uSDX transceiver menu_versie c 2

HF 80 – 6 meter

Snel gids

SW1 / L button: **Select**

kort indrukken:	**Select**eer menu
indrukken & encoder draaien:	snel **door** menu's
dubbel indrukken:	-----
langer indrukken:	-----

SW2 / R button: **Exit**

indrukken:	mode: CW / LSB / USB /// **na** een keuze: **Exit** menu
dubbel indrukken:	veranderen instelling reeks Filter BW (menu 1.3) : 4000 / 2500 / 1700 / Full
langer indrukken:	wisselen tussen **R** (receive) en **V** (vox)

SW Rotary encoder:

kort indrukken:	decimaal verstelling bij tunen naar rechts /// bevestiging selectie keuze
langer indrukken:	decimaal verstelling bij tunen naar links
dubbel indrukken:	band wissel: 3,573 / 5,357 / 7,074 / 10,136 / 14,074 / 18,100 / 21,074 / 24,915 / 28,074 / 50,313 MHz
indrukken & draaien:	veranderen instelling Volume (menu 1.1) harder / zachter

Rotary encoder: Tune VFO

Na SW1 - Select: menu: bereik: 1e keer drukken: wijzigen; 2e keer drukken: keuze opslaan.

1.1	Volume	(10)	[-1 / 0 – 16]
1.2	Mode	(USB)	[CW / USB / LSB / FM / AM]
1.3	Filter BW	(Full)	[50 / 100 / 200 / 500 / 1700 / 2500 / 4000 / Full]
1.4	Band	(20m)	[6m / 10m / 12m / 15m / 17m / 20m / 30m / 40m / 60m / 80m]
1.5	Tune Rate	(1k)	[1 / 10 / 100 / 0,5k / 1kHz / 10 kHz / 100k / 0,5M / 1M / 10M]
1.6	AGC	(ON)	[ON / OFF]
1.7	NR	(0)	[0 – 8]
1.8	ATT	(0dB)	[0dB / -13dB / -20dB / -33dB / -40dB / -53dB / -60dB / -73dB]
1.9	ATT2	(0)	[0 – 16]
1.10	S-meter	(dBm)	[S-bar / S / dBm / OFF]
2.1	CW Decoder	(OFF)	[ON / OFF]
2.2	CW Tone	(700)	[325 / 700]
2.3	CW Offset	(700)	[300 – 2000]
3.1	VOX	(OFF)	[ON / OFF]
3.2	VOX Level	(4)	[0 – 255]
3.3	MOX	(0)	[0 – 4]
2.4	TX Drive	(4)	[0 – 8]
8.1	Ref freq	(25000000)	[
8.2	PA Bias min	(0)	[0 – 255]
8.3	PA Bias max	(220)	[0 – 255]
9.1	Sample rate	(+0)	[
9.2	CPU load %	(+0)`	[
9.3	Param A	(0)	[
9.4	Param B	(+0)	[
9.5	Param C	(+0)	[

AJB, pe1htj Vlaardingen, 20201126

-=-=-=

Bron van de hierna volgende beschrijving: https://github.com/threeme3/QCX-SSB

Gebruiksaanwijzing:

De afstemming kan worden gedaan door het verdraaien van de roterende encoder.
De stapgrootte kan worden verlaagd of verhoogd met een korte of lange druk op de schakelaar.
Een verandering van band kan worden gedaan met een dubbele druk.
De werkingswijze wordt met een korte druk op de rechterknop gestopt.
Een dubbele druk op de rechter knop veranderd de bandbreedte van het ontvangstfilter, de bandbreedte wordt elke keer opnieuw ingesteld wanneer de modus wordt gewijzigd.
Het volume wordt veranderd door de roterende encoder te draaien terwijl u erop drukt.
Er is een menu beschikbaar dat toegankelijk is via een korte druk op de linker drukknop.
Met de roterende encoder is het mogelijk door dit menu te navigeren.
Wanneer u een menu-parameter wilt wijzigen drukt u op de linker drukknop om vervolgens de parameter met de encoder te wijzigen.
Met de rechter drukknop is het mogelijk om het menu op elk gewenst moment te verlaten.
Een snelle toegang tot het menu en de parameters kan worden bereikt door op de linker knop te drukken terwijl u de encoder draait; zodra u de linker knop los laat kunt u de parameter onmiddellijk wijzigen door verdraaien van de encoder.
Voor ontvangst is standaard een AGC ingeschakeld. Dit verhoogt het volume wanneer er zwakke signalen en vermindert voor sterke signalen. Dit is goed voor SSB signalen, maar kan vervelend zijn voor CW operatie.
De AGC kan worden uitgeschakeld in het menu, dit maakt de ontvanger minder luidruchtig, maar vereisen meer handmatige volume wijzigingen.
Om het geluid verder te verminderen kan een ruisonderdrukkingsfunctie in het menu met de NR-parameter worden ingeschakeld.
Om het beschikbare dynamische bereik optimaal te gebruiken kunt u binnenkomend signaal verzachten door een front-end attenuator in te schakelen met de parameter ATT. Vooral op frequenties 3,5 - 7 MHz zijn de atmosferische geluidsniveaus veel hoger, u kunt de prestaties van de ontvanger verhogen door demping (bijvoorbeeld -13dB) toe te voegen, zodat de geluidsvloer nog steeds hoorbaar is.
Om de transceiver-frequentie te kalibreren kunt u afstemmen op een gekalibreerde signaalbron (bijvoorbeeld WWV op 10 MHz) en het signaal zero-beat door de parameter Ref freq te wijzigen; als alternatief kunt u de XTal-frequentie meten met een teller en de parameter instellen.
Een S-meter (naar keuze: dBm, S, S-bar) kan worden geselecteerd met de parameter S-meter. Als u S-bar kiest, wordt een signaalsterktebalk weergegeven waarbij elke ‘bar’ één S-punt (6dB) vertegenwoordigt.
Voor SSB gebruik: sluit een microfoon aan op de paddle-aansluiting en een PTT of onboard "key" zal de transceiver op Zenden zetten.
Met de parameter "TX Drive" is het mogelijk om de modulatiediepte of PA-schijf in te stellen. Het is standaard ingesteld op 4, waardoor het een beetje meer punch geeft (compressie voor SSB). Instellen op een waarde 8 in SSB betekent dat de SSB modulatie wordt verzonden met een constante amplitude (mogelijk het verminderen van RFI, maar gaat ten koste van de audiokwaliteit). Om uw eigen modulatie te controleren kunt u de parameter MOX tijdelijk verhogen.
Een lange druk op de rechter drukknop zet de transceiver in de VOX-mode. De gevoeligheid van de VOX kan worden ingesteld in de parameter "VOX-drempelwaarde".
De PA Bias min en max parameters stelt het werkbereik van de PWM in, volledige bereik is van 0-255. Het optimale werkbereik ligt net boven de MOSFET drempel tot het maximale piekvermogen dat u wilt gebruiken (0-180 zijn goede waarden op mijn QCX).
Voor FT8 (en elke andere digitale mode) selecteert u één van de voorgeprogrammeerde FT8-banden door dubbel op de roterende encoder te drukken. Sluit de hoofdtelefoonaansluiting aan op de microfoon ingang van de geluidskaart van de computer/laptop, de luidsprekeraansluiting aan de microfoon-ingang en geef een lange druk op de rechter drukknop om de VOX-modus te starten. Pas het volume zo min mogelijk aan en start uw favoriete FT8-toepassing (bijvoorbeeld JTDX).
Bij het opstarten voert de transceiver een zelftest uit waarbij ook het programma versie nummer wordt getoond. Het is het controleren van de software-instellingen, zoals bias voltages, I2C communicatie en algoritmische prestaties. In het geval van afwijkingen meldt het display een fout tijdens het opstarten. Het ontdekt ook de mogelijkheden van de transceiver, afhankelijk van de gemaakte mod’s.
De volgende mogelijkheden worden gedetecteerd en weergegeven op het scherm:

- "QCX" voor een QCX zonder mod’s;
- "QCX-SSB" voor een QCX met SSB mod;
- "QCX-DSP" voor een QCX met SIDETONE losgekoppeld en aangesloten op een luidspreker (door ontkoppelingscondensator);
- "QCX-SDR" voor een QCX met SDR mod.
- “uSDX>” voor een uSDX met SSB mod.

