

Application Note

LMX2820 でインスタント キャリブレーションを使用する方法

Narala Reddy

概要

このアプリケーション ノートは、インスタント キャリブレーションで利用可能なさまざまな機能を説明し、また、インスタント キャリブレーションにおける各機能を用いる際の手順を示します。

目次

1 はじめに.....	2
2 インスタント キャリブレーションの各種オプション.....	3
2.1 インスタント キャリブレーションの遅延を 2.5 μ s から 5 μ s に増やす必要がある場合.....	3
2.2 VCO ダブラでのインスタント キャリブレーションのための参照テーブルを生成する.....	3
2.3 SPI を介してインスタント キャリブレーションの参照テーブルを読み戻す.....	4
2.4 SPI を介して参照テーブルを書き込む.....	4
2.5 参照テーブルを再生成せずに位相検出器の周波数が変更された場合の対処.....	5
3 まとめ.....	6
4 参考資料.....	7

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

LMX2820 で 1 つの周波数を別の周波数に切り換えるには、アシストなし、フル アシスト、部分アシスト、インスタント キャリブレーションという複数の方法があります。各アプローチにはいくつかの制限があります。アシストなしでは、セトリング タイムが長くなります。フル アシストでは、VCO およびダブラ設定について何を書き込むかを事前に理解する必要があります。部分アシストはより高速なセトリングに役立ちますが、フル アシストほど速くはありません。これら 3 つの方法すべてを改善するために、LMX2820 にはインスタント キャリブレーションと呼ばれる新しいアプローチがあります。このドキュメント には、インスタント キャリブレーション機能の説明が含まれています。

LMX2820 のインスタント キャリブレーション機能は非常によく用いられるものであり、ユーザは非常に高速な周波数の切り換えが可能です。この機能は、VCO キャリブレーション値を参照テーブルに保存することによって動作します。データシートには記載されておらず、このアプリケーション ノートで説明する使用事例や特別な制限があります。

1. インスタント キャリブレーションの遅延を 2.5 μ s から 5 μ s に増やす必要がある場合。
2. VCO ダブラを使用する場合に参照テーブルを生成するときの特殊な処理
3. SP インターフェイスを介して参照テーブルを読み戻す
4. SP インターフェイスを介して参照テーブルを書き込む
5. 参照テーブルを強制的に再生成せずに、位相検出器の周波数が変更された場合の対応。

2 インスタント キャリブレーションの各種オプション

2.1 インスタント キャリブレーションの遅延を 2.5 μ s から 5 μ s に増やす必要がある場合

LMX2820 のデータシートは、インスタント キャリブレーションの最小遅延が 2.5 μ s であることを示唆しています。ただし、これで十分でなく、この遅延を 5 μ s まで増やす必要がある場合もあります。それは、VbiasVCO ピンの電圧が大幅に変化する場合です。これは、VCO コアを切り換えたとき、または振幅キャリブレーション設定が大幅に変更されたときに発生する可能性があります。このために使用されるレジスタは INSTCAL_DLY(R2<11:1>) です。

2.2 VCO ダブラでのインスタント キャリブレーションのための参照テーブルを生成する

LMX2820 を使用してインスタント キャリブレーションを行い、VCO ダブラの参照テーブルを生成する場合、デバイスにキャリブレーションが不要となることはほとんどありません。ソフトウェアによる回避方法は、ユーザがデバイスから読み戻して、参照テーブルが正しく生成されていることを確認することです。この動作には、データシートに記載されていないレジスタが含まれます。一般的な手順は次のとおりです。

1. 電源をオフにし、オンにします。
2. 100MHz を入力 OSCIN として、デフォルトの 6GHz tics pro ファイルをロードします。
3. 以下のレジスタを規定の条件でプログラムします
 - a. レジスタ R0:
 - i. INSTCAL_SKIP_ACAL(R0[13]) = 1
 - b. レジスタ R70:
 - i. DBLBUF_PLL_EN(R70[4]) = 1
 - ii. DBLBUF_CHDIV_EN(R70[5]) = 1
 - iii. DBLBUF_OUTBUF_EN(R70[6]) = 1
 - iv. DBLBUF_OUTBUF_EN(R70[7]) = 1
 - c. レジスタ R1:
 - i. INSTCAL_DBLR_EN(R1[1]) = 1
 - ii. INSTCAL_EN(R1[0]) = 1
 - iii. LUT_GEN_SEL(R4[15]) = 0
 - d. レジスタ R106:
 - i. INDEX_TEST(R106[10]) = 1
 - ii. INDEX_WR_RD(R106[11]) = 1
4. 参照テーブルの参照テーブル エントリをゼロに初期化します
 - a. Index = 514 ~ 519 の場合
 - i. INDEX_NO(R106[9:0]) = Index
 - ii. INDEX_TEST_WRDATA_37_32(R107[5:0]) = 0
 - iii. INDEX_TEST_WRDATA_31_16(R108[15:0]) = 0
 - iv. INDEX_TEST_WRDATA_15_0(R109[15:0]) = 0
 - v. INDEX_WR_RD(R106[11]) = 1
 - vi. INDEX_WR_RD(R106[11]) = 0
5. 以下のレジスタをプログラムします
 - a. INDEX_TEST(R106[10]) = 0.
 - b. R36 [14:0], PLL_N = 28
 - c. R42(MSB), R43(LSB) = 250 (NUM)
 - d. R38(MSB), R39(LSB) = 1000 (DEN)
 - e. R44(MSB), R45(LSB) = 2³⁰ (2³² * (NUM/DEN) INSTCAL_PLL_NUM)
 - f. FCAL_EN (R0[4]) = 0
 - g. FCAL_EN (R0[4]) = 1
 - h. FCAL_EN (R0[4]) = 0
6. rb_DBLR_CAL_DONE(R75<12]) を確認します。

