

The New HF Antenna Analyser - Extended and Easy To Make

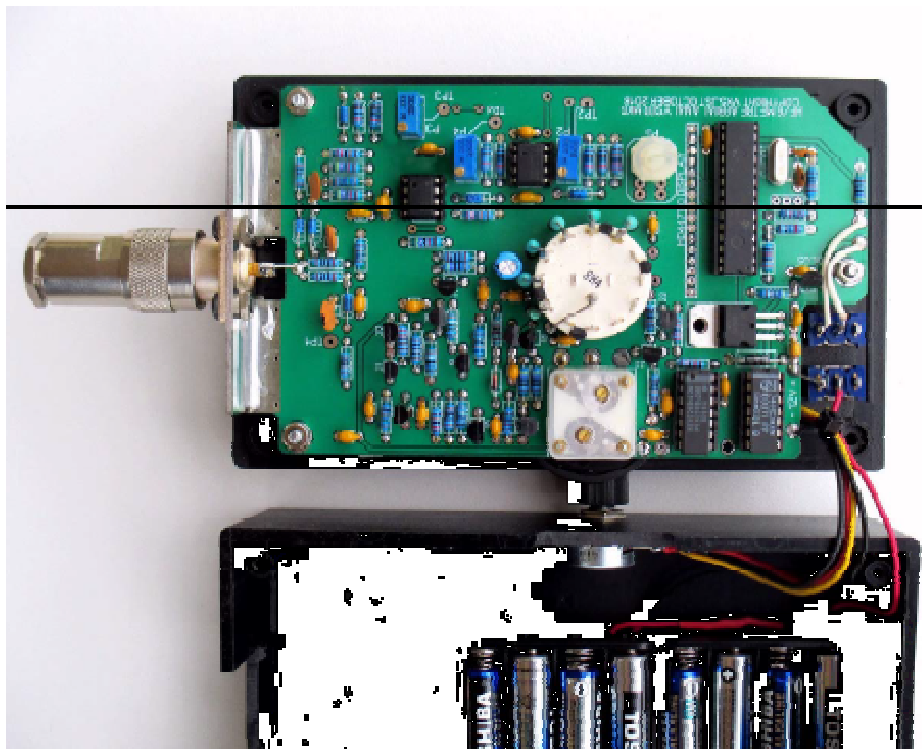
製作解説書

VK5JST

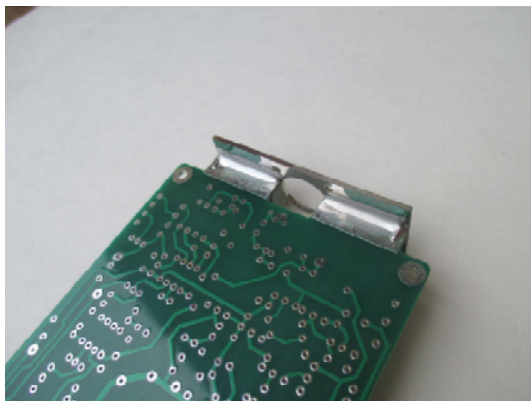


この訳文は、VK5JSTのAssemblyInstructionsを訳したものです。ページ構成の都合からレイアウトを変更してあります。十分注意して訳しましたが、正確を保証するものではありません。疑義のある場合は原典を確認してください。私がこのキットを製作し、気づいた点なども追記してあります。ただし、この訳文を使用したことによって生じたいかなる損害に対しても、訳者は責任を負わないことをご了承ください。

