

EVM User's Guide: TPS7N53EVM-138

TPS7N53EVM-138 评估模块



说明

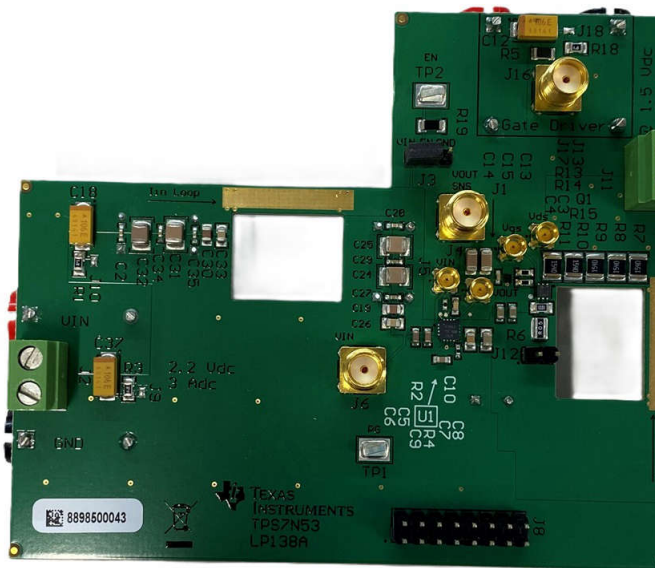
TPS7N53EVM-138 旨在帮助设计工程师评估 TPS7N53 线性稳压器的运行情况 and 性能，以便判断是否可能用于其电路应用。此特定 EVM 配置包含一个低噪声、高精度的线性稳压器，适用于各种应用。该稳压器能够以低 VIN 至 VOUT 压降电压向负载提供高达 3A 的电流。该稳压器包含一个高性能负载瞬态电路，可帮助用户进行高速负载瞬态测试。电路板上集成了电感电流环路，以帮助用户进行输入和输出电流测量。

特性

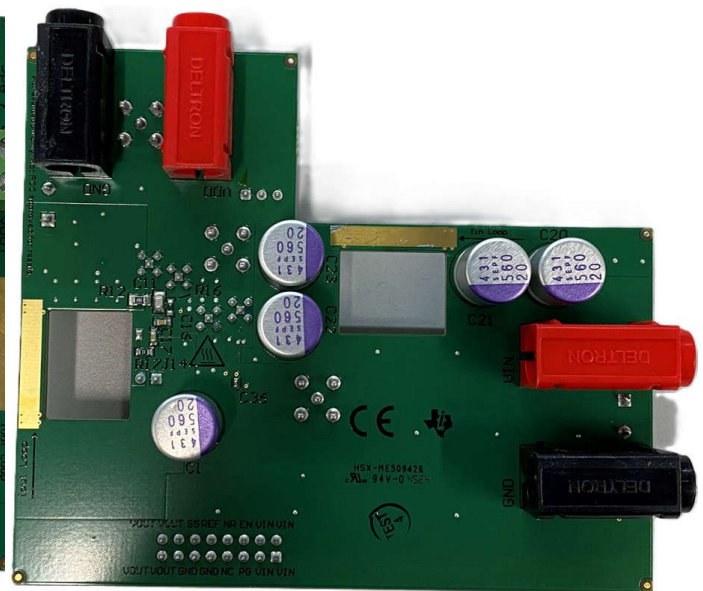
- 输入电压范围：1.1V 至 2.2V
- 输出电压噪声：2.2 μ V_{RMS}
- 低压降：3A 时为 95mV (典型值)
- 可调输出电压范围：0.5V 至 1.5V
- 可调软启动浪涌控制
- 开漏电源正常状态 (PG) 输出
- 封装：3mm x 3mm，16 引脚薄型四方扁平封装 (WQFN)

应用

- 宏远程无线电单元 (RRU)
- 室外回程单元
- 有源天线系统 mMIMO (AAS)
- 超声波扫描仪
- 实验室和现场仪表
- 传感器、成像和雷达



TPS7N53EVM-138 (顶视图)



TPS7N53EVM-138 (底视图)

1 评估模块概述

1.1 简介

TPS7N53EVM-138 评估模块 (EVM) 是一种线性稳压器电路，能够以小尺寸实现低噪声 ($2.2 \mu V_{RMS}$)、超低压降 ($95mV$ 典型值) 和高 PSRR。该 EVM 能够在 $1.1V$ 至 $2.2V$ 的输入电压范围内运行，可提供 $0.5V$ 至 $1.5V$ 的稳压输出，并且能够提供 $3A$ 的电流。输出电压具有 1.5% 的设定点精度并可以通过修改基准电阻值进行调节，从而允许用户根据需要定制输出电压。

该 EVM 中使用的低压降 (LDO) 稳压器 TPS7N53 具有以下特性：

1. 输入电压范围： $1.1V$ 至 $2.2V$
2. 线路、负载和温度范围内的精度为 1.5%
3. 低输出电压噪声： $2.2 \mu V_{RMS}$ ($100Hz$ 至 $100KHz$)
4. 低压降： $3A$ 时为 $95mV$ (典型值)
5. 可调输出电压范围： $0.5V$ 至 $1.5V$
6. 可调软启动浪涌控制
7. 开漏电源正常状态 (PG) 输出
8. 封装： $3mm \times 3mm$ ，16 引脚薄型四方扁平封装 (WQFN)

