



AN-2005 アプリケーション・ノート

ADF4371 と ADF4372 の VCO 自動キャリブレーションをバイパスする方法

著者 : Kazim Peker

はじめに

ADF4371 と ADF4372 は、電圧制御発振器 (VCO) 内蔵の広帯域シンセサイザで、自動キャリブレーションを使用し、コア選択、帯域選択、およびバイアス・レベルのキャリブレーション値を適切に選択してデバイスをロックします。しかし、自動キャリブレーション機能を無効にすると、ロック時間を短縮できます。

自動キャリブレーションのバイパスは、レジスタ 0x0034 のビット [7:5] (VCO_FSM_TEST_MODES) を使用して、VCO コア、帯域、バイアスを既知の値に強制設定することにより行われます。自動キャリブレーションをバイパスするには、自動キャリブレーションを有効にしてデバイスを目的の周波数にロックさせ、この自動キャリブレーション機能によって選択された VCO

のコア、帯域、バイアスをリードバックして保存します。次に、目的の周波数ごとにこれらの値の表を作成します。動作時には、自動キャリブレーションを無効にして目的の周波数の VCO 値を手動でロードし、デバイスに適切な周波数帯域を強制的に選択させて、自動キャリブレーション機能にかかる追加時間を不要とします。

分析、制御、評価用 (ACE) ソフトウェア・プラグインを使用して EV-ADF4371SD2Z および EV-ADF4372SD2Z を設定すると、VCO 値を容易にリードバックして一時的に保存し、これらの値を手動でデバイスに書き込むことができます。

目次

はじめに	1	ACEを使用した自動キャリブレーションのバイパス	4
改訂履歴	2	[VCO CAL Bypass] タブのアクセスおよび使用方法	4
自動キャリブレーションのバイパス手順	3	温度のリードバック手順.....	6
VCO キャリブレーション・データのリードバック	3		
VCO キャリブレーションの手動データ書込み	3		

改訂履歴

6/2019—Revision 0: Initial Version

自動キャリブレーションのバイパス手順

実施前にデバイスをロックし、VCO コア、帯域、バイアスの各パラメータをリードバックして、ルックアップ・テーブルを作成します。それぞれのチップは同一ではないため、チップごとに新しいテーブルを作成します。動作時には、自動キャリブレーション機能を無効にすることによって、VCO パラメータを手動でデバイスに書き込みます。

VCO キャリブレーション・データのリードバック

VCO キャリブレーション・データをリードバックするには、必要なレジスタにロードし、自動キャリブレーションを使用して通常どおりにデバイスをロックして、各周波数の VCO パラメータを読み出します。確実に自動キャリブレーションがリードバックの前に完了していることが重要です。自動キャリブレーションの完了前に値をリードバックすると、誤った値が読み出されます。

ACE ソフトウェアでは、リードバックに使用されるビットに以下のようにラベルが付けられます。

- レジスタ 0x0033、ビット [7:5]、VCO_FSM_READBACK
- レジスタ 0x006E、ビット [7:0]、VCO_DATA_READBACK [7:0]
- レジスタ 0x006F、ビット [7:0]、VCO_DATA_READBACK [15:8]

VCO_FSM_READBACK ビットは、どのデータを VCO_DATA_READBACK ビットに送信するかを設定します。

VCO パラメータを読み出すには、以下の手順を実行します。

1. 自動キャリブレーション機能を使用して、希望の周波数にロックするようにデバイスを設定します。デバイスがロックされるのを待機する必要があります。
2. VCO_FSM_READBACK ビットを 0x01 に設定して、帯域とコアのリードバックを許可します。
3. レジスタ 0x006F のビット [3:0] を読み出して、現在の VCO コアをリードバックします。データとコアの対応関係については表 1 を参照してください。
4. レジスタ 0x006E のビット [7:0] を読み出して、VCO 帯域をリードバックします。
5. VCO_FSM_READBACK ビットを 0x03 に設定して、バイアスのリードバックを許可します。
6. レジスタ 0x006E のビット [3:0] を読み出して、VCO バイアスをリードバックします。

