

# Kit du module récepteur

---

## Circuit imprimé Rev 2

### 1 Introduction

Il s'agit d'un module récepteur hautes performances qui mélange les signaux HF entrants directement à l'audio (architecture de type à conversion directe). Il peut être utilisé avec d'autres kits QRP Labs, en tant que partie frontale d'une radio définie par logiciel (SDR) ou dans vos propres projets.

Le mélangeur est un détecteur d'échantillonnage en quadrature QSD (Quadrature Sampling Detector), également appelé «détecteur Tayloe». Le circuit est similaire à celui utilisé dans la plupart des interfaces radio définies par logiciel (SDR). L'entrée HF est à 50 ohms et peut être passée à travers le kit de filtre passe-bande de QRP Labs. Un oscillateur local à 4 fois la fréquence de réception est requis. La sortie audio est I-Q, adaptée pour alimenter une carte son d'entrée stéréo PC et un logiciel SDR. Un kit réseau polyphasé peut éventuellement être branché et utilisé pour annuler la bande latérale indésirable et obtenir une sortie SSB. La sortie audio est dotée de transformateurs d'isolation audio 600 : 600 ohms afin d'éliminer les boucles de masse pouvant causer un bourdonnement audio.

La construction est relativement simple. La carte est assez compacte et un fer à souder à pointe fine est recommandé. Tous les composants sauf un sont de type à trou traversant plombé; Le seul dispositif à montage en surface (CMS) est le circuit intégré FST3253, qui n'est pas disponible dans un boîtier traversant. La partie la plus délicate de la construction est le transformateur toroïdal tri filaire (PAS le circuit intégré CMS)

### 2 Liste des pièces

#### Résistances

R26, R27	82 ohms
R11, R15	150 ohms
R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R12, R13, R17, R18	2,2 Ko
R9, R10, R14, R15, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25	10K

#### Condensateurs

C1, C2, C9, C10, C11, C12	1uF céramique
C3, C4, C5, C6, C7, C8, C13, C14, C15, C16, C17	100 nF

#### Semi-conducteurs

IC1	FST3253	Double multiplexeur 1: 4
-----	---------	--------------------------

IC2	74AC74	Double bascule de type D
IC3, IC4, IC5, IC6	LM4562	Ampli-op double à faible bruit
Q1, Q2	BS170	Transistor

### Divers

T3            Tore FT37-43  
TR1, TR2    Transformateur d'isolation audio de 600:600 ohms  
1 m de fil de cuivre émaillé 0.3mm  
Circuit imprimé 80 x 37mm, double face, plaqué par trou traversant  
Embase à 20 broches à angle droit  
Deux supports d'en-tête à 4 voies pour le filtre passe bande (BPF – Band Pass Filter)  
Audio        Prise audio stéréo 3,5 mm



### 3 Description du circuit

Le début de la chaîne de signaux comprend un filtre passe-bande QRP Labs en tant que filtre d'entrée de réception. Bien que le mélangeur QSD ait une plage dynamique très élevée (et IP3), il est néanmoins judicieux de limiter les signaux indésirables à l'entrée. Un commutateur émission/réception est constitué de deux transistors BS170. Ceci déconnecte le signal d'entrée lorsque l'entrée «TX» du module est élevée (5V). Cela permet au module récepteur d'être utilisé avec un kit d'émetteur tel que l'Ultimate3S.

Le mélangeur QSD nécessite un oscillateur local (LO) en quadrature, ce qui signifie deux signaux d'oscillateur avec une différence de phase de 90 degrés. Un circuit analogique est parfois utilisé pour produire cette différence de phase, mais il est difficile de maintenir la précision sur une large plage de fréquences. Pour cette raison, dans ce kit, l'oscillateur local est à quatre fois la fréquence de réception. IC2 est un circuit intégré logique à double bascule de type D 74AC74, configuré pour produire le signal d'oscillateur en quadrature nécessaire. Les deux sorties de ce circuit (sur les broches 6 et 9) ont la même fréquence que la fréquence de réception (1/4 de la fréquence de l'oscillateur local - LO), mais sont décalées l'une de l'autre d'une différence de phase de 90 degrés.

IC1 est un multiplexeur à double bus 1:4 utilisé dans cette application en tant que commutateur analogique 1:4. Les signaux LO en quadrature d'IC2 amènent ce commutateur à faire la transition entre les quatre sorties à chaque cycle complet à la fréquence de réception. Le résultat est quatre signaux en bande de base (audio) avec des déphasages de 0, 90, 180 et 270 degrés.

Des performances améliorées sont obtenues en utilisant le transformateur toroïdal tri filaire T3 pour fractionner la HF entrante en deux trajets, déphasés de 180 degrés.

Les quatre phases sont combinées en deux sorties audio I-Q utilisant des amplificateurs opérationnels LM4562 à faible bruit connectés en tant qu'amplificateurs d'instrumentation. Ceci fournit une excellente réjection en mode commun, et chacune des quatre voies est présentée avec une charge cohérente à haute impédance, maintenant ainsi un bon équilibre entre les chemins. Chacun des amplificateurs de différence d'instrumentation fournit un gain de pré amplification à très faible bruit. Le signal de sortie «I» est dérivé de la différence entre les phases de 0 et 180 degrés; la sortie «Q» est déduite de la différence entre les phases à 90 et 270 degrés. De plus, les quatre sorties amplifiées 0, 90, 180 et 270 sont acheminées vers des prises qui se connectent au kit de la carte de réseau polyphasé optionnel s'il est branché.

Les deux amplificateurs opérationnels de l'IC6 sont utilisés pour fournir des tensions de polarisation médianes stables au circuit QSD et aux amplificateurs d'instrumentation, respectivement. Des polarisations intermédiaires sont prévues au cas où les amplificateurs opérationnels et le QSD sont alimentés par des tensions différentes. L'isolation CC entre les deux sections est assurée par les condensateurs de 1uF C9, C10, C11 et C12. Le 74AC74 et le FST3253 doivent fonctionner avec une alimentation de 5 V (en réalité, le maximum nominal est de 6 V). Les amplificateurs opérationnels peuvent également être alimentés par la même alimentation 5V. Cependant, une légère amélioration des performances peut être obtenue en alimentant les amplificateurs

opérationnels à partir d'une tension d'alimentation plus élevée telle que 12V. L'alimentation peut aller jusqu'à 35V. Pour cette raison, des + pads d'alimentation séparés sont fournis sur la carte, un + 5V pour le 74AC74 et le mélangeur, et un pour les amplificateurs opérationnels.

La dernière étape du module récepteur consiste en une paire de transformateurs d'isolement audio de 600:600 ohms. Ceux-ci fournissent une isolation CC de la sortie audio avec la carte son du PC et sont importantes dans de nombreux cas pour réduire le ronflement causé par les boucles de masse.

## 4 Instructions de montage

L'assemblage de ce kit est assez simple. Les recommandations habituelles en matière de fabrication de kits s'appliquent : travaillez dans une zone bien éclairée, avec calme et tranquillité pour vous concentrer. **Les circuits intégrés dans le kit sont sensibles aux décharges électrostatiques.**

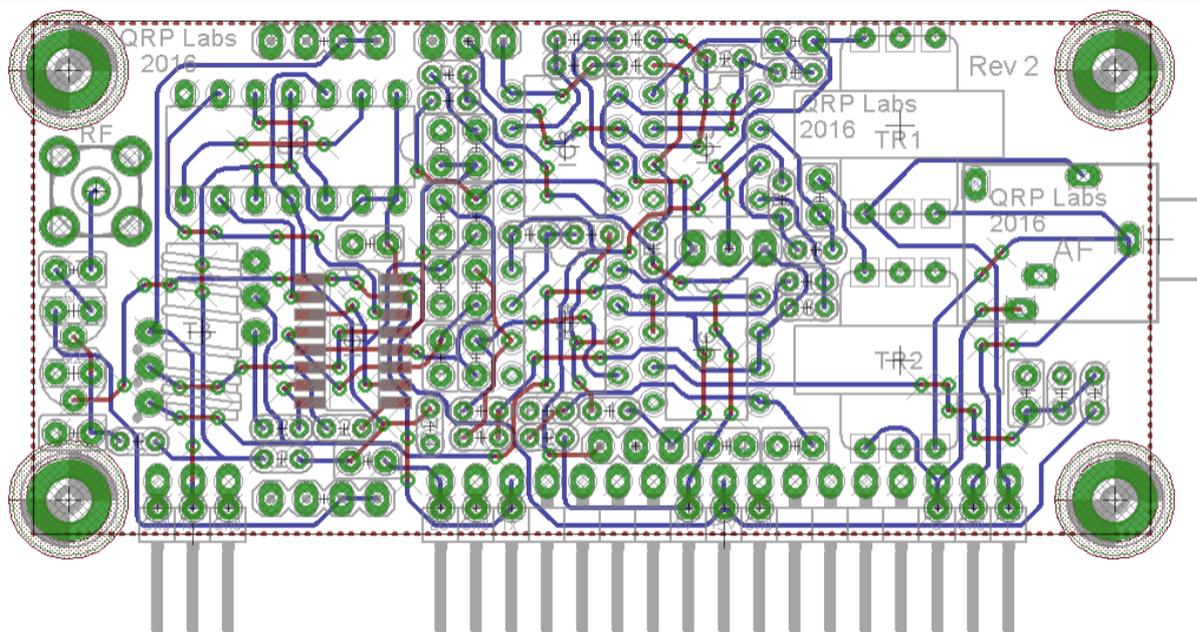
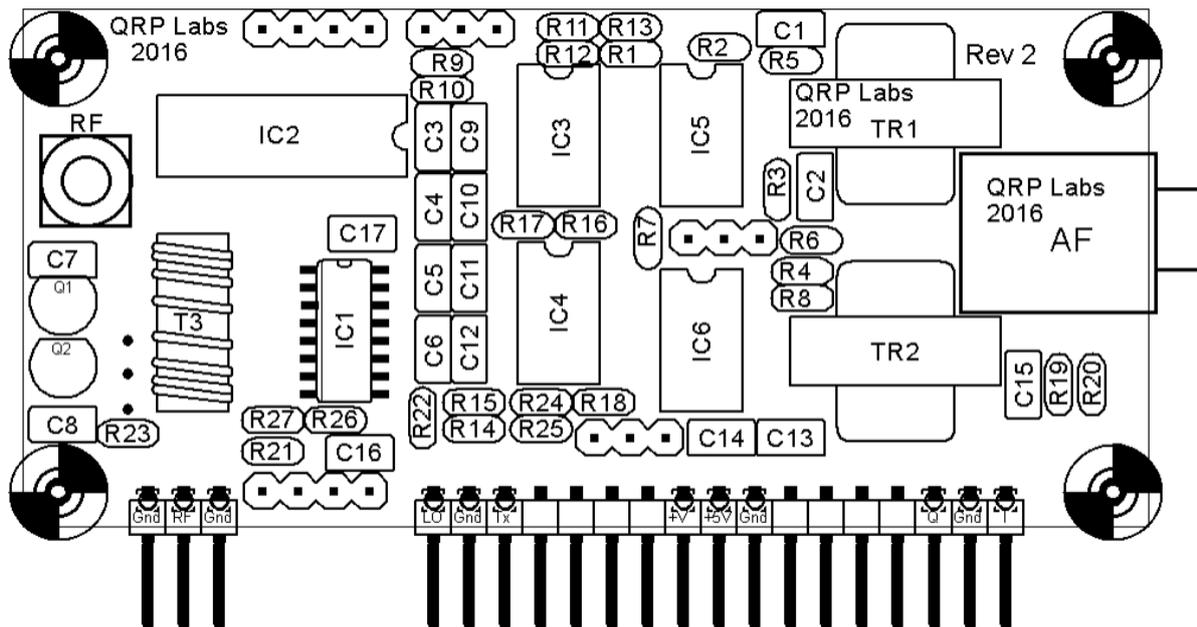
**Par conséquent, observez les précautions contre les décharges électrostatiques (ESD). Et SUIVEZ LES INSTRUCTIONS !!**

Si vous avez du «Blu Tack», cela peut aider à maintenir le CI CMS en position pendant que vous le soudez. 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 à la loupe ou à la loupe de bijoutier, juste après la soudure. De cette façon, vous pouvez facilement identifier les joints secs ou les ponts de soudure avant qu'ils ne deviennent un problème plus tard lorsque vous essayez de tester le projet.



