

原典の PDF は QRPLabs へのたくさんのリンクが張られています。しかし、この訳文にはリンクを張っていません。

QCX Troubleshooting QCX トラブルシューティング

私はいくつかの QCX キットを完成させました。

以下は私の故障発見の道筋を説明しています。また次のように使うこともできます。

QCX ラジオが完全に作動している場合にも、このページに説明されているように回路に沿って信号を辿っていくことは非常に教育的な経験になります！

どのように QCX が働くのか、そしてそれはなぜかについて、より広く、より深い理解を得ることができると思います。

私でさえ、それが高く役立つことを発見しました。私は、このキットをデザインした男です！

さあ、QCX の中に入ってください！ 回路の中に行きましょう！ QCX を生かしてください！

コンテンツ

回路ブロック	p 2
機器	p 3
始める前の一般的なチェック	p 4
部品を交換する技術	p 5
オシロスコープを用いた信号の追跡	p 7
デジタルセクション	p 7
LCD がブロックか、まったく表示されない	p 8
LCD 上の行がブロック、下の行が表示されない	p 9
プロセッサの立ち上がりが不安定	p 10
間違ったバンドを選択してしまった	p 11
ボタンやロータリーエンコーダは適切に作動しない	p 11
受信信号の流れ	p 11
BPF のピークが取れない。または十分な信号の強さが得られない	p 11
I-Q、フェーズバランスの最小点が得られない	p 11
Si5351a による信号の生成	p 12
フロントエンドへの信号の注入	p 14
ローパスフィルターの障害	p 15
T1 トランスフォーマー	p 16
Quadrature Sampling 検波器 (QSD)、IC4	p 20
オーディオ プレアンプ、IC5	p 22

IC6 と IC7 フェーズシフト回路	p 2 5
オーディオ連なりの残りの信号の流れ	p 2 8
私が見つけた受信機の中の失敗の例	p 2 9
送信機の信号の流れ	p 3 0
消費電流	p 3 0
IC3 4つの NAND ゲート	p 3 1
パワー増幅器	p 3 3
出力が小さい	p 3 6
おわりに	p 3 7

回路ブロック

故障の修理目的のために、回路は 3 つの主要なブロックに分けます：

デジタルのセクション、受信信号の連なり、送信信号の連なりです。

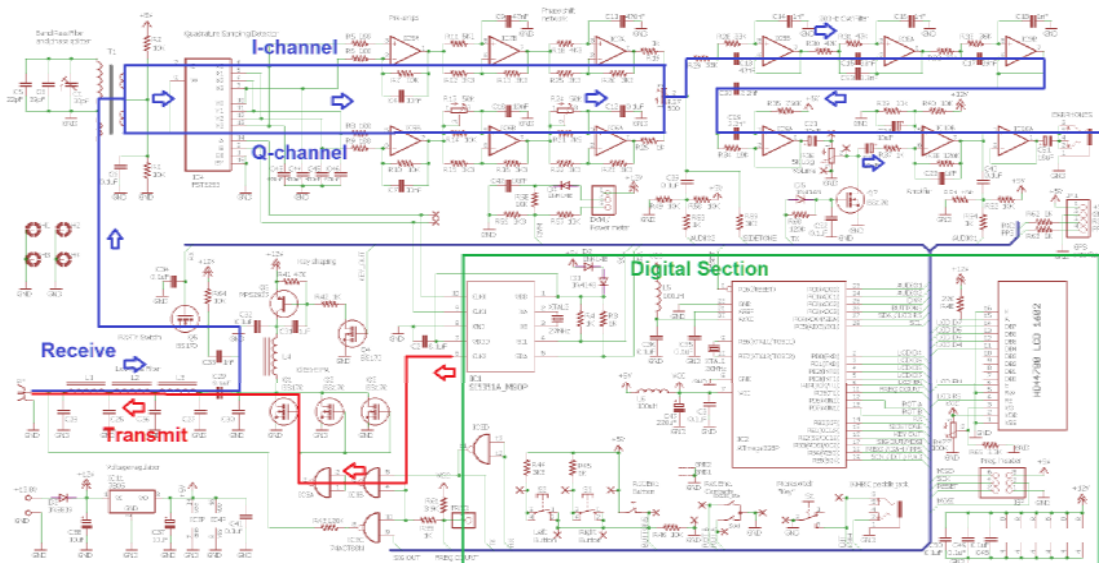
私達はそれらを 1 つずつ扱います。しばしば、これらのブロックの 1 つにおいて問題がある場合があります。

修理においては、回路図、と、部品配置図を参照し続ける必要があります。

この図は右下で緑色のスクエアでデジタルセクションを示します。(プロセッサ、LCD、ボタン、回転式のエンコーダ、Si5351A Synthesiser)；

赤いラインは、送信信号の流れ、および青色のラインは受信信号の流れを示しています。

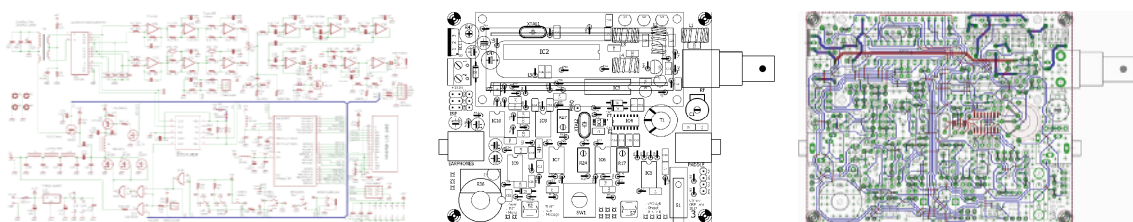
一般的に言って、受信と送信の流れを、始まりから信号の流れを終端に向かって辿っていくことによって問題点 (バグ) を取り除くことができます。遅かれ早かれ、私達はどこが具合が悪いかを見つけます。正常でない信号や不要な信号などです。これは、障害がどこに横たわっているかを私達に教えてくれます。これは故障発見への非常に整然としたアプローチであり、それはいつも役立ちます。



最も役に立つ故障発見のために2つの図は回路図、部品レイアウト図、およびトラック図です。トラック図において、BLUEトラックがボードの底側にあり、REDトラックがボード表側にあることを覚えていてください。(PCB基板は両面になっている 訳者注) これらの図はすでにマニュアルの中にあります。しかし、ここで、それらを再び示しますので、手近に置いてください。

より大きいバージョンを見るために、図をクリックしてください；
 または、いっそうよりよく、「新しいタブの中で開いてください」または「新しいウィンドウの中で開いてください」などを右クリックしてください。

(訳者注 原文では QRPLabs のサイトへのリンクが張られていますのでこのような記載があります)



機器

シグナルパスを通して各ポイントでシグナルを検出するために、私達はオシロスコープを使います。この修理のいくつかではオシロスコープなしではとても難しくなるでしょう。DVM(または、適切に作動しているデジタルの部分があるならば QCX 自身の内蔵の DVM)を測定のために使うことができます。他には何も必要ではありません - QCX はそれ自身の内蔵のシグナルジェネレータを持っています。

始める前の一般的なチェック

すべて IC の向きが PCB にシルクスクリーンで描かれている凹とマッチしているか、もう一度チェックすることは充分やる価値があります；

それには、明るい光の中で、光学式の拡大鏡(例えば宝石商のルーペ、拡大鏡、または USB 顕微鏡)を使って、慎重に PCB を確認してください。

不十分なジョイント、はんだブリッジ、切り取られたリード線の残りで互いに触れるかもしれないような、または回路をショートさせそうな部品のワイヤーがないか捜してください。

はんだ付けするたくさんの部品があり、部品のワイヤをはんだ付けすることを忘れることは驚くほど容易です！または、完全に部品を取り付けることを忘れることさえあります！それはしばしば起こります。とても良い方法は、明るいライトの前に PCB を置くことです。ボードに目を通すと、はんだ付けされていない穴を通して光が光っているのを見るでしょう。これは、忘れた接続を見つけるのに役立つとてもよい方法であり、ほんの一瞬でできます。

しかしうろたえないでください - バンドパスフィルタコンデンサー C5 と C8 は、いつも取り付けられるわけではないことを覚えておいてください。(バンドに依存します)

また、残された追加のコンポーネントを持っていたならば、うろたえないでください：

いくつかのコンデンサーはキットのいくつかのバンド組み立てには用いられません。

そして、時々、キット荷造り業者が誤りを犯し、コンポーネントを 1 個余分に入れてしまうことがあります。(足りないよりよいと思いませんか?)

また、トランジスタが正しく取り付けられることをチェックしてください - それらはすべて BS170 であるわけではなく、また、1つの MPS751(または MPS2907)があります。

MPS751 が適切な場所(Q6)にあることを確かめてください。

以上を含めて、すべての他のコンポーネントがまた正しいことをチェックしてください：

- 部品 (コンポーネント) の値
- 電解コンデンサーの向き
- トランジスタの向き - トランジスタのボディの形はシルクスクリーンで示したものとマッチしなければなりません；

BS170 の場合、トランジスタの中心のリードは、三角形の中心点に適合するために前に曲がげます：

- ダイオードは描かれている帯が PCB の上の帯と同じ向きになります。
- IC のディンプル凹はすべて PCB の上向きです。

- ・ IC の全てのピンは適切にそれらの穴に取り付けられるかソケットに入るようにします。
(チップの下で折れていないようにします)

これらのことは非常にエキサイティングなことではない、予備的なチェックであるけれども、信号の流れを追っていくことよりもたいそう容易です。

そして、驚くほどしばしば、これ以上の複雑な調査をしないで、視覚的にまさにこのようにして障害を見つけることができます。

あなたの QCX で見られる問題の多い徴候のいくつかがそこで言及されていないかを確認するために、FAQ と部分修正ページを必ず読んでください。(FAQ と Modifications は QRPLabs のサイトにあります。訳者注)

部品を交換する技術

部品の交換は絶対に最後の手段であるべきです！最初に他の全てのチェックしてください！部品の破損を疑うことは容易です…けれども、しばしば、部品が問題なのではなく、他の何かが原因のことがあります！部品を交換することは容易でなく、時には、容易に PCB の上の繊細な配線を損うことがあります。

両面の PCB から部品をメッキされたスルーホールから取り去るのは容易ではありません。

従って、全てにおいて、それを試す前に、部品が壊れていると確信するまで、まず、他のチェックをしてください！

抵抗器またはコンデンサーを取り去ることは、それらが 2 つのワイヤを持っているだけなので普通はそんなに難しくありません。

私達は、リード線の一方を熱し、穏やかに引っ張り、そして他方を同様に熱し引っ張ることを交互にすることで、、部品を PCB から「揺り動かす」ように取ることができると気付きました。

リード線が PCB の下側で曲げられている場合には、先ず初めに、それらをまっすぐに立てることによって、この仕事をたいそうより容易にします。

トランジスタは、同じテクニックで取り去ることができます。1度に1つのワイヤを少しずつこちらに、あちらに穏やかに動かし、徐々にそれを取り去ります。

あまりにも多くの力を使うことに誘惑されないでください。(それは PCB のトレース、パッドを持ち上げるか、スルーホールメッキを抜いてしまうことさえ起こします)

部品・コンポーネントを間違った場所に取り付けてしまい、それと再生使用するために取り去りたいならば、あなたは、PCB だけでなくコンポーネントを損わないように特に注意して作業する必要があります。コンポーネントが壊れているならば、それを損うことを気に

しません。これは、取り去るのを容易にします。例えば、トランジスタの場合は、まさにワイヤーカッターでトランジスタにリード線を切り離すことができます。そして、ハンダごてによって1本ずつリード線を取り去ってください。

ICの場合に、私達は、除去にはICを破壊すること以外にどのような選択肢があるとは思いません。それはあまりにも多くの足を持っていて、同時にそれを熱することは容易ではなく、1度にチップの脚を持ち上げて抜くことはできません。

表面実装ICは、多少取り外しやすいのですが、経験に頼ることになります。ホットガンのような熱風テクニックを持っている人は、ICのすべてのはんだジョイントが熱せられるまで、ボードを熱し、すべてが溶解している間に、ICを取り外します。

古いPCBからチップを救助して、何がPCBに起こるかをあまり気にしていないならば、これはOKであるかもしれません(それは容易にすべてを熱によって損なうことがあります)。私達の場合に、PCBを気にします。

チップ(壊れている)を取り去るための私達の方法は非常に鋭利ワイヤカッターを使い、まさにチップボディの脇のピンの一つ一つを切ることです。チップボディを切り取ることができます。そして、ハンダごてによって残った1つずつのピンを取り去ってください。

新しいコンポーネントを取り付けるために、穴のはんだを取り去りたいでしょう。穴はすべてメッキされたスルーホールであり、はんだは、穴に残りがちです。しかし、それを取り出さなくては、新しいコンポーネントは取り付けられません。これをするにはいくつかの方法があります。私達は、最も容易な方法は編組がハンダを吸い取ることに気づいたことから生まれました。これは、少しの、同軸ケーブルの外側のシールド編組のような銅のフレックスのついた薄いリボンです。このリボンを穴に置き、それにハンダごてを持っていきます。はんだが溶ける時に、それはちょうどスポンジの中に水が吸い込まれるように、穴の外のリボンの中に吸い上げられます。これは理論であり、いつもうまくいくわけではありません。

ハンダごてによってあまりにも激しく押さえること、パッドへのハンダごてをあまりにも長く付けすぎないことに気を付けてください。あまりに熱くなりすぎると、PCBパッドは容易に持ち上がってしまいます。