必要な周波数ごとに手順 1 から手順 6 を繰り返して、これらの値の表を作成します。

表 1. VCO コアのリードバック・データ

Core	Register 0x006F Data
Core D	*b0001
Core C	*b0010
Core B	*b0100
Core A	*b1000

表 2. VCO コアの書き込みデータ

Core	SI_VCO_SEL Data
Core D	0x01
Core C	0x02
Core B	0x04
Core A	0x08

VCO キャリブレーションの手動データ書き込み

必要な各周波数の VCO パラメータを使用して、自動キャリブレーションを使用せずにデバイスを目標の周波数帯域に強制設定します。

VCO パラメータへの書き込みに使用するビットは、ACE ソフトウェアでは以下のとおりです。

- レジスタ 0x0034、ビット [7:5]、VCO_FSM_TEST_MODES
- レジスタ 0x0037、ビット [7:0]、SI_BAND_SEL
- レジスタ 0x0038、ビット [7:4]、SI_VCO_SEL
- レジスタ 0x0038、ビット [3:0]、SI_VCO_BIAS_CODE

デバイスに VCO パラメータを書き込むには、以下の手順を実行します。

1. パワーアップ時に、ADF4371 と ADF4372 のデータシートの説明に従ってシリアル・ポート・インターフェースを設定し、デバイスを初期化します。EN_AUTOCAL を「b0」に設定して自動キャリブレーションを無効にし、レジスタ 0x0034 のビット [7:5] (VCO_FSM_TEST_MODES) を「b1」に設定して VCO コア、帯域、バイアスを上書きします。
2. 目標の周波数に応じて、レジスタ 0x0010 以外のレジスタを設定します。この手順は周波数によって異なります。整数、小数、モジュラスの各ワード、ブリード電流、およびトラッキング・フィルタ係数を設定し、インテジャー・モード、補助モジュラス、出力分周器、ダブラ、およびクワッドダブラを有効または無効にすることが必要な場合があります。
3. 表 2 に示す SI_VCO_SEL データを使用してコアを設定します。
4. SI_BAND_SEL ビットを使用して帯域を設定します。データは、リードバックから収集したのと同じフォーマットでこれらのビットに書き込むことができます。
5. SI_VCO_BIAS_CODE ビットを使用してバイアスを設定します。この場合も、データをリードバックから収集したのと同じフォーマットでこれらのビットに書き込むことができます。
6. レジスタ 0x0010 に書き込みます。このレジスタに書き込むと、デバイスは新しい周波数にロックします。

収集する VCO キャリブレーション・データの周波数ごとに、手順 2 から手順 6 を繰り返します。

ACE を使用した自動キャリブレーションのバイパス

[VCO CAL Bypass] タブのアクセスおよび使用方法

1. EV-ADF4371SD2Z または EV-ADF4372SD2Z を接続し、それぞれのユーザ・ガイドの説明に従って ACE ソフトウェアを開きます。ACE のメイン・コントロール・ウィンドウを開きます。ACE のメイン・コントロール・ウィンドウを図 1 に示します。

2. ACE のメイン・コントロール・ウィンドウで、[Other Controls] をクリックして [VCO Cal Bypass] ペインを開きます (図 2 を参照)。
[VCO Cal Bypass] ペインには、低速の周波数掃引を実行し、キャリブレーション・データを収集してデバイスに書き込むためのコントロールがあります。

