

EVM User's Guide: TPS7H5020FLYEVM

TPS7H5020-SEP 评估模块

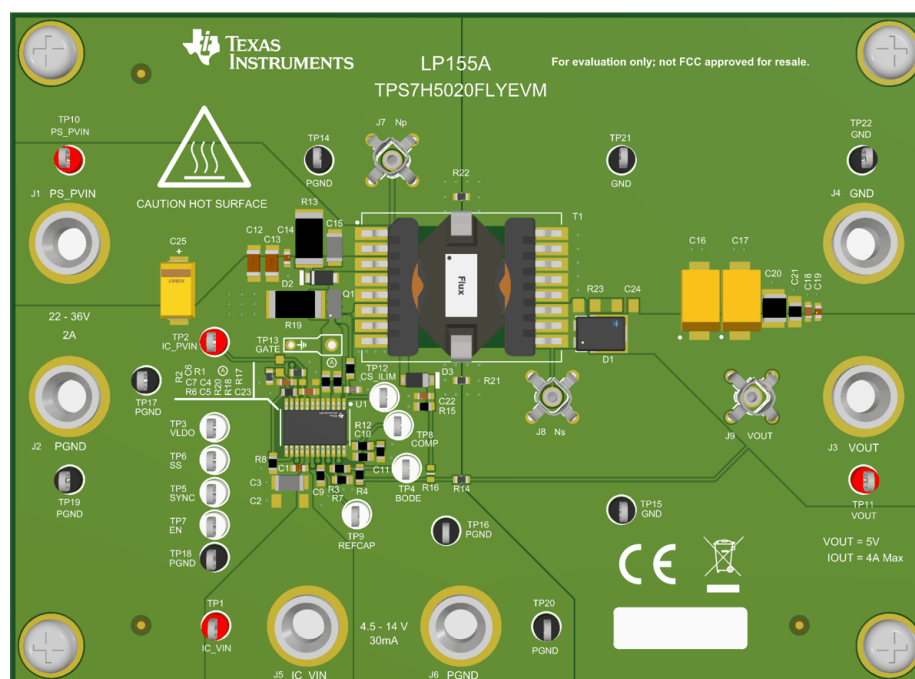


说明

TPS7H5020FLYEVM 演示了 TPS7H5020-SEP PWM 控制器的运行情况，该控制器驱动反激式转换器拓扑中的 GaN FET 开关元件。该 EVM 可以灵活地测试定制配置。提供了测试点和额外的元件空间，以便轻松进行器件配置和性能验证。

特性

- 功率级输入电压范围为 22V 至 36V
- 独立的 4.5V 至 14V 控制器电源输入
- 4A 最大输出电流
- GaN FET 开关元件
- 在整个线路、温度和辐射范围内提供 $0.6V \pm 1\%$ 的电压基准



EVM 板

1 评估模块概述

1.1 简介

TPS7H5020FLYEVM 是用于 TPS7H5020-SEP 的评估模块 (EVM), 并提供一个评估电气特性的平台。EVM 演示了在反激式拓扑中实现的 TPS7H5020-SEP PWM 控制器。本用户指南提供了关于 EVM 的详细信息, 包括配置、原理图和物料清单。

此 EVM 提供在不同条件下配置器件的灵活性，并提供可用于组装额外元件的空间以及用于监控器件引脚的多个连接选项。要在自定义配置中配置器件，请参阅 [TPS7H502x-SP](#) 和 [TPS7H502x-SEP 耐辐射 1MHz 电流模式 PWM 控制器（带有集成的栅极驱动器）](#) 数据表，以计算需要更改的任何无源器件的值。

1.2 套件内容

- TPS7H5020FLYEVM 板 (1)

1.3 规格

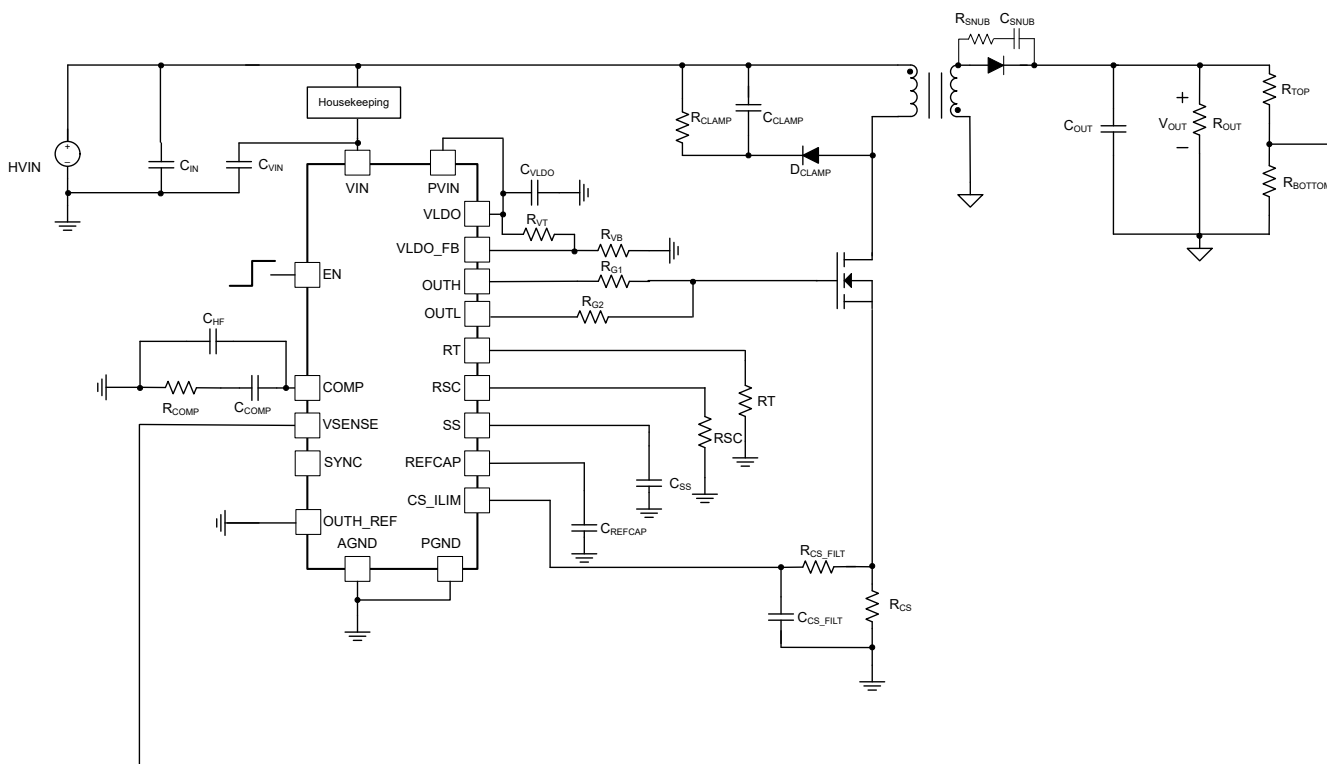


图 1-1. 简化版原理图

表 1-1. 默认配置选项

规格	值	说明
功率级输入电压 PS_PVIN	28V	功率级输入电压，变压器初级侧。
控制器输入电压	12V	器件输出能力范围内的常见电源轨电压
输出电压 VOUT	5V	默认配置的输出电压。
开关频率 FSW	500kHz	使用器件 RT 引脚配置的开关频率。可通过更改 R10 进行配置。
栅极驱动电压	5V	VLDO 的输出、IC_PVIN 的输入。可以移除 R1，以通过 TP2 提供 IC_PVIN。

