



摘要

本用户指南概述了两个评估模块 (EVM) 的硬件和软件设置：德州仪器 (TI) 的 AFE7769DEVM 收发器和 Altera 的 Arria™ 10 现场可编程门控阵列 (FPGA)。此外，用户指南还概述了四个测试用例，所有这些测试用例都先介绍了有关信号生成以及 TI 和 Altera™ 软件连接的初始启动步骤。

内容

1 引言.....	2
2 硬件和软件设置.....	2
2.1 硬件设置.....	2
2.2 软件设置.....	3
2.3 测试用例.....	3

插图清单

图 2-1. AFE7769DEVM 和 Arria 10 FPGA.....	2
图 2-2. 初始设置，AFE77xxD.....	3
图 2-3. 硬件设置窗口.....	4
图 2-4. 自动检测窗口.....	5
图 2-5. 移除“1_BIT_TAP”.....	5
图 2-6. 更改“10AS066N2”.....	6
图 2-7. 插入 .sof 文件.....	6
图 2-8. 更新了方框图.....	7
图 2-9. “LMK Configured”指示器.....	7
图 2-10. 启用 TX TDD.....	8
图 2-11. 频谱分析仪结果 - 5MHz NCO.....	8
图 2-12. 频谱分析仪结果，20MHz NCO.....	9
图 2-13. 启用 RX TDD.....	10
图 2-14. 信号发生器设置，测试用例 3.....	10
图 2-15. SignalTap 中的 rx_dataLink.....	11
图 2-16. 信号发生器设置，测试用例 4.....	11

商标

Arria™ and Altera™ are trademarks of Intel Corporation in the U.S. and other countries.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

本用户指南介绍了与 Altera 协作开发、使用德州仪器 (TI) AFE7769DEVM 的无线开发平台。Altera 是一家从 Intel 发展而来的硬件公司，为通信行业内的公司提供基于 FPGA 的评估模块。该参考解决方案旨在帮助客户提升模拟前端 (AFE) 的系统集成能力，并提供用于 5G ORAN 和无线解决方案的快速评估和原型设计平台，包括小基站和宏基站解决方案。

AFE7769D 是一款具有集成数字预失真 (DPD) 的 4T4R2F 射频采样收发器，可用于线性化功率放大器 (PA)，以提高终端客户的无线覆盖范围。无线开发平台采用器件的 EVM 版本，该器件通过 FPGA 夹层卡 (FMC+) 连接器与 Altera 的解决方案元件相连。Arria 10 是一个 FPGA 模块，可通过 FMC+ 连接器与 AFE7769DEVM 连接。此硬件基于 Intel Agilinx® 5SoC FPGA。

