参考文献

EVM User's Guide: TPS4810Q1EVM TPS4810-Q1

TPS4810-Q1 智能高侧驱动器评估模块

说明

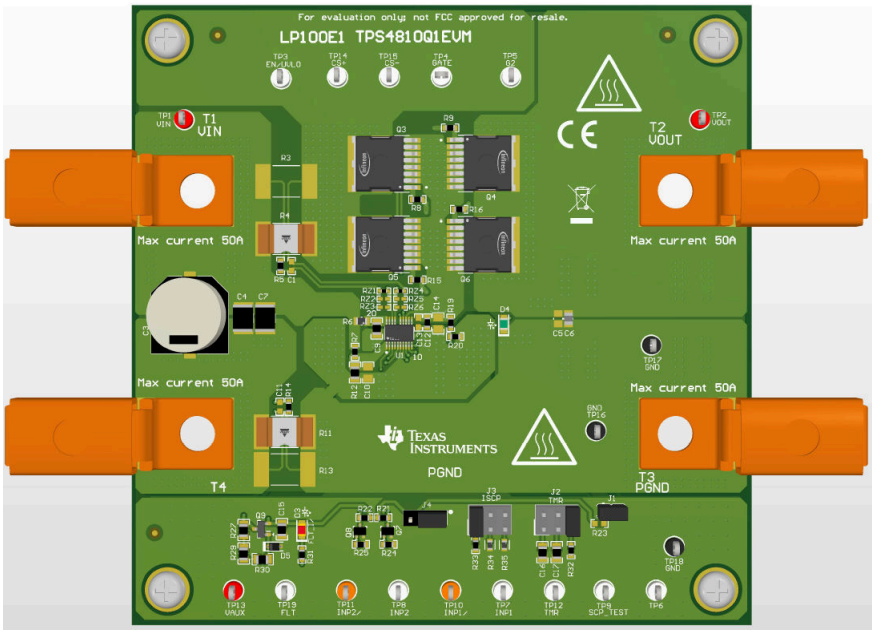
TPS4810Q1EVM 可对 TI 的 TPS4810-Q1 智能高侧驱动器进行参考电路评估。TPS4810-Q1 是一款 3V 至 80V 智能高侧控制器，包含两个具有单独控制输入（INP1、INP2）的强大 2A 栅极驱动器，用于驱动采用共源极配置的背对背 MOSFET。TPS4810-Q1 提供可调节短路保护以及可配置的自动重试和锁存故障行为。

特性

- 3V 至 80V 工作电压范围
- 20A 至 50A 可调短路保护（使用板载跳线）
- 可选高侧或低侧电流检测配置
- 可编程短路保护延迟
- 可编程自动重试和锁存选项
- 针对故障条件提供 LED 状态指示

应用

- 48V 电池管理系统
- 直流/直流转换器
- 汽车类配电盒
- 无线电动工具



English Document: SLUUCV8

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

1 评估模块概述

1.1 引言

通过将 TPS48100QDGXRQ1 (U1) 替换为 TPS12100QDGXRQ1 并将 EN/UVLO (TP3) 连接到 VAUX (TP13)，也可在此 EVM 上评估 TPS1210-Q1 器件。

本用户指南介绍了 TPS4810-Q1 评估模块 (EVM)。本指南提供了配置信息、测试设置详细信息，并包含 EVM 原理图、物料清单、装配图以及顶部和底部电路板布局布线。

小心
表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸。

1.2 套件内容

表 1-1. TPS4810Q1EVM 套件内容

条目	说明	数量
TPS4810Q1EVM	PCB	1

1.3 规格

- 工作电压为 24V 至 54V（典型值）
  - 在测试大于 54V 的输入电压时，移除输入 54V TVS 或使用适当的 TVS
- 电流检测选项：
  - 使用外部检测电阻的低侧和高侧（可使用 CS_SEL 引脚进行选择）
  - MOSFET VDS

1.4 器件信息

TPS4810x-Q1 系列是具有保护和诊断功能的 100V 低 IQ 智能高侧驱动器。该器件的宽工作电压范围为 3V 至 80V，非常适合 12V、24V 和 48V 系统设计。该器件可承受并保护负载免受低至 –65V 的负电源电压的影响。该器件包含两个具有独立控制输入的强大 2A（拉电流/灌电流）栅极驱动器（INP1、INP2），用于驱动采用共源极配置的背对背 MOSFET。强大的栅极驱动能力可在大电流系统设计中使用并联 MOSFET 实现电源开关。

该器件提供可调节的短路保护功能。可以配置自动重试和锁存故障行为。使用 CS+ 和 CS- 引脚，可通过外部检测电阻或 MOSFET VDS 检测完成电流检测。可通过使用 CS_SEL 引脚输入实现高侧或低侧电流检测电阻配置。该器件还通过对 SCP_TEST 输入的外部控制来诊断内部短路比较器。

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

2 硬件

2.1 概述

TPS4810Q1EVM 评估板可用于评估 TPS48100-Q1 驱动器。输入电源施加在连接器 T1 和 T4 之间，而 T2 和 T3 为负载提供输出连接。请参阅图 4-1 中的原理图和图 3-1 中的 EVM 测试设置。

D3 为欠压故障、电荷泵 UVLO、短路故障和 SCP 比较器诊断提供故障指示输出。

表 2-1. TPS4810Q1EVM 评估板选项和设置

器件型号	EVM 功能	Vin 范围	Vin UVLO	ENABLE (EN/UVLO)	短路保护		特性
					低设置	高设置	
TPS4810Q1EVM	具有反极性保护、短路保护和诊断功能的智能高侧驱动器	24V – 54V	24V	高电平有效	20A	50A	使用外部检测电阻的低侧和高侧 MOSFET VDS 感应通过自动重试/锁存响应实现短路保护

