

EVM User's Guide: TPS65214EVM-SKT

TPS65214 评估模块



说明

TPS65214EVM-SKT 旨在提供快速设置，用于评估 TPS65214 电源管理 IC (PMIC) 并帮助在寄存器级别上熟悉 PMIC。该 EVM 内置可配置接头和跳线。借助 USB-C® 端口和板载 USB 转 I²C 适配器，可通过板载 MSP432™ 轻松与器件进行通信。

开始使用

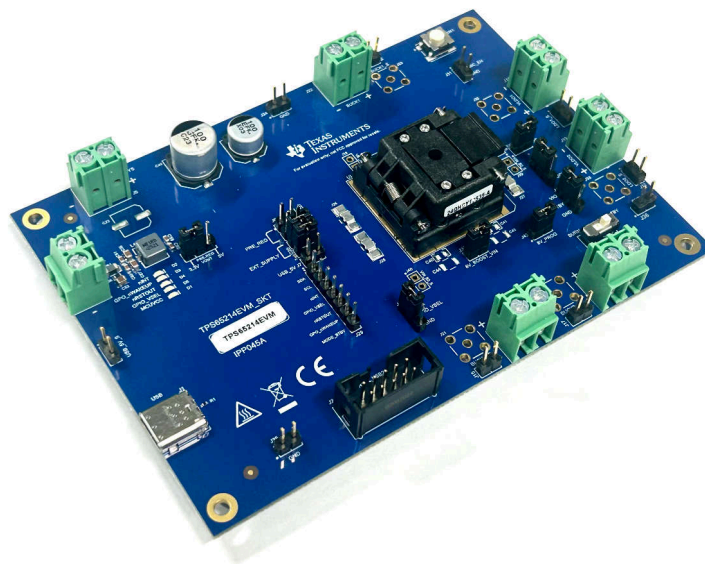
1. 订购 TPS65214EVM-SKT。
2. 使用提供的链接访问 GUI，以便在浏览器中在线使用或直接下载桌面版本：[TPS65214-GUI](#)。
3. 使用外部 USB2ANY 接口适配器将 EVM 硬件连接到主机计算机，并为电路板提供输入电源以启用 I²C 通信。

特性

- GUI 支持读取和写入器件寄存器，并可查看和导出寄存器数据
- 用于 I²C 通信的 USB-A 转 USB-C 连接
- 用于 I²C 通信的 USB2ANY 接口支持

应用

- 电器
- 楼宇安全
- 电动汽车充电基础设施
- 防火安全系统
- HMI
- HVAC
- 工业 PC
- 低功耗工业 MPU，例如 AM62L
- 光学模块
- 患者诊断
- 患者监护
- PLC
- 智能电表
- 测试和测量
- 视频监控



TPS65214EVM-SKT

1 评估模块概述

1.1 简介

TPS65214EVM-SKT 是一款完全组装的平台，用于编程和评估 TPS65214 电源管理 IC (PMIC) 的功能。带插座的 EVM 支持 NVM 编程。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。

1.2 套件内容

- TPS65214EVM-SKT 电路板
- USB-A 转 USB-C 电缆

1.3 规格

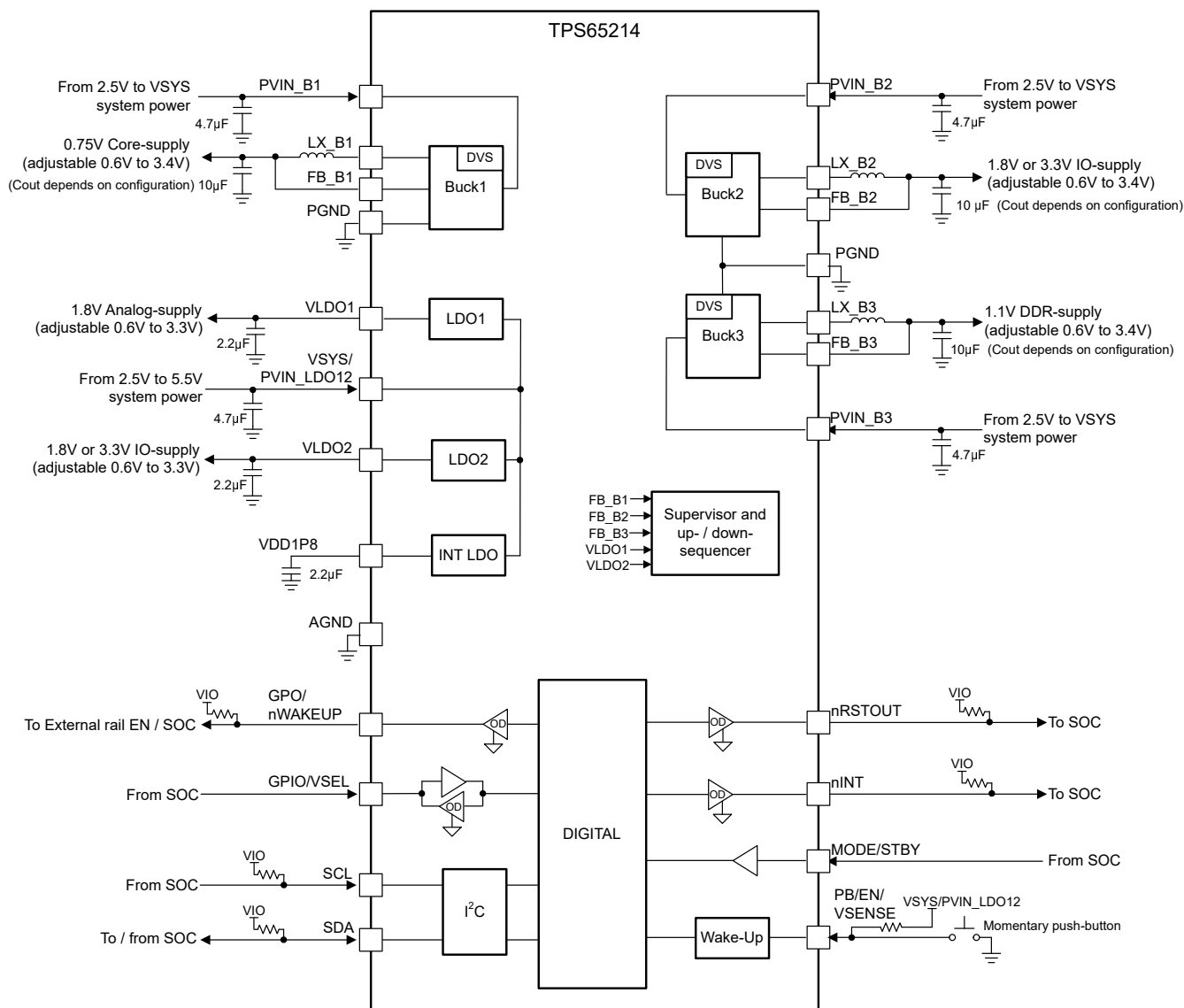


图 1-1. TPS65214 功能框图

1.4 器件信息

TPS65214 是一款电源管理集成电路 (PMIC)，设计用于便携式与固定式应用的各种 SoC 供电。器件在 -40°C 至 $+105^{\circ}\text{C}$ 的环境温度范围内进行了特性表征，因此 PMIC 适用于各种工业应用。该器件包含三个同步直流/直流降压转换器和两个线性稳压器。

小心

以错误的方向将 PMIC 插入插座可能会损坏器件和插座。请注意，IC 的方向应使引脚 1 标记点与右下角插座的带缺口的引脚 1 标记对齐。请参阅图 1-2。

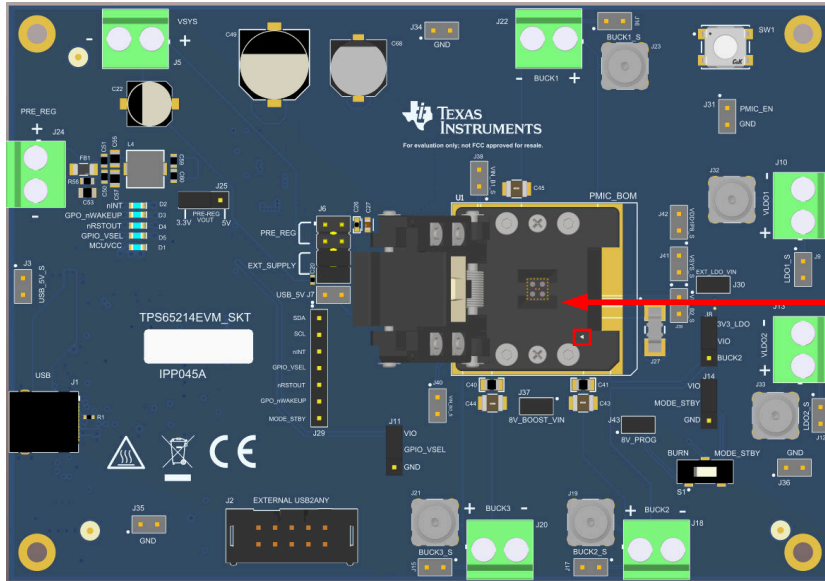


图 1-2. TPS65214EVM-SKT 中的 TPS65214 PMIC 方向

1.5 警告标签



小心

使用前先阅读用户指南。



小心

表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸。

2 硬件

2.1 要求

本节列出了运行该 EVM 所需的最低硬件要求。

EVM : TPS65214 带插座的评估板

PMIC : TPS65214 器件, 用于编程或评估

主机 : 使用 EVM 软件需要具有可用 USB 端口的计算机。EVM 软件在计算机上运行, 并通过外部 USB2ANY 适配器与 EVM 进行通信。

电源 : 能够提供 5V 电压的输入电压源

2.2 TPS65214 资源概览

TPS65214 PMIC 具有多种模拟和数字资源, 可以将其配置, 以便为不同的处理器、FPGA 和 SoC 供电。表 2-1 和表 2-2 总结了模拟电压轨的一些关键电气规格、可能的电源配置和每个稳压器的可编程特性。

表 2-1. TPS65214 电源资源

	Buck1	Buck2 和 Buck3	LDO1	LDO2
输入电压范围	2.5V 至 5.5V	2.5V 至 5.5V	1.4V 至 5.5V	1.4V 至 5.5V
输出电压范围	0.6V 至 3.4V	0.6V 至 3.4V	0.6V 至 3.3V	0.6V 至 3.3V
工作电流	最大 2A	最大 1A	300mA	500mA
限流	5.7A 至 6.9A	3.9A 至 4.7A	600A 至 900mA	400A 至 900mA
状态监控	UV、NEG_OC、OC、SCG、RV	UV、NEG_OC、OC、SCG、RV	UV、OC、SCG、RV	UV、OC、SCG、RV
电压轨配置	降压转换器	降压转换器	LDO ; 负载开关	LDO ; 负载开关
短路阈值 (SCG)	220mV 至 300mV	220mV 至 300mV	220mV 至 300mV	220mV 至 300mV

2.2.1 TPS65214 多功能引脚

TPS65214 具有三个可根据功能用途进行配置的多功能引脚。表 2-2 展示了每个引脚的可用功能以及这些引脚是如何配置和运行的。

备注

只有 MODE/RESET 或 MODE/STBY 引脚之一可以配置为 MODE。如果两者都配置为 MODE, 则优先采用 MODE/RESET, 而 MODE/STBY 将被忽略。

