

## 摘要

TPS7H2211EVM-CVAL 评估模块 (EVM) 是用于评估 TPS7H2211-SP 负载开关的电气特性的平台。本用户指南提供 EVM 的详细信息 (包括其配置、原理图和 BOM)，还显示了使用该 EVM 收集的测试结果。

## 内容

<b>1 引言</b> .....	<b>3</b>
1.1 默认电路板配置.....	3
1.2 备选电路板配置.....	4
<b>2 EVM 连接器和测试点</b> .....	<b>5</b>
<b>3 测试结果</b> .....	<b>6</b>
3.1 默认配置结果.....	6
3.2 并行配置结果.....	8
<b>4 电路板布局</b> .....	<b>10</b>
<b>5 原理图</b> .....	<b>14</b>
5.1 默认配置原理图.....	14
5.2 并行配置原理图.....	15
<b>6 物料清单 (BOM)</b> .....	<b>16</b>
6.1 默认配置 BOM.....	16
6.2 并行配置 BOM.....	18

## 插图清单

图 1-1. 默认配置简化原理图.....	3
图 2-1. TPS7H2211EVM-CVAL 3D 渲染 (顶部).....	5
图 3-1. 默认配置：启动.....	6
图 3-2. 默认配置：关断.....	6
图 3-3. 默认配置：由输入电压引起的 OVP 置位.....	7
图 3-4. 默认配置：由输入电压引起的 OVP 取消置位.....	7
图 3-5. 并行配置：启动.....	8
图 3-6. 并行配置：关断.....	8
图 3-7. 并行配置：由输入电压引起的 OVP 置位.....	9
图 3-8. 并行配置：由输入电压引起的 OVP 取消置位.....	9
图 4-1. 顶部丝印.....	10
图 4-2. 顶部阻焊层.....	10
图 4-3. 顶层.....	11
图 4-4. 信号层 1.....	11
图 4-5. 信号层 2.....	12
图 4-6. 底层.....	12
图 4-7. 底部阻焊层.....	13
图 5-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认原理图.....	14
图 5-2. TPS7H2211EVM-CVAL 并行原理图.....	15

## 表格清单

表 1-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认配置.....	3
表 1-2. TPS7H2211EVM-CVAL 并行配置.....	4
表 2-1. 连接器和测试点汇总.....	5
表 6-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认 BOM.....	16

---

表 6-2. TPS7H2201EVM-CVAL 并行 BOM.....	18
--------------------------------------	----

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

TPS7H2211-SP 是一个单通道负载开关，可提供反向电流保护、过压保护和可配置的上升时间，以最大限度减少浪涌电流（软启动）。此器件包括一个 P 沟道 MOSFET，可在 4.5V 至 14V 的输入电压范围内运行并可支持 3.5A 的最大持续电流。此开关由一个开关输入 (EN) 控制，该输入能够直接连接至低电压控制信号。过压保护和软启动可通过 OVP 和 SS 引脚使用很少的外部组件进行编程。

### 1.1 默认电路板配置

EVM 旨在 TPS7H2211-SP 的整个输入电压和输出电流范围内使用，同时可灵活地配置器件以在不同条件下运行。默认情况下，EVM 配置为单个器件，如表 1-1 中所述，但电路板提供的封装可以安装附加器件和无源器件，以便测试并行或冷备用应用。

有关默认 EVM 配置的更多详细信息，请参阅[默认配置原理图](#)和[默认配置物料清单](#)。

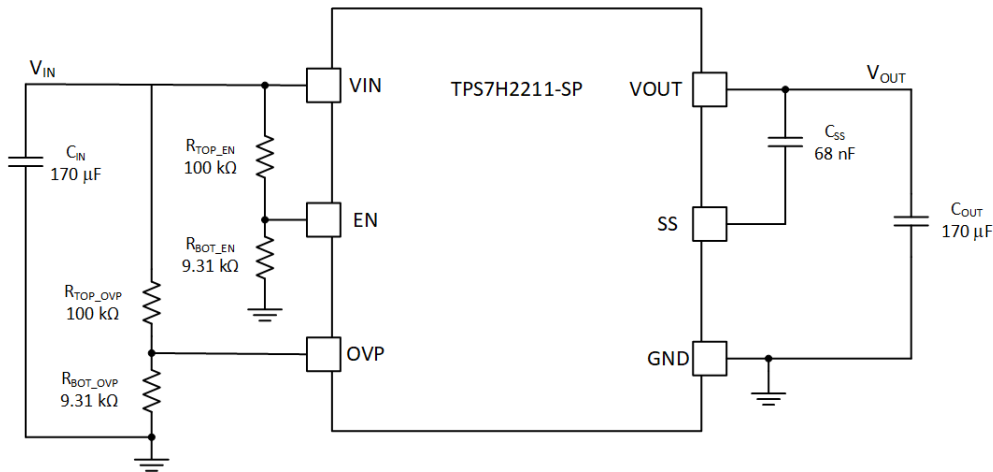


图 1-1. 默认配置简化原理图

表 1-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认配置

规格	值	说明
输入电压 VIN	12V	处于建议的器件输入电压范围 4.5V 至 14V 内。
输出电流 IOUT	0A 至 3.5A	不超过每个器件 3.5A 的最大器件持续开关电流。
EN 导通电压 VINEN_RISE	7.4V	典型的 EN 导通和关断值。
EN 关断电压 VINEN_FALL	6.1V	设置方式： R1 (R <sub>TOP_EN</sub> ) = 100k Ω R4 (R <sub>BOT_EN</sub> ) = 9.31k Ω
OVP 输入电压 VINOVP_RISE	13.5V	进入和退出 OVP 的典型值。
OVP 退出电压 VINOVP_FALL	13.4V	设置方式： R3 (R <sub>TOP_OVP</sub> ) = 100k Ω R5 (R <sub>BOT_OVP</sub> ) = 9.31k Ω
软启动时间 t <sub>SS</sub>	约为 10ms	从最终电压的 10% 到 90% 的典型时间。 设置方式： C1 (C <sub>SS</sub> ) = 68nF

## 1.2 备选电路板配置

如果需要定制配置，用户应参阅 [TPS7H2211-SP 数据表](#) 来计算器件周围无源器件的值并注意所有操作要求。

除了默认 EVM 配置外，本用户指南还提供了一个示例，说明如何为并行操作配置 TPS7H2211EVM-CVAL。针对并行配置的使能 (EN) 和过压保护 (OVP) 技术规格与针对缺省配置的技术规格相同。但是，与默认配置相比，此配置能够提供高达两倍的输出电流。

