

EVM User's Guide: TPS7H6003EVM-CVAL, TPS7H6013EVM-CVAL,
TPS7H6023EVM-CVAL, TPS7H6005EVM, TPS7H6015EVM,
TPS7H6025EVM

TPS7H60x3EVM-CVAL 和 TPS7H60x5EVM 评估模块



说明

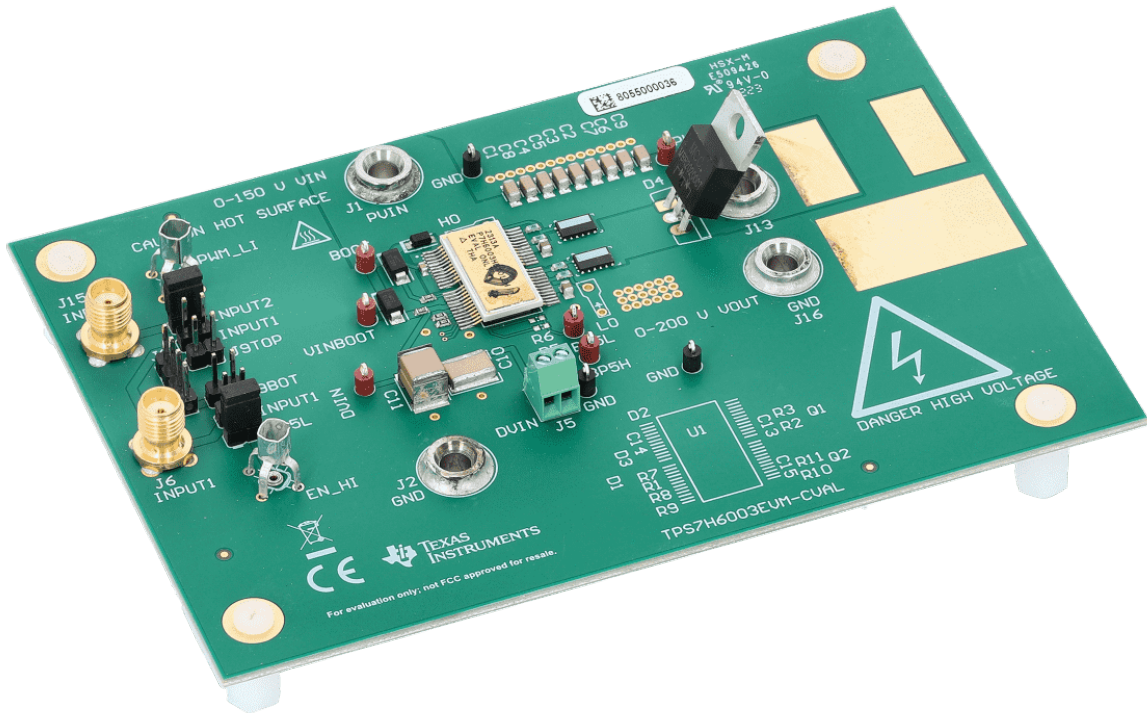
TPS7H60x3EVM-CVAL 和 TPS7H60x5EVM 在 J1/J2 上使用输入电压轨为半桥 FET 堆栈的 PVIN 供电。用户可以在没有其余功率级的情况下运行器件，或者在提供的焊盘上添加电感器和电容器。默认情况下，器件运行 PWM 模式，只需进行极少的更改即可使用 IIM 模式。在 J9 或 J6/J15 上输入 0V 至 5V 波形可以连接到 TPS7H60x3-SP 或 TPS7H60x5-SEP 的输入端以运行驱动器。

特性

- 支持 PWM 和 IIM 模式
- 用于放置自有电感器和电容器的大焊盘
- PWM 模式的集成死区时间

应用

- [通信有效载荷](#)
- [命令和数据处理](#)
- [卫星电力系统](#)
- [用于 FPGA 内核电压轨的太空卫星负载点电源](#)



1 评估模块概述

1.1 简介

TPS7H60x3EVM-CVAL 和 TPS7H60x5EVM 用户指南提供了操作 TPS7H6003-SP、TPS7H6013-SP、TPS7H6023-SP、TPS7H6005-SEP、TPS7H6015-SEP 和 TPS7H6025-SEP 评估模块的全面说明。默认情况下，该评估模块设置为在 PWM 模式下与 TPS7H60X3-SP 和 TPS7H60X5-SEP 一起运行。该模式接受一个开关信号的输入，并在内部生成互补信号。这可以更改为器件的 IIM 模式，在该模式下，两个输出彼此独立工作。

1.2 套件内容

该套件包含一个 TPS7H60x3EVM-CVAL 或 TPS7H60x5EVM 板，用于对 TPS7H60X3-SP 或 TPS7H60X5-SEP 器件进行评估。

1.3 规格

TPS7H60x3EVM-CVAL 具有以下额定值。

表 1-1. EVM 额定值规格

名称	测试点/连接器	TPS7H6003EVM-CVAL/ TPS7H6005EVM	TPS7H6013EVM-CVAL/ TPS7H6015EVM	TPS7H6023EVM-CVAL/ TPS7H6025EVM
PVIN	J1/J2	0V-150V	0V-45V	0V-14V
DVIN	J5	0V-14V	0V-14V	0V-14V
PWM_LI	J9 的引脚 1	0V-14V	0V-14V	0V-14V
EN_HI	J9 的引脚 4	0V-14V	0V-14V	0V-14V
温度	不适用	25°C	25°C	25°C
频率	不适用	500kHz	500kHz	500kHz

以下连接用于在输入波形的不同输入连接器之间切换。

表 1-2. 输入连接器切换

TPS7H60X3 输入	连接	连接器
EN_HI	J9 的引脚 4	J8
EN_HI	J6	J4
EN_HI	BP5L	J3
PWM_LI	J9 的引脚 1	J10
PWM_LI	J6	J12
PWM_LI	J15	J14

电路板的频率优化为 500kHz。虽然可以使用其他频率，但必须特别注意 GaNFET 不会过热。

必须进行以下编辑才能在 PWM 模式和 IIM 模式之间切换。

表 1-3. PWM/IIM 模式更改

组件名称	PWM 模式	IIM 模式 (已禁用互锁)	IIM 模式 (已启用互锁)
R5	未安装	0 Ω	未安装
R6	未安装	未安装	0 Ω
R8	用于设置死区时间	100k Ω 至 220k Ω	未安装
R9	用于设置死区时间	未安装	100k Ω 至 220k Ω

1.4 器件信息

TPS7H60x3EVM-CVAL 上使用的器件是 TPS7H60X3-SP，它是一个半桥 GaN FET 驱动器，能够为 GaN FET 提供栅极电压信号。TPS7H60x5EVM 使用与 TPS7H60X5-SEP 类似的器件。

2 硬件

2.1 电源要求



表 2-1. 不同输入连接器的电源要求

名称	测试点/连接器	电压额定值	近似电流消耗
PVIN	J1/J2	14V/45V/150V (具体取决于器件)	50mA
DVIN	J5	0V-14V	20mA
PWM_LI	J9 的引脚 1	0V-14V	10mA
EN_HI	J9 的引脚 4	0V-14V	10mA

备注

基板的近似电流消耗。可根据使用情况增大值。

2.2 最佳实践

	<p>小心</p> <p>在无人看管的情况下，请勿让 EVM 处于通电状态。</p>
	<p>警告</p> <p>表面高温！接触会导致烫伤。请勿触摸！</p> <p>电路板上电后，某些元件可能会达到 55°C 以上的高温。在运行过程中或运行刚结束时，不得触摸电路板，因为可能存在高温。</p>

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。

警告

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。如果不满足资格，则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，都必须由具有资质的观察员在场监督。
- c. TI HV EVM 及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 will EVM 通电。

警告

EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或其电路，因为这些电路可能存在高压，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。

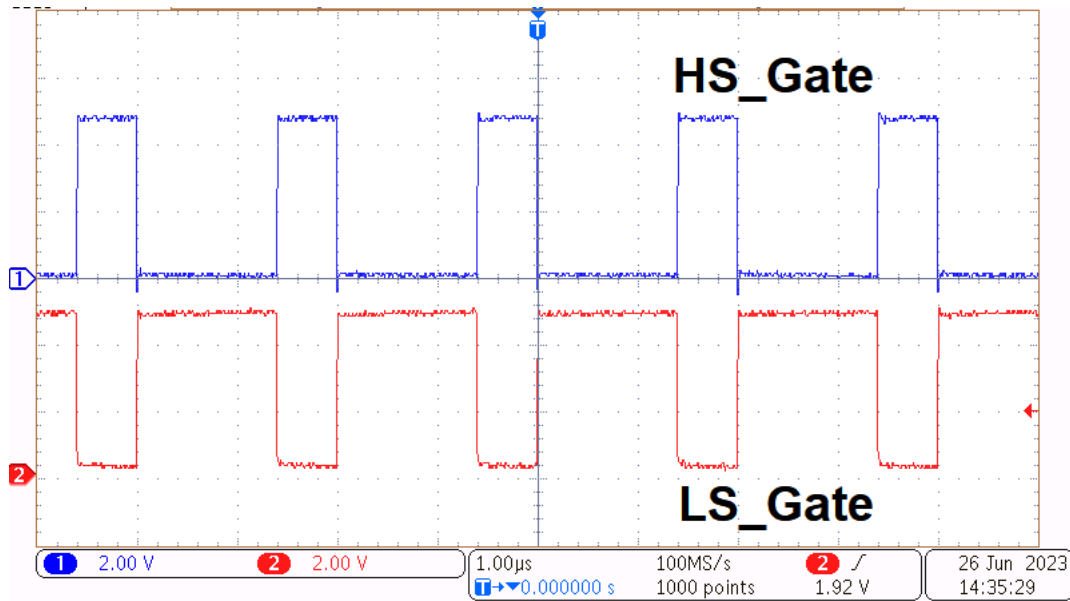
3 实现结果

3.1 评估设置

本节中的信息是通过以下设置获得的

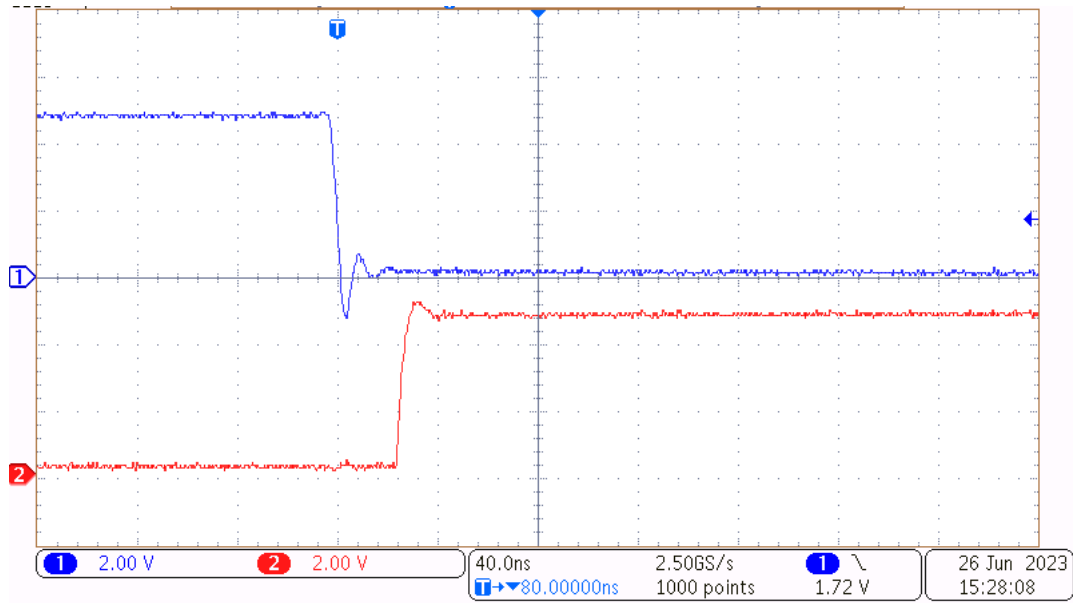
名称	连接器	电压
输入电压 (+)	J1	100V
输入电压 (-)	J2	0V
EN_HI	J3	短路
PWM_LI	J10	短路
PWM_LI	J9[1:2]	0V-5V (500kHz/30% 占空比信号时)

