

AN-2005 应用笔记

One Technology Way • P.O. Box 9106 • Norwood, MA 02062-9106, U.S.A. • Tel: 781.329.4700 • Fax: 781.461.3113 • www.analog.com/cn

如何旁路ADF4371和ADF4372 VCO自动校准

作者: Kazim Peker

简介

ADF4371和ADF4372是集成压控振荡器(VCO)的宽带频率合成器,使用自动校准选择合适的内核、频段和偏置电平校准值来锁定器件。但是,禁用自动校准功能可加快锁定时间。

使用寄存器0x0034、位[7:5] (VCO_FSM_TEST_MODES)强制 使VCO内核、频段和偏置设为已知值,可对自动校准进行旁 路。要旁路自动校准功能,首先需要在使能自动校准的情况 下,将器件锁定至目标频率,回读并存储通过自动校准功能 选择的VCO内核、频段和偏置。然后,针对每个相关频率创 建一个这样的数值表格。在操作过程中,禁用自动校准并手 动加载目标频率的VCO值,以强制器件选择正确的频段,并 消除执行自动校准功能所需的额外时间。

分析、控制、评估(ACE)软件插件能够对EV-ADF4371SD2Z 和EV-ADF4372SD2Z进行编程,方便了VCO值的回读和临时 存储,从而可以将这些值手动写入器件。

AN-2005

目录

简介	. 1
修订历史	. 2
旁路自动校准的流程	. 3
VCO 校准数据回读	. 3
手动写入 VCO 校准数据	. 3

使用。	ACE 旁路自动校准	4
如1	可访问并使用 VCO 校准旁路选项卡	4
温度回]读流程	6

修订历史

2019年6月—修订版0:初始版

应用笔记

旁路自动校准的流程

在操作之前,将器件锁定至目标频点,并通过回读VCO内 核、频段和偏置参数生成查找表。为每个芯片生成新表, 因为每个芯片都是唯一的。在操作过程中,通过禁用自动 校准功能,将VCO参数手动写入器件。

VCO校准数据回读

要回读VCO校准数据,首先需要加载所需的寄存器,使用 自动校准功能让器件像往常一样锁定,并针对每个频率读 取VCO参数。务必确保回读前已完成自动校准。在完成自 动校准之前回读将导致读取值错误。

用于回读的数据位在ACE软件中标记如下:

- 寄存器0x0033,位[7:5],VCO_FSM_READBACK
- 寄存器0x006E,位[7:0],VCO_DATA_READBACK[7:0]
- 寄存器0x006F, 位[7:0], VCO_DATA_READBACK[15:8]

VCO_FSM_READBACK 位 设 置 要 发 送 至 VCO_DATA_ READBACK位的数据。

要读取VCO参数,请执行以下步骤:

- 对器件进行编程,通过使用自动校准功能将器件锁定在 所需频率。用户必须等待器件锁定。
- 将VCO_FSM_READBACK位设置为0x01以允许回读频 段和内核。
- 读取寄存器0x006F、位[3:0]以回读当前VCO内核(请参 阅表1),使数据与相应内核匹配。
- 4. 读取寄存器0x006E、位[7:0]以回读VCO频段。
- 将VCO_FSM_READBACK位设置为0x03以允许回读 偏置。
- 6. 读取寄存器0x006E、位[3:0]以回读VCO偏置。

对每个所需频率重复步骤1至步骤6,为这些值创建表。

表1.VCO内核回读数据

手动写入VCO校准数据

每个所需频率的VCO参数将迫使器件选择目标频段,无需 使用自动校准。

用于写入VCO参数的位在ACE软件中显示如下:

- 寄存器0x0034,位[7:5],VCO_FSM_TEST_MODES
- 寄存器0x0037,位[7:0],SI_BAND_SEL
- 寄存器0x0038, 位[7:4], SI_VCO_SEL
- 寄存器0x0038,位[3:0],SI_VCO_BIAS_CODE

要将VCO参数写入器件,请执行以下步骤:

- 上电时,如ADF4371和ADF4372数据手册中所述,设置 串行端口接口并初始化器件。确保EN_AUTOCAL设置 为 b0 以 禁 用 自 动 校 准,寄存器 0x0034、位 [7:5] (VCO_FSM_TEST_MODES) 设置为 b1 以覆盖 VCO内 核、频段和偏置。
- 根据目标频率的要求,对除寄存器0x0010之外的的寄存 器进行编程。此步骤与频率有关。可能需要对整数、小 数和模数、漏电流以及跟踪滤波器系数进行编程,并使 能或禁用整数模式、辅助模块、输出分频器、倍频器和 四倍频器。
- 3. 使用表2中列出的SI_VCO_SEL数据设置内核。
- 使用SI_BAND_SEL位设置频段。数据可以通过和回读 收集到的数据位相同的格式写入。
- 5. 使用SI_VCO_BIAS_CODE位设置偏置。同样,数据可 以通过和回读收集到的数据位相同的格式写入。
- 5. 写入寄存器0x0010。写入该寄存器时,器件锁定到新频率。

对VCO校准数据收集到的任何频率重复步骤2至步骤6。

内核	寄存器0x006F数据
内核D	'b0001
内核C	'b0010
内核B	'b0100
内核A	ʻb1000

表2.VCO内核写入数据

内核	SI_VCO_SEL数据
内核D	0x01
内核C	0x02
内核B	0x04
内核A	0x08

使用ACE旁路自动校准

如何访问并使用VCO校准旁路选项卡

- 打开ACE软件,并连接EV-ADF4371SD2Z或 EV-ADF4372SD2Z,如相应用户指南中所述。ACE主控 制窗口如图1所示。
- 在ACE主控制窗口中,单击其他控件打开旁路VCO校 准窗格(参见图2)。旁路VCO校准窗格包含执行慢频 率扫描的控件以及收集校准数据并将校准数据写入器 件的控件。

📕 (Untitled Session) - Analysis Control Evaluation 1.12.2715.1184	
Eile View Iools Help Feedback	ANALOG
Start + System + Subsystem_1 + ADF4371 Board + ADF4371 + 💏 🗱 🗑 🚟 🌄	AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE*
Start X System X ADF4371 Board X ADF4371 X	
Apply Charges Read All Rest Chip Diff Software Defaults	
Reference Doubler R Divide-by-2 Charge Pump Current Counter Reset Symth Powerdown Normal •	
REFIn Mode Single-Ended v FRAC2 FR	
INT Image: Solution of the solution of	
RF8 Out Freq 5 GHz Normal Normal N = 50 RF16/RF32 Out Freq 0 Hz Feedback Select Frec/Int Operation	
Muxout Phase Adjust RFB RF16 & RF32 ALC Timeout Bleed Mode DLD Phase Adjust Off Concerning of Section Power x2 Enable Formation Bleed Bleed <t< td=""><td></td></t<>	
Enable Data Munout Level 3.3V Munout Leve	
Temp Readback Die Temp: 50 °C Clock Divider AUX.RF Off • = \$58m • x4 Filter X2 Filter x4 Filter Synth Lock Timeout \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	
Check Lock Status: 0 128 Filter Mode: Auto + Approx. Total Cal 3321.2 µs	
Write All Registers / Initialize	
Other Controls	Proceed to Memory Map
State=Good, ADF4371 - CheckState, Finished at 22:48:10	

图1. ACE主控制窗口

AN-2005

[Untitled Session - Analysis [Control [Fouluation 1.12.2715.1184 [En View Tools Hale Feedback [En View Tools Hale Feedback	
Start • System • Subsystem_1 • ADF4371 Board • ADF4371 • Sweep and Hop 🕋 🗱 🔰 🚾 🌄	AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE*
Start X System X ADF4371 Board X ADF4371 X	
Apply Changes Read All Reset Chip Diff Software Defaults	
Sweep VCO Cal Bypass VC0 Start Frequency: 5 GHz VC0 Stop Frequency: 51 GHz VC0 Stop Frequency: 51 GHz Frequency: 51 GHz Additional Delay (mp: 120	
Current Frequency: Start/Stop Sweep Auto Readback Cal Deta:	
VCO Overnide Controls Manually Sair VCO 5 GHz Frequency: VCO Elabeled • Autoral: VCO Elabeled • VCO Testmodes: Diversite VCO Call Voltage • Readback Override COL SEL & FSM_BAND_SEL • Band Select: 0 Bias Code: 0 VCO Manual Select: All Off • Write Single Counter: 0 Write Single Counter: 0	
Back to ADF4371 Other Controls	Proceed to Memory Map
State=Good, ADF4371 - CheckState, Finished at 22:48:36	1 E