1.2 套件内容

1. TPS7N53EVM 电路板
2. EVM 免责声明自述文件
3. 原型设计 EVM 免责声明自述文件

1.3 规格

图 1-1 所示为 TPS7N53 低压降 (LDO) 稳压器的典型应用原理图。

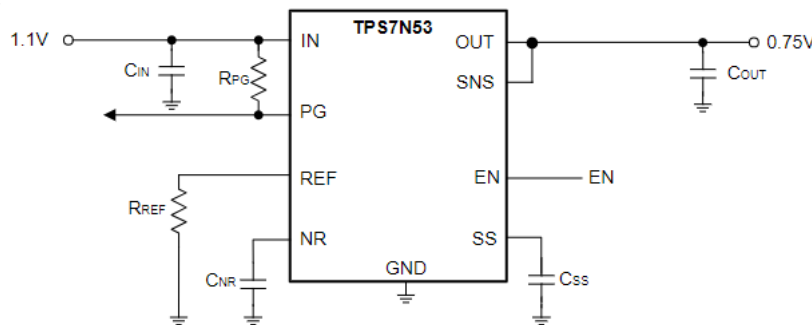


图 1-1. 典型应用

1.4 器件信息

TPS7N53 是一款低噪声 ($2.2 \mu V_{RMS}$)、超低压降线性稳压器 (LDO)，可拉取 $3A$ 的电流，压降典型值为 $95mV$ 。借助单个外部电阻器，该器件能够在 $0.5V$ 至 $1.5V$ 的可调输出电压范围内运行。TPS7N53 LDO 采用尺寸为 $3mm \times 3mm$ 的 16 引脚 WQFN 封装。如需更多信息，请参阅 TPS7N53 3A、低输入电压、低噪声、高精度、低压降 (LDO) 稳压器数据表。

2 硬件

2.1 电源要求

2.1.1 EVM 连接

参考 *EVM 电源连接* 所述的 EVM 连接，建议用于评估 TPS7N53 器件的测试设置如 *EVM 测试设置* 所示。在提供 ESD 保护的工作站上工作时，请确保在处理 EVM 之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

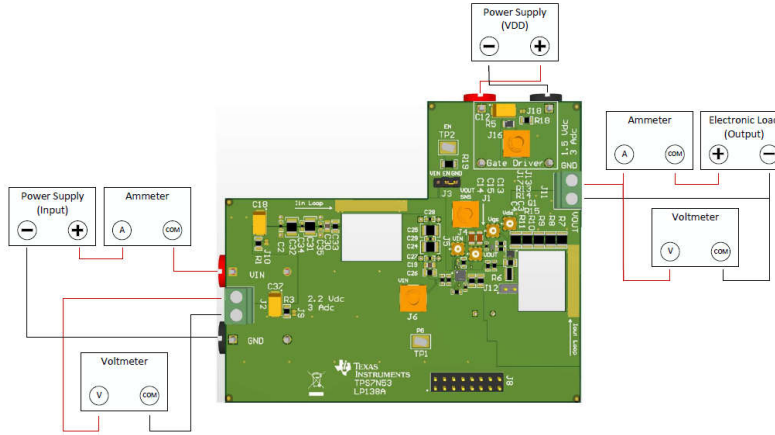


图 2-1. EVM 测试设置

小心

有关元件选型和控制器操作的其他指导，请参阅 TPS7N53 数据表。

表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
V _{IN}	输入电压电源连接。
V _{DD}	负载瞬态电路电源连接。

表 2-2. EVM 信号接头

标签	说明
PG	用于低压降稳压器 (LDO) 输出电压的开漏电源正常状态指示引脚。
SS	软启动连接。
EN	使用连接。
V _{OUT}	经稳压调节的输出电压。
REF	基准连接。
NR	降噪连接。
GND	GND 连接。

2.1.2 测试设备

电压源：使用能够提供 0V 至 2.2V 电压和 4A 电流的电源。如有必要，请使用一个能够为负载瞬态电路提供 0V 至 5.0V 电压和 500mA 的附加电源。

万用表：

- **电压表 1：** V_{IN} 上的输入电压。
- **电压表 2：** V_{OUT} 至 GND 处的输出电压。
- **电流表 1：** 输入电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- **电流表 2：** 输出电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。

电子负载：负载必须是电子恒阻 (CR) 或恒流 (CC) 模式负载，能够支持 0A 至 4A 电流。

示波器：将示波器带宽设置为 20MHz 并采用交流耦合模式，使用示波器探头通常提供的短接地引线直接测量输出电容器两端的输出电压纹波。将示波器探头尖端放在输出电容器的正极端子上，通过接地引线将探头的接地筒形连接器固定到电容器的负极端子。TI 不建议使用长引线接地，因为这会在接地回路很大时引起额外的噪声。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

功能安全：在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

2.1.3 建议的测试设置

2.1.3.1 输入连接

1. 在连接直流输入源之前，将输入电源的电流限值设置为最大 4A。确保输入源最初设置为 1.4V 并连接到 V_{IN} 连接点，如 *EVM 测试设置* 所示。
2. 此外，如果要使用负载瞬态，请将 V_{DD} 电源的电流限制设置为 500mA 最大值。确保 V_{DD} 电源初始设置为 5.0V。在任何情况下， V_{DD} 电压都不能超过 5.4V。
3. 在 V_{IN} 连接点上连接电压表 1 以测量输入电压。
4. 连接电流表 1，以测量输入电流。

2.1.3.2 输出接头

1. 将电子负载连接至 V_{OUT} 接头。在施加 V_{IN} 和 V_{DD} 后，将负载设置为恒阻模式或恒流模式，电流为 10mA。
2. 在 V_{OUT} 和 GND 接头上连接电压表 2 以测量输出电压。
3. 连接电流表 2，以测量输出电流。

2.1.4 测试程序

2.1.4.1 TPS7N53 LDO 的操作

TPS7N53 评估模块包含一个 TPS7N53 LDO，安装了输入、NR、SS 和输出电容器，并且安装了 PG 和 REF 电阻器。这些元件提供了一个实现示例，如连接了电流探头的 *TPS7N53EVM-138* 中所示。

