トリプル入力 7 ~ 13-Bit インクリメンタル ADC のデータシート TriADC V 1.2

リソース	PSoC® ブロック			API メモリ (バイト数)		ピン (外部入出力および ADC 入力ごと)
	デジタル	アナログ CT	アナログ SC	Flash	RAM	
CY8C29/27xxx、CY8C28x43、CY8C28x52、CY8CLED08/16、CY8C28x45、CY8CPLC20、CY8CLED16P01	5	0	3	431	11	1
CY8C26/25xxx	5	0	3	628	11	1

その他の ADC については、い AN2239 ADC 選択ガイド。

このユーザ モジュールを使用する機能例として完全に構成されたプロジェクトについては、www.cypress.com/psocexampleprojects をご覧ください。

特性および概要

- 3 つの同時入力サンプル
- 7 ー 13-bit の分解能、2 の補数または符号なし整数
- 4 ー 10,000 sps を超えるサンプリング速度
- 最大入力範囲 Vss ~ Vdd
- 積分型変換器による優れたノーマルモードノイズ遮断
- 内部または外部クロック

TriADC は、7 ~ 13 ビットの間で分解能を調節できるトリプル入力積分型 ADC です。積分時間を最適化し、不要な高周波成分を取り除くように設定できます。レール ツー レールを含む入力電圧範囲は、適切なリファレンス電圧とアナログ グラウンドを構成することで測定できます。出力は、AGND を中心とする –Vref と +Vref 間の入力電圧に基づいた、2 の補数または符号なしの整数です。

分解能、Data Clock および CalcTime パラメータの選択内容によって、4 ~ 10,000 sps のサンプリング速度を実現します。

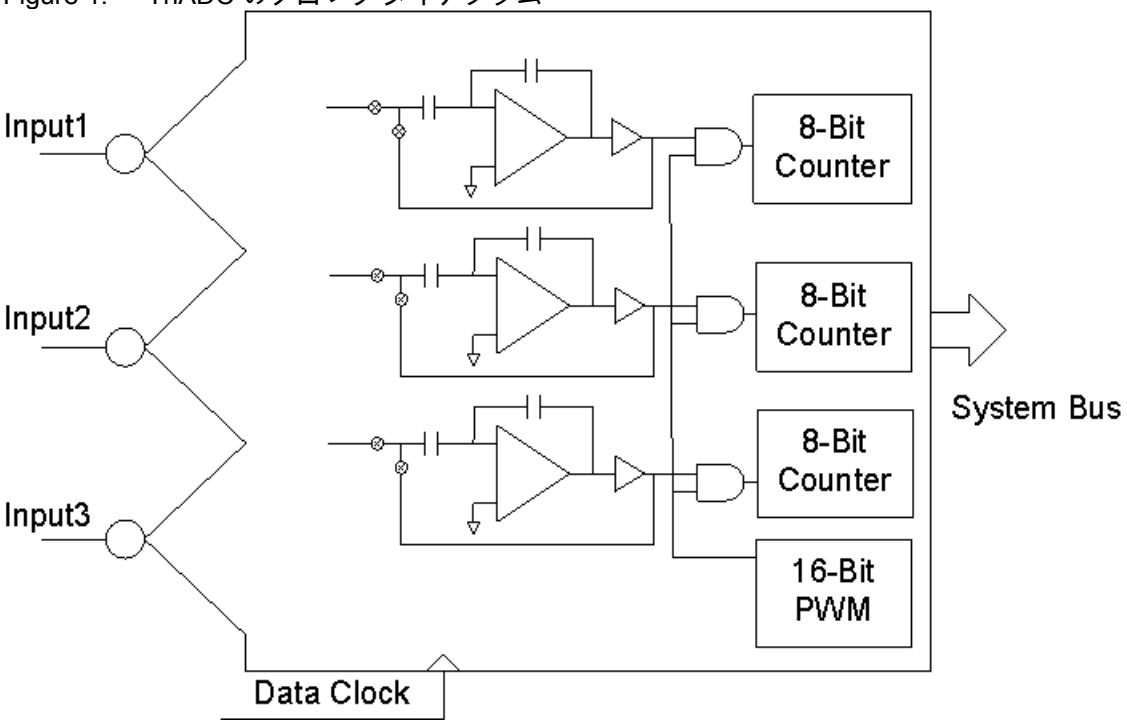
プログラミング インタフェースを使用することにより、変換される連続サンプリング数の指定や、連続サンプリングの選択を行うことが可能です。また CPU の負荷は、入力レベルによって異なります。たとえば、V_{in} = $+V_{ref}$ の場合、CPU サイクル数は 14,972 です (最大 13 ビット)。V_{in} = AGND の場合、CPU サイクル数は 7,868 です (平均 13 ビット)。また、V_{in} = $-V_{ref}$ の場合、CPU サイクル数は 764 です (最小 7-13 ビット)。

TriADC は、2 つのデジタルおよびアナログ SC ブロックが追加される以外は、ADCINCVR と同じように動作します。3 つの入力チャネルは、共通の信号で制御されるため、同じ時間と期間でサンプリングされます。3 つの入力チャネルすべてで、電力設定、分解能、速度は共通です。

TriADC は、3 相電圧測定など、3 つの信号を同時にサンプリングすることが必要な用途に最適です。その他の PSoC ADC と同様に、両方の入力信号が多重化されていても問題ありません。モジュールを配置する前に、「パラメータ」のセクションをご覧ください。

Note TriADC を初めて選択すると、「Resource allocation prevents placement (リソースの割り当てが不適なため、この配置は行えません)」という警告メッセージが表示される場合があります。この警告は、元の配置で、同じコラムに 2 つの ADC ブロックがある場合に表示されます。この場合、各 ADC ブロックをそれぞれ別のコラムに移動してください。

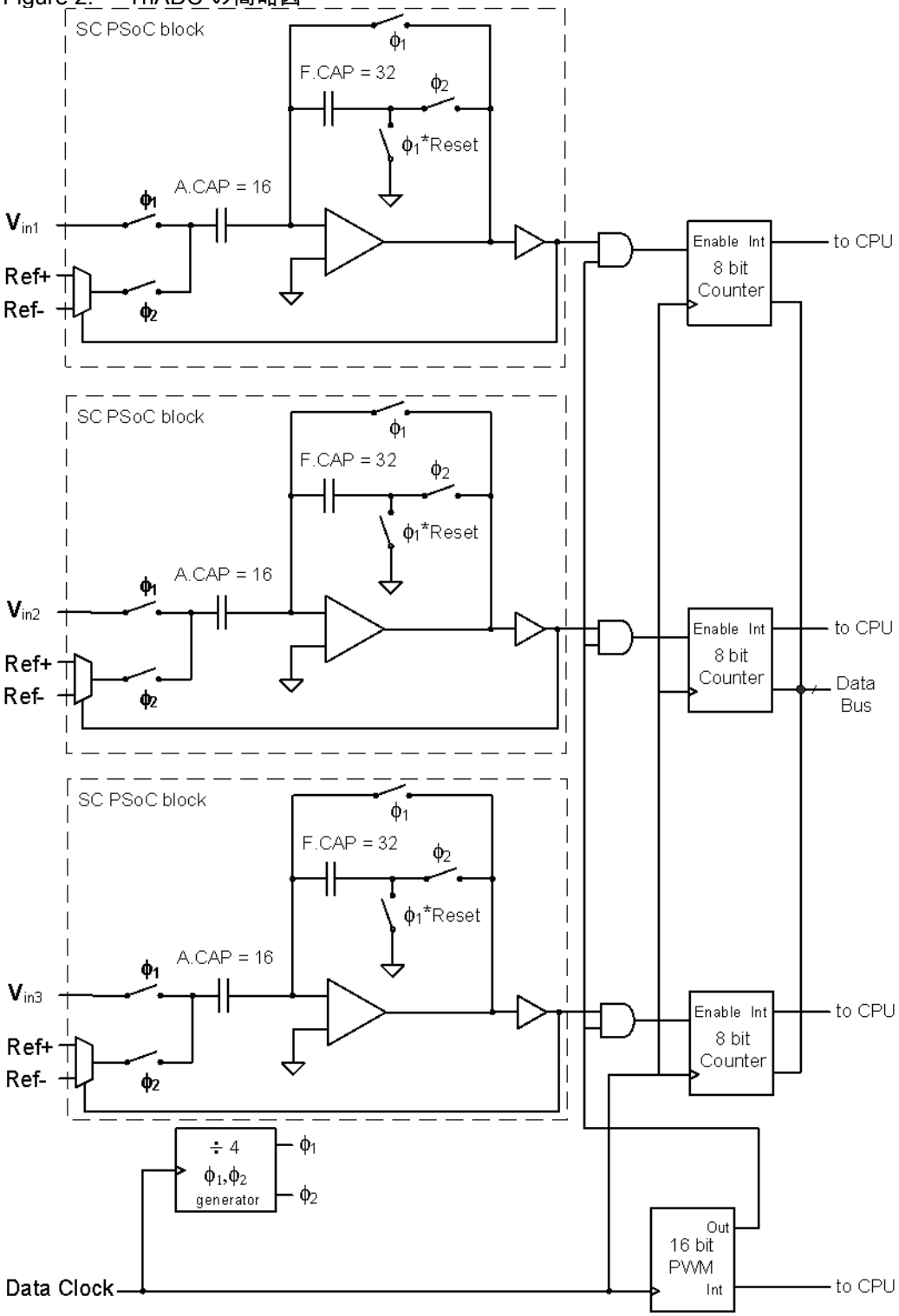
Figure 1. TriADC のブロック ダイアグラム



機能説明

TriADC は、1 つのユーザ モジュールに 3 つのインクリメンタル ADC を含んでいます。16-bit サンプリング速度タイマ (PWM) は、必要なデジタルブロック数を低減するために共有されます。3 つの ADC すべてが同じタイマを使用するため、サンプリングは完全に同期されます。下図に示されているように、5 つのデジタル PSoC ブロックと 3 つのアナログ スイッチド キャパシタ PSoC ブロックが必要です。