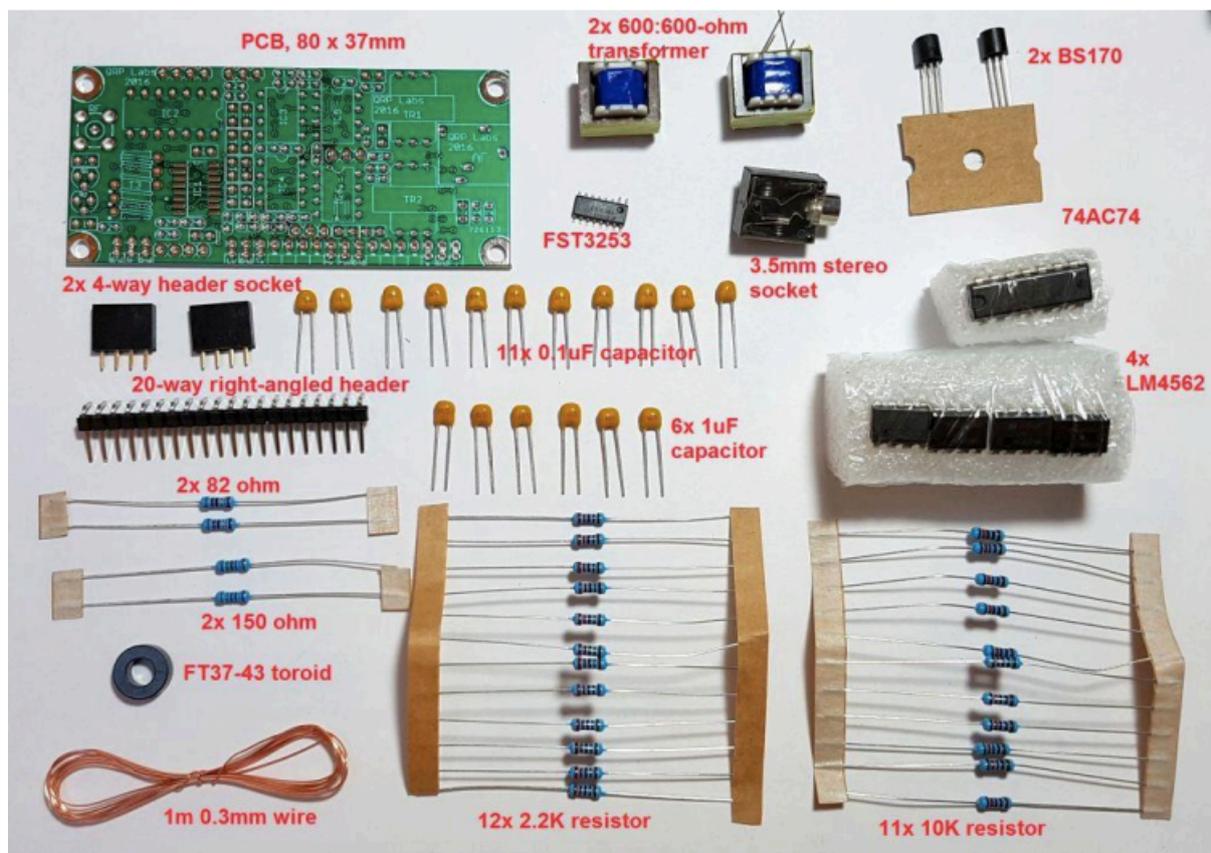
Veillez vous reporter au schéma de configuration et aux schémas des voies de circuit imprimé ci-dessous et suivez attentivement les étapes.



#### 4.1 Inventaire des pièces

Reportez-vous à la liste de pièces et à cette image. Identifiez chaque composant pour être prêt pour la construction!

**REMARQUE : Le FST3253 est petit et mal fixé dans le sac. Faites attention à ne pas le perdre lorsque vous ouvrez le sac!**



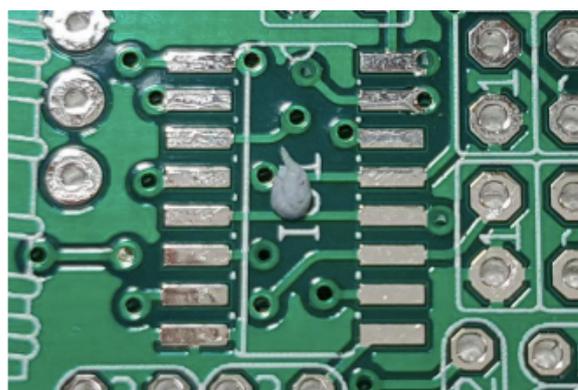
## 4.2 Installer IC1, FST3253

Il est souvent préférable de commencer avec des composants de petite taille ou de faible hauteur, de manière à ce qu'il ne soit pas difficile de les atteindre plus tard, lorsque d'autres composants plus volumineux ont été installés. Ceci est particulièrement le cas avec tous les CMS, car ceux-ci sont soudés au sommet du circuit imprimé.

Commençons donc par IC1, le FST3253. C'est le seul CMS de l'ensemble. Il est assez facile à souder, avec un peu de soin, car ce n'est pas un appareil vraiment minuscule.

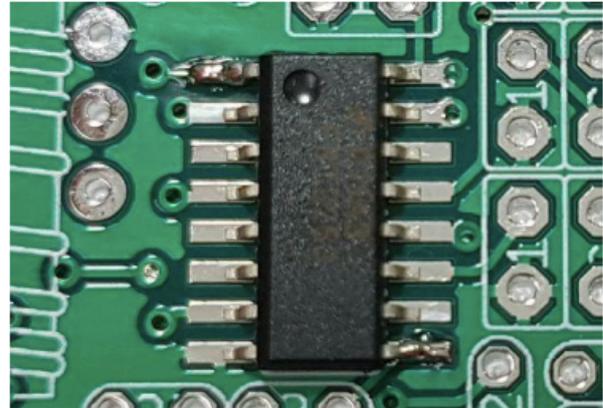
L'espacement des broches est de 1,27 mm (0,05 pouce), ce qui correspond à la moitié de l'espacement des broches d'une puce DIP classique. Avec un fer à souder à pointe fine, cela ne causera aucun problème.

Un petit morceau de blu-tack aide à maintenir le circuit intégré en place pendant que vous soudez les premières broches. Il suffit d'un petit morceau de blu-tack de la taille d'une tête d'épingle! Collez-le au milieu des patins sur le circuit imprimé.



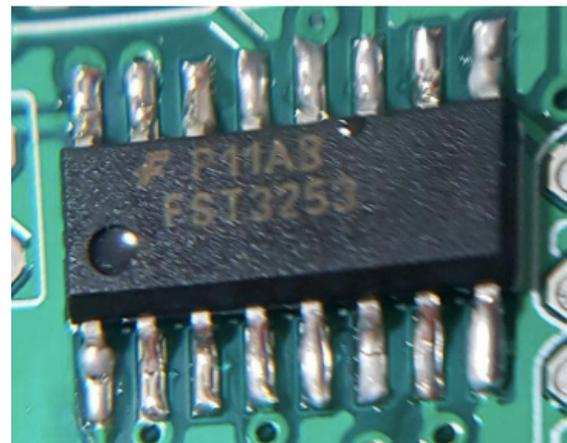
Vérifiez les broches du FST3253 et si certaines sont pliées, redressez-les soigneusement et très doucement. Placez le circuit intégré sur le circuit imprimé avec la petite fossette alignée avec la marque sur le circuit imprimé. Il est très important d'orienter

correctement ce CI. Vous pouvez vérifier l'alignement de chaque broche par rapport à son plot de circuit imprimé à l'aide d'une loupe ou d'une loupe de bijoutier. (en bas à gauche).



Commencez par souder deux broches opposées en diagonale sur le circuit intégré (en haut à droite). Ensuite, vous pouvez vérifier que la puce est toujours bien positionnée sur le circuit imprimé et apporter les corrections nécessaires. Lorsque vous êtes satisfait de la position de la puce, vous pouvez procéder à la soudure des autres broches. Portez une attention particulière à la broche 8, qui est connectée à la terre. Bien que le coussinet soit connecté au sol avec de fines traces thermiques, il aura toujours tendance à dissiper la chaleur du joint, ce qui peut rendre plus difficile l'obtention d'un bon joint.

Une fois l'opération terminée, vérifiez soigneusement que chaque broche est correctement soudée à son patin et vérifiez que des ponts de soudure ou des moustaches ne se trouvent pas entre les broches adjacentes. Si nécessaire, vous pouvez supprimer les ponts de soudure avec une tresse à dessouder.

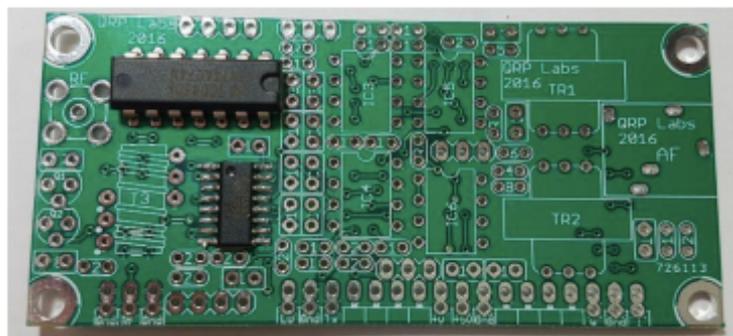


Je ne suis peut-être pas la meilleure publicité pour les soudeurs experts, mais cette image agrandie montre comment mon installation de FST3253 a abouti.

### 4.3 Installez IC2, 74AC74

Toute la soudure restante se fera sur la face inférieure de la carte, car tous les composants restants sont des composants à trous traversant.

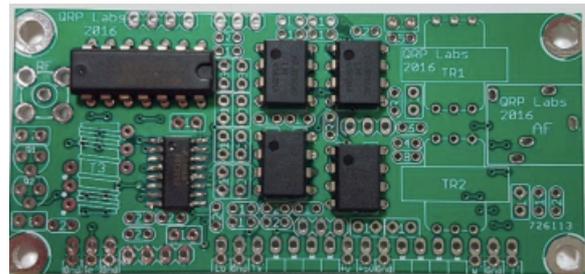
Encore une fois, alignez la fossette à une extrémité du CI sur la fossette dessinée sur la sérigraphie du circuit imprimé. Les broches des CI sont toujours trop écartées. Il est normal de serrer légèrement



les deux rangées de broches pour les insérer dans le circuit imprimé. Soudez à nouveau deux broches aux extrémités diagonales opposées de la puce. Ensuite, vous pouvez vérifier que la puce est bien installée sur la carte avant de souder toutes les autres broches. Il est facile de faire des ajustements lorsque seulement deux broches sont soudées, en réchauffant les joints. Mais vous ne pouvez pas faire cela lorsque vous avez 16 broches soudées! Lorsque vous êtes satisfait de la position du circuit intégré, soudez toutes les autres broches.

