

ADE7912/ADE7913 の DC 測定性能

by Nathan Benamati and Petre Minciunescu

はじめに

ADE7912/ADE7913 は、シャント電流センサーを使った多相の電力メータ・アプリケーションのための、絶縁型、3チャンネル Σ - Δ ADC です。しかし、このデバイスは DC 信号を検出するために使用することができるため、このアプリケーション・ノートは DC 測定性能について説明します。電力メータ・アプリケーションにおいては、シャント電流センサーの電圧を検出するためには電流チャンネルが、また抵抗分圧器の電圧を測定するためには電圧チャンネルがそれぞれ用いられます。DC 測定という視点から見ると、どのチャンネルも DC 信号を検出するために用いることができるため、この区別は意味がありません。

ADE7912/ADE7913 ADC は、IP ピンと IM ピン間の信号に対して ± 31.25 mV、VIP ピンと VM ピン間、及び V2P ピンと VM ピン間の信号に対して ± 500 mV の入力範囲を持っています。

このアプリケーション・ノートでは、3つの Σ - Δ ADC の入力に DC 信号が加えられたときの ADE7912/ADE7913 の性能について説明します。

推奨される DC 測定手順

ADE7912/ADE7913 データシートは、IP 及び IM チャンネルの ADC オフセット誤差の標準値を -2 mV、及び VIP、VM または V2P、VM チャンネルの ADC オフセット誤差の標準値を -35 mV と宣言しています。このオフセットは DC 測定の精度に影響するため、除去する必要があります。各チャンネルの DC オフセットの評価は、以下の手順で行います：

1. ADE7912/ADE7913 の IP ピンと IM ピン間、VIP ピンと VM ピン間、及び V2P ピンと VM ピン間に 0 V を加えます。
2. ADC の出力レジスタ、IWV、V1WV、及び V2WV の値を、1 秒間に少なくとも 50 回読み取ります。読み出しの間隔は重要ではありませんが、効率的なプログラミングを行うためには、読み出しは周期的であることが望ましいとされています。
3. DC オフセットを求めるために読み出した値の平均を計算します。

DC 測定の安定性を保証するために、以下の手順を実行してください：

1. ADC の出力レジスタ、IWV、V1WV、及び V2WV の値を、1 秒間に少なくとも 50 回読み取ります。
2. 読み出した値の平均を計算します。
3. DC 測定値を求めるために、DC オフセット値を差し引きします。

アナログ・デバイス社は、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・デバイス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、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は 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。

©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

目次

はじめに	1	DC 測定の性能評価	3
推奨される DC 測定手順	1	結論	5
改訂履歴	2		

改訂履歴

4/14—Revision 0: Initial Version

DC 測定の性能評価

簡単のために、ADE7978/ADE7933 評価キット上で性能を評価しました。そのため、ADE7978 の rms 値の測定値を、ADE7912/ADE7913 の DC 測定値に対する代替値として用いました。

このキットは 4 つの ADE7933 デバイスを含んでいるため、各電流及び電圧チャンネルの性能を評価するために 4 つの測定値を用いました。ADE7978 の電流及び電圧データ・パス内のハイパスフィルタをオフにしました。

IP ピンと IM ピン間、V1P ピンと VM ピン間、及び V2P ピンと VM ピン間に、National Instruments NI_PXI-4461 カードから大きさが可変の DC 信号を加えました。ADE7912/ADE7913 のデータシートは、IM 及び VM の電圧のグラウンドに対する最大値を ± 25 mV に規定しているため、IM ピンと VM ピンはグラウンドに接続しました。各信号レベルに対して測定を 1,000 回行い、測定結果の標準偏差を計算しました。1 つの測定値は、1 秒間に平均 50 回読み出した値の平均値であることに注意してください。