2.2 一般配置

2.2.1 物理访问

表 2-2 列出了 TPS48111Q1EVM 评估板输入和输出连接器功能。表 2-3 和表 2-4 介绍了测试点可用性和跳线功能。

表 2-2. 输入和输出连接器功能

连接器	标签	说明
T1	VIN	输入电源正电源轨的电源输入连接器
T4	PGND	电源的接地连接
T2	VOUT	负载正极侧的电源输出连接器
T3	PGND	负载的接地连接

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

表 2-3. 测试点说明

测试点	标签	说明
TP1	VIN	EVM 的输入电源
TP2	VOUT	EVM 的输出
TP3	EN/UVLO	使能控制（高电平有效）和欠压输入
TP4	GATE	外部主 MOSFET 的栅极
TP5	G2	充电 MOSFET 的栅极
TP6	TP6	用于 FET 诊断的电压检测节点
TP7	INP1	外部放电 FET 的控制输入
TP8	INP2	外部充电 FET 的控制输入
TP9	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入。
TP10	INP1/	外部放电 FET 的控制输入反转
TP11	INP2/	控制输入外部充电 FET 反转
TP12	TMR	故障计时器电压
TP13	VAUX	偏置 LED 的辅助电源
TP14	RS+	电流检测输入的正极端子
TP15	RS-	电流检测输入的负极端子
TP16、TP17	PGND	电源地
TP18	GND	接地
TP19	FLT	故障输出

表 2-4. 跳线和 LED 说明

跳线	标签	说明
J1	SCP_TEST	内部短路比较器 (SCP) 诊断输入。 1-2 位置禁用诊断功能。
J2	TMR	短路保护延迟设置。 1-2 位置设置 1ms 延迟。 3-4 位置设置 10ms 延迟。 5-6 位置将控制器设置为闭锁模式。
J3	ISCP	短路保护阈值设置。 1-2 位置设置 20A。 3-4 位置设置 30A。 5-6 位置设置 50A。
J4	CS_SEL	电流检测输入选择。 1-2 位置选择高侧电流检测。 2-3 位置选择低侧电流检测。
D3 （红色 – LED）	D3	故障指示器。LED 在欠压故障、短路故障、电荷泵 UVLO 以及 SCP 比较器诊断期间亮起。

2.2.2 测试设备和设置

2.2.2.1 电源

一个具有 0V 至 60V 输出电压和 0A 至 50A 输出电流限制的可调电源。

2.2.2.2 仪表

最少需要一个 DMM。

2.2.2.3 示波器

DPO2024 或等效器件，具有三个 10 倍电压探头和一个直流电流探头。

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

2.2.2.4 负载

一个电阻负载或等效负载，可以在 60V 电压下承受高达 50A 的直流负载，并且能够实现输出短路保护。

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3 实现结果

3.1 测试设置和过程

确保评估板具有如表 3-1 所示的默认跳线设置。

表 3-1. TPS4810Q1EVM 评估板的默认跳线设置

J1	J2	J3	J4
1-2	5-6	1-2	1-2

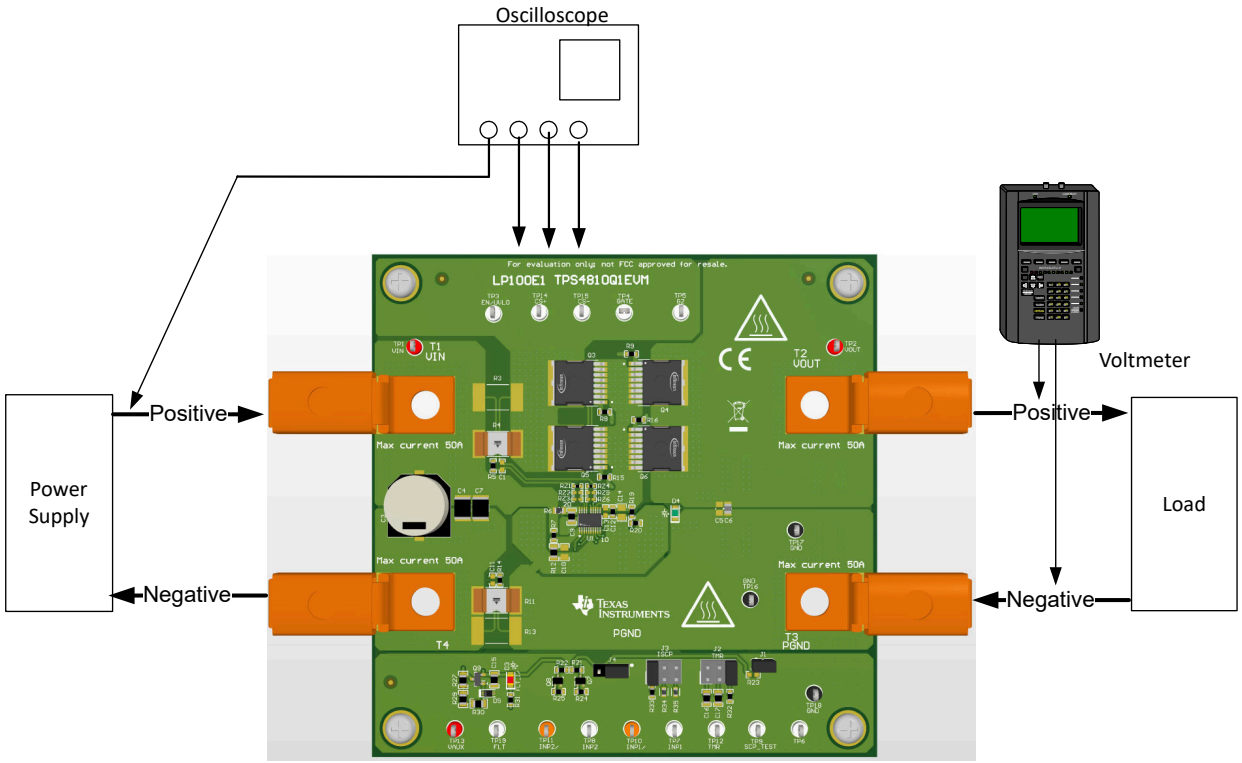


图 3-1. 带测试设备的 TPS4810Q1EVM 设置

在开始任何测试之前，请按以下说明进行操作，并在进行下一个测试之前再次重复以下操作。

- 将电源输出 (VIN) 设置为零伏。
- 打开电源并将电源输出 (VIN) 设置为 48V，电流限值设置为 50A。
- 关闭电源。
- 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 3-1 所示。

