

Le «QCX-mini»: un émetteur-récepteur CW 5 W haute performance à bande unique avec équipement d'alignement et de test intégré, keyer iambic, mode balise WSPR, et plus encore

Designed and produced by QRP Labs, 2017-2020



pictured with:

Palm Radio pico paddle <http://palm-radio.de>

and the XYL's old iPhone's earbuds

NDT - La traduction française commence apres TOC ci- dessous

Contents

Contents.....	2
1. Introduction.....	4
2. Parts list.....	5
3. Assembly – general guidelines.....	11
3.1 Inventory parts.....	27
3.2 Wind and install transformer T1.....	28
3.3 Install IC2 socket.....	36
3.4 Install 100nF (0.1uF, “104”) capacitors.....	37
3.5 Install all 470nF, “474” capacitors.....	38
3.6 Install 47nF, “473” capacitor.....	38
3.7 Install capacitors C25 and C26 from Low Pass Filter kit.....	39
3.8 Install capacitors C27 and C28 from Low Pass Filter kit.....	40
3.9 Install capacitor C30.....	41
3.10 Install capacitors C5 and C8.....	42
3.11 Install 1uF, “105” capacitors C21, and C22.....	44
3.12 Install 1N5819 diode.....	45
3.13 Install 20MHz crystal XTAL1.....	46
3.14 Install 27MHz crystal XTAL2or TCXO option.....	48
3.15 Install 500-ohm multi-turn trimmer potentiometer.....	50
3.16 Install 50K multi-turn trimmer potentiometers.....	51
3.17 Install 470uF capacitors.....	53
3.18 Install 30pF trimmer capacitor C1.....	55
3.19 Install MPS751 transistor Q6.....	56
3.20 Install three BS170 transistors.....	57
3.21 Install 2x3-pin in-circuit programming header.....	58
3.22 Install 2x5 LCD header.....	59
3.23 Install 2x4 UI header.....	60
3.24 Wind and install toroid L4.....	60
3.25 Wind and install toroid L2.....	62
3.26 Wind and install toroids L1 and L3.....	64
3.27 Install 2.1mm power connector.....	65
3.28 Install RF output BNC connector.....	66
3.29 Install 3.5mm stereo jack connectors.....	67
3.30 Break apart inner PCBs of display board.....	68
3.31 Install LCD module.....	71
3.32 Install 2x5-pin male pin header connector.....	72
3.33 Install four 11mm nylon spacers.....	73
3.34 Install 20K trimmer potentiometer R47.....	73
3.35 Install 2x4-pin male header on controls PCB.....	75
3.36 Install rotary encoder.....	77
3.37 Install tactile switch buttons.....	78
3.38 Install gain control potentiometerR36.....	78
3.39 Install 11mm nylon hex spacer.....	79
3.40 Fit Controls PCB to main PCB.....	80
3.41 Install microcontroller.....	81
3.42 10uF input capacitor C38.....	81
3.43 Plug together the two boards.....	85
3.44 Connections for basic operation.....	85
3.45 Notes on fault-finding for the QCX-mini.....	86

3.46	Adjustment and alignment.....	87
3.47	Installation in the optional QCX-mini enclosure.....	94
3.48	QCX-mini GPS interface and PTT output.....	97
3.49	QCX-mini CAT port.....	98
4.	Circuit design of the QCX-mini.....	100
4.1	Block diagram and summary.....	100
4.2	Circuit diagram.....	100
4.3	Synthesized oscillator.....	103
4.4	Transmit/Receive switch.....	104
4.5	Band Pass, Phase Splitter, QSD and pre-amps.....	105
4.6	90-degree audio phase shift.....	106
4.7	CW filter.....	107
4.8	Audio amplifier.....	108
4.9	Transmit signal routing and PA driver.....	109
4.10	Class-E Power Amplifier.....	110
4.11	Low Pass Filter.....	112
4.12	Key-shaping circuit.....	113
4.13	Microcontroller.....	114
4.14	Optional GPS interface.....	120
4.15	In Circuit Programming (ISP) interface.....	121
4.16	Test Equipment.....	121
4.17	5V voltage regulator.....	124
5.	Fault-finding.....	125
5.1	Blank LCD or blocked LCD.....	125
5.2	No back-light at all.....	125
5.3	A row of blocks appears on the top row.....	125
5.4	DC voltage readings.....	125
5.5	RF Power output check.....	128
6.	Measurements.....	130
6.1	Equipment.....	130
6.2	Transceiver current consumption.....	130
6.3	Transmitter power output.....	131
6.4	Class-E Power Amplifier drain waveform.....	132
6.5	RF envelope key-shaping.....	132
6.6	Low Pass transmitter harmonic output filter characteristics.....	133
6.7	Band Pass receiver input filter characteristics.....	133
6.8	Quadrature Sampling Detector bandwidth.....	137
6.9	CW Filter response.....	138
6.10	Unwanted sideband rejection.....	139
7.	Operation reference "cheat sheet"- Intentionally no Fr translation.....	140
8.	Resources.....	141
9.	Document Revision History.....	141

1. Introduction

Merci d'avoir acheté ce kit d'émetteur-récepteur CW monobande 5W de haute performance, le QCX-mini (pour QRP Labs CW Xcvr mini). Ce kit a une longue liste de caractéristiques !

Caractéristiques spéciales pour le portable :

- Petite taille : boîtier de 95 x 63 x 25mm (plus saillies)
- Ecran LCD 16 x 2 jaune/vert, visible en plein soleil, le rétro-éclairage peut être allumé/éteint.
- - Faible consommation de courant (par exemple 58mA de courant de réception, avec une alimentation de 12V et un écran rétro-éclairé éteint)
- - Poids léger, 202 grammes
- - Boîtier robuste en aluminium extrudé
- - Connecteur court BNC entièrement métallique, boulonné au boîtier.

Caractéristiques standard de la série QCX

- - Facile à construire, conception à deux cartes, une carte avec le circuit principal et les connecteurs, une carte de panneau d'affichage avec LCD ; toutes les commandes sont montées sur une sous-carte extractible. Aucun câblage, toutes les commandes et tous les connecteurs sont montés sur la carte.
- - Circuits imprimés sérigraphiés de qualité professionnelle, plaqués à trous traversants et à double face.
- - Choix d'une seule bande, 80, 60, 40, 30, 20 ou 17m.
- - Environ 3-5W de sortie CW (selon la tension d'alimentation)
- - Tension d'alimentation recommandée de 7-14V
- - Amplificateur de puissance de classe E, les transistors fonctionnent à froid...
- - Filtre passe-bas à 7 éléments assurant la conformité réglementaire
- - Mise en forme de l'enveloppe CW pour supprimer les clics de touche
- - Récepteur haute performance avec au moins 50dB d'annulation de bande latérale indésirable
- - Filtre CW 200Hz sans sonnerie
- - VFO synthétisé Si5351A avec accord par encodeur rotatif
- - Option de clé lambique ou de clé droite incluse dans le firmware.
- - Décodeur CW assisté par un simple traitement de signal numérique, affiché en temps réel sur l'écran.
- - S-mètre à l'écran
- - Horloge temps réel à l'écran (non sauvegardée par batterie)
- - Fonctionnement en mode QSK complet ou semi QSK avec commutation rapide de l'émission/réception à l'état solide.
- - Préréglages de fréquence, fonctionnement en split VFO A/B, RIT, décalage CW configurable.
- - Fréquence et volume de la tonalité latérale configurables
- - Connecteurs : Connecteur barillet d'alimentation 2,1 mm, prise keyer 3,5 mm, prise écouteurs stéréo 3,5 mm, prise stéréo 3,5 mm pour PTT, prise stéréo 3,5 mm pour contrôle CAT, sortie RF BNC
- - Générateur de signaux de test intégré et outils d'alignement pour effectuer des réglages simples.
- - Equipement de test intégré : voltmètre, wattmètre RF, compteur de fréquence, générateur de signaux.
- - Mode balise, supportant le fonctionnement automatique CW, FSKCW ou WSPR.



- - Interface GPS pour le calibrage de la fréquence de référence et le chronométrage (pour la balise WSPR).
- - Interface de contrôle CAT
- - Kit PA 50W en option
- - Boîtier en aluminium extrudé, découpé, percé et gravé au laser, anodisé noir, en option.

Aucun équipement de test n'est requis pour construire, aligner et utiliser cet émetteur-récepteur CW. Ses fonctions innovantes d'auto-alignement et d'auto-test vous aideront et vous guideront dans la configuration de l'émetteur-récepteur en quelques étapes faciles. Le kit comprend également un voltmètre, un wattmètre RF, un compteur de fréquence et un générateur de signaux qui peuvent aider au débogage et à la recherche de pannes. Nous espérons que vous apprécierez la construction et l'utilisation de ce kit!

Veillez lire attentivement ce manuel d'assemblage et suivre les instructions étape par étape dans l'ordre recommandé. Plus loin dans le manuel, la conception du circuit est décrite en détail et nous vous recommandons de lire et de comprendre également cette section, pour profiter au maximum de votre nouvelle radio.

Les mesures de performance typiques sont indiquées dans la section des mesures. La section de fonctionnement du manuel décrit en détail le fonctionnement de l'émetteur-récepteur, de l'alignement et de l'équipement de test. Il y a une seule page de référence «feuille de triche» vers la fin du manuel

Veillez consulter la page Web QCX-mini <http://qrp-labs.com/qcxmini> pour connaître les astuces de mise à jour, etc., avant de commencer l'assemblage

. <http://qrp-labs.com/qcxmini>

Veillez utiliser les ressources de dépannage à l'adresse <http://qrp-labs.com/qcxmini> si vous rencontrez des problèmes. Si vous avez besoin d'aide supplémentaire, rejoignez le forum de discussion QRP Labs sur groups.io et postez un message sur votre problème <http://qrp-labs.com/qcxmini>

2. Parts list

De nombreux composants sont SMD, pré-soudés au PCB en usine. Seuls les composants traversants doivent être installés par le constructeur. Les composants SMD de la liste de pièces sont identifiés dans la colonne Description et par la couleur du texte en violet

Resistors

Qty	Valeur	Description	Nbr - Component
4	100-ohms	SMD	R5, 6, 8, 9
1	150-ohms	SMD	R41
1	270-ohms	SMD	R50
1	560-ohms	SMD	R48 (on display board)
11	1K	SMD	R3, 4, 19, 26, 37, 45, 49, 54, 55, 62, 63 (R45 on display board)
1	1.2K	SMD	R42
13	3.3K	SMD	R12, 13, 15, 16, 20, 22, 23, 25, 44, 53, 56, 59, 65 (R44 on controls board, R65 on display board)
1	3.9K	SMD	R61

Qty	Valeur	Description	Nbr - Component
1	4.3K	SMD	R18
1	5.1K	SMD	R11
16	10K	SMD	R1,2,7,10,14,21,34,36,39,40,46,51,52,57,58,64
2	33K	SMD	R28, 29
2	36K	SMD	R32, 33
2	47K	SMD	R30, 31
4	120K	SMD	R38, 43, 60, 100 (R100 on display board)
1	750K	SMD	R35
1	500-ohm	Multi-turn trimmer potentiometer	R27
2	50K	Multi-turn trimmer potentiometer	R17, 24
1	5K	Linear potentiometer	R36 (on controls board)
1	22K	Trimmer potentiometer	R47 (on display board)

Capacitors(50V, Multi-layer Ceramic capacitors)

Qty	Value	Description	Component numbers
5	1nF	SMD	C14, 16, 18, 23, 33
2	2.2nF	SMD	C19, 20
1	3.3nF	SMD	C53
4	10nF	SMD	C4, 7, 10, 42
1	33nF	SMD	C15
1	39nF	SMD	C17
1	47nF	Label "473"	C9
1	47nF	SMD	13
2	0.1uF	Label "104"	C12, 29
14	0.1uF	SMD	C2, 3, 6, 32, 34-36, 39-41, 48-50, 52
5	0.47uF	Label "474"	C11, 43-46
2	1uF	Label "105"	C21, 22
2	2.2uF	SMD	C31, 100 (C100 on display board)
3	10uF	SMD	C37, 38, 51
1	10uF	Electrolytic/tantalum	In parallel with C38 (may be in LPF bag)
2	470uF	Electrolytic	C24, 47
1	30pF	Ceramic trimmer capacitor	C1

Band-specific capacitors(50V, , 5% capacitors which must be C0G/NP0 type)

80m

Qty	Value	Description	Component numbers
1	39pF	Label "390"	C5
1	22pF	Label "220"	C8
1	180pF	Label "181"	C30
2	470pF	Label "471"	C27, 28
2	1200pF	Label "122"	C25, 26

60m(C30 is two capacitors in parallel)

Qty	Value	Description	Component numbers
1	39pF	Label "390"	C5
1	22pF	Label "220"	C8
1	30pF	Label "300"	C30 (C30 is two capacitors in parallel)
1	56pF	Label "560"	C30 (C30 is two capacitors in parallel)
2	680pF	Label "681"	C27, 28
2	1200pF	Label "122"	C25, 26

40m(no C8 capacitor)

Qty	Value	Description	Component numbers
1	39pF	Label "390"	C5
1	56pF	Label "560"	C30
2	270pF	Label "271"	C27, 28
2	680pF	Label "681"	C25, 26

30m(no C8 capacitor)

Qty	Value	Description	Component numbers
1	22pF	Label "220"	C5
1	30pF	Label "300"	C30
2	270pF	Label "271"	C27, 28
2	560pF	Label "561"	C25, 26

20m(no C5 or C8 capacitors)

Qty	Value	Description	Component numbers
1	30pF	Label "300"	C30
2	180pF	Label "181"	C27, 28
2	390pF	Label "391"	C25, 26

17m(no C5 or C8 capacitors)

Qty	Value	Description	Component numbers
1	30pF	Label "300"	C30
2	100pF	Label "101"	C27, 28

Qty	Value	Description	Component numbers
2	270pF	Label "271"	C25, 26

Semiconductors

Qty	Description	Component numbers
5	SMD	D1, 2, 4, 5, 6
1	1N5819 diode	D33 (was previously D3)
1	SMD: Si5351A, 10-pin MSOP	IC1
1	ATmega328, microcontroller	IC2
1	SMD: 74ACT00N	IC3
1	SMD: FST3253	IC4
1	SMD: LM4562 dual op-amp	IC5
5	SMD: OPA2277 dual op-amp	IC6-10
1	SMD: AMS1117-5.0, 5V	IC11
4	SMD: BSS123 MOSFET	Q4, 5, 7, 100 (Q100 on display board)
3	BS170: TO92 MOSFET	Q1-3
1	MPS751 TO92 transistor	Q6

Inductors

Qty	Description	Component numbers
1	T37-2 toroid (rouge), windings depend on band	L4
1	T50-2 toroid (rouge), windings depend on band	T1
2	SMD: 47uH inductor	L5, 6

Band-specific inductors

80m

Qty	Value	Description	Component numbers
2	2.4uH	25 spires on T37-2 noyau (rouge)	L1, L3
1	3.0uH	27 spires on T37-2 noyau (rouge)	L2
1	2.3uH	24 spires on T37-2 noyau (rouge)	L4
1		5+5+5+68 spires, T50-2 noyau (rouge)	T1

60m

Qty	Value	Description	Component numbers
		QCX-mini assembly Rev	1.05_Fr 

Qty	Value	Description	Component numbers
1	2.3uH	24 spires on T37-2 noyau (rouge)	L2
1	2.3uH	24 spires on T37-2 noyau (rouge)	L4
1		5+5+5+46 spires, T50-2 noyau (rouge)	T1

40m

Qty	Value	Description	Component numbers
2	1.4uH	21 spires on T37-6 noyau (jaune)	L1, L3
1	1.7uH	24 spires on T37-6 noyau (jaune)	L2
1	1.0uH	16 spires on T37-2 noyau (rouge)	L4
1		5+5+5+38 spires, T50-2 noyau (rouge)	T1

30m

Qty	Value	Description	Component numbers
2	1.1uH	19 spires on T37-6 noyau (jaune)	L1, L3
1	1.3uH	20 spires on T37-6 noyau (jaune)	L2
1	0.78uH	14 spires on T37-2 noyau (rouge)	L4
1		4+4+4+30 spires, T50-2 noyau (rouge)	T1

20m

Qty	Value	Description	Component numbers
2	0.77uH	16 spires on T37-6 noyau (jaune)	L1, L3
1	0.90uH	17 spires on T37-6 noyau (jaune)	L2
1	0.40uH	10 spires on T37-2 noyau (rouge)	L4
1		3+3+3+30 spires, T50-2 noyau (rouge)	T1

17m

Qty	Value	Description	Component numbers
2	0.55uH	13 spires on T37-6 core (jaune)	L1, L3
1	0.67uH	15 spires on T37-6 core (jaune)	L2
1	0.32uH	9 spires on T37-2 core (rouge)	L4
1		3+3+3+22 spires, T50-2 core (rouge)	T1

Miscellaneous

Qty	Value	Description	Component numbers
1	2x3-pin	Male pin header	
1	2.1mm	2.1mm DC Power barrel connector	
4	3.5mm	3.5mm stereo jack socket	
1	BNC	BNC connector socket	
1	2x5-pin	Female pin header socket	
1	2x5-pin	Male pin header socket	
2	6x6x8	6x6x8mm tactile switch button	S2, 3
1		Rotary encoder with shaft button	SW1
1	1602	HD44780 LCD 1602, jaune/vert back-light	
1	20MHz	HC49/4H quartz crystal	XTAL1
1	27MHz	HC49/4H quartz crystal	XTAL2
1	PCB	Main PCB	
1	PCB	Display PCB panel	
2	Knob	Knob to fit rotary encoder and R36	
1	200cm	0.33mm diameter fil (AWG #28)	
1	M3 10mm	Steel 10mm long M3 vis	
1	M3	Steel M3 ecrou	
1	M3 12mm	Steel 12mm diameter M3 rondelle	
5	11mm	Nylon M3 hex spacer	
10	6mm	Nylon M3 6mm vis	
2	6mm	Nylon or steel M3 6mm vis	
2		Nylon or steel M3 ecrou	

3. Assembly – general guidelines

L'assemblage de ce kit est assez simple. Mais il y a beaucoup de composants. Veuillez donc les conserver méthodiquement dans des plateaux ou des boîtes de rangement pratiques, et faites attention à ne pas en égarer. Les recommandations habituelles pour la construction d'un kit s'appliquent : travaillez dans un endroit bien éclairé, avec la paix et le calme pour vous concentrer. **Le circuit intégré (puces) et certains des autres semi-conducteurs du kit sont sensibles aux décharges d'électricité statique.** Il convient donc de prendre des précautions contre les décharges électrostatiques (ESD). Et je le répète : **SUIVEZ LES INSTRUCTIONS !** N'essayez pas de jouer les héros et de le faire sans instructions !



Une loupe de bijoutier est vraiment utile pour inspecter les petits composants et les joints soudés. Vous aurez également besoin d'un fer à souder à pointe fine. Il est bon de prendre l'habitude d'inspecter chaque joint avec la loupe ou la loupe de bijoutier (comme celle que j'utilise),

juste après la soudure. Vous pourrez ainsi facilement identifier les joints secs ou les ponts de soudure, avant qu'ils ne deviennent un problème plus tard, lorsque vous essaieriez le projet.

Vous pouvez également prendre des photos avec un téléphone portable et utiliser les fonctions de zoom du téléphone pour voir le tableau en détail.

Vérifiez trois fois la valeur et l'emplacement de chaque composant AVANT de souder le composant ! Il est facile de mettre des fils de composants dans les mauvais trous, alors vérifiez, vérifiez et vérifiez encore ! Il est difficile de dessouder et de remplacer les composants, il est donc préférable de les installer correctement la première fois. En cas d'erreur, il est toujours préférable de détecter et de corriger les erreurs le plus tôt possible (immédiatement après avoir soudé le mauvais composant). Encore une fois, un rappel : il est souvent très difficile de retirer un composant et de le réinstaller plus tard !

Veillez vous référer au schéma de montage et aux schémas des pistes du PCB ci-dessous, et suivez les étapes très attentivement.

Les étapes d'assemblage seront de l'ordre du plus petit au plus grand composant. Je suis généralement l'ordre des semi-conducteurs, des condensateurs, des résistances et enfin de tous les autres composants (généralement plus grands). Il est probablement inutilement minutieux et complexe de construire la radio une étape à la fois et de tester chaque étape une par une... Je recommande de tout installer puis de mettre sous tension.

Conformément à la pratique standard des laboratoires QRP, le microcontrôleur ATmega328P est équipé d'une prise DIP à 28 broches au cas où vous souhaiteriez le remplacer ultérieurement pour des mises à jour de firmware, etc. De nombreux composants de ce kit sont dans des boîtiers de montage en surface (SMD) et ceux-ci sont déjà soudés au circuit imprimé pour vous, à l'usine. Tous les autres composants utilisés sont des boîtiers à trous traversants et sont tous installés sur la face supérieure du circuit imprimé, sauf indication contraire.

L'utilisation d'un fer à souder et d'une soudure de bonne qualité est fortement recommandée pour obtenir les meilleurs résultats !

SPECIAL CAREtips by Hans G0UPL

. Le kit QCX-mini est très compact. Il requiert un degré de précision plus élevé que beaucoup d'autres kits QRP Labs, si vous avez l'intention de l'installer dans le boîtier optionnel. Ce n'est pas plus difficile. Il nécessite juste un peu plus de soin. Faites attention aux points suivants, tout au long de l'assemblage.

1. Board inspection

Même la chaîne de montage des CMS n'est pas parfaite et des erreurs peuvent se produire. Je recommande un examen visuel minutieux avant de commencer l'assemblage, à l'aide d'une loupe de bijoutier ou d'un autre moyen de grossissement optique. Recherchez tout pont de soudure entre les broches du circuit intégré, ou toute éclaboussure de soudure qui pourrait provoquer des courts-circuits..

2. Soldering

Dans le kit QCX-mini, il y a des composants CMS installés sur les DEUX côtés du circuit imprimé. Lorsque vous soudez des fils de composants à trous traversants, vous soudez souvent un joint très proche des composants CMS voisins. Dans ce cas, inclinez le circuit imprimé et le fer à souder de manière à vous rapprocher du joint, et touchez et chauffez le joint, dans le sens opposé au composant CMS, pour éviter de le chauffer et de le retirer.

Sur la photo ci-dessous, le condensateur CMS C4 est très proche des fils du composant à souder ; je me suis approché du joint par la droite, en m'éloignant du composant CMS, et j'ai réussi à souder le joint sans m'approcher du C4. J'ai réussi à assembler ce circuit imprimé même si la pointe de mon fer à souder est un énorme burin de 3 mm



3. Mistakes

Si vous faites une erreur et que vous vous retrouvez avec un pont de soudure quelque part, une tresse de dessoudage (aussi appelée mèche de soudure) peut vraiment aider à

nettoyer tout cela, il vaut la peine d'en avoir une partie dans l'atelier. Si vous n'avez pas de tresse sous la main, vous pouvez même utiliser la tresse d'un vieux câble coaxial ou blindé, peut-être trempé dans du flux d'abord si vous en avez.

4. Component lead offcuts

Lorsque vous coupez des fils, faites très attention à ne pas endommager les composants CMS à proximité avec le coupe-fil !

En même temps, vous devez couper assez près du PCB pour garder les longueurs de fil restantes courtes, afin d'éviter tout court-circuit des fils avec la base du boîtier en aluminium.

Dans ce kit, vous devez GARDER tous les fils de composants coupés ! Oui, je sais, c'est amusant quand vous les coupez avec le coupe-fil pour les entendre faire des pirouettes dans la pièce, et encore plus amusant quand votre XYL les trouve encastrés dans le tapis quelque part dans la maison, et rien ne vaut le divertissement quand elle marche sur l'un d'eux et qu'il est encastré dans la plante de son pied... ah oui, oh, le bébé continue à se réveiller toute la nuit, MÊME plus souvent qu'il ne le ferait normalement de toute façon. Quoi ? Qui a mis ce morceau de fil de fer de 2 cm coupé dans sa couche (alias couche-culotte), ça ne devait pas être très confortable. Oops.

Oui, c'est amusant ! MAIS, dans cet assemblage, vous devez en fait GARDER les morceaux de fil de fer des composants parce que vous allez les utiliser plus tard dans l'assemblage, pour connecter le module LCD au tableau d'affichage, et pour connecter certaines commandes au tableau de contrôle.

Veuillez donc lire ceci et conservez ces coupures en toute sécurité.

5. Fuses and current-limited supplies

En général, un fusible en ligne et/ou une alimentation limitée en courant est une bonne chose. Un QCX-mini ne doit pas consommer plus de 600-700mA et si c'est le cas, vous pourriez avoir un problème quelque part - et un fusible ou une autre limitation de courant pourrait éviter que quelque chose ne brûle.

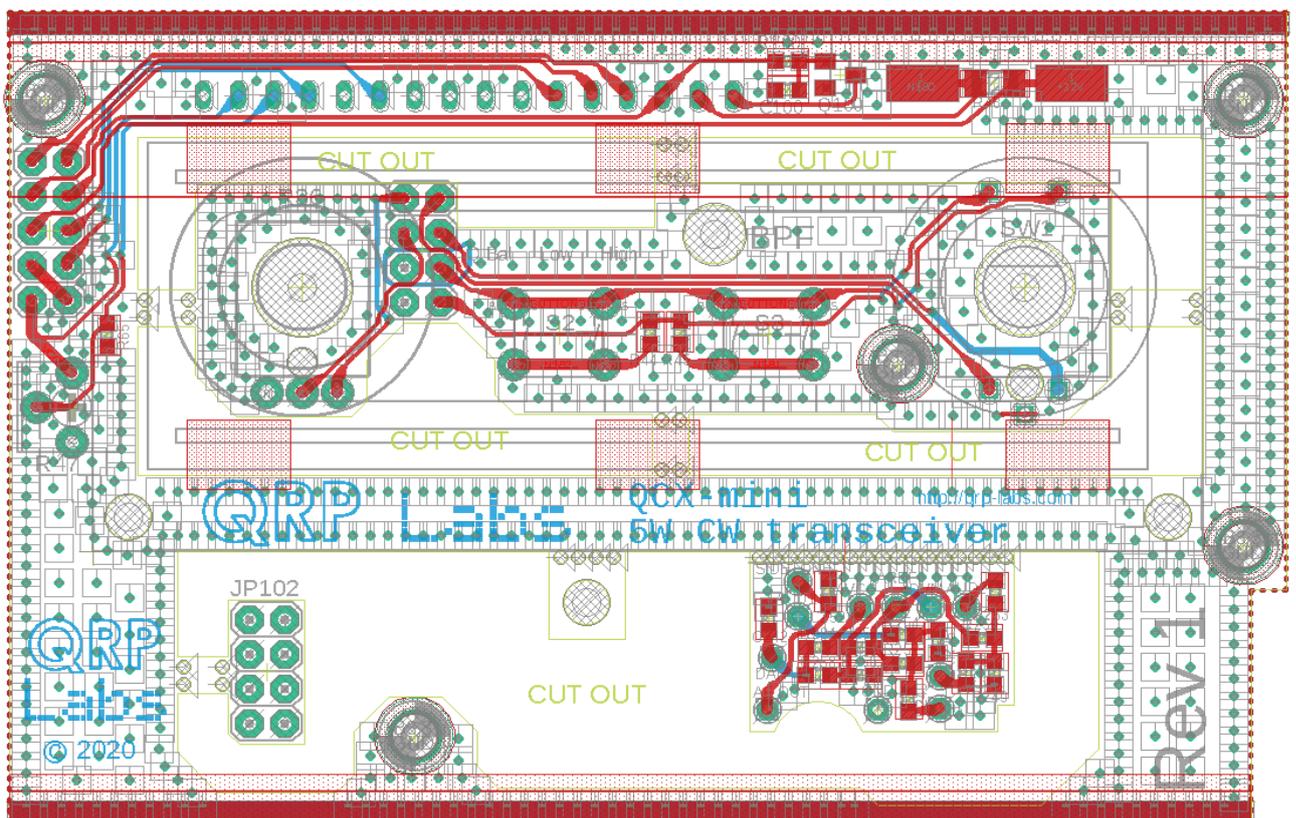
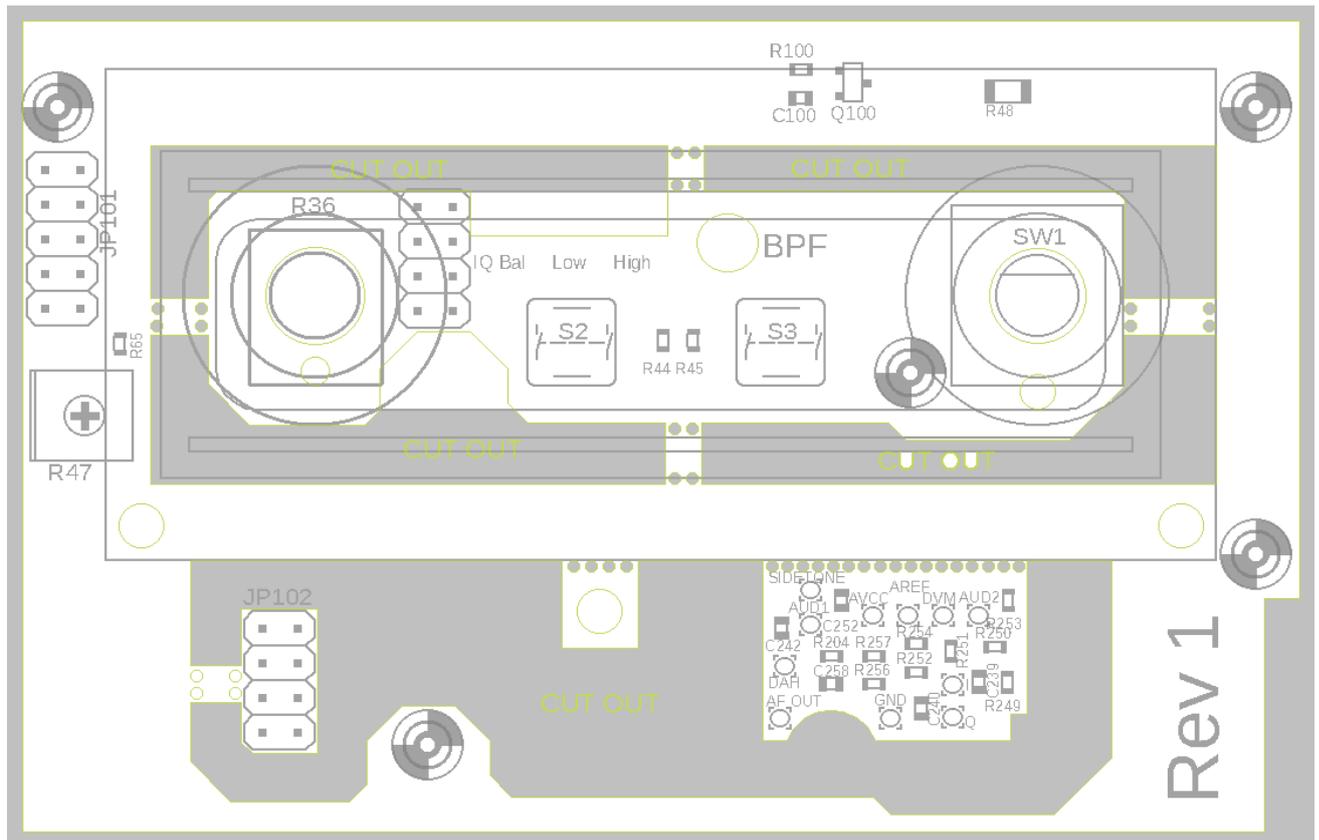
5. PRECISION

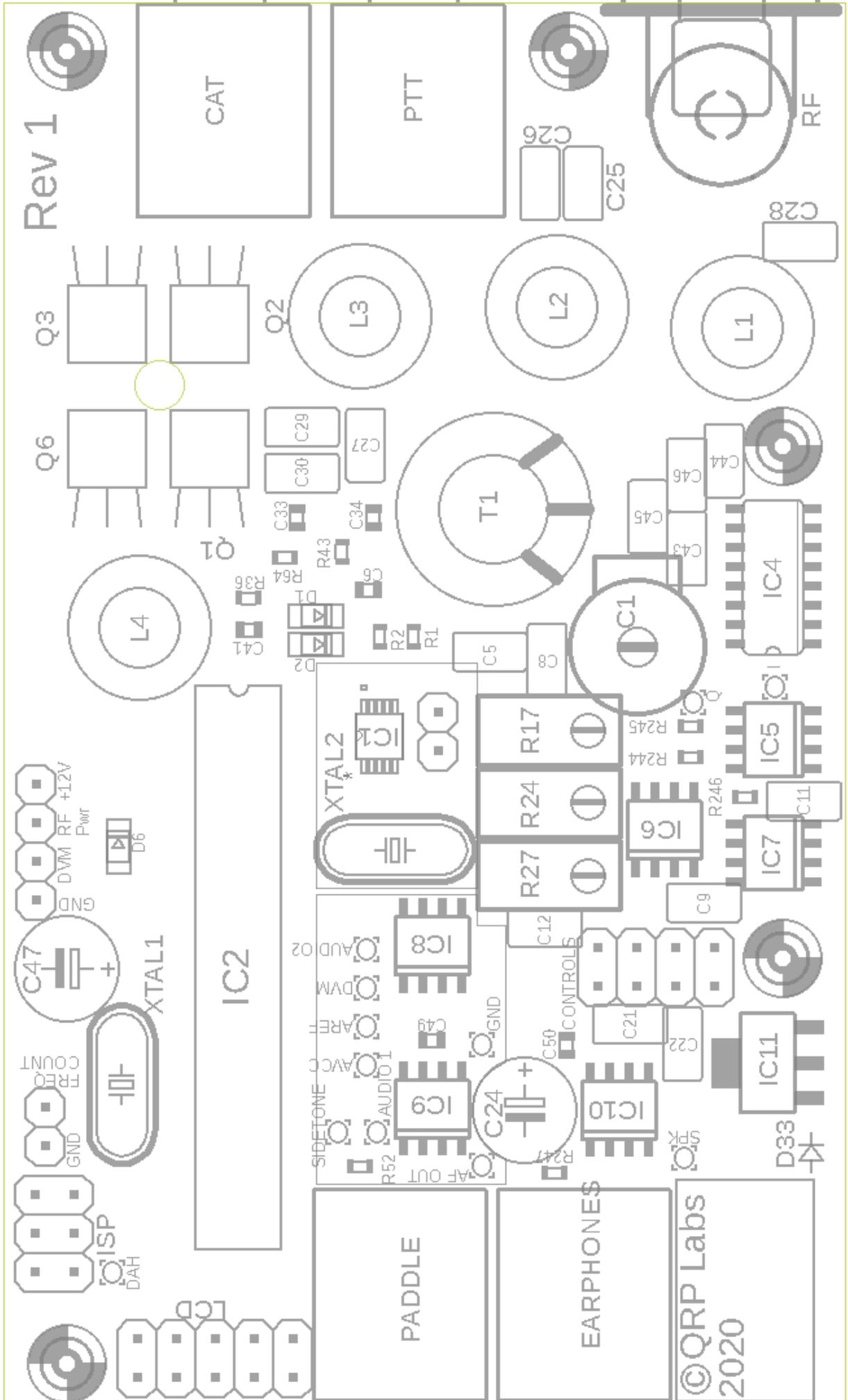
Je ne saurais trop insister sur ce point : cette carte est compacte, et l'ajustement dans le boîtier optionnel est précis avec une faible tolérance d'erreur. Ce qui suit est essentiel :

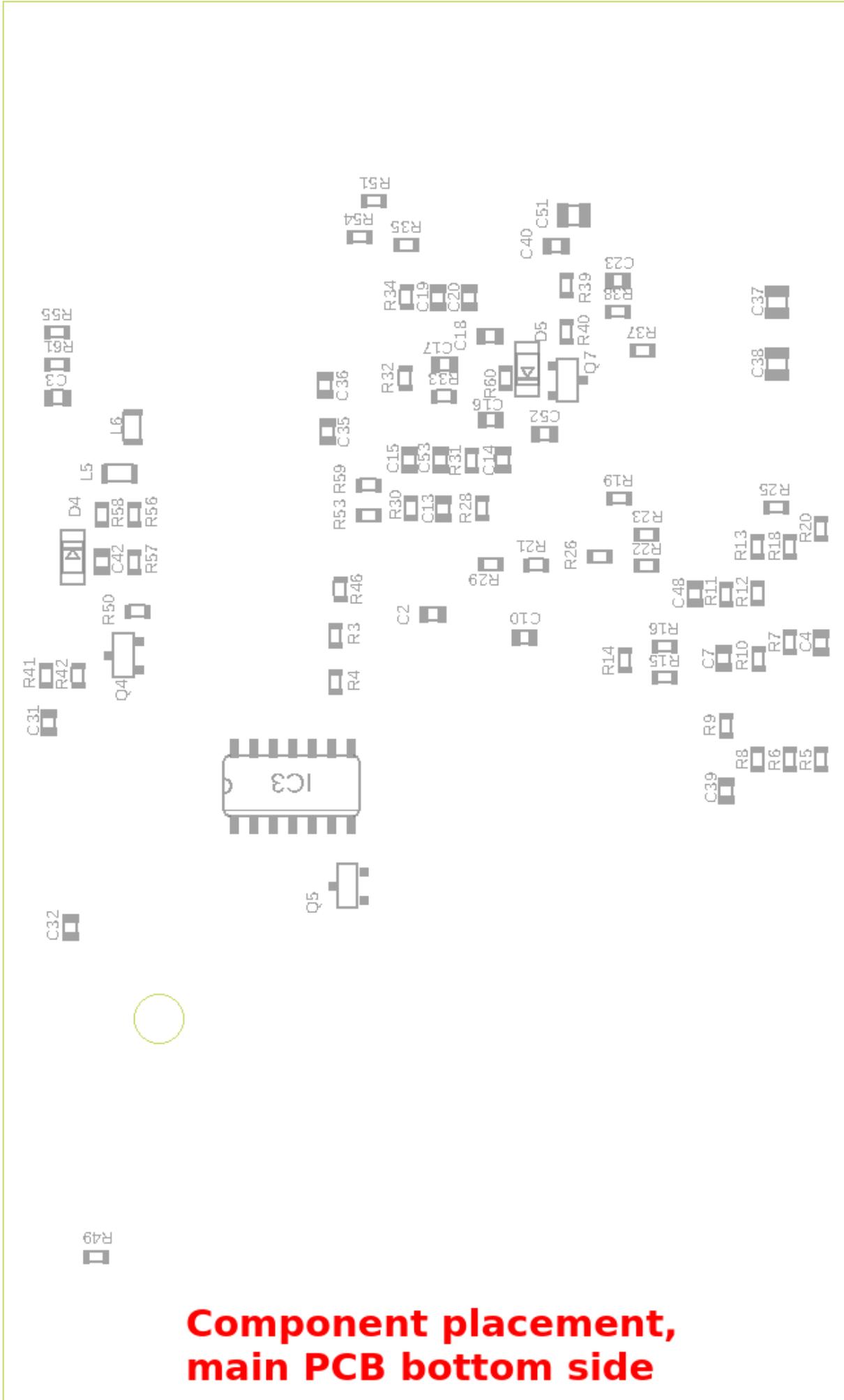
- En général, les trous dans la carte sont plus grands que les fils et les broches des composants correspondants. Essayez d'aligner chaque composant au centre et à l'équerre, là où il y a une marge de mouvement.
- Tous les connecteurs et commandes doivent être placés à fleur de la carte de circuit imprimé, orientés à angle droit par rapport à la carte de circuit imprimé et alignés avec précision comme décrit dans les étapes correspondantes du manuel de montage.
- Tous les composants, tels que les condensateurs électrolytiques et les résistances d'ajustage, doivent être installés à fond sur la carte de circuit imprimé, car dans de nombreux cas, même une fraction de mm de hauteur supplémentaire peut entraîner un mauvais assemblage des cartes.
- Suivez toutes les étapes de l'assemblage avec soin et précision. Portez une attention particulière à toute description impliquant l'orientation des composants, par exemple en coupant les pieds des potentiomètres de réglage,

•

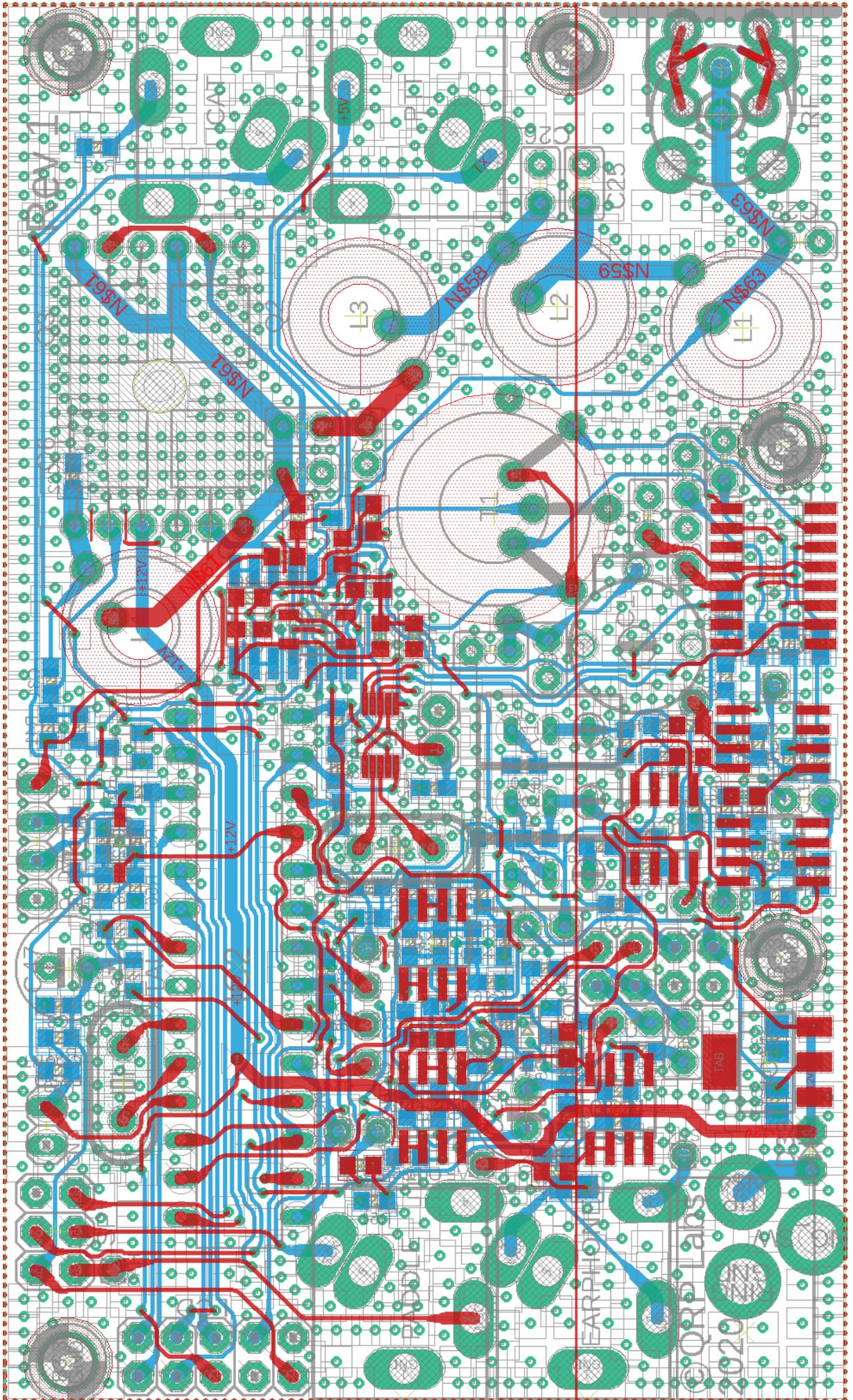
Les schémas suivants montrent la disposition des PCB et les schémas de piste de l'écran et des principaux PCB du mini kit QCX (piste rouge = face supérieure ; piste bleue = face inférieure ; il n'y a pas de couches cachées).







**Component placement,
main PCB bottom side**



Tracks

Les traces affichées en BLEU se trouvent sur la couche inférieure. Les pistes en ROUGE se trouvent sur la couche supérieure. Il n'y a que deux couches (rien n'est caché au milieu). Ce diagramme ne montre pas les plans de masse étendus, des deux côtés du tableau. Pratiquement tout ce qui n'est pas une piste ROUGE ou BLEUE sur les deux couches est un plan de sol ! Les deux plans de masse sont reliés à intervalles fréquents (pas plus de 0,1 pouce) par des vias. C'est le genre de schéma que j'ai déjà fait pour un appareil GSM quadri-bande fonctionnant jusqu'à 1900MHz... c'est probablement exagéré dans un émetteur-récepteur HF... mais si vous pouvez, pourquoi pas ! Je disais souvent qu'on ne peut jamais avoir trop de filtrage et de découplage de la ligne d'alimentation, et jamais trop de blindage. Ces deux affirmations ne s'appliquent pas aussi facilement aux kits qu'aux projets d'amateur. Dans un kit, chaque condensateur de découplage a un coût à la fois en argent et en PCB (ce qui signifie aussi plus d'argent). Le blindage est encore plus difficile et plus coûteux. Le blindage et le découplage doivent donc être appliqués uniquement là où c'est nécessaire ! Mais le plan de masse, c'est une autre histoire. C'est gratuit et sans inconvénient, alors pourquoi ne pas le mettre partout.

Tous les composants du circuit imprimé principal sont installés sur le dessus (côté composants) du circuit imprimé et soudés sur le dessous (côté soudure) du circuit imprimé. Sur le circuit imprimé d'affichage, le connecteur principal à 2x5 broches est installé au verso, alors reportez-vous très attentivement aux étapes du manuel d'assemblage.

Faites attention lorsque vous installez des circuits intégrés. Tous les circuits intégrés à trous traversants sont fournis par les fabricants avec leurs broches pliées un peu large. Vous devez plier avec précaution les rangées de broches du microcontrôleur ATmega328 afin de l'insérer dans le socle du circuit intégré à 28 broches.

Les pièces du filtre passe-bas (LPF) spécifique à la bande sont fournies dans un sachet LPF séparé.

Pour certaines bandes, tous les condensateurs fournis dans le kit ne sont pas utilisés. Ne vous inquiétez pas s'il vous reste quelques composants à la fin !

Enroulez les inductances L1-3 avec le fil de cuivre émaillé fourni dans le sachet du kit LPF. Enroulez les autres inductances (L4 et transformateur T1) avec le fil fourni dans le sachet principal du kit.

Le codage couleur des composants du schéma de montage à chaque étape des instructions de montage est le suivant (type : composants passés, présents et futurs) :

- Les composants en gris ont déjà été installés
- Les composants en rouge sont ceux qui sont installés lors de l'étape d'assemblage actuelle
- Les composants en blanc sont ceux qui n'ont pas encore été installés

Les photos suivantes montrent l'assemblage final. Vous pouvez garder ces photos à l'esprit lors de l'assemblage du kit, elles vous donneront une idée de la façon dont le kit s'assemble et vous aideront à éviter les erreurs de montage.

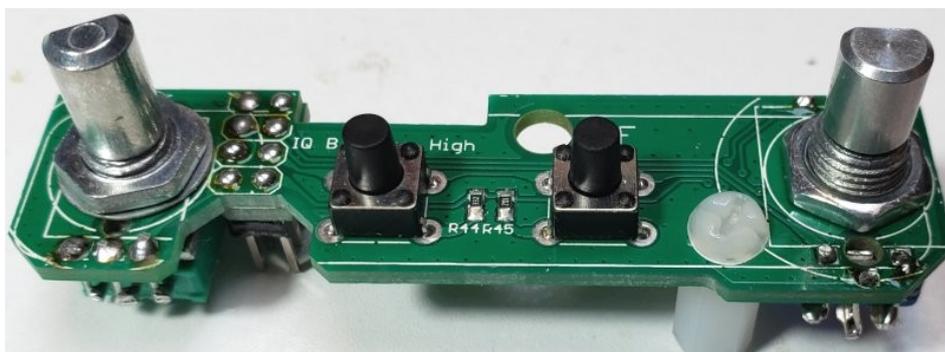
Main board:



Display board:

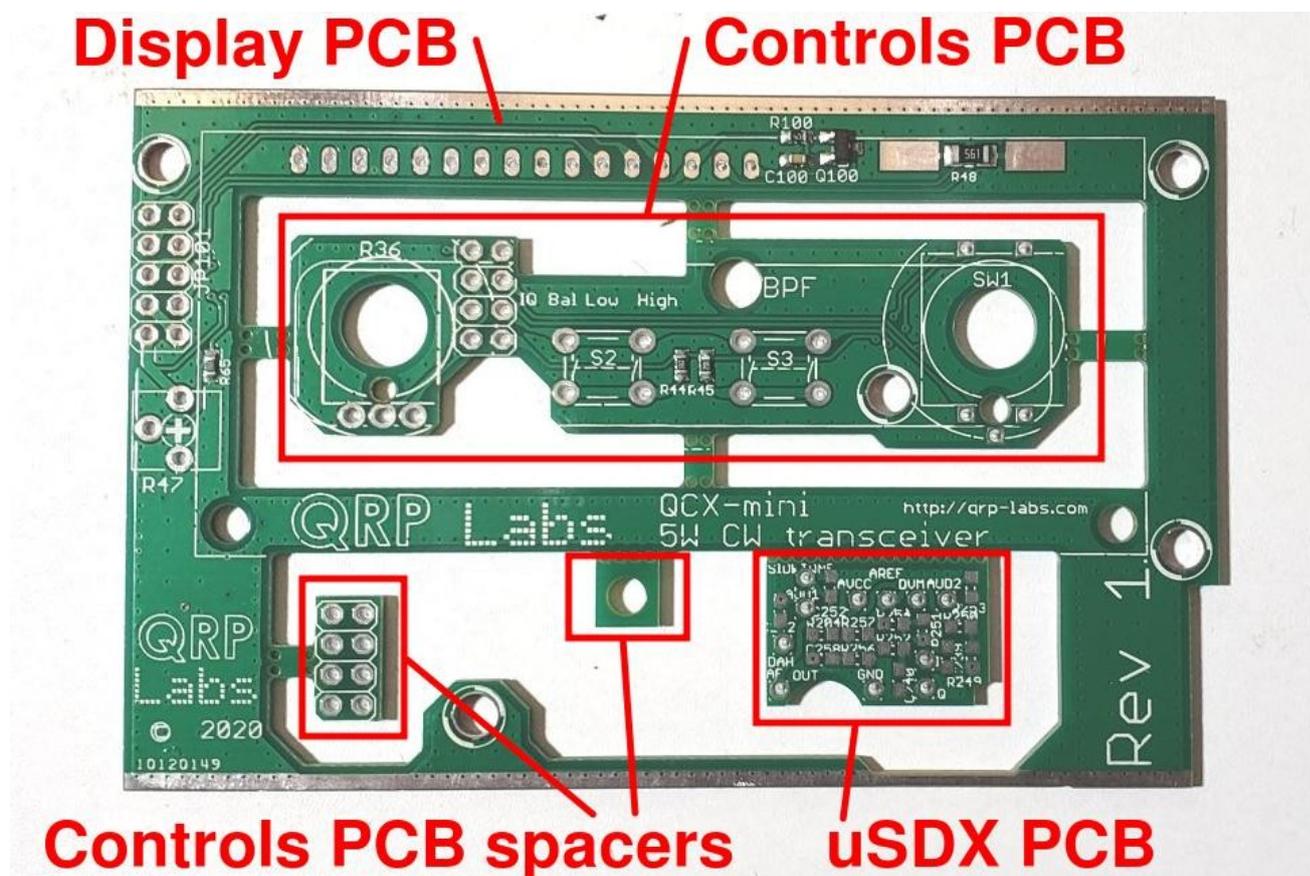


Controls board:



Deux panneaux de PCB sont fournis dans le kit, chacun étant emballé dans un emballage distinct résistant à l'électricité statique sac à fermeture éclair. Le circuit imprimé principal comporte des composants CMS soudés sur les deux côtés ; manipulez-le avec précaution pour éviter de déloger des composants. Plusieurs composants CMS sont également installés sur la carte d'affichage.

Le panneau du circuit imprimé d'affichage comporte des zones découpées, qui servent à créer des circuits imprimés supplémentaires utilisés dans la conception. Ces cartes supplémentaires seront détachées de la carte d'affichage le long de lignes de trous de forage.



La "carte de contrôle" se connecte à la carte principale à l'aide d'un connecteur à 2x4 broches, et est fixée avec une entretoise hexagonale et des vis. Cette carte contient le contrôle de gain et le codeur rotatif, ainsi que les deux interrupteurs à bouton-poussoir.

Le circuit imprimé de commande doit être légèrement plus haut que le circuit imprimé d'affichage par rapport à la carte principale, ce qui est réalisé à l'aide de deux petits circuits imprimés d'espacement, l'un qui s'adapte au connecteur principal à 2 x 4 broches et l'autre qui s'adapte à l'entretoise hexagonale ; ensemble, ils élèvent le circuit imprimé de commande de 1,6 mm (une épaisseur standard de circuit imprimé FR4) au-dessus de la hauteur du circuit imprimé d'affichage.

Le circuit imprimé uSDX est une petite carte fille qui peut être installée sur le circuit imprimé principal et permet de convertir facilement le QCX-mini en émetteur-récepteur SDR uSDX SSB. Les composants ne sont pas fournis pour alimenter cette carte. La conversion est

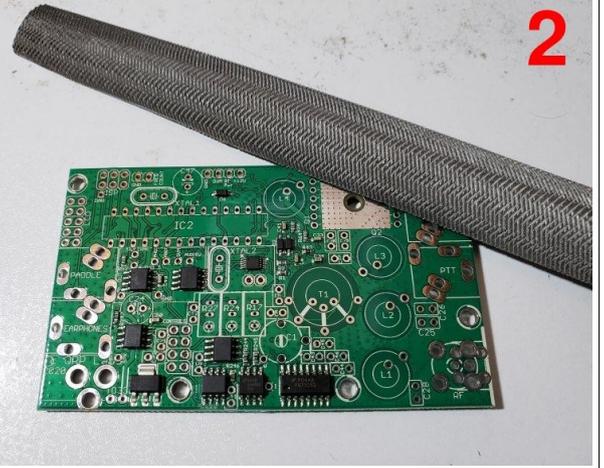
prise en charge par le groupe uSDX <https://groups.io/g/ucx> et il n'y a pas de support technique de la part de QRP Labs. La carte fille est fournie telle quelle, pour aider à cette conversion pour les expérimentateurs qui souhaitent essayer uSDX..

1



Les PCB peuvent être livrés avec une bande de matériau excédentaire le long d'un ou de plusieurs bords ; celle-ci est utilisée au cours des processus de fabrication pour laminier les PCB sur un plus grand panneau de FR4 vierge. Si c'est le cas, il suffit d'enlever doucement la bande de carton excédentaire

2

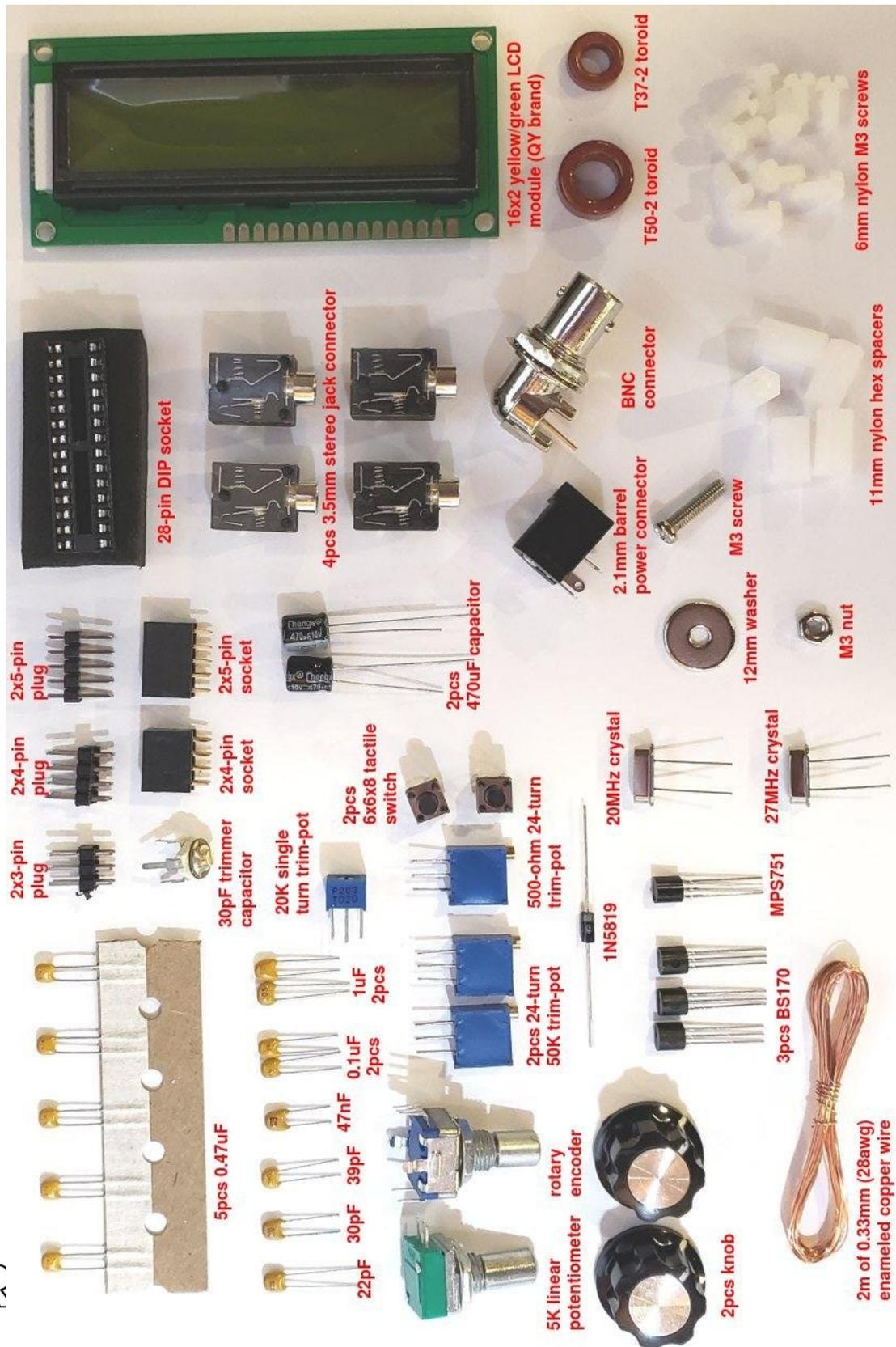


Il est également important de limer délicatement les bords rugueux du circuit imprimé qui ont été arrachés du panneau plus grand.

