

# EVM User's Guide: TPSI2240-Q1

## TPSI2240-Q1 评估模块



### 说明

TPSI2240Q1EVM 是包含多个测试点和跳线的硬件评估模块 (EVM)，用于全面评估 TPSI2240-Q1 的性能和功能。该评估模块包含测试和评估 TPSI2240-Q1 器件所需的材料，可以将器件无缝设计到更大型的应用中，如电池管理系统。单独使用 TPSI2240Q1EVM 或与外部微控制器配对使用，以驱动器件的使能信号。使用该 EVM 评估诸如电介质耐压测试 ( 又称高压 [HiPot] 测试 ) 和直流快充浪涌电流等应用需求，且无需外部保护元件。该 EVM 组装了采用 SOIC 封装的 TPSI2240-Q1。

### 特性

此 EVM 具有以下特性：

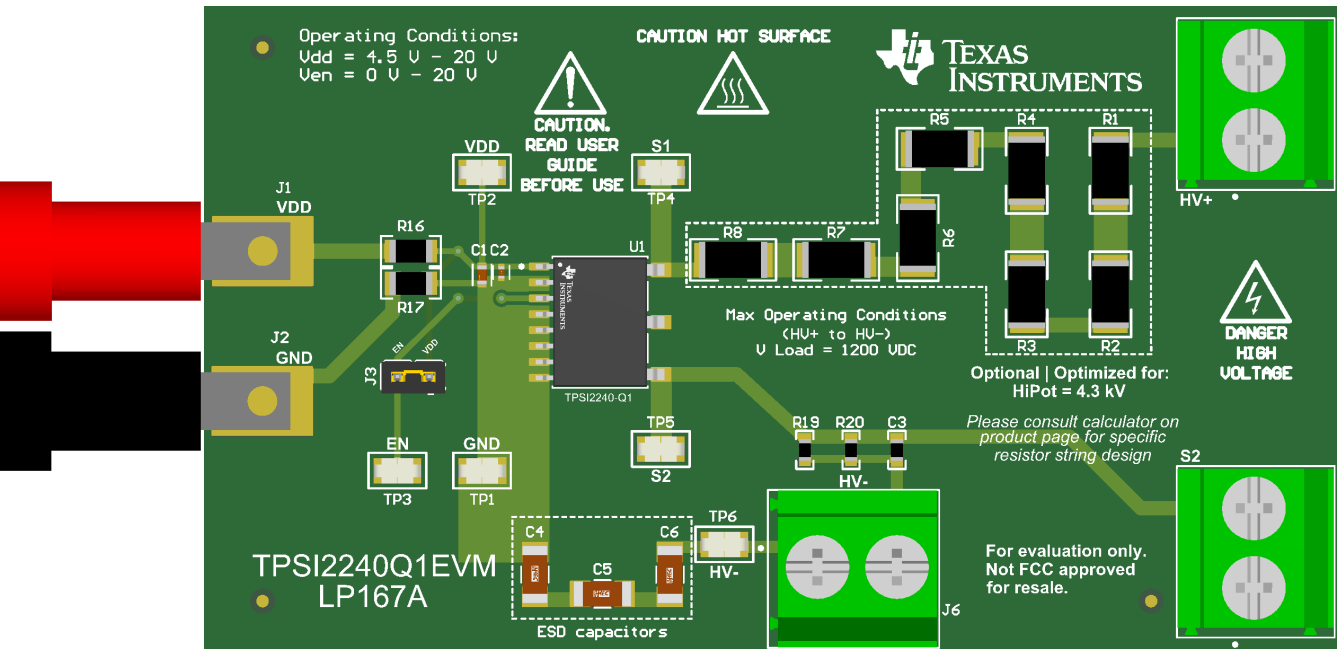
- 初级侧工作电压：4.5V 至 20V
- 具备最高达 4.3kV 的高电势 (HiPot) 耐压测试能力
- 终端块连接器可轻松实现有线连接
- 每个引脚和电压电源都有测试点，以确保正常运行