表 2-2. TPS65214 多功能引脚

引脚名称	引脚配置	运行
GPIO/VSEL	GPIO 可通过 GENERAL_CONFIG 寄存器中的 GPIO_CONFIG 位配置为输入或输出。	有关详细操作, 请参阅 TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表 中的“GPIO/VSEL 配置为 GPIO”部分。
	VSEL 引脚电平用于通过 MFP_1_CONFIG 寄存器中的 VSEL_RAIL 位来设置 Buck1 或 Buck3 的输出电压。	有关详细操作, 请参阅 TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表 中的“配置为 ‘VSEL’ 的 GPIO/VSEL”部分。
MODE/STBY	模式 强制降压转换器进入 PWM 模式, 或允许其自动进入 PFM 模式。	引脚状态决定降压转换器的开关模式。
	STBY 将器件设置为低功耗模式。	禁用选择的电源轨。将引脚低电平的持续时间置为超过 $t_{DEGLITCH_MFP}$ 。MODE 和 STBY 两者可以组合。电平敏感。

表 2-2. TPS65214 多功能引脚 (续)

引脚名称	引脚配置	运行
GPO/nWAKEUP	GPO 用于对外部电源轨定序的通用输出	可配置的上电和断电序列,也可通过 GENERAL_CONFIG 寄存器中的 GPO_EN 位进行控制。
	nWAKEUP 向主机发送信号,以便指示上电事件。	引脚保持低电平,直到器件退出 INITIALIZE 状态。极性不可配置。

2.3 EVM 配置

下述章节概述了如何配置 TPS65214EVM-SKT 以进行一般实验。

TPS65214EVM-SKT 可配置如下：

1. 使用 [电源电压设置](#) 中指示的跳线为预期应用配置稳压器输入电源轨
2. 使用 [多功能引脚设置](#) 中指示的模式配置说明从外部配置多功能引脚。请注意,在 SD 或 DDR 电压选择中,稳压器选择的默认配置可能因不同的 NVM 配置而不同(极性可配置)。
3. 将 VSYS 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 5V。
4. 如果使用配置为首次电源检测(FSD)的 TPS65214 版本,则只要将 5V 电源连接到 VSYS,就会执行上电序列。

2.3.1 默认 EVM 配置

TPS65214EVM-SKT 设计用于搭配 TPS6521405 PMIC,后者是 TPS65214 器件系列的可订购器件型号之一。[表 2-3](#) 显示了 EVM 的默认跳线配置。作为参考,[图 2-1](#) 演示了 EVM 上的输出电压和跳线位置。该带插座的 EVM 还可用于评估其他 TPS65214 变体。如果重新配置 PMIC 或将其替换为其他可订购器件,请根据需要更改外部无源元件和跳线配置。

有关可重新配置的设置和相关 I2C 寄存器的更多信息,请参阅 [TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表](#)。

TPS65214EVM-SKT 旨在展示 PMIC 系列的一些潜在用途。该 EVM 的功能比 TPS65214x 器件系列更受限。

表 2-3. TPS65214EVM-SKT 默认跳线配置

	接头		跳线默认位置
电源电压设置	J6、J7	PRE_REG/EXT_SUPPLY/ USB_V	设置为使用来自 VSYS 输入的外部电源提供系统电压
	J25	PRE-REG VOUT	将前置稳压器的输出设置为 3.3V
VIO 电压设置	J8	VIO	设置为使用外部 3.3V LDO 为 VIO 供电
	J30	EXT_LDO_VIN	设置为使用 VSYS 为外部 3.3V LDO 供电
多功能引脚设置	J11	GPIO_VSEL	高电平 = ON (默认 EVM 配置) 低电平 = OFF
	J14	MODE_STBY	高电平 = 活动状态 (默认 EVM 配置) 低电平 = 待机状态
	J37	8V_BOOST_VIN	设置为使用 VSYS 为外部 8V 升压转换器供电
	J43	8V_PROG	设置为使用外部 8V 升压转换器为 S1 BURN 供电
	S1	BURN/ MODE_STBY	正常运行时的 MODE_STBY 引脚,具体取决于 J14 配置

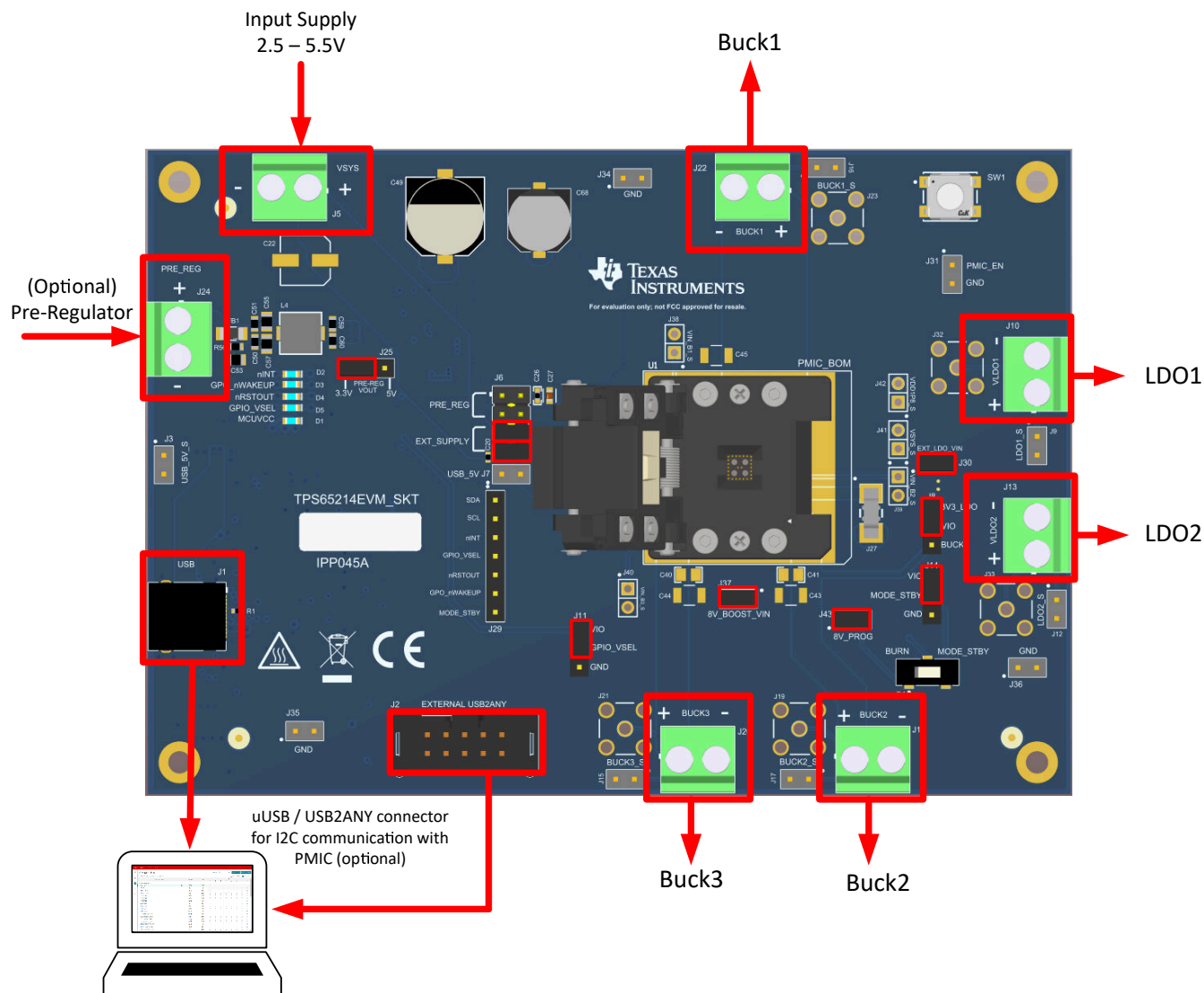


图 2-1. TPS65214EVM-SKT 默认配置

2.3.2 配置接头

TPS65214EVM-SKT 具有多个接头，可用于更改某些电源轨的输入电源。该 PCB 还包含允许使用多功能引脚更改 PMIC 特定功能的接头。表 2-4 列出了每个选项的所有接头和预期配置。作为参考，接头位置和配置选项如图 2-2 所示。

表 2-4. TPS65214EVM-SKT 配置接头

接头名称	说明	配置
J6	PRE_REG/EXT_SUPPLY 输入源选择	J6-1、J6-3 VSYS 由前置稳压器输出 (3.3V/5V) 供电
		J6-5、J6-7 VSYS 由 VSYS 输入 (J5) 处的外部电源供电
J7	USB_5V 输入源选择	J7-1 VSYS 由 USB 输入供电
J8	VIO 源选择	J8-1 VIO 由外部 3.3V LDO 供电
		J8-3 VIO 由 BUCK2 供电输出

表 2-4. TPS65214EVM-SKT 配置接头 (续)

	接头名称	说明	配置
J11	GPIO_VSEL	GPIO/VSEL 引脚的高电平/低电平选择	J11-1 : 将 GPIO/VSEL 引脚设置为高电平。具体影响取决于配置 (GPIO 或 VSEL) J11-3 : 将 GPIO/VSEL 引脚设置为低电平。具体影响取决于配置 (GPIO 或 VSEL)
J14	MODE_STBY	MODE/STBY 引脚的高电平/低电平选择	J14-3 : 将 MODE/STBY 引脚设置为高电平。具体影响取决于配置 (MODE、STBY 或两者) J14-1 : 将 MODE/STBY 引脚设置为低电平。具体影响取决于配置 (MODE、STBY 或两者)
J30	EXT_LDO_VIN	外部 3.3V LDO 输入	外部 LDO 由 VSYS 供电
J31	PMIC_EN	PMIC 使能	如果 EN/PB/VSENSE 配置为 EN，则使用 PMIC 使能引脚
J37	8V_BOOST_VIN	外部 8V 升压输入	外部升压转换器由 VSYS 供电
J43	8V_PROG	输出至 MODE/STBY 引脚的 8V 升压电压	将升压转换器的 8V 电压连接到 S1
S1	BURN/MODE_STBY	MODE/STBY 8V 控制	BURN 将 MODE_STBY 引脚设置为 8V，以进入编程模式。 MODE_STBY 会将 MODE_STBY 引脚设置为标准运行状态。MODE_STBY 引脚根据 J14 配置进行设置。

