

ホット・スワップ・デバイスとパワー・モニタ・デバイスの電力量測定

著者: Paul O'Sullivan

はじめに

アナログ・デバイセズは幅広いホット・スワップ・デバイスやパワー・モニタ・デバイスを提供しており、その中には電力量測定機能を備えたものもあります。これらのデバイスには、[ADM1075](#)、[ADM1276](#)、[ADM1278](#)、[ADM1293](#)、[ADM1294](#) があります。

これらのデバイスは、それぞれ入力電圧と出力電流を測定することができます。12ビット入力電圧 (V_{IN}) と 12ビット出力電流 (I_{OUT}) の測定値の積が計算され、入力電力値 (P_{IN}) が与えられます。この乗算は固定小数点演算を使用して行われ、得られる値は 24ビット値です。結果は 12.0 フォーマットです。つまり端数はありません。

PMBus™ホット・スワップ・コントローラ用アプリケーション・プロファイルは、ユーザーが個々の電力サンプルを読み取れること、あるいは内蔵電力量測定機能を使用できることを定めています。内蔵電力量測定機能の利点は、電力サンプルを読み出すためにホスト・プロセッサがパワー・モニタを継続的にポーリングしなくてもよいことです。個々の電力サンプルはチップ上で積算されます。したがって、継続的にポーリングを行わなくても、ユーザーは PMBus 経由で間欠的にパワー・モニタからの読み出しを行うことができ、他のトランザクション用に I²C バスを空けておくことができます。

瞬時電力測定

24ビット電力値は、`READ_PIN_EXT` コマンドを使って読み出すことができます。24ビット値の上位 16ビットは、`READ_PIN` コマンド使用時に P_{IN} の戻り値として使われます。入力電力レジスタは 2の補数を返すので、正の電力測定の場合、MSB は常に 0 です。

電力量測定

電力計算が完了するたびに 24ビット電力値が 24ビット電力量アキュムレータ・レジスタに加算されます。この 24ビット電力値も 2の補数で表わされるので、MSB は常に 0 です。この電力量アキュムレータ・レジスタが `0x7FFFFFFF` から `0x000000` にロールオーバーするごとに、16ビットのロールオーバー・カウンタがインクリメントされます。ロールオーバー・カウンタはストレート・バイナリで、ロールオーバー前の最大値は `0xFFFF` です。

`ADM1293/ADM1294` は 24ビットの電力量アキュムレータをフルに使用し、`0x7FFFFFFF` ではなく `0xFFFFFFFF` でロールオーバーします。それに応じて `READ_EIN` および `READ_EIN_EXT` の計算を調整してください。

24ビットのストレート・バイナリ電力サンプル・カウンタも、電力値が計算されて電力量アキュムレータに加算されるごとに 1ずつインクリメントします。

これらのレジスタは、電力量アキュムレータに必要な精度レベルと、パワー・モニタリング・デバイスからの読み出し頻度を制限する必要性の有無に応じて、2つあるコマンドのどちらかを使って読み出すことができます。

- `READ_EIN` コマンドは、電力量アキュムレータの上位 16ビット、ロールオーバー・カウンタの下部 8ビット、およびサンプル・カウンタの全ビット (24ビット) を返します (表 1 を参照)。
- `READ_EIN_EXT` コマンドは、電力量アキュムレータの全ビット (24ビット)、ロールオーバー・カウンタの全ビット (16ビット)、およびサンプル・カウンタの全ビット (24ビット) を返します (表 2 を参照)。より長いロールオーバー・カウンタを使用するという事は、データを失うことなく、デバイス読み出しの時間間隔を秒単位から分単位へと延長できることを意味します。

バス・ホストはこれらの値を読み出すことができ、積算電力量の差、サンプル数の差、および最後の読み出しからの時間差を計算することによって、ホストは最後の読み出し以降の平均電力と消費電力量を計算することができます。

