





摘要

TPSI2072Q1EVM 可帮助设计人员评估 TPSI2072-Q1 的运行情况和性能。本用户指南介绍了该 EVM 的连接器和测试点描述、工作模式、原理图、物料清单和电路板布局布线。TPSI2072-Q1 是一款 $3.75\text{kV}_{\text{rms}}/5.3\text{kV}_{\text{DC}}$ 双通道隔离开关。电路板的输入和输出连接是端子块，可轻松实现有线连接。TPSI2072Q1EVM 包含多个测试点，用于监测 TPSI2072-Q1 的功能。

 WARNING	危险	请勿使用 EVM 在高于 $V_{\text{IOWM}} = 1414\text{V}_{\text{DC}}$ 的条件下测试隔离性高电压
	注意	注意表面高温 接触可导致烫伤 请勿触摸！
	注意	使用前先阅读用户指南
	注意	请勿在无人照看的情况下使 EVM 通电

内容

通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EVM) 用户安全指南.....	2
1 引言.....	4
1.1 特性.....	4
1.2 应用.....	4
1.3 说明.....	4
2 连接说明.....	6
3 测试设备.....	7
4 建议的测试设置.....	8
4.1 波形.....	8
4.2 $V_{\text{S1_ADC}}$ 和 $V_{\text{S2_ADC}}$ 分压器.....	10
5 原理图.....	12
6 PCB 布局.....	13
7 层间拼接电容器.....	19
7.1 层间拼接电容器和 EMI 性能改进.....	19
7.2 $V_{\text{S1_ADC}}$ 和 $V_{\text{S2_ADC}}$ 分压器.....	19
8 物料清单.....	20
9 修订历史记录.....	21

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

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，这样有助于确保自身和周围人员的人身安全。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。

WARNING

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和灼伤危险，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. 每次电路通电时，必须有合格的观察员在场监督。
- c. TI HV EVM 及其接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识，指示可能存在高压作业，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. 作为预防措施，假设整个 EVM 可能具有完全可接触和有效的高电压始终良好的工程实践。
- b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需将 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载断电。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。

WARNING

EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或其电路，因为其可能存在高压，会造成电击危险。

3. 人身安全

- a. 穿戴个人防护装备 (例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜) 或将 EVM 放置于带有联锁装置的透明塑料箱，避免意外接触。

安全使用限制条件：

勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

1 引言

TPSI2072-Q1 是一款双通道隔离式固态继电器，旨在用于高电压汽车和工业应用，如电池管理系统、EV/HEV 车载充电器、机械继电器替代产品、直流链路预充电等。TPSI2072-Q1 采用紧凑型 SOIC 封装，可充分利用其中集成的独特隔离技术，并无缝取代继电器，无需次级侧电源。该器件的整个初级侧仅需 9mA 的输入电流，支持用户通过两个微控制器 GPIO 引脚驱动 VDD、EN1 和 EN2 引脚，且无需 Photomos 解决方案中使用的外部低侧开关。次级侧包含背对背 MOSFET，从 S1/S2 至 SM 的关断电压为 $\pm 600\text{V}$ 。TPSI2072-Q1 MOSFET 的雪崩稳健性和热敏感封装设计使其能够通过系统级电介质耐压测试 (HiPot)，并且无需任何外部元件即可承受高达 2mA 的直流快速充电器浪涌电流。

1.1 特性

- 隔离：3.75kVRMS，1500VDC
- 具有雪崩能力和 600V 关断电压的集成式 MOSFET
- 符合汽车应用标准：AEC-Q100
- 低初级侧电源电流，导通状态为 9mA，关断状态为 $1\ \mu\text{A}$ (500V，105°C)
- 每个引脚和电压电源都有测试点，以确保正常运行

1.2 应用

- [固态继电器](#)
- [混合动力、电动和动力传动系统](#)
- [电池管理系统 \(BMS\)](#)
- [能量存储系统 \(ESS\)](#)
- [太阳能](#)
- [车载充电器](#)
- [电动汽车充电基础设施](#)
- 另请参阅与这些应用相关的 TI 参考设计。

1.3 说明

TPSI2072Q1EVM 是包含多个测试点和跳线的六铜层板，用于全面评估器件的功能。初级侧由四个差分驱动器组成，为次级侧的每个内部 MOSFET 提供电力和使能逻辑信息。次级侧的每个 MOSFET 都有专用的全桥整流器来形成本地电源。当使能引脚变为高电平时，振荡器启动并且驱动器跨隔离栅输送电力和逻辑高电平。TPSI2072-Q1 不仅具有雪崩性能稳健的 MOSFET，而且其采用的 11 引脚 DWQ 封装上的加宽引脚易于散热，因此可通过电介质耐压测试 (HiPot)，并且无需任何外部保护元件即可承受高达 2mA 的直流快速充电器浪涌电流。

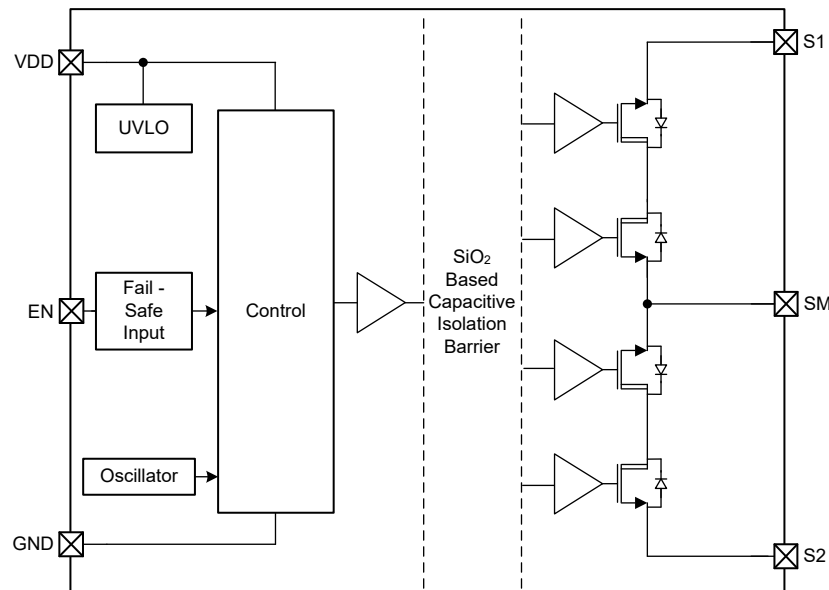


图 1-1. TPSI2072-Q1 功能方框图 (需要更新)

表 1-1. 器件信息

器件型号	封装	封装尺寸 (标称值)
TPSI2072-Q1	SOIC 11 引脚 (DWQ)	10.3mm × 7.5mm

2 连接说明

表 2-1 显示了输入/输出连接器的概览。表 2-2 显示了测试点和跳线。

表 2-1. 输入和输出连接器说明

连接器	标签	说明
J1	HV1	次级侧正输入 1
J2	SM	电压检测输出
J3	HV -	次级侧负输入
J4	VDD	主 侧电源
J5	GND	主 侧接地
J6	EN1_EXTERNAL	外部 使能 1 信号
J8	EN2_EXTERNAL	外部使能 2 信号
J10	HV2	次级侧正输入 2