2 硬件和软件设置

2.1 硬件设置

本节讨论了测试环境的初始设置以及必要的电源连接。

1. 将 AFE7769DEVM 的 FMC+ 连接器安装到 Arria 10 FPGA 上的接收器部分 (标有 J19) ，如 图 2-1 所示。

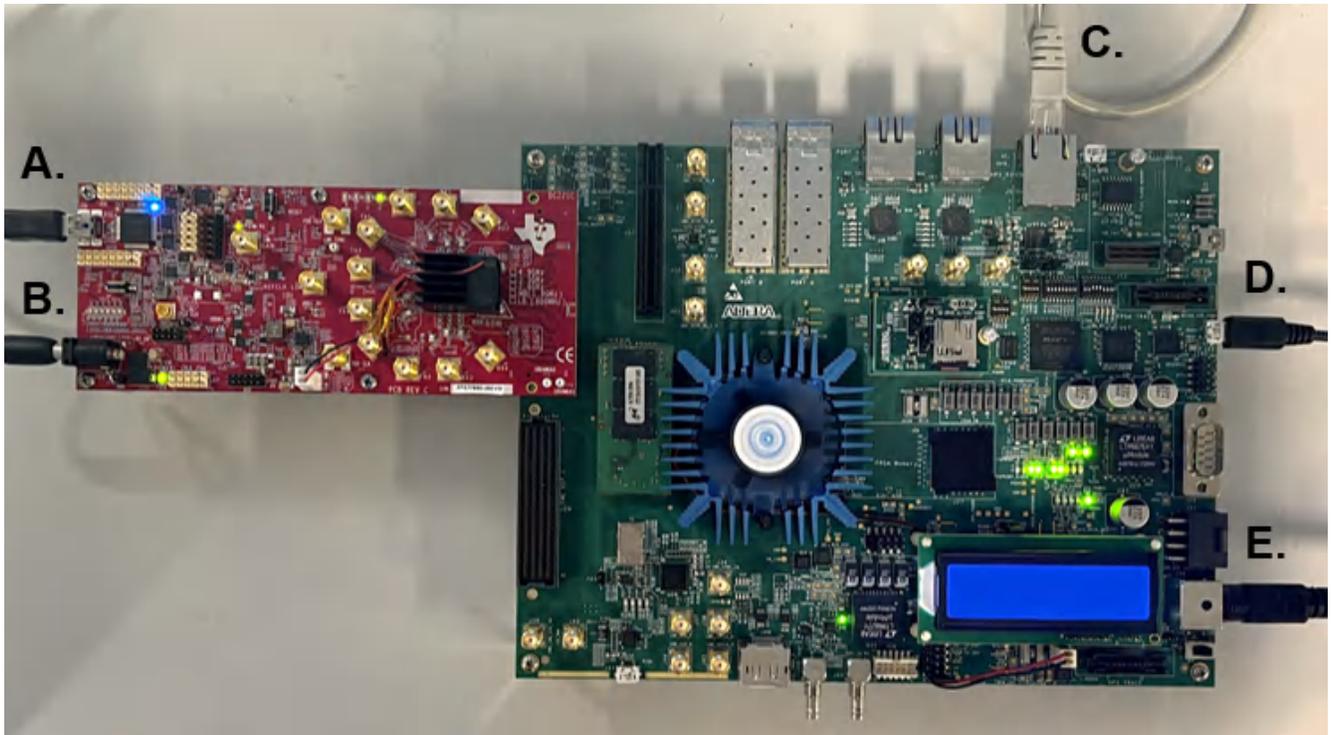


图 2-1. AFE7769DEVM 和 Arria 10 FPGA

2. 确保对必要的电源/端口进行以下连接，并打开 Arria 10，如上方所示。开关位于上图的右下角。
 - a. USB-C 电缆：连接到用于启动 Latte GUI 的 PC。
 - b. AFE7769DEVM 电源线：连接到 @ 5.5V 的电源
 - c. 以太网电缆：连接到以太网端口
 - d. USB Blaster 电缆：连接到用于启动 Quartus Programmer 和 SignalTap 的 PC
 - e. Arria 10 电源线：连接到安全电源插座

有关 Arria 10 的所有其他硬件集成，请参阅 [Intel® Arria® 10 SX SoC 开发套件](#)。

2.2 软件设置

确保已安装以下软件：

- AFE77xxD Latte GUI (版本 1.1.1 或更高版本)
- Intel Quartus Programmer 和 SignalTap GUI (版本 22.2)

2.3 测试用例

2.3.1 所有测试用例的初始启动

1. 启动 AFE77xxD Latte GUI。
2. 将弹出一个包含设备设置信息的初始窗口；验证该窗口的设置是否与 图 2-2 中所示完全相同。

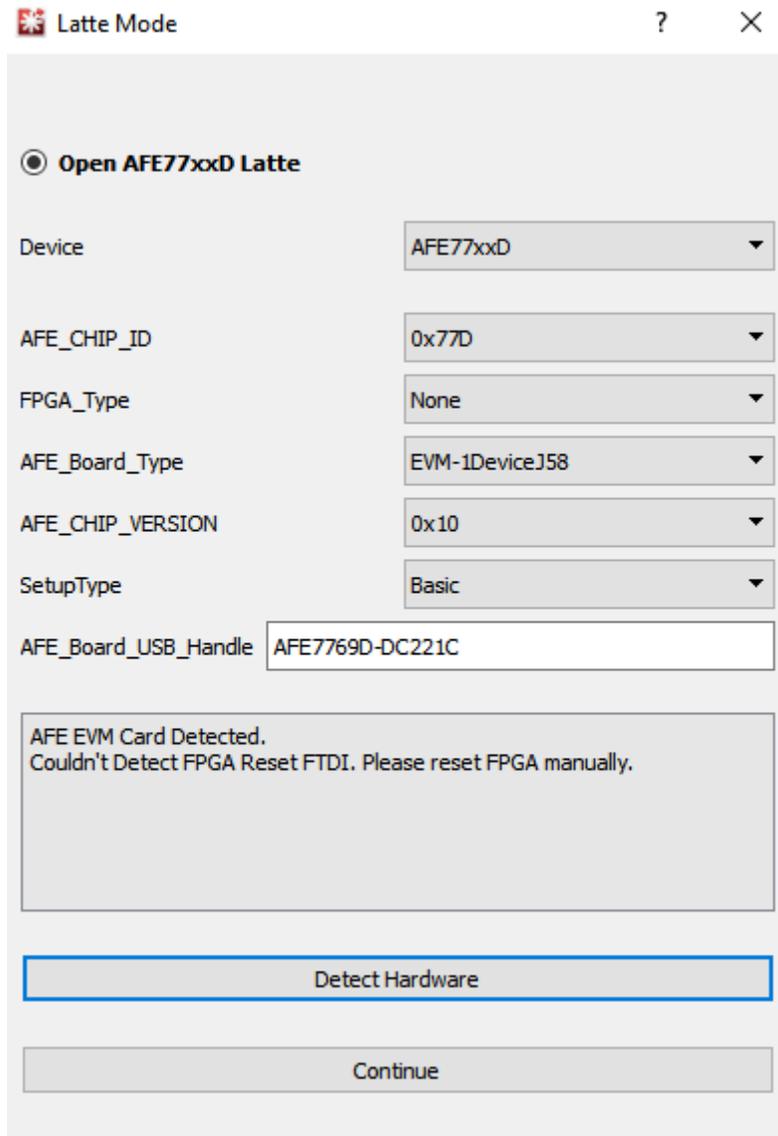


图 2-2. 初始设置，AFE77xxD

3. 导航到应用左侧的“AFE-Configuration”（AFE-配置）选项卡，然后选择“Load”（加载）“AFE77xxD_8.1_9.1.xlsx”文件。
4. 确保加载配置文件后“Log”（日志）窗口中显示以下消息：
 - a. 加载的配置：“AFE77xxD_8.1_9.1.xlsx”
 - b. 已刷新 GUI。
5. 先不要单击 Latte 中的“Run Device Bringup”（运行器件启动）。

6. 保持 Latte 打开；启动 Quartus Programmer。
7. 单击窗格顶部的“Hardware Setup”（硬件设置），并确保选中“USB-BlasterII [USB-1]”。