3.2 性能数据和结果



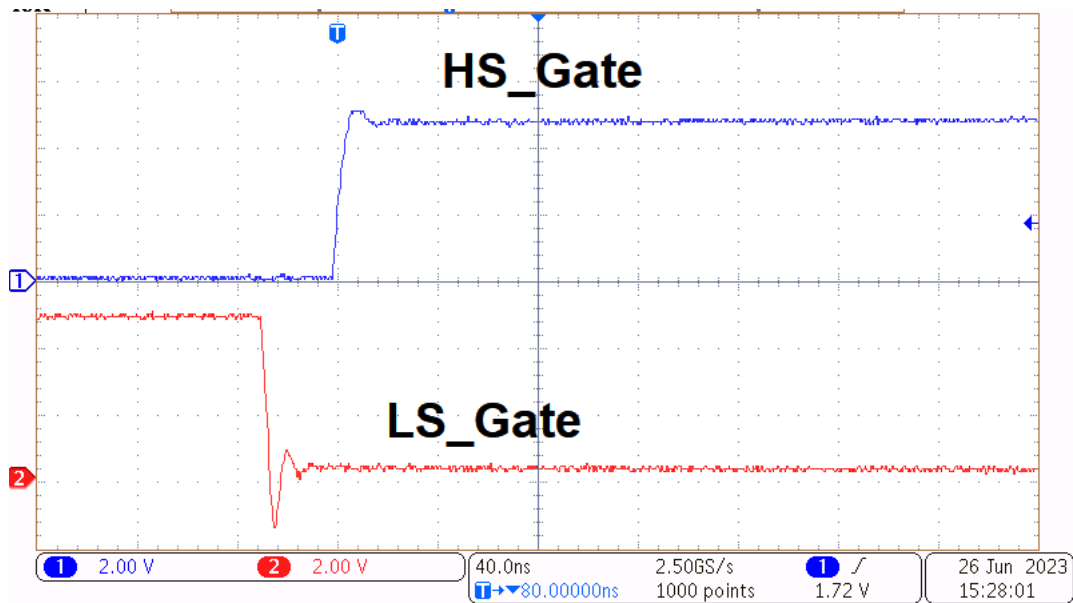
A. 图中显示了相节点未通电时的栅极电压。

图 3-1. GaN FET 的栅极电压



A. 图中显示了相节点未通电时的栅极电压。

图 3-2. 栅极电压从高到低转换



A. 图中显示了相节点未通电时的栅极电压。

图 3-3. 栅极电压从低到高转换

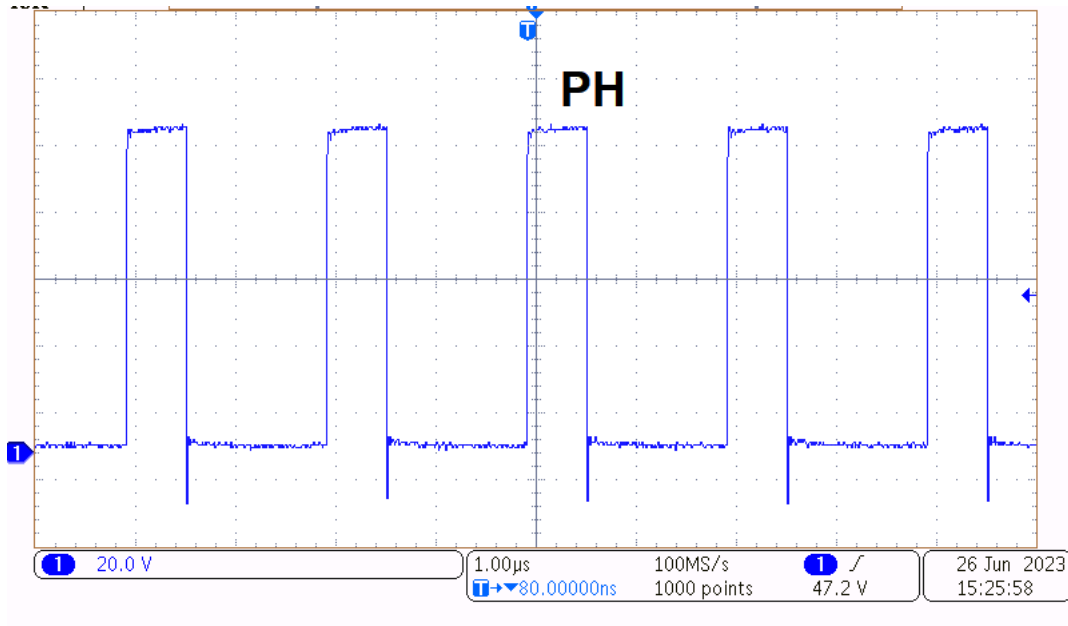


图 3-4. 相节点电压

4 硬件设计文件

4.1 原理图

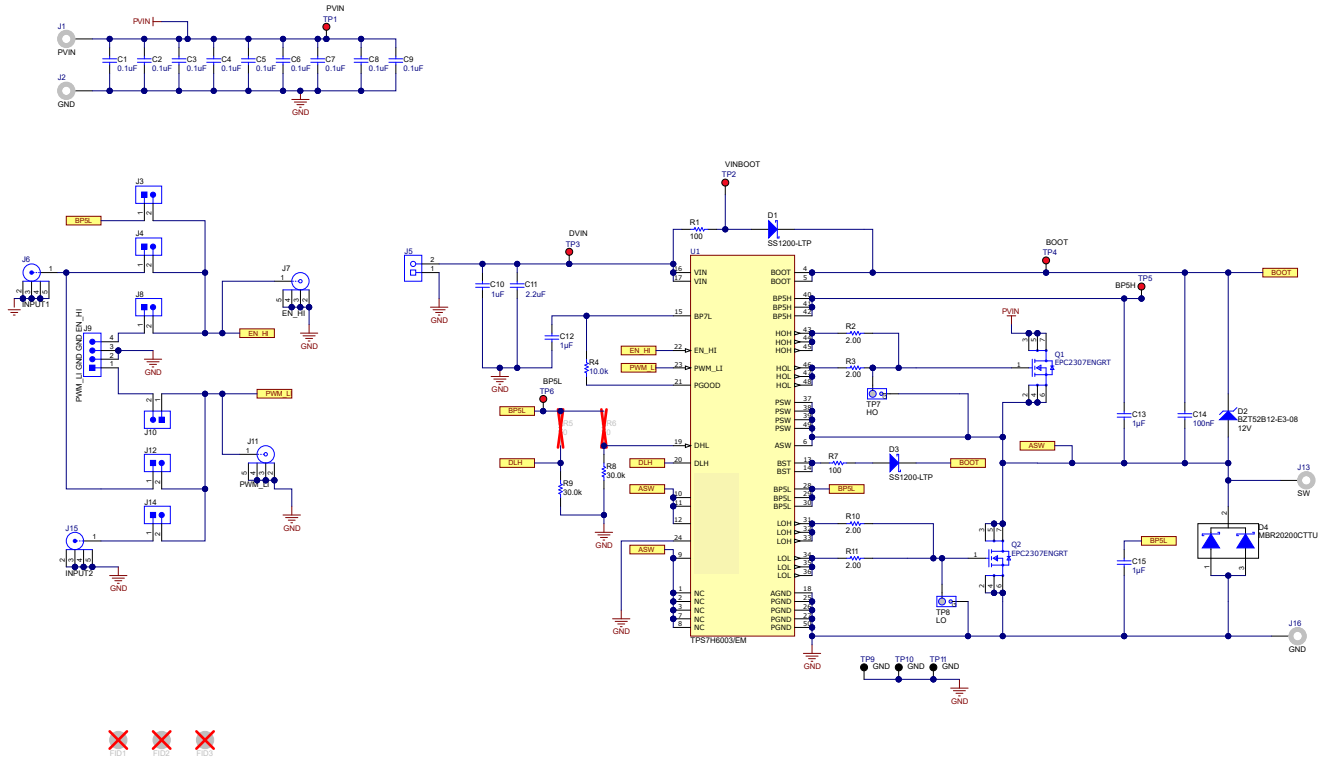


图 4-1. TPS7H6003EVM-CVAL 原理图

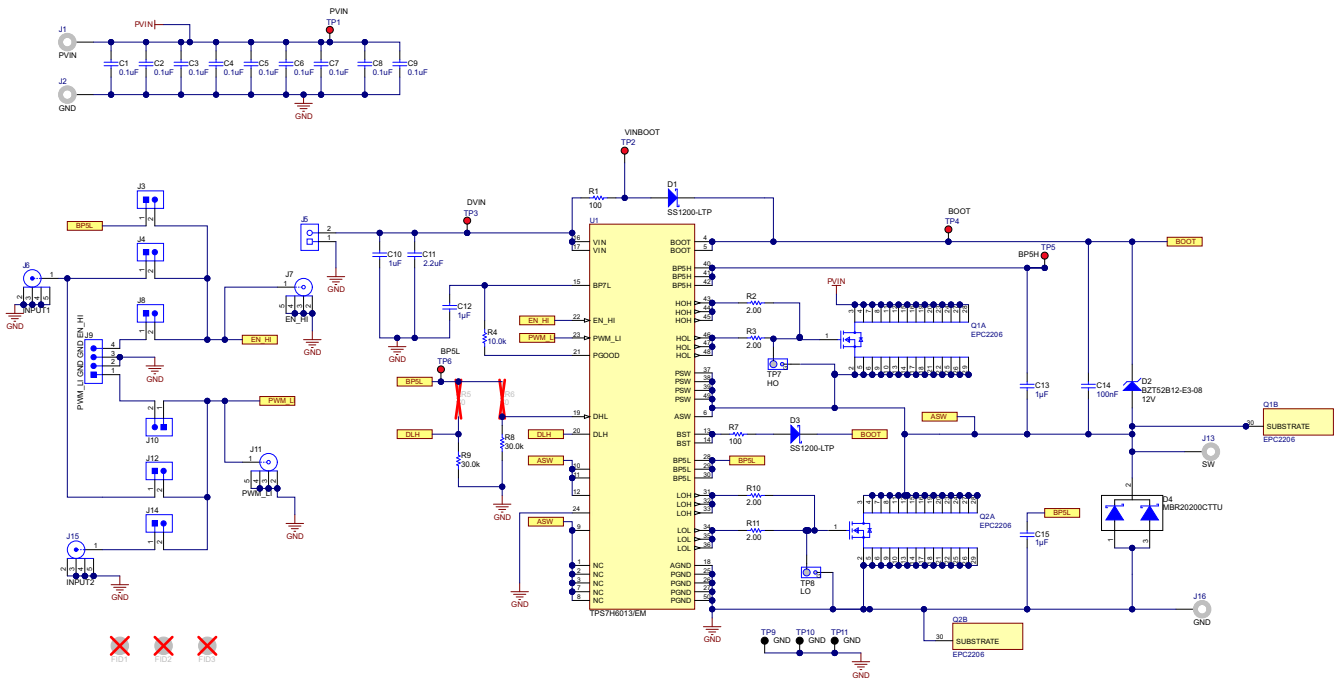


图 4-2. TPS7H6013EVM-CVAL 原理图

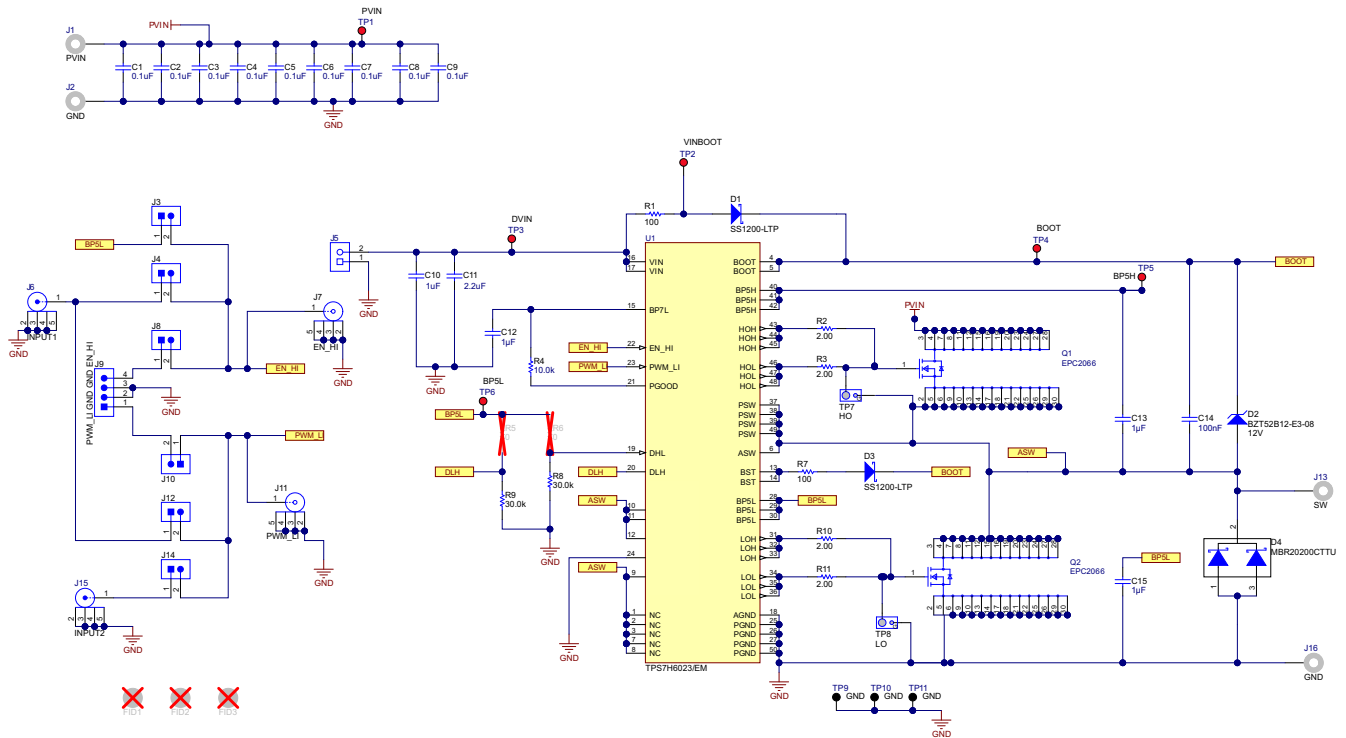


图 4-3. TPS7H6023EVM-CVAL 原理图