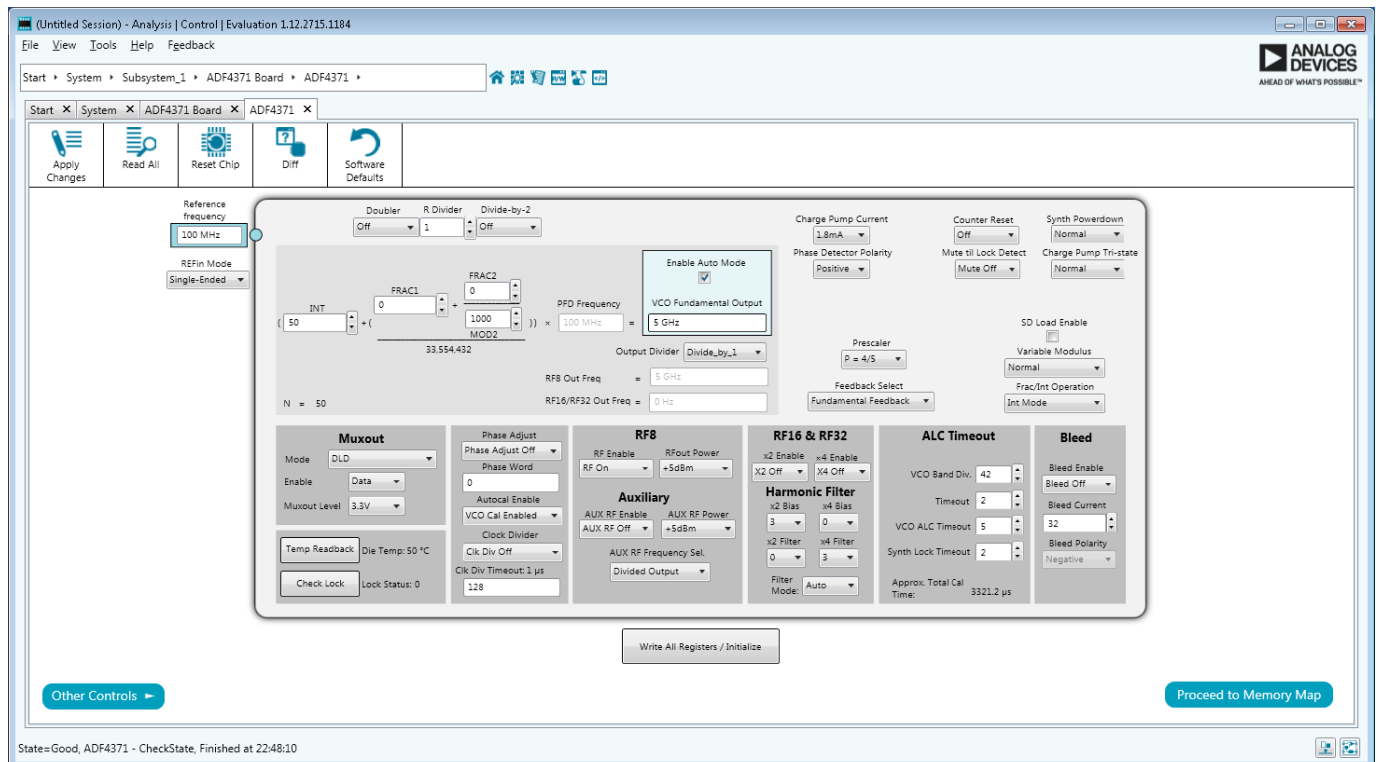


図 1. ACE のメイン・コントロール・ウィンドウ

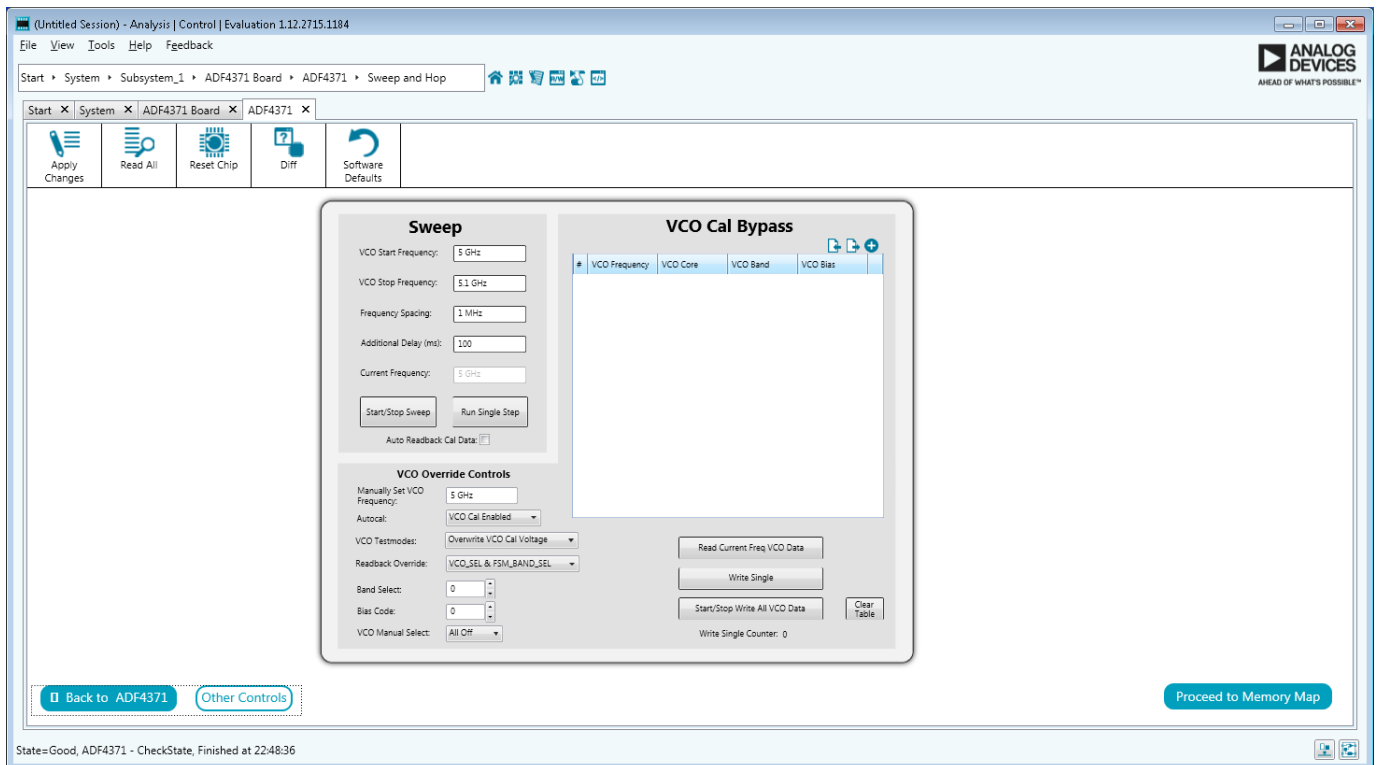


図 2. [VCO Cal Bypass] ペイン

- 以下の手順を実行すると、周波数掃引時にキャリブレーション・データが自動的に収集されます。
 - 必要な周波数にデバイスを設定します。
 - [Sweep] で、[Auto Readback Cal Data] チェックボックスをオフにします。
 - [VCO Start Frequency]、[VCO Stop Frequency]、[Frequency Spacing]、[Additional Delay] の各ボックスに入力して、キャリブレーション・データに必要な掃引パラメータを設定します。
 - [Start/Stop Sweep] をクリックすると、ソフトウェアは自動的に掃引を実行し、キャリブレーション・データを測定します。
- 必要なデータが収集され、[VCO Cal Bypass] ペインに表示されたら、[Write Single] または [Start/Stop Write All VCO Data] のいずれかをクリックしてデバイスに書き込みます。これらのコマンド/ボタンはどちらも、自動キャリブレーション機能を自動的に無効にし、対応する周波数ごとにコア、帯域、バイアスの各パラメータをデバイスに手動で書き込みます。
[Write Single] および [Start/Stop Write All VCO Data] コマンドは、以下の手順を実行します。
 - [Write Single] をクリックするたびに、テーブル内の 1 行を実行します。現在の行は、右下の [Write Single Counter] の隣に表示されます。
 - [Start/Stop Write All VCO Data] は、自動的に各行を実行しデータを書き込みます。このボタンをもう一度クリックするまで、書き込み処理が繰り返されます。