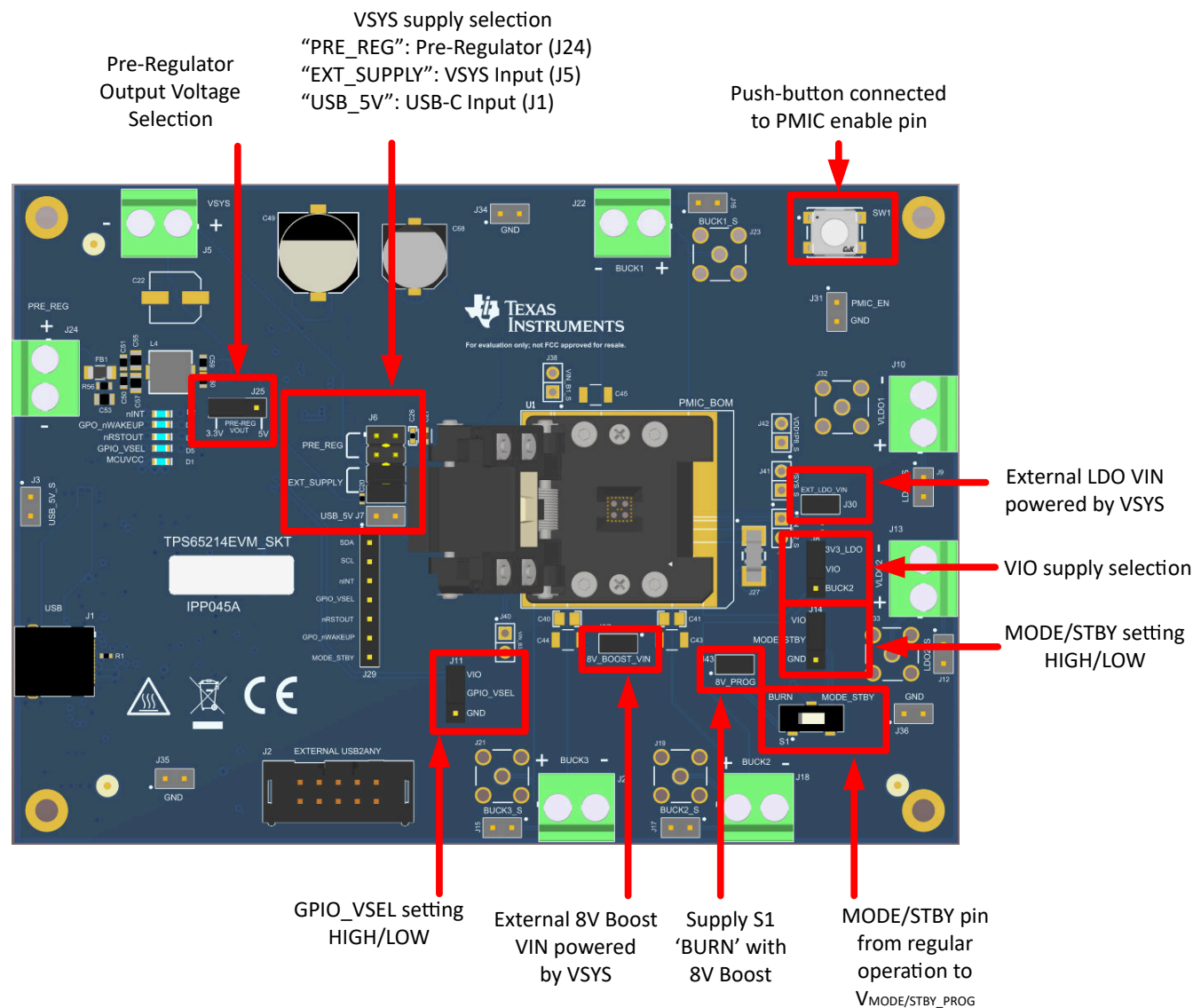


图 2-2. TPS65214EVM-SKT 接头配置

2.3.3 测试点

TPS65214EVM-SKT 包含额外接头，可用作电压和电流检测的测试点。测试点的引线分配如 表 2-5 中所示。

表 2-5. TPS65214EVM-SKT 测试点

	接头名称	相关引线
J3	USB_5V_S	USB 输入检测
		GND
J9	LDO1_S	LDO1 输出检测
		GND
J12	LDO2_S	LDO2 输出检测
		GND
J15	BUCK3_S	BUCK3 输出检测
		GND

表 2-5. TPS65214EVM-SKT 测试点 (续)

	接头名称	相关引线
J16	BUCK1_S	Buck1 输出检测
		GND
J17	BUCK2_S	BUCK2 输出检测
		GND
J34	GND	GND 连接
J35	GND	GND 连接
J36	GND	GND 连接

2.4 使用 USB2ANY 连接 EVM

首先，请查看 [USB2ANY 接口适配器用户指南](#)，确保 USB2ANY 适配器具有正确的固件和元件。文档中包含有关适配器引脚功能的其他信息。

要使用 USB2ANY 适配器将 EVM 连接到计算机，请将 USB2ANY 的带状电缆插入 EVM 上的 J2 接头。带状电缆两端均采用键控方式，以确保所有引脚均已正确连接。将从 USB2ANY 另一侧延伸出来的 USB 电缆插入计算机。

3 软件

3.1 图形用户界面 (GUI)

TPS65214-GUI 既可在浏览器中使用，也可作为独立应用程序使用。该软件提供了一种简单的方法，可使用内置 USB2ANY 并利用 MSP432 通过 I2C 与器件进行通信。本节包含有关 GUI 安装和设置过程的详细信息。请注意，该 EVM 可在不使用软件的情况下上电和运行。

本节介绍了德州仪器 (TI) **TPS65214 图形用户界面 (GUI)** 工具的使用和功能。

3.1.1 入门

入门涉及以下步骤：

1. 在“Gallery”中找到该 GUI
2. 下载所需软件
 - a. 用于从 Web 浏览器运行该 GUI 的 TI Cloud Agent
 - b. 该 GUI 的离线版本
3. 启动 GUI

3.1.1.1 查找 GUI

PMIC GUI 基于与 Chrome™ 或 Firefox™ 兼容的 GUI Composer。建议使用 Chrome 网络浏览器，而本文档通篇使用该浏览器进行演示。PMIC GUI 还与 Microsoft Edge™ 兼容。可以通过 **TI DevTools** 页面中的 TI 开发工具找到该 GUI。从“Tools”选项卡（在图 3-1 中以蓝色突出显示）导航至“Gallery”是进入“Gallery”的一种方式。

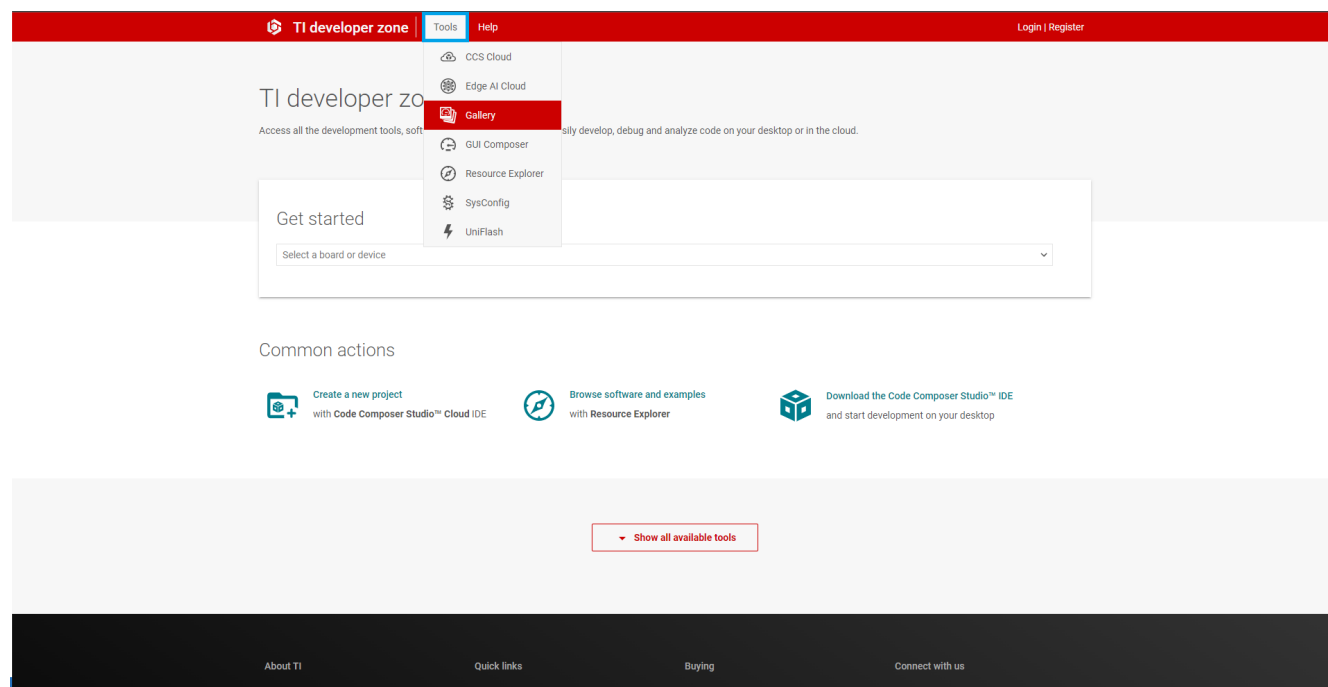


图 3-1. GUI Composer Gallery

在“Gallery”中，使用搜索栏并输入 TPS65214-GUI，找到 TPS65214-GUI 面板（如 图 3-2 所示）。

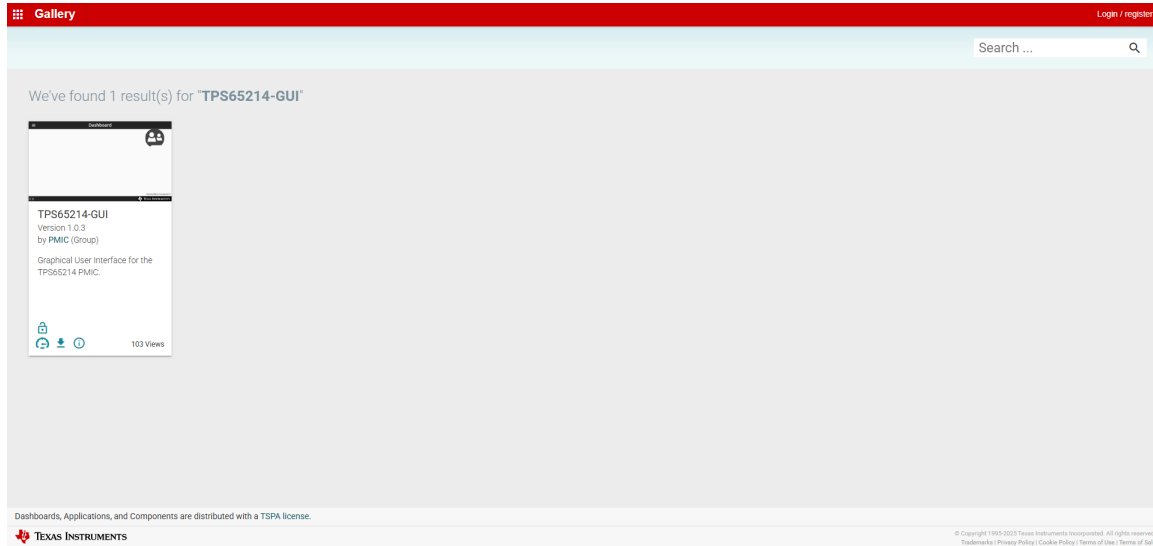


图 3-2. 在“Gallery”中找到 PMIC GUI

3.1.1.2 下载所需的软件

独立的 GUI 和 GUI Composer Runtime 都可通过“PMIC”面板获取。TI Cloud Agent 使 GUI 能够通过 Web 浏览器运行，但需要连接互联网才能运行 GUI。相比之下，独立的 GUI 要大得多，但不需要连接互联网。

如 图 3-3 所示，在将光标放置在下载图标上时，弹出窗口中会显示下载选项。上部三个选项提供相应操作系统的独立下载，而下部三个选项提供 GUI Composer Runtime 的独立下载。