Controleer of de deze mogelijkheid overeenkomt met de mod’s.

Bewerking:
Momenteel zijn de volgende functies toegewezen aan sneltoetsknoppen (L=links, E=encoder, R=rechts) en menu-items:

Menu-item	Functie	Knop
1.1 Volume	Audio-niveau (0..16) en uit-/uitschakelen/aan	**E +turn**
1.2 Modus	Modulatie (LSB, USB, CW, AM, FM)	**R**
1.3 Filter BW	Audio passband (Vol, 300..4000, 300..2500, 300..1700, 200, 100 Hz)	**R dubbel**
1.4 Band	Band-switch naar vooraf gedefinieerde FT8 freqs: (80 t/m 4m)	**E dubbel**
1.5 Tuning rate	Tuning stapgrootte (10M, 1M, 0.5M, 100k, 10k, 1k, 0.5k, 100, 10, 1)	**E kort of E langer**
1.6 AGC	Automatische gaincontrole (aan, uit)	
1.7 NR	Ruisonderdrukkingsniveau (0-8), load-pass en glad	
1.8 ATT	Analoge attenuator (0, -13, -20, -33, -40, -53, -60, -73 dB)	
1.9 ATT2	Digitale attenuator in CIC-fase (0-16) in stappen van 6dB	
1.10 S-meter	Type S-meter (UIT, dBm, S, S-bar)	
2.1 CW Decoder	CW-decoder in- of uitschakelen (AAN, UIT)	
2.2 CW Toon	CW-filter+zijtoon (325, 700)	
2.3 CW Offset	CW RX Offset (gebruiken om uit te lijnen met CW-filtertoon)	
3.1 VOX	Voice Operated Xmit (AAN, UIT)	
3.2 VOX-niveau	Audiodrempel van VOX (0-255)	
3.3 MOX	Monitor op Xmit (audio niet gedempt tijdens het verzenden)	
3.4 TX-schijf	Audio gain (0-8) verzenden in stappen van 6dB, 8=constante amplitude voor SSB	
8.1 Ref freq	Werkelijke si5351 kristalfrequentie, gebruikt voor frequentiekalibratie	
8.2 PA Bias min	KEY_OUT PWM-niveau (0-255) voor 0% RF-output	
8.3 PA Bias max	KEY_OUT PWM-niveau (0-255) voor 100% RF-output	
9.1 Steekproef %	voor foutopsporing, testen en experimenteel doel	
9.2 CPU-belasting	voor foutopsporing, testen en experimenteel doel	
9.3 Param A	voor foutopsporing, testen en experimenteel doel	
9.4 Param B	voor foutopsporing, testen en experimenteel doel	
9.5 Param C	voor foutopsporing, testen en experimenteel doel	
Belangrijk:	Frequentie (20kHz.. 99 MHz)	**draai**
Belangrijk:	Snel menu	**L + draai**
Belangrijk:	Menu-enter	**L**
Belangrijk:	Menu terug	**R**

README.md

QCX-SSB: SSB met uw QCX-transceiver
Dit is een eenvoudige en experimentele wijziging die een QCX omzet in een (Klasse-E gedreven) SSB transceiver. Het kan worden gebruikt om QRP SSB-contacten te maken, of (in combinatie met een pc) die worden gebruikt voor de digitale modi zoals FT8, JS8, FT4. Het kan volledig continu worden afgestemd door middel van banden 80m-10m in de LSB / USB-modi met een 2400Hz bandbreedte heeft tot 5W PEP SSB output en beschikt over een software-gebaseerde volledige Break-In VOX voor snelle RX / TX schakelen in spraak-en digitale bewerkingen.
De SSB-zendfase wordt volledig op digitale en software gebaseerde wijze geïmplementeerd: in het hart bemonstert de ATMEGA328P de input-audio en reconstrueert een SSB-signaal door de SI5351 PLL-fase te regelen (door kleine frequentiewijzigingen van meer dan 800kbit/s I2C) en de PA Power (via PWM op het key-shaping circuit) te regelen. Op deze manier kan een zeer energiezuinig klasse-E aangedreven SSB-signaal gerealiseerd worden; een PWM aangedreven klasse-E ontwerp houdt de SSB transceiver eenvoudig, klein, koel, energiezuinig en goedkoop (d.w.z. geen behoefte aan energie-inefficiënte en complexe lineaire versterker met omvangrijke koellichaam zoals vaak wordt gezien in SSB transceivers).
Voor de ontvanger is een groot deel van het originele QCX-circuit digitaal verwijderd en geïmplementeerd (software): de ATMEGA328P implementeert nu het 90-graden faseverschuivingscircuit, het (CW/SSB) filtercircuit en het audioversterkercircuit (nu een klasse-D versterker). Dit heeft het QCX-circuit veel vereenvoudigd (50% minder componenten nodig), en er zijn een aantal voordelen en functies: er is geen behoefte meer aan een uitlijningsprocedure vanwege de zeer nauwkeurige 90 graden Hilbert-faseshifter; en er zijn nu verstelbare IF DSP-filters voor CW en SSB; en er is een AGC en er is een ruis-reducerende DSP signaal conditionering functie en er zijn drie indepent ingebouwde attenuatoren in de analoge front-end die helpt gebruik te maken van het volledige dynamische bereik. De luidspreker is direct verbonden en aangedreven door de ATMEGA. Een digitale mixer met smalle low-pass venster (2 kHz), steile roll-off (-45dB/decennium) in combinatie met een oversampling en decimeren ADC zijn verantwoordelijk voor een verwerking winst, dynamisch bereik en alias afwijzing voldoende om zwakke en sterke signaal omstandigheden (bijvoorbeeld wedstrijden of luisteren op 40m net naast de omroep band).
Dit experiment is gemaakt om uit te proberen wat kan worden bereikt met minimale hardware, terwijl het verplaatsen van complexiteit in de richting van software; hier de gevolgde aanpak is om het ontwerp te vereenvoudigen waar mogelijk, terwijl een redelijke prestatie te houden. Het resultaat is een goedkope, eenvoudig te bouwen, veelzijdige QRP SSB-zendontvanger die eigenlijk heel geschikt is voor het maken van QSOs (zelfs in wedstrijdsituaties), maar vanwege het experimentele karakter zijn sommige onderdelen nog in uitvoering en dus beperkt.
Voel je vrij om het uit te proberen of om te experimenteren met deze schets, laat me weten wat je gedachten of bijdragen hier: https://github.com/threeme3/QCX-SSB De oorspronkelijke forum discussie over het onderwerp hier: QRPLabs Forum

Update: Een nieuwe groep met gezamenlijke interesse is begonnen met het bouwen van een compacte, draagbare (SOTA) rig voor de zomer, op basis van de ideeën hier gepresenteerd. Meer informatie is te vinden in dit: Forum.

