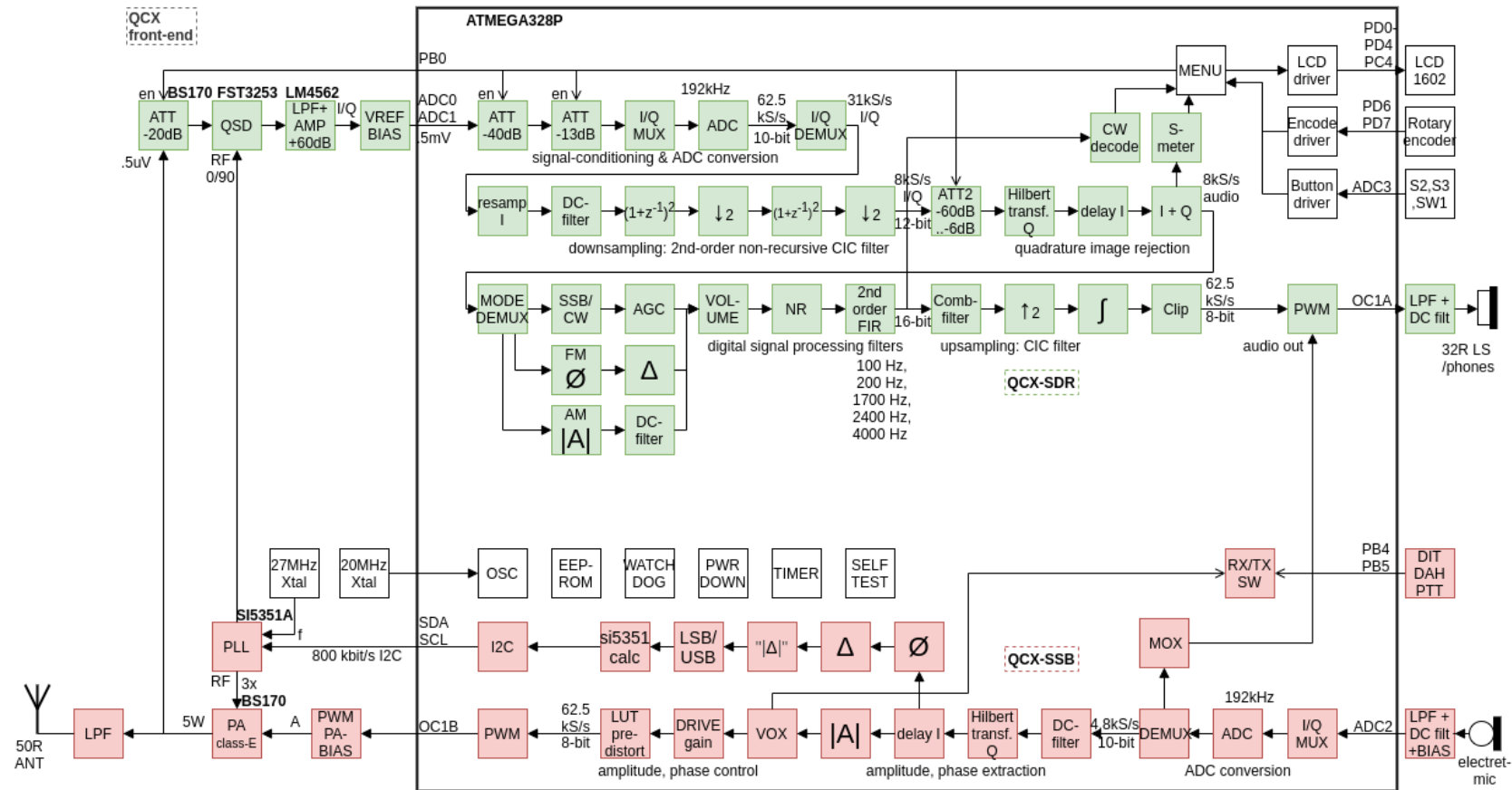
Schaltungsbesonderheiten: Synthesizer

- SI5351, Clockgenerator
- 5kHz ... 200MHz, Auflösung <1Hz
- 3 fast unabhängige Ausgänge
- Kann direkt 90°-phasenverschobene Signale liefern (direkt für Mischer)
- Sehr Preiswert, ca 1Euro (wenn lieferbar)

Schaltungsbesonderheiten: Endstufe

- Class-E-Endstufe
- Wirkungsgrad $> 80\%$
- Preiswerte n-MOS-Transistoren
- CW-Pulsformung
- SSB durch Amplituden- und Phasenmodulation
- AM durch Arbeitspunktverschiebung

Schaltungsbesonderheiten: Signalverarbeitung



Schaltungsbesonderheiten: Signalverarbeitung

- Fast ausschließlich digital
- Prozessor ATmega328, wie im Arduino UNO
- Bis ich diese Schaltung sah, dachte ich, das wäre mit diesem Prozessor unmöglich!
- Alle denkbaren Programmiertricks zur Optimierung genutzt!
- AD-Wandler für IQ-Signale gemultiplext, da nur ein Wandler, halbiert Abtastrate
- NF-Ausgabe als PWM-Signal, da kein DA-Wandler

Limitierungen

- Da nur 10-Bit-AD begrenzte Dynamik (nicht so schlimm, wie es sich anhört, Perseus hat auch nur 12 Bit, durch Oversampling etwas kompensiert)
- Wegen geringer Rechenleistung Filtersteilheiten nicht optimal und auch schlechte Seitenbandunterdrückung
- Durch niedrige Abtastrate (ca. 32kHz) Geistersignale
- Durch wenige Tasten „gewöhnungsbedürftige“ Bedienung

Verbesserungsmöglichkeiten

- Schnellerer Prozessor, z.B. ARM STM32G431
- Mindestens 10x schneller (8-facher Takt und 32-Bit-Architektur), dadurch viel bessere Filter möglich
- AD-Wandler 12 Bit
- 2 parallele AD-Wandler erlauben eine 50x höhere Abtastrate – höhere Dynamik
- Kosten nur unwesentlich höher (5 statt 1,50 Euro)
- Der ATmega328 war durch den QCX+ vorgegeben
- TCXO (3Hz Abweichung im 10m-Band)

Web-Links

- Software, Beschreibung:
<https://github.com/threeme3/QCX-SSB>
- Forum: <https://groups.io/g/ucx/> (man muss sich anmelden?)
- Originalgerät:
<https://qrp-labs.com/qcxp.html>