有关并行 EVM 配置的更多详细信息，请参阅 [并行配置原理图](#) 和 [并行配置物料清单](#)。

**表 1-2. TPS7H2211EVM-CVAL 并行配置**

规格	值	说明
输入电压 VIN	13V	处于建议的器件输入电压范围 4.5V 至 14V 内。
输出电流 I <sub>OUT</sub>	0A 至 7A	不超过每个器件 3.5A 的最大器件持续开关电流。
EN 导通电压 VIN <sub>EN_RISE</sub>	7.4V	典型的 EN 导通和关断值。 设置方式：
EN 关断电压 VIN <sub>EN_FALL</sub>	6.1V	R1 (R <sub>TOP_EN</sub> ) = 100k $\Omega$ R4 (R <sub>BOT_EN</sub> ) = 9.31k $\Omega$ R15 已组装
OVP 输入电压 VIN <sub>OVP_RISE</sub>	13.5V	进入和退出 OVP 的典型值。 设置方式：
OVP 退出电压 VIN <sub>OVP_FALL</sub>	13.4V	R3 (R <sub>TOP_OVP</sub> ) = 100k $\Omega$ R5 (R <sub>BOT_OVP</sub> ) = 9.31k $\Omega$ R17 已组装
软启动时间 t <sub>SS</sub>	约为 10.9ms	从最终电压的 10% 到 90% 的典型时间。 设置方式： C1 (C <sub>SS</sub> ) = 68nF C16 (C <sub>SS</sub> ) = 68nF R16 已组装

## 2 EVM 连接器和测试点

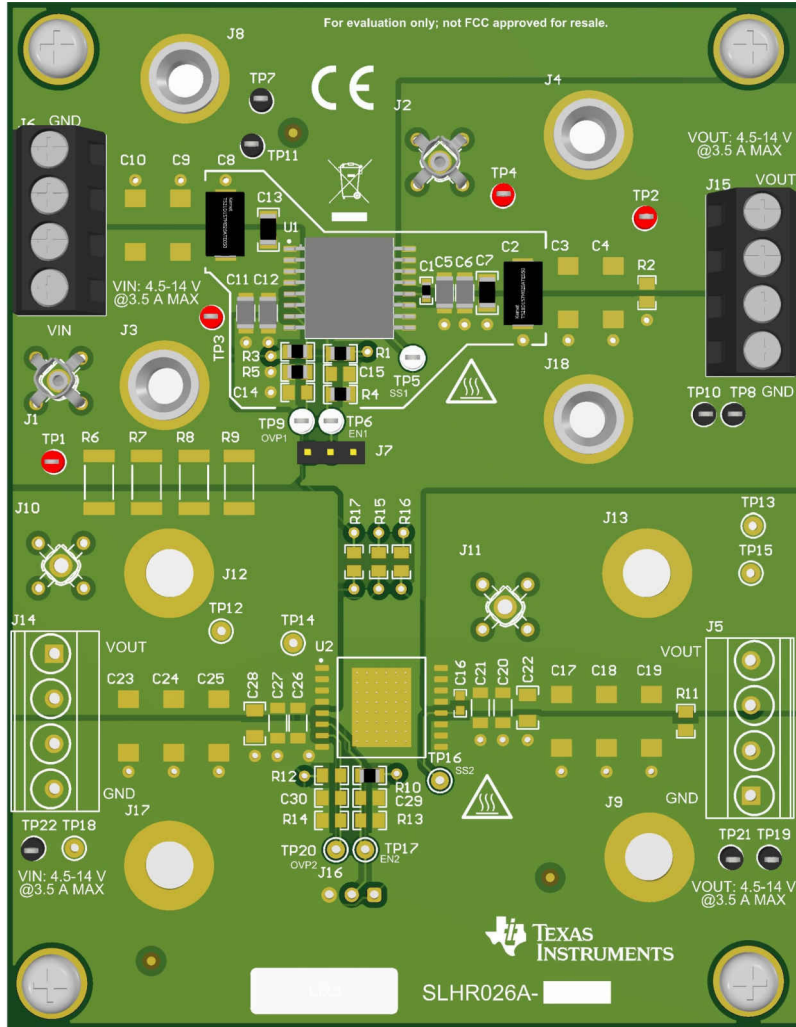


图 2-1. TPS7H2211EVM-CVAL 3D 渲染 (顶部)

表 2-1. 连接器和测试点汇总

参考标识符	功能	
J3、J6 (引脚 3 和 4)	VIN	电路板的输入电压和电流
J8、J6 (引脚 1 和 2)	GND	
J4、J15 (引脚 3 和 4)	VOUT	电路板的输出电压和电流
J18、J15 (引脚 1 和 2)	GND	
J1、TP1、TP3	输入电压测试点	
J2、TP2、TP4	输出电压测试点	
TP7、TP8、TP10、TP11	接地测试点	
TP5	软启动测试点	
TP6	启用测试点	
TP9	OVP 测试点	