別の方法として、ハンダごてを付けている間に、はんだが固着しにくい何かを穴に差し込む方法があります。

ある人はこの目的のために、とがった木製の楊枝を使うのを報告しました。私達は、細かい縫う針を使う傾向があります。それはしばしば穴に貼り付くけれども、注意して、新しいコンポーネントのインストールに適当なきれいにされた穴から、穏やかにそれを抜くことは可能です。

偶然にPCBトレースを持ち上げた場合(それは容易に起こります) - そのルートに沿って細い銅線の断片を使うことによってトレースを修理することができます。

マニュアルの中でPCBトレース図を調べて、それが、どこに接続されているかを確かめて

持ち上がったトレースを再接続してください。穴のスルーホールメッキがある場合にも、心配しないでください - 再び、代わりにワイヤー接続すればいいのです。しかし、非常に慎重に、持ち上がったトレースまたはスルーホールメッキに代わるように、PCB の両側の接続がどうなっているか確かめるために PCB トレース図をチェックするように注意してください。スルーホールメッキの仕事は、ボードの両側のパッドを接続するものであることを覚えていてください。表側のパッドがトレースと接続されていて、裏側のパッドと接続されているのにそれを接続しているスルーホールメッキが失われた場合、一緒にそれらの両面を接続するのを確かめる必要があります。この場合に最も容易な方法は、まさに、コンポーネントのワイヤをそれぞれのパッドと接続するために PCB の表と裏でハンダ付けすることです。QCX では、トレースのほとんどが PCB の裏の側にあるので、それはしばしば起こります。これは注意すべき点です。

オシロスコープを用いて信号の追跡

シグナルを追跡し調査をする時、x10 のプローブを使ってください。

回路のいくつかの部分はハイ・インピーダンスであり、x1 のプローブでは入力が大きすぎ、機能を変更する必要があるでしょう。プローブを使う時 偶然にもそのプローブで近接する部品のピンやワイヤーをショートさせないように十分に注意してください。！

トレースを行っている時、オシロスコープスクリーンが正確に私達の例のように見えない場合にも、あまり混乱しすぎないでください。それには無数の可能な理由があります：

- あなたのオシロスコープが、私のものより性能的に低い
- あなたのオシロスコープが、私のものより性能的に高い
- あなたのプローブが私のものと異なった設定がされている
- グラウンドリードをどこに置くかによってさえ、測定値は異なることがあります
- コンポーネントの違いや作り方の差が増幅率や波形に違いをもたらすことがあります。
- などなど

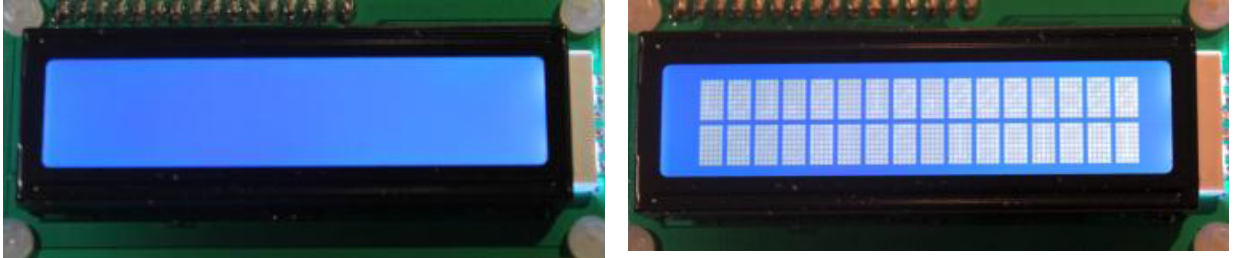
RF (高周波) はトリッキーな材料です。一般的な感触としてスクリーンの表示を理解してください。通常、障害がある時には、それはまったく明らかになるでしょう - 結果はまさに少し違うことではなく、私達の例と大きく異なることです。

デジタルセクション

問題を仕分けするために、最初にこの部分が正常でなければなりません。すべては適切に動作しているマイクロコントローラに依存します。それが正常に作動している状態でないと、私達は先に行くことができません。

LCD が全てブロック、または何も表示しない

LCD がこのように見えるか、そのようならば…



…そして最も一般的には、問題は単に LCD のコントラストトリマー R47 が適合していないことです。これは、非常に敏感な調整です。(以前の PCB rev3 の場合より調整はより容易であるけれども)

LCD のコントラストピンの電圧がマニュアルで示されたものとマッチするべきであると仮定することに惑わされないでください - それは LCD によって異なるでしょう。

R47 を調整してディスプレイにテキストが表示されなかったならば、電圧が測れる DVM で LCD のコントラストピン(ピン 3(左から 3 番目))をチェックしてください。R47 を廻すと電圧が 0 から 5V に変わることがわかると思います。

R47 によって、電圧が正しく 0(反時計回りにいっぱいに戻した時)から 5V(右回りに廻しきった時)に変化するのを確認したならば、違うところに問題があるかもしれません。

隣接した LCD ピンの間や LCD ピンと Gnd または Vcc の間でショートがないことをテスター DVM でチェックしてください。各 LCD ピンとプロセッサの上の対応したピンの間で導通があることをチェックしてください。ボードの上下共にチェックをし、LCD モジュールをプラグに差し込んでください。

その全てのチェックが正常であるならば、あと 1 つの可能性があります。1.00e までのファームウェアバージョンの中にブランクのスクリーンが起こる可能性がありました。

これらのバージョンの中で、ファームウェアは、スクリーンをきれいにする初期設定するステップを行います。そして、それは、コマンドを Si5351A シンセサイザチップ IC1 に伝達しようとしています。IC1 へのコマンドは I2C シリアル通信リンクの上で送られます。何らかの理由のために、Si5351A がそれを認めるコマンドに反応しない場合、それは無限に Si5351A の反応を待っていて、I2C バスはハングアップするでしょう。スクリーンは、無限にブランクであり続けて、プロセッサまたはスクリーンについての問題があるとあなたをミスリードするでしょう。

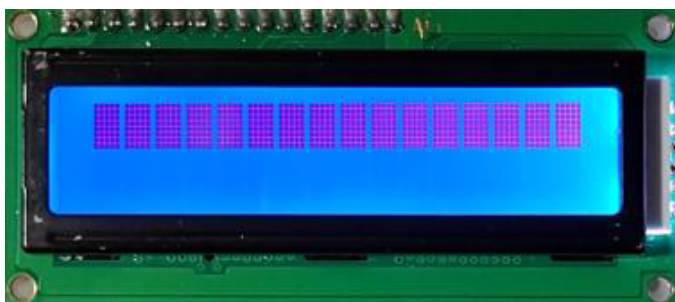
従って、好ましくは宝石商のルーペまたは安価な USB 顕微鏡を持っているならば、はんだ付けしている Si5351A をチェックすることが役に立つかも知れません。

Si5351A の 10 本のピンが正しく PCB と接続されているか、ピン同士にはんだブリッジがないか、誤ったはんだ付けがないか、ゆるんだピンがないか、またはその他の問題がないか

チェックしてください。

望むべきは、これらのチェックによって、ブランクのスクリーンの問題を見つけられるでしょう。

LCD の上の行がブロックで、下の行が何も表示されない



LCD モジュールは、何かをするように命じられなかった場合、これがパワーアップでのデフォルト状態であることを知っておいてください。それは、プロセッサがどのようなコマンドも LCD に出さなかったことを示しています。これは通常、プロセッサが働いていないためです。プロセッサが存在しない場合も、LCD はまたこのように見えるでしょう。従って、それが無分別に聞こえるけれども、興奮していて、プロセッサをインストールするのを忘れなかったか、または、プロセッサが正しく取り付けられているかをチェックしてください - プロセッサの一端のえくぼは右側に面さなければなりません。(それは PCB シルクスクリーン(白い印刷)上で示されたえくぼと同じ向きになります)

プロセッサが存在し、正しい向きならば、次にチェックするのは、すべてのピンが適切にソケットに挿入されているかです。これまで、28 ピンソケットのピンが製造上の欠陥で紛失していたことを、私は1、2知っています。

たぶん、はんだ付けの間にそれに気づいたでしょう - けれども、もう一度また今すぐチェックしてください。

チップが工場から到着する時に、足は外へわずかに外広がりになります。穏やかにそれらの中に押し付けることが必要で、そうすることでピンはソケットに納まります。

ソケットの中にチップを押し、その足の1つ1つが、ソケットに適切に入っているように思っても、実はその中の1本がソケットに入らず、チップの下側に曲がり込んでいることに気づかないことはよくあることです。

従って、すべてのピンが正しく、まっすぐで、すべて、適切に、それらのソケットの中に入っていることをチェックしてください。

プロセッサのどのピンも正しくソケットと接続していないならば - これはプロセッサに、起動を失敗させます；

接続していないのがどのピンであるかに依存して、またまた多くの他の種類の故障を起こ

すことがあります。

プロセッサの立ち上がりが不安定

起動するボードが Rev1 または Rev2 PCB である場合、プロセッサの起動が不安定なことの共通な原因は、信頼できるプロセッサスタートアップを保証するため説明された**この簡単な部分修正**に説明されています。(訳者注 [QRPLabs のサイトにある改良記事](#))

Rev3 PCB においては、この部分修正は標準としてすでに含まれるので、このパラグラフはあてはまりません。

私達が故障を見つけようとする場合には、もしそれが Rev1 または Rev2 PCB の QCX であるならば、他の何をおいても、私達はいつも最初に、この部分修正を実施します。

それが動作していないならば、まず、20MHz のクリスタルが発振していることをチェックします。これは IC2 ピン 9 と 10 をプローブでオシロスコープを使って見ることができます。(x1 ではなく、x10 です。x1 ではあまりにも多くプロセッサのクリスタル発振をロードするでしょう)。またジェネラルカバレッジレシーバーによって約 20MHz のシグナルを聞くことができるでしょう。しかし、それはたぶん周波数が数 kHz 離れているかも知れず、そのためにその周辺で調整しなければならないことは我慢してください。

まさに最後に、プロセッサが故障であると疑うことができます。これは起こりえることではありますが、まれです。私達の GENERAL RULE では、私達は直観的にいつも、アセンブリの中で私達自身の誤りというよりも不完全なコンポーネントを疑いたいことです；

しかし、私達が、何が悪いかを見つけ出す時に、それは通常、不完全なコンポーネントではなく自分自身の誤りであると判明することが多いものです！

…、そう、いつも、この仕事をする時、自分のエゴに依るのではなく、調査のすべての他の様々な方法が終了し、原因が見つからない時の最後の手段としてだけ、不完全なコンポーネントを疑うようにしています。

プロセッサが立ち上がった時に、最初に表示されるのはどのバンドを選ぶかについての質問です。どのバンドのキットを組み立てているのか、選ぶために回転式のエンコーダを回す必要があります。回転式のエンコーダを使って、本当に、望んでいるバンドになるよう設定してください。間違ったバンドを選ばないようエンコーダーを廻してください。

これは、ファームウェアが、90 度の求積法発振器シグナルを生成するコンフィギュレーションの中で、選ばれたバンドのための Si5351A コマンドを適合させるためです；

しかし、このコンフィギュレーションは別のバンドの場合には非常に大きい周波数変化のために変更されなければなりません。

間違ったバンドを選択してしまった

間違ったバンドを選んでしまったならば、状況を回復する最もよい方法は、メニュー項目 7.8 を使って、工場出荷時の状態にリセットすることです。そして、電源を切り、再びパワーをオンすることで、正しいバンドを選択することができます。

ボタン/ロータリーエンコーダーが適切に作動しない

正しくボタンを操作することができないか、予期しているように、回転式のエンコーダが作動しないと気づいたならば - そして、これはまた rev1/rev2 PCB の上の信頼できるプロセッサ起動についての部分修正に未対応であるために起こることがあります。既述を見てください。

プロセッサは、適切に立ち上がったようで、LCD などに表示が出ていても、場合によっては、信頼できない起動問題が、アナログ-デジタルコンバーター(ADC)サブシステムが適切に働かないことに影響している場合があることに気がつくことは重要です。3つのボタンを読むことはADCに依存します。ADCが働いていないならば、ボタンは誤って読まれるか、全く読まれないでしょう。従って、再び、部分修正を実施することをお勧めします。

受信信号の流れ

BPF のピークが取れない。または十分な信号の強さが得られない

受信機が働いているかをチェックする最もよい方法は、メニュー項目「8.7 の Peak BPF」を使うことです。

表示された信号強度がディスプレイ右上のコーナーに表示される数字で、で少なくとも 8 または 9 を示すならば、そしてイヤホンから、騒々しいトーンを聞くことができるならば BPF のピーク合わせはたぶんよくできているでしょう。(このテストをする時はイヤホンを耳に入れないようにしてください！)

この信号強度は音量調整器設定に依存しません。もし信号強度が 7 より少ないならば、またはピークが全然ないならば、さらに調査することが必要です。

BPF におけるピークが、トリマーコンデンサーが完全に開いているか、完全に閉じた状態で起こるならば、T1 変圧器の巻き数を追加するか、減らすことが必要です。これはマニュアルの中で詳細に説明されるので、どうぞ、適切なセクションを参照してください。

I-Q、フェーズバランスの最小点が得られない

さあ、望まれない側波帯アラインメントをチェックしてください：

- 8.8 I-Q bal.

