

EVM User's Guide:

TPS650360EVM-SKT 评估模块



说明

TPS650360EVM-SKT 是一款适用于 TPS650360-Q1、TPS650361-Q1、TPS650362-Q1、TPS650363-Q1、TPS650364-Q1、TPS650365-Q1、TPS650366-Q1、TPS650367-Q1 和 TPS650368 电源管理 IC (PMIC) 器件的插座式评估板。该 EVM 包括板载 USB 转 I²C 适配器、电源端子、用于所有直流稳压器输入和输出的跳线以及用于常见测量的测试点。

特性

- 以符合功能安全标准为目标
 - 专为功能安全应用开发
 - 可提供 ISO26262 和 IEC61508 系统设计辅助文档
 - 系统功能和硬件完整性符合 ASIL-B 和 SIL-2 要求
 - 所有输出电源轨上的欠压和过压监测和电流限制
 - 看门狗 (触发或问答)
 - 电压监测器内置自检
 - 温度警告和热关断
- 三个降压转换器 :
 - 4V 至 35V 的 BUCK1 VIN 范围
 - 3V 至 5.5V 的 BUCK1 VOUT 范围
 - 高达 2000mA 的 BUCK1 输出电流
 - 3.0V 至 5.5V 的 BUCK2 和 BUCK3 VIN 范围
 - 0.6V 至 3.4V 的 BUCK2 和 BUCK3 VOUT 范围

- 高达 2700mA 的 BUCK2 和 BUCK3 输出电流
- 用于降低 EMI 的扩频时钟 (SSC) 发生器
- 在 2.2MHz 或 4.4MHz 强制固定开关频率 PWM 或 autoPFM 模式下工作且可配置 (默认为 2.2MHz)
- 一个低压降 (LDO) 稳压器 :
 - 3.0V 至 5.5V 的 VIN 范围
 - 1.8V 至 3.4V 的 VOUT 范围
 - 低噪声和高 PSRR
 - 通过 I²C 实现的可调输出电压
 - 输出电流高达 300mA
 - 独立电源输入和使能端

应用

- 安全 MCU 电源
 - OBC、直流/直流、区域控制器
 - 逆变器和电机控制 (牵引逆变器)
 - 加热和制冷 (汽车 HVAC 压缩机模块)
- 汽车摄像头模块
 - 环视摄像头模块
 - 后视摄像头模块
 - 驾驶员监视摄像头模块)
 - 同轴电缆供电 (POC) 摄像头模块
 - 电子后视镜摄像头模块
 - 前视摄像头模块



图 1-1. TPS650360EVM-SKT 顶视图

1 TPS650360EVM-SKT 概述

1.1 简介

TPS650360EVM-SKT 旨在帮助用户轻松评估和测试 TPS650360-Q1、TPS650361-Q1、TPS650362-Q1、TPS650363-Q1、TPS650364-Q1、TPS650365-Q1、TPS650366-Q1、TPS650367-Q1 与 TPS650368 电源管理 IC (PMIC) 器件的操作与功能。此 EVM 用户指南包括硬件设置说明、软件操作说明、原理图、印刷电路板布局布线和物料清单。

请注意以下几点：

- 以错误的方向将 PMIC 单元插入插座可能会损坏 DUT 和插座。
- 插座式 EVM 旨在对空白单元进行编程并使用轻负载电流测试 PMIC 功能。
- 插座引脚触点的电阻超过 $300\text{m}\Omega$ ；插座引脚无法承受超过 100mA 的电流。

TPS65036x 器件是高度集成的 PMIC，适用于电源时序控制应用。该系列器件包含三个降压转换器和一个低压降 (LDO) 稳压器，并具有可配置的上电和断电时序控制。BUCK1 降压转换器的输入电压范围为 4.0V 至 35V。所有转换器都可以在强制固定频率 PWM 模式或 AutoPFM 下工作。LDO 可以提供 300mA 的电流，并可在 3.0V 至 5.5V 的输入电压范围内工作。每个转换器都具有可配置的电源输入，以实现最大的设计和时序控制灵活性。

1.2 套件内容

- (1) TPS650360EVM-SKT
- (1) USB-A 转 USB-C® 电缆

1.3 规格

TPS650360EVM-SKT 插座式评估板旨在验证 PMIC 的功能配置。插座引脚的接触电阻高达 $300\text{m}\Omega$ 。插座引脚不允许电流超过 100mA 。

TPS650360EVM-SKT 插座式评估板还专门用于使用已定义配置或特定用户配置对空白单元进行编程。

1.4 器件信息

TPS650360EVM-SKT 包含以下 TI 集成电路：

- MSP432E401YTPDT 微控制器作为 PMIC 与 PC 之间的板载通信桥接器。
- 使用 USB-C 连接时，TPS630702 降压/升压转换器将 USB 端口处的 5V VBUS 电源升压至 9V 于 PMIC 输入。

2 硬件

2.1 其他图像

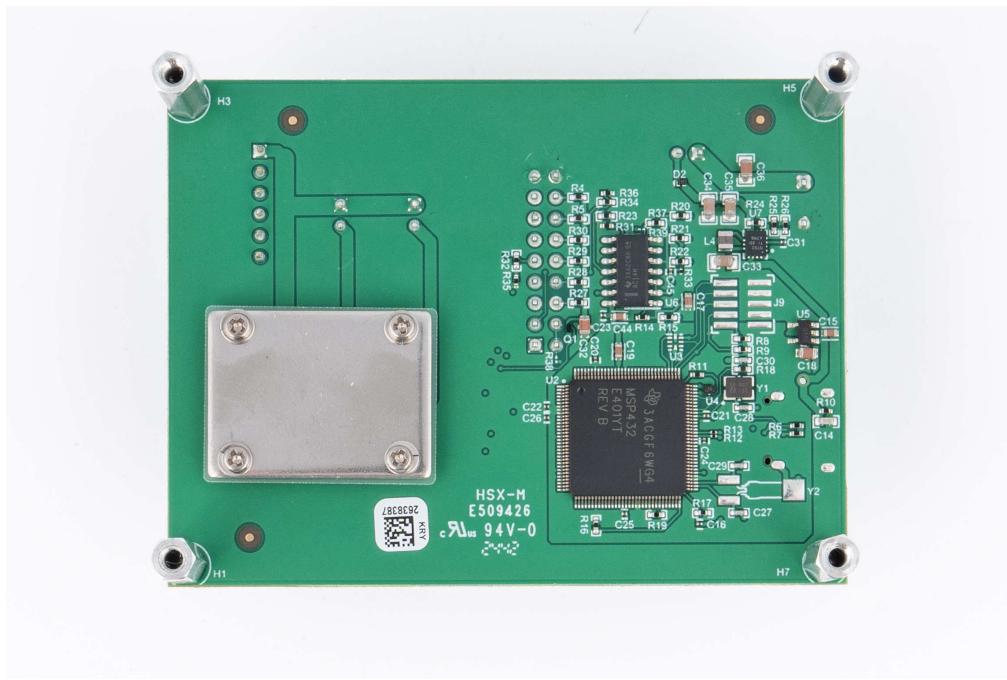


图 2-1. TPS650360EVM-SKT 底视图



图 2-2. TPS650360EVM-SKT 等比率视图



图 2-3. TPS650360EVM-SKT 等比率视图

2.2 要求

- 安装了 Windows®、MacOS® 和 Linux® 操作系统的计算机
 - PMIC GUI
 - USB-C 电缆

2.3 适用于典型应用的设置

请按照以下步骤配置 TPS650360EVM-SKT。

1. 配置 TPS650360EVM-SKT 针座：
 - a. 确认是否在 J4 上组装了 SDA 和 SCLK 的 I2C 上拉跳线。
 - b. 确认是否在 J4 上组装了 SEQ 上拉跳线。
 - c. 通过组装 J5 和 J6，为 BUCK2、BUCK3 和 LDO 提供 BUCK1 的输出。
 2. TI 建议使用 USB 电缆通过组装 J2 供电，J2 提供来自 V9P0 的 PMIC VSYS/PVIN_B1 输入电压。请勿在组装 J2 后将外部电源连接到 J1。
 3. 如果将外部电源作为输入电压，请将外部电源连接到 J5 为器件供电。典型电源为 12V。如果使用外部电源，请确认 J2 是否未组装。
 4. 将 USB-C 电缆连接到 TPS650360EVM-SKT 和能够加载 PMIC GUI 的 PC。

通过板载 MCU-C, USB 电缆可为 PMIC 和 PC 供电并允许两者进行通信, 以便通过相关 GUI 进行评估。有关使用 TPS65036x-Q1 GU 的操作说明, 请参阅 [节 3.1](#)。

