

TRX-305A キットをご購入いただき、ありがとうございます。さっそく何名かのユーザから、問題点を指摘されております。対策できるものは、順次対策をしていきたいと思っています。

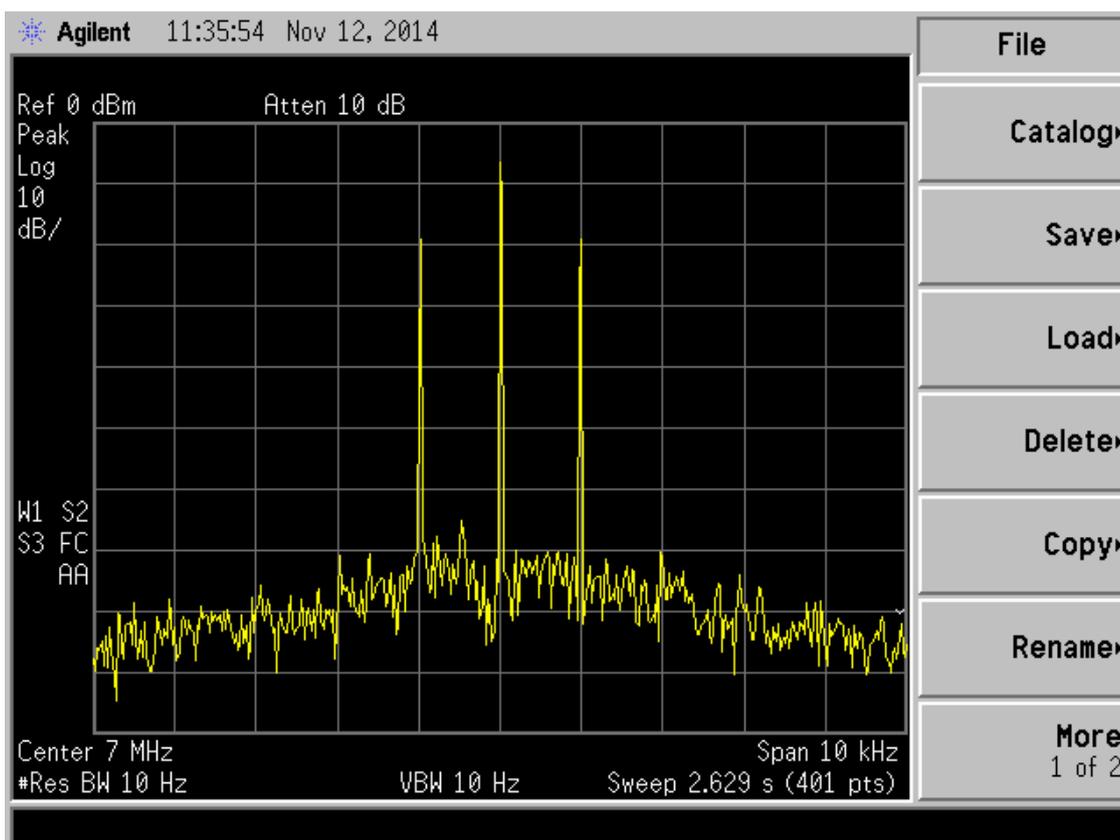
今回はそのなかでも、特に問題となりそうなバグに関して対策を行い、新しいファームウェアならびに、変更分の FPGA のソース・コードを公開いたします。

1. 問題点

送信時、マイクから 2 信号を入力すると、帯域内のスプリアスが多いとのことでした。ユーザから送っていただいたスペクトル・アナライザの写真を見ますと、確かにノイズ・レベルが上がっているように見えます。