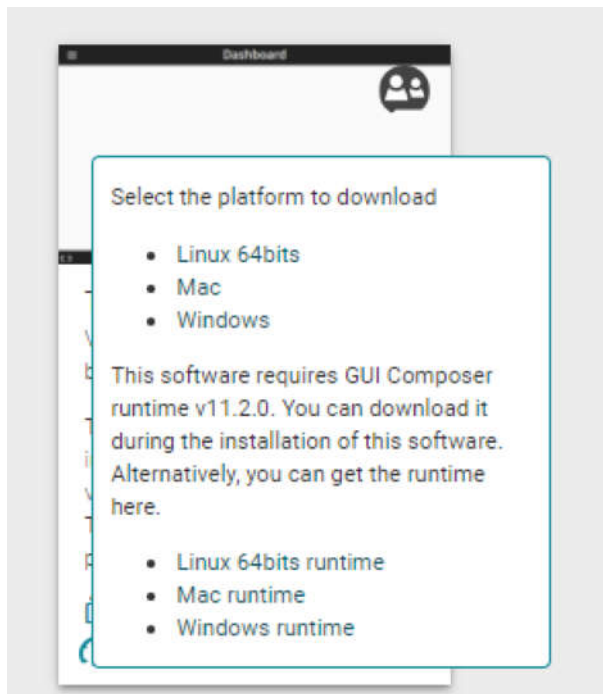


图 3-3. GUI 软件下载选项

3.1.1.3 启动 GUI

下载适当的软件后，使用本地 PC 应用程序或使用 Gallery 从 TI Cloud 启动 GUI。要使用 TI Cloud 版本的 GUI，只需点击面板中与下载或信息图标无关的任意位置（如 图 3-4 所示）。

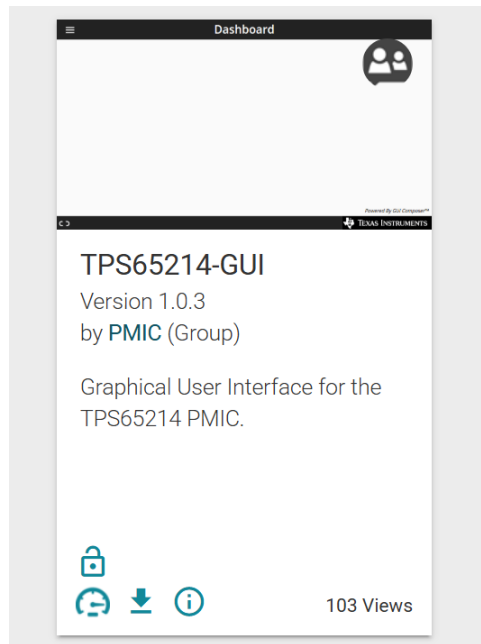


图 3-4. Gallery 中的 GUI 面板。

图 3-5 展示了 PC 应用的一个示例。

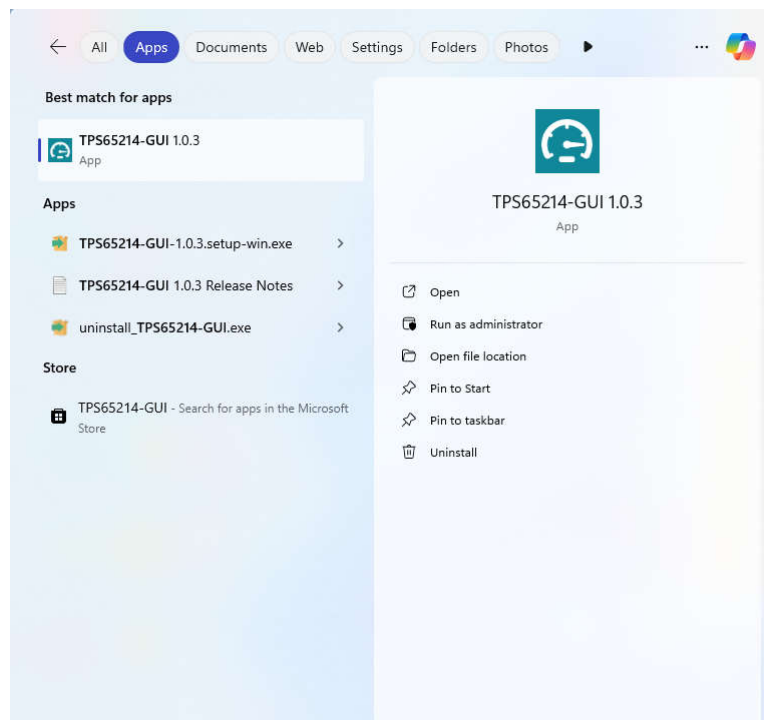


图 3-5. PMIC GUI 桌面应用

3.1.1.4 连接到 EVM

GUI 会显示主页，如 图 3-6 所示。通过使用主页上显示的按钮，用户可以导航至后续部分中介绍的其他 GUI 页面。也可以在 GUI 界面的左侧找到这些 GUI 页面。



图 3-6. GUI 主页

3.1.2 配套资料页面

图 3-7 所示的“Collateral”页面包含 TPS65214 PMIC 器件的功能方框图。

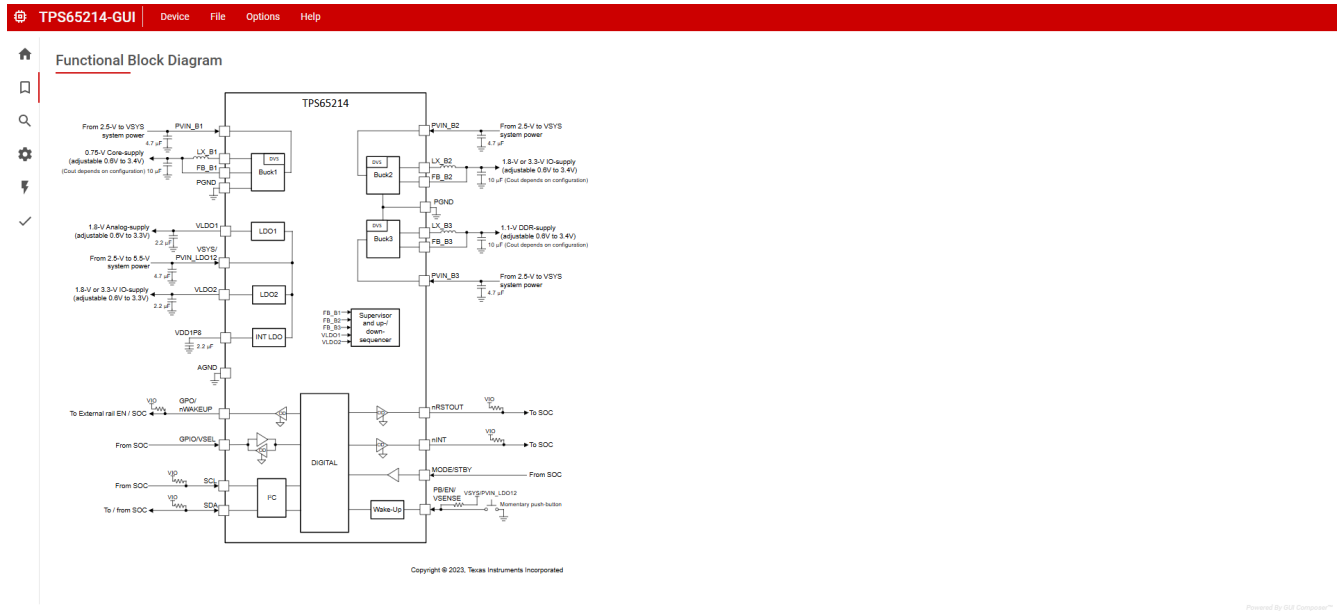


图 3-7. 配套资料页面

3.1.3 寄存器映射页面

“Register Map” 页面 (如图 3-8 所示) 列出了可用于配置的不同寄存器, 旨在用于直接读取和写入 PMIC 寄存器。寄存器读取和写入操作可以单独完成, 也可以一次性全部完成。可以使用 **READ ALL REGISTERS** 按钮旁的下拉菜单选择自动读取时序, 从而启用 “Auto Read” 特性。使用页面顶部的搜索栏, 按名称或地址搜索寄存器。

搜索栏下方的前三列依次显示每个寄存器的名称、十六进制地址和数据值。**Bits** 列包含每个寄存器的位值, 可通过取消选中页面顶部 **READ ALL REGISTERS** 按钮下方的 **Show Bits** 框将这些列隐藏。双击此部分中的位可更改位值。

页面右侧的 “Field View” 部分显示了按相应控制块分组的寄存器位。选择位字段标签旁边的问号图标, 以查看有关位字段的更多详细信息。这个函数也会在 **Bits** 列中用黄色突出显示相应位所在的方框。每个字段都有一个名称, 以每个框顶部的蓝色文本显示。通过选中搜索栏右侧的 **Search Bitfields** 方框, 使用搜索栏查找字段名称。

在 **Immediate Write** 模式 (位于页面右上角的切换选项) 下, 写入按钮呈灰色显示, 因为每次在 “Field View” 中进行更改 (位更改或十六进制值更改) 后, 会立即对各个寄存器分别进行写入。在 **Deferred Write** 模式下, 选择 **WRITE REGISTER** 或 **WRITE ALL REGISTERS** 按钮后, 单个寄存器或所有寄存器才会执行写入。

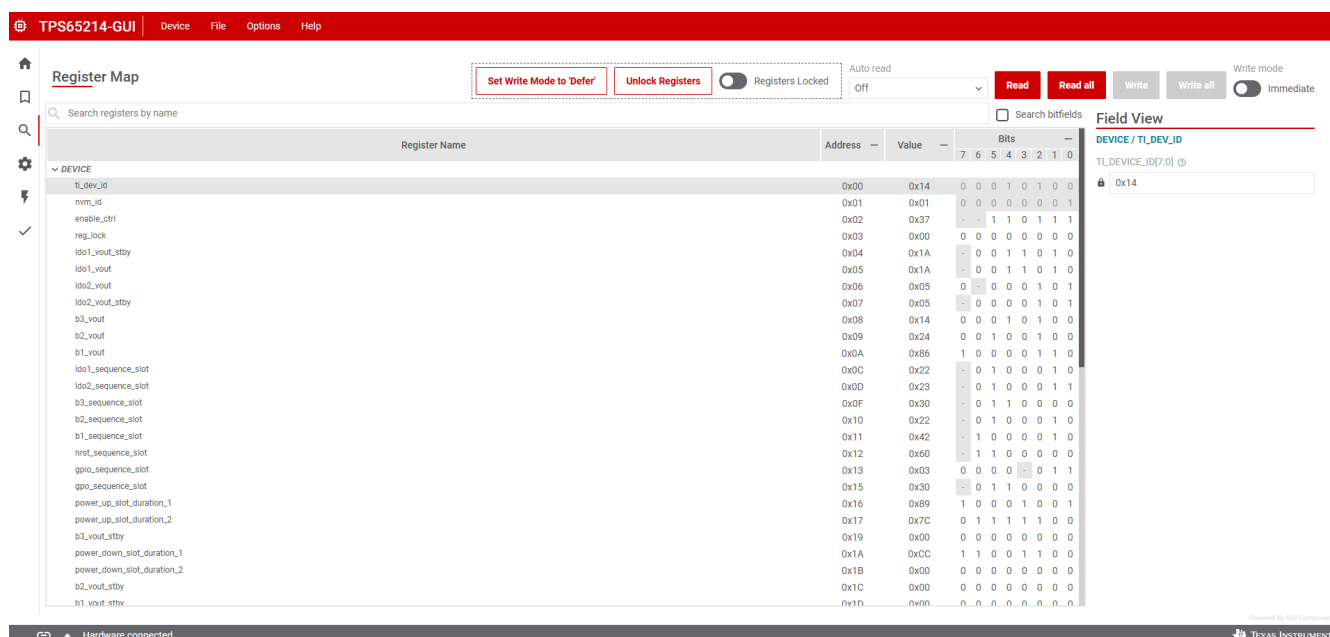


图 3-8. 寄存器映射页面

备注

只读寄存器显示为灰色并锁定, 以阻止写入尝试。保留寄存器位会以破折号显示。

3.1.4 器件配置页面

器件配置页面是 GUI 的主要功能，突出了 PMIC 的可配置性（如 图 3-9 所示）。在该页面上，寄存器字段根据用例进行分组，并进行标记以指示每个块控制 PMIC 的哪一部分。