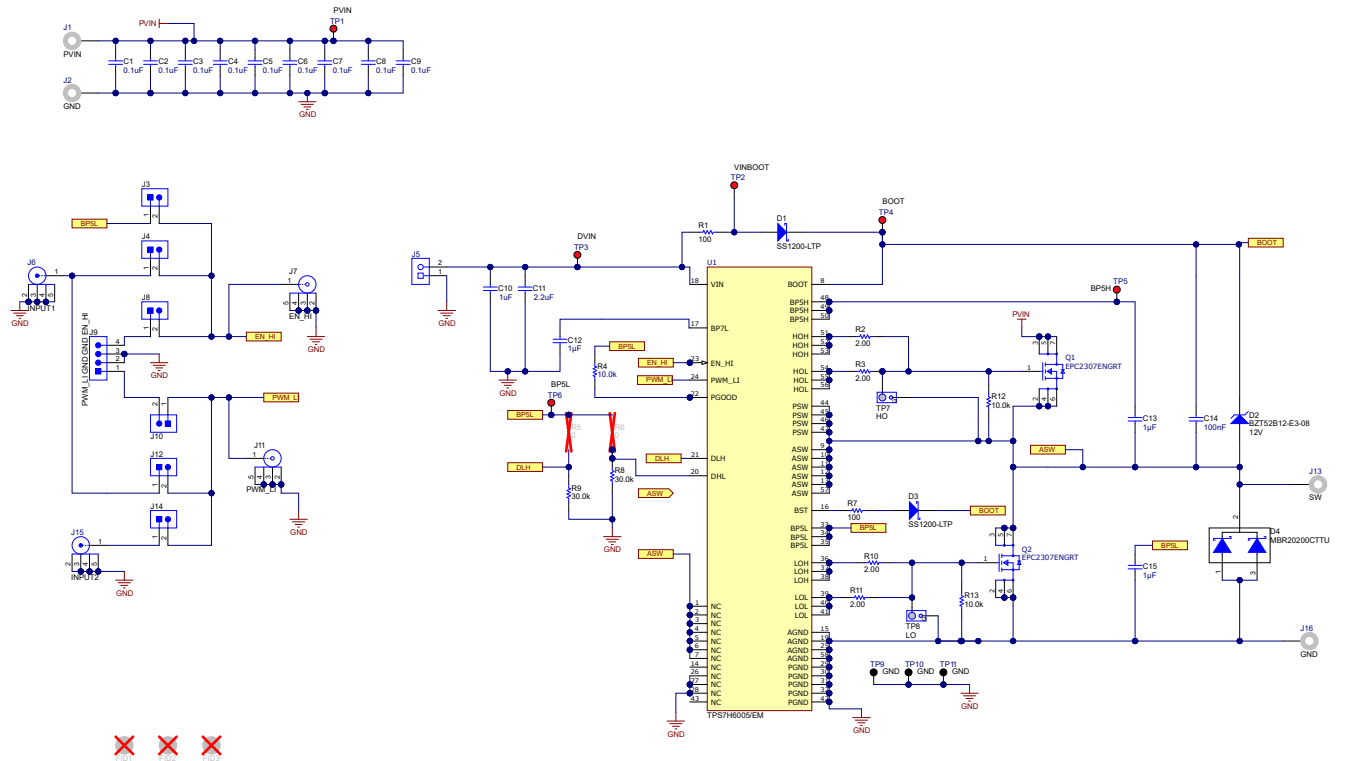


图 4-4. TPS7H6005EVM 原理图

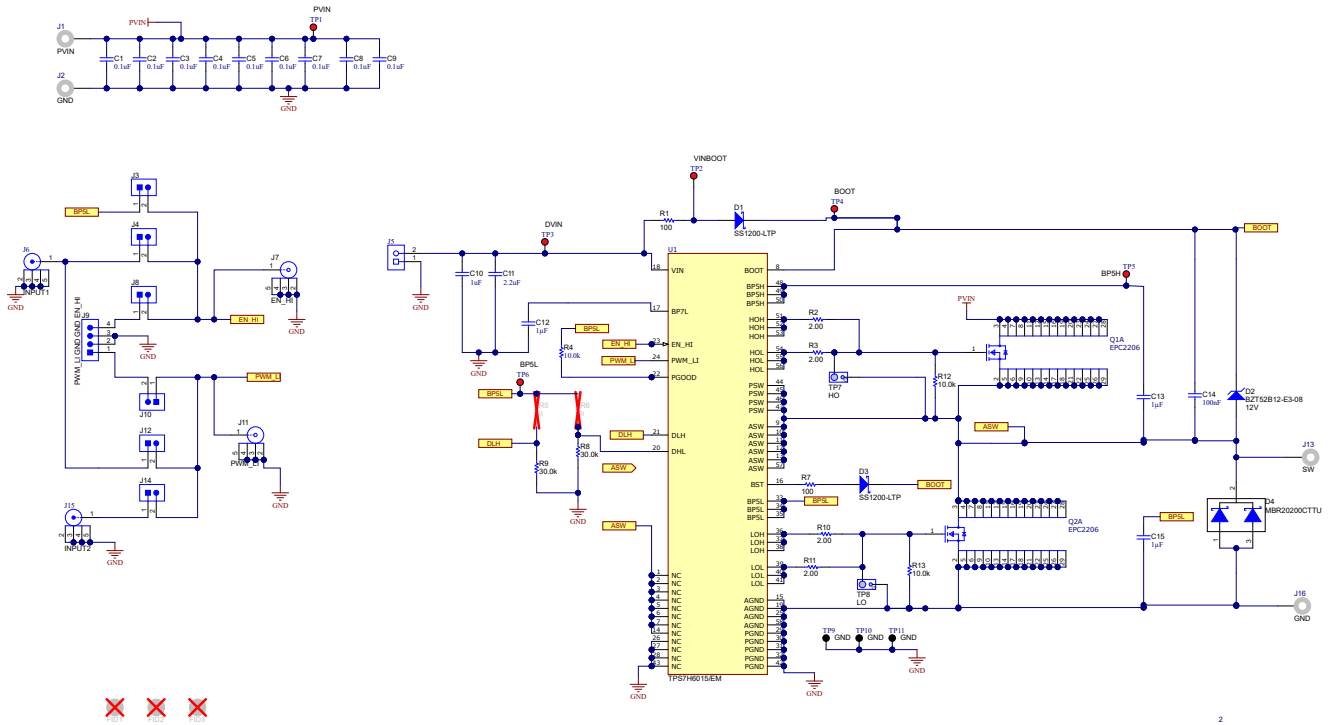


图 4-5. TPS7H6015EVM 原理图

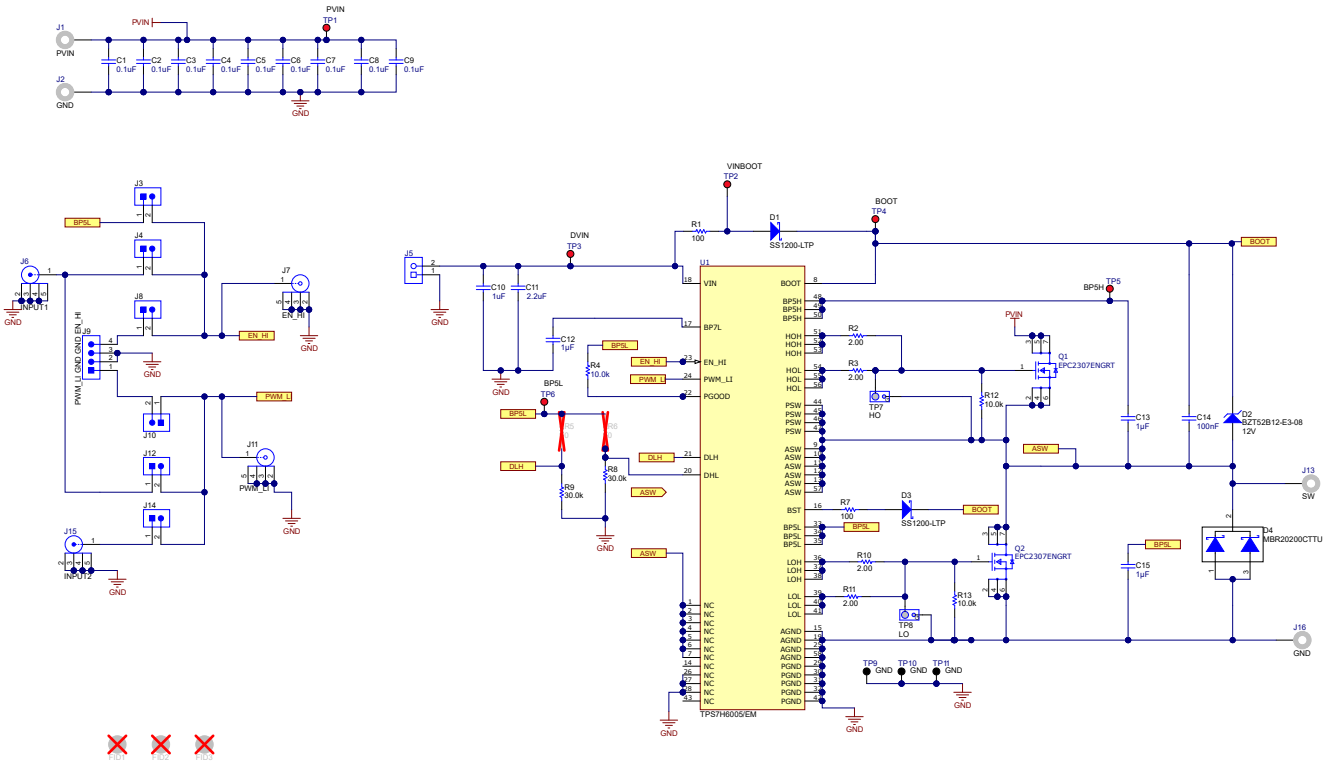


图 4-6. TPS7H6025EVM 原理图

4.2 PCB 布局

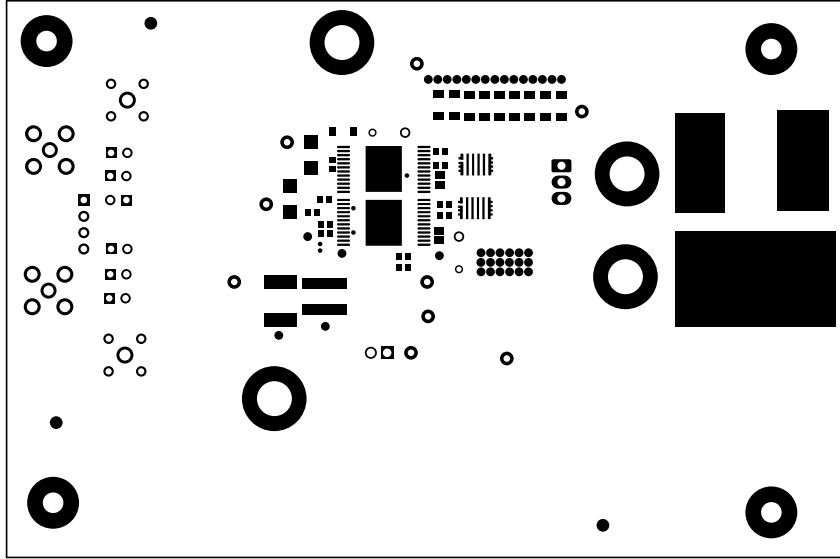


图 4-7. 顶部阻焊层 (TPS7H6003EVM-CVAL)

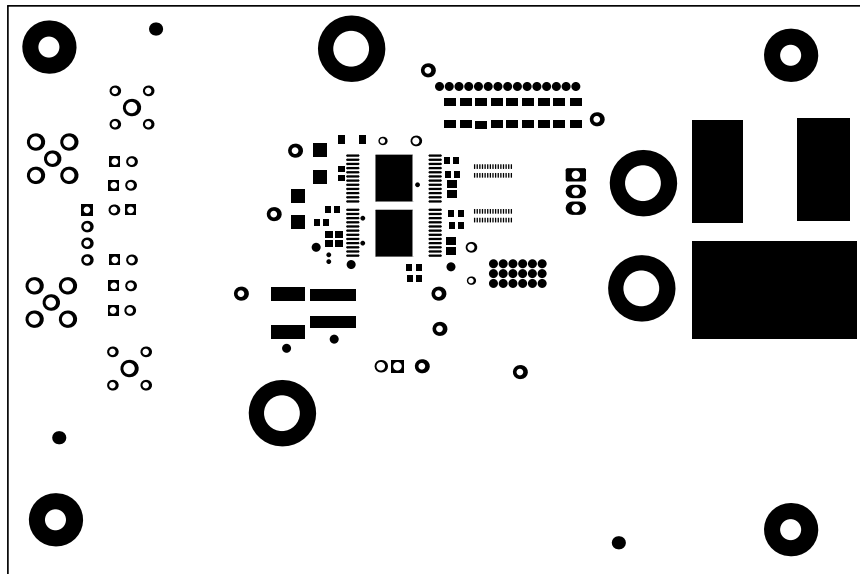


图 4-8. 顶部阻焊层 (TPS7H6013EVM-CVAL)

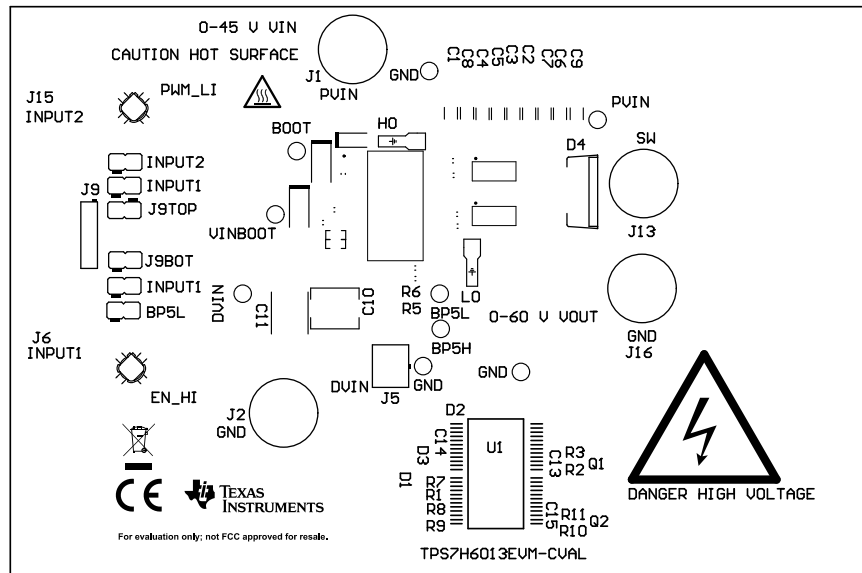


图 4-11. 顶部覆盖层 (TPS7H6013EVM-CVAL)

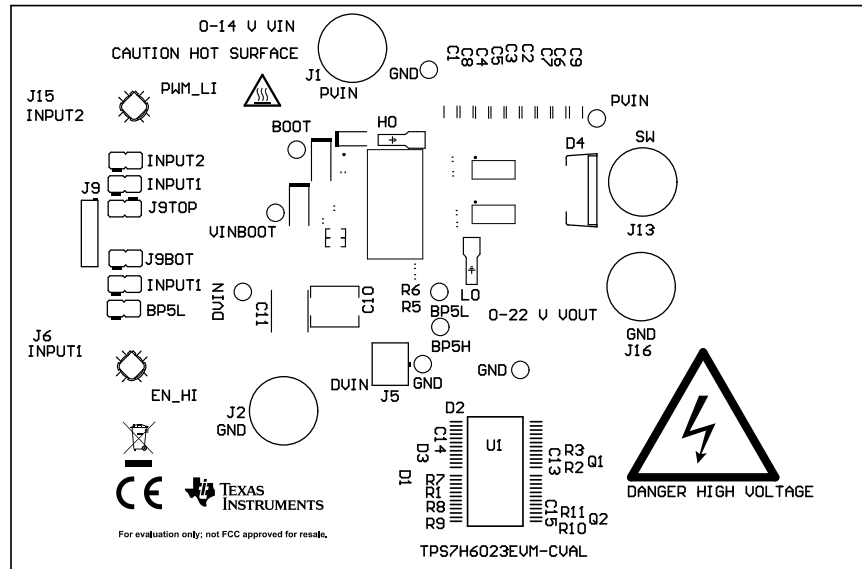


图 4-12. 顶部覆盖层 (TPS7H6023EVM-CVAL)