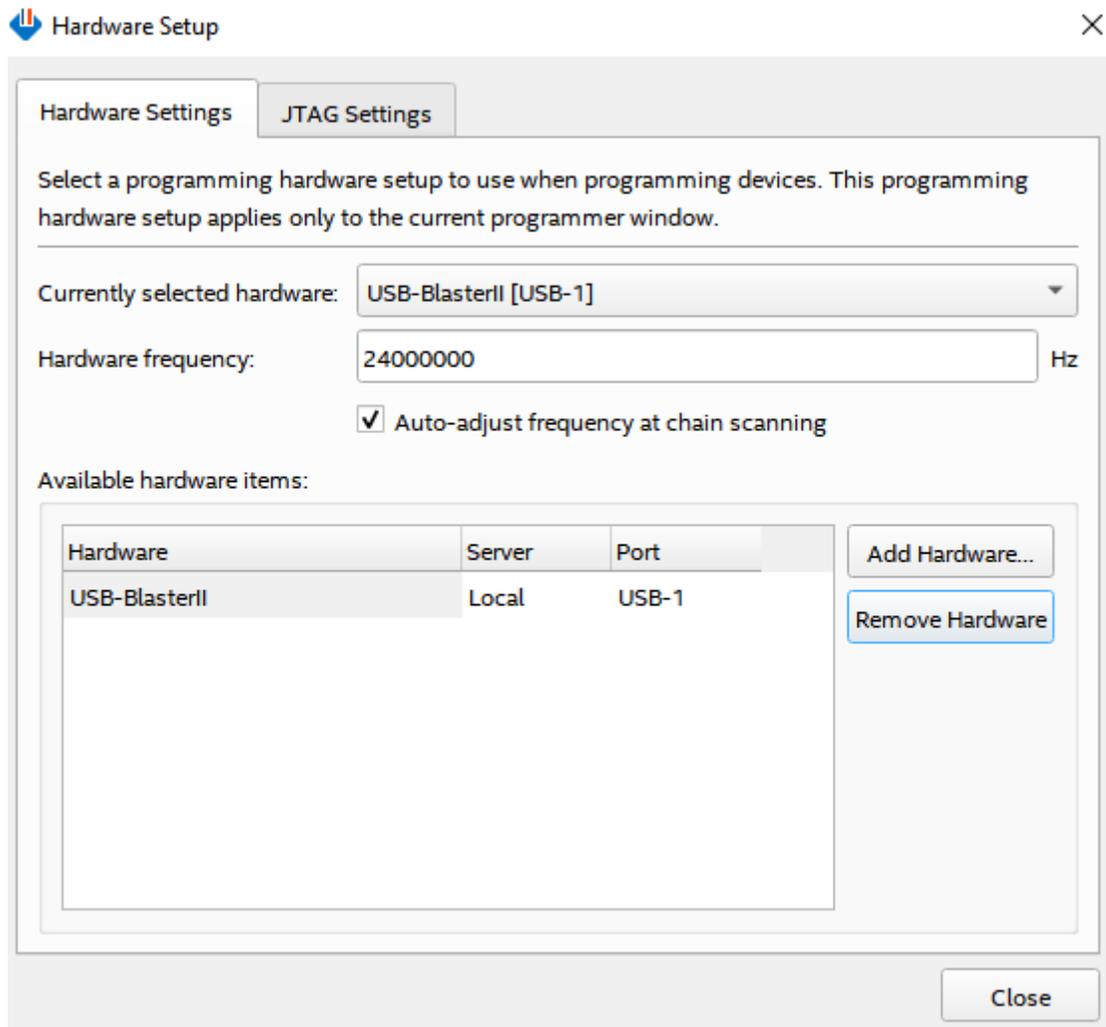


图 2-3. 硬件设置窗口

- 单击“Auto Detect”（自动检测），随后将弹出一个包含不同 FPGA 名称的窗口。选择 10AS066N2 并单击“OK”。

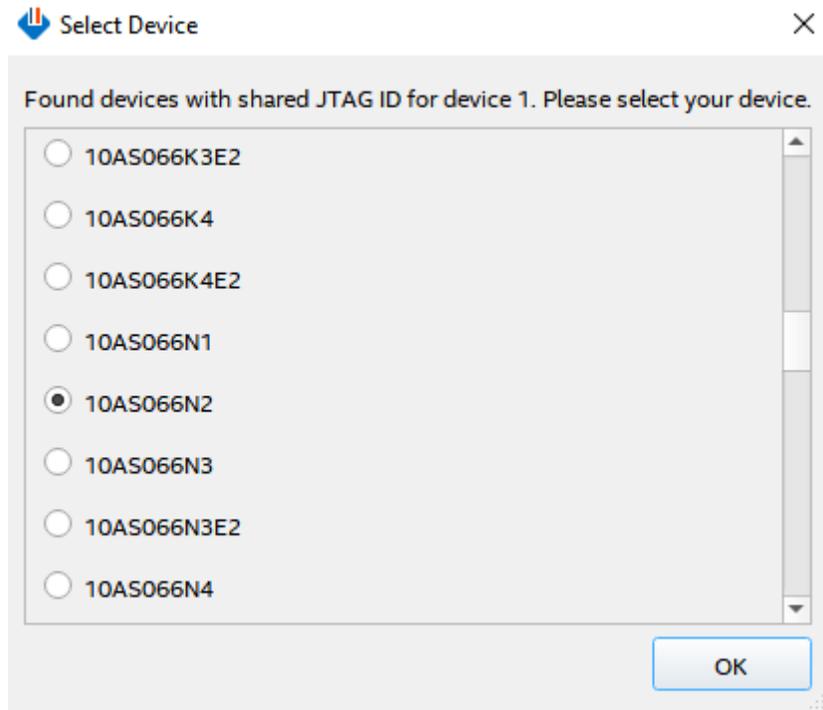


图 2-4. 自动检测窗口

- 在中间窗格中，将显示一个由四个部分组成的方框图。参考“File”（文件）列中块的顺序，选择第三个块（也称为“1_BIT_TAP”块），然后单击“Delete”（删除）。