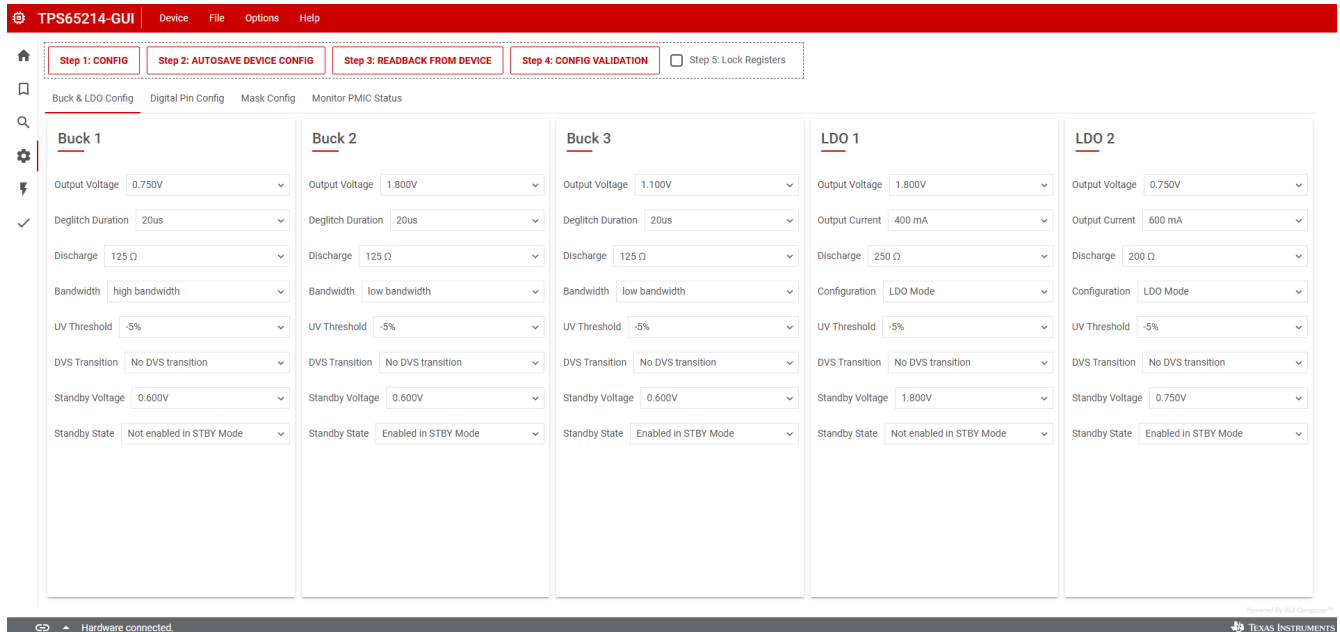


图 3-9. 器件配置页面

3.1.4.1 配置字段

可以在器件配置页面上更改寄存器设置，并遵循“Register Map”页面上指定的寄存器写入模式（“Immediate”或“Deferred”）。

BUCK & LDO Config 选项卡包含 PMIC 每个电源轨的寄存器设置。有关 LDO 的负载开关和旁路模式的更多信息，请参阅 [TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表](#)。

Digital Pins Config 选项卡用于控制使能配置和数字 I/O 引脚的设置（有关多功能引脚的详细信息，请参阅 [TPS65214 用于 ARM Cortex 处理器的集成电源管理 IC 数据表](#)）。

Mask Config 选项卡可让用户控制 PMIC 保护特性的故障报告，包括对欠压、温度和中断信号的屏蔽。

Monitor PMIC Status 选项卡包含一组只读状态寄存器，这些寄存器会显示电源轨启用和中断情况（显示为数字 LED）。本部分提供有关 PMIC 及运行条件的快速视觉反馈。

3.1.4.2 创建和加载自定义配置

“NVM 配置”页面无需硬件来开发 NVM 配置。只有在尝试将配置上传到目标器件中时才需要连接实际器件。

将寄存器设置为所需配置后，请找到屏幕顶部的 **File** 选项卡，为配置文件选择一种格式（如 图 3-10 所示）。以 CSV（逗号分隔值）、JSON（JavaScript™ 对象表示法）或 TXT（纯文本文件）格式保存寄存器配置。接下来，使用 **Save Registers As...** 选项，以所选格式下载保存的配置。

要将现有配置加载到 NVM 中，请使用 **Load Registers Map** 选项并找到配置文件。保存现有寄存器映射，或从 **OTP Validation** 选项卡下载器件 OTP 文件，以获取可接受配置文件格式的示例。

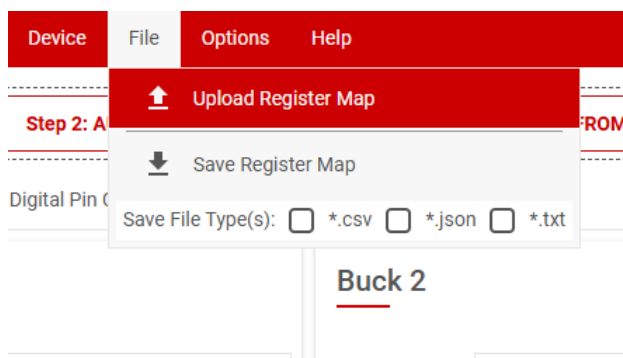


图 3-10. 保存和加载寄存器选项

3.1.5 NVM 编程页面

有关 NVM 编程过程的详细信息，请参阅 [TPS65214 NVM 编程指南](#)。

可在 NVM 编程页面对器件 NVM 存储器重新编程，以更改默认寄存器设置。本页包含四个主要功能，分别与图 3-11 中所示的按钮相对应。仅当从“初始化”状态（PMIC 电源轨关闭）对 PMIC 重新编程时，才需要前两个步骤，即 I2C OFF REQUEST 和 ENABLE I2C COMMUNICATION。

- **I2C OFF REQUEST** 按钮通过 I2C 触发关闭请求，并将 PMIC 发送至“初始化”状态。
- **ENABLE I2C COMMUNICATION** 按钮可在“初始化”状态下启用 I2C 通信。
 - 启用 I2C 通信后，用户可以转到 NVM 配置页面，以选择所需的寄存器设置，或使用 **File** 选项卡选项加载预配置的 JSON 或 CSV 文件。
- **NVM PROGRAMMING** 按钮可将所选的寄存器设置编程到 NVM 中。
- **VALIDATE NVM PROGRAMMING** 按钮可用于读取 NVM 内容，并将其与所选寄存器设置进行比较。结果（PASS 或 FAIL）存储在寄存器 0x34 的字段 7 **NVM_VERIFY_RESULT** 中。