3.1 Inventory parts

Se référer à la liste des pièces dans la section 2. Les photographies suivantes sont destinées à faciliter l'identification des composants. Plusieurs composants sont absents de cette photo. Pour un inventaire complet, reportez-vous à la liste des pièces, en n'oubliant pas de vérifier les composants spécifiques à votre bande.

N'oubliez pas que le sac principal du kit contient plusieurs petits sacs en plastique transparent à fermeture éclair, et que les composants sont répartis dans les différents sacs sans règle ni raison.



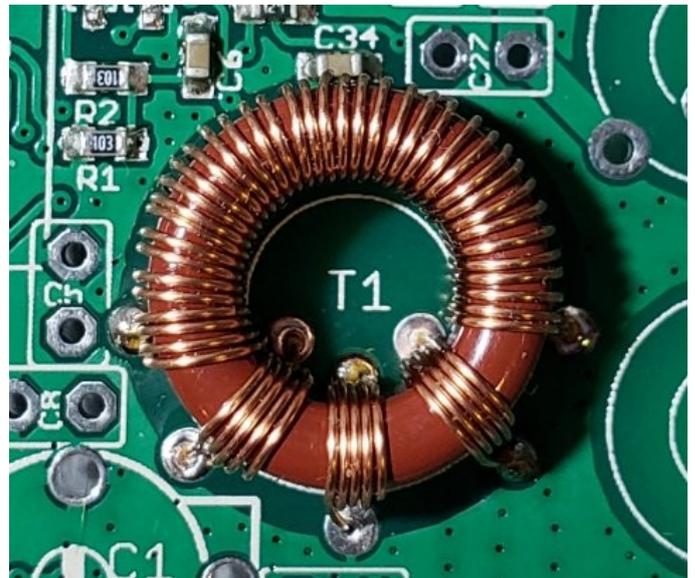
3.2 Wind and install transformer T1

C'est la seule pièce vraiment délicate de l'ensemble : le transformateur d'entrée du récepteur T1. Suivez attentivement ces instructions, c'est délicat mais tout à fait faisable si vous y allez pas à pas.

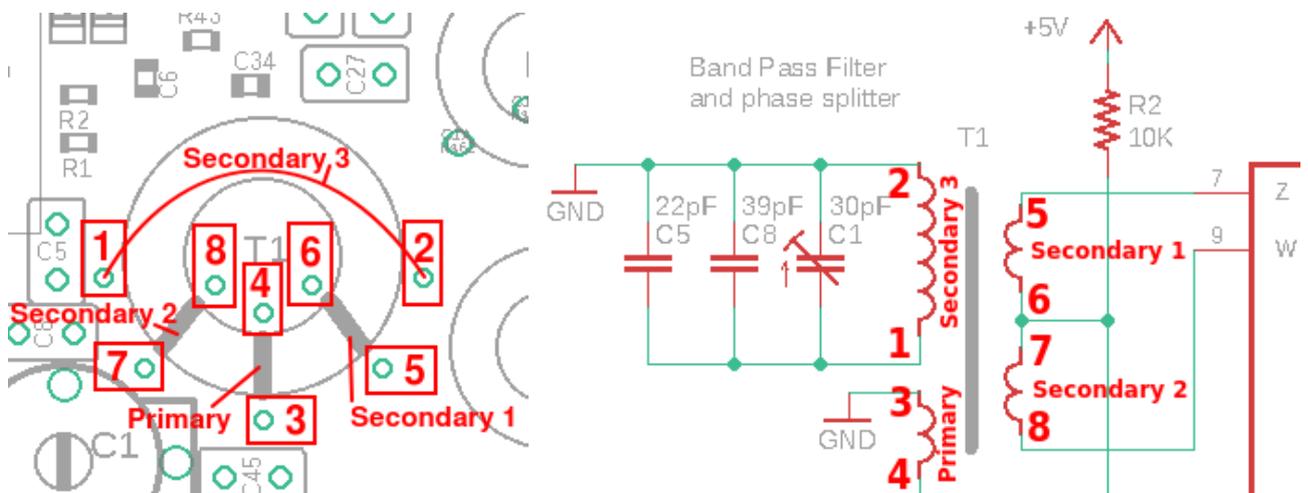
C'est la PREMIÈRE étape car il est plus facile de faire l'installation lorsqu'il n'y a pas d'autres composants à proximité.

Au final, vous allez vous retrouver avec un transformateur installé qui, espérons-le, ressemble à la photo (à droite, montre la version 40m).

Ce transformateur a QUATRE enroulements. Trois courts enroulements identiques, et un long enroulement. Il y a donc huit extrémités de fil, qui doivent toutes être soudées dans les bons trous sur le circuit imprimé, et avec l'émail correctement enlevé.



Voici deux schémas qui énumèrent chacun des enroulements, des extrémités de fils et des trous sur le PCB, à la fois sur le schéma de montage et sur le schéma du circuit (schématisation). Cela devrait aider à expliquer schématiquement quels fils doivent aller où.



Sur la page suivante se trouve un diagramme dessiné à la main par Ed WA4MZS (merci Ed !) qui peut aussi clarifier la construction et l'installation de T1.

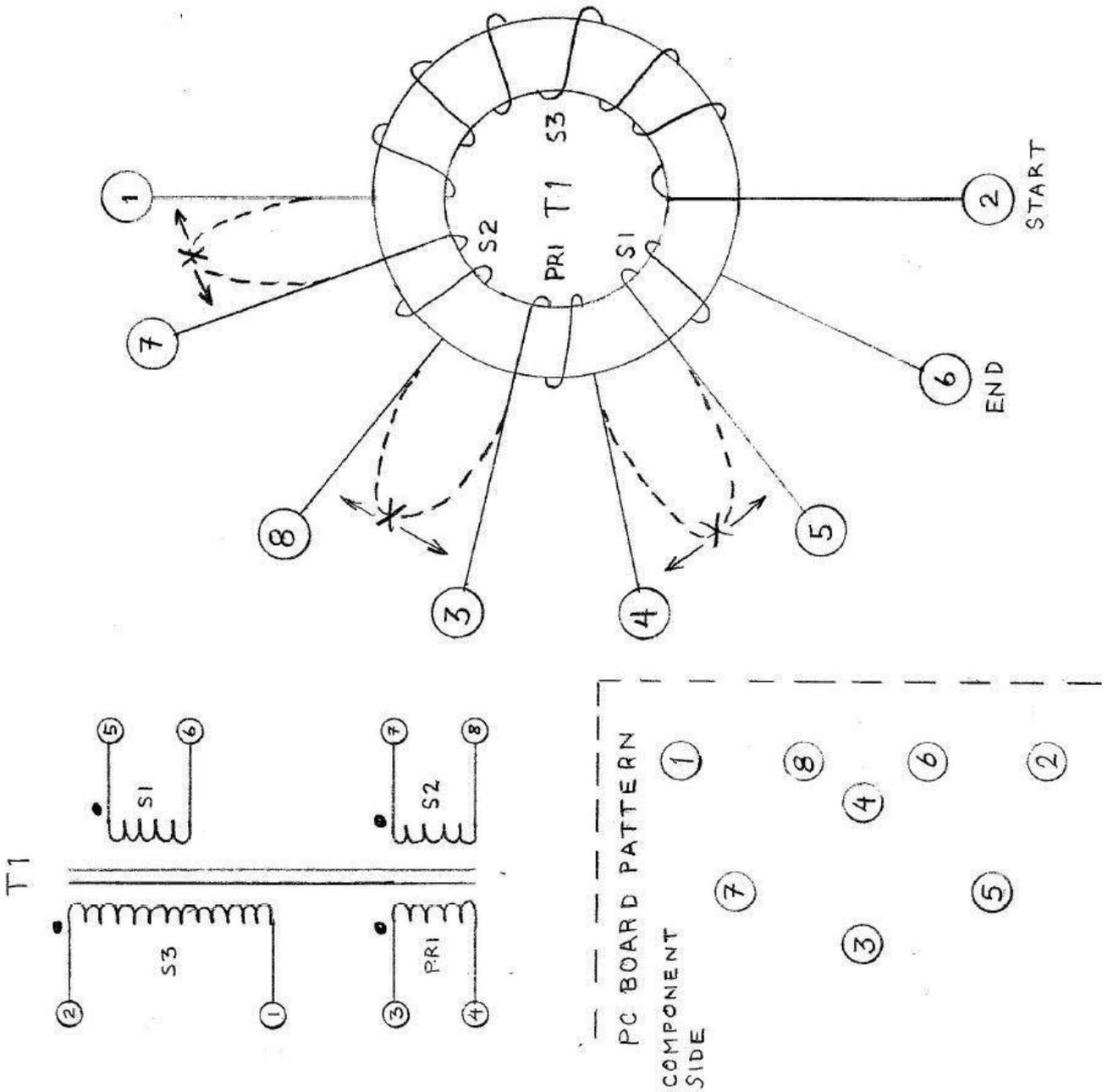
Les quatre enroulements de T1 doivent tous être dans le même "sens". Il y a deux façons d'enrouler les toits. On peut les appeler gauchers et droitiers ; sens des aiguilles d'une montre et sens inverse ; que le fil passe à travers le tore de haut en bas, ou de bas en haut. Quel que soit le nom que vous lui donnez, les quatre enroulements doivent être identiques, pour être sûr d'obtenir un déphasage correct avec le détecteur d'échantillonnage en quadrature.

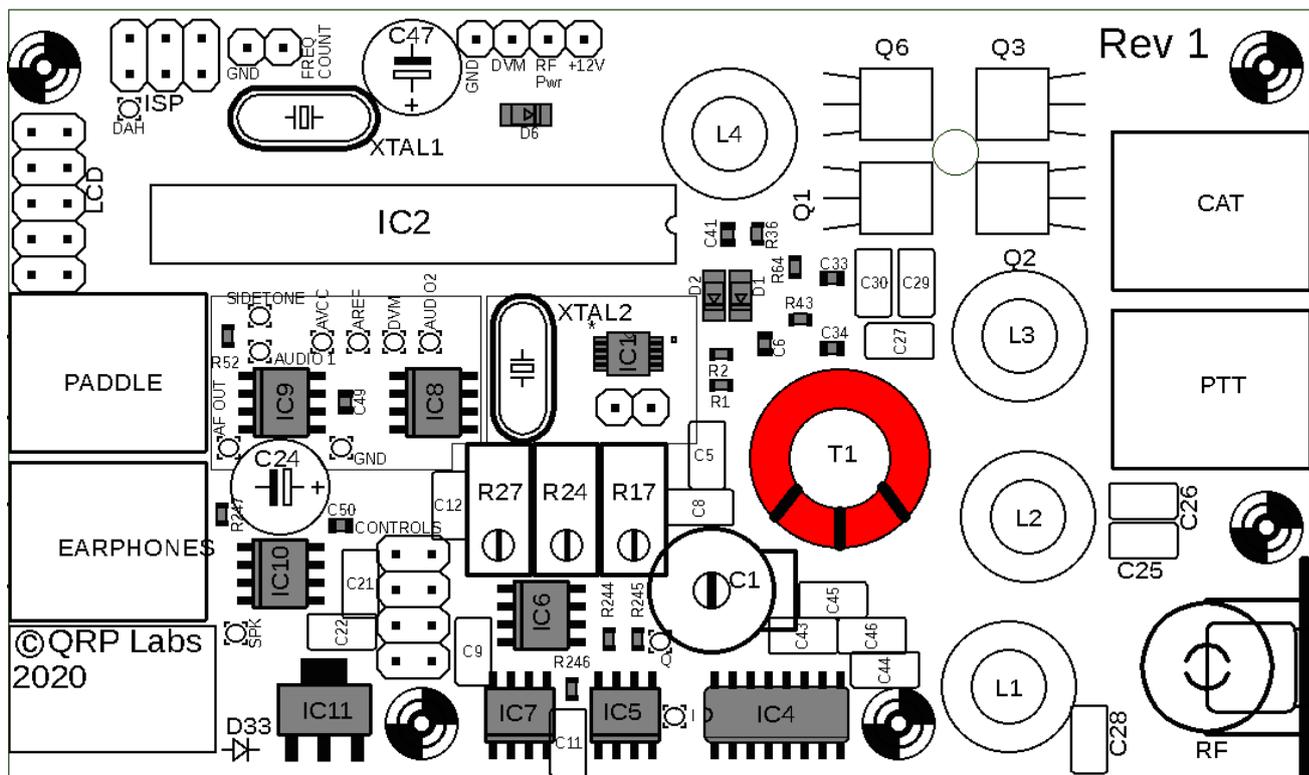
(Techniquement, seules les secondaires 1 et 2 doivent être dans le même sens ; mais il est plus simple de tout enrouler de la même façon).

BAND	PRI	S1	S2	S3
80m	5T	5T	5T	68T
60m	5T	5T	5T	46T
40m	5T	5T	5T	38T
30m	4T	4T	4T	30T
20m	3T	3T	3T	30T
17m	3T	3T	3T	22T

CORE = T50-2

WIND w/ # 28 ENAM.
(0.33 mm)





Le nombre de tours dans chaque enroulement dépend de la bande pour laquelle vous construisez le kit. Reportez-vous au tableau suivant. Pour plus de commodité, le reste des instructions de cette section se réfèrent à la version 40m (38 + 5 + 5 + 5 tours).

Mais assurez-vous d'enrouler le bon nombre de tours pour votre bande !

Bande	Primaire	Secondaire	Secondaire	Secondaire
		1	2	3
80m	5	5	5	68
60m	5	5	5	46
40m	5	5	5	38
30m	4	4	4	30
20m	3	3	3	30
17m	3	3	3	22

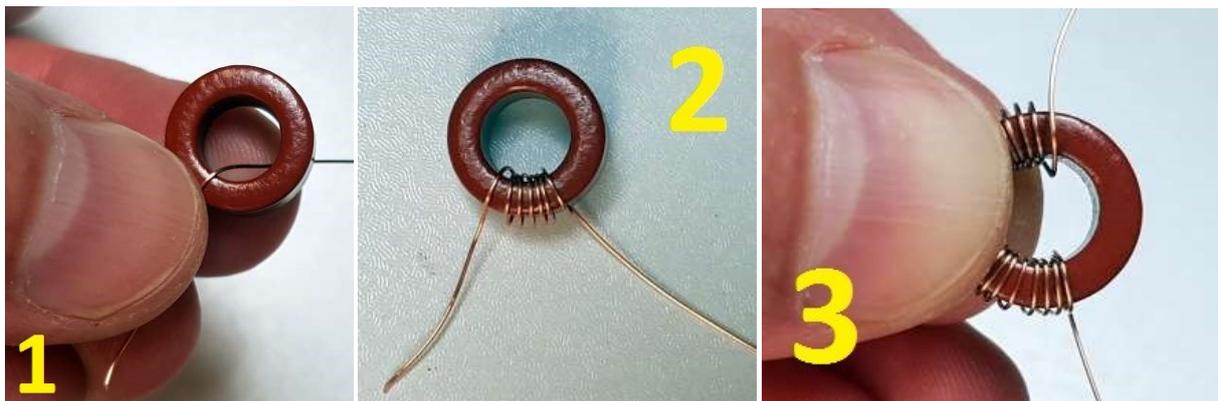
Note pour les versions 80m et 60m : l'anneau torique n'est pas assez grand pour contenir toutes ces tours en un seul enroulement plat et bien rangé. Le grand enroulement secondaire finira par avoir l'air désordonné, avec des chevauchements à certains endroits. Vous devriez essayer de vous assurer que les tours qui se chevauchent sont espacés uniformément tout au long de l'enroulement ! N'essayez pas d'enrouler une seule couche bien ordonnée, puis d'enrouler les tours restants comme une couche supplémentaire bien ordonnée par-dessus. Faites simplement des tours de chevauchement désordonnés et ne vous inquiétez pas : tout fonctionnera bien, quoi qu'il arrive.

Il existe une méthode modifiée d'enroulement des tours pour les versions 60/80m, qui peut faciliter la tâche ; voir <http://www.qrp-labs.com/qcx/qcxmods.html#80m>

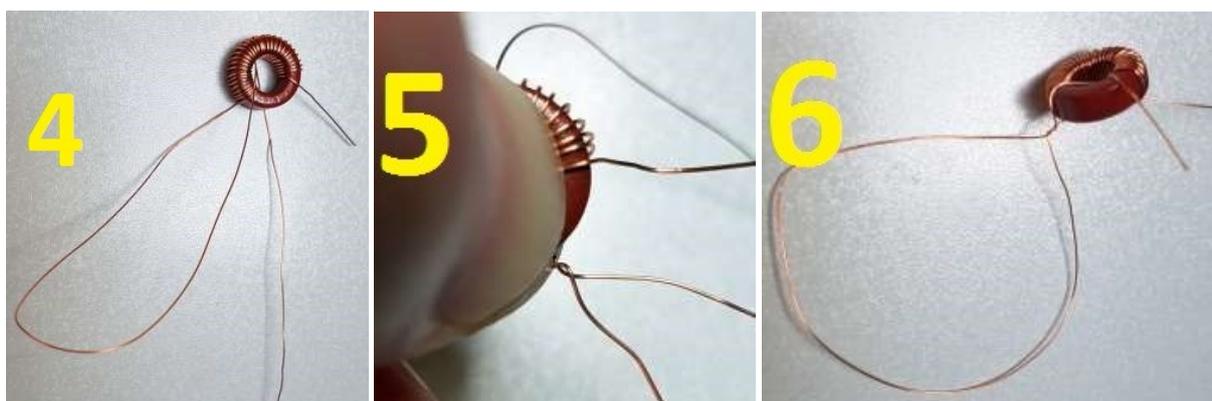
Dans tous les cas, il y a un long enroulement secondaire et trois autres courts enroulements identiques. Pour faciliter les choses, nous allons enrouler tous les enroulements ensemble en une seule fois, ce qui garantira que le "sens" de chaque enroulement sera le même. Aux endroits prévus entre les enroulements, nous laisserons de grandes boucles de fil, que nous pourrons ensuite couper une par une pour nous assurer que les fils vont dans les bons trous.

Il y a beaucoup d'étapes énumérées ci-dessous, mais en réalité, il est plus facile de le faire que d'écrire des instructions sur la manière de le faire. Faites-le patiemment, étape par étape.

- 1) Tenez le tore entre le pouce et le doigt et faites passer le premier tour de fil de haut en bas. Laissez environ 3 cm de fil à l'extrémité libre.
- 2) Appliquez une tension sur le fil après chaque passage par le trou central, pour essayer de maintenir les enroulements serrés et réguliers. Les spires du fil doivent être bien placées côte à côte sur le tore, sans se chevaucher.
- 3) Saisissez le tore entre le pouce et le doigt lorsque vous enroulez.



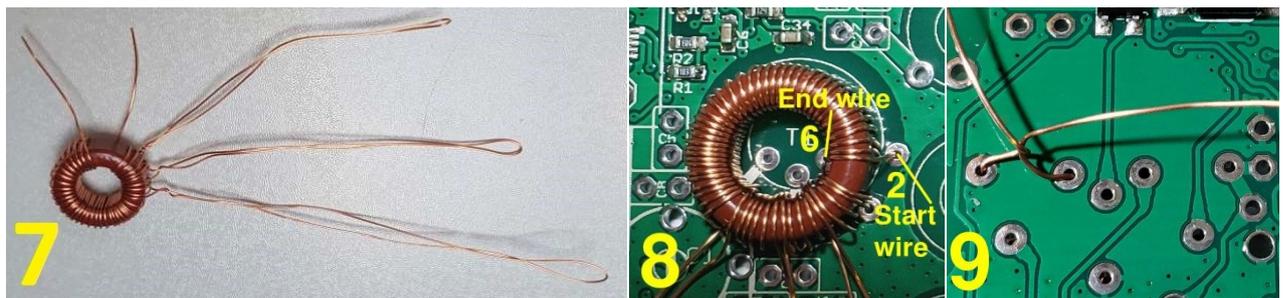
- 4) Lorsque vous avez effectué 38 tours, passez le fil dans le trou pour le 39e tour, mais laissez une grande boucle de fil entre le 38e et le 39e, sans le serrer.
- 5) Saisissez le tore et enroulez les tours fermement entre le pouce et le doigt, et avec l'autre main, appliquez quelques tours à la boucle de fil, serrée à côté du tore.
- 6) Le résultat est une boucle de fil après 38 tours, comme indiqué..



7) Faites la même chose pour deux autres boucles, qui se trouvent entre les 43e et 44e tours, et les 48e et 49e tours respectivement. Il est facile de perdre le compte. Un moyen facile est, après l'étape 6, de passer le fil à travers le trou 5 fois de plus, et au 5e, de faire une boucle. De la même façon, comptez cinq fois de plus et faites une boucle au cinquième. Puis enfin cinq tours supplémentaires pour compléter les 53 enroulements du tore. Comptez les enroulements pour vous assurer que vous en avez 53. Lorsque vous êtes sûr que tout va bien, coupez le fil en laissant environ 3 cm de fil libre à l'extrémité.

8) Enfillez le début original de votre enroulement (de l'étape 1) dans le trou 2 du schéma. Enfillez la dernière extrémité de votre enroulement (à partir de l'étape 7) dans le trou 6

9) Torsadez ces deux fils sous la planche pour maintenir le tore en place pendant que vous vous occupez des autres fils.



10) Coupez maintenant la troisième boucle (celle qui est la plus proche de la fin du travail de bobinage), et dénouez la section torsadée que vous avez faite près du corps du tore.

11) Lorsque vous avez coupé la boucle, vous avez donc créé deux fils. L'un d'eux est passé par-dessus le tore, et vous pouvez facilement vérifier que c'est celui qui a cinq tours dans le tore puis passe par le trou 6. Donc, insérez ce fil dans le trou 5. Encore une fois, pour être clair : vous devriez maintenant avoir un enroulement de cinq tours (qui est étiqueté "secondaire 1", ci-dessus), avec une extrémité insérée dans le trou 6 et une extrémité insérée dans le trou 5.

L'autre fil vient de SOUS le tore. Vous devez pousser ce fil vers le tore et le faire sortir par le trou central du tore. Ensuite, faites-le passer par le trou 4. Sous la planche, torsadez les



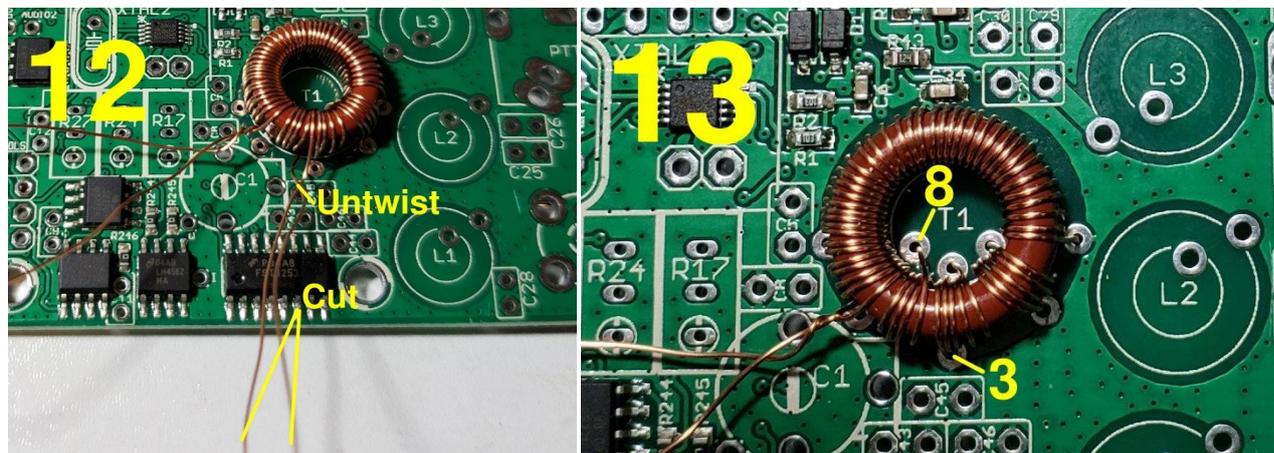
deux nouvelles extrémités du fil ensemble pour les maintenir en place.

12) Coupez ensuite la deuxième boucle, et dénouez la section torsadée près du corps du tore.

13) Semblable à l'étape 11 ; le fil qui est passé sur le corps toroïdal a cinq tours puis va dans le trou 4, ce que vous avez fait à l'étape 11. Insérez l'extrémité de ce fil dans le trou 3.

L'autre extrémité du fil qui est venue de sous le corps du tore doit être doucement poussée vers le tore, et tirée vers le haut par le trou central du tore. Insérez ce bout de fil dans le trou 8. Vous avez donc maintenant l'enroulement "primaire" composé de cinq tours, entre les trous 3 et 4.

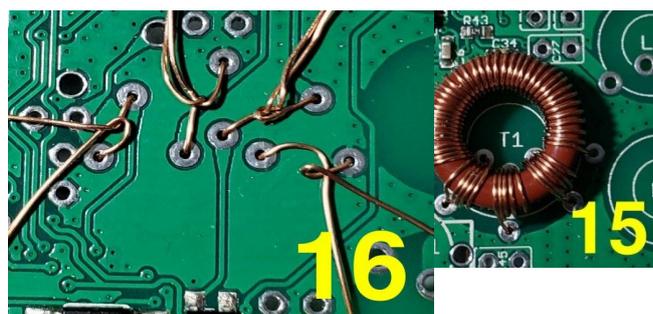
Torsadez à nouveau les deux nouveaux fils sous la planche, pour que tout reste en place..



14) Enfin, coupez et défaites la boucle que vous avez créée en premier, qui se trouvait entre les 38e et 39e tours de l'enroulement toroïdal. Poussez le fil qui est passé sur le corps du tore, dans le trou 7. Vous avez maintenant cinq tours de fil, qui constituent le "secondaire 2", entre les trous 7 et 8.

15) Le dernier fil est venu de sous le corps toroïdal lorsque vous avez coupé la boucle ; ce fil est l'autre extrémité des 38 tours de l'enroulement "secondaire 3", donc insérez-le dans le trou 1. Il est déjà proche du trou 1 et vous n'avez pas besoin de le pousser sous le corps toroïdal comme vous l'avez fait dans les étapes précédentes.

Prenez maintenant un moment pour revoir la situation. Vous devriez pouvoir identifier les quatre enroulements de T1, et les serrer ensemble comme sur la photo, pour vérifier que chaque extrémité des enroulements de 5 tours va dans les bons trous.



16) Sous le circuit imprimé, vous devez avoir trois paires de fils torsadés, et une paire (que vous avez installée en dernier), non torsadée.

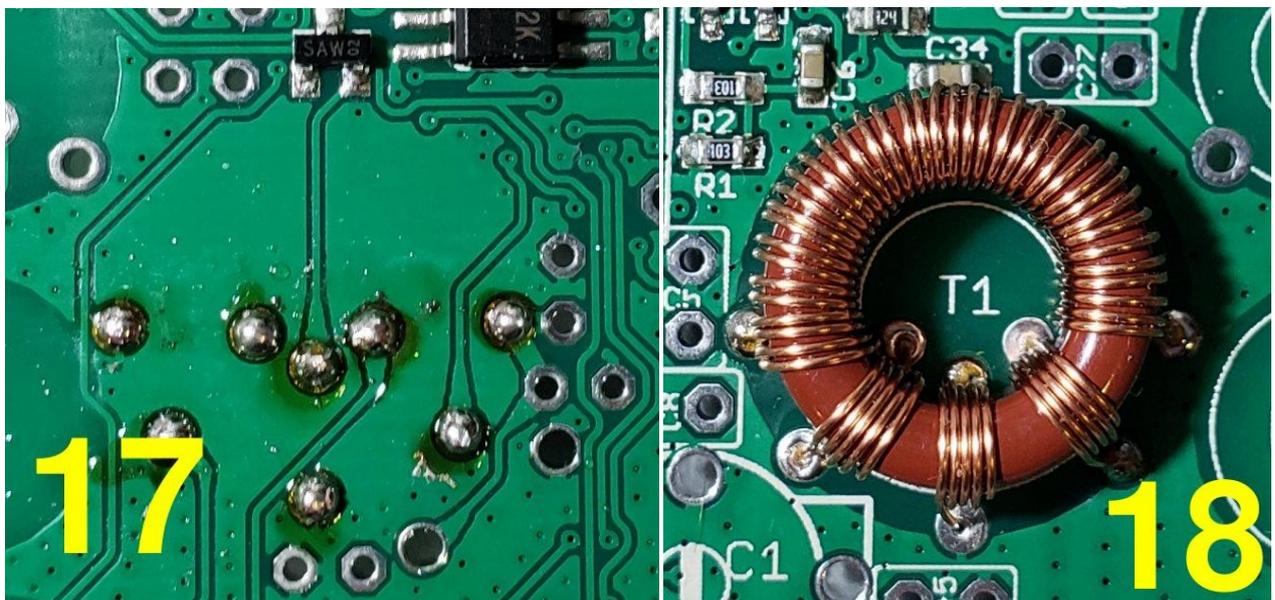
17) Vous pouvez maintenant souder les huit connexions sous le circuit imprimé. Je recommande de faire une paire de fils à la fois ; de cette façon, les autres fils maintiendront le tore en place et l'empêcheront de tomber. Commencez par les deux fils non torsadés. Tirez bien sur chaque fil, pliez-le à environ 45 degrés et coupez-le à 1 ou 2 mm de la surface du circuit imprimé. Le fait d'avoir plié le fil l'empêche de tomber. Maintenant, soudez le fil. N'oubliez pas de tenir le fer à souder sur le joint pendant environ 10 secondes, pour permettre à l'émail isolant de brûler.

Répétez l'opération pour tous les autres fils, une paire à la fois, jusqu'à ce que les huit fils soient soudés. Si vous avez un DVM, vérifiez la continuité du courant continu (résistance de zéro ohms) sur chaque enroulement. Si vous n'obtenez pas la continuité attendue, cela signifie

a) vous n'avez pas réussi à gratter ou à brûler correctement l'isolation de l'émail, de sorte qu'il n'y a pas de connexion électrique ET/OU

b) vous placez les fils dans des trous incorrects ET/OU

c) votre attente est erronée parce que vous n'avez pas identifié quelle pastille sur le PCB est étiquetée 1-8 dans le diagramme.



18) La dernière image montre l'installation du tore terminée.

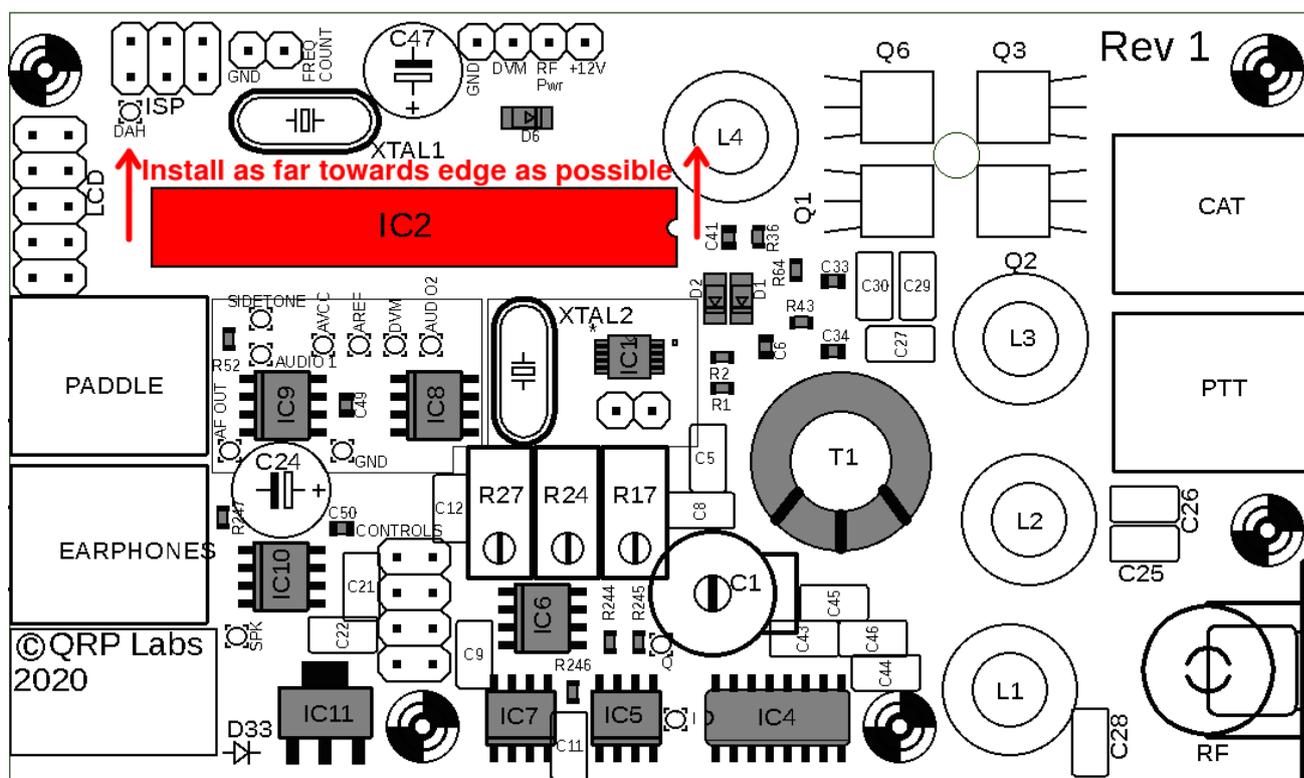
3.3 Install IC2 socket

LE POUSSER VERS LE HAUT DU TABLEAU, POUR FAIRE PLUS DE PLACE AU CIRCUIT IMPRIMÉ DE LA TCXO

Installez la prise à 28 broches pour IC2. Veillez à faire correspondre la fossette de la prise avec celle de la sérigraphie du circuit imprimé. Il est essentiel d'insérer le microcontrôleur avec la bonne orientation. L'alignement de la fossette sur la sérigraphie du PCB, du socle et du circuit intégré proprement dit est le meilleur moyen d'éviter toute confusion et toute erreur potentielle.

Il y a une certaine marge de manœuvre dans l'emplacement exact de la douille, car les broches sont plus petites que le diamètre des trous du PCB. Essayez de positionner le socle le plus loin possible du bord supérieur de la carte de circuit imprimé (en suivant l'orientation du schéma). Cela est nécessaire pour créer suffisamment d'espace pour les connecteurs de la palette et des écouteurs, ainsi que pour la carte fille TCXO et la carte fille uSDX, le cas échéant.

Je recommande de souder une broche à chaque diagonale, par exemple les broches 1 et 15. Vous pourrez ainsi vérifier que le socle du circuit intégré est bien en place sur la carte et corriger facilement les problèmes éventuels. Une fois que toutes les broches sont soudées, il sera difficile, voire impossible, de changer quoi que ce soit. Lorsque vous êtes satisfait de la position du socle, continuez à souder les 26 autres broches.

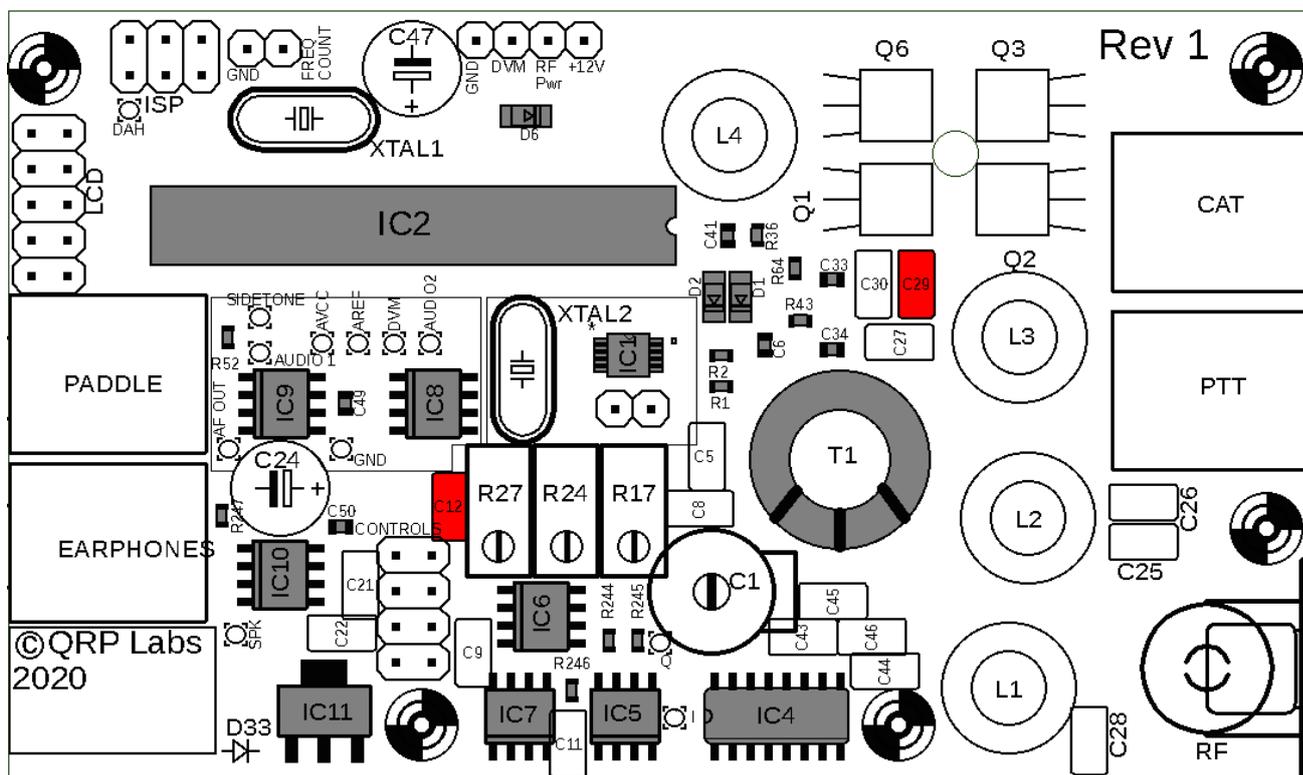


3.4 Install 100nF (0.1uF, "104") capacitors

Il y a deux condensateurs de 100nF (0,1uF), sur lesquels est écrit le code "104". Assurez-vous d'identifier les bons condensateurs, à l'aide d'une loupe ou d'une loupe de bijoutier. Ces condensateurs sont les C12 et C29. Placez chacun d'eux dans la bonne position sur le tableau, et pliez légèrement les pattes vers l'extérieur à un angle d'environ 30 degrés afin qu'ils restent en place. Soudez ensuite les fils, et coupez la longueur de fil excédentaire à l'aide d'un coupe-fil.

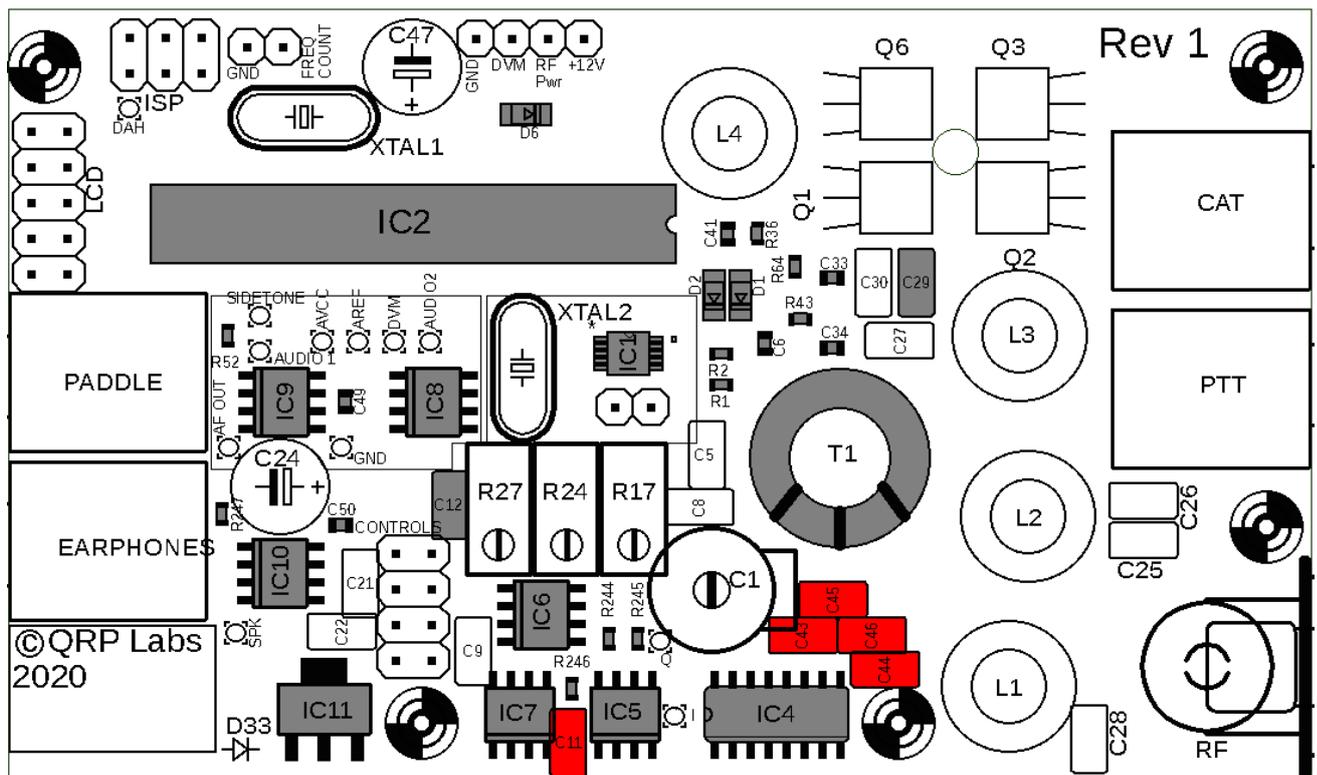
Le sens dans lequel les condensateurs sont installés n'a pas d'importance. Cependant, il est très bon de les installer tous avec l'étiquette du condensateur tournée dans la même direction. Par exemple, assurez-vous que toutes les étiquettes "104" sont tournées vers l'avant ou vers la droite (selon l'orientation du condensateur sur le circuit imprimé). Cela facilite grandement l'inspection ultérieure de l'assemblage du PCB.

Faites particulièrement attention aux fils de soudure qui se connectent au plan de masse. Malgré les "thermiques" (un plot de masse est relié au plan de masse par quatre fines traces, et non un plan de masse continu, pour faciliter la soudure), la dissipation de la chaleur est encore plus importante, et il peut être plus difficile de réaliser un bon joint.



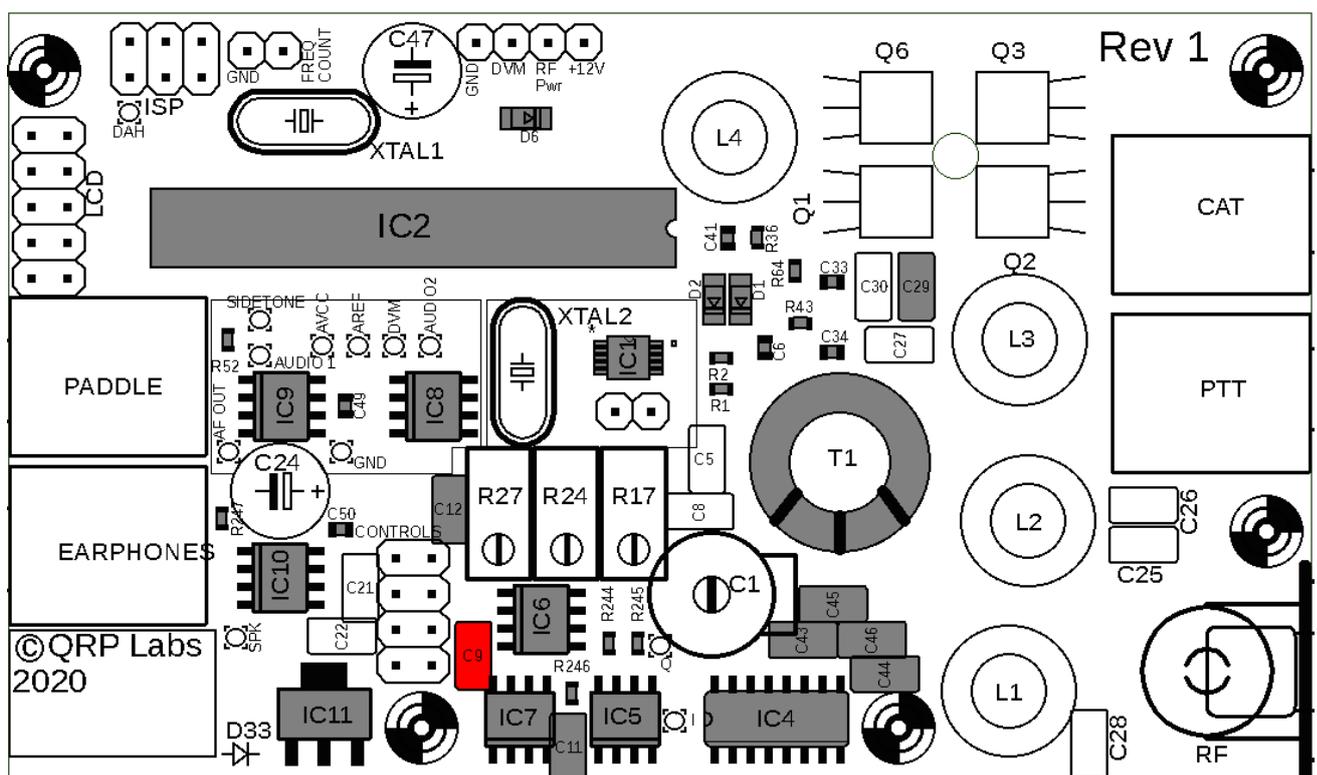
3.5 Install all 470nF, "474" capacitors

Les cinq condensateurs 470nF sont étiquetés "474", et sont les condensateurs C11, C43, C44, C45 et C46.



3.6 Install 47nF, "473" capacitor

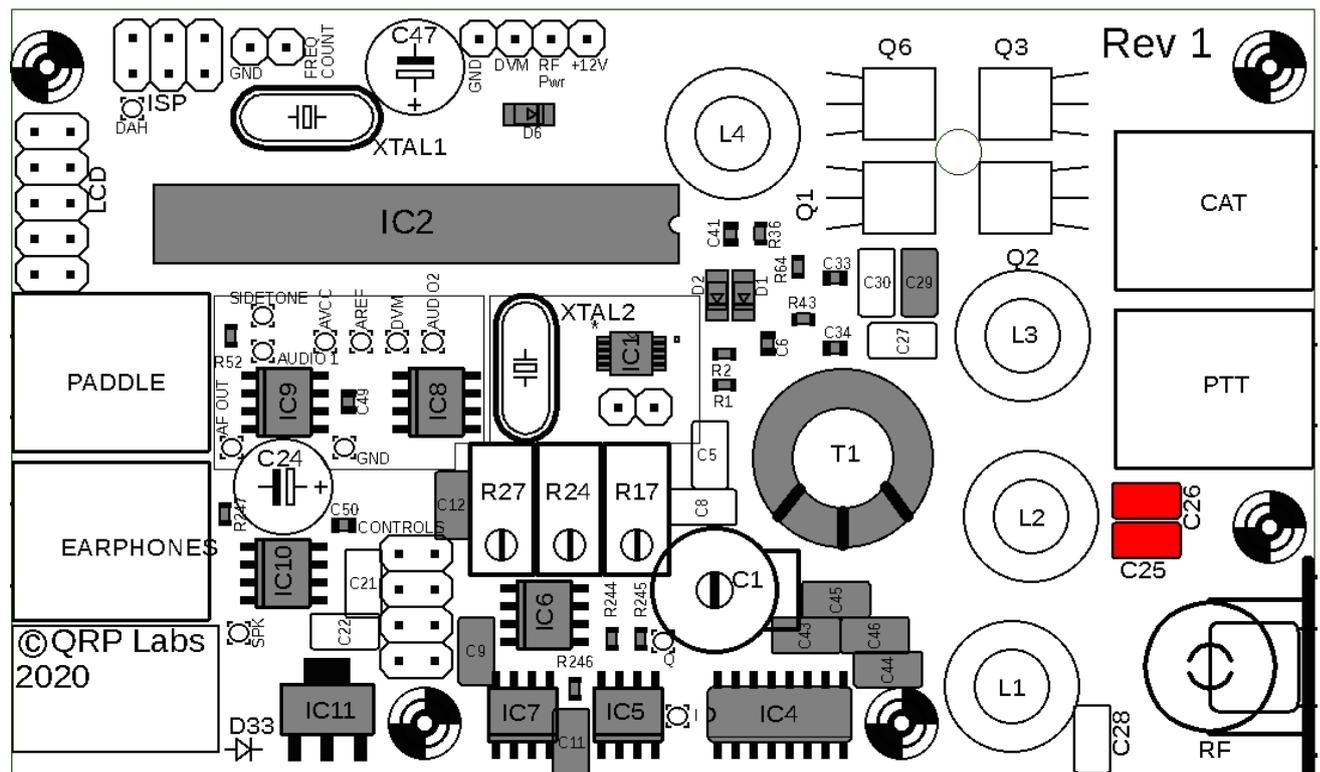
Le condensateur 47nF (0,047uF) est étiqueté "473" et est le condensateur C9.



3.7 Install capacitors C25 and C26 from Low Pass Filter kit

La valeur de ces condensateurs dépend de la bande que vous avez choisie. Les condensateurs sont situés dans le sachet séparé du filtre passe-bas de votre kit principal. Consultez le tableau suivant pour trouver la valeur de condensateur correcte pour votre bande ::

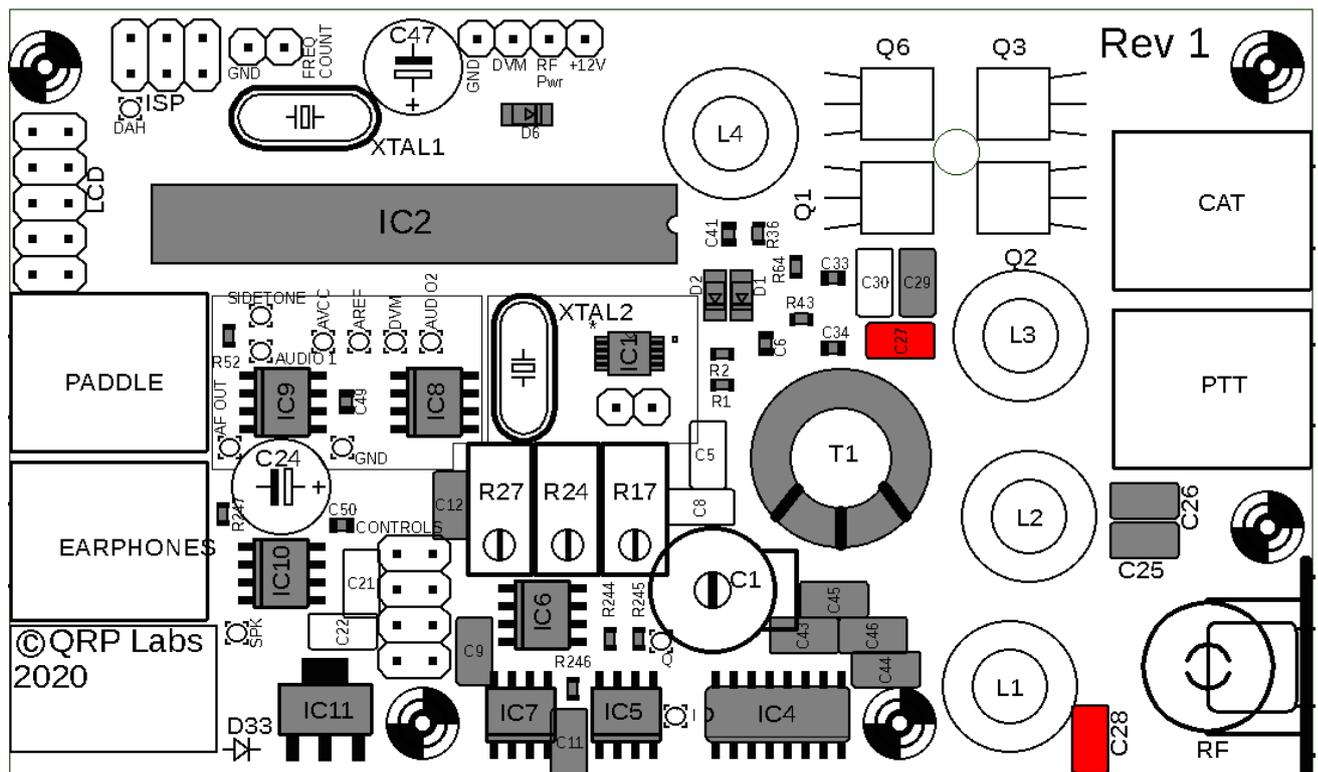
Bande	Value	Label
80m	1200pF	"122"
60m	1200pF	"122"
40m	680pF	"681"
30m	560pF	"561"
20m	390pF	"391"
17m	270pF	"271"



3.8 Install capacitors C27 and C28 from Low Pass Filter kit

La valeur de ces condensateurs dépend de la bande que vous avez choisie. Les condensateurs se trouvent dans le sachet séparé du filtre passe-bas de votre kit principal. Consultez le tableau suivant pour trouver la valeur de condensateur appropriée à votre bande :

Bande	Value	Label
80m	470pF	"471"
60m	680pF	"681"
40m	270pF	"271"
30m	270pF	"271"
20m	180pF	"181"
17m	100pF	"101"



3.9 Install capacitor C30

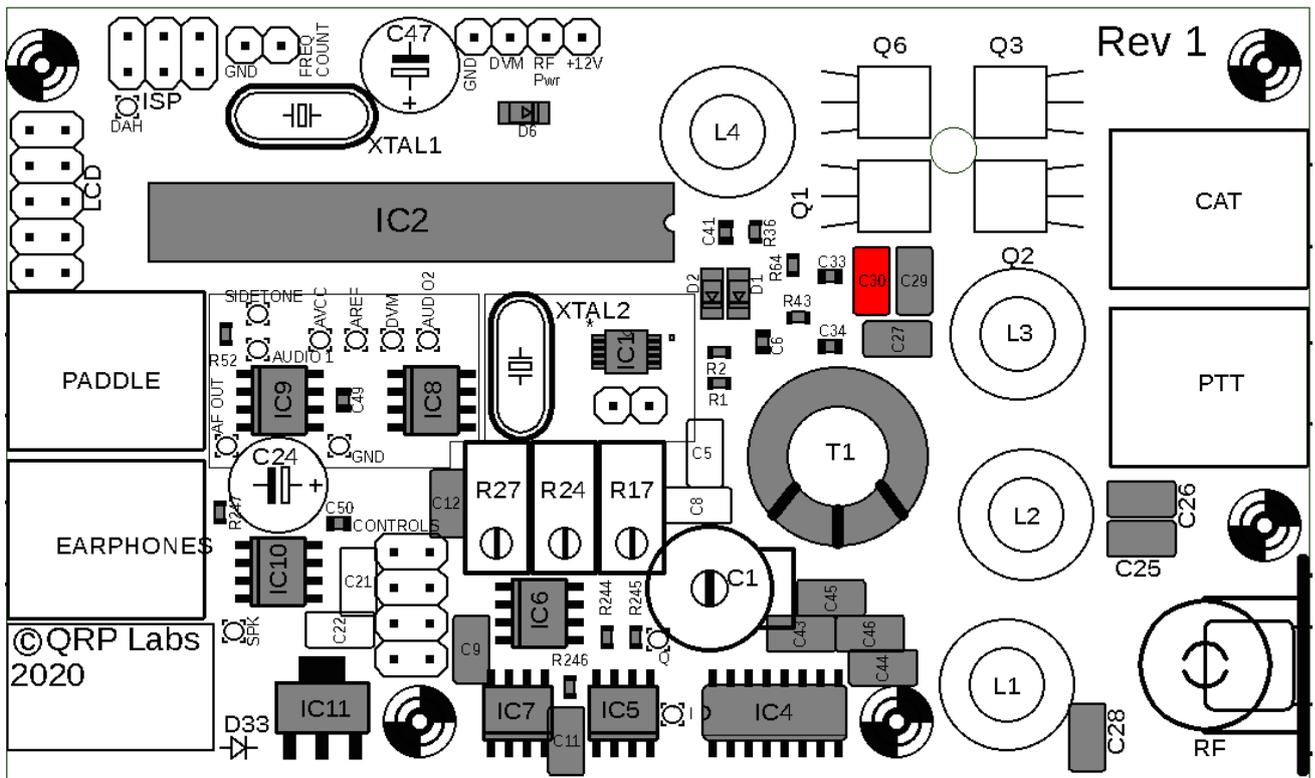
Ce condensateur dépend de la bande. Le kit contient toutes les valeurs de condensateur requises pour toutes les bandes. Installez celui qui convient à votre bande. Consultez le tableau suivant pour trouver la valeur de condensateur appropriée à votre bande

Bande	Value	Label
80m	180pF	"181"
60m	30pF	"300"
	56pF	"560"
40m	56pF	"560"
30m	30pF	"300"
20m	30pF	"300"
17m	30pF	"300"

Notez que pour les versions 40m et 80m, les condensateurs 56pF et 180pF respectivement, peuvent être emballés dans un petit sac séparé avec les toroïdes T37-2 et T50-2.