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3.1.1 通过 EN 控制实现上电

按照以下说明验证 TPS48100-Q1 的上电曲线。

1. 将 EN/UVLO 引脚 (TP3) 接地。
2. 启用 EN/UVLO 为高电平，以验证 BST、GATE 和 SRC 的启动曲线。

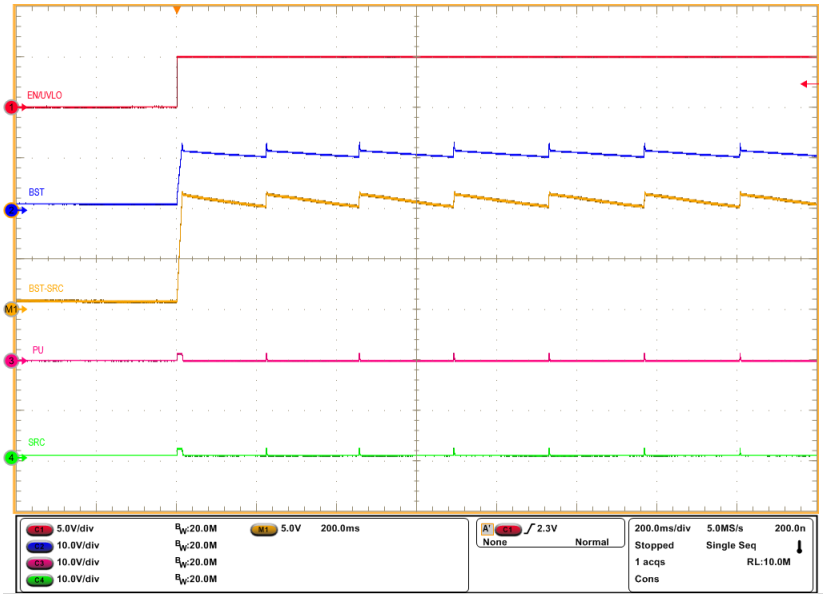


图 3-2. INP1=INP2 = GND、CBST = 470nF 时自举电压的启动曲线

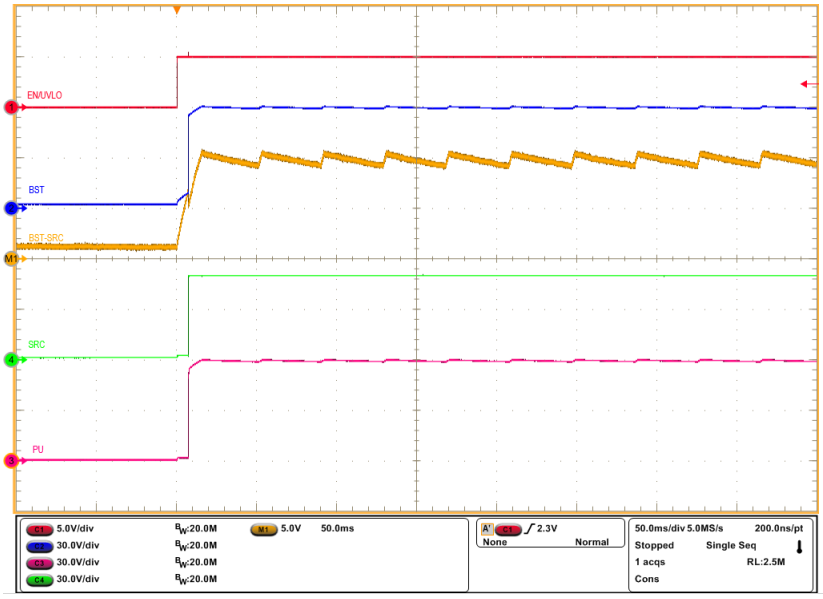


图 3-3. INP1=INP2 =高电平、CBST = 470nF 时的启动曲线

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3.1.2 过载保护和短路保护测试

按照以下说明在 TPS4810Q1EVM 上执行过流测试：

1. 打开电源并将电源输出 VIN 设置为 48V，电流限值设置为 50A。
2. 通过将跳线 J3 安装在 3-4 位置，将短路保护 (SCP) 阈值设置为 30A，并将跳线 J2 安装在 1-2 位置以设置 1ms 延迟。
3. 启用控制输入（INP1 和 INP2）。
4. 现在，使用电子负载将输出加载至 25A，并应用 10A 的阶跃来观察 TPS48100-Q1 的过载行为。
5. 将负载断开连接。
6. 要进行短路测试，请卸载 J2 以设置最短的 SCP 延迟。
7. 执行输出短路以捕获 TPS48100-Q1 的短路行为。