### 应用

- [HEV/EV 绝缘电阻监测](#)
- [混合动力、电动和动力传动系统](#)
- [电池管理系统 \(BMS\)](#)
- [太阳能](#)
- [车载充电器](#)
- [电动汽车充电基础设施](#)

### 备注

免责声明：请参阅 TPSI2240-Q1 产品页面上的数据表和设计资源，以优化元件选择并满足所需应用的 HiPot 电压和雪崩电流要求。



## 1 评估模块概述

### 1.1 简介

TPSI2240-Q1 是一款隔离式固态继电器，专为高压汽车和工业应用而设计。TPSI2240-Q1 通过集成 TI 的电容隔离技术无缝取代机械和光继电器。电容隔离技术不受机械磨损或光衰减等常见失效模式的影响。该器件的整个初级侧仅需要 5mA 的输入电流，并集成了一个失效防护 EN 引脚，可防止对 VDD 电源反向供电的任何可能性。次级侧包含背对背 MOSFET，从 S1 至 S2 的关断电压为 1200V。TPSI2240-Q1 具有雪崩性能稳健的 MOSFET 并且采用的 11 引脚 DWQ 封装上的加宽引脚具有散热优势，使其可以承受高压 (HiPot) 筛选和直流快速充电器浪涌电流，前提是为该应用选择了合适的元件。TPSI2240Q1EVM 可帮助用户评估增强型隔离等级高达 5kVrms 的 TPSI2240-Q1 隔离式开关的运行情况和性能。电路板的输入和输出连接是端子块，可轻松实现有线连接。本 EVM 用户指南介绍了该 EVM 的连接器、测试点描述、工作模式、原理图、物料清单和电路板布局布线。

### 1.2 套件内容

表 1-1. 套件内容

条目	数量
TPSI2240Q1EVM	1

### 1.3 规格

本节总结了默认配置中 TPSI2240Q1EVM 的性能规格。请参阅节 3.1.1 了解测试期间的典型电压建议值。

表 1-2. TPSI2240Q1EVM 输入电压限制

参数		最小值	典型值	最大值	单位
V <sub>VDD</sub>	初级侧电源电压	4.5	-	20	V
V <sub>EN</sub>	使能电压	0	-	20	V
V <sub>HV*</sub>	次级侧额定高电压输入	0	-	800	V
V <sub>HiPot</sub>	次级侧高电势耐受电压 ( 60s 脉冲 )	0	-	4300	V

### 1.4 器件信息

表 1-3. TPSI2240-Q1 器件规格

器件规格	值
初级侧电源电流	9mA 开启状态、1uA 关闭状态
集成雪崩额定 MOSFET 的关断电压	1200V
隔离栅额定值	5000V <sub>RMS</sub>
汽车级认证	AEC-Q100
封装	DWQ ( SOIC、11 ) 10.3mm × 7.5mm ( 标称值 )

## 1.5 通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EVM) 用户安全指南



务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这样有助于确保您和周围人员的安全。如需了解更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://ti.com/customer support>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

### 警告

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和/或灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。如果不满足合格要求，应立即停止进一步使用 HV EVM。

#### 1. 工作区安全：

- a. 保持工作区整洁有序。
- b. 确认每次电路通电时现场都有具有资质的观察员。
- c. 确认 TI HV EVM 及接口电子元件通电区域设有有效的防护栏和标识，指示可能存在高压操作，以避免意外接触。
- d. 开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置的电气负载如果超过 50Vrms/75VDC，则必须置于紧急断电 EPO 保护电源板内。
- e. 使用稳定且不导电的工作台。
- f. 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。

#### 2. 电气安全：

- a. 作为一项预防措施，假定整个 EVM 可能存在用户可完全接触到的高电压是一种好的工程做法。
- b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需切断 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载的电源。再次确认 TI HV EVM 已安全断电。
- c. 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
- d. EVM 准备就绪后，根据需要将 EVM 通电。

### 警告

EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或电路，因为 EVM 或电路可能存在高压，会造成电击危险。

#### 3. 人身安全

- a. 穿戴人员防护装备（例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜）或者用带有互锁机构的透明塑料箱装好 EVM，避免意外接触。