5. J2 是专为使用板载电源 V9P0 提供 PMIC PVIN_B1 和 VSYS 而设计的跳线。当 PVIN_B1/VSYS > 9V 时，J1 是用于外部电源的端子。
 6. SW1 是用于打开和关闭板载 V9P0 电源的按钮。要切换 SW1，请按住按钮大约半秒。
 7. J8 是用于连接 GUI 并向插座板提供 VBUS 电源的 Type-C USB 连接器。
 8. SW2 是用于复位板载 MCU 以进行 GUI 刷新的按钮。
 9. J3 是 PMIC 的插座。DUT 引脚 1 的圆点标记将 PMIC 正确定向到插座中。
 10. J7 连接器用于进行所有电源轨电压测量。
 11. J6 连接器提供来自 VBUCK1 的 PVIN_BUCK3。
 12. J5 连接器提供来自 VBUCK1 的 PVIN_B2/LDO。
 13. J4 是用于评估 PMIC 器件多种功能的设置连接器。

2.4 配置 USB 转 I²C 适配器

板载 MCU (U2) 充当 PMIC 的 USB 转 I²C 适配器。下表概述了 MCU 连接的默认配置。

表 2-1. TPS650360EVM-SKT I/O 配置由 J4 处理，如下所示

选择跳线引脚	适配器电源总线
引脚 18 (GND)	引脚 17 (GND)
引脚 16 (2kΩ 上拉电阻至 VIO)	引脚 15 (SDA)
引脚 14 (2kΩ 上拉电阻至 VIO)	引脚 13 (SCL)
引脚 12 (10kΩ 上拉电阻至 VIO)	引脚 11 (SEQ)
引脚 10 (10kΩ 上拉电阻至 VIO)	引脚 9 (nRST)
引脚 8 (10kΩ 上拉电阻至 VIO)	引脚 7 (GPIO)
引脚 6 (10kΩ 上拉电阻至 VIO)	引脚 5 (nINT/GPI)
引脚 4 (触发模式下用于看门狗输入的脉冲)	引脚 3 (nINT/GPI)
引脚 2 (触发模式下用于看门狗输入的脉冲)	引脚 1 (GPIO)

2.5 测试点

2.5.1 电压测试点

TPS650360EVM EVM 包含 17 个用于各种测量的测试点。测试点的引线分配如表 2-11 中所示。

表 2-2. TPS650360EVM-SKT 测试点

测试点编号	相关引线
TP1	GND
TP2	GND
J7-1	VBUCK1
J7-2	VBUCK2
J7-3	VBUCK3
J7-4	VLDO
J7-5	VREG
J7-6	V1P8_INT

3 软件

3.1 图形用户界面

TI DevTools 的 [Gallery](#) 中提供了该 EVM 的 TPS65036x-Q1 图形用户界面 (GUI)。可以通过 Google Chrome™ 或 Mozilla Firefox™ 网络浏览器运行 GUI。要在浏览器中运行 GUI，请选择缩略图并按照提示说明进行首次安装。GUI 需要浏览器插件和 TI Cloud Agent 软件才能访问本地 USB 端口。也可以通过将鼠标悬停在 GUI 缩略图中的下载箭头上方并选择所需的平台 (Windows、macOS 或 Linux) 来下载 GUI 以进行离线操作。

3.1.1 I²C 通信端口和适配器调试

默认情况下，GUI 自动尝试连接到 EVM。

EVM 通电且 USB 电缆连接到计算机后，选择 GUI 左下角的“Connect”（连接）图标。如果底部通知更新为 *Error: Failed to connect* (错误：连接失败)，请连接到另一个端口。

1. 将鼠标悬停在 GUI 顶部的 *Options* (选项) 选项卡上方，然后选择 *Serial Port* (串行端口)。

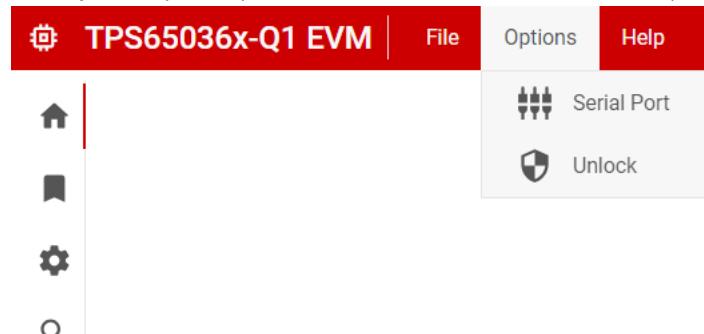


图 3-1. 打开 *Serial Port* (串行端口) 选项

2. 使用 *Port* (端口) 下拉菜单选择另一个接口。

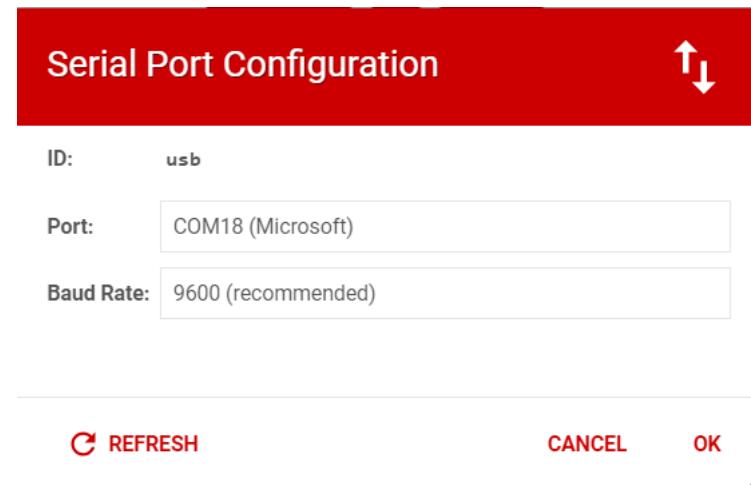


图 3-2. 选择其他端口

选择 *OK* (确定) 后，GUI 将尝试连接到器件。如果与 EVM 的通信中断，可以通过选择 EVM 上的 nRST_MCU 按钮 (S1) 解决大多数问题。如果问题仍然存在，请验证设置是否与 [节 2.3](#) 中概括的设置一致。

通过确认 VSYS 已通电诊断进一步的问题。确认 VSYS 已通电的第一种方法是通过外部 VSYS 连接，在这种情况下不组装 J6 跳线。如果使用 USB 电缆为 PMIC 供电，第二种方法是确定是否组装 J6 跳线。确认 I²C 上拉域处于活动状态。