#### 4.4 Installez IC3, IC4, IC5 et IC6, quatre amplificateurs opérationnels LM4562

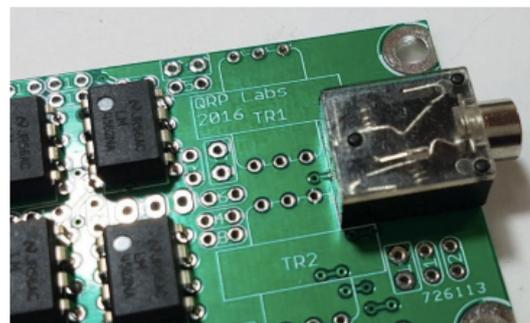
Veillez à l'orientation correcte des alvéoles du circuit intégré et du dessin sur la sérigraphie du circuit imprimé! Suivez la même procédure que pour le 74AC74 (IC2) ci-dessus.



#### 4.5 Installez la prise de sortie audio stéréo 3,5 mm

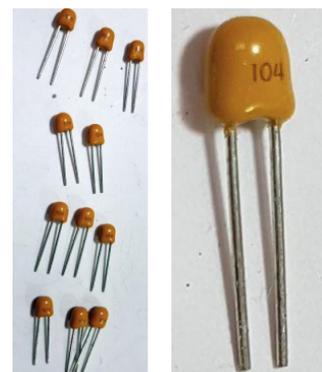
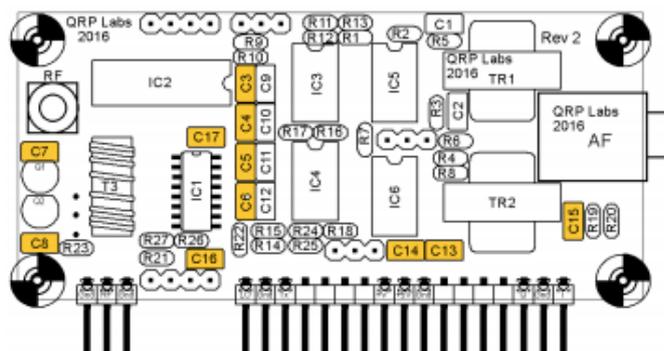
Cette prise a cinq broches. Encore une fois, je recommande de ne souder que deux des broches, sur les côtés opposés.

Ensuite, vous pouvez vous assurer que la prise est correctement installée sur la carte avant de continuer à souder les autres broches.



#### 4.6 Installez les condensateurs de 100nF

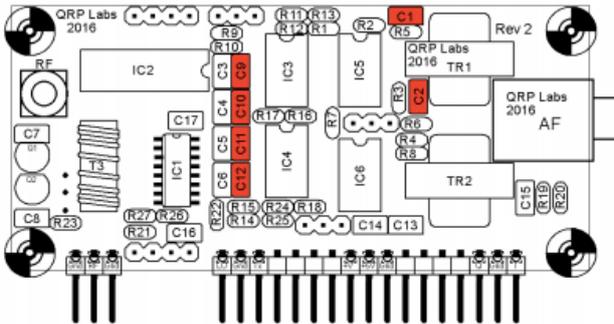
Il y a 11 condensateurs de 100nF dans le kit. Vous devez les séparer soigneusement des six condensateurs 1uF! Les condensateurs 100nF sont étiquetés «104». Séparez-les des condensateurs 1uF, étiquetés «105». Les condensateurs 100nF sont C3, C4, C5, C6, C7, C8, C13, C14, C15, C16 et C17. Ils sont indiqués en orange sur ce diagramme. Faites attention! Ne les mélangez pas aux endroits où 1uF devrait être installé! Lorsque vous avez fini de souder les fils, coupez l'excès de fil avec des pinces coupantes.



## 4.7 Installez les condensateurs de 1uF

Ce sont les 6 condensateurs restants du kit, étiquetés «105». Ce sont C1, C2, C9, C10, C11 et C12. Ceux-ci sont colorés en **rouge** dans ce diagramme.

**REMARQUE : n'installez PAS C1 et C2 si vous prévoyez d'utiliser ce kit avec la carte polyphasée plug-in en option pour annuler la bande latérale indésirable et produire une sortie audio mono!**



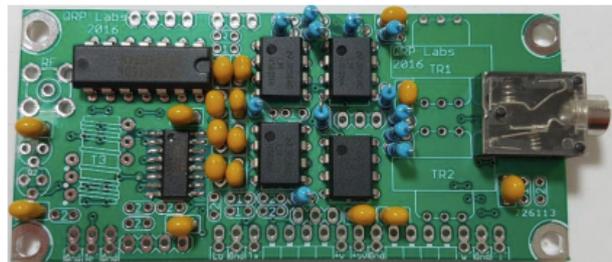
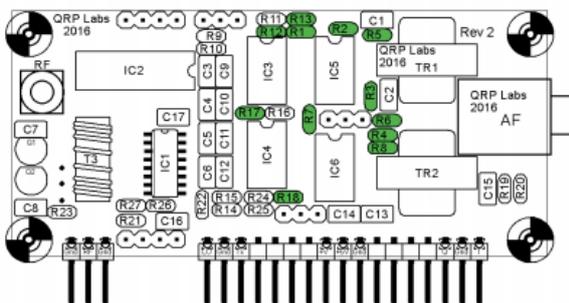
## 4.8 Installer les résistances de 2.2K

Ce sont les 12 résistances R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R12, R13, R17 et R18. Le code de couleur est : **rouge-rouge-noir-marron-marron**. Toutes les résistances de ce kit sont installées verticalement.

Il faut donc plier les fils sur la même résistance que sur cette image (à droite).



L'emplacement de ces résistances est indiqué sur ce diagramme en **vert**. Peu importe la façon dont les résistances sont installées, je trouve que la carte a l'air plus soignée si elles sont toutes identiques. Par exemple, toujours souder le corps à gauche et le fil à droite.



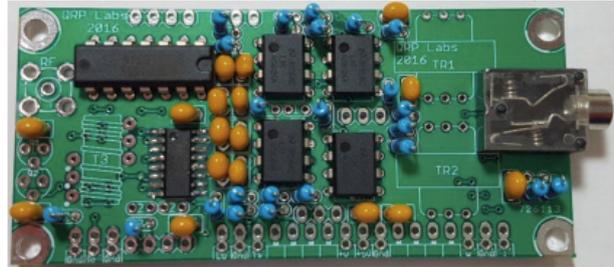
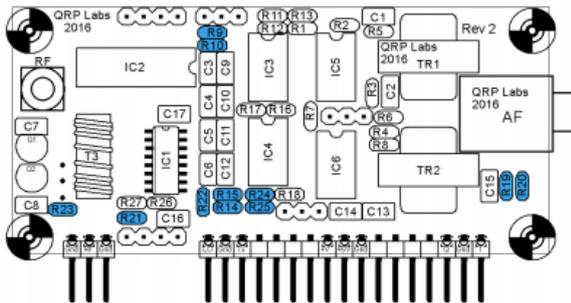
Notez que très peu de soudure est requise. La soudure aura tendance à tomber à travers le trou de l'autre côté du circuit imprimé. Par conséquent, trop de brasure provoquera une grosse tache de l'autre côté du circuit imprimé qui pourrait causer un court-circuit, etc. Par conséquent, seule une petite brasure soudée rapidement avec la pointe du fer à souder suffit généralement.

Coupez le surplus de fil près du circuit imprimé et inspectez-le soigneusement à l'aide de la loupe afin de vérifier les joints.

Vérifiez s'il n'y a pas de court-circuit aux articulations adjacentes.

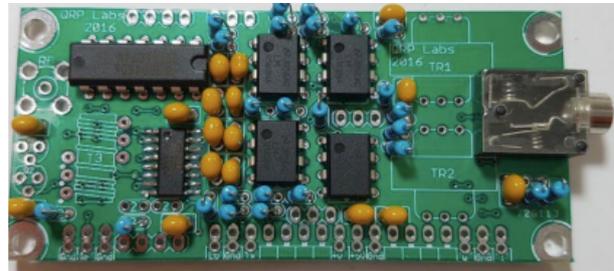
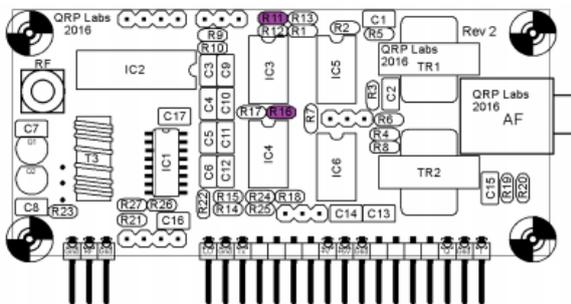
#### 4.9 Installer les résistances 10K

Ce sont les 11 résistances R9, R10, R14, R15, R19, R20, R21, R22, R23, R24 et R25. Le code de couleur est **brun-noir-noir-rouge-brun**. L'emplacement de ces résistances est indiqué dans ce diagramme en **bleu**.



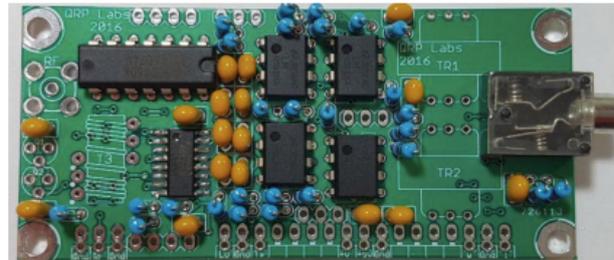
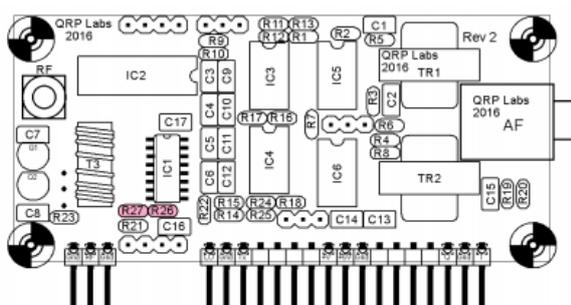
#### 4.10 Installer les résistances de 150 ohms

Ce sont R11 et R16. Le code de couleur est **brun-vert-noir-noir-marron**. L'emplacement de ces résistances est indiqué dans ce diagramme en **violet**.



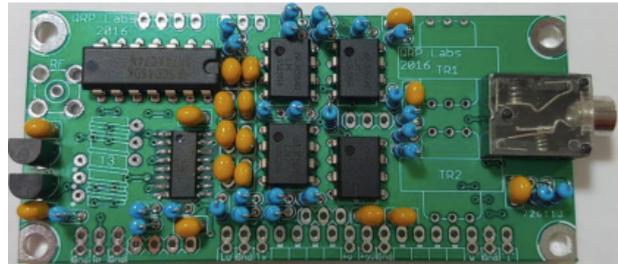
#### 4.11 Installer les résistances de 82 ohms

Ce sont R26 et R27. Le code de couleur est **gris-rouge-noir-or-brun**. L'emplacement de ces résistances est indiqué dans ce diagramme en **rose**.



#### 4.12 Installer les transistors BS170 Q1 et Q2

Ceux-ci sont utilisés en tant que commutateur de émission/réception si vous alimentez en HF à l'emplacement de la prise SMA et souhaitez utiliser la commutation Tx/Rx. Les transistors sont fournis sur une courte bande de carte en plastique. Vous devez plier la goupille centrale pour qu'elle corresponde à la disposition des trous sur le circuit imprimé. Veillez à ce que le transistor soit inséré correctement dans le circuit imprimé.