### 3 测试结果

针对本文档所示的默认配置和并行配置显示了测试结果。对于每个配置，执行了以下测试：

1. 启动
2. 关断
3. OVP 置位
4. OVP 取消置位

#### 3.1 默认配置结果

图 3-1 至图 3-4 中显示的是使用 TPS7H2211EVM-CVAL 在  $V_{IN} = 12V$  的默认配置下观察到的结果。

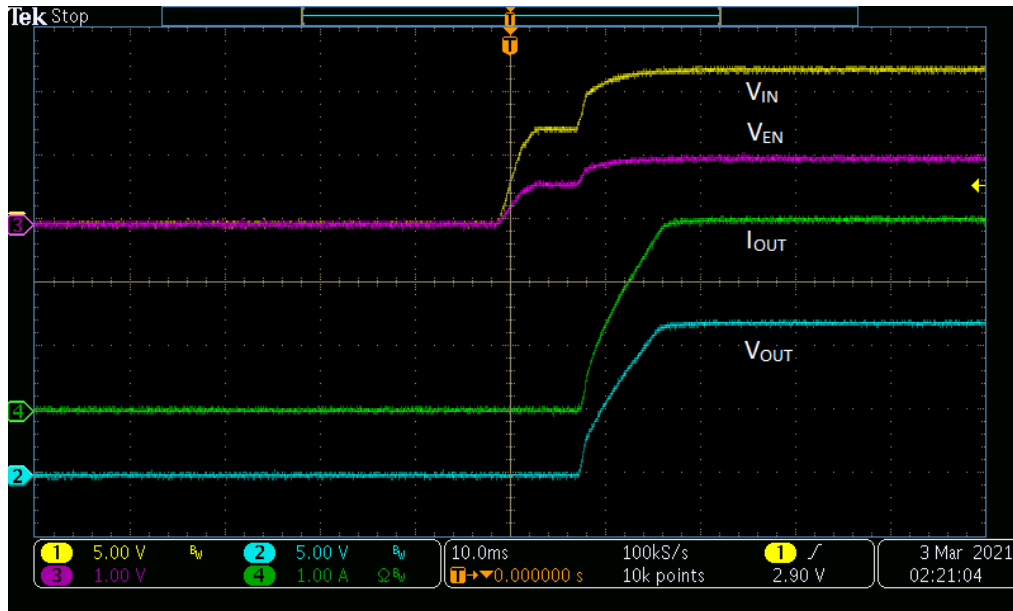


图 3-1. 默认配置：启动

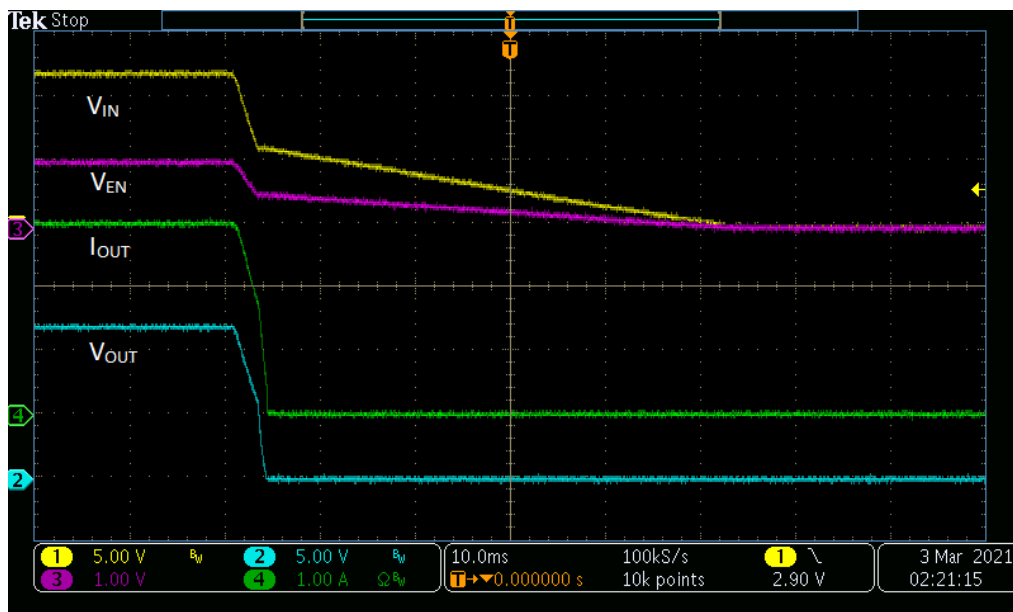


图 3-2. 默认配置：关断

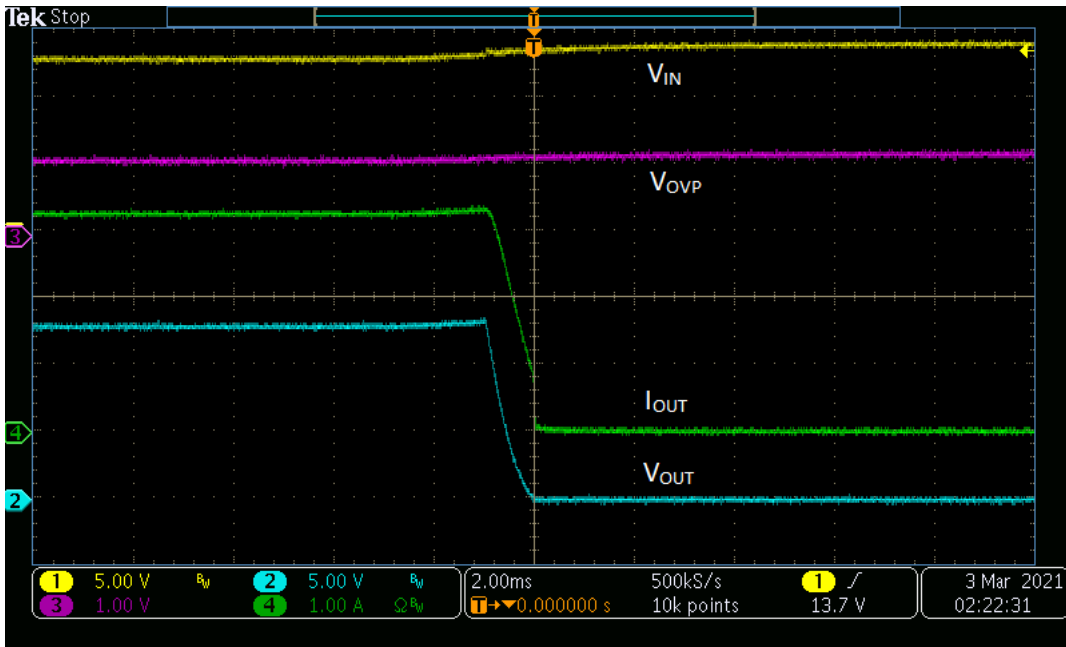


图 3-3. 默认配置：由输入电压引起的 OVP 置位

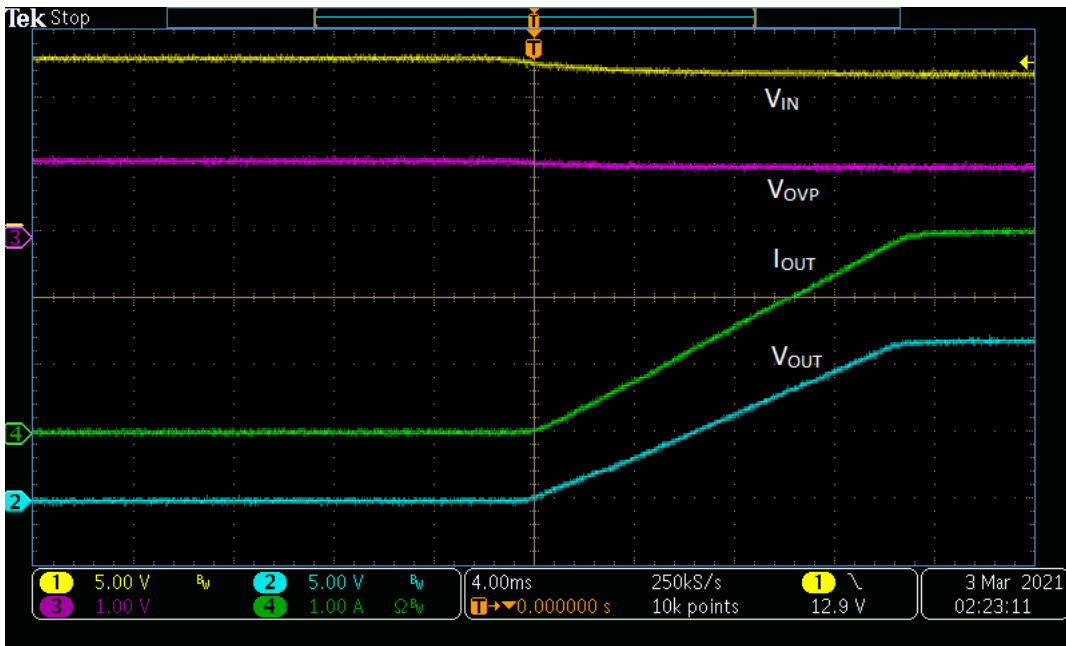


图 3-4. 默认配置：由输入电压引起的 OVP 取消置位

### 3.2 并行配置结果

图 3-5 至图 3-8 中显示的是使用 TPS7H2211EVM-CVAL 在本文档所示  $V_{IN} = 13V$  的并行配置下观察到的结果。

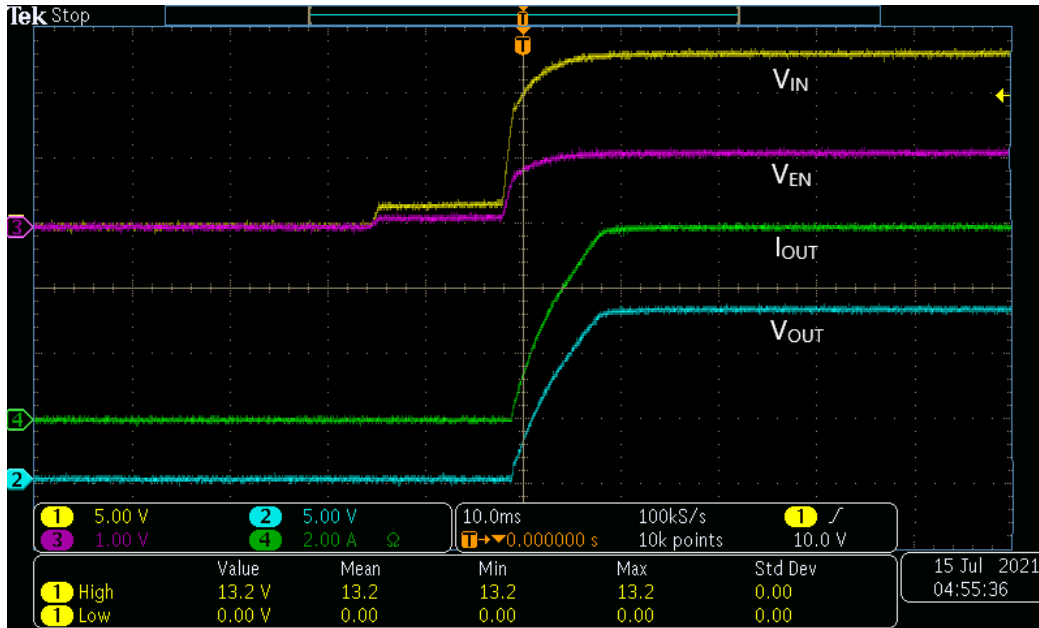


图 3-5. 并行配置：启动

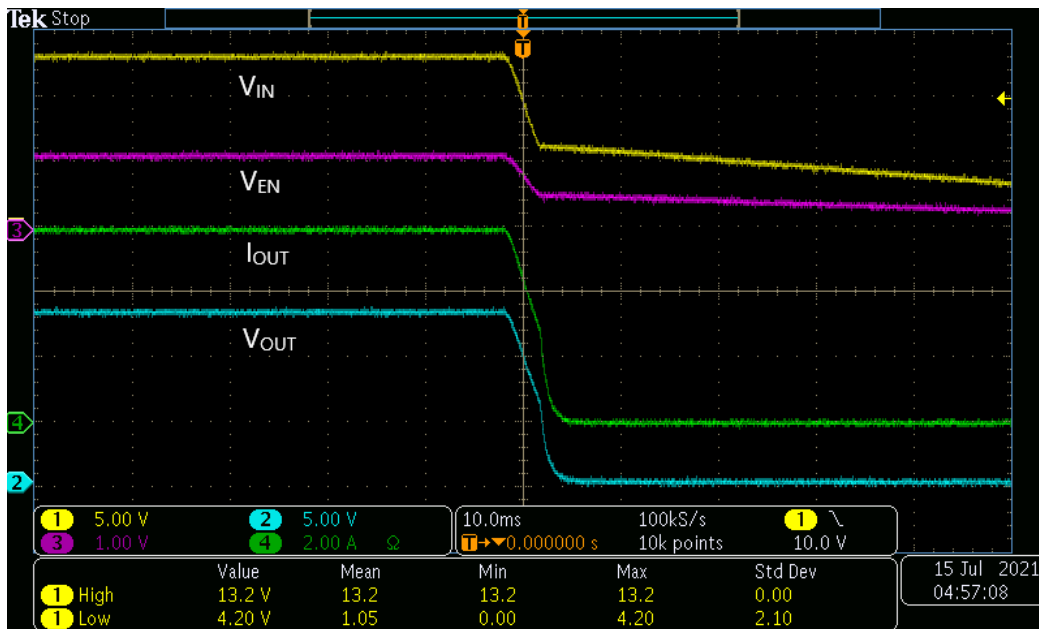


图 3-6. 并行配置：关断



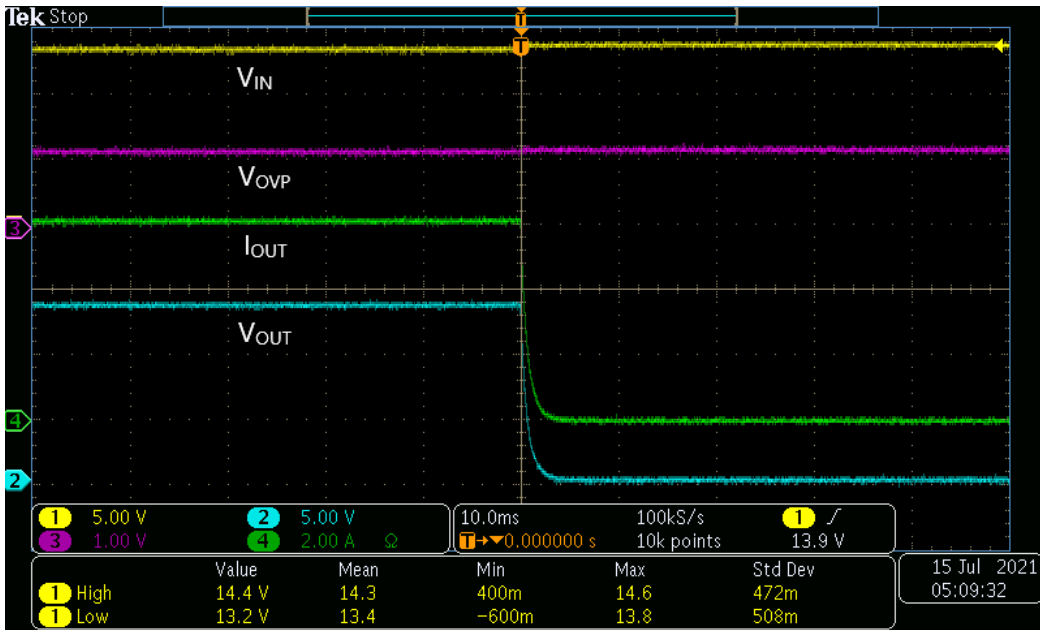


图 3-7. 并行配置：由输入电压引起的 OVP 置位

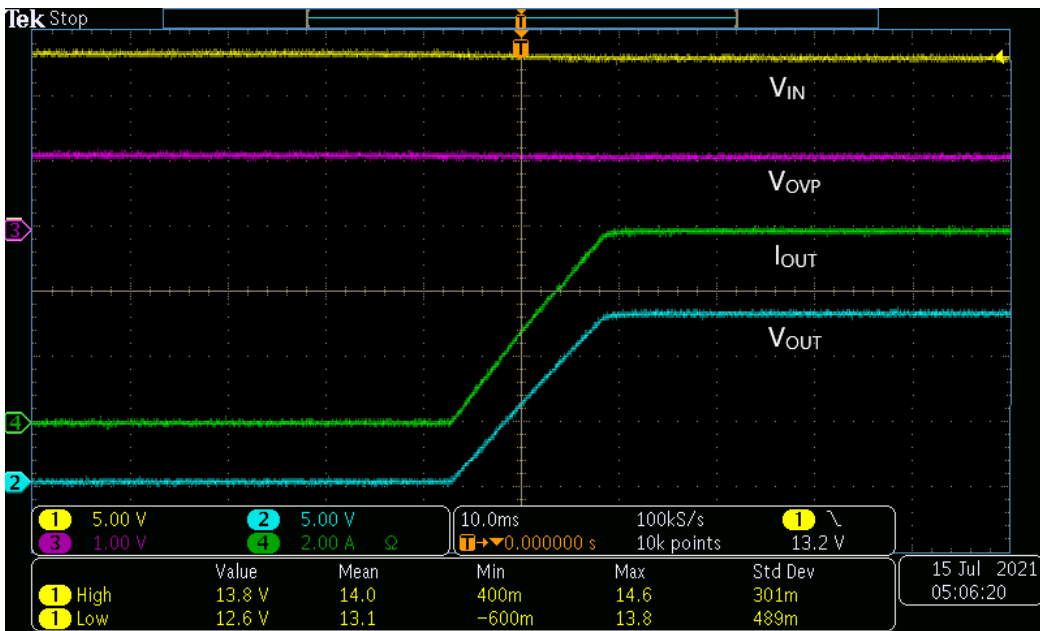


图 3-8. 并行配置：由输入电压引起的 OVP 取消置位

## 4 电路板布局

图 4-1 至图 4-7 显示了 TPS7H2211EVM-CVAL 的布局。

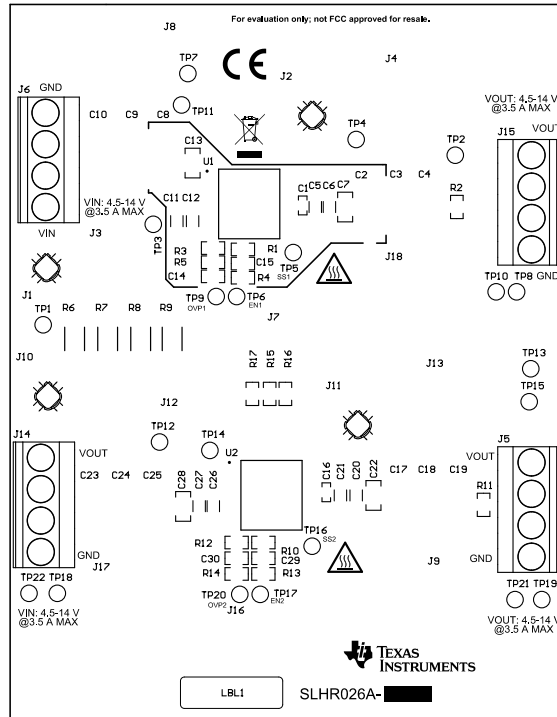


图 4-1. 顶部丝印

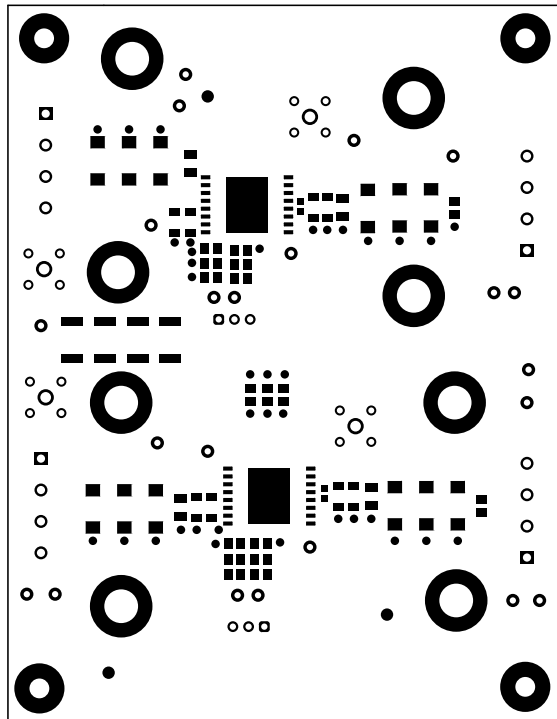


图 4-2. 顶部阻焊层

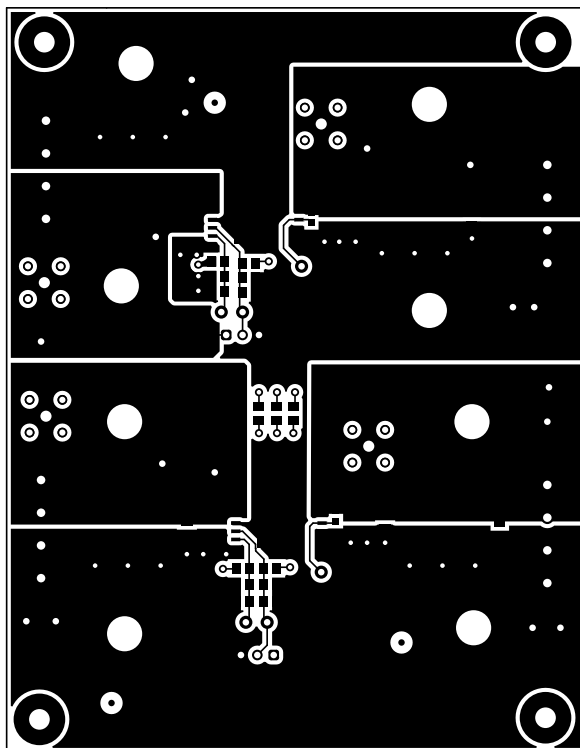


图 4-3. 顶层

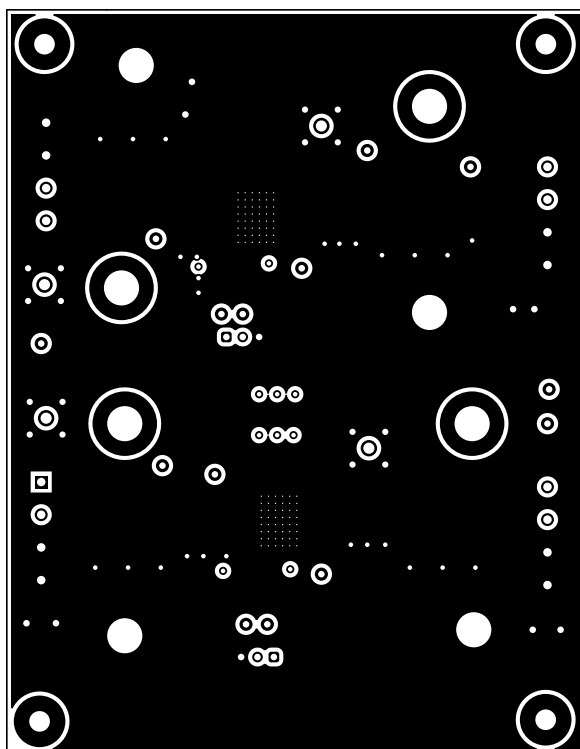


图 4-4. 信号层 1

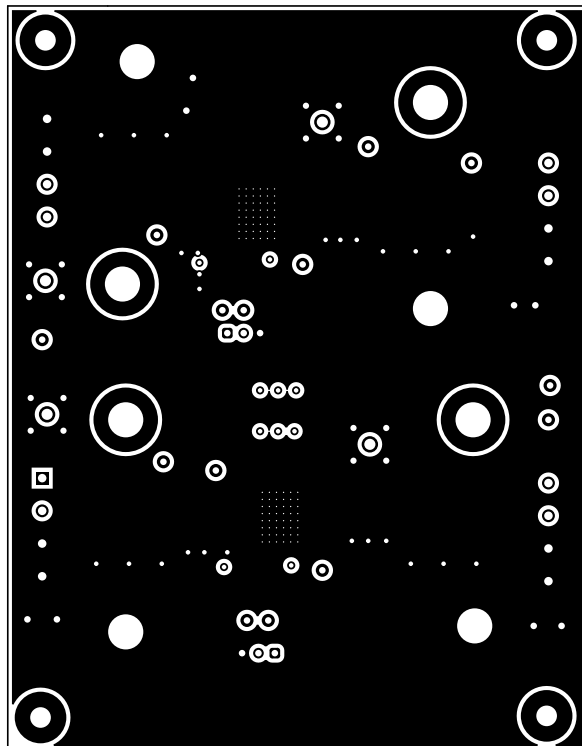


图 4-5. 信号层 2

