

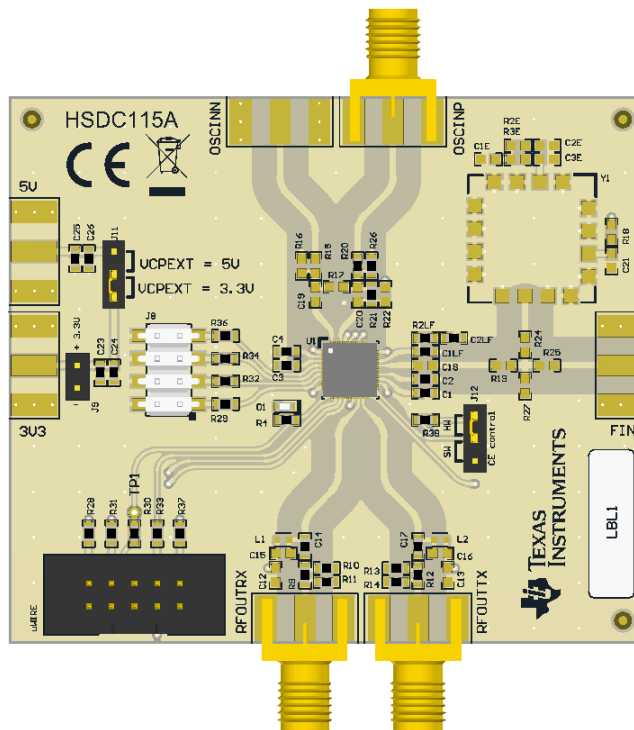
摘要

LMX2571EPEVM 旨在评估 LMX2571-EP 的性能。该电路板由 LMX2571-EP 器件组成。

LMX2571-EP 是一款低功耗、高性能、宽带射频合成器，可生成 10MHz 至 1344MHz 范围内的任何频率。该合成器还可搭配外部 VCO 一起使用。该器件采用单个 3.3V 电源供电，集成了 LDO，且无需板载低噪声 LDO。

除下述元件处，此电路板能够支持扩展的工作温度范围测试。

- LED
- uWIRE 插座
- 接头和短接
- 带状电缆



内容

1 LMX2571EPEVM 评估模块	4
1.1 评估模块内容.....	4
1.2 评估设置要求.....	4
1.3 资源.....	4
2 设置	5
2.1 连接图.....	5
2.2 电源.....	5
2.3 参考时钟.....	5
2.4 射频输出.....	5
2.5 编程.....	5

2.6 评估软件.....	5
2.7 EVM 约束选项.....	6
3 典型测量.....	7
3.1 默认配置.....	7
3.2 附加测试.....	8
4 原理图.....	10
5 电路板结构.....	11
5.1 PCB 层堆叠.....	11
5.2 PCB 布局.....	11
6 物料清单.....	14
7 疑难解答指南.....	15
A 使用不同的参考时钟.....	16
B 参考 PRO.....	17
B.1 输出频率选择.....	17
B.2 输出格式选择.....	17
B.3 典型输出特性.....	18
B.4 固件更新.....	18
C 修订历史记录.....	20

插图清单

图 2-1. 连接图.....	5
图 2-2. 在 TICS Pro 中选择器件.....	6
图 2-3. EVM 默认模式.....	6
图 2-4. J11 接头.....	6
图 2-5. J12 接头.....	6
图 3-1. 环路滤波器.....	7
图 3-2. 默认输出.....	7
图 3-3. FSK PIN 模式设置.....	8
图 3-4. FSK PIN 模式.....	8
图 3-5. 读回设置.....	9
图 3-6. 寄存器读回.....	9
图 4-1. LMX2571EPEVM 原理图.....	10
图 5-1. PCB 层堆叠.....	11
图 5-2. 顶层.....	11
图 5-3. GND 层.....	12
图 5-4. 信号 GND 层.....	12
图 5-5. 底层.....	13
图 7-1. 疑难解答指南.....	15
图 A-1. 单端输入.....	16
图 A-2. 晶体振荡器输入.....	16
图 B-1. 输出端接原理图.....	18
图 B-2. 默认输出相位噪声.....	18
图 B-3. 默认输出波形.....	18
图 B-4. 固件要求.....	19
图 B-5. 固件加载程序.....	19
图 B-6. BSL 按钮.....	19
图 B-7. 更新固件.....	19
图 B-8. 固件升级完成.....	20
图 B-9. USB 通信.....	20

表格清单

表 3-1. 环路滤波器配置.....	7
表 3-2. FSK PIN 模式示例.....	8
表 6-1. LMX2571EPEVM 物料清单.....	14
表 B-1. 参考 PRO 输出频率选择.....	17
表 B-2. 参考 PRO 输出格式选择.....	17
表 B-3. 输出端接配置.....	17

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 LMX2571EPEVM 评估模块

1.1 评估模块内容

封装中包含以下内容：

- 一个 LMX2571EPEVM 板 (HSDC115-001)。
- 一个参考 PRO 板 (SV601349)。
- 一根 USB 电缆。
- 一根 10 引脚带状电缆。

1.2 评估设置要求

该评估需要以下硬件和软件：

- 一个直流电源
- 一个频谱分析仪或信号分析器
- 一台运行 Windows 7 或更高版本的 PC
- 一台示波器 (可选)
- 一台高质量信号发生器
- 德州仪器 (TI) 时钟和合成器 TICS Pro 软件
- 德州仪器 (TI) PLLatinum 模拟器工具 (可选)

1.3 资源

相关评估和开发资源包括：

- [LMX2571-EP 数据表](#)
- [TICS Pro 软件](#)
- [PLLatinum 模拟器工具 \(PLL Sim\)](#)
- [参考 PRO 设计文件](#)

2 设置

2.1 连接图

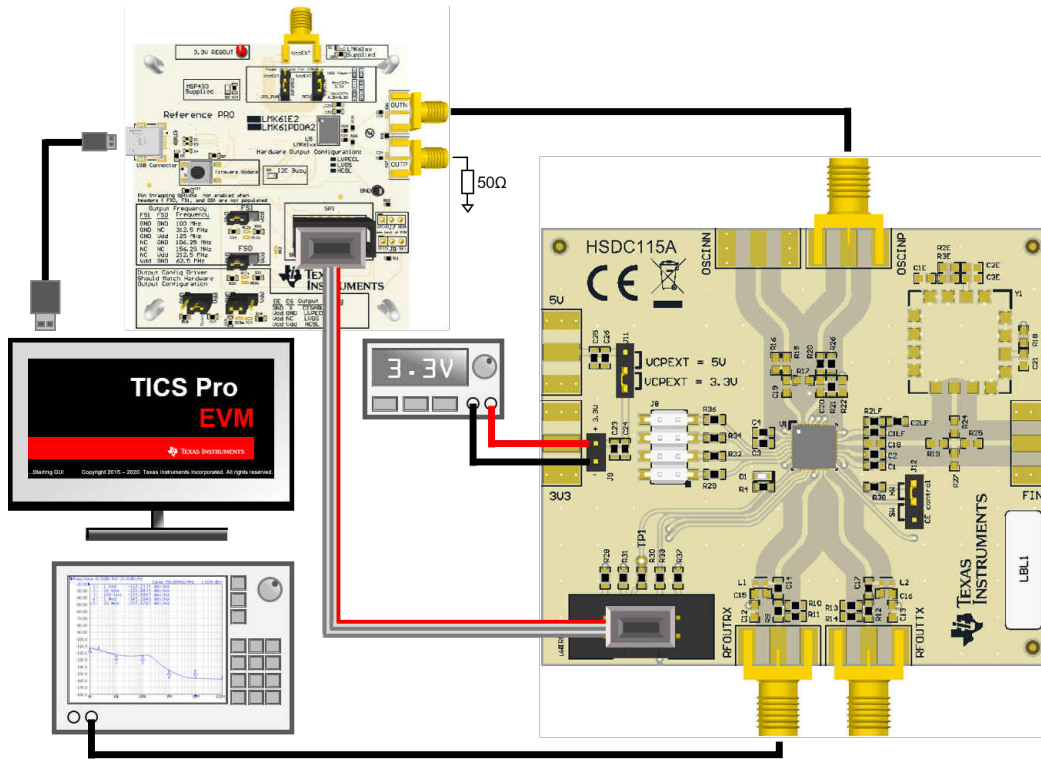


图 2-1. 连接图

2.2 电源

将 3.3V 的电压施加到 J9 接头上。可接受的电源电压范围为 3.2V 至 3.4V。最极端配置下的最大电流消耗不得超过 100mA。

2.3 参考时钟

将 OSCINP SMA 连接器与 Reference PRO 的一个输出端连接。如果需要，可以对 EVM 进行修改使其在不同的时钟源工作。有关详细信息，请参阅附录 A。

使用 50Ω 电阻或 SMA 负载端接参考 PRO 板未使用的输出端。默认情况下，参考 PRO 的输出时钟为 100MHz LVPECL 时钟。附录 B 中包含参考 PRO 的详细信息。

2.4 射频输出

将 RFOUTRX SMA 连接器连接至信号分析器。输出频率为 480 MHz，振幅大约为 +1dBm。

默认情况下，TICS Pro 评估软件关闭 RFOUTTX 电源。此 SMA 连接器可以保持断开状态。

2.5 编程

将带状电缆从参考 PRO 连接到 LMX2571EPEVM。

将 PC 的 USB 线缆连接到参考 PRO 的 USB 端口。这样可以为参考 PRO 板供电并与 TICS Pro 通信。可能需要进行固件更新。有关详细信息，请参阅附录 B。

2.6 评估软件

下载 TICS Pro 并将其安装到 PC 中。运行软件并按照以下步骤开始操作。

1. 转到选择器件 → PLL + VCO → LMX2571 → LMX2571EP。

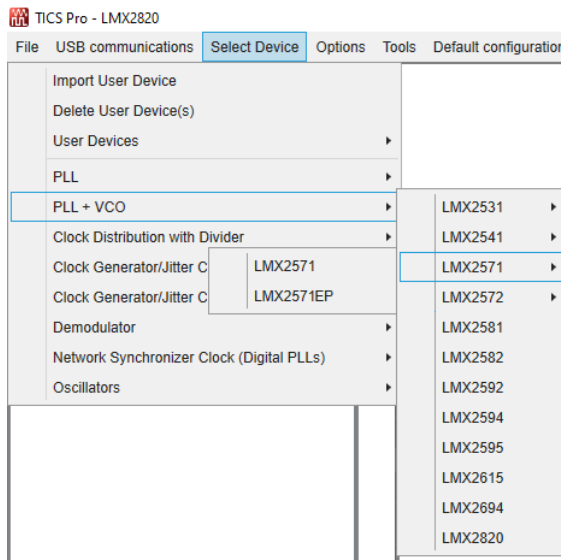


图 2-2. 在 TICS Pro 中选择器件

2. 转到默认配置 → EVM 默认模式。

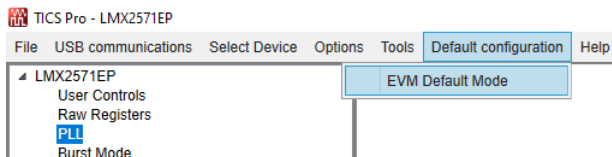


图 2-3. EVM 默认模式

2.7 EVM 约束选项

2.7.1 J11 接头

J11 的引脚 2 连接到 VCPEXT 引脚。在合成器模式下，对 3.3V 位置短路。在 PLL 模式下，对 5V 位置短路，为 5V SMA 连接器的预留焊盘提供 5V 电源。

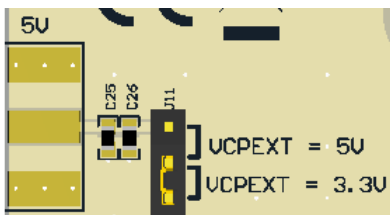


图 2-4. J11 接头

2.7.2 J12 接头

J12 的引脚 2 连接到 CE 引脚。对 HW 位置短路，这样会通过 R38 电阻将 CE 引脚连接到 3V3。如果 SW 位置短路，可通过 TICS Pro 来配置 CE 引脚的位置。

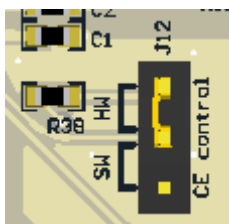


图 2-5. J12 接头

3 典型测量

3.1 默认配置

3.1.1 环路滤波器

表 3-1 列出了环路滤波器的参数。

表 3-1. 环路滤波器配置

参数	值
VCO 频率	专为 4.8 GHz 设计，但在整个频率范围内工作
VCO 增益	56 MHz/V
有效电荷泵增益	2500 μ A
相位检测器频率	80MHz
环路带宽	205 kHz
相位裕度	40 度
C1_LF	390pF
C2_LF	4.7nF
R2_LF	680 Ω
R3_LF = R4_LF (内部)	800 Ω
C3_LF (内部)	50pF
C4_LF (内部)	100pF

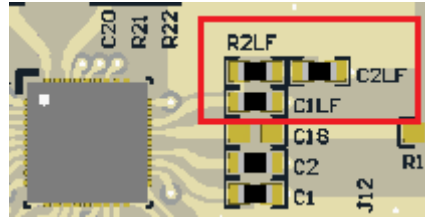


图 3-1. 环路滤波器

3.1.2 典型输出

1. 请按照节 2 中的说明来设置评估。
2. 点击写入所有寄存器将所有寄存器值写入 LMX2571-EP。默认输出为 480 MHz。

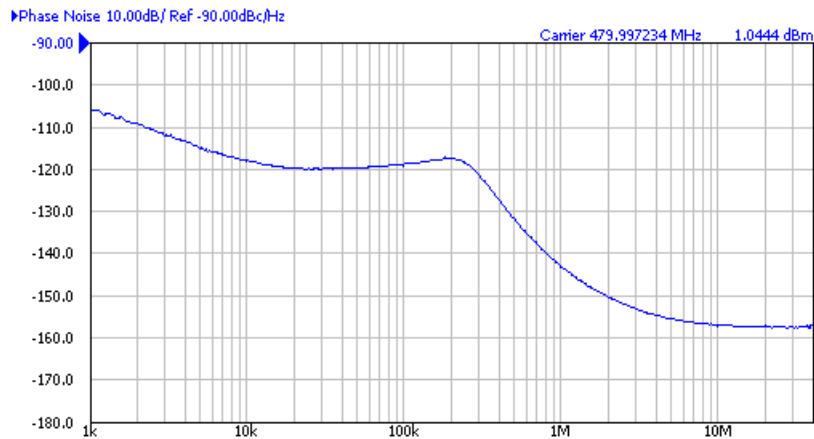


图 3-2. 默认输出

3.2 附加测试

3.2.1 FSK 调制

LMX2571 中支持直接数字 FSK 调制。FSK PIN 模式支持离散的 2 级、4 级或 8 级 FSK 调制，而其他 FSK 模式支持任意级别的 FSK 调制。表 3-2 是一个 FSK PIN 模式示例。

表 3-2. FSK PIN 模式示例

参数	示例值
相位检测器频率	80MHz
CHDIV1	除以 4
CHDIV2	除以 1
PLL_DEN	2 ²⁴
前置分频器	2
频率偏差	±600Hz ; ±1800Hz

继续切换 FSK_D[1:0] 和 FSK_DV 引脚，输出是离散的 4 级 FSK 调制信号。

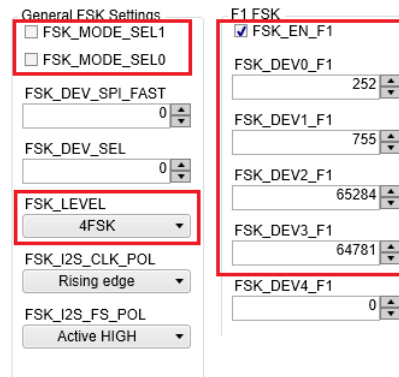


图 3-3. FSK PIN 模式设置

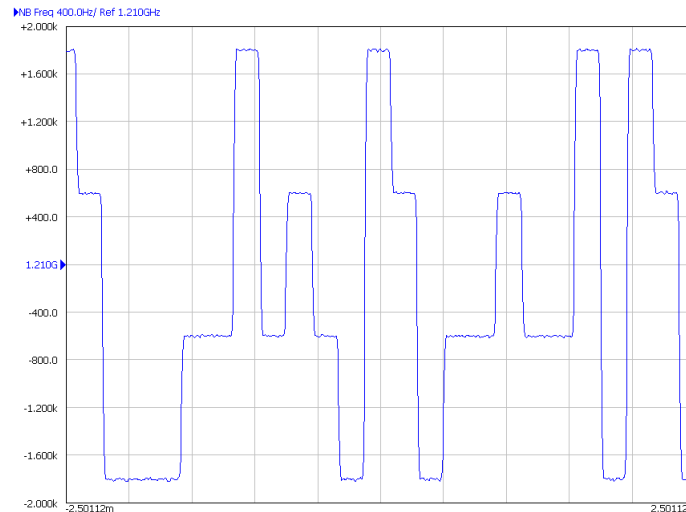


图 3-4. FSK PIN 模式

3.2.2 寄存器读回

要读回写入的寄存器值，请使用以下步骤：

1. 从 TICS Pro，将 SDO_LD_SEL 设置为锁定检测输出。

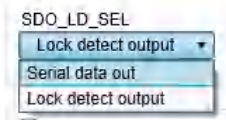


图 3-5. 读回设置

2. 点击需要读回的寄存器名称。
3. 点击读取寄存器按钮读回寄存器值。

Register Map		2 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0																	
Register Name	Address/Value	3 2 1 0	9 8 7 6	5 4 3 2	1 0 9 8	7 6 5 4	3 2 1 0												
R41	0x290810	0 0 1 0	1 0 0 1	0 0 0 0	1 0 0 0	0 0 0 1	0 0 0 0												
R40	0x28101C	0 0 1 0	1 0 0 0	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 1	1 1 0 0												
R39	0x2711FB	0 0 1 0	0 1 1 1	0 0 0 1	0 0 0 1	1 1 1 1	1 0 1 1												
R35	0x230C83	0 0 1 0	0 0 1 1	0 0 0 0	1 1 0 0	1 0 0 0	0 0 1 1												
R34	0x221000	0 0 1 0	0 0 1 0	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0												
R33	0x210000	0 0 1 0	0 0 0 1	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0												

Data:

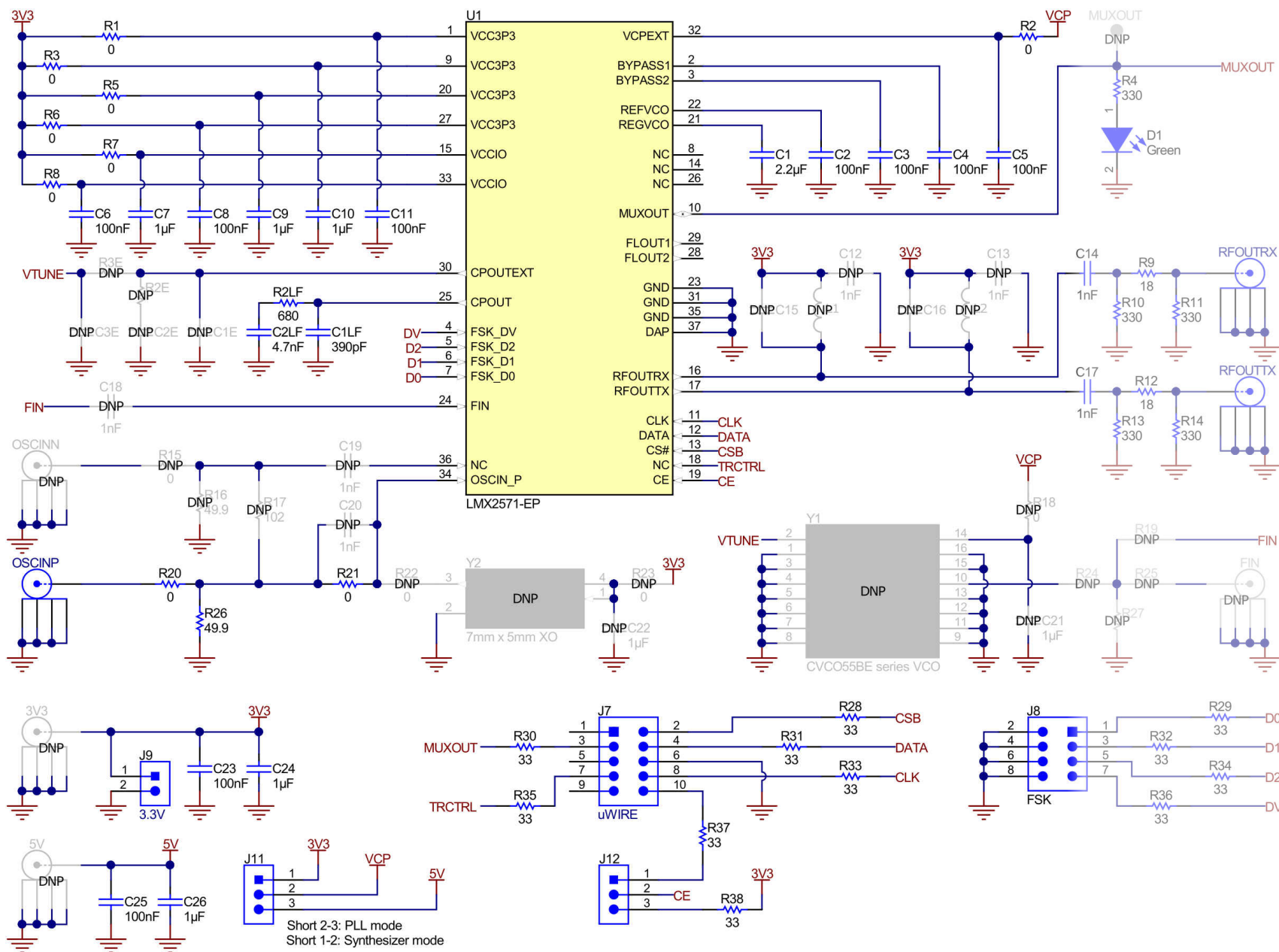
Write Register

Read Register

Read All Registers

图 3-6. 寄存器读回

4 原理图



5 电路板结构

5.1 PCB 层堆叠

此电路板是在 FR4 上制作的，用于半固化片和核心层。顶层是 1oz 铜。

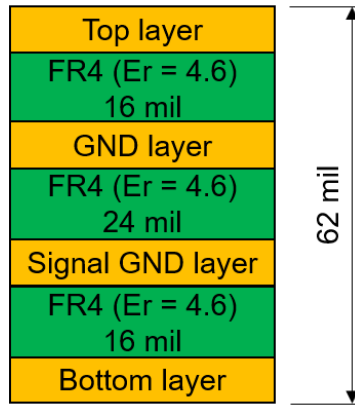


图 5-1. PCB 层堆叠

5.2 PCB 布局

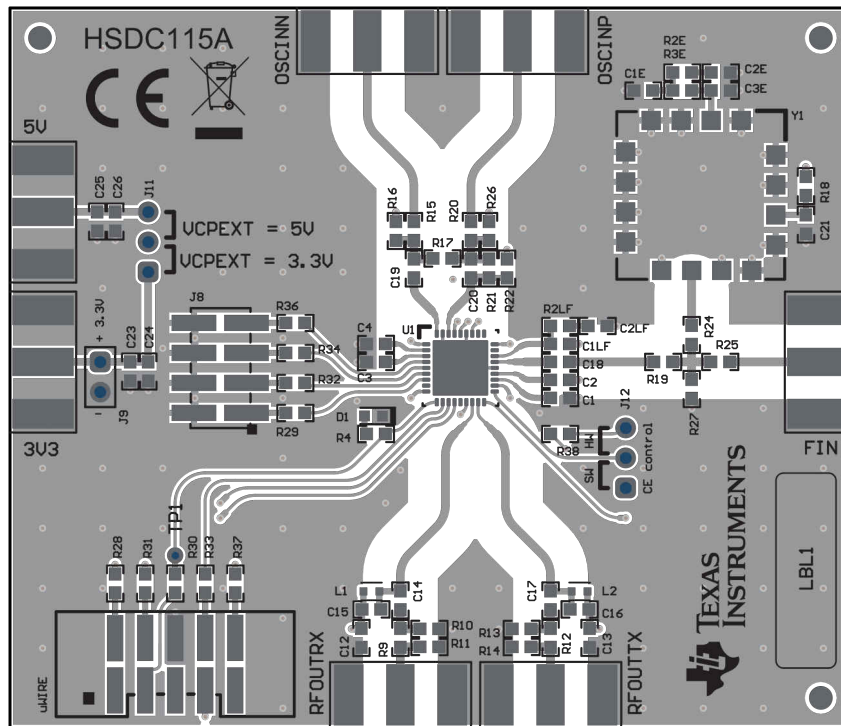


图 5-2. 顶层

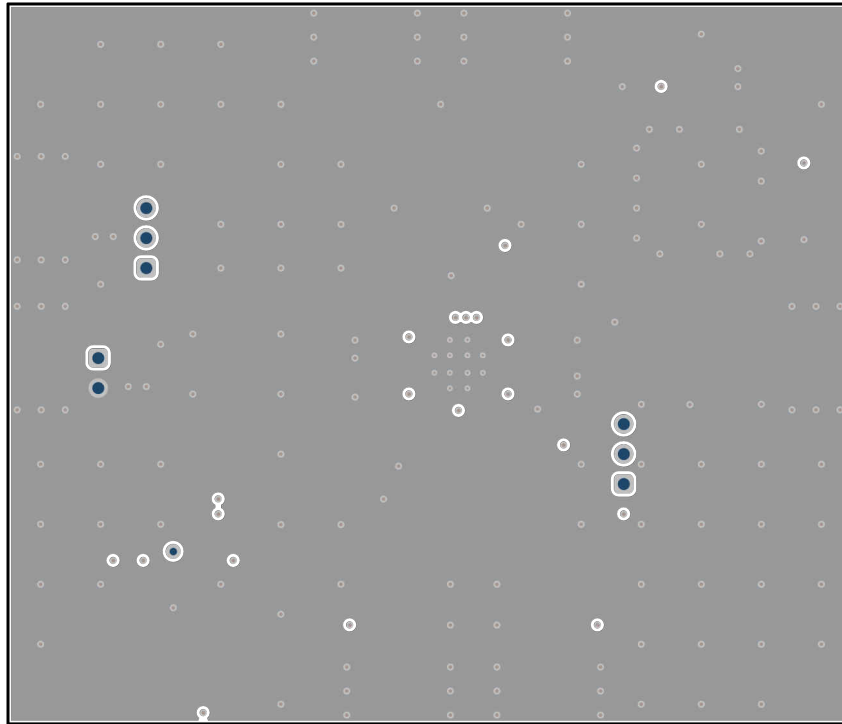


图 5-3. GND 层

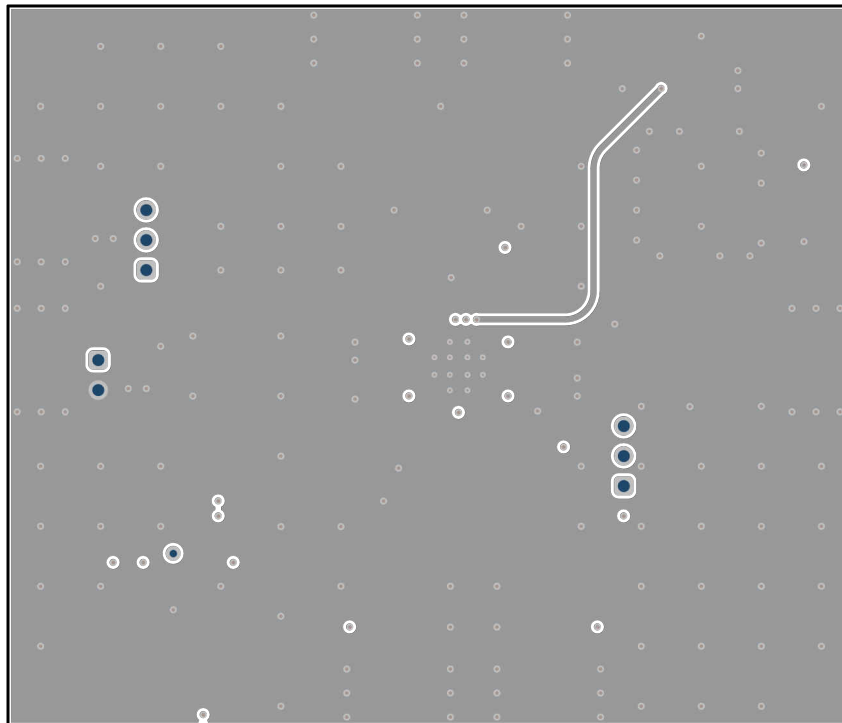


图 5-4. 信号 GND 层

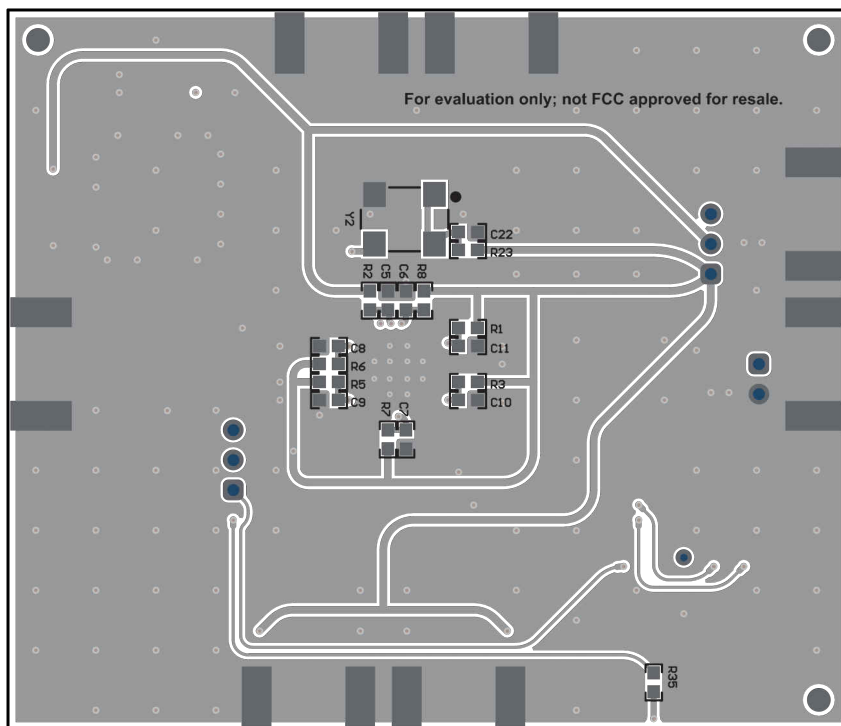


图 5-5. 底层

6 物料清单

表 6-1. LMX2571EPEVM 物料清单

标志符	数量	说明	零件编号	制造商
C1	1	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0603	C0603C225K8PACTU	美国基美 (Kemet)
C1LF	1	电容, 陶瓷, 390pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	C0603C391J5GACTU	美国基美 (Kemet)
C2、C3、C4、C5、C6、C8、C11、C23、C25	9	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0603	885012206046	德国伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
C2LF	1	电容, 陶瓷, 4700pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	885012206087	德国伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
C7、C9、C10、C24、C26	5	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0603	885012206052	德国伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
C14, C17	2	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	885012206083	德国伍尔特电子 (Wurth Elektronik)
D1	1	LED, 绿色, SMD	LTST-C190GKT	建兴电子 (Lite-On)
J1、J2、J4	3	连接器, 末端发射 SMA, 50 Ω , SMT	142-0701-851	Cinch Connectivity
J7	1	接头 (有罩), 100mil, 5x2, 镀金, SMT	52601-S10-8LF	FCI
J8	1	接头, 100mil, 4x2, 镀金, SMT	0015910080	莫仕 (Molex)
J9	1	插头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	TSW-102-07-G-S	美国申泰 (Samtec)
J11, J12	2	接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	TSW-103-07-G-S	美国申泰 (Samtec)
R1、R2、R3、R5、R6、R7、R8、R20、R21	9	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW06030000Z0EA	威世达勒 (Vishay-Dale)
R2LF	1	电阻, 680, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW0603680RJNEA	威世达勒 (Vishay-Dale)
R4、R10、R11、R13、R14	5	电阻, 330, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW0603330RJNEA	威世达勒 (Vishay-Dale)
R9、R12	2	电阻, 18, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW060318R0JNEA	威世达勒 (Vishay-Dale)
R26	1	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW060349R9FKEA	威世达勒 (Vishay-Dale)
R28、R29、R30、R31、R32、R33、R34、R35、R36、R37、R38	11	电阻, 33, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	CRCW060333R0JNEA	威世达勒 (Vishay-Dale)
U1	1	具有 FSK 调制功能的 LMX2571-EP 低功耗合成器	LMX2571-EP	德州仪器 (TI)

7 疑难解答指南

如果 EVM 未按预期工作，请使用图 7-1 来确定潜在的根本原因。请考虑以下情况：

- 在验证 EVM 正常工作之前，请勿修改 EVM 或更改默认设置。
- 寄存器读回需要正确的软件设置，有关详细信息，请参阅节 3.2.2。
- LMX2571EPEVM 的 POR 电流大约为 30mA。
- LMX2571EPEVM 的断电电流大约为 3mA。

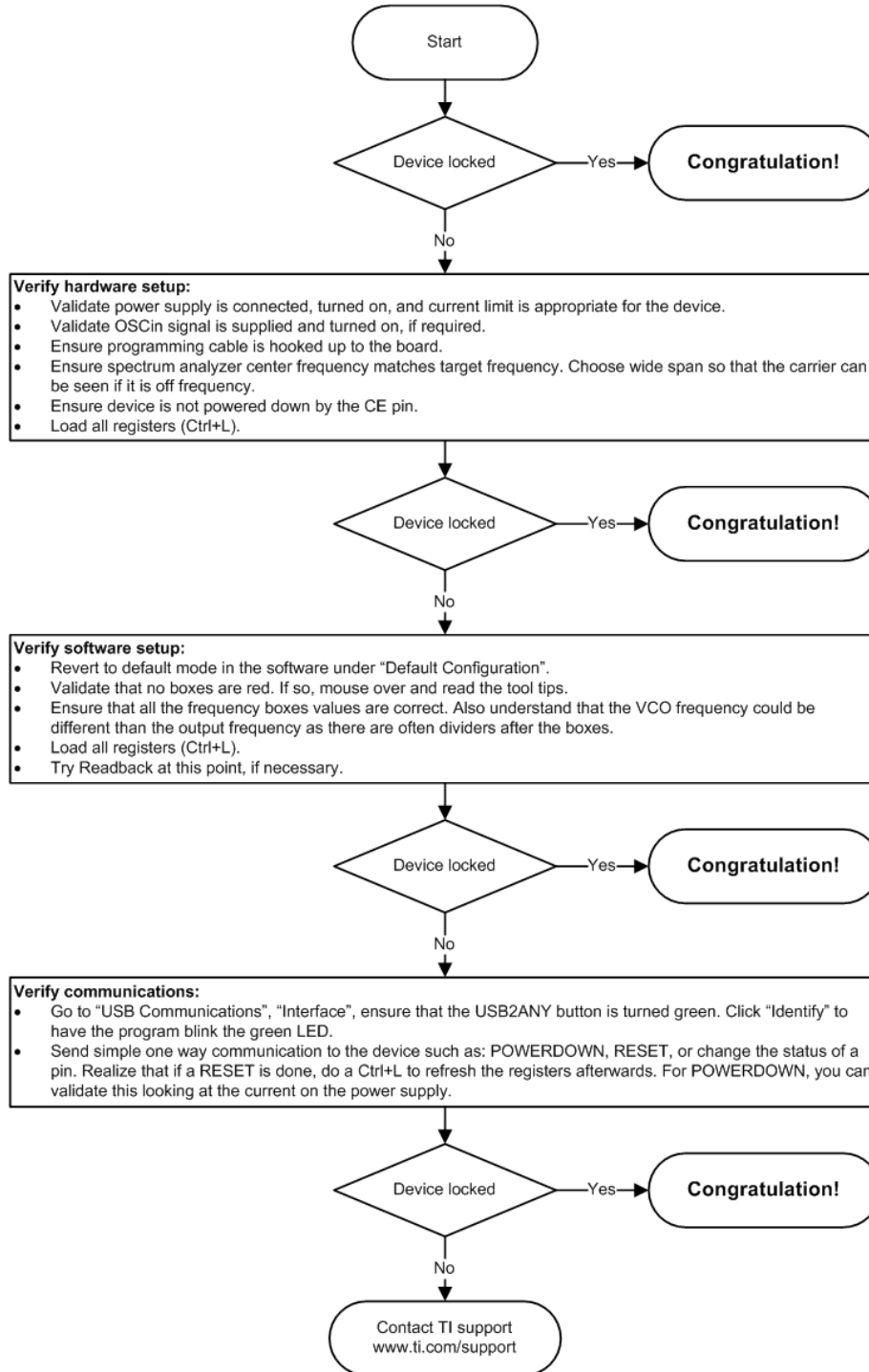


图 7-1. 疑难解答指南

A 使用不同的参考时钟

有不同的选项为 LMX2571EPEVM 提供参考时钟。默认情况下，EVM 配置为外部单端时钟。

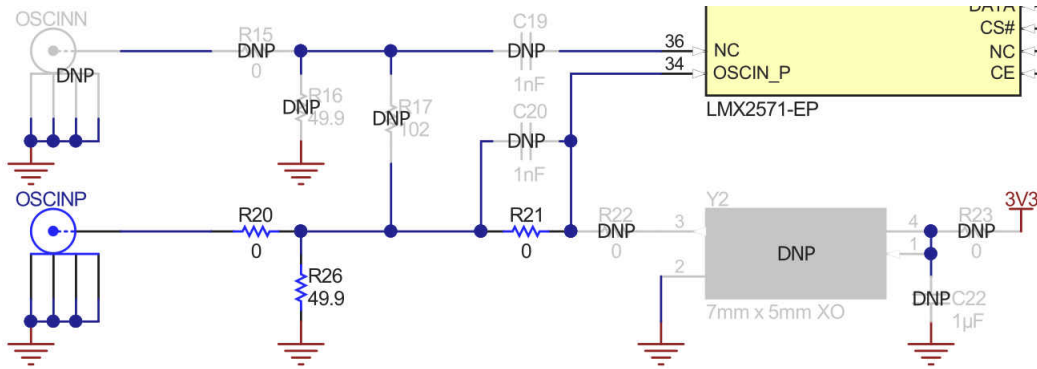


图 A-1. 单端输入

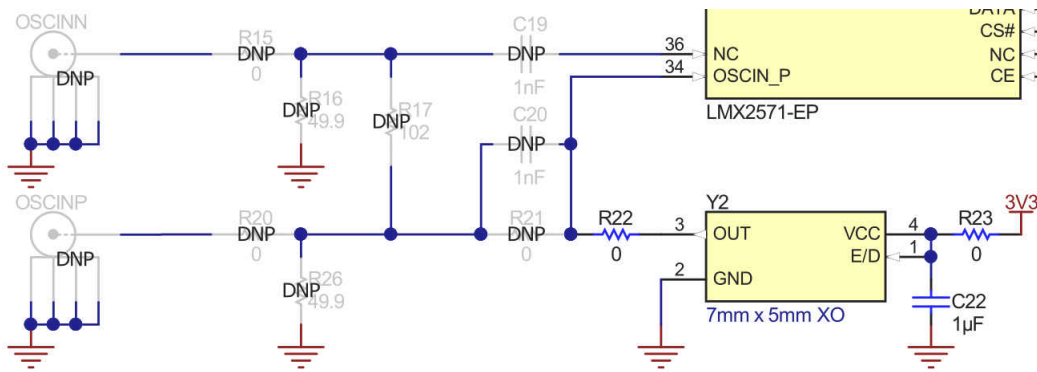


图 A-2. 晶体振荡器输入

B 参考 PRO

参考 PRO 板用于对 LMX2571EPEVM 进行编程并为其提供清晰的参考时钟。该电路板具有多个控制引脚，专用于控制输出格式、输出频率和输出启用控制。这些控制引脚可通过跳线进行配置，方法是将中心引脚搭接到 Vdd 位置或 GND 位置。从 Vdd 位置到器件电源的连接或者从 GND 位置到接地层的连接由 1.5kΩ 电阻实现。默认情况下，电路板配置为 100MHz LVPECL 输出。参考 PRO 由通过 USB 接口连接到参考 PRO 的 PC 供电。

B.1 输出频率选择

跳线 FS1 和 FS0 用于设置输出频率。

表 B-1. 参考 PRO 输出频率选择

FS1	FS0	输出频率 (MHz)
GND	GND	100
GND	NC	312.5
GND	Vdd	125
NC	GND	106.25
NC	NC	156.25
NC	Vdd	212.5
Vdd	GND	62.5

B.2 输出格式选择

OE 引脚用于启用或禁用输出。

OS 引脚用于偏置内部驱动器并更改输出格式。

表 B-2. 参考 PRO 输出格式选择

OE	OS	输出格式
GND	不用考虑	禁用
Vdd	GND	LVPECL
Vdd	NC	LVDS
Vdd	Vdd	HCSL

当务之急是匹配输出端接无源元件，如表 B-3 所示。

表 B-3. 输出端接配置

输出格式	耦合	组件	值
LVPECL	交流 (默认配置)	R15、R28	0Ω
		R26、R29	150Ω
		C24、C25	0.01μF
		R27、R30、R31	DNP
	DC ⁽¹⁾	R15、R28、C24、C25	0Ω
		R26、R27、R29、R30、R31	DNP
LVDS ⁽²⁾	交流	R25、R27、R28、R30	0Ω
		R31	100Ω
		C24、C25	0.01μF
		R26、R29	DNP
	DC	R25、R27、R28、R30、C24、C25	0Ω
		R31	100Ω
		R26、R29	DNP

表 B-3. 输出端接配置 (continued)

输出格式	耦合	组件	值
HCSL	交流	R25、R28	0 Ω
		R26、R29	50 Ω
		C24、C25	0.01 μF
		R27、R30、R31	DNP
	DC	R25、R28、C24、C25	0 Ω
		R26、R29	50 Ω
		R27、R30、R31	DNP

- 50 Ω 至 V_{CC} - 接收器上需要 2V 端接。
- 电路板上提供了 100 Ω 差分端接 (R31)。如果接收器上有差分端接, 则可以移除此端接。

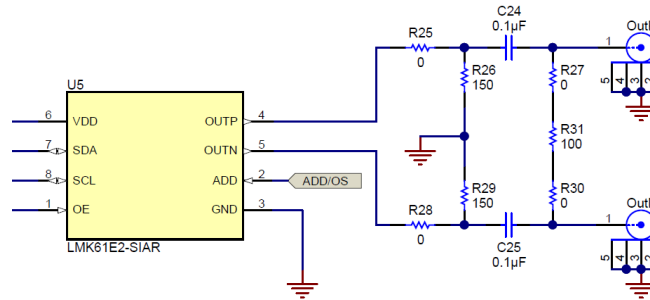


图 B-1. 输出端接原理图

B.3 典型输出特性

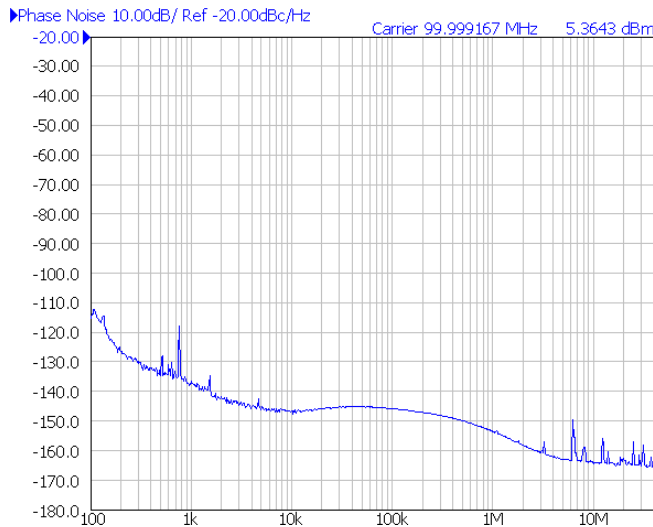


图 B-2. 默认输出相位噪声

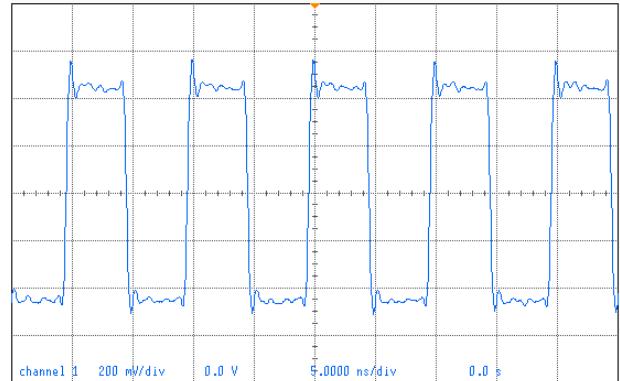


图 B-3. 默认输出波形

B.4 固件更新

通常, 第一次使用参考 PRO 板时, TICS Pro 会请求进行固件更新。只需按照弹出的指示完成更新。这是确保正确设置 PC 和参考 PRO 板之间的 USB 连接所必需的, 否则将无法成功对 LMX2571EPEVM 进行编程。

- 当看到此消息时, 点击 **确认** 按钮。

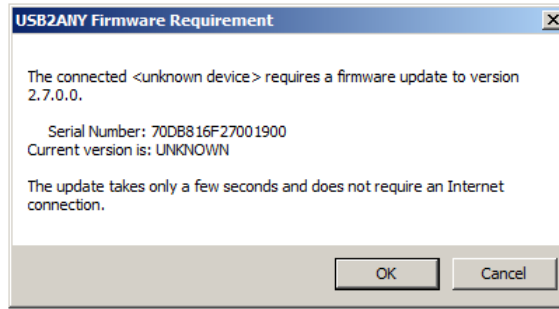


图 B-4. 固件要求

2. 接下来，按照屏幕上的程序操作。



图 B-5. 固件加载程序

3. BSL 按钮位于 USB 连接器旁边。

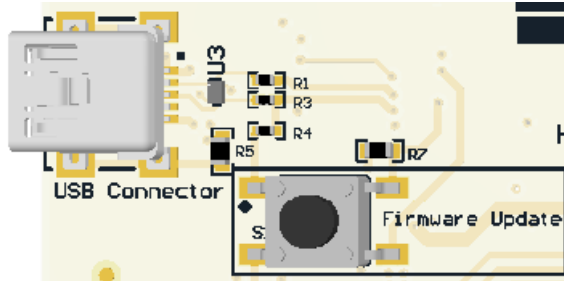


图 B-6. BSL 按钮

4. 按照屏幕上的程序操作，直到弹出以下屏幕。

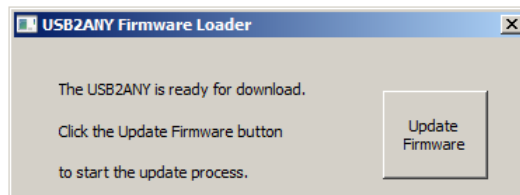


图 B-7. 更新固件

5. 点击升级固件按钮，固件将升级。在升级完成后点击关闭按钮。

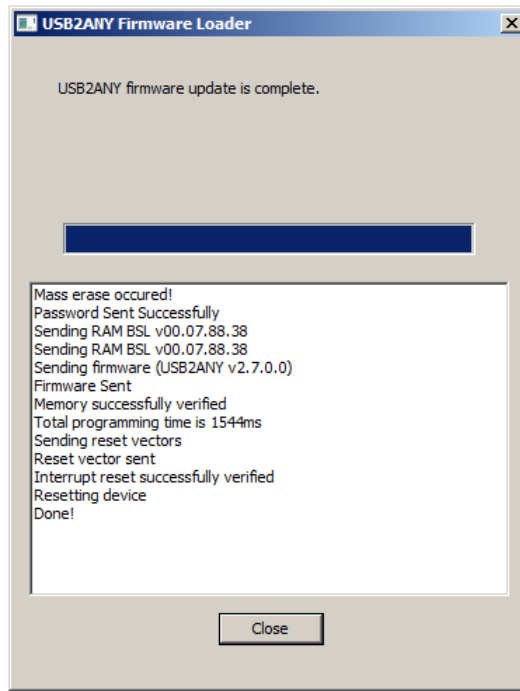


图 B-8. 固件升级完成

6. 通过点击 USB 通信→界面以检查 TICS Pro 中的 USB 连接。确保 USB 连接的按钮现在为绿色。

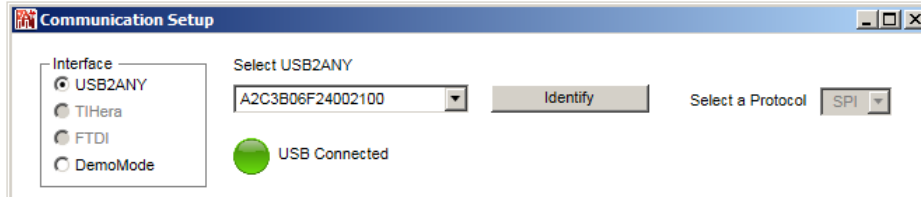


图 B-9. USB 通信

C 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (March 2021) to Revision A (May 2022)	Page
• 将 LMX2571-EP 引脚名称从 OSCIN_N 和 TRCTRL 更改为 NC.....	10
• 删除了差分输入选项.....	16

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