

Poor man's PLL Sweeper – Performance

お手軽 PLL スイーパー – 特性

武安義幸 / JA6XKQ

性能測定

スイーパーを作ること自体が目的ではなく、アンテナなどの測定の手段として必要に迫られて作った手前、一応の測定ができたのでスイーパーの性能確認を永らく放置していました。次の測定に備えて性能確認を行いましたので、ここにまとめておきます。結果、「結構使えるな」と感じる反面、「こことあそこを改良せねば」と、課題の待ち行列が又ひとつ増えてしまいました。

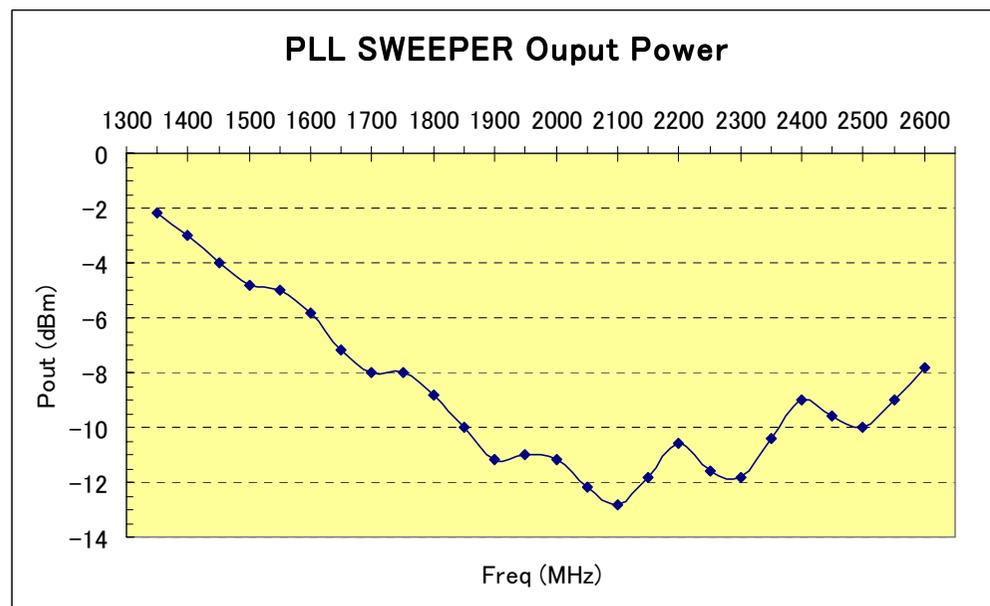


図-1 : 出力レベル周波数特性

出力レベル周波数特性

出力レベルの周波数特性を 図-1 に示します。最大で約 10 dB の周波数特性をもっています。

10 dB 程度の周波数特性は、覚悟はしていたものの、「ちょっと大きいなあ」というところです。これまでの使用では、レベルの読取りは絶対値読取りではなく、アッテネータを用いての相対値読取りを行っていたので、この周波数特性は(置換法は面倒であるものの)特に問題とはなっていませんでした。次の課題として ALC を掲げる必要がありそうです。

周波数特性で気になる点は、周波数に対応して単純減少かと考えていたのですが、2100 MHz 以上で増加に転じています。また、約 200 MHz 周期でのリップルもあります。前者もリップルと考えると、その周期は約1600 MHzとなり、周波数特性には大小二つのリップルがあると見なせます。インピーダンスの不整合で多重反射を生じ、その結果のリップルと考えられます。大小二つの周期がありますので、2箇所での不整合を生じているようです。

内部構造と測定系を考慮すると、VCO 出力から F型コネクタまでのセミリジッド・ケーブルと、F型コネクタから出力レベルを読取ったスペクトラム・アナライザまでのケーブルがあり、これらの接続点でのインピーダンス不整合と推定されます。リップルの周期から計算すると、電気長としてそれぞれ 750 mmと 94 mmとなり、ケーブルの短縮率を考慮すれば、内部構造と測定系の各ケーブルの物理長とほぼ合致することが分かります。

通常の使用においては、インピーダンス補償の観点からF型コネクタの出力にパッドを挿入していますので、細かい周期のリップルは軽減されているでしょう。

問題は約 10 dBの大きなリップルであり、こちらは、出力レベルを欲張って、VCO 出力にパッド無しでセミリジッド・ケーブルを直結したことが祟ったようです。ALCを試す前に、VCO 出力にパッドを挿入し、再測定が緊急課題です。

出力スペクトラム特性

製作時に配慮した残留FM/位相雑音を確認するためにキャリア近傍のスペクトラムを測定しました。写真-1 から 写真-3 に周波数帯域の上中下での結果を示します。スペクトラム・アナライザの設定は、RBW = 3 kHz、H = 100 kHz/DIV、V = 10 dB/DIV、ビデオフィルタ無し。