- 8.9 Phase Lo
- 8.10 Phase Hi

あいにく、表示される信号強度は音量調整器設定に依存していることに注意してください。これらの弱いシグナル(望まれない側波帯)測定のための ADC が、シグナルパスの利得コントロールの後から抽出されるからです。

これがそのようなケースでなければ良かったのですが、そのためには別の演算増幅器 OP_AMP を必要としていたでしょう。

表示された信号強度が 12 または 13 であるならば、これはあまりにも高すぎるので、それは、ADC が飽和していることを意味していて、それは適切ではありません。従って、少しボリュームを下げてください。

表示された信号強度が 1 または 2 であるならば、たいていシグナルというよりもノイズを測定している場合が多いので、信号強度バーはあまりにも大きく表示することになるでしょう - 従って、少しボリュームを上げてください。

妥当な量の信号強度をディスプレイに表示できれば、該当のマニュアルのセクションの中で説明されるように、調整をすることができます。

あなたが適当な強さの信号を得ることができなければ、また通常、容易に見つかる最小値を見つけることができなければ、受信信号の流れをトレースして調査する時です。

もし I または Q チャンネルに障害があるならば、望まれない側波帯を消すことができず、最小点を見つけられません。従って、I または Q シグナルパスでのどこかの障害が、最小点を見つけられない通常の原因です。

Si5351a による信号の生成

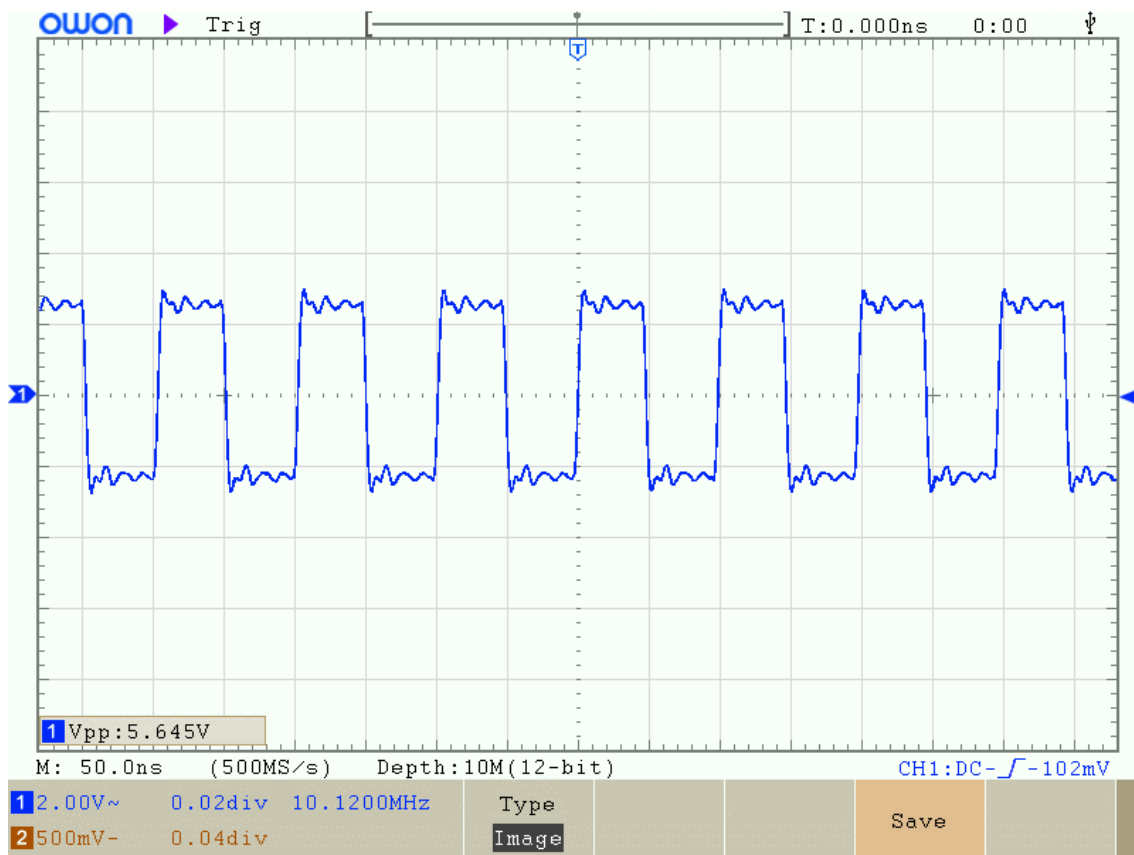
メニュー「8.7 の Peak BPF」の時に、私達は、受信パスを通してイヤホーンへやってきた Si5351A IC1 の Clk2 であるシグナルジェネレータアウトプットをトレースして使っていました。

IC1 の Clk2 アウトプットは IC3 ピン 10 で IC3c の NAND ゲートの中に注入されます。

シグナル生成モードの間に、シグナルを受信機に注入するために(まさにトランシーバーの RF コネクタで)、NAND ゲートはプロセッサシグナル「SIG OUT」によって使用可能になります。そして、IC3 ピン 8 を出ている 5V のピークピーク方形波は 120K の抵抗器 R43 を通して RF コネクタに伝えられます。

これは、IC3 ピン 8 の様子を私達のオシロスコープで見たものです。

注：水平スピード 50ns/div スコープ上での測定周波数 10.120MHz これは 30m バンドの QCX キットのものです。きれいな矩形波ではないことに心配しすぎないでください。これにはスコーププローブ、長いワイヤー、スコープ帯域幅・・・様々な要因があります。スコープ以外にも意図しない要因があります。



IC3 ピン 8 の上で良好な 5V のピークピーク方形波を見られないならば、なぜ Si5351A Synthesiser チップ(IC1)から信号が来ていないのか、調べるために後ろに向かって追いかける必要があります。IC3 のピン 10 をチェックしてください。ここには 3.3V のピークピーク方形波を見るべきです。IC3 ピン 10 は直接 IC1 ピン 6 (Si5351A の Clk2 アウトプット) と接続されています。その時このシグナルのトラックが途切れていないことをチェックします。グラウンドに、または近くのピンにショートしていないかを確認してください。

EXAMPLE:

プロセッサが働いていたにもかかわらず、IC3 のピン 10 が常に 3.3V であった修理ケースを、私は 1 つ持ったことがあります。

宝石商のルーペを使って、IC1 (Si5351A) の検査をしていて、私はひげのように小さなハンダが IC1 のピン 6 (Clk2 アウトプット) と IC1 のピン 7 (+3.3V) の間に横たわっているのを見つけたことができました。これは Clk2 に Si5351A の 3.3V の供給を短絡させていて、なぜ Clk2 からの発振器出力信号が全くなかったかを説明しています。

私は、ハンダごてを IC1 のピン 6 に触れることによって容易にはんだひげを取り去ることができました。問題は解決しました！

この問題は、+3.3V に Clk2 が短絡しているということが送信においてたくさんの問題を起こすということです。

キーを押した時、+12V から大きな電流が Q6、L4 を通して、そして BS170 MOSFETS Q1、Q2、および Q3 を通して流れます。すべては非常に熱くなるであろうし、結局、何かが焼損するでしょう。

フロントエンドへの信号の注入

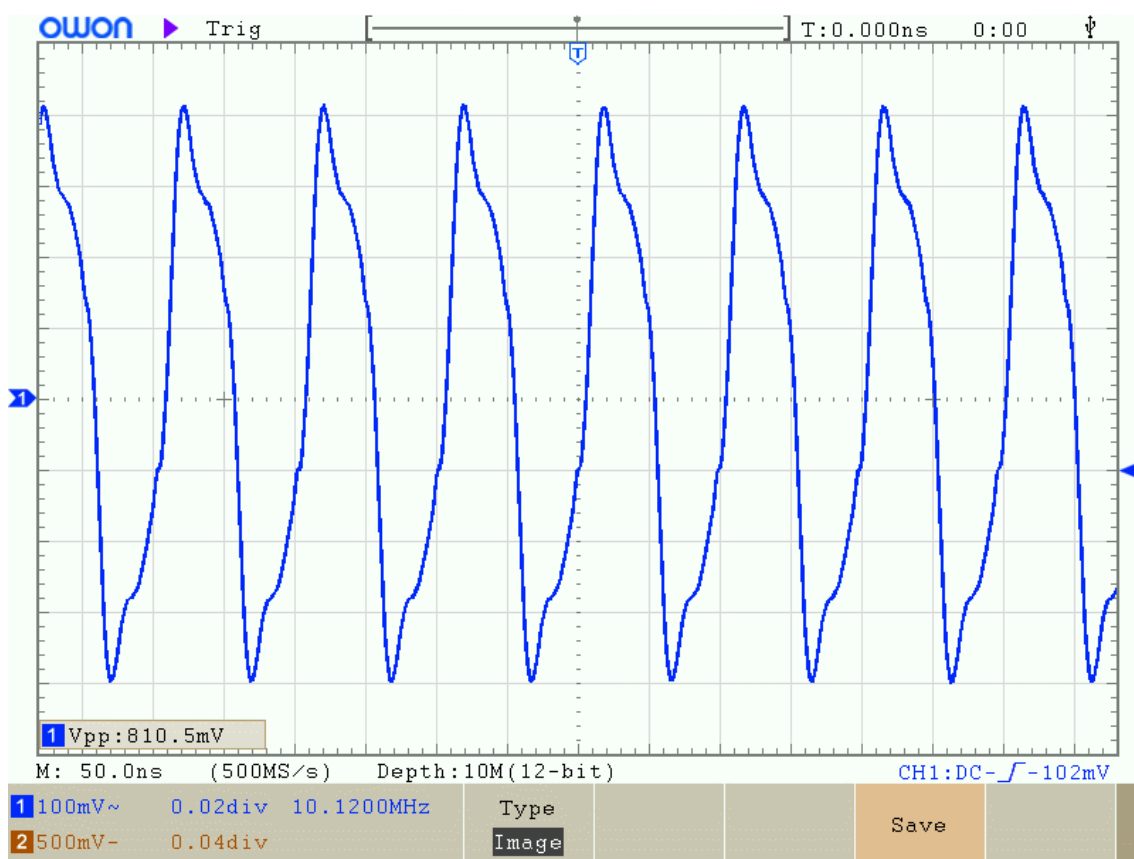
「8.7 Peak BPF」メニューの中で、ADC が過負荷をかけられないように、この抵抗器 (120k) のサイズが選ばれていて、有効な調整ができるようになっています。

しかしながら、トランシーバの RF 入出力インピーダンスである 50Ω の負荷に直列に $120k\Omega$ を入れることは、すなわち 5V の信号を約 2400 分の 1 にすることを意味します。これは 2mV の信号であり更に BFF やミキサーによって減衰されます。そのためオシロスコープで見るとは小さすぎるのです。

レシーバーの最初のいくつかのステージを通して実際のシグナルを追跡することができるように、私達は、最初に R43 に一時的に、並列に 330Ω 抵抗器をはんだ付けして迂回させます。これは、PCB の裏面に取り付けるとやりやすいでしょう。レイアウト図を使って、PCB の上で R43 の正しい場所を見つけるように注意してください - それは BNC コネクタのちょうど隣です。これで、減衰のファクターはただの約 1/6 になります。この場合、抵抗は 330Ω である必要はありません。ただし、IC3 をロードするのが大きくなりすぎないように、また、シグナルが少しですが大きくなりすぎないように 220Ω 未満にならないようにします; 220Ω 、 270Ω 、 330Ω 、 470Ω 、 560Ω …程度がよいと思います。レシーバーの後の方のステージは非常に過負荷をかけられるでしょう。しかし、私達は気にしません - 今のところ、私達がレシーバーのフロントエンドを通してそれを追跡するために、私達は一時的にシグナルが見えるようにしたいのです。

信号強度は、ダミーロードが接続されているか否かに多少依存しています。それは重要ではありません。私達は、見ることができるよう十分に強いシグナルによって、最初のいくつかのステージを通してそれを追跡することに興味があるだけです。

下の図は、BNC コネクタにスコーププローブをつけることによって見た 0.8V のピークピークシグナルです。



ローパスフィルターの障害

BS170 MOSFET の Q1、Q2、Q3 のドレインに適切な強いシグナルが来ているかオシロスコープによってチェックしてください。または LPF 誘導子 L3 の最終的なパッド(マイクロプロセッサに最も近いパッド)でチェックしてください。ここでチェックしているものは、シグナルが正しくロー・パス・フィルター(LPF)を通して来ているかということです。来ていなければ、私達は、どうして来ていないのかを調査する必要があります。

最も一般的な障害は、LPF のトロイドのワイヤが適切にはんだ付けされていない失敗です。(それは L1、L2、L3 です)はんだごてを当ててもエナメル絶縁体が適切に燃えず、取り去られていないならば、はんだ付けはワイヤと PCB の間の電氣的接続になっていないことになります。従って、いかなる電流も流れることができません。これはチェックしやすいです。