Figure 2. TriADC の簡略図



3 つのアナログ ブロックは、リセット可能な積分器と同じように構成されています。出力極性によって、リファレンス制御回路は、基準電圧が入力に加算または入力から減算され、積分器に置かれるように構成されます。基準制御は、積分器の出力を AGND に向かって引き戻そうとします。積分器が $2^{ビット}$ 回作動し、出力電圧コンパレータがこの回数と同じ正の 「n」の場合、出力の残留電圧 (V_{resid}) は以下のようになります。

Equation 1

$$V_{resid} = 2^{Bits} \cdot V_{in} - (n \cdot V_{ref}) + (2^{Bits} - n) \cdot V_{ref}$$

Equation 2

$$V_{in} = \frac{n - 2^{Bits-1}}{2^{Bits-1}} V_{ref} + \frac{V_{resid}}{2^{Bits}}$$

この式は、この ADC の範囲が $\pm V_{ref}$、分解能 (LSB) が $V_{ref}/2^{ビット-1}$ であり、計算の最後の出力電圧が余りと定義されることを示しています。V_{resid} は常に V_{ref} 未満なので、$V_{resid}/2^{ビット}$ は LSB の半分未満となり、無視できます。その結果、式は次のようになります。

Equation 3

$$V_{in} = \frac{n - 2^{Bits-1}}{2^{Bits-1}} V_{ref}$$

例 1

V_{ref} が 1.3V で分解能が 8-bits の場合は、データの使用準備が整った時点でインクリメンタル ADC から読み取られた値を基に、入力電圧を簡単に計算できます。使用できる式は次のようになります。

Equation 4

$$V_{in} = \frac{n - 128}{128} 1.3$$

計算結果は AGND を基準とします。ADC データの値が 200 の場合、測定電圧は以下のように 0.73V と計算できます。

Equation 5

$$V_{in} = \frac{200 - 128}{128} 1.3 = 0.73V$$

計算された値は、実際的な値であり、これは、システムのノイズやチップのオフセット値に応じて大幅に異なることがあります。

特定の入力電圧を前提として予想されるコードを決定するために式を再整理すると、以下の式のようになります。

Equation 6

$$n = \frac{2^{Bits-1} \cdot V_{in}}{V_{ref}} + 2^{Bits-1}$$

例 2

V_{ref} が 1.3V で分解能が 8-bits の場合は、入力電圧を基に、予想される ADC を簡単に計算できます。使用できる式は次のようになります。

Equation 7

$$n = \frac{128 \cdot V_{in}}{1.3} + 128$$

入力電圧が AGND より -1V 低い場合、次の式に基づいて、ADC 空のコードは 29.53 になると予想できます。

Equation 8

$$n = \frac{128 \cdot (-1)}{1.3} + 128 = 29.53$$

計算された値は、実際的な値であり、これは、システムのノイズやチップのオフセット値に応じて大幅に異なることがあります。

積分器をインクリメンタル ADC として機能させるには、以下のデジタル リソースを利用します。

- 出力が正のサイクル数を累積する 8-bit カウンタ（1 チャネルにつき 1 つ）。
- 積分時間を計り、8-bit カウンタへのクロックをゲート制御する 16-bit PWM (3 チャネルすべてで共有)。

1 つの DataClock が、8-bit カウンタ、16-bit PWM、アナログ SC PSoC ブロックに接続するアナログ コラムのクロックに接続されます。アナログ コラムのクロックは、実際には DataClock から生成される φ_1 と φ_2 の 2 つのクロックです。これら 2 つの追加クロックは、正確に DataClock の周波数の 1/4 です。つまり、PWM とカウンタは必要な速度の 4 倍で動作するため、N+2 ビット相当のデータを累積する必要があります (N は分解能のビット数と同じ)。

Note このモジュールを配置する場合は、3 つのブロックすべてに対して同じクロックで設定する必要があります。これを怠ると、不適切な動作の原因となります。

カウンタは、LSB 用の 8-bit のデジタル ブロックおよび MSB 用のソフトウェア カウンタを使用して実装します。ハードウェア カウンタがオーバフローするたびに割り込みが生成され、カウンタの上位 MSB が増分されます。これにより、8 つではなく 5 つのデジタル ブロックのみで TriADC モジュールが実装可能です。

Equation 9

$$SampleRate = \frac{DataClock}{2^{Bits+2} + CalcTime}$$

サンプリング速度は、DataClock を積分時間で割り、結果の計算にかかる時間 (CalcTime) を足した値です。積分時間は、入力信号を TriADC がサンプリングしている時間です。

結果の計算にかかる時間、CalcTime は、CPU クロックに反比例して変化します。CalcTime には、結果の計算に必要な時間よりも大きな値を設定する必要があります。最小 CalcTime は 371 CPU サイクルと等しく、DataClock に換算して表す必要があります。また、CalcTime は、サンプリング速度を最適化するために、最小値より増加させることもできます。

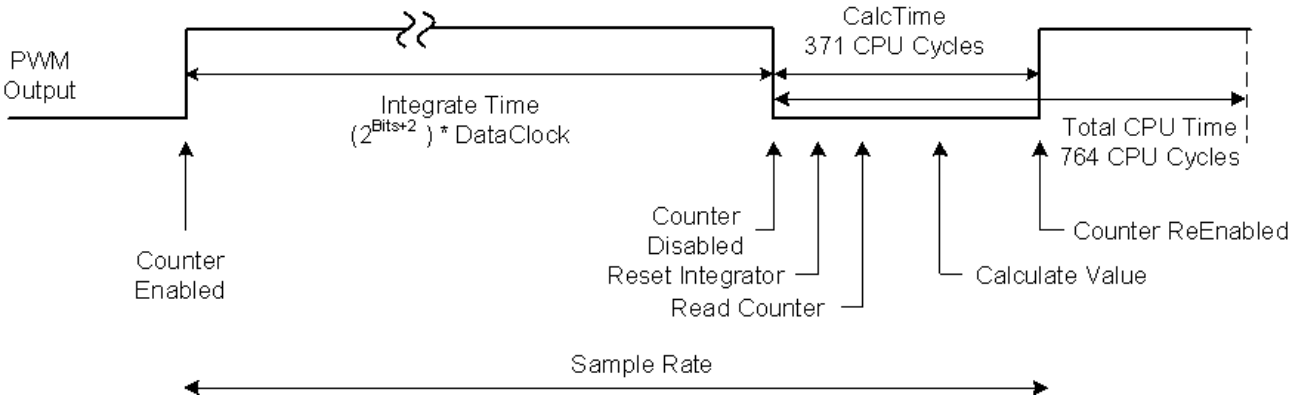
Note $2^{ビット+2}$ と CalcTime の合計は、2^{16}-1 つまり 65,535 より大きくなってはなりません。

Equation 10

$$CalcTime \geq \frac{DataClock \cdot 371}{CPUClock}$$

16 ビット PWM は、$2^{ビット+2}$ と DataClock の積である HIGH 信号を出力するようにプログラムします。たとえば、分解能を 10 ビットに設定すると、PWM 出力は 4096 (2^{10+2}) DataClock の間、HIGH のままとなります。PWM の出力は、最小結果を計算して積分器をリセットするためにかかる時間の間、LOW になります。この期間は CalcTime パラメータで制御されます。CalcTime も、DataClock と組み合わせてより正確なサンプリング速度を提供する目的で調整できます。PWM の合計時間は、積分時間と CalcTime の和です。

Figure 3. PWM 出力に対する TriADC のタイミング



最初の読み取りが開始されると、PWM の構成が計算され、積分器がリセットされて、カウンタが FFh にリセットされます。最初の遅延は、常に計算時間の遅延以上となります。PWM は、最初の読み取りを行う前にのみ初期化されます。比較および時間レジスタを設定した後は、分解能または計算時間を変更しない限り、再初期化は必要ありません。PWM カウントが積分値以下の場合、出力は HIGH になるため 8-bit カウンタがカウントダウンを実行できます。PWM の出力は、カウンタがゼロになるまで HIGH のままです。この時点で、8-bit カウンタへのクロックが無効化され、PWM 割り込みが生成されます。

8-bit ソフトウェア カウンタの初期値は、最も小さい負の数の $2^{ビット}$ /64 倍に設定されます。8-bit カウンタがオーバフローするたびに、8-bit カウンタが割り込まれ、ソフトウェア カウンタが 1 増分されます。