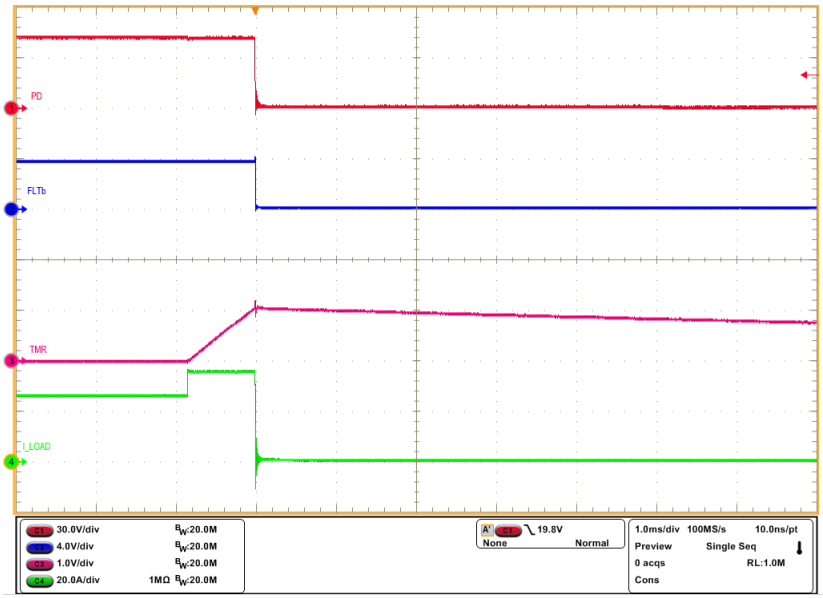


图 3-4. TPS4810Q1EVM 在 25A 至 35A 负载阶跃下的过流响应

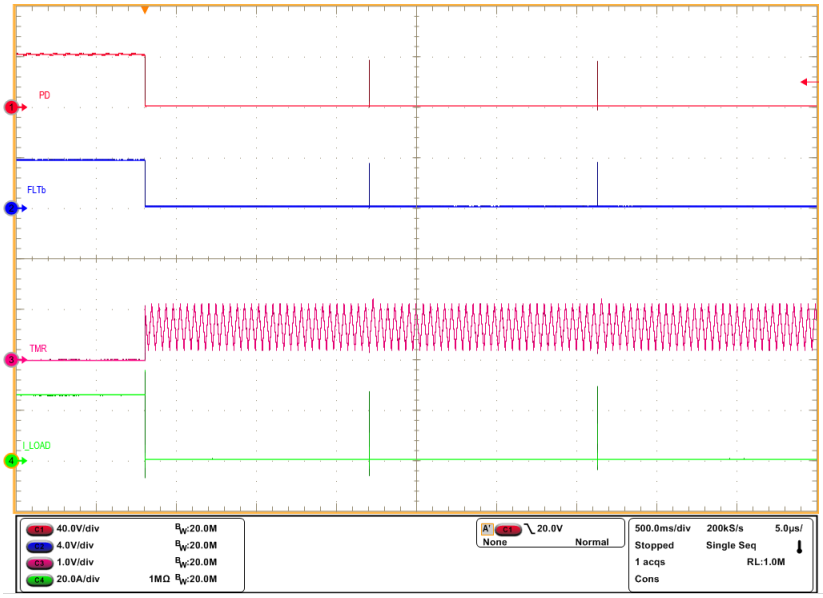


图 3-5. TPS48100-Q1 针对过流故障的自动重试响应

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

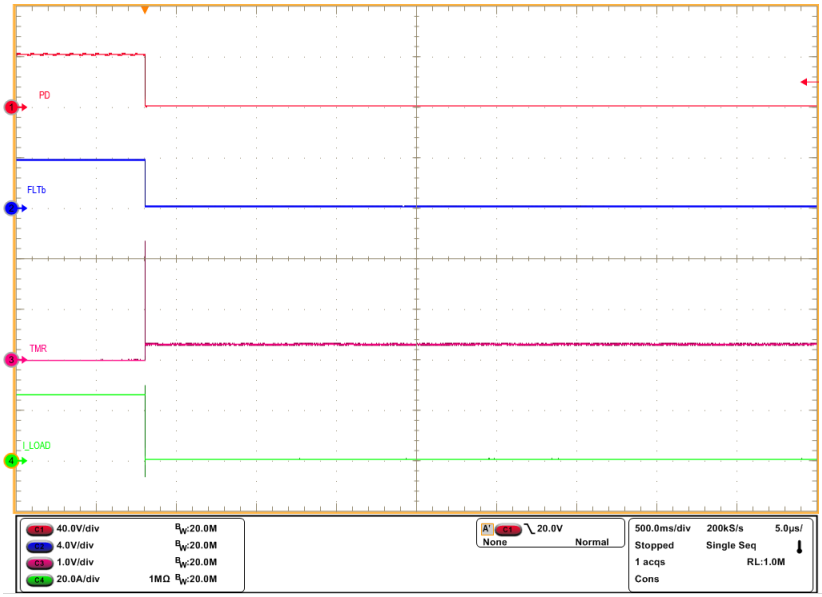


图 3-6. TPS48100-Q1 针对过流故障的闭锁响应

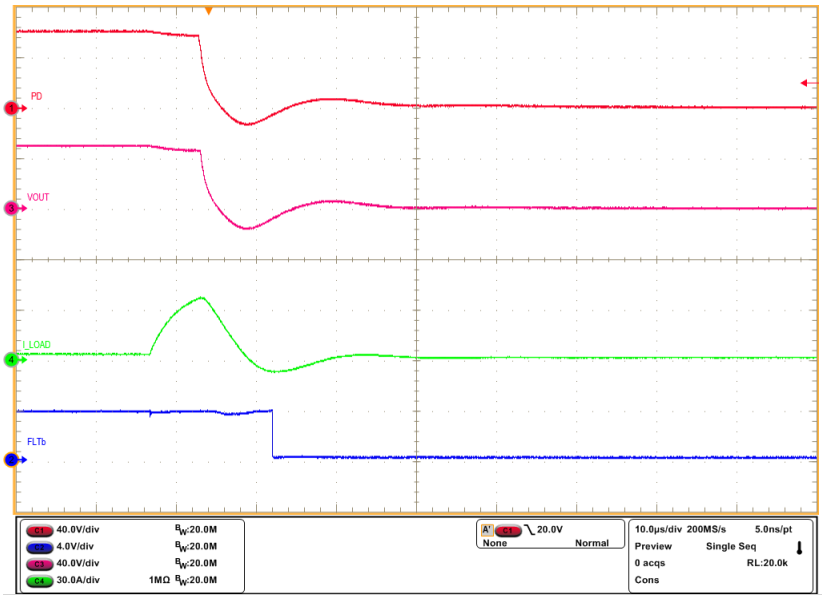


图 3-7. TPS48100-Q1 的输出短路响应

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3.1.3 短路保护诊断测试

按照以下说明执行短路保护诊断测试

1. 将输入电源电压 VIN 设置为 48V，将电流限制设置为 10A。
2. 启用电源。
3. 现在，切换 SCP_TEST (TP9) 并观察短路比较器 (SCP) 诊断期间 G1PU/PD 和 FLTb 引脚的响应。