安全使用限制条件：勿将 EVM 用作量产设备的整体或一部分。

## 2 硬件

### 2.1 建议测试设备

下面的列表包括推荐用于测试 TPSI2240Q1EVM 的设备：

- 用于输入的可调节电源
- 示波器
- 数字万用表
- 可选：用于切换 TPSI2240-Q1 使能 (EN) 引脚的函数发生器或微控制器

### 2.2 跳线信息

表 2-1. 输入和输出连接器说明

连接器	标签	说明
J1	VDD	初级侧电源
J2	GND	初级侧 GND
J3	SH-1	闭合时将 EN 引脚连接至 VDD 的跳线
J4	HV+	次级侧正输入
J5	S2	电压检测输出
J6	HV-	次级侧负输入

### 2.3 测试点

表 2-2. 测试点和跳线说明

测试点、跳线	标签	说明
TP1	GND	初级侧 GND 测试点
TP2	VDD	初级侧电源测试点
TP3	EN	启用引脚测试点
TP4	S1	电阻器链后的次级侧 HV+ 电压
TP5	S2	电压检测输出测试点
TP6	HV-	HV - 次级侧测试点

### 3 实现结果

#### 3.1 评估设置

##### 3.1.1 建议的测试设置

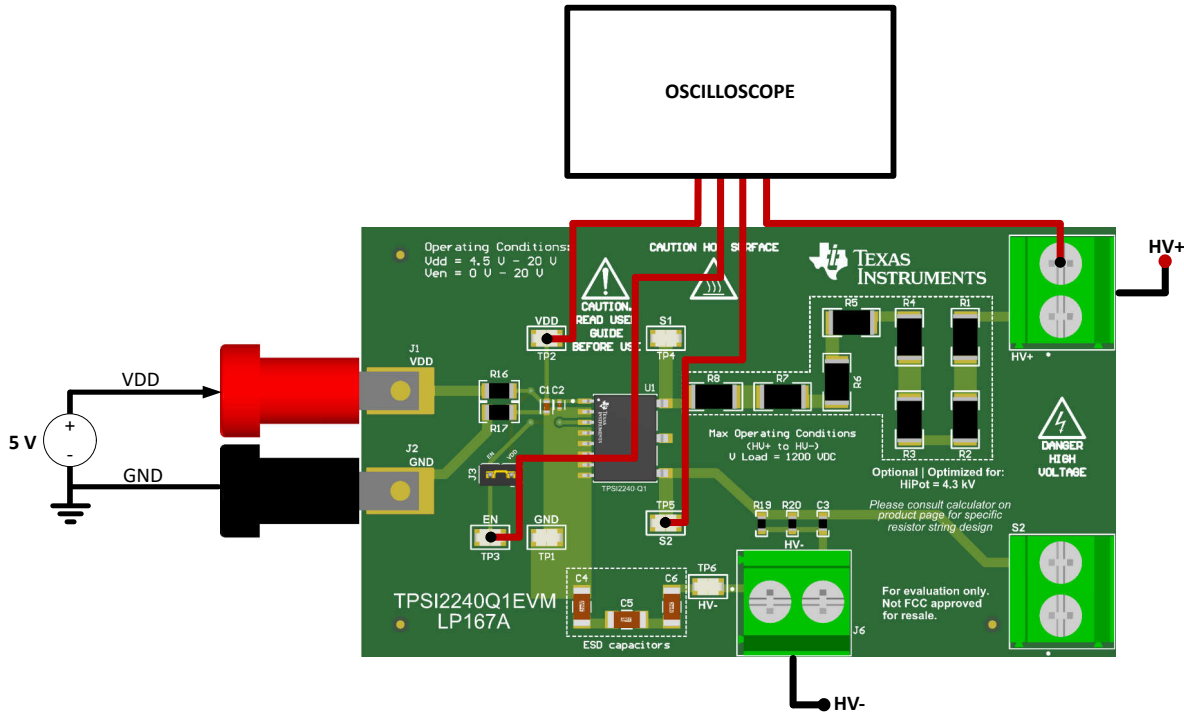


图 3-1. TPSI2240Q1EVM 测试设置

#### 备注

**重要说明：** 图 3-1 中所示的设置假设高压和低压接地 (GND 和 HV-) 短路，以便能够安全地捕获示波器。在此配置中，绕过 TPSI2240-Q1 器件中的隔离栅。要评估具有隔离栅的器件，请使用差分示波器探头并保持高电压和低电压接地分离。