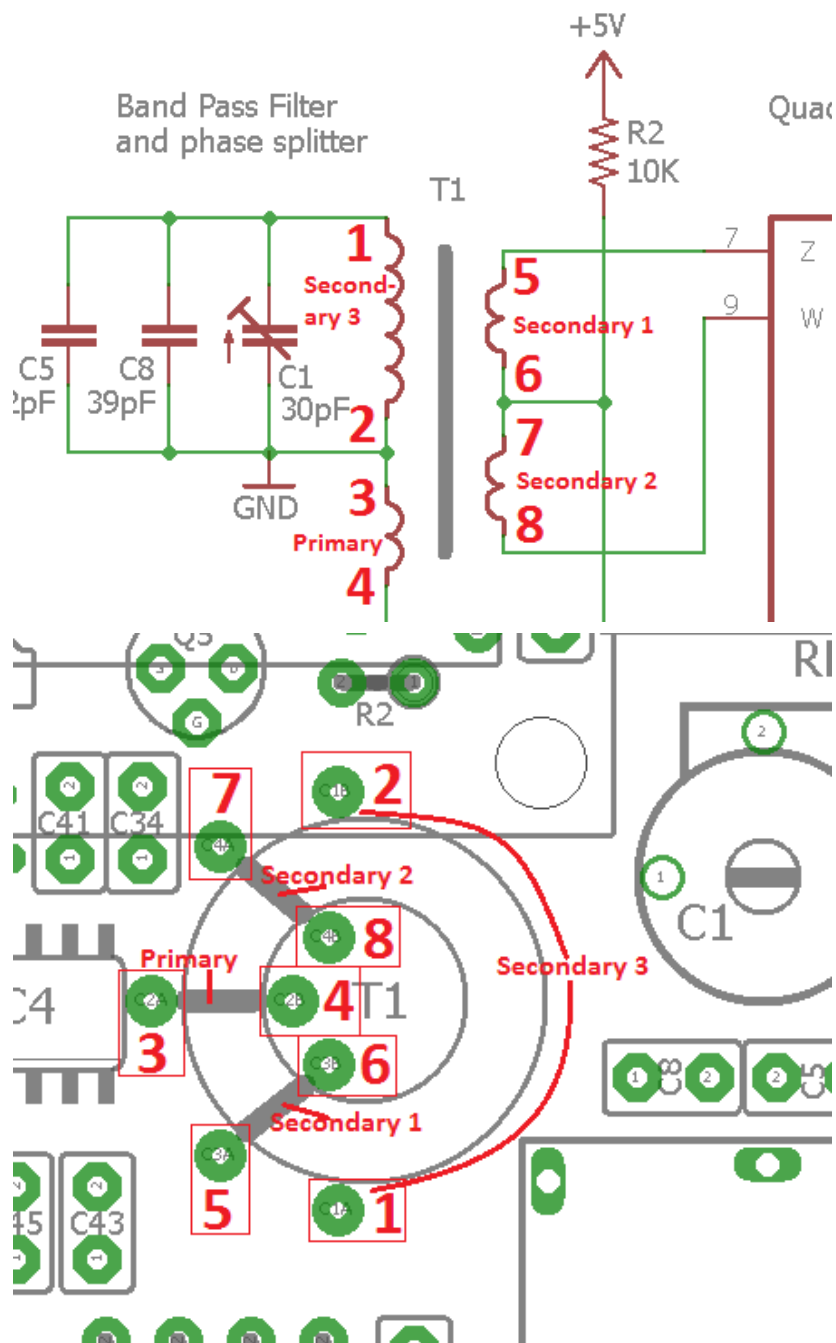
DVM を使って、コイルを通して DC 導通があるかをチェックします。

同じように、エナメル絶縁体がしっかりと剥がされているかという問題は、L4 と T1 の巻線にもあてはまります。

T1 トランスフォーマー

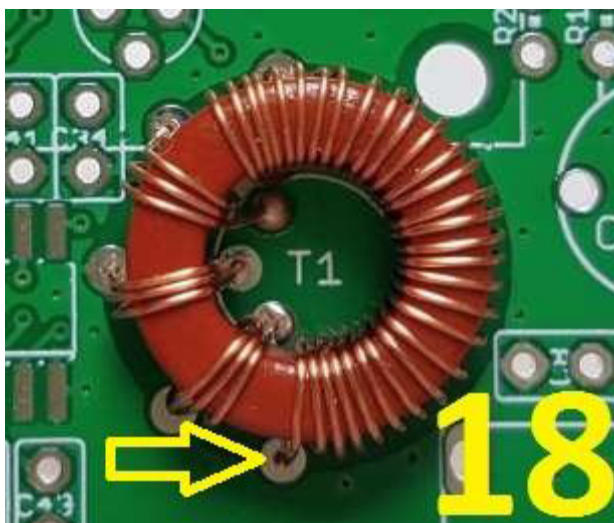
トランスフォーマーT1 は複数の機能を持っています。それは、バンドパスフィルタとして、また、受信した信号を 180 度の位相差を持つ 2 つシグナルに分割して、それぞれのパスの中へ送るためにも使われます。これらは Double-Balanced Quadrature Sampling Detector (IC4) に送られます。

PCB レイアウト図のセクションと回路図の該当部分を心に留めておいてください：



さて、私達は T1 変圧器の長い巻き線の上端をチェックすることができます。この長い巻き線とトリマーコンデンサーはバンドパスフィルタとしての動作します。私達が現在きれいな

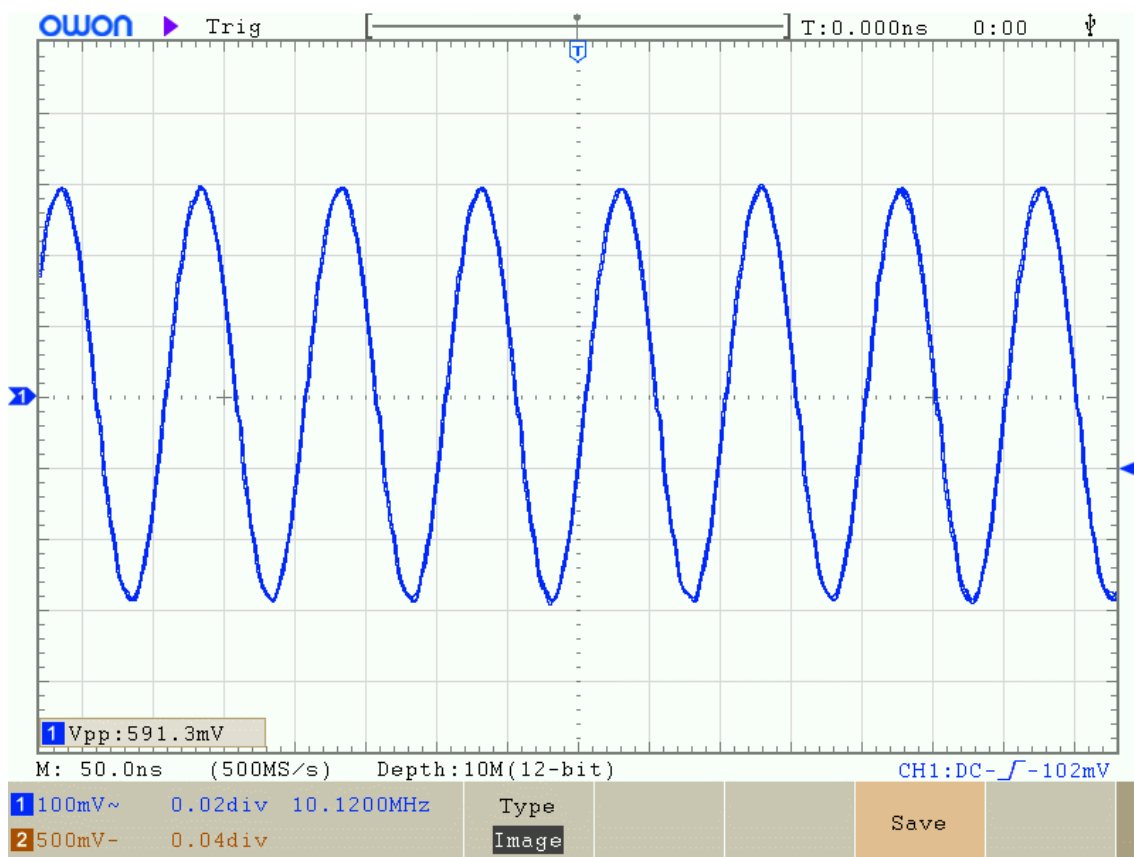
なサイン波を見ることができるところからわかります。これは上で図において「1」というラベルを貼られています。それはこの写真において矢によって示されたポイントです：



トリマーコンデンサーC1 を調整することによって、この共振タンク回路で見られるサイン波の振幅が変わることに注意してください。それを証明するためとチェックするためだけに、これを試してください。

これは、バンドパスフィルタを調整するための正しい方法ではありません。スコーププローブを付けること自体が共振回路に影響するからです。従って、それは、コンフィギュレーションメニュー項目を使うことに代わるものではありません。しかし、理論が実際の場合にあてはまるとわかることは良いことです。そして、それはまた、BPF 回路が適切に作動していることを確認できます。 - 結局、故障を発見しようとすることはすべての学びに通じるのです。

トリマーコンデンサーによって振幅を適合させることができないならば、トリマーコンデンサーが正しく取り付けられて、はんだ付けされているかをチェックしてください；取り付けの時に壊れていないかをチェックしてください；過熱することによって、繊細なプラスチックが溶けてしまうことがあります。

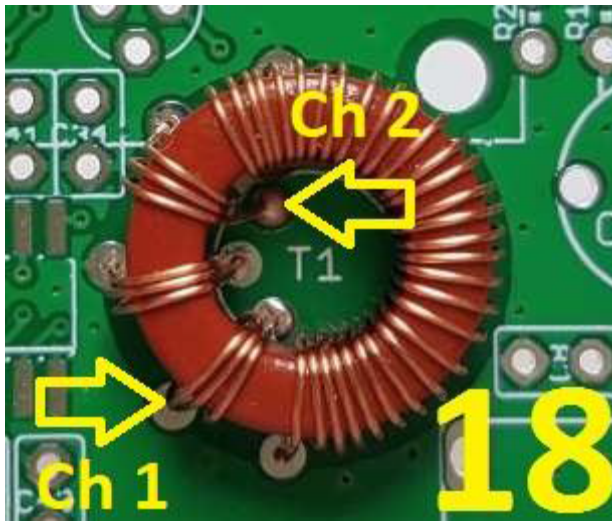


次に、私達は T1 の 2 次側の巻線のアウトプットをチェックすることにします。これは、求積法サンプリング検出器 (QSD) IC4 の 7 ピンと 9 ピンに接続する巻線です。現在、振幅が少し小さいけれども、BPF によりいくらかの減衰が出た後と、2 つの変圧器巻線によってフェーズ分割され、サンプリングコンデンサ C43-C46 によって求積法サンプリング検出器にロードした後でさえ、私達はまだそれをよく見ることができます。

これは、見るのは少しトリッキーです。なぜなら、ミキサーから漏れた可聴周波数コンポーネントや他の不愉快な信号が後ろにあるからです。デジタルのストレージオシロスコープを持っているならば、両方のチャンネルの上で帯域幅を 20MHz に制限するスイッチを入れ、継続的なランモードというよりも単発手動でそれを使うことができます。 - そして、下のようなスクリーンショットを得て、何が起きているかを知ることができます。

上部のトレース (Ch 1) は IC4 ピン 7 であり、下のトレース (Ch 2) は IC4 ピン 9 です。

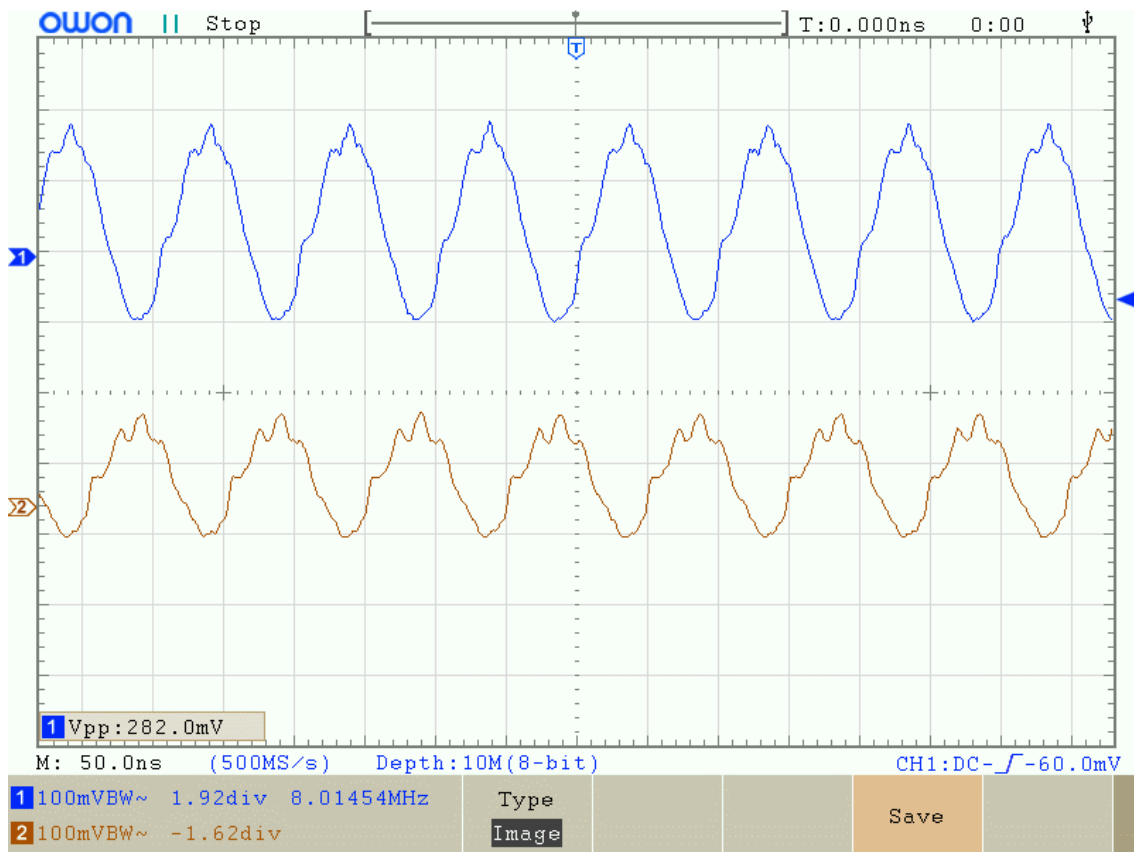
Ch 1 と Ch 2 のためのオシロスコーププローブは黄色の矢によって示されたポイントに接続しました。これらのポイントは IC が表面マウントであり、小さな IC4 のピンにプローブを置くより容易だからです。