表 2-2. 测试点和跳线说明

测试点、跳线	标签	说明
TP1	VDD	初级侧电源测试点
TP2	EN1_EXTERNAL	EN1_EXTERNAL 测试点
TP3、TP4	GND	初级侧接地测试点
TP5	S1	电阻器链后的次级侧 HV1 电压
TP6	SM	热引脚
TP7	S2	电阻器链后的次级侧 HV2 电压
TP8	HV-	HV - 次级侧测试点
TP9	EN2_EXTERNAL	EN2_EXTERNAL 测试点
J7	EN1_X/EN1/VDD	将 EN1_X 连接到 EN1， 或将 EN1 连接到 VDD。允许使用外部使能信号，而非 VDD 发出的 EN1 信号
J9	EN2_X/EN2/VDD	将 EN2_X 连接到 EN2， 或将 EN2 连接到 VDD。允许使用外部使能信号，而非 VDD 发出的 EN2 信号
J11	拼接电容器跳线	在初级地和次级地之间连接层间拼接电容器 (20pF)，用于提高 EMI 性能。

3 测试设备

建议使用以下设备测试 TPSI2072Q1EVM :

- 用于输入的可调节电源
- 示波器
- 用于切换 EN 引脚的函数发生器

4 建议的测试设置

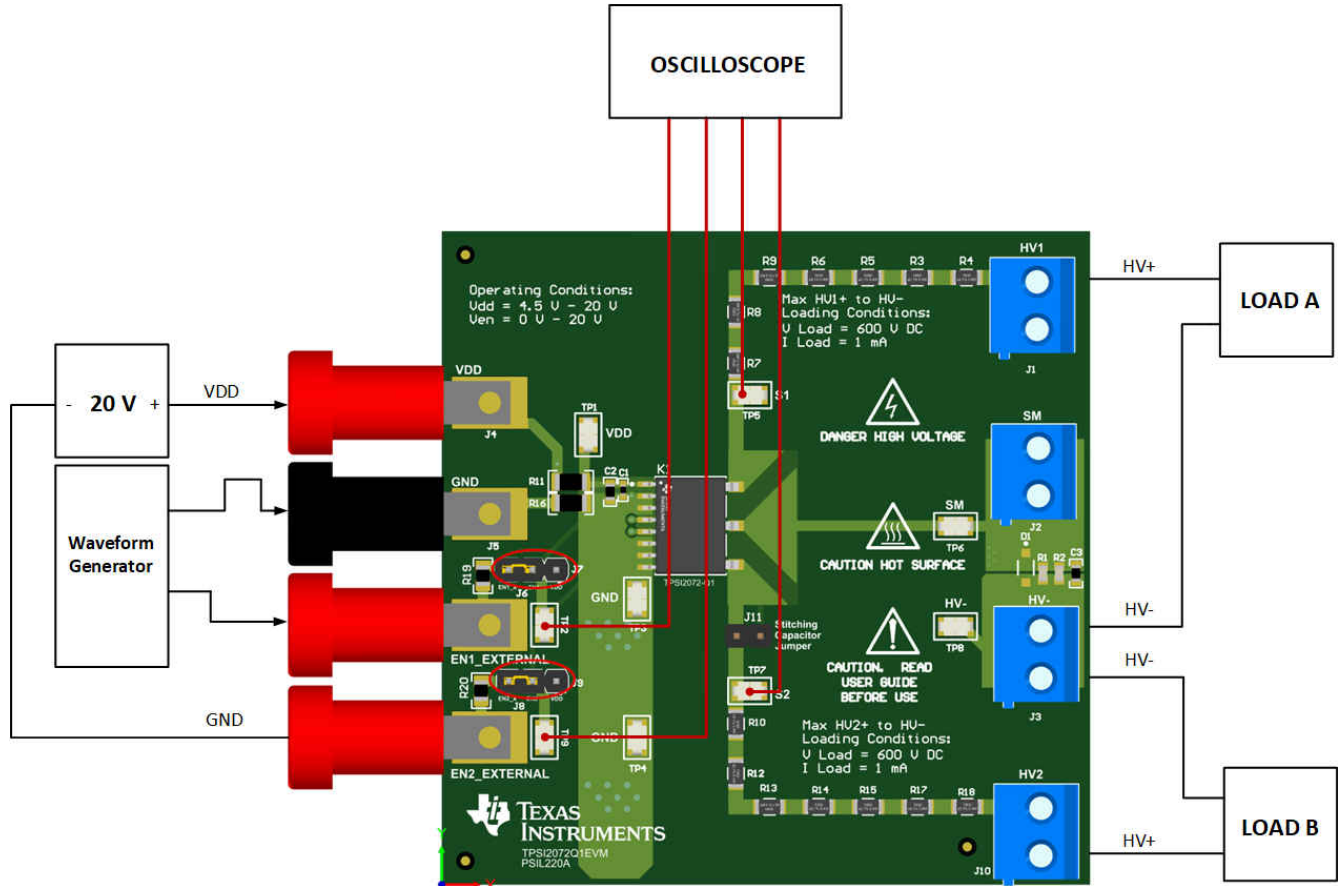


图 4-1. TPSI2072-Q1 EVM 测试设置

确保 TPSI2072Q1EVM 具有以下跳线设置：

1. J7 - 分流器连接 EN1 和 EN1_EXT。
2. J9 - 分流器连接 EN2 和 EN2_EXT。
3. 如果不使用如上所示的波形发生器，则将分流器交替放置在 VDD 和 EN1/EN2 之间。当 VDD 通电时，此操作可导致 EN1/EN2 处于高电平。

