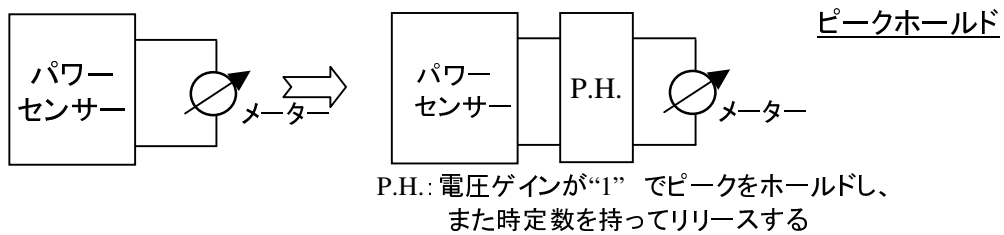


1. 初めに

SSBで送信する時、強力なコンプレッサーやクリッパーを使用しないでおしゃべりしている状態では、一般の通過型電力計ではフルパワー状態の1/3から1/5程度までの針の振れが多い様です。ちょっとさびしいのもっと盛大にメーターが振れるように、別にピークホールド機能を付けた電力計を付けました。レポートを書くような題材でも無いのですが、テストしてみたので様子を記します。

2. 方法

実現方法は、メーカー製 SWR／電力計のメーターの前にピークホールド(P.H.)の回路を付けました。ただし従来の電力計でも、どちらかという改造に不向きなものがあります。(後出 付1. 参照)



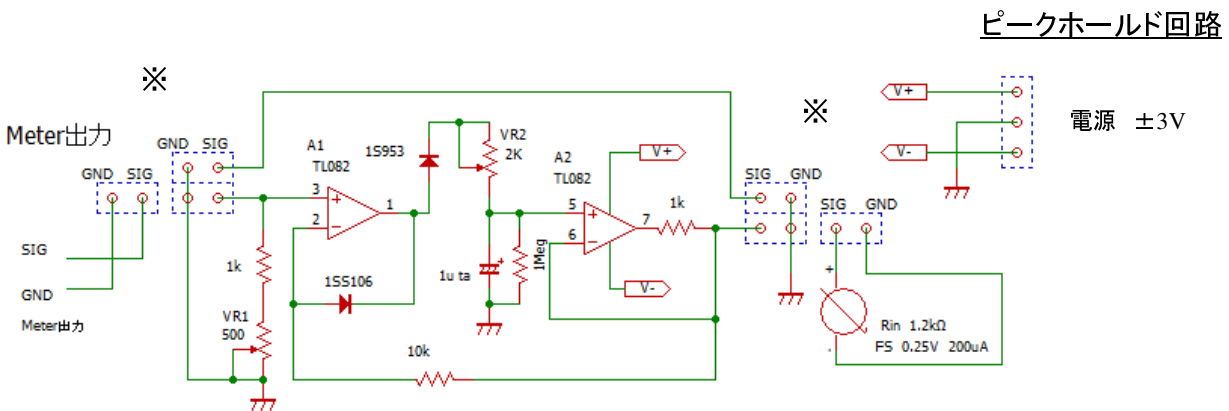
3. 回路

3.1 ピークホールド回路

まず改造するSWR／電力計(Welz SP-15M)の様子を見ます。このSP-15Mはローカル局からご提供いただきました。有難うございました。メーター単体でテストすると以下の様でした。

メーター ⇒ フルスケール電圧(F.S.) : 248mV 内部抵抗 : 1244Ω (200uA F.S.)

このメーターの直前にP.H.を付けます。このP.H.は一般的な回路です。ピークホールド／ノーマル の切り替えは付けなくて、常にピークホールド状態にしておきます。回路自体は一般的なものですが、扱う電圧が小さいので、設計が少しクリティカルです。P.H.はゲイン1 でパワーセンサーは元のままなので、精度、F特などはオリジナルとほぼ変わらないはず。