La forme du corps du transistor doit correspondre au contour de la sérigraphie du circuit imprimé et au schéma de disposition des pièces.

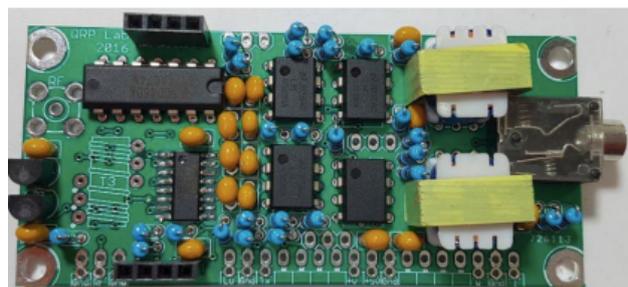
#### 4.13 Installer les transformateurs audio de 600:600 ohms

Installez les deux transformateurs d'isolement audio TR1 et TR2 de 600:600 ohms. Le corps du transformateur doit correspondre au dessin sur la sérigraphie (et au schéma de disposition des pièces). Le corps blanc du corps du transformateur possède 2 emplacements d'un côté et 3 emplacements de l'autre; peu importe le sens dans lequel le transformateur est inséré. Vous trouverez peut-être que l'un des moyens convient mieux que l'autre.

**Bien que sur cette image (ci-dessous à droite), les transformateurs se reflètent l'un sur l'autre (l'un a le côté à 3 positions en haut, l'autre en bas), je pense qu'il serait préférable d'être cohérent et de choisir d'avoir les deux côtés 3-slot dans la même direction. S'il y a une différence dans les enroulements, il serait préférable pour l'équilibre entre I & Q de les connecter de la même manière.**

#### 4.14 Installer les supports du filtre BPF

Installez les deux supports d'en-tête à 4 broches utilisés pour le filtre passe-bande. Il est plus facile de les aligner correctement si vous branchez un module de filtre passe-bande réel et soudez les prises avec le module en place.

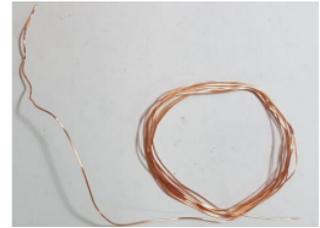


#### 4.15 Installer le tore tri filaire

Cette section est probablement la partie la plus difficile de ce kit! Il faut prendre des précautions, veuillez donc suivre ces instructions très attentivement. Je fais cela en dernier, car sinon le tore dépasse au-dessus du circuit imprimé lors de l'installation de tous les autres composants, et il est inévitablement écrasé et déplacé, ce qui exerce une contrainte inutile sur les fils toroïdaux et peut-être même les affaiblit ou les casse.

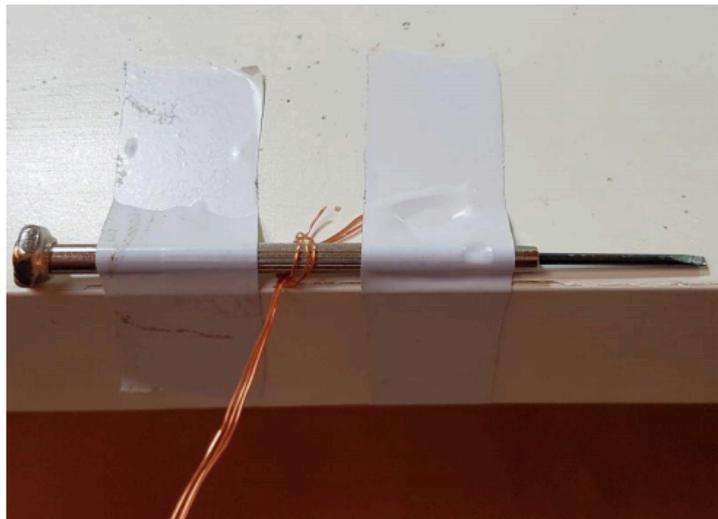
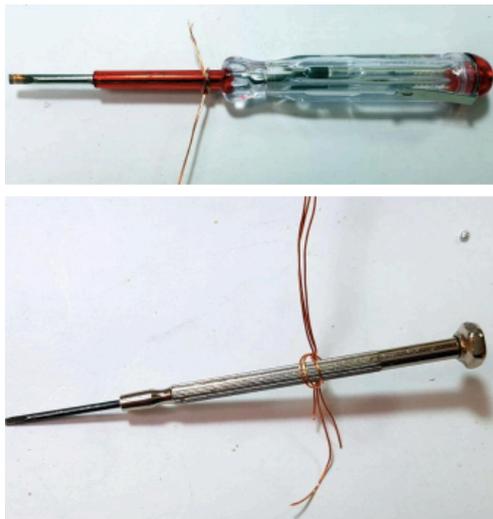
L'installation du dernier tore évite ce mal de tête potentiel.

Tout d'abord, le fil. Le meilleur moyen de le dérouler, sans le brouiller, est de penser à ce que la personne qui a emballé le kit a fait. Puis inversez ses pas. Alors, commencez par dérouler la partie étroitement enroulée au milieu où le bout du fil a été fixé. Ensuite, ouvrez la bobine de fil de sorte qu'il s'agisse d'un cercle. Déroulez ensuite la bobine autour de vos doigts, en inversant le processus d'enroulement de celle-ci.



Lorsque vous avez déroulé et redressé le fil, coupez-le en trois parties à peu près égales. Ces trois pièces doivent maintenant être étroitement liées pour former le fil tri filaire. Ma méthode consiste à faire un nœud autour d'un petit tournevis. De même, attachez l'autre extrémité autour d'un autre petit tournevis. Fixez maintenant une extrémité à quelque chose de solide. Vous pourriez utiliser un vice, si vous en avez un. Si vous ne le faites pas, vous devez faire preuve de créativité et penser à quelque chose. Ici, je l'ai collé au bord du bureau.

Maintenant, vous pouvez tordre le tournevis à l'extrémité libre, à plusieurs reprises jusqu'à ce que vous torsadiez les trois fils ensemble à fond. Vous devez maintenir le fil sous tension pour que les torsions soient espacées de manière égale.



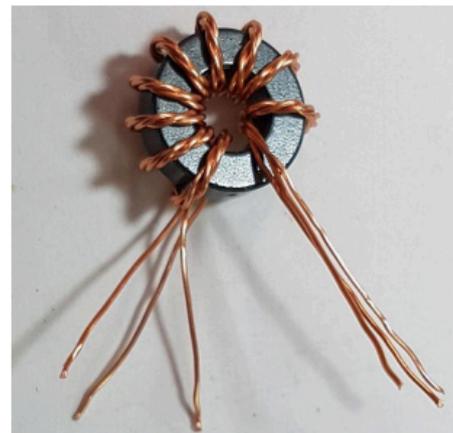
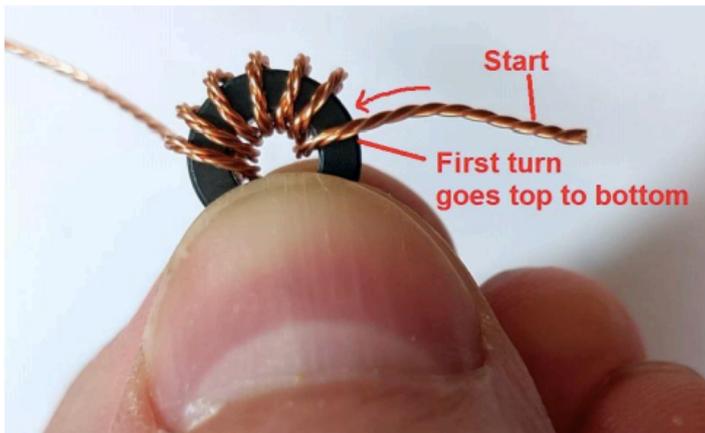
J'ai mis environ 70-90 torsades dans une longueur de fil de 25 cm. Le résultat final ressemble aux photos (à droite). (L'échelle de mesure est en cm).





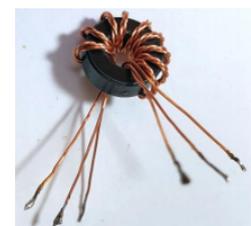
Maintenant, coupez les extrémités désordonnées et c'est le fil qui servira à enrouler le noyau toroïdal FT37-43 en transformateur tri filaire.

Tenez le noyau entre le pouce et le doigt. Passez le fil d'abord d'en haut, en bas. Ensuite, prenez le fil d'en bas et amenez-le pour qu'il repasse par le tore pour former le deuxième virage. Après chaque tour, assurez-vous que le fil est bien ajusté autour du noyau toroïdal. Bobiner 10 tours sur le noyau. Chaque passage dans le trou central du tore compte pour un tour. Coupez le surplus de fil en laissant environ 2,5 cm.



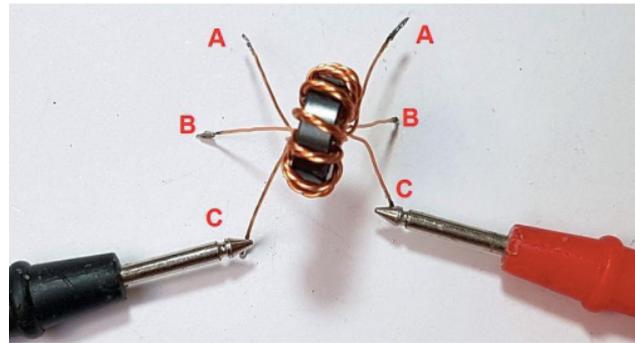
Il est maintenant nécessaire d'identifier quel fil appartient à quel enroulement. Vous avez trois enroulements torsadés ensemble, ils utilisent tous le même fil. La seule façon de procéder consiste à utiliser un multimètre comme testeur de continuité. Tout d'abord, détachez et redressez les extrémités du fil qui ne sont pas enroulées autour du noyau toroïdal.

Maintenant, étamez les derniers millimètres aux extrémités de chaque fil. Vous pouvez le faire en grattant l'émail puis en l'étamant avec le fer à souder; ou, si votre fer à souder est assez puissant, maintenez l'extrémité du fil dans une goutte de soudure fondue pendant quelques secondes (jusqu'à 10), jusqu'à ce que l'émail brûle.



Maintenant, utilisez un multimètre pour tester la continuité.

Réorganisez les câbles de manière à ce qu'il y ait une continuité entre A-A, B-B et C-C sur cette photo.



Conservez soigneusement cette orientation des fils et insérez le transformateur de cette manière dans le circuit imprimé. Vous pouvez couper avec précaution ces quelques mm de section de fil étamé, si elle ne passe pas dans les trous de la carte. Mais ATTENTION, ne perdez pas l'orientation des fils! Les bons fils doivent être dans les bons trous pour que les enroulements soient correctement connectés au circuit!

Maintenant, coupez les fils sous le tableau et étamez-les à nouveau. Le moyen le plus simple de procéder consiste simplement à appliquer la brasure de manière à ce qu'elle se place dans le trou et entoure le bout de fil de 1 mm, et maintenez le fer à souder dans cette position pendant quelques secondes jusqu'à ce que l'émail soit brûlé.