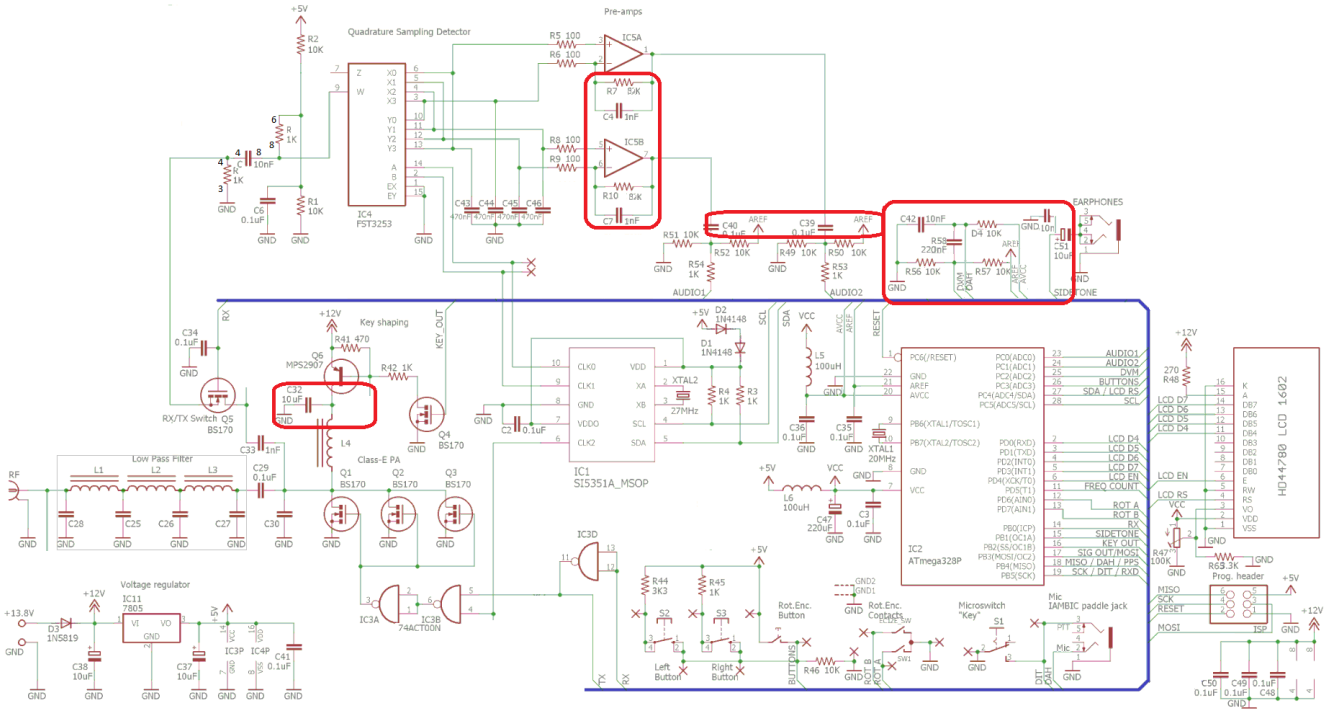
73, Guido pe1nnz@amsat.org

Lijst met functies:
Eenvoudige, leuke en veelzijdige **QRP SSB HF-transceiver** met ingebouwde **DSP- en SDR-functies**;
EER Class-E aangedreven SSB-zendfase
Ongeveer **5W PEP SSB output** van 13.8V voeding
Ondersteuning voor all-mode: USB, LSB, experimentele modi: CW, AM, FM
DSP-filters: 4000, 2500, 1700, 500, 200, 100, 50 Hz passband
DSP-functies: Automatic Gain Control (AGC), Noise-reduction (NR), Voice-triggered Xmit (VOX), RX Attentuators (ATT), TX drive control, Volume control, dBm/S-meter.
SSB tegenover side-band/carrier supression **Transmit: beter dan -45dBc, IMD3 (two-tone) -33dBc, Ontvangen: beter dan -50dBc**
Multiband ondersteuning, continu tunable via banden **80m-10m** (en vanaf 20kHz.. 99MHz met prestatieverlies)
Open source firmware, gebouwd met Arduino IDE; maakt experimenteren mogelijk, nieuwe functies kunnen worden toegevoegd, bijdragen kunnen worden gedeeld via Github, software-complexiteit: 2000 regels code
Softwaregebaseerde **VOX** die kan worden gebruikt als **snelle Full Break-In (QSK-werking)** of helpen bij het schakelen tussen RX/TX voor het bedienen van digitale modi (geen CAT- of PTT-interface vereist)
Eenvoudig te installeren modificatie met **8 component wijzigingen en 8 draden**
Lichtgewicht en goedkope transceiver ontwerp: vanwege de EER-zender klasse-E fase is het **zeer energiezuinig** (geen omvangrijke heatsinks vereist), en heeft een eenvoudig **ontwerp** (geen complexe evenwichtige lineaire eindversterker vereist)
Volledig digitaal en softwarematig ssb-zendfase: samples microfoon-input en reconstrueren van een SSB-signaal door het regelen van de fase van de SI5351 PLL (door kleine frequentieveranderingen van meer dan 800kbits/s I2C) en de amplitude van de PA (via PWM van het PA key-shaping circuit)
Volledig digitale en softwarematige SDR receiver-stages (optioneel): samples I/Q (complex) signaal van Quadrature Sampling Detector digitale mixer, en voert een 90-graden fase-shift mathemaly in software (Hilbert-transform) en annuleert een side-band door ze toe te voegen
Drie onafhankelijke schakelbare analoge front-end **receiver attenuatoren (0dB, -13dB, -20dB, -33dB, -53dB, -60dB, -73dB)**
Receiver Noise floor **MDS: –135 dBm** at 28MHz (in 200Hz BW)
Ontvanger Front-end selectiviteit: **steil -45dB/decade roll-off +/-2kHz vanaf de afgestelde frequentie**
Dynamisch **bereik blokkeren: 20kHz offset 123dB, 2kHz offset 78dB**
CW-decoder (experimenteel).
Waarschijnlijk de meest **kosteneffectieve** en **eenvoudig** te bouwen standalone SDR / SSB transceiver die je vinden.
Vereenvoudigt het originele QCX-circuit (d.w.z. **50% minder componenten te installeren, geen complexe transformatorwikkelingen, geen uitlijningsprocedure)**en **veelzijdiger** in gebruik.