※の2か所のコネクタを差し替えることによって、テスト時などでピークホールド回路をbypassできるようにしてあります。

Op-Ampにどのくらいの性能が必要かという事を、とても凡そに考えると

- 1) この回路での誤差を 3% of F.S. と仮定して、200Wレンジで6W程度の誤差となる。
- 2) F.S. が250mVなので、3%は7.5mV。 A1、A2 のV_offsetは2mV程度でよい。
- 3) A2の入力は1MΩが接続してあるので、2mVの誤差を与えるI_biasは2nA。
- 4) 従ってop_Ampとしては V_offsetが2mV以下 I_biasが2nA以下。
- 5) 出力電圧範囲は実際は0~+250mVなので、汎用AmpでもOK。
- 6) 時定数のコンデンサは高インピーダンスで受けなければいけないし、バイアス電流が影響するので MOSかJFET入力で、オフセット電圧の小さめのop-Ampを使用する。
- 7) 電池で使用したいので±3V電源で動作すること。
- 8) ここではちょっと古いタイプですが、手持ちのJFET入力アンプTL082を使用しました。

3.2 電源について (回路図 次ページ)

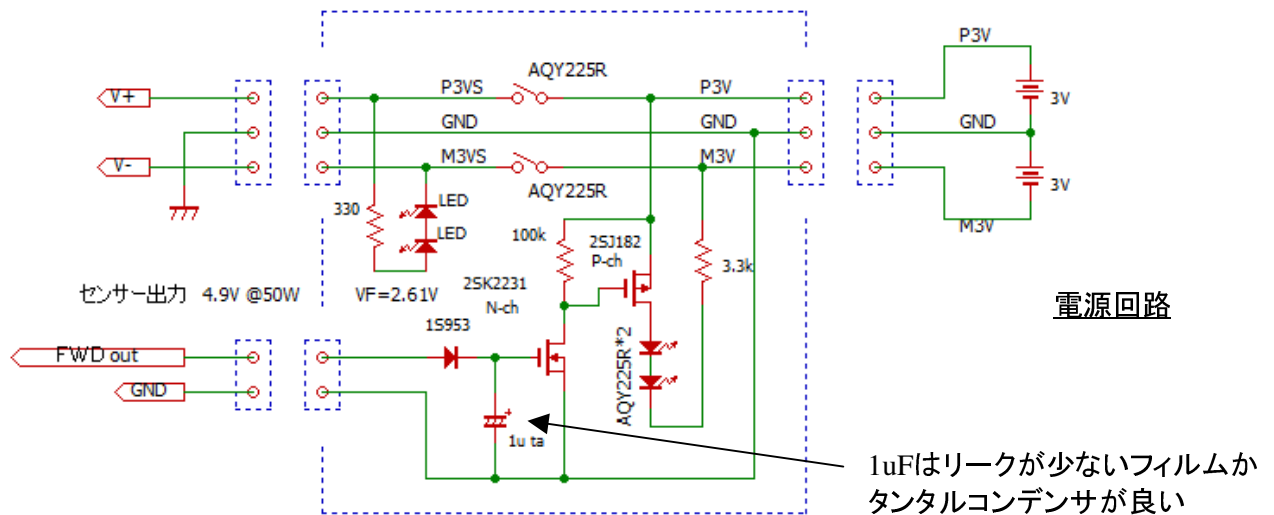
電源は単3電池4本で、±3Vとして使用しています。一応アルカリ電池を使用しています。当初は電源SWも付けなくて、つなぎっぱなしのつもりでしたが、1日長くて1~2時間しか使わずにあとは無駄に放っておくのもどうかと思い、自動電源SWを付けました。送信時のパワーセンサー出力電圧で電源をonします。あとはパワーセンサーの出力が無くなってから適当な時間で電源が切れます。ただし次のような特性があります。