1.4 器件信息

TPS7H5020 是一款电流模式单端 PWM 控制器，配备集成的栅极驱动器，可用于基于硅和氮化镓 (GaN) 功率半导体的转换器设计，且这类设计针对空间环境的应用进行了优化。控制器的驱动器级具有 4.5V 至 14V 的宽输入电压范围，并支持高达 1.2A 的峰值拉电流和灌电流。可编程稳压器 VLDO 也可以直接连接到驱动器级的输入端 (PVIN)，以便为 GaN FET 的运行提供受控良好的栅极电压

有关 TPS7H5020 的更多信息，请参阅 [TPS7H502x-SP](#) 和 [TPS7H502x-SEP 耐辐射 1MHz 电流模式 PWM 控制器（带有集成的栅极驱动器）](#) 数据表。

2 硬件

2.1 设置

2.1.1 初级侧调节

TPS7H5020FLYEVM 提供两种反馈模式：非隔离式直接反馈模式和初级侧调节 (PSR)。默认采用直接反馈模式。要将反馈模式从直接更改为 PSR，必须将 R14 上的 0 Ω 电阻器移至 R16 处的空置焊盘。

TPS7H5020FLYEVM 上使用的变压器在初级侧包含一个辅助绕组，以支持 PSR。该辅助绕组与初级绕组的匝数比率为 2:1，与次级绕组与初级绕组的匝数比相同，因此同一反馈分压器可同时用于调节直接反馈和 PSR 反馈。

要将 EVM 的输出与输入隔离，必须使用 PSR。此外，还需移除连接两个接地平面的 0 Ω 跳线 (R21 和 R22)，以实现隔离。

使用 PSR 模式时，为使输出电压稳定在 5V 左右，推荐最小负载为 50mA，最大负载为 1A。超出此电流范围时，输出电压开始明显偏离设定点。

2.2 连接器说明

表 2-1 提供了 TPS7H5020FLYEVM 的连接器说明。

表 2-1. 连接器说明

参考位号	功能	
J1	PS_PVIN	功率级输入连接器
J2	PGND	
J3	VOUT	电源输出连接器
J4	GND	
J5	IC_VIN	控制器电源输入连接器
J6	PGND	
J7	Np	紧凑型探头尖端连接器
J8	Ns	
J9	VOUT	
TP1	IC_VIN	测试点
TP2	IC_PVIN	
TP3	VLDO	
TP4	BODE	
TP5	SYNC	
TP6	SS	
TP7	EN	
TP8	COMP	
TP9	REFCAP	
TP10	PS_PVIN	
TP11	VOUT	
TP12	CS_ILIM	
TP14、TP15、TP16、TP17、 TP18、TP19、TP21、TP22	GND	

2.3 最佳实践

以下信息用于传达运行此器件的最佳实践。



警告

表面高温。接触会导致烫伤。请勿触摸。

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。

小心

TPS7H5020FLYEVM 对功率级和控制器电源采用单独的电源连接器。为 EVM 上电时，切记要先通过连接器 J1 和 J2 为功率级供电，然后再为 TPS7H5020 器件供电（或若使用外部使能信号，则需先激活该信号）。反转此顺序会导致功率级通过 GaN FET 短路，进而损坏 EVM 或实验室设备。

3 实现结果

3.1 默认配置结果

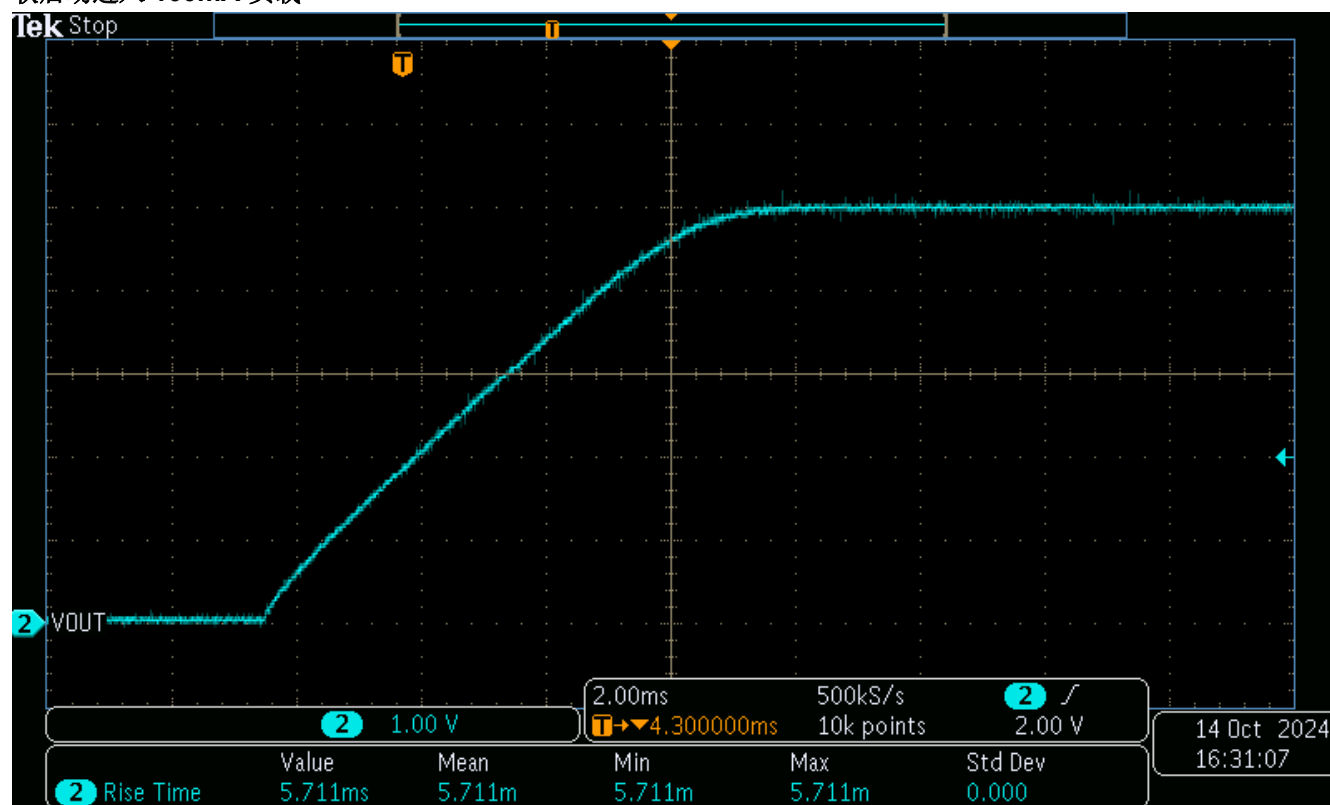
使用 TPS7H5020FLYEVM 在默认配置下执行了以下测试，详细设置如 表 3-1 所示，