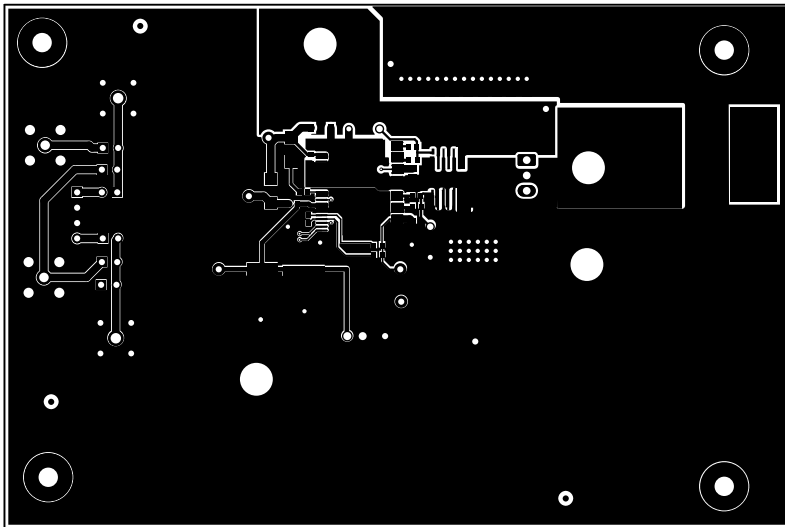


图 4-13. 顶层 (TPS7H6003EVM-CVAL)

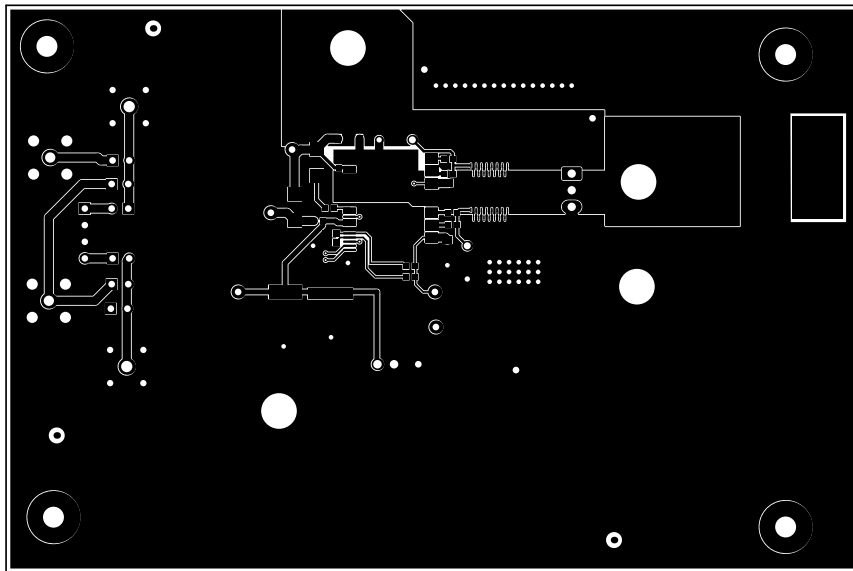


图 4-14. 顶层 (TPS7H6013EVM-CVAL)

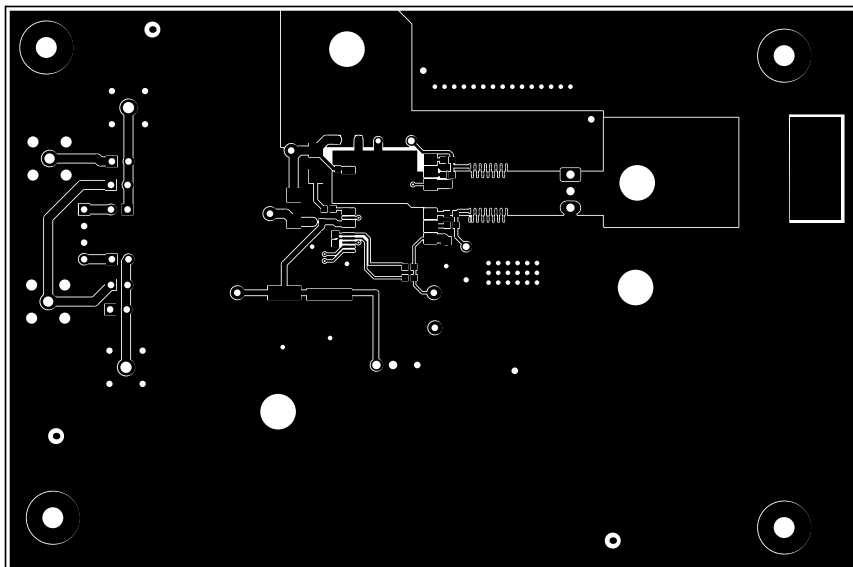


图 4-15. 顶层 (TPS7H6023EVM-CVAL)