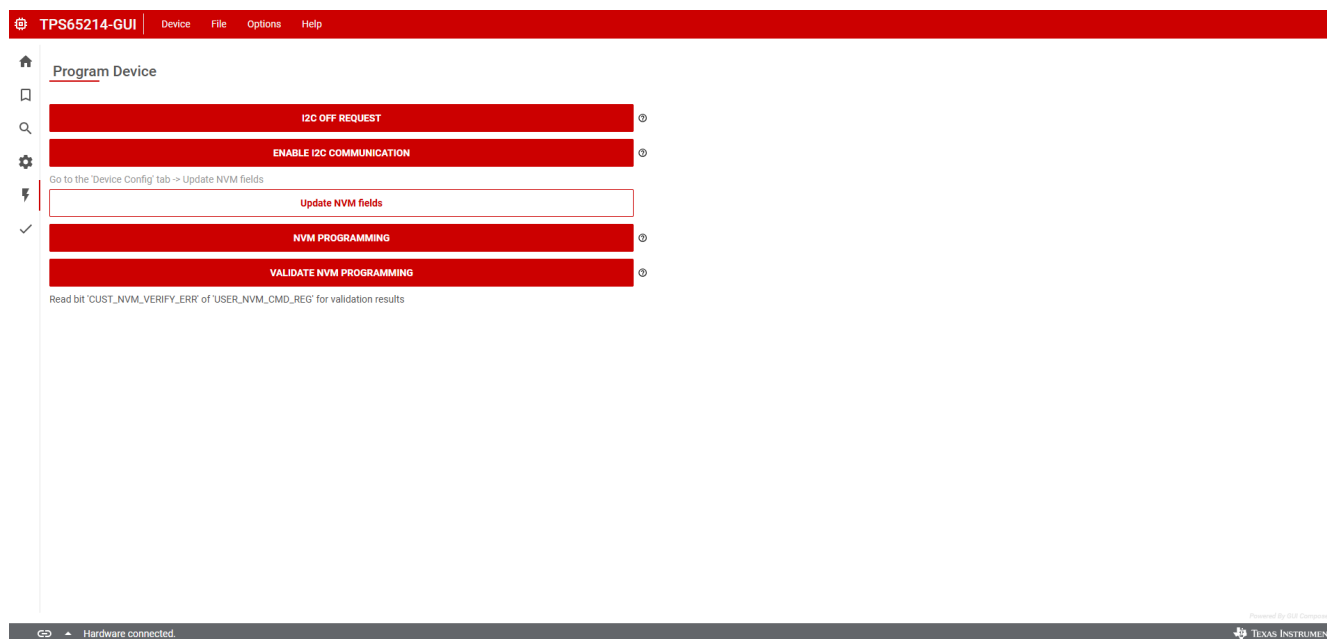


图 3-11. NVM 编程页面

3.1.6 附加特性

在 GUI 界面顶部的“Options”选项卡中，用户可以选择 **Serial Port** 来显示 EVM 至计算机连接的相关信息。

4 硬件设计文件

4.1 TPS65214EVM-SKT 原理图

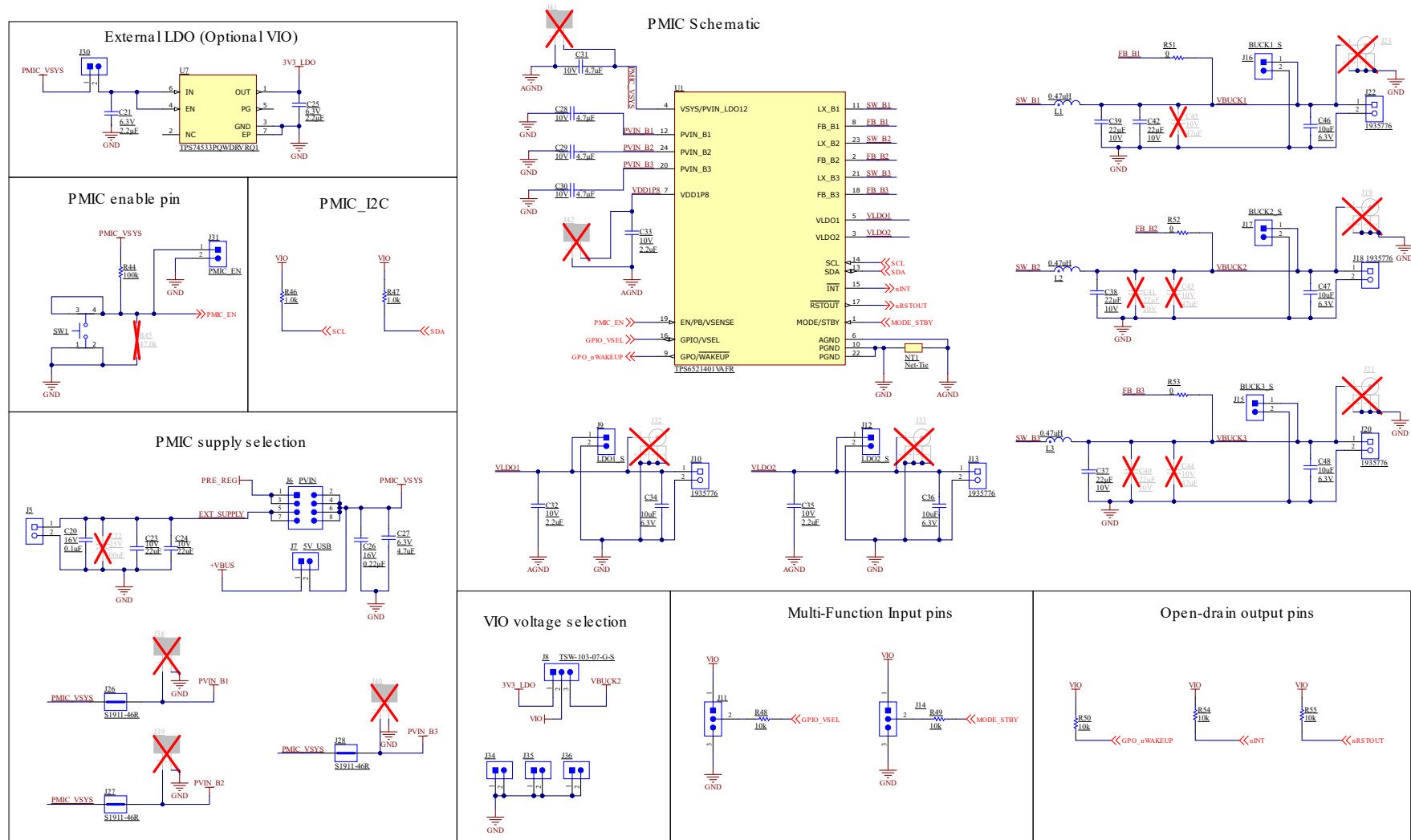


图 4-1. TPS65214EVM-SKT，原理图 (第 1 页)

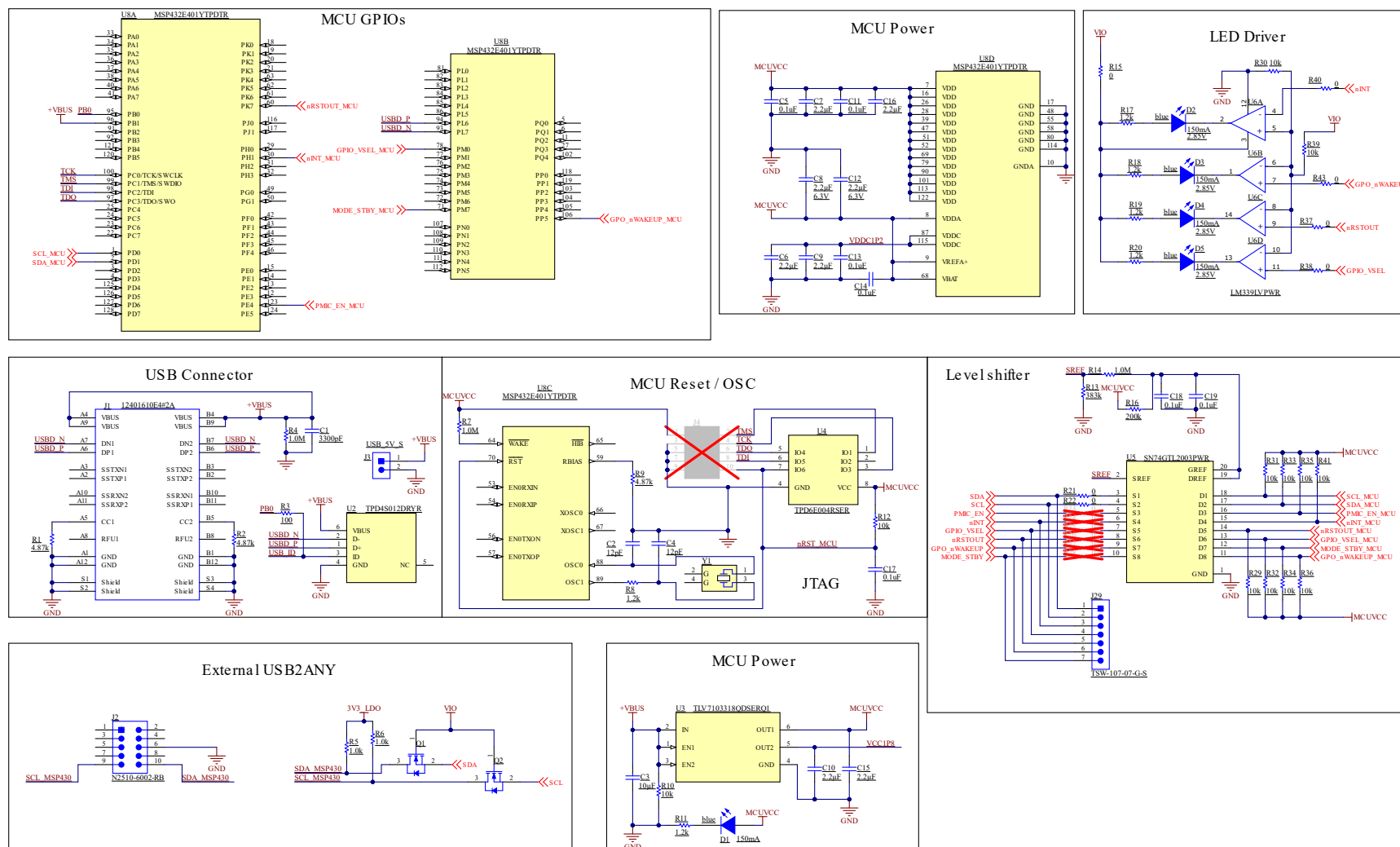


图 4-2. TPS65214EVM-SKT，原理图 (第 2 页)