表 3-1. 测试设置

规格	值
VIN	28V
VOUT	5V
FSW	500kHz
IOUT	4A
反馈方法	直接 (非隔离式)

3.2 软启动

软启动进入 100mA 负载



3.3 VOUT 上的电压纹波

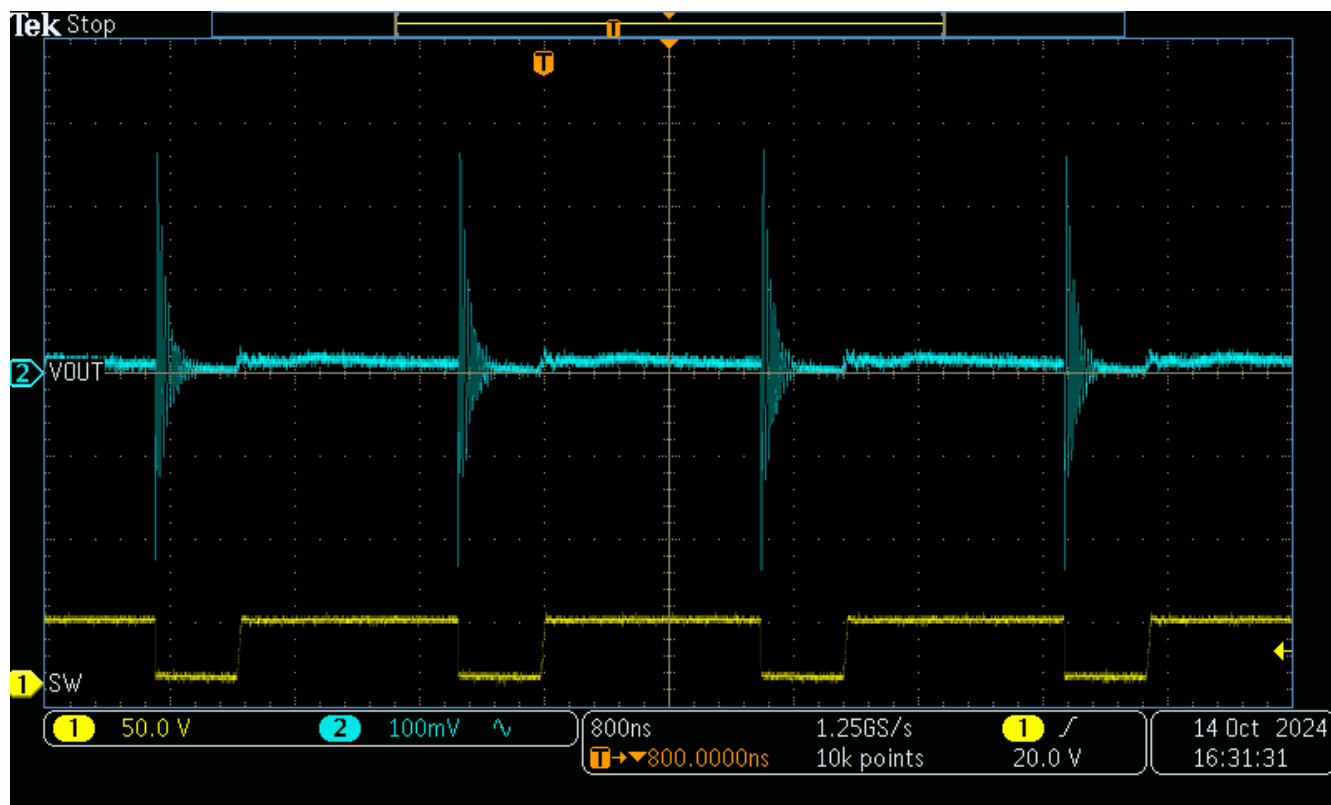


图 3-1. 输出电压纹波， $I_{OUT} = 1A$

3.4 负载阶跃

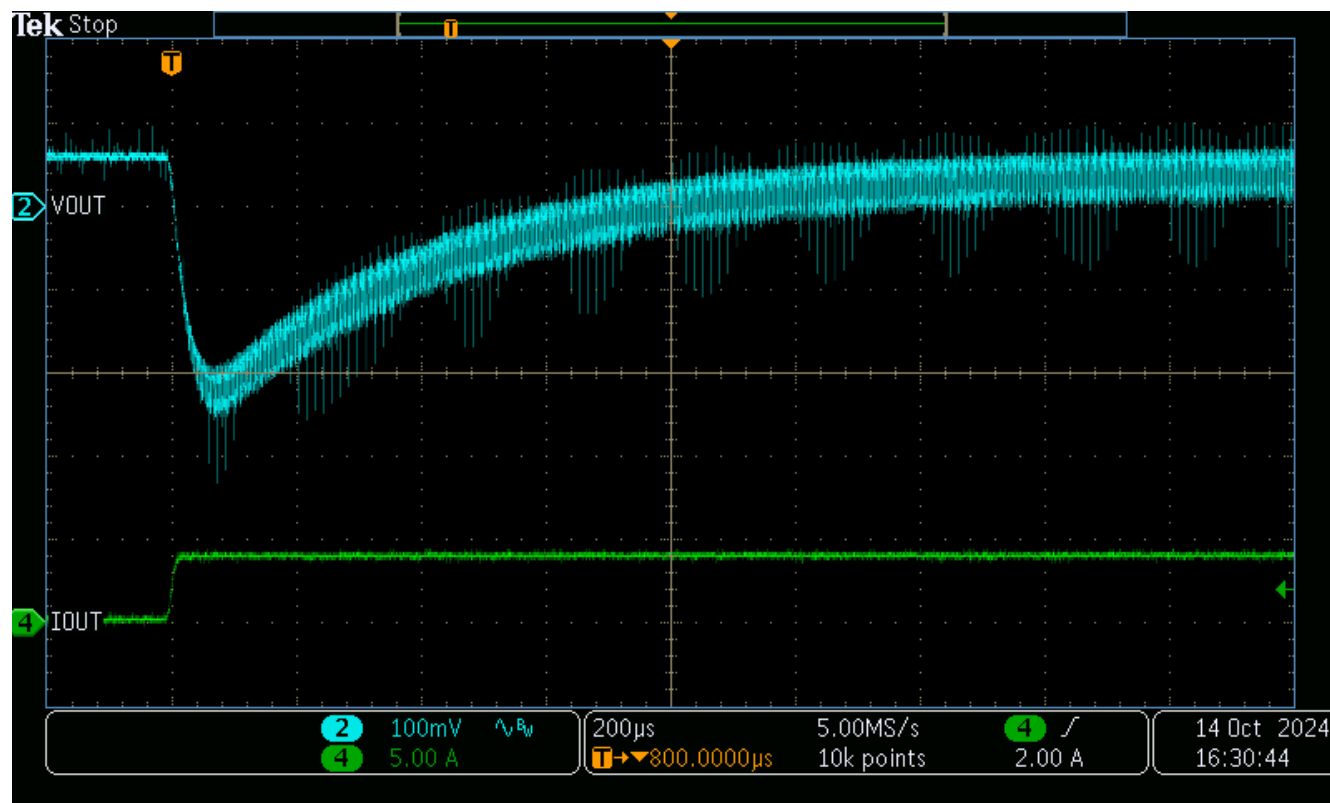


图 3-2. 对 100mA 至 4A 负载阶跃的瞬态响应 (以 8A/µs 的速率)