验证 TPSI2240Q1EVM 具有以下跳线设置：

1. **J3** - 将 EN 引脚连接到 VDD 电源轨

要测试 TPSI2240-Q1 是否正常运行，请按照以下步骤操作：

1. 将 5V 电源连接到 **J1** 的香蕉插孔，并将负极引线连接到 **J2**，从而为 TPSI2240-Q1 供电。
2. 在放入外壳或连接高压 (HV) 电源之前，请使用以 **TP1** (GND) 为基准的 **TP2** (VDD) 和 **TP3** (EN) 验证 TPSI2240-Q1 初级侧的所有电压是否符合预期。
3. 将电路板放置在外壳中。将高压电源 (800V) 正极引线连接到 **J4**，负极引线连接到 **J6**。
4. 将示波器探头连接到相关电压 (VDD/EN、HV+、S2)，打开高压电源，然后切换连接到 EN 的 5V 电源。观察 **TP3** (EN)、**J4** (HV+) 和 **TP6** (S2) 是否显示预期的电压。

要测试 TPSI2240-Q1 的高电势 (HiPot) 运行情况，请按照以下步骤操作：

1. 在 HiPot 测试期间，确认没有电源连接到 TPSI2240-Q1 **J1** 和 **J2** 初级侧连接器。
2. 将电路板放置在外壳中，将高压电源 (4,300V) 正极引线连接到 **J4**，将负极引线连接到 **J6**。

- 将示波器探头连接到相关电压 ( HV+、S1-S2 ) 并使用 60s 脉冲打开高压电源，然后观察 **J4** (HV+)、**TP4-TP6** (S1-S2) 是否显示预期的电压。