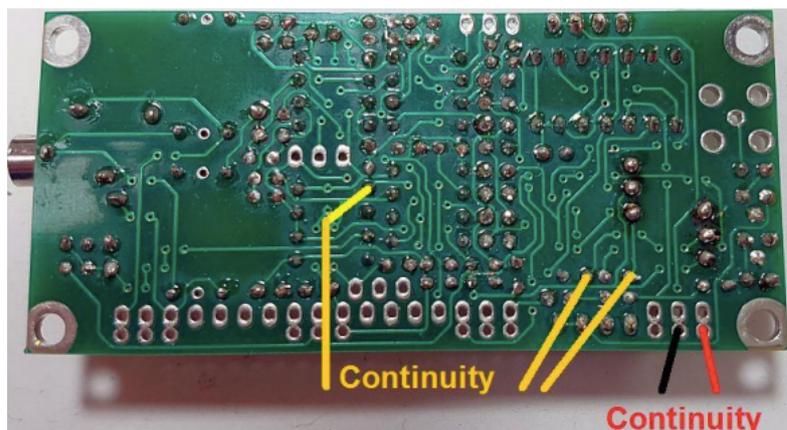
Essayez d'adapter le tore le plus à gauche possible, comme sur cette photo, afin qu'il n'interfère pas avec le module de filtre passe-bande une fois branché.

Vous pouvez vérifier que les fils sont correctement soudés, comme suit.

Commencez par vérifier la continuité entre l'entrée HF et la terre. Ceci teste le premier enroulement. La façon la plus simple de procéder consiste simplement à placer les touches «HF» et «Gnd» adjacentes au bord de la carte. Tenez les sondes **noires** et **rouges** sur les électrodes comme indiquées.

Ensuite, vérifiez la continuité entre la broche 1 de IC6 et les extrémités des deux résistances de 82 ohms R26 et R27. Tenez la sonde **noire** sur la broche 1 d'IC6. Tenez la sonde **rouge** la résistance se termine comme indiqué par les deux lignes **orange** voisines.

Si les deux vérifications sont satisfaisantes, cela signifie que vous avez correctement soudé les fils (enlevez l'isolant en émail et établissez un bon contact électrique). Notez que cela ne vérifie pas nécessairement que vous avez correctement orienté les enroulements. Le seul moyen de le faire était de vérifier la continuité du multimètre



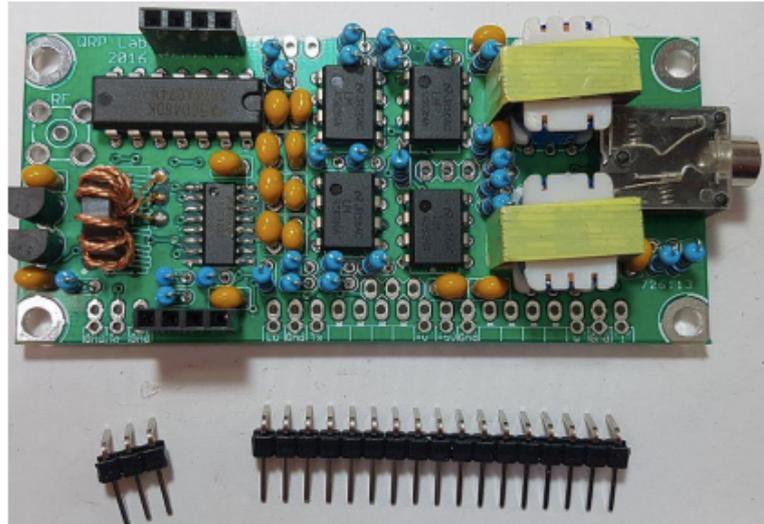
avant d'insérer le transformateur; et après avoir identifié les enroulements, en faisant TRES attention de ne pas mélanger les fils tout en insérant le transformateur dans le circuit imprimé.

#### 4.16 Options du connecteur d'installation

Une embase à 20 broches à angle droit est fournie avec le kit. Il est conçu pour être divisé en deux parties, à trois et à 17. Il se casse facilement en deux morceaux.

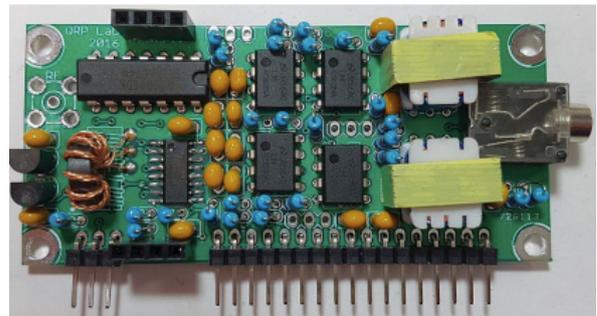
Regarde la photo.

Cet en-tête peut être utilisé de différentes manières.

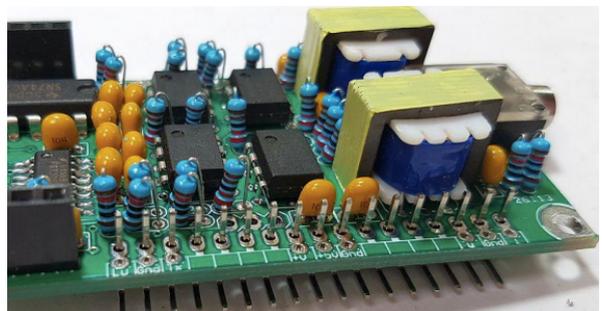


N'utilisez pas du tout cet en-tête de broche et soudez simplement les fils au module récepteur selon les besoins.

a) Chacune des connexions situées sur le bord inférieur du circuit imprimé comporte à la fois un trou pour la barrette de connexion à angle droit et un trou séparé pouvant être utilisé pour souder un fil si nécessaire.



b) Installez la barrette de broches de la manière prévue comme collecteur à angle droit. À l'avenir, il est prévu que ce module récepteur devienne un module enfichable dans les futurs kits QRP Labs. Dans cette configuration, le module récepteur se connecte verticalement à une carte mère horizontale.



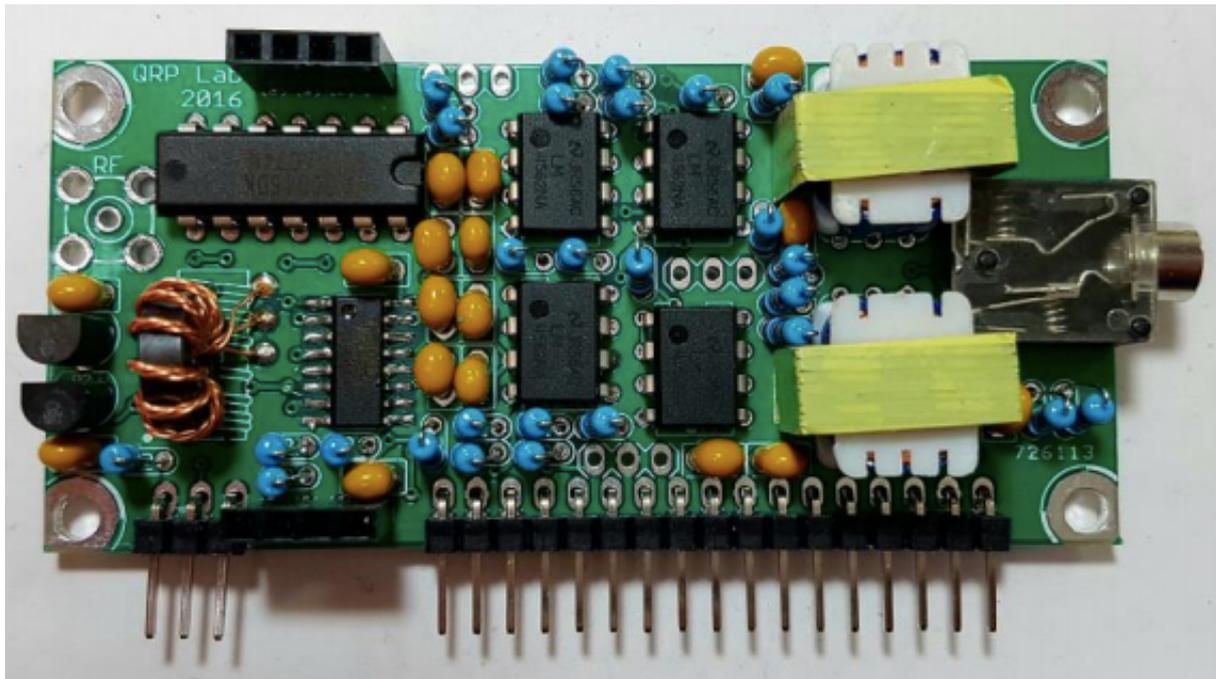
c) Si vous préférez, vous pouvez installer l'en-tête de broche du «mauvais» côté du circuit imprimé et souder les broches du haut. Cela vous donne deux broches (haut et bas) à chaque connexion, auxquelles vous pouvez souder des fils. Certaines personnes aiment souder des fils à des broches plutôt que des fils dans des trous.

#### 4.17 Installer le connecteur SMA

Le circuit imprimé a de la place pour un connecteur SMA à l'entrée HF. Ceci n'est pas fourni avec le kit. Si vous le souhaitez, vous pouvez installer un connecteur sur le côté gauche de la carte.

#### 4.18 Assemblage terminé!

Ceci termine l'assemblage du module récepteur! Le tableau complet devrait ressembler beaucoup à cette photo!



## 5 Module réseau polyphasé optionnel

Le module récepteur produit une sortie audio I-Q, démodulée par un logiciel de traitement du signal numérique sur un ordinateur, par exemple, par le logiciel WSPR, ou par des applications de radio logicielle, telles que SDR# ou HPSDR. Cela nécessite une carte son d'entrée stéréo pour les deux canaux de sortie (I et Q).

Certains PC, en particulier les ordinateurs portables, ne disposent que d'une entrée micro mono. Dans ces cas, vous pouvez acheter des cartes son USB externes, mais celles-ci peuvent coûter cher. Dans ces cas, vous pouvez brancher le kit réseau polyphasé optionnel, qui annule la bande latérale non désirée matériellement, à l'aide d'un réseau de décalage de phase audio polyphasé à 4 colonnes et d'amplificateurs opérationnels de sommation.

Le kit polyphasé sera également utile pour les personnes souhaitant construire un projet de récepteur autonome, sans utiliser de PC pour supprimer la bande latérale indésirable. Le kit réseau polyphasé a des instructions de montage séparées.

Cette photo montre le module récepteur avec le module filtre passe-bande et le module polyphasé branchés en haut.

**Lors de l'utilisation du réseau polyphasé, les condensateurs C1 et C2 ne doivent pas être installés!** Voir la page du kit récepteur QRP Labs <http://qrp-labs.com/receiver> pour des photos d'une modification de Mike G8NXD, utilisant une paire de prises à broches tournées à 2 broches, de sorte que C1 et C2 puissent être facilement retirées pour le montage du support de la carte réseau polyphasé.

En effet, le transformateur audio TR1 est alimenté par la sortie du module de réseau polyphasé, PAS par IC5. En fait, puisque IC5 n'est pas utilisé, vous n'avez pas réellement besoin d'installer IC5, TR2 ou les résistances associées R1-R8 dans les amplificateurs différentiels finaux (IC5a, IC5b). Il n'est pas grave d'avoir ces composants montés, tant que C1 et C2 ne sont PAS installés, de sorte que les sorties IC5 ne soient pas acheminées vers les sorties audio.

Les trois prises d'en-tête à 3 voies dans lesquelles se branche la carte polyphasée sont fournies dans le kit polyphasé, et non dans le kit récepteur.