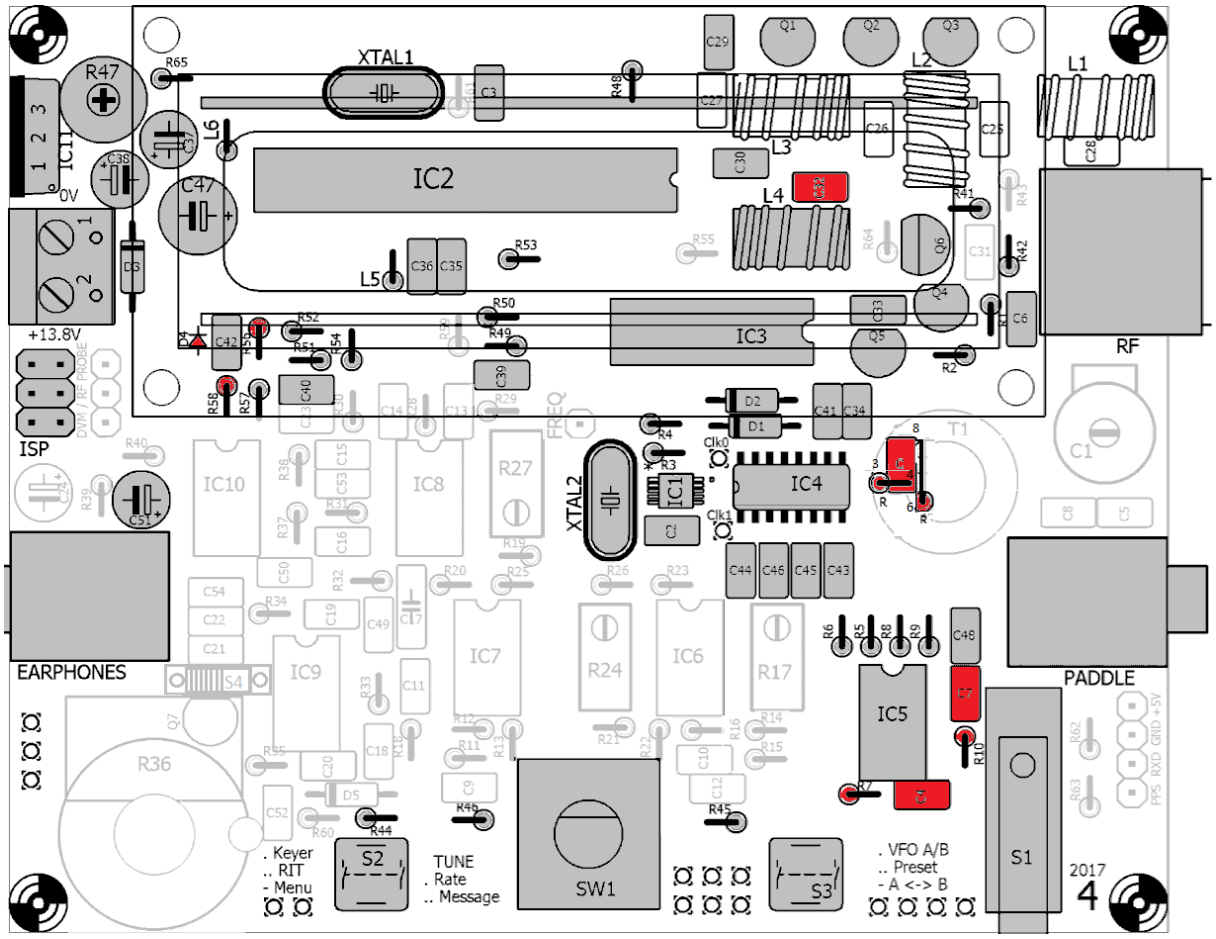
Revisiegeschiedenis:

Rev.	**Datum**	**Functies**
R1.02 (**huidig**)	2020-04-12	Geïntegreerde SDR-ontvanger, CW-decoder, DSP-filters, AGC, NR, ATT, experimentele modi CW, AM, FM, snel menu, permanente instellingen, verbeterde SSB TX-kwaliteit. LCD fix, selecteerbare CW pitch.
R1.01d	2019-05-05	Q6 nu digitaal geschakeld (verwijder C31) - verbetering van de stabiliteit en IMD. Verbeterde signaalverwerking, audiokwaliteit, verhoogde bandbreedte, cosmetische veranderingen en minder RF-feedback, verminderde S-meter RFI, S-meter metingen, zelftest bij het opstarten. Ontvanger I/Q kalibratie, (experimentele) amplitude pre-distortion en kalibratie. **Zie hier originele QCX-SSB wijziging (het wordt ook ondersteund door de huidige firmware!)**
R1.00	2019-01-29	Eerste release van SSB transceiver prototype.

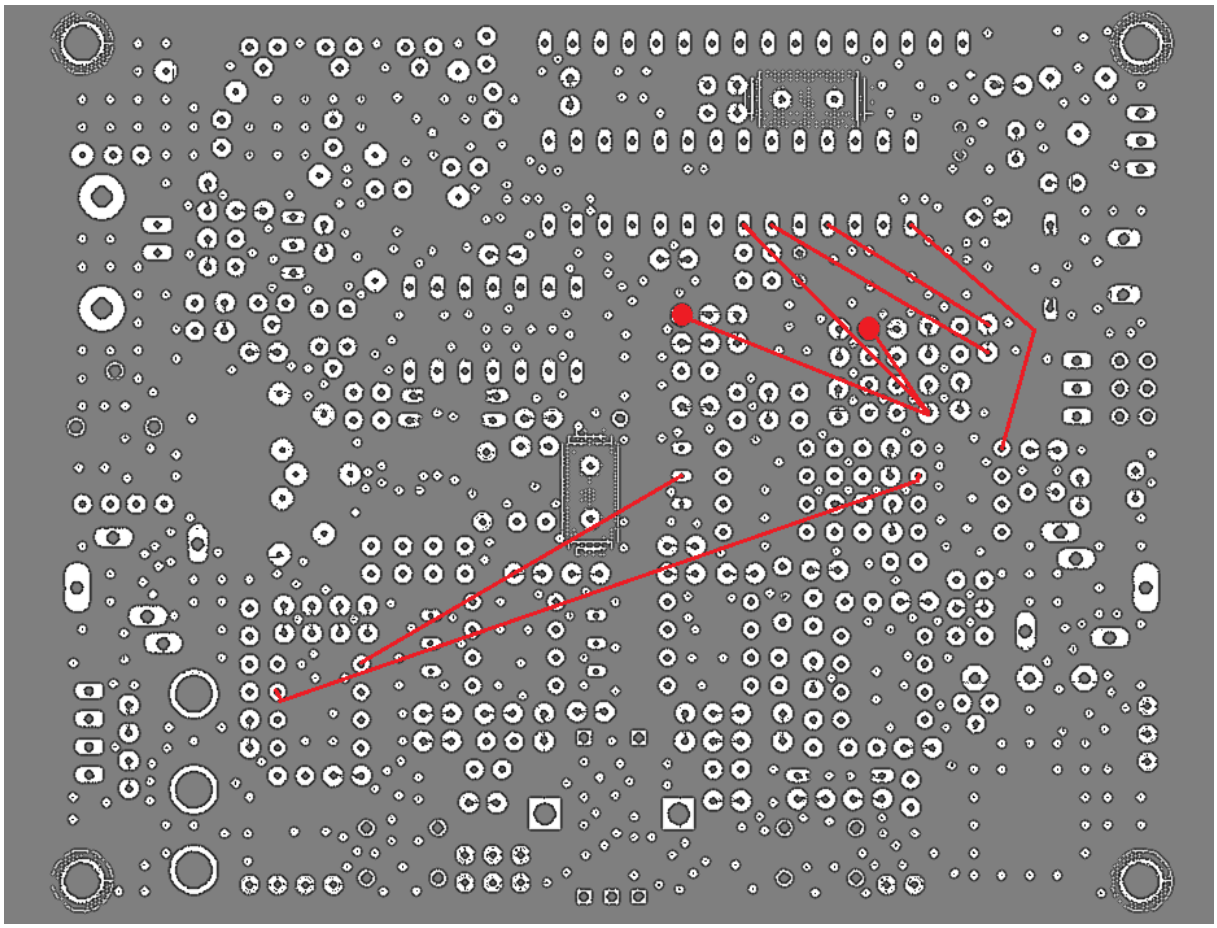
Schematische:
Onder het schema na de wijziging is toegepast, worden ongebruikte onderdelen weggelaten en worden gewijzigde onderdelen rood gemarkeerd (klik om in te zoomen en downloaden) (link naar het oorspronkelijke schema):



