

摘要

DAC12DL3200 评估模块 (EVM) 用于评估德州仪器 (TI) 的 DAC12DL3200 数模转换器 (DAC)。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等术语指的是 DAC12DL3200EVM。

内容

1 引言	2
1.1 对发送和接收的低延迟评估.....	3
1.2 相关文档.....	3
2 设备	4
2.1 评估板功能标识摘要.....	4
2.2 所需设备.....	5
3 设置过程	6
3.1 安装 High-Speed Data Converter (HSDC) Pro 软件.....	7
3.2 安装配置 GUI 软件.....	7
3.3 连接 DAC12DL3200EVM 和 TSW14DL3200EVM.....	7
3.4 将电源连接到电路板 (关闭).....	7
3.5 将信号发生器连接到 EVM (*在定向之前禁用射频输出).....	8
3.6 打开 TSW14DL3200EVM 的 12V 电源并连接到 PC.....	8
3.7 打开 DAC12DL3200EVM 的 5V 电源并连接到 PC.....	8
3.8 打开信号发生器射频输出.....	8
3.9 打开 DAC12DL3200EVM GUI 并对 DAC 以及适用于单通道 NRZ 模式 2 运行的时钟进行编程.....	9
3.10 打开 HSDC 软件并将 FPGA 图像加载至 TSW14DL3200EVM.....	11
3.11 DxSTRB 定时调整.....	14
4 其他工作模式	17
4.1 单通道射频模式 2 (第二奈奎斯特区域).....	17
4.2 双通道输出模式 0.....	17
4.3 双通道模式 1 设置.....	18
4.4 双通道 2xRF 模式 0 DAC 设置.....	18
4.5 直接数字合成模式.....	18
5 寄存器日志文件	21
6 器件配置	22
6.1 选项卡结构.....	22
6.2 低级控件.....	22
A DAC12DL3200EVM 疑难解答	24
B DAC12DL3200EVM 板载时钟配置	25

插图清单

图 1-1. DAC12DL3200EVM.....	2
图 1-2. 基于 LVDS 的低延迟 ADC 接收器和 DAC 发送器.....	3
图 1-3. 低延迟 ADC EVM、采集卡、图形发生器和 DAC EVM.....	3
图 2-1. DAC12DL3200EVM 特性.....	4
图 3-1. EVM 测试设置.....	6
图 3-2. 配置 GUI：“LMK04828”选项卡.....	9
图 3-3. “Low Level View” (低级视图) 选项卡.....	10
图 3-4. 选择配置文件.....	10
图 3-5. 未加载固件.....	11

图 3-6. 选择 DAC 模式 2.....	12
图 3-7. HSDC Pro GUI 设置.....	13
图 3-8. IO 延迟.....	14
图 3-9. IO 延迟寄存器写入.....	15
图 3-10. DAC 通道 A 输出.....	16
图 4-1. 第二奈奎斯特区域测试.....	17
图 4-2. 包含 NCO 设置的 DACA 选项卡.....	19
图 4-3. NCOA 计算.....	20
图 5-1. 寄存器日志文件.....	21
图 6-1. 配置 GUI：“Low Level View”（低级视图）选项卡.....	22
图 B-1. 板载时钟设置.....	25
图 B-2. 默认电路板时钟配置电路（外部时钟模式）.....	26

表格清单

表 6-1. 低级控件.....	23
表 A-1. 疑难解答.....	24

商标

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.
Rohde & Schwarz® is a registered trademark of Rohde & Schwarz GmbH & Co.
所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

DAC12DL3200 是一款延迟超低的双通道 12 位射频采样数模转换器 (DAC)，采样速率在双通道模式下高达 3.2 千兆样本/秒 (GSPS)，或在单通道模式下高达 6.4GSPS。当使用多种奈奎斯特输出模式时，DAC 可以在接近 8GHz 的载波频率下传输超过 2GHz 的信号带宽。DAC12DL3200EVM 器件的输入数据通过高速 LVDS 接口进行传输。此评估板还包括以下重要特性：

- 变压器耦合输出支持高达 8GHz 的单端 50 Ω 输出信号
- LMX2592 时钟合成器，作为生成 DAC 采样时钟的选项
- 针对支持外部时钟源的快速设置的变压器耦合输入时钟选项（电路板默认设置）
- 适用于 DAC SYSREF 和 FPGA 参考时钟源的 LMK04828 时钟合成器
- 通过 USB 连接器和 FTDI USB 转 SPI 总线转换器进行器件寄存器编程
- 通过 400 引脚 FMC 接口连接器实现高速 LVDS 数据输入

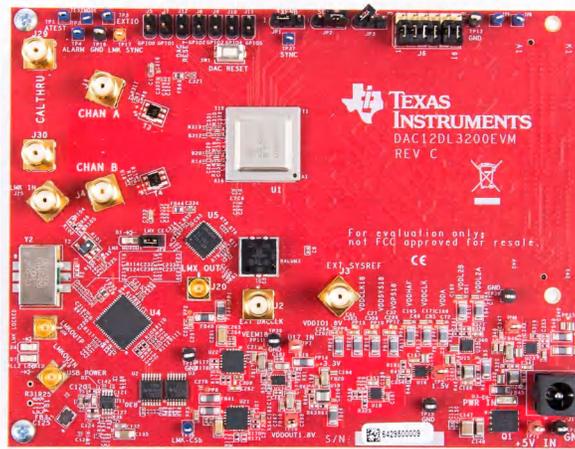


图 1-1. DAC12DL3200EVM

TI TSW14DL3200EVM 图形发生器与 TI High-Speed-Data-Converter (HSDC) Pro 软件 GUI 搭配使用，可将 LVDS 数据测试图形发送到 DAC12DL3200EVM。

在 HSDC Pro 软件中正确选择硬件后，将自动配置 TSW14DL3200EVM 以支持 DAC12DL3200 的不同运行模式。接口提供高达 1600MSPS 的 LVDS 输出数据。

1.1 对发送和接收的低延迟评估

TSW14DL3200EVM 适用于通过 DAC12DL3200EVM 和 ADC12DL3200EVM 进行的即插即用型评估。这为基于 LVDS 的低延迟 DAC 发送器或 ADC 接收器 (或者同时针对两者) 提供了原型设计或测试功能。

TI 采用两种方法来测量 DAC12DL3200 器件的总体端到端延迟。

方法 1 : 图 1-2 展示了这种方法, 其中测试信号馈送到 ADC12DL3200 器件的前端, 样本由 FPGA 提取和采集。然后, 将这些样本转发至 DAC12DL3200, 后者生成输出信号 (输入测试信号的延迟版)。Xilinx UltraScale 的 IO 体系结构以牺牲低延迟性能来换取吞吐量, 实现了超高速数据速率。位速率超过 1.2Gbps 时, FPGA 中的 SERDES 块实现异步时钟域交叉 (在 ADC 和 DAC 端)。此外, ADC 数据通道和 FPGA 中接收 SERDES 块的输出之间可能存在数据偏差。这可以通过在 FPGA 内部增加缓冲层来补偿。这些域交叉的总和以及数据排序相关的延迟将产生 285ns 的端到端延迟。其中, DAC12DL3200 大约产生 6ns 的延迟 (请参阅数据表规格), 而 ADC12DL3200 增加了大约 8ns 的延迟。其余延迟来自使用的 FPGA 逻辑。

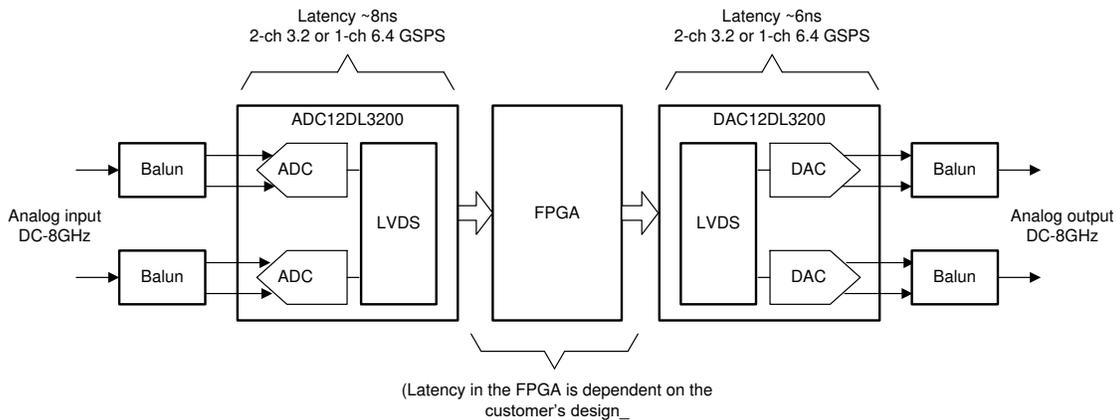


图 1-2. 基于 LVDS 的低延迟 ADC 接收器和 DAC 发送器

方法 2 : 为了通过 FPGA 最大限度地降低延迟并真实地表示数据转换器的延迟, 我们创建了一种简化设置, 将 FPGA 用作组合直通器件。FPGA 逻辑只将 ADC 的 MSB 输出 (通过 FPGA) 传递到 DAC 的 MSB 输入。FPGA 不对信号进行任何重新定时, 以避免时钟域交叉导致的任何非确定性延迟。使用此设置, 测得的 ADC12DL3200 + FPGA + DAC12DL3200 + 器件 EVM 路由的合计延迟为 32.8ns。

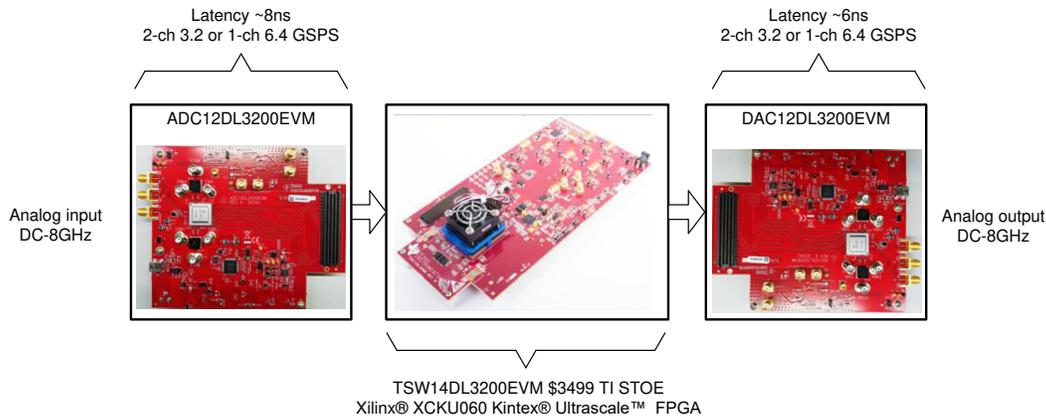


图 1-3. 低延迟 ADC EVM、采集卡、图形发生器和 DAC EVM

1.2 相关文档

技术参考文档

- 德州仪器 (TI), [DAC12DL3200 6.4GSPS 单通道或 3.2GSPS 双通道 12 位 DAC 数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TSW14DL3200 高速 LVDS 数据采集和图形发生器用户指南](#)
- 德州仪器 (TI), [High Speed Data Converter Pro GUI 用户指南](#) (也可以在软件的帮助菜单中找到)