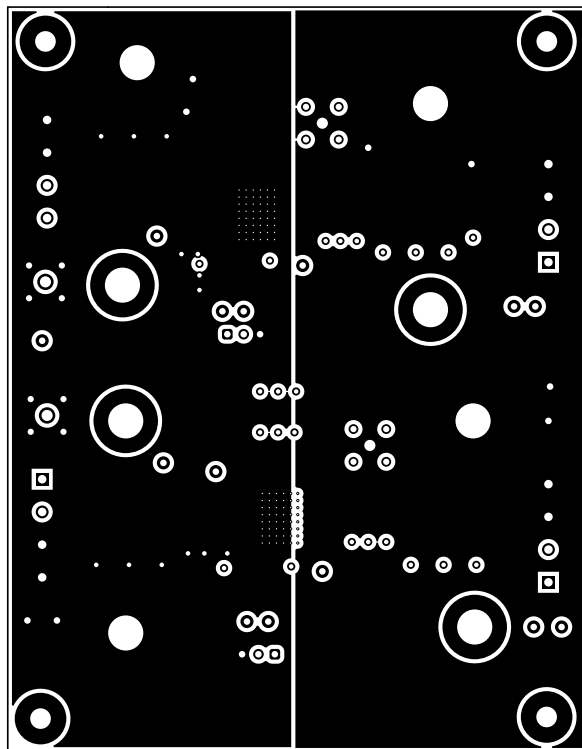


图 4-6. 底层

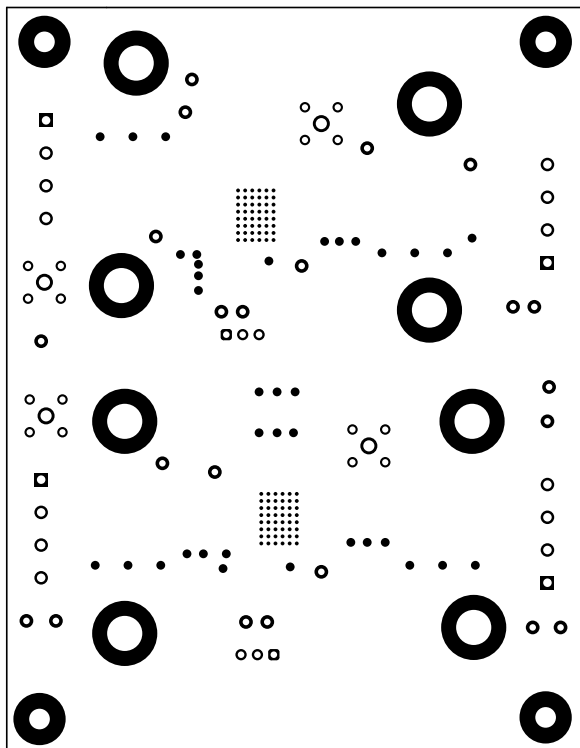


图 4-7. 底部阻焊层

## 5 原理图

图 5-1 显示了默认 TPS7H2211EVM-CVAL 原理图。图 5-2 是本文档中所示 EVM 并行配置的原理图。

### 5.1 默认配置原理图

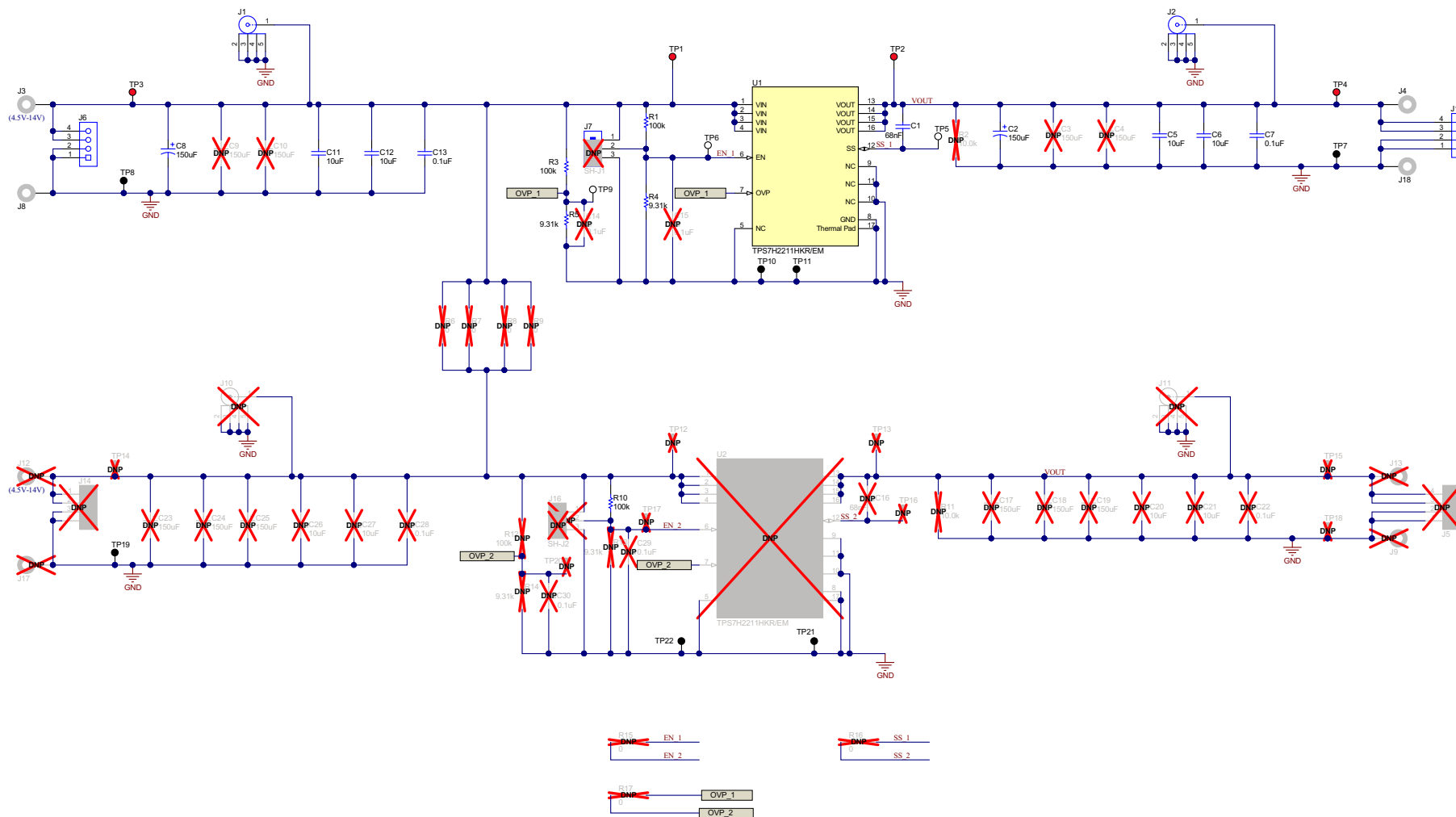


图 5-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认原理图

## 5.2 并行配置原理图

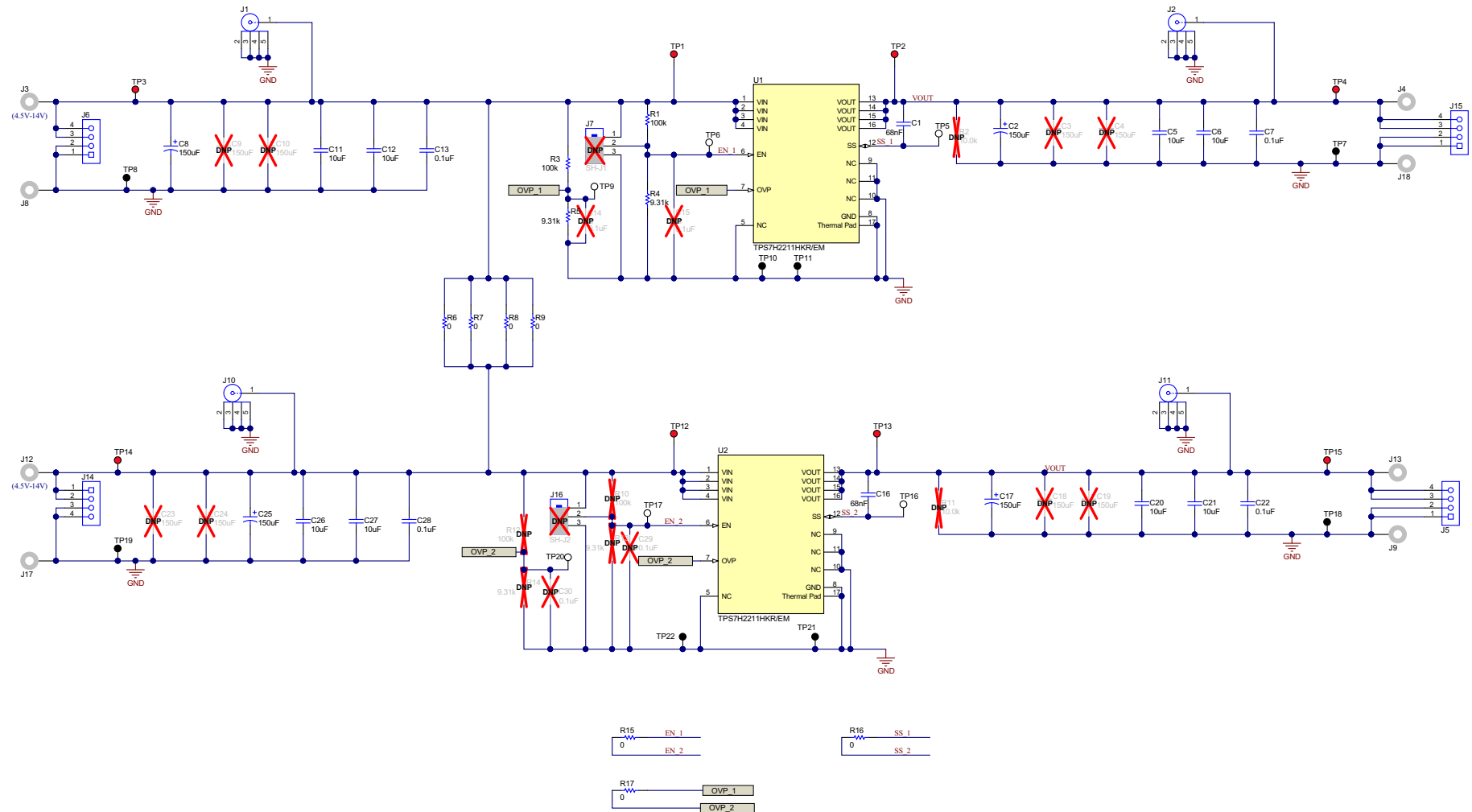


图 5-2. TPS7H221EVM-CVAL 并行原理图

## 6 物料清单 ( BOM )

表 6-1 列出了默认 EVM 配置的 BOM。表 6-2 列出了本文档中所示 EVM 并行配置的 BOM。

### 6.1 默认配置 BOM

表 6-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认 BOM

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
!PCB1	1	印刷电路板	SLHR026	不限
C1	1	电容, 陶瓷, 0.068uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H683K080AA	TDK
C2、C8	2	150μF 模制钽聚合物电容器 20V 2917 ( 7343 公制 ) 50mΩ ( 100kHz 时 )	T521D157M020ATE050	Kemet ( 基美 )
C5、C6、C11、C12	4	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L	MuRata ( 村田 )
C7、C13	2	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-5%, X7R, 1206	12065C104JAT2A	AVX
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	六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	1902C	Keystone ( 启斯东 )
J1、J2	2	紧凑型探头尖端电路板测试点, TH, 25 件装	131-5031-00	Tektronix
