



摘要

AFE79-LMH9-EVM 评估模块 (EVM) 是一款用于评估 AFE79xx 系列集成式射频采样收发器性能的电路板，该收发器可与 LMH9xxx 系列有源平衡-非平衡变压器 (二者均由德州仪器 (TI) 提供) 进行连接。AFE79xx 器件支持多达四个发送通道、四个接收通道和两个反馈通道 (4T4R2F)，并集成了锁相环 (PLL) 和压控振荡器 (VCO)，用于生成数据转换器时钟。AFE79xx 器件集成了八个符合 JESD204B/JESD204C 标准的串行器/解串器 (SerDes) 收发器，它们能够以高达 29.5Gbps 的速率运行，从而通过板载 FPGA 夹层卡 (FMC) 连接器发送和接收数字数据。LMH9xxx 器件是特定频段的增益块放大器，集成了平衡-非平衡变压器，可驱动接收路径的 ADC (LMH92xx) 或由发送路径的 DAC (LMH91xx) 驱动。EVM 包括 LMK04828 时钟发生器，用于为模拟前端 (AFE) 和采集卡 (现场可编程门阵列，FPGA) 提供参考时钟和 SYSREF。该评估模块 (EVM) 具有单个 5.5V 输入，而且包含完整的电源管理电路。外部时钟选项包括对馈送参考时钟 (用于片上 PLL) 提供支持。该设计可与 TI 图形和采集卡解决方案 (TSW14J56、TSW14J57) 以及许多 FPGA 开发套件相连接。

内容

| | |
|---|----|
| 1 EVM 概览 | 2 |
| 1.1 硬件..... | 3 |
| 1.2 所需软件..... | 3 |
| 1.3 EVM 板的信号链..... | 5 |
| 2 硬件设置 (以 TSW14J56 为例) | 7 |
| 2.1 电源设置..... | 7 |
| 2.2 AFE79-LMH9-EVM 和 TSW14J56 EVM 连接..... | 7 |
| 2.3 射频测试设备设置..... | 7 |
| 3 Latte 概述 | 8 |
| 3.1 Latte 用户界面..... | 8 |
| 3.2 有用的 Latte 快捷方式..... | 9 |
| 4 AFE79-LMH9-EVM 自动配置 | 9 |
| 4.1 启动自动配置的步骤..... | 10 |
| 4.2 TXDAC 评估..... | 15 |
| 4.3 RXADC 和 FBADC 评估..... | 15 |
| 5 状态检查和故障排除指南 | 17 |
| 5.1 AFE79-LMH9-EVM 状态指示器..... | 17 |
| 5.2 TSW14J56 EVM..... | 17 |
| 6 AFE79-LMH9-EVM 手动配置 | 18 |
| 6.1 TSW14J5x DAC 图形设置..... | 18 |
| 6.2 将 Latte 连接到电路板..... | 18 |
| 6.3 编译库..... | 19 |
| 6.4 对 AFE79-LMH9-EVM 进行编程..... | 19 |
| 6.5 修改配置..... | 19 |
| 7 使用 HSDC Pro 设置 TSW14J5x | 20 |
| 7.1 DAC 图形设置和发送..... | 20 |
| 7.2 DAC 同步检查..... | 21 |
| 7.3 ADC 数据采集..... | 22 |
| 7.4 ADC 同步检查..... | 22 |

商标

LabVIEW™ is a trademark of National Instruments Corporation.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 EVM 概览

AFE79-LMH9-EVM 包括一个时钟和电源解决方案，并采用 5.5V 单电源供电。如图 1-1 所示，使用超小型 A 版 (SMA) 连接器的射频输入和输出位于 EVM 顶部。LMK04828 提供了用于锁定板载压控晶体振荡器 (VCXO) 的参考时钟 (例如 10MHz) PLL-1，可以将它提供给名为 LMK CLKIN (SMA J19) 的连接器。¹

SMA J12 (REF_CLK_HIGH) 或 SMA J13 (REF_CLK_LOW) 可用于提供外部参考时钟以锁定 AFE79xx 中的 PLL。USB 连接器和 5.5V 连接器位于电路板的右侧。

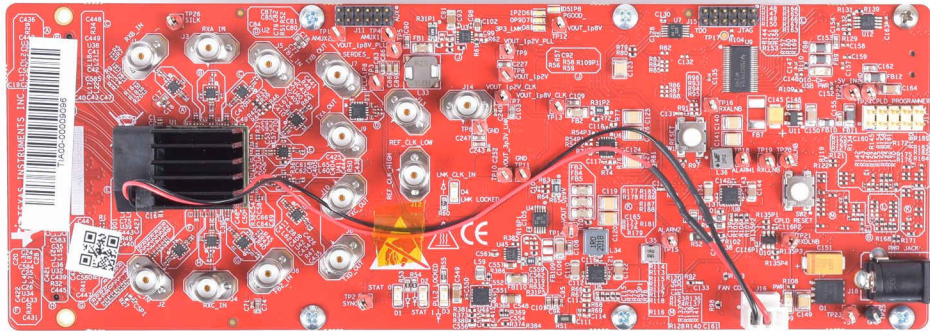


图 1-1. AFE79-LMH9-EVM 顶视图

图 1-2 显示了 AFE79-LMH9-EVM 的底视图。

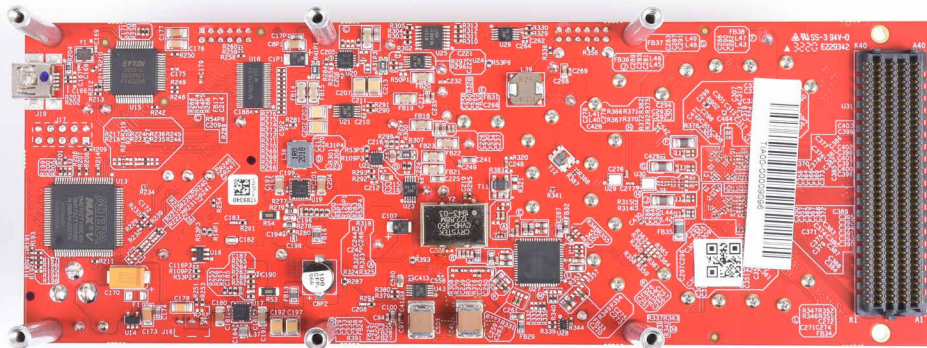


图 1-2. AFE79-LMH9-EVM 底视图

与 AFE79-LMH9-EVM 一同使用的采集卡通常是 TSW14J56 或 TSW14J57。TSW14J56 支持高达 12.5Gbps 的 SerDes 速率，TSW14J57 支持高达 15Gbps 的速率。TSW14J56 或 TSW14J57 EVM 的选择取决于 AFE79xx JESD204 配置和相关的 SerDes 速率。

¹ 许多典型的实验室设备具有 10MHz 振荡器输出，用于同步多个实验室系统。板载 LMK04828 可以接受来自外部实验室设备的 10MHz 信号，以确保数据采集和生成与 AFE79-LMH9-EVM 的同步性和一致性。

1.1 硬件

需要两个台式电源来为 AFE79-LMH9-EVM 和 TSW14J5x EVM 供电。需要一台 PC 来对 EVM 和采集卡进行编程。请参阅节 1.1.1 了解详情。所有实验室设备要求 (例如信号源、信号分析仪等) 由用户自行决定。

备注

通常, 额定电压为 5.5V 的台式电源用于为 AFE79-LMH9-EVM 供电。标称 EVM 电源电压为 5V。如要将 AFE79-LMH9-EVM 和 TSW14J56/TSW14J57 配置为完全工作模式以适应与电力电缆损耗相关的电压降时, 增加额外的 0.5V 开销来补偿电源线损耗。

1.1.1 建议的测试环境

- 最大电压和电流分别为 5.5V 和 4A 的电源, 用于为 AFE79-LMH9-EVM 供电
- 最大电压和电流分别为 5.5V 和 3A 的电源, 用于为 TSW14J56 EVM 供电
- 最大电压和电流分别为 12V 和 3A 的电源, 用于为 TSW14J57 EVM 供电 (可选评估)
- 支持 USB 3.0 的 PC, 用于通过 ADC 采集和 DAC 图形加载实现文件的快速传输
- 高质量的射频信号发生器, 支持用于评估的相关射频频率。示例设置使用 Keysight PSG 系列信号发生器。
- 高质量的射频频谱分析仪, 支持用于评估的相关射频频率。示例设置使用 Rohde & Schwarz FSQ-26 系列频谱分析仪。

1.1.2 所需硬件

- TSW14J56 EVM (可选 : TSW14J57 EVM)
- AFE79-LMH9-EVM
- USB 3.0 电缆
- USB 2.0 微型 B 线缆
- 两根电源线

1.2 所需软件

用于配置 AFE79-LMH9-EVM 的软件被称为 *Latte*。最新版本的 *Latte* 可从 TI 的 MySecure 网站下载, 用户可以 [访问此链接](#) 并在登录 myTI 后请求该软件。安装程序文件名为 *AFE79xx_EVM_GUI_v1p4p4p1*。

TSW14J5x 由可从 www.ti.com/tool/dataconverterpro-sw 下载的 HSDC Pro 软件控制。需要 HSDC Pro 5.0 或更高版本。

1.2.1 软件安装顺序

1. 安装 High-Speed Data Converter Pro 软件。按照安装程序执行过程中的所有说明进行操作。记下 High-Speed Data Converter Pro 软件的安装目录。

备注

默认 HSDC PRO 软件目录位于：

C:\Program Files (x86)\Texas Instruments\High Speed Data Converter Pro

2. 安装 AFE79xxEVM_GUIv1p4p4p1.exe。按照安装程序执行过程中的所有说明进行操作。如图 1-3 中所示，安装程序将安装以下内容：

- Latte 5.2.3
- AFE79xx Latte Library v1.44

备注

在整个产品开发过程中，基本 Latte 软件和 AFE79xx Latte Library 都将根据需要进行更新。

- National Instruments LabVIEW™ Runtime Engine 2014
- AFE79-LMH9-EVM 所需的关联 HSDC PRO INI 文件。

