

DATV 用送信出力の最適化検討

JJ1RUF 佐藤秀幸

1. はじめに

マイクロウェーブミーティングに参加されている方々は、実績のあるマキ電機製トランスバータ(TRV)を使って DATV の運用をしていると思います。DATV 送信機の IF 出力電力(1200MHz 帯)は最大 2mW で、一般的な FM/SSB トランシーバと比較して 20dB ほど出力が低いため TRV の指定入力電力と合致しません。さらに QPSK は周波数帯域が 6MHz と広く平坦な特性なことから、DATV にあわせた調整が必要になります。DATV 送信機+IF PA+TRX を接続した時の送信出力を最適化したので報告します。

2. 送信系入出力特性

私は TRV にはマキ電機 UTV-5600B II B-L 50mW を使用し、コスモウェーブ製 PA(PM-M120CX)で約 15dB 増幅の後 TRV に入力しています。図 1 は DATV の出力設定値(Output Gain)対 IF 出力と PA 出力特性です。例えば設定値[10]の場合、DATV 出力 0.96mW /PA 出力 28mW となっています。(注:横軸が DATV 出力設定であるため、直線性が悪く見えますが問題ありません) 図 2 は、TRV の IF 入力対 RF 出力特性です。IF 入力 25mW で 5.6GHz 50mW の規定出力の後飽和領域になります。また、IF 15mW 付近で出力の傾きが増える特性は、Mix Di の 2 乗特性に起因していると思われます。

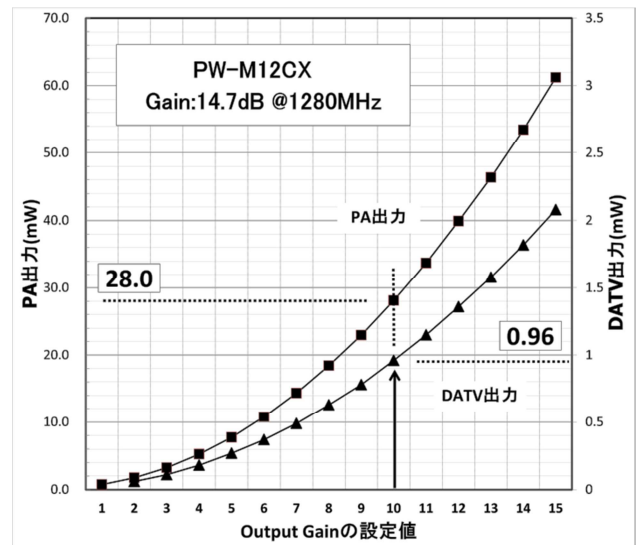


図 1: DATV/PS 入出力特性

3. 送信 IMD 特性

図 3 は TRV RF 出力のスペクトルです。中心の左右に段差を生じます。この段差は、送信系の直線性に起因する相互変調歪(IMD)で最初の段差が第 3 次 IMD(3rd)、次が第 5 次 IMD(5th)になります。IMD(3rd)は入力電力を増減すると変化し、図 3 のように入力 5mW:-37dB、10mW:-29dB となりました。

図 4 は、さらに入力を増加させ IMD(3rd):-20dB のスペクトルです。段差がさらに増えて第 7 次の IMD まで発生しています。送信シンボルレートは、6000ksps、周波数帯域は 6MHz ですが、この電力設定では IMD(3rd):18MHz、IMD(5th):30MHz の帯域成分が無視できなくなります。

次に TRV への IF 入力電力に対する IMD(3rd)の値を測定して図 5 にまとめました。

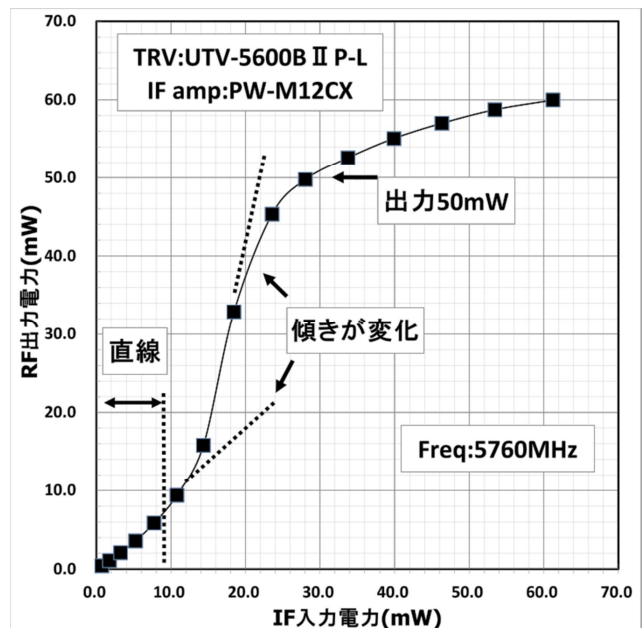


図 2: TRV 入出力特性

この結果 IMD(3rd):-30dB にする条件は、IF 入力を 9mW 以下となりました。

4. IMD(3rd)を最適する設定

TRV の ATT の設定条件と IF PA のゲインにより設定値は変化しますが、私の送信機器条件では、

DATV 送信機 Output Gain=[5]となり、この時の DATV 出力 0.27mW TRV IF 入力 7.75mW としました。また、図 2 より、IF 入力 15mW 付近で入出力の傾きが変わり IMD(3rd)が大きく変化するため、この変化点より IF 入力電力を少なくする設定が必要になります。