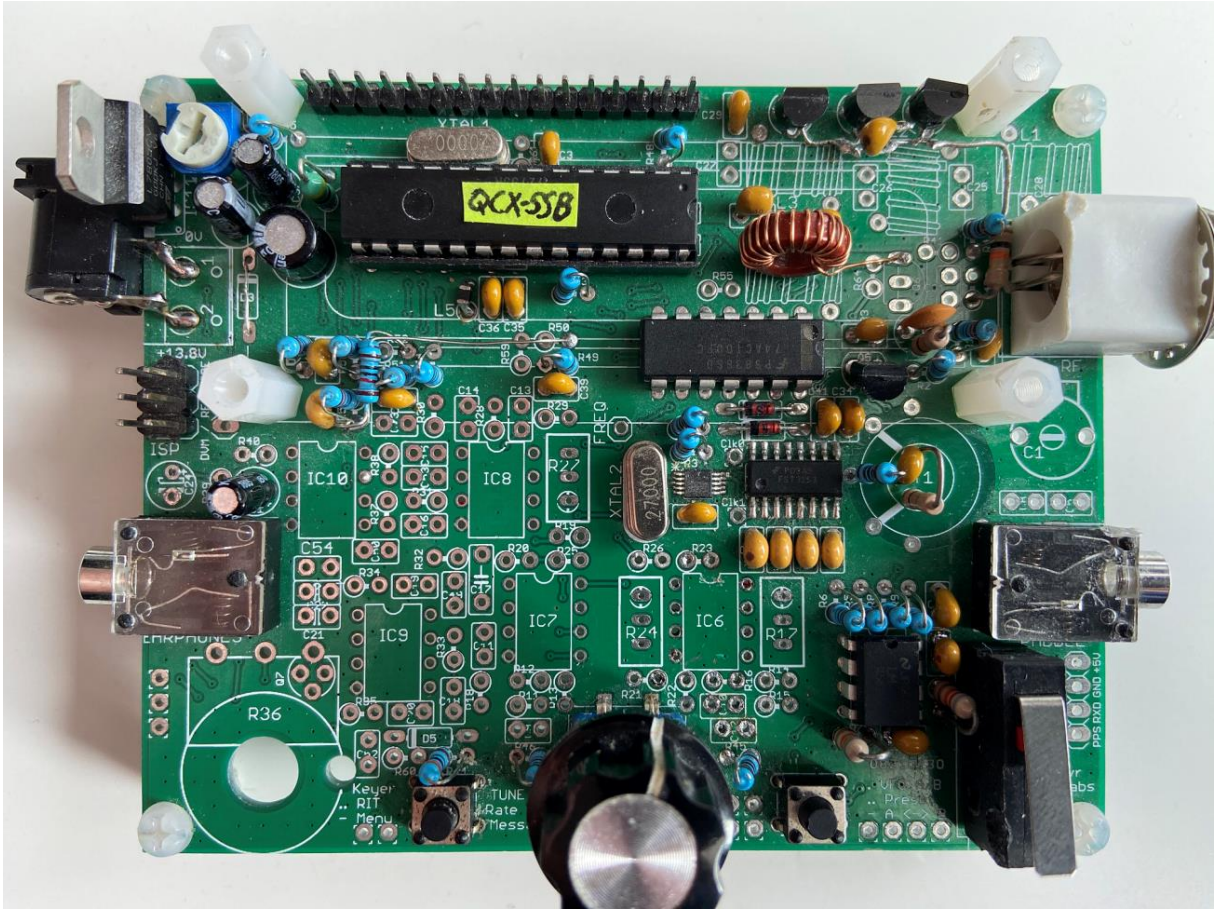
Vindt u hier de nieuwste **[PCB Rev5 Assembly Manual KLIK HIER]** door Manuel, DL2MAN (document revisie 1.1), **23-mei-2020**. Instructie voor oudere PCB revisies vindt u hieronder:
Deze wijziging bestaat uit een paar component veranderingen en draden:
Om dingen te vereenvoudigen, 79 componenten zijn niet meer nodig (en je kon ze weglaten op een niet-gebouwde QCX): IC6-10,R11-40,43,55,R59-64,C1,5,8,C9-28,C31,C52-54,L1-3,D5,Q7,T1,JP1/DVM/FREQ.
SDR-ontvanger: R7,10(82k); C4,C7(1nF), verwijder R11,12,14,15,17,27,29,59,IC10; plaats 10nF tussen IC10 pin 2 en pin 4; wire IC2(pin15) to IC10(pin1), insert 470R if you intend to use a headphones; draad C39(R27/R29zijde) naar IC5(pin1); C40(IC10-zijde) naar IC5(pin7) en koppel R50(5V-zijde) en R52(5V-zijde) en draad beide af op IC2(pin21). Als u C39,R50 niet bedraden, maak dan de volgende Rev5-mods: verwijder IC7, verander R11(.1uF), C9(10k), R53(1k); draad 10k van R52(IC2-pin21 kant) naar IC7(pin5); draad R11 (C9 kant) naar R27 (midden). Als u de originele (analoge) QCX-ontvanger wilt opbouwen, u deze stap overslaan en een SPDT-switch invoegen tussen C21(+ kant) en IC9(pin1) voor CW en R27(pin2) voor SSB (zoals gebeurde in de oorspronkelijke QCX-SSB-modificatie).
SSB zender: wissel D4,R56 (10k); R58 (.22uF); C32 (10uF), verwijder C31; wire IC2(pin21) to pin R57(side DVM-pin3); wire IC2(pin20) naar DVM(pin2); draad IC2(pin18) naar knooppunt D4-C42-R58; installeer een microfoon om te tippen (+ van electret) en mouw GND van paddle-jack; PTT-switch naar ring en mouw(X1M-mic).
Multibandondersteuning: verwijder C1,5,8,R64,T1; bij T1 landingspatroon (zie QCX Assembly instructie T1) installeer R (1k) meer dan 6-8; R (1k) over 3-4; C (10nF) meer dan 4-8; C30 (30pF) wijzigen; L4 (1uH/16t); C25-28,L1-L3 vervangen door LPF's voor verschillende banden.
Firmware: download recentelijk vrijgegeven hex-bestand en installeer met standaard QCX firmware uploadprocedure (zie ook [noot 1]).
Hieronder de (Rev4) lay-out met componenten gemarkeerd in het rood die moeten worden gewijzigd; grijze componenten moeten worden geïnstalleerd en lege onderdelen kunnen worden weggelaten en sommige moeten worden verwijderd (zie hierboven):