Note importante pour la bande 60m : pour la bande 60m, le condensateur nécessite que les deux condensateurs 30pF et 56pF soient soudés en parallèle, mais il n'y a qu'une seule position de composant sur le circuit imprimé. Pour 60m, vous devrez installer l'un des condensateurs (par exemple 56pF) dans les trous prévus pour les composants, et souder l'autre (par exemple 30pF) aux mêmes emplacements sous le PCB. Veillez à ce que les fils du composant soient courts et ne touchent pas accidentellement d'autres composants voisins ou des plots soudés.

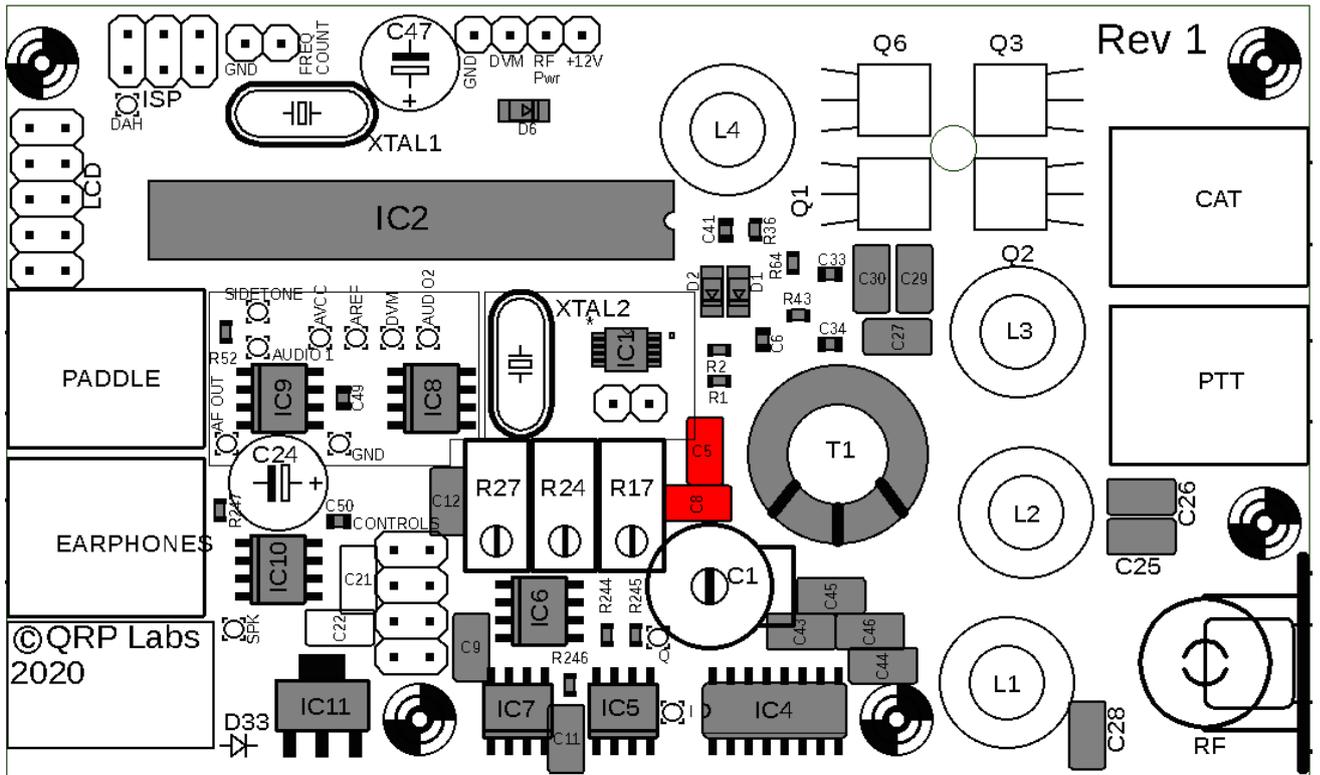
Note importante de 80m : le condensateur 180pF fourni a un espacement de 0,2 pouce (5,08mm) entre les broches. Mais les trous sur le circuit imprimé sont espacés de 2,5 mm. Il est nécessaire de serrer soigneusement les fils du condensateur pour qu'ils se rapprochent des trous du PCB.



3.10 Install capacitors C5 and C8

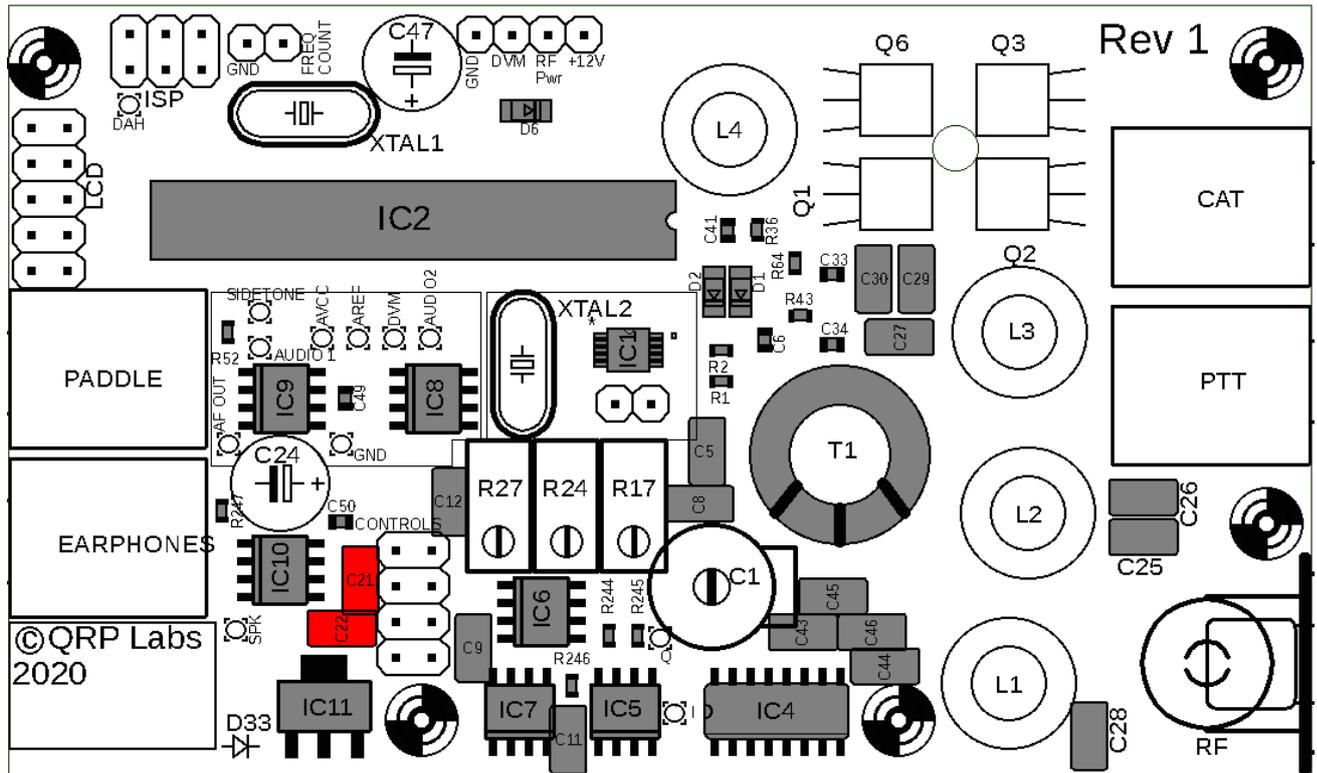
Ces condensateurs dépendent de la bande. Ils ajoutent une capacité parallèle au condensateur C1 du trimmer pour l'amener à la valeur requise. Le kit contient toutes les valeurs de condensateurs requises. Installez le(s) condensateur(s) approprié(s) à votre bande. Consultez le tableau suivant pour trouver la ou les valeurs de condensateur appropriées à votre bande. Si le tableau indique "aucune", n'installez pas le condensateur correspondant.

Bande	C5 Value	C5 Label	C8 value	C8 Label
80m	39pF	"390"	22pF	"220"
60m	39pF	"390"	22pF	"220"
40m	39pF	"390"	none	
30m	22pF	"220"	none	
20m	none		none	
17m	none		none	



3.11 Install 1uF, "105" capacitors C21, and C22

Il existe deux condensateurs 1uF étiquetés "105", qui sont C21 et C22.

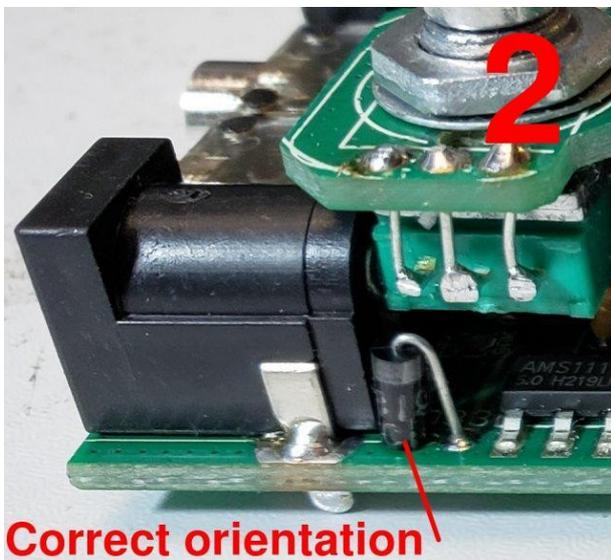
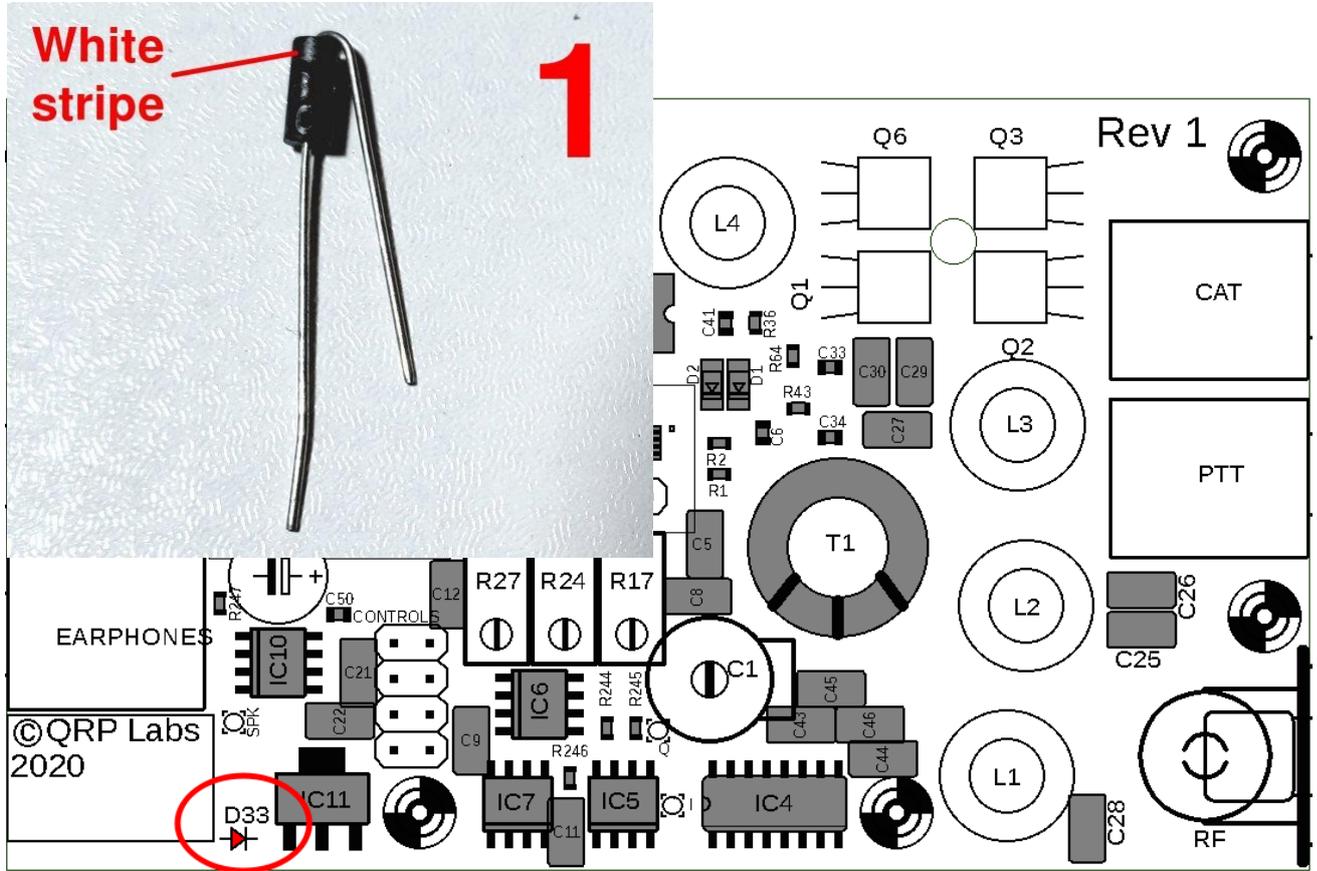


3.12 Install 1N5819 diode

Cette diode D33 est la diode avec un corps noir, et une bande blanche. Elle est installée verticalement. Elle doit être orientée correctement, la bande blanche de la diode correspondant à la bande blanche du circuit imprimé.

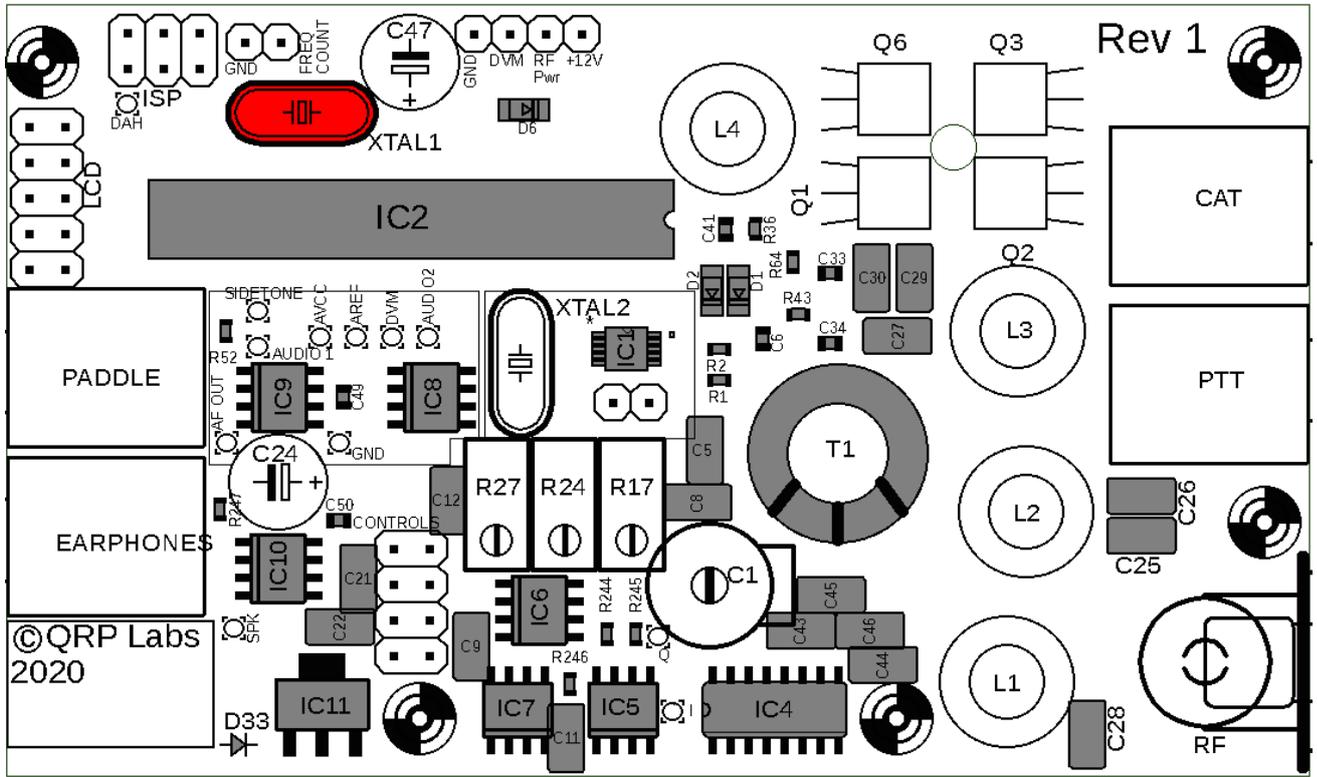
Cette diode protège la radio contre les inversions de polarité. Ainsi, si vous connectez l'alimentation à la carte dans le mauvais sens, vous ne la détruisez pas. Une diode Schottky est utilisée car la chute de tension de conduction vers l'avant est inférieure à celle d'une diode ordinaire. Cependant, à l'émission, la chute de tension aux bornes de cette diode peut encore atteindre 400 mV. Cette baisse de tension entraîne une légère diminution de la puissance de sortie.

Si vous voulez retirer jusqu'au dernier milliwatt de puissance de sortie de la radio, et si vous ne vous faites pas confiance pour ne JAMAIS brancher l'alimentation électrique en sens inverse par erreur, alors si vous installez simplement un fil de liaison au lieu du D33, cela vous donnera une puissance de sortie RF un peu plus élevée. **Il est très fortement recommandé d'installer le D33.**



3.13 Install 20MHz crystal XTAL1

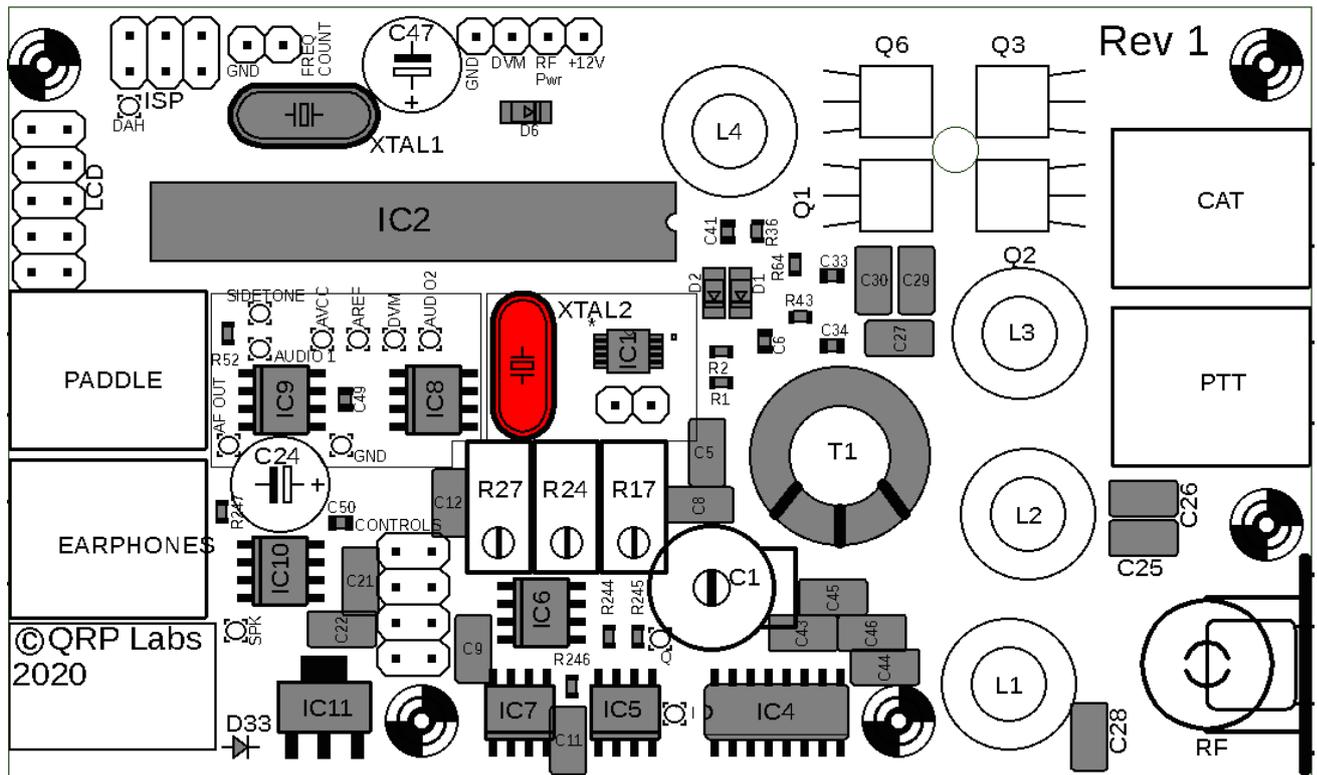
La gravure sur ce cristal est "20.000" ou "CE20.000".



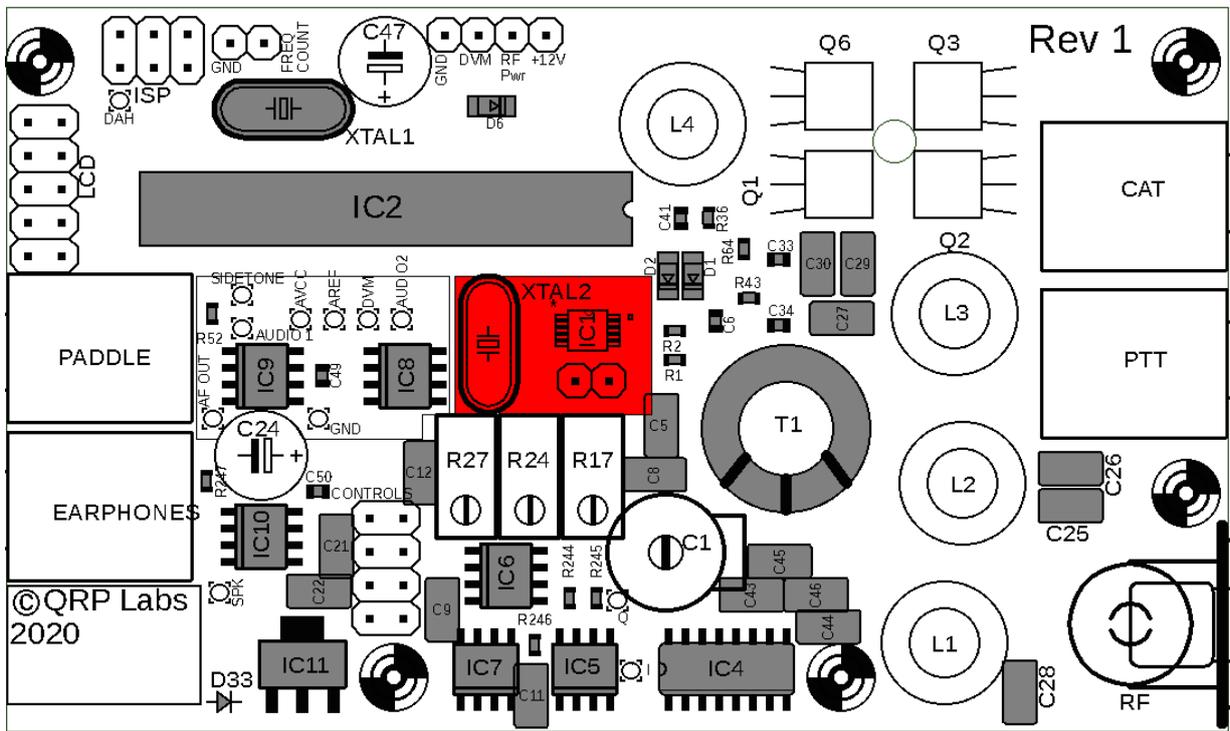
3.14 Install 27MHz crystal XTAL2or TCXO option

Si vous allez installer le cristal de 27MHz, faites-le maintenant. La gravure sur ce cristal est "27.000".

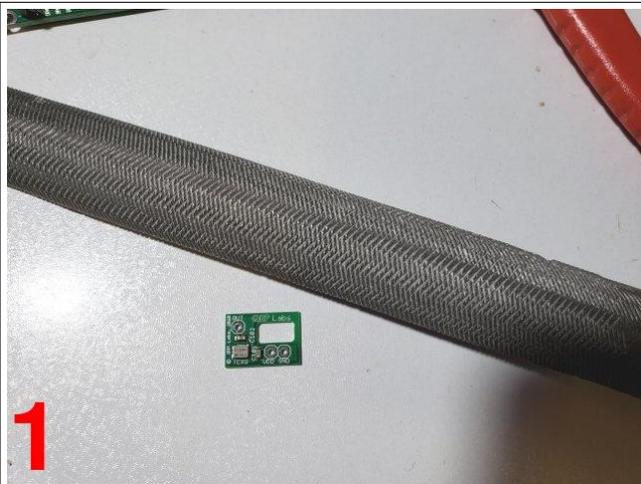
Si vous allez installer le TCXO 25MHz, ignorez ce diagramme et reportez-vous aux instructions suivantes.



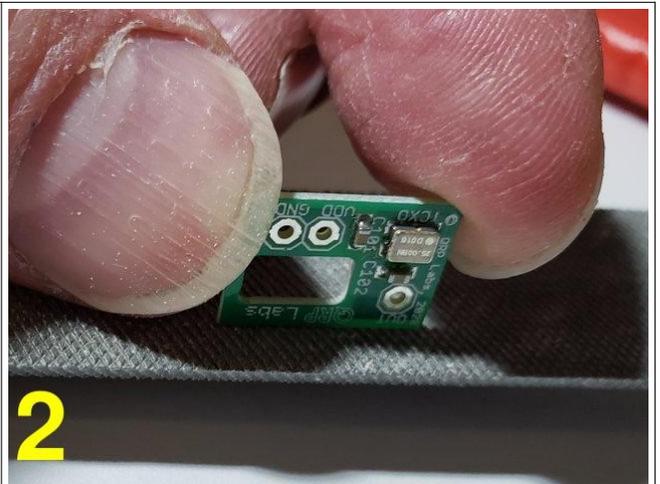
Si vous installez le module TCXO : celui-ci est installé dans la même position que le cristal de 27MHz aurait été. Il y a un rectangle sur la carte de circuit imprimé indiquant la position du TCXO :



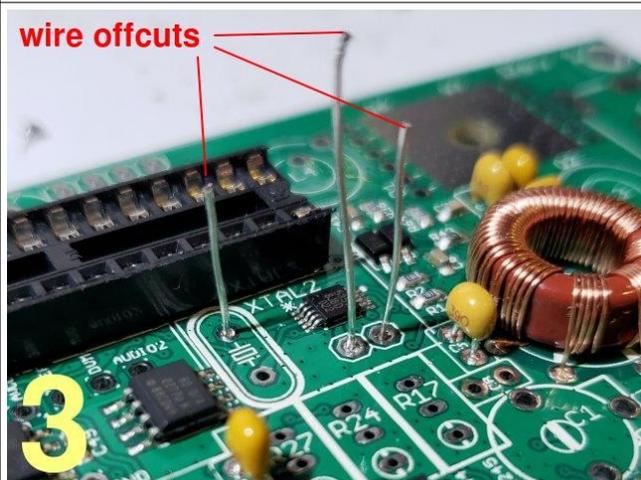
Install the TCXO module as follows:



Find a suitable file.



File the rough edges of the TCXO module flat



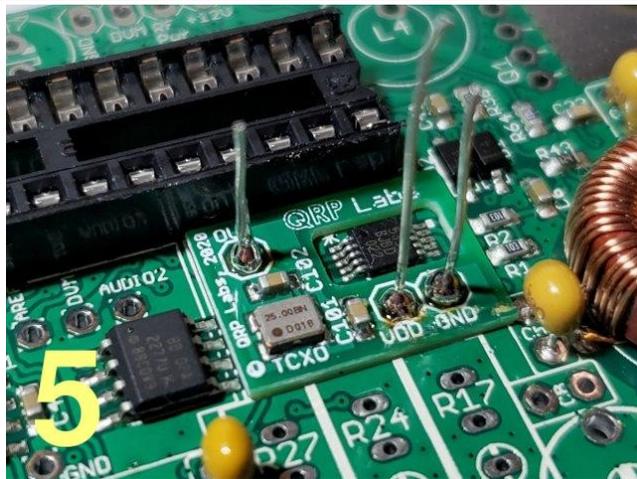
Solder wire off-cuts into the holes shown, and cut any excess wire on the underside of



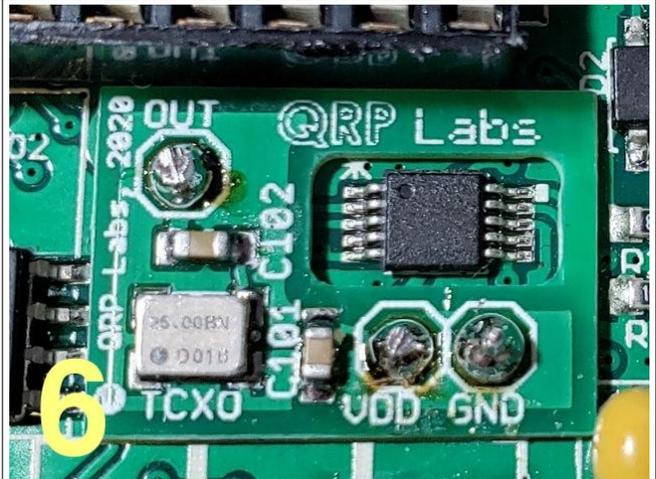
Thread the TCXO module carefully onto the wires. Make sure module is pushed as far

the board.

towards the 28-pin IC socket as possible.



Solder the wires to the pads, holding the TCXO module firmly tight against the 28-pin IC socket.



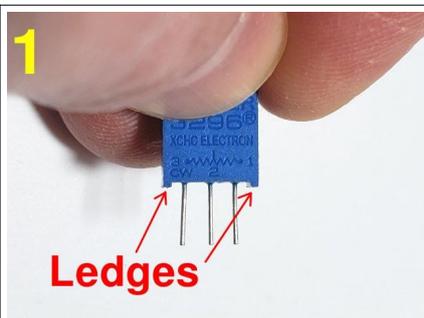
Cut off excess wire; be careful because the TCXO board is single sided without through-hole plating, so the pads are a bit delicate.

Note that when using the TCXO module, the reference frequency setting must be 25,000,000 MHz, not the default which is 27,004,000 MHz. This is further described in the initial set-up instructions, below. This is because the QCX-mini can operate either with 25MHz reference (the TCXO module) or with 27MHz (the supplied crystal), BUT, you have to tell it which one you have installed!

3.15 Install 500-ohm multi-turn trimmer potentiometer

This 24-turn trimmer resistor is the small blue box component with label “501”. It is R27.

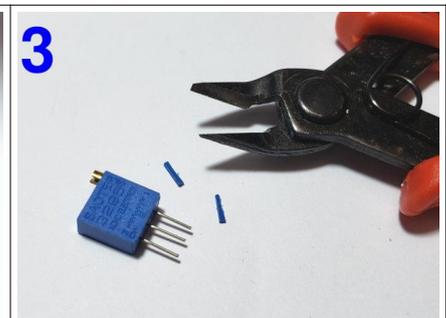
The trimmer resistor has to be prepared carefully before installation. The resistor has little ledges on either side which make it slightly too high to fit in the QCX-mini PCB assembly. Therefore simply cut off these protrusions with a wire-cutter.



Note the ledges

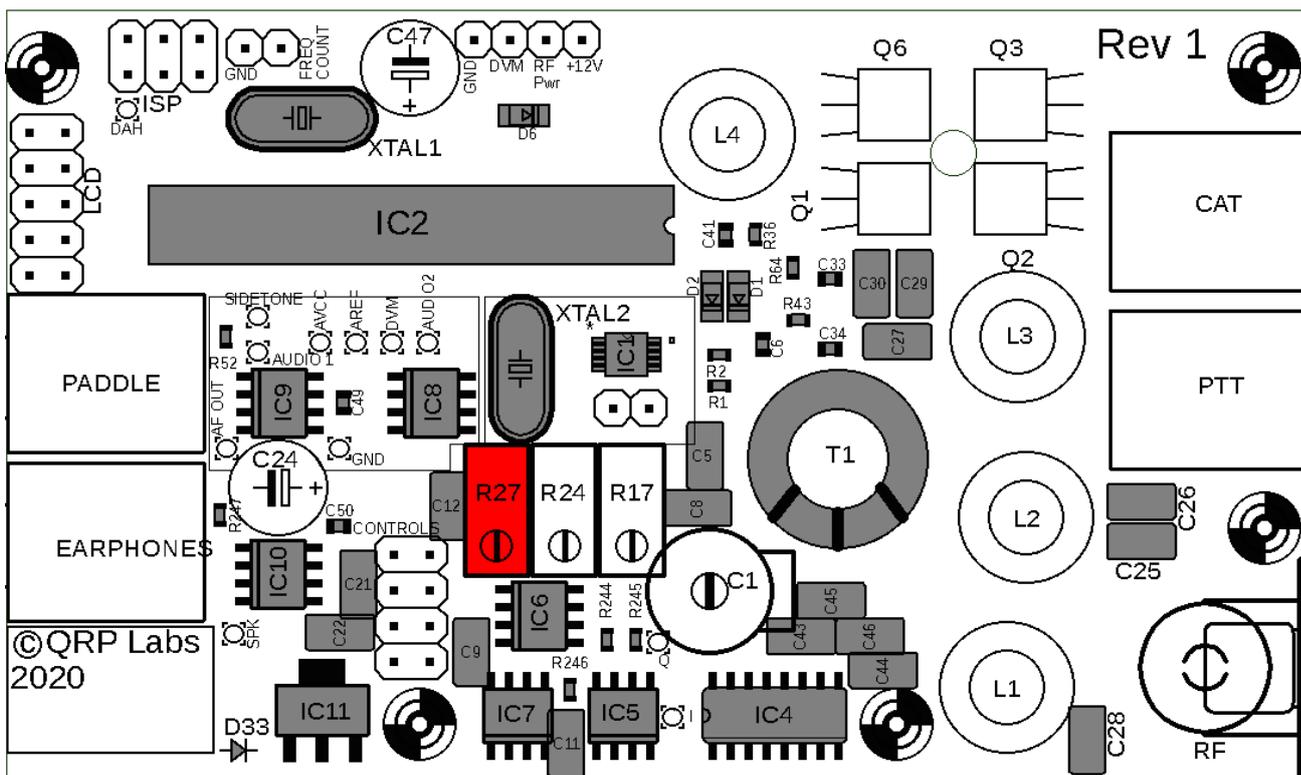


Cut ledge off with wire-cutter



Enjoy less high trimmer pot!

The screw on the resistor must match the screw on the PCB silkscreen and layout diagram, facing towards the lower edge of the board as drawn. Ensure it is firmly seated.



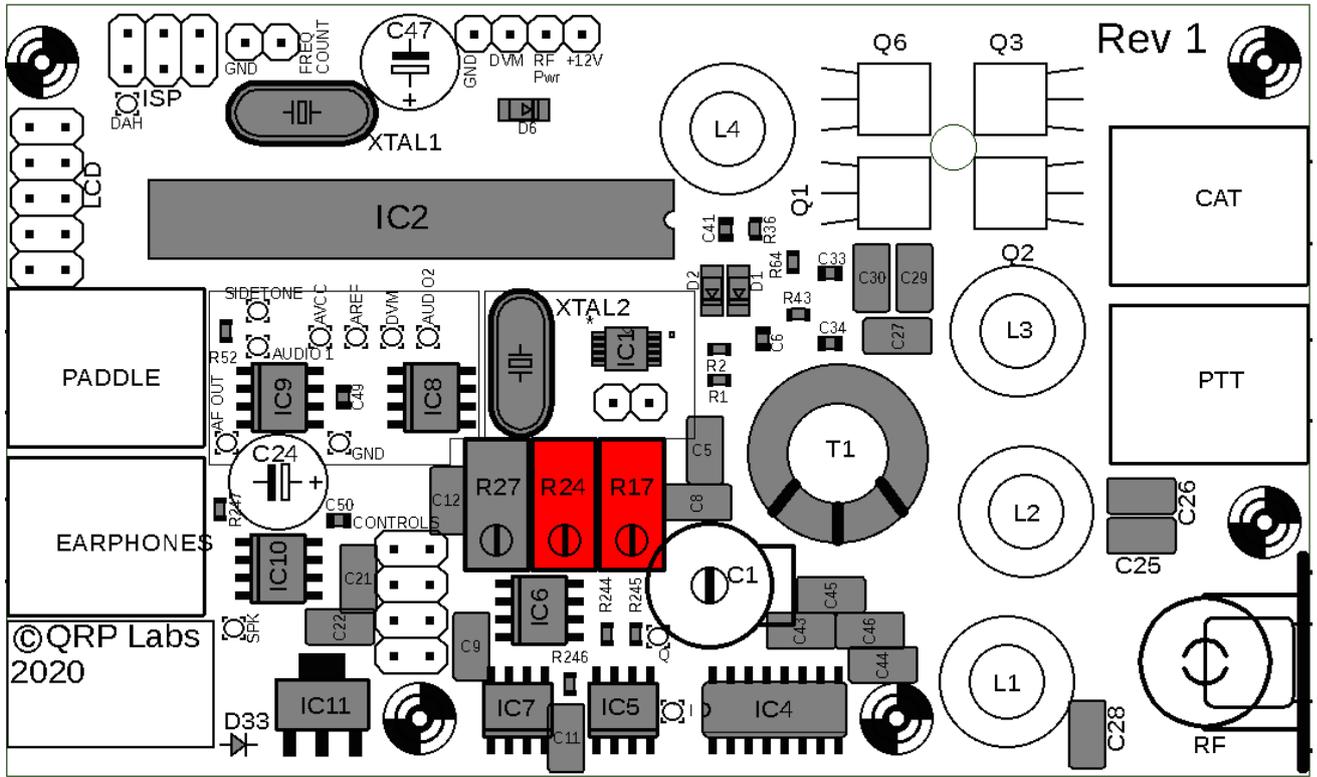
3.16 Install 50K multi-turn trimmer potentiometers

Il existe deux potentiomètres de réglage multi-tours de 50K, R17 et R24. Ce sont les petits composants de la boîte bleue portant l'étiquette "503".

Les potentiomètres trimmer doivent être préparés avant l'installation en coupant les petits rebords en plastique avec un coupe-fil, comme décrit dans la section précédente.



Les vis de la résistance doivent correspondre aux vis de la sérigraphie du circuit imprimé et du schéma de montage.



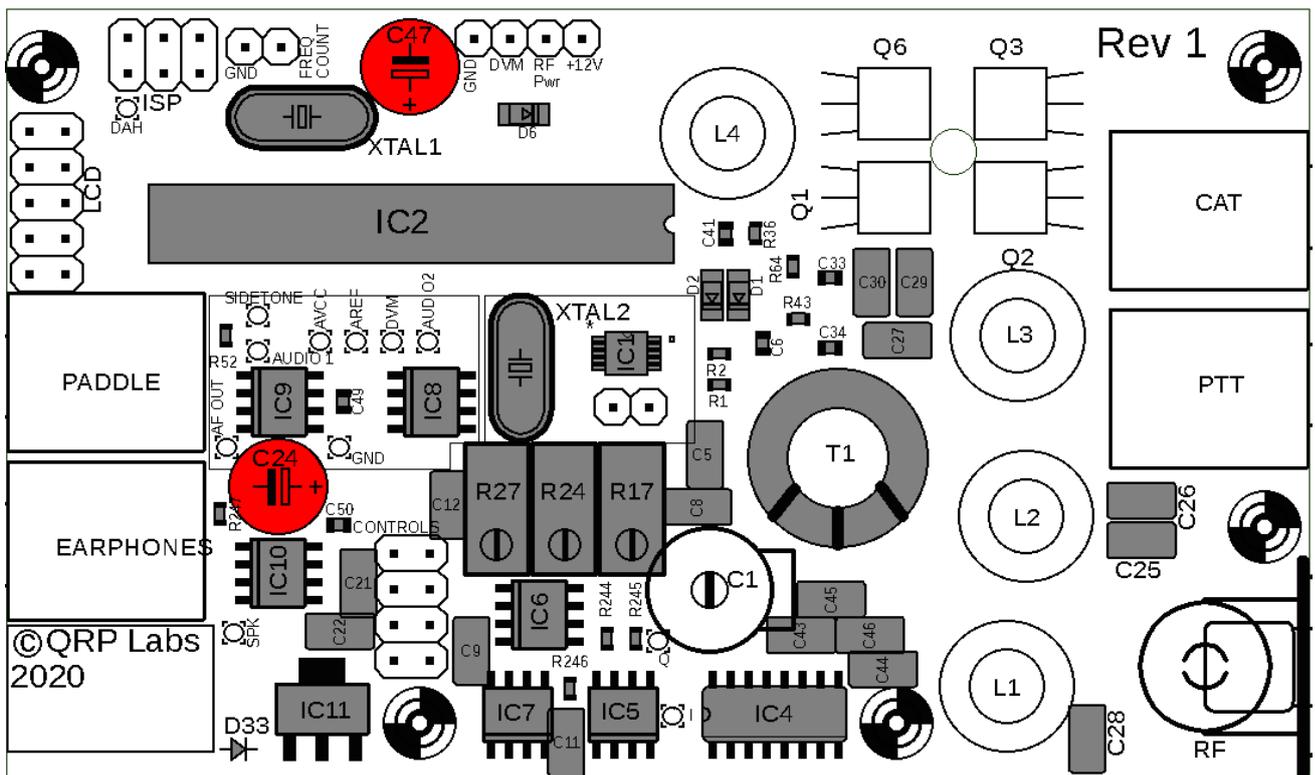
3.17 Install 470uF capacitors

Le kit contient deux condensateurs de 470uF : C24, C47. Ce sont des condensateurs électrolytiques polarisés et ils DOIVENT être installés avec la bonne orientation ! Le fil NÉGATIF du condensateur doit être installé dans le trou indiqué sur la sérigraphie du PCB et sur le schéma d'implantation par la barre noire pleine ; le fil POSITIF doit être installé dans le trou indiqué sur la sérigraphie du PCB et sur le schéma d'implantation par la barre creuse et le symbole +.

Les condensateurs électrolytiques sont également fournis avec un fil plus long que l'autre. Le fil + est le plus long, le fil - est le plus court (voir photo de droite).



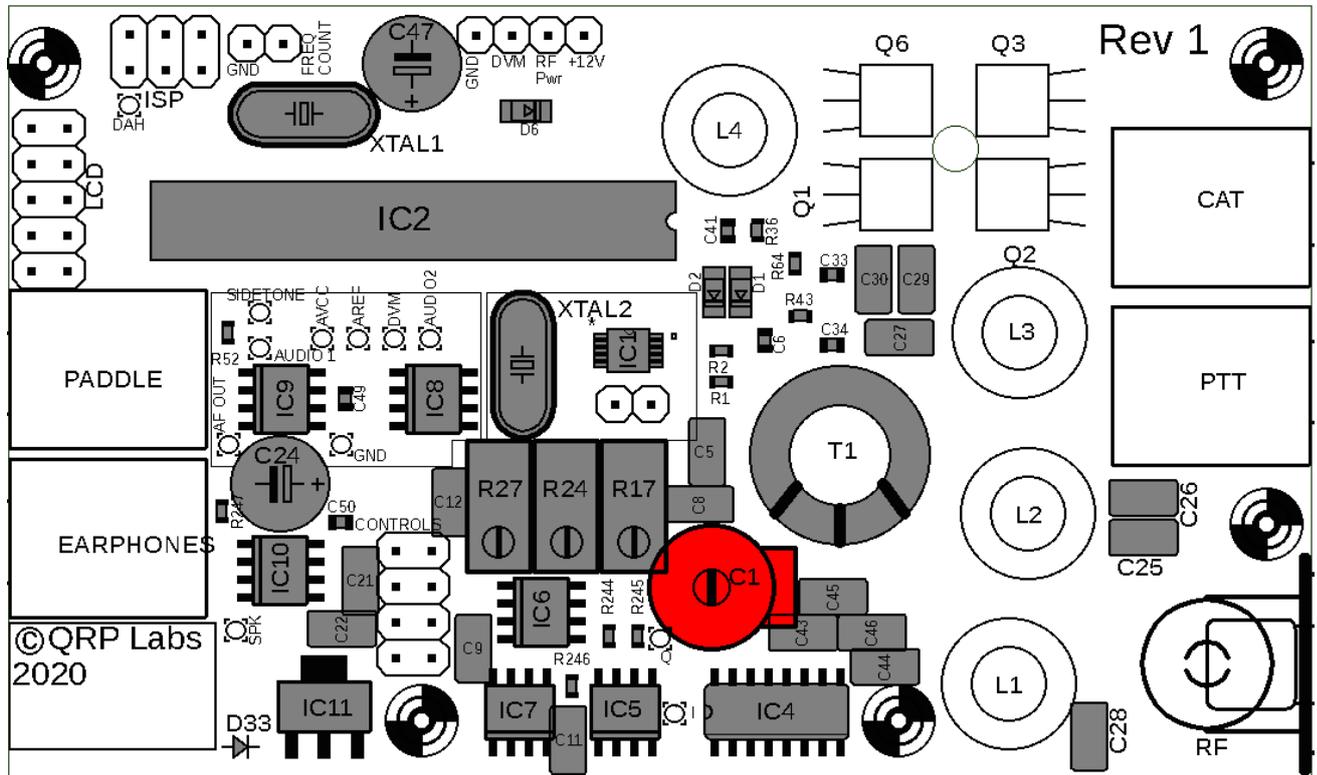
Ces condensateurs doivent être installés sur le circuit imprimé de manière à ce qu'ils soient à fleur de celui-ci, sans espace entre le circuit imprimé et le fond du condensateur



3.18 Install 30pF trimmer capacitor C1

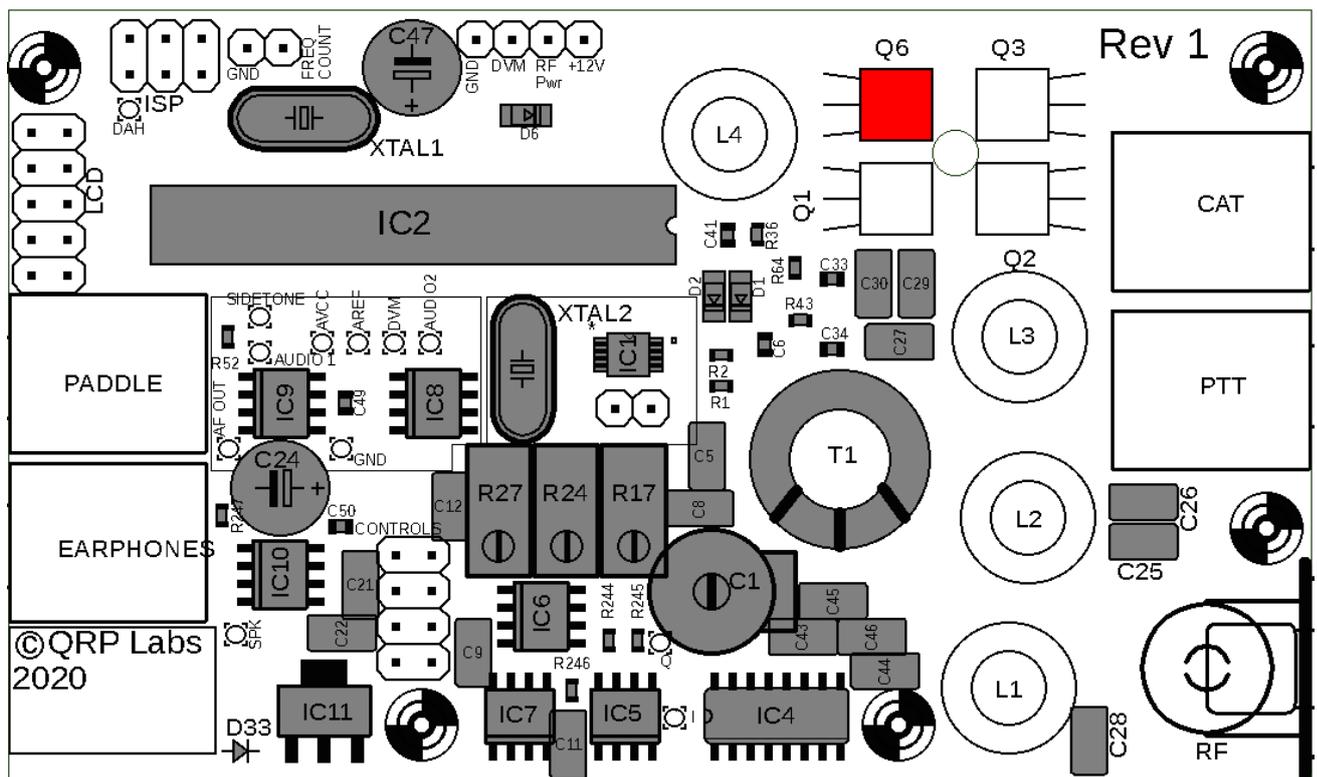
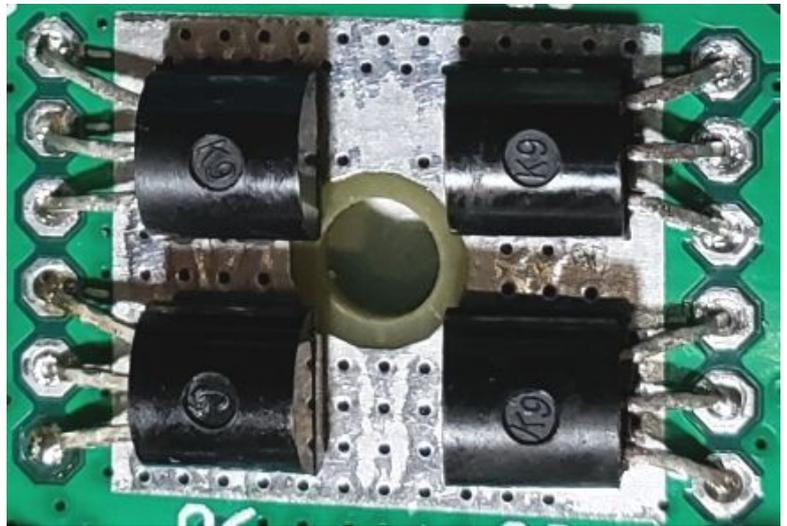
Insérez les broches du composant avec soin et avec l'orientation correcte qui correspond à la carte de circuit imprimé.

Coupez les petites broches sur la face inférieure (côté soudure) du circuit imprimé, elles ne dépassent que de quelques mm mais, une fois installées dans le boîtier, elles peuvent être assez proches du sol en aluminium..



3.19 Install MPS751 transistor Q6

Veillez à identifier correctement ce transistor par ses marquages, car le style du boîtier est similaire à celui des autres transistors. Pliez et insérez soigneusement les fils de sorte que le côté plat du transistor soit à plat contre la surface du PCB, et que le corps du transistor soit aligné avec le carré du schéma de montage (qui n'est pas visible sur la sérigraphie du PCB). Le coin du transistor ne doit pas chevaucher le trou du PCB.

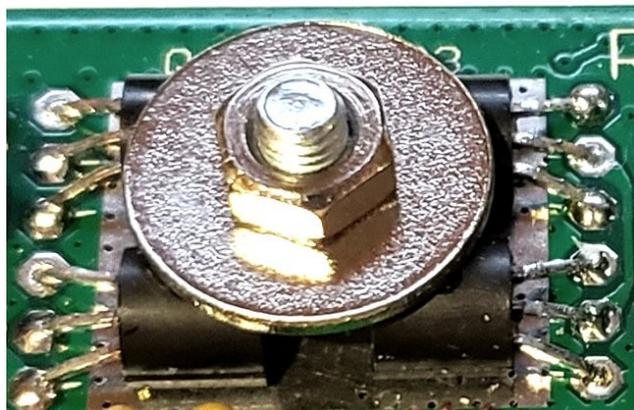


3.20 Install three BS170 transistors

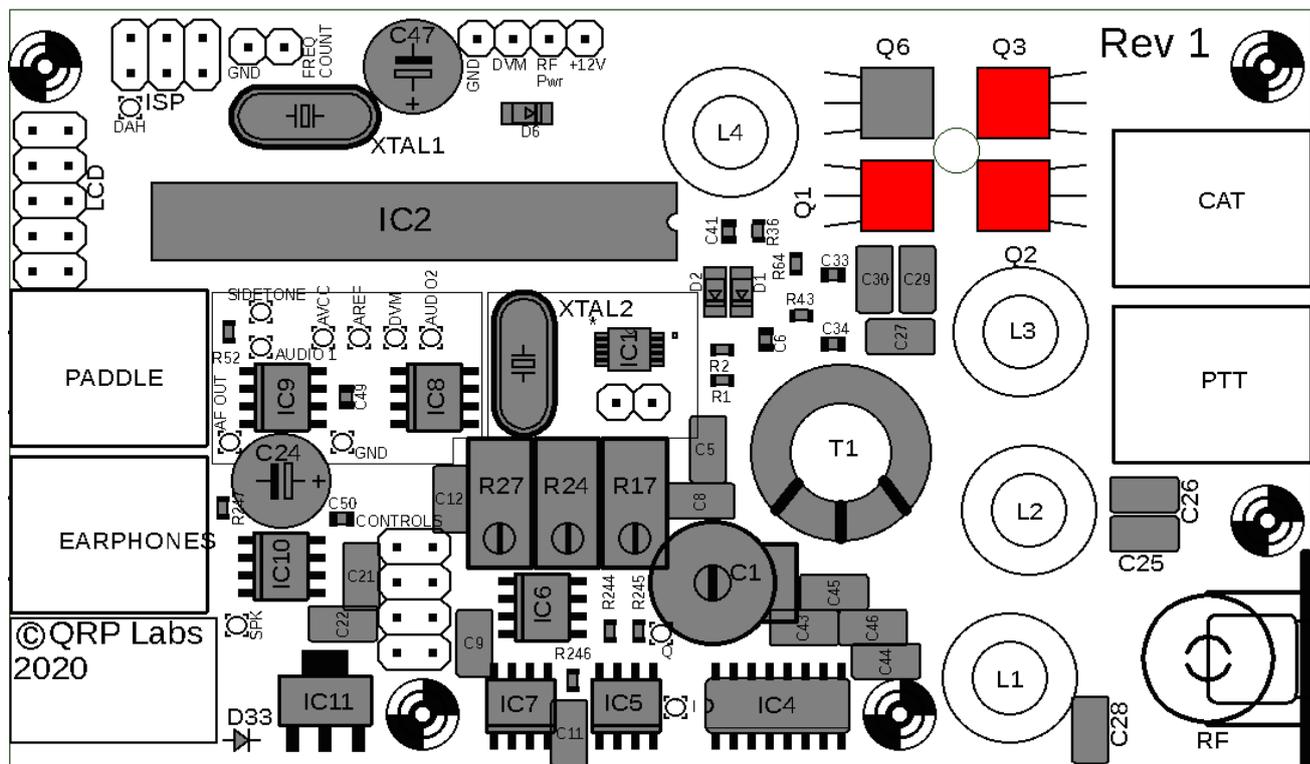
Les trois autres transistors du kit sont des MOSFETs BS170 : Q1, Q2 et Q3

Pour Q1, Q2 et Q3, suivez soigneusement la même procédure d'installation que celle décrite dans la section précédente, en vous assurant que les transistors sont bien alignés dans les bonnes positions près du trou du circuit imprimé.