TPS7N53 EVM 已配置成输出电压为 0.75V。对于其他电压选项，可根据需要修改电阻器 R4。有关选择 R4 以实现 V_{OUT} 替代值的指导，请参阅 TPS7N53 数据表中的 *可调节运行* 部分。

可以使用 J3 跳线连接来启用或禁用 TPS7N53 LDO：

- 将跳线的中心引脚连接到大于 0.68V 且不大于 6.0V 的电压源可以启用器件
- 将跳线的中心引脚连接到小于 0.64V 的电压源可以禁用器件

如有需要，可以将电流探头插入 EVM 中（如图 2-2 所示），以测量输入和输出电流。插槽的尺寸适合大多数电流探头，例如 LeCroy™ AP015 或 CP031 电流探头。TPS7N53 LDO 的输入和输出电流可以直接使用电流探头进行测量。



图 2-2. 连接了电流探头的 TPS7N53EVM

使用 J11 放置流经 LDO 输出端电流检测路径的直流负载。在执行非常快速的瞬态测试的情况下，由于 PCB 寄生电感，VIN 或 VOUT 上可能会出现振铃。在电流路径中裸露的铜上放置一条导线可以减少这种振铃。可根据需要使用 10 AWG 导线。如果振铃持续存在，则通过添加与 VIN 并联的串联电阻器和电容器来安装阻尼网络。可安装阻尼的位置包括 C20 和 R24、C18 和 R1 以及 C37 和 R3。

警告

一些电流探头传感器可连接到 GND，不得接触带电导体。有关详细信息，请参阅电流探头的用户手册。如果您的电流探头有此限制，请使用一条薄电工胶带或 Kapton® 胶带将电流检测路径与电流探头相隔离。

使用 SMA 连接器 J6 (VIN) 和 J4 (VOUT) 以及 MMCX 连接器 J5 (VIN) 和 J1 (VOUT) 提供了可选的开尔文检测点。

可选负载瞬态电路的操作

备注

：负载瞬态电路已预先填充。需要修改或移除 R6 至 R11。同样，R15 装有一个 1kΩ 电阻，这会产生一个 0.75mA 的直流负载。如果需要不同的直流负载，则可以移除并相应地修改 R15。J13 还提供了在 V_{OUT} 和 GND 之间安装电阻器的选项，从而也可以在 LDO 上设置直流负载。

TPS7N53 评估模块包含一个可选的高性能负载瞬态电路，可用于高效测试 TPS7N53 LDO 的负载瞬态性能。要使用该可选的负载瞬态电路，请根据应用安装相应的元件。修改连接到 TPS7N53 LDO 的输入和输出电容，以匹配预期的工作条件。确定要测试的峰值电流，并修改 R7、R8、R9、R10 和 R11 的并联电阻器组合，如下所示：

$$I_{Peak} = \frac{V_{OUT}}{R_6 || R_7 || R_8 || R_9 || R_{11}} \quad (1)$$

可通过 C11、R12、R13 和 R14 调整负载阶跃的压摆率。

在根据需要修改负载瞬态电路之后，将电源连接到香蕉连接器 J15 (V_{DD}) 和 J19 (GND)，直流电源电压限制为 5V，直流电流限制为 500mA。使用 1ms 的脉冲持续时间限制可防止脉冲电阻器 (R7、R8、R9、R10 和 R11) 过热。在 0V 直流至 5V 直流方波脉冲中为 50Ω 输出配置一个函数发生器。如有必要，可以在函数发生器中配置突发模式，以进行重复、低占空比、负载瞬态测试。

3 实现结果

3.1 性能数据和结果

表 3-1 列出了电气特性。

表 3-1. 电气性能特性

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围, V_{IN}	工作	1.1		2.2	V
输出电压, V_{OUT} ⁽¹⁾		0.5		1.5	V
输出电流 I_{OUT}		0		3	A
EN 跳闸点上升 (导通), $V_{IH(EN)}$	$V_{IN} = 1.1V$	0.62	0.65	0.68	V
EN 跳闸点下降 (关断), $V_{IL(EN)}$	$V_{IN} = 1.1V$	0.58	0.61	0.64	V
REF 电流引脚, I_{REF}			150		μA
输出电压精度, V_{OUT}	$0.5V \leq V_{OUT} \leq 1.5V$, $0A \leq I_{OUT} \leq 3A$, $1.1V \leq V_{IN} \leq 2.2V$	-1.5		1.5	%
线性调整率, $\Delta V_{OUT}(\Delta V_{IN})$	$1.1V \leq V_{IN} \leq 2.2V$ $V_{OUT} = 0.5V$ $I_{OUT} = 0A$		-200		$\mu V/V$
负载调整率, $\Delta V_{OUT}(\Delta I_{OUT})$	$V_{OUT} = 1.5V$ $0A \leq I_{OUT} \leq 3A$		-100		$\mu V/A$
短路电流限值, I_{SC}	$R_{LOAD} = 10m\Omega$		1.1		A
软启动时间, t_{SS}	$C_{SS} = 10nF$ $V_{OUT}=0.75V$		0.7		ms
TPS7N53 结温, T_J		-40		125	$^{\circ}C$

(1) 此 EVM 的默认输出电压为 0.75V。效率和其他性能指标会根据工作输入电压、负载电流和其他参数而变化。

图 3-1 至图 3-3 展示了 TPS7N53EVM 的典型性能曲线。由于实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响, 因此这些曲线仅供参考, 可能与实际现场测量结果有所不同。