- 1) 電源offまでの時間のばらつきは大きく、数分から数10分です。これは時定数が部品のリーク電流に依存しているためで、温度、湿度、部品のスペックなどによって大幅に変化します。送信電力によっても電源offまでの時間は変わります。しかし、実際は数10秒間 on になっていればよいので実際に問題になることはありません。
- 2) 電源onにはピークで5W以上程の電力が必要です。回路を工夫すると小さくできそうですがHFの50W程度の送信機につなぎっぱなしで、SSBの電力を見ただけなのでこれも問題なしです。
- 3) 電源on時や送信中にも電源保持用の1uFをチャージする電流がパワーセンサーから流れることになりませんが、頻度が低いため無視しました。
- 4) 送信時のパワーセンサー出力のみでしか電源onはできません。また、電源offの時はP.H.は動作しないのでメーターは振れません。
- 5) 電源表示のLEDをメーターの裏側に付けました。電源onの時はメーターが光ります。電流をケチって少なくしたので、光ると言っても暗闇でやっと目盛が読めるかどうか程度です。明るくするのはLEDの電流を増やせばいいだけです。
- 6) 電源6VでLEDを2個(VF = 2.6V * 2 = 5.2V)点灯しているので、電池が減ると暗くなりそのうちに光らなくなるはずですが(未だそこまで電池を使っていません)。
- 7) この回路には手持ちのMOSFETを使用したため、ドレイン電流の大きなもの(数Aクラス)が使われていますが、扱う電流は数mAですのでこんなに大きいものは必要ありません。

動作は次の通りです。

電源onになるセンサー出力 : $\approx +1.3V$ 7MHzでキャリア出力5W程度で電源onする。
電池の電流はLED($\approx 2mA$)を含んで

動作時	+3V: 4.8mA	-3V: 4.6mA
off 時	+3V: 0mA	-3V: 0mA



4. 調整 (1ページの回路図)

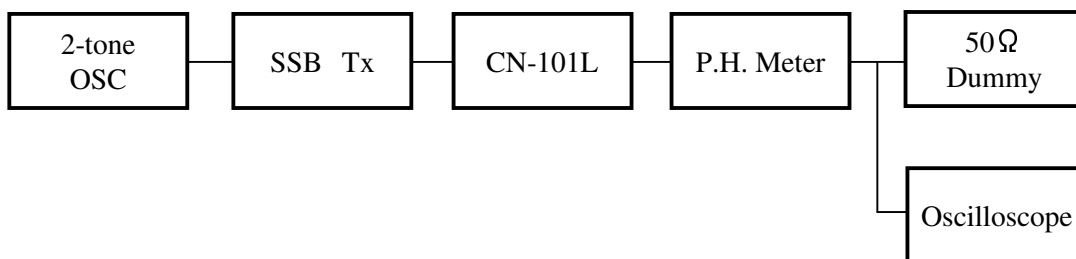
- 1) メーター単体の抵抗値をデジタルテスタで測定します。アナログテスタでは Ω レンジで測定した時に(測定電流が大きい為)メーターが振り切る、あるいは壊す可能性がありますので使用しない事。
- 2) op-ampをソケットから、meter出力のコネクタを抜いてソケットのpin3とGND間の抵抗値をメーター単体の抵抗値と正確に同じになるようにVR1を合わせます。その後ICとコネクタを元に戻します。
- 3) VR2はメーター針の行き過ぎ(慣性か?)を低減するためにと、コンデンサのチャージ電流を制限するために入れましたが、VR2を回してもメーター指示は変わるように見えないので適当な位置(300 Ω 前後)に固定してあります。無くてもいいかも。
- 4) 電源回路は正しく配線されていれば調整は不要です。

5. テスト

5.1 SSB 2信号におけるテスト

SSB2信号出力に於て、オシロスコープと P.H. meterを観測します。

2-toneテスト構成



5.1.1 テスト方法

- 1) 上図のように接続します。
- 2) 2つの電力計は直列に接続し、その間を約2mのRG-58Uで接続。
- 3) Txを歪みが少ない(<25dBc) 出力値にセットします。
- 4) 測定周波数は7.1MHz。約700Hz、2kHzのAFの2-toneを使用。
- 5) オシロスコープのピーク電圧と P.H. meterの電力表示を観測します。