時間差はプロセッサのタイム・スタンプに基づいてバス・ホストによって計算され、アナログ・デバイセズのパワー・モニタはこの計算を行いません。

データの喪失を避けるために、バス・ホストは、ロールオーバー・カウンタにラップ・アラウンドが 2回以上生じないようにレートで読み出しを行う必要があります。カウンタにラップ・アラウンドが生じると、 P_{IN} 用に読み出す次の値が前の値より小さくなってしまいます。

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、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。

E_{IN} レジスタの読み出し

時間的に整合したデータが得られるように、電力量測定レジスタを一動作で読み出します。

表 1. READ_EIN のビット記述

Bits	Bit Name	Description	Reset	Access
[47:24]	SAMPLE_COUNT	これは、収集され電力量カウント・アキュムレータに積算された P _{IN} サンプルの合計数で、24 ビットの符号なしバイナリ値です。バイト 5 がハイ・バイト、バイト 4 がミドル・バイト、バイト 3 がロー・バイトです。	0x000000	R
[23:16]	ROLLOVER_COUNT	電力カウントが 0x7FFF から 0x0000 へロールオーバーした回数です。これは 8 ビットの符号なしバイナリ値です。	0x00	R
[15:0]	ENERGY_COUNT	PMBus ダイレクト・フォーマットの電力量アキュムレータ値。バイト 1 がハイ・バイト、バイト 0 がロー・バイトです。内部的には電力量アキュムレータは 24 ビット値ですが、このコマンドでは上位 16 ビットだけが返されます。24 ビットすべてにアクセスするには、READ_EIN_EXT レジスタを使用してください。	0x000	R

E_{IN} (拡張) レジスタの読み出し

時間的に整合したデータが得られるように、拡張高精度電力量測定レジスタを一動作で読み出します。

表 2. READ_EIN_EXT のビット記述

Bits	Bit Name	Description	Reset	Access
[63:40]	SAMPLE_COUNT	これは、収集され電力量カウント・アキュムレータに蓄積された P _{IN} サンプルの合計数で、24 ビットの符号なしバイナリ値です。バイト 7 がハイ・バイト、バイト 6 がミドル・バイト、バイト 5 がロー・バイトです。	0x000000	R
[39:24]	ROLLOVER_EXT	電力カウントが 0x7FFFFFFF から 0x000000 へロールオーバーした回数です。これは 16 ビットの符号なしバイナリ値です。バイト 4 がハイ・バイト、バイト 3 がロー・バイトです。	0x000	R
[23:0]	ENERGY_EXT	PMBus ダイレクト・フォーマットの拡張高精度電力量アキュムレータ値。バイト 2 がハイ・バイト、バイト 1 がミドル・バイト、バイト 0 がロー・バイトです。	0x000000	R

ポーリング時間の例

A/D コンバータ (ADC) の変換時間は、データシートの仕様から計算できます。たとえば ADM1278 では、I_{OUT} サンプル 1 個の標準的な変換時間は 144μs で、V_{IN} サンプル 1 個の変換時間は 64μs です。したがって、ADM1278 において I_{OUT} と V_{IN} のサンプリングを有効にした場合の変換時間は 208μs です (平均計算を行わない場合)。128 回の平均を取る場合の標準的な ADC 変換時間は 26.624ms になります (つまり 208 μs × 128)。

この例では、電力の読み取り値の平均が 700W であるものとします。ダイレクト・フォーマット・コードでは、電力値は次の値で返されます。

$$Power = 6123 \times R_{SENSE} \times 700 \text{ W} \times 10^{-2}$$

ADM1278 のデータシートに記載されている PMBus ダイレクト・フォーマットの式を参照してください。

R_{SENSE} = 0.25 mΩ だとすると、次式が成り立ちます。

$$Power = 6123 \times 0.25 \text{ m}\Omega \times 700 \text{ W} \times 10^{-2} = 10,715.25 = 10,715$$