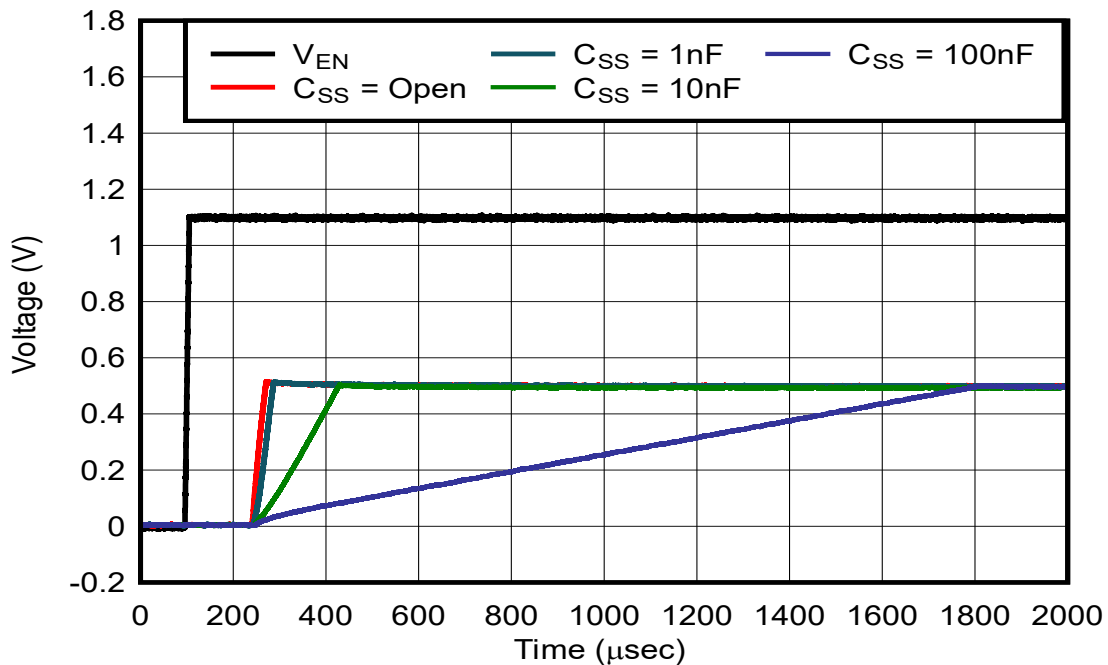


图 3-1. 启动响应

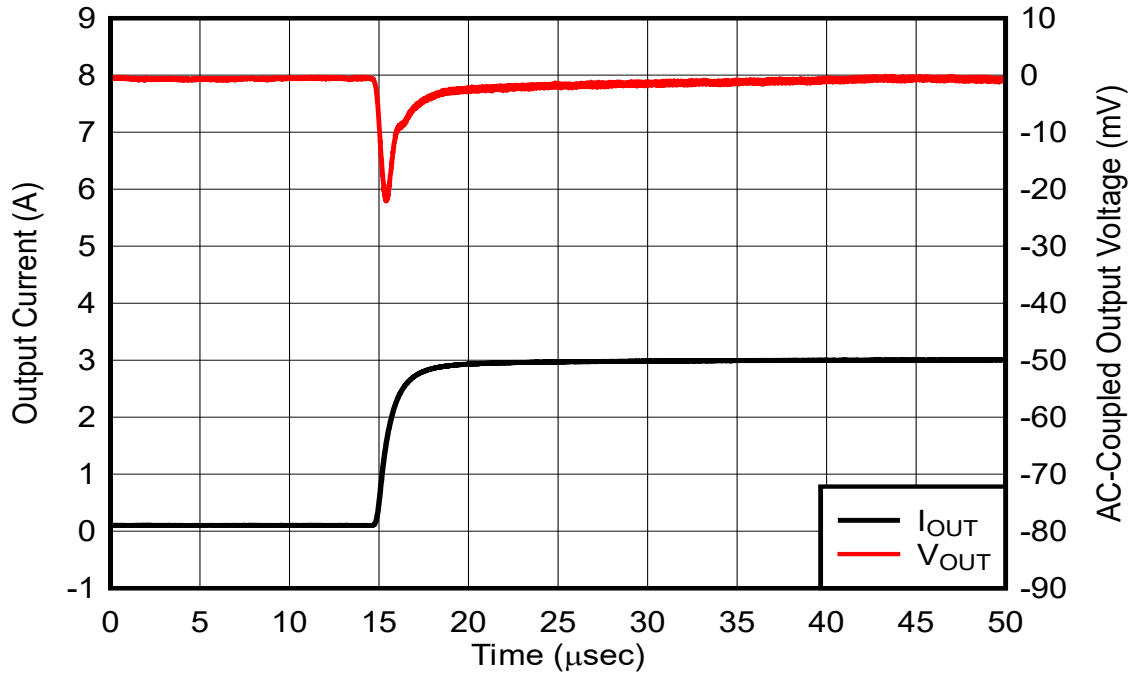


图 3-2. 负载瞬态响应

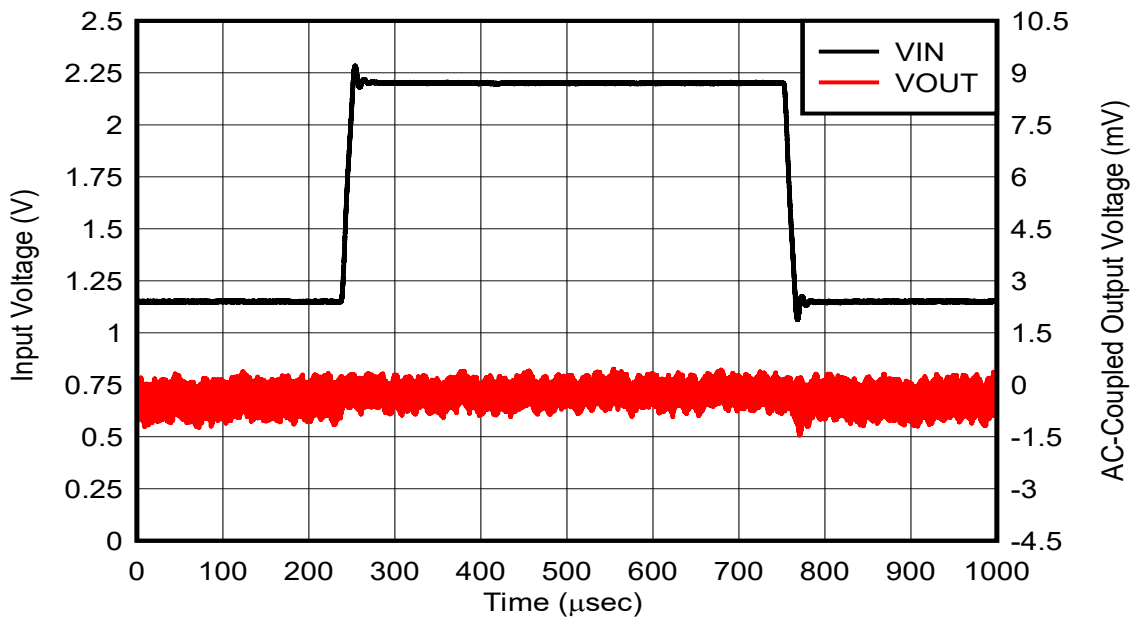


图 3-3. 线路瞬态响应

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 