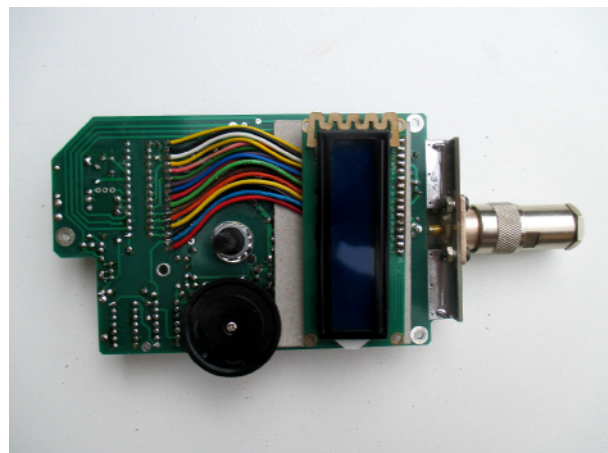
2019. 08. 15 XRQTechLab



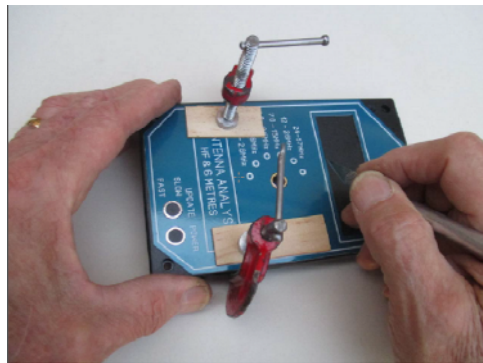
ケース内部の様子。すべてスルーホール部品で製作が容易になっている。電池も内蔵できる。



N コネクタ取り付け基板



追加 Photo LCD の取り付け



部品を取り付ける前に、PCB とカバーを利用して、ケースの穴あけ位置を決めておく。この作業が、一番先にやるべきことになる。

これらの手順は、分析器を組み立てるために必要とされている最小のデータを表していません。

より多くの情報は私のホームページ <http://www.vk5jst.com> の上で入手可能です。

どうぞ、それを使ってください。

(機能が) 拡張されて、作ることが容易な新しい HF アンテナアナライザー

入門

2005 年に出版されたオーストラリアアマチュアラジオ雑誌の中で発表されたアンテナ分析器デザインに、この記事は非常に重大なアップデートを記述しています。

このデザインによって 17000 台以上が世界中で首尾よく製作され、スクラッチビルダーによって、もっと多くの製作がなされてきました。

デザインは、大変にしっかりしたもので、慎重に組み立てられたならば、作り上げてすぐに作動したものが多かったのですが、その成功にもかかわらず、何人かの人々が HF 分析器の製作中 2 つのわずかな問題と遭遇していました。

その一番目は、6 メートルをカバーするのに無力だったことです。多くの冒険的なビルダーはマイクロプロセッサに周波数ディバイダーチェーンをオーバークロック化させ、何とかして、それを作動させ、そのいくつかは動作したのもあったようです。

2 番目の課題は、慎重にデザインされた PCB でしたが、これは家で作られることができるように、考えたものでした。これは第 3 世界の国々の人々にはすばらしい利点でしたが、アセンブリをずっと難しくしていました。

これらの不十分な点はもうなくなりました。

新しいデザインは、1.3 ~60MHz を連続的にカバーし、そしてオプションの特別な誘導子を追加することにより新しいバンドの 475KHz をカバーすることができます。

専門的に作られメッキされたスルーホールプリント基板の上で組み立てられ、表面実装部品は全く使いません。

アセンブリはとても簡単です。出力コネクタはもう 4mm のターミナル端子ではなく、代わりに、高い品質の 50 オームの N タイプコネクタです。

S0239(または UHF コネクタとも呼ばれる) (M形コネクタと言われるもの 訳者注) コネクタも使うことができますが、このソケットは使われた電氣的状況に依存して 20 から 35 オームの間のインピーダンスを持つことがあるので、試験装置としては、これは落胆させられるものです。

もちろん、N タイプに適合したアダプターは、お望みのどのようなタイプのコネクタへも変換することができます。

コストは、あらかじめプログラムされた PIC プロセッサを使って押さえることができまし

たが、キット製作者が、もっとコントロールソフトウェアの中で遊びたいならば、これは、直接、古くからなじみがあり容易に理解できる BASIC を使って、PICAXE 28X2 に代えることができます。

PIC のためのコードには所有権が主張されています。、BASIC コードは自由に入手できるのですが、パブリックドメインの中にリリースされることはないであろうということには注意してください。

これは、2005 年以來 13 年間に渡って生み出されてきた、幾多の安くて信頼できないノックオフを制限しています。また、このことは作者の頭痛の種になってきました。

分析器の全体の消費電流は、115mA です。(これには過去に少しのユーザーから不満が示されていましたが)しかしながら、50 オームに出力された 1 ボルトの rms を提供する機器にとっては、それほど大きな電流ではありません。

好意的に他の機器と比較してみても、そして 900mAH AAA 充電電池バッテリーが使われた場合、それは非常に勝っていて、屋根の上を歩き回り、下に降りるまで、7~8 時間使い続けることができます。2300mAH の容量の AA ユニットを使うならば、もっと長時間使えます。

最終的に、1 ボルトの rms (+13dbm) のハイレベルな出力は、分析器が、市場の多くの他の装置がうまく動作しないような rf 環境においても作動し続けることを可能にします。

基本的な理論

前回の分析器のように、SWR、ロード抵抗、およびロードリアクタンスのマグニチュードは、非常に簡単なテスト回路の中で 3 つの rf 電圧を測定することによって数学的に導き出されます。

第一に、アンテナ(または他のロード)を経由する電圧が測定されます。そして同様に、シグナルジェネレータの出力ロード電流が 50 オームの直列抵抗器を通る電圧として測定されます。最後に、シグナルジェネレータの出力電圧が測定されます。

SWR とロード R と X をこれらの 3 つの電圧から引き出すための数学的方法については私のウェブサイト ([http://www. users. on. net/~endsodds/analrsr. htm](http://www.users.on.net/~endsodds/analrsr.htm)) 上で説明していますので、スペースを節約するためにここでは深入りしないことにします。

それはどのように作動するのか。

50 オームの抵抗器 (R21//R22) から成るテストネットワークと 3 つのエンベロープ検出器 (D2&C16、D3&C17 と D5&C18) はこの機器の心臓部を形成しています。TR9 と TR10 から C15 経由して、シグナルジェネレータが広範囲の一定の 1VRMS を供給し。それを動作させます。。このジェネレータの発振は、おおむねマッチしている対のトランジスタ (TR3、 TR4) の差動増幅器を使います。

TR3 のコレクターの並列に構成された回路 (L1~L6、 VC1) は 1 つの周波数でこのトランジス

タペアの利得を最大化し、高周波を作成する正のフィードバックが TR4 のエミッターフォロワーの動作経路で起こります。それは、2つのトランジスタの結合されたエミッター経路で TR3 にエネルギーを返します。

発振器出力レベルは 3.9 の増加によってコモンエミッター増幅器 TR7 によって上げられて、アウトプットステージ TR9/TR10 に高電流ドライブを提供します。エミッターフォロワー TR7 はこの増幅段階のゲインを緩衝します。

分析器と接続された TR10 はどのような負荷の場合にも十分な電流を流せるよう、TR11 と TR10 は約 43mA の定電流シンクを形成します。

この構造は、テスト回路に 1Vrms の非常にクリーンな正弦波を提供するクラス A 出力回路を形成します。

この増幅器は、3つのエンベロープディテクターに直流の戻りパスを提供する 1k Ω (R20) の恒久的に接続されたロードを持っていることに注意してください。

発振器の微調整は、PN2222s (TR1 と TR2) を背中合わせで構成されたコレクターベース静電容量の可変容量を使って遂行されます。これはマグネチックループアンテナなどの非常に狭いバンドのアンテナを測定する場合に非常に有益な機能です。

エンベロープ検出器 D2 と C16 はテスト回路に適用されている rf 電圧のレベルを監視します。この検出器の直流出力は、電圧分割ネットワーク R11 と R10 経由で TR6 に適用されて、それからシグナルジェネレータの ALC を生成するのに使われます。

TR5 は R8 を通して流れる大きなベース電流のために、発振器利得を最大にするよう TR3 と TR4 を流れる電流を最大にすることを難しくします。

出力の増大についていうと、D2 と C16 の直流出力は、TR6 がオンになることによって TR5 のベース電流を減少させ、発振器出力を上げます。

これらの3つのショットキーダイオードのそれぞれによっておこる順電圧低下のため D2、D3、および D5 から引き出されたテスト回路の直流検出器出力のすべてはとてもノンリニアです。この電圧落下は、rf 電圧およびその個々の検出器による直流出力において重大なノンリニア関係になっているので、これは、3つの直流電圧がマイクロプロセッサ A/D 入力に適用する場合には、正しい計算をするために、使われる前に訂正されなければなりません。ディテクター (IC2 と IC3) の回路は、同じタイプのダイオードを使ってネガティブ・フィードバックパスを行うことで各増幅器のこれらの電圧をリニアライズします。D3 と C17 から成っている検出器は、R21 と R22 を通して流れているテスト回路電流を検出するフローティングディテクターであることに注意してください。