5. 1. 2 観測結果

CN-101L : 24W

SP-15M (P.H.) : 71W

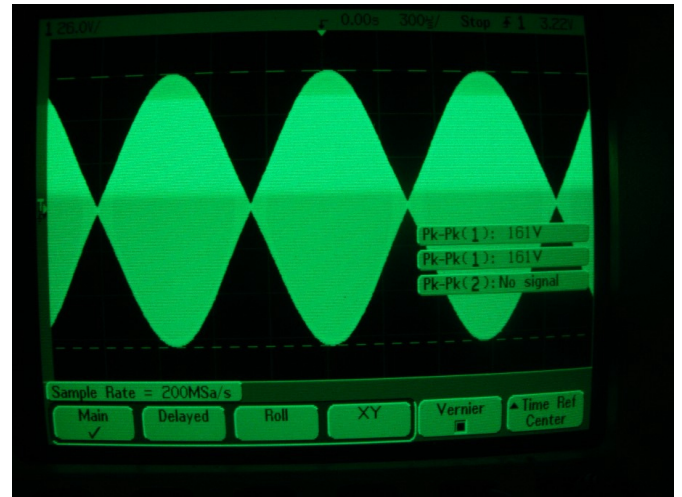
電圧波形 : 161Vpp

測定器 : HP54622D(100MHz)オシロスコープ

電圧波形から電力を求めます。

$$\begin{aligned} \text{PEP電力(W)} &= (V_{pp}/2\sqrt{2})^2 / \text{Dummy} \\ &= (161/2\sqrt{2})^2 / 50 = 64.8 \text{ (W)} \end{aligned}$$

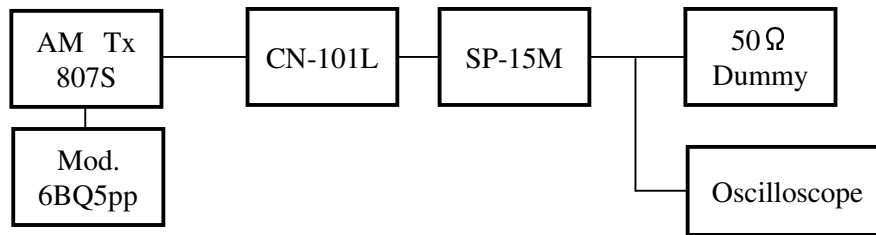
SP-15M (P.H.) との比は $71/64.8 = 1.096$ で
SP-15M(P.H.)の方が約1割大きめの電力として
表示されました。



5. 2 AM変調波形でのテスト

AM変調の尖頭値の電力を実測してみます。

AM変調テスト構成



5. 2. 1 テスト方法

- 1) 送信機: 807シングル 変調器: 6BQ5pp 出力10WのAM送信機使用。
- 2) 2つの電力計は直列に接続し、その間を約2mのRG-58Uで接続。
- 3) 100%変調に近く、変調波形が歪まない程度に変調を調整。変調信号: 約2kHzサイン波。
- 4) 変調時に プレート、ロード、グリッド電流を、出力が最大になるよう調整。波形が歪んでない事。
- 5) Mod_off は変調器のマイクアンプのVRを最小に設定した。
- 6) 測定周波数は7.195MHz。
- 7) 送信して各電力計の変調時電力(Mod) 無変調時(Mod_off)の電力値を読む。
同時にDummyの電圧波形を、帯域100MHzのオシロスコープで測定。

5. 2. 2 結果

AM変調波形テスト

SWR/電力計	Mod. (Watt)	Mod_off (Watt)	Mod./Mod_off
SP-15M (P.H.)	48.0	15.0	3.20
CN-101L (AVR)	12.5	12.0	1.04
(PEP)	14.3	12.0	1.19

CN-101LはDAIWAのSWR/POWER計
Mod_offはキャリアのみになります

SP15M (P.H.) : Welz SP-15M ピーク電力表示改造

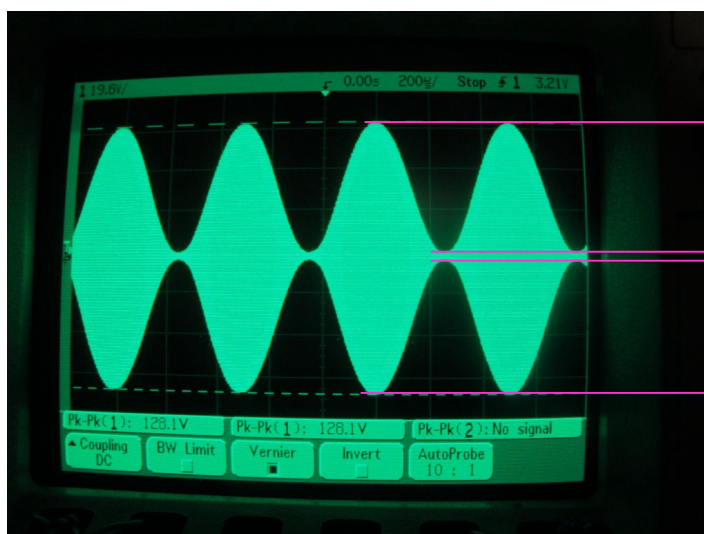
CN-101L (AVR) : DAIWA AVRモード

(PEP) : DAIWA PEPモード

5. 2. 3 オシロスコープでの測定 (下図参照)