## 3.2 性能数据和结果

### 3.2.1 波形

完成[建议的测试设置](#)后，验证图 3-2 中的波形中是否显示了以下通道

- CH 1 = HV+
- CH 2 = S2
- CH 3 = VDD/EN

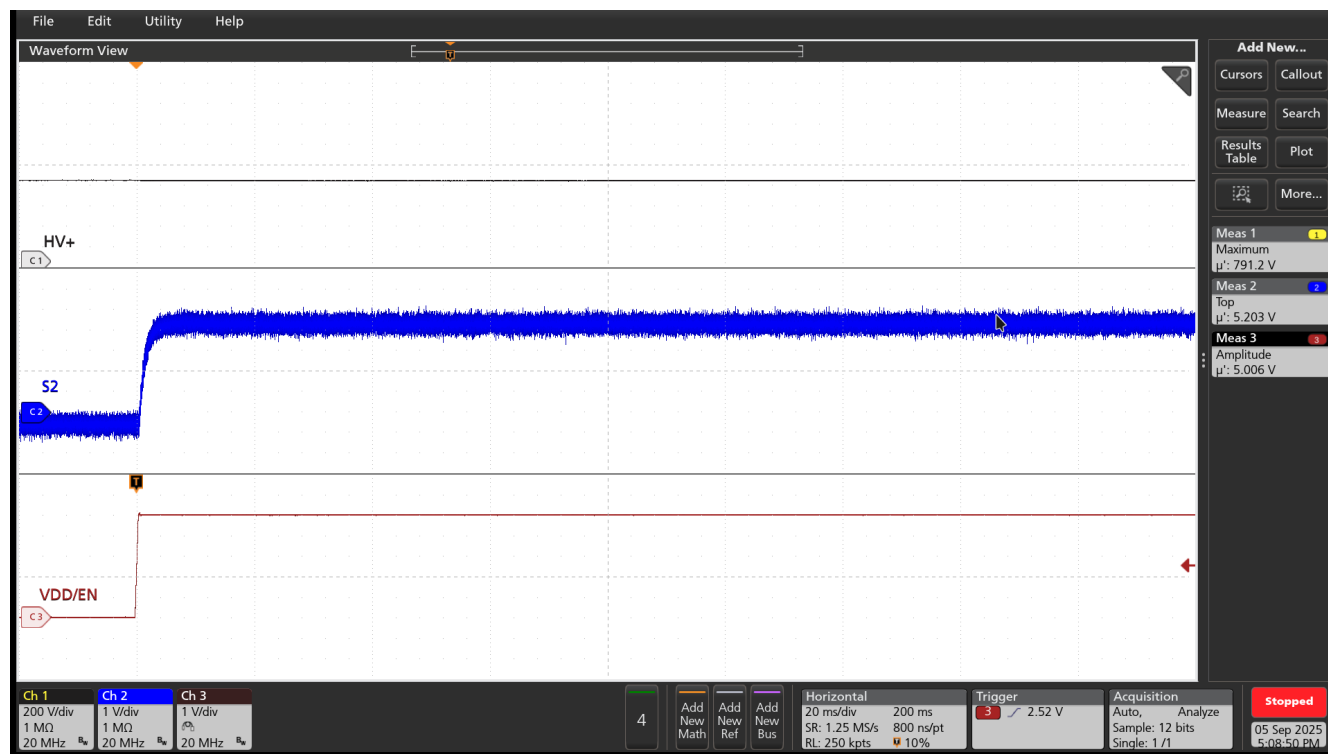


图 3-2. HV = 800V (EN = 5V) 时的电压检测输出 (S2) 测试点

图 3-3 显示了使用以下通道设置的两个测试点。

- CH 1 = VHipot (HV+)
- CH 2 = S1-S2