R21/R22 を横切る rf 電圧低下のピーク値 (マイナスダイオード降下) は C17 において蓄えられますが、他の2つの検出器と違って、大量の rf は D3 と C17 の接合で出現します。

この rf 要素は、重いローパスフィルター(R24、C20) よって取り去られ、直流要素だけが IC2A のピン 5 に現れます。

次に、マイクロプロセッサが周波数を計算することを可能にするプリスケールの回路があります。ピーク (1VRMS) への 2.8 ボルトのピークの正弦曲線の出力は 74HC393 バイナリカウンターのクロックインプットに適用されます。IC4 が 2 分割する一方、IC5 はそれを 256 分割し、全体では 512 分割することでマイクロプロセッサを動かす完全に均整のとれた矩形波を生成しています。この波形の正確な 50/50 のマーク・スペース比率は、マイクロプロセッサができる限り高いレートでカウントすることを可能にすることにおいて非常に重要です。

マイクロプロセッサ回路はほとんど議論は必要ありません。

標準のマイクロプロセッサは、キットで供給された、あらかじめプログラムされた 16F873A ですが、PICAXE 28X2 は直接ピン互換であり、R39、R40 インタフェースを通してボードの上でそのプログラムをすることができます。

もちろん、PIC プロセッサではこのポートを使わうことなく、他の場所でそのプログラムを行わなくてはなりません。

機能を増加させている Picaxe28X2 のクロックは 16MHz クリスタルに交換されなければなりません。

分析器機構を作ります

すべてのメカニカルな仕事を完遂してください。(ケースの加工を行います)

最初にすべてのメカニカルな仕事を完遂してください。

ケースに穴あけ位置を決めるとき、テンプレートとしてメインプリント基板とフロントパネルを使うことができます。これをするために、写真を見てください。pcb の部品取り付け面を上にして、ケースの蓋の裏側に置きます。ボックスフロントパネルはケースの蓋の表側に中央になるよう正確に置きます。これを判断するために、それぞれ、ケースの蓋に置いた時、周りの余白が均等に空いていることを確かめることでできます。

(ケースの蓋の裏側に PCB を固定して 訳者注) ボードが水平で、垂直に真ん中に置かれた状態で、位置を固定し、(2~3個のクリップで挟んでおくといいです。訳者注) ϕ 3mm のドリルを使って、3つの取り付け穴を開けてください。その時、ガイドとしての pcb の穴を使って正確に開けます。

(ケースの蓋の表側にはフロントパネルを固定して 訳者注) スイッチと、ロータリースイッチのシャフトの穴は、鋭いけがき用具によって印をつけます。センターに 1.5mm のパイロット穴を開け、それから 7mm のドリルを使って 2 段階で開けました。必要なら、この

穴は、削ることで、どのようなエラーでも後で広げることができます。

プラスチック製品に穴を開ける時は、危険な「ビットが噛む」ことを防止するために、すべてのドリルが鋭く、鋭い最先端が切れ味の良いビットのよって垂直になされるべきことに注意してください。

最終的に、ケースの蓋の表側の、PCB を固定するための穴は 3 3mm の皿穴にしてください。

(皿ビスを使い、その上にフロントパネルを被せるため 訳者注)

次に、LCD のための 71x24.5mm の穴は作られなければなりません。

ふたの正面の真ん中にフロントパネルを置き、慎重に、ガイド(写真を見てください)としてフロントパネルの中でLCD穴を使って、位置を決めていきます。

この穴を成形するにはいくつかの方法があります。

一番目は、中心に大きい穴を開けて、それからハンドニブラーを使うことです。そして、両面やすりを使って仕上げます。

次の方法は、中心に開けた穴から糸のこぎりを使って穴を切ることです。

最後の別の方法(より古く、より難しい)は、印をつけたまわりのほとんど触れるくらいの内側に一連の小さい穴を開けることです。プラスチックの中の断片はニッパーで切り取り、やすりで穴の周りの凸凹を取り去ります。