Dummyの電圧波形を、帯域100MHzのオシロスコープで測定。

- 1) 変調時/無変調時の電力の比を 以下単に電力比と呼んで計算します。
- 2) オシロスコープで観測すると
 - ①変調時pp: 128.1V
 - ②無変調時pp: 68.0V
 従って ①②の電圧比: 1.884 ①②の電力比: 3.54 変調率: 94.1% でした。
- 3) 本機(SP-15M)の測定では電力比では3.20で、オシロスコープから計算した値との比は $3.20 / 3.54 = 0.90$ となって 10%ほど電力計のほうが低い値を示しました。
- 4) DAIWAのPEPモードって何なのでしょう。



AM変調時の波形

A: 65.3mm (128.1V)

B: 2.0mm

$$\text{変調率 (\%)} = \frac{(A-B)}{(A+B)} * 100 = 94.1 (\%)$$

6. 結論

- 1) SSBの尖頭値を表示するような通過型電力計ができました。
- 2) AM波形でテストしましたが、オシロスコープで計測した結果に近い状態でした。
- 3) 通過型電力計はパワーセンサーを含めて、精度が高くないのでこんなものでしょう。

7. 感想など

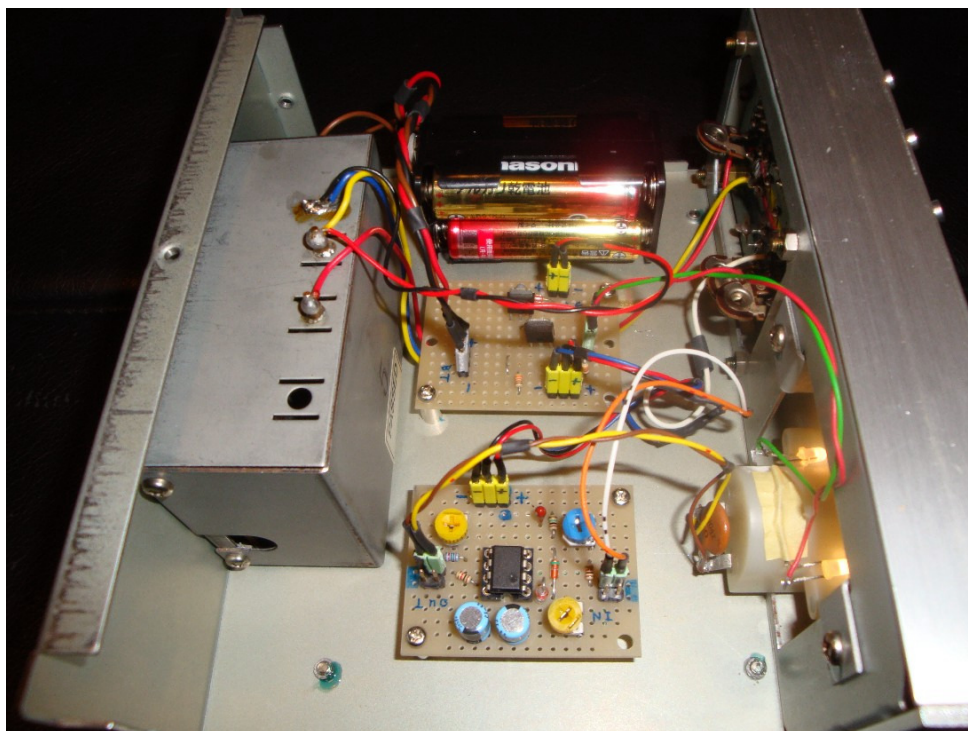
- 1) 従来からのモニター用のSWR／パワーメータのCN-101Lと常時直列に接続して使用しています。
P.H.のon/off SWを付けなかったために、常時P.H.モードなのでPEP電力モニター専用になりました。
- 2) 通過型電力計でメーターの左端でこちょこちょ針が動いていたり、レンジを上げたら右端で針がぶつかったりはしなくなりました。
通常は200Wレンジで半分程度(50W～70W)フワフワと針が振れます。
- 3) ピークホールドといってもそんなに長い時間ホールドしているわけでもなくて、数秒待てば針が戻って来てSWRなど測定できます。しかしメーターを見ながら何か調整をするような用途にはちょっと億劫です。
- 4) 送信している時間は少ないので、ほとんどの時間はお休みです。それで電源は電池にしました。いちいち電源SWをon/offするのも面白くないのでちょっと自動電源on/off回路を考えました。電源SWとかピークホールド／ノーマルとか、SWを付ければ元の機能を完全に復元できますがパネルキャリアパネルに穴をあけるのもちょっと面倒です。
- 5) 他の機種の場合に回路を流用する場合は、メーター感度と電源電圧に注意が必要です。
- 6) アマチュア用電力計の精度は±5%とか±10%が多いようです。
有名なBird43なども精度は ±5% of Full Scale と規定してあります。つまり100W F.S.では±5Wの誤差です。低い電力だと結果的に誤差が大きくなって10Wを同じエレメントで測定すると5W～15Wの測定値でも規格内です(実力はもっと良いでしょう)。電力計に限らず一般にメーター類はできるだけ測定値がフルスケールに近くなるレンジを選んで測定する方が精度は向上します。
事程左様に電力測定は、パワーセンサの周波数特性などを含んでいるので広い周波数範囲で精度を保つのはそれなりに難しそうです。アマチュア無線などでは10%や20%程度送信電力が変わっても通信能力はほとんど変化しないようです。
ただし、送信機やリニアアンプなどの出力電力が10%も違って測定されたら、効率の点等でこれは問題になりかねませんね。
- 7) これはSP-15Mのメーターですが、例えば200Wレンジの目盛で50Wと60Wの間は針5本分位です。針1本で2W程度変わるわけで、精密に測定することはなかなか困難です。