3.1.2 浏览 GUI

GUI 包含以下六个区域，可在 GUI 左侧进行选择，也可通过选择左上角的 *Menu* (菜单) 选项卡进行选择。

- 主页
- 方框图
- 器件配置
- 寄存器映射
- OTP 验证
- 脚本处理

3.1.2.1 主页

Home (主页) 区域是 GUI 的登录页面。在 *Home* (主页) 区域，GUI 允许通过页面底部的逻辑块浏览其他 GUI 区域。

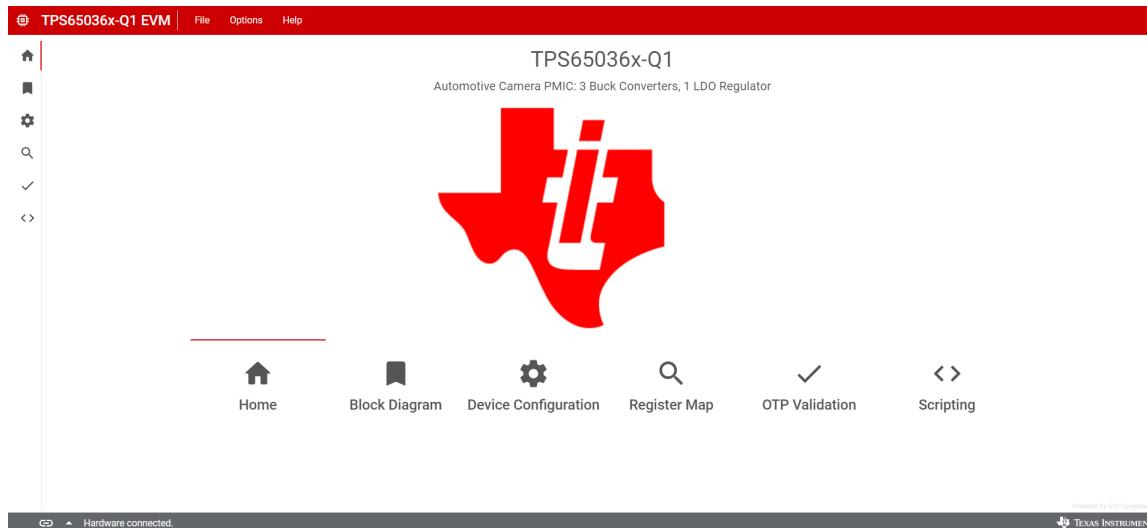


图 3-3. TPS65036x-Q1 GUI Home (主页) 页面

3.1.2.2 方框图

“Block Diagram” (方框图) 区域显示了 PMIC 的典型元件和功能块。

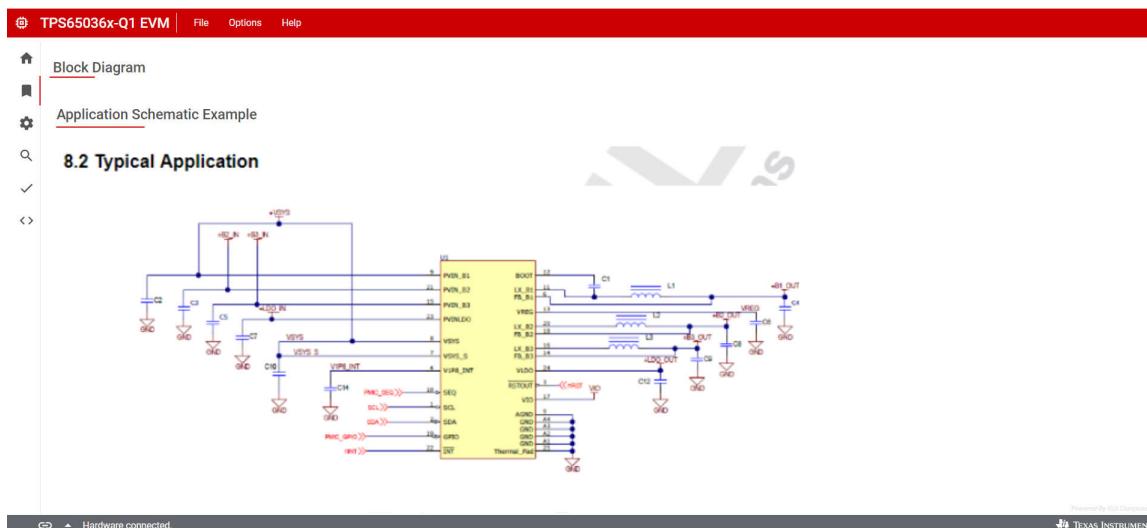


图 3-4. TPS65036x-Q1 GUI Block Diagram (方框图) 页面

3.1.2.3 器件配置

Device Configuration (器件配置) 区域布置成页面顶部的可选选项卡，此处仅主动显示当前选项卡的内容。每个选项卡都包含与寄存器映射中的各个位字段相关的分类视觉仪器。每个仪器均链接到寄存器映射表中的最新位值，并用于通过下拉菜单或复选框功能更改 PMIC 内的设置。如果寄存器映射中的 **Auto Read** (自动读取) 功能处于非活动状态，使用 **Device Configuration (器件配置)** 页面右上角区域的 **Read All Registers** (读取所有寄存器) 按钮手动刷新 **Register (寄存器)** 页面，这会使用最新的器件值更新仪器。

PMIC 包含控制锁定和配置锁定功能，可以阻止 I²C 写入器件内的各种寄存器。控制和配置锁定的状态始终显示在 **Device Configurations (器件配置)** 页面的右上角，并通过选中相关的复选框进行切换。当 GUI 正确连接到 EVM 且写入指令显示为被 PMIC 忽略后，请确认这些指示器的状态以核实器件是否能够接受新的写入指令。

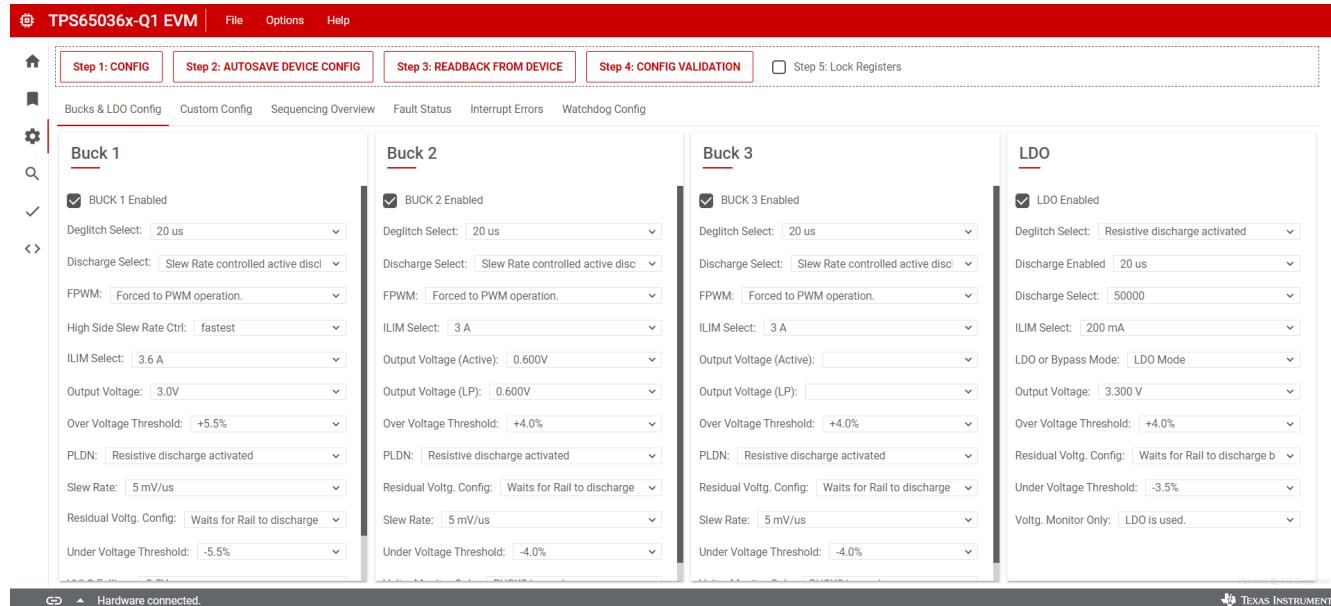
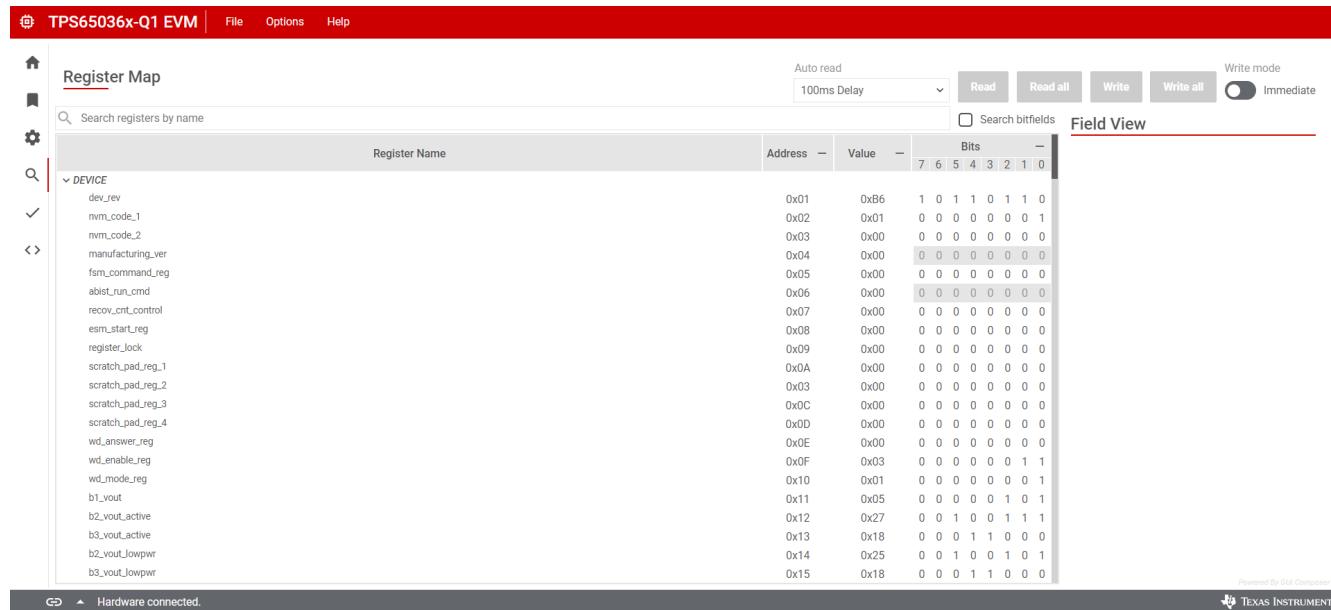


图 3-5. TPS65036x-Q1 GUI Device Configuration (器件配置) 页面

3.1.2.4 寄存器映射

Registers (寄存器) 区域概述了内部寄存器映射并包括每个 PMIC 寄存器的基本接口。



Register Name	Address	Value	Bits							
			7	6	5	4	3	2	1	0
0x01	0xB6	1 0 1 1 0 1 1 0								
0x02	0x01	0 0 0 0 0 0 0 1								
0x03	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x04	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x05	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x06	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x07	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x08	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x09	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x0A	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x03	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x0C	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x0D	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x0E	0x00	0 0 0 0 0 0 0 0								
0x0F	0x03	0 0 0 0 0 0 1 1								
0x10	0x01	0 0 0 0 0 0 0 1								
0x11	0x05	0 0 0 0 0 1 0 1								
0x12	0x27	0 0 1 0 0 1 1 1								
0x13	0x18	0 0 0 1 1 0 0 0								
0x14	0x25	0 0 1 0 0 1 0 1								
0x15	0x18	0 0 0 1 1 0 0 0								