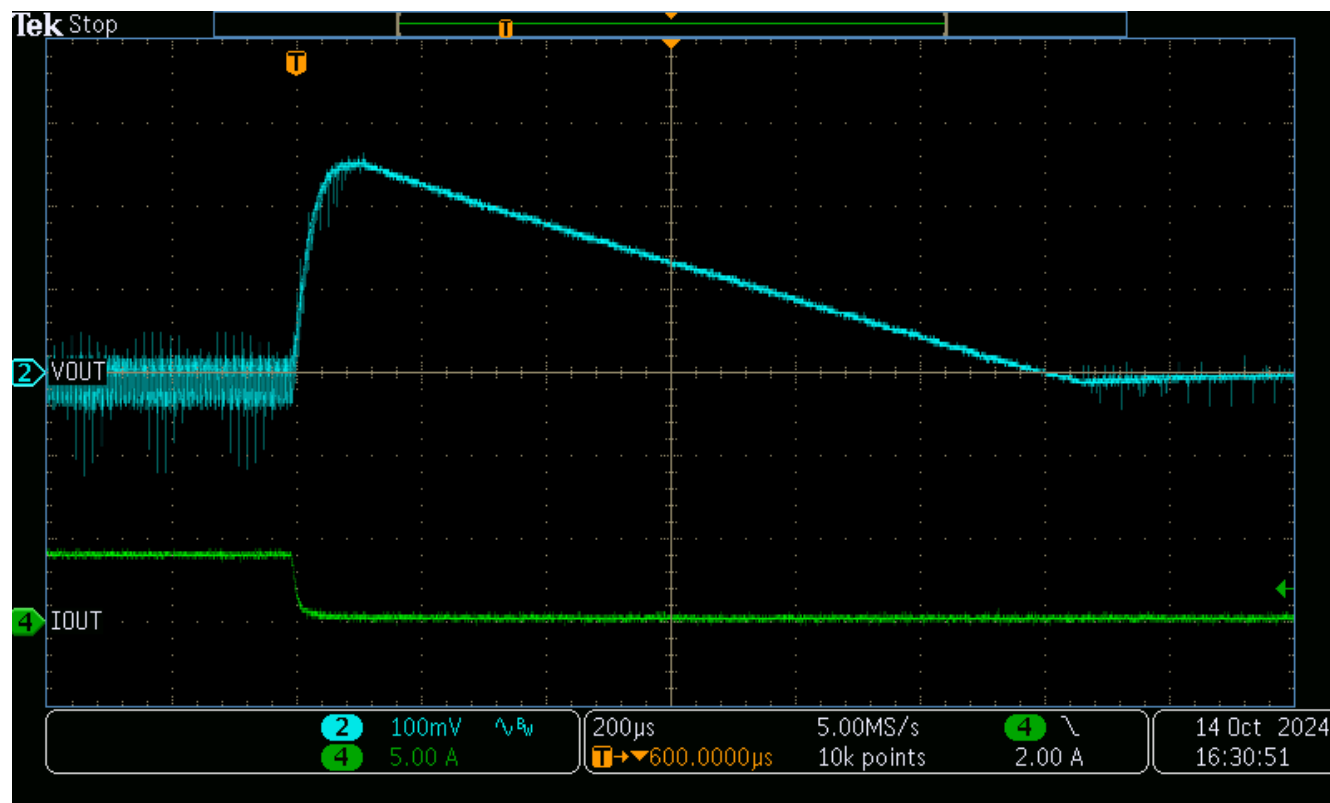


图 3-3. 对 4A 至 100mA 负载阶跃的瞬态响应 (以 8A/µs 的速率)