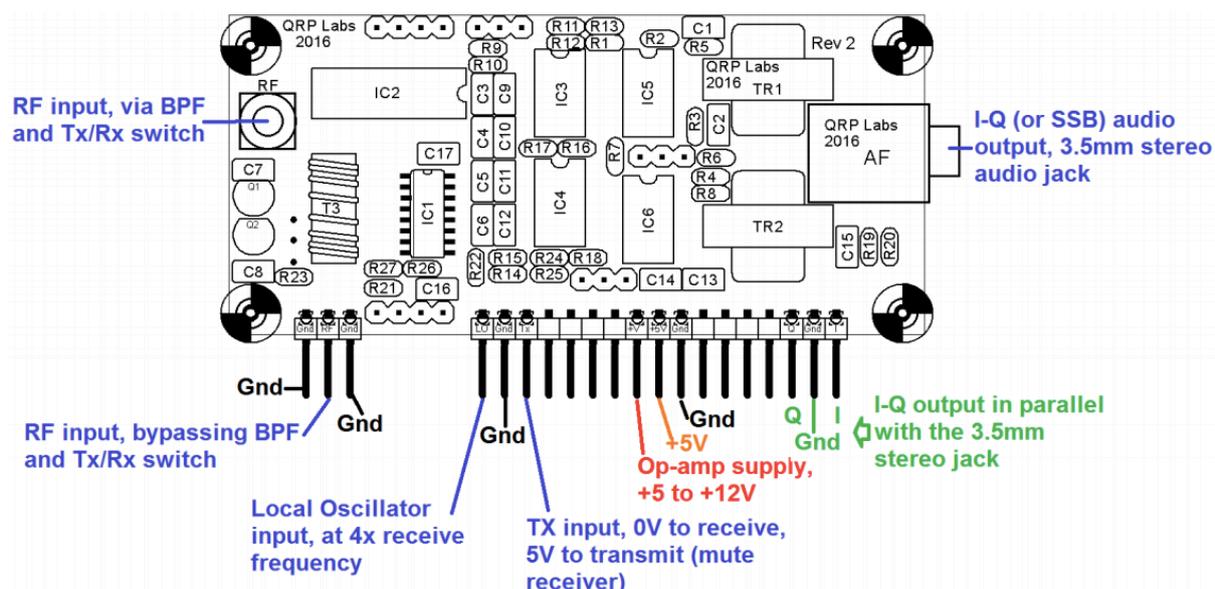
## 6 Connecter le récepteur

Ce kit récepteur peut être utilisé de différentes manières. Le signal de l'oscillateur local peut être généré par divers kits QRP Labs (par exemple, des émetteurs Ultimate3S QRSS/WSPR, des kits VFO/Signal Generator et ProgRock).

Cette section décrit le brochage du module récepteur et fournit des exemples sur la façon de le connecter.

### 6.1 Connexions au circuit imprimé

Le diagramme suivant montre les connexions au circuit imprimé.



#### Source d'alimentation

Une seule alimentation + 5V peut être connectée à Gnd et + 5V, ainsi qu'à la broche d'alimentation op-amp. Alternativement, les alimentations amp-op peuvent être alimentées séparément par une tension d'alimentation plus élevée telle que 12V. Cela apportera une légère amélioration des performances (plage dynamique plus élevée). Bien entendu, les tensions d'alimentation doivent être bien régulées et à faible bruit!

#### Entrée HF

Il existe deux options pour l'entrée HF. Tout d'abord, la HF peut être alimenté par le connecteur SMA «HF». Un connecteur SMA (non fourni) peut être installé ici ou simplement brancher le câble coaxial directement sur le circuit imprimé. La HF est acheminé via le commutateur Tx/Rx et le filtre passe-bande enfichable avant d'atteindre le transformateur tri filaire TR3.

Deuxièmement, lorsque le récepteur est utilisé en tant que module dans un projet plus important, tel qu'un émetteur-récepteur multi bande, et que vous avez des filtres passe-bande pour le filtrage d'entrée du récepteur et la commutation émission/réception

ailleurs, vous pouvez alimenter la HF directement dans la broche d'en-tête intitulée HF. Celui-ci est connecté directement au transformateur tri filaire TR3, en contournant le commutateur Tx/Rx et le BPF.

### Entrée oscillateur local (LO)

Un signal d'oscillateur local est requis, à 4 x la fréquence de réception. Ce signal peut généralement être fourni par la sortie crête-crête 3,3 V d'un synthétiseur Si5351A, mais d'autres oscillateurs conviennent également.

L'entrée est couplée en courant alternatif et polarisée à 2,5 V par C16, R21 et R22 (voir schéma électrique). Un oscillateur sinusoïdal d'amplitude de 2 à 5 V est également acceptable. Une entrée en onde carrée est préférable à une onde sinusoïdale. Si vous avez une onde sinusoïdale, utilisez-la. Si vous avez une onde carrée, utilisez-la (mais n'utilisez PAS de LPF pour en faire une onde sinusoïdale), car l'entrée du récepteur est de toute façon convertie en onde carrée et préfère une onde carrée.

### Commutateur d'émission/réception

(Où l'entrée HF du connecteur SMA est utilisée). Cette broche est étiquetée "TX". Une broche élevée sur cette broche (5V) déconnecte l'entrée HF du récepteur à l'aide des transistors Q1 et Q2. Si l'entrée HF de connexion directe sur les en-têtes de broches est utilisée, ce commutateur Tx/Rx n'a aucun effet. Cependant, vous devez toujours connecter le signal TX (par exemple, à la terre pour l'activer) afin d'activer le FST3253 dans le détecteur d'échantillonnage en quadrature. Si le module récepteur est utilisé dans une application de réception uniquement, vous câblez de manière permanente l'entrée de commutateur d'émission/réception «TX» à la terre. **Ne laissez jamais la connexion TX flottante!**

### Sortie audio

La sortie audio I-Q (ou la bande latérale unique SSB si une carte de réseau polyphasé est installée) est une prise jack stéréo 3,5mm. Celle-ci est connectée directement à l'entrée de la carte son de votre PC, si vous utilisez le PC pour démoduler un signal SSB (par exemple avec un logiciel SDR ou un logiciel WSPR). I est à droite, Q est à gauche.

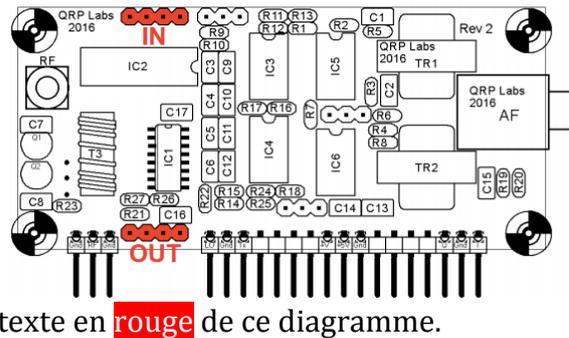
Les mêmes sorties audio I, Q et masse (Ground) sont également disponibles au niveau de l'en-tête de broche.

Notez que cette "masse" n'est pas la même que la masse de l'alimentation ou le plan de masse de la carte! Cette «terre» est la terre isolée des transformateurs d'isolement audio 600: 600 ohms! Ne connectez pas cette masse à la masse de l'alimentation ou au plan de masse de la carte. Cela ne ferait que supprimer les avantages des transformateurs d'isolation audio. Ces transformateurs réduisent le bourdonnement causé par les boucles de masse.

### Support de filtre passe bande (BPF)

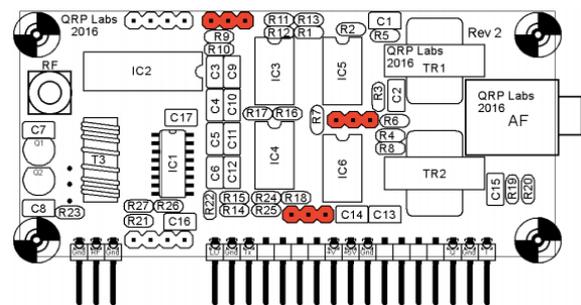
Un module BPF QRP Labs doit être branché sur le récepteur pour protéger le mélangeur contre les signaux forts hors bande, réduisant ainsi les risques d'intermodulation.

Le module BPF DOIT être branché avec l'orientation correcte. Le circuit imprimé BPF porte les inscriptions «In» et «Out» sur sa sérigraphie. Celles-ci doivent correspondre au texte en **rouge** de ce diagramme.



### Module polyphasé

Si le kit réseau polyphasé optionnel est utilisé pour annuler la bande latérale indésirable, plutôt que d'utiliser le traitement du signal numérique (logiciel SDR ou WSPR, par exemple), il se branche ensuite sur ces prises comme indiqué en **rouge**. C1 et C2 doivent être omis!



Le son SSB est émis sur le canal Q, qui est le canal GAUCHE du connecteur stéréo.

### Exemple : utilisation du récepteur avec un kit Progrock QRP Labs

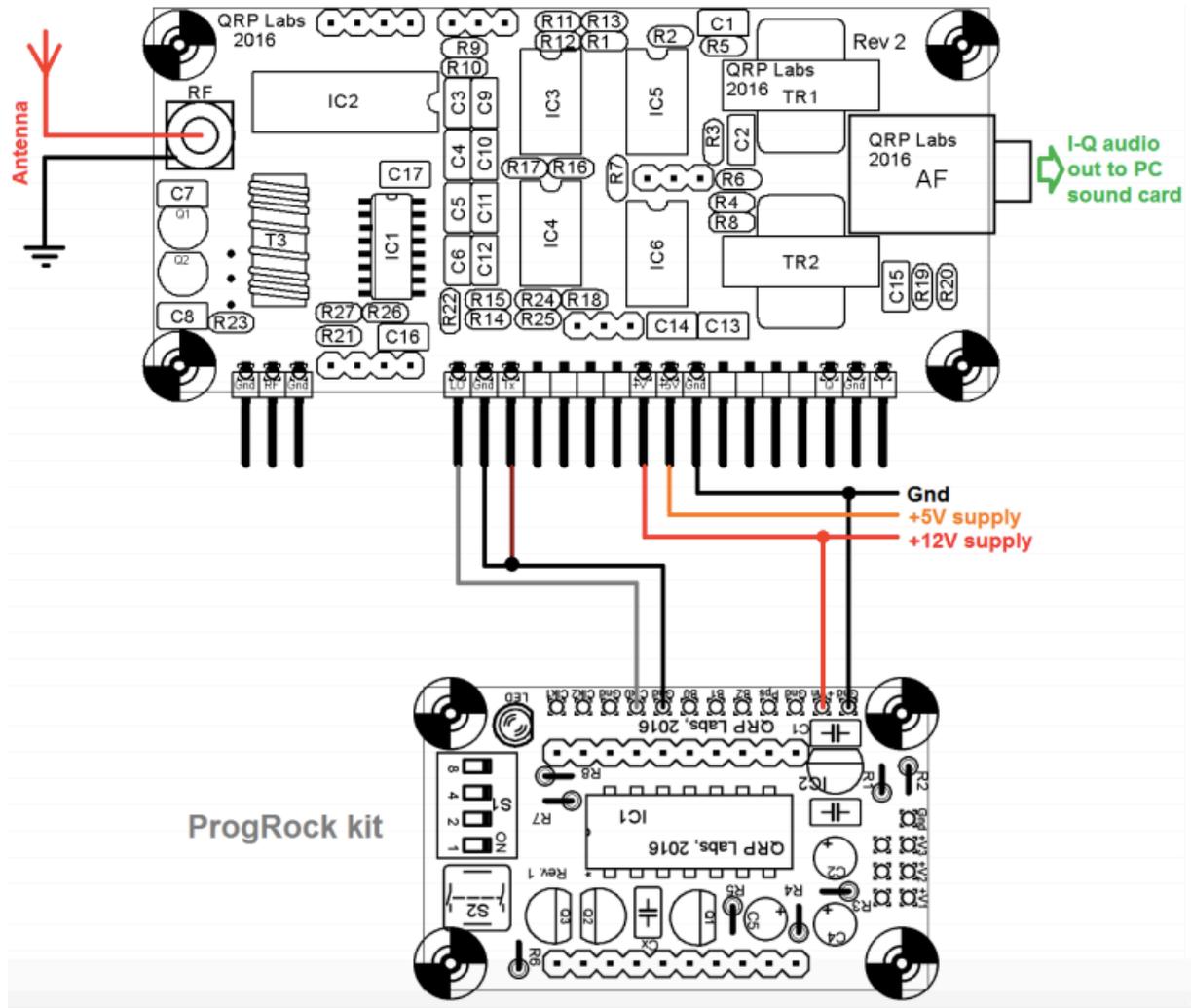
Cet exemple montre le kit ProgRock utilisé pour fournir une fréquence d'oscillateur local LO configurable pour le module récepteur. N'oubliez pas de régler la fréquence LO sur 4 x la fréquence de réception requise.