4.1 波形

如果按照如上所述连接，以下通道必须显示在下方波形中：

- CH 1 = EN1
- CH 2 = EN2
- CH 3 = S1-SM
- CH 4 = SM-S2

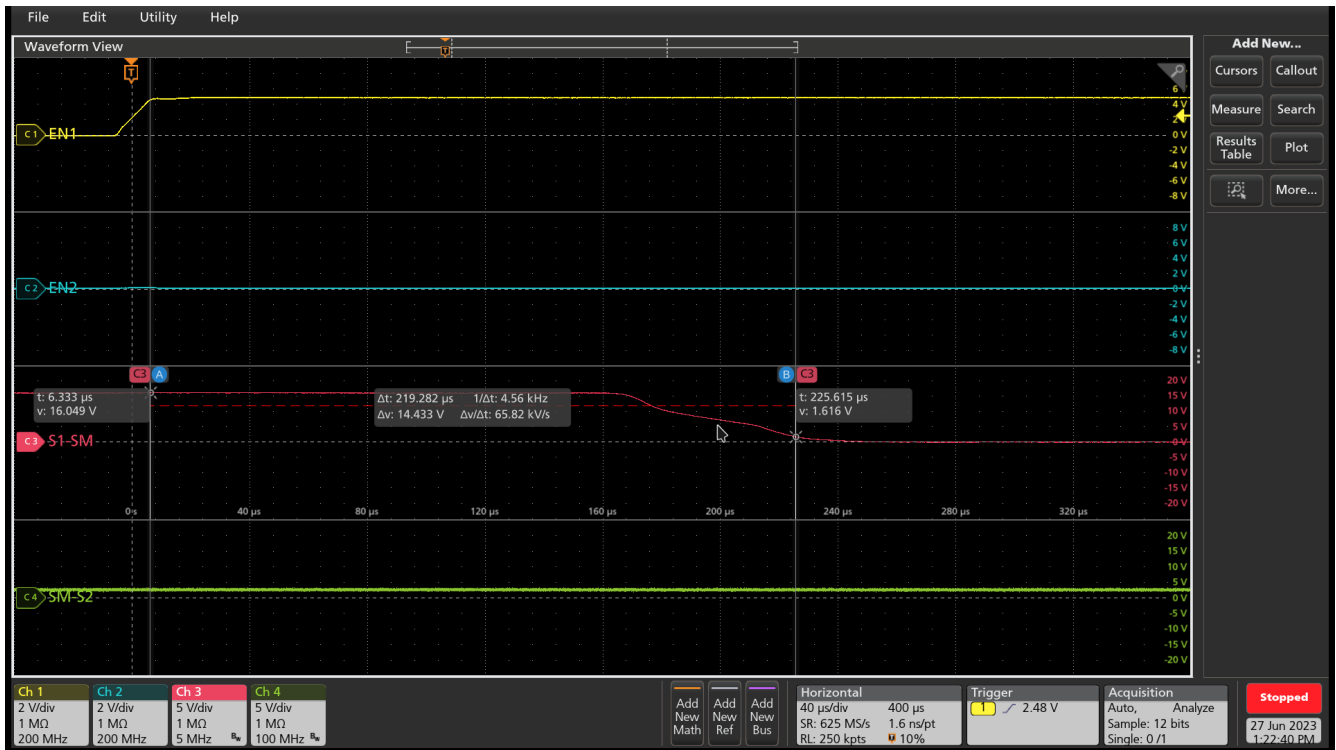


图 4-2. RN1 上升时间

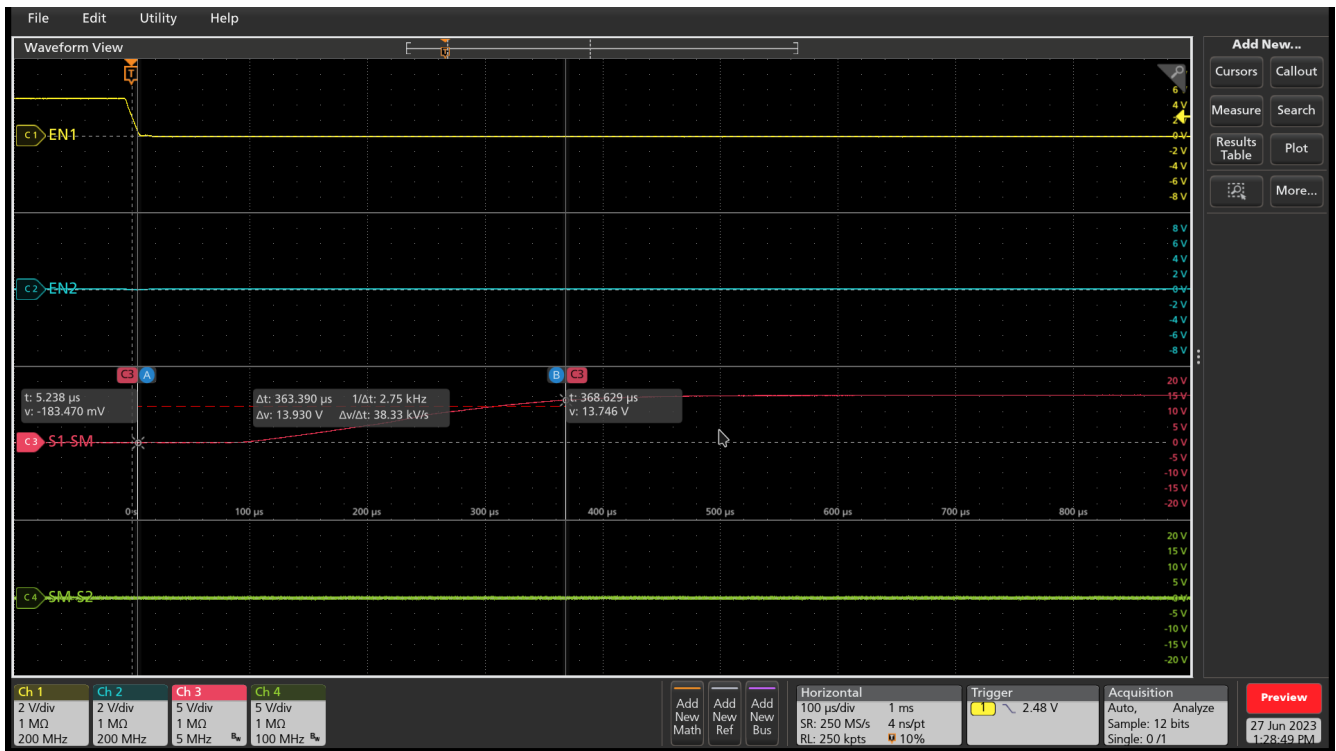


图 4-3. EN1 下降时间

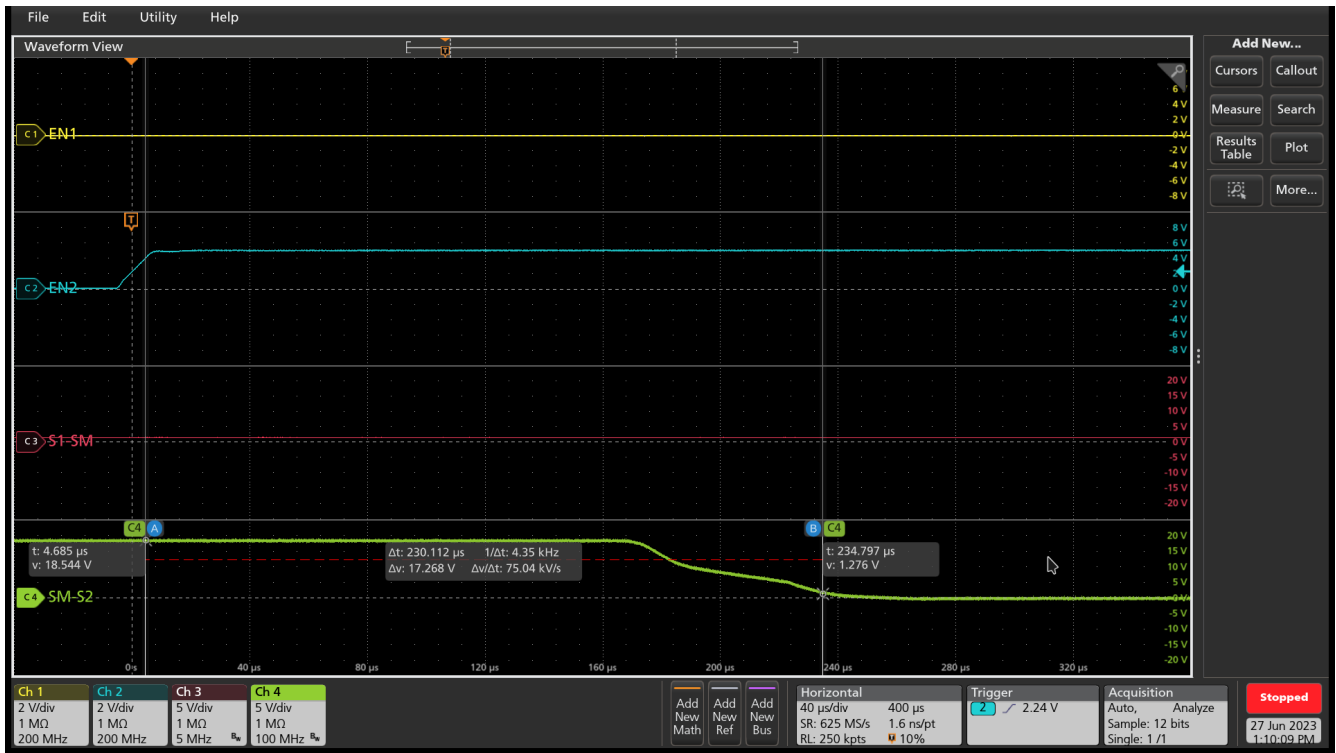


图 4-4. EN2 上升时间

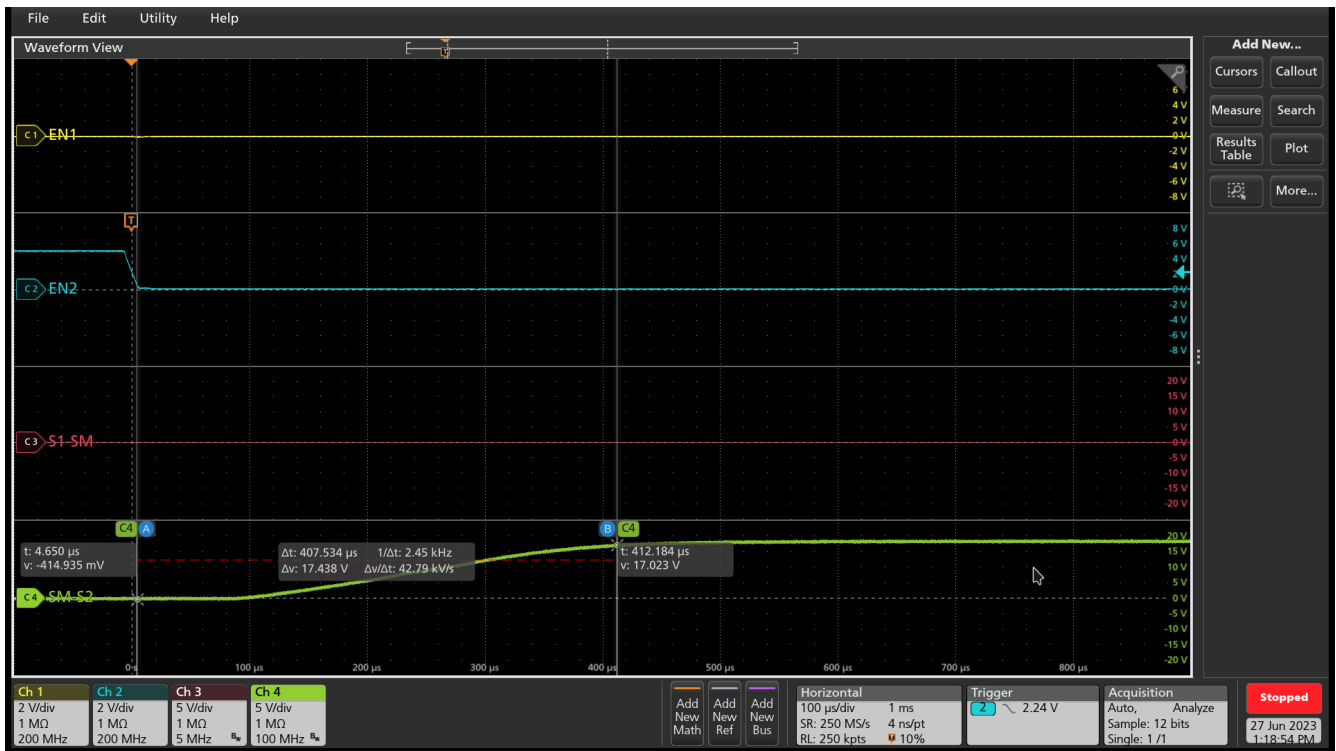


图 4-5. EN2 下降时间

4.2 V_{S1_ADC} 和 V_{S2_ADC} 分压器

SM (TP6) 将用于分压器测量。测量的电压值取决于并联电阻器 R1 和 R2 以及电阻器网络 R3-R9 或 R10-R18。它可以通过以下方程来计算：

$$V_{S1_ADC} = \frac{R1 || R2}{(R3 + R4 \dots + R9) + (R1 || R2)} \times V_{LOAD} \quad (1)$$

$$V_{S2_ADC} = \frac{R1 || R2}{(R10 + R12 + R13 + R14 + R15 + R17 + R18) + (R1 || R2)} \times V_{LOAD} \quad (2)$$