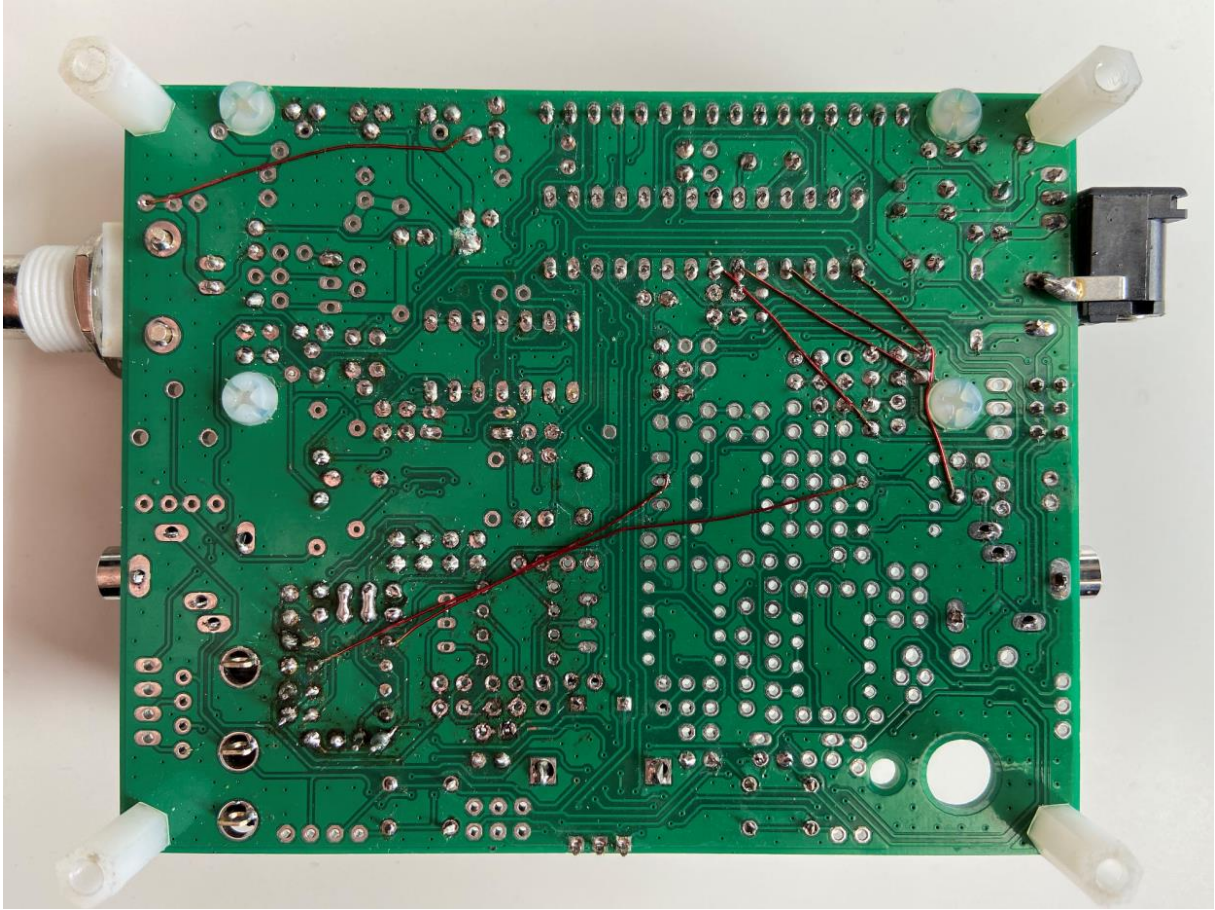


Onder de (Rev4) draden die moeten worden geïnstalleerd op de onderste PCB. Merk op dat een cirkel weerstand R50/R52 vertegenwoordigt die in serie met de draad en het stootkussen is waarop de cirkel wordt getrokken (de weerstand is niet meer verbonden aan zijn originele naburige stootkussen en zijn waarschijnlijk het beste om deze bedrading en weerstand bij de componentenkant te plaatsen):



Zie hier de voltooide transceiver met de (Rev4) wijzigingen toegepast (inclusief PA bias mod [note 3], omvat geen LPF's):

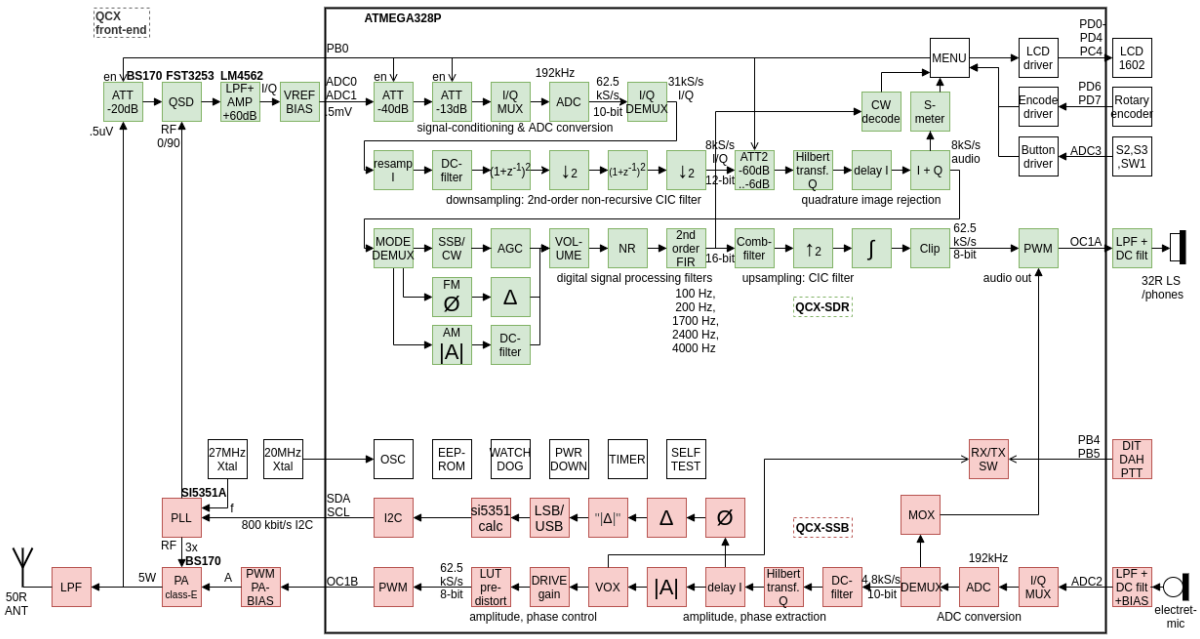




Bouwopties:
Voor een ongebouwde QCX, de makkelijkste manier om deze digitale transceiver te bouwen is om de 79 componenten weg te laten en alle bovenstaande wijzigingen toe te passen, zal dit u alle hierboven beschreven functies bieden. Als u wilt, u nog steeds besluiten om de originele QCX vanaf hier te bouwen.
Als u al een werkende QCX, de makkelijkste manier is om de SSB verzenden mod toe te passen en omzeilen de CW-filter met een schakelaar, op deze manier uw transceiver houdt de analoge ontvanger circuit, zijn er geen SDR-functies, en je nog steeds de originele QRP Labs CW firmware als je dat liever.