Après l'installation, utilisez la vis en acier M3 de 10 mm, la rondelle en acier de 12 mm et l'écrou M3 fournis pour boulonner les côtés plats des transistors fermement à plat sur la surface du PCB, comme indiqué (photo, à droite).

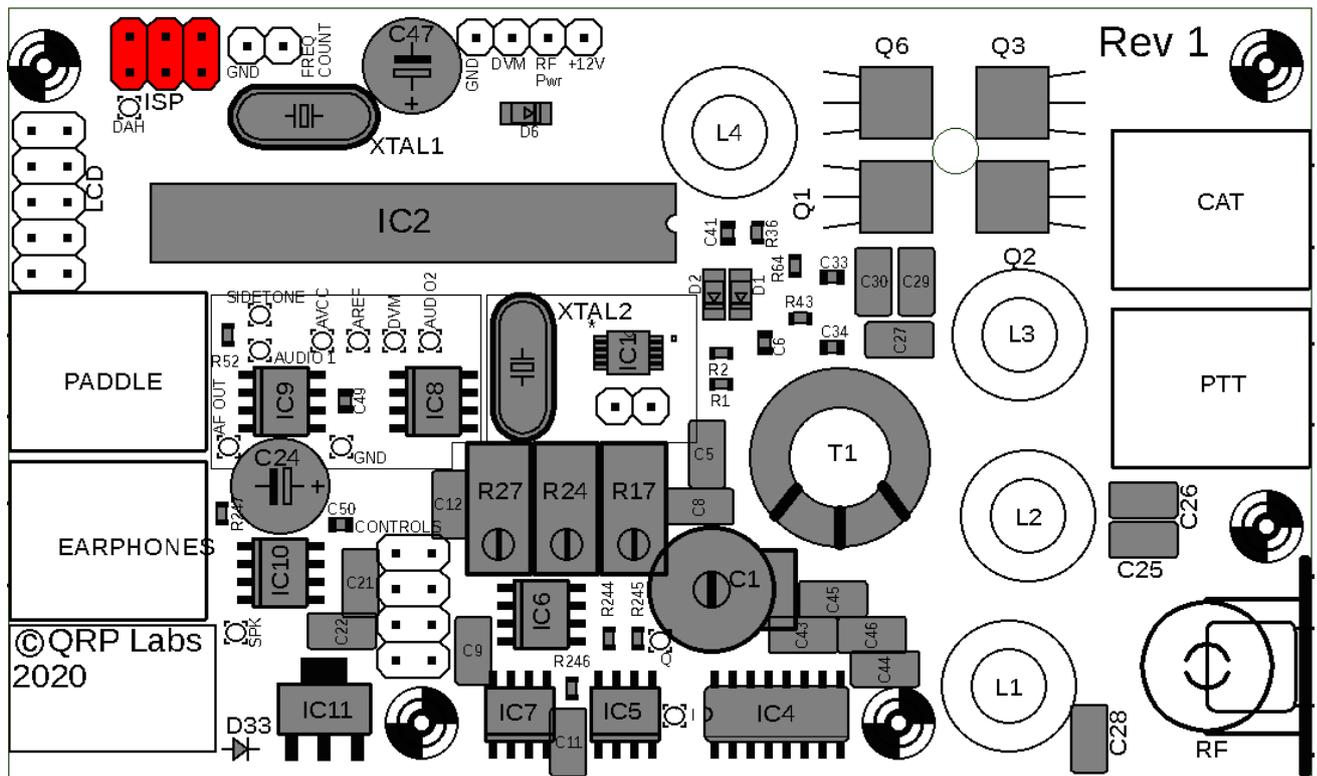


Le kit peut contenir à la fois une vis de 10 mm ET une vis de 12 mm. Il est essentiel d'utiliser la vis de 10 mm et non la vis de 12 mm (qui est trop haute). 10mm est la longueur souhaitée de la partie filetée.



3.21 Install 2x3-pin in-circuit programming header

Ce connecteur mâle peut être utilisé pour connecter un programmeur AVR afin d'appliquer des mises à jour de firmware si nécessaire. Insérez l'extrémité COURTE des broches dans le PCB. Soudez d'abord une broche en place et vérifiez que l'embase est bien placée sur le circuit imprimé avant de souder l'autre 5.

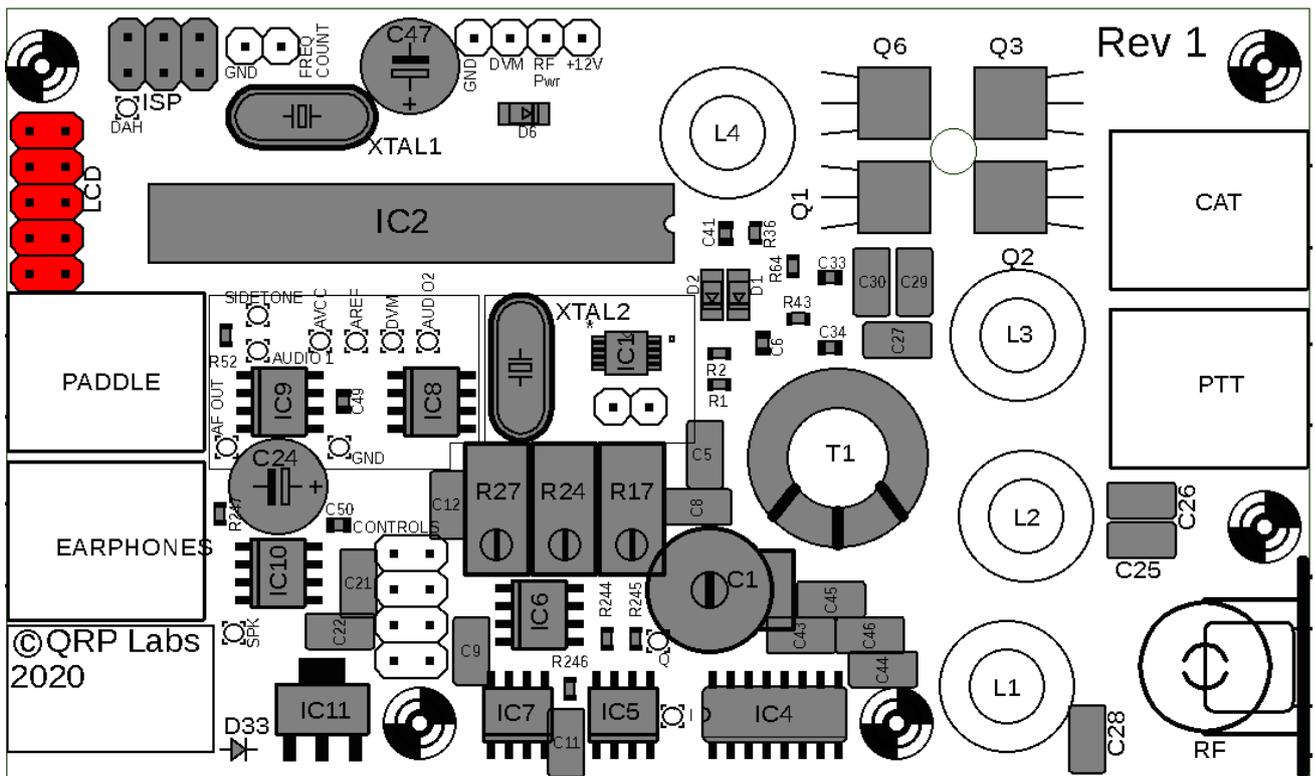


3.22 Install 2x5 LCD header

Ce connecteur femelle relie la mini carte QCX principale à la carte d'affichage située au-dessus. Soudez d'abord une broche en place et vérifiez que l'embase est bien placée sur le circuit imprimé avant de souder l'autre 9.

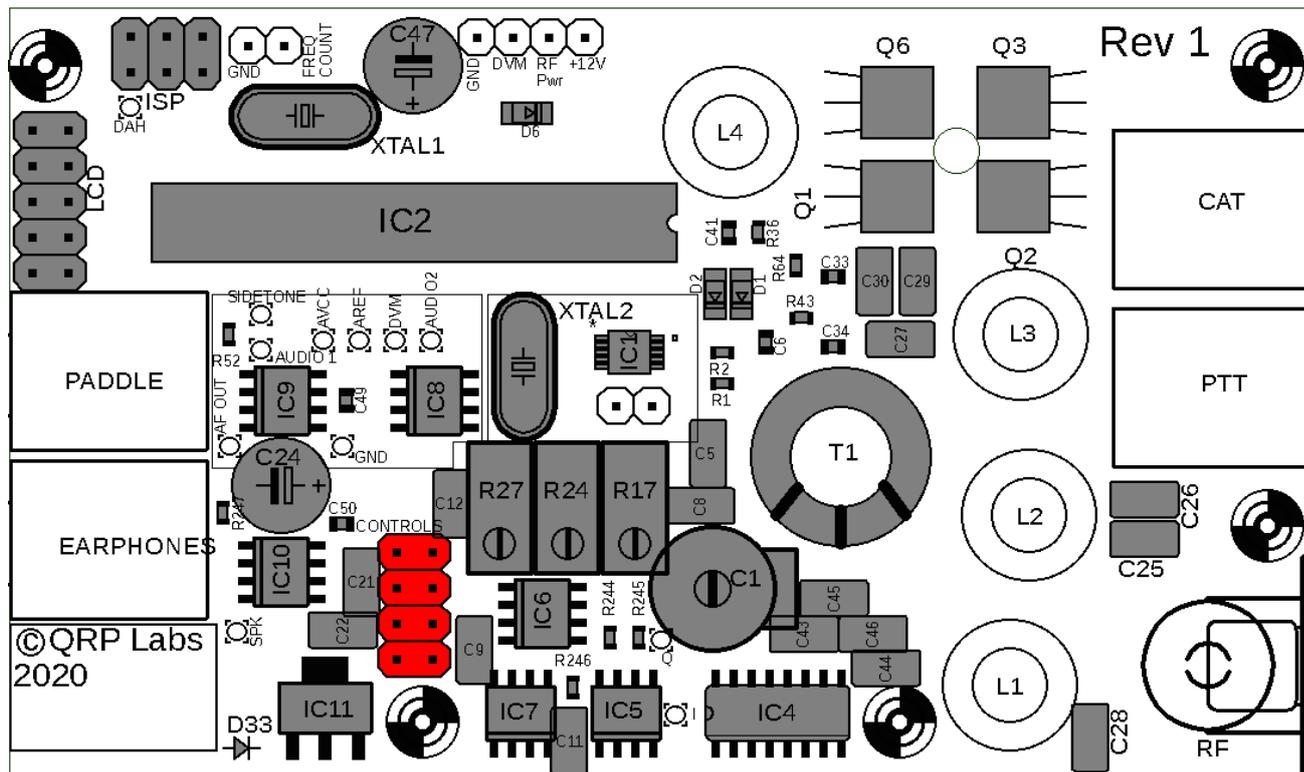
Assurez-vous d'installer le connecteur 2x5 broches FEMALE (voir à droite), et non le connecteur mâle qui est installé sur la carte LCD.

Essayez de tenir la prise aussi loin que possible vers le côté supérieur de la carte (dans le schéma ci-dessous), c'est-à-dire aussi loin que possible du connecteur de la palette. En effet, l'installation des écouteurs et des connecteurs de la palette est un ajustement serré.



3.23 Install 2x4 UI header

Ce connecteur femelle relie la mini carte QCX principale à la carte de contrôle située au-dessus. Soudez d'abord une broche en place et vérifiez que l'embase est bien placée sur la carte avant de souder l'autre 8.



3.24 Wind and install toroid L4

L4 est de type T37-2. Il s'agit d'un petit anneau avec de la peinture rouge sur un côté. Chaque fois que le fil passe par le trou au milieu du tore, cela compte pour un tour. Le nombre de tours dépend de la bande de votre kit, reportez-vous au tableau suivant. Les valeurs de l'inductance sont approximatives et dépendent des variations du noyau et de la force avec laquelle vous enroulez les tours. Ne vous inquiétez pas de ces variations qui ne sont pas critiques dans ce cas.

Bande	Value	Spires
80m	2.3uH	24
60m	2.3uH	24
40m	1.0uH	16
30m	0.78uH	14
20m	0.40uH	10
17m	0.32uH	9

Essayez de garder le fil assez serré (mais pas au point de le casser). Essayez de répartir les spires de manière égale autour du tore. Laissez environ 2 ou 3 cm de fil aux extrémités.

Le fil est recouvert d'une peinture isolante émaillée et il est CRITIQUE d'enlever cet émail au niveau des soudures, sinon il n'y aura pas de connexion électrique à travers

le tore ! C'est la cause numéro 1 des problèmes de construction des kits de QRP Labs : l'impossibilité d'enlever l'émail du fil.

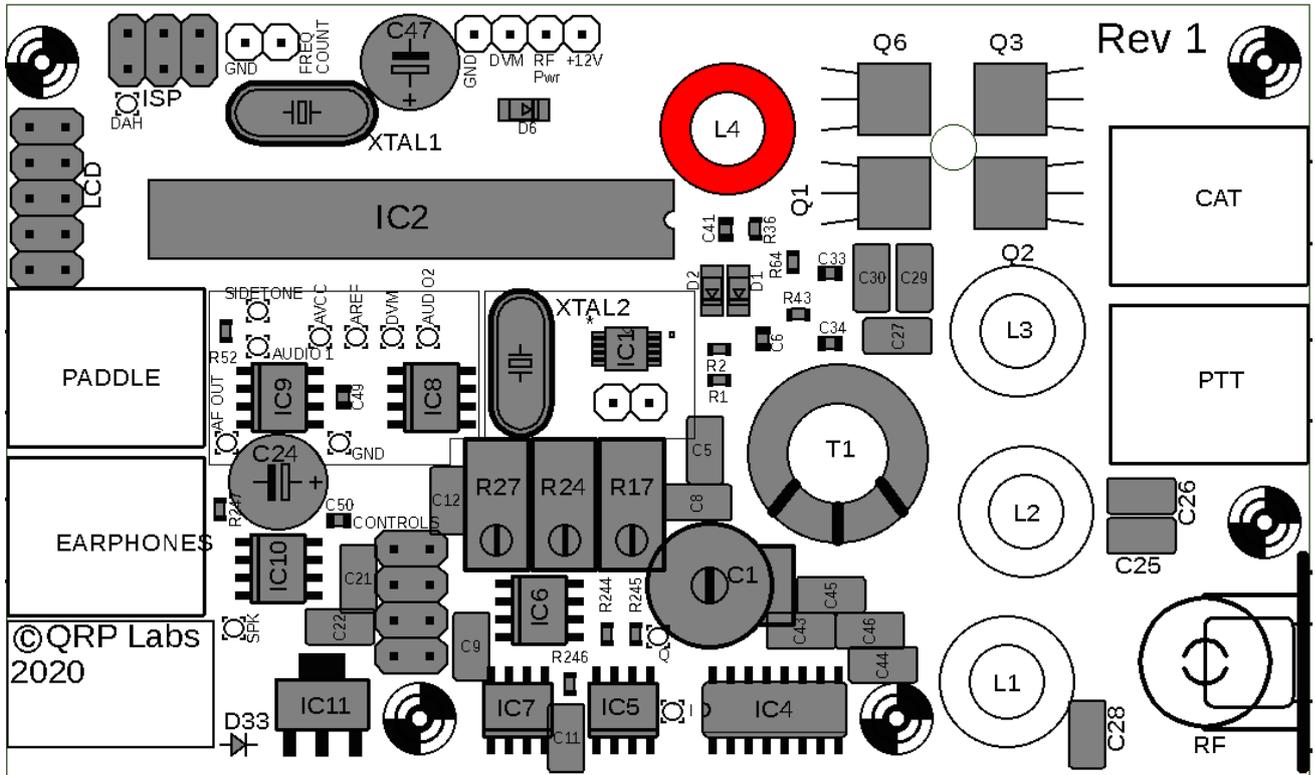
Une méthode pour enlever l'émail du fil consiste à le gratter aux extrémités, soit avec du papier de verre, soit en grattant soigneusement avec un couteau ou des pinces coupantes. Cependant, ma méthode préférée est de brûler l'émail. Pendant de nombreuses années, le type d'émail utilisé sur les fils de cuivre peut être brûlé à la température d'un fer à souder ordinaire, en immergeant le fil dans une goutte de soudure. (Ce n'était pas le cas, des fils beaucoup plus anciens ayant été trouvés dans des équipements anciens à tubes ou à valves). Vous pouvez également utiliser un briquet pour brûler l'émail.

Insérez les extrémités des fils dans les bons trous du circuit imprimé et tirez bien dessus, de sorte que le tore soit bien fixé et à plat sur le circuit imprimé.

Pliez les fils pour que le tore ne tombe pas pendant que vous essayez de souder les fils. Coupez l'excédent de fil à l'aide d'un coupe-fil, en ne laissant dépasser qu'environ 2 mm du circuit imprimé sur la face inférieure. Appliquez maintenant assez généreusement la soudure du fer à souder. Tenez le fer à souder sur le joint pendant quelques secondes - je compte généralement jusqu'à 10 lentement - et la soudure entourera le fil, qui deviendra assez chaud pour brûler l'émail. Vous pouvez parfois voir une petite bouffée de fumée lorsque l'émail brûle.

Inspectez soigneusement les joints soudés avec une loupe pour vous assurer que le fil est correctement soudé. Si la soudure semble ne pas avoir bien coulé et avoir adhéré au fil, c'est généralement le signe que l'émail n'a pas été brûlé.

Si vous disposez d'une DVM, il est conseillé de vérifier la continuité électrique continue (résistance de zéro ohms) entre les deux extrémités du fil. Si vous ne disposez PAS d'une DVM et si la radio ne fonctionne pas, nous pouvons utiliser l'équipement de test intégré plus tard, pour repérer la panne.



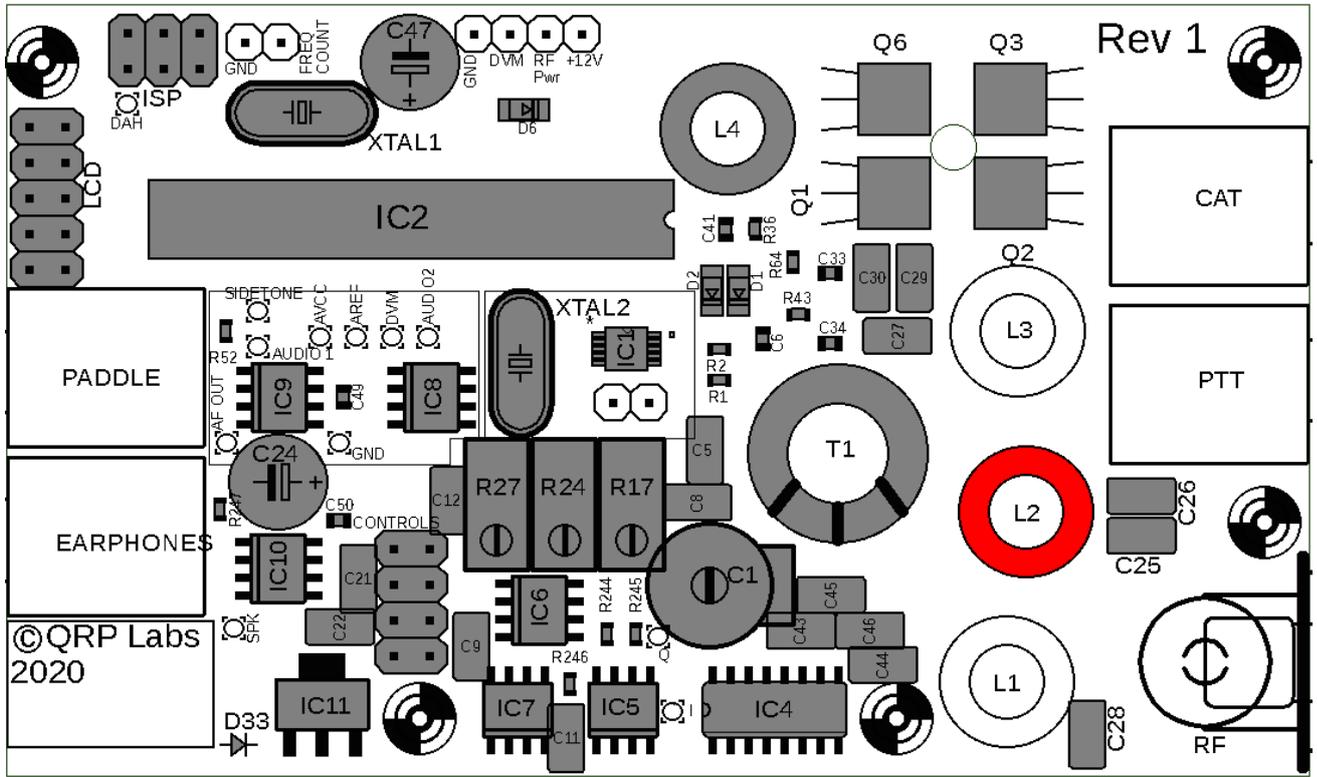
3.25 Wind and install toroid L2

LL2 est un petit anneau toroïdal peint en jaune ou en rouge sur un côté. Il fait partie du sachet du kit de filtre passe-bas fourni. L'installation de l'inducteur est similaire à celle de la section précédente. **N'oubliez pas de retirer l'émail du fil et de vérifier !**

Dans le kit QCX-mini, il y a un certain avantage à enrouler le tore avec les spires bien serrées, puis à l'installer, et seulement ensuite à les répartir uniformément. En effet, vous voudrez probablement plus tard essayer de serrer et d'étendre les spires des tores pour optimiser la puissance de sortie. De la manière dont les tores sont installés à plat sur le circuit imprimé dans le QCX-mini, il est beaucoup plus facile d'étaler les spires si elles sont initialement regroupées, que de les regrouper si elles sont initialement étalées. Dans ce dernier cas, le fil sera plutôt tendu pour essayer de regrouper les spires.

Le nombre de tours dépend de la bande, voir le tableau suivant. Les valeurs d'inductance sont approximatives et dépendent des variations du noyau et de la tension des tours. Ne vous inquiétez pas de ces variations qui ne sont pas critiques dans ce cas.

Bande	Tore	Colour	Value	Spires
80m	T37-2	Rouge	3.0uH	27
60m	T37-2	Rouge	2.3uH	24
40m	T37-6	Jaune	1.7uH	24
30m	T37-6	Jaune	1.3uH	20
20m	T37-6	Jaune	0.90uH	17
17m	T37-6	Jaune	0.67uH	15

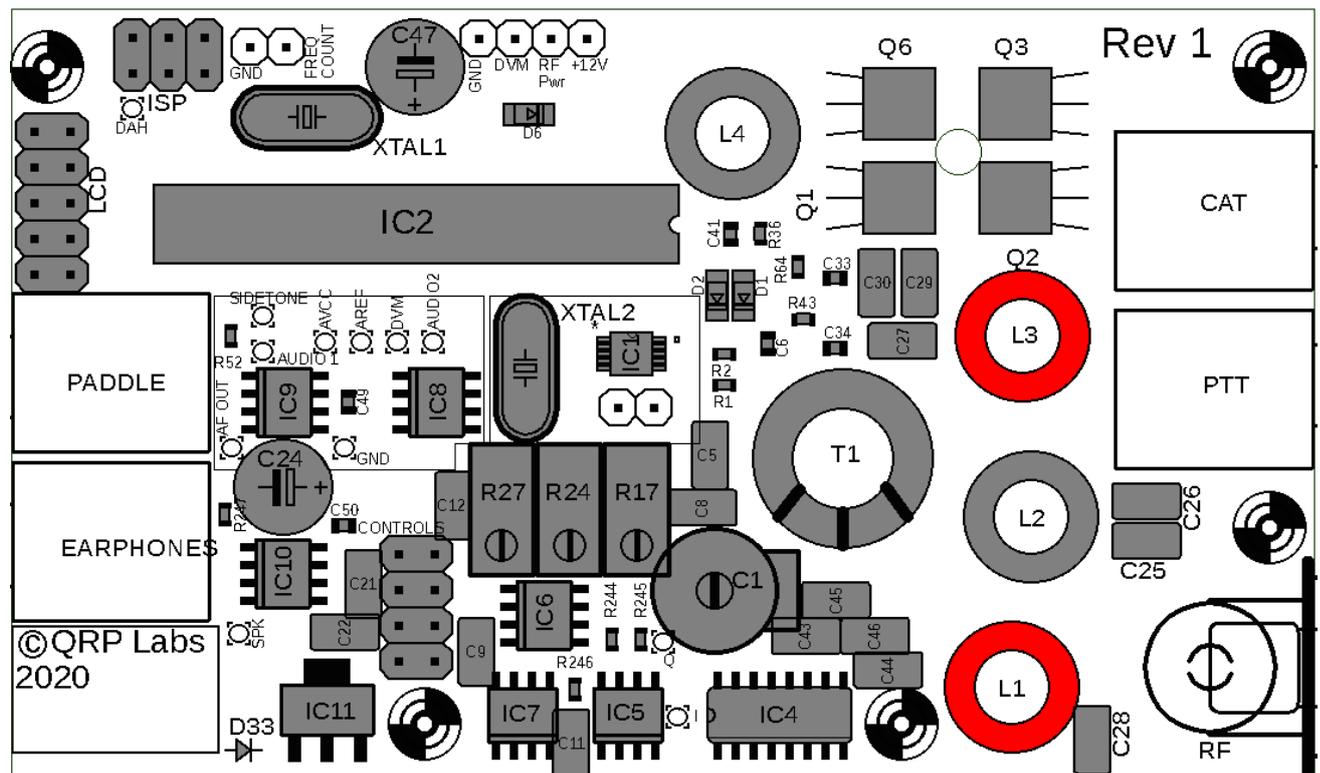


3.26 Wind and install toroids L1 and L3

L1 et L3 sont de petits anneaux toroïdaux peints en jaune ou en rouge sur un côté. Ils font partie du sachet du kit de filtre passe-bas fourni. L'installation des inducteurs est similaire à celle de la section précédente. **N'oubliez pas d'enlever l'email du fil et de vérifier !**

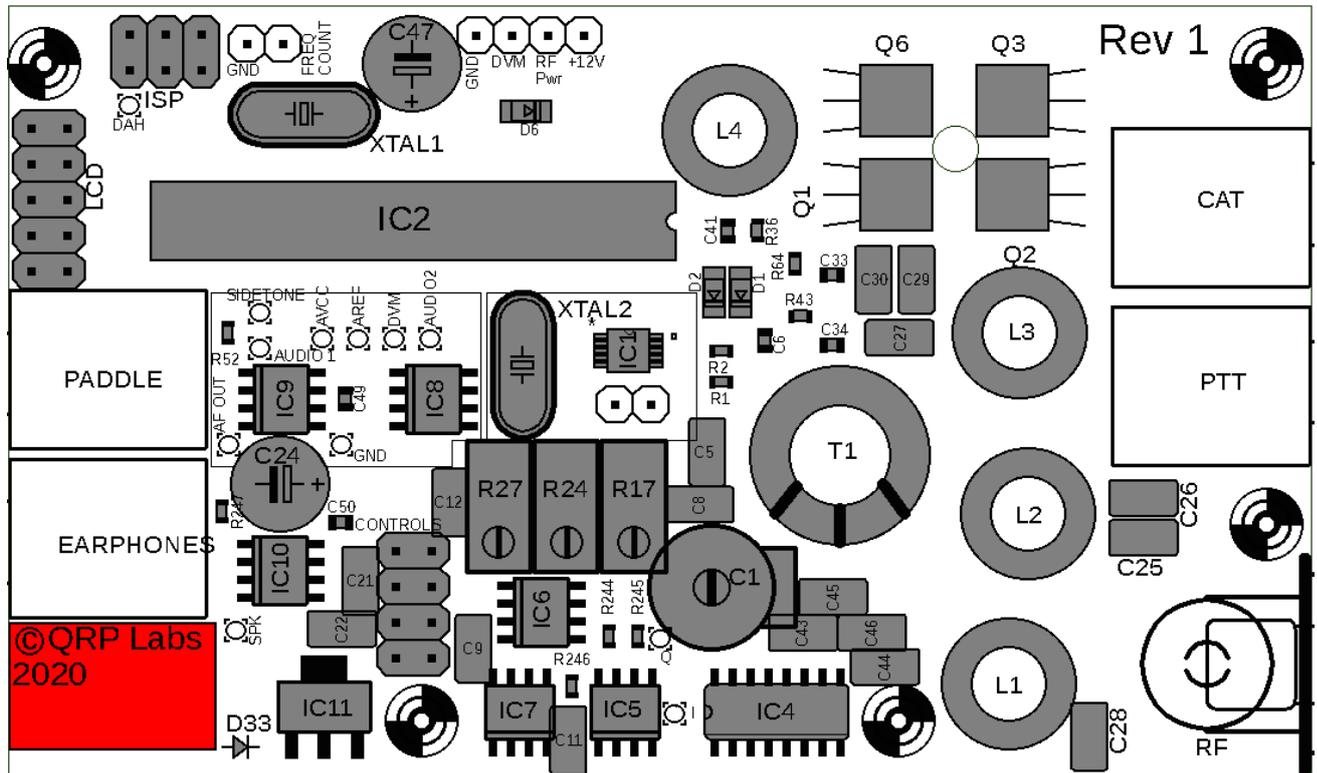
Le nombre de tours dépend de la bande, voir le tableau suivant. Les valeurs d'inductance sont approximatives et dépendent des variations du noyau et de la tension d'enroulement des spires. Ne vous inquiétez pas de ces variations qui ne sont pas critiques dans ce cas.

Bande	Tore	Colour	Value	Spires
80m	T37-2	Rouge	2.4uH	25
60m	T37-2	Rouge	2.1uH	23
40m	T37-6	Jaune	1.4uH	21
30m	T37-6	Jaune	1.1uH	19
20m	T37-6	Jaune	0.77uH	16
17m	T37-6	Jaune	0.55uH	13



3.27 Install 2.1mm power connector

Installez le connecteur d'alimentation de 2,1 mm, orienté de manière à correspondre à la sérigraphie du circuit imprimé. Il est important de l'installer avec précision de sorte que si vous installez le QCX-mini dans le boîtier en aluminium optionnel, le connecteur soit correctement aligné avec le trou du panneau associé.



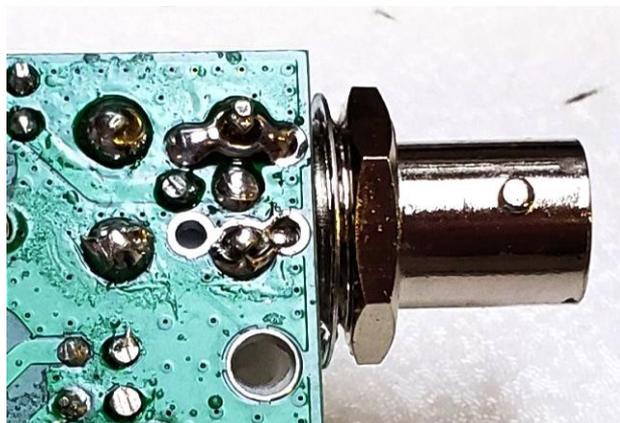
3.28 Install RF output BNC connector

Une alternative est l'installation d'un connecteur SMA à angle droit ici (non fourni).

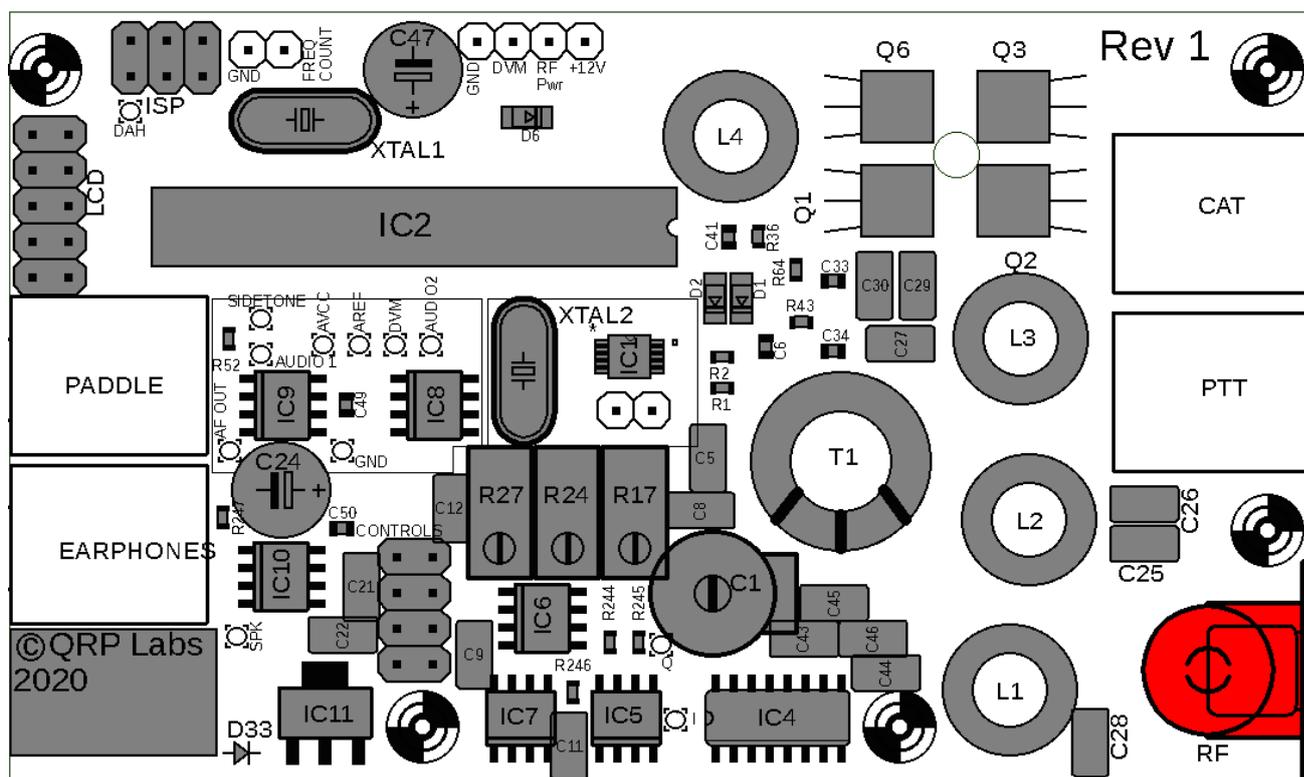
Soudez d'abord la broche centrale, pour vérifier que l'alignement est correct ; si vous êtes satisfait, soudez les autres broches. Il est plus facile d'assurer un bon alignement si la rondelle et l'écrou sont retirés avant l'installation.

Un alignement précis est très important, afin de s'assurer que le connecteur s'insère dans le trou du boîtier QCX-mini de QRP Labs (si utilisé). Le rebord du corps du connecteur ne doit pas chevaucher le bord du PCB. Le connecteur BNC doit reposer à l'équerre sur la carte, le corps métallique s'étendant à 90 degrés jusqu'au bord du PCB. Coupez la longueur de fil excédentaire de la broche centrale après le soudage.

Le corps métallique du connecteur BNC est directement moulé sur les quatre broches de terre du connecteur. Le soudage de ces broches nécessite beaucoup de chaleur ! En utilisant un fer à souder de 60W lors de l'assemblage du prototype, le fer a été maintenu sur chaque broche du connecteur pendant au moins 20 secondes pour le chauffer complètement et assurer une bonne liaison électrique et mécanique.



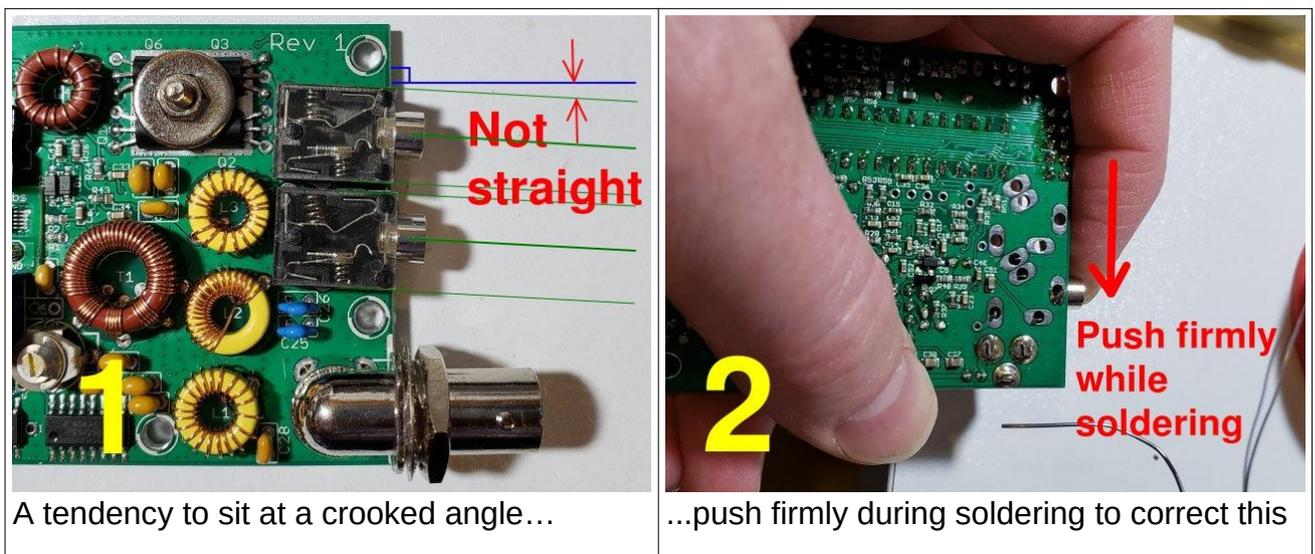
Cela demande beaucoup de chaleur, un certain temps et beaucoup de soudure... Ne vous inquiétez pas si vous créez des ponts de soudure sur les plots de terre qui sont disponibles en option pour le connecteur SMA ; mais assurez-vous qu'il n'y a pas de court-circuit sur la broche centrale

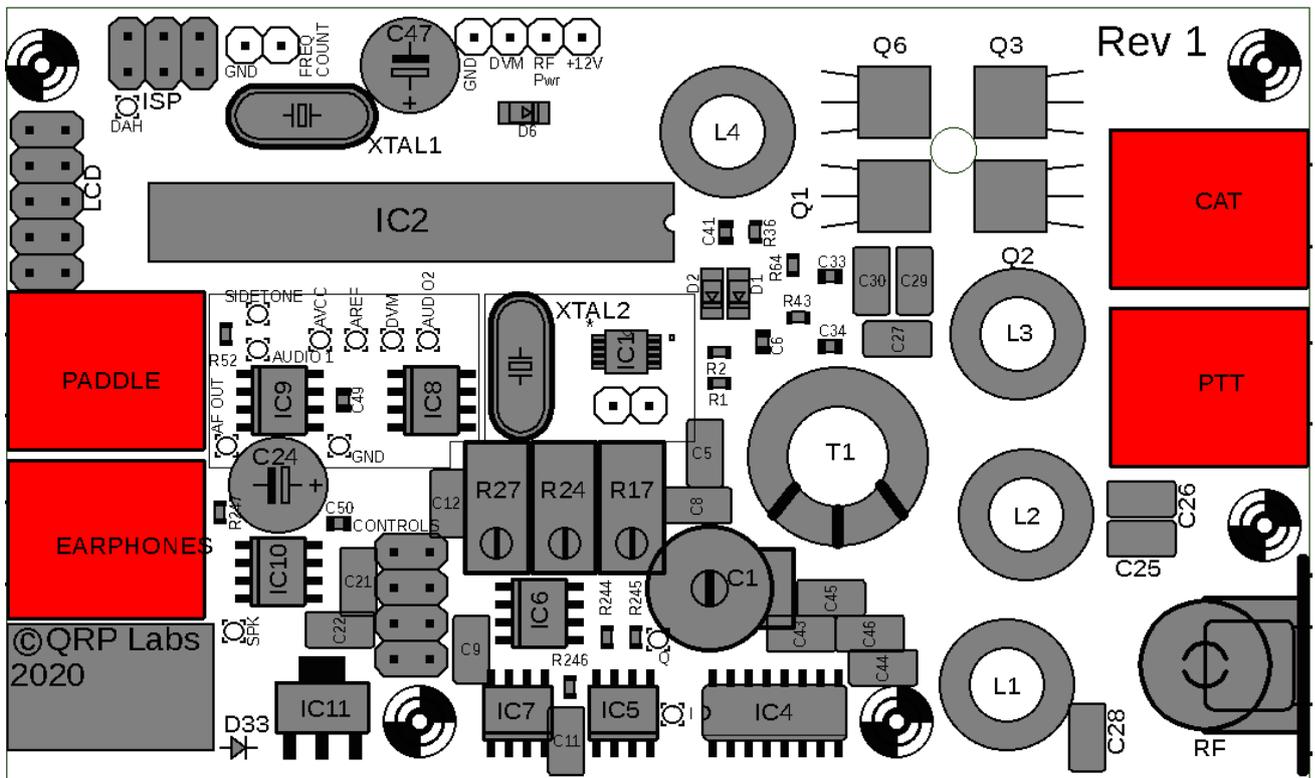


3.29 Install 3.5mm stereo jack connectors

C'est l'étape finale de l'assemblage de la carte mère. Il y a quatre connecteurs jack 3,5 mm stéréo, utilisés pour la sortie audio (écouteurs), la connexion optionnelle d'une palette, la connexion CAT optionnelle, et la sortie PTT optionnelle vers le kit PA 50W (kit QRP Labs optionnel).

Un alignement précis est très important, pour s'assurer que les connecteurs s'insèrent dans les trous du boîtier QCX-mini de QRP Labs (si utilisé). Les connecteurs ont tendance à s'enfoncer de travers. Il convient de corriger ce problème. Une façon d'assurer un positionnement précis est d'incliner un peu de soudure à quelques cm au-dessus de l'établi, puis de tenir la carte dans une main, en poussant fermement pour redresser le connecteur, puis de souder la languette de mise à la terre (la languette la plus proche du bord de la carte). Ensuite, soudez une languette près de l'intérieur de la zone du PCB ; puis vérifiez à nouveau l'alignement avant de continuer avec les trois autres broches (la photo 1 montre les connecteurs PTT et CAT ; la photo 2 les connecteurs audio et Paddle).



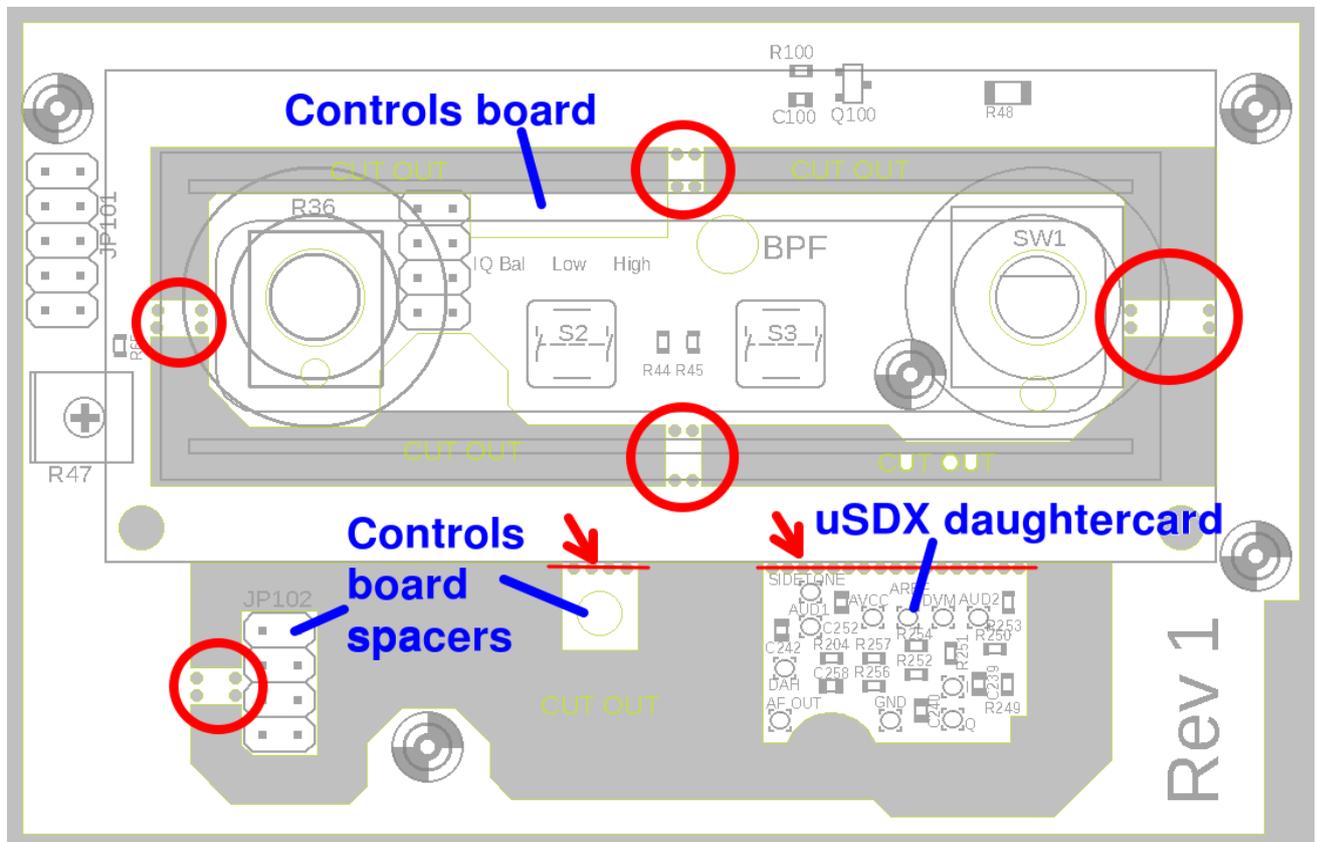


3.30 Break apart inner PCBs of display board

Maintenant que l'assemblage du circuit imprimé principal est terminé, la carte d'affichage et la carte de contrôle sont assemblées.

Le panneau de la carte d'affichage contient plusieurs cartes plus petites qui sont reliées à la carte d'affichage par des ponts de cartes minces qui ont une ligne de trous, conçus pour être facilement retirés.

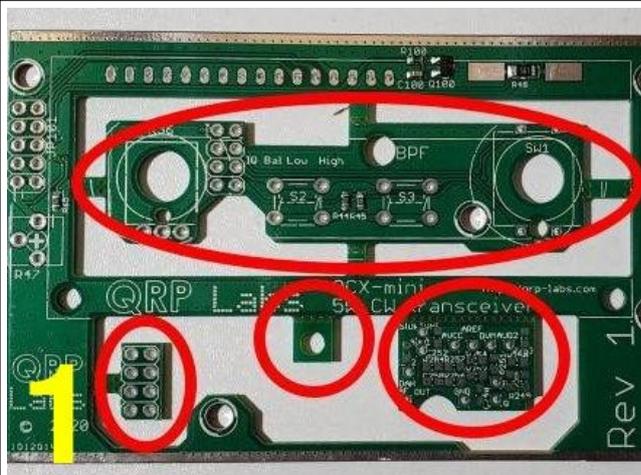
- Carte de commande : elle contient le contrôle de gain, le contrôle de l'encodeur rotatif (réglage) et les deux boutons.
- Entretoises de la carte de commande : deux minuscules circuits imprimés qui sont montés sur les points de fixation de la carte de commande pour augmenter sa hauteur de 1,6 mm par rapport à la carte QCX-mini principale.
- uSDX daughtercard : le PCB pour la modification de la SSB soutenue par le groupe uSDX
 - <https://groups.io/g/ucx>



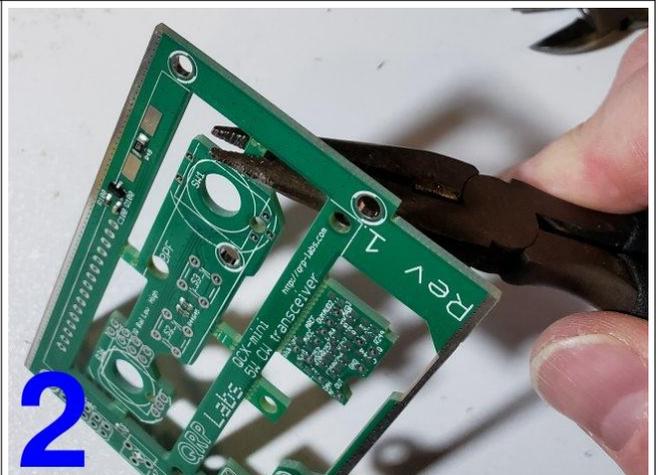
Les petits circuits imprimés peuvent être retirés du panneau à l'aide d'une pince à bec effilé, d'un coupe-fil ou d'un outil similaire. Le plus simple est de briser le panneau de commande, il suffit de le tourner tout en saisissant le mince pont de PCB pour le faire sortir. La carte fille uSDX et les entretoises de la carte de contrôle requièrent un peu plus de soin ; en particulier la carte fille uSDX, faites attention à ne pas casser le longeron central principal de la carte d'affichage en le cassant.

Une fois enlevées, il est essentiel de limer les bords rugueux de toutes les cartes de circuits imprimés (sauf la carte fille uSDX - il n'est nécessaire de limer celle-ci que si vous avez l'intention de l'utiliser).

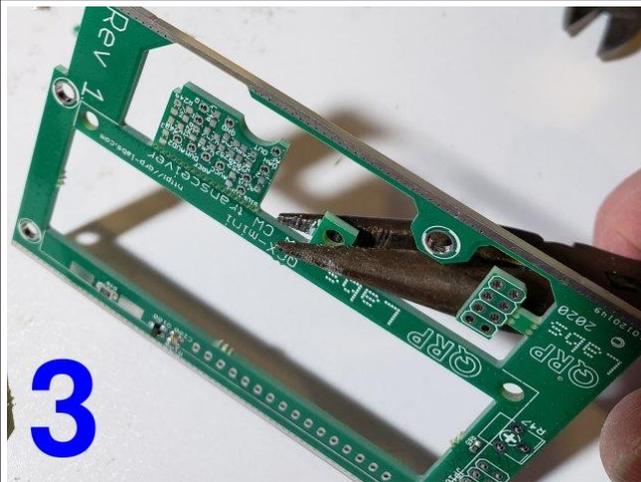
La carte de contrôle doit passer par le trou dans la partie inférieure de la carte d'affichage et ne le fera que si les bords rugueux ont été aplanis !



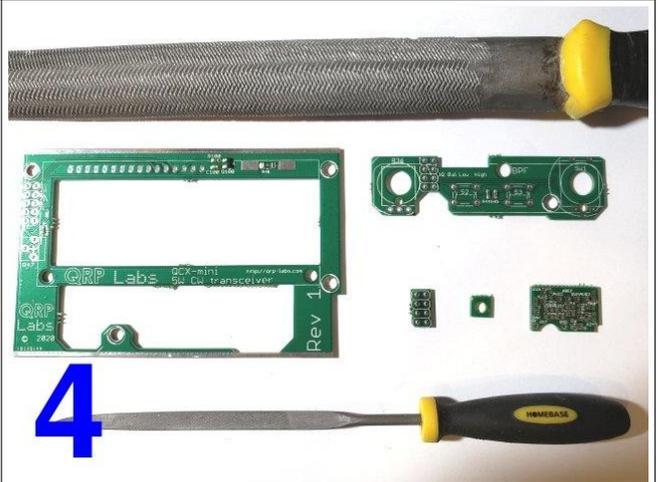
1 Location of five small PCBs to snap out of the display board panel



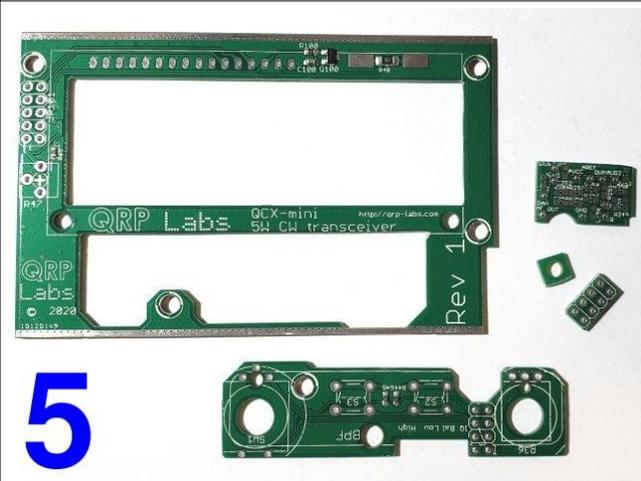
2 Squeeze and twist the PCB bridge to snap out using pliers or wire cutter



3 Gently grip and bend to remove – but be careful of the central spar of the panel PCB



4 File rough edges of the cut-outs in the panel PCB and the broken-out pieces



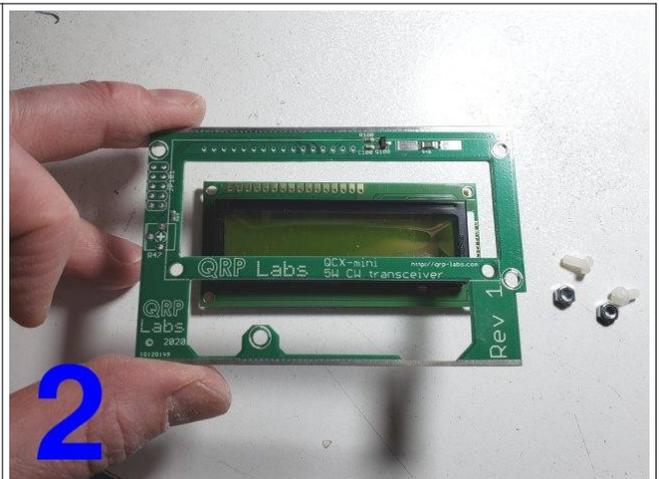
5 All five parts after careful filing

3.31 Install LCD module

La précision de l'assemblage est essentielle - suivez attentivement le guide ci-dessous.



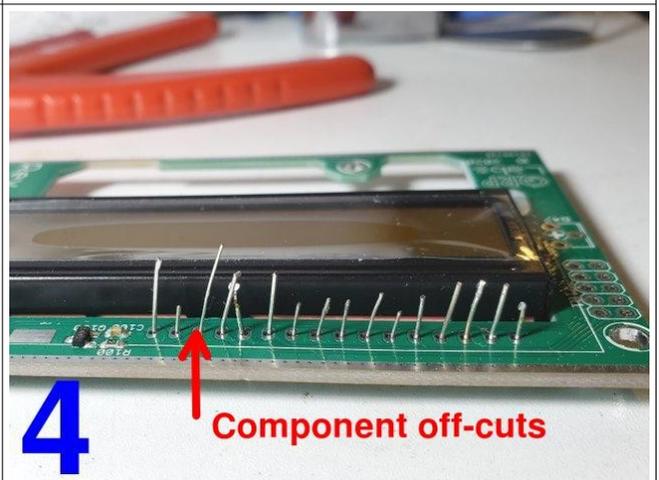
Identify the pairs of M3 6mm screws and nuts. They may be nylon or metal.