图 3-6. TPS65036x-Q1 GUI Register Map (寄存器映射) 页面

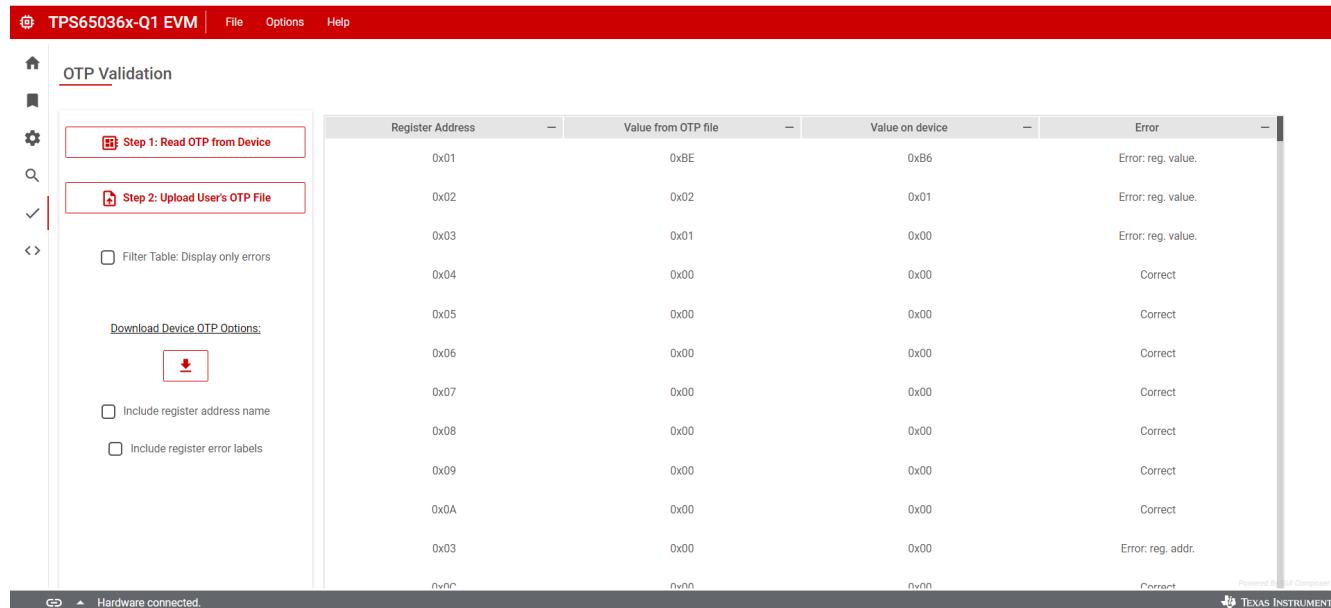
寄存器表显示来自 PMIC 的每个寄存器名称、地址、最后一个已知值以及相应的位值。选择表中的标题或位字段会更新 GUI 右侧的 Field View (字段视图) 列。Field View (字段视图) 显示相关寄存器地址中包含的各个字段。在 “Register” (寄存器) 页面中，选择带有问号 (?) 的蓝色图标可展开更多说明 (如有)。选择红色 (x) 图标可关闭展开的说明视图。

“Register” (寄存器) 页面使用右上角的 *Auto Read* (自动读取) 功能定期轮询器件。将 *Auto Read* (自动读取) 设置更改为 *Off* (关闭) 以禁用自动读取并执行手动读取指令，使用 *Read Register* (读取寄存器) 读取当前选择的寄存器，也可以使用 *Read All Registers* (读取所有寄存器) 按钮。

寄存器映射页面右上角的 *Write Mode* 按钮指示在用户与 Register (寄存器) 页面交互时如何写入寄存器。如果启用 *Immediate* (立即)，对 “Register” (寄存器) 页面的任何更新都会自动发送到 PMIC。如果禁用 *Immediate* (立即)，只有在选择 *Write Register* (写入寄存器) 或 *Write All Registers* (写入全部寄存器) 时才发送写入。每次写入后，“Register” (寄存器) 页面都会自动读取受影响的寄存器地址，以确认器件中的最新值。

3.1.2.5 OTP 验证

OTP Validation (OTP 验证) 区域允许读取器件的一次性可编程 (OTP) 存储器并对照提供的 OTP 文件进行验证。Step 1: Read OTP from Device (第 1 步 : 从器件读取 OTP) 按钮从当前连接的器件中读取 OTP 存储器并填充 Value on device (器件中的值) 列。Step 2: Upload OTP File (第 2 步 : 上传 OTP 文件) 按钮允许用户选择一个填充 Value from OTP file (OTP 文件中的值) 列中的 OTP 文件。当两个值不匹配时 , Error (错误) 列显示。

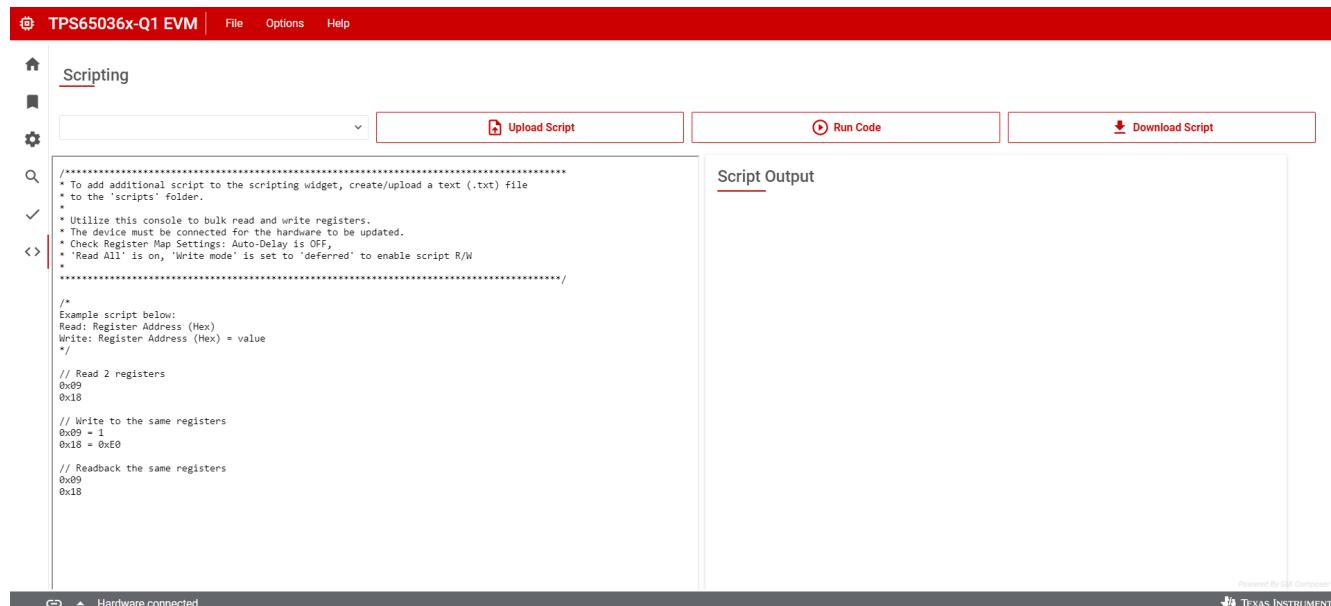


Register Address	Value from OTP file	Value on device	Error
0x01	0xBE	0xB6	Error: reg. value.
0x02	0x02	0x01	Error: reg. value.
0x03	0x01	0x00	Error: reg. value.
0x04	0x00	0x00	Correct
0x05	0x00	0x00	Correct
0x06	0x00	0x00	Correct
0x07	0x00	0x00	Correct
0x08	0x00	0x00	Correct
0x09	0x00	0x00	Correct
0x0A	0x00	0x00	Correct
0x03	0x00	0x00	Error: reg. addr.
0x0C	0x0000	0x0000	Correct

图 3-7. TPS65036x-Q1 GUI OTP Validation (OTP 验证) 页面

3.1.2.6 脚本处理

“Scripting” (脚本处理) 区域允许通过板载 MCU 使用 I²C 协议与 PMIC 进行通信。脚本格式简化了在脚本运行时按顺序执行的读写指令。示例脚本说明了如何设置命令的格式。



```

/*
***** To add additional script to the scripting widget, create/upload a text (.txt) file
* to the 'scripts' folder.
*
* Utilize this console to bulk read and write registers.
* The device must be connected for the hardware to be updated.
* Check Register Map Settings: Auto-Delay is OFF,
* 'Read All' is on, 'Write mode' is set to 'deferred' to enable script R/W
*/
***** */

/*
Example script below:
Read: Register Address (Hex)
Write: Register Address (Hex) = value
*/

// Read 2 registers
0x09
0x18

// Write to the same registers
0x09 = 1
0x18 = 0xE0

// Readback the same registers
0x09
0x18