- 德州仪器 (TI), 具有集成型 VCO 的 LMX2582 高性能宽带 PLLatinum™ 射频合成器数据表
- 德州仪器 (TI), 具有双环路 PLL 且符合 JESD204B 标准的 LMK0482x 超低噪声时钟抖动消除器数据表
- FTDI USB 转串行驱动程序安装手册

TSW14DL3200EVM 和 ADC12DL3200EVM 运行

请参阅 [TSW14DL3200EVM 用户指南](#) 和 [ADC12DL3200EVM 用户指南](#), 了解配置和状态信息。

2 设备

本节描述了评估 DAC12DL3200 器件的完整性能所需的设备。

2.1 评估板功能标识摘要

图 2-1 显示了 EVM 特性。

备注

EVM 没有任何电源时序, 因为在将这项要求添加到数据表之前就完成了 EVM 的设计。TI 建议按照 [DAC12DL3200 6.4GSPS 单通道或 3.2GSPS 双通道 12 位 DAC 数据表](#) 中的电源建议一节使用电源时序。

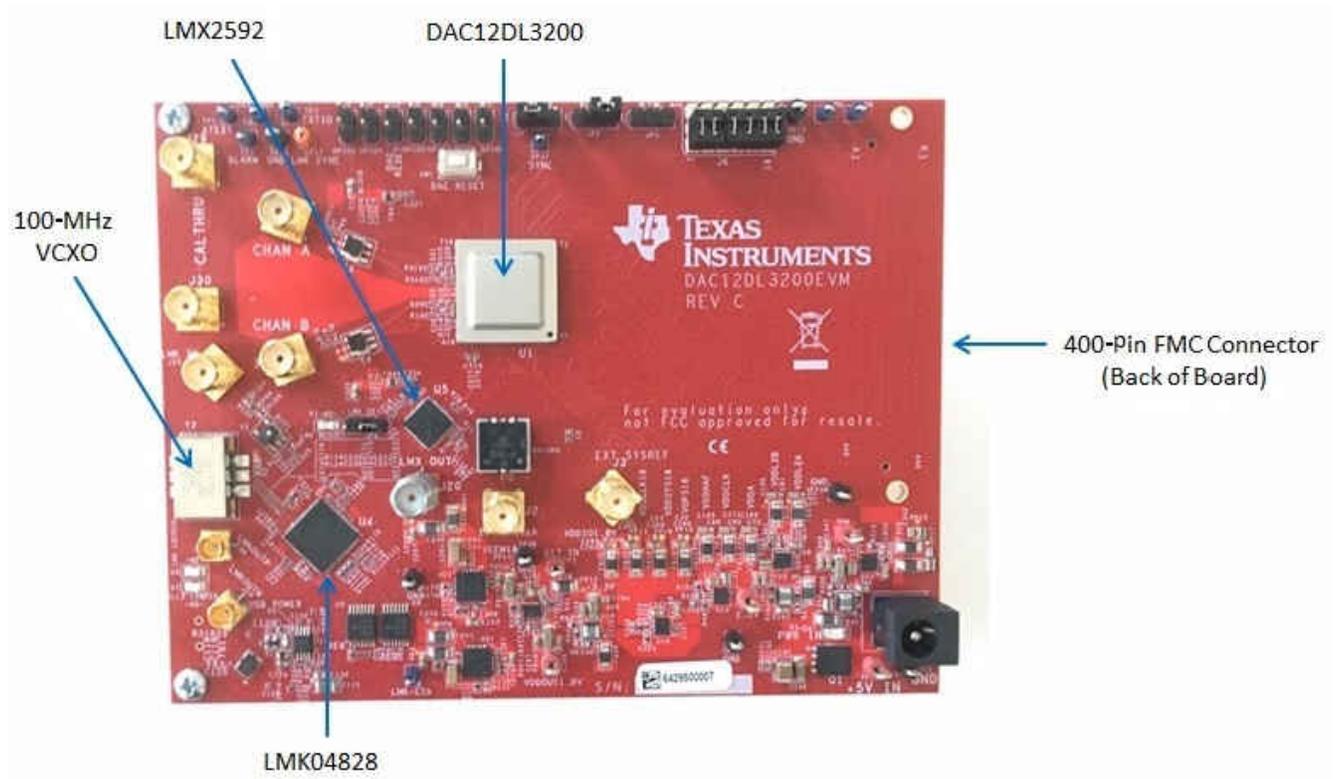


图 2-1. DAC12DL3200EVM 特性

2.2 所需设备

EVM 评估套件中包含以下设备：

- DAC12DL3200 评估模块 (EVM)
- Mini-USB 电缆
- 电源线

EVM 评估套件中不包含以下设备，但评估此产品时需要使用这些设备：

- TSW14DL3200EVM 图形发生器板、电源线和 USB3.0 电缆
- HSDC 专业版软件
- 运行 Microsoft® Windows® 操作系统 (XP、7、8 或 10) 的计算机 (PC)
- 用于时钟输入的两个低噪声同步信号发生器。TI 建议使用以下器件：
 - Rohde & Schwarz® SMA100A 或 SMA100B
- 频谱分析仪
 - 具有 20GHz 带宽的 Rohde & Schwarz® FSQ 或等效器件
- SMA 至 SMA 信号路径电缆
- 能够提供 3A 电流的 12V 直流电源 (TSW14DL3200EVM)
- 能够提供 4A 电流的 5V 直流电源 (DAC12DL3200EVM)

默认情况下，DAC12DL3200EVM 使用外部时钟解决方案。在电路板的几个地方略做小改动，即可支持板载时钟解决方案。如果使用板载时钟，无需信号发生器。

3 设置过程

本节描述了如何在工作台上借助正确的设备来设置 DAC12DL3200EVM，从而评估 DAC 器件的完整性能。图 3-1 显示了 EVM 测试设置。

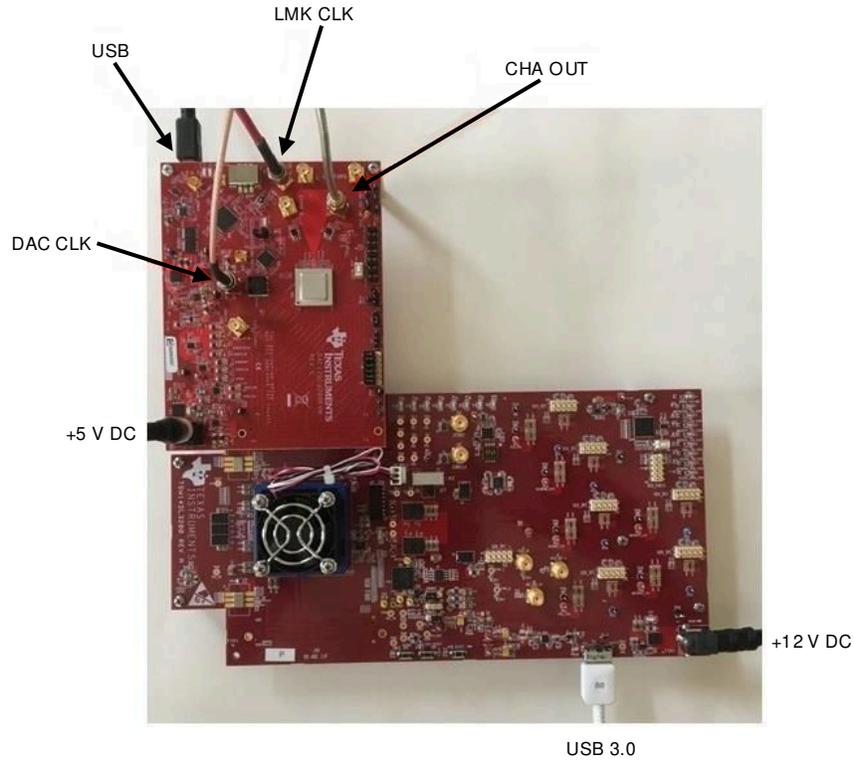


图 3-1. EVM 测试设置

备注

必须在第一次将 TSW14DL3200EVM 连接到 PC 之前，安装 HSDC Pro 软件。

3.1 安装 High-Speed Data Converter (HSDC) Pro 软件

从 www.ti.com.cn/tool/cn/dataconverterpro-sw 下载 HSDC Pro 软件的最新版本。按照安装说明安装软件。

3.2 安装配置 GUI 软件

1. 请从 www.ti.com.cn/tool/cn/DAC12DL3200EVM 上的 EVM 工具文件夹中下载配置图形用户界面 (GUI) 软件。
2. 对 zip 压缩文件进行解压缩。
3. 运行可执行文件 (setup.exe) 并按照说明操作。

3.3 连接 DAC12DL3200EVM 和 TSW14DL3200EVM

关闭电源，通过 FMC 连接器将 DAC12DL3200EVM 连接到 TSW14DL3200EVM，如图 3-1 所示。确保支柱可达到连接器可靠连接所需的正确高度。

确保电路板跳线按照以下所示的方法配置：

- JP1 (TXENB) 引脚 1 - 2。这将启用 DAC 输出。
- JP2 (睡眠) 引脚 2 - 3。这使得 DAC 退出睡眠模式。
- JP3 (SYNC) 无分流器。此输入具有内部上拉电阻。当为高电平时，DAC 使用适用于频闪灯的 DxSTRB 输入。当为低电平时，DAC 使用数据 LSB 作为频闪灯。如需了解更多信息，请参阅数据表。
- JP6 (LMX_CE) 引脚 1 - 2。这会将 LMX 置于关断模式 (电路板默认设置)。
- J6 (DAC NCO 选择) 引脚 1 - 2、4 - 5、7 - 8、10 - 11、13 - 14、16 - 17。默认将所有输入接地
- J5、J7 - J12 (FTDI 备用 GPIO) 无分流器。默认断开所有输入。安装这些跳线时，FTDI 可以控制 NCO 选择输入。

3.4 将电源连接到电路板 (关闭)

1. 确认 TSW14DL3200EVM 上的电源开关处于关闭位置。将电源线连接到 12V 直流 (最小 3A 电流) 电源。确认桶形连接器的外表面已接地，连接器内部的电压为 12V，从而确保电源极性正确。将电源线连接到 EVM 电源连接器。
2. 将电源线连接到 DAC12DL3200EVM 的 5V 直流 (最小 4A 电流) 电源。确认桶形连接器的外表面已接地，连接器内部的电压为 5V，从而确保电源极性正确。将电源线连接到 EVM 电源连接器。

CAUTION

确保 EVM 的电源连接极性正确。如果极性不正确，可能会立即导致 EVM 损坏。

确保将 12V 电源连接到 TSW14DL3200EVM 而不是 DAC12DL3200EVM。为 DAC12DL3200EVM 提供 12V 电压可能会立即导致其损坏。