Technical Description:

The principle of operation (at least what is ging on in the ATMEGA) is a bit as in the following video-fragment: Opzij (in Dutch saying; *"Sideways, sideways, sideways, Make room, make room, make room, We are in an incredible rush"*; full lyrics) here... :-) jokes aside; below the block diagram of the QCX-SSB, SDR transceiver:

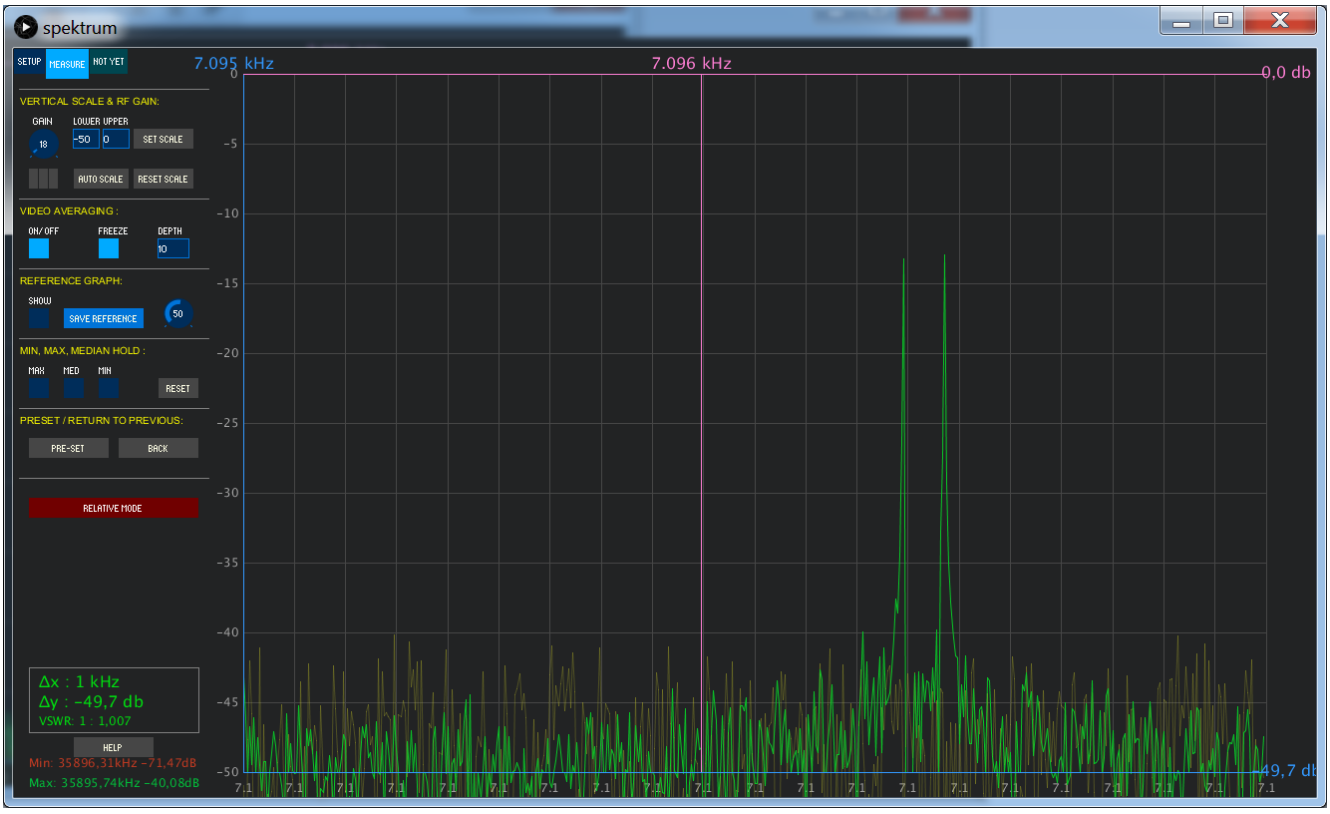


For SSB reception, the QCX analog phasing receiver stage is replaced with a digital SDR stage; this means that the phase shifting op-amp IC6 is changed into a regular amplifier and whereby the individual I and Q outputs are directly fed into the ATMEGA328P ADC inputs for signal processing. The ATMEGA328P (over-)samples the ADC input at a 62kHz sample-rate, an decimates this high-samplerate to a lower samplerate, performs a phase-shift by means of a Hilbert-transform, summing the result to obtain side-band rejection; it subsequently applies a low-pass filtering, AGC and noise-reduction functions. Since the original QCX phase-shifting network and analog CW filter are not used, about half of the original QCX components can be left out; by combining the function of IC7B into IC6A another op-amp can be saved. The ADC inputs are low-pass filtered (-40dB/decade roll-off at 1.5kHz cut-off) to prevent aliasing and input are biased with a 1.1V analog reference voltage to obtain additional sensitivity and dynamic range. With the 10-bit ADCs and a 4x over-sampling rate, a theoretical dynamic range of 72dB can be obtained in 2.4kHz SSB bandwidth. LSB/USB mode switching is done by changing the 90 degree phase shift on the CLK0/CLK1 signals of the SI5351 PLL. Three embedded attenuators are available for optimally using dynamic range; the first attenuator is the RX MOSFET switch Q6 responsible for 20dB attenuation, the second attenuator is ADC range (1.1V or 5V) selected by the ATMEGA ADC analog reference (AREF) logic and is responsible for 13dB attenation, the third attenuator is a pull-down of an analog input on the ATMEGA with a GPIO port responsible for 53dB attenation. Combining the three attenuators provides the attenation steps 0dB, -13dB, -20dB, -33dB, -53dB, -60dB, -73dB.
For SSB transmission the QCX DVM-circuitry is changed and used as an audio-input circuit. An electret-microphone (with PTT switch) is added to the Paddle jack connecting the DVM-circuitry, whereby the DOT input acts as the PTT and the DASH input acts as the audio-input. The electret microphone is biased with 5V through a 10K resistor. A 10nF blocking capacitor prevents RF leakage into the circuit. The audio is fed into ADC2 input of the ATMEGA328P microprocessor through a 220nF decoupling capacitor. The ADC2 input is biased at 0.55V via a divider network of 10K to a 1.1V analog reference voltage, with 10-bits ADC resolution this means the microphone-input sensitivity is about 1mV (1.1V/1024) which is just sufficient to process unamplified speech.
A new QCX-SSB firmware is uploaded to the ATMEGA328P, and facilitates a digital SSB generation technique in a completely software-based manner. A DSP algorithm samples the ADC2 audio-input at a rate of 4x4800 samples/s, performs a Hilbert transformation and determines the phase and amplitude of the complex-signal; the phase-changes are restricted[note 2] and transformed into either positive (for USB) or negative (for LSB) phase changes which in turn transformed into temporary frequency changes which are sent 4800 times per second over 800kbit/s I2C towards the SI5351 PLL. This result in phase changes on the SSB carrier signal and delivers a SSB-signal with a bandwidth of 2400 Hz whereby spurious in the opposite side-band components is attenuated.
The amplitude of the complex-signal controls the supply-voltage of the PA, and thus the envelope of the SSB-signal. The key-shaping circuit is controlled with a 32kHz PWM signal, which can control the PA voltage from 0 to about 12V in 256 steps, providing a dynamic range of (log2(256) * 6 =) 48dB in the SSB signal. C31 is removed to ensure that Q6 is operating as a digital switch, this improves the efficiency, thermal stability, linearity, dynamic range and response-time. Though the