```

图 3-8. TPS65036x-Q1 GUI Scripting (脚本处理) 页面

3.1.3 操作说明

- 确认硬件已按照节 2.3 中所述的步骤设置。
- 板载 MCU (U2) 由专用 3.3V LDO (U5) 供电，后者通过 EVM 上的 USB-C 连接供电。该 USB 连接还支持与 MCU 的通信，MCU 使用 I²C 与 PMIC 通信。通信桥接器实现主机 PC 和 PMIC 进行通信，可进行监控、GPIO 置位并设置转换器输出。
- 将 VIN 连接到能够支持该应用的电源上，并启用该电源。典型电源电压为 12V。施加 VSYS/PVIN_B1 时，PMIC 自动启动。
- 加载 PMIC GUI。确定 PC 可识别适配器并且 GUI 在左下角显示 *Hardware Connected* (硬件已连接)。
- 通过在偏移 0x09 处将 0x9B 写入 REGISTER_LOCK 寄存器来解锁写入访问。REGISTER_LOCK 寄存器在解锁时返回值 0x00，这意味着允许写入；而在锁定时返回值 0x01，即不允许写入。只要器件复位，寄存器就会锁定。
- 要对寄存器进行编程以更改 PMIC 配置设置，请参阅 [器件配置](#)。如果更改稳压器输出电压，TI 建议先禁用稳压器。稳压器的输出电压也可以小幅更改，以防触发欠压或过压故障处理。
- 使用 USB-C 电缆将插座式 EVM 连接到正在使用的计算机。通过检查屏幕左下角的符号，确认 GUI 是否连接到器件。如果器件未连接，请使用 *Options (选项)* → *Serial Port (串行端口)* 选择不同的通信端口，将端口切换到不同的选项，然后刷新整个页面 (F5 刷新)。器件连接后，*Register Map (寄存器映射)* 页面上的寄存器将会更新值。

3.2 OTP 编程步骤

TPS65036x-Q1 器件使用一次性可编程 (OTP) 存储器。OTP 存储器可以编程为不同的值。其限制是在 OTP 存储器中，位可以从 0 到 1 写入，但不能 1 到 0 清除。因此，大多数非内部寄存器设置为 0 的空白器件用于 OTP 编程。除少数例外情况外，TPS650364-Q1 器件只能一次性编程。

使用插座式 EVM 对具有 OPN TPS65036422RAYRQ1 的空白 NVM 器件进行编程以获得 2.2MHz BUCK2/3 开关频率；对具有 OPN TPS65036444RAYRQ1 的空白 NVM 器件进行编程以获得 4.4MHz BUCK2/3 开关频率。

- 使用 USB-C 电缆将插座式 EVM 连接到计算机。
 - 屏幕左下角的符号表示 GUI 已连接。如果器件未连接，请使用 *Options (选项)* → *Serial Port (串行端口)* 选择不同的通信端口，然后将端口切换到不同的选项，然后刷新整个页面 (F5)。
 - 器件连接后，0x01 寄存器会填充值 0xD8，表示该单元为空白配置。
- 对器件进行编程：
 - 使用 *Program Device (对器件进行编程)* 页面刷写 PMIC OTP。
 - 通过选择屏幕左侧的闪电图标浏览 GUI。
 - 连接器件后，选择 *Step 1 (第 1 步)* 按钮使器件进入调试模式，从而让 PMIC 状态机更新。
 - 通过选择 *Step 2 (第 2 步)* 按钮强制 PMIC FSM 进入 OTP 编程模式。
 - 选择 *Step 2 (第 2 步)* 按钮后，读取器件会显示寄存器 0x96 (*test_register_5*) 设置为 0x33，确认 PMIC 状态机处于 OTP 编程状态。
 - 通过使用 *File (文件)* → *Upload Register Map (上传寄存器映射)*、然后上传提供的 .txt 文件，或者通过手动更改寄存器设置，将器件寄存器设置为所需的设置。
 - 更改寄存器值后，通过执行寄存器回读确认寄存器已写入正确的值。
 - 选择 *Step 3 (第 3 步)* 按钮可浏览至寄存器映射页面，对 PMIC 执行任何写入操作无需该步骤。
 - 使用 *Step 4 (第 4 步)* 按钮将 OTP 值烧录到 PMIC 中。
 - 检查寄存器 0x55 的 *CFG_NVM_PRG_DONE* 位是否写入 1 并确认编程已完成。
 - 通过断开然后重新接通电源对 PMIC 执行下电上电。
 - 初始化时，已编程的 OTP 值加载到 PMIC 寄存器中。检查这些寄存器值以确认寄存器是否正确编程。

