

Rarely Asked Questions

アナログ・デバイセズに寄せられた珍問／難問集より

私の dB を食べたのは誰？

Q.一定の電力で CW トーンを出力するために信号発生器を設定しようとしています。私の計算では、A/Dコンバータ(ADC)に -1 dBFS の信号が供給されるはずでした。しかし、実際は -15 dBFS でした！
誰が私の dB を全部食べてしまったのでしょうか？

A.多くの場合、ADCの性能は -1 dBFS で仕様が規定されています。一部のデータシートでは、フルスケールより 0.5 dB 低い信号で歪みが規定されています。1 dB であれ、0.5 dB であれ、フルスケールより低くするのは、フルスケール(0 dBFS)で ADC に入力した場合の信号のクリッピングを防ぐためです。ベンチトップ型 RF 信号発生器は通常、信号を dBm で出力します。1.7 V p-p フルスケールの ADC で -1 dBFS を実現するために必要な信号レベルはわずか 7.6 dBm です(リファレンス・インピーダンスが 50 Ω の場合)。しかし、そうすると、ADC のシングル・トーン FFT 出力は -6.7 dBFS を示します。誰かが dB を全部食べているのでしょうか？

答えはすぐ目の前に... つまり、ADC にあります。原因は、ADC のフロント・エンド回路です。では、A/Dコンバータ AD9680 のデフォルトのフロント・エンド回路を詳しく見てみましょう。

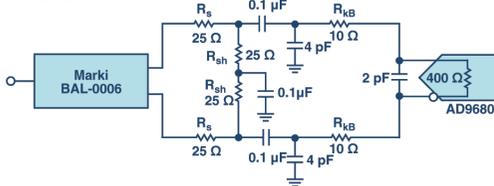


図 1. AD9680 評価用ボードのデフォルトのフロント・エンド回路

広帯域バラン BAL-0006SMGはシングル・エンドから差動への変換を行います。BAL-0006SMG のデータシートを見ると、全体で 6 dB の挿入損失が生じることが分かります。バランに続くマッチング回路 (R_s および R_{sh}) で、さらに 6 dB の損失が生じます。このマッチング回路は、バラン出力を広帯域にマッチングさせるために必要です。ADC の前の直列抵抗 (R_{kb}) でも、少量の挿入損失が生じます。この抵抗により、ADC のサンプル&ホールド段からのキックバックが低減し、3 次高調波の性能が向上します。

では、ADC で -1 dBFS 信号を得るには、信号発生器からどれだけの電力が必要か確認するため、ADC の外側を見てみましょう。計算には 50 Ω のリファレンス・インピーダンスを使用します。初期値のフルスケール・レベルが 1.7 V p-p の場合、-1 dBFS 信号は 1.515 V p-p になります。10 Ω 抵抗での損失は非常に小さいので、この値は終



端回路からの電圧と考えられます。バラン終端回路の損失は 6 dB あるので、バランの各端子での振幅は 1.515 V の約 2 倍になるはずですが、その結果、シングル・エンド入力は約 3.03 V p-p になります。従って、信号発生器は約 3.03 V、すなわち約 14 dBm に相当する信号を提供する必要があります。ただし、これには帯域通過フィルタまたはコネクタ・ケーブルによる挿入損失は含まれません。では、図 1 に注釈を加えた図 2 を見てみましょう。

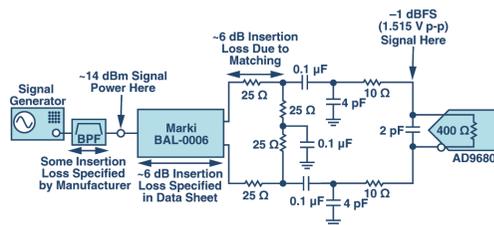


図 2. 帯域通過フィルタおよび信号発生器を含むフロント・エンド回路

もう一度質問に戻ると、ADC の前に信号発生器以外何も接続されていない場合であれば、ADC で -1 dBFS 信号を得るためには 7.6 dBm 信号が必要になるという前提は正しいことになります。では、バランを投入してみましょう。その他の部品(広帯域バラン、マッチング回路、キックバック制御など)もあり、これら全ての部品が挿入損失の要因となり、信号は減衰して -6.7 dBFS になります。つまり、「dB を全部食べたのはフロント・エンドである」ということです。計算は決して間違いません。

役に立つ数式:

$$\text{dBFS} = 20 \log \left(\frac{V_{IN}}{V_{FS}} \right)$$

この式で、 V_{IN} は入力電圧、 V_{FS} はフルスケール電圧

$$V_{\text{rms}} = 0.3535 \times V_{\text{p-p}}$$

V_{rms} は rms 電圧、 $V_{\text{p-p}}$ はピーク to ピーク電圧

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log \left(\frac{V_{\text{rms}}^2}{R \times P_0} \right)$$

この式で、 P_{dBm} は dBm 単位で表した信号発生器の電力、 V_{rms} は rms 電圧、 R はシステム・インピーダンス(この場合は 50 Ω)、 P_0 は 1 mW です。



筆者紹介:

Umesh Jayamohan (umesh.jayamohan@analog.com) は、アナログ・デバイセズの高速コンバータ・グループ(ノースカロライナ州、グリーンズボロ)のアプリケーション・エンジニアです。2010年にアナログ・デバイセズに入社しました。Umesh は、1998年にケララ大学(インド)で B.S.E.E. を取得し、2002年にアリゾナ州立大学で M.S.E.E. を取得しました。

その他の RAQ については、

www.analog.com/jp/raqs

をご覧ください。

**ANALOG
DEVICES**

www.analog.com/jp