3.5 频率响应

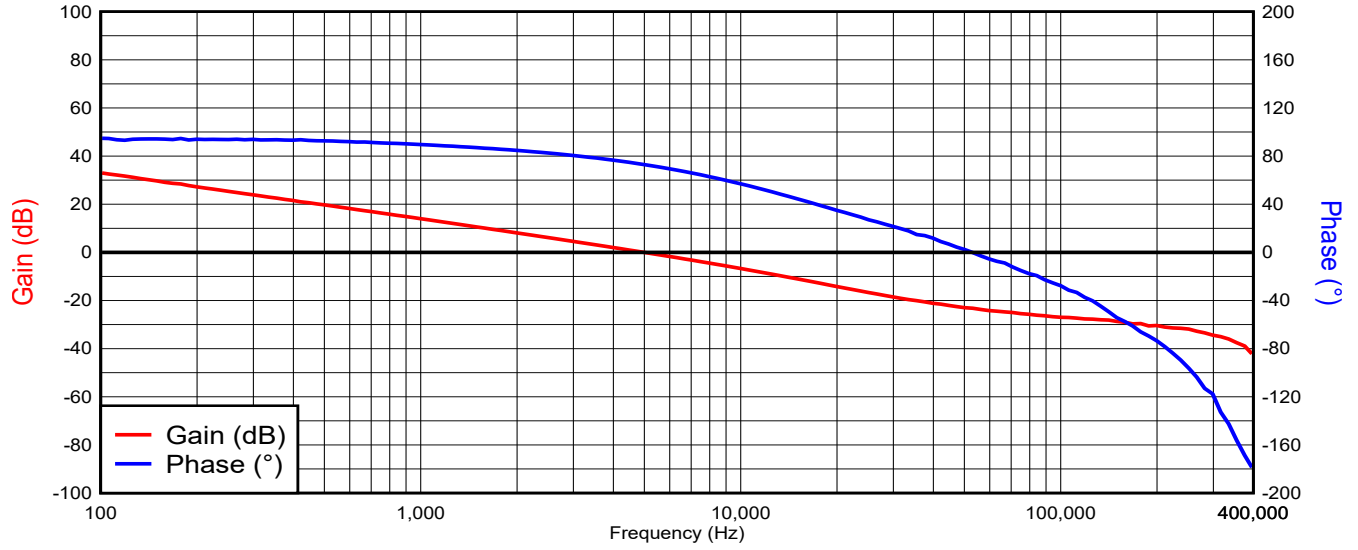


图 3-4. 频率响应 $I_{OUT} = 4A$

3.6 效率

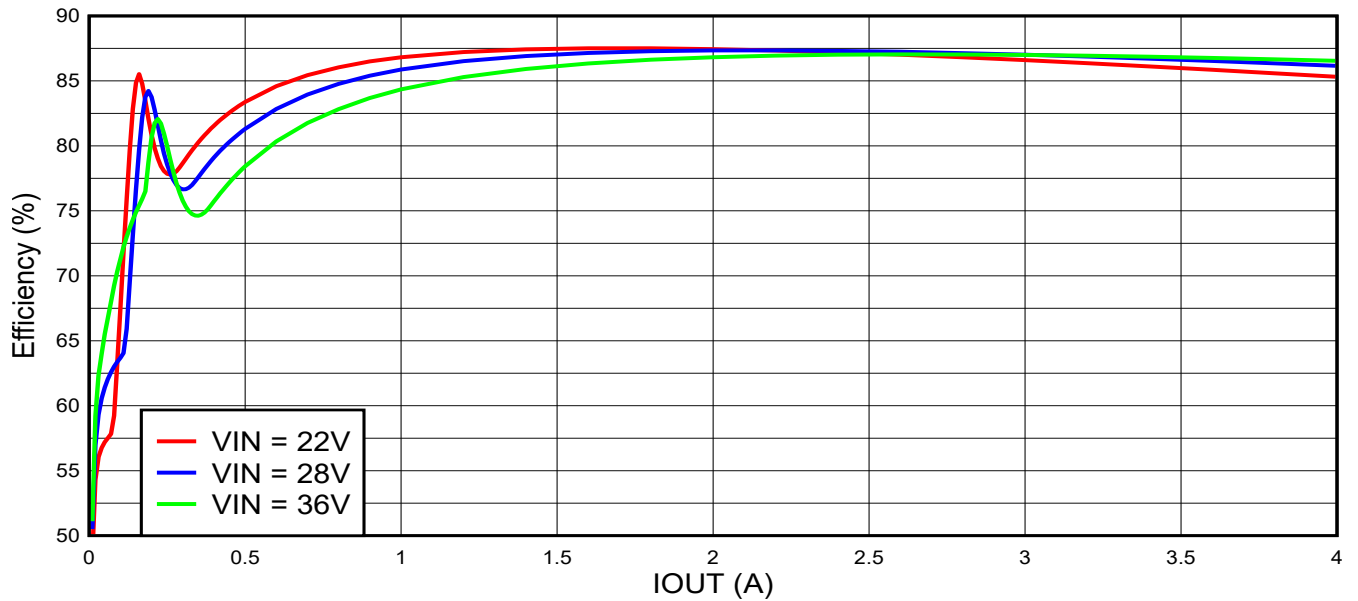


图 3-5. 整个 V_{IN} 范围内的效率

4 硬件设计文件

4.1 原理图

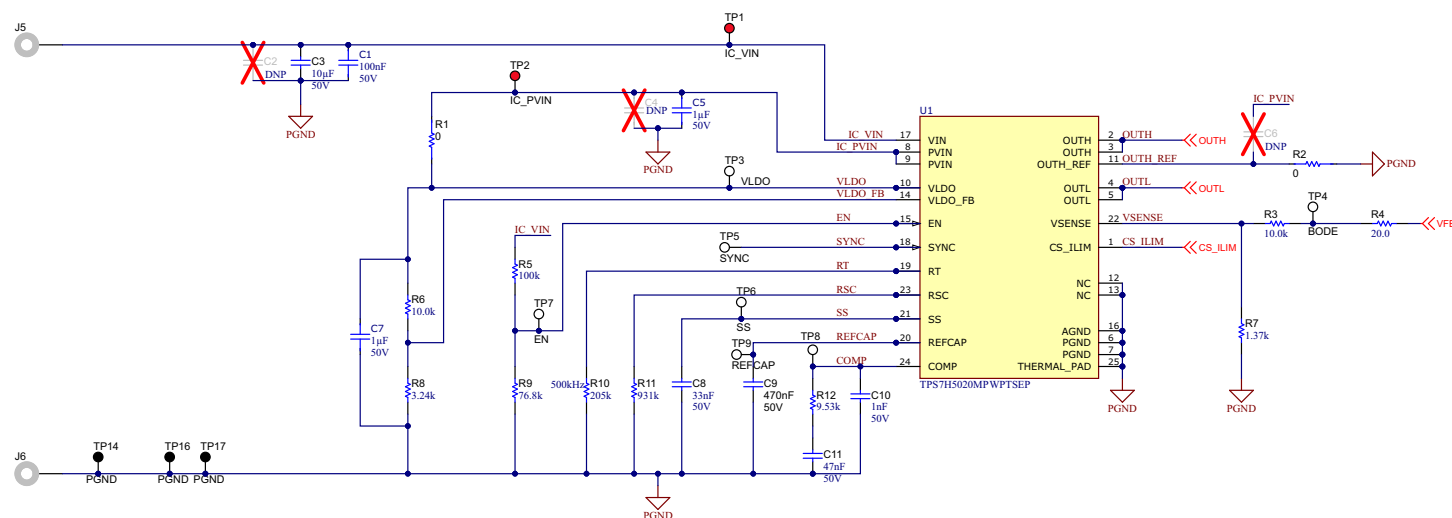


图 4-1. 控制器原理图

