

图 1-1. TPS7A74EVM-068 评估模块

本用户指南介绍了 TPS7A74EVM-068 评估模块 (EVM) 的操作使用，该 EVM 可作为对 TPS7A74 低压降线性稳压器 (LDO) 进行工程演示和评估的参考设计。本用户指南包含设置和操作说明、散热和布局指南、印刷电路板 (PCB) 布局、原理图和物料清单 (BOM)。

在整个文档中，术语 *评估板*、*评估模块* 和 *EVM* 与 TPS7A74EVM-068 具有相同的含义。

内容

1 引言.....	3
2 设置.....	3
2.1 LDO 输入/输出连接器说明.....	3
2.2 可选负载瞬态输入/输出连接器说明.....	4
2.3 TPS7A74 LDO 运行和元件选型.....	4
2.4 可选负载瞬态电路工作原理.....	6
3 电路板布局.....	8
4 TPS7A74EVM 原理图.....	10
5 物料清单.....	12

插图清单

图 1-1. TPS7A74EVM-068 评估模块.....	1
图 2-1. TPS7A74EVM-068 导通.....	5
图 2-2. 连接了电流探头的 TPS7A74EVM-068.....	5
图 2-3. TPS7A74EVM-068 负载瞬态结果：50 μ A 至 1.42A 负载阶跃.....	7
图 2-4. TPS7A74EVM-068 负载瞬态结果：1.42A 至 50 μ A 负载阶跃.....	7
图 3-1. 顶层装配和丝印.....	8
图 3-2. 顶层布线.....	8
图 3-3. 第 2 层.....	8
图 3-4. 第 3 层.....	8
图 3-5. 第 4 层.....	9
图 3-6. 第 5 层.....	9
图 3-7. 底层布线.....	9
图 3-8. 底层装配和丝印.....	9
图 4-1. 原理图.....	11

商标

LeCroy™ is a trademark of Teledyne LeCroy.

Kapton® is a registered trademark of DuPont.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

德州仪器 (TI) TPS7A74EVM-068 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 TPS7A74 LDO 稳压器的运行情况 and 性能。如表 1-1 所示, TPS7A74EVM-068 在 DSD 封装中包含一个 TPS7A74 LDO 稳压器。此外还包含一个可选的负载瞬态电路, 可帮助用户进行高速负载瞬态测试。为了简化电流测量, 包含了一个输入电流环路。

表 1-1. 器件信息

EVM 可订购器件型号	V _{OUT}	器件名称	封装
TPS7A74EVM-068	可调节	TPS7A7401DSDR	8 引脚 DSD

2 设置

本节对 EVM 上的跳线和连接器作出了描述, 并对如何正确地连接、设置和使用 TPS7A74EVM-068 进行了说明。节 2.1 和节 2.3 介绍了 TPS7A74 LDO 的测试设置和运行。节 2.2 和节 2.4 介绍了可选负载瞬态电路的测试设置和运行。

2.1 LDO 输入/输出连接器说明

2.1.1 VIN 和 GND

VIN 和 GND 是输入电源的连接端子。VIN 端子是正极连接, GND 端子是负极 (即接地) 连接。

2.1.2 BIAS 和 GND

BIAS 和 GND 是辅助电源的连接端子。BIAS 端子是正极连接, GND 端子是负极 (即接地) 连接。

2.1.3 VOUT 和 GND

VOUT 和 GND 是输出负载的连接端子。VOUT 端子是正极连接, GND 端子是负极 (即接地) 连接。

2.1.4 EN

EN 是用于启用或禁用 TPS7A74 的 3 引脚接头。

3 引脚接头的中心引脚连接到 TPS7A74 EN 输入端。当 2 引脚分流器跨越接顶部两个引脚放置时, VIN 短接至 EN 并且 TPS7A74 启用。当 2 引脚分流器跨越接底部两个引脚放置时, GND 短接至 EN 并且 TPS7A74 禁用。

