

1. はじめに

以前真空管で1-V-2を作って遊びましたが、再び0-V-1にチャレンジしてみました。7MHzアマバンド専用です。今回は半導体(FET)で検波していますので0-F-1でしょうか。設計はJA1IXI 故 大和田OM で、優れた性能という事で評判です。以前CQ誌に載ったというお話を聞きましたが、私は知りませんでしたので回路図のみを元に、最初から作ってみました。



2. 回路

今回の回路を 付1. (後出)に表示。再生検波の部分が差動回路を使用しているのが特徴です。オリジナルの回路と調整方法は 付3. で見ることができます。

3. 部品

特に入手困難な部品は無いようですが、今回は手持ちの部品がありましたので代替としました。

1) FETは2SK192や2SK241が使用されていますが、手持ちの2SK195を使用しました。

なお2SK195はすでにディスコンです。接合型、MOS型の高周波用のFETで、IDSSがあまり大きくない(<10mA)ものでしたら使用できると思います。

2) AFトランスはST-17Aで Z比 25kΩ : 10kΩ で、直流抵抗 1次1.15kΩ、2次側570Ω です。

このトランスは重要な部品で、できる限りこれを使用したい。今回の部品で一番高価。現時点で¥930-でした(マルツ)。

当初別のトランジスタ用トランスを使ってみました。後に交換したST-17Aの方が断然良好でした。

3) オーディオアンプはLM386です。フルゲイン(200倍)で使用しています。

4) チューニング用の可変容量ダイオード、トロイダルコアは指定のものを使用するのが良いようです。

それ以外の部品でも動作はすると思いますが、ダイヤルの展開の調整が厄介になると思われます。

5) チューニング用の可変抵抗は10回転以上の多回転VRが必要です。

3. 回路の変更

今回は部品などの関係で、回路をオリジナルから若干変更してあります。性能が大幅に変わる事は無いと考えています。最初から作る場合はオリジナルで作るほうが良いと考えます。

1) 電源は単3乾電池4本直列接続で6V、検波部はDCDCコンバータで12Vに昇圧し、9Vのシリーズレギュレータを入れています。ダイレクトに9Vに昇圧してもOKだと思いますが、ノイズのチェックが必要です。アルカリ電池が約1300mAh、回路電流が約30mAなので連続使用約43Hの計算です。

2) 同調に可変容量ダイオードを使用して、10回転VRでおおよそ300kHz弱をカバーするように設計されています。このときには9Vの電圧が必要です。

検波部は6Vで十分動作すると思われますが、同調関係が設計し直しになると考えて9Vのままとしました。さらに検波部とAF部のアイソレーションも確実にあります。

3) アンテナアッテネータをVRにして、連続可変にしました。ちょっと結果が思わしく無い(後出)です。

4) 周波数の表示にオリジナルでは100uAの電流計を使用。ただ500uAのラジケーターしかなかった為にそれに合わせるようにFETの回路を追加しました。一応目的は達成していますが面倒です。オリジナルのほうが良いでしょう。

4. 組み立て・配線

- 1) 基板は手持ちの小さなジャンメ基板(秋月製 約70*90mm)に検波部とAF部を実配しました。
窮屈ですのでもう一回り大きいほうがきれいに組めそうです。後で追加部分が発生し、基板2枚に。
初めから2枚にするのでしたら、検波部を1枚、AF部と電源部を1枚とするのが良いと思います。
- 2) RFの信号が通る部分の配線は、いわゆる“RFの配線のルール”を守って。
- 3) 再生VRは高周波がかかりますので、最短でしっかりと配線します。パネルに取り付けて長い線で配線するようでは動作不安定になります。VRの金属部分も短い線でGNDに接続します。
これを行わない時はボディエフェクトがひどくてVRに手を近づけただけで受信状態が変化しました。
- 4) コイルの調整は必要でしょうから、コイルに手を加えるときに楽だろうとプラグイン形式にしてみました。
しかし、最初の設計が良いので、私の場合はコイルの調整は必要ありませんでした。
コイルの巻線は0.3mmφのエナメル線を使いましたが、少しだけヤワな感じがあります。
- 5) AF部の配線も重要で、アンプのゲインが200倍ほどありますので特にGNDなどの配線をうまく行わないと、AF部での発振やノイズの増加などが発生します。