至图 4-3 显示了 EVM 原理图。

图 4-1. TPS7N53EVM 原理图

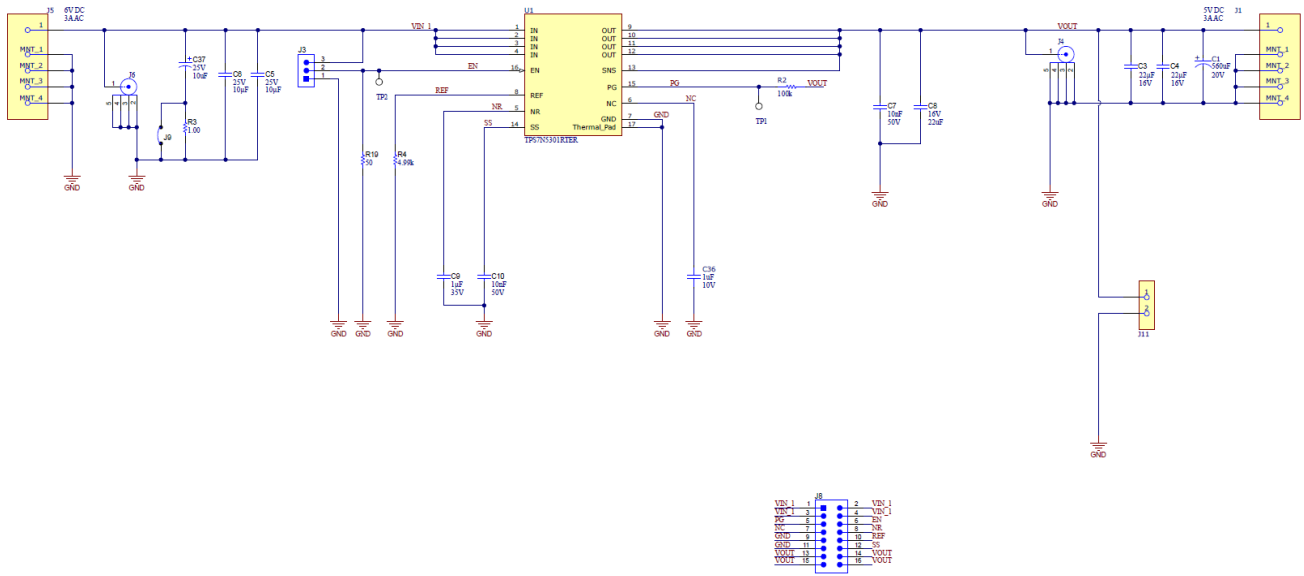


图 4-2. 输入电容器原理图

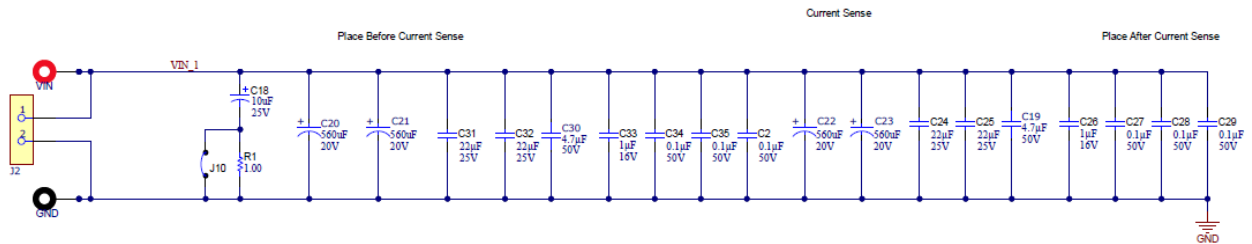
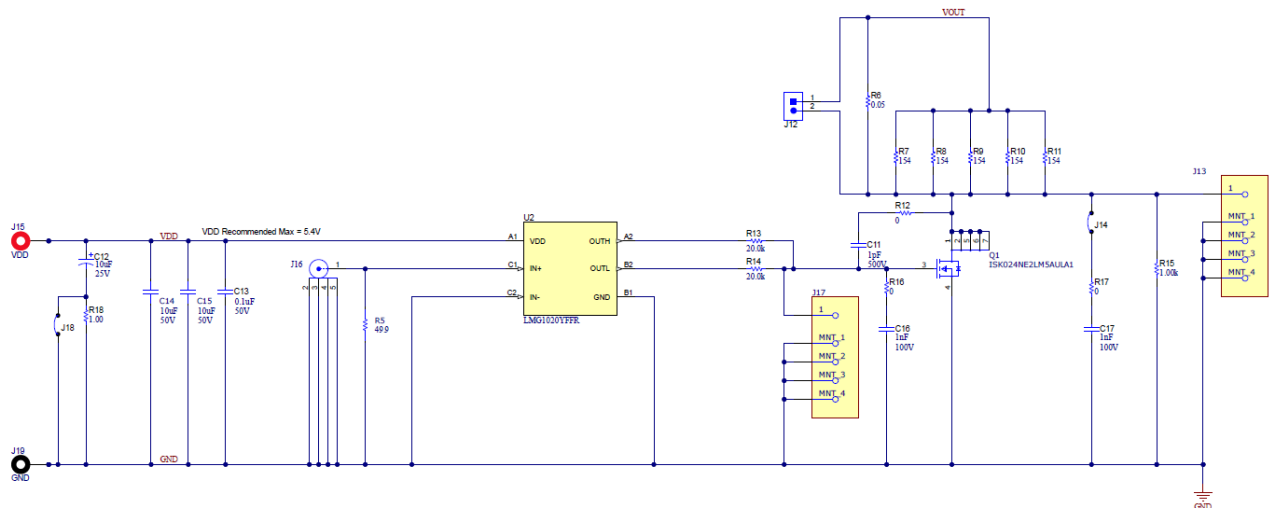