キャリブレーション・データを手動で読み出すには、以下の手順を実行します。

- デバイスがロックされているときに、現在のキャリブレーション・データを読み出します。[Read Current Freq VCO Data] をクリックすると、VCO コア、帯域、バイアスを読み出し、データを [VCO Cal Bypass] ペインに表示します。

このプロセスを他の周波数や設定に対して繰り返す場合もあります。周波数を手動で変更するには、[Manually Set VCO Frequency] テキスト・ボックスを使用します。

温度のリードバック手順

チップ温度はシステム温度に関する情報を提供できます。チップ温度は温度補償にも使用できます。

ADF4371 と ADF4372 は A/D コンバータ (ADC) を内蔵しており、チップ温度を読み出すことができます。ADC クロック (ADC_CLK) は、位相周波数検出器クロック (f_{PFD}) から次式によって生成されます。

$$ADC_CLK = \frac{f_{PFD}}{((ADC_CLK_DIV \times 4) + 2)}$$

ここで、
ADC_CLK_DIV はレジスタ 0x0035 に格納されている値。

$$f_{PFD} = REF_{IN} \times \left(\frac{(1 + D)}{(R \times (1 + T))} \right)$$

ここで、
REF_{IN} はリファレンス周波数入力。
D は REF_{IN} ダブラ・ビット。
R はリファレンス分周係数。
T はリファレンス 2 分周ビット (0 または 1)。

変換を完了するには有効なリファレンス信号が必要です。ADC_CLK を 100kHz に設定し、次式で ADC_CLK_DIV を計算します。

$$ADC_CLK_DIV = \text{ceiling} \left(\frac{\left(\left(\frac{f_{PFD}}{100,000} \right) - 2 \right)}{4} \right)$$

ADC_CLK_DIV が 255 より大きい場合は、255 に設定します。

温度のリードバックに使用するビットは、ACE ソフトウェアでは以下のとおりです。

- Register 0x0032、ビット 2、ADC_ENABLE
- Register 0x0032、ビット 3、ADC_CONVERSION
- レジスタ 0x0033、ビット [7:5]、VCO_FSM_READBACK
- レジスタ 0x006E、ビット [7:0]、VCO_DATA_READBACK[7:0]
- レジスタ 0x0073、ビット 2、ADC_CLK_DISABLE

温度をリードバックするには、以下の手順を実行します。

1. ADC_ENABLE ビットが有効になっていることを確認します。
2. レジスタ 0x0032 のビット 3 を b1 に設定することにより、ADC_CONVERSION ビットを有効にします。
3. 16 ADC_CLK サイクルを待機します。
4. VCO_FSM_READBACK ビットを 0x05 に設定します (既に設定されている場合は、この手順を省略します)。
5. VCO_DATA_READBACK [7:0] ビットを読み出して、チップ温度 (RAW_TEMP) に対応する未処理の ADC 出力をリードバックします。
6. レジスタ 0x0032 のビット 3 を b0 に設定して、ADC_CONVERSION ビットを無効にします。
7. レジスタ 0x0032 のビット 2 を b0 に設定して、ADC_ENABLE ビットを無効にします。これにより、ADC クロックによって発生するスプリアスが防止されます。同様に、ADC_CLK_DISABLE ビットで ADC クロックを無効にすることもできます。

手順 1 と手順 2 を個別に実行します。ただし、手順 6 と手順 7 は同時に実行できます。

次式を使って、実際のチップ温度を摂氏 (°C) で計算します。

$$\text{チップ温度} = -83.5^{\circ}\text{C} + \text{RAW_TEMP}$$