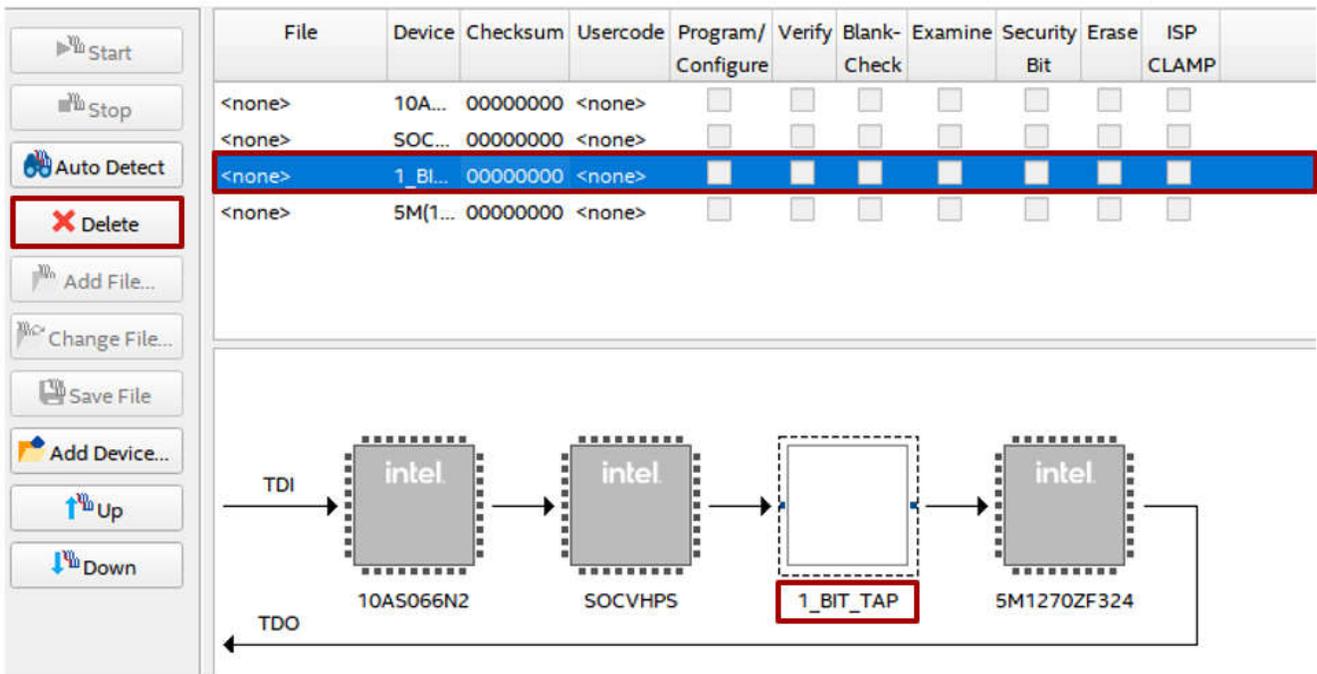


图 2-5. 移除“1_BIT_TAP”

10. 接下来，选择同一“File”（文件）列中的第一个块，然后单击“Change File”（更改文件）。

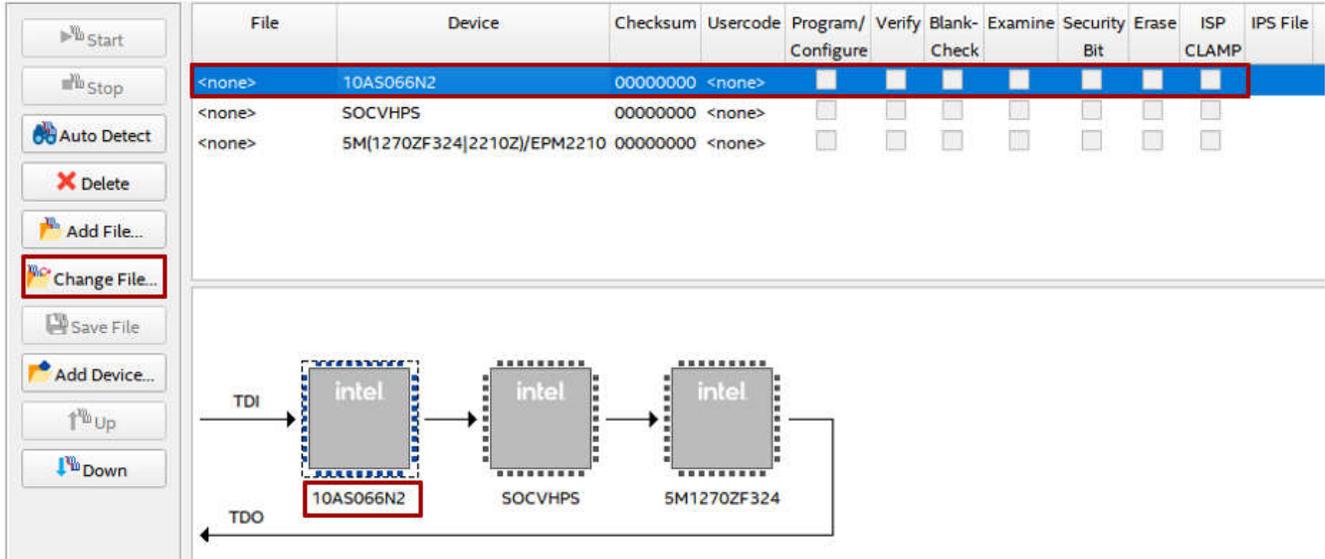


图 2-6. 更改“10AS066N2”

