

ピーク to ピーク分解能 対 有効分解能

By Mary McCarthy

はじめに

低周波数帯域、高分解能の ADC は 16 ビット又は 24 ビット分解能があります。しかし、デバイスの有効ビット数は、ノイズによって制限されます。これは、出力ワードレートと、使用する設定ゲインによって異なります。このパラメータは、いくつかのメーカーでは有効分解能として規定されています。アナログ・デバイセズでは、ピーク to ピーク分解能を規定していますが、これはフリッカー・フリー・ビット数であり、有効分解能とは違う方法で計算されます。このテクニカルノートでは、ピーク to ピーク分解能と有効分解能を区別します。

ノイズ

図 1 は、シグマ・デルタ ADC のアナログ入力を接地した時の代表的なヒストグラムです。理論的には、この固定した DC アナログ入力に対しては、出力コードはゼロのはずです。しかし、実際にはノイズのために、一定のアナログ入力に対して出力コードが拡散します。このノイズは ADC 内部の熱雑音と、アナログデジタル変換処理による量子化ノイズが原

因です。出力コードの拡散は一般的にはガウス分布です。RMS ノイズは、ヒストグラムから得られる曲線を使って計算されます。つまり RMS ノイズは曲線の幅で決められます。ガウス曲線は-無限大から+無限大に広がっています。しかし、出力コードの 99.99% は、 $6.6 \times \text{RMS}$ ノイズ以内に発生します。それ故、ピーク・ノイズは $6.6 \times \text{RMS}$ ノイズです。

データシートでは、通常 RMS ノイズが規定されています。ノイズは使用するフィルタ周波数と設定ゲインによって変わります。通常、アナログ入力範囲を小さくするとともに RMS ノイズが小さくなります。しかし、フルスケールアナログ入力信号も小さくなるので、有効ビット数は減少します。

ピーク to ピーク分解能 対 有効分解能

ほとんどのアプリケーションで、システム出力のコード・フリッカー（ちらつき）は有ってはほしくないものです。たとえば、重量計では、フリッカー・フリー・ビット数は重要です。重量モニターではフリッカー・ビットが現れないように、ADC からのデジタルワードを切り詰める事が出来ます。

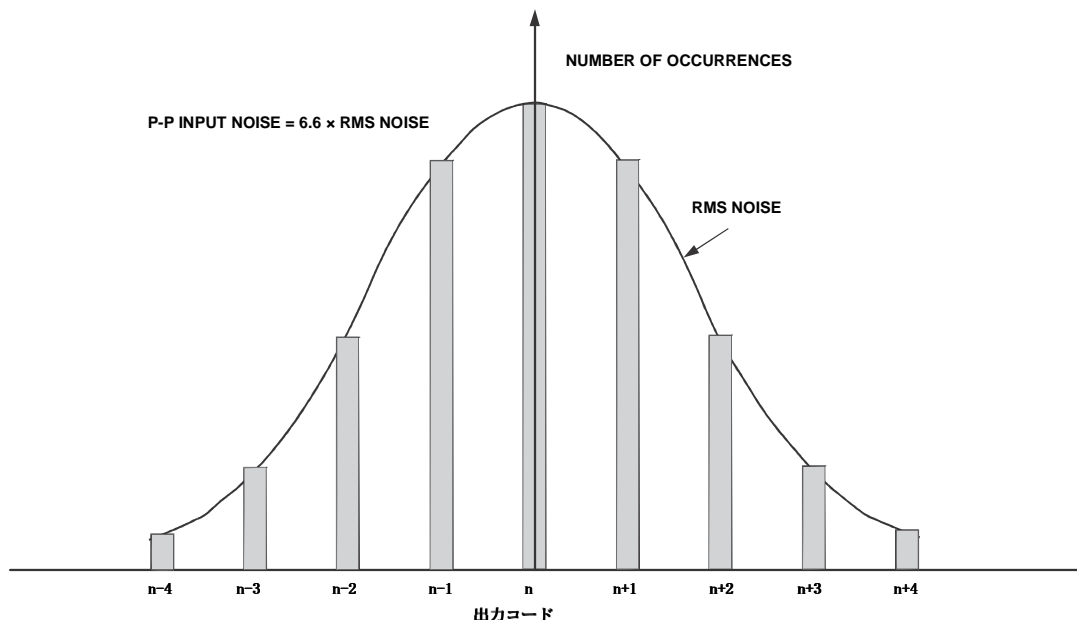


図1: アナログ入力接地した時のヒストグラム

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。※日本語資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。
 ©2003 アナログ・デバイセズ, Inc. All rights reserved.

REV. 0

ノイズ・フリー分解能又はピーク to ピーク分解能は、データシートで規定されているノイズ値から決定されます。まず、SNR を計算してみましょう。SNR は下記の式で与えられます。

$$\text{SNR} = 20\log(\text{noise/full-scale input}).$$

アナログ・デバイセズは、通常ピーク to ピーク分解能又はノイズ・フリー・コード分解能で規定します。これは、 $6.6 \times \text{RMS}$ ノイズに等しいピーク・ノイズを使用して SNR を計算することによって得られます。信号対ノイズの計算から、精度が決定します。

$$\text{SNR} = 6.02N + 1.76 = 20\log(\text{peak noise/full-scale input})$$

AD7719 のデータシートから、アナログ入力範囲が + 2.56 V でデータ更新レートが 5.35Hz に等しい時、RMS ノイズは 1.25uV になります。このデータから SNR は下記の式で与えられます。

$$(20\log((6.6 \times 1.25E - 6)/(2.56 \times 2))) = -115.85 \text{ dB}$$

このデータから、ピーク to ピーク分解能は次のようになります。

$$115.85 = 6.02N + 1.76 \Rightarrow N = (115.85 - 1.76)/6.02 = 19 \text{ bits.}$$

それ故、上記の条件下では、19MSB にはフリッカー（ちらつき）はありません。

一部のメーカーでは、ピーク to ピーク分解能ではなく、有効分解能で規定しています。有効分解能は、ピーク・ノイズではなく、RMS ノイズを使用して計算されます。RMS ノイズを使用した場合、信号対ノイズ比は次のようになります。

$$(20\log((1.25E - 6)/(2.56 \times 2))) = -132.25\text{dB}$$

この場合有効分解能は次のようになります。

$$132.25 = 6.02N + 1.76 \Rightarrow \\ N = (132.25 - 1.76)/6.02 = 21.7 \text{ bits.}$$

したがって、有効分解能は、ピーク to ピーク分解能+ 2.7 ビットに等しくなります。

ADC を評価する時、有効分解能とピーク to ピーク分解能の計算方法が違う事を知る事が重要です。有効分解能の値はピーク to ピーク分解能よりも 2.7 ビット大きくなります。又有効分解能は、ちらつくビットの量をハイライトしません。ピーク to ピーク分解能は、ちらつかないビットの量を示しているため、特性をより良く表わしていると言えます。

まとめ

低周波数帯域、高分解能 ADC の有効ビット数の計算方法はメーカーごとに違います。したがって、ある製品開発のために、異なるメーカーのデバイスを比較する時、値そのものを直接比較するのはあまり意味がありません。なぜならピーク to ピーク分解能を使用して規定されているデバイスは有効分解能を使って規定されているデバイスよりも特性が悪く見えるからです。ADC の場合、有効分解能は、ピーク to ピーク分解能よりも 2.7 ビット大きくなります。したがって、22 ビットの有効分解能を持つデバイスは、フリッカー・フリー分解能に換算すると $22 - 2.7 = 19.3$ ビットになります。デバイスの真の性能を知るためには、ピーク to ピーク分解能又は有効分解能かのどちらが規定されているのかを見極める事が重要です。