amplitude information is not mandatory to make a SSB signal intelligable, adding amplitude information improves quality. The complex-amplitude is also used in VOX-mode to determine when RX and TX transitions are supposed to be made. Instead of using a key-shaping circuit for evelope control, it is possible to directly bias the PA MOSFETs with the (filtered) PWM signal. This has the advantage of less losses and simplifies at the cost of linearity which result in more compression for an SSB signal (which is actually a good thing).
The IMD performance is related dependent on the quality of the system: the linearity (accuracy) of the amplitude and phase response and the precision (dynamic range) of these quantities. Especially the DSP bit-width, the precision used in the DSP algorithms, the PWM and key-shaping circuit that supplies the PA and the PA phase response are critical. Decreasing (or removing) C32 improves the IMD characteristics but at the cost of an increase of PWM products around the carrier.

Results
Here is a sample me calling CQ on 40m with my QCX-SSB at 5W and received back by the Hack Green websdr about 400km away, note that the audio quality has further improved since then.
Several OMs reported a successful QCX-SSB modification and were able to make SSB QRP DX contacts over thousands of kilometers on the 20m and 40m bands. During CQ WW contest I was able to make 34 random QSOs on 40m with 5W and an inverted-V over the house in just a few hours with CN3A as my furthest contact, I could observe the benefits of using SSB with constant-envelope in cases where my signal was weak; for FT8 a Raspberry Pi 3B+ with JTDX was used to make FT8 contacts all the way up to NA.
Measurements: The following performance measurements were made with QCX-SSB R1.01, a modified RTL-SDR, Spektrum-SVmod-v0.19, Sweex 5.0 USB Audio device and Audicity player. It is recognized that this measurement setup has its own limitations, hence the dynamic range of the measurements is somewhat limited by the RTL-SDR as this device goes easily into overload. Measurements were made with the following setttings: USB modulation, no pre-distortion, two-tone input 1000Hz/1200Hz where audio level is set just before the point where compression starts.

Results:
Intermodulation distortion products (two-tone; SSB with varying envelope) IMD3, IMD5, IMD7: respectively -33dBc; -36dBc; -39dBc
Intermodulation distortion products (two-tone; SSB with constant envelope) IMD3, IMD5, IMD7: respectively -16dBc; -16dBc; -19dBc
Opposite side-band rejection (two-tone): better than -45dBc
Carrier rejection (two-tone): better than -45dBc
Wide-band spurious (two-tone): better than -45dBc
3dB bandwidth (sweep): 0..2400Hz



Notes:

Firmware upload variations:

AVRDudess tool or avrdude CLI (avrdude -c avrisp -b 19200 -P /dev/ttyACM0 (or: /dev/ttyUSB0) -p m328p -e -U efuse:w:0xFD:m -U hfuse:w:0xD6:m -U lfuse:w:0xFF:m -U flash:w:R1.0x.hex) can be used for uploading the firmware via the ISP connector on the QCX. Follow Arduino as ISP instructions if you have a Arduino UNO board available (tip: use female-to-male breadboard cables to connect Arduino to QCX ISP jumper); or USBasp instructions if you have a USBasp programmer, alternatively use USPasp ExtremeBurner; but many other ISP programmers can be used in similar manner such as USBtiny or AVRisp mkII. During ISP, mic should be disconnected, power supply should be connected; in tool do not erase, program EEPROM or set fuse settings (they are by default ok: E=FD H=D6 L=FF).

Alternatively, in case you have an ATMEGA328P chip with Arduino bootloader, you can place the chip in an Arduino UNO board and upload directly (without the need for a ISP cable and QCX) by specifying 'arduino' programmer and baudrate 115200.

Alternatively, in case you have an Arduino 1.8.9 (or newer) environment installed, you can upload the QCX-SSB Sketch directly from the Arduino environment (without using AVRDudess and firmware file); make sure "Tools > Board > Arduino/Genuino Uno", "Tools > Port > /dev/ttyUSB0 or ttyACM0", and then "Sketch > Upload" is selected, while the ATMEGA328P chip is placed in the Arduino UNO socket. It is also possible to use Arduino as ISP method: upload this variation of ArduinoISP to the Arduino board and select "Tools > Programmer > Arduino as ISP", and "Sketch > Upload Using Programmer".

The occupied SSB bandwidth can be further reduced by restricting the maximum phase change (set MAX_DP to half a unit-circle _UA/2 (equivalent to 180 degrees)). Audio-input can be attenuated by increasing parameter MIC_ATTEN (6dB per step).

Alternatively, the PA MOSFETs can be directly biased by the PWM envelope signal, basically making the key-shaping circuit redundant. To do so, Q6,Q4,R41,R42,C32,C31 can be removed entirely, whereby C-E pads of Q6 are wired, and where a 10nF capacitor is inserted at IC3A-pin3 and G of Q1-3, and where a 10k resistor is placed at G-D pads of Q4, a 10nF capacitor between S-D pads of Q4, and where a 10k resistor is placed between D of Q4 and G of Q1-3.

Credits:

QCX (QRP Labs CW Xcvr) is a kit designed by *Hans Summers (G0UPL)*, originally built for RSGB's YOTA summer camp 2017, a high performance, image rejecting DC transceiver; basically a simplified implementation of the NorCal 2030 by *Dan Tayloe (N7VE)* designed in 2004 combined with a Hi-Per-Mite Active Audio CW Filter by *David Cripe (NMØS)*, Low Pass Filters from *Ed (W3NQN)* 1983 Articles, a key-shaping circuit by *Donald Huff (W6JL)*, a BS170 switched CMOS driven MOSFET PA architecture as used in the ATS designs by *Steven Weber (KD1JV)* (originating from the Power MOSFET revolution in the mid 70s), a Ghetto-class-E filter-network published by *Paul Harden (NA5N)* and an Atmel ATMEGA328P microprocessor, a Hitachi HD44780 LCD display and a Silicon Labs SI5351 Clock Generator (and using a phase shift in the SI5351 clocks). The QCX-SSB transmitter and QCX-SDR receiver stage both running on a ATMEGA328P, including its multiband front-end and direct PA biasing/envelope-generation technique; its concept, circuit, code and modification to run on a QCX are a design by *Guido (PE1NNZ)*; the software-based SSB transmit stage is a derivate of earlier experiments with a digital SSB generation technique on a Raspberry Pi. The assembly manual for the QCX Rev 5 PCB, is the work of *Manuel (DL2MAN)*. Many thanks to all of you who got interested in this project and took the challege and effort to try out QCX-SSB. Without your valuable feedback and contributions the project could not have kept moving on, improving and challenging new ideas!

QCX-SDR release R1.02 j Laatste on 10 Oct