ADC への入力が最も大きい正の数以上の場合は、DataClock が正になるたびに 8-bit カウンタが増分されます。ADC への入力が最も小さい負の入力値以下の場合は、8-bit カウンタが減分されることはなく、したがって割り込みが生成されることもありません。理想的な条件下でアナログ グラウンドに近い入力を行うことで、カウンタは半分の時間で増分できます。入力電圧レベルに応じて、8-bit カウンタからの割り込みの回数が 0 ~ ($2^{ビット+2}$)/256 の範囲で変化することは容易に理解できます。たとえば、分解能

を 10 ビットに設定すると、PWM 比較値には 2^{10+2} (4096) が設定されます。つまり、積分時間中、最大 4096/256、つまり 16 回プロセッサへの割り込みが発生する可能性があります。

TriADC の制御が割り込みベースであることと、高い分解能の結果を得るための時間の長さにより、サンプリングの処理中にプロセッサを待機させるのは合理的ではありません。ADC ルーチンとメインプログラム間の主な通信は、ポーリングできるフラグです。TriADC_bfStatus の最上位ビットがゼロ以外の値であれば、TriADC_iResultn (n=1,2,3) で新データが利用可能です。API は、データフラグを確認し、データを取得するために使用できます。

このデータ ハンドラは、ポーリング ベースとして設計されています。割り込みベースのデータ ハンドラが必要な場合は、TriADC*INT.asm* アセンブリファイルにある割り込みルーチン TriADC_CNTn_ISR に、独自のデータ ハンドラ コードを挿入できます。コードを挿入するのに最適なポイントは、はっきりマークされています。

チャネル間の差

TriADC を使用した場合、同じ入力電圧を測定してもチャネル間で差がでます。この差は、スイッチドキャパシタのブロックアンプとコラム AGND バッファ間の、入力オフセット変動によるものです。このチャネル間オフセットは、各 ADC チャネルに同じ信号が送信されるように配線することにより、簡単に補正できます。チャネルのうちの 1 つはレファレンスとして使用でき、その他のチャネル間の差は毎回の測定のあと引かれます。

CPU 使用率

TriADC では、結果を計算し、ハードウェア カウンタがオーバフローするたびにソフトウェア カウンタを増分するため、CPU 時間が必要です。CPU のオーバヘッドは、CPU クロック、DataClock、入力電圧の 3 つの変数に左右されます。入力電圧は ADC の CPU のオーバヘッドに影響することになります。–Vref 近辺またはそれ未満の入力電圧では、CPU のオーバヘッドはほとんど必要ありません。+Vref 近辺またはそれより大きい入力電圧では、より多くの CPU のオーバヘッドが必要となります。次の式は、3 つの入力すべてで入力信号が同じであると想定しています。特定の入力に必要な CPU サイクルを計算する手順は、以下のとおりです。

Equation 11

$$CPUcycles = PWM16\_IRQ\_CPUcycles + \left(\frac{2^{Bits}}{64} \cdot \left(\frac{Vref + Vin}{2 \cdot Vref}\right) \cdot (Counter\_IRQ\_CPUcycles \cdot 3)\right)$$

Equation 12

$$CPUcycles = 764 + \left(\frac{2^{Bits}}{64} \cdot \left(\frac{Vref + Vin}{2 \cdot Vref}\right) \cdot (37 \cdot 3)\right)$$

分解能 10-bits における最大 CPU サイクルを計算するには、Vin を Vref に設定します。

Equation 13

$$'PUcycles = 764 + \left(\frac{2^{10}}{64} \cdot \left(\frac{Vref + Vref}{2 \cdot Vref}\right) \cdot 111\right) = 764 + (16 \cdot 1 \cdot 111) = 254$$

TriADC の CPU 使用率を計算するには、次の式を使用します。

Equation 14

$$Percent\_CPU\_Utilization = \frac{Sample\_Rate \cdot CPUcycles}{CPU\_frequency} \cdot 100$$

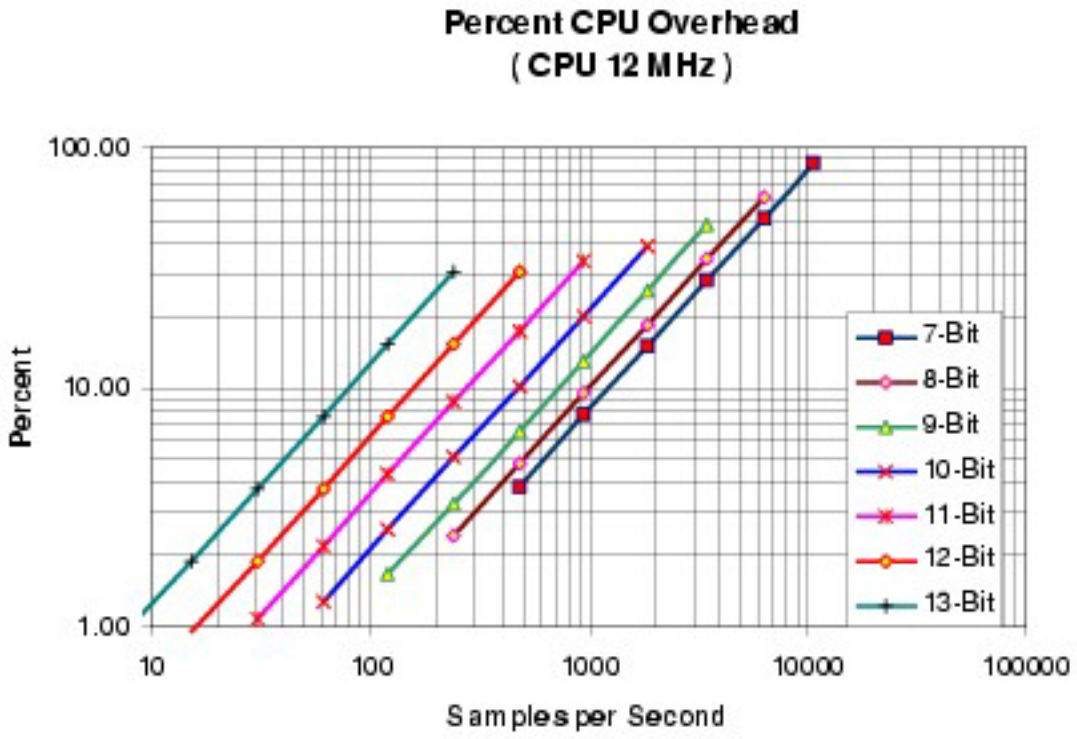
分解能を 10 ビット (上記の例参照) に、サンプリング速度を 1000 サンプル / 秒に、CPU クロックを 12 MHz に設定すると、(下の式から) CPU 使用率は 21% と計算されます。

Equation 15

$$Percent\_CPU\_Utilization = \frac{1000 \cdot 2540}{12MHz} \cdot 100 = 21\%$$

下のグラフは、サポートされているサンプリング速度と分解能に対応する CPU 使用率を示しています。デフォルトの CPU 速度は 12 MHz に設定されています。

Figure 4.　サポートされているサンプリング速度と分解能に対応する CPU 使用率



周波数遮断

ノイズ源は、適切な積分時間を選択することによって、ある程度遮断できます。ノイズ源とその高調波を遮断するには、ノイズ信号の積分サイクルと等しい積分時間を選択します。複数の信号を遮断する場合は、両方の信号の積分サイクルと等しい積分時間を選択します。

たとえば、50 Hz および 60 Hz の信号によって引き起こされるノイズを遮断するには、50 Hz および 60 Hz の両方の信号の整数を含む時間を選択します。

Equation 16

$$IntegrateTime = 6 \cdot \frac{1}{60} = 5 \cdot \frac{1}{50} = 100mSec$$

IntegrateTime を 100 ms にすると、50 Hz と 60 Hz の両方およびこれらの信号の高調波が遮断されます。次に、適切な IntegrateTime (積分時間) の生成に必要な DataClock を計算します。

Equation 17

$$DataClock = \frac{2^{Bits+2}}{IntegrateTime}$$

サンプリング速度に影響するにもかかわらず、この計算では CalcTime は使用されていないことに注意してください。IntegrateTime は、TriADC が入力電圧を実際にサンプリングする時間です。サンプリング速度は IntegrateTime および結果の計算にかかる時間に基づきます。

例

あるアプリケーションでは、100 ms の IntegrateTime と 13 ビットの A/D 分解能が必要です。IntegrateTime を 100 ms にするには、以下のようなデータ クロックが必要です。

Equation 18

$$DataClock = \frac{2^{Bits+2}}{IntegrateTime} = \frac{2^{13+2}}{100ms} = 327.7kHz$$

データ クロックに換算した CalcTime は、DataClock と CPU クロックから計算します。CPU クロックが 12 MHz の場合、最小計算時間は以下のようになります。

Equation 19

$$CalcTime = \frac{DataClock \cdot 371}{CPUClock} = \frac{327.7kHz \cdot 371}{12000kHz} = 10\_DataClocks$$

この CalcTime は、最も近い整数 (この例では 「10」) に切り上げます。次にサンプリング速度を決定します。

Equation 20

$$SampleRate = \frac{DataClock}{2^{13+2} + CalcTime} = \frac{327.7kHz}{32768 + 10} = 9.99\ Samples/Second$$