图 3-8 显示了 TPS48100-Q1 器件的 SCP_TEST 响应。

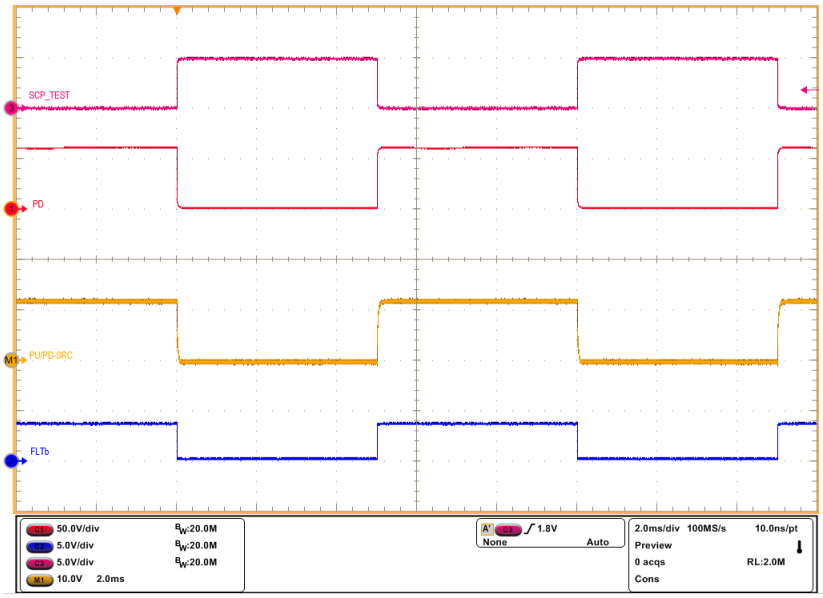


图 3-8. TPS48100-Q1 的 SCP_TEST 响应

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

3.1.4 输入反极性测试

按照以下说明测试输入反极性保护：

1. 将 EVM 上的跳线设置到默认位置，如表 3-1 所示。
2. 将输入电源电压 VIN 设置为 60 V，将电流限制设置为 10 A。
3. 将电源正极连接到 T4 并将电源负极连接到 T1。电源现在以反极性方式连接到 TPS48100-Q1 的输入端。
4. 启用电源。
5. 使用示波器观察 VOUT (TP2) 处的波形。