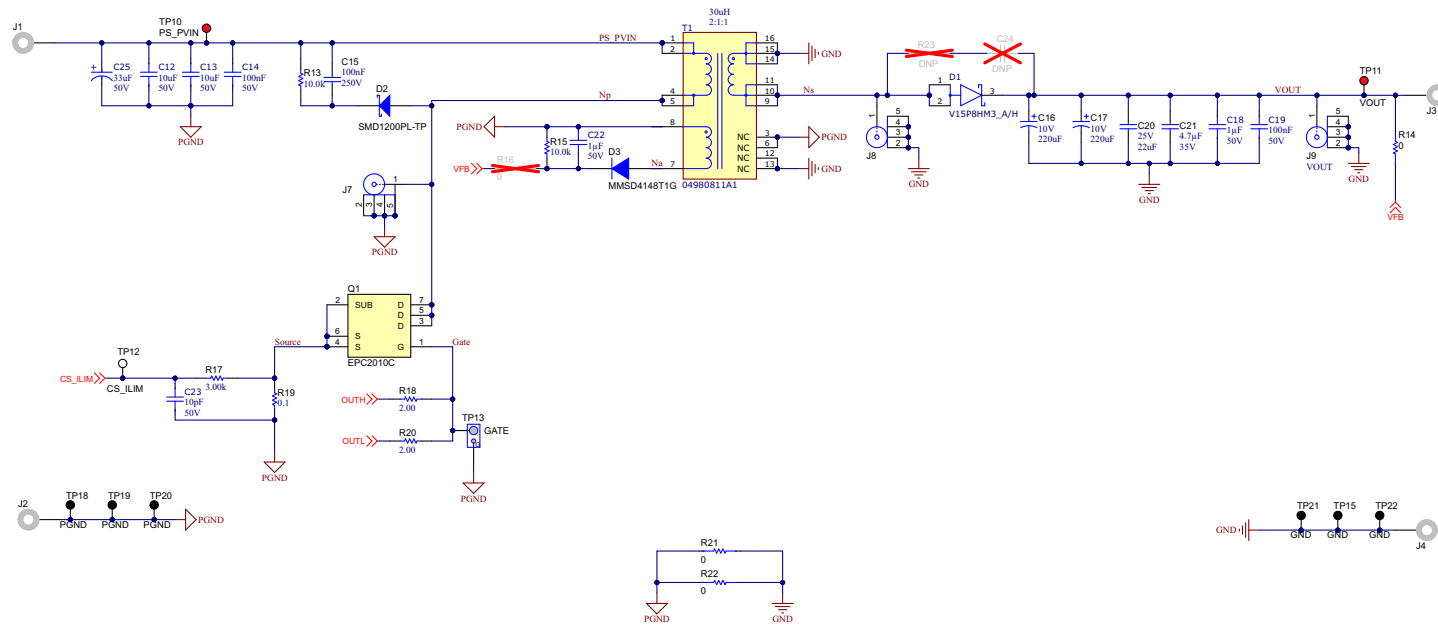


图 4-2. 功率级原理图

4.2 PCB 布局

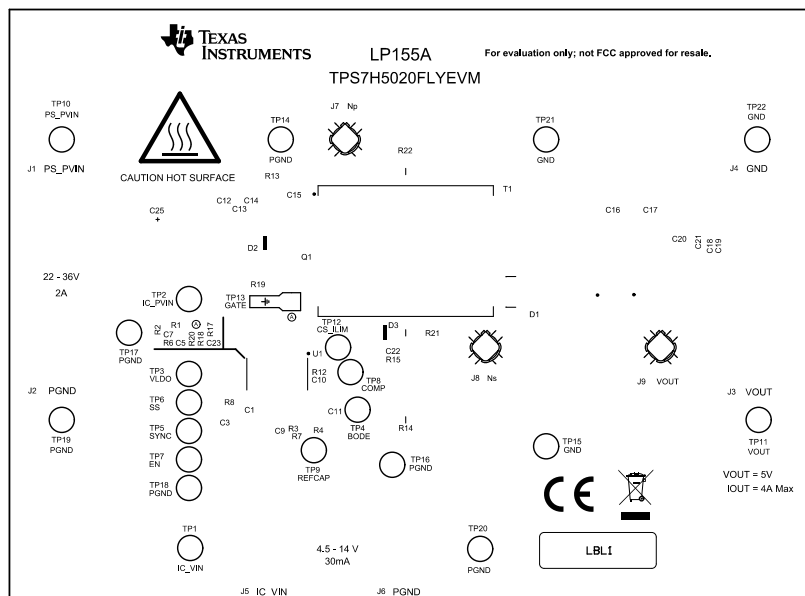


图 4-3. 顶层丝印层

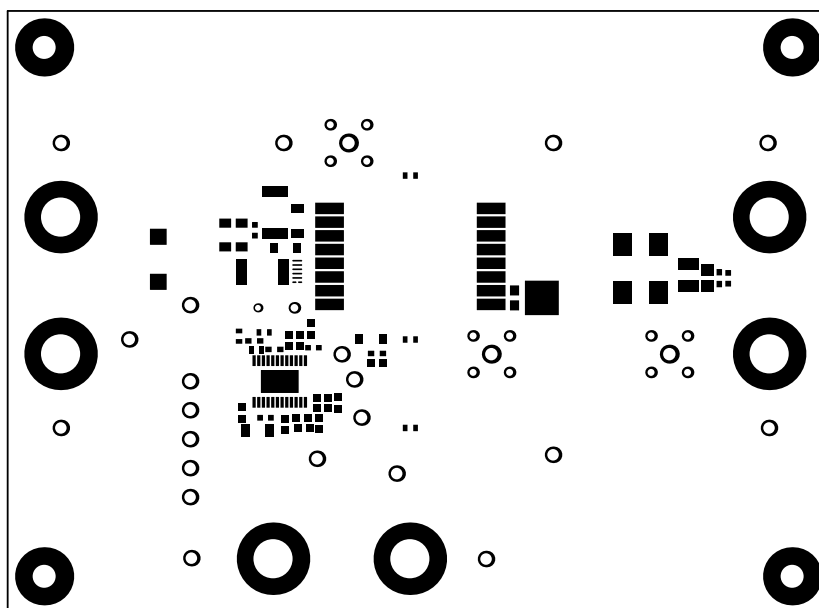


图 4-4. 顶部阻焊层

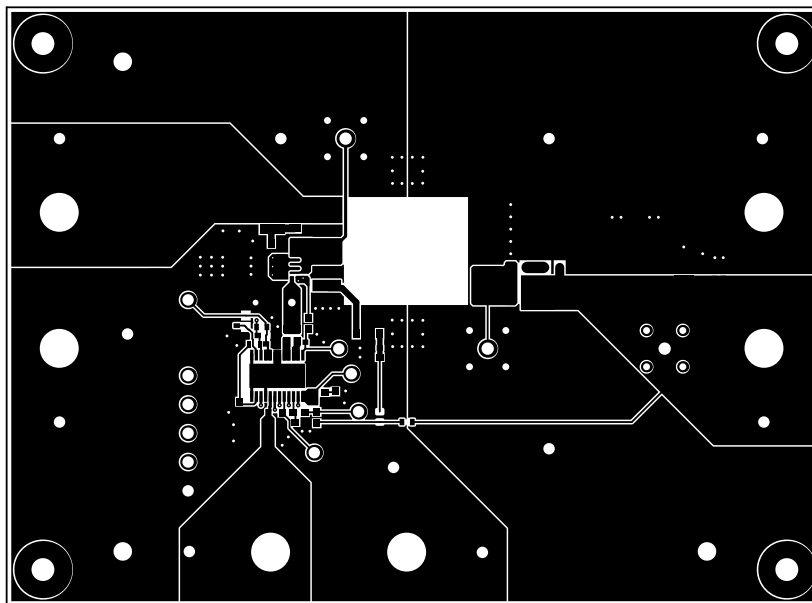


图 4-5. 第 1 层 (顶部)