J3、J4、J8、J18	4	标准香蕉插头, 非绝缘, 5.5mm	575-4	Keystone ( 启斯东 )
J6、J15	2	引脚块, 4x1, 5.08mm, TH	39544-3004	Molex ( 莫仕 )
J7	1	接头, 100mil, 3x1, 金, TH	TSW-103-07-G-S	Samtec
LBL1	1	热转印可打印标签, 0.650" ( 宽 ) x 0.200" ( 高 ) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady
R1, R3	2	电阻, 100k, 1%, 0.125W, 0805	CRG0805F100K	TE Connectivity
R4, R5	2	电阻, 9.31k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW08059K31FKEA	Vishay-Dale
TP1、TP2、TP3、TP4	4	测试点, 微型, 红色, TH	5000	Keystone
TP5、TP6、TP9	3	测试点, 微型, 白色, TH	5002	Keystone
TP7、TP8、TP10、TP11、TP19、TP21、TP22	7	测试点, 微型, 黑色, TH	5001	Keystone
U1	1	耐辐射 7V、6A 负载开关、HKR0016A (CFP-16)	TPS7H2211HKR/EM	德州仪器 (TI)
C3、C4、C9、C10、C17、C18、C19、C23、C24、C25	0	150μF 模制钽聚合物电容器 20V 2917 ( 7343 公制 ) 50mΩ ( 100kHz 时 )	T521D157M020ATE050	Kemet ( 基美 )
C14、C15、C29、C30	0	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-5%, X7R, 0805	08053C104JAZ2A	AVX
C16	0	电容, 陶瓷, 0.068uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H683K080AA	TDK
C20、C21、C26、C27	0	电容, 陶瓷, 10 μ F, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L	MuRata ( 村田 )
C22、C28	0	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-5%, X7R, 1206	12065C104JAT2A	AVX