帯域の下端(写真-1)では、かなりの残留 FM が生じています。一方、中域(写真-2)と上端(写真-3)での残留 FM は小さいものとなっています。周波数に依存して PLL 総合でのループゲインが変化しますので、これらの残留 FM の変化は致し方ないでしょう。使用しているチューナーの本来の用途からすると、「無いものねだり」ですし、PLL をいじるのは「ミイラ盗り」になってしまいます。

この測定結果から判断されることは、スイーパと対を成すレベル検出側の帯域(フィルタ)は、少なくとも 10 kHz以上(NBFM 用フィルタ)が必要であるという点です。

高調波特性

第2高調波特性を 写真-4 と 写真-5 に示します。周波数帯域の上限での特性は、スペクトラム・アナライザの測定帯域の制約と、高調波レベルが低い(使用目的では、、、)ことから、測定を省略しました。

周波数帯域の下端では、第2高調波のレベルは約 -5 dBc、中域では約 -22 dBc となっています。

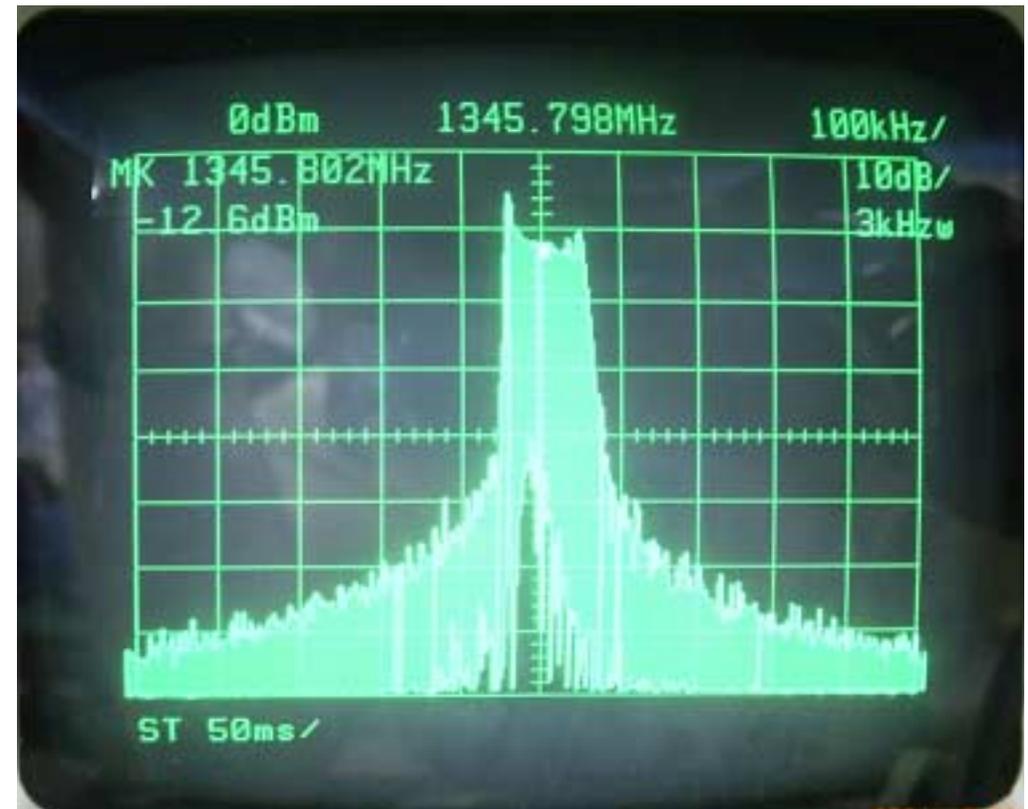


写真-1 : 出力信号のスペクトラム (fo = 1350 MHz)

レベル検出側で適切な帯域制限を行えば第2高調波の影響は除去できます。スイーパーの帯域が 1350 MHz から 2600 MHz なので LPF を入れることも不可能ではありませんが、「お手軽」思想に反しますし、レベル検出側に(本来、帯域制限のある)レシーバを用いれば済むことです。もし、レベル検出器として広帯域なダイオード・デテクタを使用する場合には、被測定物の帯域を考慮して、デテクタ前段にフィルタを入れることが必要かもしれません。