La sortie ProgRock Clk0 est connectée à l'entrée oscillateur local(LO) du récepteur. Lisez les instructions ProgRock sur la connexion GPS si vous utilisez le GPS pour calibrer/réguler la fréquence ProgRock. Sinon, connectez l'entrée 1pps à la terre.

Dans cette application de réception uniquement, le commutateur émission/réception est toujours activé; connectez donc l'entrée "TX" du module récepteur à la masse.

L'exemple montre une alimentation 12 V utilisée pour alimenter ProgRock et les amplificateurs opérationnels, ainsi qu'une alimentation 5 V distincte pour le CI de mélangeur 74AC74 et FST3253 QSD. Vous pouvez également expérimenter avec l'utilisation du régulateur LM317LZ 5V sur la carte ProgRock, comme alimentation du 5V sur la carte du module récepteur.

Lisez également les manuels ProgRock.



### Exemple : utilisation du récepteur avec un kit VFO/SigGen de QRP Labs

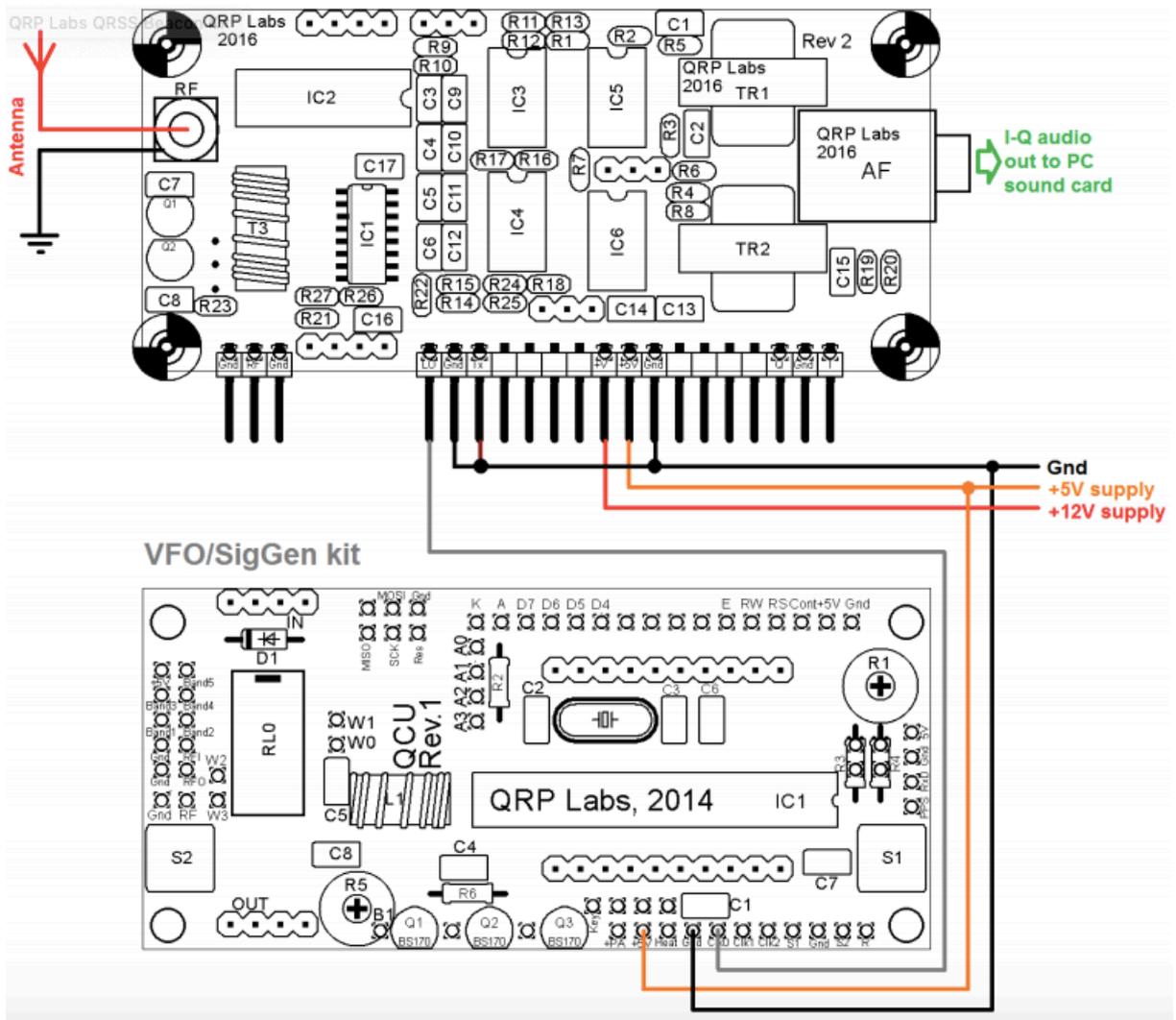
Cet exemple montre le kit VFO/SigGen utilisé pour fournir un oscillateur local (LO) à fréquence variable syntonisé par encodeur rotatif pour le récepteur. Le kit VFO/SigGen a un paramètre «Multiplier» qui doit être réglé sur 4, de sorte que la fréquence de sortie soit 4 x la fréquence affichée (réception).

La sortie VFO/SigGen Clk0 est connectée à l'entrée LO du récepteur. Le VFO/SigGen peut également être configurée pour le GPS en connectant un module GPS tel que le QRP Labs QLG1.

Dans cette application de réception uniquement, le commutateur émission/réception est toujours activé; connectez donc l'entrée "TX" du module récepteur à la masse.

L'exemple montre une alimentation de 12 V utilisée pour alimenter les amplificateurs opérationnels, avec une alimentation de 5 V distincte pour le kit VFO/SigGen et le circuit intégré du mélangeur 74AC74 et FST3253 QSD du récepteur. Si vous le préférez, vous pouvez alimenter les amplificateurs opérationnels du récepteur à partir de 5 V (voir la discussion ci-dessus).

Lisez attentivement les instructions du kit VFO/SigGen.



### Exemple : utilisation du récepteur avec un kit d'émetteur QRSS/WSPR QRP Labs Ultimate3S

Cet exemple montre le kit QRP Labs Ultimate3S utilisé pour fournir une fréquence d'oscillateur local LO configurable fixe au récepteur. La sortie Clk1 du kit Ultimate3S est connectée à l'entrée LO du récepteur. Réglez le paramètre « Park Mode » de l'U3S sur 4 et la fréquence de parcage sur 4 x la fréquence de réception souhaitée. Rappelez-vous que la fréquence de l'oscillateur local (LO) doit être 4 x la fréquence de réception!

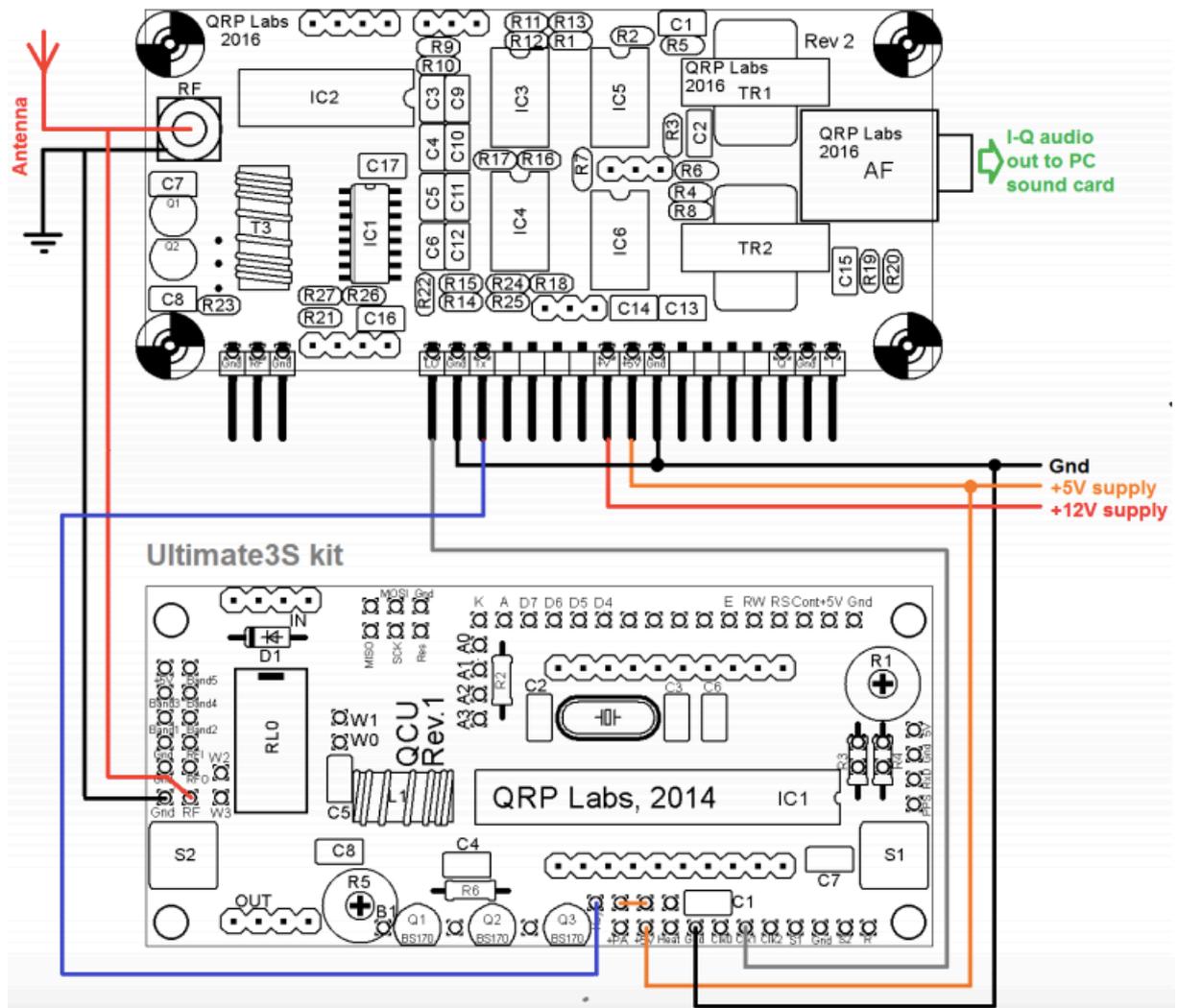
La sortie Clk1 sera réglée sur la fréquence configurée et utilisera le module récepteur. En mode Park 4, la sortie Clk1 est disponible en permanence, même pendant l'étalonnage GPS (le cas échéant).

Dans cette application, nous avons un émetteur et un récepteur connectés à l'antenne. Par conséquent, nous devons utiliser le commutateur émission/réception! Connectez donc l'entrée «TX» du module récepteur à la sortie «Key» de l'U3S.

Cette sortie est haute en émission (5V) et désactivera le commutateur émission/réception du récepteur.