5. 調整・確認

配線が終了したら、確認、調整を行います。

a. 電源電圧の確認

- 1) +6Vは単3電池*4本 直列なので、+6V ±0.5V 程度。
- 2) DCDCコンバータの出力電圧(+9Vレギュレータの入力)は+12V~+13Vであることを確認。
+9Vレギュレータの入力電圧範囲が大きいので、特にDCDCの電圧調整VRは設けていません。
あまり電圧が違う場合は固定抵抗の抵抗値を調整します。
- 3) +9Vは3端子レギュレータの定格である +9V ±0.45V 以内。

b. 回路の発振の確認 (付2参照)

- 1) 再生VRを回したときに、同調範囲内のどこにおいても、再生VRの可変範囲内で 発振停止→発振に移行する必要があります。
- 2) このためには検波回路のソースVRが適当な値に設定されていないといけません。
また、再生コイルの接続極性が正しくないと発振は起きません。
1)の動作をするように、ソースVR調整、コイルの極性確認を行います。
- 3) さらにソースVRを調整して、再生VRの1/3程度から発振を開始するようにします。
この発振開始の場所は同調周波数によって変わりますので、あまり神経質になる必要はありません。
(本機においては1kΩ (VR中点)に設定したら、そのまま1)~3)を満足しました。)

c. 受信周波数(≒発振周波数)の調整

- 1) 同調VRを電圧最大の位置にし、再生VRを発振状態にして発振周波数が7220kHz~7250kHzになるように入力同調回路のトリマコンデンサを調整します。トリマの範囲に入らない時には並列の固定コンデンサの値を増減します。
- 2) 同調VRを電圧最小の位置まで回して、発振周波数が6950kHz~6925kHzに入るように同調範囲VRを調整。
- 3) 1)2)を繰り返して発振周波数範囲が7MHzバンドを含む およそ6825kHz~7220kHzになればOK。
- 4) この時点で周波数表示のメーターに、SG等での発生信号を受信し、あるいは発振周波数を確認して目盛りを記入します。今回は50kHz間隔に点を打っています。SP-600でも7MHzあたりでは目盛り間隔は50kHzです。