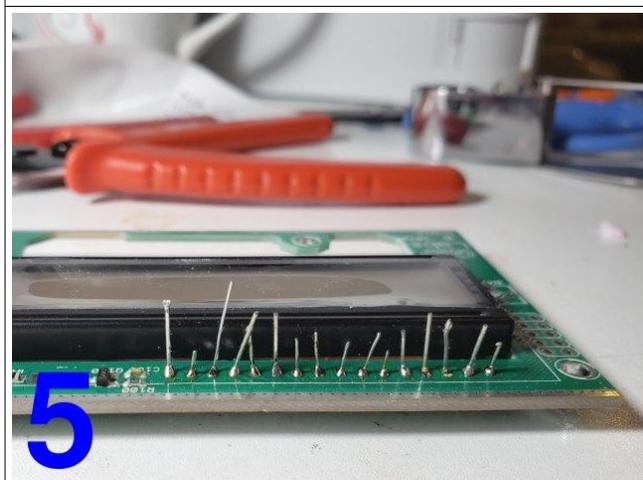
Fit the LCD module from behind the PCB, with its body through the rectangular cut-out



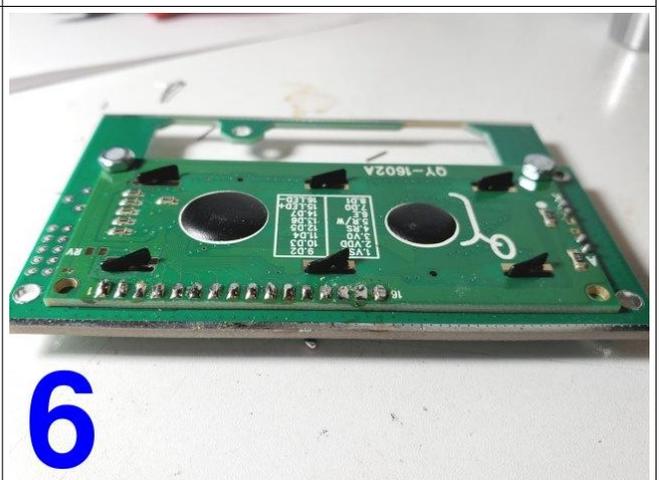
Bolt the LCD module, ensuring equal gaps at top and bottom; tighten screws firmly.



Drop component off-cuts through the 16 holes, their bottom ends sitting on the bench



Solder the component off-cut wires to the top of the PCB and trim (cut) the excess wire

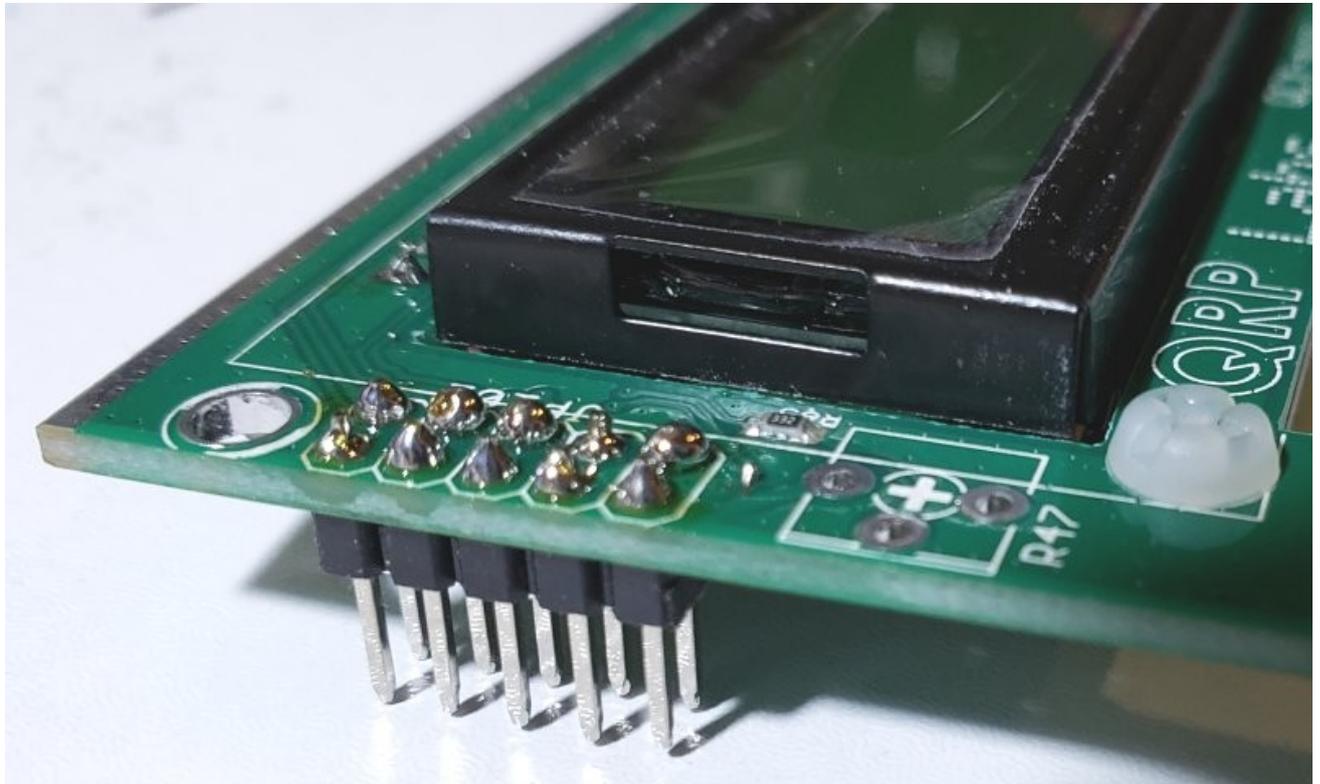


Turn over the PCB. Ensure the LCD sits flat on the PCB before soldering; trim excess. Cut these wires VERY short to avoid touching components on the main PCB later.

3.32 Install 2x5-pin male pin header connector

Installez l'embase mâle 2x5 broches par le dessous de la carte de circuit imprimé de l'écran ; le bout court des broches doit être inséré à travers la carte de circuit imprimé par le bas, comme indiqué.

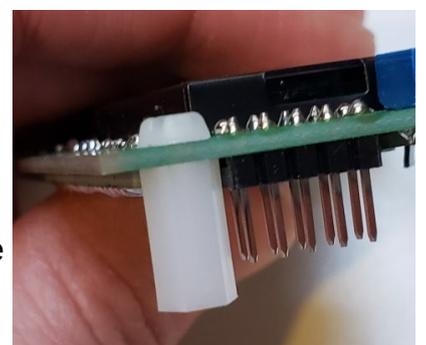
Soudez d'abord une broche et vérifiez l'alignement avant de continuer avec les neuf autres. Essayez de vous assurer que l'embase des broches est bien centrée dans la position qui lui a été attribuée.

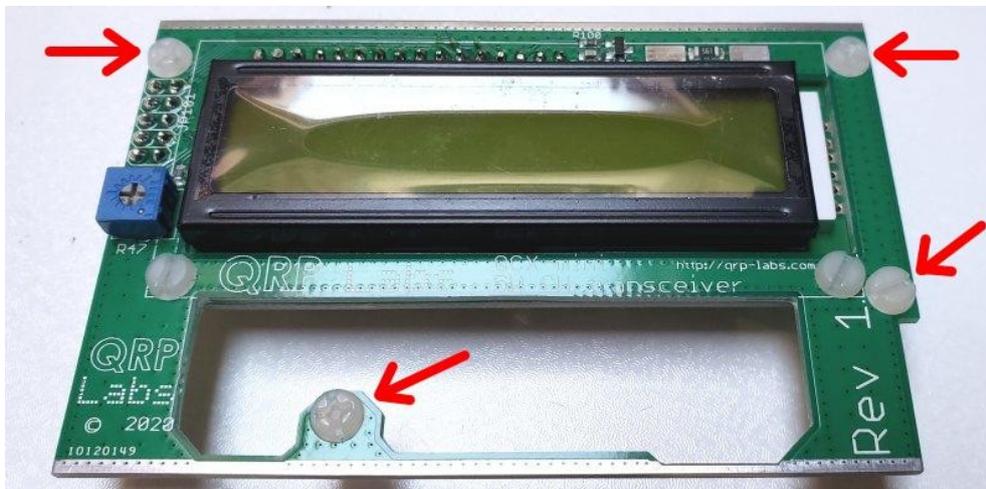


3.33 Install four 11mm nylon spacers

Installez quatre entretoises hexagonales en nylon de 11 mm sur la face inférieure du circuit imprimé LCD à l'aide de quatre vis en nylon de 6 mm, comme indiqué.

Veillez à ce que les entretoises hexagonales soient placées de manière à ce qu'un côté plat soit parallèle au bord du PCB voisin, de sorte qu'aucun coin ne dépasse le bord du PCB, ce qui empêcherait le montage des panneaux d'extrémité du boîtier.



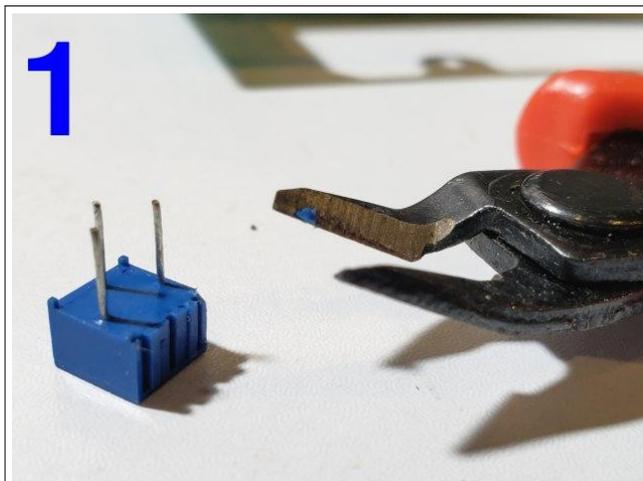


3.34 Install 20K trimmer potentiometer R47

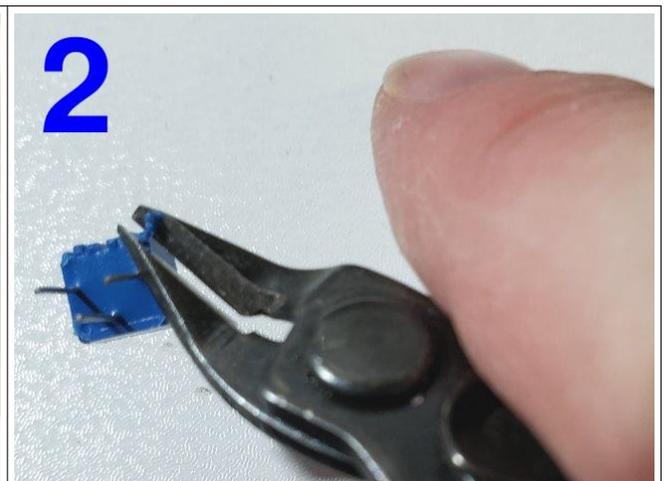
Le potentiomètre de réglage à un tour de 20K permet d'ajuster le contraste de l'écran LCD.

Ce potentiomètre, similaire aux potentiomètres trimmers 24 tours installés sur le mini PCB QCX principal, possède quatre petits pieds, un dans chaque coin. Malheureusement, ces pieds rendent le potentiomètre trop haut et peuvent empêcher le PCB de glisser dans le boîtier du QCX-mini plus tard. Il est donc nécessaire de couper les pieds saillants à l'aide d'un coupe-fil, afin que le potentiomètre puisse reposer à plat sur la carte de circuit imprimé.

Suivez les étapes ci-dessous pour installer cette pièce.

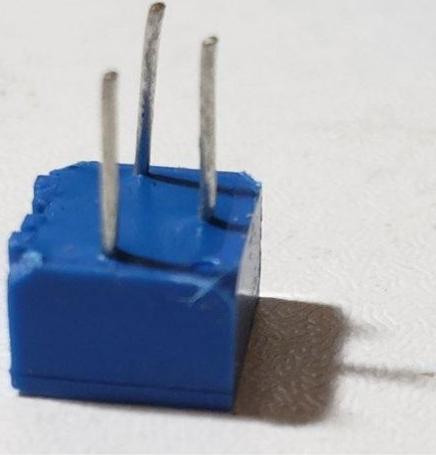


Cut each little plastic foot using wire-cutters.



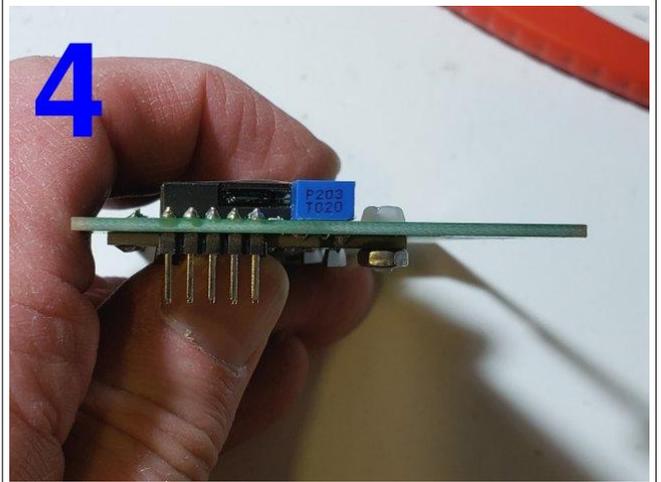
It doesn't matter if the corner of the potentiometer body is damaged slightly.

3



In the end it could look like this.

4

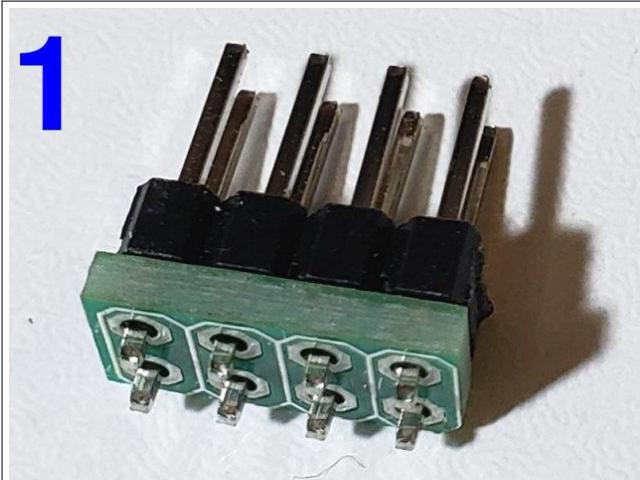


Install and solder, with the potentiometer body sitting flat on the PCB as shown. Trim excess pin length from the bottom side.

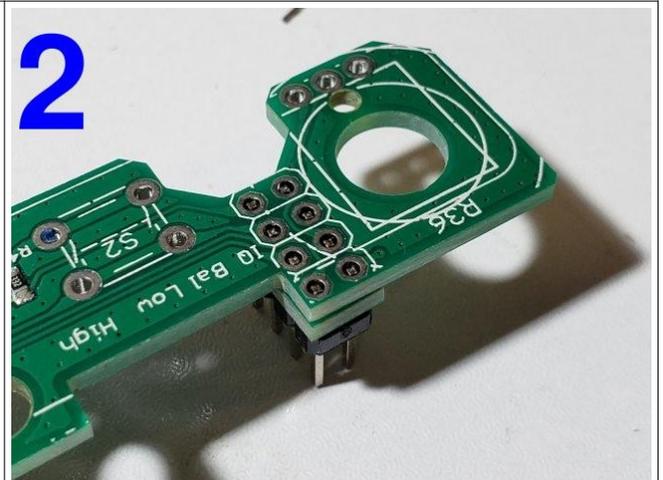
3.35 Install 2x4-pin male header on controls PCB

Vient ensuite l'assemblage du circuit imprimé de commande, qui contient le contrôle de gain, l'encodeur rotatif (réglage de la fréquence) et les deux boutons de commutation tactiles.

L'embase 2x4 broches doit être installée avec le petit circuit imprimé d'espacement pris en sandwich entre le corps du connecteur et la face inférieure du circuit imprimé. Suivez attentivement les étapes ci-dessous pour installer cette partie



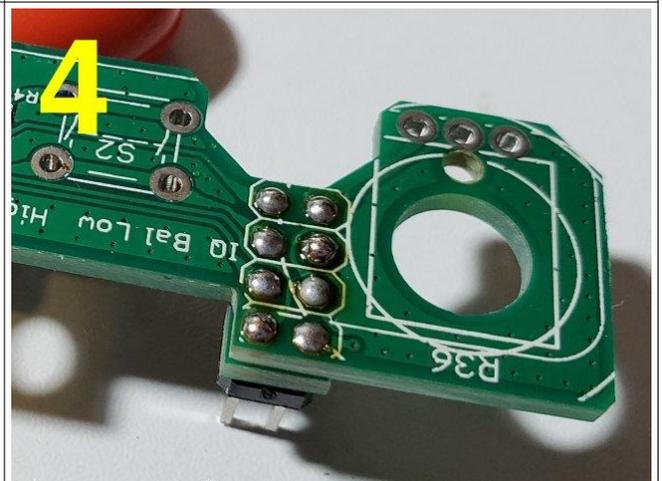
1
Thread the small spacer PCB having 8 matching holes, onto the short-pin side of the 2x4-pin header.



2
Insert the remaining length of the short pins into the PCB from the under-side, as shown.



3
The pins don't protrude from the top side of the holes. However the holes are through-hole plated. Be generous with the solder, and apply heat to the hole for at least 5 seconds to ensure the solder flows down inside the hole and makes a good connection to the pin.



4
Likewise, solder the remaining seven pins. Don't worry, this method really does work reliably; just ensure the soldering iron is poked into the hole if possible and apply heat for at least 5 seconds on each joint, and plenty of solder.

3.36 Install rotary encoder

Le codeur rotatif est installé dans le grand trou étiqueté SW1 sur la carte de contrôle..



1

First cut off two large PCB-mounting lugs as shown using wire-cutters. Do NOT cut pins.



2

Position a flat-headed screwdriver above one of the five switch pins.



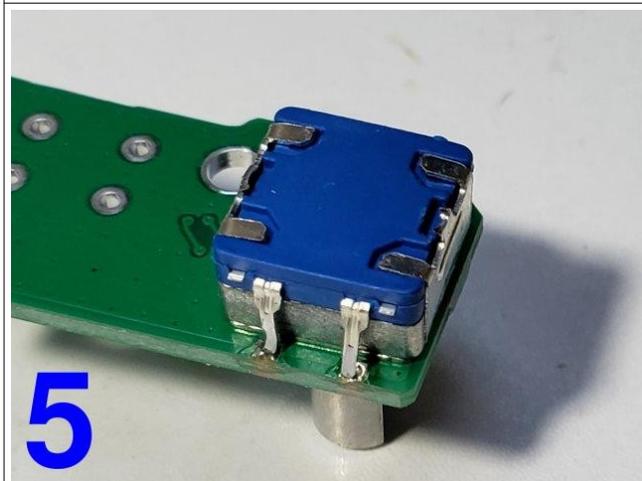
3

Bend over the pin through 180-degrees so that it points to the front of the control.



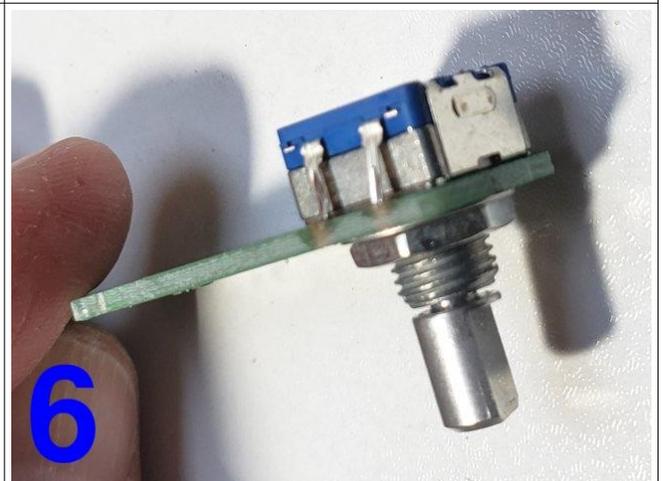
4

Repeat the same procedure for the four remaining pins.



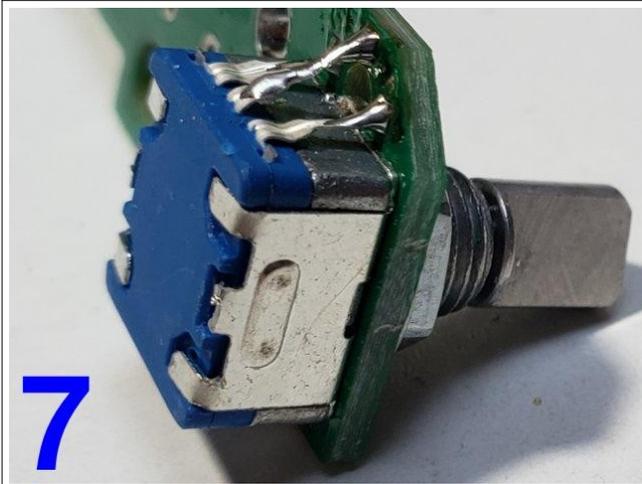
5

Install the rotary encoder, first line up pins so that they fit in corresponding PCB holes. The rotary encoder has a locating tab which fits into a matching hole on the PCB.



6

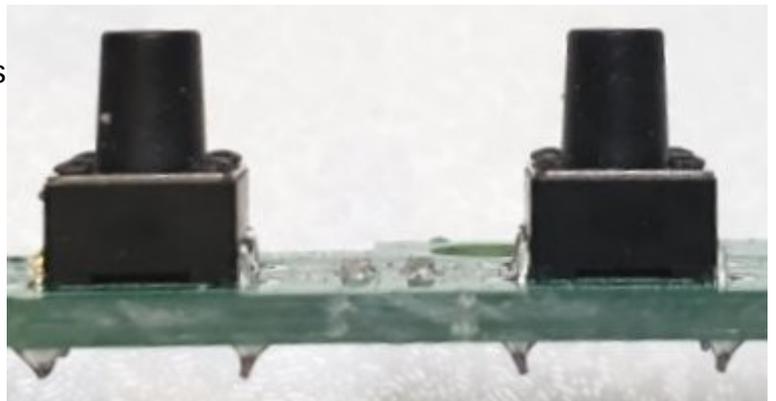
Make sure the washer and nut are both on the "top" (silkscreen-printed) side of the PCB. Tighten the nut.



Solder each of the five switch pins, on the underside of the PCB (the side with the blue body of the rotary encoder). The center pin of the three may benefit from a piece of wire off-cut to extend it to reach the PCB hole.

3.37 Install tactile switch buttons

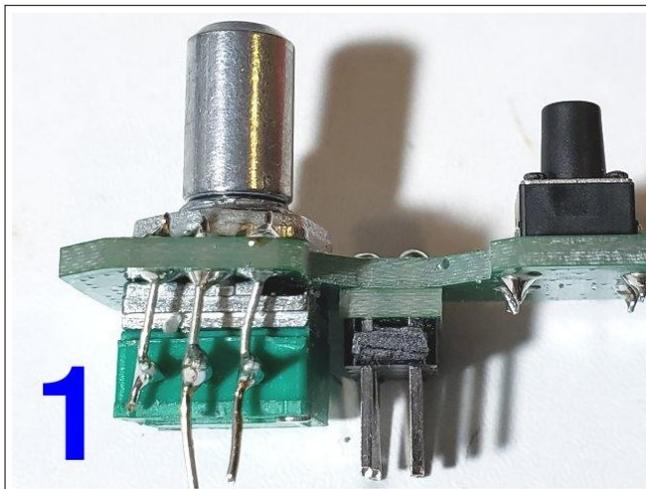
Les deux boutons doivent être installés sur la carte de contrôle comme indiqué. Ils ont quatre broches sur une empreinte rectangulaire qui ne peuvent s'insérer dans la carte de circuit imprimé que dans un sens. La seule précaution particulière à observer ici, est de s'assurer que le bouton de commande est bien placé sur la PCB, de sorte que l'axe soit perpendiculaire à la PCB. Soudez d'abord deux broches diagonalement opposées, puis vérifiez l'alignement et faites les ajustements nécessaires ; lorsque tout est en ordre, soudez les deux broches restantes.



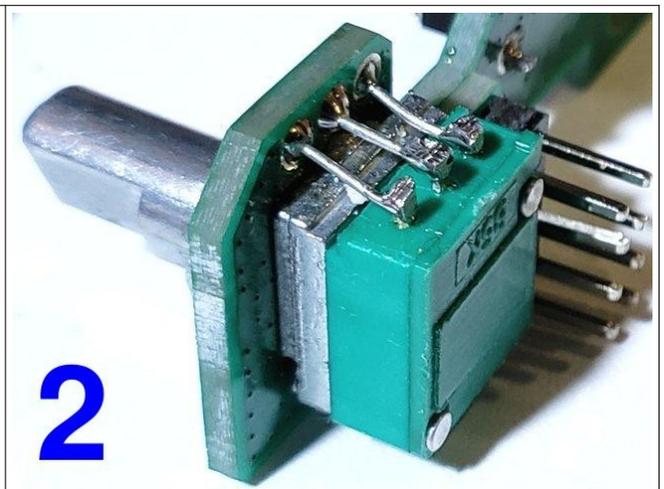
3.38 Install gain control potentiometer R36

Retirez l'écrou et la rondelle de l'arbre du potentiomètre. Installez le potentiomètre dans la position indiquée par R36. Alignez le potentiomètre avec sa languette de positionnement dans le trou prévu à cet effet sur la carte de circuit imprimé. Fixez le potentiomètre en place avec la rondelle et l'écrou, puis serrez.

Les broches du potentiomètre n'atteindront pas la carte de circuit imprimé, même si vous les pliez. Il est donc nécessaire de combler l'espace entre les broches et les trous du PCB à l'aide de fils coupés. Gardez les broches en l'état, n'essayez pas de les plier.



1
Install component off-cut wires, soldering first the PCB end then the potentiometer pin end; make the connection as close to the green potentiometer body as possible.

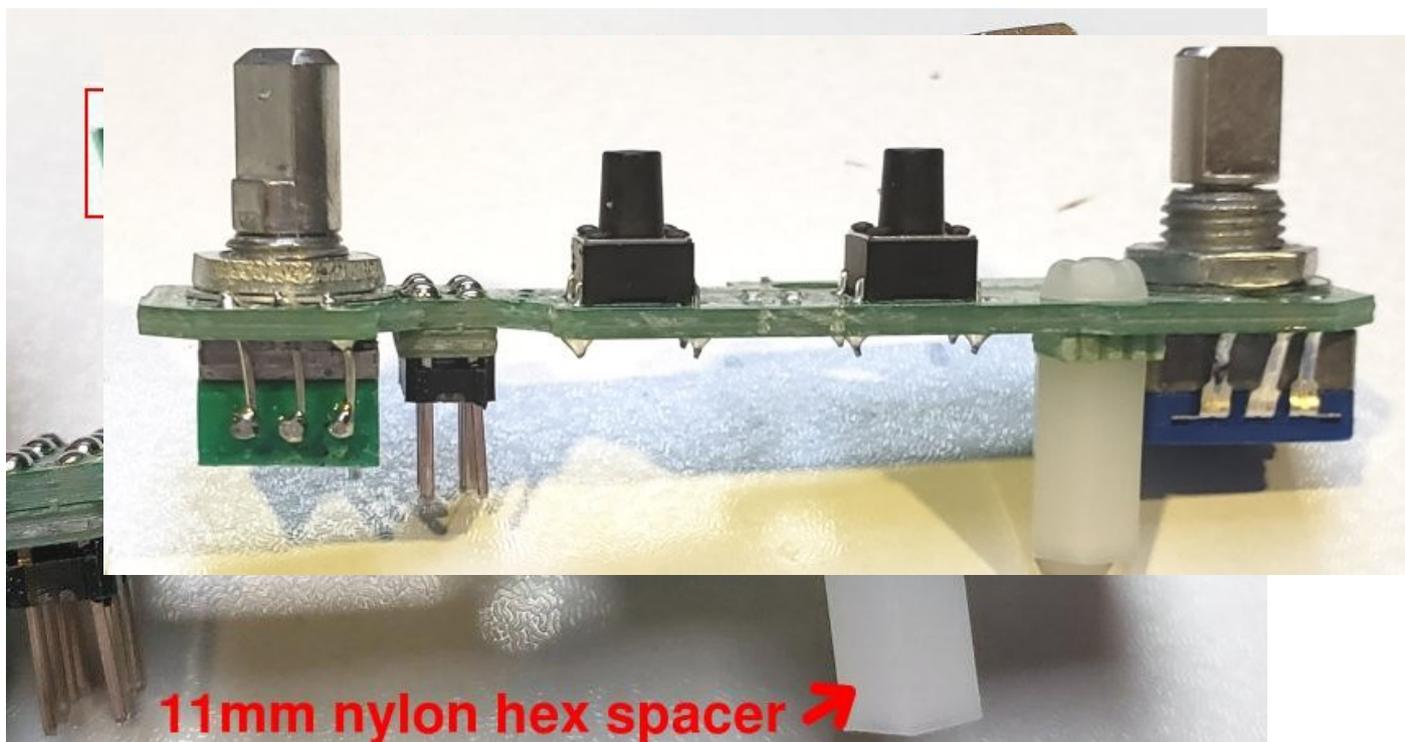


2
Trim any excess length of both the pins, and the off-cut component wires. It is important to trim these as close to the joint as possible so that there are no shorts when the boards are fitted into the enclosure.

3.39 Install 11mm nylon hex spacer

La dernière entretoise hexagonale en nylon de 11 mm est boulonnée sur la carte de contrôle à l'aide d'une vis en nylon M3 de 6 mm. Poussez la vis à travers le trou depuis la face avant de la carte de circuit imprimé. Enfiler la petite carte d'espacement carrée qui a été cassée du panneau de la carte de l'écran, sur la vis. Vissez ensuite l'entretoise en nylon de 11 mm.

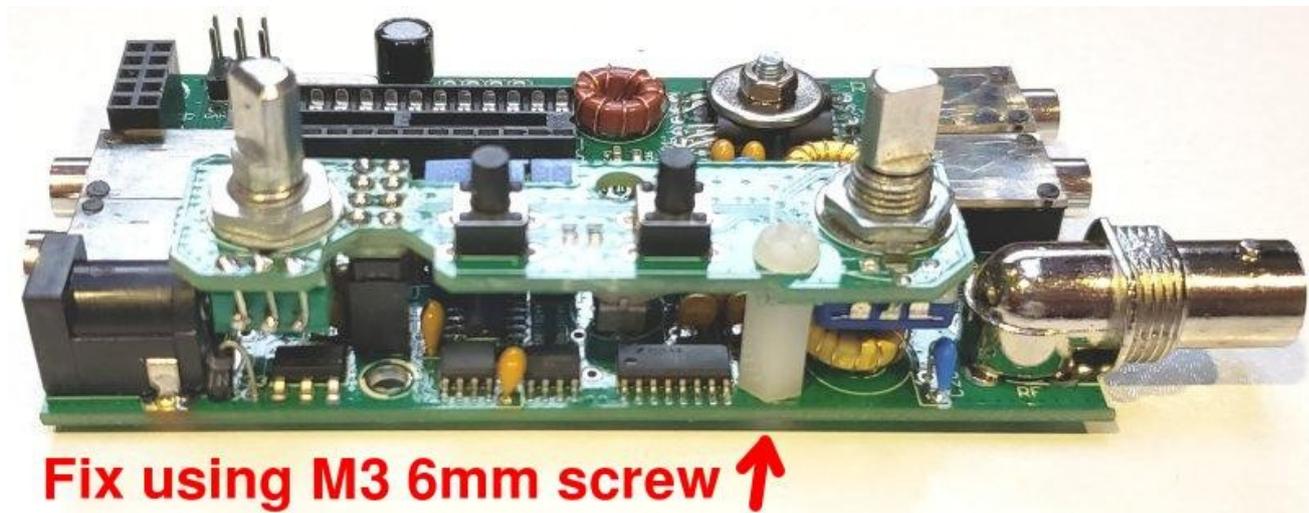
Ceci complète l'assemblage du PCB de contrôle.



3.40 Fit Controls PCB to main PCB

Montez maintenant le circuit imprimé de commande sur le circuit imprimé principal en branchant les deux connecteurs 2x4 broches.

Installez une vis M3 de 6 mm sous la carte principale, vissée dans le pilier d'espacement hexagonal en nylon de 11 mm qui est fixé à la carte de contrôle, comme le montre la photographie suivante.



3.41 Install microcontroller

Installez IC2, le microcontrôleur ATmega328P programmé, dans la prise DIP à 28 broches du mini PCB QCX principal.

Veillez à ce que la fossette de la puce soit alignée avec celle de la prise DIP à 28 broches, qui doit elle-même être déjà alignée avec la fossette de la sérigraphie du PCB.

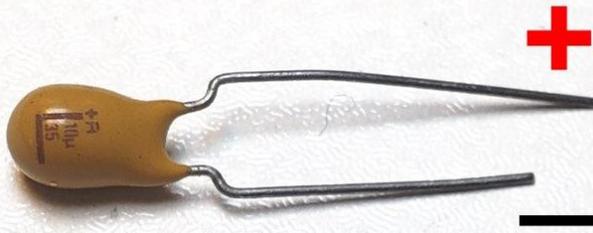
Notez que les broches du circuit intégré sont toujours légèrement évasées vers l'extérieur et ne s'insèrent pas dans le socle. Il est nécessaire d'appliquer une légère pression sur chaque rangée de broches sur une surface plane comme l'établi, pour pouvoir insérer le CI dans le socle.



3.42 10uF input capacitor C38

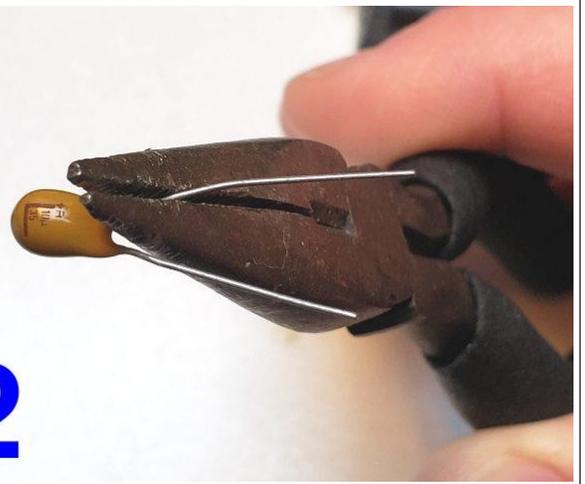
Un problème avec le condensateur installé à l'entrée du régulateur de tension signifie que si la tension est rapidement mise en marche et arrêtée, ou si la fiche d'alimentation est insérée alors qu'elle est sous tension, des pics de tension peuvent être générés, le régulateur de tension peut devenir instable et tomber en panne. Il tombe en panne lorsque l'entrée est connectée à la sortie qui alimente en 12V le rail 5V et détruit de nombreux composants du rail 5V.

La solution à ce problème consiste à installer un condensateur supplémentaire de 10uF connecté à la borne d'entrée du régulateur de tension et à la borne de terre. 10uF doit être considéré comme la capacité minimale, la valeur n'est pas critique, 10uF, 22uF, 47uF, 100uF etc. La tension nominale devrait être d'au moins 16V. Un condensateur électrolytique ou au tantale conviendra parfaitement. Il doit être suffisamment petit pour tenir dans l'espace entre le IC10, le IC11 et le connecteur d'alimentation ; et pour ne pas obstruer le potentiomètre de gain, lorsque le circuit imprimé de contrôle est branché (environ 5mm de diamètre x 9mm de long). Installez le condensateur 10uF, électrolytique 10uF OU au tantale, comme indiqué sur l'UNE des pages suivantes.



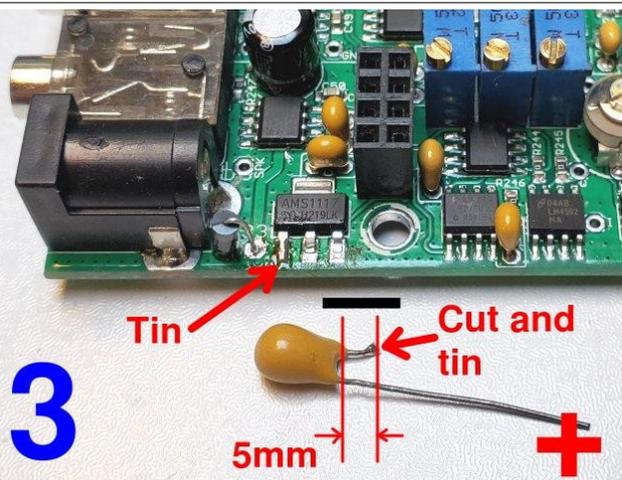
1

If it's **Tantalum**: Any >10uF, 16V.
Identify – and + wires (polarity is critical).
Positive is long wire, and + label on body



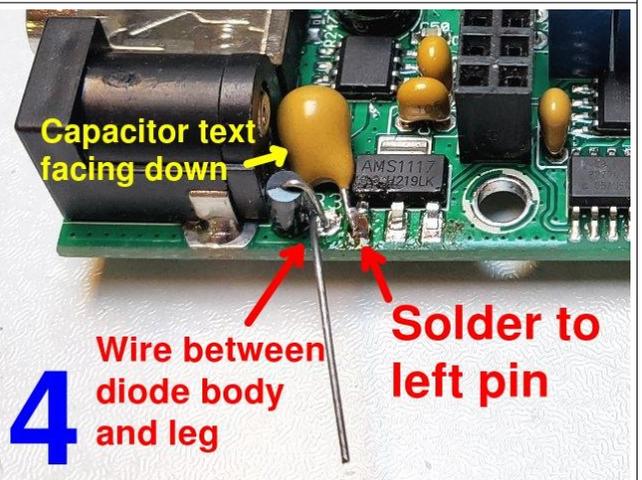
2

Straighten the wires using needle-nose pliers or something



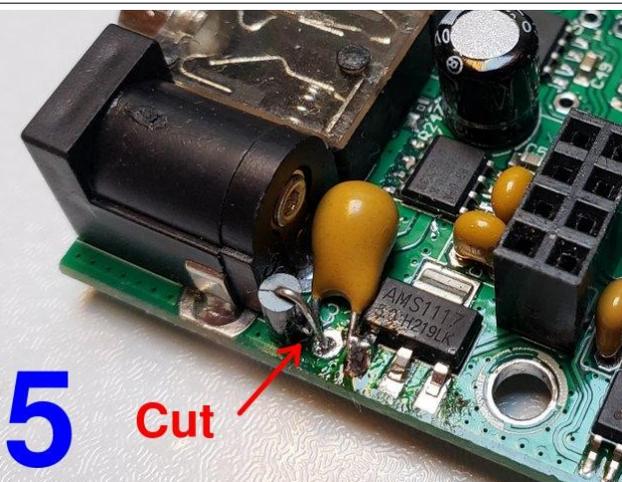
3

Cut negative wire to 5mm; tin the wire and the left pin of the voltage regulator. This will make them easier to solder in the next step.



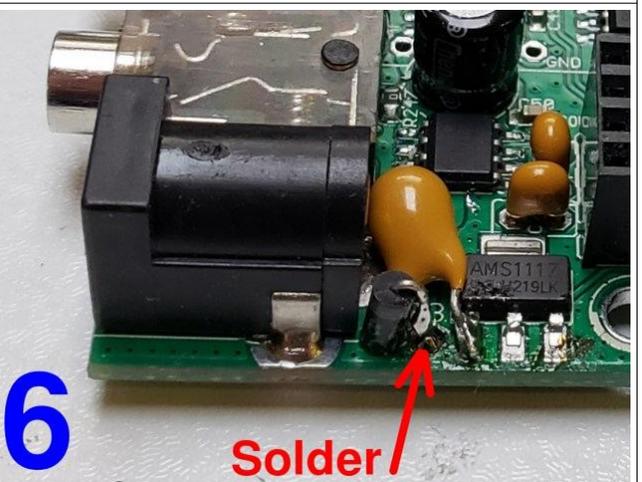
4

The capacitor should face (label) side down. Pass the positive wire through next to the diode body; solder (quickly) the negative wire to the left pin of the voltage regulator.



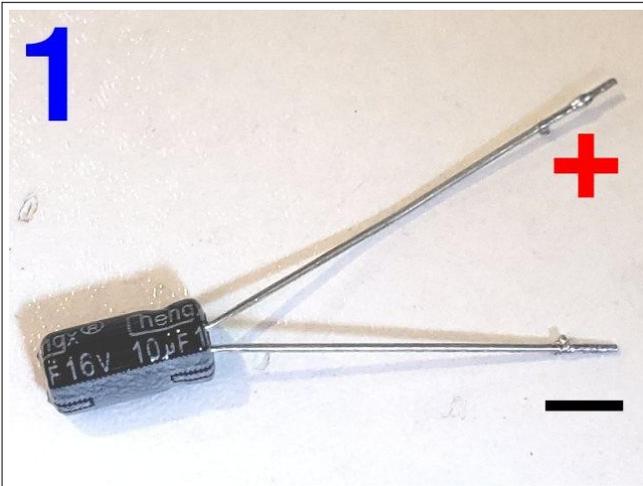
5

Cut the positive wire right at the diode wire, do not leave protruding wire which could touch the enclosure wall.



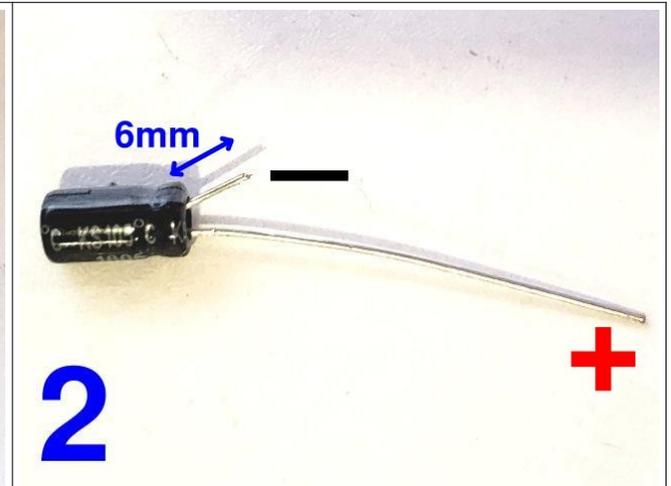
6

Solder the positive wire to the diode wire, Be quick... and check carefully for any short circuits. You don't want short circuits.



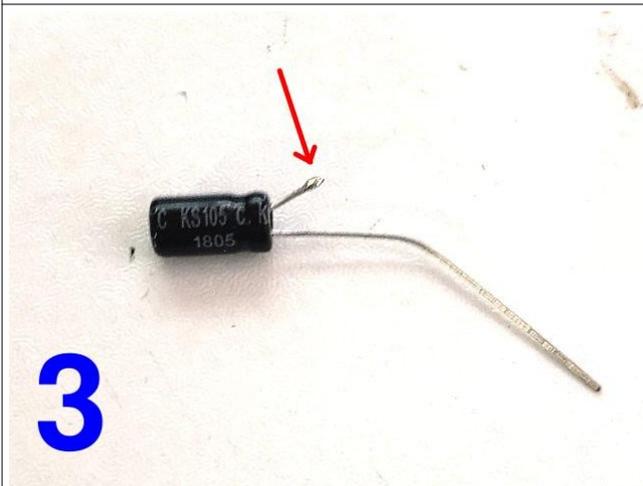
1

IF it is an electrolytic:(any small capacitor rated >10uF, 16V). Identify - and + wires (polarity is critical). Diameter max 5mm, length max 9mm.



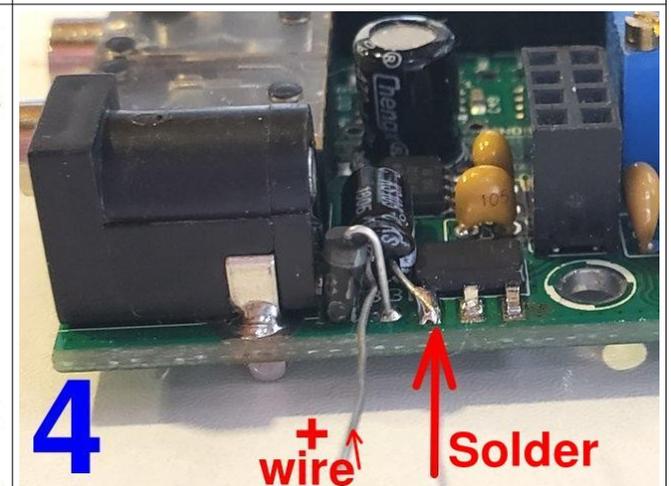
2

Cut the negative wire to approx 6mm. This wire will be soldered to the left-hand terminal of the AMS1117-5.0 voltage regulator



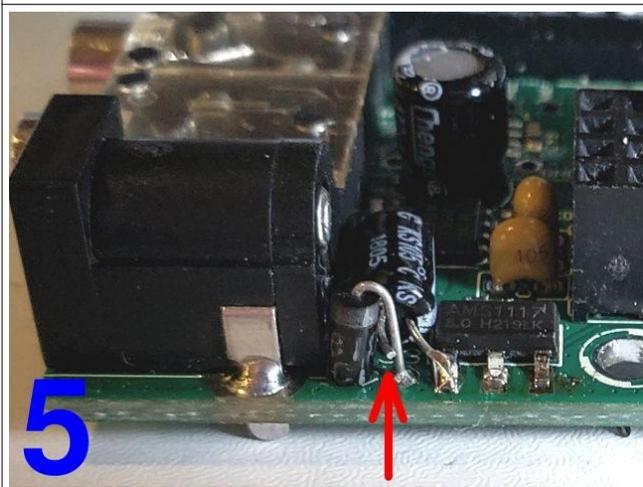
3

Tin the negative wire of the capacitor with a small blob of solder, which will make it easier to the voltage regulator pin. Tin the left-hand voltage regulator pin too.



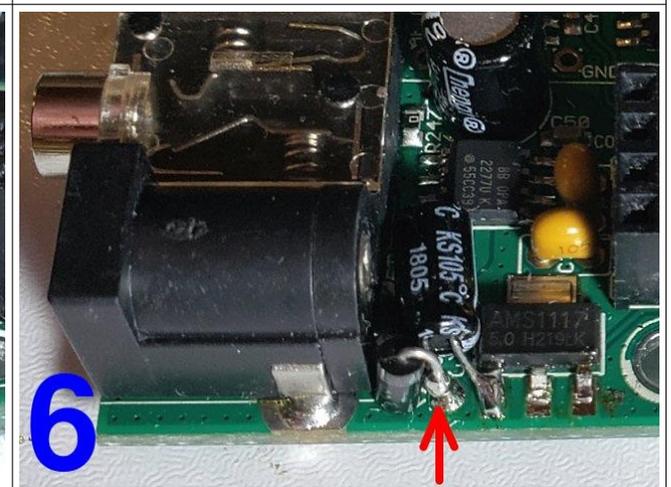
4

Put the capacitor lying horizontally in position, with the positive wire passing between D33 body and wire. Solder the negative wire of the capacitor to the left-hand (ground) pin of the voltage regulator.



5

Cut the positive capacitor wire at the point where it meets the D33 diode wire.



6

Solder the positive capacitor wire to the D33 diode wire as shown.

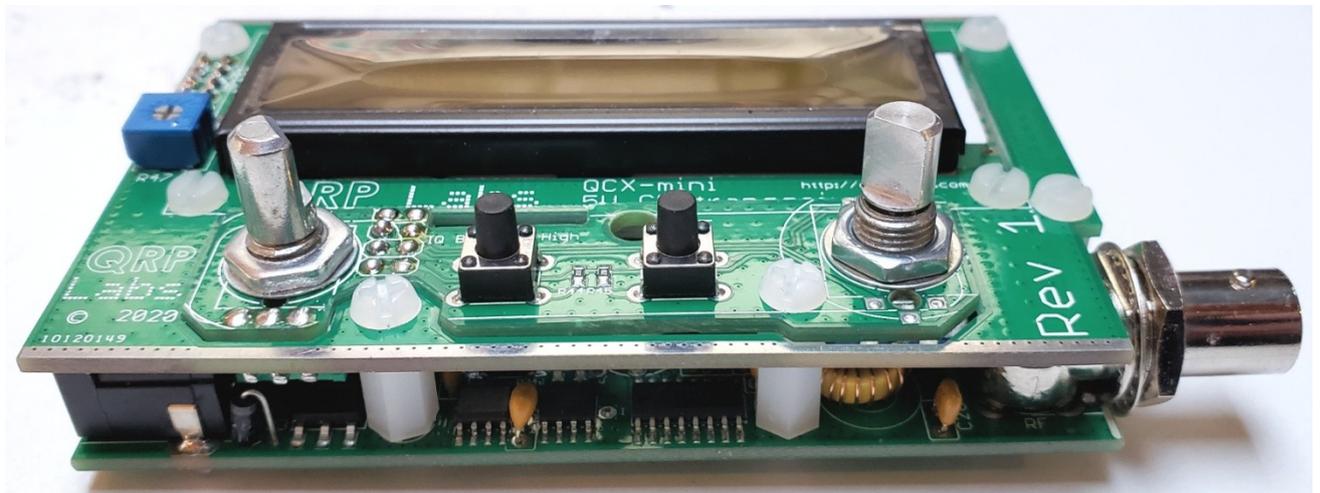
3.43 Plug together the two boards

Vous pouvez maintenant brancher avec précaution les deux circuits imprimés. La meilleure façon de le faire est de se concentrer sur l'obtention des en-têtes à 5 broches en haut à gauche des cartes de circuits imprimés, afin de les accoupler avec précision. Le reste devrait se mettre en place tout seul.

Si vous avez pris soin de limer les bords rugueux des PCB lorsque le panneau de la carte d'affichage a été brisé en sous-PCI, vous devriez constater que le PCB de commande s'adaptera parfaitement (bien que de façon serrée) à travers l'espace de la carte d'affichage, et qu'il sera surélevé de 1,6 mm (l'épaisseur d'un PCB) par rapport à la carte d'affichage.

Vérifiez que le C24 (condensateur électrolytique 470uF) ne bloque pas le passage de la languette de retenue métallique noire en bas à gauche (vue de face) du corps de l'écran LCD ; si c'est le cas, vous pouvez plier doucement la languette métallique pour l'aplatir sur le PCB du module LCD afin d'éviter le conflit.

La construction est maintenant terminée ! les étapes d'alignement doivent être effectuées AVANT l'installation dans le boîtier optionnel.



3.44 Connections for basic operation

Les connexions suivantes sont nécessaires pour le fonctionnement de base de l'émetteur-récepteur.

1) Alimentation électrique

Une alimentation électrique est nécessaire, qui doit pouvoir fournir jusqu'à 0,5A ou un peu plus, à l'émission. La tension d'alimentation peut être de 7 à 14V, et la puissance de sortie RF dépendra de la tension d'alimentation (une puissance de sortie plus élevée est produite à des tensions d'alimentation plus élevées). Un fonctionnement bien supérieur à 5W n'est pas recommandé et pourrait entraîner une surchauffe et la destruction de l'amplificateur final.

Une fiche de 2,1 mm de diamètre est nécessaire pour le connecteur DC ; la broche centrale est + et le canon est mis à la terre (négatif).

2) Ecouteurs

Il peut s'agir de n'importe quel écouteur stéréo, comme ceux couramment utilisés avec les équipements audio, les téléphones portables, etc., avec une prise jack stéréo de 3,5 mm. Ils ont généralement une impédance de 32 ohms. Certaines personnes ont remarqué un fonctionnement audio instable lorsque des impédances faibles sont connectées, comme des haut-parleurs de 4 ou 8 ohms ; cela est dû au fait que le circuit intégré d'amplification de sortie (IC10) n'est pas en mesure de fournir la puissance de sortie requise.

Si vous souhaitez utiliser un petit haut-parleur, vous devez vous assurer qu'il s'agit d'un "haut-parleur amplifié" car la sortie audio ne sera pas assez puissante pour piloter directement un haut-parleur.

3) Système d'antenne

La sortie RF est une sortie BNC filtrée de 50 ohms pour la connexion à un système d'antenne habituel (antenne, et unité d'adaptation le cas échéant).

4) Clé droite ou palette

Pour faire fonctionner l'émetteur-récepteur QCX-mini, il faut brancher une clé ou une palette droite sur le jack approprié, avec une fiche jack stéréo de 3,5 mm. Le blindage (ou le corps principal) est mis à la terre. Le sens des connexions de la pointe et de l'anneau n'a pas vraiment d'importance (pour le dah ou le dah de la pagaie) car s'ils sont dans le mauvais sens, il y a un élément de configuration dans le menu pour les inverser. De même, si vous utilisez une touche droite, vous pouvez sélectionner dans le microprogramme soit la pointe, soit l'anneau, soit les deux pour la connexion ; cela permet d'utiliser une fiche mono de 3,5 mm lors de l'utilisation d'une touche droite.

3.45 Notes on fault-finding for the QCX-mini

Si votre QCX-mini ne fonctionne pas du tout, ou ne fonctionne pas correctement, ne paniquez pas. Il s'agit d'un KIT et, en tant que tel, il arrive souvent que les choses ne se passent pas parfaitement comme prévu et qu'il faille trouver des erreurs. Voici quelques conseils pour vous aider.

1) Lors de la première mise sous tension, le QCX-mini peut sembler mort, totalement mort. Pas de rétro-éclairage sur le module LCD, et pas de texte. C'est probablement normal ! Le rétro-éclairage est contrôlé par un élément de menu (dans le menu 7, le menu "Autres") et si celui-ci est désactivé, cela explique pourquoi le rétro-éclairage est éteint. Il est également normal de ne voir aucun texte sur l'écran tant que vous n'avez pas réglé le potentiomètre de contraste de l'écran LCD R47.

2) Vous pouvez retirer la carte de contrôle pour effectuer certaines recherches de pannes. Comme le R46 (résistance 10K) a été soigneusement placé sur la carte principale, et non sur la carte de contrôle enfichable, cela signifie que si vous retirez la carte de contrôle, le processeur n'enregistrera aucune pression de bouton fantôme. La radio restera dans l'état dans lequel vous l'avez mise, jusqu'à ce que vous rebranchiez la carte de contrôle. Le retrait et l'insertion de la carte de contrôle peuvent être effectués lorsque le QCX-mini est allumé.

3) Cependant, si vous retirez la carte de contrôle, vous interrompez nécessairement le chemin du signal audio parce que vous avez retiré le R36, le potentiomètre de contrôle de gain. Par conséquent, aucun signal audio n'atteindra l'IC10 et il n'y aura pas de sortie audio.

4) Vous pouvez retirer le panneau d'affichage et le QCX-mini continuera à fonctionner parfaitement - seulement, vous ne pourrez rien voir à l'écran, bien sûr. Cela peut être utile pour accéder à la carte principale afin de vérifier les signaux à différents endroits. Si vous rebranchez le module LCD alors que le QCX-mini est sous tension, vous ne verrez PAS d'affichage sensible jusqu'à ce que vous fassiez un cycle de mise sous tension, car le module d'affichage nécessite une certaine séquence d'initialisation.

5) Connectez toujours une charge fictive de 50 ohms pendant les tests ou les enquêtes !

6) Vous trouverez un guide de dépannage complet ici : voir <http://grp-labs.com/qcxmini/trouble.html> - il est écrit à l'origine pour l'émetteur-récepteur QCX mais le circuit est le même, donc il est également applicable au QCX-mini.

7) Il existe une vidéo de dépannage sur YouTube, voir <http://grp-labs.com/qcxmini/troublevideo.html> , qui explique comment utiliser un équipement de test peu coûteux pour étudier le chemin du signal du QCX. Là encore, ce guide a été filmé pour l'émetteur-récepteur QCX, mais comme le QCX et le QCX-mini partagent le même circuit, il est également applicable au QCX-mini.

8) LA PUISSANCE DE SORTIE : Souvent, la puissance de sortie est inférieure à ce que vous espériez. Si vous disposez d'une puissance de sortie, c'est une bonne indication que l'émetteur fonctionne correctement. Il existe une vidéo YouTube sur le réglage de votre QCX+ et, là encore, cela s'applique également au QCX-mini puisque le circuit est le même, mais avec une disposition physique différente. La vidéo explique comment ajuster les inductances du tore pour obtenir une sortie d'au moins 4W avec une alimentation de 12V (normalement plus proche de 5W) sur n'importe quelle bande du QCX+ 80 à 17m, et au moins 5W avec une alimentation de 13,8V (normalement plus proche de 6W).

9) <https://groups.io/g/qrplabs> est le forum de discussion de QRP Labs et est rempli de personnes très utiles qui pourront vous conseiller. Veillez à décrire votre problème de la manière la plus complète possible car sans cela, toute erreur sera impossible à diagnostiquer.

3.46 Adjustment and alignment

La première chose que vous remarquerez lorsque vous mettez la radio sous tension, c'est qu'il n'y a probablement rien du tout qui s'affiche à l'écran. Peut-être que le rétro-éclairage de l'écran LCD ne sera même pas allumé (cela dépend de la configuration actuellement sauvegardée), et il n'y aura aucun signe de vie visible du tout. Ne vous inquiétez pas (encore).

C'est parce que vous devez régler le potentiomètre de réglage du contraste R47 en haut à gauche du tableau d'affichage ! Réglez-le à l'aide d'un tournevis jusqu'à ce que le texte de l'écran vous semble correct.