L'exemple montre une alimentation de 12 V utilisée pour alimenter les amplificateurs opérationnels, avec une alimentation de 5 V distincte pour le kit Ultimate3S et le CI de mélangeur 74AC74 et FST3253 du récepteur. Si vous le préférez, vous pouvez alimenter les amplificateurs opérationnels du récepteur à partir de 5 V (voir la discussion ci-dessus).

Lisez aussi attentivement les manuels Ultimate3S!



## 7 Utilisation du module récepteur pour le décodage WSPR

Dans tous les exemples décrits ci-dessous, il est important de vous rappeler d'étalonner la fréquence de référence de votre oscillateur. Cela s'applique que vous utilisiez les kits ProgRock, Ultimate3S ou VFO/SigGen - ou même votre propre source de fréquence. La cause la plus fréquente d'échec en émission/réception de WSPR est un mauvais étalonnage de fréquence! Si vous utilisez un kit QRP Labs avec GPS connecté, vous pouvez alors calibrer/réguler automatiquement la fréquence. Veuillez vous reporter à la documentation du kit correspondant.

### 7.1 Kit de module récepteur avec kit polyphasé et carte son mono

C'est le cas le plus simple. Il suffit de connecter la sortie audio du récepteur à l'entrée mono (souvent appelée «microphone» de votre PC. Le logiciel WSPR peut être utilisé pour décoder WSPR sans autre configuration. Consultez la documentation du logiciel WSPR pour savoir comment l'utiliser.

#### Frequencies

USB dial (MHz): 0.136, 0.4742, 1.8366, 3.5926, 5.2872, 7.0386, 10.1387, 14.0956, 18.1046, 21.0946, 24.9246, 28.1246, 50.293, 70.091, 144.489, 432.300, 1296.500

Dans ce cas, réglez la fréquence de l'oscillateur local sur 4 x la fréquence de réception souhaitée. Les fréquences WSPR standard sont répertoriées dans un panneau à gauche de la page d'accueil WSPRnet (voir à droite). Ces fréquences sont les fréquences centrales d'une sous-bande de 200Hz utilisée pour la WSPR et sont les fréquences de numérotation USB. Cela signifie que, lorsqu'un récepteur est utilisé en «mode USB», il s'agit de la fréquence qui sera affichée sur le cadran, afin de recevoir de l'audio à une fréquence centrale de 1500Hz (bande WSPR de 1400Hz à 1600Hz). Cette fréquence est également applicable au module récepteur de QRP Labs.

Par exemple, si vous souhaitez recevoir la bande 30 m WSPR et que vous utilisez un ProgRock pour générer la fréquence, définissez la fréquence ProgRock sur  $10,1387 \times 4 = 40,554800$  MHz.

### 7.2 Utilisation du logiciel WSPR en mode I-Q pour démoduler la BLU (SSB)

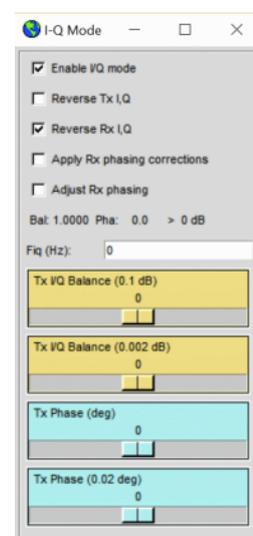
Le logiciel WSPR possède un mode I-Q, qui utilise le traitement du signal numérique similaire à une radio définie par logiciel, pour annuler la bande latérale indésirable, ce qui entraîne une réception à bande latérale unique.

Connectez la sortie audio du récepteur à l'entrée d'une carte son entrée stéréo.

Démarrez le logiciel WSPR et appuyez sur la touche F8 du clavier. Cela ouvre la fenêtre «I-Q Mode».

- Cochez la case «Activer le mode I/Q»
- Cochez la case «Reverse Rx I, Q»
- Réglez «F<sub>iq</sub> (Hz):» sur zéro (plus d'informations à ce sujet dans la section suivante)

Configurez maintenant le récepteur LO comme indiqué dans la



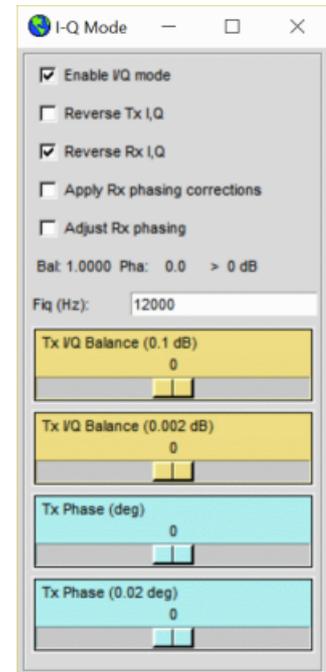
section 6.1, et WSPR démodulera la bande latérale supérieure à partir des sorties I & Q fournies par la sortie du récepteur.

### 7.3 Utilisation de «Fiq (Hz):» pour améliorer les performances

Le logiciel WSPR possède une fonctionnalité très utile, qui vous permet de décaler la tranche de spectre décodée de la fréquence 0Hz en bande de base d'une valeur définie.

Cela s'avère très utile, car il est souvent très difficile de se débarrasser complètement du ronflement de la fréquence réseau de 50Hz (ou de 60Hz aux États-Unis et dans certaines régions), ainsi que d'autres bruits de basse fréquence. Vous pouvez facilement le voir si vous observez la fréquence audio habituelle de 0 à 3000 Hz dans le logiciel SDR ou le logiciel Argo.

Vous pouvez souvent voir beaucoup de bruit, des lignes horizontales espacées toutes les 100 (120) Hz, etc. Elles seront toutes capables d'interférer avec votre décodage WSPR. Souvent, si vous pouvez vous éloigner un peu plus de 0Hz, vous pouvez réduire considérablement le bruit, et donc améliorer la réception WSPR!



Tout cela est contrôlé par le paramètre «Fiq (Hz):». La valeur par défaut est 12000Hz, ce qui signifie un décalage de 12kHz.

Vous devez également vous rappeler de décaler la fréquence LO du récepteur de la même valeur. À titre d'exemple, supposons que vous souhaitiez recevoir 20 millions de WSPR.

Vous consultez la page d'accueil WSPRnet et constatez que la fréquence centrale pour les opérations WSPR sur 20 m est indiquée sous la forme 14,0956 Fréquence de numérotation USB. Maintenant, si vous utilisez un décalage «Fiq (Hz):» de 12 kHz, vous devez régler la fréquence de réception sur  $14,0956 \text{ MHz} - 12 \text{ kHz} = 14,083600 \text{ MHz}$ . "Minus" est parce que nous recevons en USB (Upper Side Band). Rappelez-vous que le LO doit fonctionner 4x sur la fréquence de réception. Réglez donc la fréquence LO sur  $14.0836 \times 4 = 56.334400 \text{ MHz}$ .

Notez que si vous utilisez le VFO/SigGen pour votre oscillateur local (LO) et que le «Multiplicateur» est réglé sur 4, le micro logiciel effectue cette multiplication par 4 à votre place.

### 7.4 Emission en WSPR à l'aide de l'émetteur Ultimate3S QRSS/WSPR

Un point de confusion survient souvent autour de la fréquence de l'émetteur. Dans le kit Ultimate3S, la fréquence configurée sur un écran de transmission est la fréquence transmise ACTUELLE. Les fréquences répertoriées dans le panneau de fréquence centrale de la page d'accueil WSPRnet sont les fréquences DIAL, en supposant que l'USB et le décalage habituel à 1500Hz - ce qui signifie que la WSPR est reçue à des fréquences

audio comprises entre 1400Hz et 1600Hz. Pour convertir la fréquence de numérotation USB indiquée en fréquence de transmission réelle, il faut ajouter 1500 Hz.

Ainsi, pour 20 m, par exemple, la fréquence de numérotation est 14,0956 MHz. La fréquence de transmission réelle est donc de  $14,0956 \text{ MHz} + 1500 \text{ Hz} = 14,097100 \text{ MHz}$ . Il ne s'agit que du centre de la sous-bande WSPR large de 200Hz. Les transmissions WSPR correctes sont donc comprises entre 14 097 000 et 14 097 200 Hz.

Ainsi, par exemple, supposons que vous vouliez émettre et recevoir sur 20 m WSPR (recevoir dans les intervalles entre les transmissions). Vous souhaitez utiliser la fonction de décalage «Fiq (Hz):» de WSPR en mode I-Q pour des performances optimales.

Vous configureriez votre écran de transmission Ultimate3S pour transmettre sur 14 097 050 (par exemple); et configurez le mode de parcage 2, fréquence de parcage 56 334 400. Cela règle la sortie du Clk1 à 56,3344 MHz en réception, qui est la fréquence LO requise pour le récepteur lorsqu'elle fonctionne avec la fonction de décalage WSPR (voir la section 6.2).

## 8 Ressources

Veillez consulter la page du kit <http://qrp-labs.com/receiver> pour plus d'informations et les dernières mises à jour.

- «A Software Defined Radio for the Masses, Part 4», de Gerald Youngblood, AC50G dans QEX Mars/Avril 2003 décrit le détecteur d'échantillonnage en quadrature, y compris le détecteur version à double balance voir <http://www.arrl.org/files/file/Technology/tis/info/pdf/030304qex020.pdf>
- Description du QSD par Dan Tayloe, également appelée «détecteur Tayloe». [http://www.wparc.us/presentations/SDR-2-19-2013/Tayloe\\_mixer\\_x3a.pdf](http://www.wparc.us/presentations/SDR-2-19-2013/Tayloe_mixer_x3a.pdf)
- Page d'accueil WSPRnet : <http://wsprnet.org/drupal/>
- WSPR peut être téléchargé à partir de la page d'accueil WSJT <http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>

## 9 Historique des versions du document

### 1 24 août 2016

- Version initiale du document

### 2 24 août 2016

- Correction de la faute de frappe dans la section 6.4, qui disait que le U3S avait un encodeur rotatif pour ajuster l'accord (cela appartient à la Section VFO)

### 3 25 août 2016

- Typos fixes - "BNC" devrait être "SMA"

### 4 26 août 2016

- Description du circuit fixe mentionnant à tort  $\frac{1}{2}$  LO comme fréquences du FST3253 – il devrait être  $\frac{1}{4}$  LO

### 5 26 août 2016

- Remarque ajoutée à la section 6.1 - la connexion TX ne doit jamais être flottante, même si le commutateur Tx/Rx est non utilisé, car il active le FST3253

### 6 29 août 2016

- Ajout de précisions dans la section 6.1 sur sinusoïde vs carré - ce dernier est préférable
- Modification de la section 6.4 pour suggérer l'utilisation du mode Park 4 lors de l'utilisation du kit U3S (pas du mode Park 2), qui exploite la sortie Si5351A Clk1 en continu, même pendant l'étalonnage

### 7 13 sept. 2016

- Insistance accrue sur les précautions relatives aux décharges électrostatiques
- Ajout d'une note sur le montage de prises à broches tournées (modification de G8NXD) pour les condensateurs C1 et C2.

### 8 15 sept. 2016

- Correction de l'orientation inversée du module BPF dans la section 6.1 et de la photo dans la section 5.

### 9 20 sept. 2016

- Correction d'une faute de frappe dans l'URL du destinataire dans la section 5

### 9 20 sept. 2016

- Mise en garde de ne pas installer C1 et C2 lors de l'utilisation du kit polyphasé, AVANT la figure, section 4.7.

### 10 25 nov. 2017

- Section 5 corrigée, IC4 n'a pas besoin d'être installé; la correction est qu'il n'est pas nécessaire d'installer IC5 (lorsque vous utilisez la carte polyphasée)