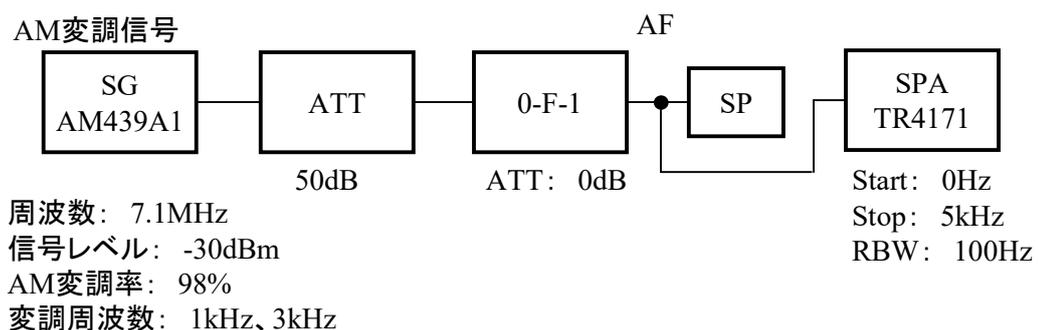
6. 受信の方法

こういうものを自作される方は受信方法をご存じだと思いますが、念のため。

- 1) アンテナを接続してATTのVRを減衰最小に設定し、再生VRを回すとノイズが急に上がる点があります。その点(ノイズが上がった点)で再生VRを止めます。
- 2) 同調ダイヤルを回して何か信号が入る所で止めます。
- 3) AM受信では ATT、同調ダイヤル、再生VRを調整して一番良く聞こえる点を探しそこで受信します。
- 4) ATT、再生VRを回すと同調がずれる場合が多いので、その時は同調ダイヤルで補正します。
- 5) このようにATT、同調ダイヤル、再生VR のどれを変化しても同調周波数に影響がありますので、補正をしながら一番良い受信点を探します。
- 6) いろいろなツマミを回してだんだん良くなるので、参加意識、達成感を感じられます。また、文章で表すと複雑ですが、少し触って慣れてくれば面倒でもなくなります。
- 7) AM受信では再生VRをゆっくり回すと、回路が発振し始めて受信信号とのビートが発生します。その発振を始める付近(あるいは弱く発振している点)が感度、選択度ともに最も良い点です。この点はかなりクリチカルです。
- 8) SSB/CW受信では再生をより多くして回路を発振させ、受信信号とビートを取って復調します。
 - (a) この時ビートが掛り始めた、弱く発振した直後の再生点では、感度が上がりますが復調音(AF)の引っ張り現象がかなりあります。
 - (b) さらに再生を強めると発振は強くなって、若干AFが少なくなります。引っ張り現象は緩和されます。
 - (c) さらに再生を強めると発振はより強くなって、AFは少し減って引っ張り現象はさらに緩和され比較的歪の少ないAFが得られます。ただし、(a)点よりは感度や選択度が悪くなっている感じがします。(定量的ではありません)
- 9) SSB/CW受信でも、4)、5)項の様な操作が必要で、信号の性質上AM受信よりいっそうクリチカルな操作になります。どのツマミを調整しても、復調周波数が変化します。

7. テスト

再生状態によるゲインの変化を観察しました。



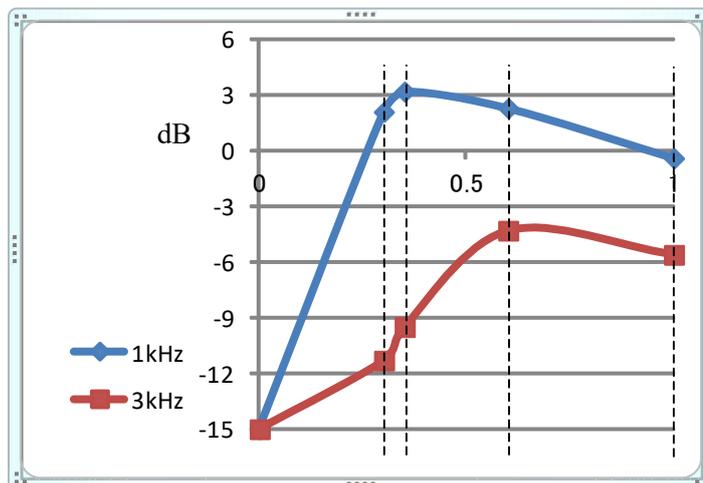
- ・上記設定で 再生VRの状態とAF出力レベルの関係をSPAで観察しました。
- ・メータ、AGCなどはありませんので、AFの出力が大きいほどゲインが上がっていることとしました。
- ・レベルは低周波出力をSPAで観測しました。この時 0-F-1 のAFVRはスピーカーの音量が適当な点とし、1kHzと3kHzでは同じ位置で変えていません。

・再生によってゲインが上がり、且つ選択度の向上の現象のデータを取って見たかったのですが、前者は何とかデータが取れました。後者はキャリアをノイズで振幅変調をかけて検波後のAFのレベルを観察することなど考えましたが、ノイズレベルが小さくての変調がうまくかかりませんでした。AFアンプを作ったり大きさになりそうで、中止しました。マルチトーンでしたら何とかなるかもしれません。

結果

	再生 VR	1kHz dB	3kHz dB
	0	-15	-15
①	0.3	2.1	-11.3
②	0.35	3.2	-9.5
③	0.6	2.3	-4.3
④	1	-0.4	-5.6

各変調周波数の
の応答



VRの回転角の 0~300度 を 0~1に展開

再生VRの状況

- ①発振しないぎりぎりの点
- ②わずかな発振が認められる
- ③ ②と④の間
- ④VR廻し切った時

- 1) いろいろな調整(ツマミ)がクリティカルで、データの数値の再現性があまり良くないのですが、傾向は似ています。
- 2) ①と②が感度の高い点ですが、わずかに発振した②のゲインが上がっています。②では信号のキャリアと発振周波数は同一(ゼロビート)なので①と②の受信音は変わりません。
- 3) ①②あたりで3kHzのゲインが少ないのは選択度が向上しているせいかな？
- 4) 発振させても感度が極端には落ちないようです。
- 5) 実際のSSBを受信してみると、②よりも④(発振がより強力)が引っ張り現象は少ない。