図 1、図 2、及び図 3 は ADE7978 の各 A、B、C、及び N データ・パス上で求められた標準偏差の値を示します。

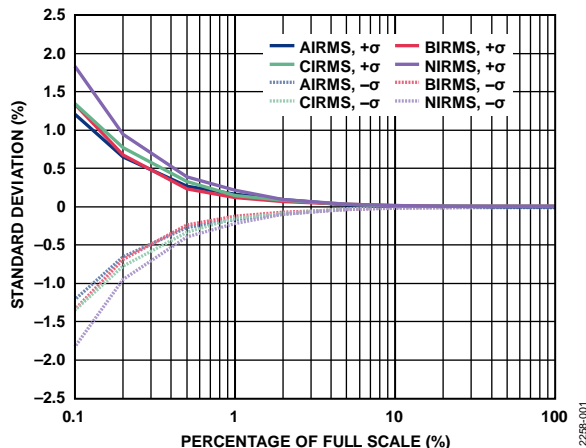


図 1. チャンネル IP、チャンネル IM の DC 測定の再現性

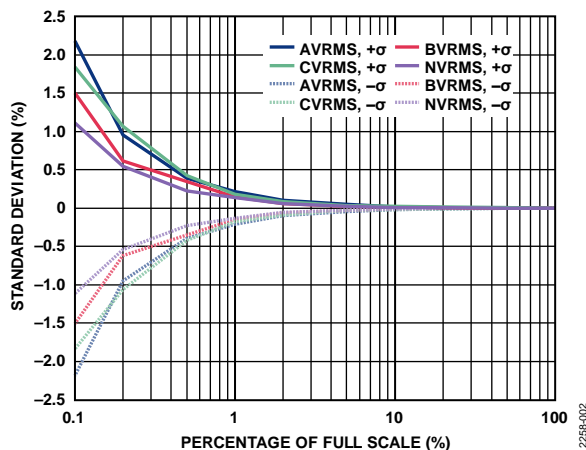


図 2. チャンネル V1P、チャンネル VM の DC 測定の再現性

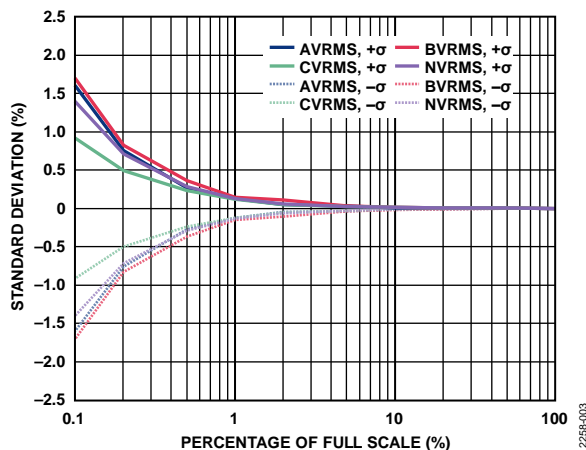


図 3. チャンネル V2P、チャンネル VM の DC 測定の再現性

表 1 に DC 信号がフルスケールに対してあるレベルを持っているときの標準偏差が示されています。DC 測定値の標準偏差が電流及び V1 チャンネルに対して 0.21% 付近まで、V2 チャンネルではそれより少し良い 0.15% 付近まで達したときに、誤差がフルスケールの約 1% まで許容可能なレベルを維持します。

表 1. 周囲温度 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での DC 測定の標準偏差

Dynamic Range	Standard Deviation (%)		
	I Channel	V1 Channel	V2 Channel
1 to 1	0.008	0.003	0.003
10 to 1	0.02	0.02	0.02
100 to 1	0.22	0.21	0.15
200 to 1	0.40	0.42	0.37
500 to 1	0.94	1.06	0.83
1000 to 1	1.83	2.2	1.7

これらの結果に基づいて規定された、周囲温度 $T_A=25^\circ\text{C}$ での DC 測定の仕様が表 2 に示されています。

表 2. ADE7912/ADE7913 の DC 測定誤差の仕様

Dynamic Range	Measurement Error (%)		
	I Channel	V1 Channel	V2 Channel
10 to 1	0.02	0.02	0.02
100 to 1	0.25	0.25	0.2
200 to 1	0.5	0.5	0.5
500 to 1	1.2	1.2	1.0
1000 to 1	2.0	2.5	2.0

ADC のオフセットは温度と電源によって変化し、DC 測定精度に影響します。ADE7933 の温度測定値を温度 25°C 、VDD 電源電圧 3.3V の公称値でオフセット補正します。ADE7933 の温度範囲は -40°C から $+85^\circ\text{C}$ まで、VDD ピンでの電源電圧範囲は 2.97V から 3.63V までです。

ADE7933 を、温度が $+85^\circ\text{C}$ 、及び VDD が 2.97V 、 3.3V 、及び 3.63V にセットし、さまざまな振幅で DC 信号を測定しました。次に、ADE7933 は -40°C にセットされ、VDD に対する測定が繰り返されました。