Vous devriez maintenant voir le texte suivant sur l'écran :



```
Select band:  
160m
```

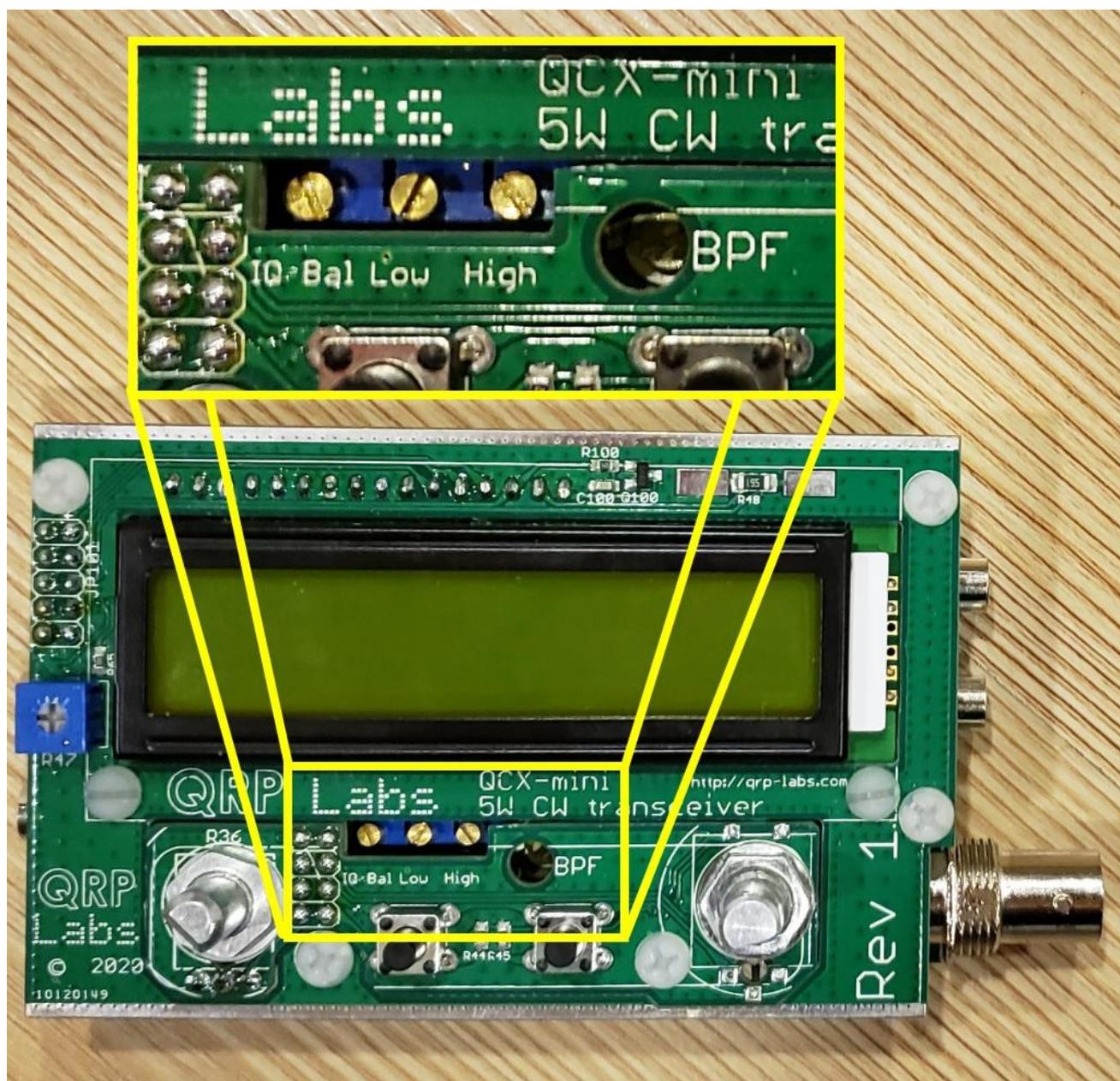
Tournez le bouton de l'encodeur rotatif pour sélectionner la bande pour laquelle vous avez construit le kit. Appuyez ensuite sur le bouton de gauche pour faire votre sélection.

Il y a quatre autres réglages qui doivent maintenant être effectués dans le cadre de la procédure d'alignement. Voici ces réglages :

- Réglage du condensateur passe-bande de pointe, C1
- Bilan d'amplitude I-Q, R27
- Ajustements du déphasage audio, R17 et R24

Tant qu'elles ne seront pas réglées, la sensibilité de la radio sera très faible. Alors, faites-le d'abord, avant d'aller plus loin !

L'emplacement de ces quatre réglages est très facile à voir et à utiliser, juste au-dessus des boutons-poussoirs, comme le montre l'image suivante :



En résumé : les outils d'alignement intégrés à la radio consistent en un générateur de signaux qui injecte un signal dans le frontal RF, et un traitement numérique du signal qui ajoute un filtre numérique de 250 Hz au filtre analogique existant de 200 Hz, et calcule l'amplitude du signal détecté dans cette largeur de bande. Pendant l'alignement, l'amplitude est affichée à l'écran sous la forme d'une barre intuitive sur la ligne inférieure de l'écran. À l'aide d'un tournevis, vous ajustez la composante de réglage afin de maximiser ou de minimiser l'amplitude affichée.

Débranchez l'antenne pendant l'alignement de la radio ! Connectez une charge factice de 50 ohms comme le kit de charge factice de QRP
<http://qrp-labs.com/dummy>

Lorsque vous utilisez l'option du module TCXO, modifiez le point de menu 8.5 Ref frq à 25.000.000. Il est essentiel de le faire avant tout autre alignement. Entrez dans le système de menu comme décrit ci-dessous, et passez au menu 8.5, modifiez le à 25.000.000.

puissance 9) puis affichée à l'écran. Sur cette photographie, 27 petites barres verticales sont représentées, ce qui signifie que la valeur réelle de l'amplitude mesurée est de 13 824.

Si la barre affichée descend en dessous d'un tiers de la largeur de l'écran LCD, le facteur de division est réduit d'un point et la barre est réaffichée. En revanche, si la barre affichée déborde le bord droit de l'écran, le facteur de division est augmenté d'une unité. Cette méthode simple crée un affichage de l'amplitude à échelle automatique.

Par conséquent, pour faire apparaître le trimmer du filtre passe-bande, il faut d'abord ajuster le condensateur du trimmer tout en regardant le facteur de division en haut à droite de l'écran LCD. Ensuite, effectuez le réglage fin en utilisant la barre d'amplitude affichée. La crête est assez nette.

Faites attention car il peut y avoir plus d'une crête (plus d'une réponse de ce simple filtre passe-bande). Donc, réglez le condensateur du trimmer sur toute sa plage et déterminez le facteur d'échelle maximum que vous voyez. Dans mon cas, c'est 09, vous pouvez voir 07, 08, etc. sans problème. ** Ensuite, faites le réglage très fin nécessaire pour que la barre d'amplitude soit au maximum.

Lorsque vous avez atteint le pic de réponse, vérifiez soigneusement que le condensateur du trimmer C1 n'est pas à l'une ou l'autre extrémité de sa plage. Si c'est le cas, cela signifie que le circuit résonnant n'est PAS correctement crête. Vous devez ajuster le nombre de tours du long enroulement secondaire du transformateur T1. Une inspection visuelle montrera clairement si le condensateur du trimmer est ou non à l'extrémité de sa plage.



Parfait!

OK ! La "goutte de soudure" sur la plaque supérieure se trouve quelque part entre la position 4 heures et 8 heures. Les plaques du condensateur du trimmer se trouvent quelque part dans leur plage, pas à la capacité minimale ou maximale. Vous avez trouvé la réponse de crête du BPF et tout va bien.



Plaques complètement fermées

Ici, les ensembles de plaques de condensateur fixes et mobiles sont complètement maillés, ce qui permet d'obtenir la capacité la plus élevée. Le "blob" est à droite. Cela signifie qu'il faut PLUS d'inductance. Il faut donc soigneusement dessouder une extrémité de l'enroulement secondaire 3 de T1, joindre un morceau de fil, et l'enrouler sur 5 tours supplémentaires à travers le tore. Puis essayez à nouveau. Ne vous inquiétez pas si ça a l'air un peu salissant.



Plates completely open

Ici, les ensembles de plaques de condensateur fixes et mobiles sont complètement démêlés, ce qui permet d'obtenir la capacité la plus faible. Le "blob" se trouve à gauche, à la position 9 heures. Cela signifie qu'une inductance MOINS importante est nécessaire. Il faut donc soigneusement dessouder une extrémité de l'enroulement

secondaire 3 de T1, enlever 5 tours de plus à travers le tore, et resouder. Ensuite, essayez à nouveau.

Ajustement de l'équilibre I-Q

Tournez maintenant le codeur rotatif "un clic" dans le sens des aiguilles d'une montre pour mesurer l'équilibre I-Q.

Notez que l'alignement précédent utilisait le signal audio AVANT l'étape finale d'amplification, donc le contrôle de gain n'avait aucun effet sur le niveau du signal. En revanche, les réglages de la balance I-Q et du déphasage audio utilisent le signal audio APRÈS l'étape d'amplification audio. Ceci est nécessaire car ces ajustements d'alignement injectent un signal dans la bande latérale opposée (non désirée), et le niveau du signal est beaucoup plus faible, il doit donc être amplifié pour que le microcontrôleur puisse le mesurer avec précision. Dans ce cas, le contrôle de gain a donc maintenant un effet. Je suggère d'ajuster le contrôle de gain approximativement à mi-chemin pour commencer. Cela permettra d'obtenir un gain suffisant, mais pas au point que les amplificateurs soient entraînés en surcharge, ce qui fausse le signal et les mesures.

Vous devriez essayer d'effectuer les réglages avec les valeurs audio mesurées dans la plage de 5 à 10 (comme indiqué par le rapport de division en haut à droite de l'écran). S'il atteint 12, les amplificateurs opérationnels sont en train de limiter, d'écrêter le signal ce qui rendra difficile ou impossible de faire le réglage avec précision. Si la valeur affichée (en haut à droite de l'écran) est seulement 2 ou 3, cela indique que le gain est trop faible. Par conséquent, réglez le contrôle du volume de manière à ce que l'affichage soit quelque chose comme 9.

Le potentiomètre du trimmer I-Q est R27. Il s'agit d'un potentiomètre trimmer multi-tours, il peut donc être nécessaire de le tourner plusieurs fois pour obtenir la valeur optimale ! Pour ce réglage, vous recherchez l'amplitude MINIMALE, et non le maximum auquel nous avons réglé le trimmer BPF. Nous réglons sur le minimum parce que maintenant le signal injecté mesure la bande latérale non désirée. Nous voulons MINIMISER le niveau de la bande latérale non désirée.

Ajustement du déphasage audio de 90 degrés

De même, tournez le codeur rotatif d'un "clic" de plus dans le sens des aiguilles d'une montre, ce qui fait apparaître automatiquement le signal audio de bande latérale indésirable à 600 Hz, et réglez le potentiomètre de réglage "faible déphasage audio", R24. Là encore, réglez-le sur le signal MINIMUM.

Tournez le codeur rotatif dans le sens des aiguilles d'une montre d'un "clic" supplémentaire et réglez le potentiomètre de réglage "high audio phase shift" R17, là encore pour un signal minimum.

Il est maintenant nécessaire de faire un aller-retour entre ces trois éléments de menu pour obtenir une bande latérale minimale non souhaitée :

- 8.8 I-Q Bal (ajuster R27)
- 8.9 Phase Lo (ajuster R24)
- 8.10 Phase Hi (ajuster R17)

En effet, dans une certaine mesure, ces ajustements s'influencent mutuellement. L'obtention d'un ensemble optimal d'ajustements est un processus itératif. Ainsi, faites tourner le codeur rotatif d'un clic à la fois dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ou dans le sens des aiguilles d'une montre, en faisant des allers-retours entre ces trois

éléments de menu. A chaque fois, faites de petits ajustements supplémentaires au potentiomètre de réglage approprié et observez la plus faible amplitude. Continuez ainsi jusqu'à ce que vous constatiez que vous ne parvenez pas vraiment à obtenir une bande latérale plus basse dans aucun de ces réglages. En appuyant deux fois sur le bouton "Exit", vous quittez le système de menu et vous remettez la radio en marche.

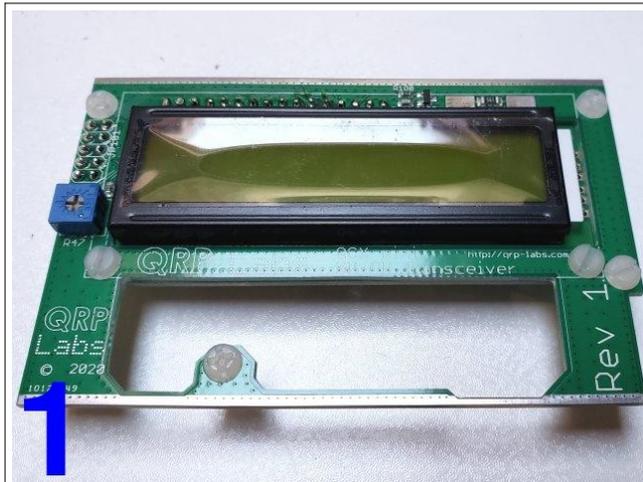
Les autres éléments du menu d'alignement concernent l'étalonnage de l'oscillateur de référence de 27 MHz du synthétiseur et de l'oscillateur de l'horloge système de 20 MHz du microcontrôleur. Ces réglages peuvent être effectués manuellement, ou par connexion d'un module GPS tel que le kit de réception GPS QRP Labs QLG1. Cependant, comme ce calibrage est beaucoup moins urgent que la pointe du filtre passe-bande et l'annulation de bande latérale non souhaitée, ils sont laissés de côté jusqu'à la description de ces éléments de menu dans le manuel d'utilisation.

Après le réglage de ces trimmers d'alignement, la radio est prête à l'emploi. De nombreux réglages sont disponibles dans le menu de configuration, et vous devriez lire le manuel d'utilisation pour comprendre et utiliser toutes les fonctions !

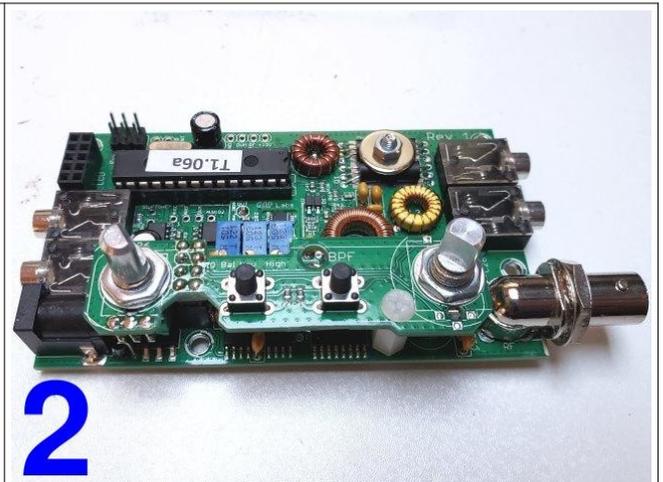
Vous pouvez maintenant boulonner les deux circuits imprimés ensemble en vissant les quatre vis en nylon M3 de 6 mm dans les entretoises de 11 mm qui maintiennent les deux circuits imprimés à la bonne distance ; et vous pouvez adapter les boutons aux deux commandes rotatives. Toutefois, si vous comptez installer le QCX-mini dans son boîtier optionnel, veuillez suivre les étapes de la section suivante..

3.47 Installation in the optional QCX-mini enclosure

L'installation dans le boîtier du QCX-mini est simple et ne nécessite aucun câblage. Il est important d'effectuer le montage dans l'ordre correct, comme suit.



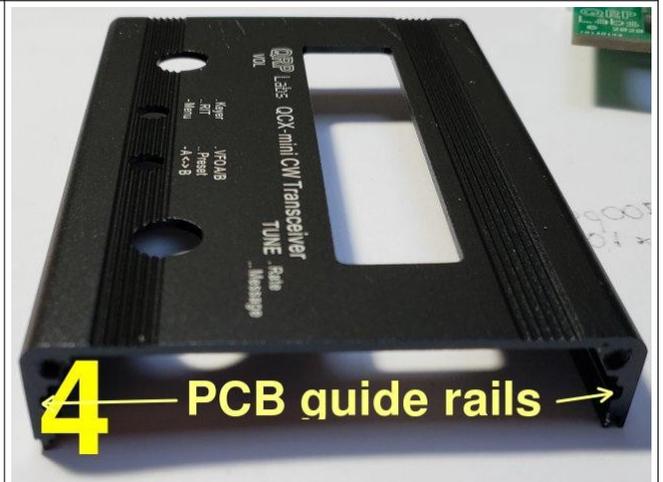
Start with the Display board...



... and the main board, with the controls board bolted in position.



Peel off the plastic protective coating from the LCD module.



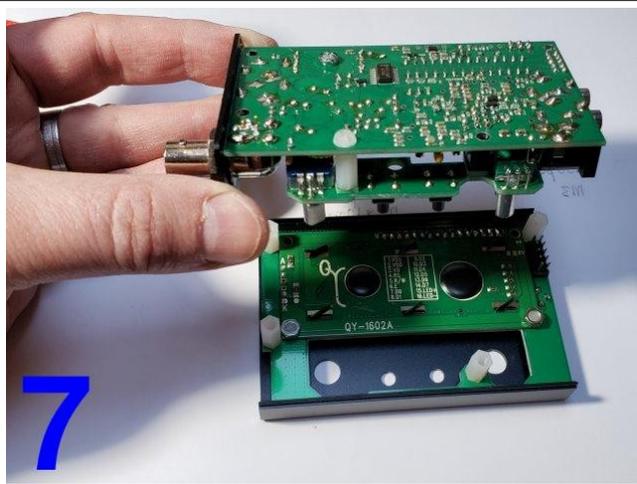
Here's the top half of the enclosure. Note the PCB guide rails in the extrusion walls.



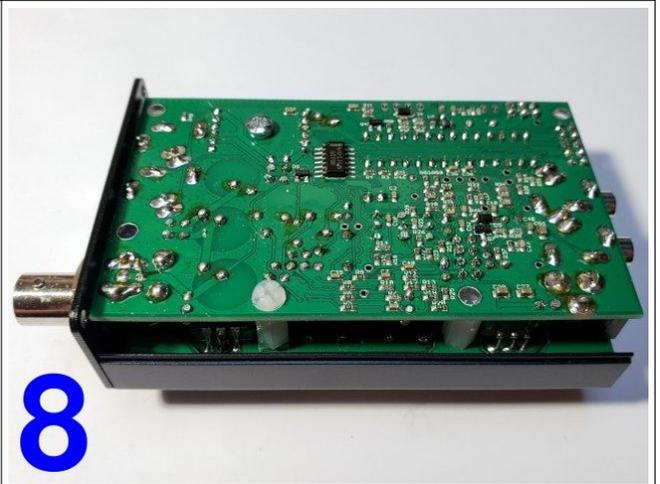
Slide the display board into position along the PCB guide rails in the enclosure.



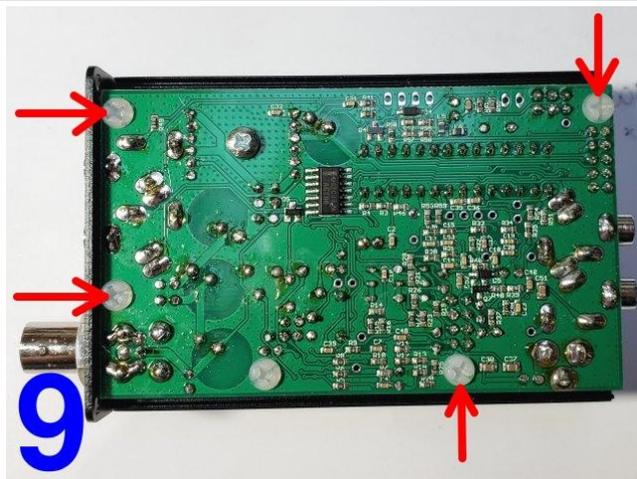
Bolt the right-hand side panel to the main PCB using the supplied BNC washer and nut



7
Place the front of the enclosure face down on the bench as shown, and prepare to attach the main board.



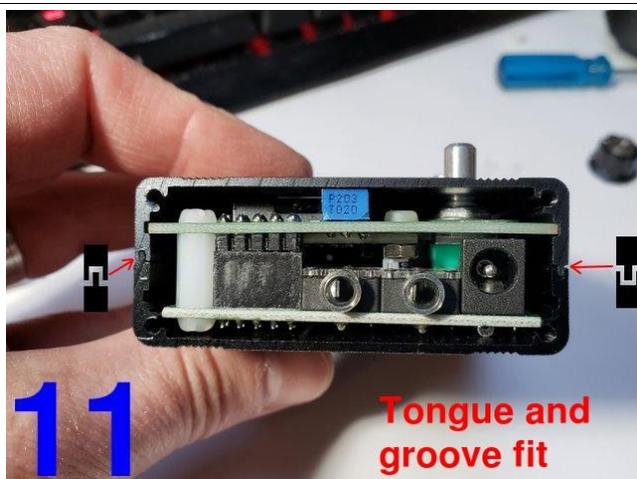
8
Align the 2x5-pin header connector between the main and display boards; some wiggling will be needed to get the controls to fit through the holes in the front panel.



9
Fit four M3 6mm nylon screws in the positions shown



10
This is how it looks from the DC connector end



11
Tongue and groove fit
Determine correct orientation of the bottom half of the enclosure; note the tongue-and-groove arrangement which means that the bottom half only fits one way round! Make sure you have the correct way.



12
Now bolt the left-hand side panel to the enclosure extruded top and bottom halves using four of the supplied small black countersunk screws in the panel corners. The screws need to be carefully aligned and should screw in easily (if properly aligned).



Screw in the other four black screws in the corners of the right-hand side panel.



Apply the supplied four self-adhesive feet to suitable positions on the base of the enclosure if desired (optional).



Install the supplied knobs by tightening their grub screws. Leave a small gap between each knob and the front panel, to allow the knob to turn easily. The grub screw of the volume control knob should be at the position of the flat on the shaft. The grub screw position on the rotary encoder is not important.



Plug in the power...
SUCCESS!
(hopefully)

Disassembly of the QCX-mini should follow similar steps, in reverse.

3.48 QCX-mini GPS interface and PTT output

The picture below shows the connectors on the main QCX-mini PCB.



GPS interface

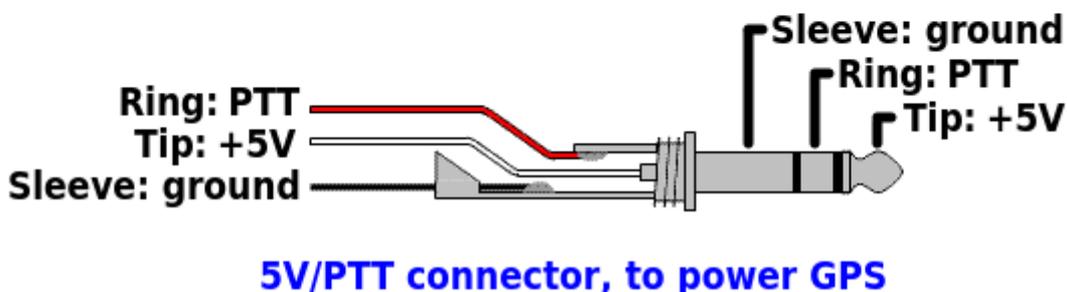
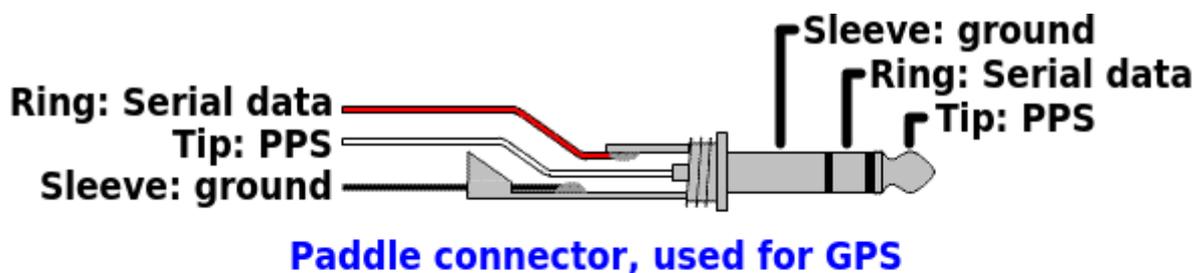
The QCX-mini has a GPS interface which can be used to:

- Calibrate the reference oscillator (27MHz crystal or 25MHz TCXO module option) and the 20MHz system oscillator
- Keep the oscillators disciplined and drift-free (frequency and time) during WSPR beacon operation
- Set the internal Real Time Clock, which is critical for WSPR options and may be displayed on-screen if you have configured it.

The GPS produces two output signals, PPS (Pulse-per-second) and RxD (Serial data), in addition to ground. Optionally +5V may also be connected, in order to power the GPS module. A GPS such as the QRP Labs QL1 is perfect for this see <http://qrp-labs.com/ql1>

The GPS signals (PPS and RxD) use the same microcontroller pins as the paddle Dah and Dit respectively. Therefore you cannot use the Paddle and GPS at the same time. In fact, you should only connect the GPS during the calibration of the synthesizer reference frequency, system clock, and while operating the QCX-mini as a beacon (CW, FSKCW or WSPR).

The following diagram shows the connections.



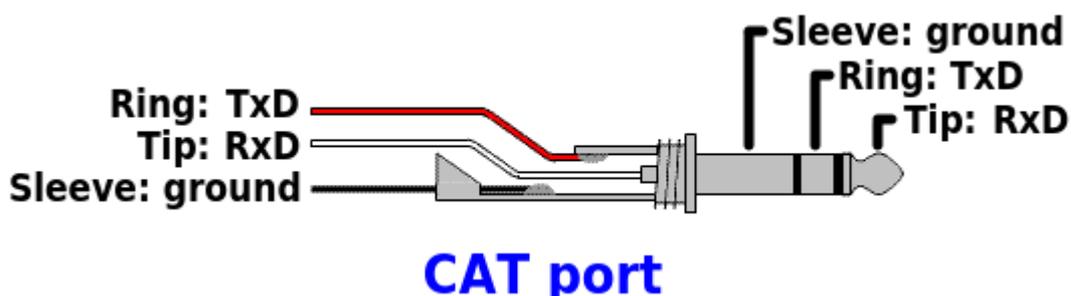
PTT output

The PTT output is at the ring of the 5V/PTT connector jack. This signal is 0V when the QCX-mini is in Receive mode, and +5V when the QCX-mini is in Transmit mode. If you are connecting the QCX-mini to the companion 50W PA kit, then this signal has to be connected to the 50W PA kit to cause it to switch to Transmit mode. A standard 3.5mm stereo audio cable can be used (having a 3.5mm stereo jack plug on each end).

Note that the pinout of the 5V/PTT connector is not the same as the Rev1/2 QCX+ PCBs. In the QCX+, ring is +5V and tip is PTT. This has the disadvantage that plugging in a cable while the QCX+ is powered, can short the +5V to ground. Another disadvantage is that standard 3.5mm stereo audio cables can't be used. For this reason, complete compatibility was broken in this instance. If you wish to use a 50W PA kit with either QCX+ or QCX-mini, the QCX+ manual contains details of the very simple modification needed to swap the tip and ring connections in the QCX+.

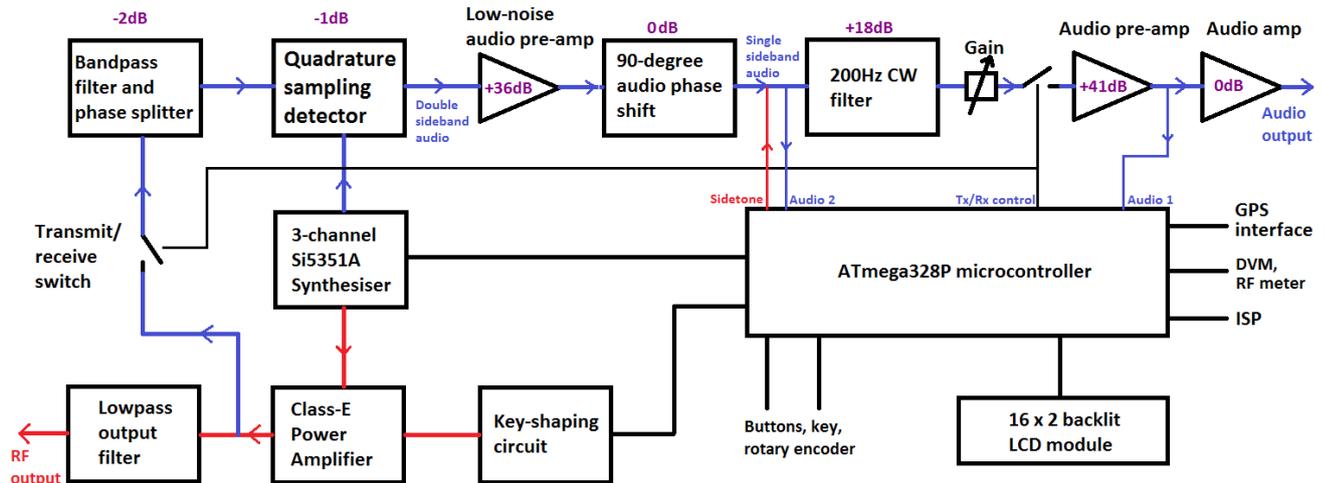
3.49 QCX-mini CAT port

The QCX-mini CAT port allows a PC or other CAT-enabled host to control every aspect of the QCX-mini. Operation of this feature is detailed in the operating manual. The connection diagram below shows the connections to the 3.5mm stereo jack socket connector on the rear panel of the QCX-mini.



4. Circuit design of the QCX-mini

4.1 Block diagram and summary



This CW transceiver is a high performance, yet simple and low cost, analogue design. The transmitter uses a high efficiency Class-E amplifier which results in low current draw on transmit, and inexpensive transistors with little or no heatsinks.

The receiver is a direct conversion type utilizing the famous high performance Quadrature Sampling Detector, also known sometimes as the “Taylor Detector” or even “I-Q Mixer”. This receiver front end architecture has been used in the early Flex Software Defined Radios, Softrock series, Norcal NC2030 and many other SDR’s and other high performance front ends. The detector has very high third order intercept (IP3) and dynamic range, as well as low loss.

The resulting I & Q outputs are at audio baseband and go through a 90-degree phase shift network which cancels the unwanted sideband. A 200Hz bandwidth CW filter is followed by more amplification and drives common earphones.

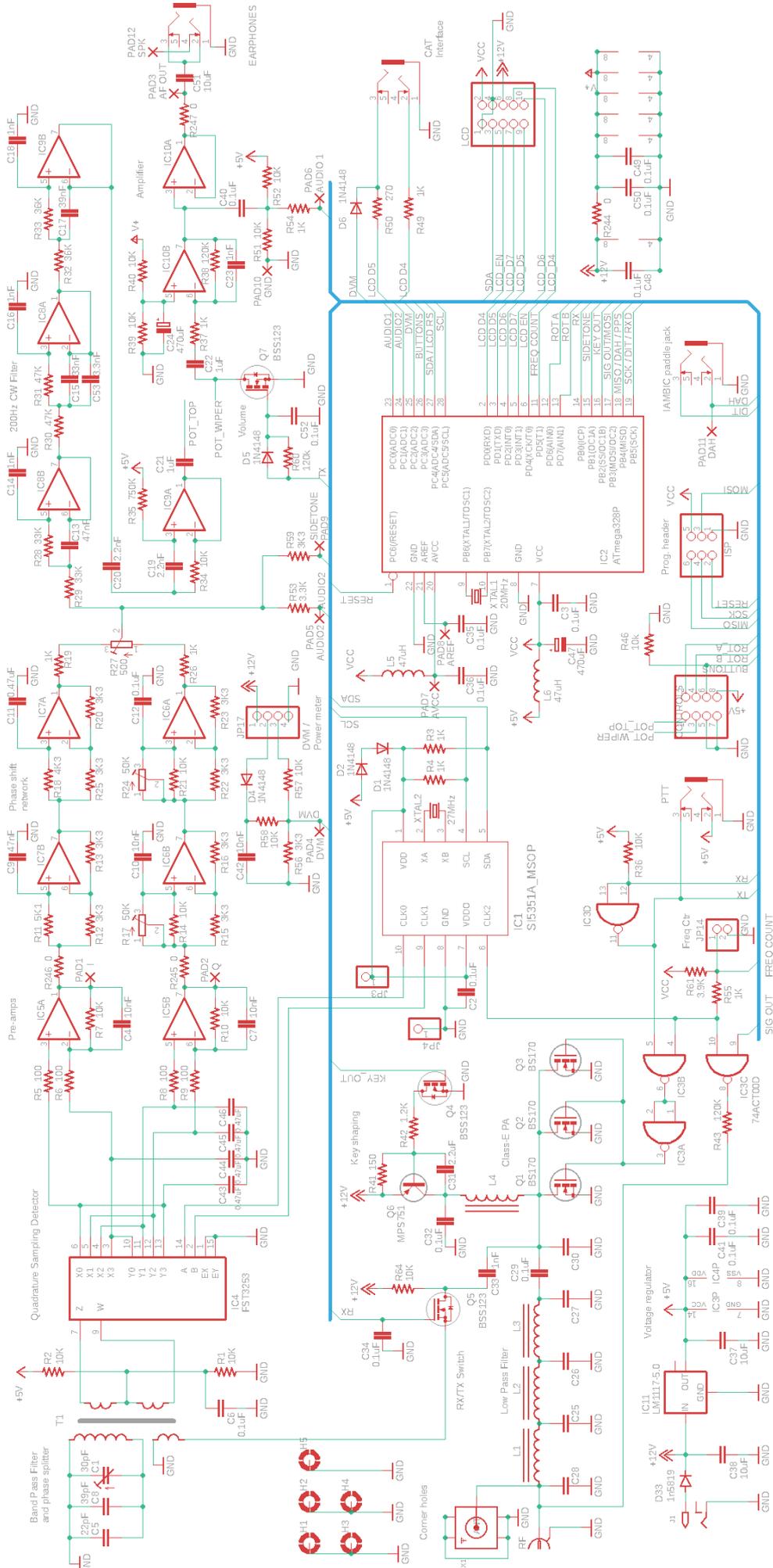
The oscillators in the transceiver are provided by the modern Si5351A digital phase locked loop IC controlled by the microcontroller.

Permeating the entire design is microprocessor control by the ATmega328P microcontroller. This allows implementation of a large number of functions normally only found in radios costing 10-100x the price!

A really nice feature of the design is the built-in alignment and test equipment, which make it possible to build, align and even debug the assembly of the radio, all with NO additional test equipment.

4.2 Circuit diagram

A bit small to read – but a larger resolution version is available on the web page <http://qrp-labs.com/qcxmini>, and anyway the explanation will be in smaller circuit blocks.



4.3 Synthesized oscillator

I always start with building the VFO of a radio. It was the hardest thing to get right. How to get that analogue LC-tuned VFO accurate, free of drift, free of chirp, tuning over the required range, and with mechanical gearing to be able to make fine frequency adjustments? A real challenge. Not anymore! Now we have Direct Digital Synthesis (DDS) ICs and Digital Phase Locked Loop (PLL) ICs, inexpensive and easy to use, that solve all the problems.

The Si5351A Synthesizer chip used in this design provides three separate frequency outputs, with a frequency range spanning 3.5kHz to 200MHz. The frequency stability is governed by the 27MHz crystal reference. Pretty stable, in other words.

The block diagram (right) is taken from the SiLabs Si5351A datasheet. Briefly, the 27MHz reference oscillator is multiplied up to an internal Voltage Controlled Oscillator in the range 600-900MHz (the PLL), then divided down to produce the final output frequency. The multiplication up and the division down are both fractional and so the frequency resolution is extremely finely controlled. The chip has two PLLs and three output divider units.

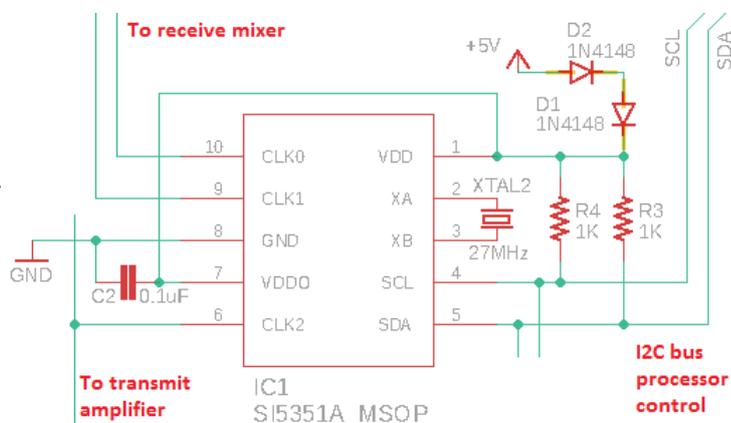
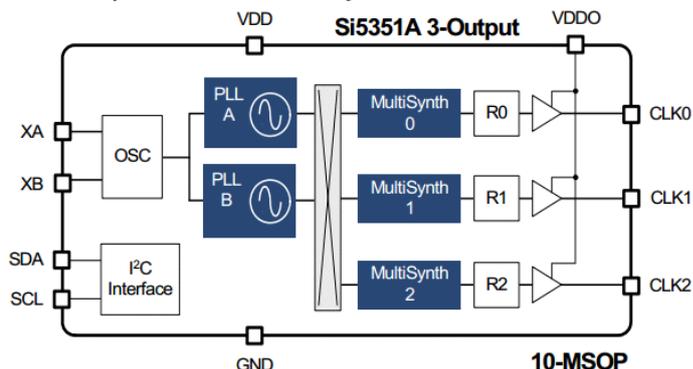
For best jitter performance, the Si5351A datasheet recommends the use of even integer dividers (no fractional component) in the MultiSynth dividers and in this CW transceiver design, this recommendation is followed.

The synthesizer section of the circuit diagram is shown here (right). The Si5351A datasheet dictates the use of a 25 or 27MHz crystal. QRP Labs has always used the 27MHz crystal in our designs because it allowed us to obtain precise 1.46Hz tone spacing for WSPR transmissions all the way up to the 2m amateur band (145MHz). Those calculations don't work out with the 25MHz crystal. This requirement doesn't apply to this CW transceiver design but economies of scale means there are advantages to sticking with the same component values, all other things being equal!

The Si5351A has a large number of internal 8-bit registers to control the synthesizer behaviour, and these are programmed by the microcontroller using the I2C serial protocol. 1K resistors R3 and R4 are pull-ups required for the operation of the bus at 400kHz.

The Si5351A chip requires a 3.0 to 3.6V supply (nominally 3.3V) but the rest of this transceiver's digital circuits operate with a 5V supply. For the reduction of complexity and costs, two 1N4148 diodes in series are used here to drop the 5V to a suitable voltage for the Si5351A. It works well.

There are three outputs of the Si5351A synthesizer and these are all used to good advantage. The Clk2 output is used to feed the transmit power amplifier, and the Clk0/1 outputs are used to drive the Quadrature Sampling Detector (QSD) during receive. These



outputs can be switched on and off under the command of the microcontroller. This provides an opportunity for some simplification because the Clk0/1 outputs can be simply switched off entirely during transmit. This relieves pressure on the transmit/receive switch. There just cannot be any reception during transmit because there is no oscillator input to the receive mixer. Conversely, the Clk2 output is switched off during receive.

A feature of the Quadrature Sampling Detector is that either the RF input, or the LO input, must provide two paths in 90-degree quadrature. This is normally applied at the Local Oscillator where it can be easily controlled for best performance. So, two oscillator signals are required, with the same frequencies but a precise 90-degree phase offset. Generating this quadrature Local Oscillator signal is always difficult. Analogue phase shift circuits have limited accuracy. Often a divide-by-4 circuit is used, to produce quadrature oscillator outputs from an oscillator input at 4x the reception frequency. This also creates challenges particularly as you try to increase the reception frequency to cover higher bands. For example, on 10m e.g. 30MHz, a local oscillator at 120MHz is required and the divide-by-4 circuit must be able to operate at such a high frequency. Devices such as the 74AC74 can do so, but pushing it higher into the 6m band cannot be done with the 74AC74.

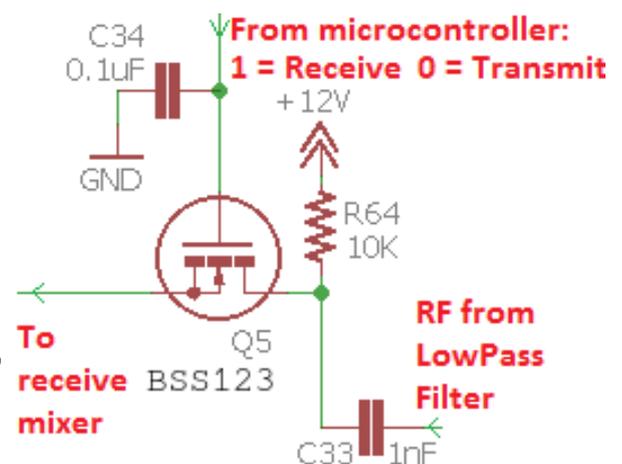
The Si5351A has a phase offset feature, which is not really very clearly described in the SiLabs documentation. However, QRP Labs has perfected the technique to put two of the Si5351A outputs into precise 90-degree quadrature, which is maintained without tuning glitches as the frequency is altered. It's a nice development because it eliminates one more circuit block (the 74AC74 divide-by-4 circuit), again reducing complexity and cost. To the best of my knowledge this is the first time the Si5351A has been implemented in a product directly driving a QSD with two outputs in quadrature (no divide-by-4 circuit).

4.4 Transmit/Receive switch

Since the receiver is entirely disabled during transmit, because of the absence of any local oscillator signals to the Quadrature Sampling Detector, the demands on the transmit/receive switch are considerably reduced. Now the circuit does not have to provide the massive amount of attenuation necessary to prevent the transmitter from overloading the receive circuits. All it has to do is provide a reasonable amount of attenuation, enough to stop the 5W signal (45V peak-peak) from damaging the receiver input mixer.

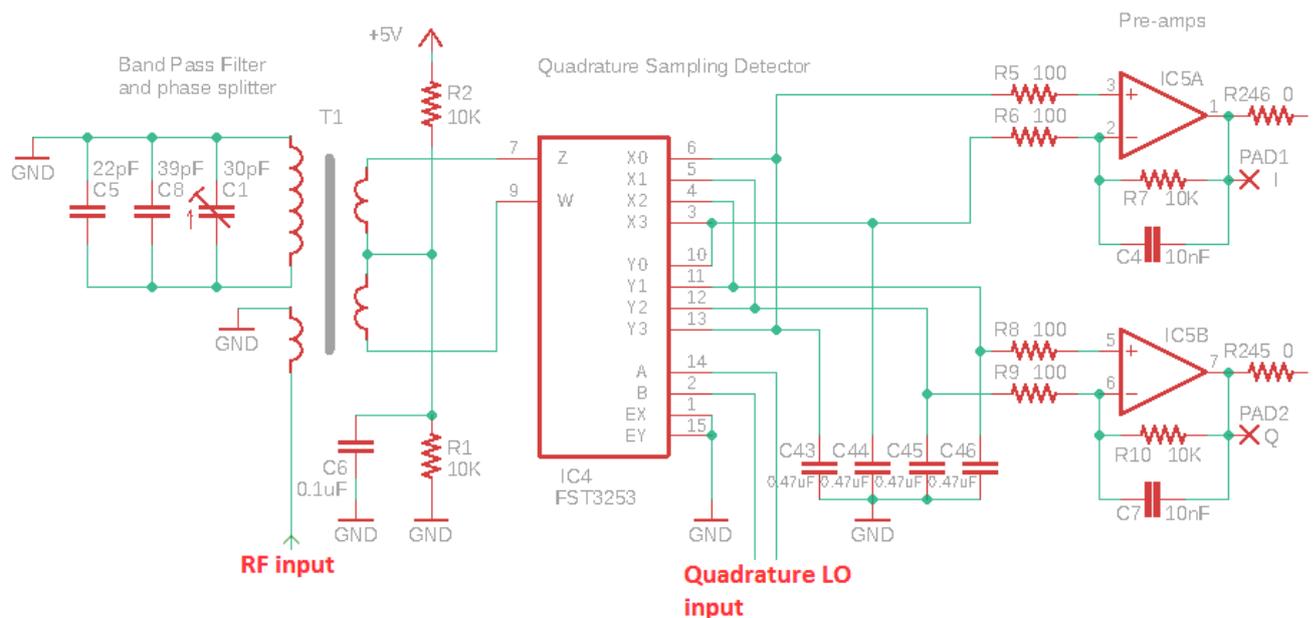
The transmit/receive switch is implemented by a single BSS123 MOSFET. The source is at DC ground (via the primary of input transformer T1). The control signal from the microcontroller switches the MOSFET on or off. Interestingly, capacitor C34 close to the MOSFET gate is found to be necessary to prevent inductive pickup of the 5W RF from partially switching on the MOSFET.

The switch wouldn't provide enough attenuation to mute an operating receiver; but during transmit, our receiver isn't operating; all the switch has to do is protect the Quadrature Sampling Detector from seeing 45V peak-peak which would destroy it.



4.5 Band Pass, Phase Splitter, QSD and pre-amps

Since the band-pass filter, Phase splitter, Quadrature Sampling Detector and pre-amp circuits are so tied up together, I am going to consider them all together in this section.



This circuit implements an input band-pass filter and double-balanced Quadrature Sampling Detector with low-noise pre-amps. Yet it does this with a low parts count, and resulting low complexity and cost. The FST3253 is a dual 1:4 multiplexer which is often seen in QSD circuits. It has fast switching times and very low on resistance of only a few ohms. The input signal is switched by the quadrature LO to each of the four integrating capacitors C43-C46 in turn, for 90-degrees of the RF cycle each. The result is that the audio difference (beat) between the RF input and LO input appears across each of the four integrating capacitors, with four phases at 0, 90, 180 and 270 degrees.

The operational amplifier IC5a takes the difference of the 0 and 180-degree outputs and amplifies it, resulting in the I output of the QSD. Similarly, IC5b differences the 90 and 270-degree outputs to produce the Q output.

The combination of the relatively large 470nF capacitors and the low source resistance results in a fast roll-off of the audio response. This is effectively a very narrow band pass filter since any incoming RF more than a few kHz away from the LO frequency is greatly attenuated. The QSD is therefore inherently a very high performance mixer design with high third order intercept and dynamic range, and low loss (0.9dB).

The FST3253 dual switch is often connected with the two switches simply paralleled together (which does half the switch ON resistance). But I prefer the double-balanced mixer configuration which provides higher performance. The double-balanced configuration requires two RF inputs 180-degrees out of phase (opposite to each other).

Despite the high IP3 and dynamic range, it is still prudent to provide some input band pass filtering to protect the mixer from strong out of band signals. In this CW transceiver design, the T1 transformer provides a simple solution to all of these problems with a very low parts count.

The primary couples the incoming RF into the two secondary windings which feed the double-balanced detector. One end of the primary is grounded which neatly keeps the DC potential of the input at ground, so the transmit/receive switch is easily implemented by a

single MOSFET (see previous section). The two secondaries are connected as a center-tapped single winding, which means that the outputs have 180-degree phase difference as required.

The secondary “center-tap” is connected to a DC bias formed by R1, R2 and C6 at mid-rail i.e. 2.5V. This simple bias does not source or sink any significant current due to the balanced nature of the system, therefore no buffering is required. The DC bias feeds through the pre-amps, and into later stages – including the 90-degree phase shift network and the first three op-amps of the CW filter. It is a great benefit not to have to AC couple each stage with coupling capacitors, and then bias each stage individually. In this circuit, the same DC bias flows through all the way from this center-tapped input transformer. This reduces component count and - you guessed it – complexity and cost. Another benefit is that since much of the receiver signal path is DC coupled, it might be easier to reduce the inevitable “thumps” on switching between receive and transmit.

Finally, the band pass filter is implemented by a fourth winding on the same transformer T1, with some fixed capacitors and a trimmer capacitor forming the resonant circuit. It is only a single resonant circuit band pass filter so has limited stop-band attenuation, but it does have the benefit of low parts count, and simplicity of adjustment due to the single adjustment control.

Note that the I and Q outputs each have a 0-ohm resistor (R246 and R245 respectively); removal of these resistors disconnects the I & Q signals from the rest of the audio processing; separate I & Q pads allow the signal to be routed to the uSDX daughtercard if required.

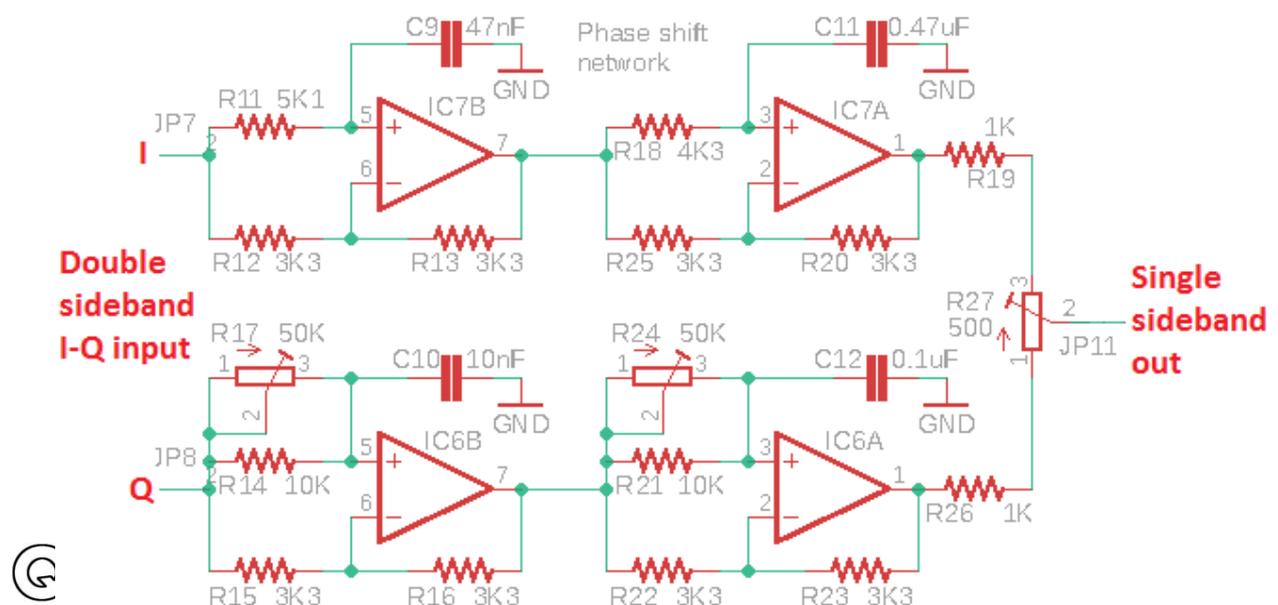
4.6 90-degree audio phase shift

By this stage the I and Q outputs are each double-sideband, and we need to process them to demodulate single sideband.

The circuit used here is an active two-path all-pass phase shift network based on four operational amplifiers. The circuit is based on the same phase shift block as the Norcal NC2030

<http://www.norcalqrp.org/nc2030.htm>

In the real world, nothing is perfect – there are component tolerances to think about. The unwanted sideband suppression is maximized when the amplitude of the two paths is equal, and the 90-degree phase shift is accurate.



To improve the accuracy of the 90-degree phase shift, R17 and R24 allow adjustment of the phase shift at higher and lower audio frequencies respectively.

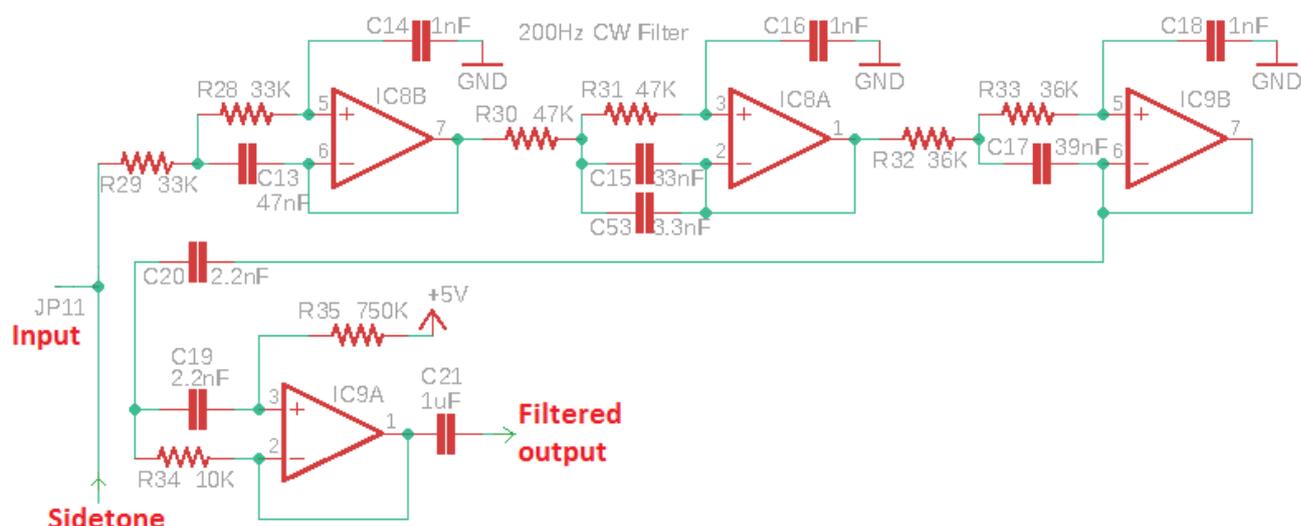
R27 allows adjustment of the balance between the I and Q channels, to equalize the amplitude from each path.

This CW transceiver kit includes built in alignment and test equipment, with a signal generator that can inject a test signal into the receiver input. It makes it easy to perform these adjustments, as described previously.

Note the 2-pin header pads JP9, JP10 and JP11 at the output combination potentiometer which allow experimental modifications or connections.

4.7 CW filter

The CW filter used in this receiver has a 200Hz bandwidth. The circuit is based on the HI-PER-MITE CW filter kit design by David Cripe NM0S, available from the Four State QRP group: <http://www.4sqrp.com/HiPerMite.php> (thanks David for permission to use it here). This is a high performance circuit specifically designed to avoid objectionable ringing.



There are three stages of low-pass filtering and one stage of high-pass filtering. The first three stages retain the 2.5V “midrail” bias all the way through from the input transformer T1. The final stage IC9A is biased using the 5V supply (avoiding a few extra components to create a real 6V mid-rail at half the supply).

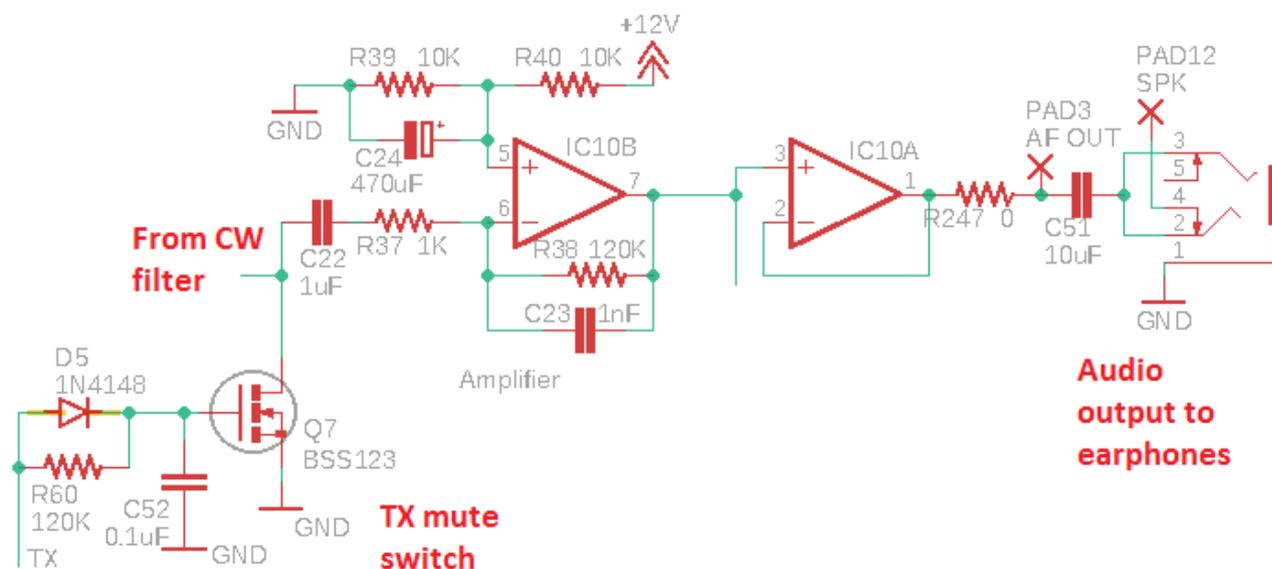
The CW filter also provides a measured 18dB of gain.