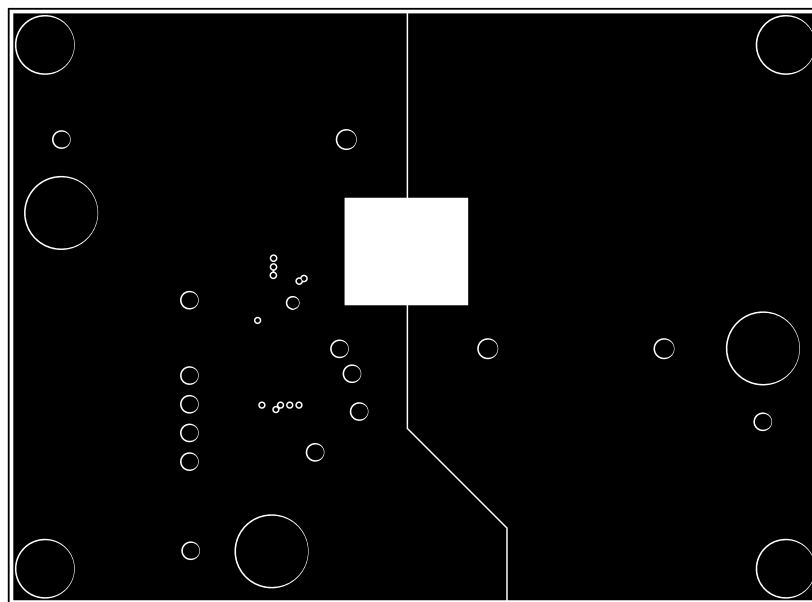


图 4-6. 第 2 层

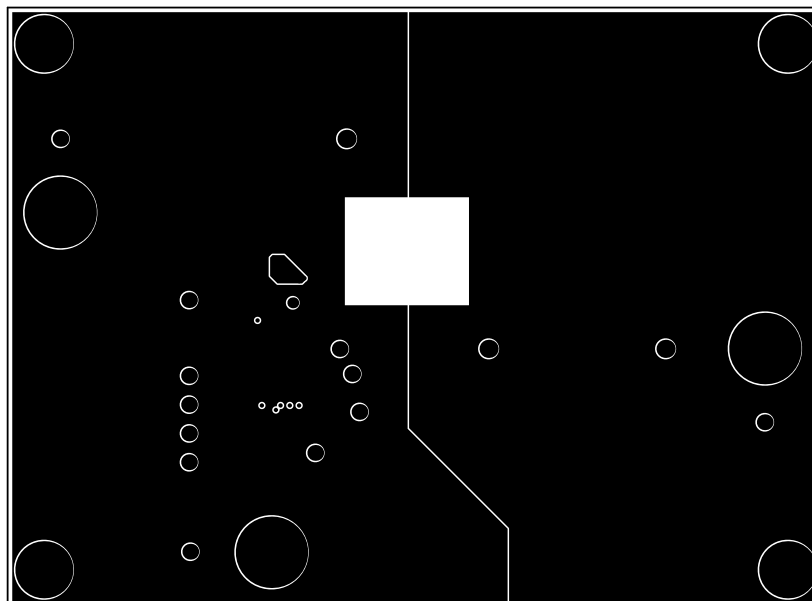


图 4-7. 第 3 层

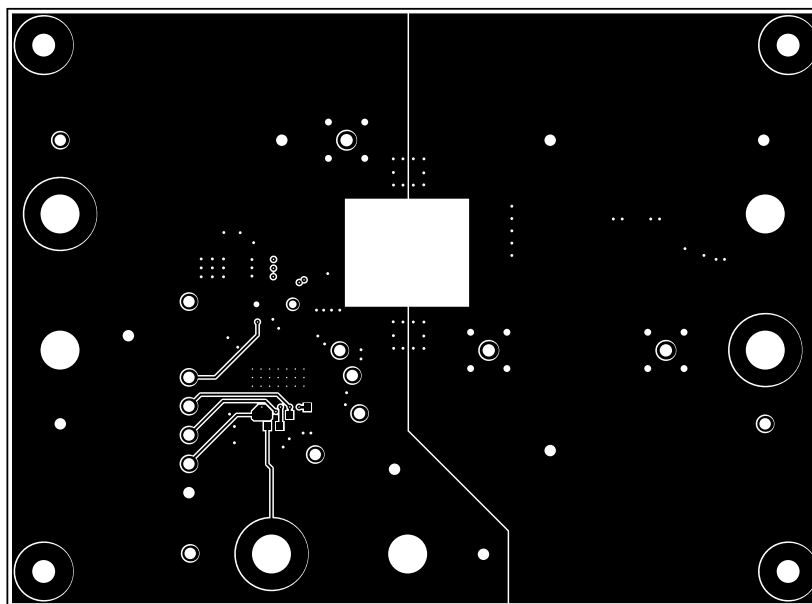


图 4-8. 第 4 层 (底部)

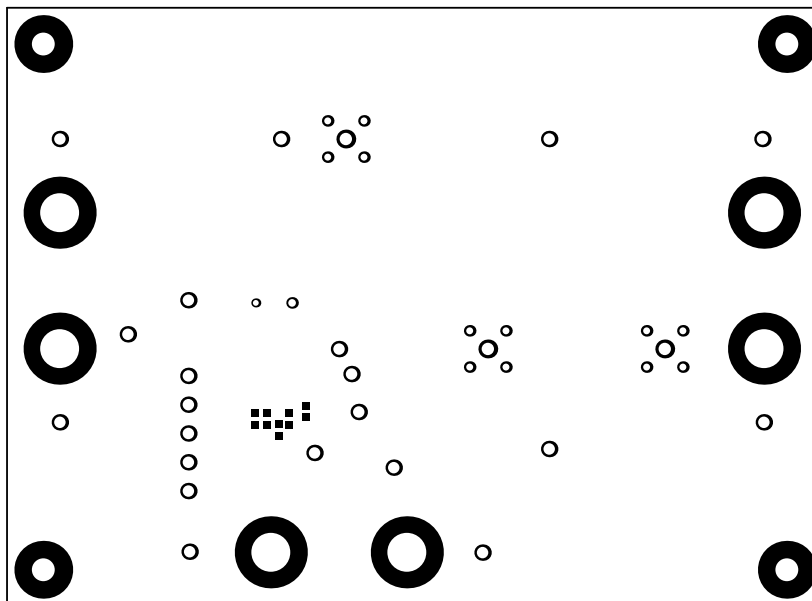


图 4-9. 底部阻焊层

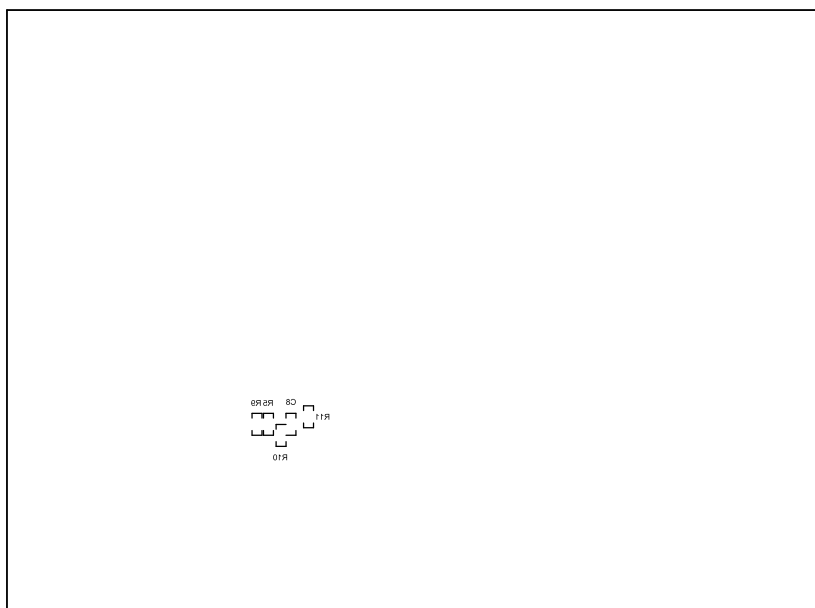
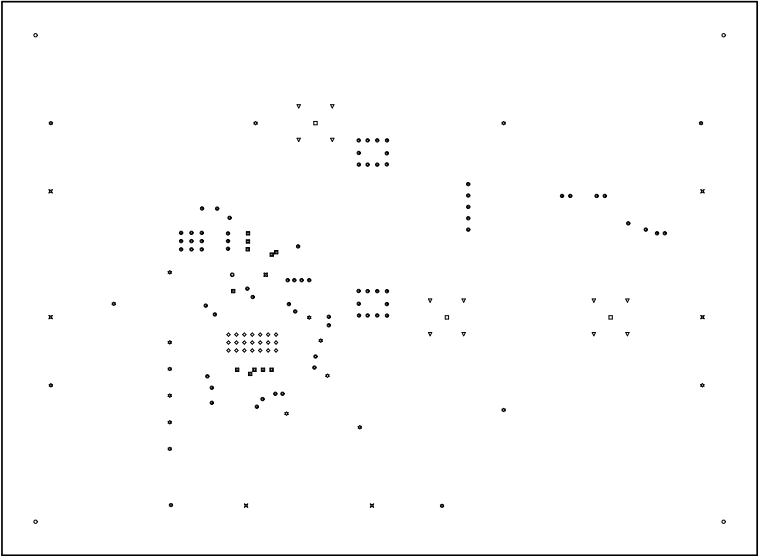