使用非板载电源或信号发生器驱动 EN 端子时, 施加的电压必须保持在 0V 和 5.5V 之间。

2.2 可选负载瞬态输入/输出连接器说明

2.2.1 VDD 和 GND

VDD 和 GND 是负载瞬态电路输入电源的连接端子。VDD 端子是正极连接，GND 端子是负极（即接地）连接。

2.2.2 J20

J20 是一个可选连接，供用户进行测量或向 LDO 的输出端施加负载。

2.2.3 J22

J22 是一个可选连接，用于在负载瞬态 MOSFET 漏源电压之间插入一个阻尼电路。

2.2.4 J23

J23 是一个可选连接，用于在负载瞬态 MOSFET 的漏极和源极之间插入电容负载或其他负载。

2.2.5 J25

J25 是函数发生器用于驱动栅极驱动器器件的连接。J25 由 50 Ω 电阻器 R24 端接。

2.2.6 J26

J26 是高频开尔文连接，可以准确测量负载瞬态 MOSFET 漏源电压。

2.2.7 J28

J28 是高频开尔文连接，可以准确测量负载瞬态 MOSFET 栅源电压。

2.2.8 TP2

TP2 是用于启用栅极驱动器器件的测试点。将该引脚连接到 GND 以启用栅极驱动器。

2.3 TPS7A74 LDO 运行和元件选型

TPS7A74EVM-068 评估模块包含安装了输入、偏置、软启动和输出电容器以及反馈电阻器的 TPS7A74 LDO。这七个元件提供了一个实现示例，如图 2-2 中的白色框所示。预先组装的电容器的容值经过调整，可确保在所有正常工作条件下保持最小电容要求。除了 EVM 上已安装的电容器之外，还提供了可选焊盘，用于使用额外的设定点选项以及输入、偏置和输出电容器来测试 LDO。

TPS7A74EVM-068 上预先组装了设定点电阻器，可提供 1V、1.2V、1.5V、1.8V 或 3.3V 的输出电压。使用提供的分流器短接接头 J16 上的必要引脚，可选择其中一个输出电压。如果 VOUT 上需要 0.65V 电压，则从 J16 上移除分流器并短接 J6。对于其他电压选项，可根据需要组装电阻器 R10 并修改 R1。有关选择 R10 和 R1 实现 VOUT 替代值的指导，请参阅 TPS7A74 数据表中的 *应用和实施* 部分。

可以使用 J9 3 引脚接头启用或禁用 TPS7A74 LDO：

- 在接头上放置一个 2 引脚分流器，将 VIN 连接到 EN 可启用器件
- 在接头上放置一个 2 引脚分流器，将 GND 连接到 EN 可禁用器件

或者，通过将外部函数发生器连接到 TP1 (EN) 和附近的 GND 接线柱 (J17)，用户可以在施加 VIN 后启用或禁用 TPS7A74 LDO。图 2-1 显示了 TPS7A74EVM-068 在导通期间的结果。蓝色迹线表示使能电压，绿色迹线表示输出电压，红色迹线表示负载电流。