图 3-9 展示了 TPS4810Q1EVM 评估板上 TPS48100-Q1 的输入反极性保护。

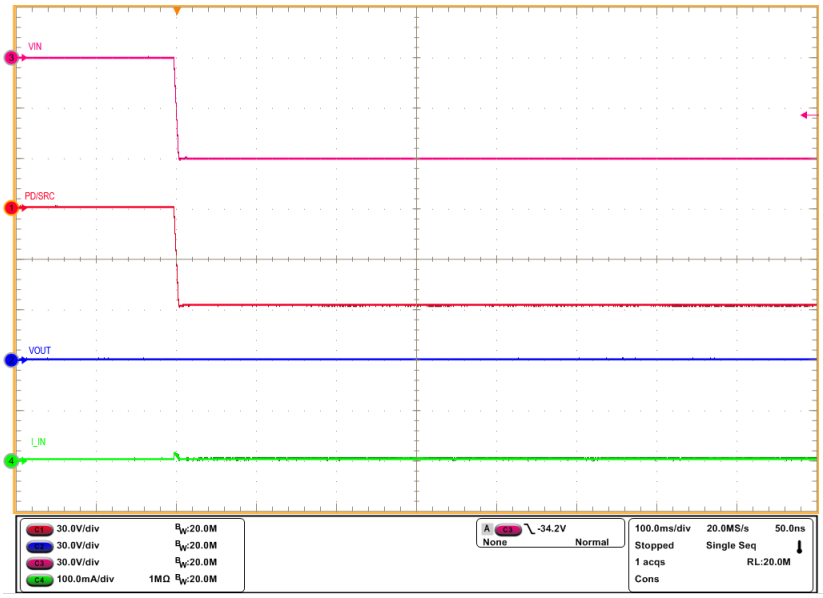


图 3-9. TPS48100-Q1 器件的输入反极性保护

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 展示了 EVM 原理图 。

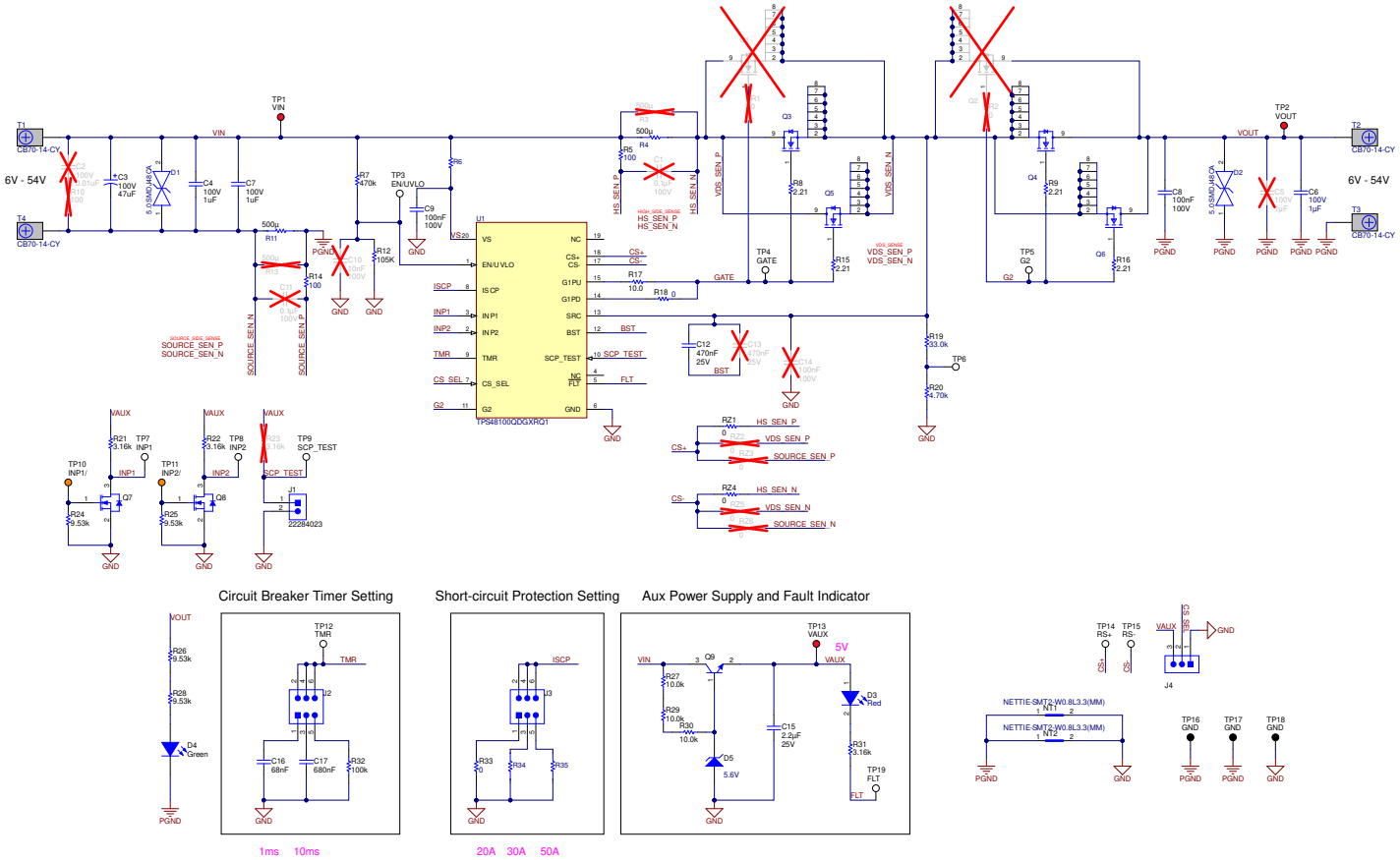


图 4-1. TPS4810Q1EVM：评估模块原理图

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

4.2 PCB 布局

图 4-2 展示了评估板的元件放置，图 4-4 和图 4-6 展示了 PCB 布局图。

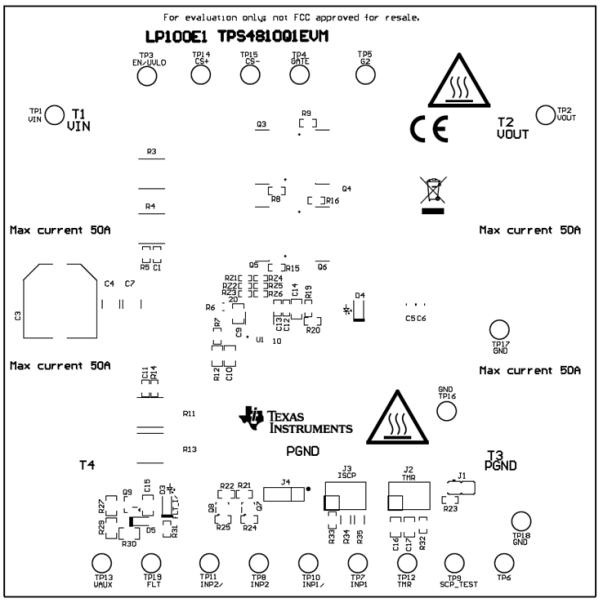


图 4-2. TPS4810Q1EVM 板顶层丝印层