图 4-3. 负载瞬态原理图



4.2 PCB 布局

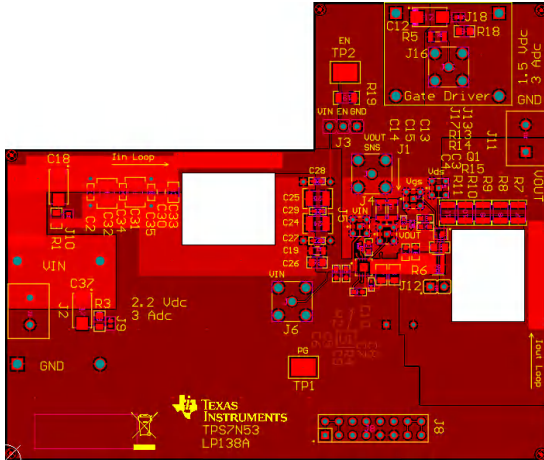


图 4-4. 顶层装配层和丝印层

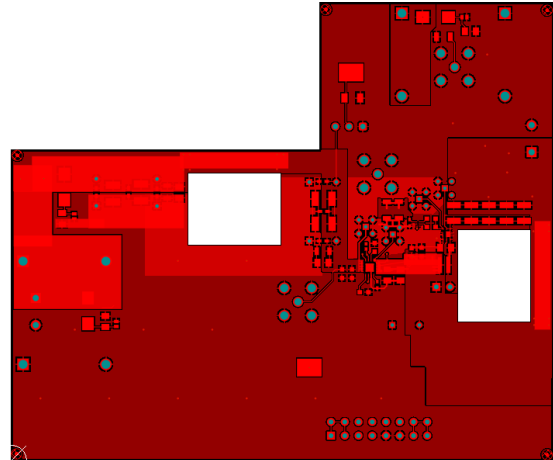


图 4-5. 顶层布线

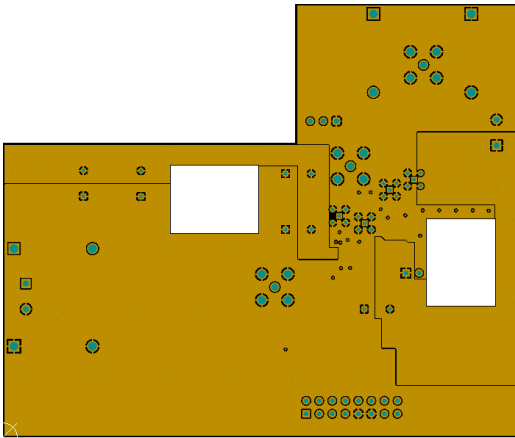


图 4-6. 第 2 层

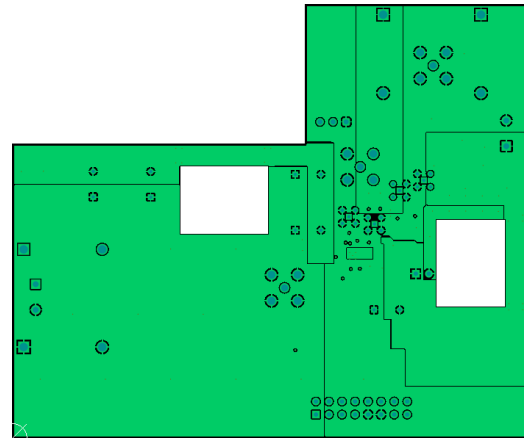


图 4-7. 第 3 层

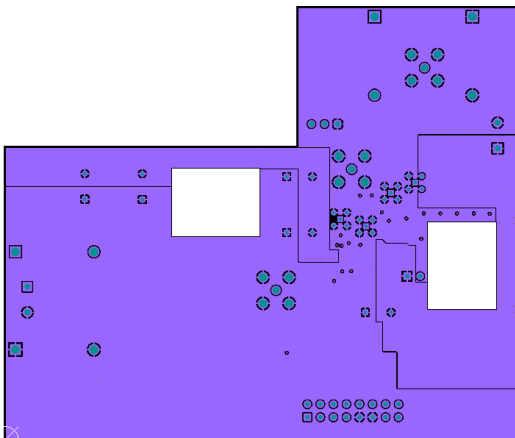


图 4-8. 第 4 层

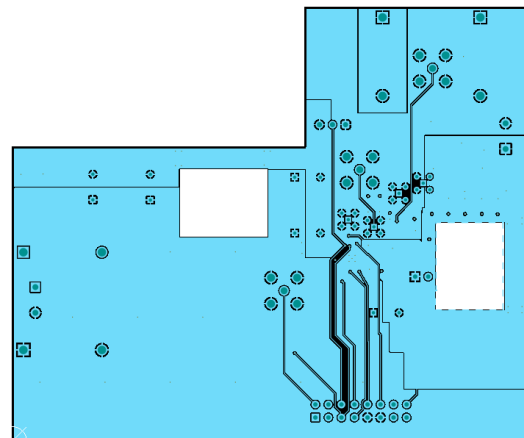


图 4-9. 第 5 层

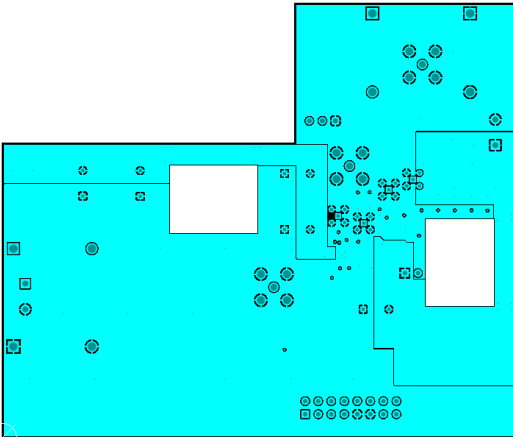


图 4-10. 第 6 层

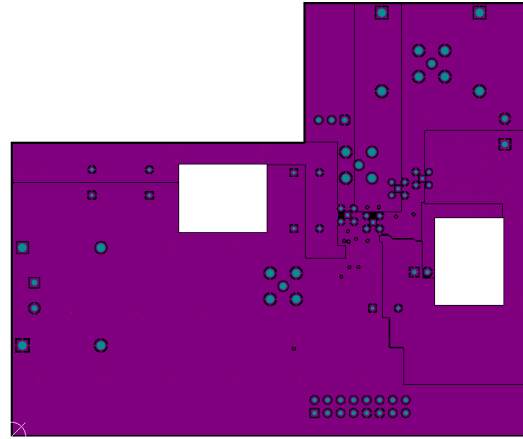


图 4-11. 第 7 层

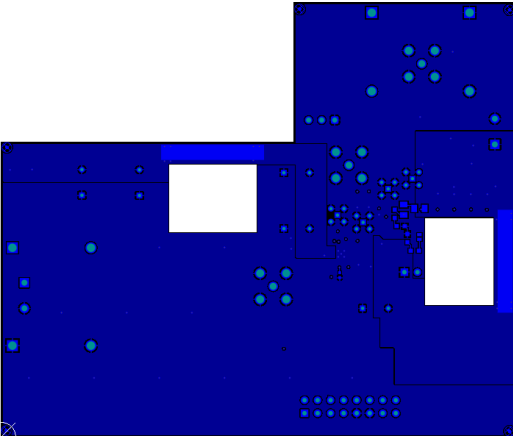


图 4-12. 底层布线

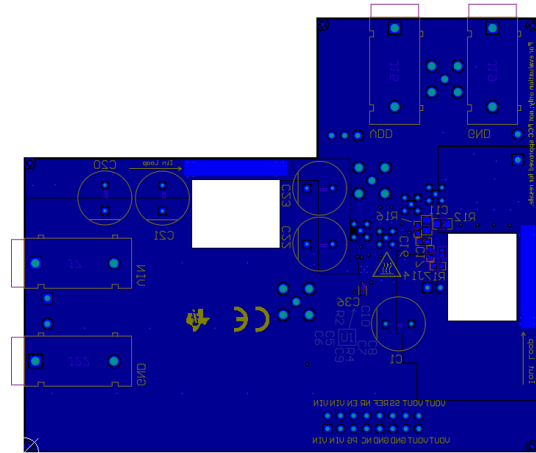


图 4-13. 底层装配层和丝印层

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. 物料清单

说明	参考位号	器件型号	数量	制造商
印刷电路板	!PCB1	LP138	1	不限
电容铝聚合物 560uF 20VDC 20% (10mm X 13mm) 径向 5mm 0.012 Ω 1700mA 1000 小时 125C	C1、C20、C21、 C22、C23	20SEF560M	5	Panasonic
电容, 陶瓷, 0.1μF, 50V, +/-20%, X7R, 0402	C2、C27、C28、 C29、C34、C35	UMK105B7104MV-FR	6	Taiyo Yuden
电容, 陶瓷, 22μF, 16V, +/-20%, X5R, 0603	C3、C4	CL10A226MO7JZNC	2	Samsung
电容, 陶瓷, 10 μF, 25V, +/-10%, X5R, 0603	C5、C6	GRM188R61E106KA73D	2	MuRata
电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, 0805	C7	C0805C103K5RACTU	1	Kemet
电容, 陶瓷, 22uF, 16V, +/-20%, X5R, 0805	C8	C2012X5R1C226M125AC	1	TDK
电容, 陶瓷, 1μF, 35V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	C9	CGA3E1X7R1V105K080AE	1	TDK
电容, 陶瓷, 0.01uF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C10	C0603X103K5RACTU	1	Kemet
电容, 陶瓷, 1pF, 500V, +/-5%, C0G/NP0, 0805	C11	CBR08C109ACGAC	1	Kemet
电容, 钽, 10uF, 25V, +/-20%, 0.5 Ω, SMD	C12、C18、C37	TPSC106M025R0500	3	AVX
电容, 陶瓷, 0.1uF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	C13	C1005X7R1H104K050BB	1	TDK