より長いサンプリング速度が必要な場合は、CalcTime + 2^{13+2} が 2^{16} -1 (65535) 以下になるまで CalcTime を増加できます。

DC 電気的特性と AC 電気的特性

以下の値は初期の特性データを基に、予測される性能を入れておきます。以下の表で別途指定されている場合を除き、T_A = 25°C、Vdd= 5.0V、パワー設定 HIGH、オペアンプ バイアス LOW で、出力は P2[6] で外部 Vref 1.25 を持つ P2[4] での外部アナログ グラウンド 2.5V を基準とし、分解能は 13 ビットに設定されています。

Table 1. 5.0V TriADC DC 及び AC 電気的特性、PSoC デバイスの CY8C27/24/22xxxFamily

パラメータ	典型値	制限	単位	条件および注記
入力				
入力電圧範囲	---	Vss ~ Vdd		Ref Mux = Vdd / 2 ± Vdd / 2
入力容量 [1]	3	---	pF	
入力インピーダンス	1 / (C*clk)	---	Ω	
分解能		7 ~ 13	ビット	
サンプリング速度		4 ~ 10,000	sps	
SNR	77	---	dB	
DC 精度				
DNL	.25	---	LSB	アナログコラムクロック 2 MHz
INL	1.0	---	LSB	
オフセット誤差	9	---	mV	
ゲイン誤差				
リファレンス ゲイン誤差を含む	3.0	---	% FSR	
リファレンス ゲイン誤差を除く [2]	0.1	---	% FSR	
動作電流				
Low Power	500	---	µA	
Med Power	1600	---	µA	
High Power	6000	---	µA	
データ クロック	---	0.125 ~ 8.0	MHz	デジタル ブロックへの入力およびアナログ コラムのクロック

以下の値は初期の特性データを基に、予測される性能を入れておきます。以下の表で別途指定されている場合を除き、T_A = 25°C、Vdd= 3.3V、パワー設定 HIGH、オペアンプ バイアス LOW で、出力は P2[6] で外部 Vref 1.25 を持つ P2[4] での外部アナログ グラウンド 1.64V を基準とし、分解能は 13 ビットに設定されています。

Table 2. 3.3V TriADC DC 及び AC 電気的特性、PSoC デバイスの CY8C27/24/22xxxFamily

パラメータ	典型値	制限	単位	条件および注記
入力				
入力電圧範囲	---	Vss ~ Vdd		Ref Mux = Vdd / 2 ± Vdd / 2
入力容量 [1]	3	---	pF	
入力インピーダンス	1 / (C*clk)	---		
分解能		7 ~ 13	ビット	
サンプリング速度		4 ~ 10,000	sps	
SNR	77	---	dB	
DC 精度				
DNL	.25	---	LSB	アナログコラムクロック 2 MHz
INL	1.0	---	LSB	
オフセット誤差	4	---	mV	
ゲイン誤差				
リファレンス ゲイン誤差を含む	3.0	---	% FSR	
リファレンス ゲイン誤差を除く [2]	0.4	---	% FSR	
動作電流				
Low Power	440	---	µA	
Med Power	1500	---	µA	
High Power	5700	---	µA	
データ クロック	---	0.125 ~ 8.0	MHz	デジタル ブロックへの入力およびアナログ コラムのクロック

電気的特性に関する注意事項

1. 入出力ピンを含みます。
2. リファレンス ゲイン誤差は、テスト マルチ プレクサによって経路指定され、ピンに戻される $V_{RefHigh}$ および V_{RefLow} と外付けリファレンスを比較して測定します。

以下の表で別途指定されている場合を除き、T_A = -40°C ~ +85°C、Vdd= 5.0V ± 10%、パワー設定 HIGH、オペアンプ バイアス LOW ですべての制限が保証され、出力は P2[6] で外部 Vref 1.25 を持つ P2[4] での外部アナログ グラウンド 2.5V を基準とし、分解能は 12 ビットに設定されています。

Table 3. 5.0V TriADC DC 及び AC 電気的特性、PSoC デバイスの CY8C26/25xxxFamily

パラメータ	典型 [1]	制限	単位	条件および注記
入力				
入力電圧範囲 [2]	---	Vss ~ Vdd		Ref Mux = Vdd / 2 ± Vdd / 2
入力静電容量 [3]	0.8	---	pF	
入力インピーダンス [4,5]	1 / (C*clk)	---		
分解能	---	7 ~ 13	ビット	2 の補数
サンプリング速度	---	4 ~ 10,000[6]	sps	1 秒あたりのサンプル数
SNR[7]	68		dB	100 sps
DC 精度				
INL	0.5	1	LSB	
DNL	0.25	0.5	LSB	
オフセット誤差	12	49	mV	外部 AGND を使用
ゲイン誤差	0.5	1.5	% FSR	基準入力との比較
動作電流				
Low Power	250	---	µA	
Med Power	600	---	µA	
High Power	1920	---	µA	
データ クロック	---	0.125 ~ 8.0[6]	MHz	デジタル ブロックへの入力およびアナログ コラムのクロック

以下の表で別途指定されている場合を除き、T_A = -40°C ~ +85°C、Vdd= 3.0 ~ 3.6V、パワー設定 HIGH、オペアンプ バイアス LOW ですべての制限が保証され、出力は P2[6] で外部 Vref 1.25 を持つ P2[4] での外部アナログ グラウンド 1.64V を基準とし、分解能は 12 ビットに設定されています。

Table 4. 3.3V TriADC DC 及び AC 電気的特性、PSoC デバイスの CY8C26/25xxxFamily

パラメータ	典型 [1]	制限	単位	条件および注記
入力				
入力電圧範囲 [2]	---	Vss ~ Vdd		Ref Mux = Vdd / 2 ± Vdd / 2
入力静電容量 [3]	0.8	---	pF	
入力インピーダンス [4,5]	1 / (C*clk)	---		
分解能	---	7 ~ 13	ビット	2 の補数
サンプリング速度	---	4 ~ 10,000[6]	sps	1 秒あたりのサンプル数
SNR[7]	65		dB	100 sps
DC 精度				
INL	0.5	1	LSB	
DNL	0.25	0.5	LSB	
オフセット誤差	12	49	mV	
ゲイン誤差	0.5	2.5	% FSR	基準入力との比較
動作電流				
Low Power	220	---	µA	sps = 10、13 ビット分解能
Med Power	520	---	µA	sps = 100、13 ビット分解能
High Power	1680	---	µA	sps = 240、13 ビット分解能
データ クロック	---	0.125 ~ 8[6]	MHz	デジタル ブロックへの入力およびアナログ コラムのクロック

電気的特性に関する注意事項

1. 典型値 +25°C でのパラメータの標準を表します。
2. 最大値を超えた入力電圧は最大の正の測定値を示します。最小値未満の入力電圧は最小の負の測定値を示します。
3. ユーザ モジュールのみで、入出力ピンは含みません。
4. 入力静電容量または入力インピーダンスは、アナログ ブロックへの入力が直接ピンに対するものである場合のみに該当します。
5. C = 入力静電容量、clk = データ クロック (アナログ コラムのクロック)。
6. 仕様は、別途注記のない限り、サンプリング速度 100 sps、データ クロック 8 MHz の場合です。サンプリング速度はデータ クロックと分解能の両方に依存します。
7. SNR = 単一のトーンのフルスケールの出力を Fsample/2 に積分した全ノイズで除算した割合です。

配置

ADC (スイッチド キャパシタ) ブロックは、どのスイッチド キャパシタ PSoC ブロックにも配置できます。各 ADC ブロックは、配置される特定のコラムのコンパレータ バスを独占して使用できる必要があります。つまり、3 つのブロックのそれぞれを異なるコラムに配置しなければならず、またコンパレータ バスに接続されている別のスイッチド キャパシタ ブロックを持つコラムは共有できません。

カウンタ ブロックは、使用可能なデジタルブロックであればどれにでも配置できますが、PWM16 は特定の場所にしか配置できません。PWB16 (LSB/MSB) において CY8C27xxx および CY8CLED08 デバイスファミリを配置できる位置は、DBB00/DBB01、DBB01/DCB02、DBB10/DBB11、DBB11/DCB12 です。CY8C29/24/22xxx および CY8CLED04/16 デバイスファミリでは、2 つの連続するデジタル ブロックであればどこにでも PWM16 を配置できます。PWB16 (LSB/MSB) において CY8C26/25xxx PSoC デバイスを配置できる位置は、DBA01/DBA02 と DCA05/DCA06 です。

3 つのカウンタ ブロックと PWM ブロックには、それぞれ割込みサービス ルーチンがあります。カウンタ ブロックが PWM16 ブロックよりも高い割り込み優先順位を持つことが望まれます。したがって、PWM16 ブロックが配置されるブロック番号よりも低いデジタル ブロック番号の位置にカウンタ ブロックを配置することを推奨します。

Note TriADC を初めて選択すると、「Resource allocation prevents placement (リソースの割り当てが不適なため、この配置は行えません)」という警告メッセージが表示される場合があります。この警告は、元の配置で、同じコラムに 2 つの ADC ブロックがある場合に表示されます。この場合、各 ADC ブロックをそれぞれ別のコラムに移動します。