8. 感想など

- 1) 以前(2013年頃)に真空管式の1V2を作って遊びました。再び作ってみようと思ったのは偶然です。今回は半導体でシンプルなものという事で、以前ネットに出ていた回路にしました。
- 2) 真空管の時もレポートを書きましたが、再度読んでみるといろいろと冗長で、あまり良いレポートでは無いなという気がしました。しかし、“感想”と“まとめ”の部分はいまだに頷けます。
- 3) 今回のレポートは以前の内容と重複する記述などもありますが、一応独立しての感想とします。

- 4) 感度は比較的高いと思います。と言っても最近の受信機と比較してはいけません。回路規模が違います。簡単な回路の割には良く聞こえるという事です(大分主観が入っていますね)。7MHzのSSBをスキャンしてみると、最近の受信機で聞こえるラグチュウなどは(大抵の局はそこそこ強力なので)ほとんどの信号は復調できます。コンディションが悪かったりQRPやDXなどの弱い信号は了解するのが困難な場合が多いのですが、うまくすると了解できるという感じです。CWの選択度はお手上げです。耳フィルタに頼るしかありません。
- 5) SSBの交信をしろと言われれば、できないことは無い・・・です。強い局が近づけば分離できません。周波数安定度については放置の安定度は良いのですが、きれいに復調するためのATTなどの操作による周波数のずれの影響があって、頻繁に同調ダイヤルを触って周波数の補正が必要です。
- 6) 周波数のメーターからの読み取りはお粗末で、待ち受け受信などは不可能と言って良いでしょう。どうしても待ち受けたいという場合は、SGや送信機を以て受信する周波数の電波を発生させて、その信号を受信してキャリブレートするようになれば何とかなるかも知れません。
- 7) AGCなどが無いのでラウンドQSOしている複数の局の信号に強弱の差があると操作がちょっと煩雑。
- 8) SSBではATTを絞って、再生を強くかけて発振を強くすると、引っ張り現象の軽減は出来ます。
- 9) 回路のトランスは、当初手持ちのアイテンドーのATD-T2Gを使用しました。DE-5000で測定したインダクタンスは472mH @1kHzでした。これを使用するとSSBを受信した場合に正しく復調できた時の前後の“モガモガ”は大変良く聞こえるのですが、なかなか正しい復調点に分からなくてとても苦労しました。検波の負荷のトランスのインダクタンスが小さいため音声帯域のゲインが小さくさらに低音が出てこなくて復調しづらかったと考えられます。後にオリジナルの回路に指定されている“ST-17A”に変更したところ、とてもうまく復調点が分かるようになりました。このトランスは1次側インダクタンスは約4.7Hで以前のトランスの10倍ありました。
- 10) 以前に作った真空管の1-V-2の検波段の負荷のチョークにも100Hとか200Hとかが必要で、当時入手できなくて適当なコイルを使っていたのですが、今考えると同じ様相を呈していたようです。
- 11) 世の中には低周波チョークやトランスを全く使用しない回路も考案されているので、トランスの入手が難しい、あるいは使いたくない場合は、そのような回路を検討するのも良いでしょう。ネットを検索すると出てきます。
- 12) 検波部は電源電圧に対して非常に敏感で、スピーカーなどを接続して音を大きくするとオーディオアンプに流れる電流で電源電圧が変動して、復調音が引っ張られることがあります。電源、GNDの配線には注意が必要です。
- 13) 検波コイルの直前にATTVRが入っています。信号を減衰させる目的では十分動作しています。しかし、このVRを操作すると受信周波数がずれます。SSBでは了解しづらくなるほどずれます。従ってATTVRを触ると同時に同調も補正しないといけません。このことは以前の1-V-2の時に判明していたのですが、今回忘れていました。1-V-2ではANTと検波コイルの間にRF Ampが存在するのでATTの影響はずいぶん軽減されますが、今回のように検波コイルに直接ATTVRが接続される場合は顕著です。実験して確かめましたがここには入出力のインピーダンス一定の π 型あるいはT型のアッテネータを使用すると周波数ずれはかなり良好になりますが、ゼロにはなりません。今回は場所が無いのでそのままVRを使います。
- 14) 一般に再生受信機は再生をかけて検波コイルのQを上げることによって、選択度を良くし、ロスの減少による感度の上昇を得ます。しかし、SSB/CW受信時は再生を多くする事で回路を発振させ、それと信号とビートをとって復調しているのですが、前記の性能向上は発振ギリギリの所では感じます。発振強度を上げてしまうと単なるダイレクトコンバージョン受信機になってしまっているのではないかと思います。本当はどうなっているのでしょうか。それでも結構良く聞こえます。