振幅(それはあまり重要ではありません)における違いを観察してください。これは Double-Balanced QSD であり、すべては自身を相殺し、すべての瑕疵は消えます。(訳者注 all sins disappear, この sin について適切な訳語が思い付きませんでした)それが行われなくても、私達はまだ後で振幅バランス調整を持っています(それが R27(I-Q バランストリマーボリューム)です)。

2つのチャンネルの間の 180 度位相差を観察してください。これこそ重要です。ミキサーは Double-Balanced QSD としてミキサーをデザインしていることが実に重大なのです。QSD への 2つの入力信号が 180 度の位相差を持っていないならば、T1 を誤って繋いでいる疑いが非常に高くなります。T1 の巻きかたについてのマニュアルを思い出してください。すべての巻線が正しい向きであり回数であるか、T1 の 2次側の働きをするために巻線の終わりが正しい PCB の穴に入っているか、十分に確認してください。

従って、180 度の位相差が見られないならば、もう一度戻って、再度 T1 をチェックしてください。

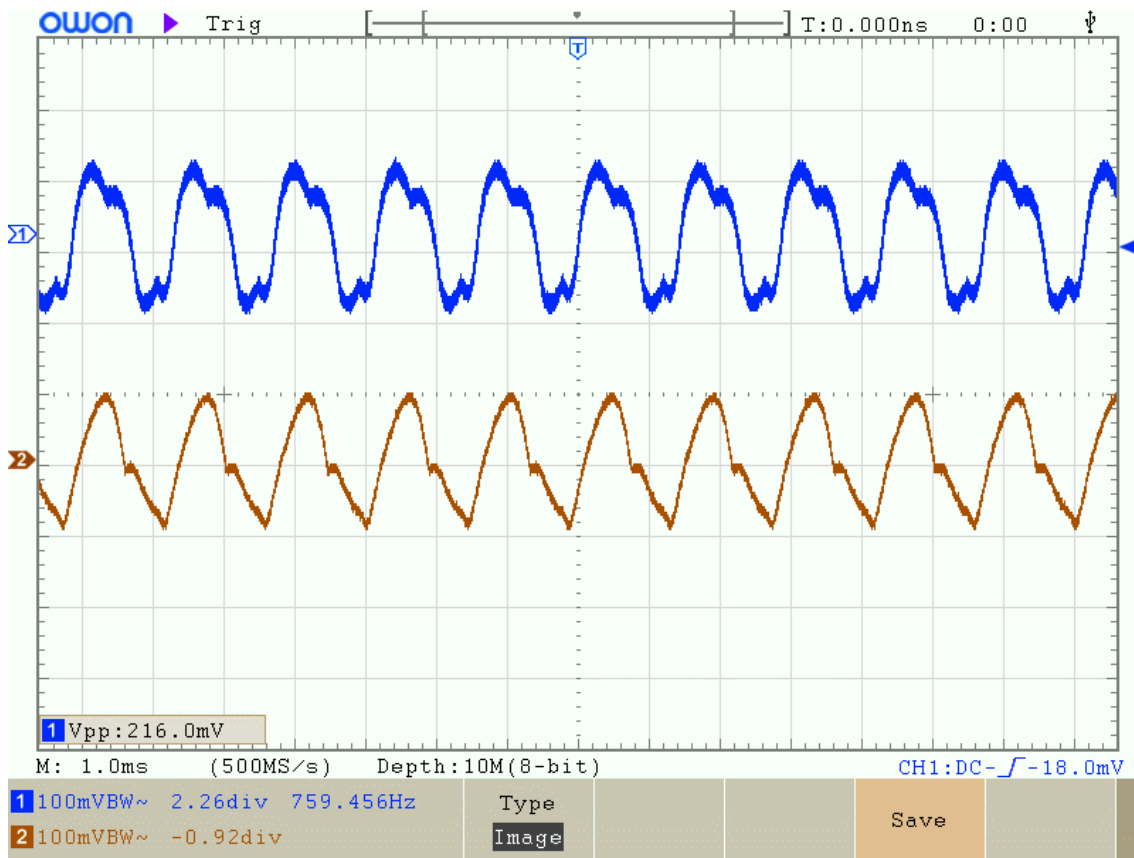


Quadrature Sampling 検波器 (QSD)、IC4

次に、私達は実際 IC4 のまわりで求積法サンプリング検出回路の 4 つのアウトプットで 700Hz の周波数の可聴周波数シグナルを観察することができます。これより、私が 700Hz の可聴周波数シグナルをよりよく観察するために水平のスピードを 1 ms/div に変更したことに注意してください。まだ、ローカル発振器周波数のコンポーネントが可聴周波数に重ね合わせられるので、シグナルは少し広いです。これはコンデンサーC4 と C7 プリアンプステージで濾過して取り除かれます。

以下のトレースは、抵抗器 R5 (Ch 1) と抵抗器 R9 (Ch 2) から取られています。そこは求積法サンプリング検出器のサンプリングコンデンサー (C43-C46、回路図参照) の接合点です。推奨された方法で PCB を組み立てたならば、抵抗器のボディを、シルクスクリーンが、描写された (マニュアルの中のレイアウト図を参照してください) 円で描かれた抵抗器 R5、R6、R8、およびボードのトップの近くの R9 の側は抵抗器のリード線が長いワイヤで描かれています；

ここに、x10 プローブを使って、それはきちんとフック掛けます。



R5, R6, R8, R9 のそれぞれの上の波形をチェックするべきです。(それはコンデンサーC43-C46 のそれぞれの出力を見ています) 700Hz の可聴周波数シグナルを見ることができるとはいいでしょう。見たなら、それは少し違う振幅を持っているけれども、おおよそ等しいものであることが必要です；そして、そう、波形は本当は、きれいなサイン波であってほしいのですが…今のところはそれは無視することにします。ここでは、すべての 4 つのシグナルが存在することを確かめて、おおよそ類似するものであることだけを確認します。

もし、これらの 4 つの QSD アウトプットのいずれかまたはすべてのシグナルが出ていないならば、私達は、QSD のまわりで回路をチェックする必要があります。

まず最初にすべきことは、Si5351A Synthesiser の Clk0 と Clk1 アウトプットをチェックすることです。これらは、PCB(正確にアセンブリマニュアル通りに組み立てたならば)においてはんだ付けされたテストピンを持っています。オシロスコープでそこを容易にチェックすることができて、10.120MHz の方形波(30m バンドでは。；他のバンドの場合には、もちろん、それはそのバンドのための選ばれたアラインメント周波数になるでしょう)が見られるはずですが。Clk0 または Clk1 のどちらも見られないならば、ショート(はんだしづく(あまりにも多くのはんだ))や不十分な接続(あまりにも少ないはんだ)など、はんだ付けについて問題がないかを Si5351A のまわりで検査する必要があります。これらの問題の多くは、慎重にはんだ付けすることによって、解決できるでしょう。

Clk0 と Clk1 を見ることができるとはいいけれども、これらの 4 つのステージのアウトプットのい

れかが失われている場合、または非常に悪いように見えるならば、慎重に FST3253 マルチプレクサーチップ、IC4 を検査する必要があります。

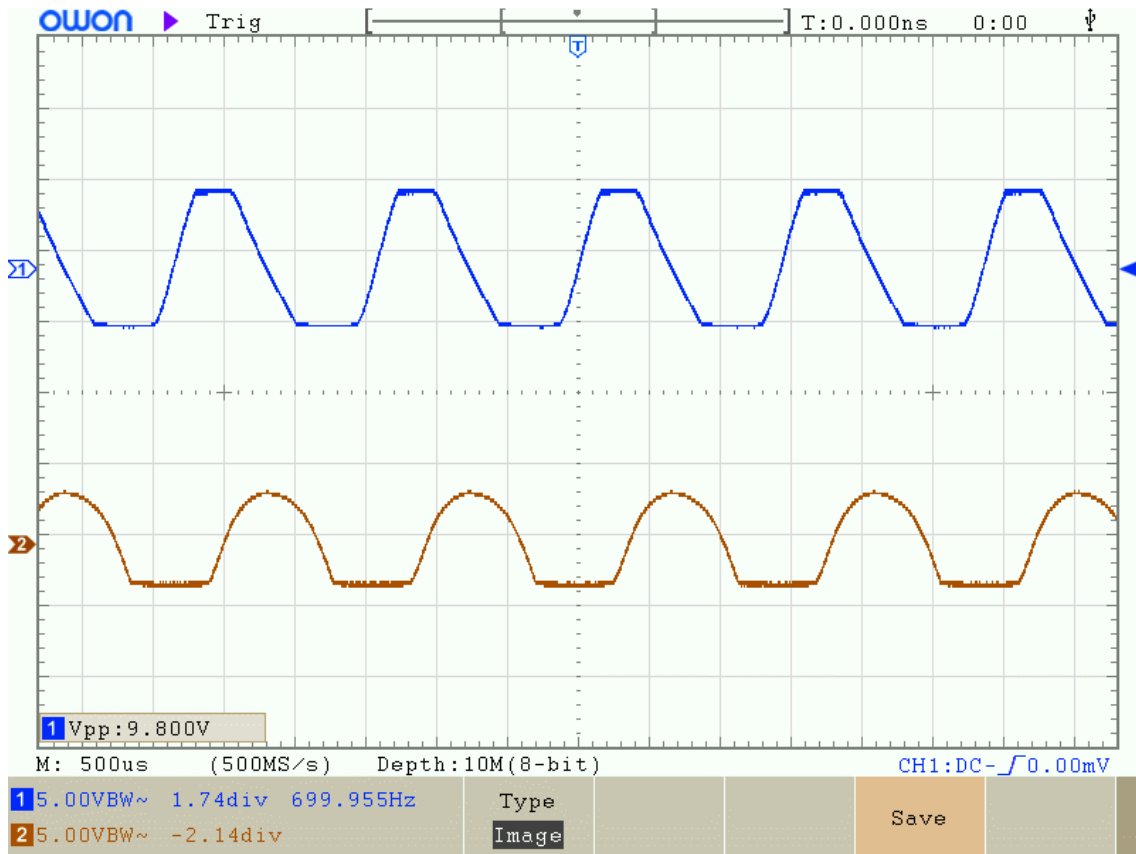
再び、明るい光の中で、光学式の拡大鏡を使って検査し、Si5351A についてはんだブリッジまたは他の欠陥がないかを捜してください。Si5351A と FST3253 は工場の SMD マシンによってはんだ付けされているけれども、人間と同じように、これらのマシンでさえ完全な 100% ではありません。

また、コンデンサーと抵抗の値が正しく、すべてのこれらのコンポーネントが正しく取り付けられて、はんだ付けされていることをチェックしてください。私は一度、4つのコンデンサーを付けるところに4つの抵抗器を、4つの抵抗器を取り付けるべきところに4つのコンデンサーをはんだ付けする誤りを犯したことがありました。私は、なぜ私がこのようなことをしてしまったのかわかりません…。

オーディオ プリアンプ、IC5

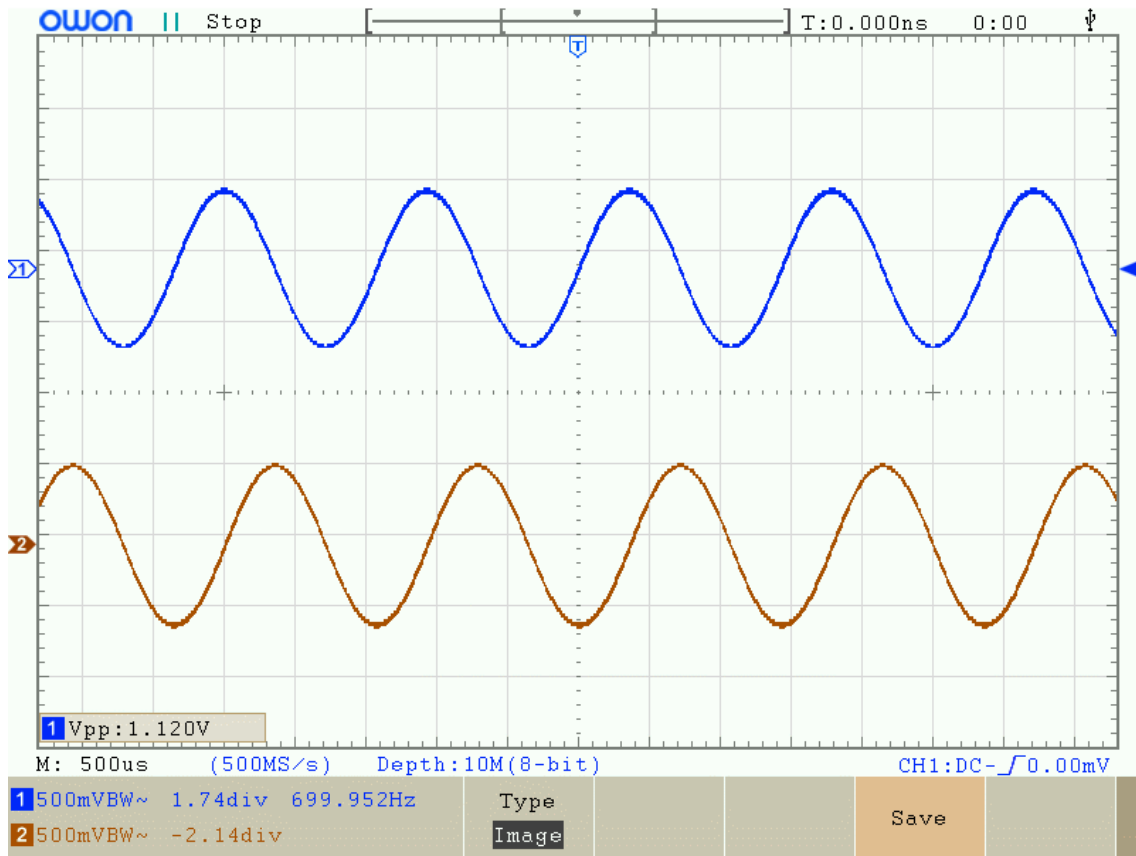
さて、私達はオーディオのプリアンプ、IC5 をチェックします。以下のトレースは、IC5 の 1 ピン(上のトレース、Ch 1)、IC5 の 7 ピン(下のトレース、Ch 2)を示しています。これらは有名な「I」 and 「Q」チャンネルです。私が垂直のスケールを 5 V/devi に変えたことに気を付けてください。波形は恐ろしく歪みます。なぜ？それは単に、これらのプリアンプが 36dB の利得を持っているからです。小さい入力信号は 36dB の利得の後で大きい出力信号として結果として出てきます。アウトプット振幅は正確には操作上の増幅器によって表されることができません(そのアウトプットはその供給電圧レール(0V と私の場合の 12V)を越えることができません)に従ってこのきたない信号になるのです。