//
☆

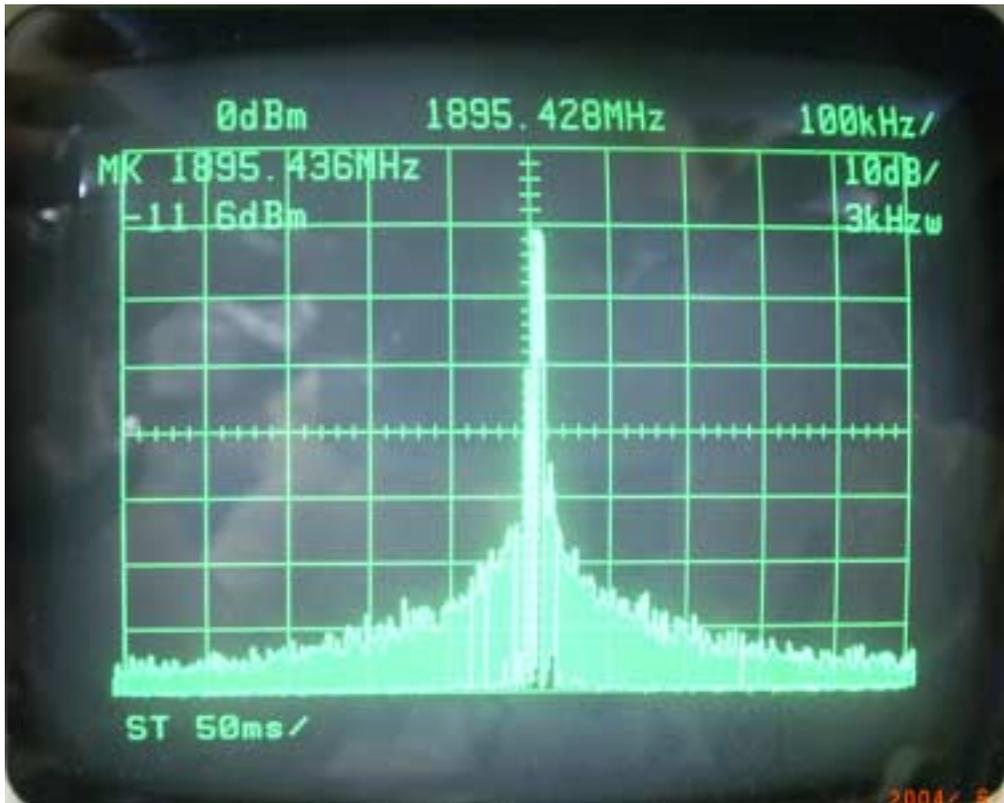


写真-2 : 出力信号のスペクトラム ($f_0 = 1900$ MHz)

(C) 2004 Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ

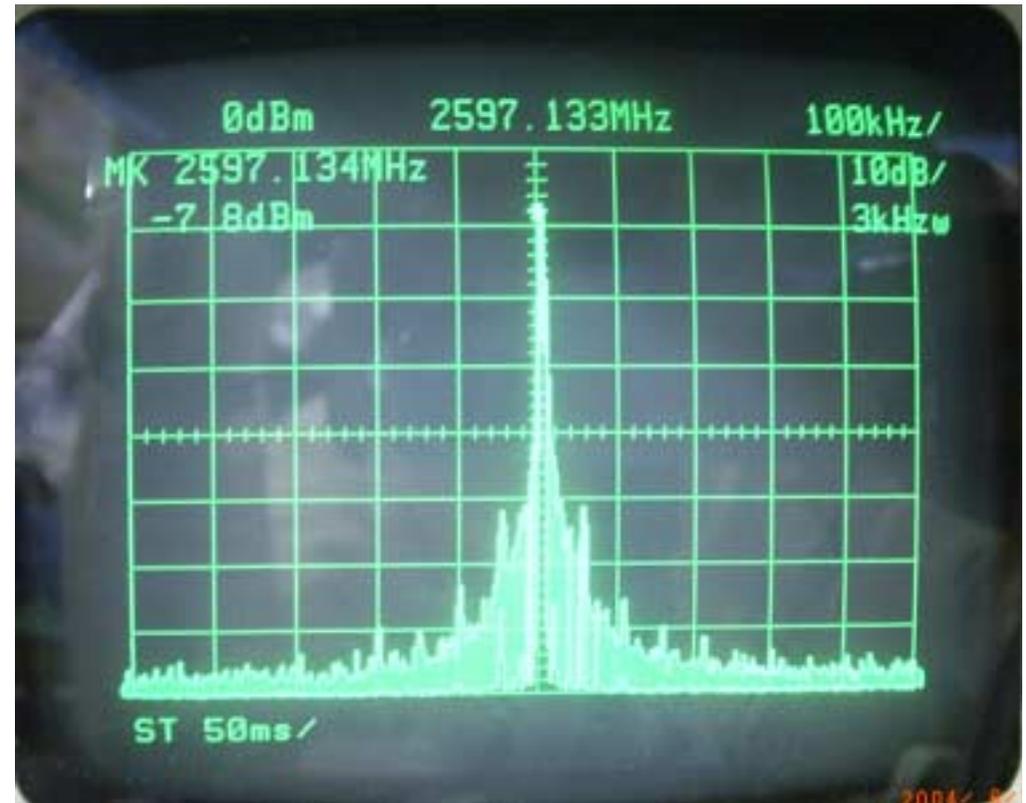


写真-3 : 出力信号のスペクトラム ($f_0 = 2600$ MHz)

(C) 2004, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ



写真-4 : 第2高調波 ($f_0 = 1350$ MHz)

(C) 2004 Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ



写真-5 : 第2高調波 ($f_0 = 1800$ MHz)

(C) 2004, Yoshiyuki Takeyasu / JA6XKQ