- 15) 参考に発振時のANTに漏れる電力をSPAで測定してみた所、本機では $0.1 \mu W$ ($-40dBm$)でした。隣の受信機でははっきり受信できます。再生VRの調整によって発振強度は変化します。発振電力の漏れ、ATTの受信信号への影響などを考えると、RFアンプを設けて1-F-1としたほうが良い様です。
- 16) 再生VRのための単なる $6\phi - 6\phi$ のシャフトカップリングを秋葉原の部品屋さんで探したのですが、売っていませんでした。以前はパネルとシャーシを固定する三角板がありませんでした。まあ、今更の感はあるのですが、次はこんなものも自作しないとイケないのかな。
- 17) 自作でAM/SSBの信号が了解できる受信機が(比較的簡単に)作れたという、楽しい経験でした。

9. 写真



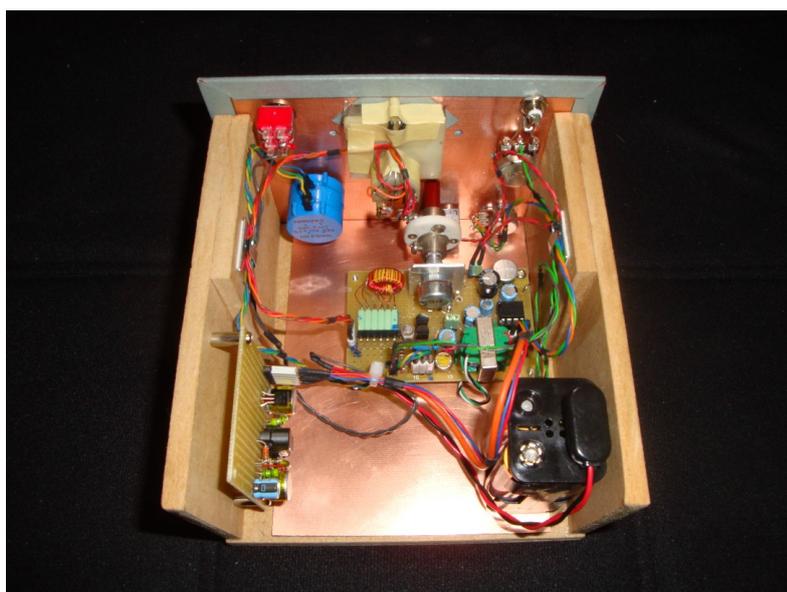
大きさは約 133*100*136 (横*縦*奥)

同調ノブは大きすぎ(約57φ)だが他に手持ちがなかった。

しかし、これはこれで選局しやすい。

周波数の目盛りは50kHz間隔で、目盛りの直線性は良くありません。左端が詰まっています。メーター単体の直線性も悪いです。何せラジケーター……

パネルは百均の色画用紙にプリンタで文字を印刷。それをパネルにスプレー糊で貼り付け。



筐体は百均の6mm厚 MDF板。底板と両側を接着、生プリント基板を1枚敷き、その上にジャンメ基盤を取り付け。パネルは生プリント基板を加工。

メインの基板(中)とDCDCコンバータ(左下)の2枚構成。

再生VRはL金具に付けて基板にネジ止め。シャフトはベーク棒。カップリングは手持ちでタイト製ですがこんなものありません。

再生VRの左に検波コイル。周りに配線などが来ないように。



ハコを作って入れました。スピーカーを本体と別に接続するのは億劫なので箱を少し大きめにしてスピーカー(D≒5cm)を内蔵しました。一応密閉に近くなるように作りました。大きさは約 150*175*148 (横*縦*奥)