パラメータおよびリソース

ADC 入力 1、ADC 入力 2、ADC 入力 3

入力は、アナログ PSoC ブロックの配置後に選択します。8 個のスイッチド キャパシタ ブロックは、それぞれ異なる入力選択ができます。各ブロックは隣接するブロックのほとんどに接続でき、一部は外部入力ピンに直接接続できます。アナログ ブロックは、そのブロックに入力信号を伝える信号経路を考慮しながら配置する必要があります。一部の配置では、パッケージ ピンから直接入力することができます。このような直接接続では、電源レールの 40 mV 以内の入力を正確に測定できます。また信号は、コラムのマルチプレクサ、または CT ブロックのテスト マルチプレクサを経由して、TriADC が電源レール付近で信号を測定することができるアナログ コラムに乗せることも可能です。3 つの ADC 入力のそれぞれに対して、1 つ選択します。

ClockPhase1、ClockPhase2、ClockPhase3

クロック位相の選択は、あるスイッチド キャパシタのアナログ PSoC ブロックの出力を別のスイッチド キャパシタのアナログ PSoC ブロックの入力と同期させるために使用します。スイッチド キャパシタのアナログ PSoC ブロックは、2 相クロック (φ_1、φ_2) を使用して信号を取得および転送します。一般的に、TriADC への入力は、通常の設定である φ_1 でサンプリングされます。ユーザ モジュールの多くは、φ_1 中に出力を自動的にゼロに設定し、φ_2 中しか有効な出力を供給しないため、問題が発生します。このようなモジュールの出力が TriADC の入力に供給されると、有効な信号の代わりに、TriADC は自動的にゼロに設定された出力を取得します。クロック位相を選択すると、切り替え設定、φ_2 中に入力信号を取得するように、位相を交換できます。3 つのスイッチド キャパシタ ブロックのそれぞれに対して、1 つ選択します。

ADCResolution (ADC 分解能)

このパラメータを選択すると、デバイス エディタから TriADC の分解能が設定可能になります。分解能を設定または変更するための API ルーチンもありますが、デバイス エディタで設定を行えば、必要ありません。分解能は、API 呼び出しによってもいつでも変更できますが、TriADC の動作が停止するため、再起動する必要があります。有効な分解能設定は、7 ～ 13 です。

CalcTime (計算時間)

CalcTime は、次の積分サイクルを開始する前に中間の積分結果を CPU が計算するためにかかる時間です。結果の計算にかかる時間、「CalcTime」は、CPU クロックに反比例して変化します。この値は、データ クロックに換算する必要があります。最小 CPU 計算時間は、371 CPU クロックです。また、CalcTime は、サンプリング速度を最適化するために増加させることもできます。

Note CalcTime + $2^{ビット+2}$ が 2^{16}-1 すなわち 65,535 を超えないよう注意する必要があります。

設定すべき CalcTime を決定するには、以下の式を使用します。

Equation 21

$$CalcTime \geq \frac{DataClock \cdot 371}{CPUClock}$$

下の表に、CalcTime パラメータで選択できる範囲を示します。上記の式を使用して、特定の用途で使用できるレンジの下限を設定します。

Table 5. CalcTime パラメータの範囲

分解能	積分時間 (DataClock カウント)	CalcTime レンジ (DataClock カウント)
7	512	1 ~ 65,023
8	1,024	1 ~ 64,511
9	2,048	1 ~ 63,487
10	4,096	1 ~ 61,439
11	8,192	1 ~ 57,343
12	16,384	1 ~ 49,151
13	3	1 ~ 32,767

たとえば、DataClock が 1.5 MHz に設定されており、CPU が 12 MHz で動作している場合は、CalcTime を 47 以上に設定する必要があります。以下の式を参照してください。

Equation 22

$$CalcTime \geq \frac{DataClock \cdot 371}{CPUClock} = \frac{1.50MHz \cdot 371}{12.0MHz} = 46.4\_DataClocks$$

DataClock (データ クロック) と 積分コラム クロック

データ クロックにより、サンプリング速度と信号サンプル時間枠が決まります。このクロックは、カウンタ ブロックのクロック入力、16-bit の PWM ブロック、および積分器を含むコラムのコラム クロックに送る必要があります。

このパラメータ設定では、カウンタ ブロックおよび PWM ブロックだけにクロックが設定されます。

Note 積分器スイッチド キャパシタ ブロックのコラム クロックには、同じクロックを手動で設定する必要があります。8 つのブロックすべてで同じクロックを使用する必要があります。同じクロックを使用しないと、ユーザ モジュールは正しく機能しません。

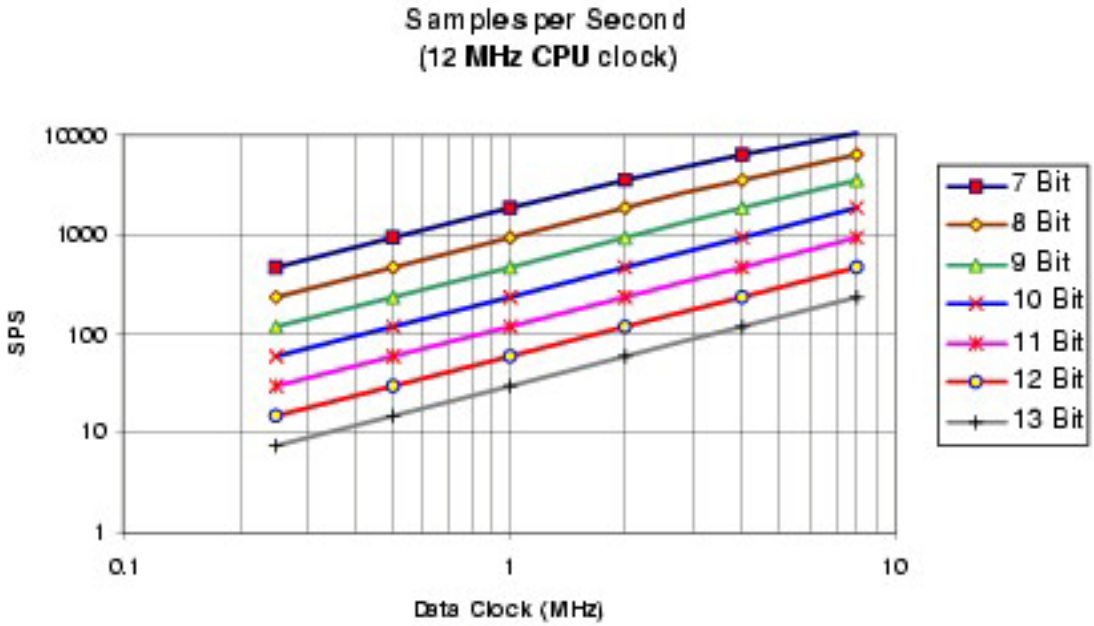
このクロックは、125 kHz ~ 8 MHz の間のクロック レートを持つ任意のクロック ソースです。

Equation 23

$$SampleRate = \frac{DataClock}{2^{Bits+2} + CalcTime}$$

以下のグラフは、TriADC の分解能オプションごとに使用可能なサンプリング速度を示したものです。

Figure 5. TriADC の各分解能オプションにおけるサンプリング速度



RefMux グローバル リソース

使用可能な入力電圧範囲は、デバイス エディタの「Global Resource (グローバル リソース)」セクションで、「Ref Mux (リファレンス マルチプレクサ)」の選択内容によって決まります。Ref Mux の選択内容によって、アナログ グラウンドと、アナログ グラウンドの入力電圧の使用可能範囲が決まります。たとえば、「Vdd/2 ± BandGap」を選択し、Vdd = 5V の場合、使用可能な入力範囲は 2.5 +/- 1.3V (1.2 ~ 3.8V) です。次の表は、Vdd が 5 ボルトと 3.3 ボルトのときの範囲を示しています。

Table 6. RefMux 設定に対する CY8C26/25xxx の入力電圧範囲

RefMux の設定	Vdd = 5 ボルト	Vdd = 3.3 ボルト
(Vdd/2) ± BandGap	$1.2 < V_{in} < 3.8$	$0.35 < V_{in} < 2.95$
(Vdd/2) ± (Vdd/2)	$0 < V_{in} < 5$	$0 < V_{in} < 3.3$

RefMux の設定	Vdd = 5 ボルト	Vdd = 3.3 ボルト
(2*BandGap) ± BandGap	$1.3 < V_{in} < 3.9$	適用外
(2*BandGap) ± P2[6]	$(2.6 - V_{P2[6]}) < V_{in} < (2.6 + V_{P2[6]})$	適用外
P2[4] ± BandGap	$(V_{P2[4]} - 1.3) < V_{in} < (V_{P2[4]} + 1.3)$	$(V_{P2[4]} - 1.3) < V_{in} < (V_{P2[4]} + 1.3)$
P2[4] ± P2[6]	$(V_{P2[4]}-V_{P2[6]}) < V_{in} < (V_{P2[4]}+V_{P2[6]})$	$(V_{P2[4]}-V_{P2[6]}) < V_{in} < (V_{P2[4]}+V_{P2[6]})$