FID1、FID2、FID3	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用



表 6-1. TPS7H2211EVM-CVAL 默认 BOM (continued)

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
J5、J14	0	引脚块, 4x1, 5.08mm, TH	39544-3004	Molex (莫仕)
J9、J12、J13、J17	0	标准香蕉插头, 非绝缘, 5.5mm	575-4	Keystone (启斯东)
J10、J11	0	紧凑型探头尖端电路板测试点, TH, 25 件装	131-5031-00	Tektronix
J16	0	接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	TSW-103-07-G-S	Samtec
R2、R11	0	电阻, 10.0k, 1%, 0.2W, 0805	MCU08050C1002FP500	Vishay/Beyschlag (威世/贝士拉革)
R6、R7、R8、R9	0	电阻, 0, 5%, 1W, 2512	RC6432J000CS	Samsung
R10、R12	0	电阻, 100k, 1%, 0.125W, 0805	CRG0805F100K	TE Connectivity
R13、R14	0	电阻, 9.31k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW08059K31FKEA	Vishay-Dale
R15、R16、R17	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	CRCW08050000Z0EA	Vishay-Dale
SH-J1、SH-J2	0	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions
TP12、TP13、TP14、TP15	0	测试点, 微型, 红色, TH	5000	Keystone
TP16、TP17、TP20	0	测试点, 微型, 白色, TH	5002	Keystone
TP18	0	测试点, 微型, 黑色, TH	5001	Keystone
U2	0	耐辐射 7V、6A 负载开关、HKR0016A (CFP-16)	TPS7H2211HKR/EM	德州仪器 (TI)

## 6.2 并行配置 BOM

表 6-2. TPS7H2201EVM-CVAL 并行 BOM