どの方法の場合も、特にコーナーに気をつけてください。何回も LCD がきちんと収まるかをチェックして、ちょうど印の外のラインまでゆっくりやすり掛けしてください。

ボックスの穴を作ることはずっと容易です。

けがき用具、直角定規、および定規を使って N コネクタとポリバリコンのダイヤルの穴の位置を決め、仕上げられたフロントパネルに対して位置をチェックしてください。

そして、慎重に、ベンチグラインダーの粗いホイールを使って、不要な部分を取り去ってください。あとは丁寧なやすり掛けで完了してください。また、作業は大変ですが、、糸のこぎりやすりを使っても成型することもできます。

最終組立

第一に、メインボード PCB にコネクタ取り付けプリント基板をはんだ付けしてください。

2 つの基板を接続するには、まず、2 つの短い銅線を使います。正しく、メインボード(図を見てください)とコネクタボードを正しい位置に置き、最小のはんだを使って、一緒に 2 つのボードを鉋で留めるように、この銅線を使います。2 つのボードが直角を成していることをチェックします。それから、2 つのボードの間で強い結合を成形するために、4 か所すべてにはんだ付けをしてください。これのために少なくとも 45 ワットの半田ごてを使ってください。

次に、ガイドとしてコンポーネントオーバーレイと回路図面を使って、すべての小さい部品をメイン pcb に取り付けてください。

思い込みをしないようにしてください！！

インストールの前にすべての抵抗器の値をチェックするために、DVM を使ってください。

すべてのコンデンサー値(150=15pf、101=100pf、103=10nF、または 0.01 μ F、104=100nf または 0.1 μ F)をチェックしてください。

PN2222、および S9018 のピン接続については異なる鏡像スタイルがあることがわかりました。(2N2222A と PN2222A は平らな面を手前にして左から EBC となるが、P2N2222A では同様に CBE となる。このマニュアルの写真で使われ、コンポーネントオーバーレイで示されているのは P2A2222A のタイプ。 訳者注) この理由のために、トランジスタのピン配置図は、DVM の電流利得機能を使って、チェックされなければなりません。40 以上の電流利得を示したなら、正しいピン配置であることを示しています。

(訳者のキットに入っていたのは 2N2222A でしたので、PCB に示された向きと逆さに取り付けました。 訳者注)

すべてのコンデンサーのリードの長さは短く、プリント基板に対して本体を可能な限り 0 に近くなるよう、とても密着するようにインストールするべきです。モノリシックのバイパスコンデンサーや指定した結合コンデンサーとしてマルチプレート以外の何かを使ったならば、および/または空中に立ち上がった状態のコンデンサーが 4mm の長さのリード線を持っていたならば、分析器が適切に作動することは期待していません。

ロータリースイッチを取り付けるまで、すべての誘導子の取り付けは行わないでください。

コンポーネントオーバーレイの上で示されるように、調整ねじの位置が適合するように、トリムポット・半固定抵抗器のすべてを設置してください。このように取り付けることで、右回りでねじを回転させることによって各テスト電圧を増大させることになるでしょう。20 回転トリムポットを調整するとき、すっかり混乱してしまい、たぶん、この簡単な用心をしないでねじを回しすぎると、トリムポットが損傷することは非常にあり得ます。

まだどの IC にも差し込まないでください。

繰り返し、すべてのダイオードと電解のコンデンサーの向きをチェックしてください。

最後にポリバリコンとロータリースイッチを取り付けてください。

ポリバリコンを設置する前に、それがすっかりメッシュの外にあるように、(調整トリマーの値が 0 になるように 訳者注) コンデンサーの後ろの 2 つのトリマーコンデンサーを適合させてください。

ポリバリコンを供給されたねじを使って、メイン pcb 部品取り付け面側に取り付けてください。

最後に、ロータリースイッチを、コンポーネントオーバーレイに示されるように、共通の端子の位置を確かめて、pcb の部品取り付け面側に設置してください。

すべての誘導子をコンポーネントオーバーレイに示された部品表に従って pcb に挿入し、スイッチと誘導子の間のすべての配線します。pcb との配線を行い、共通のターミナルを接続してください。

はんだ付けの時間は短くしてください。また、スイッチのすべてのはんだ付けを一緒にしないでください。はんだ付けが長過ぎると、熱にさらされたスイッチは開回路が不具合を起こすことがあります。