4 硬件设计文件

4.1 原理图

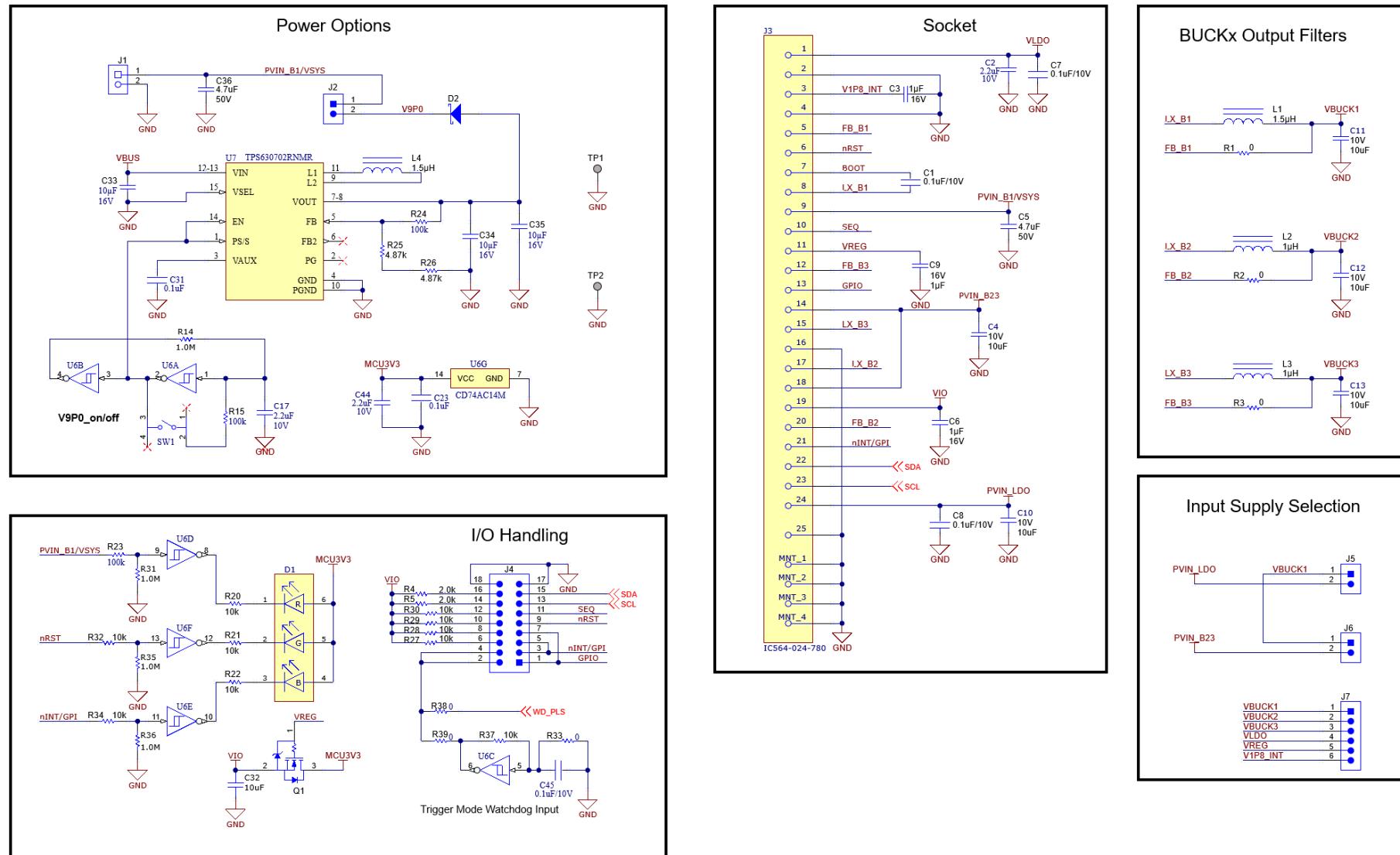


图 4-1. TPS650360EVM-SKT 主原理图

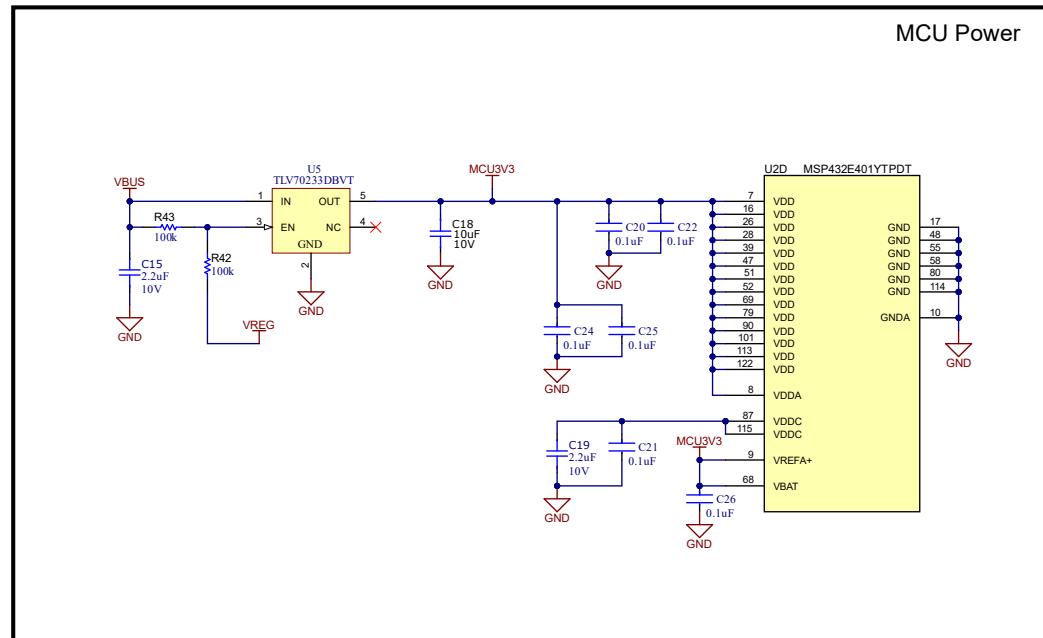
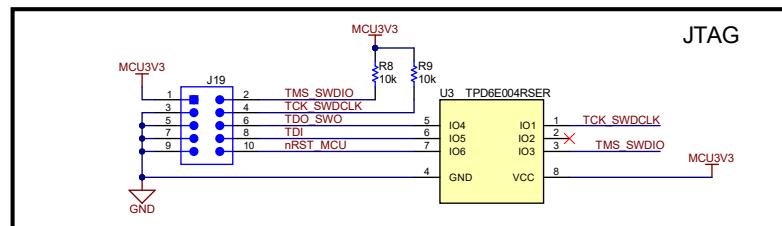
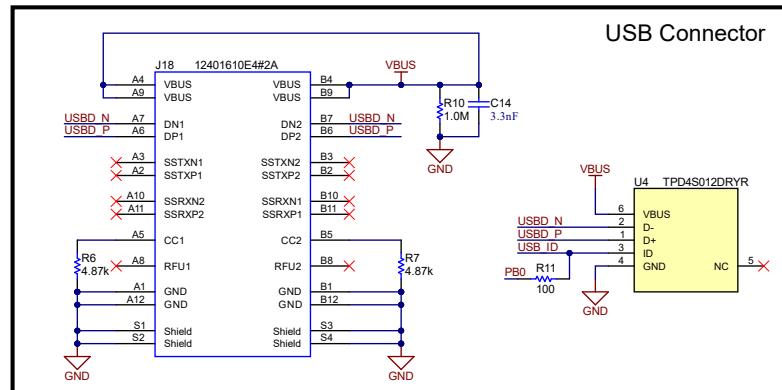
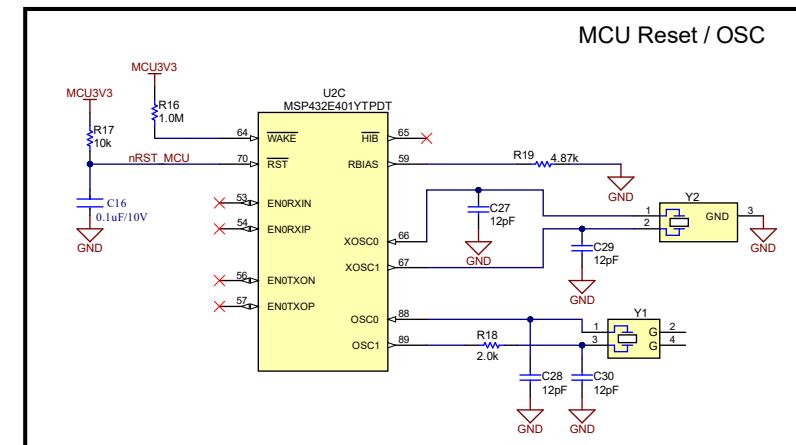
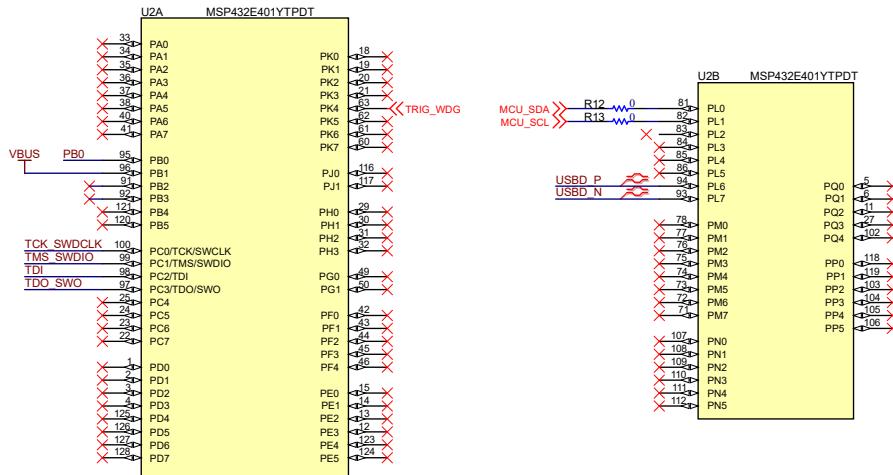