11. 在文件资源管理器中，选择“j204b_test.sof”文件并单击“Open”（打开）。

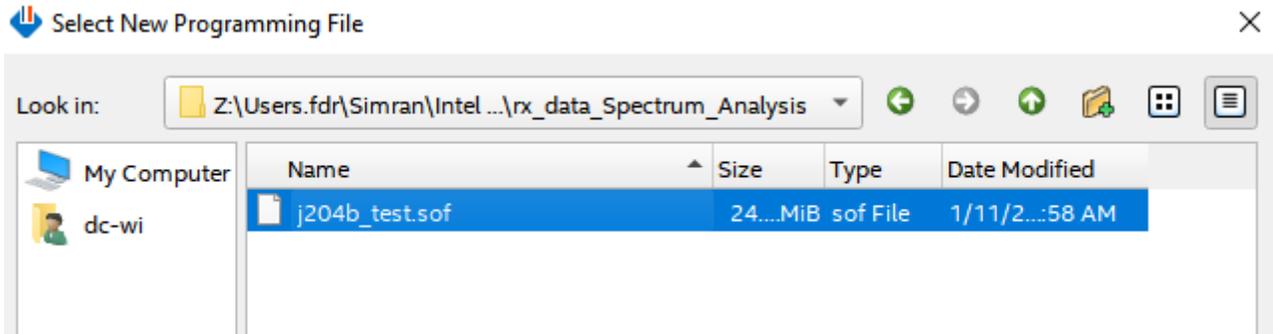


图 2-7. 插入 .sof 文件

12. 验证方框图是否与下图完全相同，尤其是在顺序方面。

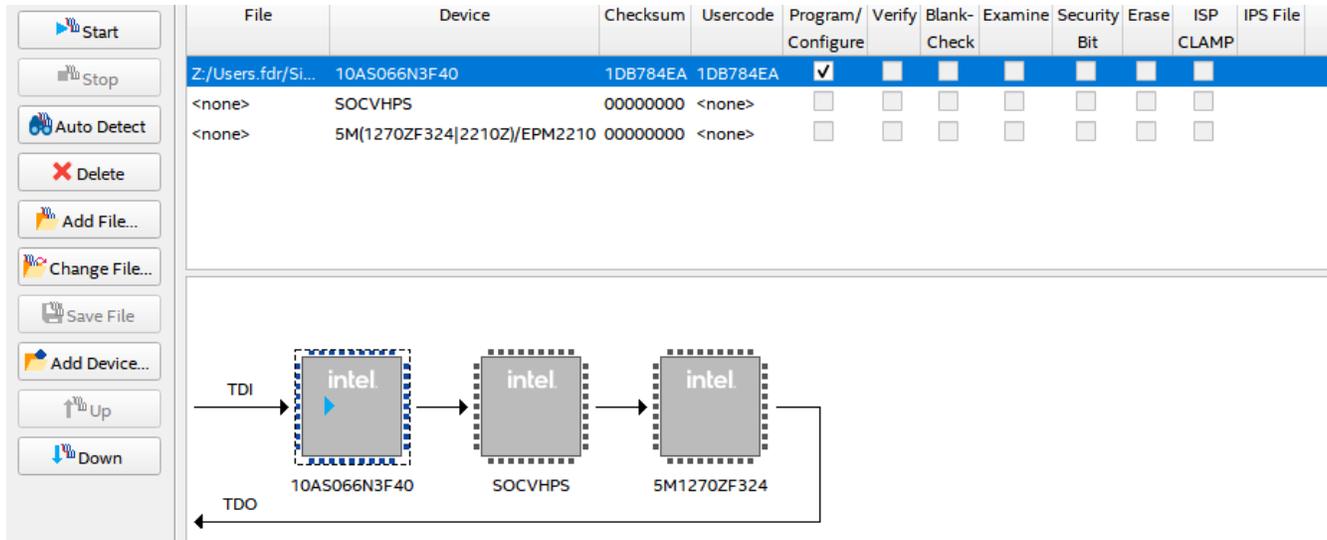


图 2-8. 更新了方框图

13. 导航回 Latte，然后单击“Run Device Bringup”（运行器件启动）。
14. 监控“Log”（日志）窗口。看到“LMK Configured”（已配置 LMK）消息后，导航回 Quartus Programmer 并单击“Start”（开始）。