10μF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 1206 (公制 3216)	C14、C15	GMC31X7R106K50NT	2	Cal-Chip Electronics
电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/- 5%, X7R, 0603	C16、C17	06031C102JAT2A	2	AVX
电容, 陶瓷, 4.7 μF, 50V, X7R, 10%, 焊盘, SMD, 0805, +125°C, 汽车, T/R	C19、C30	CGA4J1X7R1H475K125AC	2	TDK Corporation
电容, 陶瓷, 22μF, 25V, +/-10%, X7R, 1210	C24、C25、C31、 C32	CL32B226KAJNFNE	4	Samsung Electro- Mechanics
电容, 陶瓷, 1μF, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	C26、C33	C0805C105K4RACAUTO	2	Kemet
1μF ±10% 10V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	C36	GMC04X7R105K10NT	1	Cal-Chip Electronics
MMCX 连接器插孔, 母插座, 50Ohm, 穿孔焊接	J1、J5、J13、J17	66012002111503	4	Würth
端子块 2POS 侧面插入 5MM PCB	J2、J11	691137710002	2	Würth Elektronik
接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	J3	61300311121	1	Würth Elektronik
SMA 直式插孔, 金, 50 Ω, TH	J4、J6、J16	901-144-8RFX	3	Amphenol RF
标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 红色	J7、J15	571-0500	2	DEM Manufacturing
接头, 100mil, 8x2, 金, TH	J8	TSW-108-07-G-D	1	Samtec
跳线, SMT	J9、J10、J14、J18	JMP-36-30X40SMT	4	不限
接头, 100mil, 2x1, 金, TH	J12	PBC02SAAN	1	Sullins Connector Solutions
标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 黑色	J19、J22	571-0100	2	DEM Manufacturing
40V optiMOS 功率晶体管, 表面贴装 6-PQFN 双通道 (2x2)	Q1	ISK024NE2LM5AULA1	1	Infineon
电阻, 1.00, 1%, 0.333W, AEC-Q200 1 级, 0805	R1、R3、R18	ERJ-6BQF1R0V	3	Panasonic
1k Ω, ±1%, 0.063W, 100/16W, 片上电阻, 0402 (1005 公 制), 厚膜	R2	CRCW0402100KFKEDC	1	Vishay
电阻, 4.99k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	R4	CRCW04024K99FKED	1	Vishay-Dale
电阻厚膜, 49.9 Ω, 1%, 0.75W, 100ppm/°C, 1206	R5	CRCW120649R9FKEAHP	1	Vishay Dale
电阻, 0.05, 1%, 1W, AEC-Q200 0 级, 0612	R6	ERJ-B2CFR05V	1	Panasonic