5 原理图

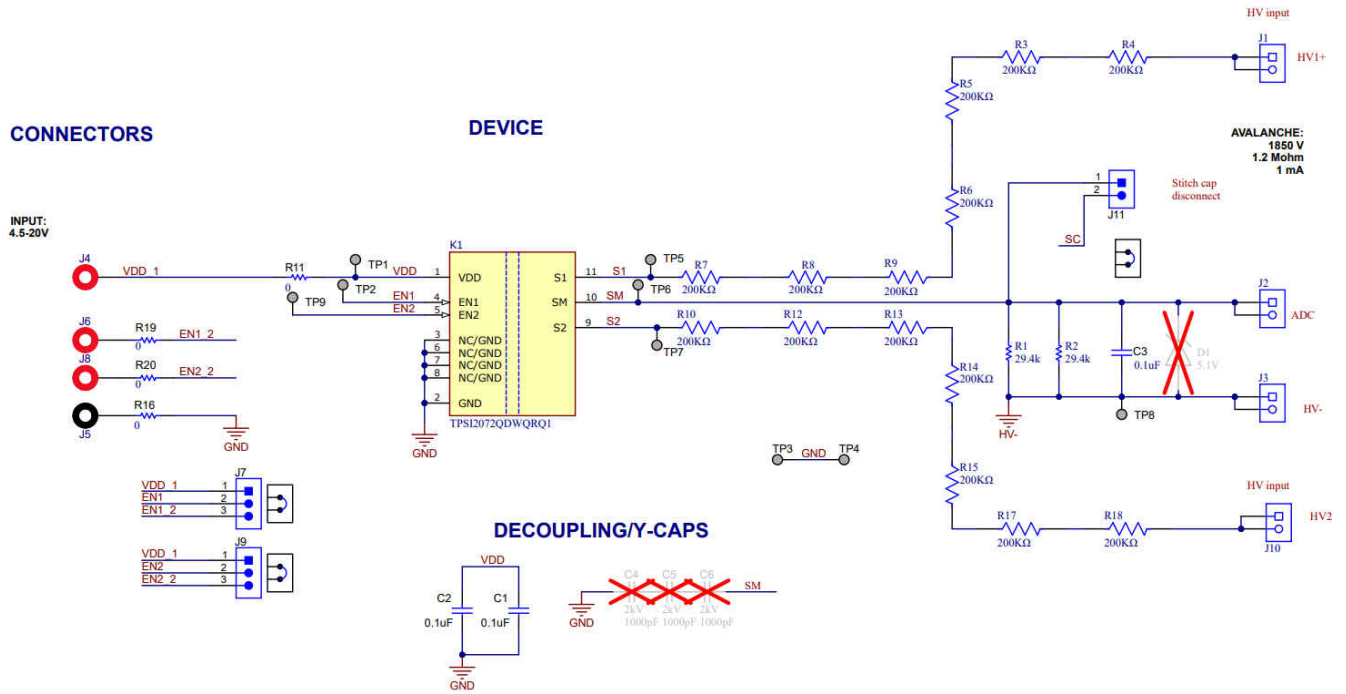


图 5-1. TPSI2072Q1EVM 原理图

6 PCB 布局

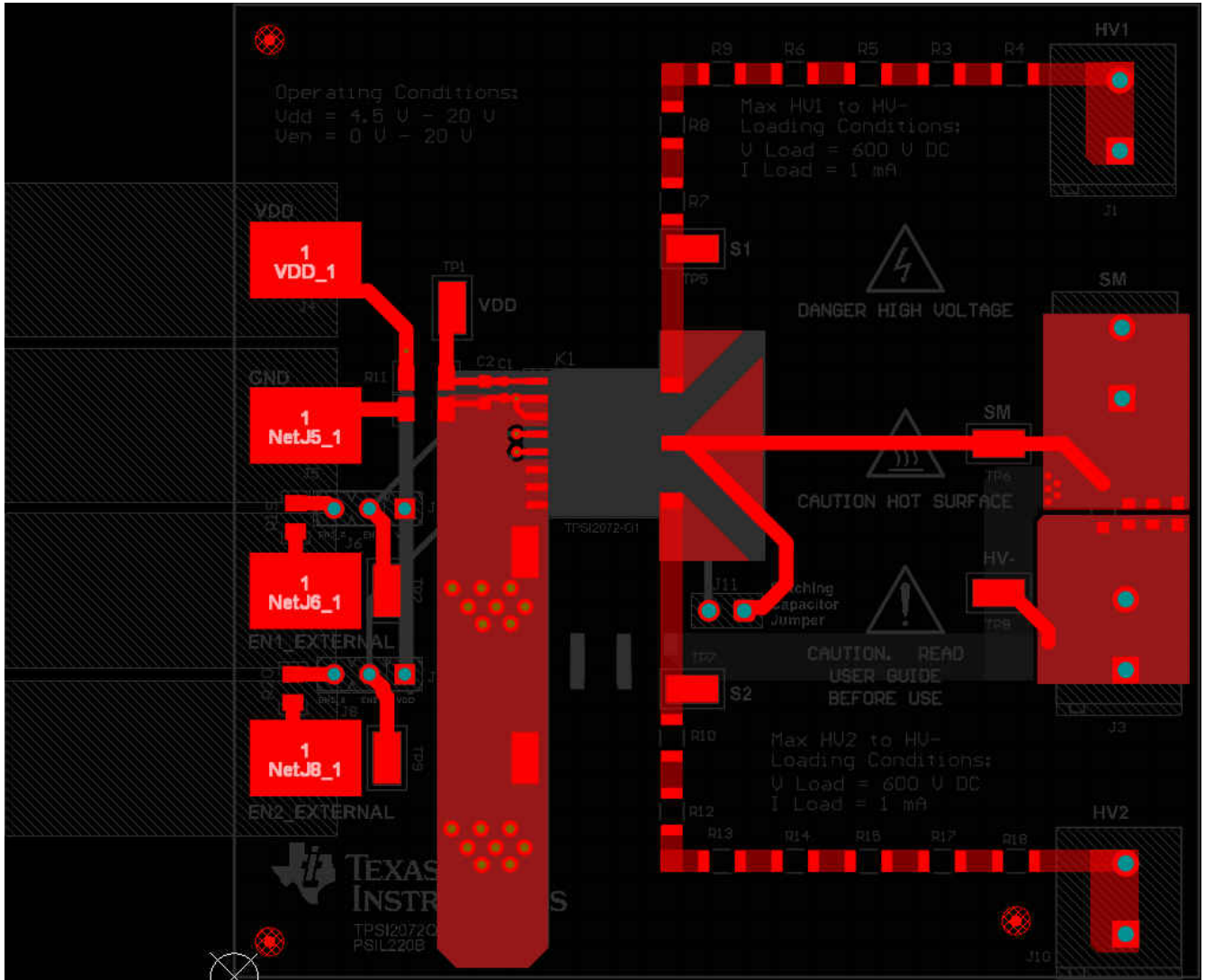


图 6-1. TPSI2072-Q1 EVM 第 1 层

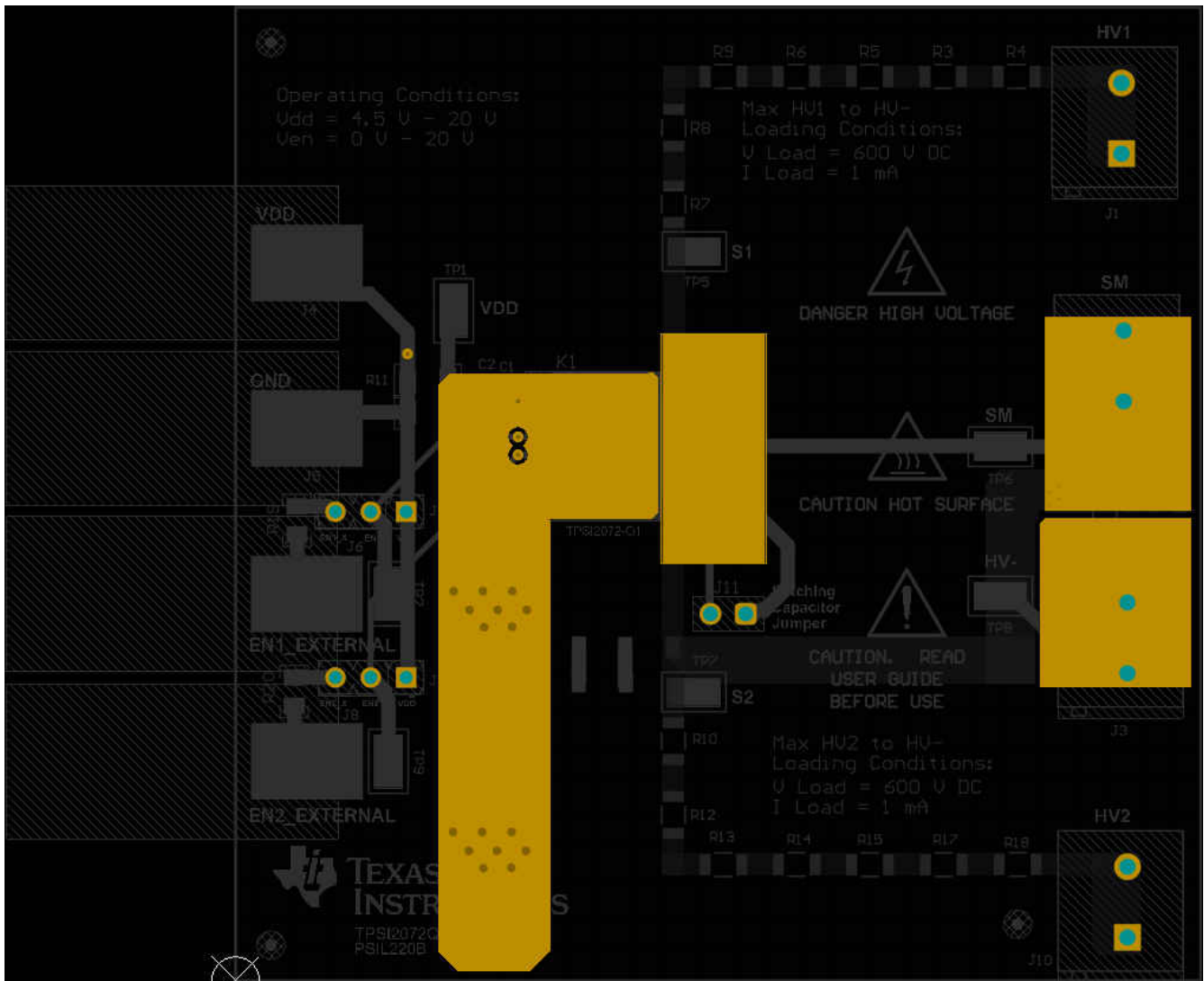


图 6-2. TPSI2072-Q1 EVM 第 2 层

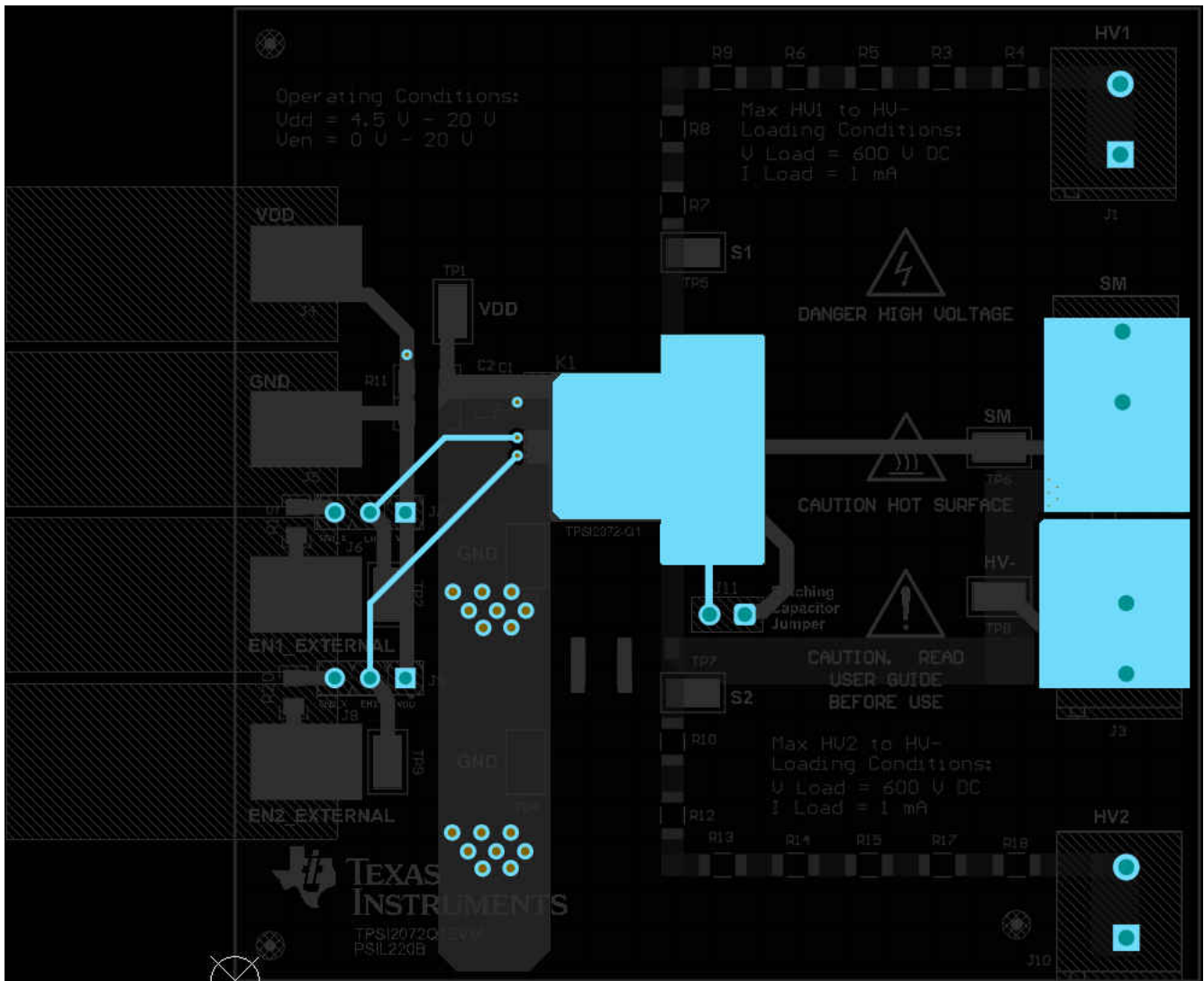


图 6-3. TPSI2072-Q1 EVM 第 3 层

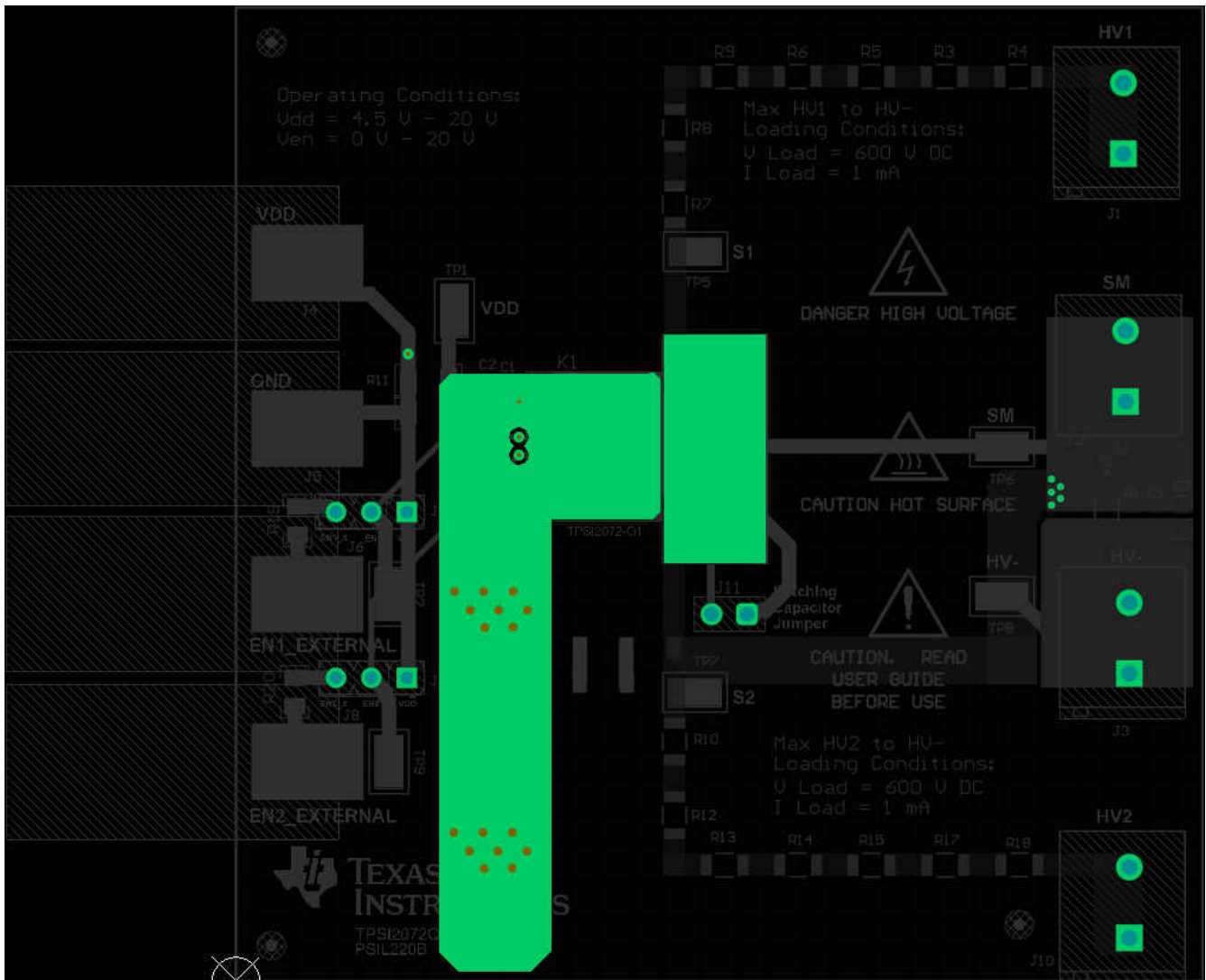


图 6-4. TPSI2072-Q1 EVM 第 4 层

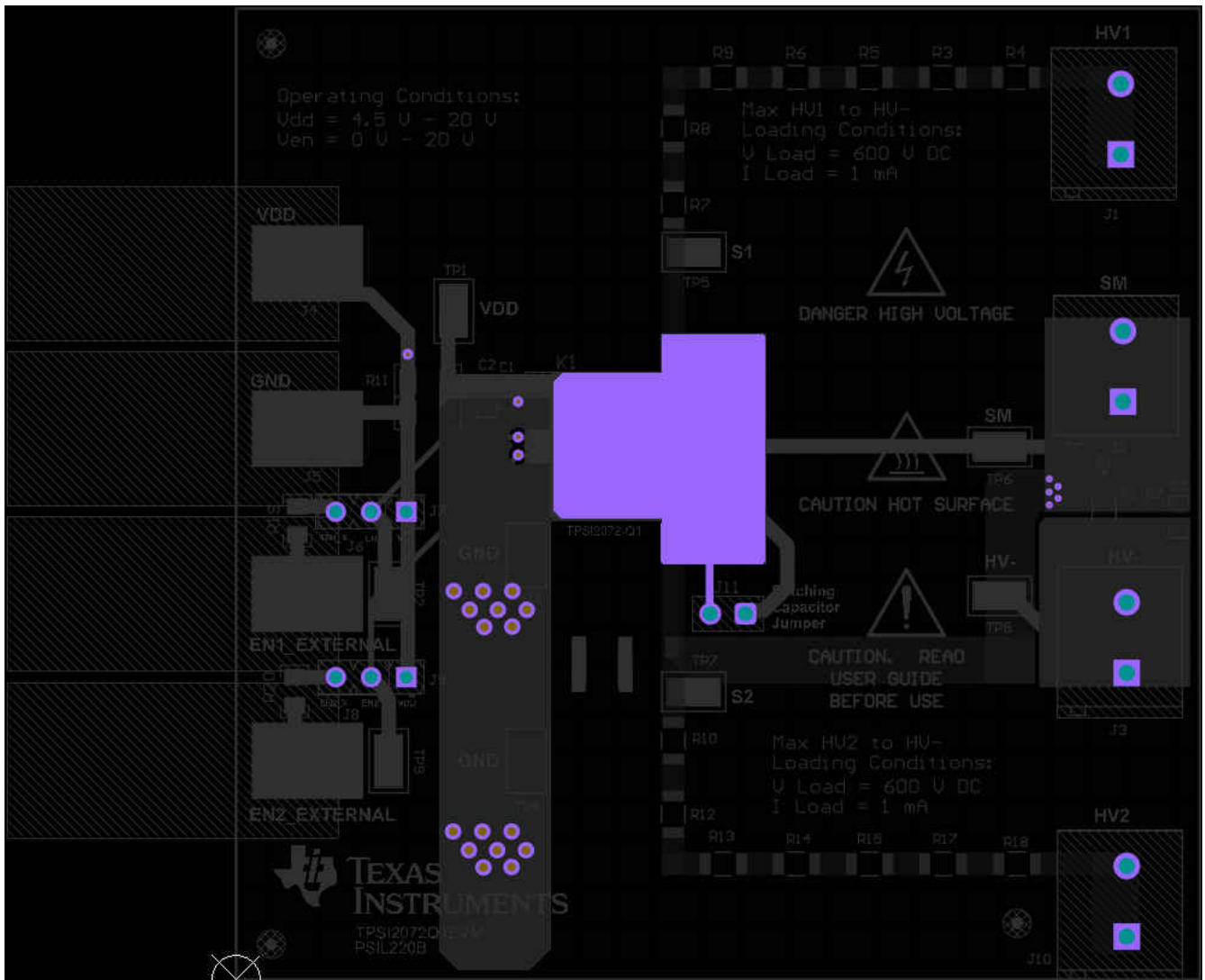


图 6-5. TPSI2072-Q1 EVM 第 5 层

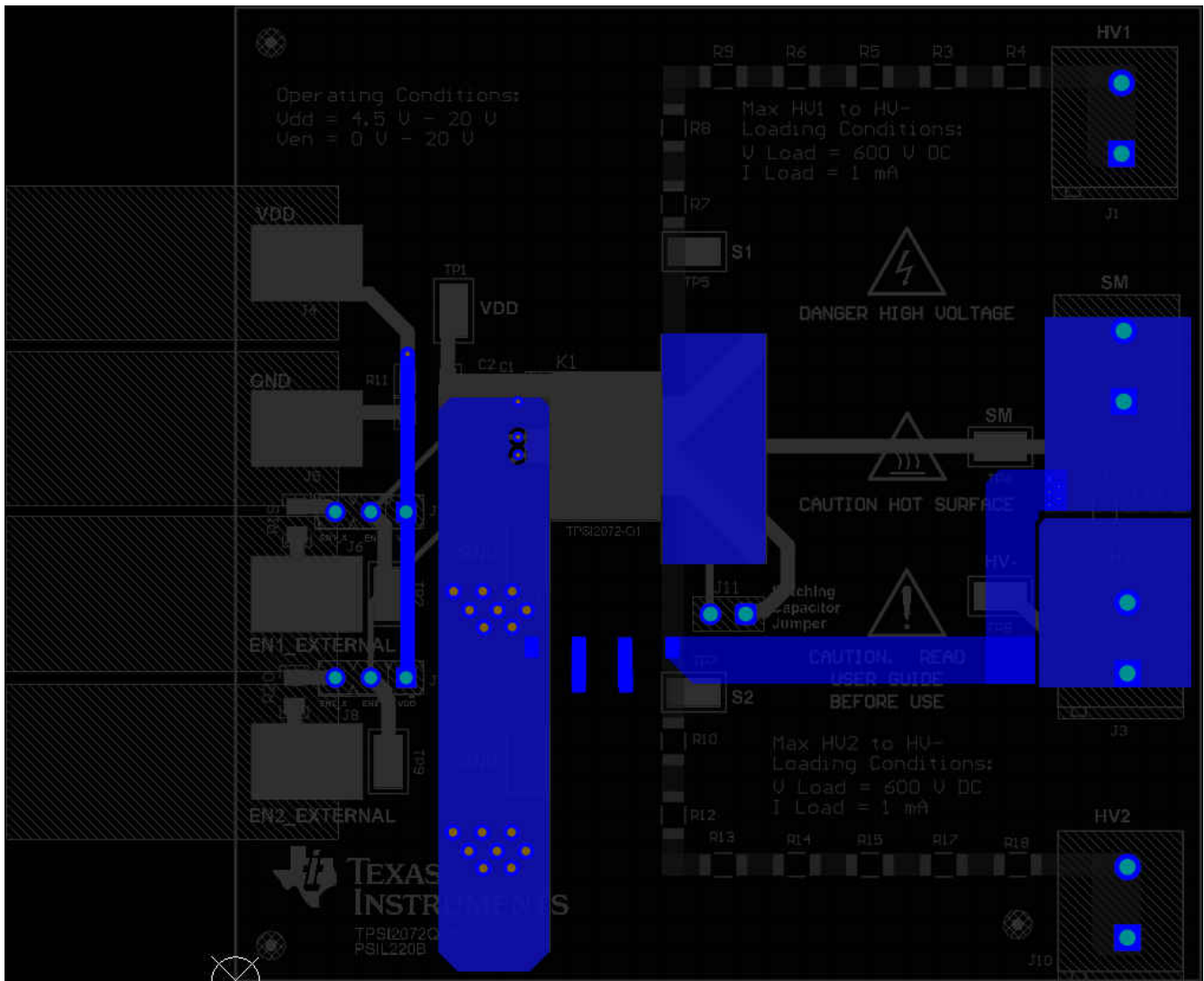


图 6-6. TPSI2072-Q1 EVM 第 6 层

7 层间拼接电容器

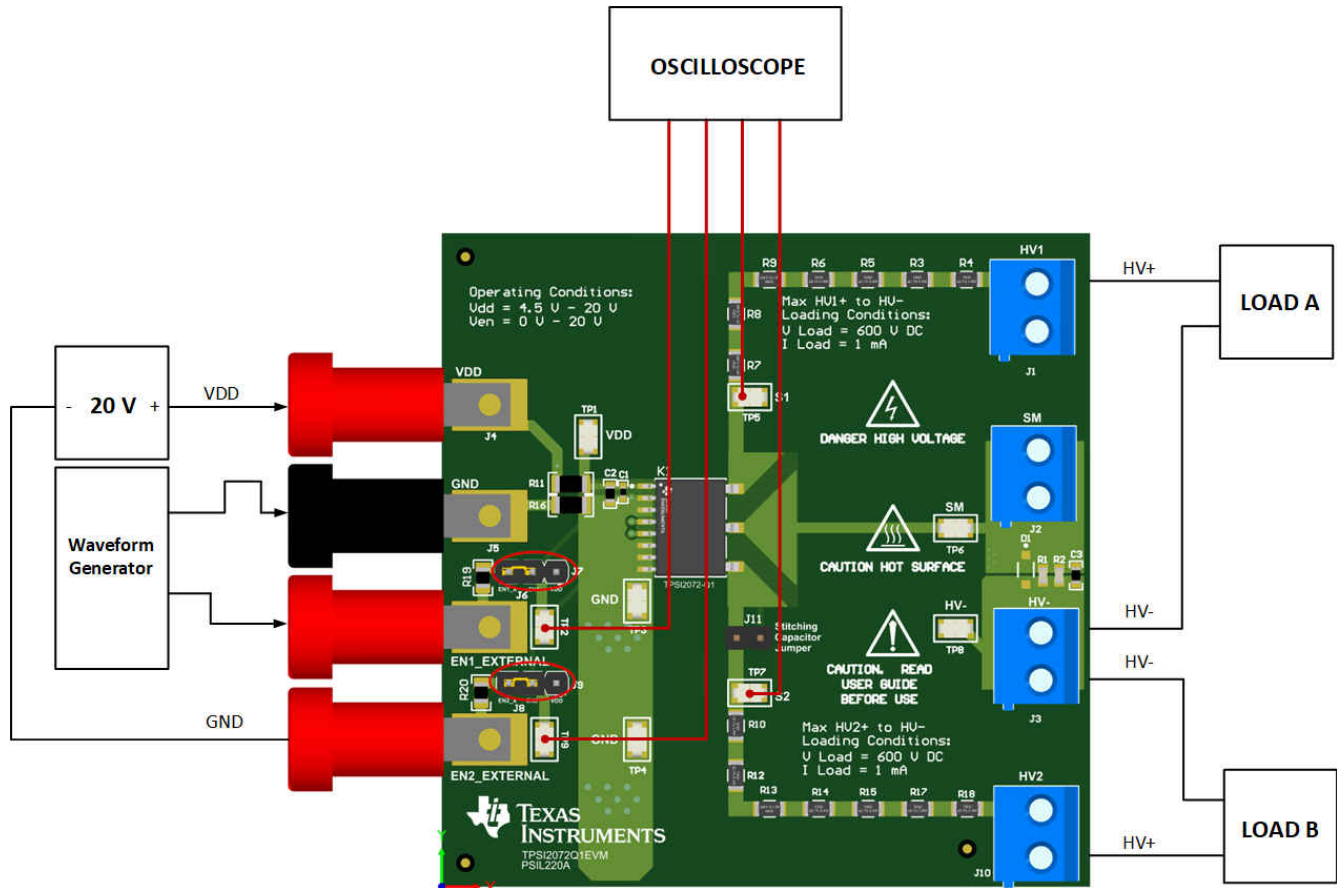


图 7-1. TPSI2072-Q1 EVM 测试设置

确保 TPSI2072Q1EVM 具有以下跳线设置：

1. J7 - 分流器连接 EN1 和 EN1_EXT。
2. J9 - 分流器连接 EN2 和 EN2_EXT。