2. 確認

まずは、モード AM, 50%変調で、内部 TONE (1kHz) で変調をかけた場合のスプリアスを調べました。



特に問題はありません。

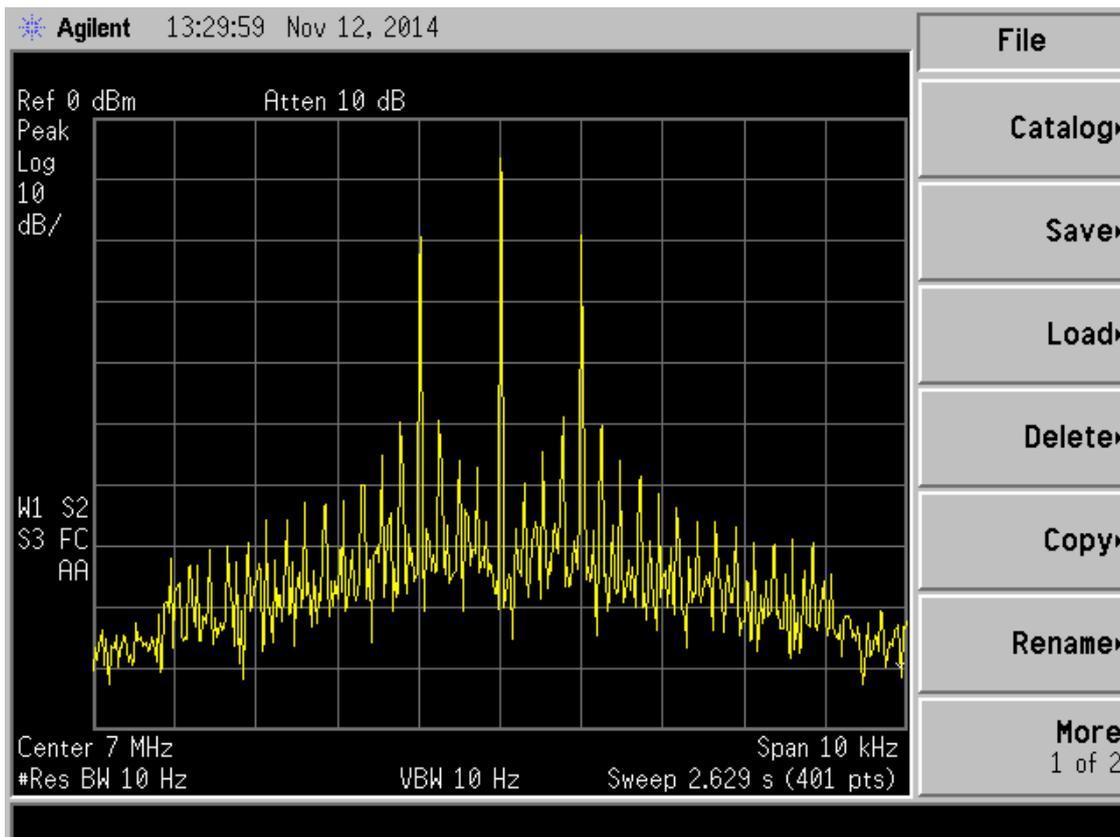
このテスト TONE は、DDS のクロック 1GHz の 1/31,744 の 31.502kHz, すなわち送信のサンプリング・クロックで生成されています。ここで、マイクから信号を入れた場合は、マイク信号のサンプリング・

クロックは送信のサンプリング・クロックではなく、受信サンプリング・クロックで動作しています。

$$65\text{MHz}/2048=31.738\text{kHz}$$

すなわち、送信のサンプリング・クロックとマイク信号のサンプリング・クロックが非同期になっています。当初、これは問題であることはわかっていましたが、マイクの信号なので、聞いたときはわからないだろうと思ってそのままになっていました。しかし、測定器で見ると、この非同期の歪みははっきりと見えます。

そこで、テスト TONE を送信のサンプリング周波数 31.5kHz から A-D コンバータのサンプリング周波数 31.7kHz に FPGA の設計を変えて、同じく AM 変調したスペクトルを見てみました。



ユーザのご指摘どおり、かなりスプリアスが出ています。スプリアスの間隔を見ると約 200Hz であり、31.7kHz-31.5kHz のサンプリング周波数の違いで出ているのは明らかとなりました。