图 4-2. TPS650360EVM-SKT MCU MSP432E401Y 原理图

4.2 PCB 布局

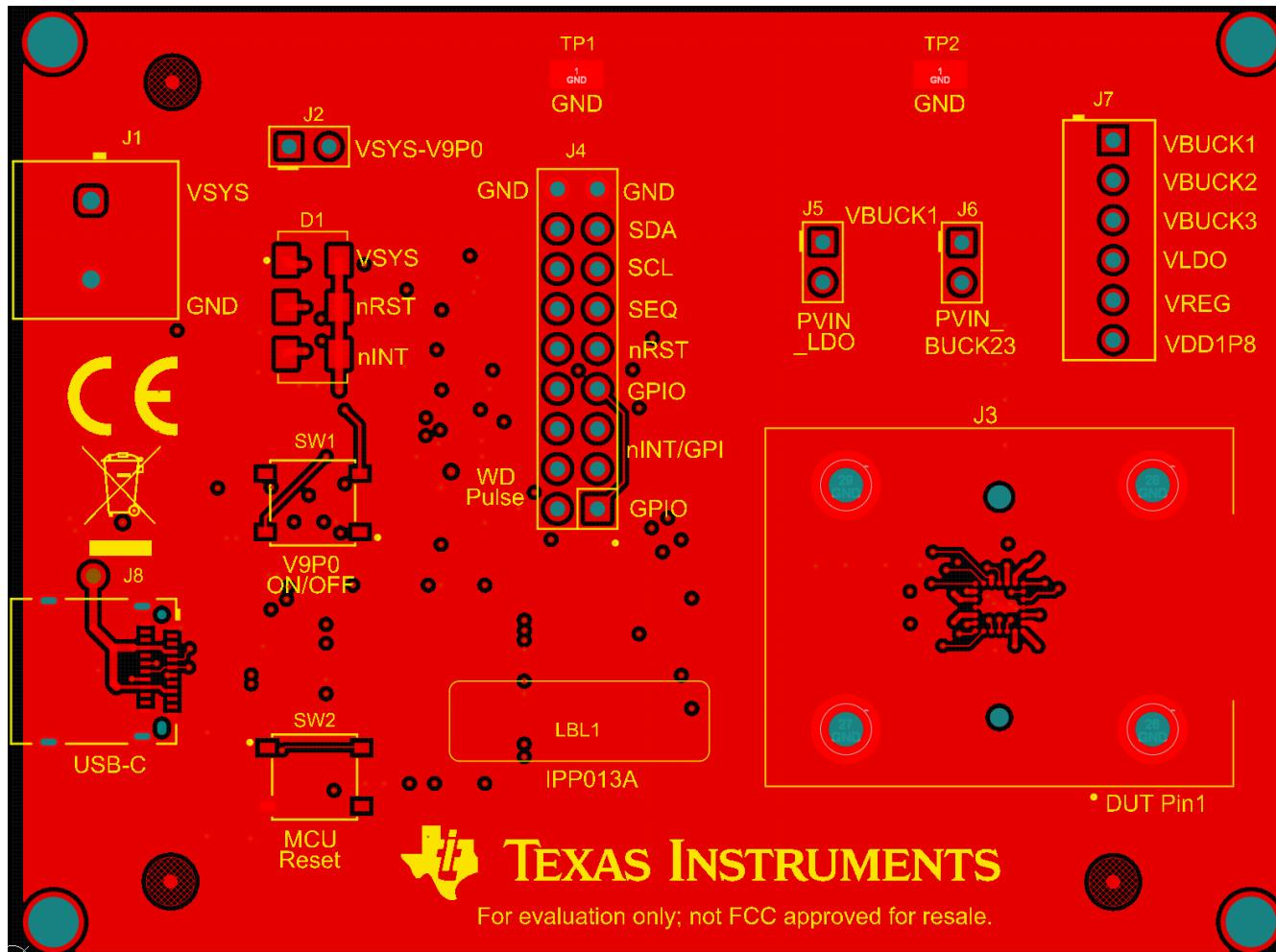


图 4-3. 顶层

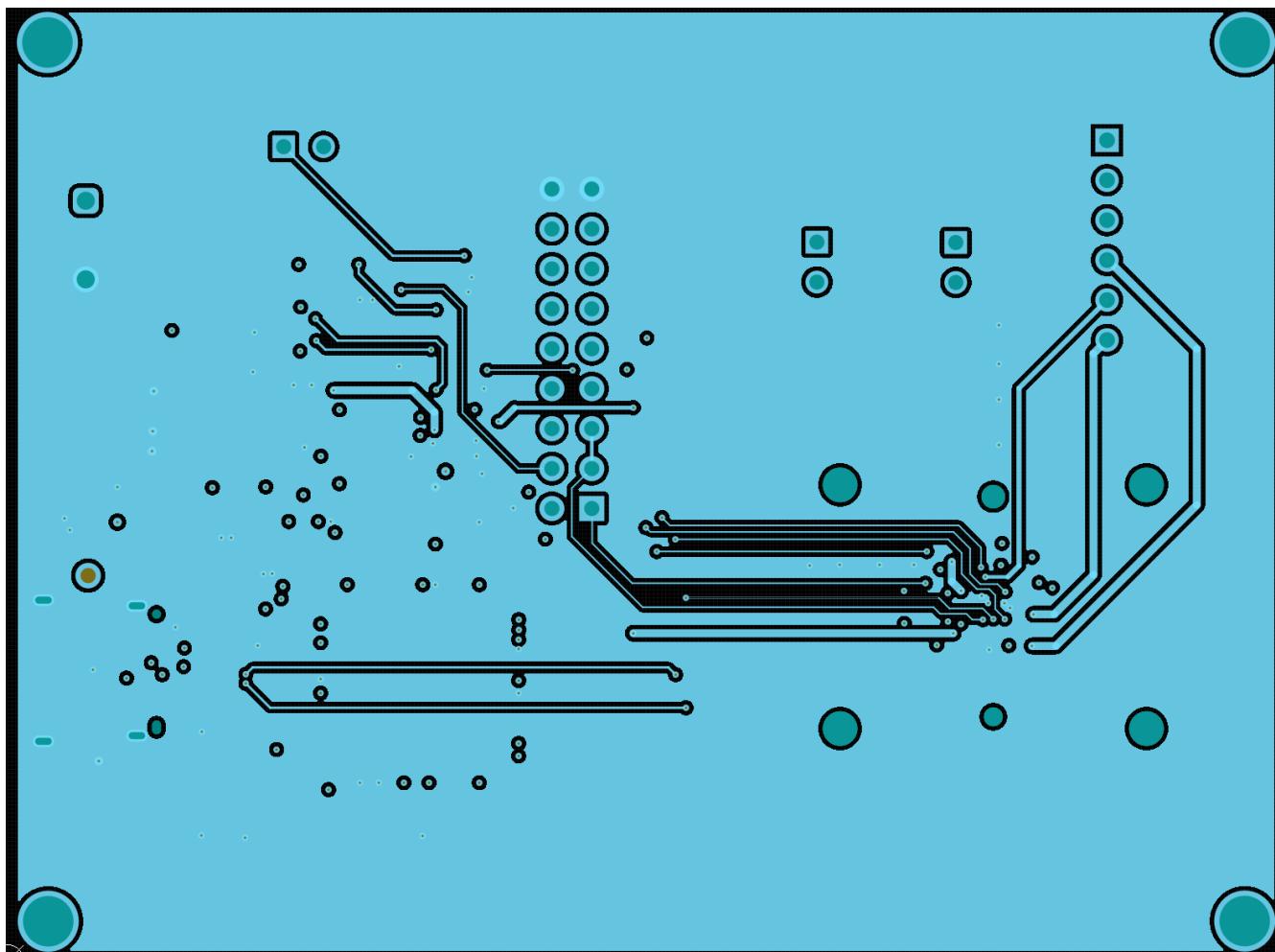


图 4-4. 中间层 1

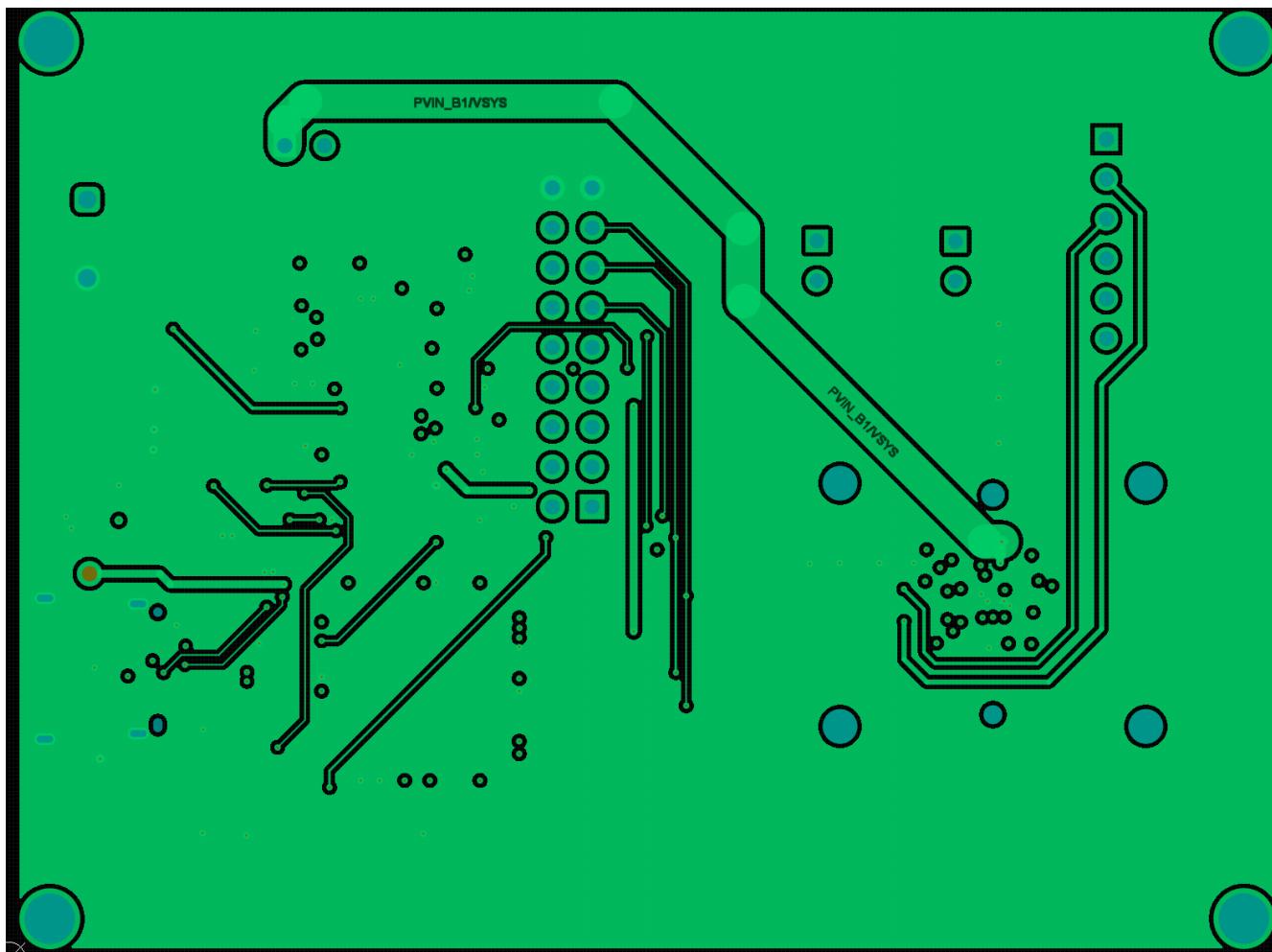


图 4-5. 中间层 2

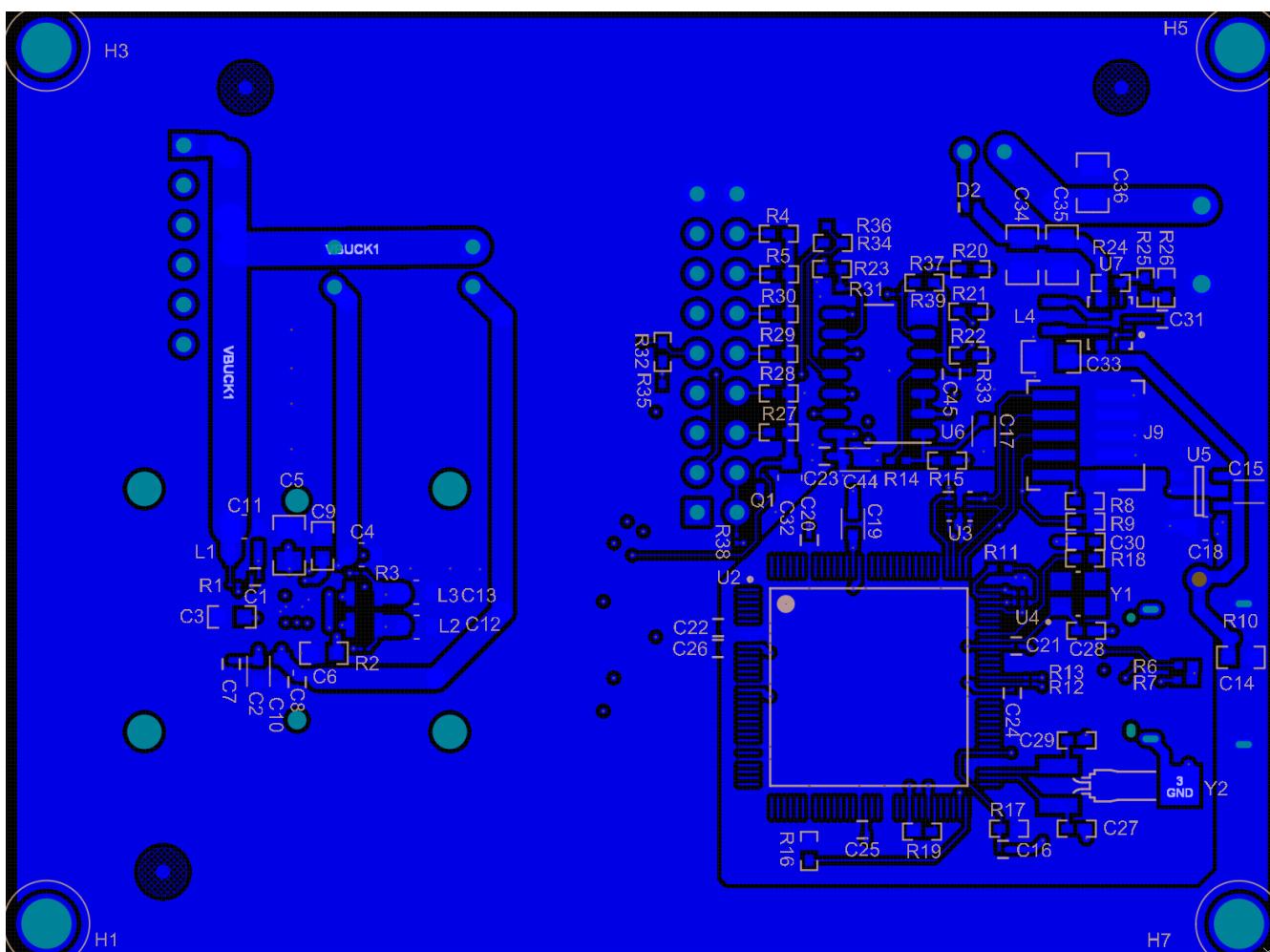


图 4-6. 中间层 3

4.3 物料清单 (BOM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		IPP013	不限
C1、C7、C8、C16、 C20、C21、C22、C23、 C24、C25、C26、C31、 C45	13	100nF 10V	多层陶瓷电容器， 100nF, 10V, X7S ±10%, 0201, 纸质 T/R		C0603X7S1A104K030BC	TDK
C2、C15、C17、C19、 C44	5	2.2μF	电容, 陶瓷, 2.2uF, 10V, X7S, 10%, 焊盘 SMD, 0603, +125°C, 汽车 T/R	603	CGA3E3X7S1A225K080 AB	TDK
C3、C6、C9	3	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 16V, +/-10%, X7R, AEC- Q200 1 级, 0603	603	CGA3E1X7R1C105K080 AC	TDK
C4、C10、C11、C12、 C13、C18、C32	7	10μF ±10% 10V	10μF ±10% 10V 陶瓷电容 器 X7S 0805 (公制 2012)	805	CGA4J3X7S1A106K125A E	TDK
C5、C36	2	4.7uF	电容, 陶瓷, 4.7uF, 50V, +/-10%, X5R, AEC-Q200 3 级, 0805	805	GRT21BR61H475KE13L	MuRata
C14	1	3300pF	电容, 陶瓷, 3300pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	603	C0603C332K5RACTU	Kemet
C27、C28、C29、C30	4	12pF	电容, 陶瓷, 12pF, 50V, +/-5%, C0G/ NP0, AEC-Q200 1 级, 0402	402	GCM1555C1H120JA16J	MuRata
C33、C34、C35	3	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 16V, +/-10%, X7R, 0805	805	CL21B106KOQNNNE	Samsung Electro- Mechanics
D1	1		标准 LED - SMD RGB PLCC6	PLCC6	CV94A-FGC- CPZ1AR1D1EHJMBB7A 363	Cree LED
D2	1	30V	二极管, 肖特基, 30V, 0.5A, SOD882	SOD882	PMEG3005EL,315	Nexperia

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
H1、H3、H5、H7	4		1/4 Hex X 垫片 1/4 Length Hex 内螺纹螺柱	1/4 Hex X 1/4 Length Hex	2100-440-AL	RAF Electronic Hardware
H2、H4、H6、H8	4		机械螺丝，飞利浦盘形头 4-40		9900	Keystone
J1	1		端子块，5mm，2x1，R/A，TH	端子块，5mm，2x1，R/A，TH	1792863	Phoenix Contact
J2、J5、J6	3		接头，100mil，2x1，锡，TH	接头，2引脚，100mil，锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions
J3	1		QFN-p0.50-24P 插座 (3.50x3.50 主体)	SOCKET_QFN24	IC564-024-780	Yamaichi Electronics
J4	1		接头，100mil，9x2，金，TH	9x2 接头	TSW-109-07-G-D	Samtec
J7	1		接头，2.54mm，6x1，锡，TH	接头，2.54mm，6x1，TH	640456-6	TE Connectivity
J8	1		插座，0.5mm，USB Type-C，R/A，SMT	插座，0.5mm，USB Type-C，R/A，SMT	12401610E4#2A	Amphenol Canada
L1、L4	2	1.5uH	薄膜电感器，1.5uH，3.1A，0.06Ω，AEC-Q200 0 级，SMD	2.5x2mm	TFM252012ALMA1R5MT AA	TDK
L2、L3	2	1.0uH	薄膜电感器，1.0uH，3.7A，0.042，AEC-Q200 0 级，SMD	2.5x2mm	TFM252012ALMA1R0MT AA	TDK
LBL1	1		热转印打印标签，0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签，0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
Q1	1	12V	MOSFET，N 沟道，12V，2.1A，YJC0003A (PICOSTAR-3)	YJC0003A	CSD13381F4	德州仪器 (TI)
R1、R2、R3、R12、R13、R33	6		电阻，SMD，0Ω，跳线，1/20W，0201	0201 (公制 0603)	RC0201JR-070RL	Yageo
SW1、SW2	2		TACT 5.2 X 5.2，1.5 MM 厚，160GF，		PTS526SMG15JSMTR2	C&K

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
TP1、TP2	2		测试引线夹和挂钩, SMT	测试点, 封装 3.25x1.65mm	S1751-46	Harwin
U2	1		MSP432E401YTPDT、 PDT0128A (TQFP-128)	PDT0128A	MSP432E401YTPDT	德州仪器 (TI)
U4	1		具有电源钳位的 4 通道 USB ESD 解决方案, DRY0006A (USON-6)	DRY0006A	TPD4S012DRYR	德州仪器 (TI)
U5	1		单通道输出 LDO, 300mA, 固定 3.3V 输出, 2V 至 5.5V 输入, 具有低 IQ, 5 引脚 SOT-23 (DBV), -40°C 至 125°C, 绿色环保 (RoHS, 无锑/溴)	DBV0005A	TLV70233DBVT	德州仪器 (TI)
U6	1		六路施密特触发反相器, D0014A, TUBE	D0014A	CD74AC14M96	德州仪器 (TI)
U7	1		电源管理		TPS630702RNMR	德州仪器 (TI)
Y1	1		晶振, 25MHz, 8pF, SMD	3.2mm x 0.75mm x 2.5mm	NX3225GA-25.000M- STD-CRG-2	NDK

5 其他信息

5.1 商标

Google Chrome™ is a trademark of Google, LLC.

Mozilla Firefox™ is a trademark of Mozilla Foundation.

USB-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

Windows® is a registered trademark of Microsoft Corporation.

MacOS® is a registered trademark of Apple Inc.

Linux® is a registered trademark of Linus Torvalds.

所有商标均为其各自所有者的财产。

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出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