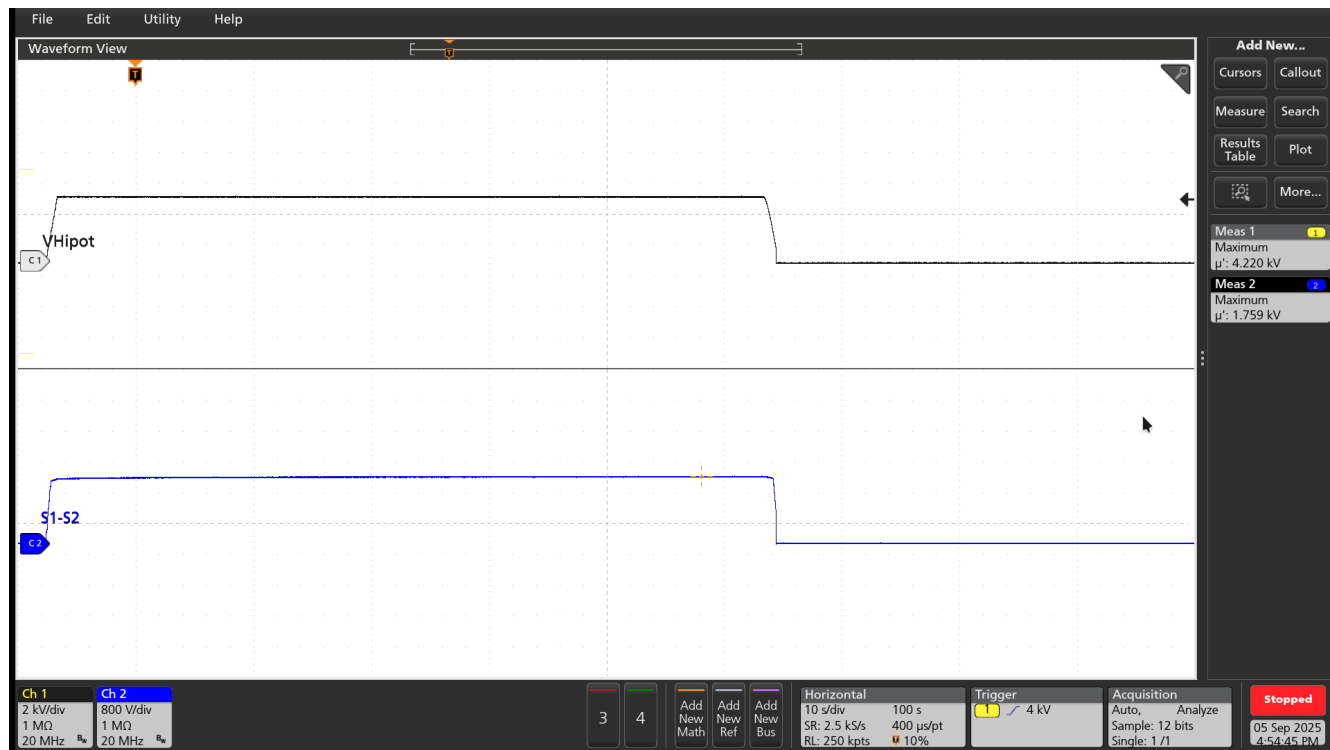


图 3-3. HV = 4,300V 时的次级检测 (S1) 和电压检测 (S2) 测试点

### 3.2.2 S2 分压器

电压检测输出测试点 S2 (TP6) 用于测量分压器。测量的电压值取决于并联电阻器 R19 和 R20 以及电阻器网络 R1-R8。使用以下公式计算电压测量值：

$$V_{S2} = \frac{R19 || R20}{(R1 + R2 + \dots + R8) + (R19 || R20)} \times V_{HV} \quad (1)$$