3. 対策

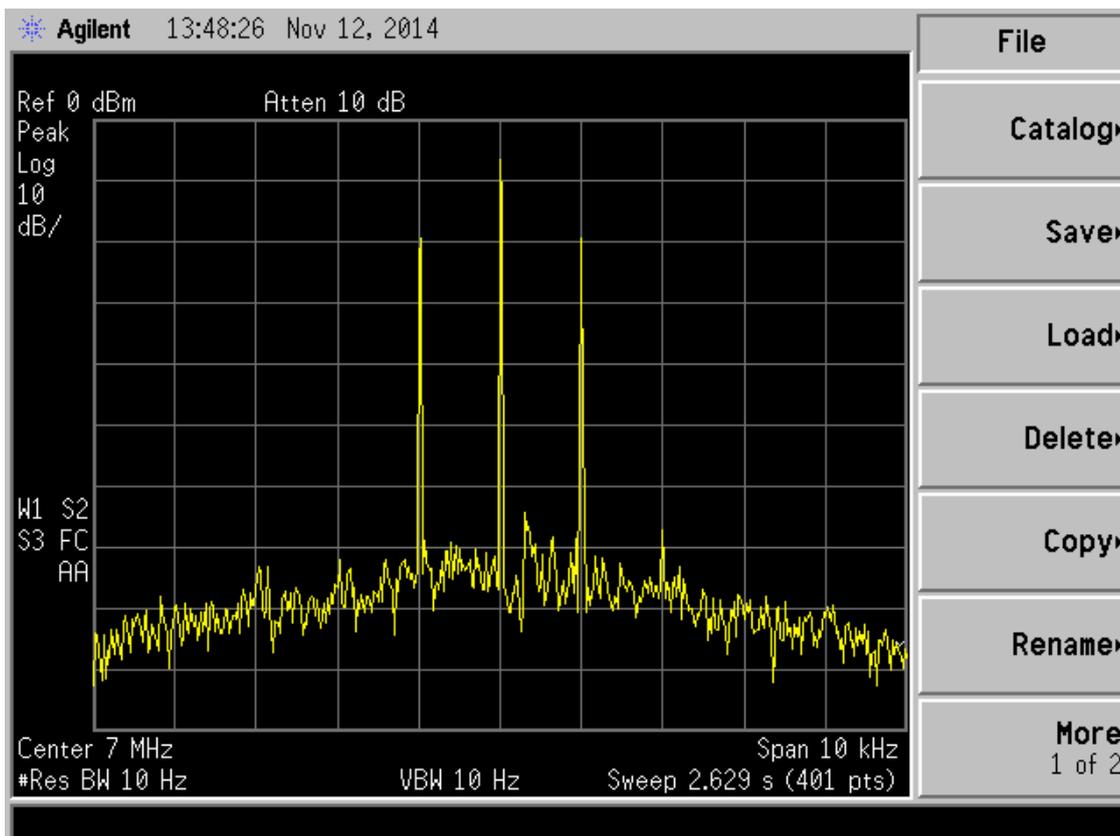
もっとも簡単な対策は、A-D コンバータを 31.5kHz のサンプリング周波数で動作させることですが、回路上それはできません。そこで、FPGA の回路で対策することにしました。31.7kHz を 31.5kHz のサンプリング周波数に変換する、サンプリング・レート変換回路を入れることにしました。

レート変換は、31.7kHz の信号を 64 倍にオーバーサンプリングします。すなわち、サンプリング周波数は 2.0313MHz となります。このサンプルの中から送信のサンプル位相に近いサンプルを取り出すことで、サンプリング変換を行いました。

オーバーサンプリング・フィルタは $16 \times 64 = 1024$ タップの FIR フィルタです。“Over64.mif” のファイルの中にその係数が入っています。また、これを使ったオーバーサンプリング回路は“FrontOver.vhd” で新たに作成しました。

果たして 64 倍で足りるかどうかが心配でした。

FPGA の回路を変更し、テスト TONE (1kHz) はマイクのサンプリング周波数 31.7kHz で動作した状態で、AM 変調をかけたスペクトルを示します。



きれいにスペリアスが取れていることがわかり、対策ができていると思います。

対策されたファームウェアは、サブフォルダ ROM 内にある、

trx305mb411a.MOT

です。SH-2 のプログラム・ソースで変わったのは、Cyclon.src のみです。

以上