私は現在 500 μ s/水平 devi を使っています - けれども、500 μ s または 1ms のどちらでも 700Hz の可聴周波数を見るためにはよいと思います。

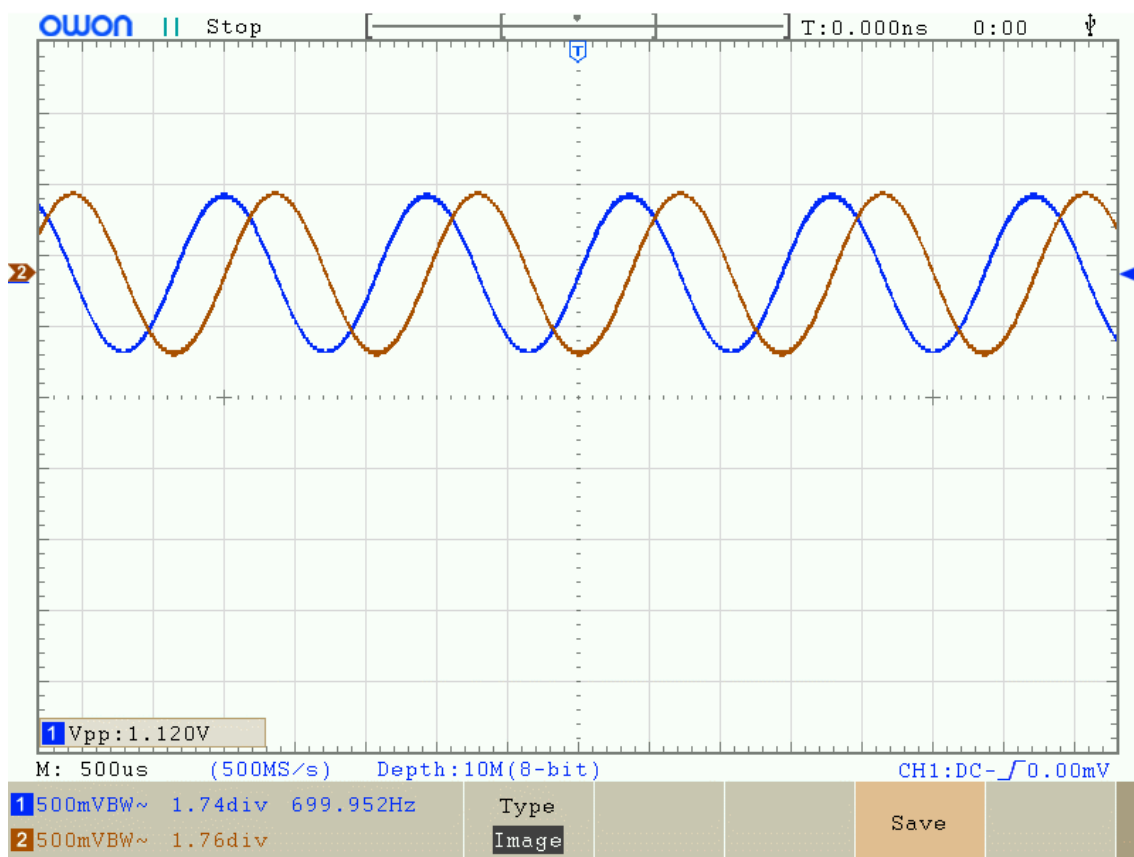


私達は今や、いくらかの利得を持っているレシーバーのステージに来たので、私達は、現在インプットに注入されたシグナルの振幅を減らす必要があります。私は R43 と並列にした 330Ω の抵抗器を取り去り、代わりに、10K の抵抗器をはんだ付けしました。

現在、スコープは垂直スケールは 500 mV/div であり、1.1V のピークピーク振幅がきれいな 700Hz のサイン波であり、目に見えて明らかな歪みのないことがわかります。I チャンネル (IC5 1 ピン) が上側 (scope channel1) で、Q チャンネル (IC5 7 ピン) が下側 (scope channel2) です。



今や、もしチャンネル 1 トレース（「I」チャンネル）に上書きするために、私がチャンネル 2 トレース（「Q」チャンネル）をシフトするならば、I と Q チャンネルの間で 90 度のオフセットがあることを非常にはっきりと見る事ができるでしょう。振幅はまた非常に類似しています。



これと大きく違うシグナルが見られるか、または右にフェーズシフトしたのでない信号であったり、おおよそ振幅が等しくない信号であるならば、IC5 とその周辺の回路について疑ってください。これは、障害、不十分な接続、正しくないコンポーネントの値、はんだブリッジなどがいないか、慎重に確認する回路エリアです。

IC6 と IC7 フェーズシフト回路

さて、90 度の移相回路 (IC7 (I チャンネル) と IC6 (Q チャンネル) によって作られた 4 つの演算増幅器) をチェックする時間です。

私達の簡単なテクニックは、チップ IC6 と IC7 それぞれのピン 1 とピン 7 を見ることです。クリーンな 700Hz のサイン波と振幅が前掲の ‘スクリーンショット’ において見られたように事実上同じであるべきです。オーディオの移相回路は、1 の増幅率を持っています。

NOTE:

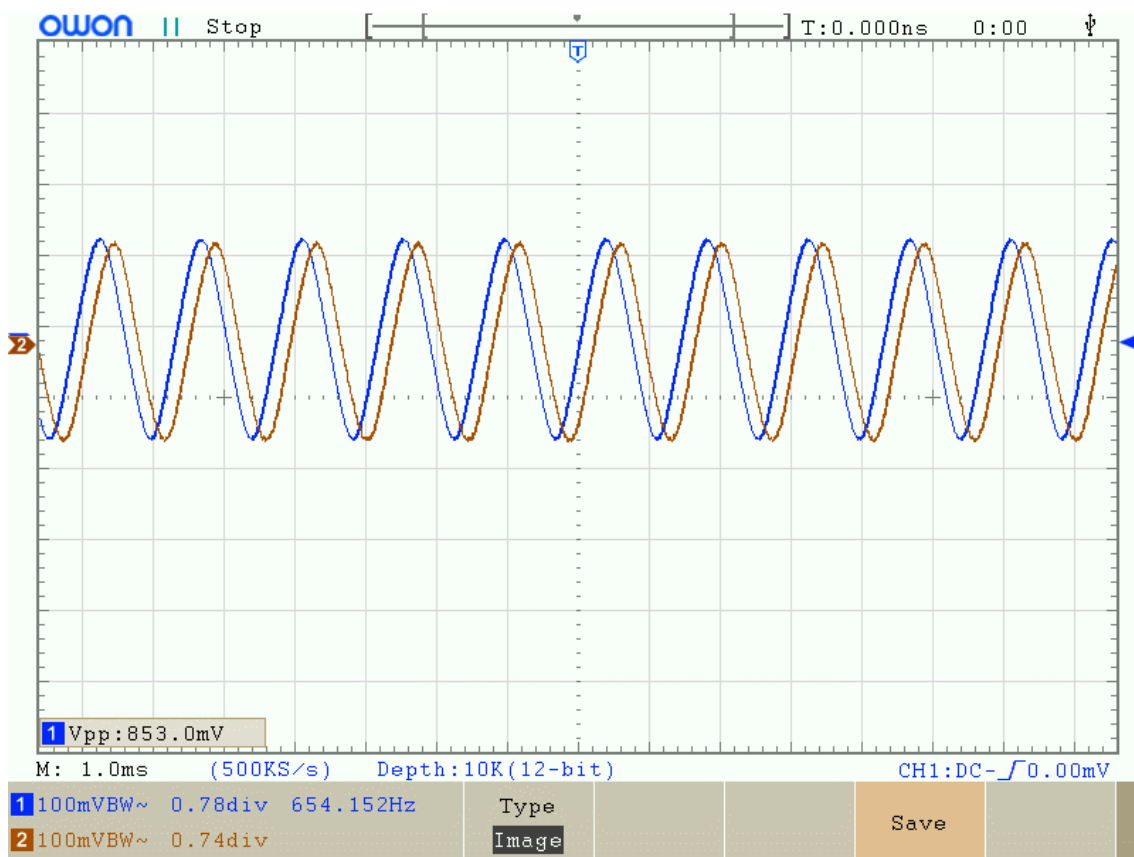
1K と 3.3K が取り違えて取り付けられたケースがありました。初期のキットバージョンでシルクスクリーンの上のエラーのためにこのケースが発生しました。シルクスクリーンはそれ以降のものでも変更されていませんが、アセンブリマニュアルは、PCB シルクスクリーンとマッチするために変更されました。マニュアルのバージョン 1.00 から 1.07 を使っているキットを組み立てる場合、交換された 1K と 3.3K の抵抗器、R19、および R25 を持ってい

ます。マニュアルのバージョン 1.08 またはそれ以降(2017年10月23日)を使っているキットを組み立てる場合には、R19 と R25 は交換されません。これらの2つの抵抗器 R19 と R25 はボードの上で隣接しています。R25 はピン8 近くで IC7 チップボディに最も近く、それは、3.3K です。R19 は、1K ですが、R27 の I-Q バランストリマー電位差計の隣です。これらの2つが取り違えられたとしても、それは、何ら悩むことはありません。それは、IC7a の利得が増大するであろうということを意味しているのであり、それ以上のものではありません。(それがしばらくの間は問題を隠しているかもしれませんが)R25 の 1K が IC7a の利得を増大しても、3.3K である R19 が問題を相殺して、幸運にもこの予期しない増加を補います。残っている振幅不均衡は、R27 を使って、外で適合させることができます。従って、取り違えられた抵抗器は駄目ではありません。

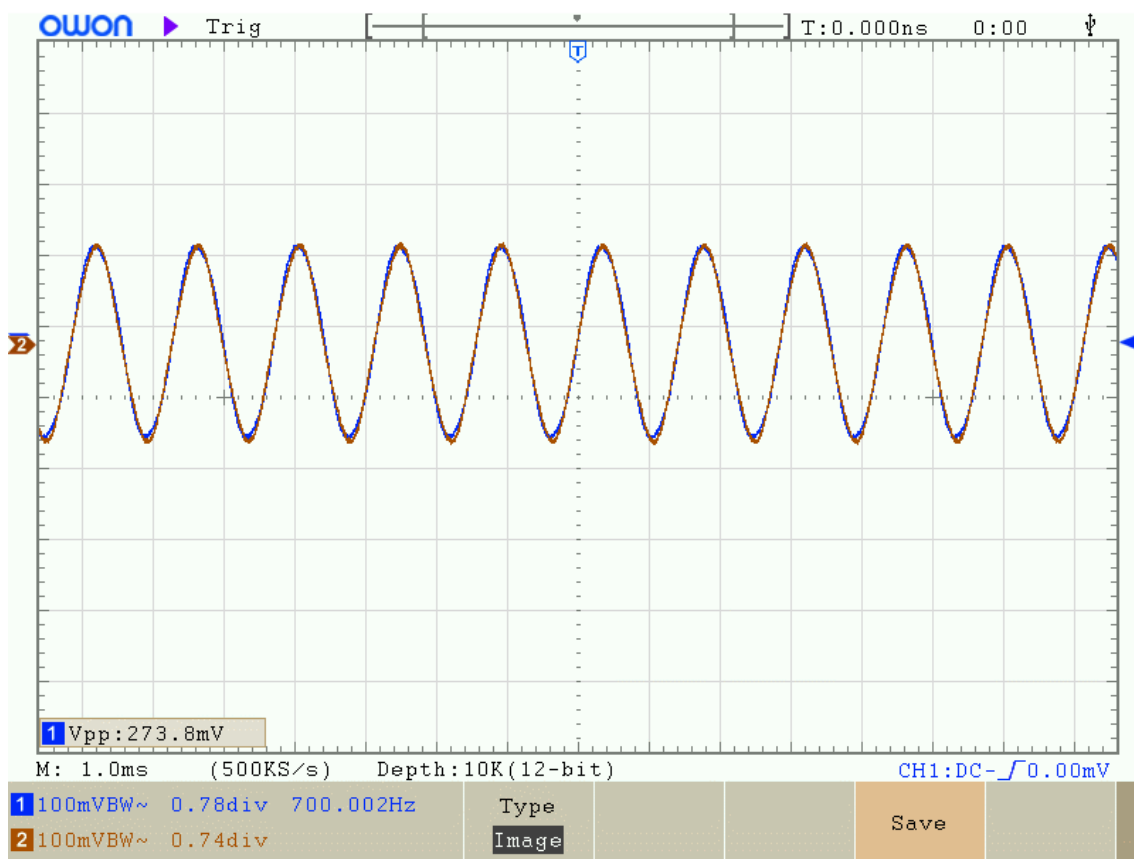
PROBLEM

R19 と R25 が誤って逆に取り付けられてしまった場合、IC7A ピン1 のサイン波が、IC6A ピン1 のものの3倍にも大きく見えることがあります。これは正常です。パニックにならないでください。