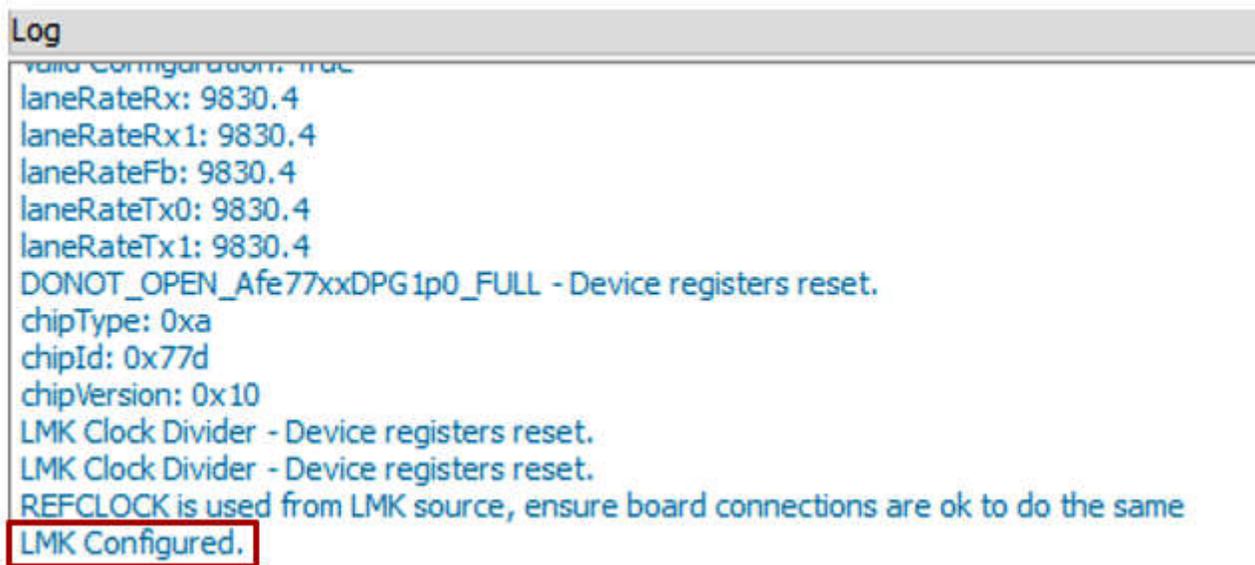


图 2-9. “LMK Configured” 指示器

15. 在 Quartus Programmer 中，监控窗口右上角的进度条。进度条将在一分钟内达到“100% (Successful)”（100% (成功)）。
16. 返回 Latte GUI 并监控器件启动，直到完成。完成标志是“Log”（日志）窗口中显示“AFE configuration complete”（AFE 配置完成）的最终消息，以及错误和警告数量记录。
17. 启动结束时，“Log”（日志）窗口仅通知用户两个错误（无警告），其中包括两次“FPGA Reset device not found”（未找到 FPGA 复位器件）。这是正常现象，无需担心，因为 Latte 目前只能识别 TSW14J58EVM，即一款 TI FPGA。

2.3.1.1 测试用例 1：从 NCO @ 5MHz 生成正弦 TX_DATA

- 完成“所有测试用例的初始启动”部分中的步骤后，导航到 Latte 中的 Channel-Controls (通道-控制) 选项卡，在此窗口的第一部分中，单击 TX TDD 下的按钮将其变为绿色，然后单击“Set TDD” (设置 TDD)。

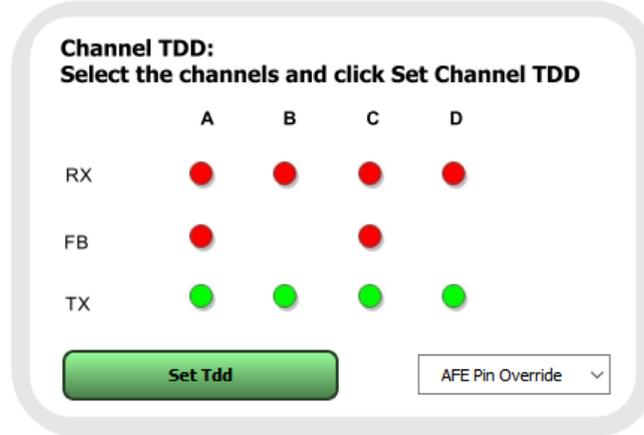


图 2-10. 启用 TX TDD

- 监测连接到 AFE 的电源。当 TDD 启用时，电流应该从大约 1.2A 的器件后置电流增加至 2A。
- 将 AFE7769DEVM 的任何 TX 端口 (TX1 = J7、TX2 = J8、TX3 = J9、TX4 = J10) 连接到频谱分析仪。
- 图 2-11 表示该测试用例的预期结果。

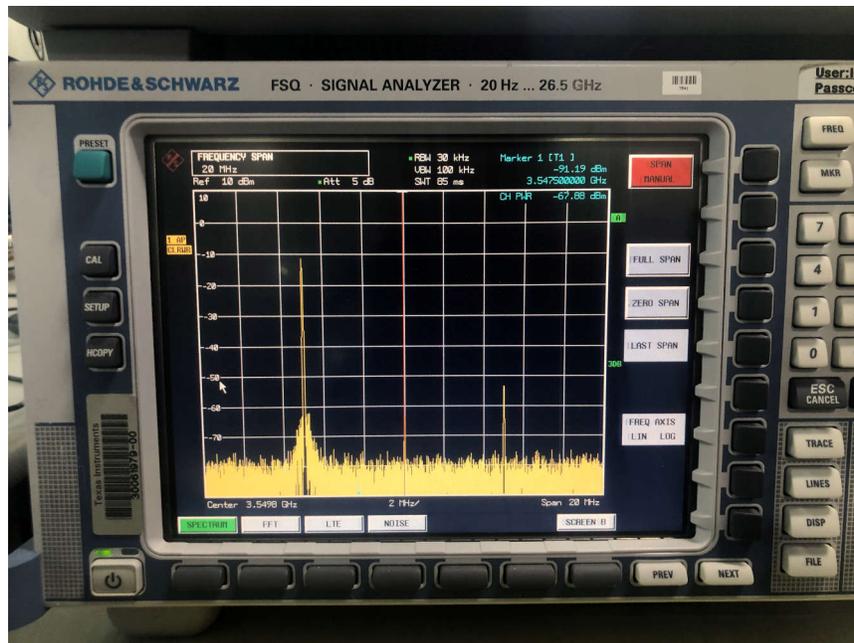


图 2-11. 频谱分析仪结果 - 5MHz NCO

2.3.1.2 测试用例 2 : 从 NCO @ 20MHz 生成正弦 TX_DATA

1. 完成“所有测试用例的初始启动”部分中的步骤后，导航到 Latte 中的 Channel-Controls (通道-控制) 选项卡，在“Channel TDD” (通道 TDD) 下，单击 TX 的按钮将其变为绿色，然后单击“Set TDD” (设置 TDD) ，如 图 2-10 中所示。
2. 监测连接到 AFE 的电源。当 TDD 启用时，电流应该从大约 1.2A 的器件后置电流增加至 2A。
3. 将 AFE7769DEVM 的任何 TX 端口 (TX1 = J7、TX2 = J8、TX3 = J9、TX4 = J10) 连接到频谱分析仪。
4. 图 2-12 表示该测试用例的预期结果。