5. Constellation(コンステレーション)

一般に IMD(3rd):-30dB を目標にするとの指針があります。これを確認するため、TRV 出力と RX Converter + Tuner を直接同軸で接続して伝搬による歪を無くし、Tuner の受信強度が一定になるように ATT 値を調整して IMD(3rd)と Constellation の関係を測定しました。

この結果、図 6 のように IMD(3rd):-30dB をしきい値に、Constellation の各シンボル軌跡が変化して、軌跡のバラツキが大きくなることを確認しました。

IMD(3rd):-30dB を超えるとシンボルの軌跡が放射状に広がり、形状が円から楕円に変化します。一般に各シンボルの軌跡が広がると受信時のビットエラー率(BER)が悪化します。測定では、各 IMD で受信強度:80dB μ V、C/N:10.5dB、BER:1.0e-11 に安定しているためブロックノイズが発生することはありませんが、IMD(3rd)を適切に設定しない場合、実受信環境でブロックノイズが発生しやすくなります。たとえば、受信強度が強力にも関わらずブロックノイズが発生しやすい場合には、IMD(3rd)の確認が必要です。

6. まとめ

DATV 送信機+IF PA+TRV を接続した状態で、入出力特性と IMD(3rd)特性を測定し、Constellation より DATV に最適な IMD(3rd)値-30dB になる設定条件を検討しました。この結果 DATV で使用する QPSK で 6MHz の広帯域特性に合わせるためには、IF 入力電力を規定値より下げ、直線性の良い領域を使用する設定を確認しました。

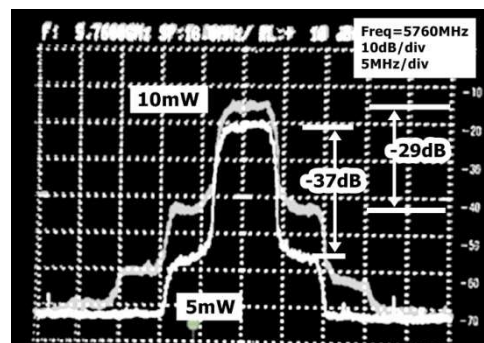


図 3:出力電力による IMD の変化

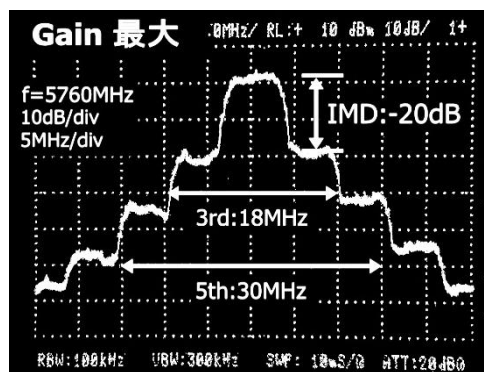


図 4:最大出力時の IMD

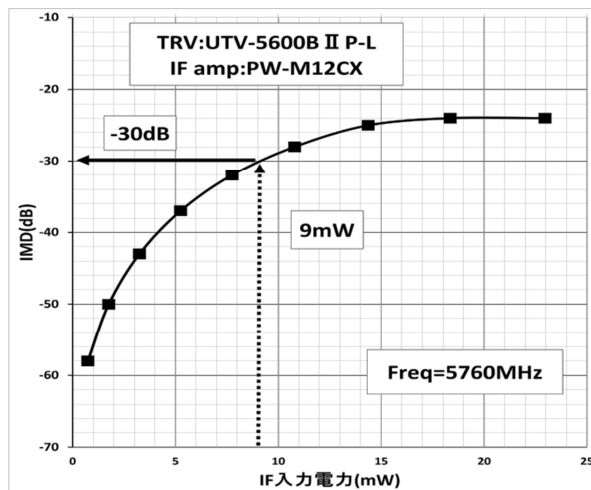


図 5:最適な IMD となる IF 入力

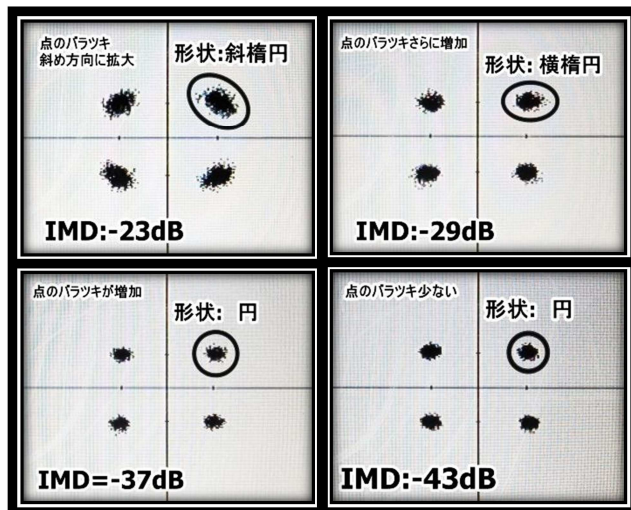


図 6:各 IMD 値での Constellation 軌跡の変化