下のこのスクリーンショットは、IC7a の1ピンと IC6a の1ピンのシグナルを示します。90度移相が適用された後の、これが I と Q チャンネルのアウトプットです。キットのメニュー項目「8.7 Peak BPF」があることを思い出してください。シグナルジェネレータが、レシーバー発振器より 700Hz 高いトーンを注入して、結果として、700Hz のビートを生成しているところです。これは望んだ側波帯の上にあるので、90度移相の後では、これらの2つのシグナルが同相になるであろうということが予想できます。下のスクリーンショットの中で、シグナルが同様な振幅を持っているとわかりますが、取り替えられます - これはフェーズエラーです。



さて、2つのチャンネルを次のステージに送るために容易に移相調整 R17 と R24 を適合させることができます。あなたは R17 と R24 を使って、2つのサイン波がお互いに重なって一列に並ぶようにしてください。これは単に粗い調整であり、オシロスコープでは、本当はフェーズエラーは小さいので、望まない側波帯を取消するのに十分な変化を示さないでしょう。これは、メニュー項目 8.8、8.9、8.10 を使うことによって行うべきです。故障発見の間にこれらのことをチェックすることは有益なので、私達はここでそれに言及しただけです。



オーディオ連りの残りの信号の流れ

私達はプロセスのこれ以上のスクリーンショットは取りませんでした。あなたが、この考えを理解してくれることを期待します。先に進みましょう。回路図を左から右に進みます。デュアル演算増幅器チップ IC5、6、7、8、9、および 10 のピン 1 またはピン 7 のどちらかから出ている各演算増幅器のアウトプットをチェックしてください。最初のいくつかのステージで R43 に並列に 330Ω (または同様の値の) 抵抗器を一時的にはんだ付けしたのを使用しました。(そこでは、シグナルレベルは低い) IC5、IC6、IC7 のアウトプット (36dB の利得が IC5 演算増幅器から作られたプリアンプによって適用されている) をチェックするために、それを 10K に交換しました。そして、IC8、IC9、および IC10 アウトプットをチェックするために、完全に 10K の抵抗器を取り去ってください。音量調整器が高すぎる (時計回りに廻しきっている) ならば、IC10b と IC10a のアウトプットが歪んだサイン波であるか、クリップされた信号になっているでしょう。(電圧レールの近くになっている) これは正常で、それはただ、増幅器を酷使していることを意味しています。120K を通ったシグナルでも、2mV のインプットはラジオが検出することができる 1μV のかなり弱いシグナルに比べて、強力なシグナルです。ちょっと、ボリュームを減らしてください。

(回路図の) 左から右に動くことに応じて、レシーバーの中に障害があるならば、あなたはそこにエラーがあると気付くいくつかのポイントがあったでしょう。シグナルが出ていない、振幅がよくない、シグナルがゆがんでいる、または他の問題もあるでしょう。これらの場合に、はんだ付けエラーを見つけるために、慎重にその演算増幅器の近くで適切なコンポーネントをチェックしてください：不十分なジョイント、はんだブリッジ、はんだしずくなどがいないか。なんらかの小さなはんだのひげが問題を起こしていても、ほとんど見えないことがあります。 - 従って、可能ならば、明るい光の中で、光学式の拡大鏡を使ってください。近くのコンポーネント間の短絡、またはグラウンドへの短絡、(供給電圧への短絡)をチェックするために DVM を使うことができます。

これらのテクニックを使って、レシーバーチェーンの中で障害を発見し、それらを回復させることができます。私達はこれまでに 100%の成功率で行って来ました。

私が見つけた受信機の中の失敗の例

- 1) R9 にシグナルが全然ありませんでした。しかし、適切な求積法サンプリング検出器コンデンサーC45 を通るシグナルはありました。私は近くを視覚的に、コンポーネントをよりよく見ました。抵抗器 R9 のワイヤが、切れている(それが切られたかのように、見えました!)とわかるのは容易でした。それを接続するためにはんだのしずくを塗ることは容易でした。
- 2) シグナルはただ1回で突然やみました。すべてのコンポーネントは正常のように見えて、はんだ付けも正常のように見えました。私はどのような短絡も見つけることができませんでした。結局、コンポーネントリードの間の繋がりをチェックするために、接続されているように見えて、接続していないことを見つけるために、通常私は DVM を使用します。この時は宝石商のルーペによって、私は結局コンポーネントパッドの隣に小さいトラック障害を見つけました。トラックがパッドから切り離されていました。破壊はとても小さかったので、それは、宝石商のルーペによってさえ見づらかったのです。それを見つける唯一の方法はシグナルを追跡する方法であり、導通をみるために DVM を使うことです。一度見つけてしまえば、修理は簡単です。
- 3) ある場合に、音声出力が全然ありませんでした。ラジオがモード「8.7 の Peak BPF」中にあった時に、スクリーンバー(右上手コーナー)はほんの 1 または 2 を示しました。私は上記のシグナルを追跡する方法を使い、アウトプットが全くないのが IC9B、であることに気付きました。視覚的に関連したコンポーネントをチェックすると、R33(36K の抵抗器)のワイヤがまさに抵抗器ボディからはずれていることがわかりました。抵抗器の終端は PCB に接していて、そのため見づらかったのです。私は抵抗器を交換し、すべて、大丈夫でした。正しい値のコンポーネントを持っていないならば、直列または並列の組み合わせによってその値のものを作ることができることに注意してください

い。例えば、36Kは普通の値ではないけれども、それらを持っているならば、33Kと3.3Kを直列にして使うことができ、これらはずっとより一般的な値です。

- 4) 音声出力が非常に低く、ボリュームを上げたとき、オーディオの増幅器が自己発振したように、騒々しい悲鳴がアガりました。シグナルをトレースすると IC6 アウトプット(両方のアウトプットピン1と7)で約240kHz(安定していません)の周波数で強い(約1Vのピークピーク)三角波振動が見られました。検査では明らかな傷は見あたらず、私は、IC6についての問題があるのではないかと決めて、それを交換すると決めました。それはちょうどマルチ回転トリマー抵抗器 R17 と R24 には含まれるので、取り外すことはとても難しかったです。結局、私は、それを取り去りました(メッキしている1つトレースを破損し、1つのスルーホールを損失しました。そのため、修理する必要がありました)。私が新しい LM4562 演算増幅器を取り付けましたが、また同じ問題！なんども頭ひっかきまわし、実験を繰り返して、最終的に、私は問題を発見しました！R24 が廻しきられていて、 0Ω の抵抗になっていたのです。演算増幅器 IC6B のアウトプットは効果的にまっすぐに $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサー C12 と接続されて、それで正常に作動しなかったのです。 - 結果は不安定振動でした。それを解決することに必要であったのはただ R24 を廻すことだけだったのです。その抵抗がもう 0 ではなくになると、演算増幅器は動き始めました！これは、可能な最後の瞬間までコンポーネントを交換しないという、私自身の規則に違反してしまった私の大きな失敗です！コンポーネントがその問題であるといういうことに最後に気付くことはよくあることです。

送信機の信号の流れ

送信機の側は、その流れが短いので、より追跡しやすいです。しかし、扱われているのが高出力ですので、コンポーネントは、より壊れ易いところです。(それはコンポーネントを炒めているように)。

消費電流

送信についての問題への最初の手掛かりは、しばしば現在の大きい消費電流です。マニュアルの中で平常時の消費電流チャートを参照してください。例えば、受信で 12V 供給の時に、約 120mA の消費電流を予期できます。それがこれよりかなり多い場合には、たぶん、パワーアンプに問題を持っています。もしそれがもっと多いようであるならば、たぶん、PCB の右上エリアで、煙が、コンポーネント (トランジスタ) のうちのいくつかから、送信セクションに昇るのを見るでしょう。電流を計れる電源を使い、それが予期されている範囲にあることを確かめるために、常に消費電流を監視することは非常に有益です。

IC3 4つの NAND ゲート

私達は IC3 から始めます。これは4つの NAND ロジックゲートで、74ACT00 です。それは「1」のスレッシュホールドが 2.4 で(古い古典的な 7400 シリーズでは TTL レベル)あるので 74ACT ファミリーが選ばれました。なぜなら、Si5351A シンセサイザー IC1 の C1k2 アウトプットからの 3.3V のピークピーク方形波によって動かされることに最適だからです。通常の受信モードで、ラジオは IC3 のすべてのピンの電圧をチェックすることができます。しかし、この QCX では LCD が上に被さっているので IC3 に到達することができません。ラジオが受信モードである間、一時的に、LCD のプラグを抜くことができます。どのボタンも押さない限り、ラジオが LCD なしでも作動し続けるだろうと確信することができます。プロセッサはただ LCD に信号を送るだけで、どの様に表示しているか、反応を待つことはしていません。受信時の IC3 の各ピンの電圧は次の通りであるはずですが。

チップのディップ (えくぼ) が上方を向いている向きの時、ピン 1 が左上にあることを覚えていてください。便利さのために、このテーブルはピンの順に並べてあります：

1	+5V	14	+5V
2	+5V	13	+5V
3	0V	12	+5V
4	0V	11	0V
5	0V	10	0V
6	+5V	9	0V
7	0V	8	+5V

電圧は、正確に 0V と 5V である必要はないけれども、それらは非常に近い値であるべきです。ピン 14 で電圧を測定してください。これは電圧調整器 IC11 からの 5V の供給電圧です。それは 5V に近い電圧であるべきです。すべての他の電圧はテーブルに従ってまた 5V に近い、0V に近くあるべきです。

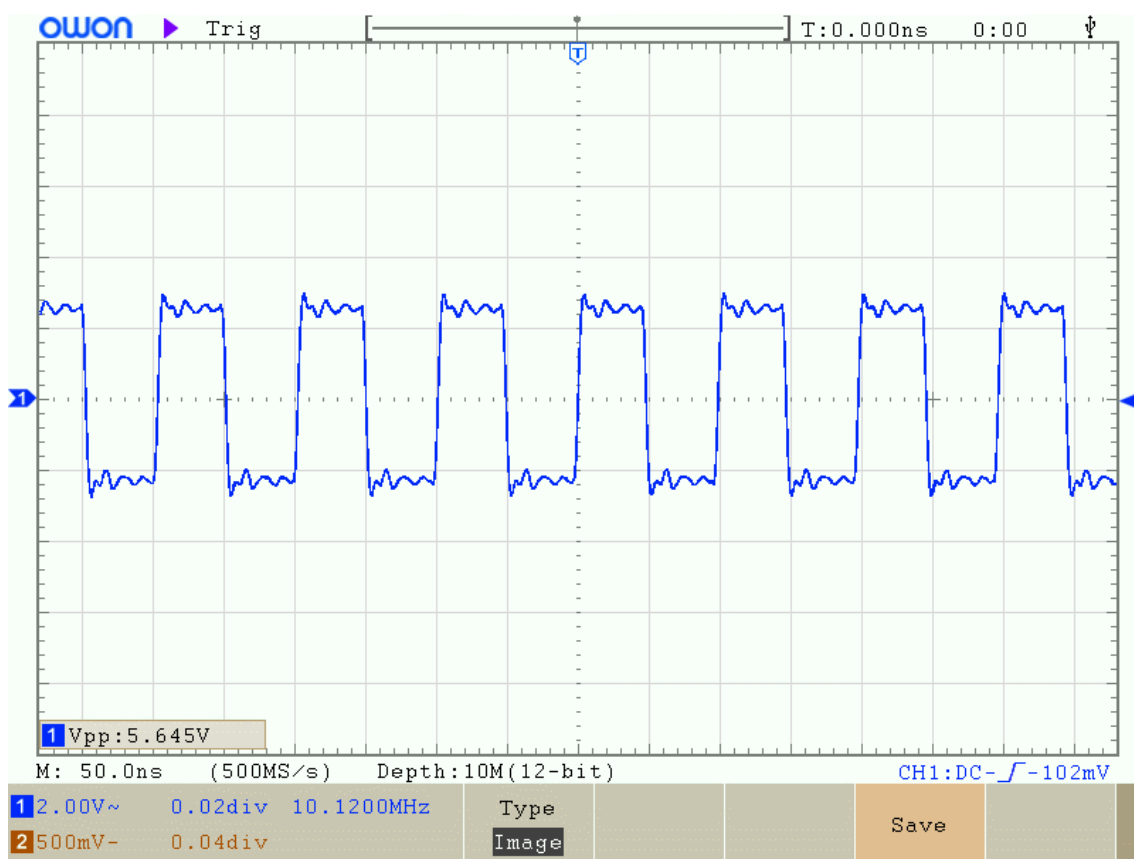
ラジオが送信モードにある時には、NAND ゲートは、IC1 (Si5351A) C1k2 アウトプットによって生成されたシグナルが PA トランジスタに通ってゲートでコントロールされることを可能にするように電圧は変わります。3つの BS170 MOSFETS Q1、Q2、および Q3 が ON/OFF 状態になり、これが、高効率のクラス E 増幅動作を行うために、74ACT00 は、また、そのアウトプットで 5V のピークピークを生成しています。

送信時の電圧は次の通りでしょう：

1	5V 方形波	14	+5V
2	5V 方形波	13	0V
3	5V 方形波	12	0V
4	3.3V 方形波	11	+5V
5	+5V	10	3.3V 方形波
6	5V 方形波	9	0V
7	0V	8	+5V

再び、表の中で 0V と 5V のいずれかとかなり近い値であるはずですが、それは 4.8V、4.9 … または 0.1V しか、もし、どこかに 1V を見るならばそれは、問題です。