Table 7.　リファレンス マルチプレクサ設定ごとの CY8C27/24/22xxx の入力電圧範囲

RefMux の設定	Vdd = 5 ボルト	Vdd = 3.3 ボルト
(Vdd/2) ± BandGap	$1.2 < V_{in} < 3.8$	$0.35 < V_{in} < 2.95$
(Vdd/2) ± (Vdd/2)	$0 < V_{in} < 5$	$0 < V_{in} < 3.3$
BandGap ± BandGap	$0 < V_{in} < 2.6$	$0 < V_{in} < 2.6$
(1.6*BandGap) ± (1.6*BandGap)	$0 < V_{in} < 4.16$	適用外
(2*BandGap) ± BandGap	$1.3 < V_{in} < 3.9$	適用外
(2*BandGap) ± P2[6]	$(2.6 - V_{P2[6]}) < V_{in} < (2.6 + V_{P2[6]})$	適用外
P2[4] ± BandGap	$(V_{P2[4]} - 1.3) < V_{in} < (V_{P2[4]} + 1.3)$	$(V_{P2[4]} - 1.3) < V_{in} < (V_{P2[4]} + 1.3)$
P2[4] ± P2[6]	$(V_{P2[4]}-V_{P2[6]}) < V_{in} < (V_{P2[4]}+V_{P2[6]})$	$(V_{P2[4]}-V_{P2[6]}) < V_{in} < (V_{P2[4]}+V_{P2[6]})$

DataFormat (データ フォーマット)

このパラメータの内容によって、結果を返すフォーマットが決まります。「Signed (符号付き)」を選択し、選択された分解能が「N」であるとすると、結果の範囲は 2^{N-1} ~ 2^{N-1}-1 となります。「Unsigned (符号なし)」を選択すると、結果の範囲は 0 ~ 2^N-1 となります。データ フォーマットと分解能ごとの結果範囲については、以下の表を参照してください。

Table 8.　データ フォーマットの結果レンジ

分解能設定	符号付きデータ フォーマット	符号なしデータ フォーマット
7	-64 ~ 63	0 ~ 127
8	-128 ~ 127	0 ~ 255
9	-256 ~ 255	0 ~ 511

10	-512 ~ 511	0 ~ 1023
11	-1024 ~ 1023	0 ~ 2047
12	-2048 ~ 2047	0 ~ 4095
13	-4096 ~ 4095	0 ~ 8191

割り込み生成制御

以下のパラメータにアクセスできるのは、PSoC Designer の **[Enable interrupt generation control (割り込み生成の制御を有効にする)]** チェックボックスが選択されている場合のみです。これは **「プロジェクト」メニューの > 設定 > [チップ エディタ]** から利用できます。複数のオーバーレイが使用され、そのオーバーレイ全体の複数のユーザ モジュールにより割り込みが共用されている場合は、割り込み生成制御が重要です。

IntDispatchMode

IntDispatchMode パラメータを使用して、同一ブロック内の異なるオーバレイ内に存在する複数のユーザ モジュールで共用している割り込みについて、割り込みをどのように処理するかを指定します。「ActiveStatus」を選択すると、ファームウェアは共用されている割り込み要求を処理する前に、どのオーバレイがアクティブかをテストします。このテストは、共用割り込みが要求されるたびに行われます。このためにレイテンシが付加され、共用割り込み要求を処理する非決定性のプロセスも生じますが、RAM は不要です。「OffsetPreCalc」を選択すると、ファームウェアはオーバレイが最初にロードされたときだけ共用割り込みの要求のソースを計算します。この計算によって割り込みレイテンシは減少し、共用割り込み要求を処理する決定性のプロセスが生じますが、これは RAM のバイトを消費します。

アプリケーション プログラミング インタフェース

アプリケーション プログラミング インタフェース (API) ルーチンは設計者がより高度なレベルでモジュールを処理できるようにユーザ モジュールの一部として提供されます。このセクションでは、「include」ファイルによって提供される各機能に対するインタフェースおよび定数を示します。

Note ここでは、すべてのユーザ モジュール API と同じように、API 関数を呼び出すことで A と X レジスタの値が変更されることがあります。A と X の値が呼び出し後に必要な場合は、呼び出し元関数で A と X の値を保存してください。PSoC Designer のバージョン 1.0 以降、効率性の観点から、この「registers are volatile (レジスタの揮発性)」ポリシーが採用されています。C コンパイラは自動的にこの条件を処理します。アセンブリ言語のプログラマは、コードがこのポリシーを遵守していることも確認しなければなりません。一部のユーザ モジュール API 関数では A と X は変更されないこともありますが、将来も変更されないという保証はありません。

API は、初期化、構成、サンプリング開始、停止、ADC の結果として生成されたデータの読み込みができます。どの場合でも、モジュールの「インスタンス名」が、以下のエントリ ポイントに示されているプリフィックス「TriADC」を置き換えます。

TriADC_Start

説明

このユーザ モジュールで必要なすべての初期化を実行し、スイッチド キャパシタ PSoC ブロックの Power Level を設定します。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_Start (BYTE bPowerSetting)
```

アセンブリ

```
mov   A, TriADC_HIGHPOWER
lcall  TriADC_Start
```

パラメータ

PowerSetting: Power Level を指定する 1 バイト。リセットとコンフィグレーションの後、TriADC に割り当てられたアナログ PSoC ブロックの電力が遮断されます。C およびアセンブリで用意されたシンボリック名と関連する値は、次の表に記載されています。

記号名	値
TriADC_OFF	0
TriADC_LOWPOWER	1
TriADC_MEDPOWER	2
TriADC_HIGHPOWER	3

Power Level は、アナログのパフォーマンスに影響を与えます。適正な Power Setting はデータ クロックのサンプル レートの影響を受けやすく、アプリケーションごとに決める必要があります。開発開始時には最大 Power Level を選択することを推奨します。その後、テストを実行して、Power Setting をどれだけ低く設定するかを決めることができます。

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ・ ポインタ・ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_SetPower

説明

スイッチド キャパシタ PSoC ブロックの Power Level を設定します。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_SetPower (BYTE bPowerSetting)
```

アセンブリ

```
mov   A, [bPowerSetting]
lcall  TriADC_SetPower
```

パラメータ

PowerSetting: 上記の 「開始」API ルーチンで使用した PowerSetting パラメータと同じです。これにより、ADC を動作させながら、Power Level を変更できます。

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_SetResolution

説明

A/D 変換器の分解能を設定します。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_SetResolution (BYTE bResolution)
```

アセンブリ

```
mov   A, [bResolution]
lcall  TriADC_SetResolution
```

パラメータ

解像度：A/D 変換器の分解能は、デバイス エディタまたはユーザ ファームウェアのいずれかで設定できます。ファームウェアで設定されていない場合、デフォルトにより ADC は、デバイス エディタで設定されている分解能を使用します。分解能の値には、7 ~ 13 ビットを設定できます。

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_Stop

説明

スイッチド キャパシタ積分器ブロックの Power Level をオフに設定します。これは、TriADC が使用されていないとき、消費電力を節約する場合に行われます。このルーチンは、アナログ スイッチ キャパシタ ブロックの電源を遮断し、デジタル ブロックを無効化します。最も低い消費電力を実現するには、クロックをデジタル ブロックから取り除く必要もあります。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_Stop()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_Stop
```

パラメータ

なし

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。

TriADC_GetSamples

説明

ADC アルゴリズムを初期化して開始し、指定された数のサンプルを収集します。*M8C.inc* または *M8C.h* で定義されている M8C_EnableGInt マクロを呼び出して、グローバル割り込みを有効にしてください。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_GetSamples (BYTE bNumSamples)
```

アセンブリ

```
mov   A, [bNumSamples]
lcall  TriADC_GetSamples
```

パラメータ

NumSamples：検索するサンプル数を設定する 8-bit の値。値が 「0」の場合、ADC は継続的に実行されます。

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_StopAD

説明

ADC を即座に停止します。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_StopAD()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_StopAD
```

パラメータ

なし

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。

TriADC_fIsDataAvailable、fIsData

説明

データ変換が完了し、データを読み取る準備が整うと、非ゼロ値を返します。

C プロトタイプ

```
CHAR  TriADC_fIsDataAvailable()
CHAR  TriADC_fIsData()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_fIsDataAvailable
```

パラメータ

なし

戻り値

データを使用できる場合は、非ゼロ値を返します。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_iGetData1

説明

ADC 入力 1 用に最後に変換したデータを返します。データが有効なことを確認するため、データを取得する前に fIsDataAvailable() を呼び出してください。データは、次の変換サイクルが完了する前に取得する必要があります。取得しなかった場合、データは上書きされます。積分が終わった後にすぐこの関数を呼び出さないと、返されるデータが壊れる可能性があります。したがって、サンプリング レートより高い周波数でデータを取得することを強く推奨します。また、これを保証できない場合は、この関数を呼び出す前に割り込みをオフにすることを推奨します。

C プロトタイプ

```
INT   TriADC_iGetData1()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_iGetData1
```

パラメータ

なし

戻り値

変換された整数値が返されます。アセンブラでは、X レジスタで MSB、累算器で LSB が返されます。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_iGetData2