电阻, 154, 1%, 0.5W, 1210	R7、R8、R9、R10、 R11	RC1210FR-07154RL	5	Yageo
电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	R12	ERJ-6GEY0R00V	1	Panasonic
电阻, 20.0k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	R13、R14	ERJ-3EKF2002V	2	Panasonic
电阻, 1.00k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	R15	ERJ-6ENF1001V	1	Panasonic

表 4-1. 物料清单 (续)

说明	参考位号	器件型号	数量	制造商
电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	R16、R17	RMCF0603ZT0R00	2	Stackpole Electronics Inc
电阻, 50, 2%, 11W, 1206	R19	RCP1206W50R0GEB	1	Vishay-Dale
分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SH-J1	SNT-100-BK-G	1	Samtec
测试点, 紧凑型, SMT	TP1、TP2	5016	2	Keystone Electronics
低输入电压、低噪声、高精度、低压降 (LDO) 稳压器	U1	TPS7N5301RTER	1	德州仪器 (TI)
具有 60MHz/1ns 速度的 5V、7A/5V 低侧 GaN 驱动器, YFF0006AEAE (DSBGA-6)	U2	LMG1020YFFR	1	德州仪器 (TI)

5 合规信息

5.1 合规性和认证

- [TPS7N53EVM 欧盟关于限制有害物质 \(RoHS\) 使用的符合性声明 \(DoC\)](#)

6 其他信息

6.1 商标

LeCroy™ is a trademark of Teledyne LeCroy.
 TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
 Kapton® is a registered trademark of DuPont.
 所有商标均为其各自所有者的财产。

7 相关文档

相关开发支持请参阅以下资源：

- 有关 TI 的参考设计库，请访问 [TI 参考设计](#)
- 有关 TI 的 WEBENCH 设计环境，请访问 [WEBENCH® 设计中心](#)
- 有关 TI 的客户问题论坛，请访问 [TI E2E™ 支持论坛](#)

7.1 补充内容

- 德州仪器 (TI), [TPS7N53 3A、低输入电压、低噪声、高精度、低压降 \(LDO\) 稳压器](#), 数据表。
- 德州仪器 (TI), [LMG1020 适用于 1ns 脉冲宽度应用的 5V、7A、5A 低侧 GaN 和 MOSFET 驱动器](#), 数据表。
- IPC-2221B 印制板设计通用标准。
- 德州仪器 (TI), [LDO 线性稳压器设计指南](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [半导体和 IC 封装热指标](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [使用新的热指标](#), 应用手册
- 德州仪器 (TI), [LDO 基础知识：热性能 - 您的应用的温度有多高？](#), 技术文章

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