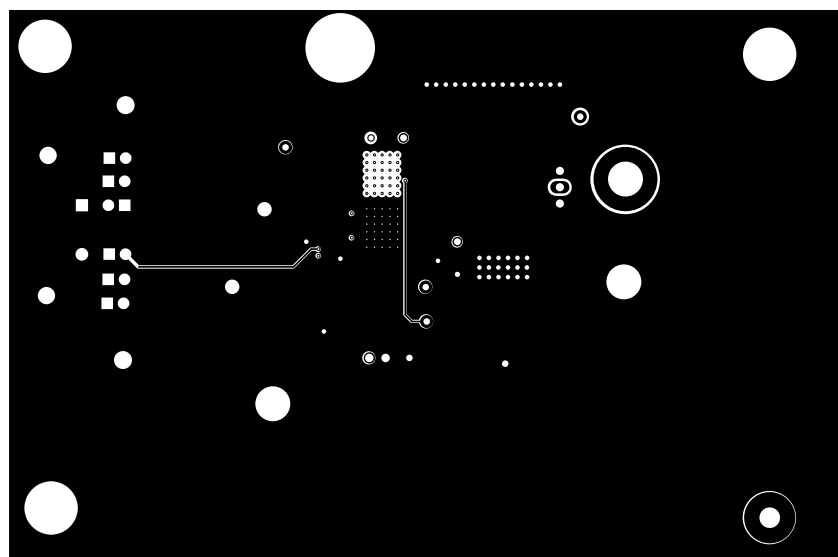


图 4-16. 信号层 1 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

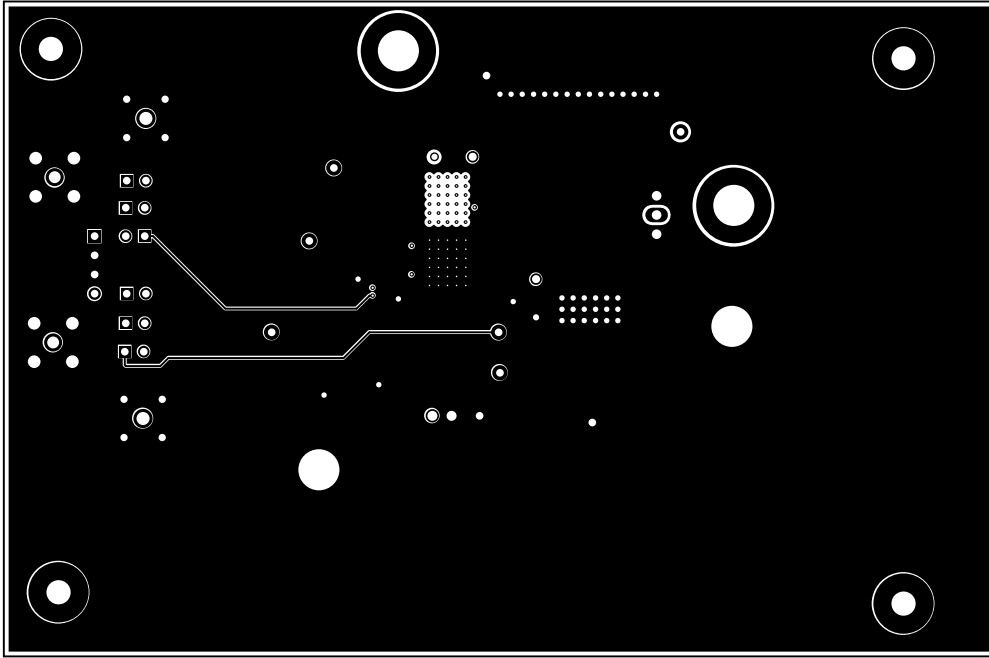


图 4-17. 信号层 2 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

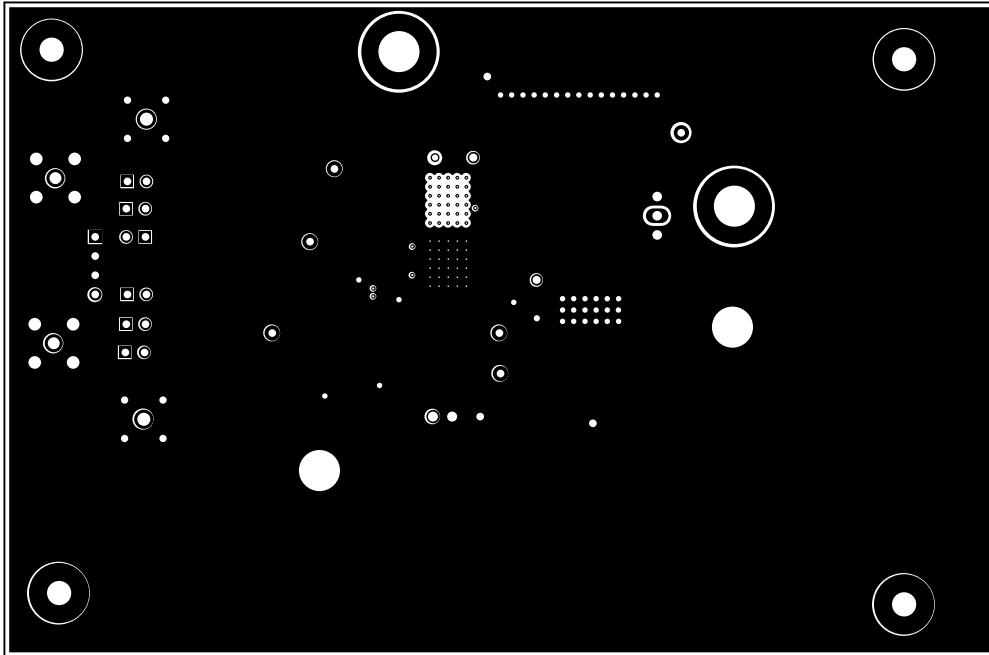


图 4-18. 信号层 3 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

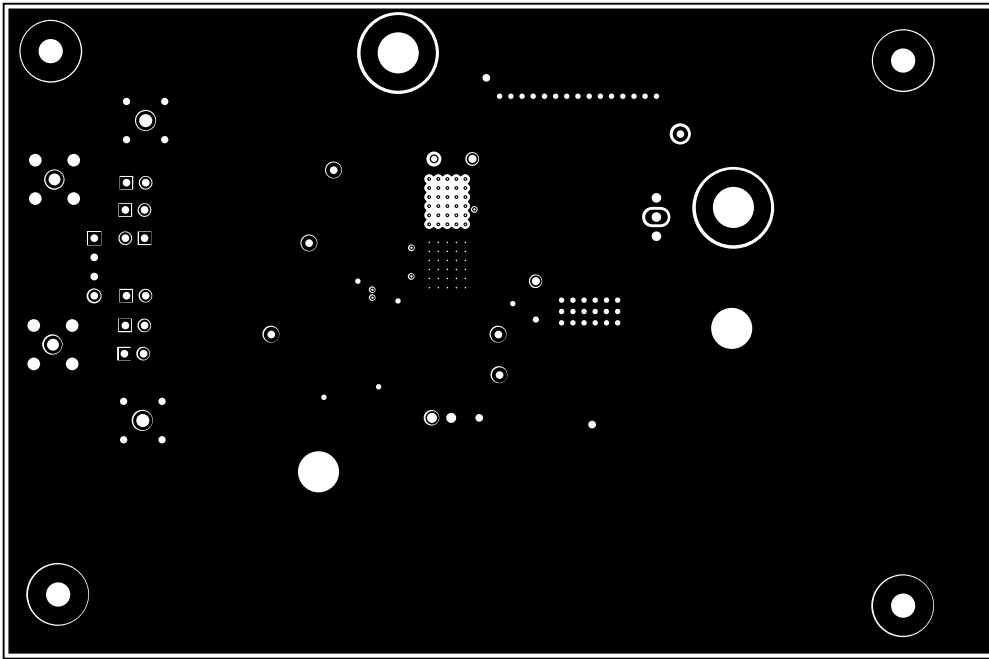


图 4-19. 信号层 4 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

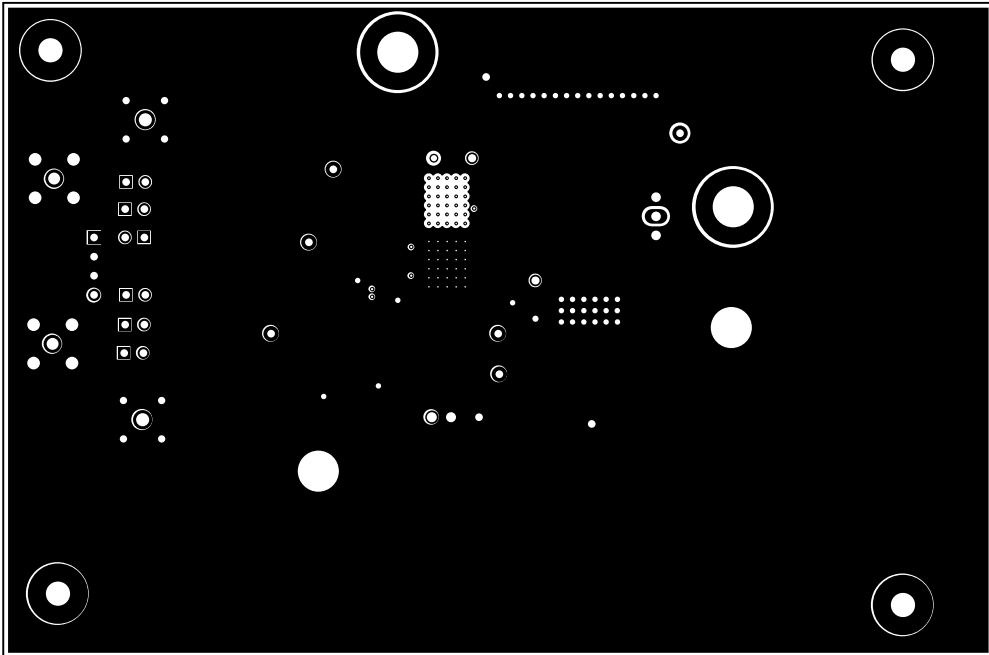


图 4-20. 信号层 5 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

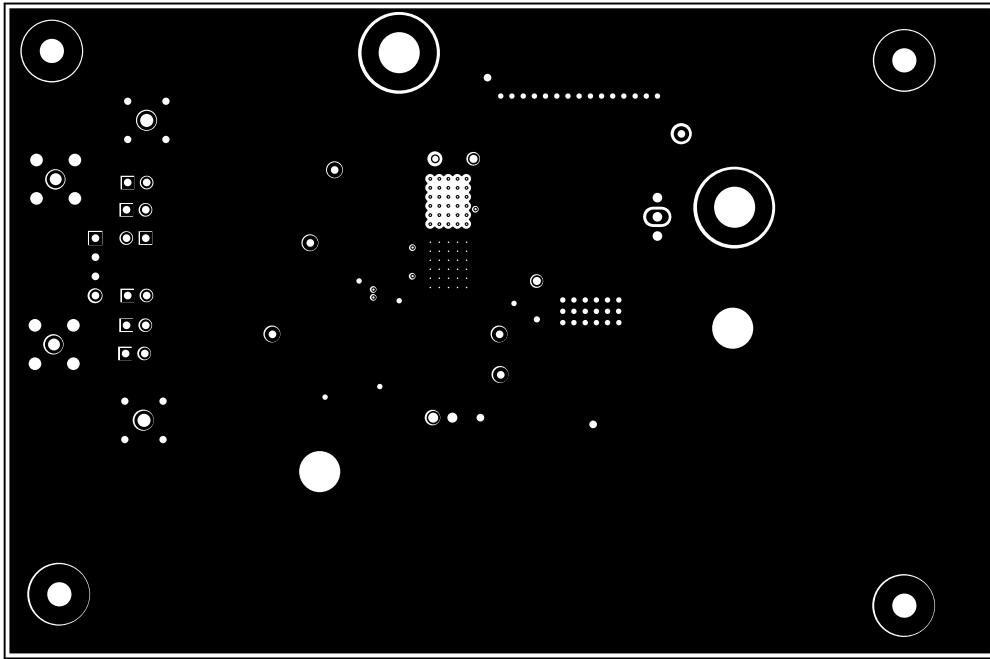


图 4-21. 信号层 6 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

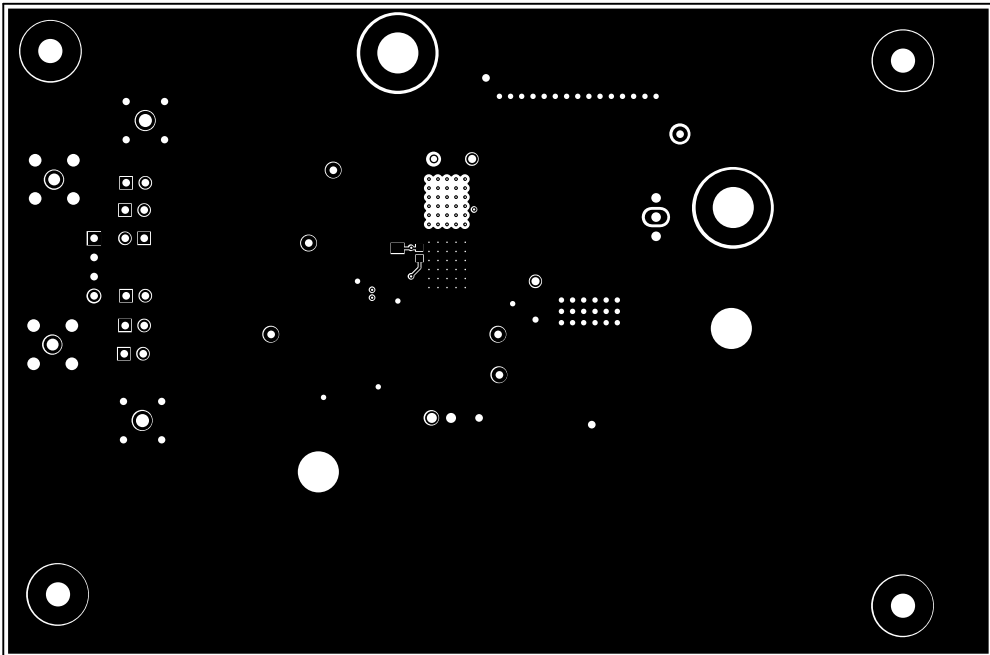


图 4-22. 底层 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

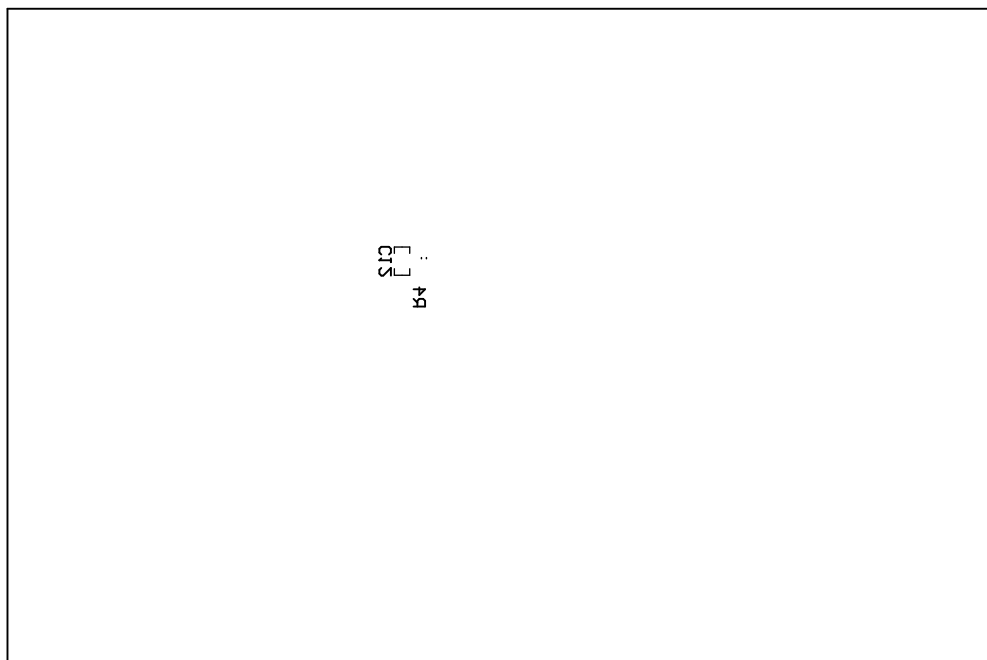


图 4-23. 底部覆盖层 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

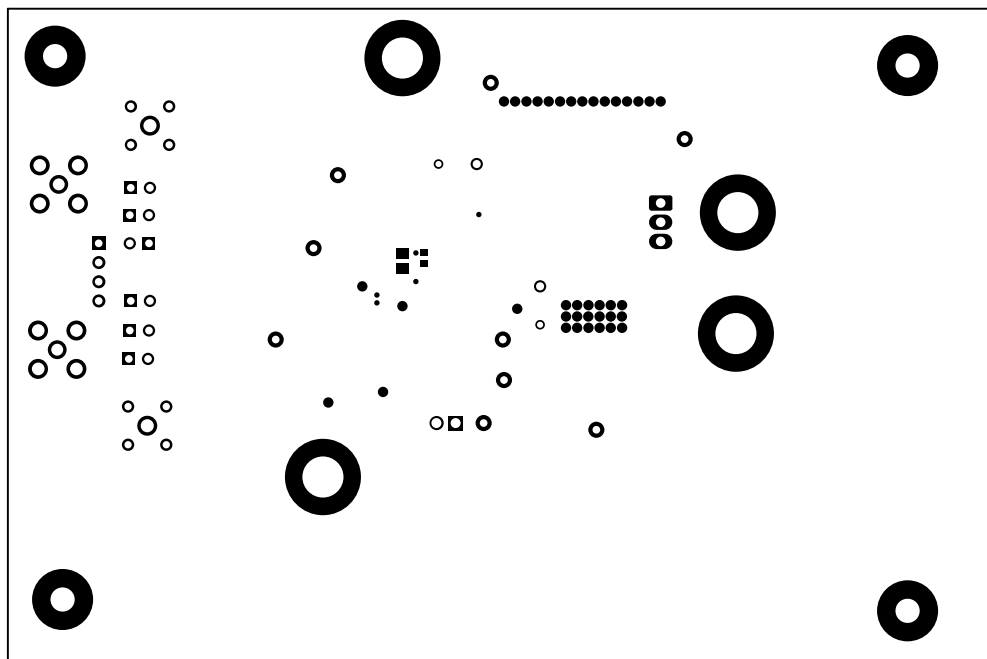


图 4-24. 底部阻焊层 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

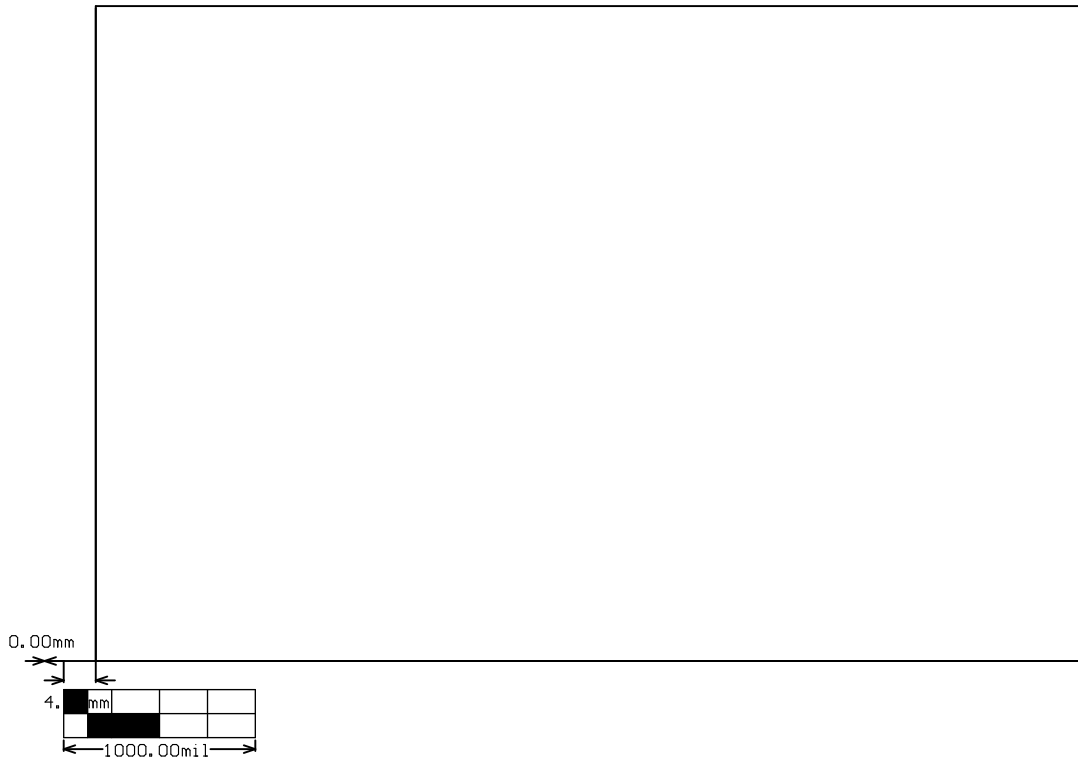


图 4-25. 电路板尺寸 (TPS7H60x3EVM-CVAL)

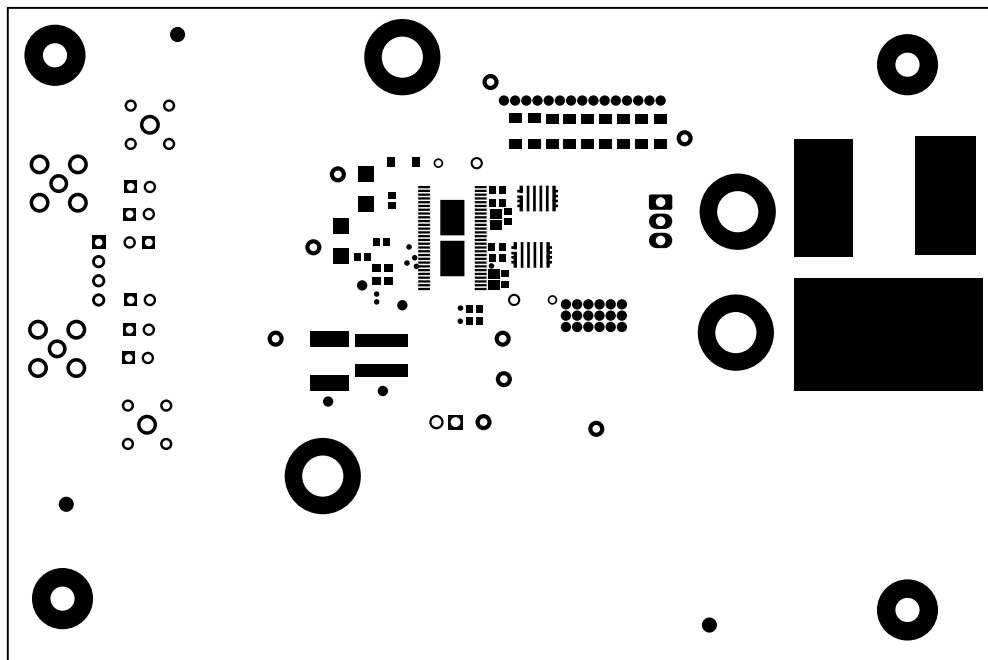


图 4-26. 顶部焊锡层 (TPS7H6005EVM)

