

# 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

## 今回はコンバータ・ノイズについて! — 第2部

**Q.** A/Dコンバータのノイズに比べて抵抗ノイズはどうなんですか?

**A.** 第1部ではノイズ指数 (NF) の問題点を取り上げました。そこでノイズ・スペクトル密度 (NSD) に注目したことを思い出してください。以下にその理由を説明します。

A/Dコンバータの全体的なNSD性能は、実際には熱ノイズ、ジッタ、量子化ノイズなど、いくつかのパラメータからなっており、仕様規定された帯域幅 (BW) でのS/N比 (SNR) です。サンプリングされている信号において、設計者がコンバータの分解可能な最小の要素となる「ステップ」を解明するには、そのコンバータのデータシートに公表されているS/N比の数値が現実的な見通しを得る上での手がかりになります。このステップとは、最下位ビットまたはLSB (Least Significant Bit) とも呼ばれます。コンバータの分解能ビット数Nと入力フルスケール値が与えられると、次の式を用いてS/N比とLSBサイズを決定することができます。SNR = 20\*log (Vsignal-rms / Vnoise-rms)、LSB = (Vrms Fullscale)/(2<sup>N</sup>)

この式を変形すると、コンバータのノイズを求めることができます (Vnoise-rms = Vsignal-rms\*10<sup>-(SNR/20)</sup>)。したがって、代表的な80MSPSの16ビットA/DコンバータでS/N比が80dB、入力フルスケールが2Vppの場合、Vnoise-rms = 70.7uVrms、つまりLSBサイズは10.8uVrmsになります。

では、抵抗ノイズを調べてみましょう。抵抗ノイズは  $V_{resn} = \sqrt{4 * k * T * BW * Resistance}$  と定義されます。したがって、1キロオームの抵抗は1ヘルツのBWに約4nVのノイズを付加します。ここで、Tはケルビン温度 (室温=290K)、BWは帯域幅、kはボルツマン定数 (1.38x10E-23ワット/秒/ケルビン) です。コンバータに関しては、抵抗ノイズをあまり心配しなくてよさそうに見えますが、油断は禁物です。

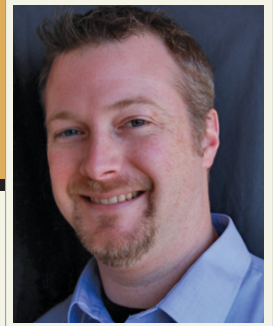
では次に、NFを低下させ、感度を高める方法を考えてみましょう。これには、コンバータのフロントエンド設計にゲインと抵抗を追加します。パッシブ・フロントエンドの場合、入力フルスケールが半分になるとNFは6dBだけ下がります。ただし、これと



は関連しない、抵抗ノイズについても考慮しておく必要があります。

シグナル・チェーンのゲインが2であることにより、50オーム抵抗は実効値では14.4uVrmsとなり、反対側にある200オーム終端抵抗によって、ノイズはさらに14.4uVrms上乘せされます。これら2つの無相関ノイズ源の2乗和の平方根 (RSS) によって、合計ノイズは20.3uVrmsになります。これは2LSBに相当します。

ここで気をつけなければならないのは、いくらかのゲインが与えられたとしても、抵抗ノイズの観点からはコンバータ・ノイズの方がはるかに大きいことです。しかし、シグナル・チェーンの全体を通してより高い値の抵抗でゲインが設定された場合、ノイズの総和で見るとS/N比はすぐに悪化してしまいます (LSB=1ビット=6dB)。シグナル・チェーンでゲインを用いることには用心してください。あつという間にNFが悪化してしまいます。



筆者紹介：

Rob Reederは、アナログ・デバイセズの高速コンバータ・グループの上級コンバータアプリケーション・エンジニアです。1998年からノースカロライナ州グリーンズボロにある同グループに勤務しています。イリノイ州デカルブにある北イリノイ大学で、1996年にBSEE (電子工学士号) を、1998年にMSEE (電子工学修士号) を取得しました。余暇には音楽のミキシングや、芸術鑑賞、二人の息子とのバスケットボールなどを楽しんでいます。

この記事に関する

ご意見・ご感想は、

[marcom.japan@analog.com](mailto:marcom.japan@analog.com)

までお寄せください。

その他のRAQについては、

[www.analog.com/jp/RAQ](http://www.analog.com/jp/RAQ)

をご覧ください。



[www.analog.com/jp](http://www.analog.com/jp)