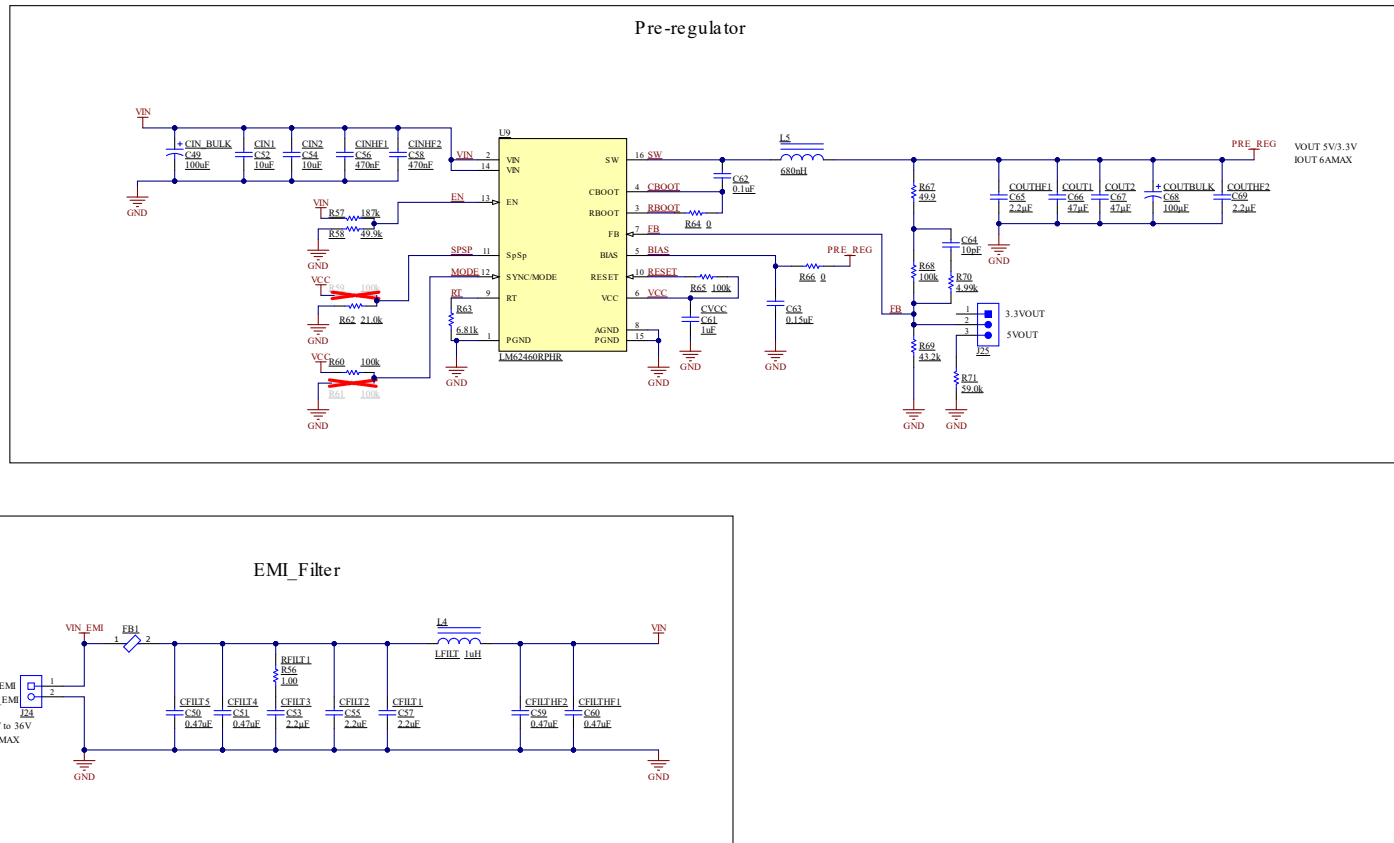


图 4-3. TPS65214EVM-SKT，原理图（第 3 页）

4.2 TPS65214EVM-SKT PCB 层

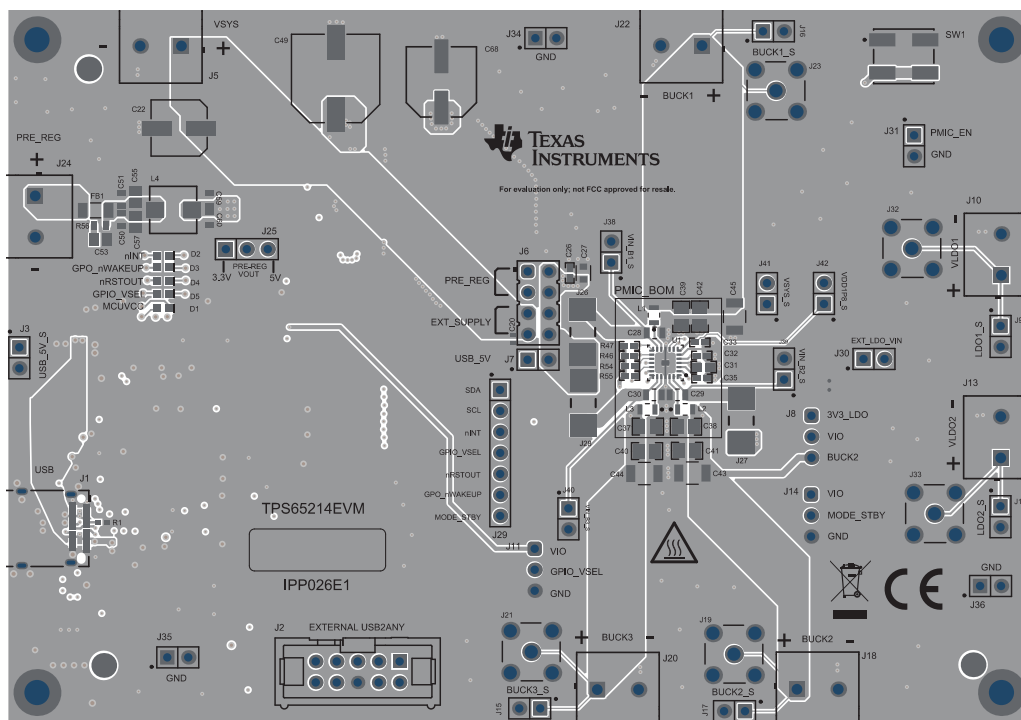


图 4-4. TPS65214EVM-SKT 顶层



图 4-5. TPS65214EVM-SKT 接地层 1

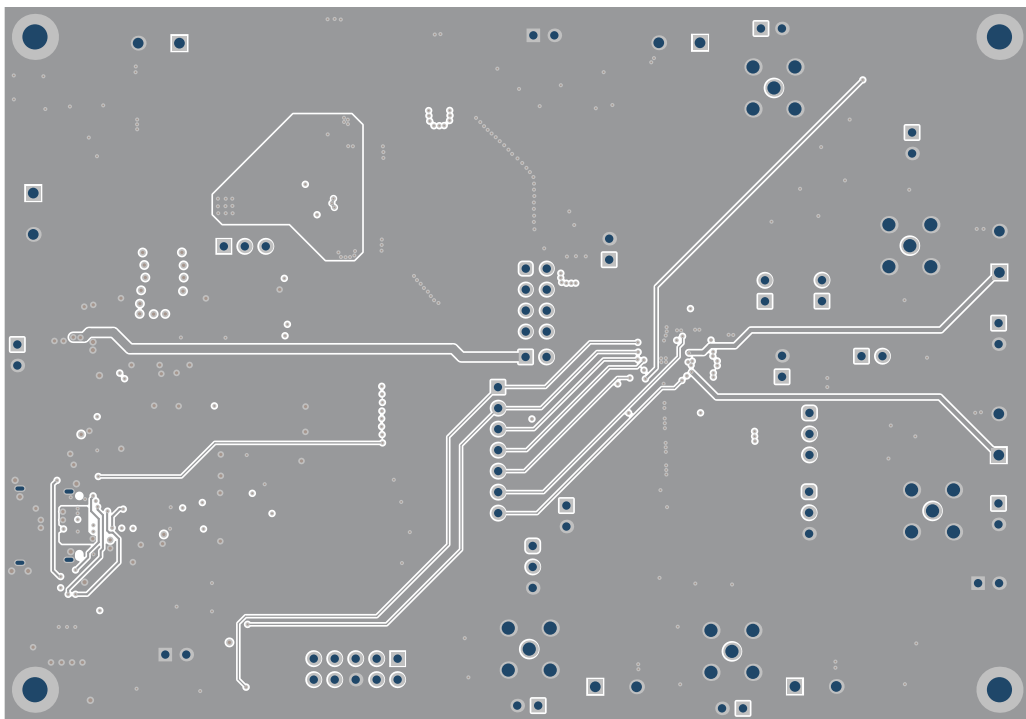


图 4-6. TPS65214EVM-SKT 信号层 1

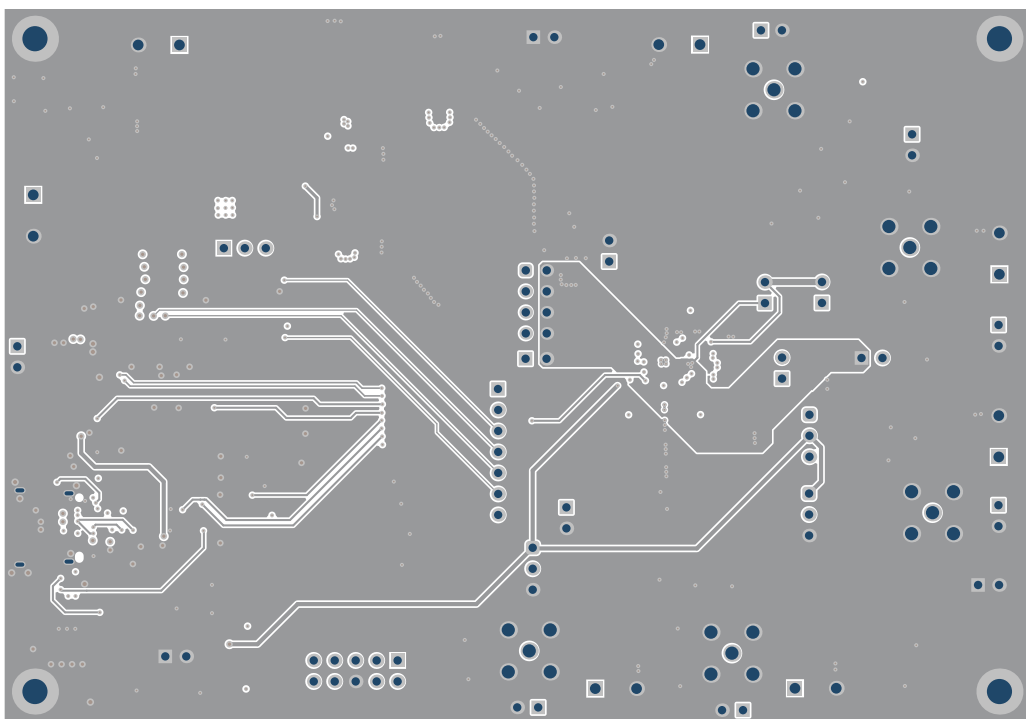


图 4-7. TPS65214EVM-SKT 信号层 2

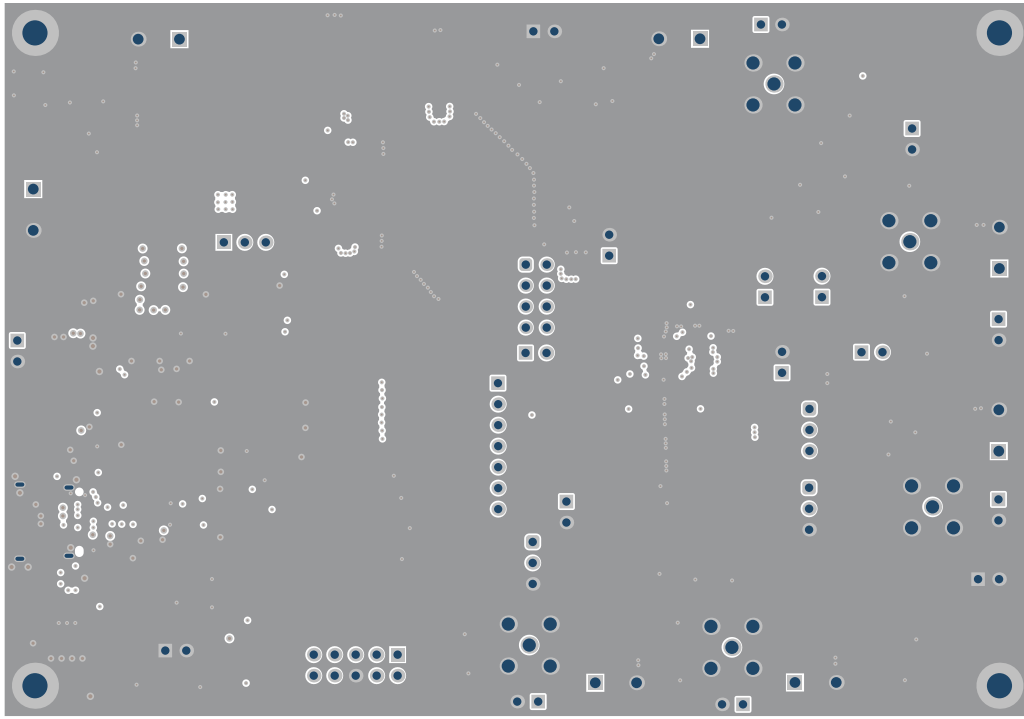


图 4-8. TPS65214EVM-SKT 接地层 2

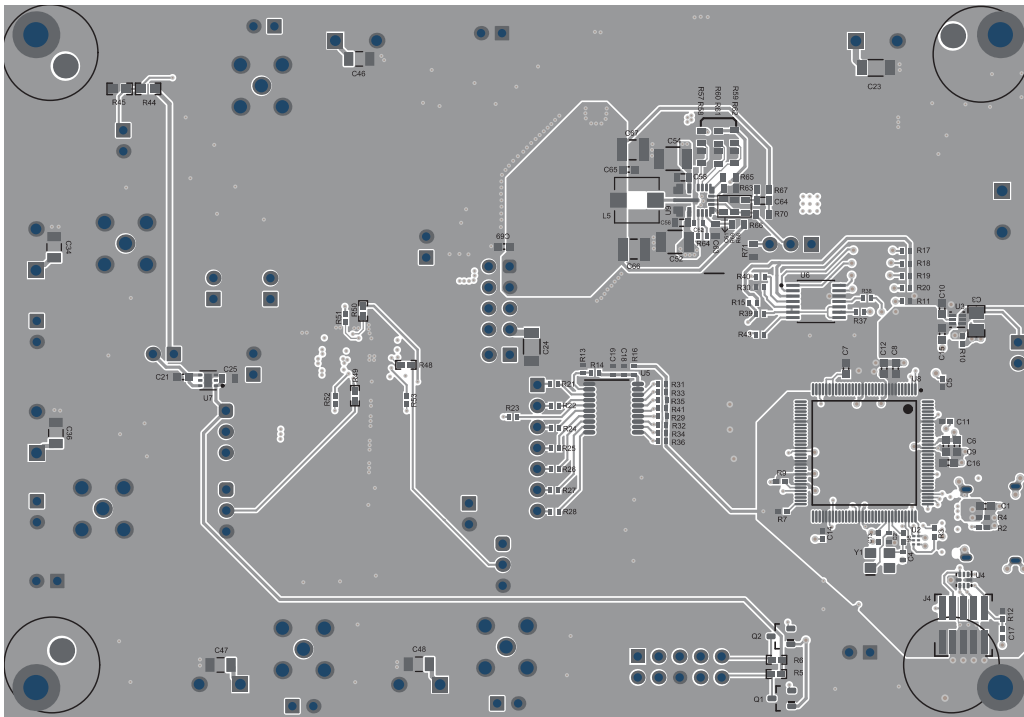


图 4-9. TPS65214EVM-SKT 底层

4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单

位号	数量	说明	封装参考	器件型号	制造商
C1	1	电容, 陶瓷, 3300pF, 50V, $\pm 10\%$, X7R, 0603	603	C0603C332K5RACTU	Kemet
C2、C4	2	电容, 陶瓷, 12pF, 50V, $\pm 5\%$, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0402	402	CGA2B2C0G1H120J050BA	TDK
C3	1	电容, 陶瓷, 10uF, 10V, $\pm 10\%$, X7R, 0805	805	GCM21BR71A106KE22L	MuRata
C5、C11、C13、C14、C17、C18、C19、C20	8	电容, 陶瓷, 0.1uF, 16V, $\pm 10\%$, X7R, 0402	402	GCM155R71C104KA55D	MuRata
C6、C7、C8、C9、C10、C12、C15、C16、C21、C25	10	电容, 陶瓷, 2.2uF, 6.3V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GCM188R70J225KE22D	MuRata
C23、C24	2	电容, 陶瓷, 22uF, 10V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	GCM31CR71A226KE02L	MuRata
C26	1	电容, 陶瓷, 0.22uF, 16V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	402	GCM155R71C224KE02D	MuRata
C27	1	电容, 陶瓷, 多层, 4.7uF, 6.3V 直流, 10%, SMD, 纸质 T/R	603	GCJ188C70J475KE02J	Murata
C28、C29、C30	3	通用片状多层陶瓷电容器, 0805, 4.7uF, X7R, 15%, 10%, 10V	805	GRM21BR71A475KE51L	Murata
C31	1	电容, 陶瓷, 4.7uF, 10V, $\pm 10\%$, X7S, 0603	603	C1608X7S1A475K080AC	TDK
C32、C33、C35	3	电容, 陶瓷, 2.2uF, 10V, $\pm 10\%$, X7S, 0402	402	C1005X7S1A225K050BC	TDK
C34、C36、C46、C47、C48	5	电容, 陶瓷, 10uF, 6.3V, X7R, $\pm 10\%$, SMD, 1206, +125°C, 压纹 T/R	1206	CL31B106KQHNFE	Samsung
C37、C38、C39、C42	4	电容, 陶瓷, 22uF, 10V, $\pm 20\%$, X7R, 0805	805	GRM21BZ71A226ME15L	MuRata
C49	1	电容, 铝制, 100uF, 63V, $\pm 20\%$, 0.35 Ω , AEC-Q200 2 级, SMD	SMT 径向 G	EEE-FK1J101P	Panasonic
C50、C51、C59、C60	4	电容, 陶瓷, 0.47uF, 50V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E3X7R1H474K080AE	TDK
C52、C54	2	电容, 陶瓷, 10uF, 50V, $\pm 10\%$, X5R, 1210	1210	C3225X5R1H106K250AB	TDK
C53、C55、C57	3	电容, 陶瓷, 2.2uF, 50V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	805	CGA4J3X7R1H225K125AB	TDK

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	封装参考	器件型号	制造商
C56、C58	2	电容, 陶瓷, 0.47uF, 50V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E3X7R1H474K080AB	TDK
C61	1	电容, 陶瓷, 1uF, 16V, $\pm 20\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GCM188R71C105MA64D	MuRata
C62	1	电容, 陶瓷, 0.1uF, 50V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	402	CGA2B3X7R1H104K050BB	TDK
C63	1	电容, 陶瓷, 0.15uF, 50V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E3X7R1H154K080AB	TDK
C64	1	电容, 陶瓷, 10pF, 50V, $\pm 5\%$, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0603	603	CGA3E2C0G1H100D080AA	TDK
C65、C69	2	电容, 陶瓷, 2.2uF, 10V, $\pm 10\%$, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	603	GRM188R71A225KE15J	MuRata
C66、C67	2	电容, 陶瓷, 47uF, 10V, $\pm 10\%$, X7S, AEC-Q200 1 级, 1210	1210	GCM32EC71A476KE02K	MuRata
C68	1	电容, 铝制, 100uF, 16V, $\pm 20\%$, AEC-Q200 3 级, SMD	D8xL6.2mm	EEE-1CA101AP	Panasonic
D1、D2、D3、D4、D5	5	LED, 蓝色, SMD	蓝光 0603 LED	LB Q39G-L2N2-35-1	OSRAM
FB1	1	芯片铁氧体磁珠, 1206, 120 Ω (25%), 6A	1206	BLM31KN121SZ1L	Murata
H1、H2、H3、H4	4	Bumpon, 半球形, 0.44 $\times$ 0.20, 透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1	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
J2	1	接头 (有罩), 100mil, 5x2, 高温, 镀金, TH	5x2 有罩接头	N2510-6002-RB	3M
J3、J7、J9、J12、J15、J16、J17、J30、J31、J34、J35、J36	12	接头, 100mil, 2x1, 金, TH	接头, 100mil, 2x1, TH	HTSW-102-07G-S	Samtec
J5、J10、J13、J18、J20、J22、J24	7	端子块, 2x1, 5mm, 绿色, TH	端子块, 2x1, 5mm, TH	1935776	Phoenix Contact
J6	1	接头, 2.54mm, 4x2, 金, TH	接头, 2.54mm, 4x2, TH	TSW-104-08L-D	Samtec
J8、J11、J14	3	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	3x1 接头	TSW-103-07G-S	Samtec
J25	1	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	PBC03SAAN	PBC03SAAN	Sullins Connector Solutions
J26、J27、J28	3	跳线 TIN SMD	6.85x0.97x2.51mm	S1911-46R	Harwin
J29	1	接头, 100mil, 7x1, 金, TH	7x1 接头	TSW-107-07G-S	Samtec
L1、L2、L3	3	薄膜功率电感器, 0.47uH, 20%, 4.5A, 29m Ω , 0805	805	TFM201208BLE-R47MTCF	TDK

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	封装参考	器件型号	制造商
L4	1	电感, 绕线型, 1uH, 7.3A, 0.013 Ω , SMD	5.7x2.8x5.2mm	74437336010	Würth Elektronik
L5	1	680nH 屏蔽模压电感器, 8A, 最大 12m Ω , 2-SMD	SMD2	7.44373E+11	Würth Electronics
LBL1	1		PCB 标签 0.650x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