電力量アキュムレータは 24 ビットで、値は 2 の補数です。

READ_EIN コマンドは電力量アキュムレータ・レジスタ

(ENERGY_COUNT) の上位 16 ビットを返します。正の電力値では MSB は常に 0 です。したがって ENERGY_COUNT は、積算された電力が 2⁽¹⁶⁻¹⁾ = 32,768 (ダイレクト・フォーマット・コード) に達するとロールオーバーします。この例の電力量アキュムレータは、ADC サンプルが 32,768/10,715 = 3.058 になるとロールオーバーします。

READ_EIN コマンド用のロールオーバー・カウンタは 8 ビット値です。この 8 ビット値はストレート・バイナリ数で、そのロールオーバー値は 2⁸ = 256 です。ロールオーバー・カウンタは、電力量アキュムレータがロールオーバーするごとに 1 回ずつインクリメントします。READ_EIN を使用したと仮定すると、ロールオーバー・カウンタをラップ・アラウンドさせるために必要な ADC サンプルの数は 256 × 3.058 = 782.8 サンプルで、これら合計ロールオーバー時間は 1 回平均の場合で 1782.8 × 208μs = 0.16 秒、128 回平均の場合で 782.8 × 26.624 ms = 20.84 秒となります。

ポーリング時間は、16 ビットのロールオーバー・カウンタを使用する READ_EIN_EXT コマンドを代わりに使用することによって、大幅に (256 倍) 増やすことができます。上で計算した例のロールオーバー時間は、1 回平均の場合で 41.7 秒、128 回平均の場合で 5335.4 秒 = 88.9 分に増加します。

以上から、ロールオーバー時間 (秒) は次の式で計算できます。

$$READ_EIN \text{ Rollover} =$$

$$\frac{2^{15}}{ADC \text{ Power Code}} \times ADC \text{ ConversionTime} \times 2^8$$

$$READ_EIN_EXT \text{ Rollover} = READ_EIN \text{ Rollover} \times 256$$

独立に設定できる電力平均方法

上の「ポーリング時間の例」に示した例は、`PMON_CONFIG` レジスタの電圧および電流（VI）の平均方法と同様に電力の平均方法が設定されることを前提としています。しかし、`ADM1278` や `ADM1293/ADM1294` では電力の平均方法をユーザーが独立に設定できるので、常にこのような前提が成り立つとは限りません。

実際、VI の平均方法は、1 回の ADC トリガで取り込む ADC サンプルの数を設定します。電力値は計算値なので、電力の平均方法は、平均計算の方法と、その結果をいつ出力レジスタに加算するかを決定します。たとえば、VI の平均回数が 128 回で電力の平均回数が 1 回の場合、1 回の ADC トリガで 128 個の VI サンプル収集が開始されます。128 サンプル全体の平均電圧値と平均電流値が `READ_VIN` レジスタと `READ_IOUT` レジスタに戻されますが、128 個の電力測定値はすべて電力量アキュムレータに加算され、サンプル・カウントは 128 だけインクリメント

します。

これに対し電力の平均方法も 128 回に設定すると、128 個のサンプルの最後に平均電力値が 1 個だけ電力量アキュムレータに加算され、サンプル・カウントが 1 だけインクリメントします。

したがって、電力の平均方法の設定値は、電力値が電力量アキュムレータに加算される頻度を決定し、そのオーバーフローの頻度に影響を与えます。電力の平均方法の設定値を大きくすることは、`READ_EIN` コマンド間のポーリング間隔を長くできることを意味します。電力の平均方法の設定値を大きくする代償として、測定精度と分解能がわずかに低下します。

以上をまとめると、データ喪失をなくするために必要なポーリング時間は、主に、測定する電力値の大きさ、電力の平均方法の設定値、および `READ_EIN` または `READ_EIN_EXT` のどちらを使用するか依存します。

PC はフィリップス・セミコンダクターズ社（現在の NXP セミコンダクターズ社）により独自に開発された通信プロトコルです。

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. 商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。