3mm のねじとナットを使って N コネクタをその pcb に取り付けて、中心の端子を最短のワイヤを使ってメインボードと接続してください。

LCD と微調整電位差計の接続のために、様々な色の 16 本の@95mm 長の線、3 本の@130mm 長の線を使います。メインボード上のランドとの間を結ぶよう、はんだ付けします。

最終的に LCD をメインボードに取り付ける前に、LCD ワイヤの両端を 2mm 長被覆を取り除き、スズメッキしておくといでしょう。

フロントパネルを組み立ててください。

薄い両面接着テープによってフロントパネルを箱のふたに接着してください。

バックライト照明の LED の出っ張りの反対端に、キットで供給された U 字形の亚克力スペーサーを取り付けてください。LCD をケースの穴に置き、ディスプレイの後ろにキットで供給されたゾウ隠れ場所 (elephant hide) の 50x80mm 断片を置いてメインボードから間隔をおいて配置するようにしてください

ケースに開けた皿穴に 3@16mm の皿ねじを差し込み、3@10mm 長のナイロンスペーサーを介して、メインボードを最終的な位置に置きます。3@3mm ナットで固定します。

メインノブをスイッチシャフトに取り付けて、ボックスの底の脇には微調整電位差計を取り付けてください。

この電位差計と、そして ON/OFF と UPDATE スイッチとバッテリーホルダー(写真を見てください)の、すべての配線して完成してください。

最終的に、2mm の厚さの両面フォーム接着テープを使って、バッテリーホルダーをボックスの底に取り付けてください。

テストとセットアップ

最も低い周波数範囲(約 1.3MHz)の下端を選んでください。

DVM(2amp のレンジ)で全体の電流を監視してください。(スイッチを切った状態で、電源回路の抵抗を測り、ショートしていないことを確認しておく、安心です。 訳者注)

スイッチを入れてください。

すべてが順調で、コントラストトリムポット P5 がおおむねに適合した後に、LCD の上部の

ラインが黒いスクエアの列を表示したならば、全体の電流は 97mA くらいになると思われます。

DVM を使って TP1 をチェックしてください。

そこには直流の約 1.1 から 1.20 ボルトが見ることができ、非常に均一な rf 出力レベルを示しています。すべての周波数範囲を横切ってほとんど一定であるでしょう。

最も低い周波数レンジに戻ってください。

オシロスコープを持っているならば、rf アウトプットをチェックすることができて、2.8 ボルトのピークからピーク (1 ボルトの rms) までのよいクリーンな正弦波であるべきです。すべての周波数範囲にわたって切り替えて確認してください。それから、最も低い周波数レンジに戻ってください。

スイッチを切って、16F873A マイクロプロセッサを除いたすべての他の IC を追加してください。

スイッチを入れてください。

全体の電流は現在 115mA の辺りにあるべきです。

よい 50 オームのダミーロードを直接出力端子に接続してください。(ケーブルは使わないでください)

最初、TP2 を P2 を使って 4.50 ボルトに適合させます。それから、TP3 を P3 を使って 2.15 ボルトに、TP4 を P4 を使って 2.10 ボルトに適合させます。

スイッチを切って、あらかじめプログラムされた 16F873A マイクロプロセッサを追加します。

スイッチを入れてください。

スタートアップで、コントラストトリムポット P2 で、(OpampIC3A の調整用にも P2 という名称が使われています。ここでの P2 は多回転トリマではなく、単回転の 10kΩ のトリマです。訳者注) ディスプレイが見やすくなるように調整すると、LCD は 5%以内の誤差で実際のバッテリー電圧を示すでしょう。

(もし、望むならば、この電圧表示誤差は、R42 と R43 を調整することで後で正確な値に適合させることができます)。

数秒後、LCD は周波数、ロード抵抗(50 オーム)、ロードリアクタンス(0 オーム)のマグニチュード、および SWR(1.00)を示すでしょう。

さあ、すべての周波数レンジに亘って、SWR が 1.05 以下になり、示された抵抗値が 48-52 オーム範囲の中に収まることをチェックしてください。

リアクタンス X は 0 にとどまるべきです。

すべてがよいならば、最も低い周波数レンジに戻り 0.25W の 150 オームの金属フィルム抵抗器をアウトプットに取り付けてください。

150 オーム \pm 10%の抵抗は X=0 によって示されるべきです。

また、10 オームの抵抗器を使って、チェックしてください。

どうぞ、上記の結果をもたらすために必要とされている正確なテストポイント電圧は、どれほどよくダミーのロードの抵抗が精度があり、3つのエンベロープダイオードの相対的なマッチングがあり、電流を感知している内部の50オーム抵抗 (R21//R22) のそれとマッチしているかに依存していることに注意してください。