Sidetone is injected at the input to the CW filter, so as to make its sound nice and clean by cutting off the squarewave harmonics leaving a clean 700Hz sidetone.

4.8 Audio amplifier

The final stage in the receiver signal path is the audio amplifier, to drive earphones at a comfortable listening level.

There is a 5K potentiometer on the controls board, used as the gain control. With the wiper fully clockwise the receiver is at full volume. As the potentiometer is turned anticlockwise it forms a potential divider which attenuates the audio signal from the CW filter output. This potentiometer is located on the controls PCB and is not shown on this diagram section (below).



There is also a TX mute switch formed by Q7, another BSS123 MOSFET. This was a late addition to the design: despite all attempts, I could not remove the nasty click on receive/transmit switching. The mute switch helps to attenuate it. The switch is operated by the microcontroller Receive/Transmit switch output. When the BSS123 switch is on, it has a low resistance to ground which greatly attenuates the audio signal.

To reduce the audio “thump” when the transceiver is switched from transmit back into receive, the mute switch needs to remain switched on for a short while after the receiver is switched back on. A small wait while the thump subsides. This delay is achieved by the R-C network formed by R60 and C52. This would also introduce a delayed switch-on of the mute switch, which would allow the thump when switching to transmit to be heard. To prevent this, diode D5 was added, which bypasses the resistor R60 at the receive-to-transmit switchover. It ensures that at the receive-to-transmit event, the mute switch is enabled instantly; but on the transmit-to-receive switchover there is a short delay.

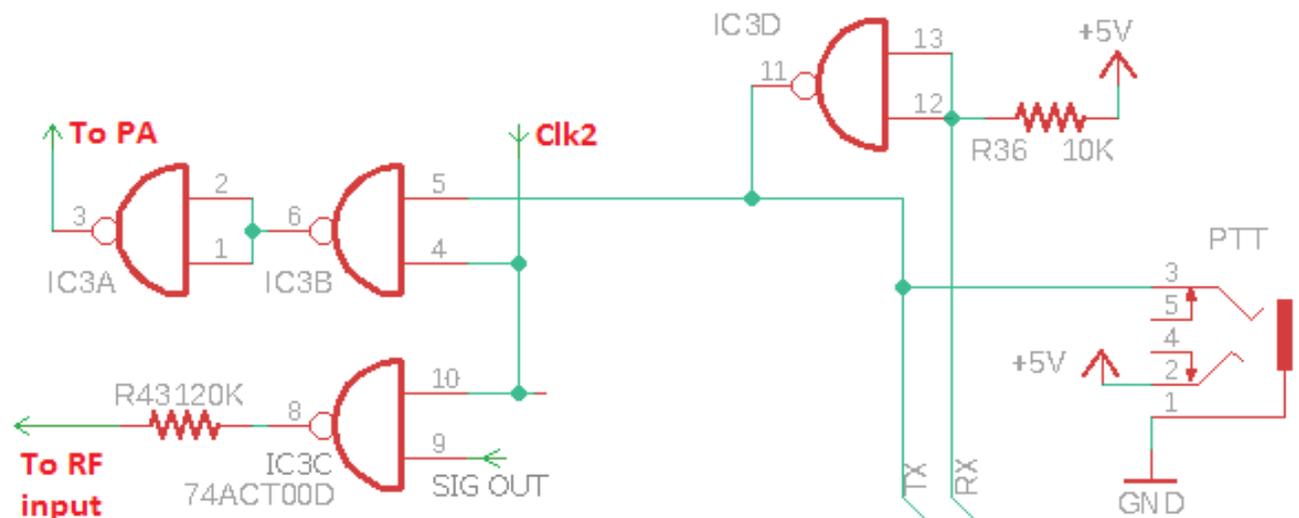
C21 and C22 were originally 10uF electrolytic capacitors in the early QCX PCB revisions. Some constructors experimented and found that if these capacitors are reduced to 0.1uF the residual Transmit/Receive switchover click is even further attenuated. However, 0.1uF also reduces the gain of the receiver chain by 14dB; although overall the receiver has quite high gain, a loss of 14dB may still be too much particularly on higher frequency bands where the noise levels are lower. Therefore, the current kit is supplied with 1uF capacitors, which provide the click attenuation but have negligible effect on the gain.

IC10B is a simple amplifier configured for 41dB of gain. The ½-V mid-rail bias is created by R39, R40 and C24. Using the 5V power line as “mid-rail” was found to add too much noise. Finally, IC10A is a simple unity-gain buffer. Although it is just an op-amp it is found to be perfectly adequate for driving standard earphones.

The effect of the 5K LINEAR (not Log) volume control and the 1K load resistance of the IC10b input is to create an overall logarithmic characteristic. If you would like a more

aggressive logarithmic characteristic or further analysis and discussion on this topic please see <http://www.qrp-labs.com/qcx/qcxmods/qcxvolume.html>

4.9 Transmit signal routing and PA driver



The 74ACT00 is a quad NAND logic gate. The input threshold voltage for a binary “1” is 2.4V which means that the gate is easily switched on by the ~3.3V peak-peak squarewave output from the Si5351A. The output of the 74ACT00 is 5V peak-peak, perfect for driving the BS170 MOSFETs in the Class-E PA into saturation.

The Clk2 signal from the Si5351A is used as the transmit oscillator as previously mentioned. It would have been easy to enable/disable the Clk2 output in software in the Si5351A chip configuration. However, this transceiver design also includes the built-in signal generator feature, for aligning the Band Pass Filter and adjusting the I-Q balance and phase adjustment controls. So, some of the spare gates in the 74ACT00 are used to switch the signal generator on/off and the RF Power Amplifier (PA) signal on/off, separately.

When the SIG OUT control line from the microcontroller is high, the Clk2 signal is enabled as signal generator, and routed via a 120K resistor straight to the RF input of the transceiver.

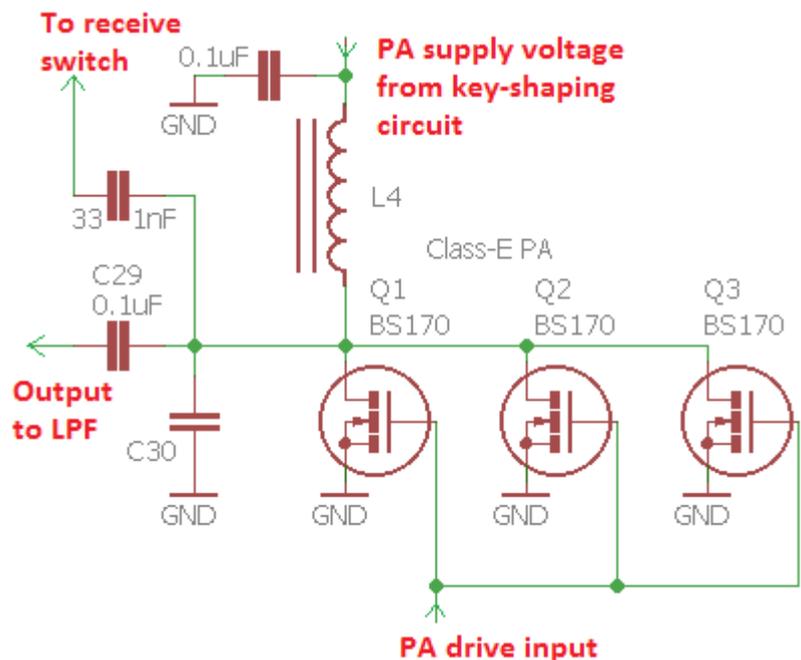
A TX signal is produced using IC3D as a plain inverter, to invert the logic level “RX” output from the microcontroller and produce a “TX” signal. This TX signal is used elsewhere in the circuit also (audio muting during TX). R36 pulls the RX signal high during the part of a second at power-up that the microcontroller is booting up and has not yet enabled or switched the RX signal high.

When the TX signal is high, the Clk2 signal is routed to the PA. The final inverting gate IC3A is added to make sure that when the TX gate IC3B is off, the driver voltage presented to the BS170 gate is low, so the transistors are off.

4.10 Class-E Power Amplifier

A Class-E power amplifier is a wonderful thing. It has a very high efficiency, sometimes over 90%. This has several important benefits:

- Since not much power is dissipated, we can use smaller (and cheaper) transistors
- So little power is wasted as heat that the requirement for a heatsink is reduced or eliminated
- During transmit the radio requires less current, so the drain on a battery is less – important for people who want to operate portable.



A Class-E Power Amplifier contains a resonant circuit at the frequency of operation, so it is only suitable for single-band use. A lot has been written about Class-E, much of it is very technical and mathematical.

Some excellent background reading are two papers by Paul Harden NA5N:

http://www.aoc.nrao.edu/~pharden/hobby/_ClassDEF1.pdf and
http://www.aoc.nrao.edu/~pharden/hobby/_ClassDEF2.pdf

Paul NA5N describes two defining features of Class-E:

- Use of a square-wave drive to reduce switching losses: the transistors are either on, or off... no lossy region in between
- Reducing the effects of the transistor capacitances. Class-E has a resonant tuned circuit. The capacitance of the transistors, normally an unpleasant lossy aspect, is now a part of the tuned circuit.

Class-E also has a reputation for being difficult to achieve. All those intense mathematics Google will help you find, don't help. In reality, once you realize the secret – it is not so difficult. Calculation of the impedance of a resonant circuit is simple, and there are many online calculators which will do the job for you. For example,

<http://toroids.info/T50-2.php> which allows you to type in the operating frequency, and the desired resonant circuit impedance. Then the calculator computes the required inductance, capacitance, and the number of spires required for a certain toroid (in our case we use a T37-2).

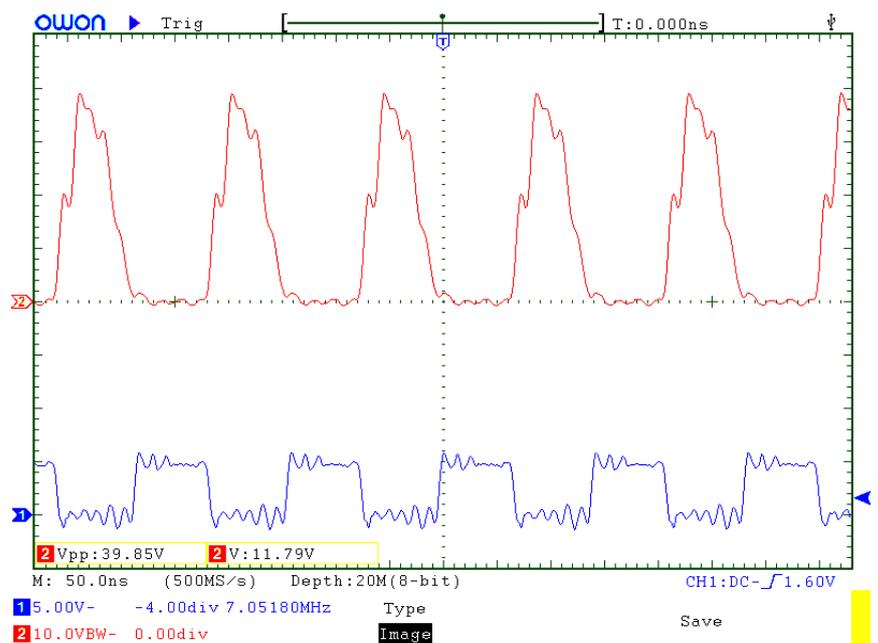
The Class-E design process is simple. Choose the output impedance. We choose 50-ohms, because this is the input impedance of the Low Pass Filter we will use. The online calculator will tell you what inductance is needed, and how many spires to wind on the toroid. The online calculator also tells you the required capacitance to bring it to resonance at the operating frequency. Here we resort to experiment, because it is a little difficult to

know what the output capacitance of the transistor is. The device capacitance varies depending on supply voltage and whether it is on or off. A simple experiment is required, adding different small capacitances to the circuit, and measuring the efficiency (measure supply voltage and supply current to calculate power input; then measure RF power output. Divide one by the other to get the efficiency). It is easy to find what additional capacitance is required to peak the efficiency. The resonance is quite broad and non-critical.

In this implementation, three BS170 transistors are used in parallel. The BS170 is inexpensive and small, but is rated for 500mA drain current and up to 830mW of dissipation. Per device. Three in parallel provides plenty of capability to achieve a 5W output on a single band.

There are always minor variations between device characteristics from one transistor to the next. If these were bipolar NPN transistors, we would not be able to parallel them in this way. If one transistor takes more of the load and starts to heat up, its resistance further decreases and this causes it to get even hotter. This process is known as “thermal runaway” and results (quickly) in destruction of the transistor. Emitter resistors are used to help balance the load. But with MOSFETs, their resistance INCREASES as the temperature goes up – so there is an inherent self-balancing when multiple devices are used in parallel, without any need for additional balancing resistors which would increase component count and waste some power.

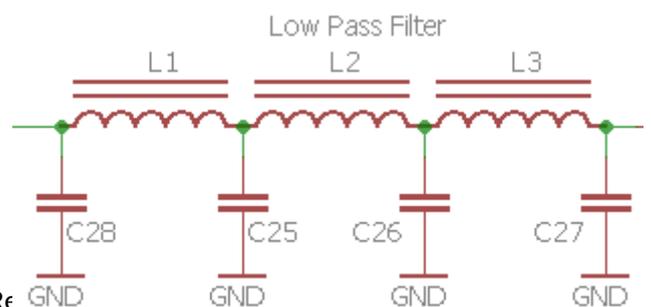
This oscilloscope screenshot shows the classic Class-E waveform. Please ignore the ringing due to poor set-up of the ‘scope probes etc.



The lower (blue) trace is the 5V squarewave at the gate of the BS170 transistors. The upper (red) trace is the voltage at the BS170 drain. It peaks at approximately 40V in this example. This measurement was done with 12V supply and on 40m (7MHz).

The important point to note is that when the BS170 are switched ON (the gate voltage is 5V), the drain voltage is zero. When the BS170 is OFF the drain voltage pulses nicely to a large amplitude. Class-E!

The summary: Class-E is actually quite easy to achieve in practice! Perhaps all the complicated mathematics might help to squeeze out another % or two of efficiency. But for practical purposes, it’s a wonderful building block to use in a single-band CW transceiver.



4.11 Low Pass Filter

The transmitter output is rich in harmonics and must be followed by a good Low Pass Filter, to attenuate the harmonics and satisfy regulatory compliance.

The standard, well-proven QRP Labs Low Pass Filter kit

<http://qrp-labs.com/lpokit>

is used here. To save space and cost, the components are installed directly on the PCB, not on a plug-in board.

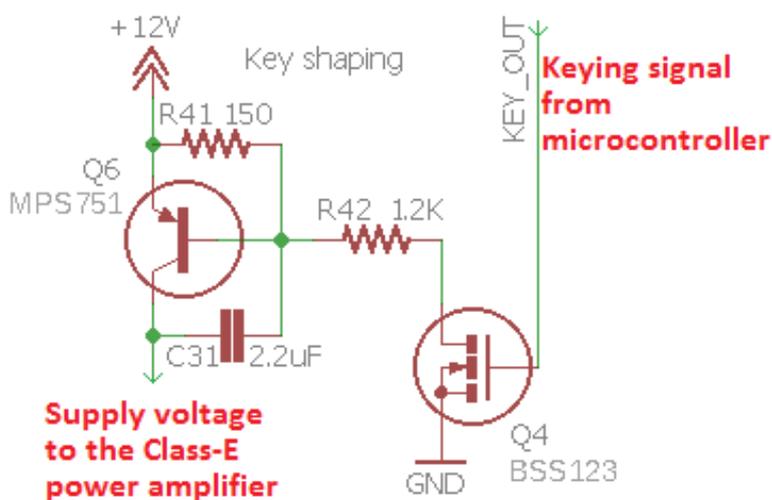
It is a 7-element filter design originally by Ed W3NQN then published for many years on the G-QRP Club web site's technical pages.

4.12 Key-shaping circuit

A hard-keyed CW transmitter generates clicks many hundreds of Hz away from the transmitted signal that can annoy users of adjacent frequencies. This is purely a consequence of the mathematics of the Fourier transform and is unavoidable. Any time you switch a signal instantly on or off, you WILL splatter energy onto unwanted nearby frequencies.

To combat this, any good CW transmitter should include an RF envelope shaping circuit to soften the key-down and key-up transitions. The ideal envelope shape is a raised cosine, but this is difficult to implement without significantly increasing the complexity of the circuit.

The simple key-shaping circuit used here uses only a few components but produces good results.



This circuit was derived from one published by Don Huff W6JL, see

<https://www.qrz.com/db/W6JL/>

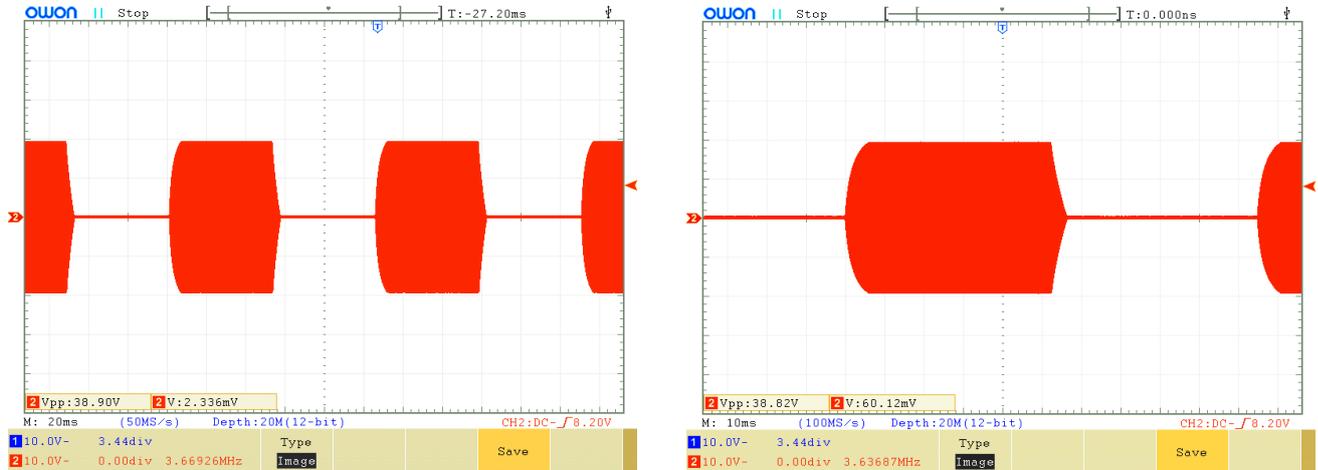
though as he says, “*this integrator-type keying circuit is found in many published homebrew designs over the past 40 years or so, so it is nothing new*”. It uses a PNP transistor (Q6) and R-C integrator circuit. Don W6JL uses this key-shaping circuit to drive a 600W Power Amplifier.

On key down the Q4 switch is “closed” by a high signal coming from the microcontroller. In a really simple transmitter, Q4 could just be replaced by a straight Morse key to ground! But in our case, the microcontroller implements automated stored message sending, beacon modes, and Iambic keyer – so we need the microcontroller to be the boss of everything. The microcontroller reads the state of the straight key or paddle, and processes it to produce a key output. When in straight key mode the microcontroller transfers the signal

straight through from the key input, to the key output control line – but in other modes the processor must generate the keying signal.

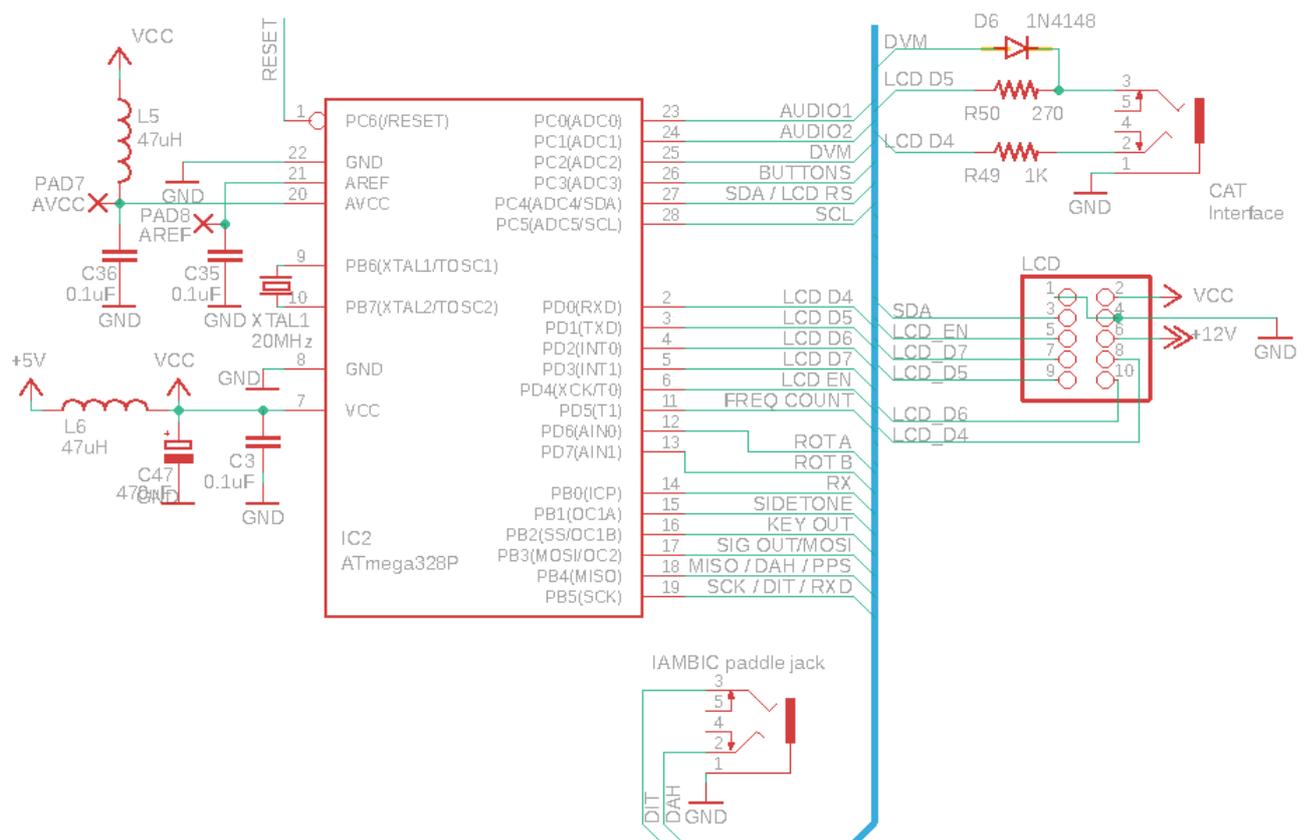
The component values set the rise and fall time. With the components shown, the rise and fall time is about 5 milliseconds.

The following oscilloscope screenshots show a 40m band (7MHz) transmission, keyed with a continuous series of CW dits at approximately 24 words per minute. The amplitude is approximately 3.8W into a 50-ohm dummy load (with 12V power supply).



4.13 Microcontroller

The ATmega328 microcontroller circuit controls many aspects of this transceiver. Below is this section of the transceiver circuit. Several points are worthy of discussion.



ATmega328P processor

The ATmega328P was chosen because it has enough processing power and I/O to handle all the tasks required here. It is also common and inexpensive, and lots of QRP Labs products already used it, bringing economies of scale in both the kit preparation and the coding. The processor is operated at its maximum rated 20MHz system clock speed.

The code is all written in C and is not open source. While the same ATmega328 processor is used in the popular Arduino Uno products, there is no relation between code written for the Arduino environment and the custom code written for this CW transceiver.

Elimination of tuning clicks

Some constructors of radio receiver projects that use the Si5351A report loud clicks every time the frequency is changed. The cause of these clicks is one or both of two underlying issues:

- a) Faults in the software configuring the Si5351A
- b) Power line or radiated noise from the microcontroller/LCD back into the sensitive receiver

The first of these is not an issue here since we have already extensive experience using the Si5351A and have perfected its configuration.

The second issue is important to address. Every time the microcontroller updates the Si5351A configuration to cause it to change frequency, it typically also writes the new frequency to the LCD. There is a burst of activity in the microcontroller, and on the digital control signals to both the Si5351A and the LCD. The LCD controller chip will also be doing some work to effect the changed display. All of these digital transitions can radiate noise into the receiver front end. Changes in power consumption cause noise on the supply lines which can also be converted into noise detected in the receiver front end.

To combat the radiation issue, the ATmega328P microcontroller is sited away from the RF and audio signal paths, right at the front of the PCB so that the connections between the processor and LCD module and the microcontroller are kept as short as possible, to minimize radiated noise.

To keep noise out of the supply, the 5V supply to the microcontroller and LCD module is filtered by 47uH inductor L6 and 470uF capacitor C47.

In combination, these measures ensure that there are no “clicks” in the audio when tuning the receiver; just a small “flutter” as I call it, which is a natural consequence of the sudden change in frequency (Fourier rules).

Liquid Crystal Display module

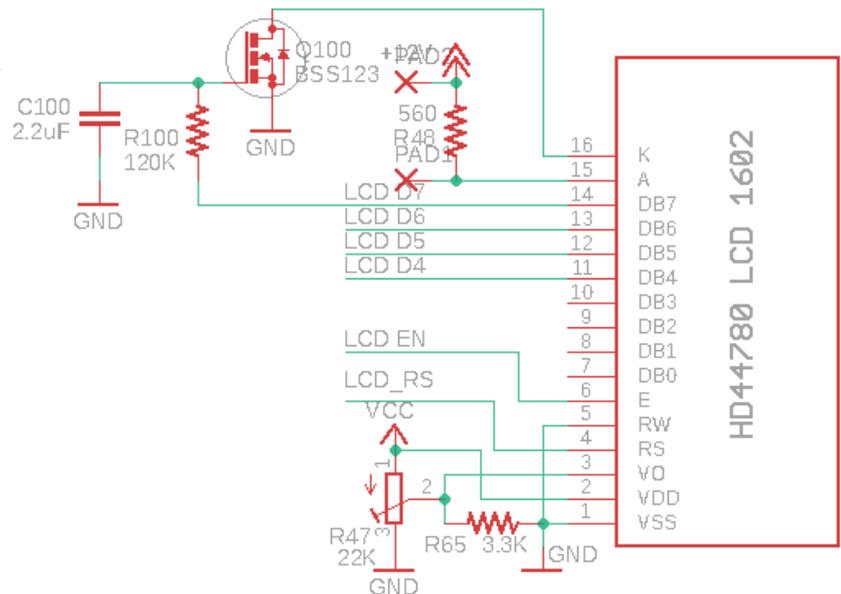
The transceiver uses an HD44780-compatible LCD Module with 16 characters by 2 rows. The LCD is operated in the 4-bit mode in order to minimize the I/O pins used. No data is read back from the LCD which means the Read/Write pin can be grounded. In total only 6 I/O pins are used for writing to the LCD.

A yellow/green LCD module is used in the QCX-mini kit because even with the backlight switched off, this type of LCD are still perfectly viewable in ordinary lighting conditions, and even in direct glaring bright sunlight.

The LCD is mounted on the display PCB and the circuit section (below right) is a part of the display PCB.

The usual contrast adjustment trimmer potentiometer is R47 and must be be set to obtain a readable display.

The LCD back-light consumes about 15mA of current with a 560-ohms series resistor (at 12V supply). A 270-ohm series resistor was used in the QCX/QCX+ and resulted in 30-35mA current consumption. The larger resistance value was chosen here because the backlight brightness really does not need to be extreme, and for portable operations on battery power, minimizing current consumption is more important.



The back-light could be connected directly to the 5V supply but this would somewhat increase the power dissipation of the 5V voltage regulator. In order to avoid overheating the regulator, this back-light is powered instead directly from the +12V rail via R48, a 560-ohm resistor.

A different resistor value could be installed for the LCD backlight series resistor; large pads are provided on the PCB for this purpose (facilitating easy installation of a standard through-hole ¼W resistor).

Unlike its predecessors the QCX and QCX+, the QCX-mini transceiver has a means to switch on or off the backlight under firmware control, via the configuration menu. This is achieved using LCD data pin 7. Whilst this pin is used for communication from the microcontroller to the LCD module, this is only a brief data burst lasting a few microseconds. The rest of the time, the pin can be left in a high or low state, under processor control.

MOSFET Q100 is used as a switch, in series with the backlight LCD. It is switched ON by +5V on the gate pin. However, to avoid potential RF noise getting back into the sensitive QCX-mini receiver circuits, capacitor C100 and resistor R100 form an integrator, the effect is to filter out the burst of data that occurs when the microcontroller writes to the LCD. The time constant is 0.26 seconds. Its very slow, plenty slow enough for the data burst to be totally ignored by the LCD, and therefore no RF interference is generated.

Sidetone

In the early firmware versions of this transceiver, the sidetone was generated by Pulse Width Modulation using the ATmega328's Timer1 peripheral. The frequency and volume of

the sidetone were configurable in the software via the configuration menu. In order to control the volume, the microcontroller adjusted the duty cycle from 50% (maximum volume) down to under 1% (for minimum volume).

In firmware version > 1.02 and above, the sidetone generation method was changed. The former method was a simple squarewave, with variable duty cycle, in order to change the volume. However, this also changed the average level, leading to a DC bias at low volume levels; on switching from Transmit to Receive (and indeed, vice versa), the DC bias through the audio chain, being suddenly restored the nominal 2.5V, generated a large click.

The resolution to this was generation of sidetone by superimposing a PWM duty cycle change, for example from 51% to 49%, on a much higher frequency squarewave (42kHz is used at 700Hz for example; the higher frequency is given by 60 x sidetone frequency). This duty cycle change at a rate of 700 times per second, creates a small 700Hz squarewave superimposed on a full size 42kHz squarewave; the average duty cycle is 50% and therefore no click occurs during RX TX switchover. The volume is changed for example, made louder, by a larger change in duty cycle; for example 60/40% instead of 51/49%.

The sidetone is injected into the receiver path via a 3.3K resistor at the input to the CW filter. The sidetone generated by the microcontroller is a squarewave, rich in harmonics. As the volume is reduced, the duty cycle percentage drops and the amplitude of the 700Hz fundamental tone also drops. There are many harmonics of course, and the CW filter does a great job of removing these, so what is left in the earphones is a pleasant and pure 700Hz sinewave. This is why the sidetone is injected at the CW filter INPUT.

During transmit, when the sidetone is operational, the mute switch Q7 is also closed – but there is enough leakage through the imperfections of this switch that the sidetone gets through anyway. The 3.3K sidetone feed resistor R59 is chosen to pump enough signal through that it overcomes the attenuation of the mute switch. Without the mute switch, R59 would be a much higher value.

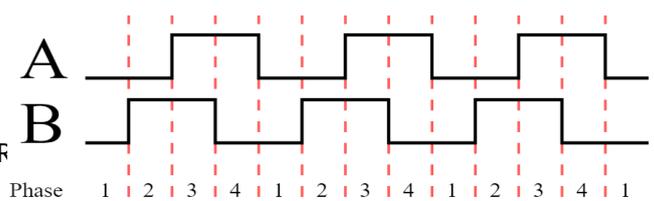
Key paddle, rotary encoder switch buttons

The microcontroller keeps an eye on all the buttons, key paddle inputs, and rotary encoder switches. When button or switch closures occur as the operator activates a control, the microprocessor responds immediately as required.

The paddle inputs, and the rotary encoder switch, are read using dedicated microcontroller I/O signals.

All mechanical switches exhibit switch bounce, where the switch contacts generate multiple transitions for a short time when the switch is activated. It is common to see in many projects, resistor-capacitor networks to debounce switches (including the rotary switch). Simple debounce circuits involving a resistor and a capacitor inevitably involve a compromise when choosing the R-C time constant. It is easy to miscalculate and make the time constant too short (bounce noise still gets through) or too long (rapid switch closures are missed). In some cases it is impossible to find the sweet spot in between these two extremes.

In my opinion, resistor/capacitor debouncing is a poor solution to the problem, when the circuit contains a microcontroller. It is easy to debounce the switch edges in software! This allows you to control time-constants or other debounce logic much more precisely. Of



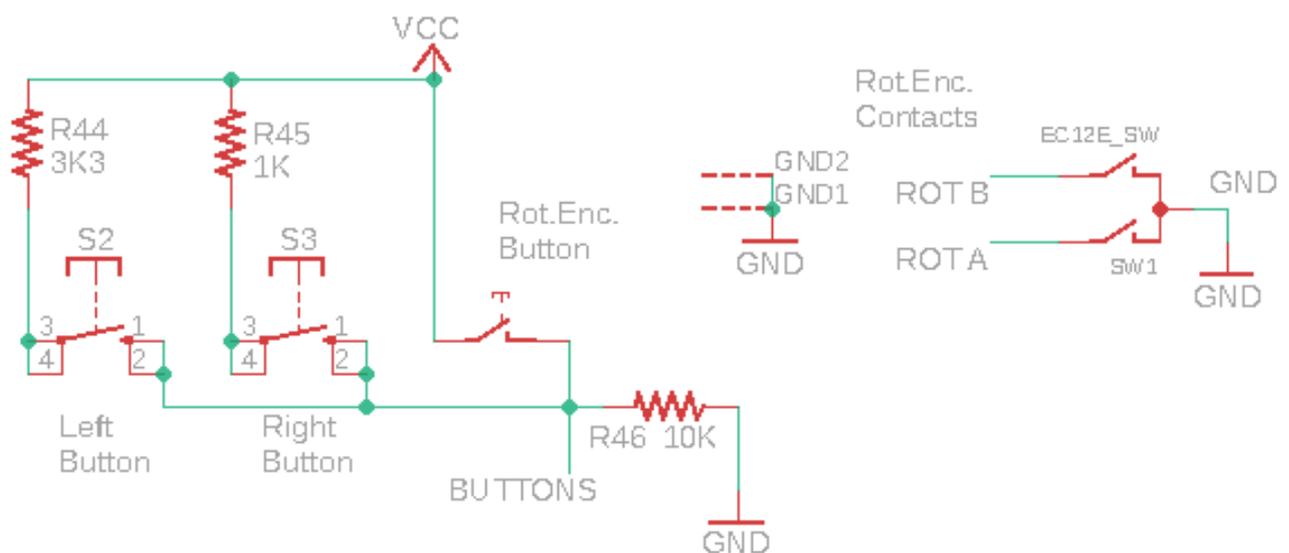
course, it saves those additional resistors and capacitors too, which all helps reduce the cost and complexity of the kit! This is the reason why in this kit, you will not see any resistor or capacitor debouncing of any of the controls. Everything is done in the software.

The rotary encoder is debounced using a state machine, rather than any timing loops. The rotary encoder produces two switch-closure outputs which have a 90-degree (quadrature, again) phase shift. The microcontroller can monitor these transitions and determine the number of “clicks” of the rotary encoder, and the direction the knob was turned in, and at the same time debounce the switch transitions.

Another unnecessary component often seen is a pullup-resistor on a switch signal to a microcontroller, so that when the switch is open (not pressed) the microcontroller sees a “high” voltage. This is unnecessary because modern microcontrollers such as the ATmega328P all contain configurable internal pull-ups!

I had a little more trouble when it came to the “Select”, “Rotary” (shaft of the rotary encoder) and “Exit” push-buttons. Despite thinking that the microcontroller had plenty of I/O signals available, when I came to implement all the features I had in mind, I realized there weren’t enough I/O signals to read the buttons!

The solution was to analogue-multiplex all three buttons onto a single input signal to the microcontroller, which is one of the Analogue to Digital Converter (ADC) channels. No microcontroller internal pull-up is used because I need to have precise control over the voltage levels.



The circuit fragment above shows the rotary encoder, and the three buttons (two tactile switch buttons, plus the button internal to the rotary encoder shaft) which are located on the front panel PCB.

The input signal is pulled low by a 10K resistor R46. One side of all three buttons is connected to the I/O pin. The other sides of the buttons are connected to 5V via different resistors: 3.3K (R44) for the left (“Select”) button, 1K (R45) for the right (“Exit”) button, and direct connection for the center (“Rotary”) button. When one of the buttons is pressed, the resistors form a potential divider that sets the voltage to the microcontroller depending on which button is pressed. Some calculation results in the following table of voltages depending on which button is pressed:

Button pressed	Voltage
----------------	---------

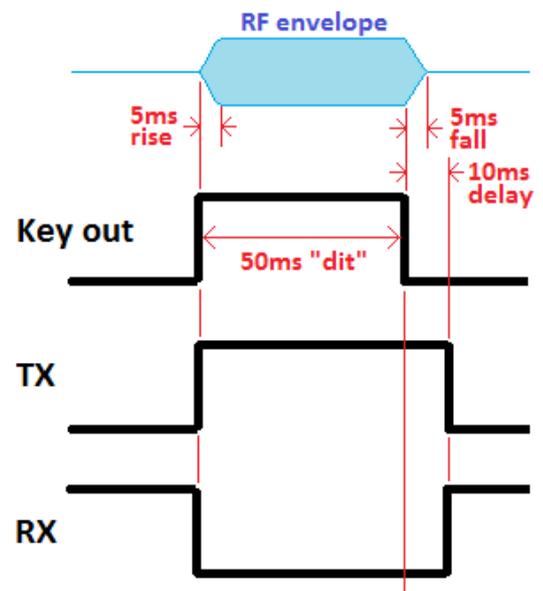
None	0.00V
“Select”	3.76V
“Rotary”	5.00V
“Exit”	4.55V

In all three cases, the voltage when a button is pressed, is higher than the 3V logic “1” threshold of the microcontroller. I am able to use a pin-change interrupt to detect that a button has been pressed, then read the ADC channel 3 and compare the measured voltage to the table, to determine which button was pressed.

It’s a nice trick for reading multiple buttons on a single ADC input, and it would work also for a larger number of buttons! Each one just needs a different resistor value and eventually, some care would need to be taken to ensure that the voltage differences could be read reliably, not masked by ADC noise or component inaccuracies. For three buttons, none of these problems arise.

TX/RX Switch control, and Key Out signals

As already discussed, the Key Out signal either reflects directly the state of a straight key, in Straight keyer mode, or it is a processed keyer signal when using the lambic keyer modes or Beacon function of the transceiver. The Key Out signal is generated by the microcontroller with precise timing in the Beacon and Lambic keyer modes. It is routed to the RF envelope key-shaping circuit discussed previously.



The Transmit/Receive switch must remain in “transmit” state for a short time after key-up, in order for the RF envelope of the key-shaping circuit to drop gently down to zero, which takes approximately 5ms. Due to this, the microcontroller implements a 10ms delay between key-up and switching the radio back to receive mode.

The diagram (right) illustrates the relationship between these signals, for an example 24 words per minute “dit”. The Key out signal has a “high” period of 50ms exactly. The ramp-up and ramp-down of the RF envelope has 5 millisecond (approximately) rise and fall times. The “RX” control line generated by the microcontroller switches on the receiver (allows RF through to the receive mixer) when it is “high”. It is held in the “low” (transmit) state for 10ms after key up completes.

The “TX” signal is the inverse of the “RX” signal, and it switches the gate of the audio mute switch Q7 during transmit. One of the NAND gates IC3D is used as the inverter to create the “TX” signal from the microcontroller’s “RX” output.

4.14 Optional GPS interface

The GPS was a late addition to the design. It is added to facilitate several useful features:

- Calibration of the 27MHz reference oscillator
- Calibration of the 20MHz system clock
- For WSPR, discipline of the frequency (drift correction)
- For WSPR, setting and discipline of the real time clock
- For WSPR, setting the Maidenhead Locator square

The optional GPS interface is provided by the same connector as the paddle (Serial, PPS and Ground); +5V is available at the tip connection of the PTT connector. The QLG1 GPS receiver kit is ideal for the QCX-mini. However other GPS modules could also be used. The following requirements of the GPS module must be met:

- Positive-going (leading edge) 1 pulse per second signal with a reasonable pulse width – e.g. some older GPS module have a 1us pulse and this will not be long enough. The QLG1 GPS receiver provides a 100ms (0.1s) duration pulse, though shorter pulses would also work.
- 9600 baud serial data sending standard NMEA 0183 GPS sentences
- “TTL” voltage levels i.e. 0V “low” and 5V “high” (or at least, below 1.5V and above 3.5V)

The GPS is therefore wired directly in parallel with the paddle. The GPS may not be used at the same time as the paddle. This would cause the transmitter to be keyed by the 1pps and serial data signals. **Always put the kit into Practice Mode (see menu 4.7) before connecting a GPS, to avoid accidentally frying the PA.**

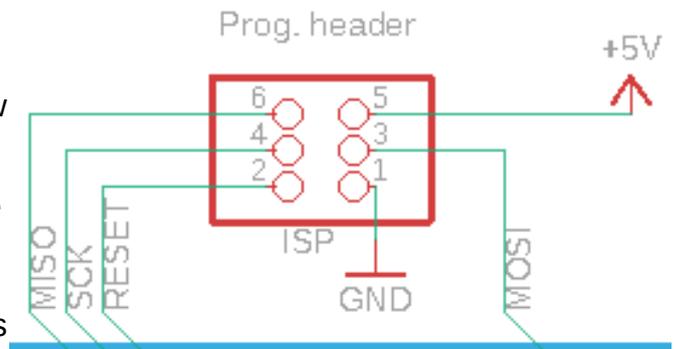
The ATmega328P has a USART serial data peripheral. However, the pin assignments were already made, so far down the design process, at the time the GPS receiver option was included. Furthermore, the I/O pin availability was already scarce. So, the two GPS signals share the same I/O as the paddle inputs. A software-emulated USART peripheral module now reads the GPS serial data, at 9600 baud.

If you connect a GPS and forget to put the kit in practice mode, it will automatically recognize serial data at the paddle input and temporarily enable practice mode (an ‘A’ appears in the display) to protect the PA circuit.

4.15 In Circuit Programming (ISP) interface

A 2x3-pin header is installed on the PCB to facilitate In Circuit Programming (ISP) of the ATmega328P microcontroller in future, if new firmware versions become available.

Firmware updates can be done with a simple USBASP AVR programmer available from eBay for under \$2 including international shipping. The 2x3-pin header pinout matches the standard AVR programmer cables.



The ISP interface uses the same I/O pins as the GPS interface and the Paddle. When upgrading the firmware, be sure to disconnect the GPS (if you had one connected). And do not press any paddle key while doing the firmware update!

Some AVR programmers require a 5V connection to sense the target programming voltage; some do not. +5V is connected to pin 5 of the ISP header. If you do not want this connection in your particular case, you would need to cut the track to this pin

4.16 Test Equipment

The built-in test and alignment equipment is a really nice feature of this CW transceiver kit.

DVM and RF Power meter

The DVM and RF Power meter is implemented using the 10-bit ADC channel 2 input to the microcontroller.

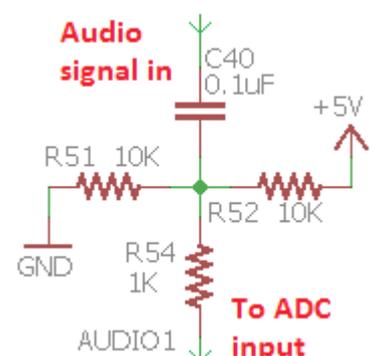
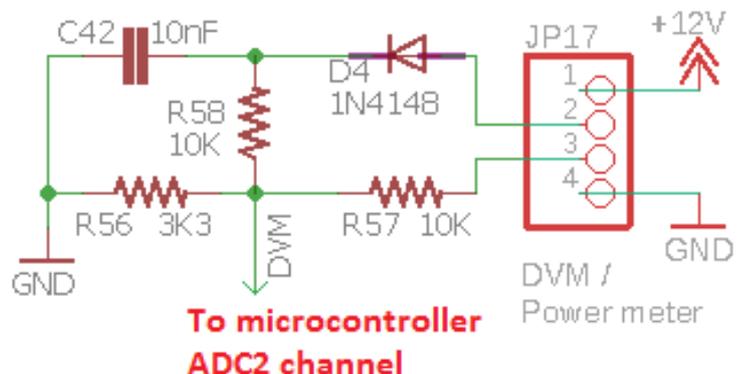
When measuring voltage, connect the voltage to be measured to pin 3 of the 4-pin DVM/RF Power connector. The voltage is dropped by the potential divider formed by R56 (3.3K) and R57 (10K). This applies a division by a

factor of 4.03. Since the ADC can measure voltages up to 5V, this means the DVM function has a range of 0V to 20V maximum, and each ADC bit has a resolution of 0.02V.

When measuring RF power, connect the RF to be measured to pin 2 of the 3-pin DVM/RF Power connector. In this case D4 and C42 form a simple RF detector. The RF is rectified by D4 and smoothed by C42. R56 (3.3K) and R58 (10K) again form a potential divider that divides the rectified voltage by a factor of 4.03. The resulting range of the power meter is from 0 to 5W approximately.

For normal operation of the radio, if you wish to see a battery voltage icon on screen, then connect pin 1 to pin 3 of the 3-pin header. This connects the voltmeter input to the 12V supply of the radio.

In the unlikely event of accidentally overloading the RF power input or the DVM input, the 10K resistors R57 and R58 limit the



damage to the ATmega328P processor or maybe prevent damage altogether. Perhaps. (don't feel tempted to try it intentionally).

Audio ADC

There are two audio connections from the receiver signal chain to the microcontroller. One is connected at the output of the I-Q balance adjustment potentiometer. In other words, the input to the CW filter. The second audio connection is connected after the final audio amplification gain stage. Both of these audio signal channels are fed to Analogue to Digital Converter (ADC) inputs of the microcontroller.

The circuit diagram (right) shows the circuit at AUDIO 1 (ADC channel 0) which is connected to the audio amplifier output. The purpose of the circuit is to remove the DC bias from the audio signal, and apply a new bias of 2.5V, to bias it to the middle of the ADC's input range. The 1K resistor in series with the ADC pin is intended to provide some kind of limited protection to the microcontroller in the event that the voltage falls outside the range 0-5V. A simpler circuit is used on the AUDIO 2 channel as the DC bias is already 2.5V so the signal is within the range 0-5V.

The ADCs in the ATmega328P have 10-bit resolution which translates to about 5mV. The ADC conversion result is a number in the range 0-1023, with 512 representing zero. An audio voltage of +/- 2.5V can therefore be measured. In practice, the audio signal is much less than this, which means the full ADC range is not really used. The AUDIO2 channel (connected at the CW filter input) has even less amplitude so is not used for anything except the BPF Alignment procedure, which has a very strong signal.

Frequency Counter

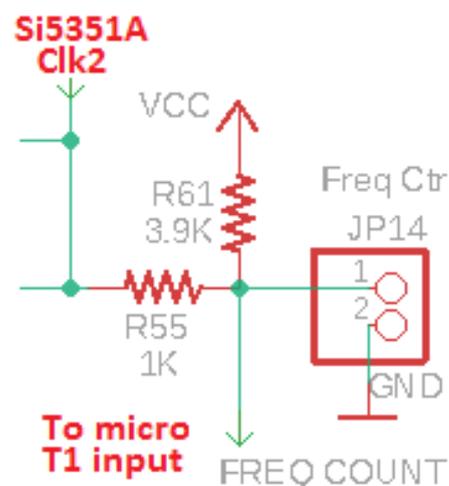
The frequency counter test pin input is connected directly to the microcontroller's 16-bit Timer1 input pin.

There is a 1K series resistor (R55) to connect it also to the Si5351A's Clk2 output. This is used during the optional GPS-disciplined 27MHz reference crystal frequency measurement. In this function, the Si5351A is configured to route its raw 27MHz output, divided by 4, to its Clk2 output. This passes through the 1K resistor R55, to the microcontroller. The 1K resistor provides protection to the Si5351A in the event you accidentally have something connected to the FREQ input pin, and the Si5351A is operating its Clk2 output at the same time.

Since the 3.3V peak-peak signal from the Si5351A is rather marginal for operating the Timer1 input, a 3.9K pullup resistor increases its center point. Now "low" is 1.02V and "high" is 3.65V, which is enough to trigger the Timer1 input reliably.

The frequency counter can operate from 0 to 8MHz theoretically, assuming a clean 50% duty-cycle squarewave signal of sufficient amplitude. The 8MHz upper bound is a limitation of the AVR processor which has a synchronous timer input, and can only count to 40% of the system clock frequency (40% of 20MHz is 8MHz).

The signal to be counted must satisfy the logic thresholds of the ATmega328P, namely a "low" or "0" is less than 1.5V, and a "high" or "1" is greater than 3.5V.



Signal Generator

The signal generator mode was also discussed in the operating manual section. The signal output is taken from the Clk0 or Clk1 output of the Si5351A (there are no pads for this). Care should be exercised not to draw excessive load (e.g. short circuit) from these pins, which could damage the Si5351A. It will be very difficult to replace a damaged Si5351A.

Self-test of Signal Generator and Frequency Counter

Note that once the Signal Generator has been activated by scrolling to the Signal Generator menu item, and pressing the “Select” button to enable it – the Signal Generator remains active on the set frequency, until you press the “Exit” button and leave the Test Equipment menu.

Press the “Select” button to enable the signal generator; an underline cursor appears under the digit that will be tuned by the rotary encoder. Adjust the signal generator to produce a frequency some way under 8MHz. Let’s say, 6MHz. When you leave edit mode, by pressing the “Select” button until the cursor disappears off the right side of the 1’s digit, OR by pressing the “Exit” button, then the cursor will no longer be shown on the display. Turning the rotary encoder 1 click anticlockwise shows menu 9.5, the frequency measurement. Now if you connect a wire from the FREQ input to the CLK0 output, you will measure the signal generator’s frequency. This is shown here in the photograph (right, original QCX not the QCX-mini); clearly the 2kHz low reading indicates I have not calibrated the 27MHz reference value and/or the 20MHz system clock value!



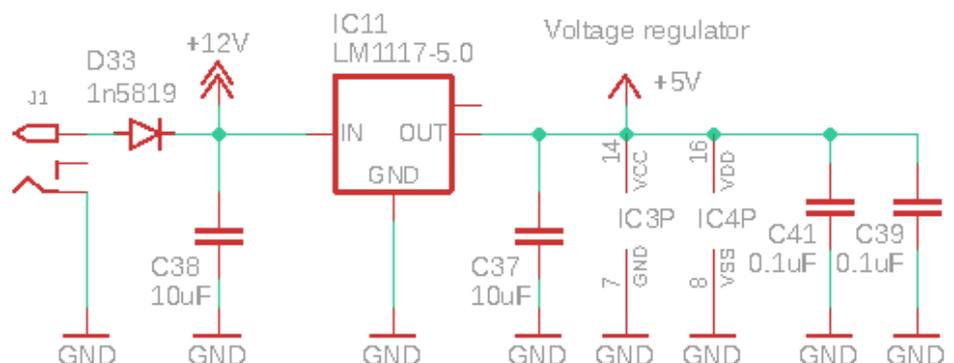
In the photograph, the white wire shown looping around the rotary encoder connects the FREQ pin (just under the “M” character of the LCD, in the photograph) to the Clk0 output pin (just under the “z” character of the LCD).

This is a convenient way to get the frequency counter to verify the correct operation of the signal generator (and hence the Si5351A synthesizer). The signal generator output is available at both the Clk0 and Clk1 pins, hence you can test them both.

4.17 5V voltage regulator

5V for the microcontroller, Quadrature Sampling detector chip, LCD module and IC3 (quad NAND gate) is provided by IC11, a AMS1117-5.0 5V 1A voltage regulator.

Note that the input is protected against



reverse polarity by D33, a Schottky diode type 1N5819. This also drops the voltage by 0.3 to 0.4V, which has the effect of reducing the output power. D33 is shown on the microcontroller section of the circuit diagram, see earlier.

If you are brave, and confident that you will NEVER connect power to the radio with reversed polarity, you can omit this diode and fit a jumper wire over it.

5. Fault-finding

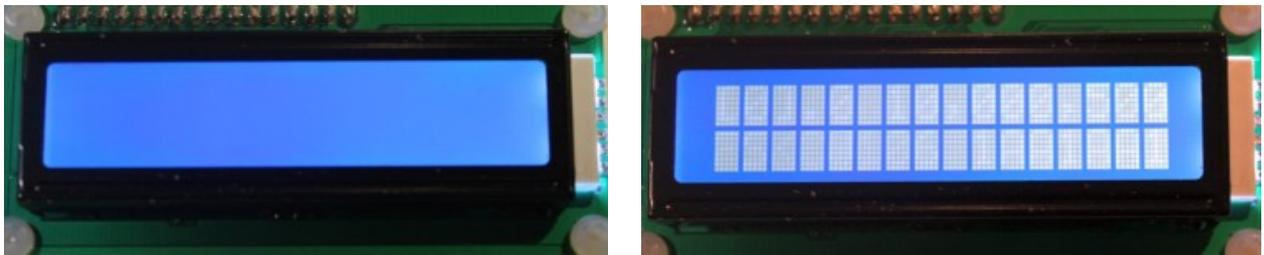
Refer to

<http://grp-labs.com/qcx/qcxtrouble>

et le groupe de discussion groups.io pour plus de conseils !

5.1 Blank LCD or blocked LCD

Si votre écran LCD ressemble à l'un ou l'autre, c'est un signe certain que vous n'avez pas réglé le potentiomètre de réglage du contraste R47.



5.2 No back-light at all

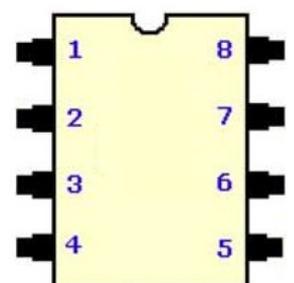
S'il n'y a pas de rétro-éclairage LCD du tout, vérifiez que vous avez correctement installé le connecteur LCD entre le circuit imprimé principal et la carte LCD.

Un rétro-éclairage peut aussi être NORMAL ! Si le réglage du rétro-éclairage dans la configuration du menu "Autres" (dans le menu 7) est réglé sur OFF, alors le rétro-éclairage sera naturellement désactivé. L'écran du QCX-mini est lisible sans le rétro-éclairage, il n'y aura donc aucun problème pour modifier cette entrée de menu.

5.3 A row of blocks appears on the top row

Si vous voyez une rangée de blocs en haut du module LCD, et que la rangée du bas est vide, cela signifie que le microcontrôleur n'a pas communiqué avec le module LCD.

Vérifiez que votre microcontrôleur IC2 est correctement installé dans son socle à 28 broches, avec la bonne orientation (la fossette sur la puce correspond à celle du socle et à la sérigraphie du PCB). Vérifiez que toutes les broches de l'IC2 sont correctement insérées dans le socle, sans être pliées. .



5.4 DC voltage readings

Le tableau suivant indique la tension continue lue en différents points du circuit. Cela peut faciliter le dépannage. Les mesures de tension

ont été effectuées à l'aide du DVM intégré, dans le point de menu 9.1. Ces mesures ont été effectuées à l'aide d'une alimentation électrique de 12V.

Lorsqu'un numéro de broche de CI est mentionné, n'oubliez pas que les numéros de broche commencent en haut à gauche (juste à gauche de la fossette à l'extrémité de la puce) et sont comptés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à partir de là (voir le schéma d'un CI à 8 broches par exemple, à la page précédente).

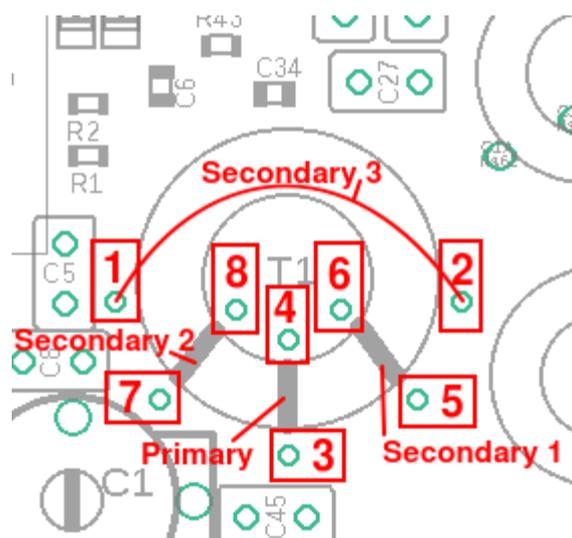
Lorsque les termes "gauche", "droite", "haut" et "bas" sont mentionnés, ils supposent que le PCB est orienté de manière normale.

Toutes les mesures ont été effectuées en sondant le PCB par le haut. Dans certains cas, il est possible d'enfoncer le fil pour toucher la pastille d'un condensateur ou d'une résistance particulière..

Les références au brochage du transformateur T1 utilisent la nomenclature indiquée dans le schéma (à droite).

Dans de nombreux cas, ces mesures peuvent ne pas correspondre exactement aux vôtres. En particulier, si vous utilisez une alimentation autre que 12V, les tensions qui sont dérivées de la ligne d'alimentation 12V seront différentes. Par exemple, les tensions de polarisation sur les amplis-op qui sont polarisées à la moitié du rail d'alimentation.