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
PCB1	1	印刷电路板	SLHR026	不限
C1	1	电容, 陶瓷, 0.068uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H683K080AA	TDK
C2、C8、C17、C25	4	150μF 模制钽聚合物电容器 20V 2917 (7343 公制) 50mΩ (100kHz 时)	T521D157M020ATE050	Kemet (基美)
C5、C6、C11、C12、C20、C21、C26、C27	8	电容, 陶瓷, 10 μF, 50V, +/-10%, X5R, 1206	GRM31CR61H106KA12L	MuRata (村田)
C7、C13、C22、C28	4	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-5%, X7R, 1206	12065C104JAT2A	AVX
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	六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	1902C	Keystone
J1、J2、J10、J11	4	小型探头尖端电路板测试点, TH, 25%	131-5031-00	Tektronix
J3、J4、J8、J9、J12、J13、J17、J18	8	标准香蕉插头, 非绝缘, 5.5mm	575-4	Keystone (启斯东)
J5、J6、J14、J15	4	引脚块, 4x1, 5.08mm, TH	39544-3004	Molex (莫仕)
J7、J16	2	接头, 100mil, 3x1, 镀金, TH	TSW-103-07-G-S	Samtec
LBL1	1	热转印可打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady
R1、R3、R10、R12	4	电阻, 100k, 1%, 0.125W, 0805	CRG0805F100K	TE Connectivity
R4、R5、R13、R14	4	电阻, 9.31k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0级, 0805	CRCW08059K31FKEA	Vishay-Dale
R6、R7、R8、R9	4	电阻, 0, 5%, 1W, 2512	RC6432J000CS	Samsung