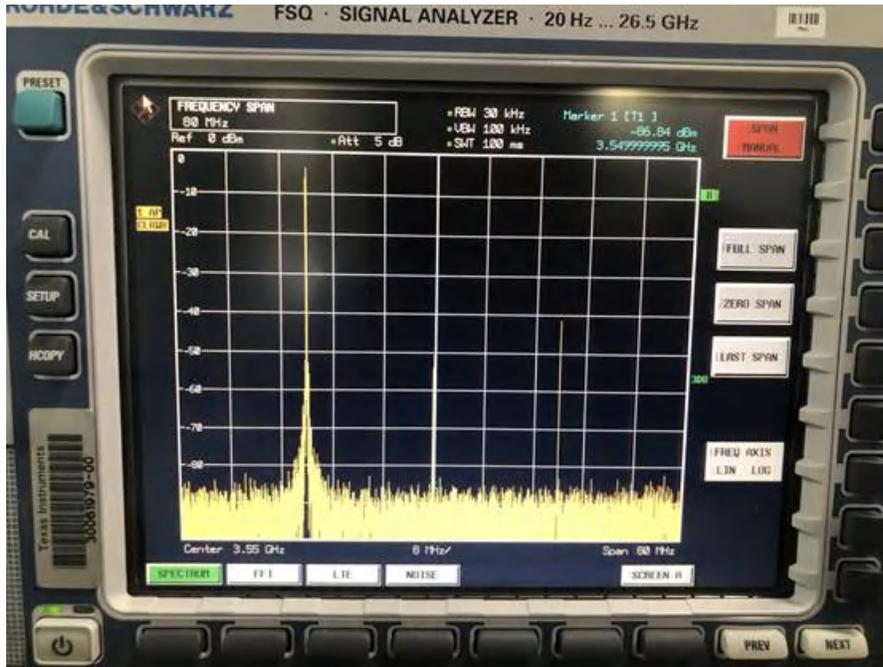


图 2-12. 频谱分析仪结果，20MHz NCO

2.3.1.3 测试用例 3：将信号发生器输出端口连接到 AFE7769DEVM 的 RX (输出功率为 -13dBm)

1. 完成“所有测试用例的初始启动”部分中的步骤后，导航到 Latte 中的 Channel-Controls (通道-控制) 选项卡，在“Channel TDD” (通道 TDD) 下，单击 RX 的按钮将其变为绿色，然后单击“Set TDD” (设置 TDD)。

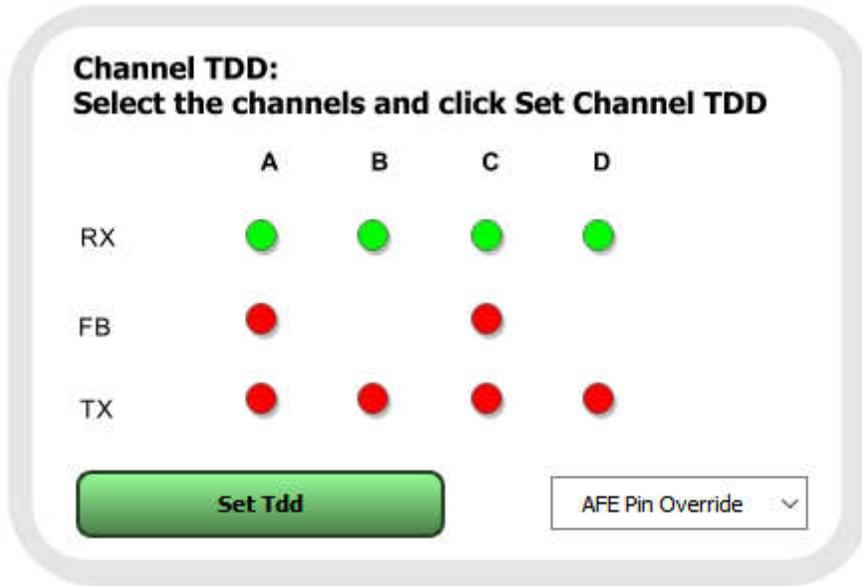


图 2-13. 启用 RX TDD

- 2.
3. 将 AFE7769DEVM 的任何 RX 端口 (RX1 = J1、RX2 = J2、RX3 = J3、TX4 = J4) 连接到信号发生器的射频输出。
4. 确保将信号发生器的频率和输出功率分别设置为 1805.025MHz 和 -13dBm。

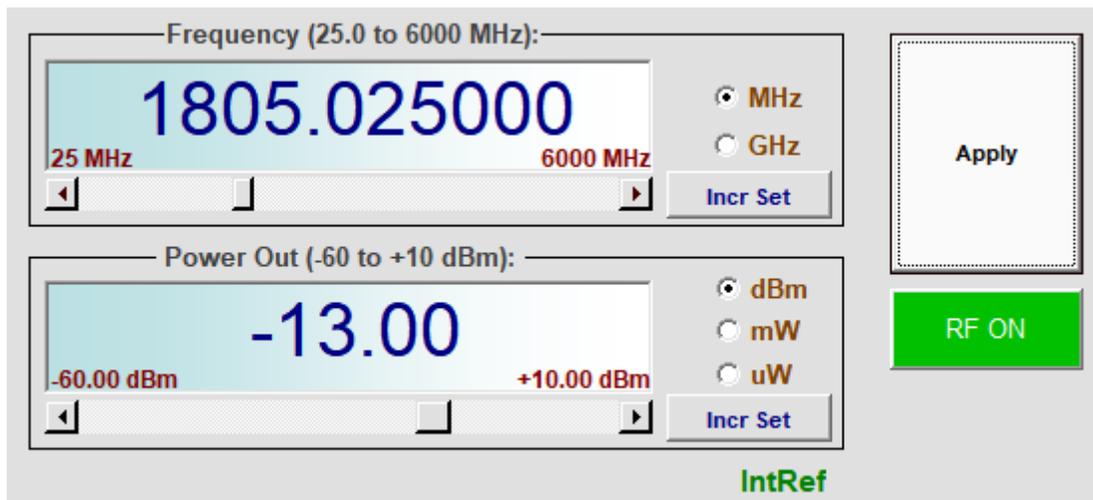


图 2-14. 信号发生器设置，测试用例 3

- 在文件资源管理器中，导航到“test1122_TXZ_rxz.stp”文件，然后双击以在 SignalTap 中将其打开。
- 确保“rx_datalink”是选定的选项卡和行；单击框中的图标开始运行数据采集。