説明

ADC 入力 2 用に最後に変換したデータを返します。データが有効なことを確認するため、データを取得する前に fIsDataAvailable() を呼び出してください。データは、次の変換サイクルが完了する前に取得する必要があります。取得しなかった場合、データは上書きされます。積分が終わった後にすぐこの関数を呼び出さないと、返されるデータが壊れる可能性があります。したがって、サンプリング レートより高い周波数でデータを取得することを強く推奨します。また、これを保証できない場合は、この関数を呼び出す前に割り込みをオフにすることを推奨します。

C プロトタイプ

```
INT   TriADC_iGetData2()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_iGetData2
```

パラメータ

なし

戻り値

変換された整数値が返されます。アセンブラでは、X レジスタで MSB、累算器で LSB が返されます。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_iGetData3

説明

ADC 入力 3 用に最後に変換したデータを返します。データが有効なことを確認するため、データを取得する前に fIsDataAvailable() を呼び出してください。データは、次の変換サイクルが完了する前に取得する必要があります。取得しなかった場合、データは上書きされます。積分が終わった後にすぐこの関数を呼び出さないと、返されるデータが壊れる可能性があります。したがって、サンプリング レートより高い周波数でデータを取得することを強く推奨します。また、これを保証できない場合は、この関数を呼び出す前に割り込みをオフにすることを推奨します。

C プロトタイプ

```
INT   TriADC_iGetData3()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_iGetData3
```

パラメータ

なし

戻り値

変換された整数値が返されます。アセンブラでは、X レジスタで MSB、累算器で LSB が返されます。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_ClearFlag

説明

データ使用可能フラグを解除します。

C プロトタイプ

```
void  TriADC_ClearFlag()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_ClearFlag
```

パラメータ

なし

戻り値

なし

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_iGetData1ClearFlag

説明

ADC 入力 1 用に最後に変換したデータを返し、データ使用可能フラグを解除します。データが有効なことを確認するため、データを取得する前に fIsDataAvailable() を呼び出してください。データは、次の変換サイクルが完了する前に取得する必要があります。取得しなかった場合、データは上書きされます。積分が終わった後にすぐこの関数を呼び出さないと、返されるデータが壊れる可能性があります。したがって、サンプリング レートより高い周波数でデータを取得することを強く推奨します。また、これを保証できない場合は、この関数を呼び出す前に割り込みをオフにすることを推奨します。

C プロトタイプ

```
INT   TriADC_iGetData1ClearFlag()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_iGetData1ClearFlag
```

パラメータ

なし

戻り値

変換された整数値が返されます。アセンブラでは、X レジスタで MSB、累算器で LSB が返されます。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_iGetData2ClearFlag

説明

ADC 入力 2 用に最後に変換したデータを返し、データ使用可能フラグを解除します。データが有効なことを確認するため、データを取得する前に fIsDataAvailable() を呼び出してください。データは、次の変換サイクルが完了する前に取得する必要があります。取得しなかった場合、データは上書きされます。積分が終わった後にすぐこの関数を呼び出さないと、返されるデータが壊れる可能性があります。したがって、サンプリング レートより高い周波数でデータを取得することを強く推奨します。また、これを保証できない場合は、この関数を呼び出す前に割り込みをオフにすることを推奨します。

C プロトタイプ

```
INT   TriADC_iGetData2ClearFlag()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_iGetData2ClearFlag
```

パラメータ

なし

戻り値

変換された整数値が返されます。アセンブラでは、X レジスタで MSB、累算器で LSB が返されます。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

TriADC_iGetData3ClearFlag

説明

ADC 入力 3 用に最後に変換したデータを返し、データ使用可能フラグを解除します。データが有効なことを確認するため、データを取得する前に fIsDataAvailable() を呼び出してください。データは、次の変換サイクルが完了する前に取得する必要があります。取得しなかった場合、データは上書きされます。積分が終わった後にすぐこの関数を呼び出さないと、返されるデータが壊れる可能性があります。したがって、サンプリング レートより高い周波数でデータを取得することを強く推奨します。また、これを保証できない場合は、この関数を呼び出す前に割り込みをオフにすることを推奨します。

C プロトタイプ

```
INT   TriADC_iGetData3ClearFlag()
```

アセンブリ

```
lcall  TriADC_iGetData3ClearFlag
```

パラメータ

なし

戻り値

変換された整数値が返されます。アセンブラでは、X レジスタで MSB、累算器で LSB が返されます。

Note 関数 ClearFlag、iGetData1ClearFlag、iGetData2ClearFlag、iGetData3ClearFlag はすべて、同じフラグをクリアします。これらはいずれも、変換完了フラグをクリアするときに、最大の柔軟性を実現するために含まれています。ユーザは、A/D 変換が終了した際、片方または両方のチャネルの結果を無視して、データを取得せずにフラグをクリアにすることもできます。

副作用

A および X レジスタは、今回、または今後、この関数を実装することによって変更される可能性があります。大容量メモリモデル (CY8C29xxx および CY8CLED16) のすべての RAM ページ ポインタ レジスタにおいても同じです。必要に応じて、fastcall16 関数の呼び出しでこれらの値を保存してください。現時点では , CUR_PP ページ ポインタ レジスタのみが変更されています。

ファームウェア ソースコードの例

このサンプル コードでは、連続的な変換を開始し、データ使用可能フラグをポーリングし、変換されたバイトをユーザ関数に送信します。

```
;;;  Sample Code for the TRIADC
;;;  Continuously Sample and call a user routine with the converted
;;;  data sample.
;;;
;;;  NOTE: The User Routine must complete operation within one
;;;  conversion cycle in order to retrieve the next converted sample
;;;  data.
;;;
include "m8c.inc"       ; part specific constants and macros
include "PSoCAPI.inc"   ; PSoC API definitions for all User Modules

export _main
_main:
    M8C_EnableGInt            ;Enable interrupts
    mov   a, 10               ;Set resolution to 10 Bits
    call  TRIADC_SetResolution
    mov   a, TRIADC_HIGHPOWER ;Set Power and Enable A/D
    call  TRIADC_Start
    mov   a, 00h              ;Start A/D in continuous sampling mode
    call  TRIADC_GetSamples
;A/D conversion loop
loop1:
wait:                         ;Poll until data is complete
    call  TRIADC_fIsDataAvailable
    jz    wait
    call  TRIADC_ClearFlag    ;Reset flag
    call  TRIADC_iGetData1    ;Get Data - X=MSB A=LSB
    call  User_Function       ;Call user routine to use data from
                              ;ADC Input1
    call  TRIADC_iGetData2    ;Get Data - X=MSB A=LSB
    call  User_Function       ;Call user routine to use data
                              ;ADC Input2
    call  TRIADC_iGetData3    ;Get Data - X=MSB A=LSB
    call  User_Function       ;Call user routine to use data
                              ;ADC Input3
    jmp   loop1
```

C 言語で書かれたサンプル プロジェクト。

```
//-------------------------------------------------------------------------
//  Sample C Code for the TriADC
//  Continuously Sample and call a user function with the data.
//  This example differs from the ASM example, in that the DataAvailable
//  flag is automatically cleared when the third value is read instead
//  of clearing the flag prior to reading the data.
//
//-------------------------------------------------------------------------


#include <m8c.h>        // part specific constants and macros
#include "PSoCAPI.h"    // PSoC API definitions for all User Modules

extern void User_Function(int iResult1, int iResult2, int iResult3);
void main(void)
{
  int iResult1, iResult2, iResult3;
  M8C_EnableGInt;                 // Enable global interrupts
  TRIADC_Start(TRIADC_HIGHPOWER); // Turn on Analog section
  TRIADC_SetResolution(10);       // Set resolution to 10 Bits
  TRIADC_GetSamples(0);           // Start ADC to read continuously
  for(;;)
  {
    while(TRIADC_fIsDataAvailable() == 0);  // Wait for data to be ready
    iResult1 = TRIADC_iGetData1();          // Get Data from ADC Input1
    iResult2 = TRIADC_iGetData2();          // Get Data from ADC Input2
    iResult3 = TRIADC_iGetData3ClearFlag(); // Get Data from ADC Input3
                                            // and clear data ready flag
    User_Function(iResult1,iResult2,iResult3); // User function to use
                                               // data
  }
}
```

コンフィグレーション レジスタ

これらのレジスタは、初期化および API ライブラリによって構成されます。ユーザは、これらのレジスタを直接変更または読み取る必要はありません。このセクションは参考用です。

ADC は、スイッチド キャパシタ PSoC ブロックです。ADC は、アナログ変調器を作成するために構成されています。変調器を構築するため、ブロックは、入力値をデジタル パルス ストリームに変換するリファレンス フィードバックを持つ積分器として構成します。入力マルチプレクサは、デジタル化する信号を決定します。

Table 9. ブロック ADC1: レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	0	0	1	0	0	0	0

Table 10. ブロック ADC1: レジスタ CR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	ACMux、AMux			0	0	0	0	0

ACMux は、タイプ 「A」のブロックにブロックを配置する場合に使用します。フィールド値は、ユーザによる入力接続によって異なります。AMux は、タイプ 「B」のブロックにブロックを配置する場合に使用します。フィールド値は、ユーザによる入力接続によって異なります。

Table 11. ブロック ADC1: レジスタ CR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	1	1	0	0	0	0	0