使 TSW14DL3200EVM 电源开关处于关闭位置。

3.5 将信号发生器连接到 EVM (*在定向之前禁用射频输出)

使用 SMA 连接器 J2 将信号发生器连接到 DAC12DL3200EVM 的 EXT_DACCLK 输入。必须使用低噪声信号发生器。将信号发生器配置为 6.4GHz、12dBm。

使用 SMA J25 将与 DACCLK 信号发生器同步的第二个信号发生器连接到 DAC12DL3200EVM 的 LMK_IN。将信号发生器配置为 1.6GHz、12dBm。

3.5.1 如果使用外部时钟 (可选)

若要使用板载时钟解决方案操作 EVM，请执行以下操作：

1. 移除 LMX_CE 跳线 J6 上的分流器
2. 将 C7 移至 C277
3. 将 C6 移至 C278
4. 为 FB28 安装 MuRata BLM18AG121TN1D 或等效器件。这位于 Y2 下方的电路板底部。
5. [附录 B](#) 提供了关于在此模式下运行的 GUI 设置说明。

3.6 打开 TSW14DL3200EVM 的 12V 电源并连接到 PC

执行以下步骤来打开具有 12V 电源的 TSW14DL3200EVM 并连接到 PC

1. 打开连接到 TSW14DL3200EVM 的 12V 电源。
2. 用 Mini USB 3.0 电缆将 PC 与 TSW14DL3200EVM 连接起来。
3. 如果这是第一次将 TSW14DL3200EVM 连接到 PC，请按照屏幕上的说明自动安装器件驱动程序。如需了解具体说明，请参阅 [TSW14DL3200EVM 用户指南](#)。

3.7 打开 DAC12DL3200EVM 的 5V 电源并连接到 PC

执行以下步骤来打开 DAC12DL3200EVM 的 5V 电源并连接到 PC。

1. 使用 Mini USB 电缆将 DAC12DL3200EVM 连接到 PC。
2. 打开 5V 电源以为 EVM 加电。
3. 按下 DAC RESET 开关 SW1。
4. 打开 TSW14DL3200EVM 上的电源开关

3.8 打开信号发生器射频输出

打开连接到 DAC12DL3200EVM 的两个信号发生器的信号输出。

3.9 打开 DAC12DL3200EVM GUI 并对 DAC 以及适用于单通道 NRZ 模式 2 运行的时钟进行编程

器件配置 GUI 的安装独立于 HSDC Pro 安装程序，是独立的 GUI。

图 3-2 显示了 LMK04828 选项卡中打开的 GUI。面板顶部的选项卡将配置分为器件和 EVT 特性，其中用户友好型控件和“Low Level”（低级）选项卡可用于直接配置寄存器。EVM 具有三个可配置器件：DAC12DL3200、LMK04828 和 LMX2592。器件数据表中提供了每个器件的寄存器映射。

图 3-2 展示了 DAC12DL3200EVM GUI，其中显示连接到 PC 的 USB 状态。

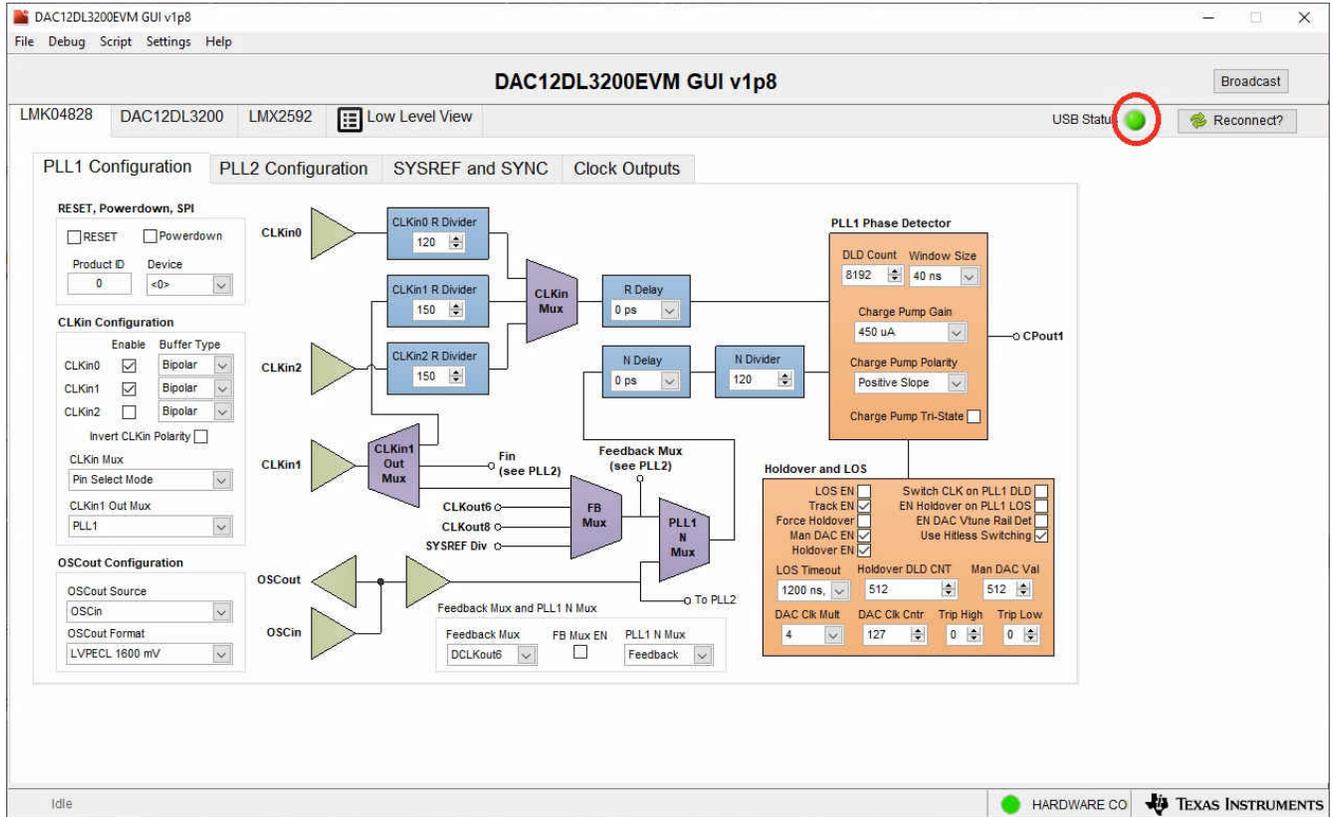


图 3-2. 配置 GUI：“LMK04828”选项卡

1. 点击 DAC12DL3200 GUI 图标打开 DAC12DL3200EVM GUI，并以管理员身份运行。
2. 验证 USB 是否已连接到电路板。这通过 GUI 右上角的绿色 USB 状态指示灯来指示。如果指示灯未亮起，请点击 *Reconnect?*（重新连接？）按钮，直到指示灯亮起。
3. 点击 *Low Level View*（低级视图）选项卡。

图 3-3 展示了将寄存器配置文件加载到 EVM 的过程。

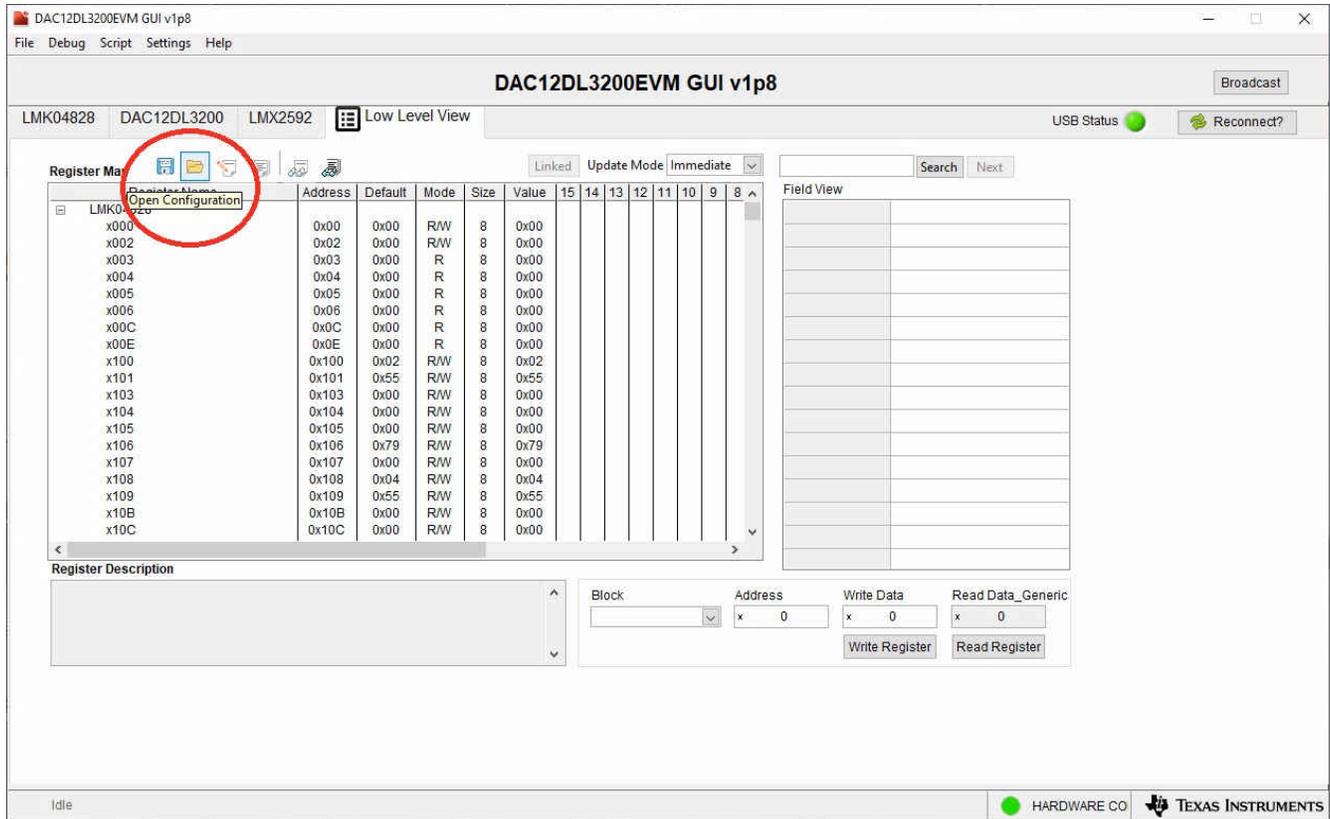


图 3-3. “Low Level View” (低级视图) 选项卡

4. 单击 **File** (文件) 图标并导航到 “EXT_CLK_Mode2_NRZ_Single_DAC.cfg”，然后单击 **OK** (确定) 按钮以加载 LMK 和 DAC 寄存器，请参阅图 3-4。