Q1、Q2	2	MOSFET, N 沟道, 50V, 0.22A, SOT-23	SOT-23	BSS138	Fairchild Semiconductor
R1、R2、R9	3	电阻, 4.87k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04024K87FKED	Vishay-Dale
R3	1	电阻, 100, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW0402100RJNED	Vishay-Dale
R4、R7、R14	3	电阻, 1.0M, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04021M00JNED	Vishay-Dale
R5、R6、R46、R47	4	电阻, 1.0k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04021K00JNED	Vishay-Dale
R8、R11、R17、R18、R19、R20	6	电阻, 1.2k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04021K20JNED	Vishay-Dale
R10、R12、R29、R30、R31、R32、R33、R34、R35、R36、R39、R41、R48、R49、R50、R54、R55	17	电阻, 10k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW040210K0JNED	Vishay-Dale
R13	1	电阻, 383k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW0402383KFKED	Vishay-Dale
R15、R21、R22、R37、R38、R40、R43、R51、R52、R53、R64	11	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale
R16	1	电阻, 200k, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW0402200KJNED	Vishay-Dale
R44、R60、R65、R68	4	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R56	1	电阻, 1.00, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW06031R00FKEA	Vishay-Dale
R57	1	电阻, 187k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-07187KL	Yageo
R58	1	电阻, 49.9k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060349K9FKEA	Vishay-Dale
R62	1	电阻, 21.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060321K0FKEA	Vishay-Dale

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	封装参考	器件型号	制造商
R63	1	电阻, 6.81k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW06036K81FKEA	Vishay-Dale
R66	1	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc
R67	1	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW060349R9FKEA	Vishay-Dale
R69	1	电阻, 43.2k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW060343K2FKEA	Vishay-Dale
R70	1	电阻, 4.99k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW06034K99FKEA	Vishay-Dale
R71	1	电阻, 59.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	603	CRCW060359K0FKEA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4、SH-J5、SH-J6、SH-J7	7	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	顶部闭合 100mil 分流器	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
SW1	1	开关, 触控式, N.O.SPST 圆形按钮弯头 32VAC 32VDC 1VA 100000 周期 3N SMD Tube/T/R	SMT_SW_7MM1_6MM3	KT11P3JM34LFS	C&K Components
U1	1	适用于 ARM Cortex® 低功耗处理器和 FPGA 的集成电源管理 IC	WQFN-HR24	PTPS6521401VAFR	德州仪器 (TI)
U2	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)
U3	1	用于便携式器件的汽车类双路 200mA、低 IQ、低压降稳压器, DSE0006A (WSO6N-6)	DSE0006A	TLV7103318QDSERQ1	德州仪器 (TI)
U4	1	用于高速数据接口的低电容、6 通道 ±15kV ESD 保护阵列, RSE0008A (UQFN-8)	RSE0008A	TPD6E004RSER	德州仪器 (TI)
U5	1	8 位双向低电压转换器, PW0020A (TSSOP-20)	PW0020A	SN74GTL2003PWR	德州仪器 (TI)
U6	1	具有开漏输出的四通道低电压轨到轨比较器 TSSOP14	TSSOP14	LM339LVPWR	德州仪器 (TI)
U7	1	线性稳压器 IC 1 输出 500mA 6-WSO6N (2x2)	WSO6N6	TPS74533PQWDRVRQ1	德州仪器 (TI)
U8	1	MSP432E401YTPDT、PDT0128A (TQFP-128)	PDT0128A	MSP432E401YTPDTR	德州仪器 (TI)
U9	1	LM62460RPHR、RPH0016A (VQFN-HR-16)	RPH0016A	LM62460RPHR	德州仪器 (TI)

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	说明	封装参考	器件型号	制造商
Y1	1	晶振, 25MHz, 20ppm, AEC-Q200 1 级, SMD	2.5mm x 3.2mm	ECS-250-12-33Q-JES-TR	ECS Inc.
C22	0	电容, 混合聚合物, 100uF, 25V, $\pm 20\%$, 30 Ω , 6.3x7.7 SMD	6.3x7.7	EEHZC1E101XP	Panasonic
C40、C41	0	电容, 陶瓷, 22uF, 10V, $\pm 20\%$, X7R, 0805	805	GRM21BZ71A226ME15L	MuRata
C43、C44、C45	0	47 μ F $\pm 20\%$ 10V 陶瓷电容器 X7R 1210 (公制 3225)	1210	GRM32ER71A476ME15L	Murata
J4	0	接头 (有罩), 1.27mm, 5x2, 金, SMT	接头 (有罩), 1.27mm, 5x2, SMT	FTSH-105-01F-DV-K	Samtec
J19、J21、J23、J32、J33	0	SMA 插孔, 直式, 50 Ω , 镀金, TH	TH, 5 引线, 封装 7x7mm	SMA-J-P-H-ST-TH1	Samtec
J38、J39、J40、J41、J42	0	接头, 100mil, 2x1, 金, TH	接头, 100mil, 2x1, TH	HTSW-102-07G-S	Samtec
R23、R24、R25、R26、R27、R28	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale
R45	0	电阻, 47.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW060347K0FKEA	Vishay-Dale
R59、R61	0	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale

5 其他信息

5.1 商标

MSP432™ is a trademark of Texas Instruments.

Chrome™ is a trademark of Google.

Firefox™ is a trademark of Mozilla.

Microsoft Edge™ is a trademark of Microsoft.

JavaScript™ is a trademark of Oracle Corporation.

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

所有商标均为其各自所有者的财产。

6 相关文档

- 德州仪器 (TI) , [TPS6521405 非易失性存储器 \(NVM\) 编程指南](#)
- 德州仪器 (TI) , [TPS65214 图形用户界面 \(GUI\)](#)
- 德州仪器 (TI) , [TPS65214 用于工业应用的带 3 个 BUCK 和 2 个 LDO 的电源管理 IC 数据表](#)
- 德州仪器 (TI) , [USB2ANY 接口适配器用户指南](#)

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月