Table 12. ブロック ADC1: レジスタ CR3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	1	1	FSW0	0	0	0	0

FSW0 は、PWM 割り込みハンドラおよび各種 API によって使用されます。値が 「0」の場合、ADC は無効な積分器となります。値が 「1」の場合、ADC は有効な積分器となります。

Table 13. ブロック ADC2: レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	0	0	1	0	0	0	0

Table 14. ブロック ADC2: レジスタ CR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	ACMux、AMux			0	0	0	0	0

ACMux は、タイプ 「A」のブロックにブロックを配置する場合に使用します。フィールド値は、ユーザによる入力接続によって異なります。AMux は、タイプ 「B」のブロックにブロックを配置する場合に使用します。フィールド値は、ユーザによる入力接続によって異なります。

Table 15. ブロック ADC2: レジスタ CR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	1	1	0	0	0	0	0

Table 16. ブロック ADC2: レジスタ CR3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	1	1	FSW0	0	0	0	0

FSW0 は、PWM 割り込みハンドラおよび各種 API によって使用されます。値が 「0」の場合、ADC は無効な積分器となります。値が 「1」の場合、ADC は有効な積分器となります。

Table 17. ブロック ADC3: レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	0	0	1	0	0	0	0

Table 18. ブロック ADC3: レジスタ CR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	ACMux、AMux			0	0	0	0	0

ACMux は、タイプ 「A」のブロックにブロックを配置する場合に使用します。フィールド値は、ユーザによる入力接続によって異なります。AMux は、タイプ 「B」のブロックにブロックを配置する場合に使用します。フィールド値は、ユーザによる入力接続によって異なります。

Table 19. ブロック ADC3: レジスタ CR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	1	1	0	0	0	0	0

Table 20. ブロック ADC3: レジスタ CR3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	1	1	FSW0	0	0	0	0

FSW0 は、PWM 割り込みハンドラおよび各種 API によって使用されます。値が 「0」の場合、ADC は無効な積分器となります。値が 「1」の場合、ADC は有効な積分器となります。

PWM16 は、ADC の積分時間を制御するために使用されるデジタル PsoC ブロックです。比較値には 2 ビット +2 を設定し、時間には CalcTime と比較値の和を設定します。

Table 21. ブロック PWM16_MSB：レジスタ関数

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	1	比較タイプ	割り込みタイプ	0	0	1

Compare Type （比較タイプ）は、キャプチャ比較が 「以下」と 「未満」のどちらなのかを示すフラグです。Interrupt Type （割り込みタイプ）は、キャプチャ イベントと秒読み条件のどちらで割り込みをトリガするかを示すフラグです。どちらのパラメータも、デバイス エディタで設定します。

Table 22. ブロック PWM16_LSB：レジスタ関数

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	比較タイプ	0	0	0	1

Compare Type （比較値）は、比較関数が 「以下」と 「未満」のどちらに設定されているかを示すフラグです。このパラメータはデバイス エディタで設定します。

Table 23. ブロック PWM16_MSB：レジスタ入力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	1	1	クロック			

クロックは、16 個のクロック源からクロック入力を選択します。このパラメータはデバイス エディタで設定します。

Table 24. ブロック PWM16_LSB：レジスタ入力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	イネーブル				クロック			

Enable は 16 の入力ソースからデータ入力を 1 つ選択し、Clock は 16 のソースからクロック入力を 1 つ選択します。どちらのパラメータも、デバイス エディタで設定します。

Table 25. ブロック PWM16_MSB：レジスタ出力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	Output Enable	Output Sel	

Output Enable は、出力が有効なことを示すフラグです。Output Sel は、PWM16 の出力が送られる場所を示すフラグです。どちらのパラメータも、デバイス エディタで設定します。

Table 26. ブロック PWM16_LSB：レジスタ出力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 27. ブロック PWM16_MSB：カウント レジスタ DR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Count(MSB)							

Count: PWM16 PWM の下の MSB。この値は、PWM16 API を使用して読み取れます。

Table 28. ブロック PWM16_LSB：カウント レジスタ DR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Count(LSB)							

Count: PWM16 PWM の下の LSB。この値は、PWM16 API を使用して読み取れます。

Table 29. ブロック PWM16_MSB：時間レジスタ DR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Period(MSB)							

Period は、イネーブルまたは最終カウント条件によってカウンタ レジスタにロードされる時間値の MSB を保持します。この値は、デバイス エディタおよび PWM16 API で設定できます。

Table 30. ブロック PWM16_LSB：時間レジスタ DR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Period(LSB)							

Period は、イネーブルまたは最終カウント条件によってカウンタ レジスタにロードされる時間値の LSB を保持します。この値は、デバイス エディタおよび PWM16 API で設定できます。

Table 31. ブロック PWM16_MSB：パルス幅レジスタ DR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Pulse Width(MSB)							

PulseWidth は、比較イベントの生成に使用されるパルス幅の値の MSB を保持します。この値は、デバイス エディタおよび PWM16 API で設定できます。

Table 32. ブロック PWM16_LSB：パルス幅レジスタ DR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Pulse Width(LSB)							

PulseWidth は、比較イベントの生成に使用されるパルス幅の値の LSB を保持します。この値は、デバイス エディタおよび PWM16 API で設定できます。

Table 33. ブロック PWM16_MSB：制御レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	Start/ Stop(0)

Start/Stop は、LSB 制御レジスタの値によって制御されます。ゼロに設定してください。

Table 34. ブロック PWM16_LSB：制御レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値								Start/ Stop

Start/Stop が設定されている場合は、PWM16 がイネーブルです。PWM16API を使って変更できます。

CNT は、カウンタとして構成されるデジタル PSoC ブロックです。DR0 の値が最後までカウントダウンされると、上位桁のソフトウェア カウンタを減算するために割り込みが呼び出され、CNT が DR1 から再ロードされます。データは、DR2 を通して出力されます。

Table 35. ブロック CNT1: レジスタ関数

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	1	0	0	0	0	1

Table 36. ブロック CNT1: レジスタ入力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Data（データ）				クロック			

データは、ADC ブロックが配置されたコラム コンパレータを選択します。クロックは、16 のクロック ソースからクロック入力を 1 つ選択し、デバイス エディタで設定します。

Table 37. ブロック CNT1: レジスタ出力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 38. ブロック CNT1: レジスタ DR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	カウント値							

Table 39. ブロック CNT1: レジスタ DR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	1	1	1	1	1	1	1

Table 40. ブロック CNT1: レジスタ DR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Data Out							

Data Out は、カウンタ値を取得するために API によって使用されます。

Table 41. ブロック CNT1: レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	イネーブル

Enable が設定されている場合は、CNT が有効です。この値は、TriADC API によって変更および制御されます。

Table 42. ブロック CNT2: レジスタ関数

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	1	0	0	0	0	1

Table 43. ブロック CNT2: レジスタ入力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Data（データ）				クロック			

データは、ADC ブロックが配置されたコラム コンパレータを選択します。クロックは、16 のクロック ソースからクロック入力を 1 つ選択し、デバイス エディタで設定します。

Table 44. ブロック CNT2: レジスタ出力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 45. ブロック CNT2: レジスタ DR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	カウント値							

Table 46. ブロック CNT2: レジスタ DR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	1	1	1	1	1	1	1

Table 47. ブロック CNT2: レジスタ DR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Data Out							

Data Out は、カウンタ値を取得するために API によって使用されます。

Table 48. ブロック CNT2: レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	Enable (イネーブル)

Enable が設定されている場合は、CNT が有効です。この値は、TriADC API によって変更および制御されます。

Table 49. ブロック CNT3: レジスタ関数

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	1	0	0	0	0	1

Table 50. ブロック CNT3: レジスタ入力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Data (データ)				Clock (クロック)			

データは、ADC ブロックが配置されたコラム コンパレータを選択します。クロックは、16 のクロック ソースからクロック入力を 1 つ選択し、デバイス エディタで設定します。

Table 51. ブロック CNT3: レジスタ出力

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 52. ブロック CNT3: レジスタ DR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	カウント値							

Table 53. ブロック CNT3: レジスタ DR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	1	1	1	1	1	1	1	1

Table 54. ブロック CNT3: レジスタ DR2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	Data Out							

Data Out は、カウンタ値を取得するために API によって使用されます。

Table 55. ブロック CNT3: レジスタ CR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値	0	0	0	0	0	0	0	イネーブル

Enable が設定されている場合は、CNT が有効です。この値は、TriADC API によって変更および制御されます。

Table 56. レジスタ INT_MSK1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
値								

ここでは、個々の割り込みを有効にするために、PWM ブロックと CNT ブロックに対応するマスク ビットを設定します。実際のマスク値は、各ブロックの配置位置によって決まります。

バージョン ヒストリー

バージョン	著者	説明
2.1	DHA	以下の項目を確認するために DRC を付加しました。 1. デジタル リソースとアナログ リソース間でソース クロックが異なっているかどうか。 2. ADC クロックが CPU クロックより上位であること

Note PSoC Designer 5.1 は、すべてのユーザ モジュール データシートにおいてバージョン ヒストリーを導入しています。このセクションでは、ユーザ モジュールの過去のバージョンと現在のバージョンとの違いに関して高度な解説を掲載しています。