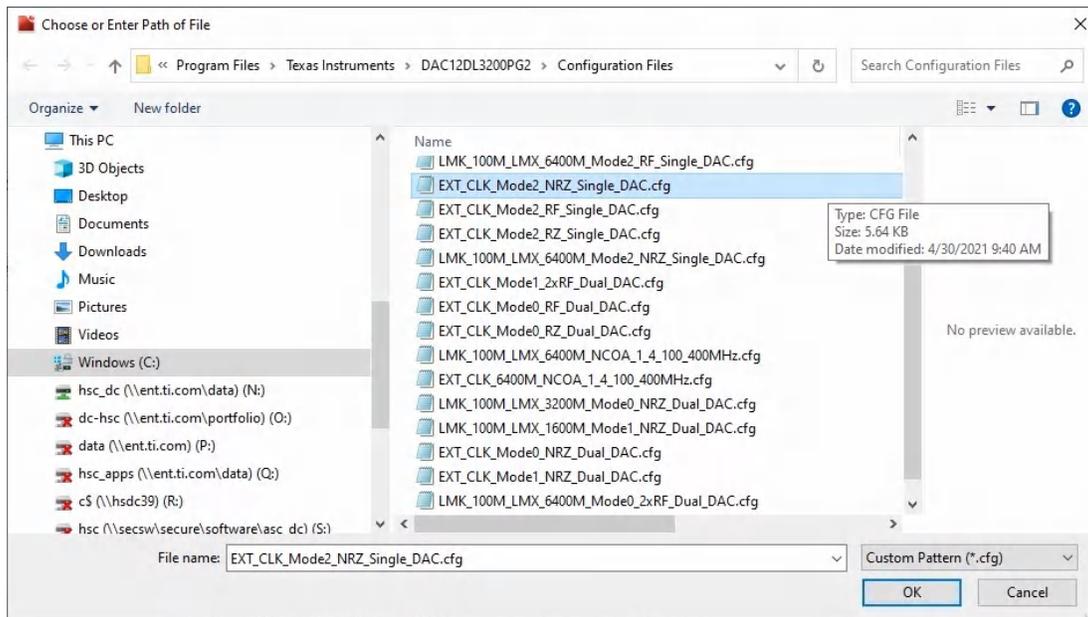


图 3-4. 选择配置文件

此配件文件将 DAC 设置为在单通道模式下运行，仅在 CHA 上提供输出。如有需要，可以在此模式下在 CHB 上提供相同输出，但配置文件将默认关闭 CHB 的电源。

3.10 打开 HSDC 软件并将 FPGA 图像加载至 TSW14DL3200EVM

执行以下步骤以打开 HSDC 软件并将 FPGA 图像加载至 TSW14DL3200EVM：

1. 打开 HSDC Pro 软件。

点击 **OK** (确定) 以确认 TSW14DL3200EVM 器件的序列号。如果连接了多个 TSWxxxxx 板，请选择连接到 DAC12DL3200EVM 的电路板的型号和序列号。当 EVM 上电时，FPGA 中未加载任何固件。点击 **No firmware. Please select a device to load firmware into the board.** (无固件。请选择一个器件来将固件加载至电路板) 消息上的“OK” (确定) 按钮。

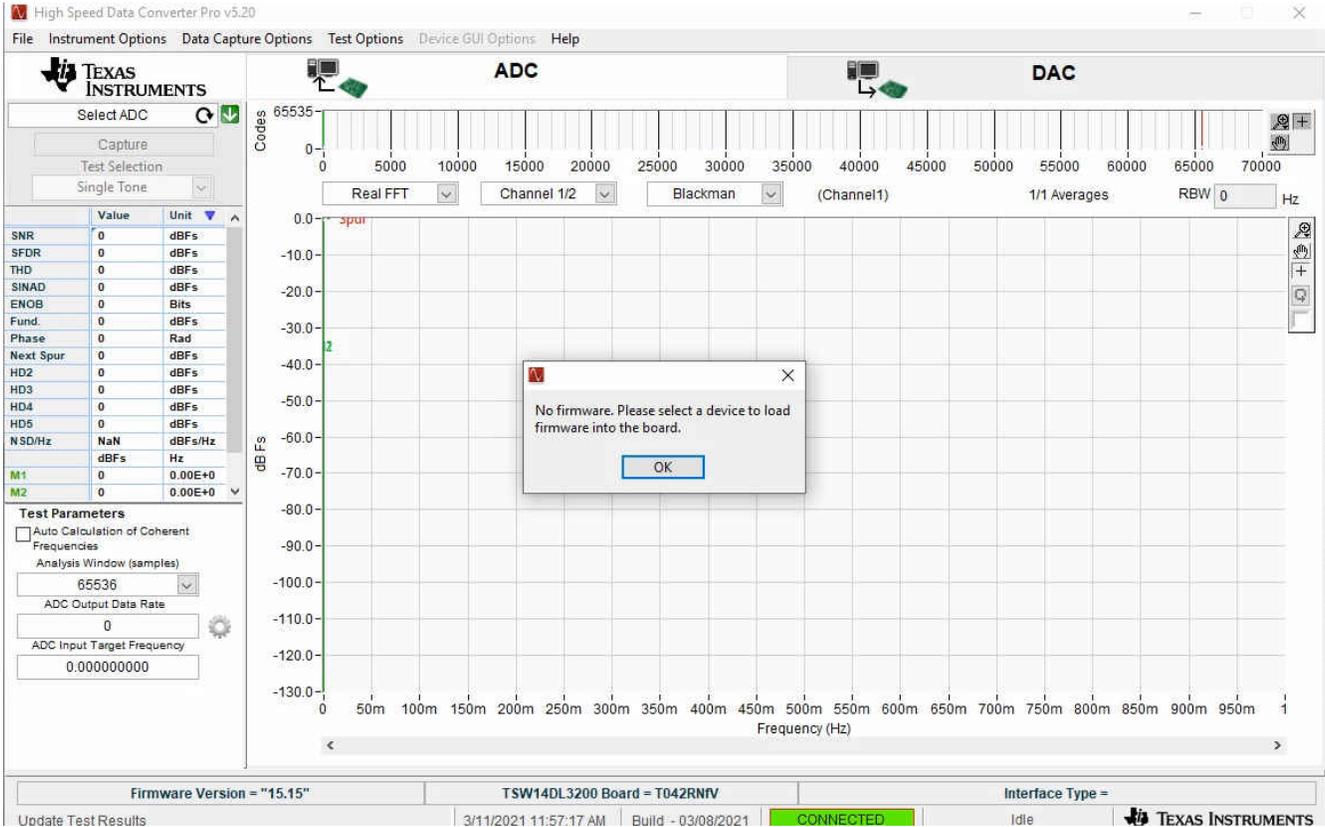


图 3-5. 未加载固件

2. 点击 GUI 右上角的 DAC 选项卡。

在器件下拉菜单中，选择“DAC12DL3200_MODE2_12b_sync_istrb”，如图 3-6 所示。

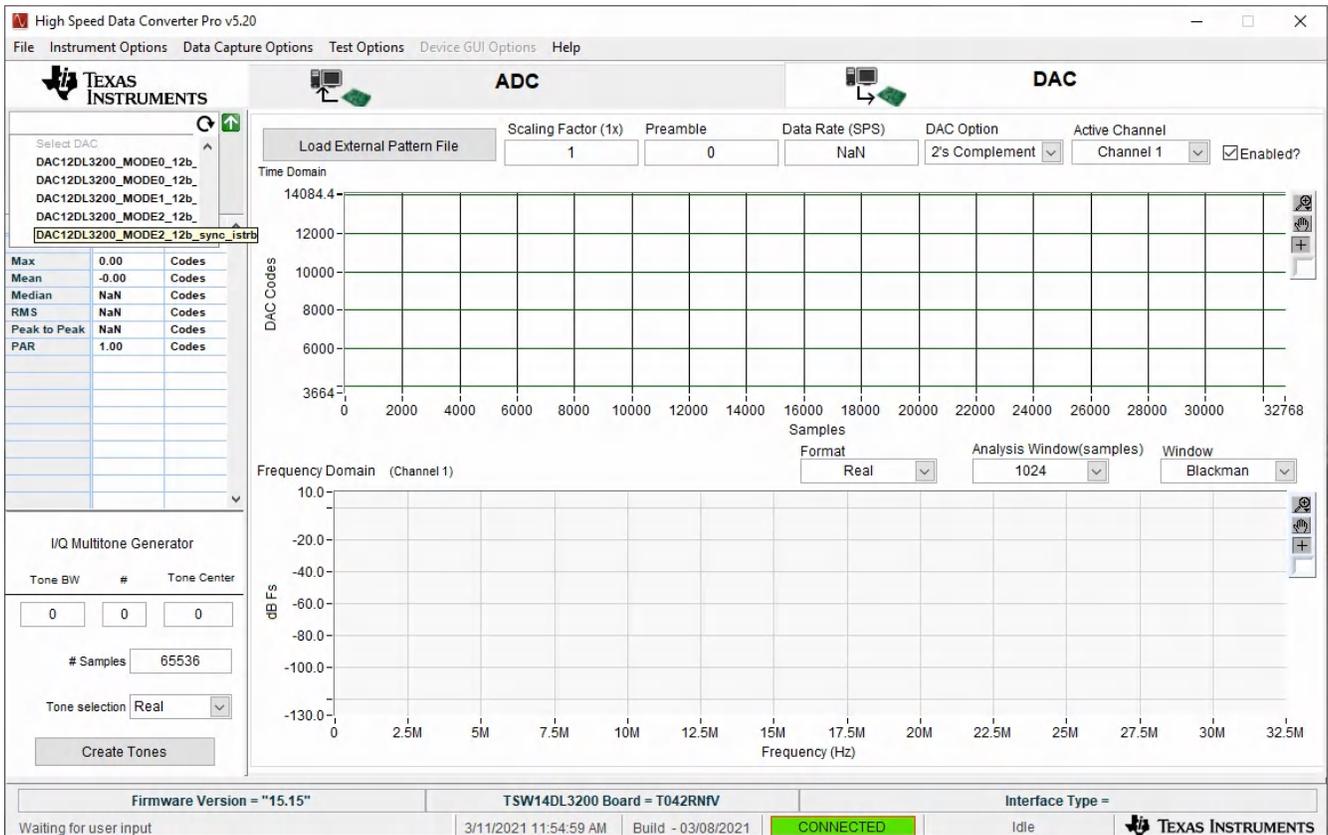


图 3-6. 选择 DAC 模式 2

3. 出现系统提示时，点击 Yes (是) 以更新固件。下载固件后，TSW14DL3200EVM 上的配置完成 LED D22 亮起。它在 FPGA 旁边。状态 LED D1 至 D5 也亮起。
4. 在 GUI 顶部中间，在 *Data Rate* (数据速率) 中输入“6.4G”。
5. 在 GUI 左下角的 *I/Q Multitone Generator* (I/Q 多音调发生器) 窗口中，将音调中心设为“1GHz”。
6. 在 *I/Q Multitone Generator* (I/Q 多音调发生器) 窗口中，输入音调数量“1”。
7. 点击 *Create Tones* (创建音调) 按钮。