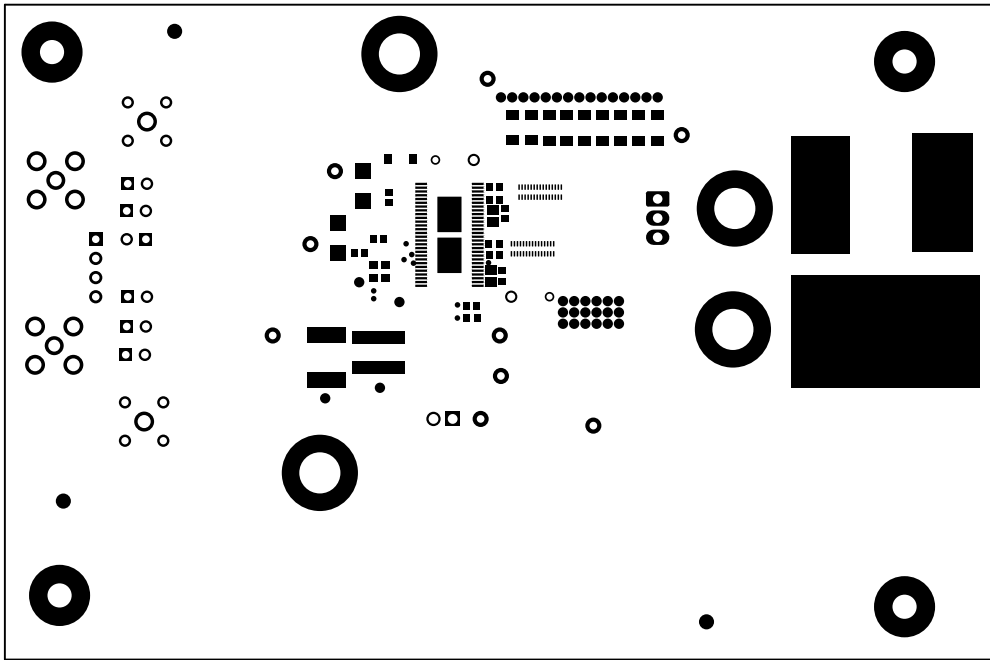


图 4-27. 顶部焊锡层 (TPS7H6015EVM)

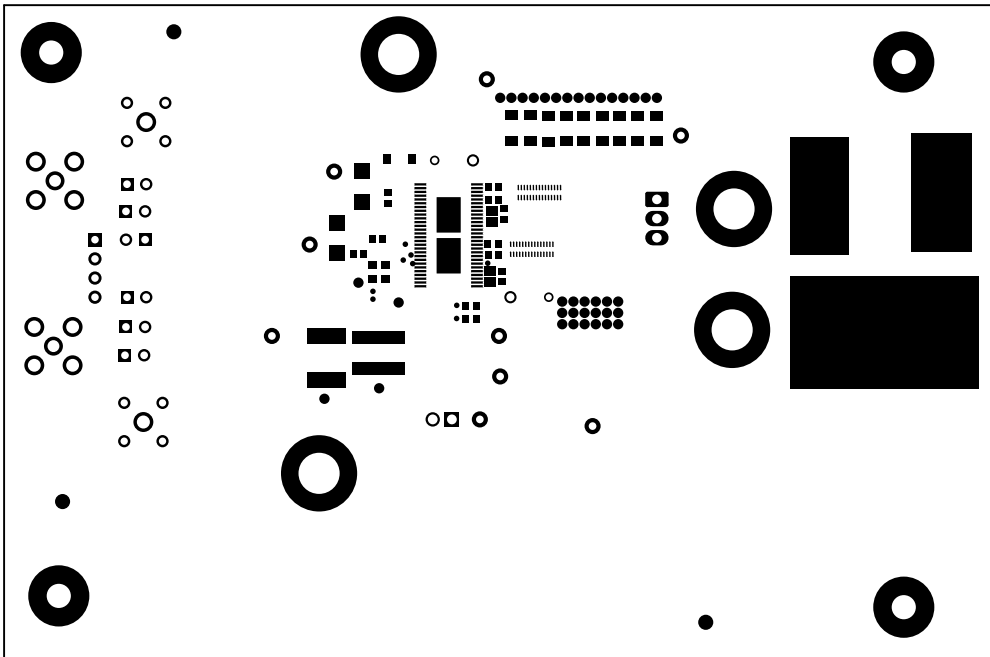


图 4-28. 顶部焊锡层 (TPS7H6025EVM)

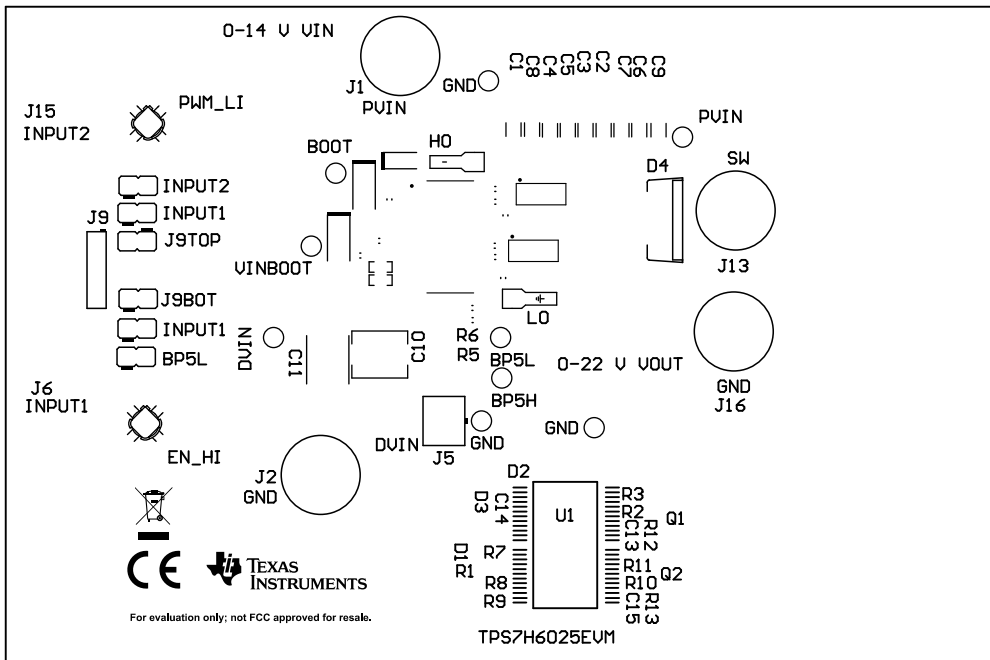


图 4-31. 顶部覆盖层 (TPS7H6025EVM)

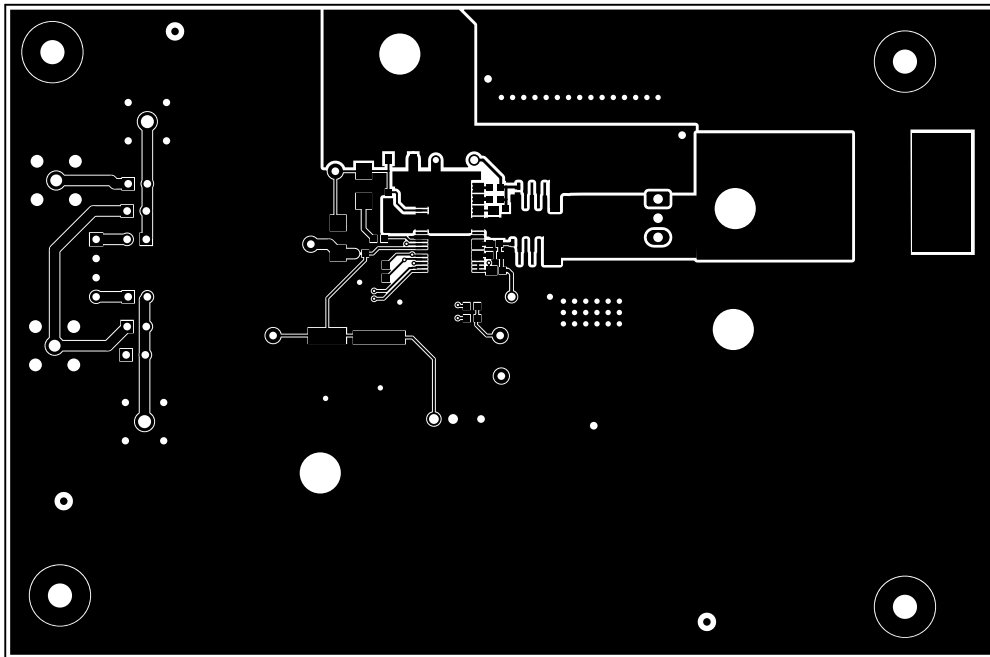


图 4-32. 顶层 (TPS7H6005EVM)

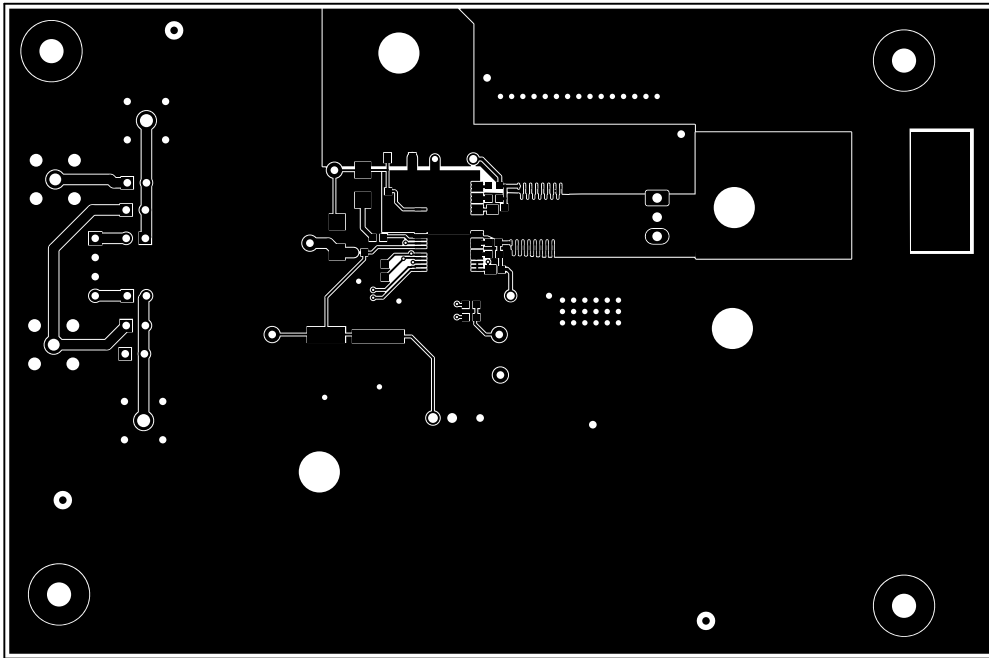


图 4-33. 顶层 (TPS7H6015EVM)

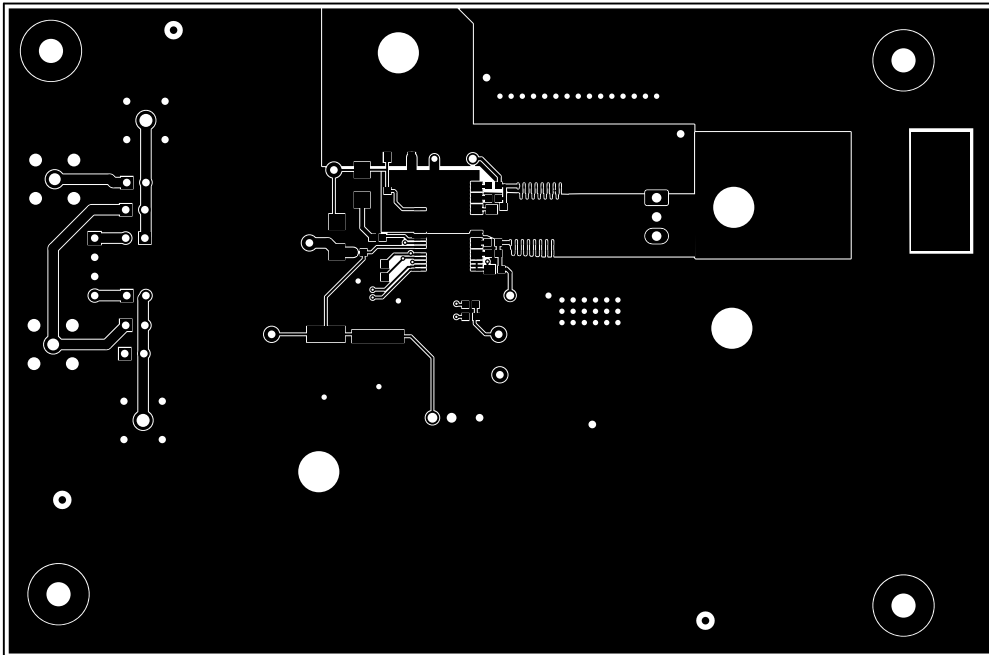


图 4-34. 顶层 (TPS7H6025EVM)