これは、IC3 ピン 3(5V のピークピーク方形波)で見えるであろうものの例です。「リングング」が見られるのは無視することができます(このトレースにおける欠点) - スコーププローブ、グラウンドクリップ、オシロスコープの制限された帯域幅、などの原因です。それは完全に別のトピックです。0V と+5V であるべきであるピンが少しオシロスコープトレース上に RF を示す時には、また通常それを無視することができます - 再び、プローブとグラウンドクリップは容易にこの種類の電圧を拾うことがあります。オシロスコープを持っていて、これらのチップピンを見るならば、3.3V のピークピーク方形波が、DVM(すなわち 1.65V(またはそのあたり))上のその平均として測定されるとわかればさしつかえありません；そして、5V のピークピーク方形波は平均で約 2.5V くらいと表示されます。



EXAMPLE:

私達は修理のために現在の消費が 260mA であった 1 台の QCX ラジオを持っていました。IC3 は、触れると非常に暖かな感触をしていました。私達はピンで電圧を測定し、受信モードで私達は 0V または 5V でないいくつかの意外な電圧、例えば 1.4V を見つけました。送信モードでは

3. 3V のピークピーク方形波がピン 4 と 10 に存在したけれども、適切なピンに 5V のピークピークシグナルが全くありませんでした。コンポーネントに問題があると仮定しないことという私自身の規則をいつも心に留め、最後の可能な瞬間までこの IC を交換することに躊躇しました。なにより、この IC3 が 14 本のピンを持っていて、取り去るのが難しいからです。しかし、私は、それを交換する必要があると決めました。それを取り去ることは、私が、予期していた(壊れたコンポーネントを交換するための、テクニックに関する上記の記述を見てください)ほど難しくなく、はんだ吸い取りリボンは穴からはんだのほとんどを吸い取ることができました。1つのトレースは破損し、私はそれを修理しました。修理後の現在の消費電流は正常で、約 110-120mA に戻り、電圧も再び正常であるように見えました。

パワー増幅器

アウトプットロー・パス・フィルター(LPF)の繋がりについてはすでにこのページの前に既

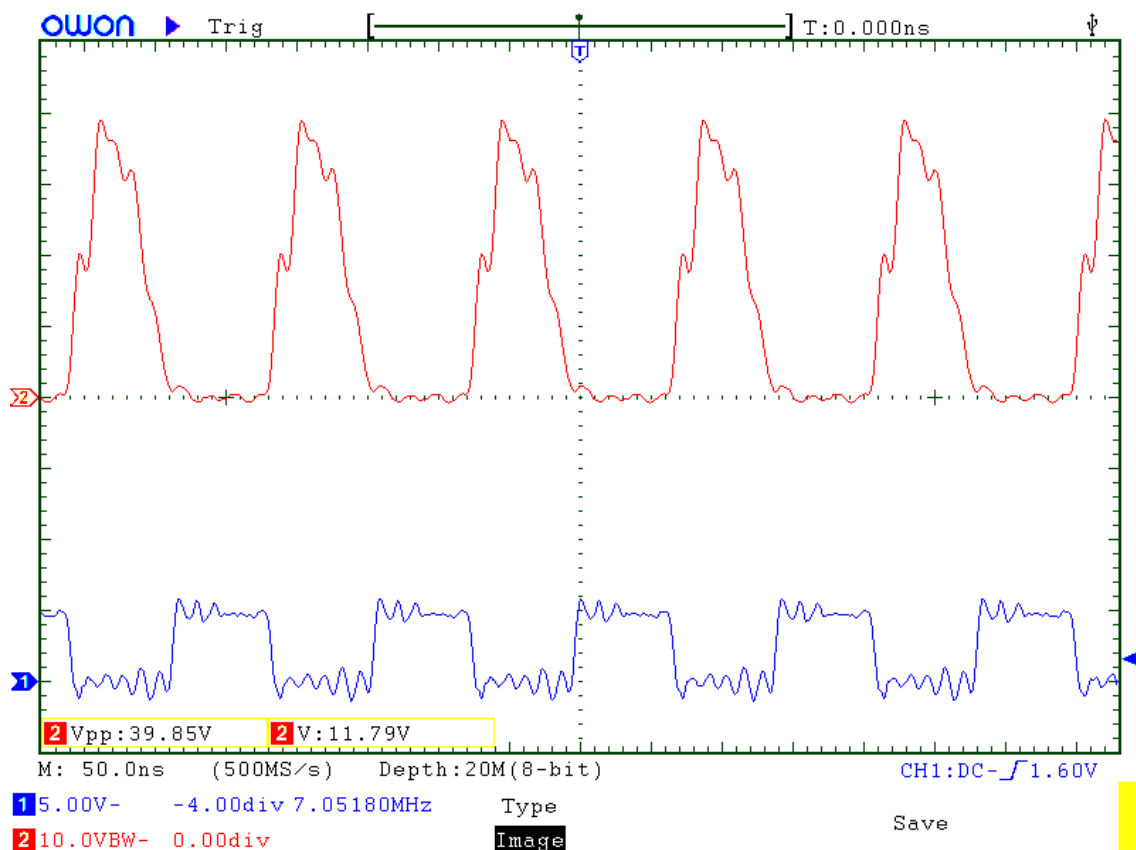
述しています。受信機が適切に働いているならば、シグナルは LPF を通して正しく来ることを確認しているでしょう。IC3 ピン 3 と LPF の間の唯一の物はパワーアンプです！

IC3 ピン 3 は、直接、Q1、Q2、およびパワーアンプの BS170 トランジスタである Q3 のゲートと接続されます。

パワーアンプをテストする時には、50Ωのダミーロードが QCX トランシーバー RF アウトプットに接続していることを確かめてください！

さあ、Q1、Q2、および Q3 のドレインをチェックしてください。レイアウト図とトラック図を参照してください。ボードの裏面に大きい太ったトレースを見ることができます。(これは BS170s のドレインのそれぞれに接続し、それらが C29 に接続しています)。そこから、シグナルはロー・パス・フィルタールに行きます。キーダウンをした時、あなたは非常に大きな電波が出ていることを知るべきであり、それはこの‘スクリーンショット’における上部のトレースのように見えます。下のトレースは BS170 ゲートの信号(IC3 ピン 3 からの前の 5V のピークピーク方形波)を示します。

またどうぞ、「リングング」、およびトレースの不愉快なでこぼこは無視してください。(説明：スコーププローブ、長いグラウンドクリップワイヤ、制限された帯域幅、など、今はこれについて議論しないようにしましょう) 垂直スケールが 10V/div であることに注意してください。この大きなドレイン波形が 40V のピークピークであることに注意してください。ロー・パス・フィルタールは後でこれを仕分けし、それから美しい純粋なサイン波を作るでしょう。



BS170 ドレインでこの大きい荒模様の電波を見ることができない場合には、調査するのは次の、BS170 がそれらの供給パワーを得る所です。慎重に L4 をチェックしてください。トロイドの扱いで共通の誤りは、ワイヤにエナメルコーティングを燃やしていない失敗です。被覆が取れていないと、電氣的に接続していないので、コーティングをこすり落としてください。接続がなければ、電圧は PA に達しないであろうということであり、出力も結果として生じないでしょう。

L4 のパッドの間で DC 導通をチェックすることは容易です。DVM プロブをワイヤ自身ではなく必ずパッドの上に触れてください。導通が全然ないならば、ハンダごとともう少しのはんだを使って、エナメルを焼き払うために、たぶん 10 秒の間そこにはんだごてを当て続けてください。ある人々はこするのを好み、私は加熱するのを好みます。

さあ、Q6(キー入力のエンベロープを実行する MPS751/NPS2907 PNP トランジスタ)のコレクターで、チェックしてください。これは 6Q のコレクターと L4 の接合です。キーダウンすると、ここ(結合しているいくつかの場所)に DC 電圧が見えると思います。DC 電圧は供給電圧引く 1V または その程度だだと思います。 - 入力されたトランシーバーの供給電圧と自身で Q6 を通って失われたいくらかの電圧で逆接続保護用のダイオード D3 中で失われます。6Q のコレクターに高い DC 電圧が全然ないならば、Q6 が壊れたかもしれないと疑う必要があります。また、Q4 をチェックする必要があります(それは別の BS170 MOSFET です)。キーダウンした時、そのゲートの上には約 5V の DC を見るべきです ;そして、ソースは近

いグラウンドに落ちるべきです。また、Q6 の周りの他のコンポーネントをチェックし、正しいコンポーネントが取り付けられていること、それらが短絡またははんだブリッジなどしていないですべて適切にはんだ付けされることを確かめてください。

出力が小さい

マニュアルは出力 vs 供給電圧のチャートを含んでいます。忘れずに考慮してください。逆接続保護ダイオード D3 を通るとおよそ 0.4V 低下します。チャート電圧はこのダイオードの後の電圧です。ダイオードによる電圧低下は 0.3-0.4V 程度あるでしょう。

出力は出ているけれど低すぎると考えられる場合、- その場合、何をチェックするかがここにあります。

第一に、正しく出力を計算しましたか？正確にオシロスコープの上の出力を測定するために、接続された 50Ω のダミーロードを持たなければなりません。そして、サイン波のピークピーク電圧はオシロスコープから読むことができます。ワットで表される電力はピークピーク電圧の 2 乗を 400 で割ったものです。例えば、37V のピークピークサイン波で見ると、これは $37 \times 37 / 400 = 3.4W$ です。

QCX をアンテナと接続させるならば、あなたはこの方法で動力を正確に測定することはできません。ほとんどのパワーメータは、ピーク RF 電圧(または RMS 電圧)を測定していて、上記の式を使って、これをパワーに変換しているでしょう。これらのパワーメータは必ず、純粋なサイン波を測定していると想定します。これは、パワー増幅器の BS170s (Q1、Q2、Q3) のドレインで、あなたがパワーを測定できない理由です。！このシグナルはクリーンなサイン波からは遠いものです。計算がサイン波を仮定するので、サイン波でない場合には計算は無効です。従って、QRP ラボダミーロードキットなどの 50Ω のダミーロードを通してパワーを測定し、ただ、それがロー・パス・フィルタによってきれいなサイン波に整形された後に、トランシーバーの適切な RF アウトプットコネクタで出力を測定してください。外部電源メータを使っているならば、しばしば、パワーメータ精度が高くないことを覚えていてください。ボルトからのワットへの変換についての式の中の 2 乗機能のため、ピーク電圧測定における小さい違いは算出された出力におけるより大きい違いに翻訳されます。QCX に内蔵の RF パワーメータ機能を使うならば、これもあまり精密でないことを覚えていてください。問題がある場合に虫 (バグ) を取り除くために、それは適当な目安ではあるけれども、それは精密機器ではありません。5W の出力に達するためには、15 または 16V の供給電圧を必要としていることに注意してください。

パワー vs 電圧曲線はマニュアルの中に掲載されているのを見ることができます。

最終的に、本当に、出力が予想していたより低いと考えるならば、- L1、L2、および L3 (ロー・パス・フィルタートロイド) 上の巻線を見てください。製造公差によるコンポーネント値の中のバリエーションと巻き方による違い、他のファクターによるインダク

タンス値におけるバリエーションがあるかもしれません。第一に、バンド毎の正しい巻き数になっているかチェックしてください。1ターンとカウントするには線がトロイドリングの穴を通たとき、すなわちワイヤパスをカウントすることだと覚えていてください。巻き数が、正しい数であることを再度確かめてください。インダクタンスを測定するための機器を持っているならば、それで測定することができます - けれども、たくさんのインダクタンスメータがすべてまたそんなに正確なわけではなく、これが、いつも、それが生じるたくさんの議論を生成するトピックであることを思い出してください。同調周波数が低すぎたならば、L1、L2、および L3 のそれぞれから単に 2、3 の巻き数を削除することによって、フィルタ遮断を引き起こすことについて通常十分です - および、出力が増大することに気づくべきです。

おわりに

故障発見への道〈受信経路を通して 1 つずつのステージを通して次にすすむ〉の、非常に整然としたアプローチによってその障害を見つけることが可能です。それは 送信経路、シグナルのパス - どれにおいても同様です。

このページは、障害についてこれからもたらされであろうより多くの例によって、未来にアップデートされます。

私の考えでは、完成し働く QCX を持っていて、シグナルをトレースしていくことはそれ自体、価値のあることです。 - それが非常に教育的なので、トランシーバーの製作を通してこれらの信号の流れを見るのに、QCX は本当に、より深い理解(そして愛情)をもたらせてくれると思います。

訳者注

この翻訳は私自身が QCX を製作し、動作しないなどトラブルに対処するとき参考にするために行ったものです。十分注意して訳したつもりですが、正確さを保証するものではありません。疑義のある場合、またわかりづらい場合には原典に戻ってください。この訳文を使うことで生じたいかなる損害に対しても、XRQTechLabは関知致しません。

なお、この訳文では原典にあるさまざまなリンクは含んでいません。原典のPDFはQRPLabsのサイトと連携してさまざまな情報が得られるようになっています。

国内でのキット販売がずっと少なくなってきてしまったので、このQCXのようなキットは製作好きにとってはとても嬉しいものです。キットの製作は一度で動作する場合がありますが、しかし組み上げても、何らかのトラブルがあり、そのトラブルをあれやこれやと考えを巡らしながら解決していくことの方が多いものです。はんだごてを握る楽しさは一筋縄ではありません。問題を解決していく過程も楽しいものです。より多くの方がこの楽しみを味わっていただければと思います。その際、この訳文がお役に立てれば、この上ない喜びです。

いつの日か、このQCX同士で、お空でお会いできるのを楽しみにしております。

2019. 4. 20 XRQTechLab Shig