设置界面如图 3-7 所示。

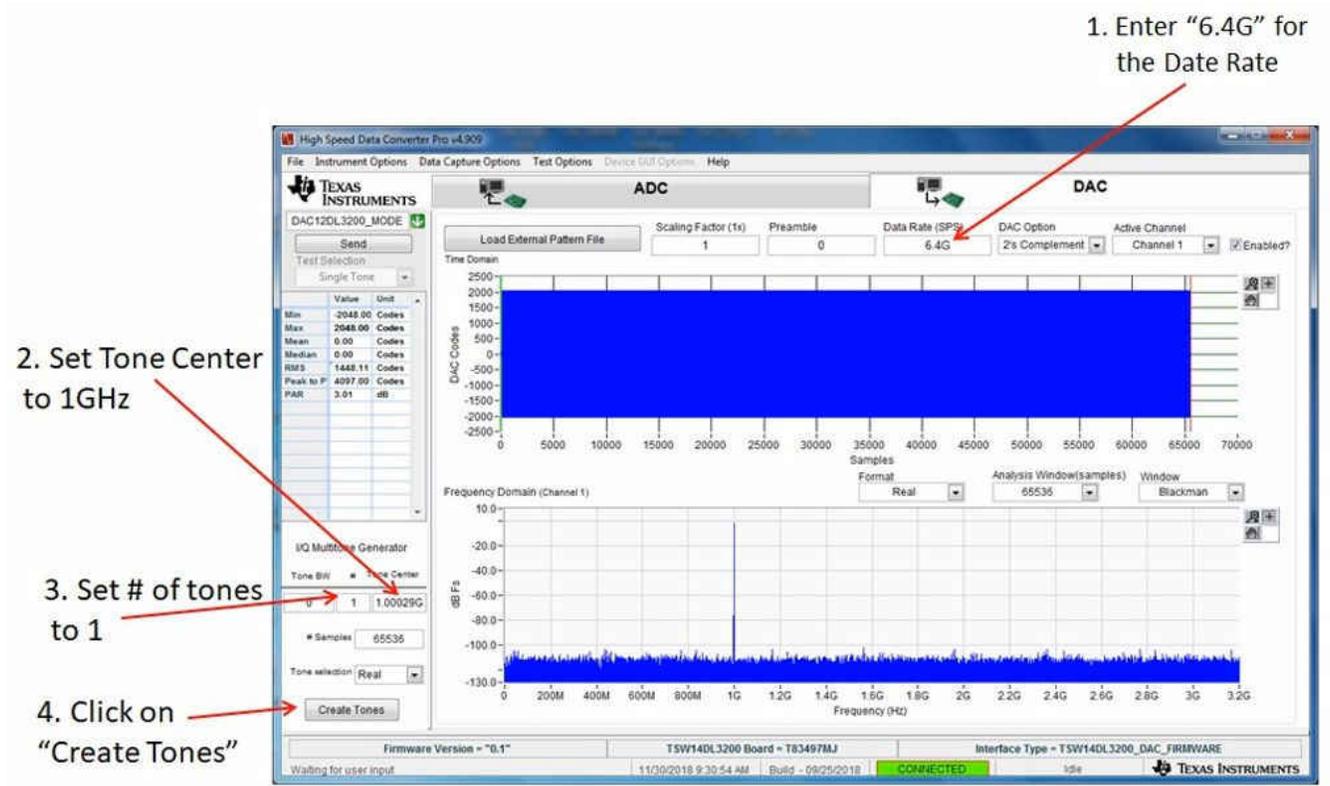


图 3-7. HSDC Pro GUI 设置

3.11 DxSTRB 定时调整

1. 默认情况下，HSDC Pro 使用的当前固件将发送一个方波，而不是 DxSTR 信号的脉冲。DAC 需要 DxSTR 的脉冲，该脉冲应为 4 个 LVDS 时钟周期的倍数。为了进行这方面的校正，请在 HSDC Pro GUI 中执行以下操作：
 - a. 点击位于 DAC 主页面左上角的 *Instrument Options* (仪表) 选项卡。
 - b. 点击 *IO Delay* (IO 延迟)。



图 3-8. IO 延迟

- c. 点击 *Debug Features* (调试功能) 按钮。
- d. 在“Write” (写入) 部分的“Reg Address” (寄存器地址) 中输入“x10000004”，在“Data” (数据) 中输入“x8000”，如图 3-9 所示。点击 *Write Registers* (写入寄存器) 按钮。在“Read” (读取) 部分的“RegAddress” (寄存器地址) 中输入“x10000004”。点击 *Read Registers* (读取寄存器) 按钮。验证 x8000 是否已写入此地址。关闭此窗口。

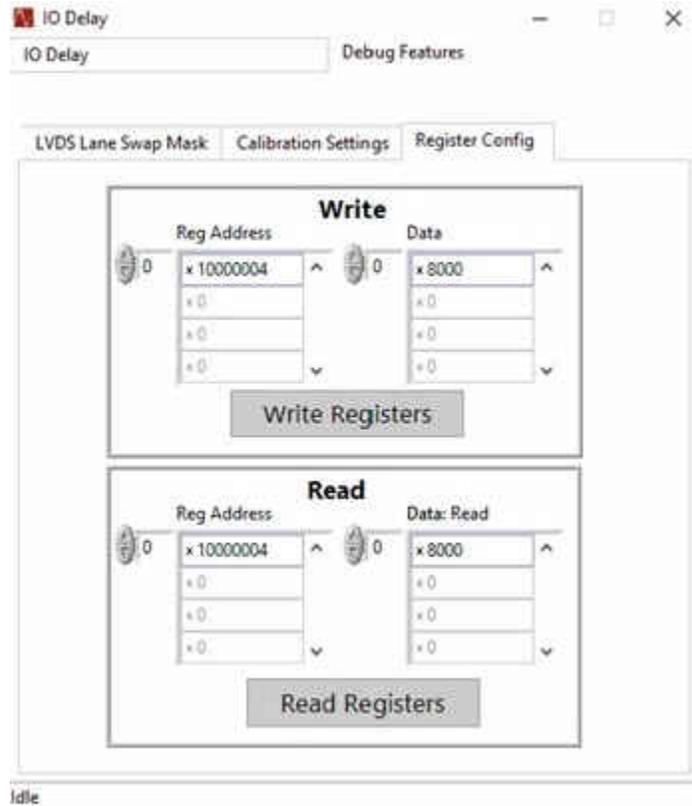


图 3-9. IO 延迟寄存器写入

备注

加载固件后，只需要执行一次这些步骤。如果需要发送另一图形，无需执行这些步骤。如果 TSWS14DL3200EVM 关闭，或者重新加载了固件，必须重复执行这些步骤。

- e. 在 HSDC Pro GUI 主页面中，点击左上角的 **Send** (发送) 按钮将测试音调发送到 DAC EVM。
- f. 现在 CHA SMA 连接器 J1 上应该有一个 1GHz 的输出音调。

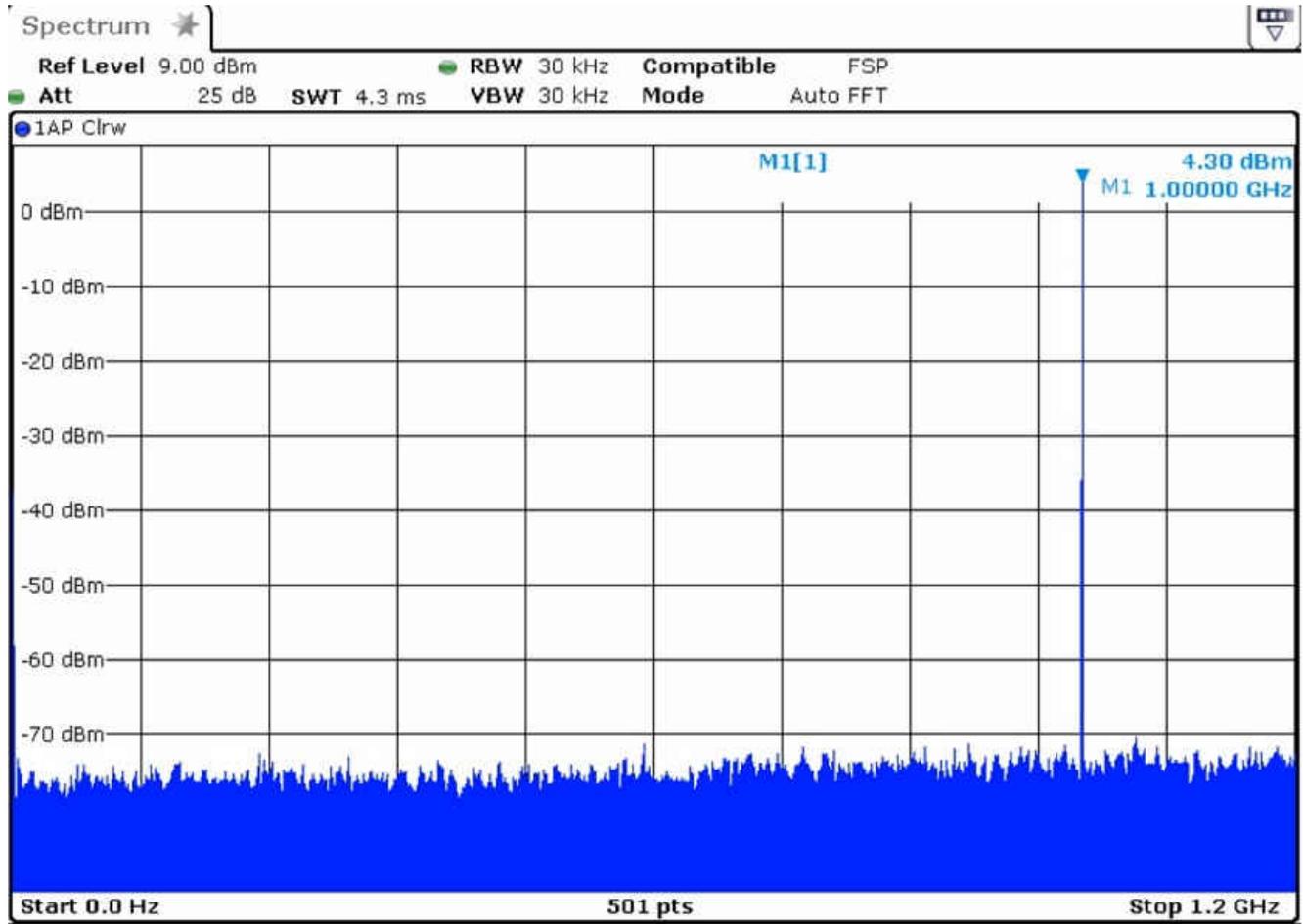


图 3-10. DAC 通道 A 输出

4 其他工作模式

4.1 单通道射频模式 2 (第二奈奎斯特区域)

在 DAC GUI 中，点击 *DAC12DL3200* → *DACA* 选项卡。若要在第二奈奎斯特区域中运行单个 DAC，请在 *DACA_output mode* 框中选择 *RF mode*。DAC 采样频率为 6.4GHz，输入音调位于 2.6GHz 处，图像将位于第二奈奎斯特区域的 3.8GHz 处。

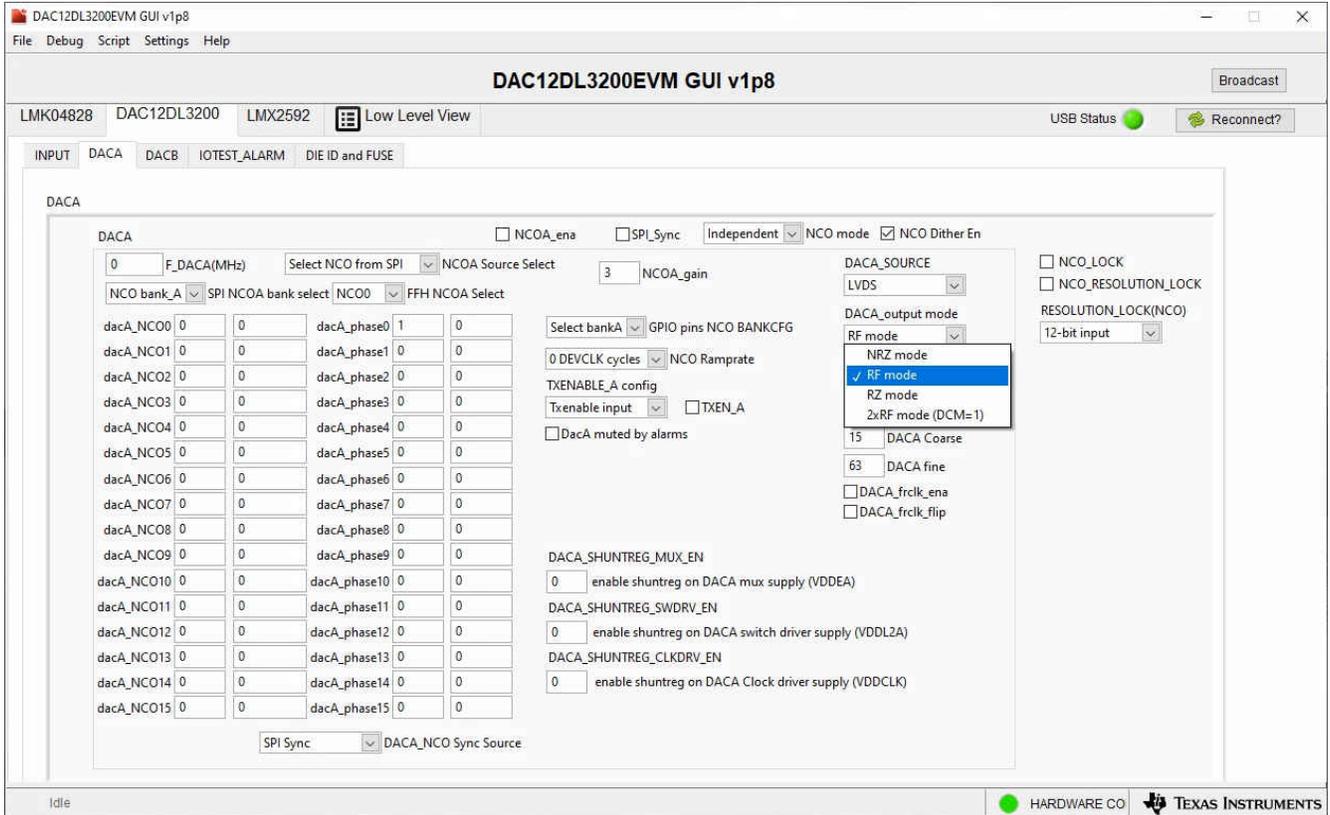


图 4-1. 第二奈奎斯特区域测试

4.2 双通道输出模式 0

完成以下步骤以在双通道输出模式 0 下工作：

1. 将连接到 EXT_DACCLK (SMA J2) 的信号发生器的频率更改为 3.2GHz。
2. 选择 *DAC RESET* (DAC 复位) 开关。
3. 点击 *DAC12DL3200EVM Low Level View* (低级视图) 选项卡。
4. 点击 *File* (文件) 图标并导航到 “EXT_CLK_Mode0_NRZ_Dual_DAC.cfg”，然后点击 *OK* (确定) 按钮以加载 LMK 和 DAC 寄存器。

此配件文件将 DAC 设置为在双通道模式下运行，在 CHA 和 CHB 上提供输出。

5. 在 HSDC Pro GUI 中的器件下拉菜单中，选择 “DAC12DL3200_MODE0_12b_sync_istrb”。如果固件已加载，跳过下一步。
6. 出现系统提示时，点击 *Yes* (是) 按钮以更新固件。下载固件后，按照 [DxSTRB 定时调整](#) 一节中所述执行 DxSTR 寄存器写入。
7. 在 *Data Rate* (数据速率) 中输入 “3.2GHz”。
8. 在 GUI 左下角的 *I/Q Multitone Generator* (I/Q 多音调发生器) 窗口中，输入以下参数：音调 “1” 的数量、音调中心 “1GHz”，然后点击 *Create Tones* (创建音调) 按钮。
9. 点击主 GUI 页面左上角的 *Send* (发送) 按钮将测试音调发送到 DAC EVM。现在 CHA SMA 连接器 J1 和 CHB SMA 连接器 J4 上应该有一个 1GHz 的输出音调。

4.3 双通道模式 1 设置

使用以下列表来设置双 DAC，每个通道一个数据库：

1. 将连接到 EXT_DACCLK (SMA J2) 的信号发生器的频率更改为 1.6GHz。将连接到 LMK IN (SMA J25) 的信号发生器的频率更改为 400MHz。
2. 按下 DAC RESET (DAC 复位) 开关。
3. 点击 DAC12DL3200EVM *Low Level View* (低级视图) 选项卡。
4. 点击“File” (文件) 图标并导航到“EXT_CLK_Mode1_NRZ_Dual_DAC.cfg”，然后点击“OK” (确定) 按钮以加载 LMK 和 DAC 寄存器。

此配件文件将 DAC 设置为在双通道模式下运行，每个 DAC 仅 1 组 LVDS 数据，在 CHA 和 CHB 上提供输出。

5. 在 HSDC Pro GUI 中的器件下拉菜单中，选择“DAC12DL3200_MODE1_12b_sync_istrb”。如果固件已加载，跳过下一步。
6. 出现系统提示时，点击 Yes (是) 以更新固件。下载固件后，按照 [DxSTRB 定时调整](#) 一节中所述执行 DxSTR 寄存器写入。
7. 在“Data Rate” (数据速率) 中输入“1.6GHz”。
8. 在 GUI 左下角的 *I/Q Multitone Generator* (I/Q 多音调发生器) 窗口中，输入以下参数：音调“1”的数量、音调中心“500 MHz”，然后点击“Create Tones” (创建音调)。
9. 点击主 GUI 页面左上角的“Send” (发送) 按钮将测试音调发送到 DAC EVM。现在 CHA 和 CHB SMA 连接器 J1 和 J4 上应该有一个 1GHz 的输出音调。

4.4 双通道 2xRF 模式 0 DAC 设置

此模式在第三、第四和第五奈奎斯特区域中提供优化输出数据：

1. 将连接到 EXT_DACCLK (SMA J2) 的信号发生器的频率更改为 6.4GHz。将连接到 LMK IN (SMA J25) 的信号发生器的频率设置为 1.6GHz。
2. 按下 DAC RESET (DAC 复位) 开关。
3. 点击 DAC12DL3200EVM *Low Level View* (低级视图) 选项卡。
4. 点击 *File* (文件) 图标并导航到“EXT_CLK_Mode0_2xRF_Dual_DAC.cfg”，然后点击 OK (确定) 按钮以加载 LMK 和 DAC 寄存器。

此配件文件将 DAC 设置为在双通道模式下运行，每个 DAC 2 组 LVDS 数据，在 CHA 和 CHB 上提供输出。

5. 在 HSDC Pro GUI 中的器件下拉菜单中，选择“DAC12DL3200_MODE0_12b_sync_istrb”。如果固件已加载，跳过下一步。
6. 出现系统提示时，点击 Yes (是) 以更新固件。下载固件后，按照 [DxSTRB 定时调整](#) 一节中所述执行 DxSTR 寄存器写入。
7. 在“Data Rate” (数据速率) 中输入“3.2GHz”。
8. 在 GUI 左下角的 *I/Q Multitone Generator* (I/Q 多音调发生器) 窗口中，输入以下参数：音调“1”的数量、音调中心“1GHz”，然后点击“Create Tones” (创建音调)。
9. 点击主 GUI 页面左上角的 *Send* (发送) 按钮将测试音调发送到 DAC EVM。现在 CHA 和 CHB SMA 上应该有一个 1GHz 的输出音调。此音调的图像针对第三个奈奎斯特区域进行了优化，其在第四个奈奎斯特区域中位于 7.4GHz 和 11.8GHz 处。

4.5 直接数字合成模式

DAC12DL3200 包含两个数控振荡器 (NCO)，用户可选择使用它们对每个 DAC 的音调进行直接数字合成。有两个 NCO 组，每组有 16 个独立的 32 位 NCO。可以将组单独用于每个 DAC，也可以同时使用两个组为一个 DAC 提供 32 个 NCO。两个 NCO 合并起来可为两个 DAC 提供一个双音调源。使用 DACA 和 DACB 选项卡中的 dac_A/B_NCO 列设置 NCO 频率。使用 dacA/B_phase 列设置相位。

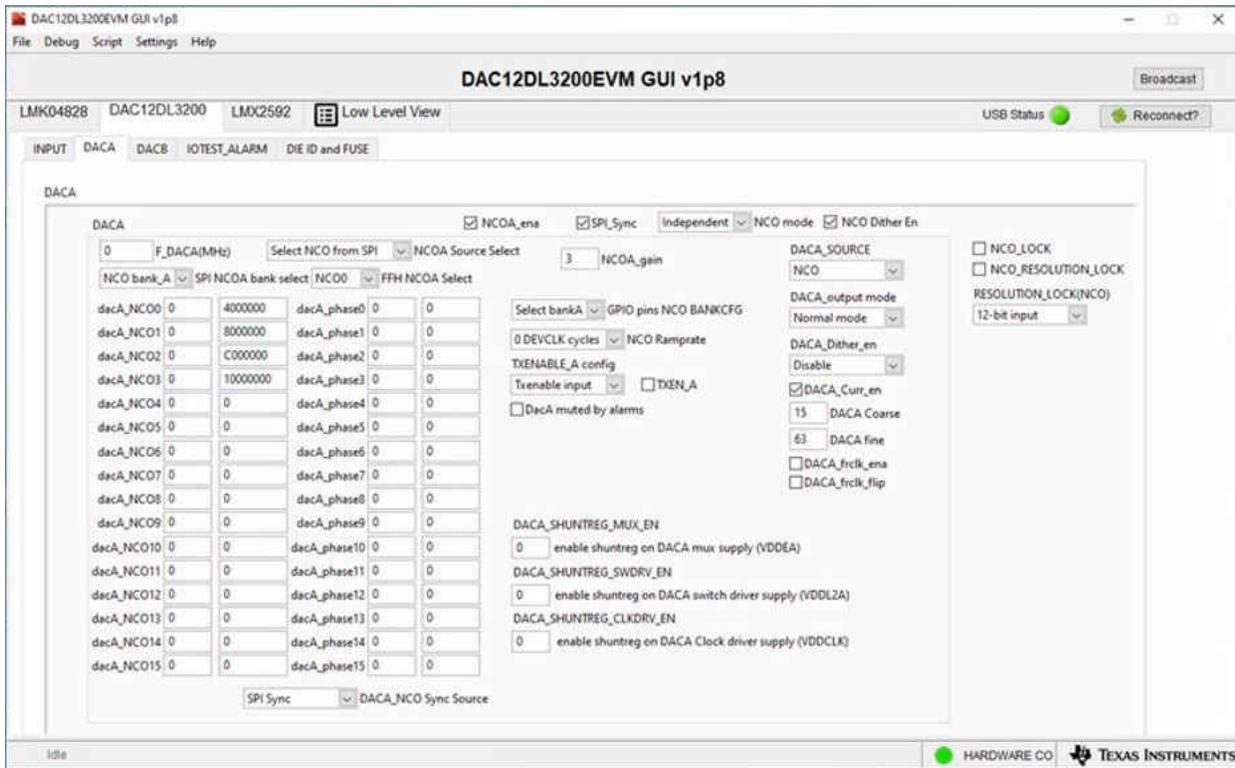


图 4-2. 包含 NCO 设置的 DACA 选项卡

GUI 带有两个默认的 NCO 设置配置文件。一个名为“EXT_CLK_6400M_NCOA_1_4_100_400MHz.cfg”，它将前 4 个 DAC NCO 设置为 100MHz、200MHz、300MHz 和 400MHz。为 EVM 提供 6.4GHz 外部时钟并加载此配置文件后，用户就可以选择将四个 NCO 中的任意一个发送至 CHA 输出。标记为“SPI NCOA bank select”的 GUI 框用于确定使用哪个 NCO。

第二个配置文件名为“LMK_100M_LMX_6400M_NCOA_1_4_100_400MHz”，它会加载相同的参数，但用于板载时钟模式下的 EVM 设置。

NCO 模式下不使用数字输入数据。无需使用 TSW14DL3200EVM。

若要输入所需的 NCO 频率和相位设置，用户必须首先在标记为“F_DACA(MHz)”的框中输入 DAC 采样速率。输入的值以 MHz 为单位。

然后用户就计划使用哪些 NCO 进行选择，并在第一列中输入 NCO 频率 (以 MHz 为单位)。输入此值后，点击 GUI 中的任意位置或按键盘上的 Enter 键将加载所需的寄存器，并使用用于生成此频率的实际寄存器设置来更新第二列。相同的说明也适用于设置 NCO 相位。输入的相位值以弧度为单位。有效的输入值为 -3.1416 到 3.1416。可在器件数据表中找到此设置的公式。

5 寄存器日志文件

双击 GUI 左下角的 *Idle* (空闲) 文字旁边的位置, 即可打开日志文件。用户每次输入一个新值或点击 GUI 上的按钮时, 日志文件就会更新并显示实际寄存器地址以及会写入到 DAC12DL3200、LMK04828 或 LMX2592 中的数据值。可以首先突出显示要保存的寄存器设置, 然后在日志文件中双击并选择 **Save Selected** (保存所选), 以保存此日志文件信息。

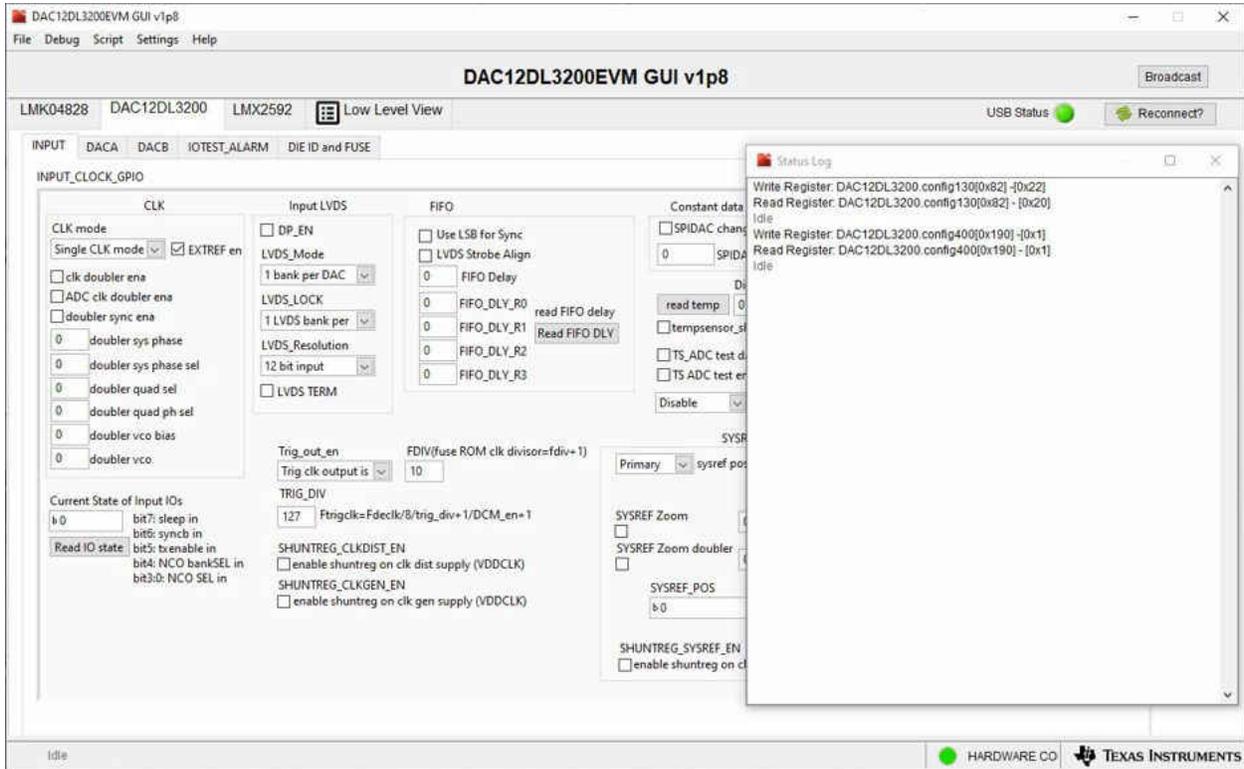


图 5-1. 寄存器日志文件

6 器件配置

DAC 器件可通过串行编程接口 (SPI) 总线进行编程，该总线可通过位于 EVM 上的 FTDI USB 至 SPI 转换器进行访问。GUI 用于在总线上写入指令，并对 DAC12DL3200、LMK04828 和 LMX2592 器件的寄存器进行编程。

有关 DAC 器件中的寄存器的更多信息，请参阅 [DAC12DL3200 6.4GSPS 单通道或 3.2GSPS 双通道 12 位 DAC 数据表](#)。

6.1 选项卡结构

INPUT、DACA、DACB、IOTEST_ALARM 以及 DIE ID 和 FUSE 配置选项卡中提供了控制 DAC 器件特性的功能。

LMK04828 选项卡下的 PLL1 Configuration、PLL2 Configuration、SYSREF 和 SYNC 以及 Clock Outputs 配置选项卡中提供了控制 LMK0428 器件特性的功能。