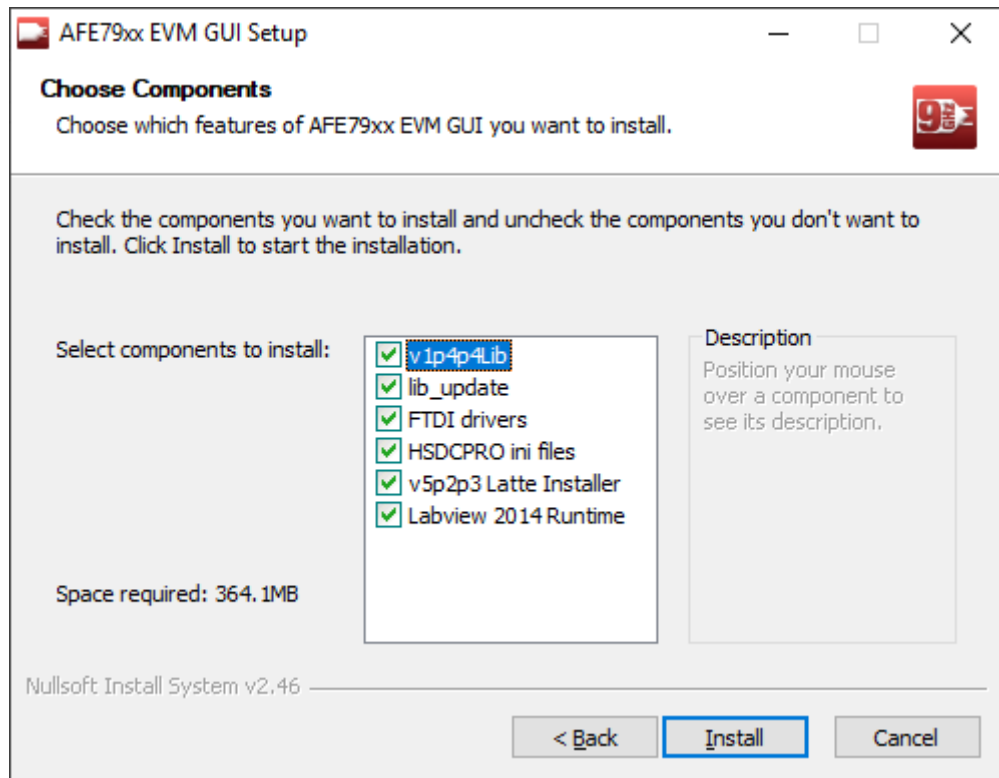


图 1-3. Latte 安装程序选项

3. 记下 Latte 软件的安装目录。

备注

默认 Latte 软件目录位于：

C:\Users\“User ID”\Documents\Texas Instruments\Latte

将 “User ID” 替换为相应的 Windows 登录 ID。

1.2.2 软件安装检查

安装 Latte 后，AFE79xx.ini 文件会出现在 HSDC Pro 目录中的相应文件夹中。通过检查相关目录来验证这些文件是否已正确安装。要查找的 .ini 文件是 AFE79xx_1x2FB_44210.ini、AFE79xx_2x2RX_24410.ini 和 AFE79xx_2x2TX_44210.ini。

对于 TSW14J56：

- C:\Program Files (x86)\Texas Instruments\High Speed Data Converter Pro\14J56revD Details\ADC files
- C:\Program Files (x86)\Texas Instruments\High Speed Data Converter Pro\14J56revD Details\DAC files

对于 TSW14J57：

- C:\Program Files (x86)\Texas Instruments\High Speed Data Converter Pro\14J57revE Details\ADC files
- C:\Program Files (x86)\Texas Instruments\High Speed Data Converter Pro\14J57revE Details\DAC files

1.3 EVM 板的信号链

图 1-4 展示了电路板的信号链。

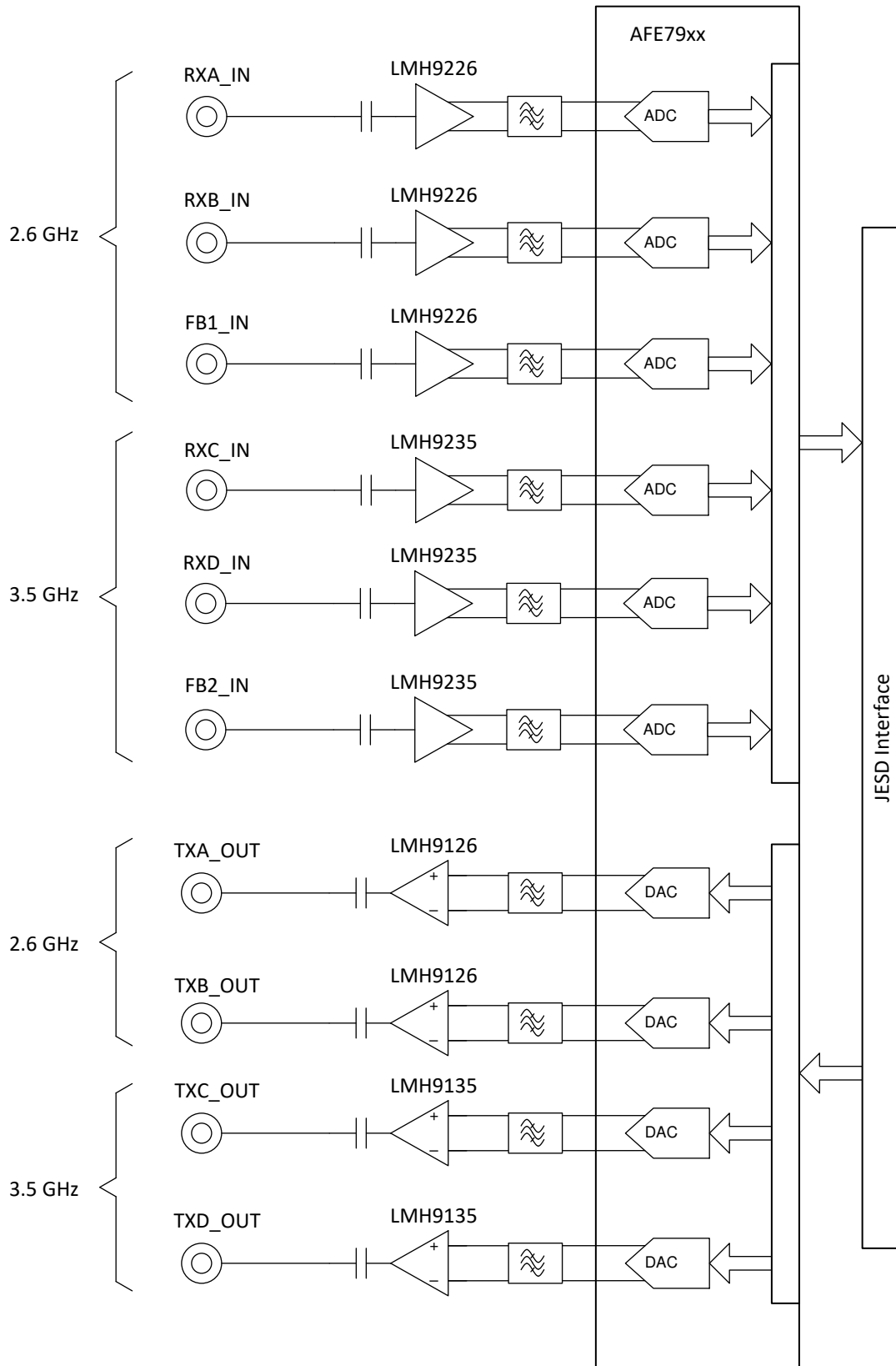


图 1-4. AFE79 + LMH9 EVM 方框图

2 硬件设置 (以 TSW14J56 为例)

2.1 电源设置

1. 将 5.5V 电源连接到 AFE79-LMH9-EVM 的电源插孔 (PWR_JACK) 连接器 (J18)。如果电源线损耗在设置中不明显,则 5.5V 电源可能会降至 5V。
2. 检查 D9 (PWR) LED。它应该会被点亮。电源应消耗约 550mA 至 650mA 的电流。
3. 将 USB 类型 Mini-B 电缆从 PC 连接到 AFE79-LMH9-EVM 的 USB 端口 (J19)。
4. 检查 D10 (USB_PWR) LED。它应该会被点亮。根据 USB 电缆的长度,LED 灯的光可能会变弱。如果 LED 未亮起,请使用较短的 USB 电缆。TI 在此设置中测试了一条三英尺长的 USB 电缆。
5. AFE79-LMH9-EVM 上的电源序列发生器显示了每个导轨的电源状态。如果电源正常输出 (PGOOD) 处于逻辑高电平,则相应的电源轨已正确供电。相应的 LED 将亮起。检查以下 LED 以查看它们是否亮起。
 - D5 (1P8) LED
 - D6 (1P2) LED
 - D7 (0p9) LED
 - D8 (3p3_LMK) LED

2.2 AFE79-LMH9-EVM 和 TSW14J56 EVM 连接

1. 将 AFE79-LMH9-EVM 的 FMC 连接器 U31 连接到 TSW14J56 EVM 的 FMC 连接器 J4。
2. 在电源处于断电模式时,将最大电压和电流分别为 5.5V 和 3A 的电源连接到 TSW14J56EVM 的 J11 “+5V IN” 连接器。
3. 将 USB 3.0 电缆从 PC 连接到 TSW14J56 EVM 的 J9 连接器。
4. 在电源处于断电模式时,将最大电压和电流分别为 5.5V 和 4A 的电源连接到 AFE79-LMH9-EVM 的 J18 “CONN JACK PWR” 连接器。
5. 将 USB 2.0 电缆从 PC 连接到 AFE79-LMH9-EVM 的 J19 连接器。
6. 可选:将 10MHz 参考实验室设备连接到 J14、LMK_CLK_IN 连接器。

2.3 射频测试设备设置

射频测试设置需要射频信号发生器、频谱分析仪、衰减器垫、功率组合器、电缆等。根据测试的类型,可以采用适当的设置。以下用户指南包含射频测试设置的示例:

- [LMH9126 EVM](#)
- [LMH9226 EVM](#)
- [LMH9135 EVM](#)
- [LMH9235 EVM](#)