## 4 硬件设计文件

### 4.1 原理图

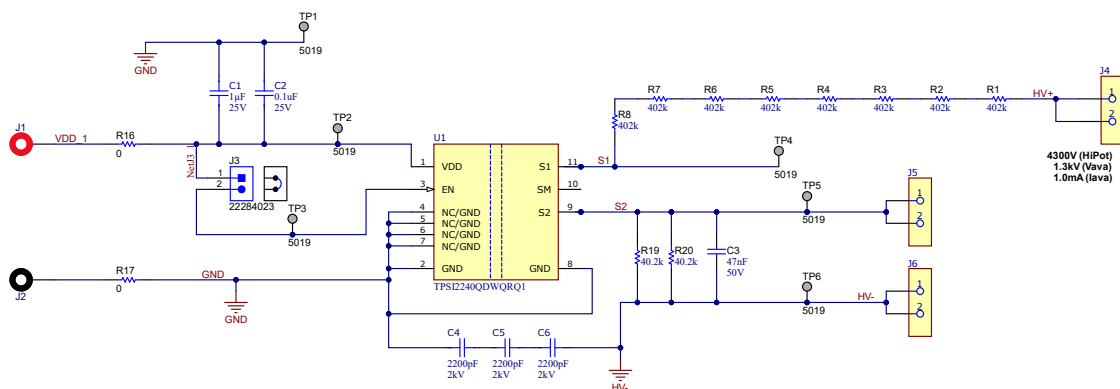


图 4-1. TPSI2240Q1EVM 原理图

### 4.2 PCB 布局

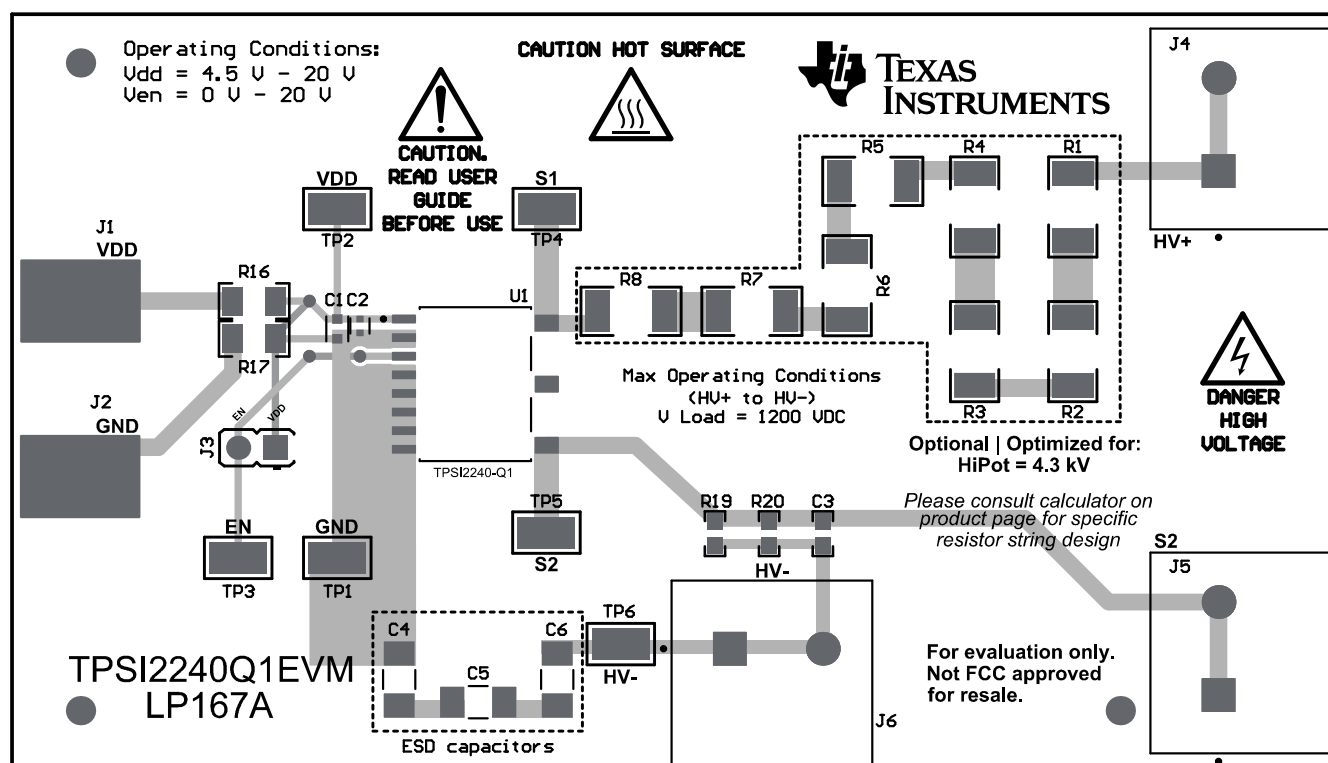


图 4-2. TPSI2240-Q1 EVM - 复合视图



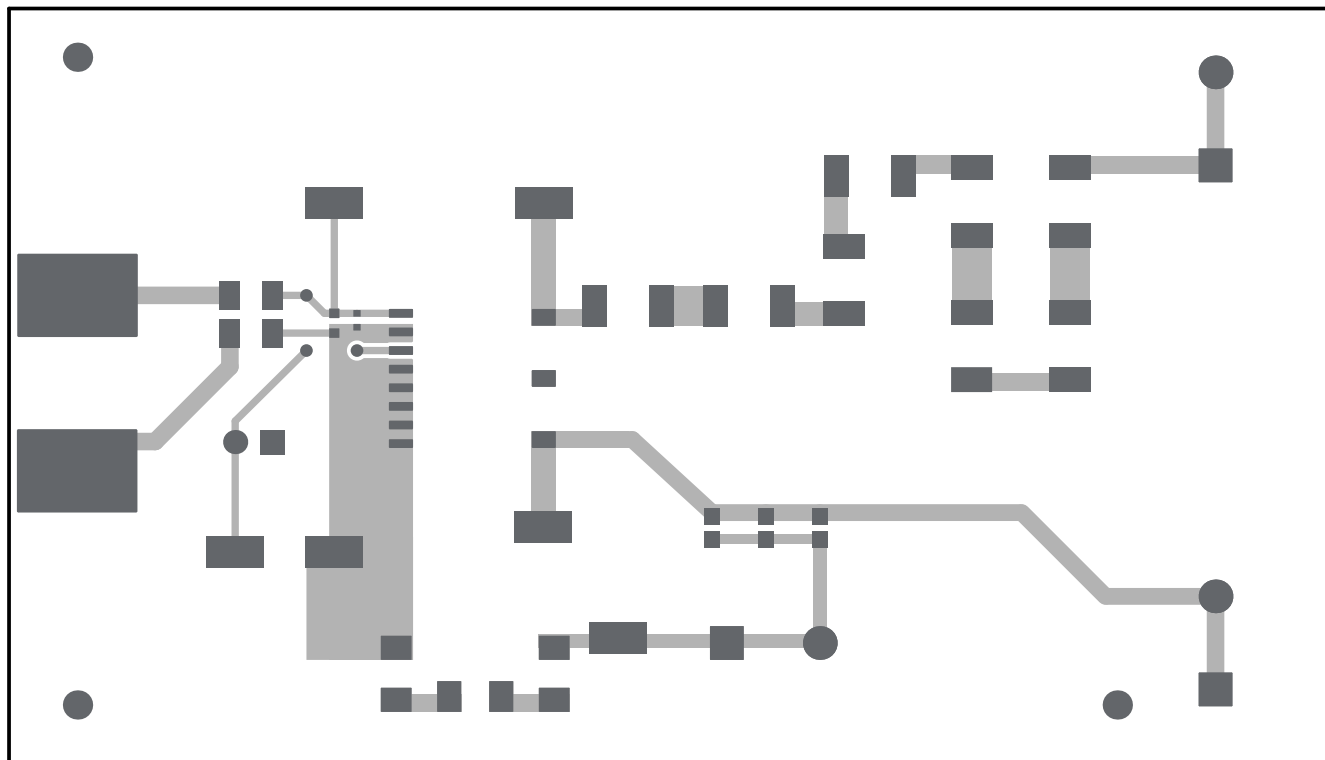


图 4-3. TPSI2240-Q1 EVM - 第 1 层



图 4-4. TPSI2240-Q1 EVM - 第 2 层

ADVANCE INFORMATION

### 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
!PCB	1		印刷电路板		LP167	不限
C1	1	1μF	汽车级陶瓷电容器， 1uF，±10%，25VDC， X7R，0603，纸质 T/R	0603	GCM188R71E105KA64J	Murata
C2	1	100nF	陶瓷电容器汽车级 0.1uF ±10% 25V X7R 0402	0402	TMK105B7104KVHF	Taiyo Yuden
C3	1	0.047uF	电容，陶瓷，0.047uF， 50V，+/-10%，X7R， 0603	0603	C1608X7R1H473K080AA	TDK
C4、C5、C6	3	2.2nF	2,200pF ±10% 2,000V (2kV) 陶瓷电容器 X7R 1,808 ( 公制 4520 )	1808	C1808X222K202T	禾伸堂
FID1、FID2、FID3	3		基准标记。没有需要购买 或安装的元件。	不适用	不适用	不适用