スピーカーグリルは、料理用竹串を加工して作りました。飾りです。ちょっとナナメに付けてあります。

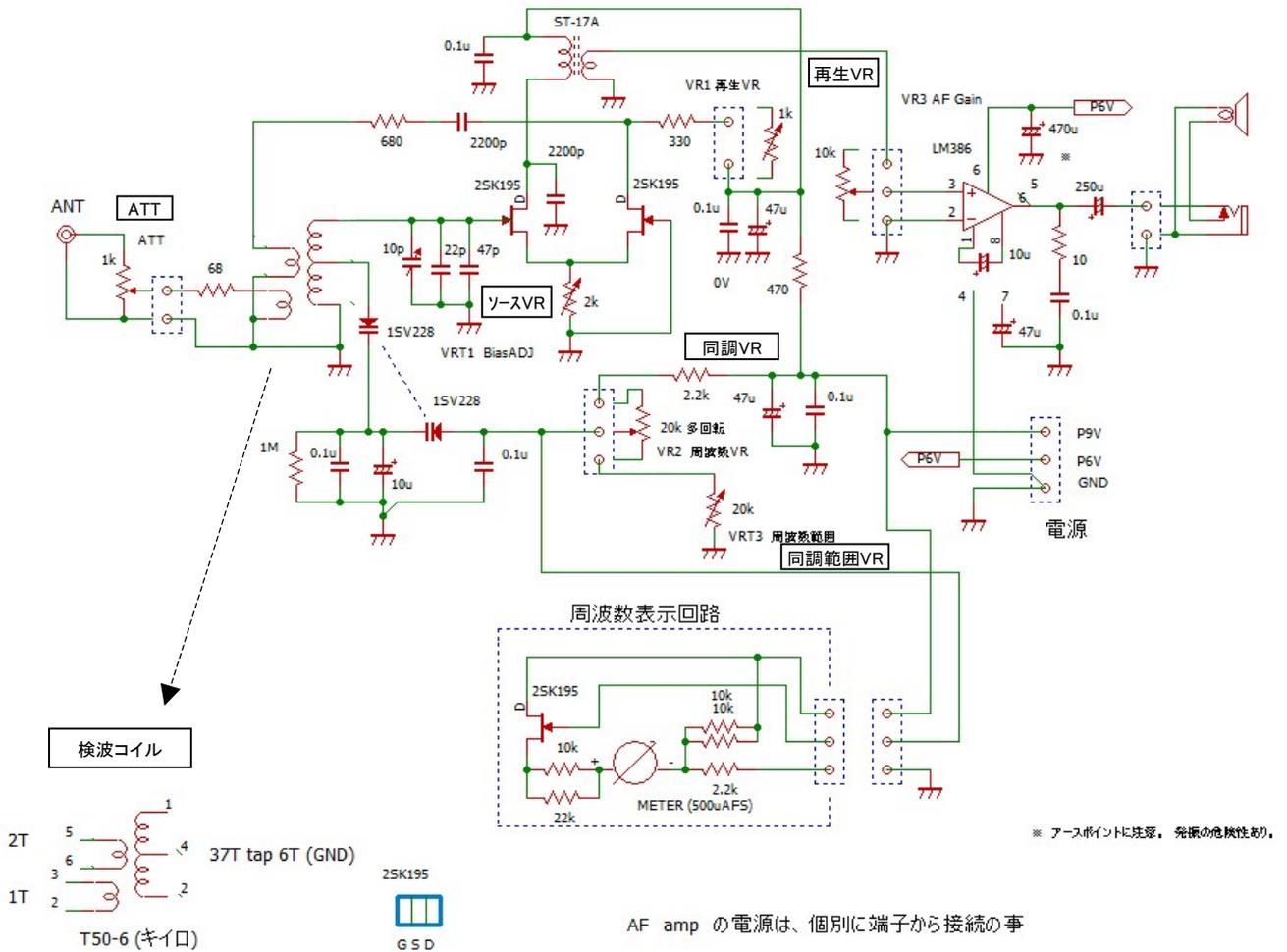
塗装が必要ですが、丁度良いスプレーが無くて、しばらくこのまま。

- ・ちゃんと塗装してから写真とれ。
- ・ツメめが甘い。

はい、ごもつともです。どうも性格で……。

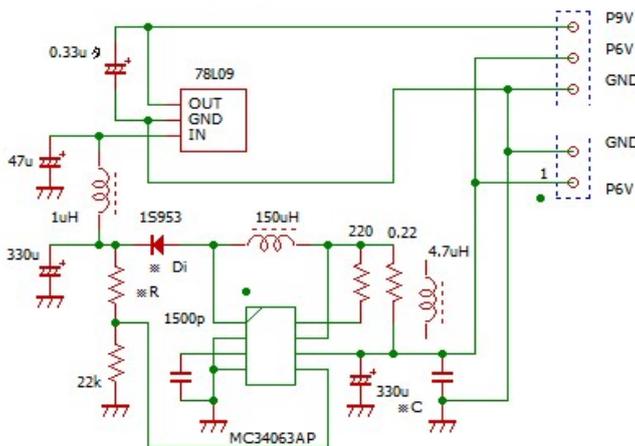
付1.

今回製作した本体回路図（オリジナルより変更）



電源回路図

昇圧コンバータ（6V→12.5V）



← 単3電池*4個直列。6V。

※ Di: 本来であれば Fast Recovery ダイオードを使用するが今回は電流も少ないのでシリコンで代用

※ C: 1uF セラミック

※ R: 100k+39k @9V
(100k+100k)/2.2M @11.74V

0.22Ωの代用として 4.7uHのコイル(約1Ω)使用

出来るだけ間違いないように注意していますが
間違いがあったらご容赦ください。

付2. 発振確認について

再生受信機は、発振していない状態から発振している状態にスムーズに移行できる事が大切で、このポイントが受信周波数範囲内で再生調整素子(ここでは再生VR)によって行われるようにしないとイケません。そのためには回路が発振しているか否かの区別が必要ですが、場合によっては難しいことがあります。

次のような観察があります。(世の中の再生受信機がすべてこのようであるかどうかは分かりませんが本機ではそうになりました)

- 1) ANT端子にスペクトラムアナライザ(SPA)を接続します。回路が発振していれば当該周波数で画面にピークが現れます。再生VRを回せばある点から発振し始めることが明確に分かります。