R15、R16、R17	3	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0级, 0805	CRCW08050000Z0EA	Vishay-Dale
TP1、TP2、TP3、TP4、TP12、TP13、TP14、TP15	8	测试点, 微型, 红色, TH	5000	Keystone
TP5、TP6、TP9、TP16、TP17、TP20	6	测试点, 微型, 白色, TH	5002	Keystone
TP7、TP8、TP10、TP11、TP18、TP19、TP21、TP22	8	测试点, 微型, 黑色, TH	5001	Keystone
U1, U2	2	耐辐射 7V、6A 负载开关、HKR0016A (CFP-16)	TPS7H2211HKR/EM	德州仪器 (TI)
C3、C4、C9、C10、C18、C19、C23、C24	0	150μF 模制钽聚合物电容器 20V 2917 (7343 公制) 50mΩ (100kHz 时)	T521D157M020ATE050	Kemet (基美)
C14、C15、C29、C30	0	电容, 陶瓷, 0.1uF, 25V, +/-5%, X7R, 0805	08053C104JAZ2A	AVX

**表 6-2. TPS7H2201EVM-CVAL 并行 BOM (continued)**

标识符	数量	说明	器件型号	制造商
C16	0	电容, 陶瓷, 0.068uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H683K080AA	TDK
FID1、FID2、FID3	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
R2、R11	0	电阻, 10.0k, 1%, 0.2W, 0805	MCU08050C1002FP500	Vishay/Beyschlag (威世/贝士拉革)
SH-J1、SH-J2	0	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SPC02SYAN	Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司)

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

## 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 © 2022，德州仪器 (TI) 公司