

RAQ's

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1部

Q. A/Dコンバータ(ADC)の

観点から見た場合、

ノイズ指数は重要ですか?

A. コンバータの観点からは、ノイズ指数 (NF) と S/N 比 (SNR) は同じ意味合いで用いられ、お互い計算式を使って換算できます。NF はノイズ密度を理解するのに最適ですが、SNR は対象帯域内におけるノイズの総量を示します。NF について、もっと詳しく見てみましょう。トレードオフの判断を誤る場合が往々にしてあり、NF が低くても、コンバータから見たフロントエンド・ノイズが必ずしも低いとは限らないのです。

カスケード接続されたシグナル・チェーンを設計する際にダイナミック特性を把握するには、NF が便利です。ソース抵抗が4倍になると NF は 6dB だけ改善されますが、抵抗の増大は同時にコンバータから見たジョンソン・ノイズ (抵抗熱ノイズ) の増大をもたらします。ソース抵抗がさらに増大し、コンバータのアナログ・フロントエンド (トランスやアンプなど) に入力される信号がフルスケール入力信号の半分ほどになると、対象帯域内の全域でのノイズ管理はさらに難しくなり、その結果、コンバータの性能が低下します。

これはなぜでしょう? トランスまたはアンプへのフルスケール入力が低い場合、ゲインを高める必要があります。理論上はこれで良さそうに見えます。トランスの場合は、アンプよりもゲイン帯域幅への依存性が高くなります。したがって、たとえば、高インピーダンス比のトランスを用いて NF ができるだけ低くなるよう最適化すると、100MHz 以上の一般的な高 IF アプリケーションを実現することは困難になります。

アンプでの問題も同様です。アンプのゲインを高くすると、アンプは信号を増幅するだけでなく、自らの内在ノイズも増幅します。したがって、コンバータの性能は急激に低下します。性能を保持するには、より複雑な (高次の) アンチエイリアシング・フィルタが必要となり、抵抗や「ロス」の多い部品をふんだんに使う羽目になります。

フロントエンドの設計時には、代わりにノイズ・スペクトル密度 (NSD) に注目してください。これは



一般に nV/rt-Hz の単位で表記され、コンバータにとっては特に重要な値です。なぜなら、デジタル領域においてこの NSD が伝達され処理され、帯域内でこの値が「抽出」されてしまうからです。

要するに、必要に応じてゲインを設定することにより、シグナル・チェーン全体を通して、すべての入力および出力フルスケール信号を最大限にすることを忘れないでください、ということです。どんなシグナル・チェーンにおいても、減衰器や抵抗器の追加は NF との良いトレードオフとはいえません。なぜなら、電力を浪費し、抵抗に起因するノイズを増やすことになるからです。第2部では、抵抗ノイズとコンバータ・ノイズの比較を取り上げます。

ADC の ノ イ ズ 指 数 の 式 は、 $NF = P_{fs}(dBm) + 174dBm - SNR - 10 \times \log(BW)$ となります。ここで、 P_{fs} = 使用した入力ネットワークのフルスケール電力です。



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ています。

この記事に関する

ご意見・ご感想は、

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

をご覧ください。



www.analog.com/jp