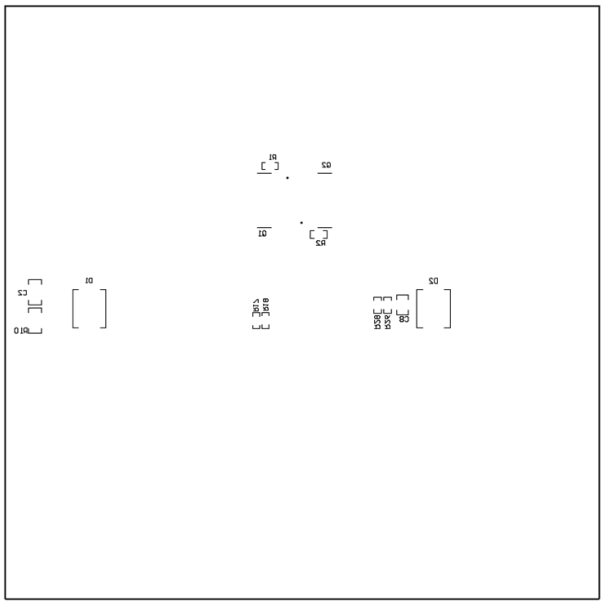


图 4-3. TPS4810Q1EVM 板底层丝印层

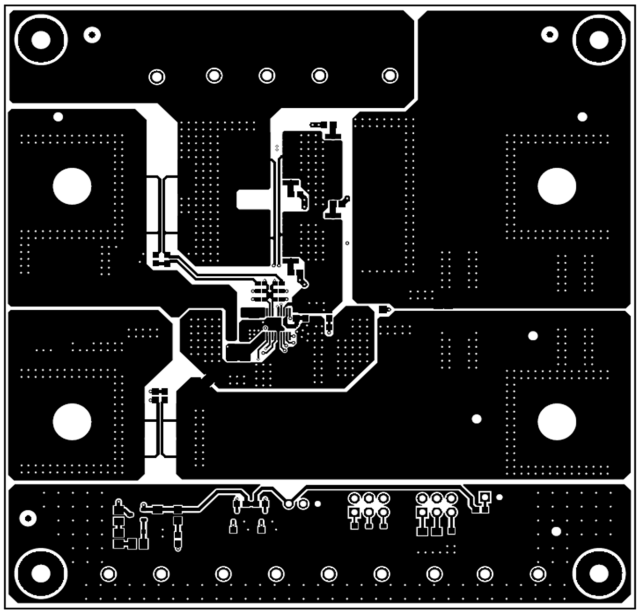


图 4-4. TPS4810Q1EVM 板顶层

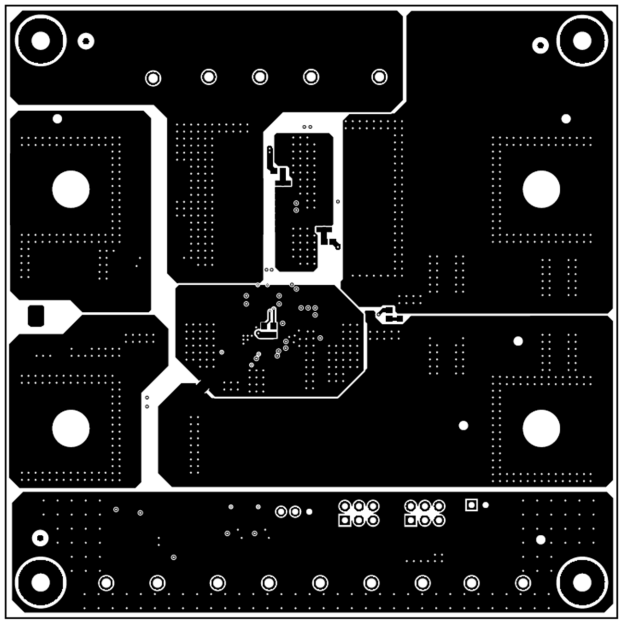


图 4-5. TPS4810Q1EVM 板底层

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

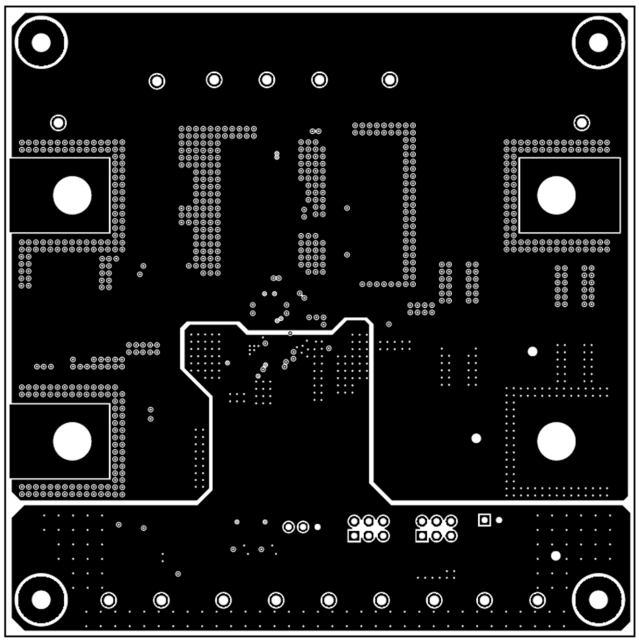


图 4-6. TPS4810Q1EVM 电路板内部信号层

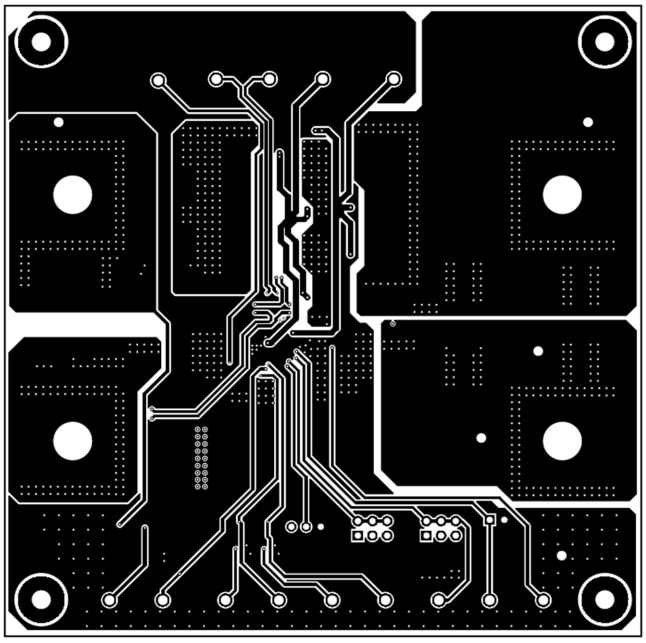


图 4-7. TPS4810Q1EVM 电路板内部布线层

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

4.3 物料清单 (BoM)