- 2) ANT入力が無い場合(Ant端子をショートする)は、再生VRを回してもAF出力が変化しないことが多い。たとえ再生VRのある点で発振し始めてもスピーカー(=AF出力)の音が変わりませんので、どこからか発振が始まったかあるいは発振していないかが判断できません。
- 3) ANT入力としてSG等で受信周波数範囲内でキャリアを入力した場合、回路の状態が
 - ①全く発振していない状態、または再生VRが発振していない位置の時は、キャリアの周波数辺りをスイープしてもスピーカーの音は変わりません。
 - ②発振したままの状態、または再生VRが発振している位置であれば、キャリアの周波数辺りをスイープすればスピーカーからビート音が聞こえます。この状態で再生VRを回せばビート音の様子で発振または停止が分かります。

実際には前項1)のSPAを使えば効率的ですが、SPAは使用できない場合が多いのでその時は、

- 1) ANTに実際のANTを接続。
 - 2) ソースVRを0.5k Ω ~ 1k Ω に設定。
 - 3) 大よその受信周波数に同調。(7MHzでは空中状態の変化があるが、実際は誰かom air している)
 - 4) 再生VRを回して、ノイズや信号がいきなり大きくなる点が移行ポイントです。
- このポイントがわかれば、後は受信周波数を変えて移行ポイントの変化を見るとか、ソースVRを回して再生VRの発振する位置を変えれば、受信周波数の全域にわたって移行が可能になります。

ただし、再生コイルの極性が間違っていると、何をやっても発振は起きません。

- 4) で移行点が見つからなければ再生コイルの極性を反対にして試してください。

付3. オリジナルの回路図とその調整方法

下記のように検索してください。

ホームページ “HF AM通信へのお誘い” → menu (左上) → ctrl F 検索 boxで JA1IXI を検索

いくつか項目がありますので、皆見てください。

以上