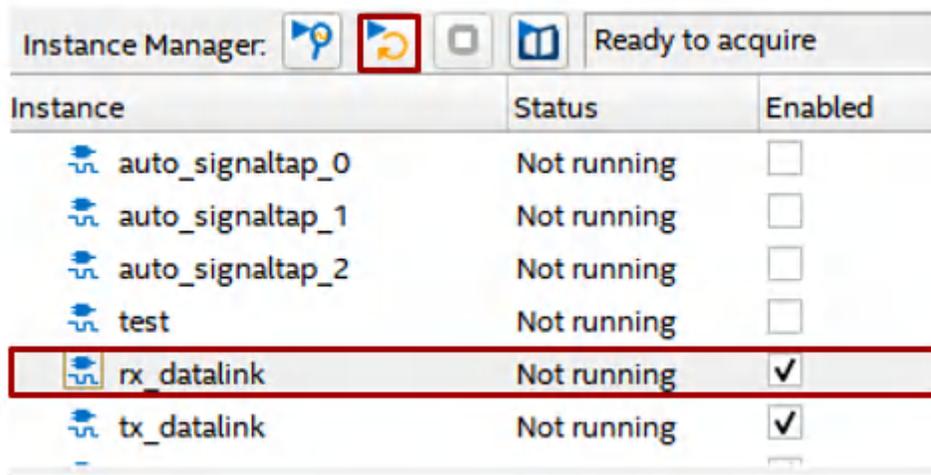


图 2-15. SignalTap 中的 rx_datalink

- 采集清除后，使用相同的图标暂停仿真，图标此时为红色方形。
- 右键单击中间窗格的“uu00jjesd204_rx_link_data”部分，选择“Create SignalTap List File”（创建 SignalTap 列表文件），然后保存为 .txt 文件。
- 使用提供的名为“rx_data_test.m”的 MATLAB 脚本来解密数据，并使用上一步中新创建的 .txt 文件替换示例 .txt 文件名。
- 运行代码后，将显示一张包含四个图表的图。

2.3.1.4 测试用例 4：将信号发生器输出端口连接到 AFE7769DEVM 的 RX (输出功率为 -23dBm)

- 完成“所有测试用例的初始启动”部分中的步骤后，导航到 Latte 中的 Channel-Controls (通道-控制) 选项卡，在“Channel TDD”（通道 TDD）下，单击 RX 的按钮将其变为绿色，然后单击“Set TDD”（设置 TDD），如 图 2-13 中所示。
- 将 AFE7769DEVM 的任何 RX 端口 (RX1 = J1、RX2 = J2、RX3 = J3、TX4 = J4) 连接到信号发生器的射频输出。
- 确保将信号发生器的频率和输出功率分别设置为 1805.025MHz 和 -23dBm。

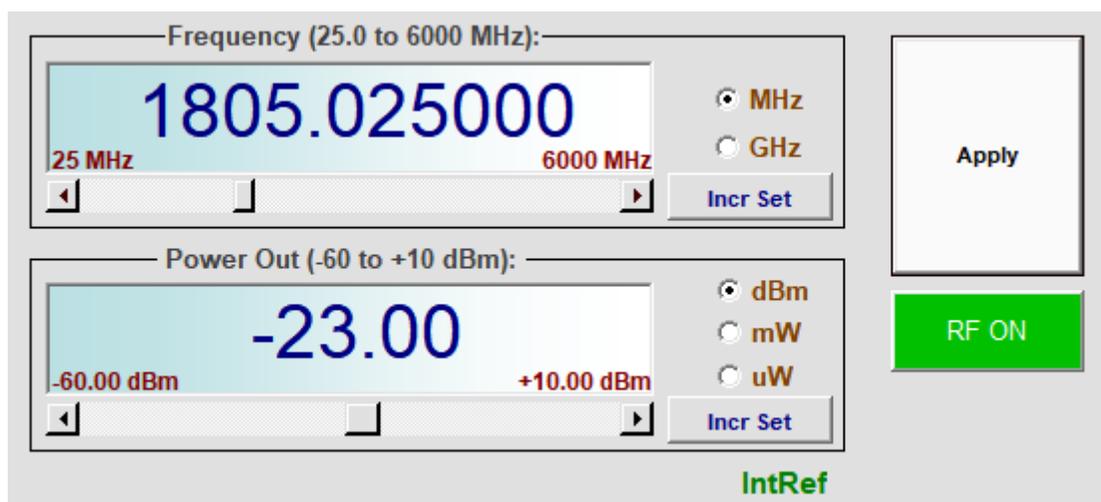


图 2-16. 信号发生器设置，测试用例 4

4. 在文件资源管理器中，导航到“test1122_TXZ_rxz.stp”文件，然后双击以在 SignalTap 中将其打开。
5. 确保“rx_datalink”是选定的选项卡和行；单击框中的图标（如 图 2-15 中所示）开始运行数据采集。
6. 采集清除后，使用相同的图标暂停仿真，图标此时为红色方形。
7. 右键单击中间窗格的“uu00jjesd204_rx_link_data”部分，选择“Create SignalTap List File”（创建 SignalTap 列表文件），然后保存为 .txt 文件。
8. 使用提供的名为“rx_data_test.m”的 MATLAB 脚本来解密数据，并使用上一步中新创建的 .txt 文件替换示例 .txt 文件名。
9. 运行代码后，将显示一张包含四个图表的图。

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司