- a. 1 の場合は、先へ進んでください。
- b. そうでない場合は、RESET(R0[1]) = 1 とし、rb_DBLR_CAL_DONE =1 となるまで上記の手順を繰り返します

2.3 SPI を介してインスタント キャリブレーションの参照テーブルを読み戻す

1. 次のレジスタを書き込みます
 - a. INDEX_WR_RD(R106[11])=0
 - b. INDEX_TEST(R106[10]) =1
2. Index = 0 ~ 519 の場合
 - a. INDEX_NO(R106[9:0]) =Index
 - b. 次の情報を読み戻します
 - i. INDEX_TEST_WRDATA_37_32(R107<5:0])
 - ii. INDEX_TEST_WRDATA_31_16(R108<15:0])
 - iii. INDEX_TEST_WRDATA_15_0(R109<15:0])

2.4 SPI を介して参照テーブルを書き込む

1. 電源をオフにし、オンにします。
2. 100MHz を入力 OSCIN として、デフォルトの 6GHz tics pro ファイルをロードします。
3. 次のレジスタを書き込みます
 - a. R70
 - i. DBLBUF_PLL_EN(R70<4]) = 1
 - ii. DBLBUF_CHDIV_EN(R70<5]) = 1
 - iii. DBLBUF_OUTBUF_EN(R70<6]) = 1
 - iv. DBLBUF_OUTBUF_EN(R70<7]) = 1
 - b. R1
 - i. INSTCAL_DBLR_EN (R1[1])=1
 - ii. INSTCAL_EN (R1[0]) = 1
 - c. R4
 - i. LUT_GEN_SEL (R4[15]) = 1
 - d. R36
 - i. PLL_N (R36[14:0]) = 28
 - e. PLL_NUM
 - i. R42(MSB)、R43(LSB) = 250 (NUM)
 - f. PLL_DEN
 - i. R38(MSB)、R39(LSB)=1000(DEN)
 - g. INSTANT_PLL_NUM
 - i. R44 および R45; R44(MSB)、R45(LSB) = $2^{30} (2^{32} * (NUM/DEN) INSTCAL_PLL_NUM)$
 - h. FCAL の切り換え
 - i. FCAL_EN (R0[4]) =0
 - ii. FCAL_EN (R0[4]) =1
 - iii. FCAL_EN (R0[4]) =0
4. INDEX_TEST(R106[10]=1)、INDEX_WR_RD(R106[11]=0)
5. Index = 0 ~ 519 の場合
 - a. INDEX_NO(R106[9:0]) =Index を書き込みます
 - i. INDEX_WR_RD(R106<11]) = 1 であることを確認します
 - ii. INDEX_WR_RD(R106[11]) = 0 であることを確認します
 - iii. INDEX_TEST_WRDATA_37_32(R107<5:0]) の保存値を書き込みます

- iv. WRDATA_31_16(R108<15:0]) の保存値を書き込みます
- v. INDEX_TEST_WRDATA_15_0(R109<15:0]) の保存値を書き込みます

6. LUT に書き込んだ後、INDEX_TEST(R106<10]) を 0 にします。

上記のステップの後、LUT の書き込みが完了し、ユーザは必要な N.F および INSTCAL_PLL_NUM を書き込むだけで、PFD を変更せずに出力の周波数をより速く変更できます。ダブル バッファリングが有効になっているため、N.F の変更を実行するには、R0 への書き込みが必要です。これにより、設定の動作が速くなります。

2.5 参照テーブルを再生成せずに位相検出器の周波数を変更された場合の対処

PFD を変更する必要がある場合もあります。この場合、LUT の再作成は次の変更で回避できます。

例: 上の例では、PFD を 200MHz として使用していますが、PFD を 100MHz に変更すると仮定します。次のシーケンスは、PFD を変更する手順と、PFD の変更に対応して LUT が再生成されないようにする方法を示しています。

1. LUT_GEN_SEL=1(R4[15])
2. PLL_R_PRE(R14[11:0])=1
3. OSC_2X(R11[4])=0
4. FCAL_HPFD_ADJ(R0<10:9])=0
5. R36<14:0], PLL_N=56
6. OUTA_MUX(R78[1:0])=1
7. R42(MSB)、R43(LSB)=500(NUM)
8. R38(MSB)、R39(LSB)=1000(DEN)
9. R44(MSB)、R45(LSB)= $2^{31} (2^{32} * (\text{NUM}/\text{DEN}) \text{ INSTCAL_PLL_NUM})$
10. FCAL_EN を 1 として R0 を書き込みます
11. INSTCAL_EN=1(R1[0])
12. INSTCAL_EN=0(R1[0])
13. INSTCAL_EN=1(R1[0])
14. R0[4][FCAL_EN]=1
15. R0[4][FCAL_EN]=0
16. ユーザは、出力周波数が 5.65GHz であることを確認する必要があります。

PFD が変更された場合は、INSTANT_CAL の切り換え手順が必要です。PFD が変更されていない場合は、周波数変更関連の設定を十分に行った後で、FCAL を切り換えるだけで十分です。

3 まとめ

このドキュメントでは、インスタント キャリブレーションに存在するさまざまなオプションについて説明しています。これは、さまざまな使用事例で役立つほか、高速ロック オプションに関連した **LMX2820** の機能を最大限に引き出します。

4 参考資料

- テキサス インスツルメンツ、『[LMX2820 位相同期と JESD204B をサポートした 22.6GHz の広帯域 PLLatinum™ RF シンセサイザ](#)』、データシート
- テキサス インスツルメンツ、『[VCO インスタント キャリブレーションによるロック時間の大幅な改善](#)』、アプリケーション ノート

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated