

## Design Guide: TIDA-010263

## 传感器和传动器参考设计的 IO-Link 器件实现



## 说明

此参考设计提供了一个 IO-Link 器件接口实现示例。该设计包括包含低压降 (LDO) 和低功耗微控制器的 IO-Link 器件物理层 (PHY)。该组合支持 IO-Link COM3 传输速率和 400 $\mu$ s 的周期时间。MSPM0 微控制器集成了内部振荡器，因此 MCU 无需外部晶体即可运行该应用，从而节省了成本和空间。

## 资源

<a href="#">TIDA-010263</a>	设计文件夹
<a href="#">TIOX1X2XEVN</a>	工具文件夹
<a href="#">LP-MSPM0L1306</a>	工具文件夹



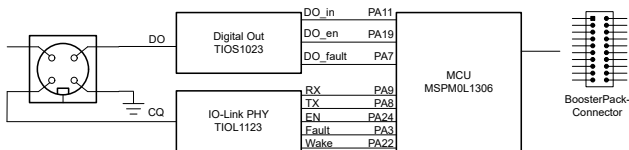
请咨询我司 TI E2E™ 支持专家

## 特性

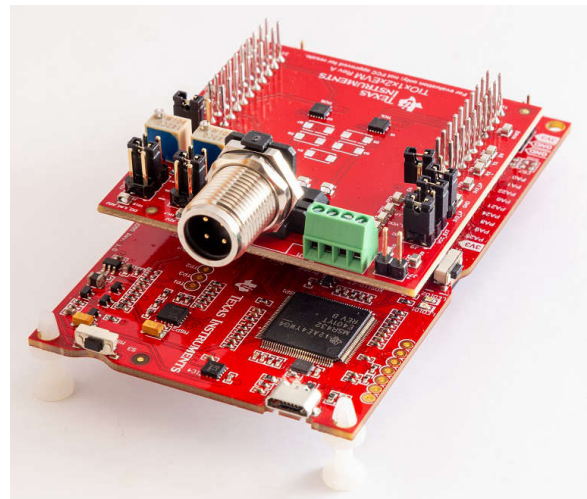
- 通过内部 32MHz 振荡器实现无晶体运行，支持 COM3 和 400  $\mu$ s 周期时间
- 低功耗 Arm® Cortex® M0+ 微控制器，运行 TEConcept 开发的 IO-Link 器件栈
- 采用 PHY 内部 20mA LDO 的双芯片设计
- 具有集成式 EMC 保护的器件收发器，符合 IEC 61000-4-2 (ESD)、IEC 61000-4-4 (EFT) 和 IEC 61000-4-5 (浪涌) 标准
- 有限的输出驱动器上升时间和下降时间，可更大幅度地减少过冲和 EMI

## 应用

- [状态监控传感器](#)
- [流量变送器](#)
- [传动器](#)
- [液位变送器](#)
- [压力变送器](#)
- [温度变送器](#)
- [位置传感器](#)
- [接近开关](#)
- [门禁](#)
- [标牌](#)



# TEConcept



## 1 系统说明

此参考设计为用作 IO-Link 器件的传感器或执行器提供了数字通信接口的实现示例。该设计包括 IO-Link 器件收发器 (PHY) 和微控制器。

TIOL112 IO-Link PHY 包含一个符合 IEC 61000-4-2 (ESD)、IEC 61000-4-4 (EFT) 和 IEC 61000-4-5 (浪涌) 标准的保护电路以及一个 20mA LDO。这样，设计人员无需外部保护器件或额外电源即可构建简单的系统。

借助 MSPM0L1306 微控制器，可以直接从 PHY 的 LDO 输出为 MCU 供电，并留出足够的余量来连接额外的传感器或 ADC。

除了 PHY 和 MCU 之间的电源连接外，PHY 还连接到微控制器的 UART 外设。在 MCU 上运行的软件必须确保相应地控制时序。带有外部计时电阻器的内部振荡器提供在 COM3 模式下运行所需的精度，并满足 IO-Link 标准的要求。由于无需外部晶体，因此有助于构建小型系统。

BoosterPack™ 插件模块形式的 TIOL112 EVM 与 TEConcept™ 提供的 MSPM0L1306 LaunchPad™ 开发套件和 IO-Link 栈的整体组合构成了一个出色的评估平台，由于所有可用接口都暴露在 BoosterPack™ 插件模块接头上，因此可以添加更多传感器、ADC 或其他外设。

### 1.1 主要系统规格

通信接口	IO-Link 1.1.3
传输速率	COM3 ( 230400 波特 )
循环时间	400μs
集成型 EMC 保护	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ±8kV IEC 61000-4-2 ESD 接触放电</li> <li>• ±4kV IEC 61000-4-4 电气快速瞬变</li> <li>• ±1.2kV、500Ω IEC 61000-4-5 浪涌</li> </ul>

## 2 系统概述

### 2.1 方框图

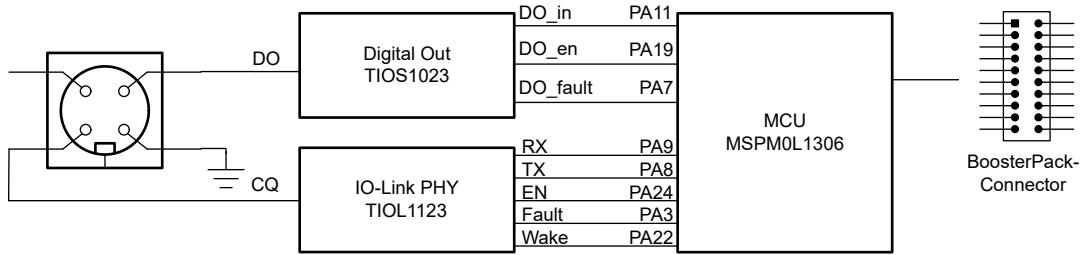


图 2-1. TIDA-010263 方框图

### 2.2 设计注意事项

此设计展示了传感器或执行器通信后端的实施。该实现由 TIOX1X2XEVM (TIOL112 的评估板) 与 LP-MSPM0L1306 (MSPM0L1306 的评估板) 组合而成。这两个板可以堆叠在一起, 以便进行评估。

默认情况下, TIOX1X2XEVM 装配有 TIOL1123 和 TIOS1023, 其中包含一个 3.3V 稳压器。该板的默认跳线设置要求单独为 MSPM0 LaunchPad 供电。要使用 TIOL 器件的内部 LDO, 需要在 J9 上添加一根额外的跳线来连接到  $V_{CC}$ 。

TIOL112 和 TIOS102 CQ 线的电流限制可以使用外部电阻器进行调节。评估板提供的默认电阻值为  $25.5k\Omega$ , 相当于 200mA 的电流。或者, 可以使用电路板上的电位器来提供可调节电流限制。

除了 IO-Link 收发器之外, 器件的时钟也是一个重要方面。IO-Link 标准要求波特率容差优于 1%。具有外部基准电阻器的 MSPM0 内部振荡器在运行时的耐受性远优于所需的 1%。在结合用于 UART 波特率生成的小数分频器的情况下, 可以使产生的 UART 波特率保持在 1% 的容差范围内。

IO-Link 还需要能够存储少量配置数据。这些数据可以存储在内部闪存中或外部 EEPROM 中。内部闪存的优点是已经可用且不需要外部元件。但是, 内部闪存的大小可能会受到限制, 需要扇区范围擦除。在此擦除周期内, 无法访问闪存, 时间可能比所需的 IO-Link 周期时间更长。在某些情况下, 有限数量的擦除周期也会成为一个问题。

外部 I2C EEPROM、FRAM 或闪存可能需要更多空间和更多元件, 但可以解决其他问题。根据具体的应用, 在两种设计中任选一种可能是不错的方法。

### 2.3 重点产品

#### 2.3.1 TIOL112

TIOL112x 系列收发器使用 IO-Link 接口实现工业双向点到点通信。当此器件通过一个三线制接口连接至一个 IO-Link 主站时, 主站能够发起通信并与远程节点交换数据, 而此时 TIOL112x 则用作一个用于通信的完整物理层。

这些器件能够承受高达 1.2kV (500 $\Omega$ ) 的 IEC 61000-4-5 浪涌, 并具有集成的反向极性保护功能。只需通过一个简单的引脚可编程接口, 便可轻松连接到控制器电路。可使用外部电阻器配置输出电流限值。TIOL112x 器件可配置为生成唤醒脉冲并用于 IO-link 主站应用。针对欠压、过流和过热情况提供了故障报告和内部保护功能。

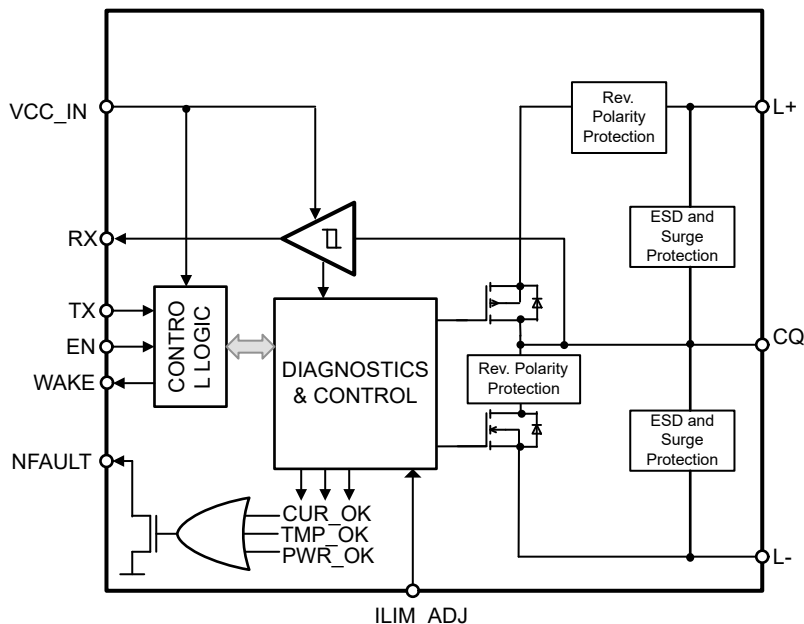


图 2-2. TIOL112 方框图

TIOL112 或 TIOL112x 收发器实现了针对过流、过压和过热情况的保护功能。这些器件还使用外部电阻器提供驱动器输出电流的限流设置。

这些器件通过内部线性稳压器从 IO-Link L+ 电压 (标称值 24V) 获得低压电源, 为本地控制器和传感器电路供电。

### 2.3.2 MSPM0L1306

MSPM0L134x 和 MSPM0L130x 微控制器 (MCU) 属于混合信号处理器 (MSP) 高度集成的超低功耗 32 位 MSPM0 MCU 系列, 该系列基于增强型 Arm® Cortex®-M0+ 内核平台, 工作频率最高可达 32MHz。这些低成本 MCU 提供高性能模拟外设集成, 支持 -40°C 至 125°C 的工作温度范围, 并在 1.62V 至 3.6V 的电源电压下运行。

MSPM0L134x 和 MSPM0L130x 器件提供高达 64KB 的嵌入式闪存程序存储器 and 高达 4KB 的 SRAM。这些 MCU 包含精度高达  $\pm 1.2\%$  的高速片上振荡器, 无需外部晶体。其他特性包括 3 通道 DMA、16 位和 32 位 CRC 加速器, 以及各种高性能模拟外设, 例如一个具有可配置内部电压基准的 12 位 1.68MSPS 模数转换器 (ADC)、一个具有内置基准 DAC 的高速比较器、两个具有可编程增益的零漂移零交叉运算放大器、一个通用放大器和一个片上温度传感器。这些器件还提供智能数字外设, 例如四个 16 位通用计时器、一个窗口化看门狗计时器和各种通信外设 (包括两个 UART、一个串行外设接口 (SPI) 和两个 I2C)。这些通信外设为 LIN、IrDA、DALI、Manchester、Smart Card、SMBus 和 PMBus 提供协议支持。

TI MSPM0 系列低功耗 MCU 包含具有不同模拟和数字集成度的器件, 可让客户找到满足其工程需求的 MCU。此架构结合了多种低功耗模式, 并经过优化, 可在便携式测量应用中延长电池寿命。

MSPM0L134x 和 MSPM0L130x MCU 由广泛的硬件和软件生态系统提供支持, 随附参考设计和代码示例, 便于您快速开始设计。开发套件包括可供购买的 LaunchPad 和适用于目标插座板的设计文件。TI 还提供免费的 MSP 软件开发套件 (SDK), 该套件在 TI Resource Explorer 中作为 Code Composer Studio™ IDE 桌面版和云版组件提供。MSP Academy 的各种在线配套资料、培训, 以及 TI E2E™ 支持论坛还可为 MSPM0 MCU 提供在线支持。

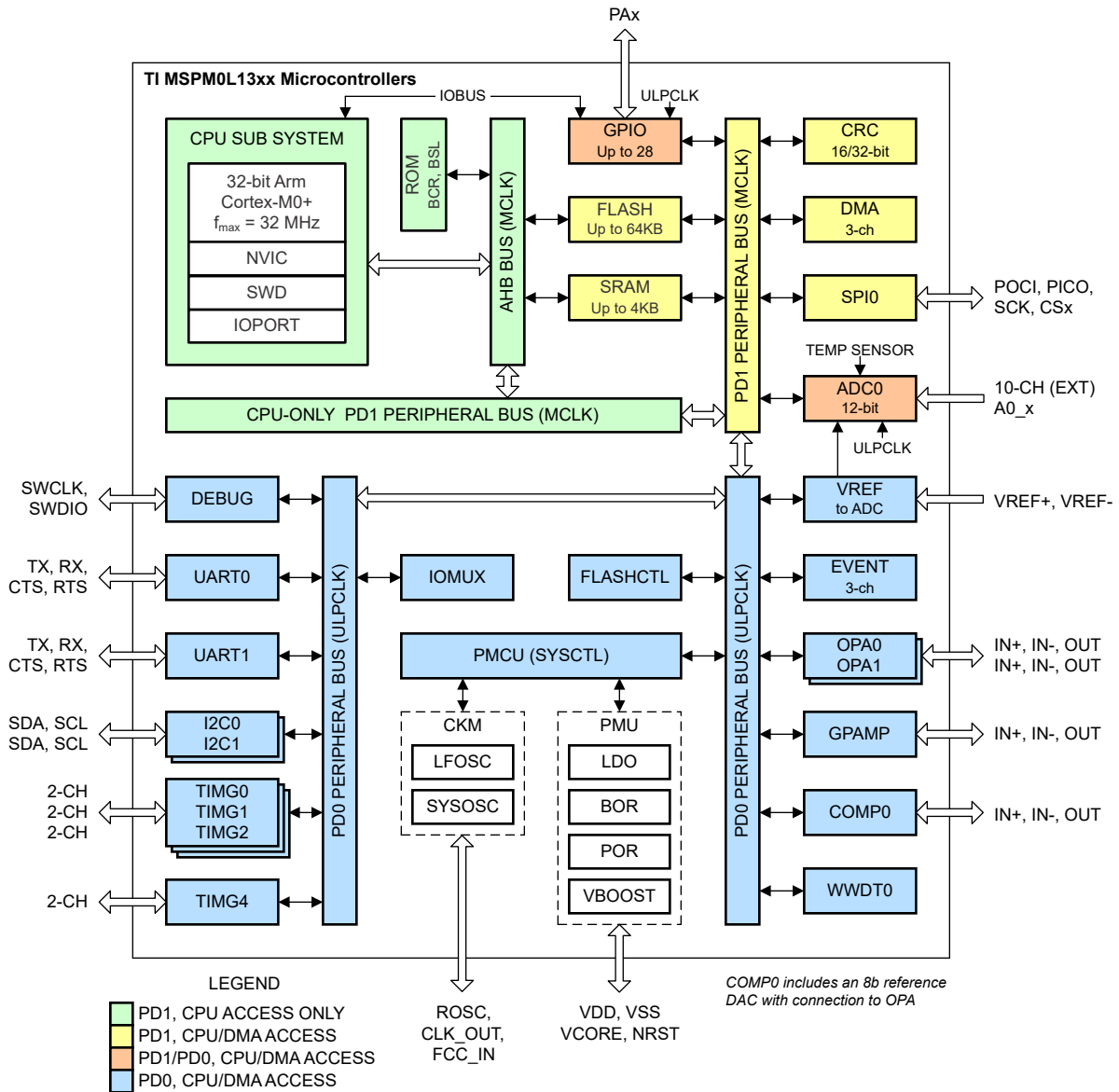


图 2-3. MSPM0L130x 功能方框图

### 3 硬件、测试要求和测试结果

#### 3.1 硬件要求

要让用于 IO-Link 的 TIOx1x2x EVM 在 MSPM0 LaunchPad 开发套件上正常工作，请确保正确设置跳线。将图 3-1 用作指南。

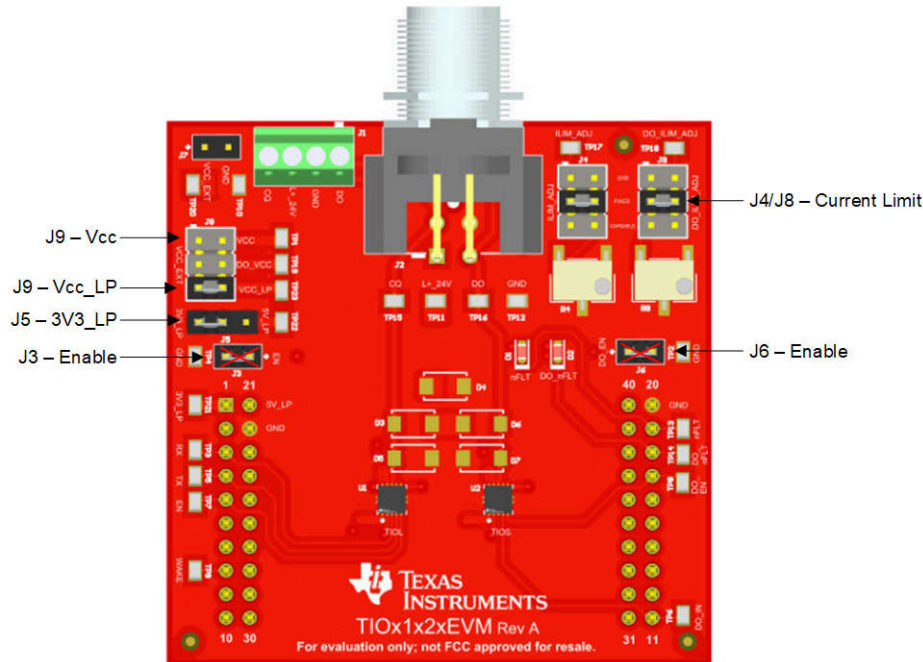


图 3-1. TIOx1x2xEVM 跳线设置

为了能够控制 TIOL 使能线路，请移除 J3；否则，IO-Link 栈无法控制使能线路，因此无法控制 TIOL112 驱动器。驱动器未损坏，但会导致故障。

此外，必须移除 J6，这是附加数字输出器件的使能线路。这项更改背后的原因不是为了启用器件，但此线路与 SWDIO 共享，因此是一条调试线。使用该跳线将这条线路拉至 GND 可防止调试微控制器。

J9 和 J5 控制电源。只要 TIOx1x2xEVM 未修改（并与 TIOL1123 组装在一起），就始终将 J5 设置为 3V3\_LP。利用 J9 可以控制设计的供电位置。若使用 Vcc\_LP 上的跳线，LaunchPad 开发套件需要专用的电源。要通过 L+ 线和 TIOL1123 内部的线性稳压器为 LaunchPad 供电，还需在 V<sub>CC</sub> 上设置跳线。

表 3-1. TIOx1x2xEVM 跳线配置

跳线	配置	备注
J3	删除	TIOL112 使能线
J4	设置为固定	TIOL112 电流限制
J5	设置为 3V3_LP	电源选择
J6	删除	TIOS102 使能线
J8	无关	TIOS102 电流限制
J9	短接 Vcc_Lp 和 V <sub>CC</sub>	电源选择

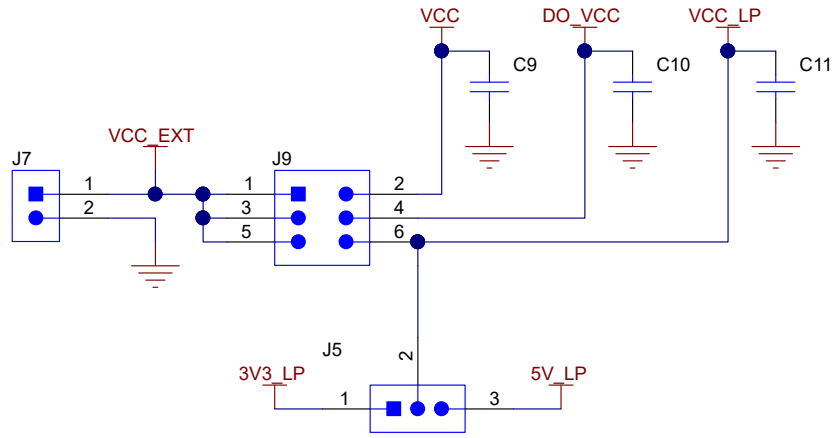


图 3-2. 跳线设置 V<sub>CC</sub>

有关更多详细信息，请参阅 [TIOx1x2x EVM 用户指南](#)。

除了前面提到的正确配置外，为了实现正确通信，还必须正确配置 MSPM0L1306。图 3-3 展示了 MSPM0L1306 LaunchPad™ 开发套件跳线设置。J16 和 J17 的默认配置必须如图所示进行更改。

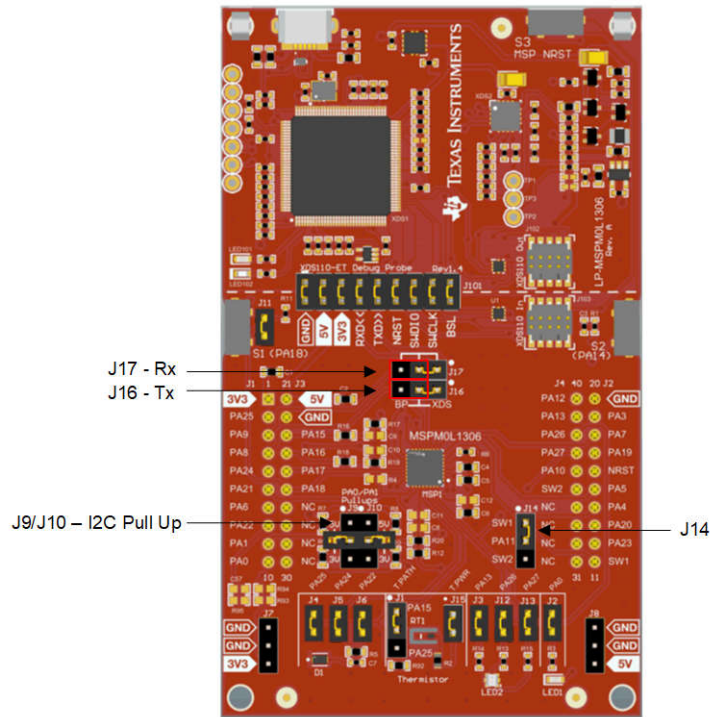


图 3-3. MSPM0L1306 LaunchPad™ 开发套件跳线设置

表 3-2. MSPM0L1306 跳线配置

跳线	配置	备注
J9 和 J10	开路或 2-3	配置 I2C 引脚的上拉电阻。如果使用外部 I2C EEPROM，则设置为 2-3。
J14	1-2	
J16 和 J17	2-3	配置到 BoosterPack 接头的 UART 信号。

### 3.2 测试设置

若要测试 TIDA-010263，请按照前面所述准备好两个电路板并将它们堆叠在一起。现在可以使用 Code Composer Studio (CCS) 或 UniFlash 将提供的十六进制文件加载到 MSPM0L1306 器件上。

UniFlash 网页可用于扫描已连接的器件，并会列出 LP-MSPMO1306。点击该器件下方的 **Start** 按钮。

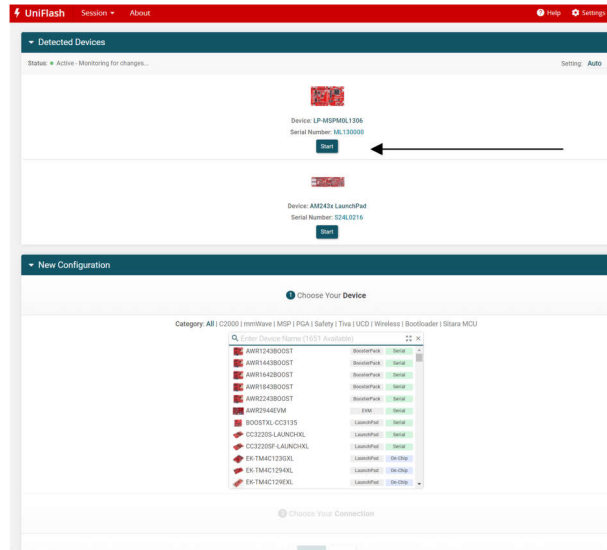


图 3-4. UniFlash 启动

随即显示类似图 3-5 的屏幕，点击 **Browser** 按钮，并选择十六进制文件。

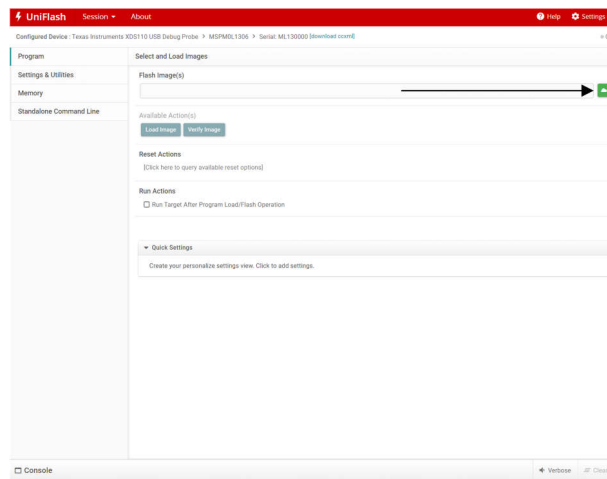


图 3-5. UniFlash 选择映像



通过点击 *Load Image* 按钮，十六进制文件将加载到 MSPM0 器件上。为了支持固件更新，可能需要调试器。如果需要调试器，系统将显示另一个提示。

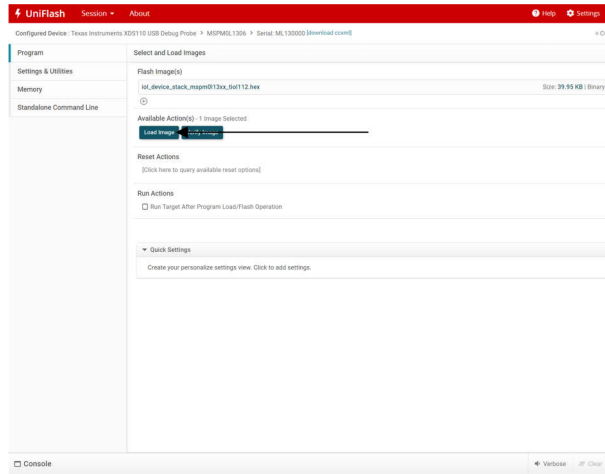


图 3-6. UniFlash 闪存映像

对 MSPM0L1306 进行编程后，可以断开 USB 连接，并可以将 TIDA-010263 连接到 IO-Link 主站，例如 TIDA-010234。

若要测试参考设计，请按照图 3-7 所示连接 TIDA-010234。可以启动与 COM3 和 400 $\mu$ s 的 IO-Link 通信并测量时序。

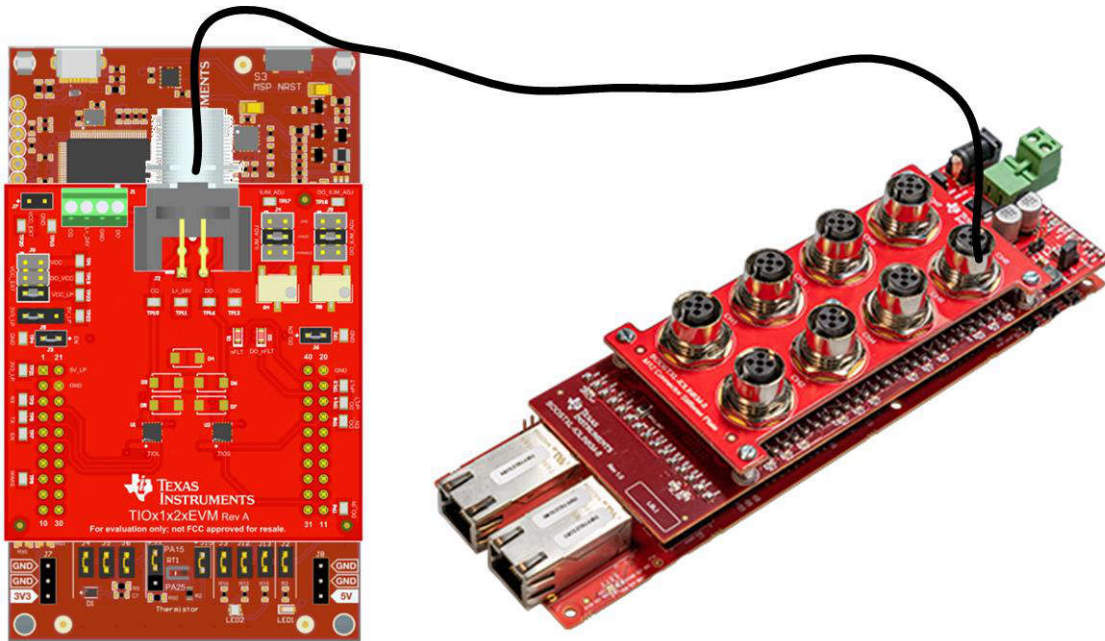


图 3-7. 测试设置

MSPM0L1306 上运行的软件现在可以支持通过 COM3 与 IO-Link 进行通信以及最长 400 $\mu$ s 的周期时间。该器件可发送 16 位输入过程数据、来自光传感器的 8 位亮度信息以及 8 位温度信息。该器件不接受任何输出过程数据。

MSPM0L1306 LaunchPad 中的 RGB LED 可通过索引为 65 的 8 位索引服务数据单元 (ISDU) 的最后 3 位来进行控制。

要将 TIDA-010234 连接到 TIDA-010263，请启动提供的 IOL Master GUI 并扫描连接的主站（请参阅图 3-8）。

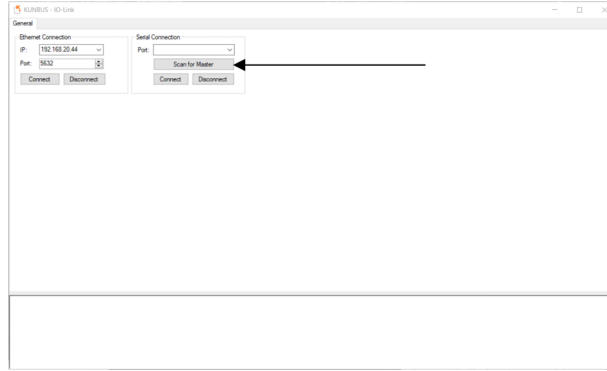


图 3-8. TIDA-010234 搜索主站

如图 3-9 所示，连接的主站的串行端口显示在 *Port:* 下拉菜单中。点击“Connect”按钮即可连接到该端口。

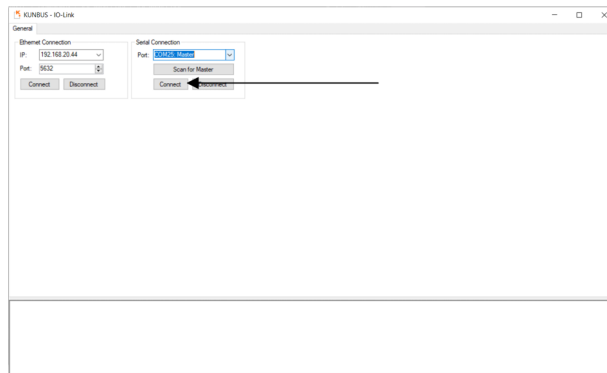


图 3-9. TIDA-010234 连接主站

图 3-10 显示了选择 *Std Port Config* 选项卡的位置。请选择此选项卡并配置 TIDA-010263 连接到的端口。为此，请保留默认设置，然后点击 *Set Port Config* 选项卡。

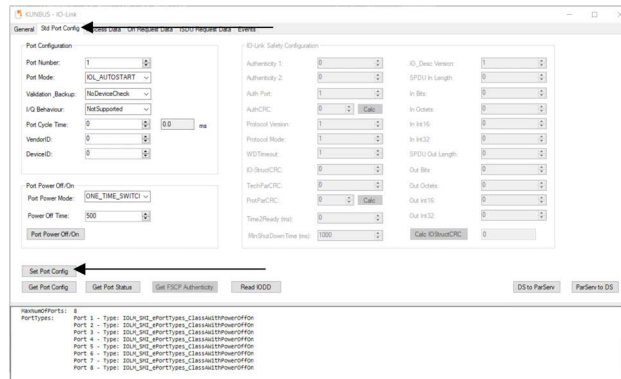


图 3-10. TIDA-010234 配置端口

IO-Link 主站现在可以通过 COM3 建立具有 400µs 周期时间的连接。通过点击 **Get Port Status** 按钮可以验证这一点 (请参阅图 3-11)。建立的传输速率和周期时间会显示在 GUI 的下方选项卡中。

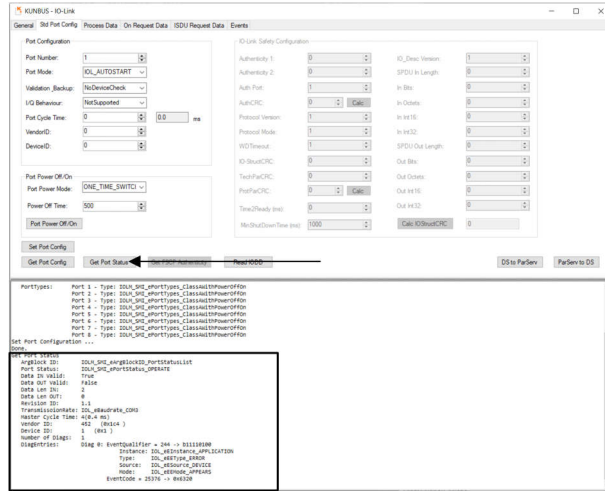


图 3-11. TIDA-010234 端口状态

现在可以读取和写入数据。要读取过程数据, 请切换到 **Process Data** 选项卡, 然后选择 **Read** 按钮。

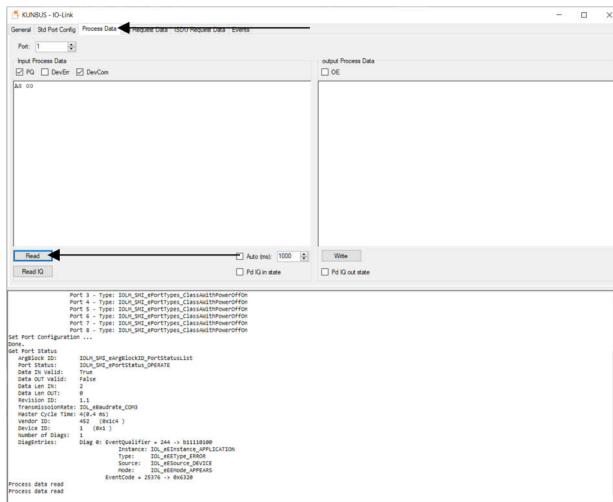


图 3-12. TIDA-010234 过程数据

同样，可以在 *On Request Data* 选项卡中读取和写入按需提供的数据。如图 3-13 所示，选择 *On Request Data* 选项卡，输入要读取或写入的索引（在本例中，对于 RGB LED，该索引为 65），然后点击 *Read* 按钮以读取数据。要进行写入，请在框中输入要写入的值，然后点击 *Write* 按钮。示例值 02 会以绿色点亮 LaunchPad 的 D5。

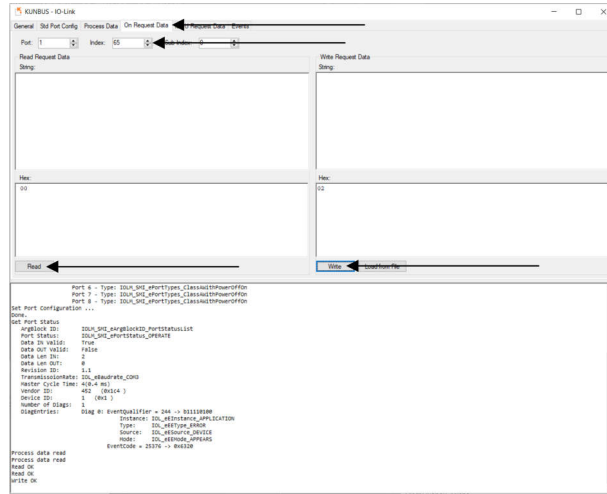


图 3-13. TIDA-010234 按需数据

### 3.3 测试结果

表 3-3 显示了基于 IO-Link 测试规范的物理层测试，以及此参考设计的结果。

表 3-3. 物理层测试

ID	名称	配置	规范 ( 条款 )	结果
SDCI_TC_0011	TCD_PHYL_INTF_ISD	测量器件 L+ 上的静态电源电流	请参阅 5.3.2.3 表 6	ISDIOLmax (VSD = 18V) : 12.3mA ISDIOLmax (VSD = 30V) : 13.6mA
SDCI_TC_0012	TCD_PHYL_INTF_ISIRD	在上电时监测器件的电流和通信：在最小和最大电源条件下验证器件充电要求和上电行为。	请参阅 5.3.2.3 表 6 和 5.4.1 表 10	QISD (VSD = 18V) : < 3.5mA 启动次数 (VSD = 30V) : 1 QISD (VSD = 18V) : < 3.5mA 启动次数 (VSD = 30V) : 1
SDCI_TC_0013	TCD_PHYL_INTF_VRESHIGH	器件高侧驱动器的驱动能力。在 50mA 负载条件下测量电源 L+ 和 C/Q <sup>(1)</sup> 输出之间的压降。	请参阅 5.3.2.4 表 7	VCQ (VSD = 18V) : 0.13V VCQ (VSD = 30V) : 0.13V
SDCI_TC_0014	TCD_PHYL_INTF_VRESLOW	器件低侧驱动器的驱动能力。在 50mA 灌电流条件下测量负电源 L- 和 C/Q 输出之间的压降。	请参阅 5.3.2.4 表 7	VCQ (VSD = 18V) : 0.13V VCQ (VSD = 30V) : 0.13V
SDCI_TC_0015	TCD_PHYL_INTF_IQQD	在接收模式下测量进入 C/Q 的静态电流	请参阅 5.3.2.4 表 7	ICQ ( VSD = 18V, VID = 13V ) : < 1 μA ICQ ( VSD = 18V, VID = 18V ) : < 1 μA ICQ ( VSD = 30V, VID = 13V ) : < 1 μA ICQ ( VSD = 30V, VID = 18V ) : < 1 μA
SDCI_TC_0016	TCD_PHYL_INTF_VTHHD	在 C/Q 上测量高电平阈值电压	请参阅 5.3.2.2 表 5	0 → 1 转换时的 VID (VSD = 18V) : 11.1V 0 → 1 转换时的 VID (VSD = 30V) : 11.1V
SDCI_TC_0017	TCD_PHYL_INTF_VTHLD	在 C/Q 上测量低电平阈值电压	请参阅 5.3.2.2 表 5	1 → 0 转换时的 VID (VSD = 18V) : 10.4V 1 → 0 转换时的 VID (VSD = 30V) : 10.4V
SDCI_TC_0018	TCD_PHYL_INTF_VHYS	根据 VTHHD 和 VTHLD 计算 C/Q 上的迟滞电压	请参阅 5.3.2.2 表 5	VHYS (VSD = 18V) : 0.7V VHYS (VSD = 30V) : 0.7V
SDCI_TC_0300	TCD_PHYL_INTF_VOLTRANGECQ	在信号电压超过电源电压后测试器件行为	请参阅 5.3.2.2 表 5, VIH 和 VIH	已建立通信
SDCI_TC_0027	TCD_PHYL_INTF_TRENHIGH	在成功接收到唤醒请求后，器件会释放高侧输出驱动器。在 C/Q 为高电平时测量器件的唤醒接收使能延迟。通过在 L+ 至 C/Q 和 C/Q 至 L- 之间施加电阻分压器来测量延迟时间。	请参阅 5.3.3.3 表 10	C/Q = 高电平时的 t <sub>REN</sub> : 93μs
SDCI_TC_0028	TCD_PHYL_INTF_TRENLOW	成功接收到唤醒请求后，器件应释放低侧输出驱动器。在 C/Q 为低电平时测量器件的唤醒接收使能延迟。通过在 L+ 至 C/Q 和 C/Q 至 L- 之间施加电阻分压器来测量延迟时间。	请参阅 5.3.3.3 表 10	C/Q = 低电平时的 t <sub>REN</sub> : 94μs
SDCI_TC_0304	TCD_PHYL_INTF_UARTTRANSDELAY	测量器件回复消息的两个连续 UART 帧之间的延迟时间。	请参阅 A.3.4 公式 (A.4)	t <sub>2min</sub> : 0 T <sub>BIT</sub> t <sub>2max</sub> : 0 T <sub>BIT</sub>
SDCI_TC_0305	TCD_PHYL_INTF_RESPONSETIME	测量主站消息到器件回复消息 ( 最后一个 UART 帧结束到第一个 UART 帧开始 ) 之间的延迟时间。	请参阅 A.3.5 公式 (A.5)	t <sub>Amin</sub> : 4.25 T <sub>BIT</sub> t <sub>Amax</sub> : 4.25 T <sub>BIT</sub>

(1) C/Q = 通信 (C) 或开关 (Q) 信号 (SIO) 的连接

#### 3.3.1 TCD\_PHYL\_INTF\_TRENHIGH 和 TCD\_PHYL\_INTF\_TRENLOW

为了测量 t<sub>REN</sub> 时间，该器件连接到 24V 电源。CQ 线连接到一个分压器和一个信号发生器，从而生成唤醒脉冲。图 3-14 显示了该连接。要在 C/Q 线最初为高电平时测量 t<sub>REN</sub>，R<sub>1</sub> = 1.2kΩ 且 R<sub>2</sub> = 390Ω；要在 C/Q 线为低电平时进行此测量，R<sub>1</sub> = 680Ω 且 R<sub>2</sub> = 1.2kΩ。

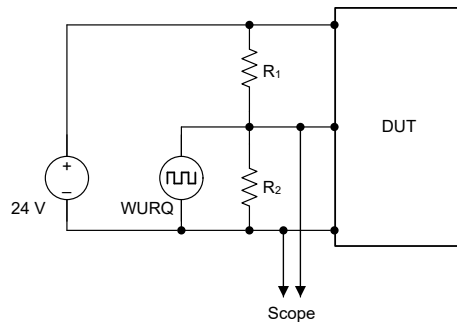
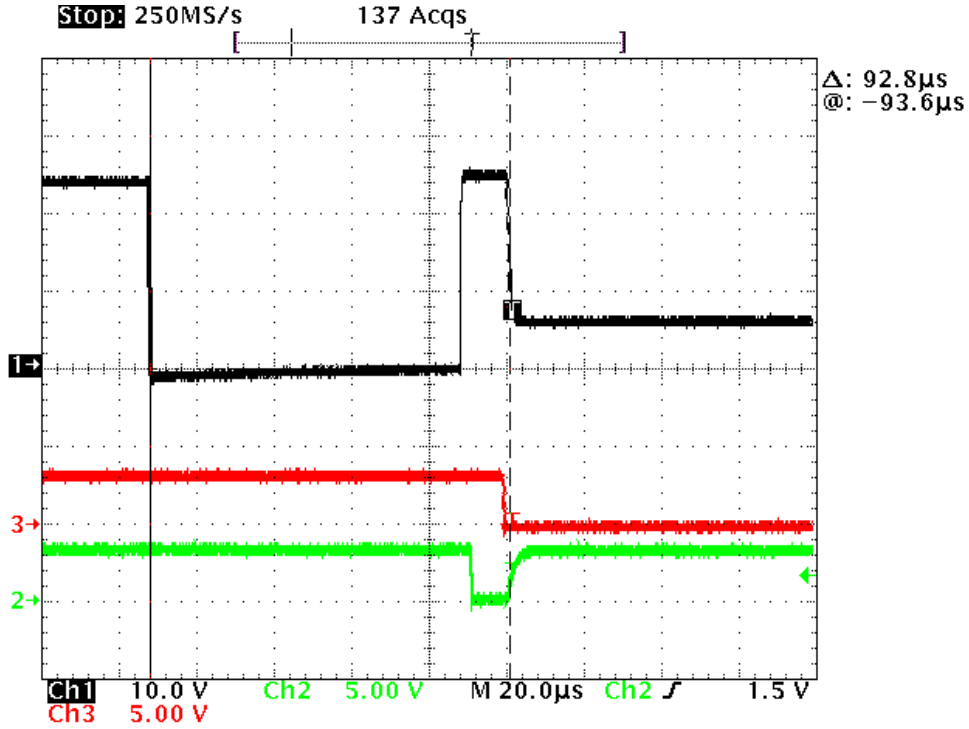


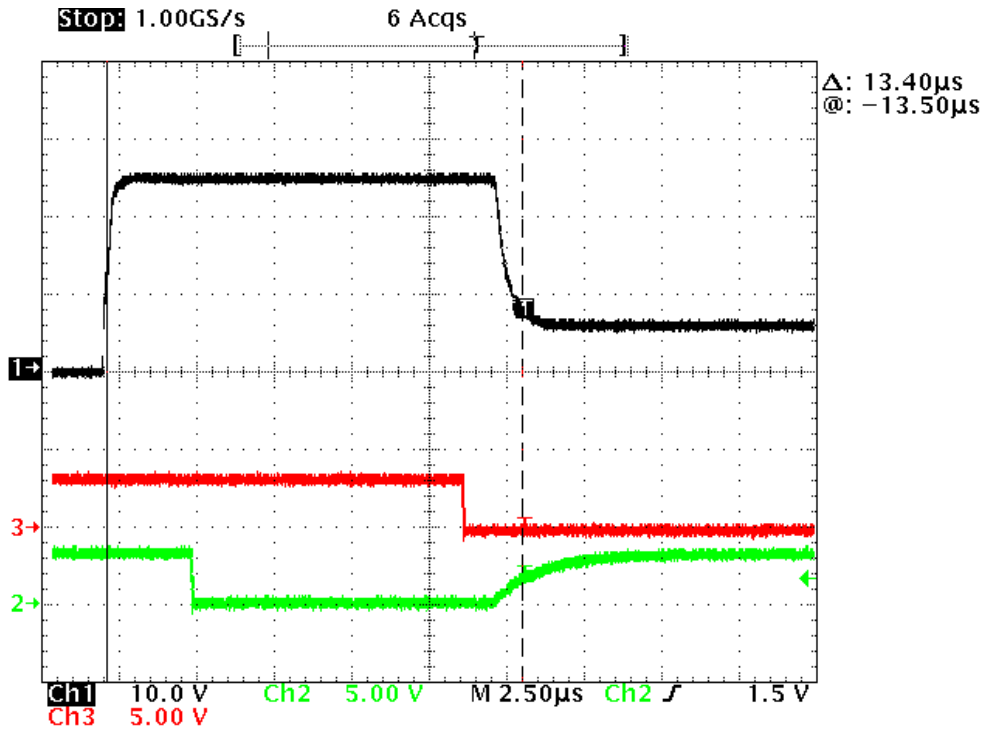
图 3-14. 测试设置 t<sub>REN</sub>

使用高电平线路时， $t_{REN}$  测量时序可以在以下两个示波器快照中观察到。



黑色 = C/Q 线，红色 = TIOL112 使能信号，绿色 = TIOL112 唤醒信号

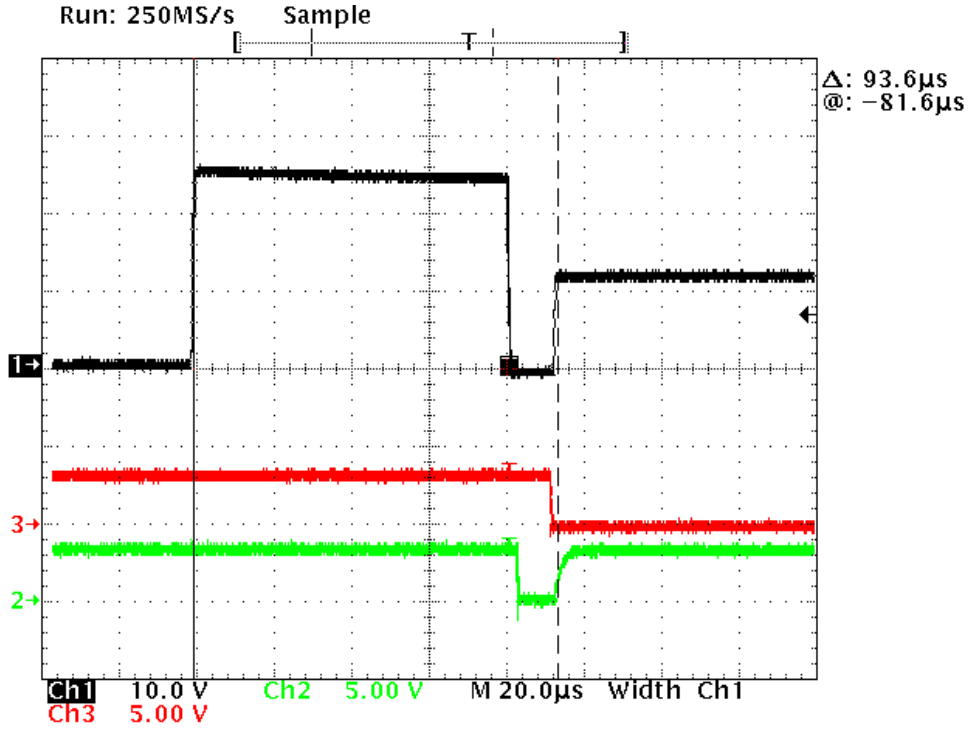
图 3-15.  $t_{REN}$  高电平测量



黑色 = C/Q 线，红色 = TIOL112 使能信号，绿色 = TIOL112 唤醒信号

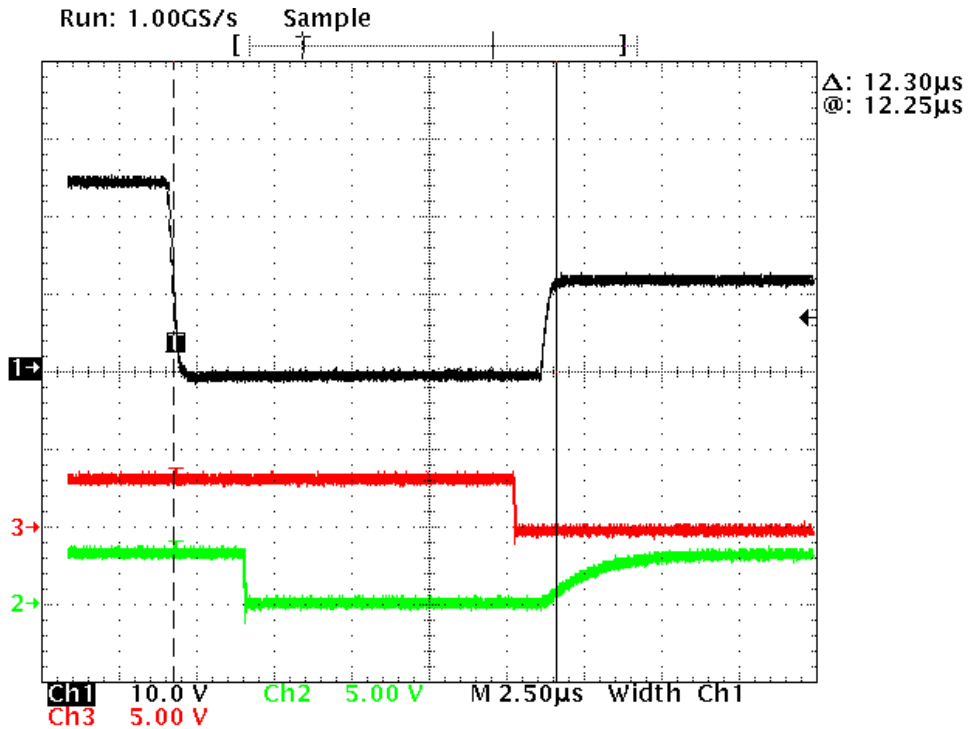
图 3-16. 唤醒脉冲后放大的  $t_{REN}$  高电平测量

接下来的两个示波器快照展示了最初为低电平的 C/Q 线的结果。



黑色 = C/Q 线，红色 = TIOL112 使能信号，绿色 = TIOL112 唤醒信号

图 3-17.  $t_{REN}$  低电平测量

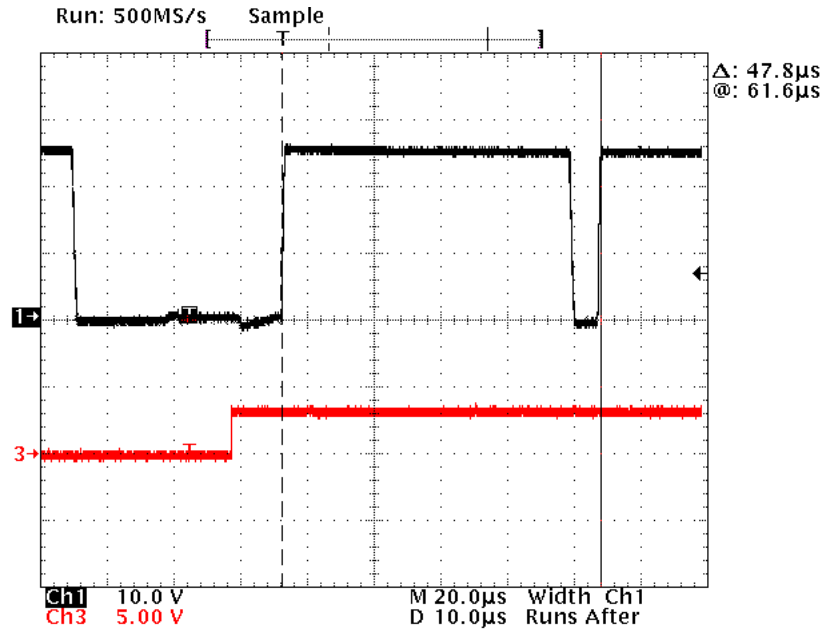


黑色 = C/Q 线，红色 = TIOL112 使能信号，绿色 = TIOL112 唤醒信号

图 3-18. 唤醒脉冲后放大的  $t_{REN}$  低电平测量

### 3.3.2 TCD\_PHYL\_INTF\_UARTTRANSDELAY

要确定  $t_2$  时间，应观察 CQ 线上 UART 帧的上升沿，以便测量从一个帧到下一个帧之间的时间。然后，减去传输 11 位的时间，以便仅保留两个帧之间的时间。该时间可以介于 0 和位时间的 3 倍之间。对于 COM3，允许的最大时间为  $13\mu\text{s}$ 。



黑色 = C/Q 线，红色 = TIOL112 使能信号

图 3-19.  $t_2$  测量，第一个器件响应起始位到第二个起始位转换

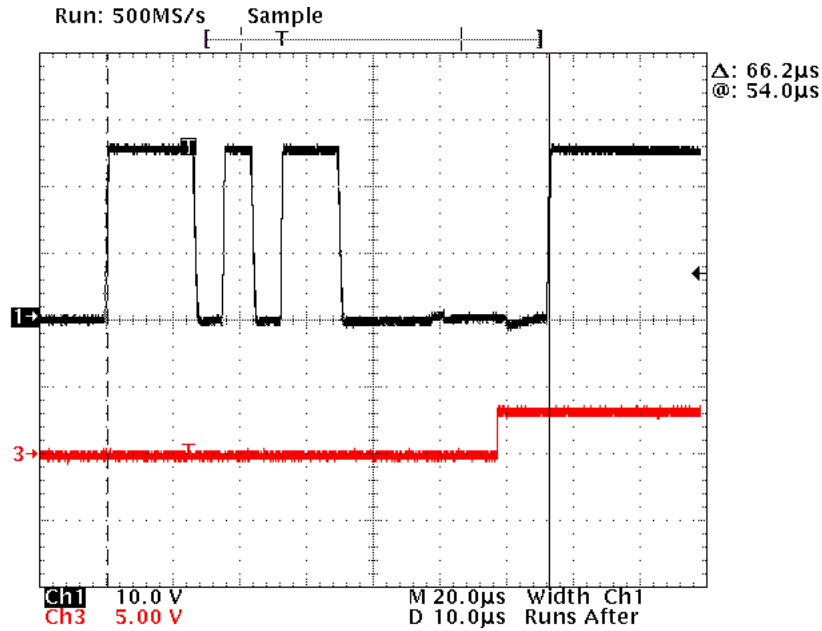
$$47.8\mu\text{s} - 11 \times 4.34\mu\text{s} = 0.06\mu\text{s}, \text{ this equals } 0.01 T_{\text{BIT}} \quad (1)$$

由于通过直接存储器存取 (DMA) 自动重新加载 UART 发送缓冲器，因此  $t_2$  时间应该会非常短。测量结果受测量的时间分辨率所限制。



### 3.3.3 TCD\_PHYL\_INTF\_RESPONSETIME

要测量  $t_A$ ，则测量主站最后一条消息的起始位和器件响应的起始位之间的时间。减去从主站发出的最后一条消息的时间，该时间可以介于位时间的 1 到 10 倍之间。对于 COM3，该时间可以在  $4.34\mu\text{s}$  和  $43.4\mu\text{s}$  之间。



黑色 = C/Q 线，红色 = TIOL112 使能信号

图 3-20.  $t_A$  测量，主站起始位转换到器件起始位转换

$$66.2\mu\text{s} - 11 \times 4.34\mu\text{s} = 18.46\mu\text{s}, \text{ this equals } 4.25 T_{\text{BIT}} \quad (2)$$

测得的时间在限值范围内。

### 3.3.4 TCD\_PHYL\_INTF\_ISIRD

浪涌电流通过电流钳位进行测量，详细波形如图 3-21 至图 3-24 所示。在首次出现高浪涌电流后，电流稳定至略低于 10mA。以下示波器快照显示了前 300ms 期间的电流。流入器件的电荷预计低于 3.5mA。图 3-21 至图 3-24 中的浪涌电流低于 0.5mA，而 10mA 的稳定电流又将增加 3mA 电流。

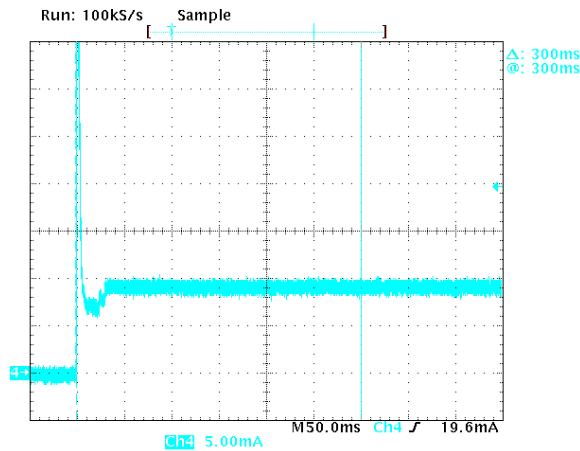


图 3-21. VSD = 18V 时的 ISIRD 测量结果

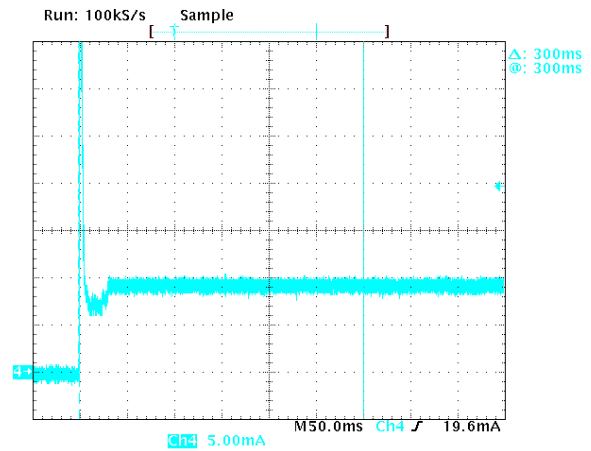


图 3-22. VSD = 30V 时的 ISIRD 测量结果

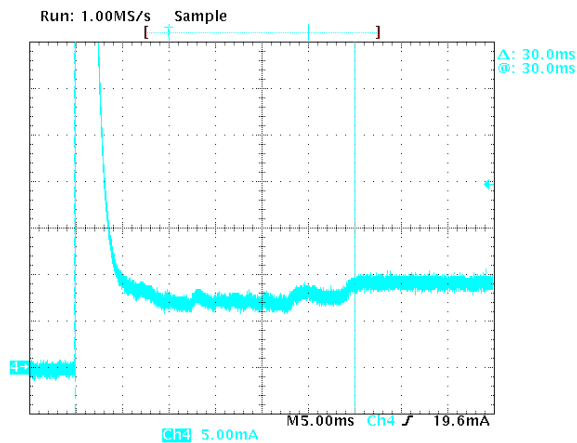


图 3-23. 放大 ISIRD 测量结果中的第一次浪涌 (请注意不同的缩放比例)

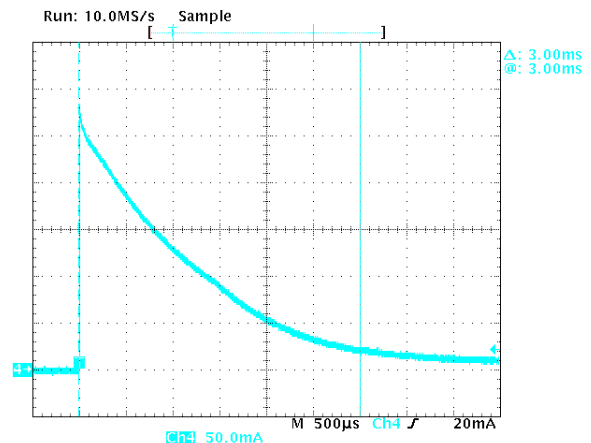


图 3-24. 放大 ISIRD 测量结果中的浪涌电流脉冲 (请注意不同的缩放比例)

## 4 设计和文档支持

### 4.1 设计文件

#### 4.1.1 原理图

要下载原理图，请参阅 [TIDA-010263](#) 中的设计文件。

#### 4.1.2 BOM

要下载物料清单 (BOM)，请参阅 [TIDA-010263](#) 的设计文件。

### 4.2 工具与软件

#### 工具

<a href="#">LP-MSPM0L1306</a>	适用于 32MHz Arm® Cortex®-M0+ MCU 的 MSPM0L1306 LaunchPad™ 开发套件
<a href="#">TIOx1x2xEVM</a>	用于 IO-Link 的 TIOL112x 和 TIOS102x 评估模块
<a href="#">TIDA-010234</a>	八端口 IO-Link 主站参考设计

### 4.3 文档支持

- 德州仪器 (TI)，[TIOx1x2x 评估模块](#) 用户指南
- 德州仪器 (TI)，[MSPM0L1306 LaunchPad 开发套件 \(LP-MSPM0L1306\)](#) 用户指南

### 4.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

### 4.5 商标

TI E2E™, BoosterPack™, LaunchPad™, and Code Composer Studio™ are trademarks of Texas Instruments. Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 5 作者简介

STEFFEN GRAF 是德州仪器 (TI) 的一名系统工程师，负责开发工业领域中的参考设计。Steffen 在单线对以太网、数据线供电以及 IO-Link 领域拥有丰富的经验，他获得了德国达姆施塔特应用科学大学的电气工程理学硕士学位。

## 6 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

<b>Changes from Revision * (October 2023) to Revision A (June 2024)</b>	<b>Page</b>
• 向 <a href="#">测试设置</a> 部分添加了内容.....	<a href="#">8</a>
• 向 <a href="#">测试结果</a> 部分添加了内容.....	<a href="#">13</a>

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司