3 Latte 概述

1. 从桌面快捷方式或者从 “All Programs” > “Texas Instruments” 启动 Latte GUI。图 3-1 显示了 Latte GUI 的外观。

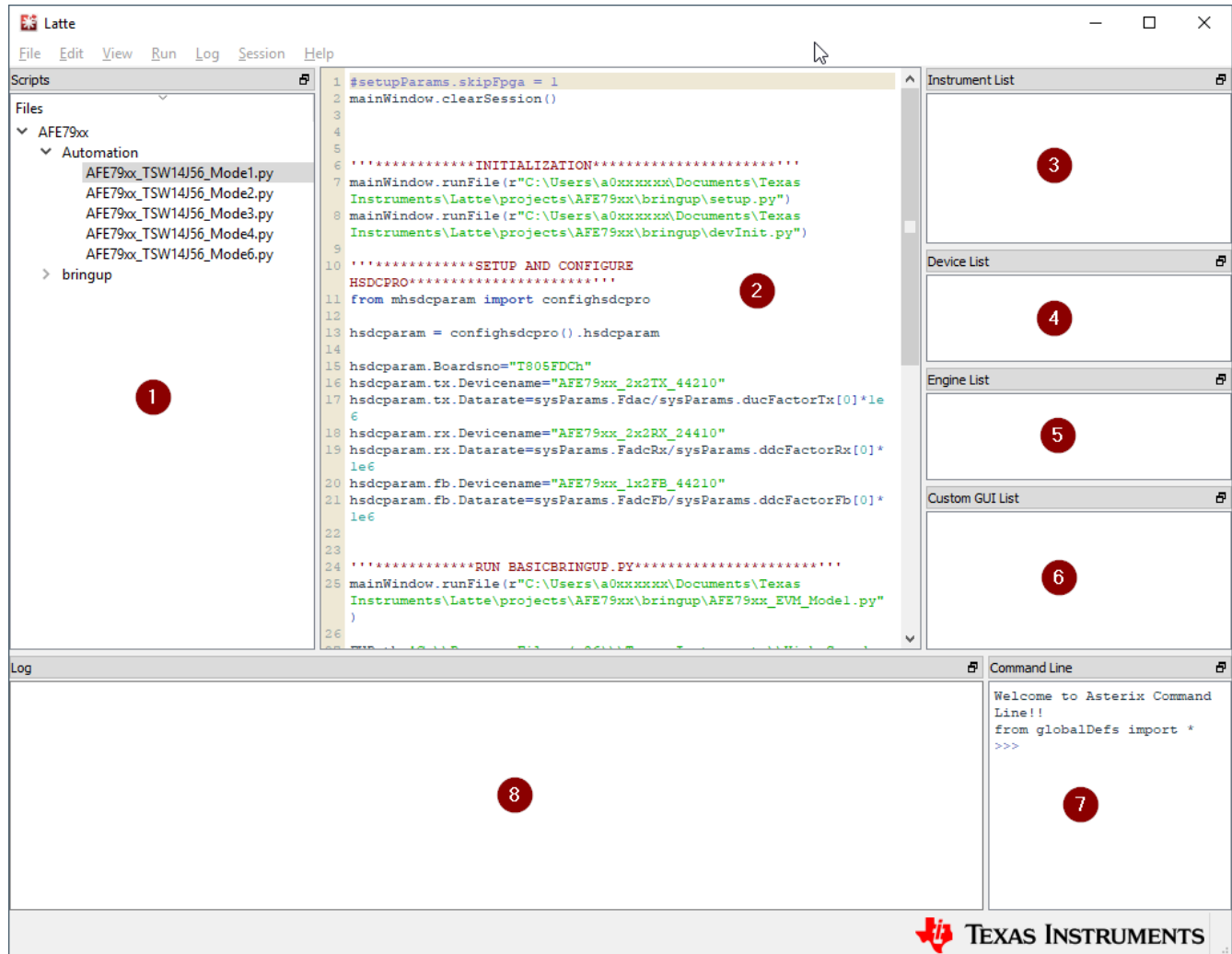


图 3-1. Latte GUI 概述

3.1 Latte 用户界面

Latte UI 分为八个窗口 (在图 3-1 中标记为 1 到 8)，具有以下功能：

- **窗口 1：**

此窗口 (也被称为 *Scripts*) 显示了可用的 python 脚本列表，这些脚本可生成用于配置 AFE79-LMH9-EVM 的寄存器命令。显示的脚本文件位于 `..\Documents\Texas Instruments\Latte\projects\AFE79xx\bringup` 文件夹中。根据需要修改和创建新脚本，这些脚本会在您重新启动 Latte 时出现在此子窗口中。

- **窗口 2：**

此窗口 (也被称为 *Editor*) 会显示当前所选脚本中的代码，可用于根据需要修改和保存代码。

- **窗口 3 至 6：**

当您运行脚本来配置 AFE79-LMH9-EVM 时，这些窗口会得到更新，并且大部分都会提供信息。

• 窗口 7 :

此窗口 (也被称为 *Command Line*) 用于输入和运行各个命令。此类命令的示例包括更改 TX、RX 和 FBRX DSA、NCO 等。

• 窗口 8 :

此窗口 (也被称为 *Log*) 会在脚本执行期间显示消息以显示当前状态。此窗口也用于故障排除。

3.2 有用的 Latte 快捷方式

运行脚本文件：运行脚本文件的方法是，首先在“Scripts”窗口中选择文件，然后按下 F5 (或依次选择菜单栏中的 *Run* 和 *Buffer*) 。

运行部分脚本：运行部分脚本文件的方法是，在“Editor”窗口中选择相关行，然后按下 F7 (或依次选择菜单栏中的 *Run* 和 *Run Selection*) 。

停止执行：停止当前执行的方法是按下 F10 (或依次选择菜单栏中的 *Run* 和 *Stop*) 。

清除会话：可以清除当前会话以将 Latte UI 重置为其初始状态，方法是按下 Ctrl-T (或依次选择菜单栏中的 *Session* 和 *Clear Session*) 。此过程相当于重新启动，可用于在不关闭 GUI 的情况下重新启动会话。

4 AFE79-LMH9-EVM 自动配置

本节将指导用户通过自动化 Python 例程完成自动启动 AFE79-LMH9-EVM 的一系列步骤，其中使用的示例默认为 AFE79-LMH9-EVM 模式 1。表 4-1 提供了默认模式 1 配置的概述。

表 4-1. AFE79-LMH9-EVM 模式 1 配置概述

| 模式 | 默认编程 |
|----------------|--|
| TX (发送器) | 启用 4 个 TXDAC, DSA = 0, LMFSHd_2TX = 44210, 6 次内插, 491.52-MSPS 数据速率 |
| RX (接收器) | 启用 4 个 RXADC, DSA = 0, LMFSHd_2RX = 24410, 12 次内插, 245.76-MSPS 数据速率 |
| FBRX (反馈接收器) | 启用 2 个 FBADC, DSA = 0, LMFSHd_1FB = 22210, 6 次内插, 491.52-MSPS 数据速率 |
| 串行器/解串器 | 8 个通道在 9830.4Mbps 下运行 |
| 数据转换器时钟速率 | F _{RXADC} = 2949.12MSPS, F _{FBADC} = 2949.12MSPS, F _{TXDAC} = 8847.36MSPS |
| 状态 | RX AGC 禁用, RX、TX DSA 阶跃损伤未校正, DAC 处于交错模式 |

表 4-2、表 4-3 和表 4-4 显示了用于评估 AFE79xx 的 RXADC、FBADC 和 TXDAC 部分的 TSW14J5x INI 文件。这些表还显示了相关的通道映射 (相对于 AFE79-LMH9-EVM) 。

表 4-2. RXADC TW14J5x INI 映射 (AFE79xx_2x2RX_24410)

| HSDC PRO ADC 面板中的 ADC 通道数量 ⁽¹⁾ | AFE79-LMH9-EVM 连接器 | 关联的 AFE79xx 输入 |
|---|--------------------|----------------|
| 1, 2 | J3, RXA_IN | 1RX |
| 3, 4 | J1, RXB_IN | 2RX |
| 5,6 | J4, RXC_IN | 3RX |
| 7,8 | J2, RXD_IN | 4RX |

(1) 对于 RXADC 的复合正交输出 (I/Q), 奇数为实通道, 偶数为虚通道。

表 4-3. FBADC TW14J5x INI 映射 (AFE79xx_1x2FB_44210)

| HSDC PRO ADC 面板中的 ADC 通道数量 ⁽¹⁾ | AFE79-LMH9-EVM 连接器 | 关联的 AFE79xx 输入 |
|---|--------------------|----------------|
| 1、2 | J5, FB1_IN | 1FB |
| 3、4 | J6, FB2_IN | 2FB |

(1) 对于 FBADC 的复合正交输出 (I/Q)，奇数为实通道，偶数为虚通道。

表 4-4. TXDAC TSW14J5x INI 映射 (AFE79xx_2x2TX_44210)

| HSDC PRO DAC 面板中的 DAC 通道数量 ⁽¹⁾ | AFE79xx EVM 连接器 | 关联的 AFE79xx 输入 |
|---|-----------------|----------------|
| 1、2 | J9, TXA_OUT | 1TX |
| 3、4 | J7, TXB_OUT | 2TX |
| 5,6 | J10, TXC_OUT | 3TX |
| 7,8 | J8, TXD_OUT | 4TX |

(1) 对于 TXDAC 的复合正交输出 (I/Q)，奇数为实通道，偶数为虚通道。

4.1 启动自动配置的步骤

- 在 Microsoft® Windows® PC 中，依次转到 “Start” -> “Texas Instruments” -> “High Speed Data Converter Pro”，启动 HSDC PRO 软件。确保按图 4-1 所示正确启动 High-Speed Data Converter Pro。器件建立连接后，记下 TSW14J56 EVM 的 *Serial Numbers* (序列号)。

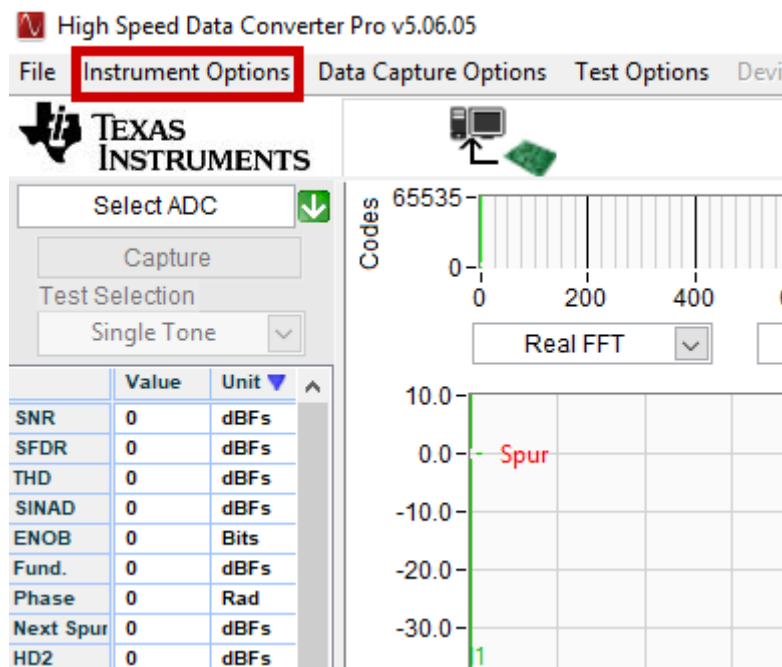


图 4-1. 从 HSDC PRO 连接到 TSW14J56

2. 按下 OK 按钮以继续将 TSW14J56 EVM 连接到 PC。

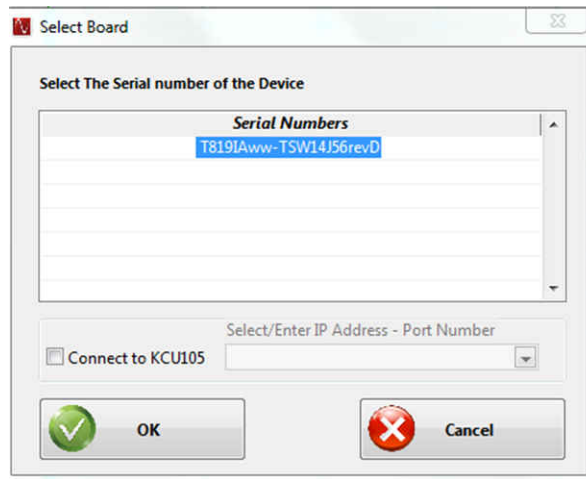


图 4-2. HSDC Pro 连接到电路板

3. 在 Microsoft Windows PC 中，依次转到 “Start” -> “Texas Instruments” -> “Latte”，启动 Latte 软件，确保 Latte 软件已正确启动。

4. 在 Latte 左侧的 “Scripts” 窗口中，依次展开 “AFE79xx” -> “Automation” -> “AFE79xx_TSW14J56_Mode1.py”。图 4-3 显示了 Python 脚本：

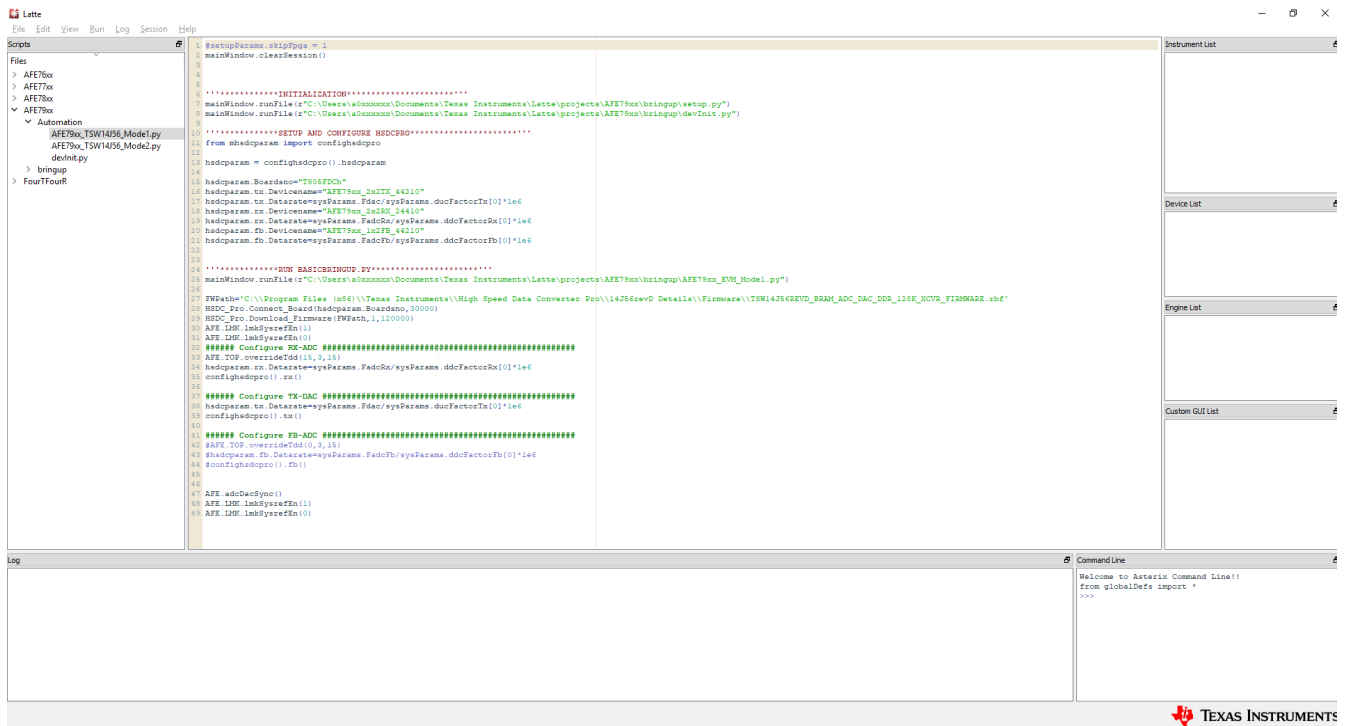


图 4-3. AFE79xx 模式 1 自动配置脚本

5. 必须根据 High-Speed Data Converter Pro 软件和 Latte 软件所用的目录更改 AFE79xx_TSW14J56_Mode1.py 中的三个参数。
6. 更改图 4-4 中突出显示的项目 #1 和 #2 以反映 setup.py 和 devInit.py 的 Latte 安装目录位置。通常必须将“a0xxxxxx”替换为 Windows 用户 ID 登录的区域。

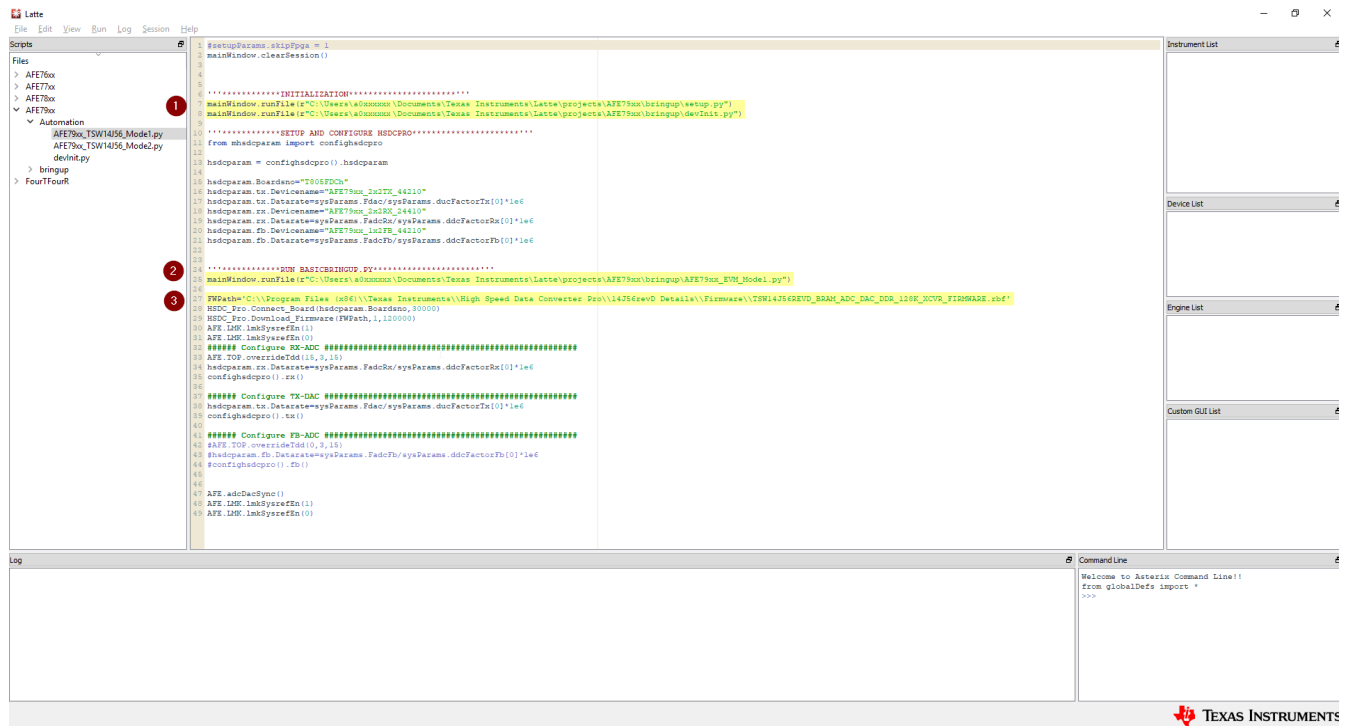


图 4-4. 要在自动化脚本中更改的目录参数

7. 更改图 4-4 中突出显示的项目 #3 以反映 TSW14J56 器件的 High-Speed Data Converter Pro 目录的位置。

8. 根据图 4-5 中突出显示的位置输入 TSW14J56 EVM 的序列号。

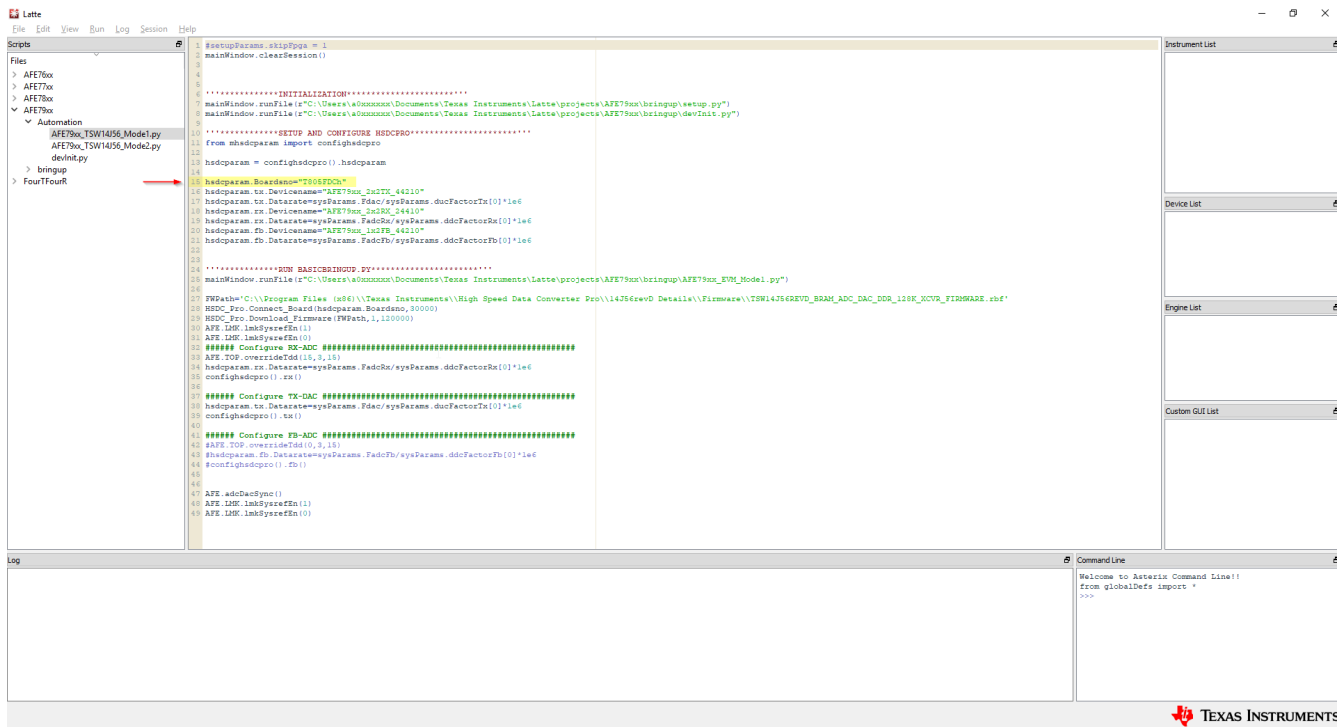


图 4-5. TSW14J56 EVM 序列号位置

9. 突出显示 AFE79xx_TSW14J56_Mode1.py 后，按下 F5 按钮执行脚本。该脚本将自动运行 High-Speed Data Converter Pro 软件和 Latte 软件，以自动启动 JESD204B 链接。
10. 该脚本运行后，应该会显示以下两个错误消息（如图 4-6 和图 4-7 中所示）：

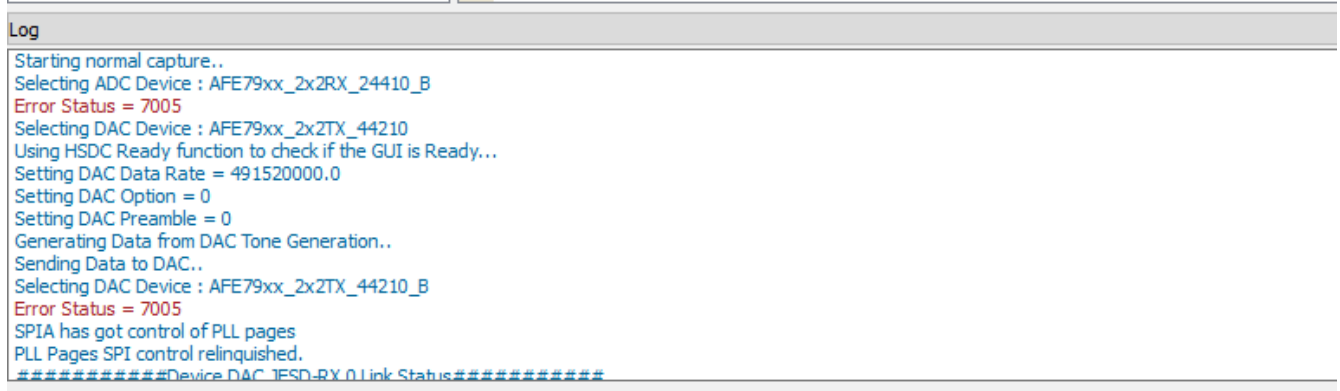


图 4-6. Latte 错误 1

```

Log
#####Device DAC JESD-RX 0 Link Status#####
CS State TX0: 0b10101010 . It is expected to be 0b10101010
FS State TX0: 0b01010101 . It is expected to be 0b01010101
Could get the link up for device RX: 0
#####
#####Device DAC JESD-RX 1 Link Status#####
CS State TX0: 0b10101010 . It is expected to be 0b10101010
FS State TX0: 0b01010101 . It is expected to be 0b01010101
Could get the link up for device RX: 1
#####
#Done executing .. AFE79xx/Automation/AFE79xx_TSW14J56_Mode1.py
#End Time 2019-08-30 15:57:56.910000
#Execution Time = 163.04700017 s
#===== ERRORS:2, WARNINGS:0 =====#
    
```

图 4-7. Latte 错误 2

11. 默认 AFE79-LMH9-EVM 具有以下射频频率匹配网络：
 - a. RXA、RXB、FBAB、TXA 和 TXB = 2600MHz
 - b. RXC、RXD、FBCD、TXC 和 TXD = 3500MHz
12. 下面所示为更改 NCO 以匹配默认射频频率匹配网络的示例脚本：

```

AFE.updateTxNco(0,2600,0,0)
AFE.updateTxNco(1,2600,0,0)
AFE.updateTxNco(2,3500,0,0)
AFE.updateTxNco(3,3500,0,0)
AFE.updateRxNco(0,2600,0,0)
AFE.updateRxNco(1,2600,0,0)
AFE.updateRxNco(2,3500,0,0)
AFE.updateRxNco(3,3500,0,0)
AFE.updateFbNco(0,2600,0)
AFE.updateFbNco(1,3500,0)
    
```

13. 在图 4-8 中所示的命令行提示符下输入相关命令，或按下 F5 键以在 Latte 中执行 AFE79xx_DC101_NCO_Setup.py (AFE79xx 的 Automation 文件夹下)。

```

Command Line
Welcome to Asterix Command Line!!
from globalDefs import *
>>> AFE.updateTxNco(0,2600,0,0)
>>> |
    
```

图 4-8. 用于更新 TXNCO 的 Latte 命令提示符

4.2 TXDAC 评估

- 将频谱分析仪连接到 J9 (TXA)、J7 (TXB)、J10 (TXC) 或 J8 (TXD) 以监控 TXDAC 输出。参阅图 4-9 以了解典型的性能测量。

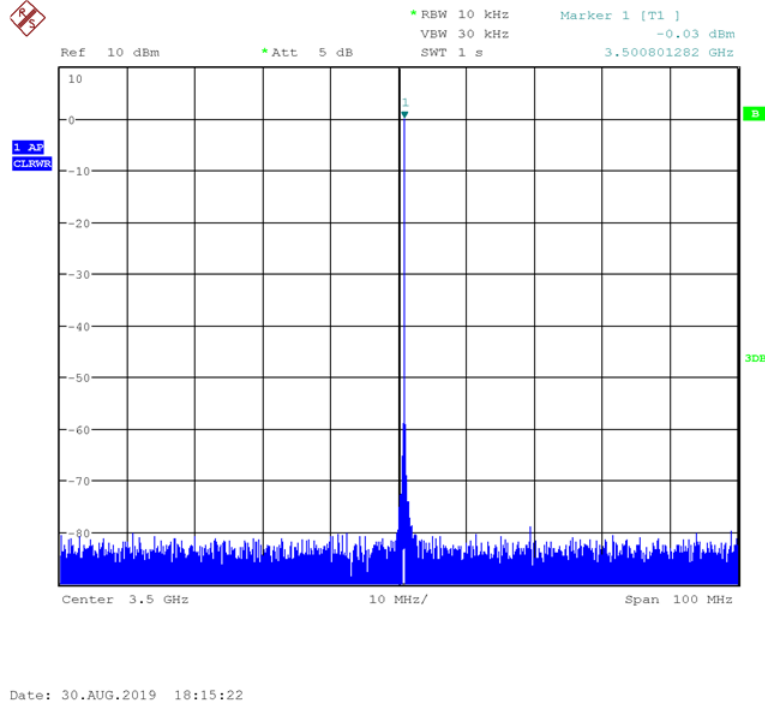


图 4-9. 3.5GHz 时的典型 TXDAC 单频性能

- 用户现在可以更改 DAC 图形，或通过外部文件加载自定义 DAC 图形（请参阅节 7.1）。

4.3 RXADC 和 FBADC 评估

- 在开始捕获 RXADC 和 FBADC 性能之前，必须设置 HSDC PRO 的测试选项。转到 *Test Options* 以进入 *Filter Parameters* 菜单。默认情况下，需要在基波任一侧删除 25 个频段。将要在基波任一侧移除的频段数量更改为 100（参阅图 4-10）。
 - 由于 RXADC 在 16384 采样点处的数据速率为 245.76MSPS，这消除了基波任一侧 1.5MHz 的频段。
 - 由于 FBADC 在 16384 采样点处的数据速率为 491.52MSPS，这消除了基波任一侧 3.0MHz 的频段。
 - 要消除的频段数量是 TI 的标准建议，用于去除 ADC 采样时钟带内相位噪声对宽带噪声（用于通过 FFT 引擎计算 SNR）的影响。必须根据最终应用标准调整频段数量。

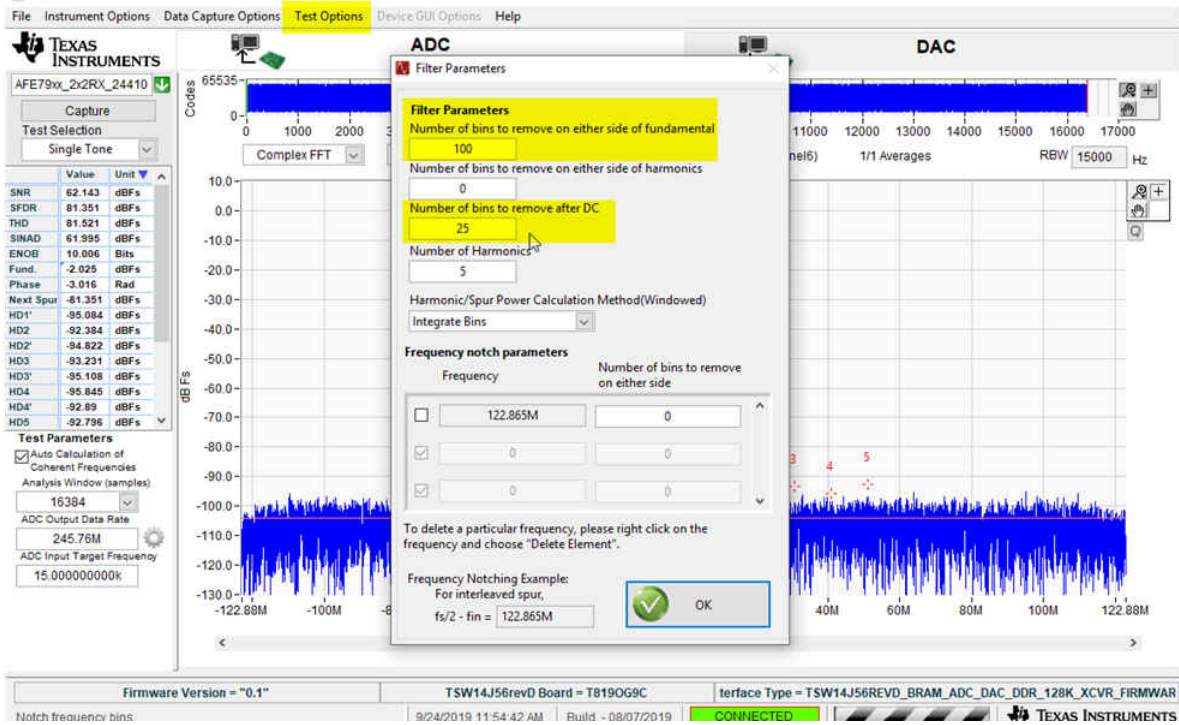


图 4-10. HSDC PRO ADC 性能 FFT 频段配置

- 将射频信号发生器输出连接到 J3 (RXA_IN)、J1 (RXB_IN)、J4 (RXC_IN) 和 J2 (RXD_IN)，以捕获 ADC 的射频输入。在 High-Speed Data Converter Pro 上，按 *Capture* 按钮来采集 ADC 数据。如图 4-11 中所示。

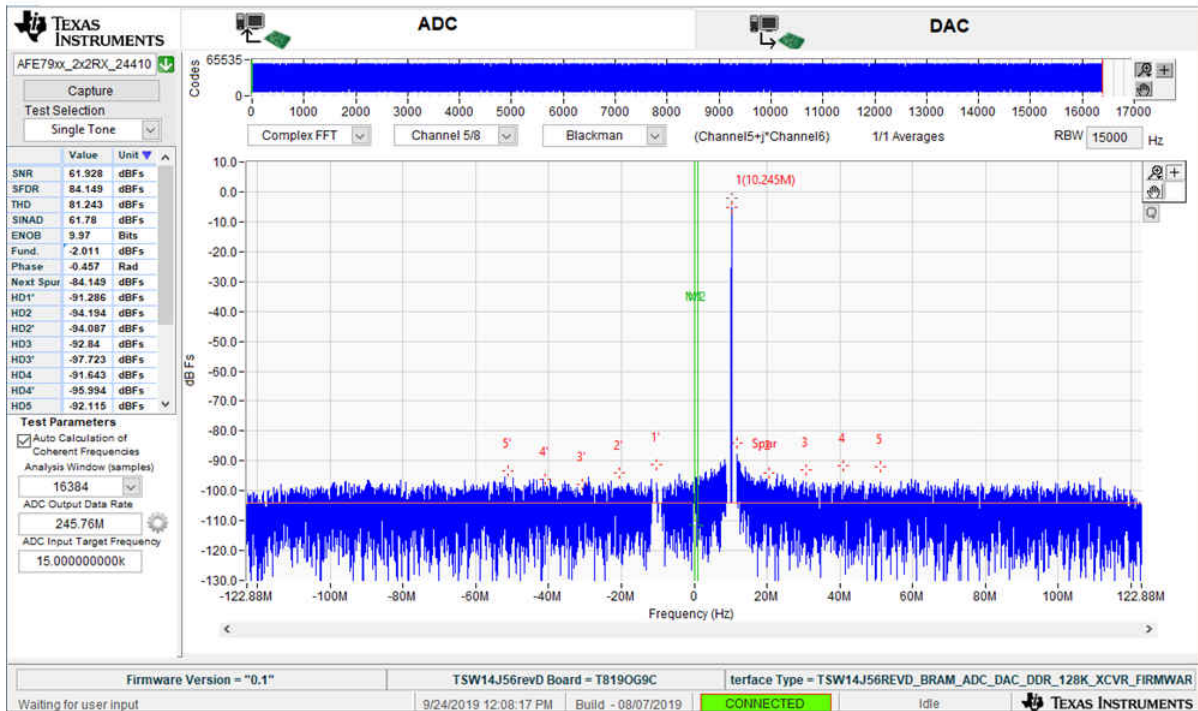


图 4-11. RXADC 的 HSDC PRO ADC 数据采集和典型单频 3.5GHz 性能

3. 对于 RXA_IN、RXB_IN 和 FB1_IN，在 -20dBm 下输入 2610MHz
 - a. 在 FFT 通道选择中，RXA_IN 是通道 1 和 2
 - b. 在 FFT 通道选择中，RXB_IN 是通道 3 和 4
 - c. 在 FB 模式通道选择中，FB1_IN 是通道 1 和 2
4. 对于 RXC_IN、RXD_IN 和 FB2_IN，在 -20dBm 下输入 3510MHz
 - a. 在 FFT 通道选择中，RXC_IN 是通道 5 和 6
 - b. 在 FFT 通道选择中，RXD_IN 是通道 7 和 8
 - c. 在 FB 模式通道选择中，FB2_IN 是通道 3 和 4
5. 对于反馈 ADC，执行以下命令或通过 F5 键执行 AFE79xx_FB_Capture.py。
 - a.

```
##### Configure FB-ADC
#####
AFE.TOP.overrideTdd(0,3,0)
hxdcparam.fb.Datarate=sysParams.FadcFb/sysParams.ddcFactorFb[0]*1e6confighxdcpro().fb()
```

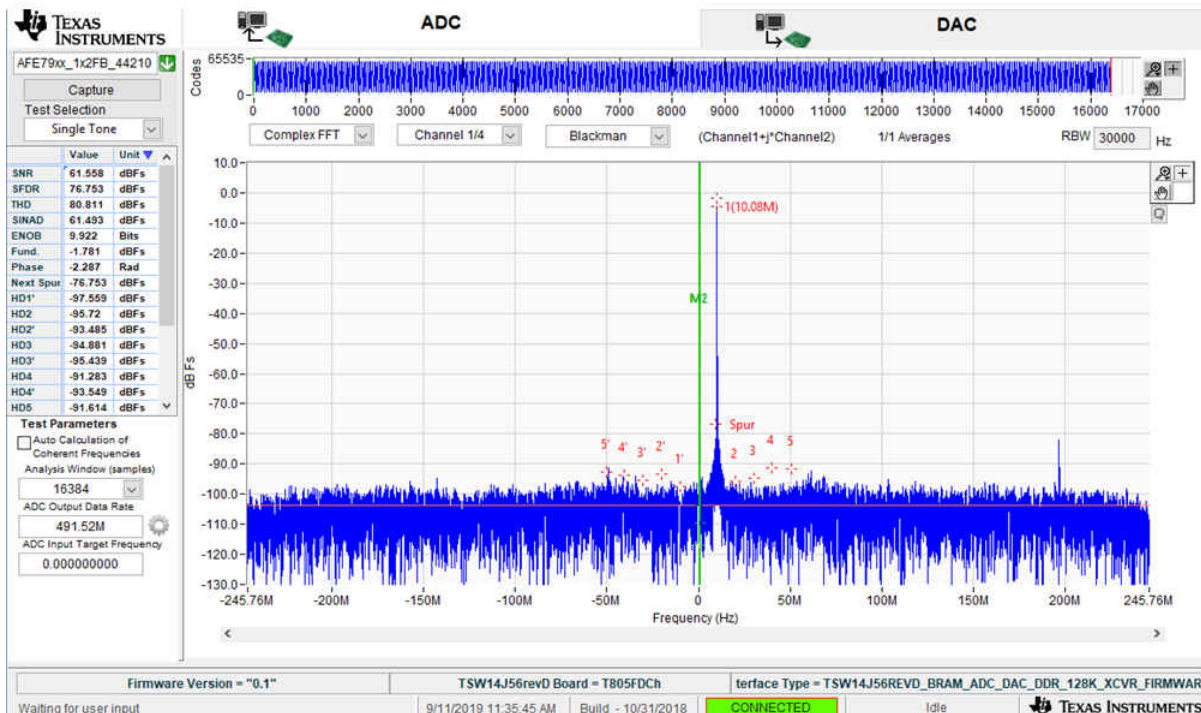


图 4-12. FBADC 的典型单频 3.5GHz 性能

5 状态检查和故障排除指南

本节提供了有关 AFE79-LMH9-EVM 状态指示灯的通用指南以及相应的故障排除指南。

5.1 AFE79-LMH9-EVM 状态指示器

此时绿色 LED D3 应亮起。D3 表示 LMK04828 的 PLL 环路 2 已锁定。(可选) LED D4 指示 LMK04828 的 PLL 环路 1 已锁定。如果有外部设备为 LMK04828 提供 10 MHz 参考，以进行实验室设备同步，则此 LED D4 必须亮起。EVM 在没有运行 PLL 环路 1 的情况下仍然可以工作，但需要 PLL 环路 2 才能成功启动。