SP-15Mのメーター
(P.H. 動作時)
この時は照明
LEDは付いていま
せんでした

- 8) メーターにLEDが付いていますが、何か電源onの表示が無いと面白くないので付けました。
現在では送信終了から2分～10分位の間点灯しています。この時間は前述のように大幅に変わります。省略すれば1mA程電源電流が減って、電池がその分長持ちします。
- 9) 回路で一か所ダイオードに1SS106が使用してありますが、1S953などの汎用シリコンダイオードでも良いと思います。(テストしていませんが)
- 10) 実使用ではop-Ampのオフセットが原因で、メーターゼロが針1本分くらいずれることがあります。(前ページ写真) また指示にオーバーシュートが発生する場合があります。
さらに6)7)に述べた様なこともあります。おおよその尖頭値を表示するモニタとしては十分に
当分このまま使用します。

8. 写真



内部の写真

- 1) 回路が簡単なので小さいジャンメ基板に実配しました。
- 2) 2枚に分かれているのは、別々の時期に作ったためです。もう少し大きい1枚の基板にした方が面倒が少なくて良いでしょう。
- 3) 奥の基板が電源、手前がピークホールドの基板です。
- 4) ピークホールド基板の左上のVR(キイロ)は使っていません。
- 5) メーターの裏側に電源onで光るLEDを付けました。LEDのリード線をマスキングテープで固定していますが、力がかかるような場所では無いので良いでしょう。

以上

付1.

メーカー製 SWR／電力計メーターの中には、この追加に不向きのものがあります。

今回は電力計としての使用方法なので、

- ・最近の電力計は電力レンジを指定すれば、計測周波数を変更したとき誤差範囲内で正しい表示をします。古いタイプではフルスケールの電力レンジや周波数によって校正用ボリュームの値を設定する必要がある製品があります。このようなタイプでは、周波数や電力レンジを変更する度に校正用ボリュームを設定し直さなければならず、使用に当たっては操作が煩雑になります。それらの操作を許容すればP.H.メーターとして使用できます。