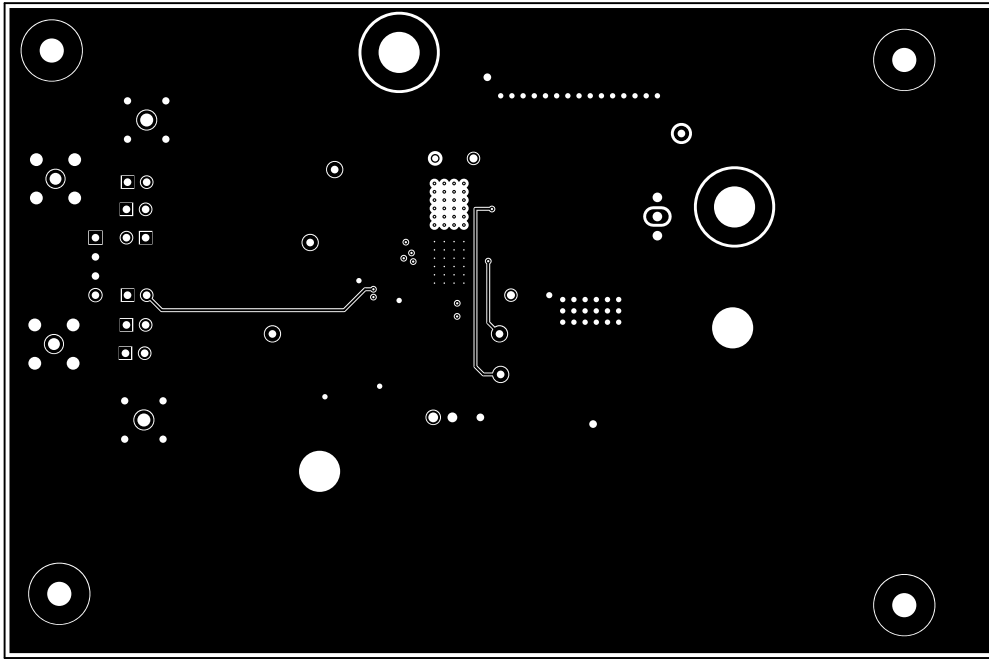


图 4-35. 信号层 1 (TPS7H60x5EVM)

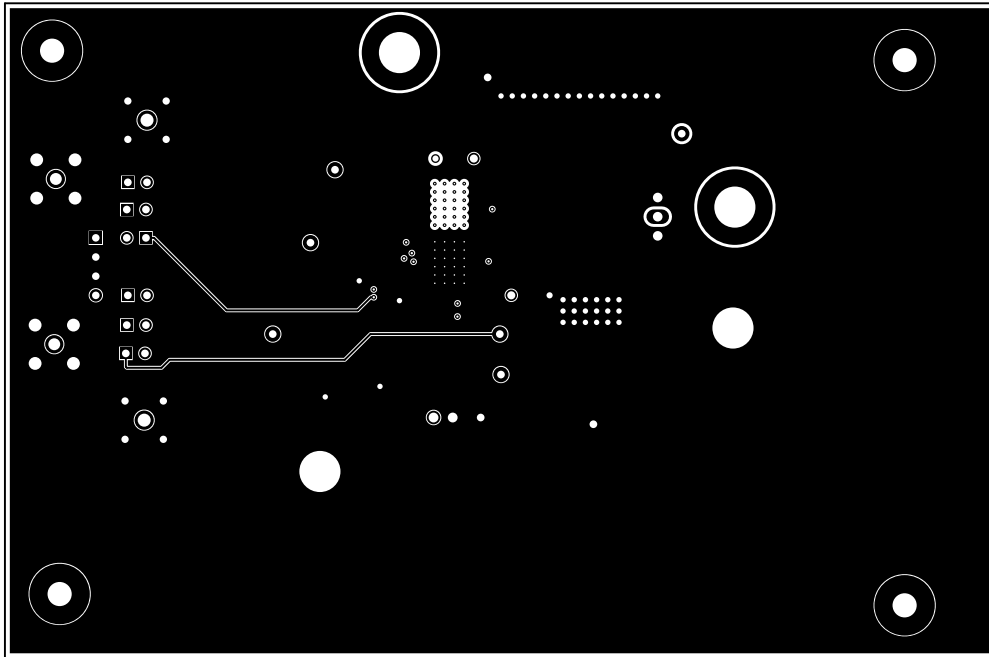


图 4-36. 信号层 2 (TPS7H60x5EVM)

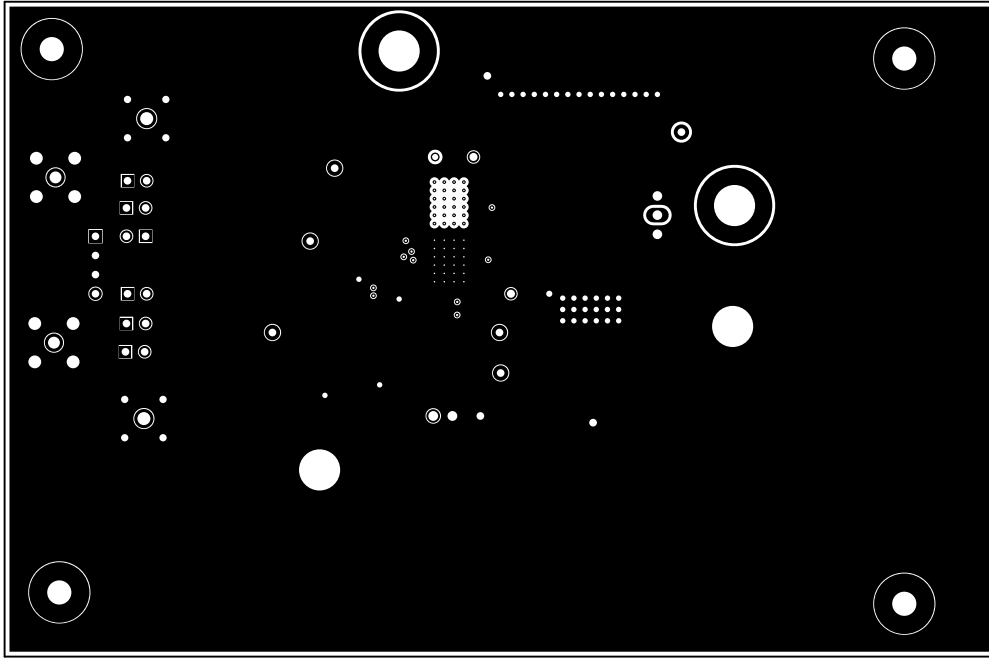


图 4-37. 信号层 3 (TPS7H60x5EVM)

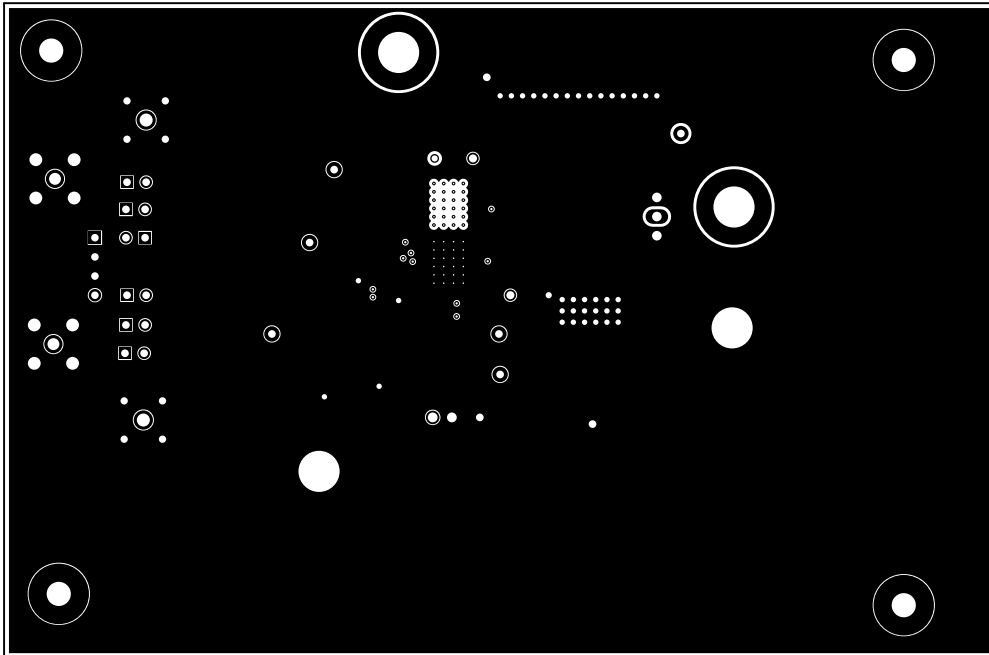


图 4-38. 信号层 4 (TPS7H60x5EVM)

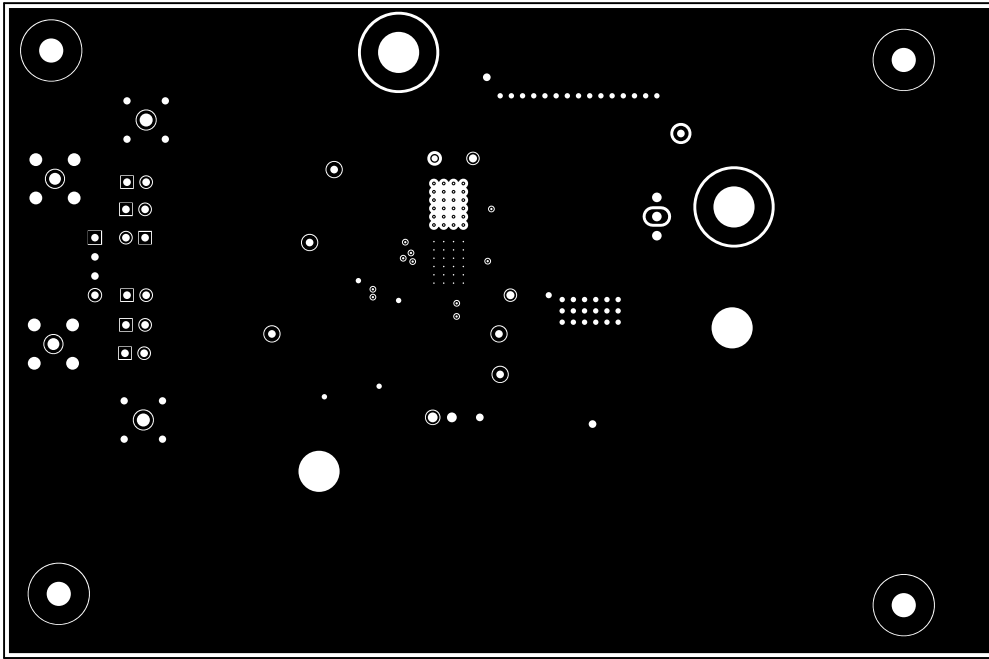


图 4-39. 信号层 5 (TPS7H60x5EVM)

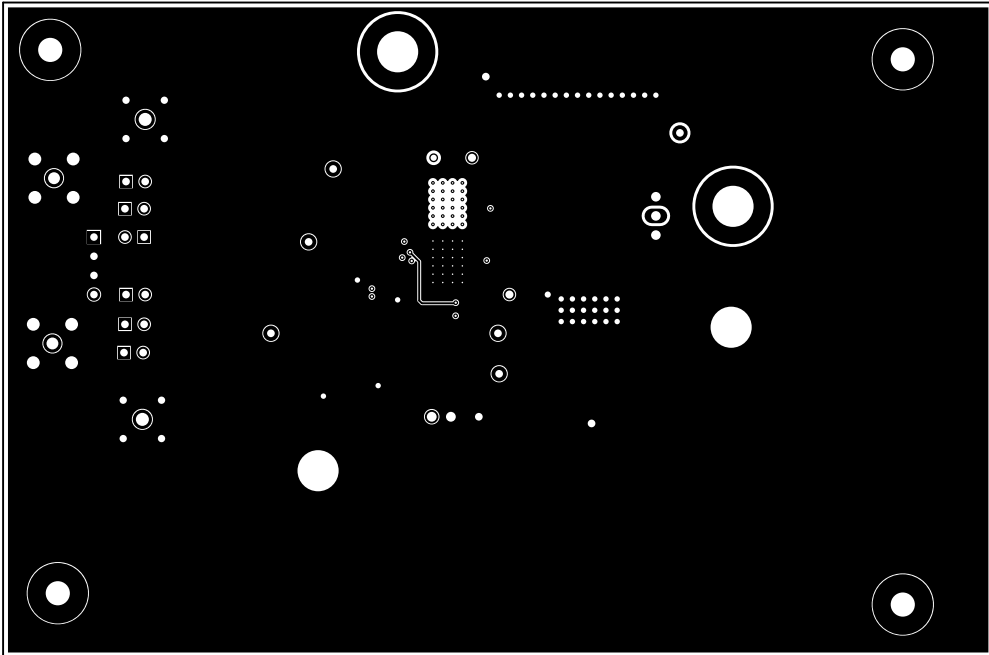


图 4-40. 信号层 6 (TPS7H60x5EVM)

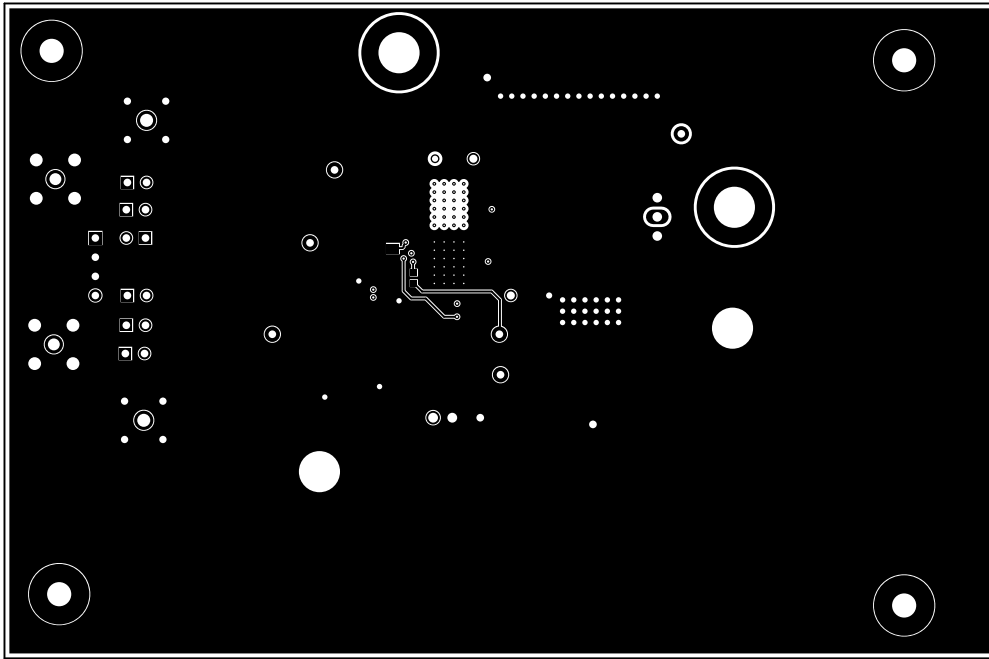


图 4-41. 底层 (TPS7H60x5EVM)