LMX2592 选项卡下提供了控制 LMX2592 器件特性的功能。

6.2 低级控件

使用图 6-1 中所示的 Low Level View (低级视图) 选项卡，可在位字段级配置器件。可随时使用表 6-1 中的控件来配置器件或从器件中读取。

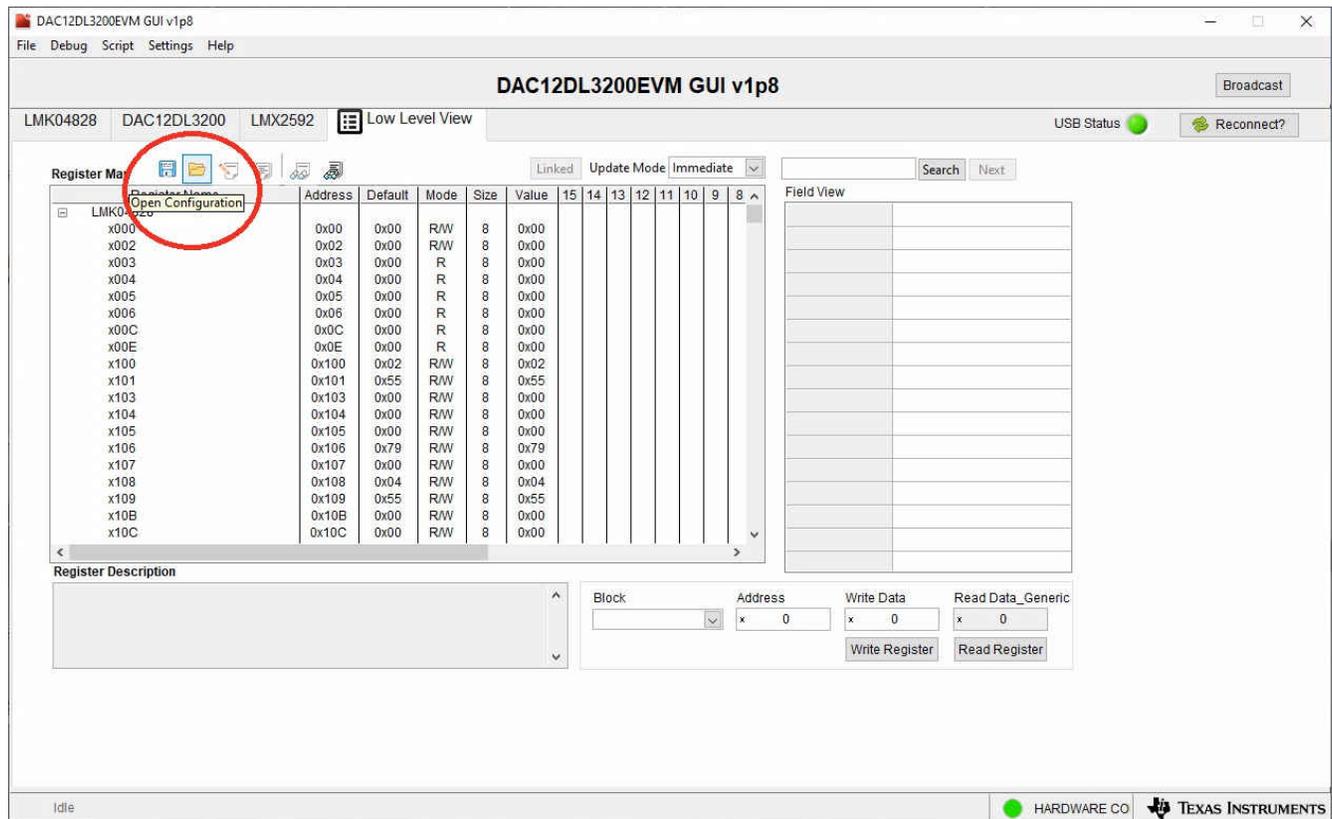


图 6-1. 配置 GUI：“Low Level View” (低级视图) 选项卡

表 6-1. 低级控件

控制	说明
寄存器映射摘要	显示 EVM 上的器件、这些器件的寄存器和寄存器的状态。 <ul style="list-style-type: none"> • 点击寄存器字段可对寄存器数据组进行独立的位操作 • “值”列显示了上次更新 GUI 时的寄存器值
“Write register” (写入寄存器) 按钮	将 <i>Write Data</i> (写入数据) 字段中的值写入寄存器映射摘要中突出显示的寄存器
“Write all” (全部写入) 按钮	使用 <i>Register Map</i> (寄存器映射) 摘要中所示的值来更新寄存器映射摘要中所示的所有寄存器
“Read register” (读取寄存器) 按钮	从 <i>Register Map</i> (寄存器映射) 摘要中突出显示的寄存器中读取, 并显示 <i>Read Data</i> (读取数据) 字段中的结果 可用于将 GUI 与硬件状态同步
“Read-all” (全部读取) 按钮	从 <i>Register Map</i> (寄存器映射) 摘要中的所有寄存器中读取, 并显示硬件的当前状态
<i>Load Configuration</i> (加载配置) 按钮	加载磁盘中的配置文件以及文件中的寄存器地址/数据值
<i>Save Configuration</i> (保存配置) 按钮	将配置文件保存至磁盘, 磁盘中包含配置寄存器的当前状态
<i>Register Data</i> (寄存器数据) 组	对寄存器映射摘要中突出显示的寄存器中可访问的各个位进行操作
具有读取或写入寄存器按钮的独立寄存器组	通过地址对 <i>Block</i> (块) 下拉菜单中所示的器件执行通用的读或写命令, 并写入数据信息

A DAC12DL3200EVM 疑难解答

表 A-1 列出了一些疑难解答过程。

表 A-1. 疑难解答

问题	疑难解答
常规问题	<ul style="list-style-type: none"> 验证图 3-1 中所示的测试设置，并按照本文档中所述重复执行设置过程。 检查 EVM 和 TSW14DL3200EVM 的电源。验证电源开关是否处于打开位置。 检查 EVM 的信号和时钟连接。 目视检查电路板的正面和底面，核实没有元件褪色或损坏。 确保板对板 FMC 连接安全牢固。 更改 DAC 配置后，依次点击 <i>Instrument Options</i> → <i>Download Firmware</i> 并下载 <i>TSW14DL3200_DAC_FIRMWARE.bin</i>。 对 DAC EVM 的外部电源进行下电上电，并对 LMK 和 DAC 器件进行重新编程。 确保跳线设置正确。
TSW14DL3200 EVM LED 不正确	<ul style="list-style-type: none"> 验证 TSW14DL3200EVM 上安装的跳线。 JP2 引脚 1 - 2、JP4 引脚 2 - 3 和 JP3 处于断开状态。 验证输入到 DAC EVM 的 CLK 输入端的时钟是否已连接。 验证 DAC 和 LMK 内部寄存器是否正确配置。 依次点击 <i>Instrument Options</i> → <i>Download Firmware</i> 并下载 <i>TSW14DL3200_DAC_FIRMWARE.bin</i>。
配置 GUI 无法正常工作	<ul style="list-style-type: none"> 验证 USB 电缆是否已插入 EVM 和 PC。 检查计算机设备管理器，并验证当 EVM 连接至 PC 时是否能够识别 USB 串行设备。 验证 GUI 右上角的绿色 USB 状态 LED 灯是否亮起。如果未亮起，请点击 <i>Reconnect FTDI</i> (重新连接 FTDI) 按钮。 关闭并启动配置 GUI。
配置 GUI 无法连接到 EVM	<ul style="list-style-type: none"> 使用 FTDI 芯片中的免费 FT_PROG 软件并验证是否使用产品描述 <i>DAC12DL3200</i> 对板载 FTDI 芯片进行了编程。
HSDC Pro 软件无法发送数据。	<ul style="list-style-type: none"> 验证 TSW14DL3200EVM 是否通过 Mini USB 3.0 电缆正确连接到 PC，并且 HSDC 软件能否正确识别电路板序列号。 检查所选 DAC 器件模式是否与所选 HSDC Pro ini 文件相匹配。 检查数据速率参数是否正确。在频率数字后面，MHz 中应该有一个“M”，GHz 中应该有一个“G”。
HSDC Pro 软件在用户点击 <i>SEND</i> (发送) 时出现了一个超时错误。	<ul style="list-style-type: none"> 验证在 HSDC 软件中是否正确设置了 DAC 数据速率参数。 依次选择 <i>Instrument Options</i> → <i>Download Firmware</i> 并下载 <i>TSW14DL3200_DAC_FIRMWARE.bin</i>。再次尝试发送测试图形。 验证两个时钟是否均已启用且同步，以及 DAC EVM 的频率是否正确。
测得的性能欠佳	<ul style="list-style-type: none"> 确保在加载 DAC 配置文件之前按下 DAC 复位按钮。 确保所有 SMA 连接均安全可靠。 确保 FMC 连接器正确地拧紧在一起。

B DAC12DL3200EVM 板载时钟配置

此附录提供了针对板载时钟模式修改 EVM 的设置。在此模式下，无需外部时钟。LMK04828 使用板载 100MHz VCXO 和内部 PLL2 来提供所需的时钟与 LMX2592。

DAC12DL3200EVM GUI 提供了 12 个适用于此模式的配置文件。以下列表描述了其中一些配置文件：

1. **LMK_100M_LMX_6400M_Mode2_NRZ_Single_DAC.cfg**：在模式 2 下运行 DAC，采样速率为 6.4GHz。
2. **LMK_100M_LMX_3200M_Mode0_NRZ_Dual_DAC.cfg**：在模式 0 下运行 DAC，采样速率为 3.2GHz。
3. **LMK_100M_LMX_1600M_Mode1_NRZ_Dual_DAC.cfg**：在模式 1 下运行 DAC，采样速率为 1.6GHz。
4. **LMK_100M_LMX_6400M_Mode0_2xRF_Dual_DAC.cfg**：在模式 0 下运行 DAC，采样速率为 6.4GHz。
5. **LMK_100M_LMX_6400M_NCOA_1_4_100_400MHz.cfg**：在 NCO 模式下运行 DAC，CHA 输出选项为 100MHz、200MHz、300MHz 和 400MHz。

在使用“LMK_100M_LMX_6400M_Mode2_NRZ_Single_DAC.cfg”配置文件时，LMK04828 为 LMX2592 提供 100MHz 参考时钟，为 DAC 提供 50MHz SYSREF 时钟，为 TSW14DL3200EVM 上的 FPGA 提供 400MHz 参考时钟。

LMX2592 使用来自 LMK04828 的 100MHz 参考时钟和内部 PLL 为 DAC 提供 6.4GHz 时钟。所有时钟均与 100MHz VCXO 同步。

若要配置 DAC12DL3200EVM 以使用板载时钟模式，请完成以下步骤：

1. 移除 C7 和 C6，并安装 C277 和 C278。
2. 为 FB28 安装 MuRata BLM18AG121TN1D 或等效器件。这位于 Y2 下方的电路板底部。
3. 移除 LMX_CE 跳线 J6 上的分流器。



图 B-1. 板载时钟设置

4. 移除信号发生器。
5. 使用 DAC12DL3200 GUI 对 DAC 进行编程。
 - a. 按下 EVM 上的 DAC RESET (DAC 复位) 开关。
 - b. 在 DAC GUI *Low Level View* 选项卡中，选择名为“LMK_100M_LMX_6400M_Mode2_NRZ_Single_DAC.cfg”的配置文件。
6. 使用 HSDC Pro GUI 发送测试图形。

LMK04828 将备用时钟 (DCLK10) 路由到 SMB J26 和 J28，它们可用于验证 LMK 工作。默认情况下，GUI 禁用此时钟。可使用 *LMK04828 Clock Outputs* (LMK04828 时钟输出) 选项卡启用此时钟。将 CLKout 10 和 11 DCLK 类型设置为“LVPECL 2000mV”，将 DCLK 分频器设置为“24”，为这些 SMB (LMKOUTP、LMKOUTN) 提供 100MHz 时钟。

LMX2592 将备用时钟 (RFOUTB) 路由到 SMB J20，它可用于验证 LMX 工作。默认情况下，GUI 禁用此时钟。点击 LMX2592 选项卡，并取消选中 OUTB PD 框。现在 SMB 连接器 J20 (LMX OUT) 上有一个 6.4GHz 音调。

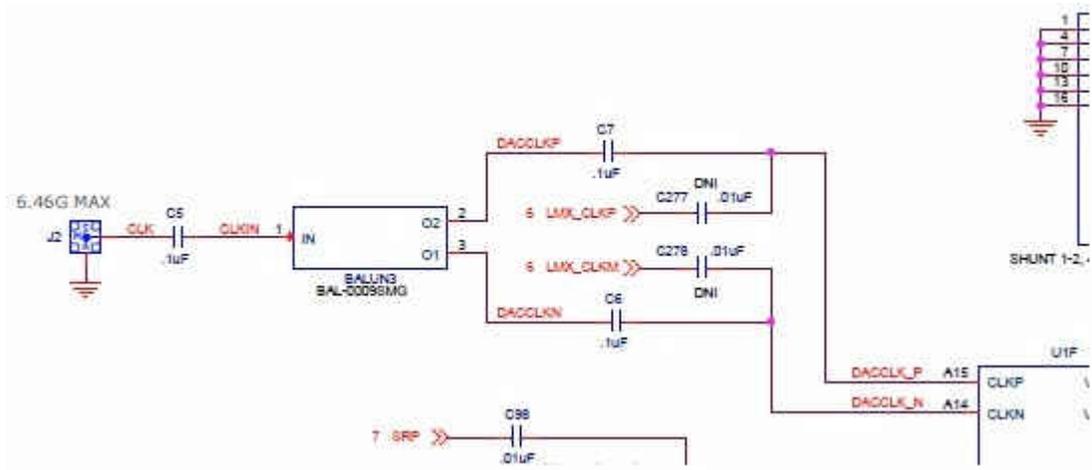


图 B-2. 默认电路板时钟配置电路 (外部时钟模式)

可重新配置 LMX2582 和 LMK04828 以实现更多功能，但此 EVM 并非用作这些器件的完整评估平台。关于完整的评估平台，请参阅 [LMK04828EVM 工具文件夹](#) 和 [LMX2592EVM 工具文件夹](#)。

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司