表 4-1 列出了 EVM 物料清单。

表 4-1. TPS4810Q1EVM 物料清单

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
!PCB1	1	印刷电路板	LP100	不限
C3	1	电容，铝制，47uF，100V，+/-20%，0.32Ω，AEC-Q200 2 级，SMD	EEV-FK2A470Q	Panasonic
C4、C7	2	电容，陶瓷，1μF，100V，+/-10%，X7R，1812	C4532X7R2A105K230KA	TDK
C6	1	电容，陶瓷，1μF，100V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0805	08051C105K4Z2A	AVX
C8、C9	2	电容器，陶瓷，0.1μF，100V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
C12	1	电容，陶瓷，0.47μF，25V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
C15	1	电容，陶瓷，2.2μF，25V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0805	GCM21BR71E225KA73L	MuRata
C16	1	电容，陶瓷，0.068μF，100V，+/-10%，X7R，0805	C0805C683K1RACTU	Kemet
C17	1	电容，陶瓷，0.68μF，50V，+/-10%，X7R，0805	C0805C684K5RACTU	Kemet
D1、D2	2	TVS 二极管 48VWM 77.4VC DO214AB	5.0SMDJ48CA	Littelfuse Inc
D3	1	LED，红色，SMD	LTST-C170KRKT	Lite-On
D4	1	LED，绿色，SMD	LTST-C170KGKT	Lite-On
D5	1	二极管，齐纳，5.6V，300mW，AEC-Q101，SOD-323	SZMM3Z5V6ST1G	ON Semiconductor
H1、H2、H3、H4	4	机械螺钉，圆头，#4-40 x 1/4，尼龙，飞利浦盘形头	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4	标头	1902C	Keystone
J1	1	接头，2.54mm，2x1，锡，TH	22284023	Molex
J2，J3	2	接头，100mil，3x2，锡，TH	PEC03DAAN	Sullins Connector Solutions
J4	1	接头，100mil，3x1，镀锡，TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
Q3、Q4、Q5、Q6	4	N 沟道 80 V 300 A (Tc) 375W (Tc) 表面贴装 PG-HSOG-8-1	IAUS300N08S5N012ATMA1	Infineon
Q7、Q8	2	MOSFET，N 沟道，60V，0.115A，SOT-323	2N7002W-7-F	Diodes Inc.

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. TPS4810Q1EVM 物料清单（续）

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
Q9	1	晶体管，NPN，160V，0.3A，SOT-23	PMBT5551，215	Nexperia
R4、R11	2	电阻，金属条，3921，0.0005Ω，1%，3W，±175ppm/°C，模制 SMD，压纹，塑料 T/R	WSL3921L5000FEA	Vishay Dale
R5、R14	2	电阻，100，1%，0.25W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW0603100RFKEAHP	Vishay Dale
R6	1	电阻厚膜，100Ω，1%，0.5W，100ppm/°C，0805	CRCW0805100RFKEAHP	Vishay Dale
R7	1	电阻，470k，1%，0.1W，0603	RC0603FR-07470KL	Yageo
R8、R9、R15、R16	4	电阻，2.21，1%，0.1W，0603	RC0603FR-072R21L	Yageo
R12	1	电阻器 SMD 105kΩ 1% 1/8W 0805	CRCW0805105KFKEA	Vishay Dale
R17	1	电阻，10.0，1%，0.25W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW060310R0FKEAHP	Vishay Dale
R18、R33	2	电阻，0，5%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay Dale
R19	1	电阻，33.0k，1%，0.1W，0603	RC0603FR-0733KL	Yageo
R20	1	电阻，4.70k，1%，0.1W，0603	RC0603FR-074K7L	Yageo
R21、R22、R31	3	电阻，3.16kΩ，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW06033K16FKEA	Vishay Dale
R24、R25、R26、R28	4	电阻，9.53k，1%，0.1W，0603	RC0603FR-079K53L	Yageo
R27、R29、R30	3	电阻，10.0k，1%，0.125W，AEC-Q200 0 级，0805	ERJ-6ENF1002V	Panasonic
R32	1	电阻，100k，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay Dale
R34	1	电阻，厚膜，2.49kΩ，1%，0.33W，100ppm/°C，0603	CRCW06032K49FKEAHP	Vishay Dale
R35	1	电阻，厚膜，7.5kΩ，1%，0.33W，100ppm/°C，0603	CRCW06037K50FKEAHP	Vishay Dale
RZ1、RZ4	2	电阻，0，5%，0.063W，AEC-Q200 0 级，0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay Dale
SH-J1、SH-J2、SH-J3、SH-J4	4	分流器，100mil，镀金，黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
T1、T2、T3、T4	4	端子 90A 接线片	CB70-14-CY	Panduit
TP1、TP2、TP13	3	测试点，多用途，红色，TH	5010	Keystone
TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP12、TP14、TP15、TP19	11	测试点，多用途，白色，TH	5012	Keystone
TP10、TP11	2	测试点，通用，橙色，TH	5013	Keystone

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. TPS4810Q1EVM 物料清单（续）

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
TP16、TP17、TP18	3	测试点，多用途，黑色，TH	5011	Keystone
U1	1	具有 SCP 和诊断功能的低 IQ 智能高侧栅极驱动器	TPS48100QDGXRQ1	德州仪器 (TI)
C1，C11	0	电容，陶瓷，0.1μF，100V，+/-10%，X8L，AEC-Q200 0 级，0603	GCJ188L8EL104KA07D	Murata
C2	0	电容，陶瓷，0.01μF，100V，+/-10%，X7R，1206	12061C103KAT2A	AVX
C5	0	电容，陶瓷，1μF，100V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0805	08051C105K4Z2A	AVX
C10	0	电容，陶瓷，0.01μF，100V，+/-5%，X7R，0805	08051C103JAT2A	AVX
C13	0	电容，陶瓷，0.47μF，25V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0603	CGA3E3X7R1E474K080AB	TDK
C14	0	电容器，陶瓷，0.1μF，100V，+/-10%，X7R，AEC-Q200 1 级，0805	CGA4J2X7R2A104K125AA	TDK
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
Q1、Q2	0	N 沟道 80 V 300 A (Tc) 375W (Tc) 表面贴装 PG-HSOG-8-1	IAUS300N08S5N012ATMA1	Infineon
R1、R2	0	电阻，0，5%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R3，R13	0	电阻，金属条，3921，0.0005Ω，1%，3W，±175ppm/°C，模制 SMD，压纹，塑料 T/R	WSL3921L5000FEA	Vishay-Dale
R10	0	电阻，100，1%，0.5W，AEC-Q200 0 级，1206	CRCW1206100RFKEAHP	Vishay-Dale
R23	0	电阻，3.16kΩ，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	CRCW06033K16FKEA	Vishay-Dale
RZ2、RZ3、RZ5、RZ6	0Ω	电阻，0，5%，0.063W，AEC-Q200 0 级，0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale

Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

5 其他信息

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

English Document: SLUUCV8
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司