3. 如果不使用如上所示的波形发生器，则将分流器交替放置在 VDD 和 EN1/EN2 之间。当 VDD 通电时，此操作可导致 EN1/EN2 处于高电平。

7.1 层间拼接电容器和 EMI 性能改进

瞬态噪声可通过电容隔离或磁隔离进行耦合，从而在初级侧和次级侧之间产生共模电流。这会发射 EMI，还会因较大的返回路径而加剧。Y 电容可将初级地和次级地连接在一起，从而最大限度减小共模电流返回路径。Y 电容可有效用作高通滤波器，为次级侧高频信号返回初级侧创建低阻抗路径。通过使用 PCB 的内层在初级地和次级地之间形成一个 Y 电容 (20pF)，TPSI2072-Q1 EVM 可包含一个层间拼接电容器。连接 J11 跳线可启用层间拼接电容器。有关层间拼接电容器的更多信息，请参阅应用报告，采用 ISOW7841 集成式信号和电源隔离器的低发射设计。

7.2 V_{S1_ADC} 和 V_{S2_ADC} 分压器

8 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
!PCB	1		印刷电路板		PSIL220	不限
C1	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-10%, X7R, 0402	0402	GRM155R71E104 KE14D	MuRata
C2	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R1E10 4K080AA	TDK
C3	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C0603C104K3RA CTU	Kemet