ともかく、全体の周波数レンジの上で最もよい妥協点を得るために P3 と P4 によって何回か調整を繰り返す必要があるかもしれません。

一度でも、電圧が TP3 と TP4 で万一、この最適化がされている間に50オームのロードで最低周波数レンジにおいて2.05 と 2.20 ボルト限界を越えたならば、セットアップ手順は、内部の50オームとダミーのロードの両方においてすべての公差をキャンセルして、50オームのロード抵抗を計算し、表示することをマイクロプロセッサに強制することに注意してください。

オプションの Z メータ

この分析器での大きな機能の追加は、ロードインピーダンスなどのマグニチュードを表示するアナログ Z メートルであり、言い換えれば ロード R、X のベクトル合計のマグニチュード表示であります。これは非常に有益な機能です。

- (a) 読み取りが瞬時であること、
- (b) 慎重な調整によって最小の表示になったとき、実際メータは、ロードの抵抗成分を表示します。言い換えると、このアンテナのケースでは、マッチングネットワークによる放射抵抗分が表示されます。

送電線の測定に於いて、これは、非常に正確に、ラインの他の端が開いている(0.25の波の奇数倍)または短絡している(半波長のすべての倍数)時に、ラインの0.25と0.5の波長によってもたらされた電圧最小を表示します。

少しの巻き数のコイルを分析器アウトプットに取り付けてください。そうすれば、正確にアンテナトラップなどの反響した周波数を測定するような事をして、ディップメータのようにこれを使うことができます。

このメータがロードを横切って出現している電圧を示すためには、TP4 とグラウンドの間に接続されます。

50オームのロードを接続して行われた初期の調整の後、そして最も低い周波数レンジで50オームのロードなしでは、約4.2ボルトの直流がTP4に現れるでしょう。この電圧は、開回路ロードを表して、メータのフル・スケールをセットするために使われます。

50オームのロードを接続すると、ロード電圧は半減します。(分析器の50オームの出力インピーダンスのため) 従って、50オームのロードはメータ上ではフル・スケール表示の2分1になって表示されています。

このメータを追加するには2つの方法があります。

最も簡単な方法は、まさに、標準のアナログメータを接続されることができるよう、ボックスの外側に TP4 とグラウンドから回線をプラグで接続を取ることです。

また、分析器をより大きいボックスに組み込むならば、小さい標準のムービングコイルメータを回路の中に恒久的に組み込むことができます。

Max 1mA までのフル・スケール電流を持つどのようなメータでも使われることができ、メータの直列抵抗器は、約 4.2 ボルトの直流に対応させるようフル・スケール調整をする値に選定します。メータスケールの目盛り板は私のウェブサイトからダウンロードすることができます。

短いのですが、50 オームと分析器アウトプットの間には恒久的に送電ラインがありますので、メータはより高い周波数ではフル・スケールを示さないであろうということに注意してください。これはもちろん N コネクタによるもので、60MHz で約 600 オームのリアクタンス、4pF の静電容量を持っているからです。

そのようなわけで、分析器の上のすべての調整は、回路に含まれるリアクタンスや静電容量を無視できるよう、最も低い周波数レンジの下端にされなければなりません！

50 オームのライン(コネクタを通る約 30mm)のこの短い長さが、分析器がロードに接続している 50 オームのライン長に追加されるのですが、ほとんどの場合において、無視する(6メートルの波長のわずか 0.5%)ことができます。

最終的なコメント

おめでとう！

これであなたは、アンテナ、送電線、バラン、ununs ([unbalanced to unbalanced balun](#) 訳者注)、マッチングシステムのスタブ、およびアンテナトラップやリニアの増幅器のアウトプットネットワークの最適化など、を測定することの出来るテスト機器を持つことができました。

スミス図表の使用をあなたの能力に追加してください。そうすれば、あなたはアンテナ専門家になれるかも知れません。お楽しみください！

..

VK5JST 2018 年 11 月