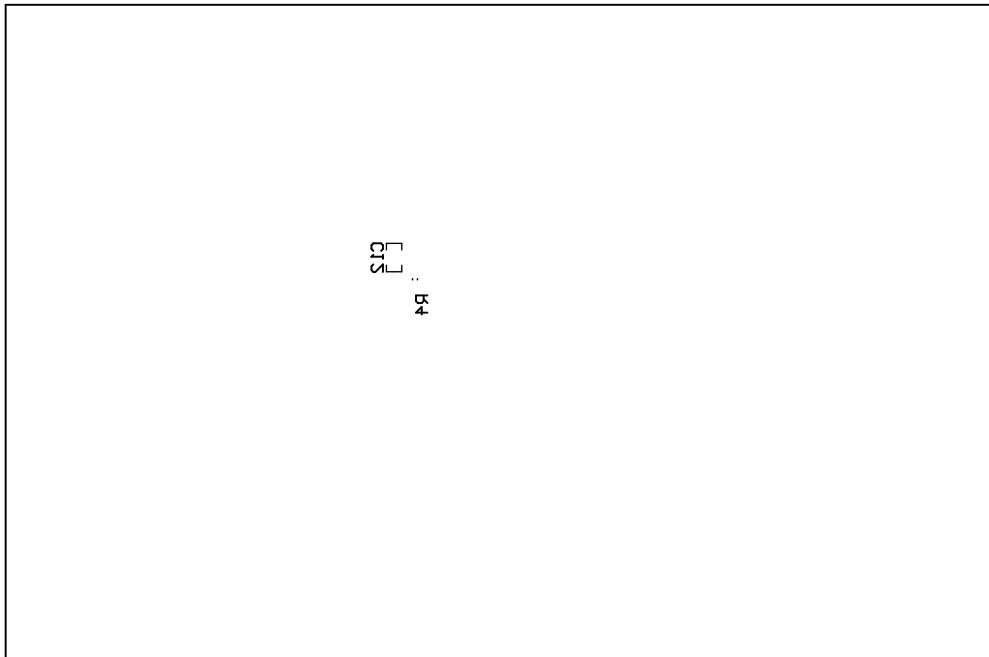


图 4-42. 底部覆盖层 (TPS7H60x5EVM)

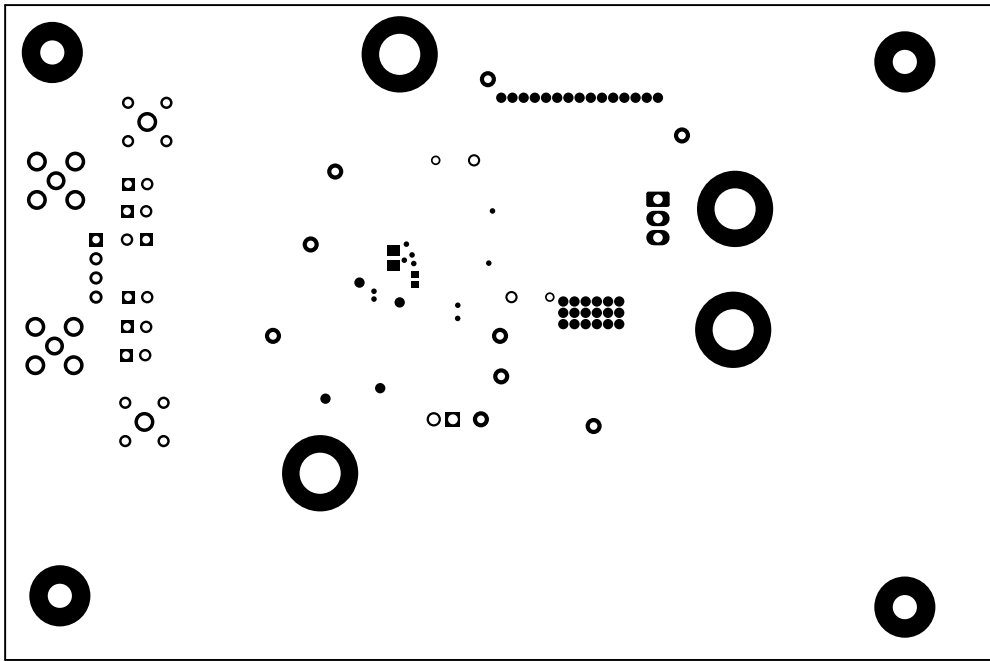


图 4-43. 底部焊锡层 (TPS7H60x5EVM)

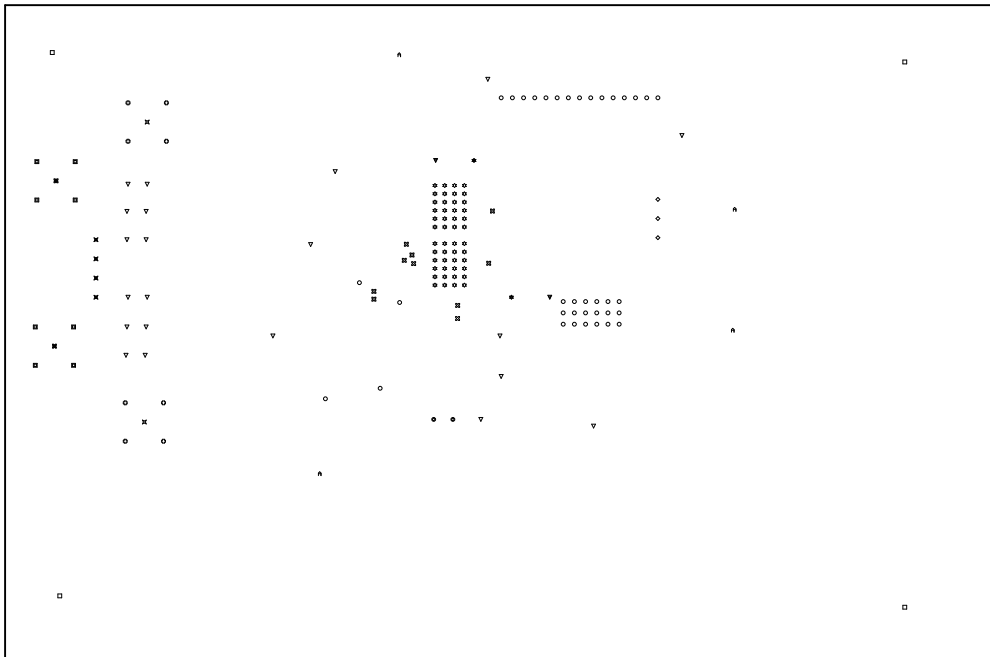


图 4-44. 钻孔图 (TPS7H60x5EVM)

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. 物料清单 (BOM)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号 TPS7H6003EVM- CVAL	TPS7H6013EVM- CVAL 替代器件	TPS7H6023EVM- CVAL 替代器件	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		LP079			不限
C1、C2、C3、 C4、C5、C6、 C7、C8、C9	9	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 250V, +/-10%, X7R, 1206	1206	GRM31CR72E104KW03L			MuRata
C10	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 250V, +/-10%, X7R, 1825	1825	1825PC105KAT1A			AVX
C11	1	2.2 μ F	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 250V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 6mm x 5mm x 5mm	6mm x 5mm x 5mm	CKG57NX7R2E225M500JH			TDK
C12、C13、C15	3	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	0805	08055C105K4Z2A			AVX
C14	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	C0603C104K5RACAUTO			Kemet
D1, D3	2	200V	二极管, 肖特基, 200V, 1A, SMA	SMA	SS1200-LTP			Micro Commercial Components
D2	1	12V	二极管, 齐纳, 12V, 500mW, AEC-Q101, SOD-123	SOD-123	BZT52B12-E3-08			Vishay-Semiconductor
D4	1	200V	二极管, 肖特基, 200V, 10A, TH	TO-220AB	MBR20200CTTU			Fairchild 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	螺钉	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	螺柱	1902C			Keystone
J1、J2、J13、J16	4		标准香蕉插头, 非绝缘, 8.9mm	Keystone575-8	575-8			Keystone
J3、J4、J8、 J10、J12、J14	6		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	GBC02SAAN			Sullins Connector Solutions
J5	1		端子块, 2.54mm, 2x1, 黄铜, TH	端子块, 2.54mm, 2极, 黄铜, TH	OSTVN02A150			On-Shore Technology
J6, J15	2		连接器, SMA, TH	SMA	142-0701-201			Cinch Connectivity
J7, J11	2		紧凑型探头尖端电路板测试点, TH, 25 件装	TH 示波器探头	131-5031-00			Tektronix
J9	1		接头, 100mil, 4x1, 锡, TH	接头, 4x1, 100mil, TH	5-146278-4			TE Connectivity
Q1, Q2	2		N 沟道 200V 48A (Ta) 表面贴装 7-QFN (3x5)	QFN7	EPC2307ENGRT	EPC2206	EPC2066	EPC

表 4-1. 物料清单 (BOM) (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号 TPS7H6003EVM-CVAL	TPS7H6013EVM-CVAL 替代器件	TPS7H6023EVM-CVAL 替代器件	制造商
R1, R7	2	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07100RL			Yageo
R2, R3, R10, R11	4	2	电阻, 2.00, 1%, 0.125W, 0603	0603	MCT06030C2008FP500			Vishay/Beyschlag
R4, R8, R9	3	10.0k	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-103-B-T5			Susumu Co Ltd
TP1, TP2, TP3, TP4, TP5, TP6	6		测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000			Keystone Electronics
TP9, TP10, TP11	3		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001			Keystone
U1	1		耐辐射加固保障 200V, 1.5A/3A, 半桥 GaN FET 栅极驱动器	CFP48	TPS7H6003/EM	TPS7H6013/EM	TPS7H6023/EM	德州仪器 (TI)
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			不适用
R5, R6	0	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	RMCF0603ZT0R00			Stackpole Electronics Inc

表 4-2. TPS7H6005EVM 物料清单

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	TPS7H6015EVM 替代器件	TPS7H6025EVM 替代器件	制造商
!PCB1	1		印刷电路板		LP128			不限
C1、C2、C3、 C4、C5、C6、 C7、C8、C9	9	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 250V, +/-10%, X7R, 1206	1206	GRM31CR72E104KW03L			MuRata
C10	1	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 250V, +/-10%, X7R, 1825	1825	1825PC105KAT1A			AVX
C11	1	2.2μF	电容, 陶瓷, 2.2μF, 250V, +/-20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 6mm x 5mm x 5mm	6mm x 5mm x 5mm	CKG57NX7R2E225M500JH			TDK
C12、C13、C15	3	1μF	电容, 陶瓷, 1μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	0805	08055C105K4Z2A			AVX
C14	1	0.1 μF	电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	C0603C104K5RACAUTO			Kemet
D1, D3	2	200V	二极管, 肖特基, 200V, 1A, SMA	SMA	SS1200-LTP			Micro Commercial Components
D2	1	12V	二极管, 齐纳, 12V, 500mW, AEC-Q101, SOD-123	SOD-123	BZT52B12-E3-08			Vishay-Semiconductor
D4	1	200V	二极管, 肖特基, 200V, 10A, TH	TO-220AB	MBR20200CTTU			Fairchild 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	螺钉	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	螺柱	1902C			Keystone
J1、J2、J13、J16	4		标准香蕉插头, 非绝缘, 8.9mm	Keystone575-8	575-8			Keystone
J3、J4、J8、 J10、J12、J14	6		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 2x1, TH	GBC02SAAN			Sullins Connector Solutions
J5	1		端子块, 2.54mm, 2x1, 黄铜, TH	端子块, 2.54mm, 2极, 黄铜, TH	OSTVN02A150			On-Shore Technology
J6, J15	2		连接器, SMA, TH	SMA	142-0701-201			Cinch Connectivity
J7, J11	2		紧凑型探头尖端电路板测试点, TH, 25 件装	TH 示波器探头	131-5031-00			Tektronix
J9	1		接头, 100mil, 4x1, 锡, TH	接头, 4x1, 100mil, TH	5-146278-4			TE Connectivity
Q1, Q2	2		N 沟道 200V 48A (Ta) 表面贴装 7-QFN (3x5)	QFN7	EPC2307ENGRT	EPC2206	EPC2066	EPC
R1, R7	2	100	电阻, 100, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-07100RL			Yageo

表 4-2. TPS7H6005EVM 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	TPS7H6015EVM 替代器件	TPS7H6025EVM 替代器件	制造商
R2, R3, R10、 R11	4	2	电阻, 2.00, 1%, 0.125W, 0603	0603	MCT06030C2008FP500			Vishay/Beyschlag
R4	1	10.0k	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RG1608P-103-B-T5			Susumu Co Ltd
R8, R9	2	30.0k	电阻, 30.0k, 1%, 0.1W, AEC- Q200 0 级, 0603	0603	ERJ-3EKF3002V			Panasonic
R12, R13	2	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	0603	M55342K12B10E0T			TT Electronics/IRC
TP1、TP2、TP3、 TP4、TP5、TP6	6		测试点, 微型, 红色, TH	红色微型测试点	5000			Keystone Electronics
TP9、TP10、TP11	3		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001			Keystone
U1	1		TPS7H6005/EM	TSSOP56	TPS7H6005/EM	TPS7H6015/EM	TPS7H6025/EM	德州仪器 (TI)
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			不适用
R5, R6	0	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	RMCF0603ZT0R00			Stackpole Electronics Inc

5 参考资料

- 德州仪器 (TI), [TPS7H60x3-SP 耐辐射保障 1.3A、2.5A、半桥 GaN FET 栅极驱动器数据表](#)
- 德州仪器 (TI), [TPS7H60x5-SP 和 TPS7H60x5-SEP 耐辐射保障半桥 GaN FET 栅极驱动器数据表](#)

6 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 A (February 2024) to Revision B (July 2024)	Page
--	-------------

- | | |
|------------------------------|---|
| • 通篇添加了 TPS7H60X5EVM 信息..... | 1 |
|------------------------------|---|
-

Changes from Revision * (July 2023) to Revision A (February 2024)	Page
--	-------------

- | | |
|---|---|
| • 通篇添加了 TPS7H6005EVM、TPS7H6015EVM 和 TPS7H6025EVM..... | 1 |
| • 通篇添加了 TPS7H6013-SP 和 TPS7H6023-SP..... | 1 |
-

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司