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		缓冲垫, 圆柱形, 0.312 X 0.200, 黑 色	黑色缓冲垫	SJ61A1	3M
J1、J2、J3、J10	4		端子块, 5.08mm, 2x1, 黄 铜, TH	2x1 5.08mm 端子 块	ED120/2DS	On-Shore Technology
J4、J6、J8	3		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
J5	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
J7、J9	2		接头, 2.54mm, 3x1, 锡, TH	插头, 2.54mm, 3x1, TH	68001-403HLF	FCI
J11	1		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	61300211121	Würth Elektronik
K1	1		具有 2mA 雪崩能 力的汽车类隔离开 关	SOIC11	TPSI2072QDWQ RQ1	德州仪器 (TI)
R1、R2	2	29.4k			RC0603FR-0729K 4L	Yageo
R3、R4、R5、 R6、R7、R8、 R9、R10、R12、 R13、R14、 R15、R17、R18	14	200K Ω	RQ732B 1206 200K Ω 0.4W 10ppm/ $^{\circ}$ C 0.1% 200V		RQ73C2B200KBT D	TE
R11、R16	2	0	电阻, 0, 5%, 0.25W, 1206	1206	RC1206JR-070RL	Yageo America
R19、R20	2	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, 0805	0805	MCR10EZPJ000	Rohm

SH-1、SH-2、 SH-3	3	1x2	分流器，100mil， 镀金，黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、 TP3、TP4、 TP5、TP6、 TP7、TP8、TP9	9		测试点，微型， SMT	测试点，微型， SMT	5019	Keystone
C4、C5、C6	0	1000pF	电容，陶瓷， 1000pF，2000V， +/-10%，X7R， AEC-Q200 1 级， 1206	1206	C1206C102KGRA CAUTO	Kemet
D1	0		齐纳二极管 5.1V 500MW SOD123			二极管

9 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

Changes from Revision * (April 2022) to Revision A (January 2023)		Page
• 初始版本.....		4
•		4

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司