Gardez à l'esprit que dans certaines de ces mesures, l'acte de mesure modifiera lui-même la mesure. La "résistance d'entrée" de ce DVM n'est que de 13,3K (R56 et R57 en série, en supposant une résistance d'entrée élevée de la broche du microcontrôleur). Si vous deviez effectuer ces mesures de courant continu avec une résistance d'entrée élevée de la "vraie" DVM plutôt qu'avec la DVM intégrée de cet émetteur-récepteur radio, ces mesures changeraient. Encore une fois : si votre mesure est dans la bonne fourchette, ne vous inquiétez pas si elle diffère de celles-ci.



Lorsque vous effectuez ces mesures, veillez à ce que le fil que vous utilisez pour sonder le circuit ne provoque pas de court-circuit sur les broches ou les composants adjacents, ce qui pourrait l'endommager.

Je suggère d'éviter de sonder directement les broches de la puce Si5351A, elles sont trop petites : le risque de court-circuit des broches adjacentes est élevé. Vous pouvez facilement sonder les composants proches qui sont connectés aux broches du Si5351A, si vous le souhaitez - reportez-vous au schéma des pistes du circuit imprimé. De même, je ne recommande pas de sonder directement les broches du FST3253. Là encore, il est facile de sonder les composants proches qui sont connectés à ces broches, et cela réduit le risque d'endommager quelque chose en provoquant des courts-circuits par inadvertance.

Location	Voltage	Comment
+ supply terminal	11.98	As I already mentioned: a 12V supply
Clk0, IC1 pin 10	~1.70	La broche Clk0 en fonctionnement normal a une onde carrée crête-crête de 3,3V avec un rapport cyclique de 50%. Le DVM en mesure la moyenne. La mesure ici fait beaucoup de bruit désagréable dans l'audio.
Clk1, IC1 pin 9	~1.70	En fonctionnement normal, la broche Clk1 a une onde carrée crête-crête de 3,3V avec un rapport cyclique de 50%. Le DVM en mesure la moyenne. Cette mesure fait beaucoup de bruit dans.
Pair of pads near IC1 pins 5 and 6	3.40	C'est la tension de l'alimentation du Si5351A, broches 1 & 7
Top end of D2	4.96	This is the +5V regulated supply
T1 pins 1, 2, 3 & 4	0.00	
T1 pins 5, 6, 7 & 8	2.36	
Left side of C43	2.28	C43-46 sont les condensateurs d'intégration QSD. La tension aux bornes de chacun d'eux diffère légèrement. Les mesures suivantes montrent ces petites différences.
Left side of C44	2.44	
Left side of C45	2.42	
Left side of C46	2.30	
IC5 pin 1	2.64	Sortie IC5a, la sortie du préampli I
IC5 pin 2	2.46	
IC5 pin 3	2.26	
IC5 pin 4	0.00	
IC5 pin 5	2.28	
IC5 pin 6	2.46	
IC5 pin 7	2.44	Sortie IC5b, la sortie Q du préampli
IC5 pin 8	11.67	C'est la tension d'alimentation moins la chute de tension causée par la diode de protection contre l'inversion de polarité
IC6 pin 1	2.44	IC6a Sortie
IC6 pin 2	2.44	
IC6 pin 3	1.63	
IC6 pin 4	0.00	
IC6 pin 5	1.55	
IC6 pin 6	2.44	
IC6 pin 7	2.44	IC6b sortie
IC6 pin 8	11.67	
IC7 pin 1	2.64	IC7a sortie
IC7 pin 2	2.64	
IC7 pin 3	1.99	
IC7 pin 4	0.00	
IC7 pin 5	1.89	
IC7 pin 6	2.64	
IC7 pin 7	2.64	IC7b sortie
IC7 pin 8	11.67	
IC8 pin 1	2.46	IC8a sortie
IC8 pin 2	2.46	
IC8 pin 3	0.65	
IC8 pin 4	0.00	

IC8 pin 5	0.67	
IC8 pin 6	2.48	
IC8 pin 7	2.48	IC8b output
IC8 pin 8	11.67	
IC9 pin 1	4.84	IC9a output
IC9 pin 2	4.84	
IC9 pin 3	0.65	
IC9 pin 4	0.00	
IC9 pin 5	0.67	
IC9 pin 6	2.44	
IC9 pin 7	2.44	IC9b output
IC9 pin 8	11.67	
IC10 pin 1	5.83	IC10a output
IC10 pin 2	5.83	
IC10 pin 3	5.83	
IC10 pin 4	0.00	
IC10 pin 5	4.21	
IC10 pin 6	3.94	
IC10 pin 7	5.83	IC10b output
IC10 pin 8	11.67	
LCD pin 1 (leftmost)	0.00	LCD VSS supply pin
LCD pin 2	4.94	LCD VDD supply pin
LCD pin 3	0.57	LCD Contrast
LCD pin 4	4.92	LCD RS pin
LCD pin 5	0.00	LCD RW pin
LCD pin 6	0.00	LCD E pin
LCD pin 7	1.08	LCD DB0 pin
LCD pin 8	1.08	LCD DB1 pin
LCD pin 9	1.06	LCD DB2 pin
LCD pin 10	1.04	LCD DB3 pin
LCD pin 11	0.00	LCD DB4 pin
LCD pin 12	4.94	LCD DB5 pin
LCD pin 13	4.92	LCD DB6 pin
LCD pin 14	0.00	LCD DB7 pin
LCD pin 15	4.41	LCD back-light anode
LCD pin 16 (rightmost)	0.00	LCD back-light cathode

5.5 RF Power output check

Si vous allez dans le menu "9.2 RF Power", vous pouvez vérifier votre puissance de sortie RF. Votre sortie RF doit être connectée à une charge fictive, car le calcul de la puissance RF suppose que la tension est aux bornes d'une charge de 50 ohms.

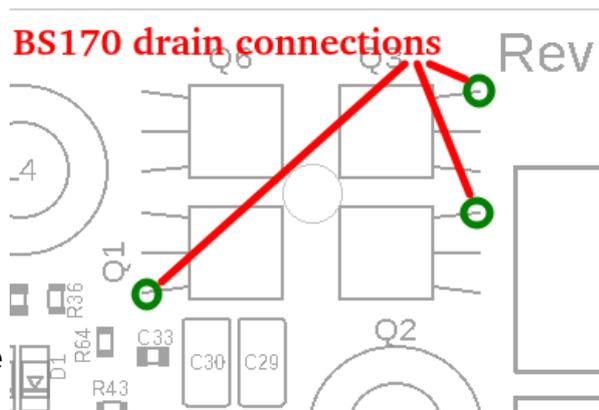
Connectez uniquement la sonde RF (broche 2 du connecteur DVM/RF Power à 4 broches) à la sortie RF du QCX-mini ; celle-ci doit être connectée à la jonction de C28 et L1, ou à la broche centrale du connecteur RF, etc. La mesure de la puissance en d'autres points de l'amplificateur de puissance de l'émetteur, ou aux jonctions intermédiaires du filtre passe-bas, ne sera pas valable car l'impédance en ces points ne sera pas nécessairement de 50 ohms

En appuyant sur une touche, l'écran affiche la puissance en watts. Il est plus facile d'avoir l'émetteur-récepteur en mode "Straight key" et de presser la pagaie.

N'oubliez pas que le détecteur RF à diode simple ne sera probablement pas particulièrement précis. Mais si vous voyez une lecture de quelques watts, cela vous donnera l'assurance que votre émetteur fonctionne correctement.

Si vous ne voyez pas de puissance de sortie sur la touche, c'est probablement que l'amplificateur de puissance est défectueux. Une erreur courante, comme je l'ai déjà mentionné lors des étapes d'assemblage, est de ne pas enlever ou brûler l'isolation en émail du fil de cuivre émaillé enroulé sur les tores.

Vérifiez d'abord que le fil de puissance RF a touché les drains du BS170 (voir schéma). Vous pouvez toujours toucher le fil à ces drains BS170 à partir de la face supérieure de la carte. Appuyez sur la touche et vérifiez la puissance. A ce stade, la puissance indiquée sera encore moins fiable que celle de la charge fictive. Mais regardez au moins si elle indique quelques watts.



Si vous voyez la puissance de sortie aux drains du BS170, mais pas à la sortie RF globale de l'émetteur-récepteur, cela signifie que le défaut se situe au niveau du filtre passe-bas. Vérifiez les soudures et l'état de l'émail sur ces tores.

Si vous ne voyez même pas la puissance de sortie aux drains BS170, alors peut-être que l'inducteur de drain L4 du PA a des fils soudés incorrectement, qui n'ont pas fait de connexion électrique - alors vérifiez d'abord les fils L4 et assurez-vous que l'émail est correctement gratté ou brûlé, pour faire une connexion correcte.

La traduction française s'arrête ici intentionnellement.

French translation stops here intentionally.

6. Measurements

The measurements in this section were performed on assembled kits. There will always be differences from one kit to the next, due to component tolerances, adjustment differences, how you wound toroids, etc. In addition, it is often difficult to make good RF measurements. Therefore, everything you read in this section should be interpreted as an INDICATION only. Your actual results may (and probably will) differ. The following information just gives a guide of very roughly, what you might expect to see.

6.1 Equipment

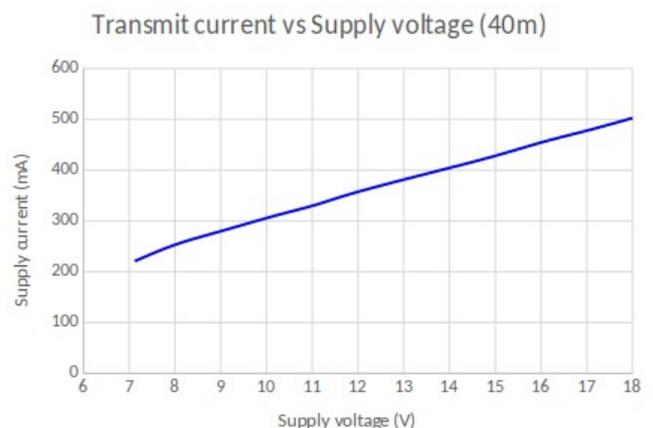
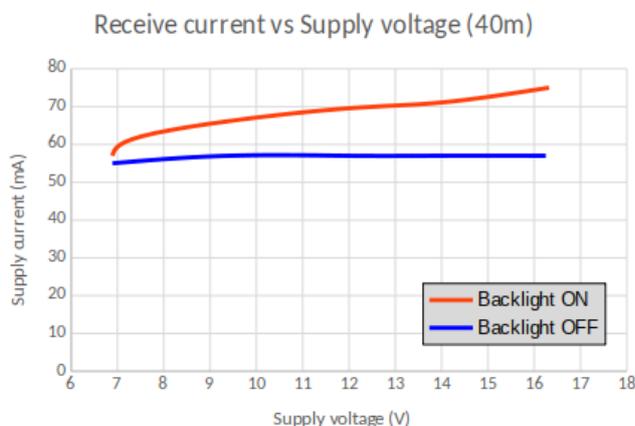
For reference, and for the sake full disclosure, the following equipment was used in making these measurements:

- OWON XS3102A 12-bit 100MHz Digital Storage Oscilloscope
- ADVANTEST R3361C 2.6GHz Spectrum Analyzer with 50-ohm tracking generator
- QRP Labs 50-ohm Dummy Load kit <http://qrp-labs.com/dummy>
- XONAR U5 24-bit external USB sound card
- Argo and Spectran audio analysis software from <http://weaksignals.com>
- QRP Labs Ultimate3S for test signal generation <http://qrp-labs.com/ultimate3/u3s>
- Simple 14.000MHz battery-powered crystal oscillator signal generator
- Two generic jaune DVMs
- 12V fixed power supply, and variable voltage bench supply

6.2 Transceiver current consumption

The current consumption of your radio may be an important consideration if you intend portable battery-powered operation. Current consumption depends on supply voltage.

These measurements were carried out on a 40m band version of the kit. They will not differ much for other bands. The receive current graphs shows measurements with and without the LCD backlight. The transmit current graph below is measured with the backlight off.



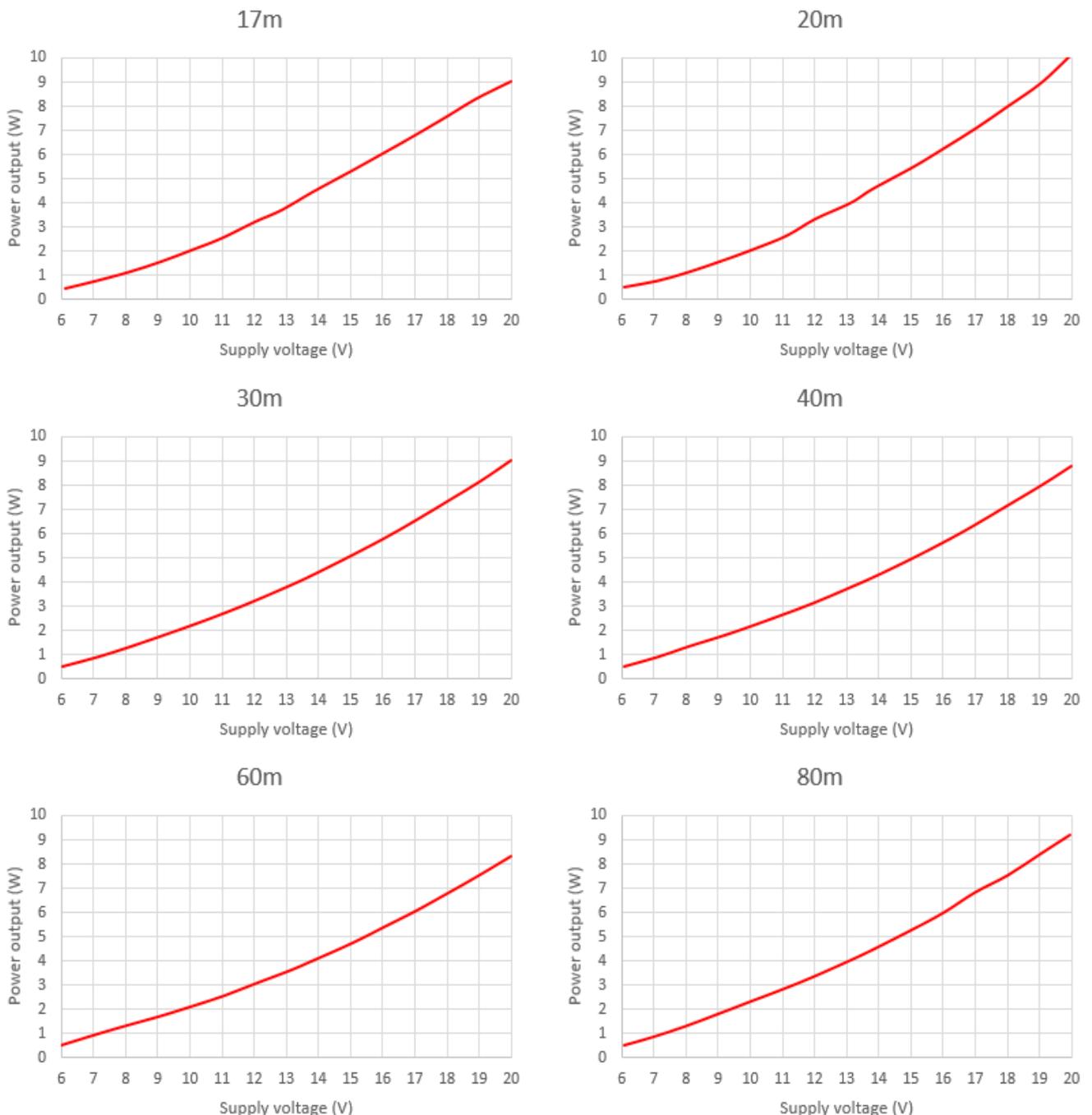
6.3 Transmitter power output

The transmitter RF power output varies depending on the power supply voltage. It is also dependent on band. Your results may vary depending on your Low Pass Filter inductor construction! If the cut-off frequency becomes too low, then you can start to get attenuation at the operating frequency. In this case you can remove a turn or two from each toroid.

The following charts show the power measurement using the oscilloscope to measure the peak-peak amplitude across the 50-ohm dummy load.

Operation at output power levels above 5W is NOT recommended, as it will put too much strain on the BS170 output transistors which may result in failure. For this reason, limiting the supply voltage to not more than 14V.

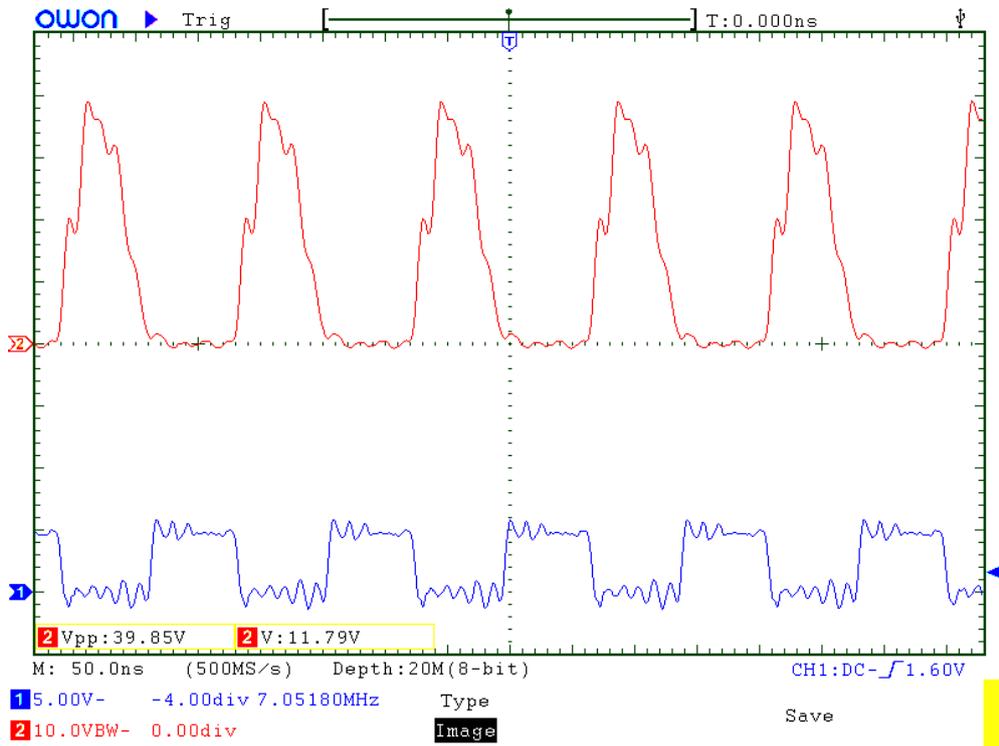
Note that these measurements do not take into account the D33 1N5819 reverse polarity protection diode voltage drop (approximately 0.3 or 0.4V). In other words, the measurements were done in a transceiver with D33 bypassed by a wire link.



6.4 Class-E Power Amplifier drain waveform

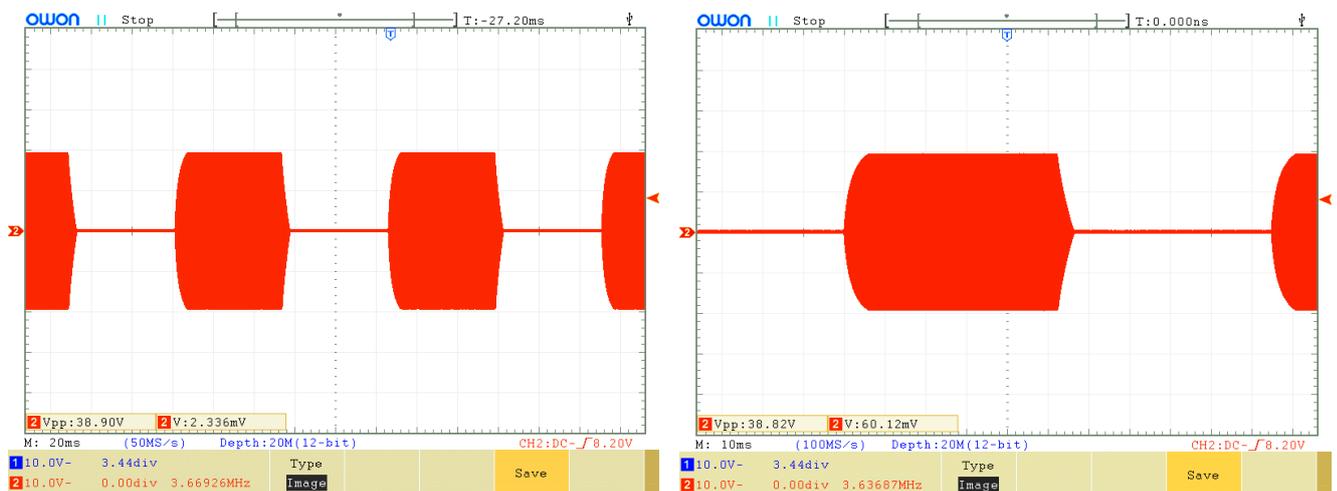
This oscilloscope chart shows the waveform at the BS170 drains (top, RED colour trace) and the input drive waveform, a 5V peak-peak squarewave (bottom, BLUE trace). The 40m band is shown.

Upon ignoring the “ringing” artifacts due to poor ‘scope probes etc., the waveforms are correct for Class-E operation.



6.5 RF envelope key-shaping

The following oscilloscope images show the RF envelope when keyed with a continuous 24 words per minute (50ms duration) string of dits. The simple key-shaping circuit described earlier results in rise/fall times of around 5ms and significantly attenuates key-clicks.



6.6 Low Pass transmitter harmonic output filter characteristics

The Low Pass Filter response was not measured. The Low Pass Filter is the same as the QRP Labs Low Pass Filter kit module <http://qrp-labs.com/lpokit> . Measurements of the Ultimate3S kit <http://qrp-labs.com/ultimate3/u3s> using these filters is on this page <http://www.qrp-labs.com/ultimate3/u3info/u3spec.html>

6.7 Band Pass receiver input filter characteristics

The following charts show measurements of the simple band pass receiver input filter implemented using transformer T1. For each band, one image shows the close-in response, the other shows the response across 0 to 30MHz.

Note that in the circuit, the Band Pass filter sits behind the Low Pass filter. Therefore, the low pass filter response is ADDED to the band pass filter response. These charts show a relatively poor attenuation above the passband – but this is not a problem because in this region the Low Pass Filter provides high attenuation.

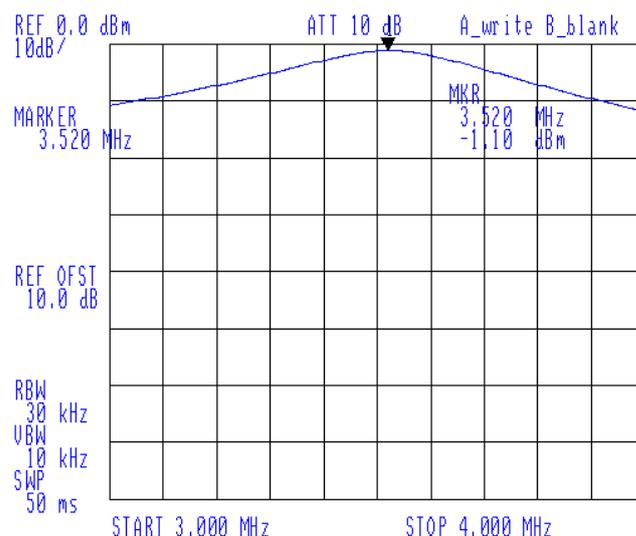
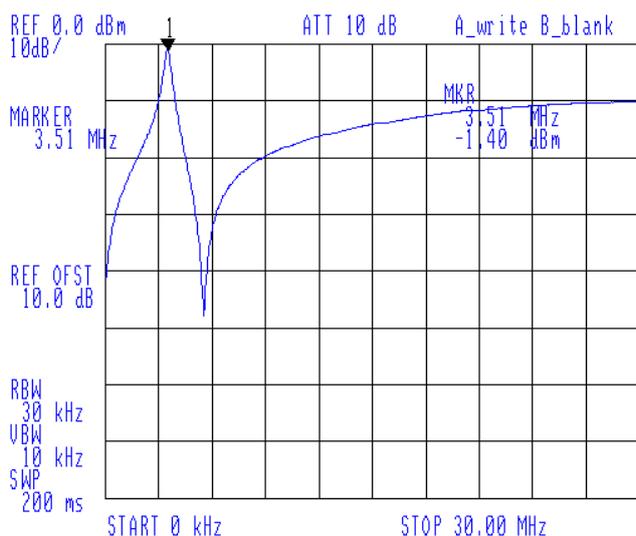
For each band, the 3dB bandwidth was measured. The tuning range available was also measured (from having the C1 trimmer capacitor plates fully meshed, to having them fully un-meshed). Also shown is the attenuation at the center frequency.

80m band

3dB bandwidth: 343kHz

Insertion loss: 1.10dB at 3.520MHz center

Tuning range: 3.320MHz to 4.03MHz

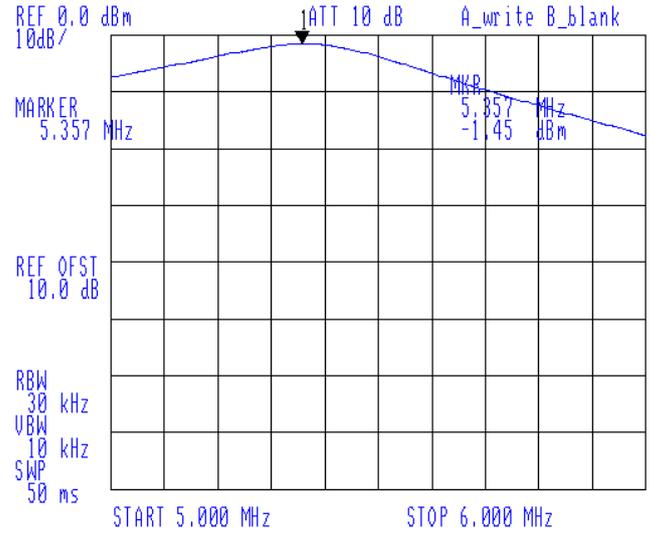
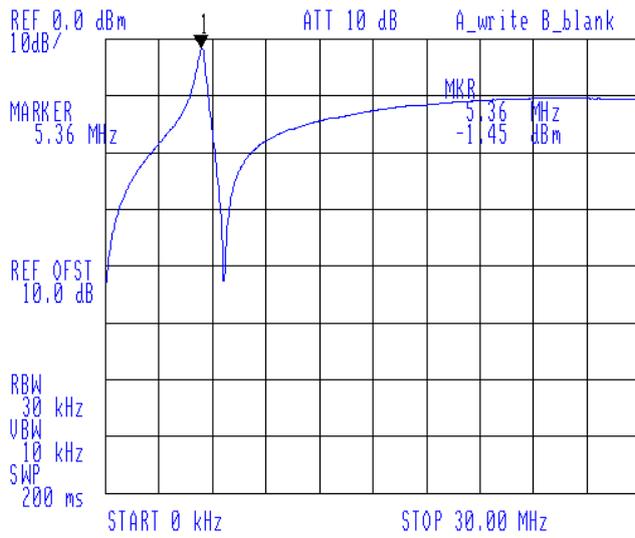


60m band

3dB bandwidth: 367kHz

Insertion loss: 1.45dB at 5.357MHz center

Tuning range: 4.63MHz to 5.91MHz

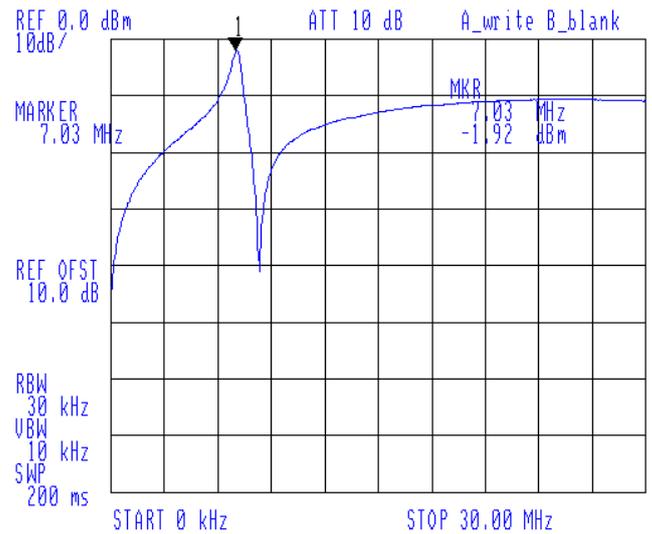
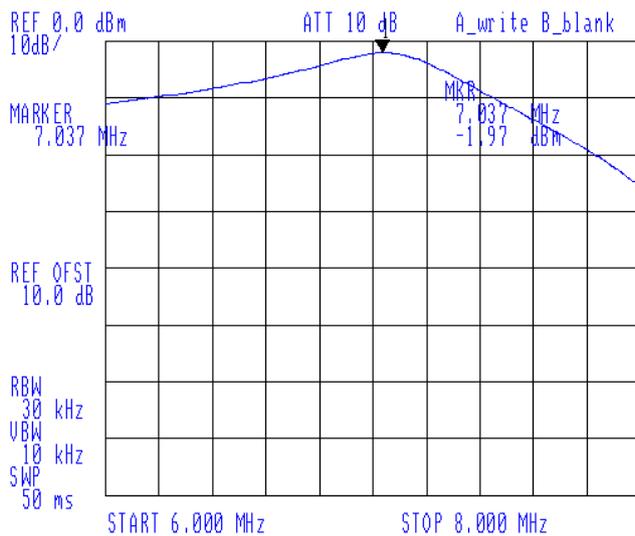


40m band

3dB bandwidth: 514kHz

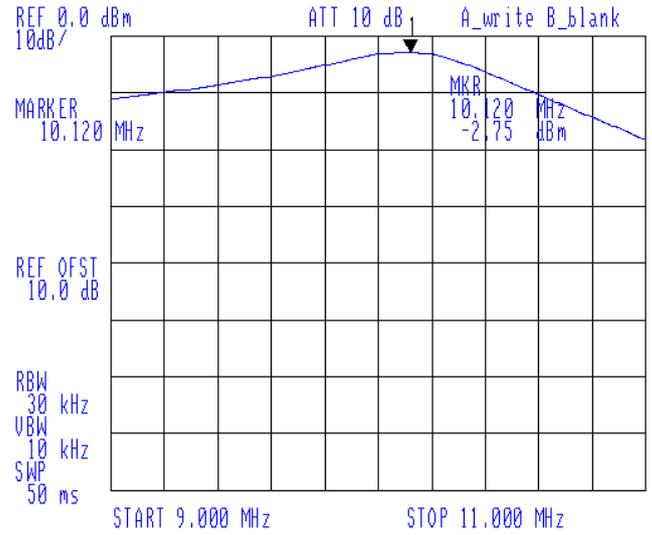
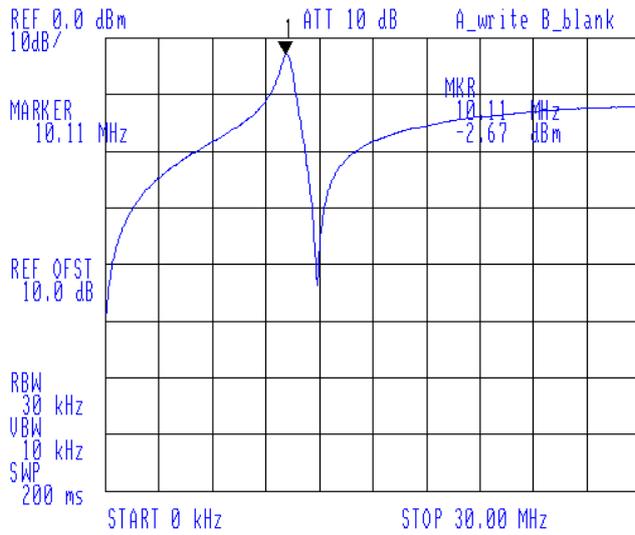
Insertion loss: 1.97dB at 7.020MHz center

Tuning range: 6.04MHz to 8.36MHz



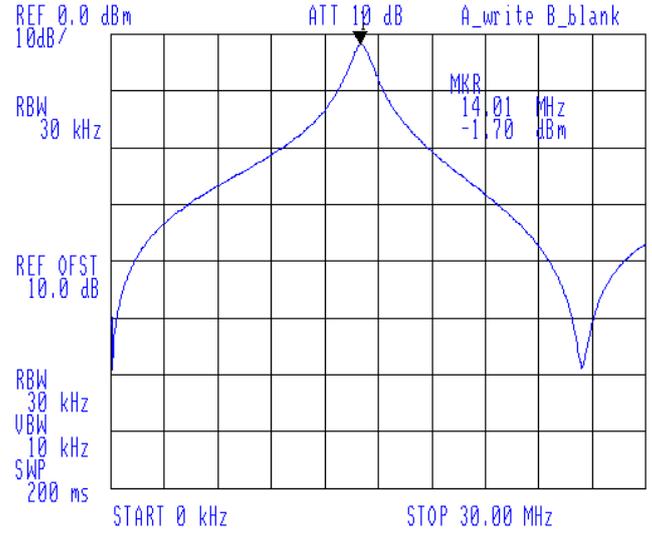
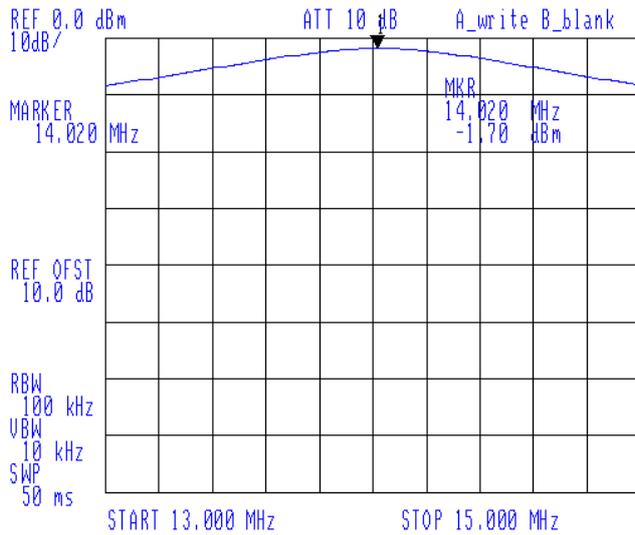
30m band

3dB bandwidth: 645kHz
Insertion loss: 2.67dB at 10.120MHz center
Tuning range: 7.93MHz to 12.47MHz



20m band

3dB bandwidth: 1,083kHz
Insertion loss: 1.30dB at 14.020MHz center
Tuning range: 9.69MHz to 22.54MHz

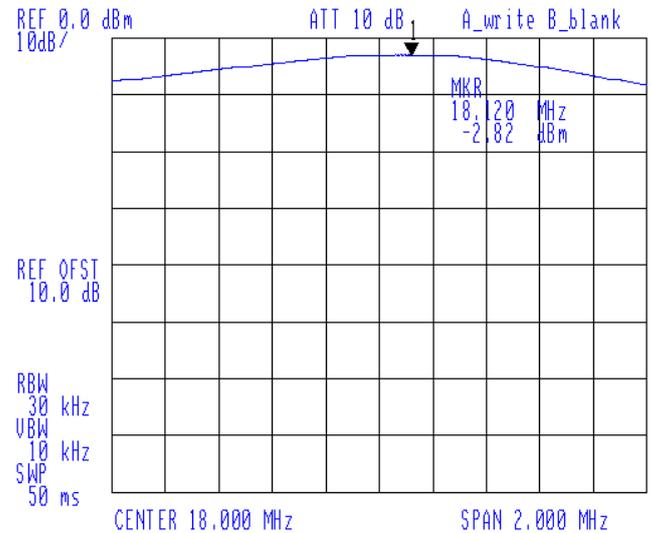
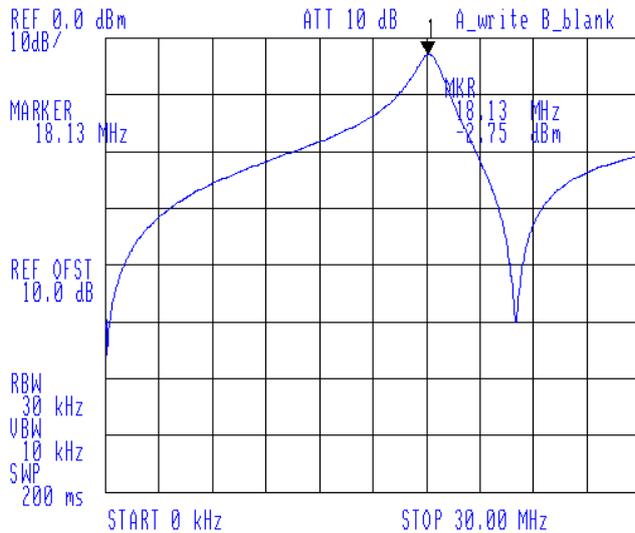


17m band

3dB bandwidth: 1,352kHz

Insertion loss: 2.77dB at 18.120MHz center

Tuning range: 12.64MHz to 35.0MHz

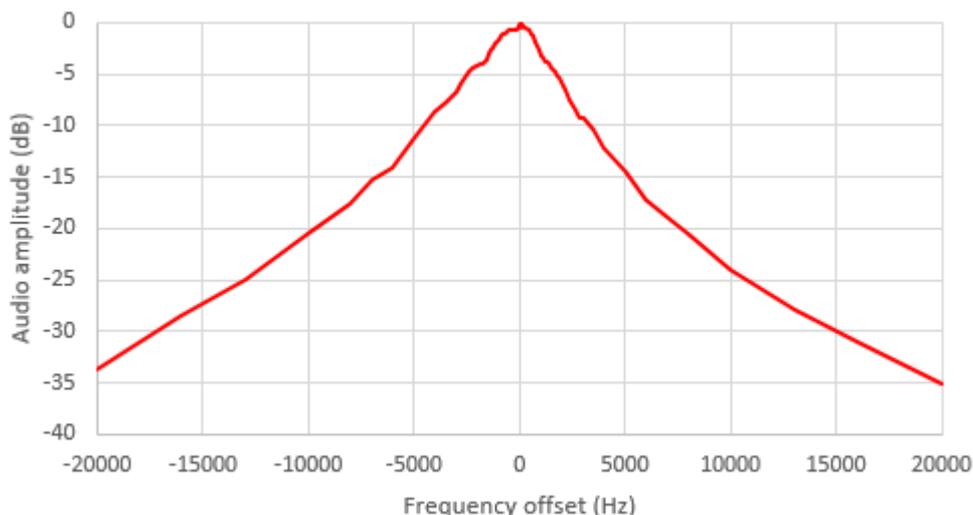


6.8 Quadrature Sampling Detector bandwidth

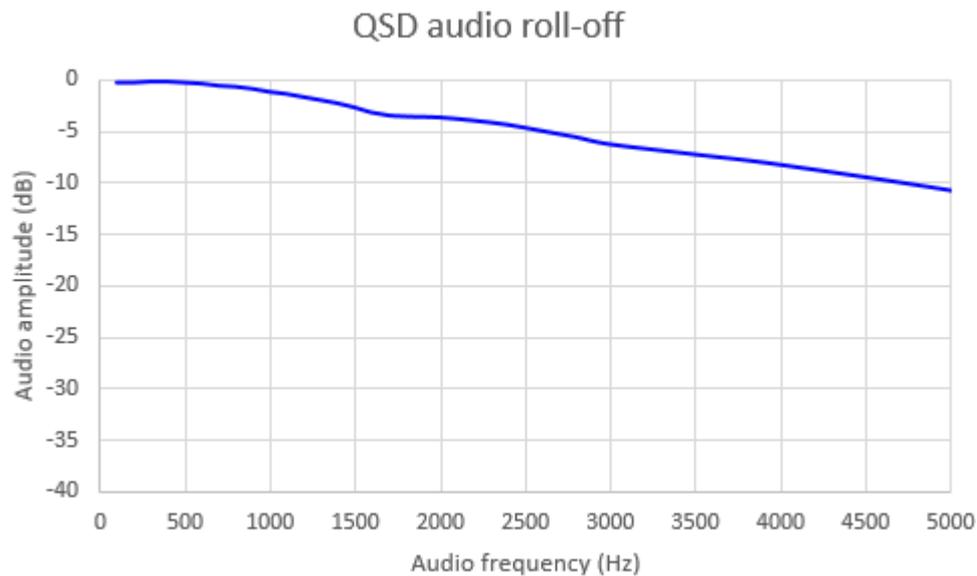
The following chart shows the attenuation naturally provided by the Quadrature Sampling Detector from -20kHz to +20kHz from the Local Oscillator frequency. The narrow characteristic of this circuit is an advantage because it effectively adds an additional narrow RF bandpass filter to the receiver, preventing strong nearby signals from reaching the audio amplifier stages. This improves intermodulation performance.

The circuit parameters are optimized for CW operation in this transceiver. A constructor wishing to use the I-Q outputs from IC5 to feed a computer SDR, would wish to flatten this response. To do this, reduce the values of the four 470nF capacitors C43 to C46.

QSD bandpass characteristic

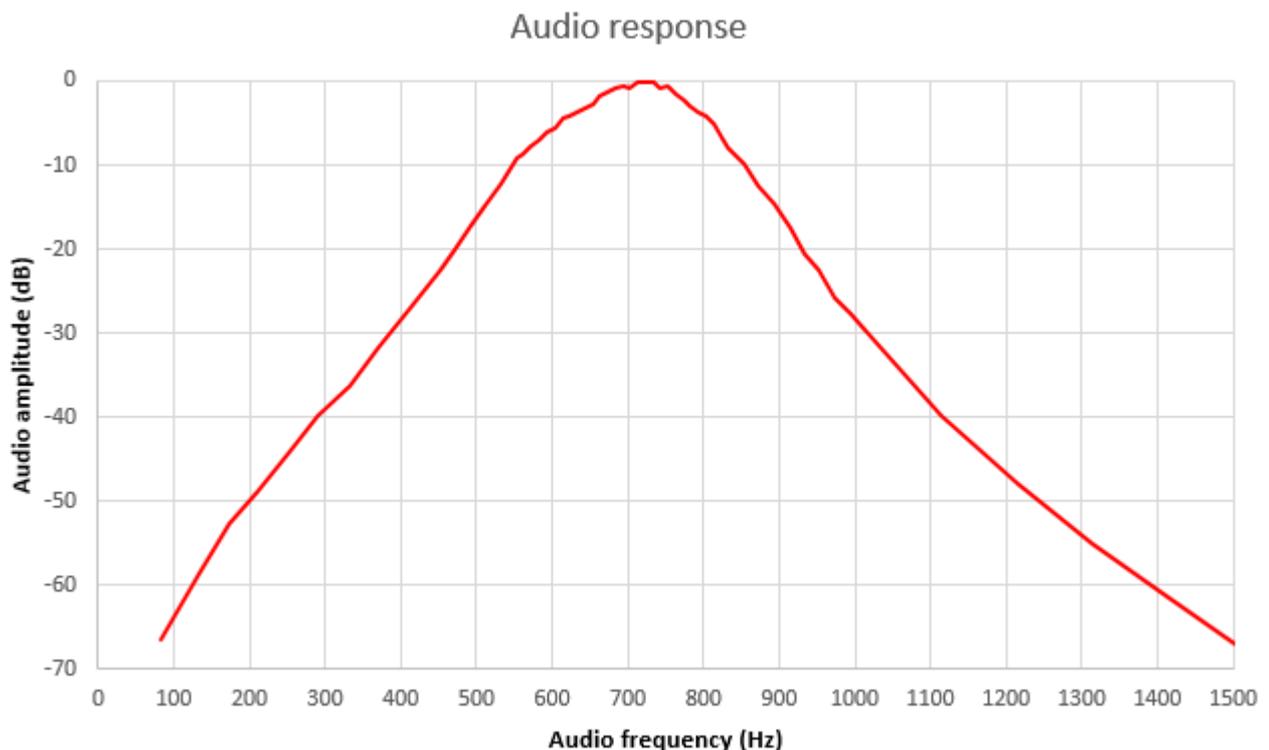


The following chart shows the Quadrature Sampling Detector roll-off over the narrower range 0 to 5kHz. You can see that at the CW operating frequency 700Hz, the attenuation is insignificant; the roll-off of the QSD does not significantly improve the selectivity of the CW filter, but it does improve the intermodulation characteristics of the receiver.



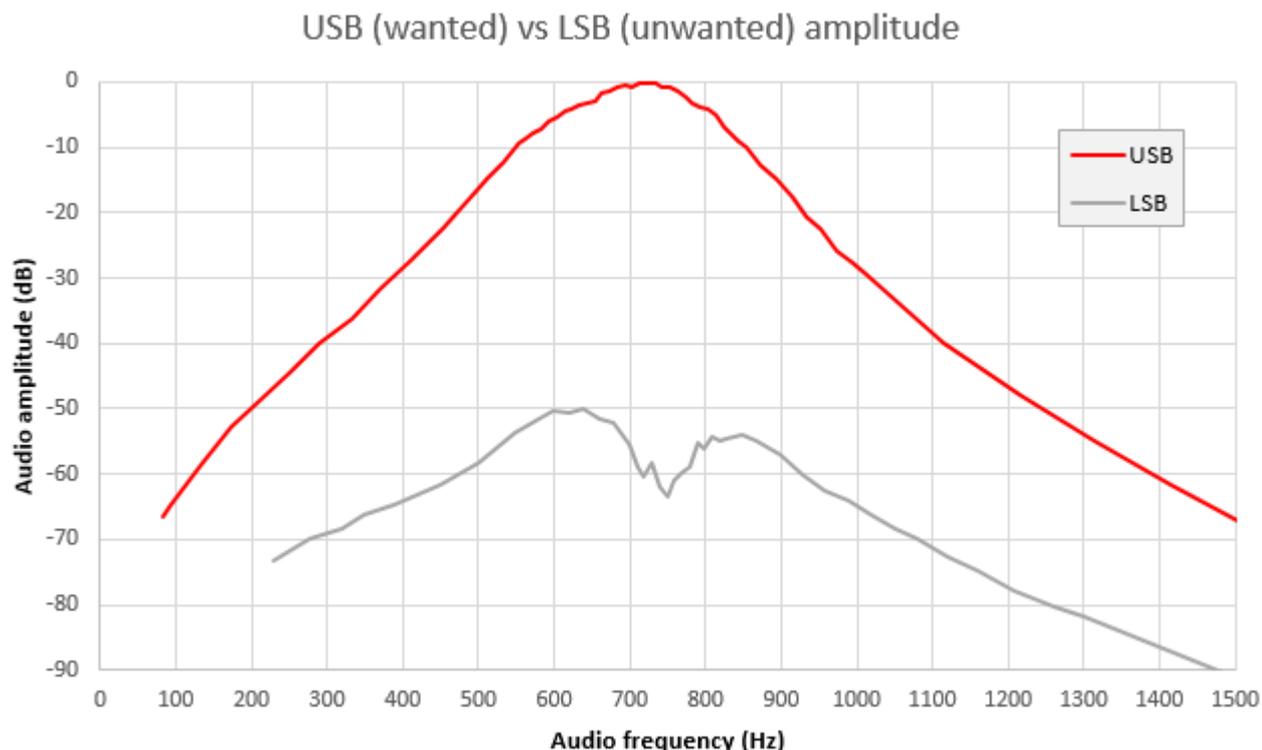
6.9 CW Filter response

This chart shows the measured response of the CW filter (combined with the other filtering in the receiver chain). It was measured by tuning the receiver across a test signal. Note that the center frequency, a little over 700Hz, could be altered by changing some component values.

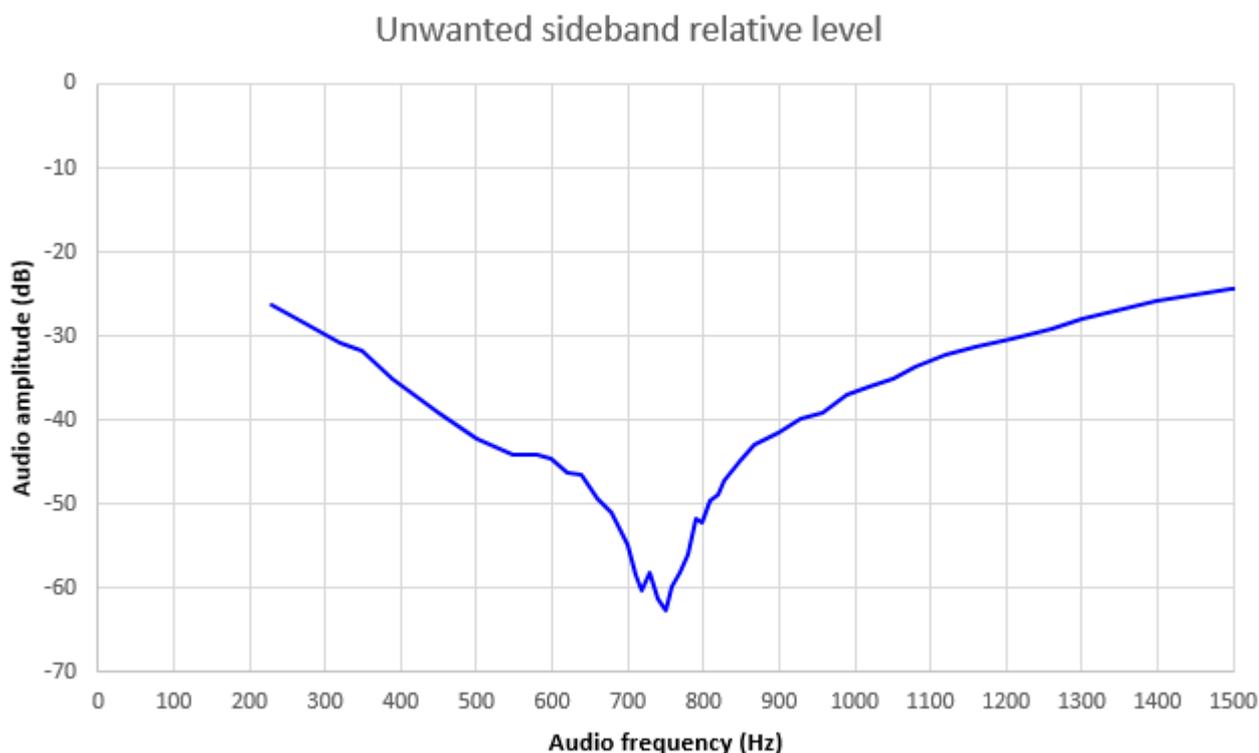


6.10 Unwanted sideband rejection

The following chart shows the measured level of the Upper Sideband signal (USB) and the unwanted Lower Sideband signal (LSB) when tuning the receiver through a strong test signal. The curves depend very heavily on the I-Q balance and audio phase shift adjustments, and these curves are from one measured prototype.



Subtraction of these two curves results in the unwanted sideband level as shown in the following chart. Normally anything above 40dB rejection is considered good; above 50dB is excellent. With the built-in adjustment features of this kit it is relatively easy to achieve really excellent unwanted sideband rejection.



7. Operation reference “cheat sheet”- Intentionally no Fr translation.



Main controls functions:

<p>“Select” single press: Keyer speed adjust, then “Select” again to select, or “Exit” to cancel.</p> <p>Double press: RIT adjust, then “Select” again to select, or “Exit” to cancel</p> <p>Long press: Enter the configuration menu (see below)</p>	<p>“Exit” single press: change VFO mode: A, B, Split</p> <p>Double press: Select frequency preset. Then press “Select” (save VFO to preset), “Exit” (load preset to VFO) or “Rotary” (cancel)</p> <p>Long press: swap VFO A and B frequencies</p>	<p>Encoder turn: tuning, menu selection, editing, etc</p> <p>Encoder press: change tune rate 1kHz->500Hz->100Hz->10Hz</p> <p>Encoder dbl or long press: choose stored message. Then “Select” to send repeatedly, “Rotary” to send once, or “Exit” to cancel</p>
--	--	---

Configuration menu items:

1 Preset

Preset 1 to Preset 16: Enter frequency presets.

2 Messages

- 2.1 Message 1 to Message 12:** Stored messages. First four are 100 characters, rest are 50 characters.
- 2.13 Interval:** gap between message transmissions, in seconds
- 2.14 Repeats:** number of message repeats, 1 to 99 or infinite

3 VFO

- 3.1 VFO mode:** A, B or Split
- 3.2 VFO A:** startup frequency
- 3.3 VFO B:** startup frequency
- 3.4 Tune rate:** startup rate, 1kHz, 500Hz, 100Hz or 10Hz
- 3.5 RIT:** Receive incremental tuning
- 3.6 RIT rate:** 1kHz to 1Hz
- 3.7 CW-R:** Enable CW-R mode
- 3.8 CW offset:** default offset (700Hz)

4 Keyer

- 4.1 Keyer mode:** Straight, Iambic A/B, Ultimatic
- 4.2 Keyer speed:** in words per minute
- 4.3 Keyer swap:** swap paddle inputs
- 4.4 Keyer weight:** alter dit:space ratio
- 4.5 Auto space:** enable keyer autospacing (default OFF)
- 4.6 Semi QSK:** Enable semi QSK
- 4.7 Practice:** enable practice mode, keys but no RF output
- 4.8 Sidetone frq:** normally set to same as CW offset (700Hz)
- 4.9 Sidetone vol:** volume, 0 to 99
- 4.10 Strght mode:** both/dip/ring allows use of 3.5mm mono plug

5 Decoder

5.1 Noise blanker: period in ms

5.2 Speed Avg: for speed detection

5.3 Ampl. Avg: for ampl. detection

5.4 Enable Rx: enable Rx decoder

5.5 Enable Tx: enable Tx decoder

5.6 Enable Edit: enable CW decoding during menu editing (usefull!)

6 Beacon

6.1 Beacon: On/Off enable beacon operation

6.2 Mode: CW or WSPR

6.3 Frequency: beacon frequency

6.4 Frame: frame duration in minutes

6.5 Start: minutes past the hour to start

6.6 WSPR call: Callsign to encode in WSPR message

6.7 WSPR locator 4-character Maidenhead square

6.8 WSPR power dBm power level to encode in WSPR message

6.9 Set time: set real time clock

7 Other

7.1 Dbl click: dbl click delay time in milliseconds (300)

7.2 Battery: enable battery icon on the display top right

7.3 Batt. Full: set millivolts for a “full” battery icon indication

7.4 Batt. set millivolts for each battery bar step level in the icon display

7.5 Cursor blink: Enable blinking cursor

7.6 S-meter: enable S-meter display on the screen

7.7 S-meter step: set value of each S-meter bar (in amplitude units)

7.8 Custom splsh: enable custom splash screen

7.9 Clock : enable real time clock

7.10 Delim.: set thousands delimiter

7.11 Factory rst.: Factory reset, if set to value 17 – use with caution

8 Alignment

8.1 Alignment freq: frequency for BPF alignment

8.2 I-Q balance freq: audio frequency for I-Q balance adjustment (700Hz)

8.3 Phase adj Lo freq: audio freq for low audio phase adj (600Hz)

8.4 Phase adj Hi freq: audio freq for high audio phase adj (800Hz)

8.5 Ref. frq.: 27MHz synth reference frequency used for synthesizer

8.6 System frq.: 20MHz system clock frequency used for system timing

8.7 Peak BPF: do the actual BPF peaking alignment

8.8 I-Q bal.: do the I-Q balance adjustment

8.9 Phase Lo: do low audio phase adjustment

8.10 Phase Hi: do high audio phase adjustment

8.11 Cal ref. osc: do GPS calibration of 27MHz osc if GPS is connected

8.12 Cal sys. osc: do GPS calibration of 20MHz osc if GPS is connected

8.13 GPS data: show GPS satellite data if GPS is connected

9 Test equipment

9.1 Voltage: measure voltage

9.2 RF Power: measure RF power
9.3 Audio Ch.0: measure audio channel 0 amplitude
9.4 Audio Ch.1: measure audio channel 1 amplitude

9.5 Frequency: measure frequency
9.6 Signal gen.: enable and adjust signal generator output

Save settings!: save current VFO etc settings to be the default on power up; press "Select" to save, "Exit" to cancel

8. Resources

- For updates relating to this kit please visit the QRP Labs CW transceiver QCX-mini kit page <http://qrp-labs.com/qcxmini>
- For any questions regarding the assembly and operation of this kit please join the QRP Labs group, see <http://qrp-labs.com/group> for details

9. Document Revision History

1.00	10-Dec-2020	First version 1.00 for QCX-mini
1.01	11-Dec-2020	Edits in the circuit description and other sections; corrections to many typos
1.02	12-Dec-2020	More minor edits and corrections
1.03	14-Dec-2020	Corrections to parts list, more typos and minor errors fixed
1.04	15-Dec-2020	Add 10uF electrolytic capacitor in parallel with C38
1.05	15-Dec-2020	Add 10uF tantalum section
1.05_Fr	26-Jan-2021	First pass French translation by Timothy E Fidler, Whangarei, NZL