H1、H2、H3、H4	4		Bumpon，半球形，0.44 X 0.20，透明	透明 Bumpon	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1	1		香蕉插头，红色绝缘尼 龙，TH	香蕉插头，红色绝缘尼 龙，TH	108-0902-001	Cinch Connectivity
J2	1		香蕉插头，黑色绝缘尼 龙，TH	香蕉插头，黑色绝缘尼 龙，TH	108-0903-001	Cinch Connectivity
J3	1		接头，2.54mm，2x1， 锡，TH	接头，2.54mm，2x1，TH	22284023	Molex
J4、J5、J6	3			CONN_TERM_BLOCK2	6.91251E+11	Würth Electronics
R1、R2、R3、R4、R5、 R6、R7、R8	8	402k	电阻，402k，1%， 0.75W，AEC-Q200 0 级，2010	2010	CRCW2010402KFKEF	Vishay-Dale
R16、R17	2	0	电阻，0，5%，0.25W， 1206	1206	RC1206JR-070RL	Yageo America
R19、R20	2	40.2k	电阻，40.2k，0.1%， 0.1W，AEC-Q200 0 级， 0603	0603	ERA-3AEB4022V	Panasonic

SH-1	1	1x2	分流器，100mil，镀金，黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6	6		测试点，微型，SMT	测试点，微型，SMT	5019	Keystone
U1	1		具有雪崩保护功能的 1,200V、50mA 汽车级固态继电器	SOIC11	TPSI2240QDWQRQ1	德州仪器 (TI)

## 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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月