- 如果 PLL 环路 1 未运行，请检查 10MHz 参考。这对于通过信号发生器和频谱分析仪实现信号一致性而言非常必要。
- 如果 PLL 环路 2 未锁定，请联系 TI 应用以获得更多支持。

5.2 TSW14J56 EVM

TSW14J56EVM - D1 和 D3 不应亮起。D2 和 D4 应该闪烁。这些是 JESD204B 收发器模式工作的必要要求。D2 闪烁表示 TXDAC JESD204B 链路已建立，而 D4 闪烁表示 RXADC 或 FBADC JESD204B 链路已建立。

AFE79-LMH9-EVM — 此时应启用 DAC 上的数据传输功能和 ADC 上的数据采集功能。现在可以调整 RXNCO、FBNCO 和 TXNCO。

可以调整 RXDSA、FBDSA 和 TXDSA。

```
##RXDSA Adjustment
AFE.DSA.setRxDsa(chNo,dsaSetting) ##chNo: ranges 0-3. dsaSetting: DSA
setting in dB

##FBDSA Adjustment
AFE.DSA.setFbDsa(chNo,dsaSetting) ##chNo: ranges 0-1. dsaSetting: DSA
setting in dB

##TXDSA Adjustment
AFE.DSA.setTxDsa(chNo,dsaSetting) ##chNo: ranges 0-3. dsaSetting: DSA
setting in dB
```

6 AFE79-LMH9-EVM 手动配置

本节将指导用户完成手动启动 AFE79-LMH9-EVM 的步骤序列。本节对自动设置过程进行了细分，以使用户了解该过程并进行相应的修改。

6.1 TSW14J5x DAC 图形设置

配置 HSDC Pro GUI 以从 TSW14J5x 板发送 DAC 图形。如有需要，请参阅节 7.1 和节 7.2。

备注

在配置 EVM 之前向 AFE79-LMH9-EVM 发送数模转换器 (DAC) 图形，以便为 AFE79xx SerDes RX 均衡器的自适应算法提供正确的训练 SERDES 信号。可以从通过 HSDC Pro GUI 控制的 TSW14J5x 板发送 DAC 图形。

6.2 将 Latte 连接到电路板

执行此步骤会在运行 Latte 的 PC 和 AFE79-LMH9-EVM 之间建立连接。

1. 在脚本窗口中，选择 *setup.py* 然后按下 F5 来运行程序。
2. 检查日志窗口以确保没有错误，以下行应显示四次：*Kintex RegProgrammer - USB Instrument created*。
3. AFE79-LMH9-EVM 中 FT4232H 芯片的驱动程序缺失或过时是常见的错误源。利用设备管理器通过检查 USB 实例来验证 PC 和 EVM 之间的连接。
4. 如有必要，利用适当的驱动程序更新您的 PC。

6.3 编译库

在这一步中，将编译与 Latte UI 一同打包的脚本库，大约需要运行半分钟。

1. 在脚本窗口中选择 *devInIt.py*。
2. 按下 F5 来运行程序
3. 在日志窗口中查看状态和错误。

6.4 对 AFE79-LMH9-EVM 进行编程

在此步骤中，对 AFE79-LMH9-EVM 上的 LMK04828 和 AFE79xx 进行编程。

1. 点击名为 *AFE79xx_EVM_Mode1.py* 的脚本，然后按下 F5。预计不会出现错误，可以忽略有关 SPI 控制、撤回和重置属性的警告。此步骤需要几分钟。
2. 检查“Log”窗口以监控任何错误。执行此步骤以完成 AFE79-LMH9-EVM 配置。AFE79-LMH9-EVM 中的电流消耗约为 3A。
3. LOS 错误表示 SerDes RX 电气空闲，在这种情况下，TX 输出将不正常。该错误可通过重新发送数据 (DAC 图形) 并重新配置 AFE79-LMH9-EVM (即再次运行 *basicBringup.py*) 来解决。
4. GPIO 警告或 sysref 错误通常表示电源电压或电流限制。验证 AFE79-LMH9-EVM 的电源并确保使用 5.5V 电源电压和 4A 电流限值。重新启动 Latte UI 并重新运行脚本。

6.5 修改配置

前面几节中的示例使用 Latte 脚本中设置的默认模式配置 AFE79xx。您可以通过修改一组参数来更改该模式。

6.5.1 数据速率和 JESD 参数

信号链中的数据速率通常与 JESD 模式 (LMFS、SerDes 速率) 相关，器件数据表中提供了兼容模式列表。*basicBringup.py* 脚本中的以下参数可用于修改配置。为以下参数分配新值后重新运行脚本。

```
## In below parameters, each element sets the particular LMFS-Hd for the particular channels.
# JESD and Serdes Parameters
sysParams.LMFShdRx           = ["24410","24410","24410","24410"]
sysParams.LMFShdFb          = ["22210","22210"]
sysParams.LMFShdTxD         = ["44210","44210","44210","44210"]
# Decimation and interpolation parameters for the data converter signal chains.
sysParams.ddcFactorRx       = [12,12,12,12]
sysParams.ddcFactorFb       = [6,6]
sysParams.ducFactorTx       = [6,6,6,6]
```

6.5.2 数据转换器时钟设置

该参数用于配置数据转换器时钟和时钟分配路径。

```
#Configures the reference input frequency to the on-chip PLL of the AFE7920.
sysParams.FRef              = 491.52
#Configures the RXADC converter sample rate.
sysParams.FadcRx           = 2949.12
#Configures the FBADC converter sample rate.
sysParams.FadcFb           = 2949.12
#Configures the TXDAC converter sample rate.
sysParams.Fdac              = 2949.12*3
#Sets the clock source for the RXADC converters.The source is now from the on-chip PLL.
sysParams.externalClockRx  = False
#Sets the clock source for the TXDAC converters.The source is now from the on-chip PLL.
sysParams.externalClockTx  = False
```

7 使用 HSDC Pro 设置 TSW14J5x

本章旨在为不熟悉 TSW14J5x 和 HSDC Pro GUI 的用户提供快速入门指南。如需了解更多详情，请参阅 [High Speed Data Converter Pro GUI 用户指南](#)。