图2. 旁路VCO校准窗格

- 3. 在频率扫描过程中,通过以下步骤自动收集校准数据:
 - 将器件设定为所需频率。

应用笔记

- 在**扫描**控件下,取消选中**自动回读校准数据**复选框。
- 通过填充VCO开始频率、VCO停止频率、频率 间隔,以及额外延迟框,设置校准数据所需的扫 描参数。
- 单击开始/停止扫描,软件将自动运行扫描并测量 校准数据。

要手动读取校准数据,请执行以下步骤:

 当器件锁定时,读取当前校准数据。单击读取当前 频率VCO数据以读取VCO内核、频段和偏置,并 在旁路VCO校准窗格下显示该数据。

请注意,可对其他频率和设置重复此过程。要手动 更改频率,可使用**手动设置VCO频率**文本框。 在收集了所需数据并显示在旁路VCO校准窗格中后, 单击**写入单个或开始/停止写入所有VCO数据**以写入 器件。这两个命令按钮均可自动禁用自动校准功能, 并向器件中手动写入每个相应频率的内核、频段和偏 置参数。

写入单个和**开始/停止写入所有VCO数据**命令执行以 下步骤:

- 每次单击写入单个,都会逐步写入表中的一行。当前行显示在右下角的写入单个计数器旁边。
- 开始/停止写入所有VCO数据自动运行并写入每 行数据。写入过程会持续重复直到再次单击此按 钮为止。

AN-2005

温度回读流程

芯片温度可提供与系统温度相关的信息。芯片温度还可用于 温度补偿。

ADF4371和ADF4372包括可用于读取芯片温度的模数转换器 (ADC)。ADC时钟(ADC_CLK)通过鉴频鉴相器时钟(f_{PFD})生 成,公式如下:

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

其中:

ADC_CLK_DIV存储在寄存器0x0035中。

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

其中:

REF_{IN}是基准频率输入。

D是REF_{IN}倍频器位。

R是参考分频系数。

T是参考2分频位(0或1)。

完成转换需要有效的参考信号。针对100 kHz的ADC_CLK, 使用以下公式计算ADC_CLK_DIV:

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

如果ADC_CLK_DIV大于255,则将其设置为255。

用于温度回读的数据位在ACE软件中显示如下:

- 寄存器0x0032,位2,ADC_ENABLE
- 寄存器0x0032, 位3, ADC_CONVERSION
- 寄存器0x0033, 位[7:5], VCO_FSM_READBACK
- 寄存器0x006E,位[7:0],VCO_DATA_READBACK[7:0]

应用的

• 寄存器0x0073, 位2, ADC_CLK_DISABLE

要回读温度,请执行以下步骤:

- 1. 确保使能ADC_ENABLE位。
- 通过将寄存器 0x0032 的位3设为b1,使能 ADC_CONVERSION位。
- 3. 等待16个ADC_CLK周期。
- 将VCO_FSM_READBACK位设为0x05(如果已设置,则 跳过此步骤)。
- 5. 读取VCO_DATA_READBACK[7:0]位以回读与芯片温度 (RAW_TEMP)相对应的原始ADC输出。
- 6. 通过将寄存器 0x0032的位3设为b0, 禁用 ADC_CONVERSION位。
- 7. 通过将寄存器0x0032的位2设为b0(可防止ADC时钟产生 任何杂散),禁用ADC_ENABLE位。同样, ADC_CLK_DISABLE位也可禁用ADC时钟。

单独执行步骤1和步骤2。但是,可同时执行步骤6和步骤7。

使用以下公式计算实际芯片的摄氏温度(°C):

芯片温度 = -83.5°C + RAW_TEMP



www.analog.com/cn



©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. AN20224sc-0-6/19(0)