図 4、図 5、及び図 6 は、これらの測定で得られた最悪誤差を示しています。

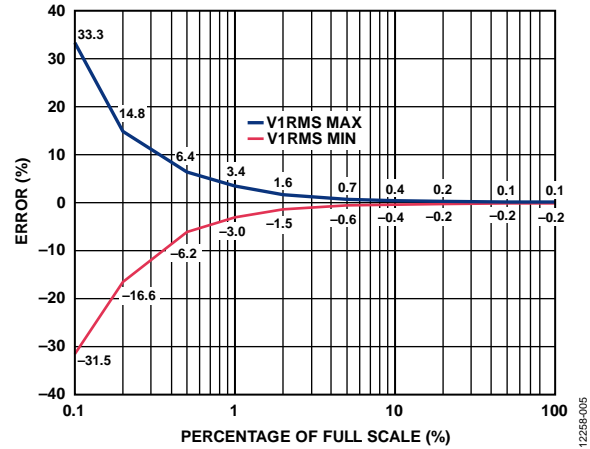


図 5. 温度に対する V1P 及び VM チャンネルのドリフト

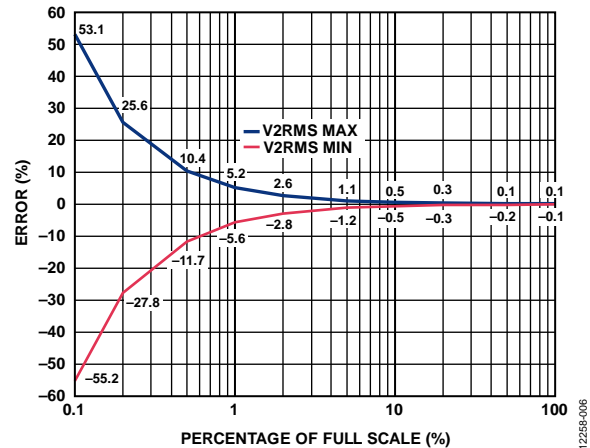


図 6. 温度に対する V2P 及び VM チャンネルのドリフト

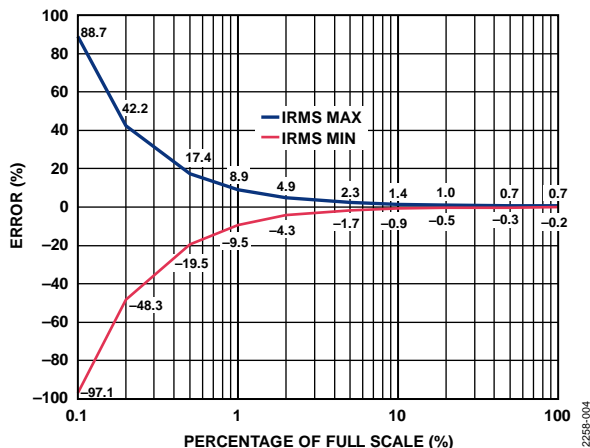


図 4. 温度に対する IP 及び IM チャンネルのドリフト

表 3. 温度に対する V1 チャンネルの DC 測定仕様

Dynamic Range	V1 Channel Measurement Error (%)	Temperature Coefficient (ppm/°C)
10 to 1	0.4	62
100 to 1	3.5	540
200 to 1	6.5	1000
500 to 1	17	2615
1000 to 1	34	5230

表 3 に示されている仕様及び温度係数を有する V1 チャンネルは 3 つのチャンネルのうちで最も良い性能を持っています。

温度係数はダイナミックレンジ 100:1 の場合、次の式で定義されます：

$$TempCoeff_{V1} = \frac{3.5 \times 10^{-2}}{25 - (-40)} = 538.5 \mu \cong 540 ppm/^{\circ}C$$

温度に対する誤差は主に DC オフセットの変動によって生じていると考えられます。ADE7912/ADE7913 に組み込まれている温度センサーはこの温度変動を抑えるのに有効です。メーターの全温度範囲にわたる温度係数の変動は以下の方法で見積もられ、DC オフセットを補正するために使用されます：

- 「推奨される DC 測定手順」のセクションに示されている手順に従って、室温(t_r)での DC オフセット($Offset_r$)を求めます。
- ADE7912/ADE7913 を室温からできるだけ離れた 2 つの温度 t_1 または t_2 のいずれかにセットします。ここで $t_1 < t_r$ 及び $t_2 > t_r$ です。

- これら 2 つの温度での DC オフセットを決定します。
- t_1 と t_r の間、及び t_r と t_2 の間でオフセットの温度係数を計算します。第一の係数は室温以下で一定となるように、また第二の係数は室温以上で一定となるように考慮します。
- 温度センサーの読みと以下の式を用いて DC 測定値を調整します。

$$Offset = Offset_r + (t - t_r) \times Temperature\ Coeff$$

$$Result = Register\ value - Offset$$

DC 測定のために Σ - Δ ADC を用いると、小さな非線形性が現れることがあることに注意してください。これらの非線形性は通常、実効的な DC 信号 (入力 + 固有のオフセット) がゼロに近い場合に現れます。この効果は、上記の精度がある場合、測定品質にはほとんど影響しません。

結論

ADE7912/ADE7913 で DC 測定を行う場合、ADE7912/ADE7913 の V1 チャンネルを使用することが推奨されます。DC 信号の範囲は -500 mV から +500 mV までが適切です。オフセットの校正は室温で行います。100:1 のダイナミックレンジの場合、室温での測定誤差は 0.25 % 以下、全温度範囲にわたる測定誤差は 3.5% 以下です。

全温度範囲にわたって精度を高めるためには、ADE7912/ADE7913 を含む測定器を 2 つの温度に設定し、温度係数を計算して、その結果を用いて DC 測定値を調整します。

メモ

メモ