7.1 DAC 图形设置和发送

本节列出了从 TSW14J5x 板创建和发送 DAC 图形的步骤。

1. 点击 HSDC Pro “DAC” 选项卡。图 7-1 简要描述了 “DAC” 选项卡。

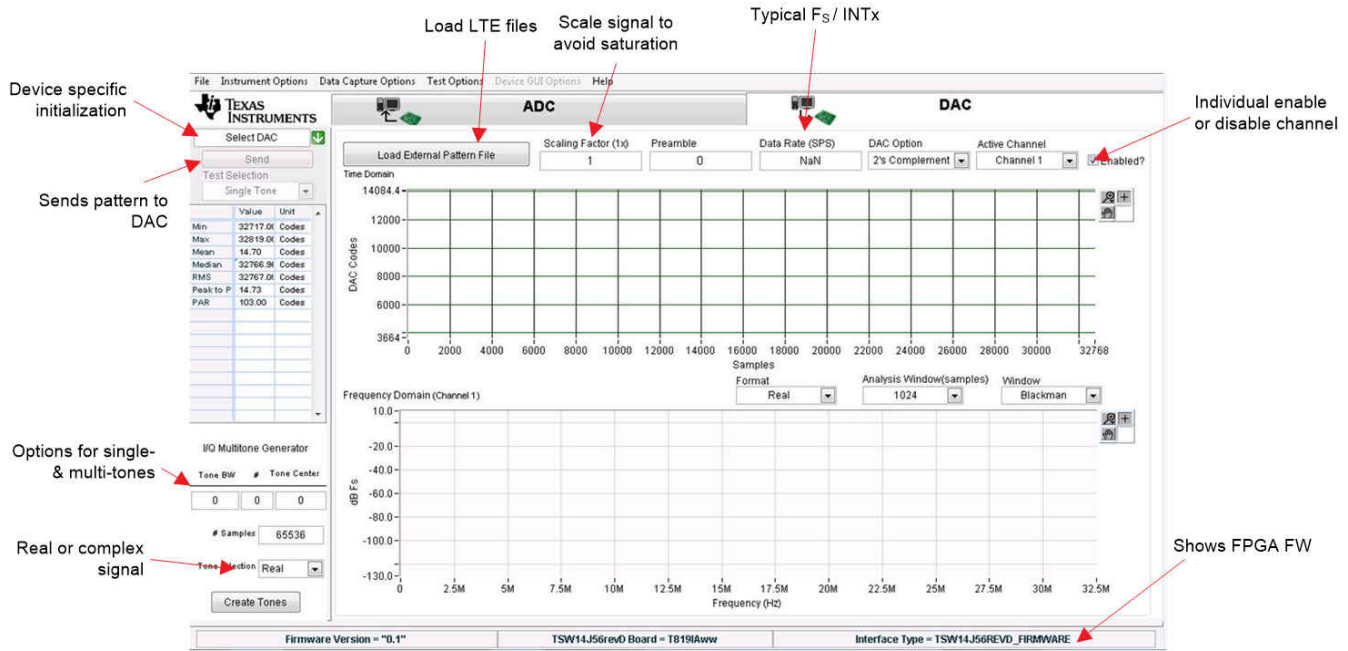


图 7-1. HSDC Pro DAC 选项卡概览

2. 图 7-2 提供了创建和发送正弦信号的图形表示，后面是详细的步骤。

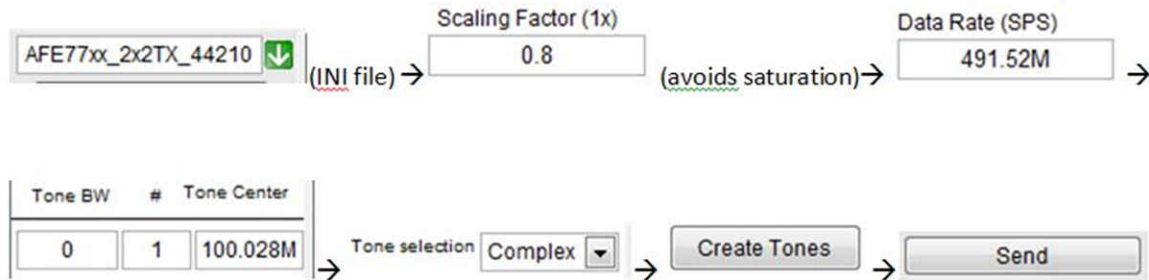


图 7-2. 设置正弦信号

3. 在器件特定初始化选项中，选择 *AFE79xx_2x2TX_44210*。如果系统提示下载固件 (FW)，请点击 **Yes**。默认选项是在收发器运行模式下运行电路板，这样可以同时运行 TX 和 RX 以及 FBRX。收发器模式中使用的固件的名称中包含字母 **XCVR**。
4. 输入 “491.52 M” 作为数据速率，输入 “0.9” 作为比例因子。
5. 在 HSDC Pro 窗口的 *Tone Generator* 部分中输入频率，以创建正弦信号。

- 按下 **Send** 将 DAC 图形传输到 AFE79-LMH9-EVM。图 7-3 显示了生成的消息，其中包含 FPGA 中预期的通道速率和参考时钟。点击 OK。

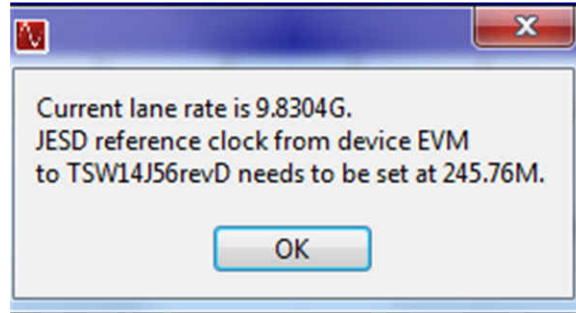


图 7-3. HSDC Pro 通道和参考时钟速率弹出窗口

图 7-4 显示了 100MHz 正弦信号的示例设置。

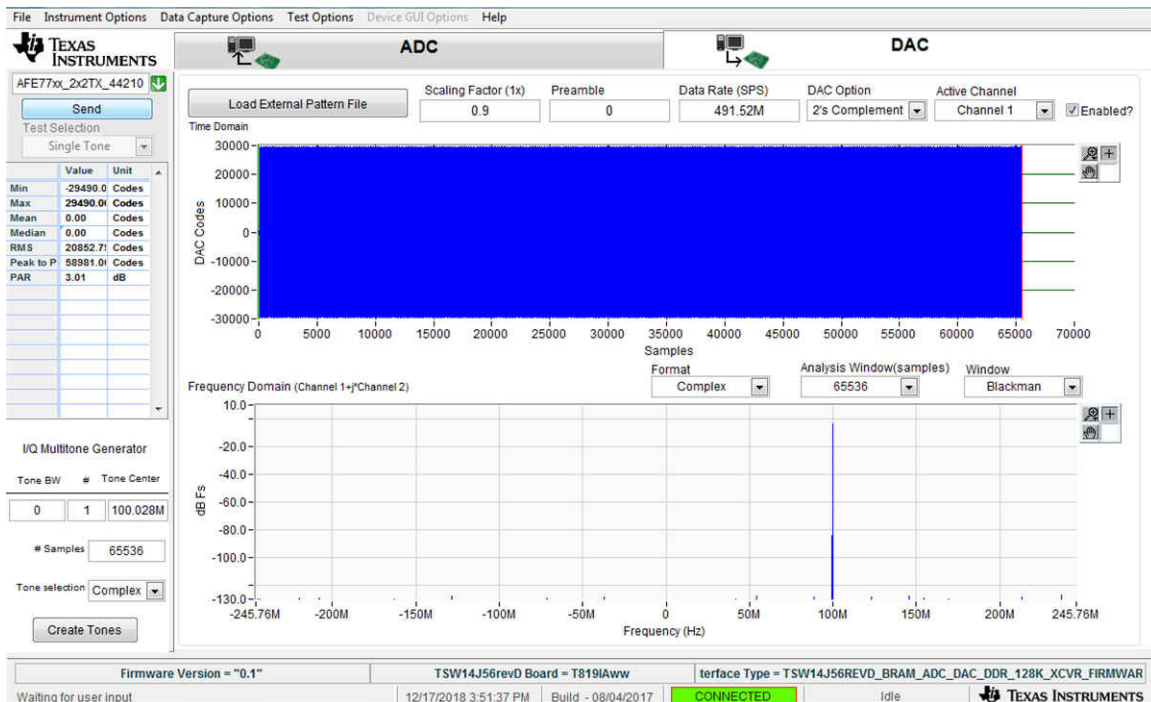


图 7-4. HSDC Pro CW

或者，可使用 *Load External Pattern File* 按钮加载和发送图形文件（例如 LTE）。

DAC 设置现已完成。

7.2 DAC 同步检查

- TSW14J56 板上的 LED D2 闪烁时，指示 DAC 端的 JESD 链接成功。
- 如果 LED 不闪烁，请再次发送 DAC 图形。

7.3 ADC 数据采集

本节介绍了采集 ADC 输出的步骤。

1. 点击 HSDC Pro ADC 选项卡。图 7-5 简要描述了“ADC”选项卡。

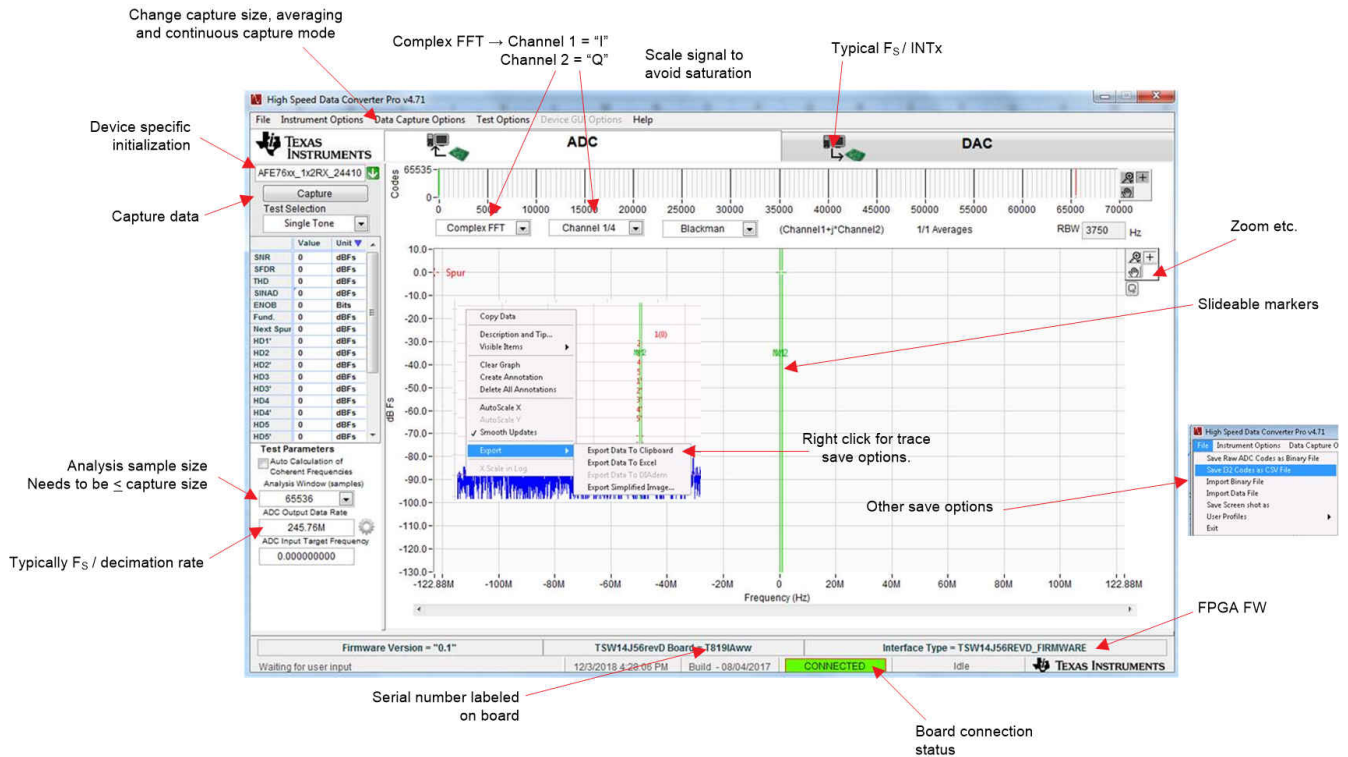


图 7-5. HSDC Pro ADC 选项卡概览

2. 选择 AFE79xx_2x2RX_24410 作为器件。
3. 转到菜单栏中的 Data Capture Options，然后选择 Capture 选项。将采样数（每个通道）设为 16384。点击 OK 按钮。
4. 选择 16384（在 Analysis 窗口中，位于 GUI 左下角）。
5. 输入“245.76 M”作为 ADC 输出数据速率
6. 点击 Capture 按钮。

由于 FPGA 中可用的 BRAM 内存有限，将捕获大小设置为较低的值（例如 16K）。

7.4 ADC 同步检查

在 ADC 端成功捕获后，TSW14J56 板上的 LED D4 闪烁，指示 ADC 端的 JESD 链接成功。您还应该看到 FFT 输出。ADC 捕获超时表示 AFE79xx 启动失败。重新运行 AFE79xx 配置后再试一次。

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