图 4-10. 底层丝印层



Symbol	Quantity	Finished Hole Size	Plated	Hole Type	Drill Layer Pair	Hole Tolerance
◇	21	7.87mil (0.200mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
■	11	8.00mil (0.203mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
●	70	16.00mil (0.406mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
⊗	1	32.00mil (0.813mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
▽	12	38.00mil (0.965mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
⊗	1	42.00mil (1.067mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
☆	21	63.00mil (1.600mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
□	3	68.00mil (1.727mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
○	4	125.98mil (3.200mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
⊗	6	214.57mil (5.450mm)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	
150 Total						

图 4-11. 钻孔图

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
C1、C14、C19	3	100nF	0.1μF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	8.85012E+11	Wurth
C3	1	10uF	电容, 陶瓷, 10μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	CGA5L1X7R1H106K160AC	TDK
C5、C7、C18、C22	4	1μF	1μF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	GMC10X7R105K50NT	Cal-Chip Electronics
C8	1	0.033uF	电容, 陶瓷, 0.033 μ F, 50V, +/-5%, X7R, 0603	0603	06035C333JAT2A	AVX
C9	1	0.47uF	电容, 陶瓷, 0.47μF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C1608X7R1H474K080AC	TDK
C10	1	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 50V, ± 5%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	C0603C102J5RACAUTO	Kemet
C11	1	0.047μF	电容, 陶瓷, 0.047uF, 50V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R1H473K080AA	TDK
C12、C13	2	10μF	10μF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 1206 (公制 3216)	1206	GMC31X7R106K50NT	Cal-Chip Electronics
C15	1	0.1uF	电容, 陶瓷, 0.1uF, 250V, +/-10%, X7R, 1206	1206	GRM31CR72E104KW03L	MuRata
C16、C17	2	220uF	电容, 钽聚合物, 220uF, 10V, +/-20%, 0.025 欧姆, AEC-Q200 1 级, 7343-31 SMD	7343-31	T598D227M010ATE025	Kemet
C20	1	22μF	电容, 陶瓷, 22uF, 25V, ± 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210	1210	TMK325B7226KMHT	Taiyo Yuden
C21	1	4.7μF	电容, 陶瓷, 4.7μF, 35V, +/-20%, X7R, 0805	0805	C2012X7R1V475M125AC	TDK
C23	1	10pF	10pF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0603 (公制 1608)	0603	06035C100KAT2A	KYOCERA AVX
C25	1	33μF	电容, 固体钽, 33uF, 50V, X CASE, 20%, (7.3mm x 4.3mm x 4mm), SMD, 7343-43, 0.04 欧姆, 105°C, T/R	2917	T543X336M050ATE040	KEMET
D1	1		二极管, 80V, 15A, 表面贴装, TO-277A (SMPC)	SMPC	V15P8HM3_A/H	Vishay
D2	1	200V	二极管, 肖特基, 200V, 1A, SOD-123FL	SOD-123FL	SMD1200PL-TP	Micro Commercial Components
D3	1	100V	二极管, 开关, 100V, 0.2A, SOD-123	SOD-123	MMSD4148T1G	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	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

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
J1、J2、J3、J4、J5、J6	6		标准香蕉插头，非绝缘，5.5mm	Keystone_575-4	575-4	Keystone
J7、J8、J9	3		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
LBL1	1		热转印打印标签，0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签，0.650 x 0.200 英寸	THT-14-423-10	Brady
Q1	1	200V	MOSFET，N 沟道，200V，22A，1.632x3.554mm	1.632x3.554mm	EPC2010C	EPC
R1、R2、R14、R21、R22	5	0	0 欧姆 $\pm 1\%$ 片式电阻器 0603 (公制 1608) 薄膜	0603	CR160000F	Meritek Electronics
R3	1	10.0k	电阻，10.0k，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD0710KL	Yageo America
R4	1	20	电阻，20.0，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD0720RL	Yageo America
R5	1	100k	电阻，100k，0.1%，0.1W，AEC-Q200 1 级，0603	0603	TNPW0603100KBEEA	Vishay-Dale
R6	1	10.0k	电阻，10.0k，0.1%，0.1W，AEC-Q200 1 级，0603	0603	TNPW060310K0BEEA	Vishay-Dale
R7	1	1.37k	电阻，1.37k Ω ，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD071K37L	Yageo America
R8	1	3.24k	电阻，3.24k，0.1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	0603	ERA-3AEB3241V	Panasonic
R9	1	76.8k	电阻，76.8k，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD0776K8L	Yageo America
R10	1	205k	电阻，205k Ω ，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD07205KL	Yageo America
R11	1	931k	电阻，931k，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	0603	CRCW0603931KFKEA	Vishay-Dale
R12	1	9.53k	电阻，9.53k，0.1%，0.1W，0603	0603	RT0603BRD079K53L	Yageo America
R13	1	10.0k	电阻，10.0k，1%，3W，2512	2512	352210KFT	TE Connectivity
R15	1	10.0k	电阻，10.0k，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级，0603	0603	CRCW060310K0FKEA	Vishay-Dale
R17	1	3.00k	电阻，3.00k，0.1%，0.1W，0603	0603	RG1608P-302-B-T5	Susumu Co Ltd
R18、R20	2	2	电阻，2.00，0.5%，0.1W，0603	0603	RT0603DRE072RL	Yageo America
R19	1	0.1	电阻，0.1，1%，2W，2512	2512	CRM2512-FX-R100ELF	Bourns
T1	1		LP155 反激式变压器	SMT_XFRMR_24MM8_18MM5	14179033-1-M	FLUX
TP1、TP2、TP10、TP11	4		测试点，通用，红色，TH	红色通用测试点	5010	Keystone Electronics
TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP12	8		测试点，通用，白色，TH	白色通用测试点	5012	Keystone Electronics
TP14、TP15、TP16、TP17、TP18、TP19、TP20、TP21、TP22	9		测试点，通用，黑色，TH	黑色通用测试点	5011	Keystone Electronics

位号	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
U1	1		耐辐射 1MHz 电流模式 PWM 控制器 (带有集成的栅极驱动器)	HTSSOP24	TPS7H5020MPWPTSEP	德州仪器 (TI)
C2	0			1206		
C4	0			0603		
C6	0			0603		
C24	0			0805		
R16	0			0603		
R23	0			0805		

5 合规信息

- 德州仪器 (TI) , [TPS7H5020FLYEVM EU RoHS 符合性声明 \(DoC\)](#)

6 其他信息

6.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

7 相关文档

- 德州仪器 (TI) , [TPS7H401TPS7H502x-SP 和 TPS7H502x-SEP 耐辐射加固保障的 1MHz 电流模式 PWM 控制器 \(带有集成的栅极驱动器 \) 数据表](#)
- FLUX , [14179033-1-M、LP155 反激式变压器](#)

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、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。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司