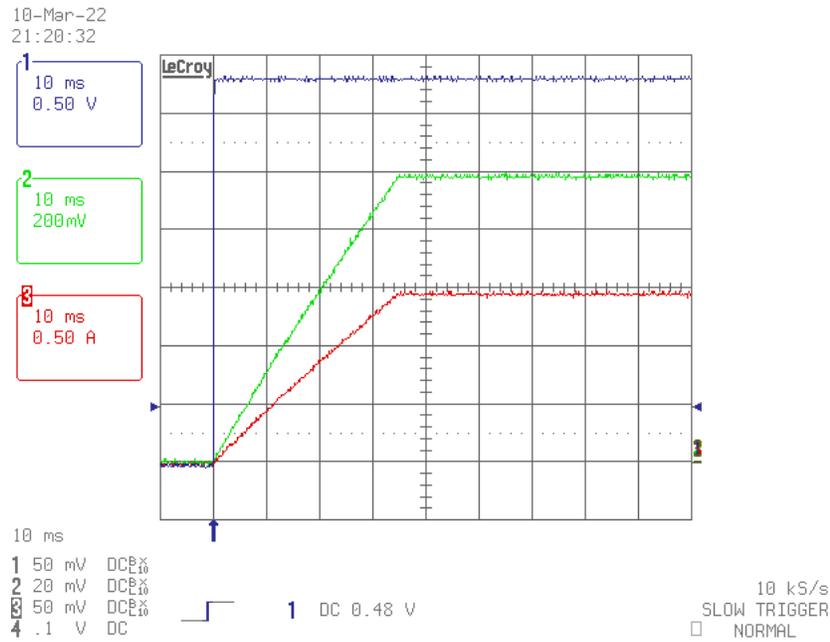


图 2-1. TPS7A74EVM-068 导通

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。

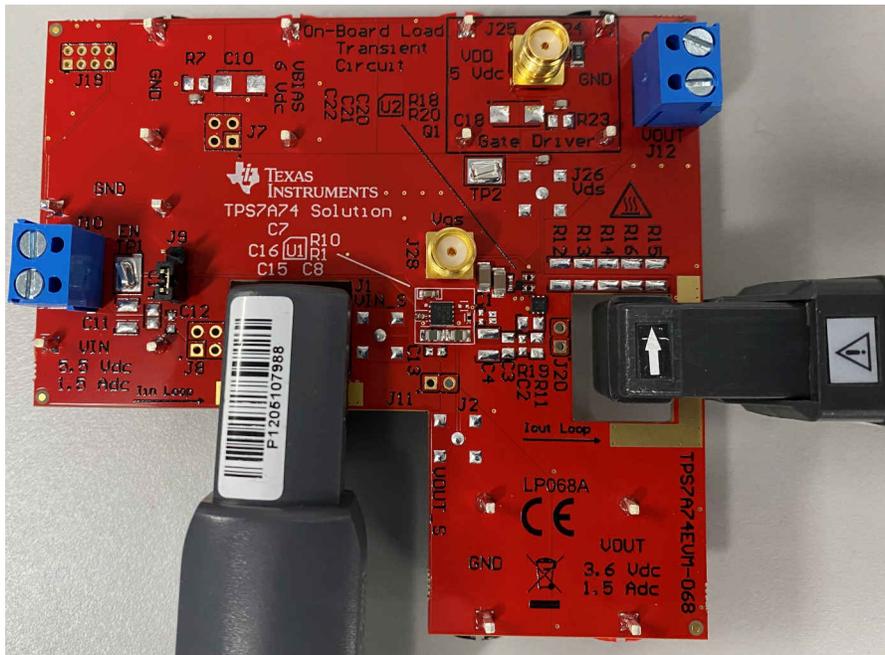


图 2-2. 连接了电流探头的 TPS7A74EVM-068

用户有两种方法在 TPS7A74 的输出端提供直流负载。J12 可用于放置流经 LDO 输出端电流检测路径的直流负载。或者，J4 (VOUT) 和 J18 (GND) 香蕉连接器可用于外部测量和加载；但是，IOUT 环路不会检测流经这些连接器的电流。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 C5 和 R8、C6 和 R9、C10 和 R7 以及 C18 和 R23。

WARNING

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 J1 (VIN) 和 J2 (VOUT) 提供了可选的开尔文检测点。

2.4 可选负载瞬态电路工作原理

TPS7A74EVM-068 评估模块包含一个可选的高性能负载瞬态电路，用于高效测试 TPS7A74 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 TPS7A74 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 R12、R13、R14、R15 和 R16 的并联电阻器组合，如下所示：

$$I_{Peak} = \frac{V_{OUT}}{R_{12} || R_{13} || R_{14} || R_{15} || R_{16}} \quad (1)$$

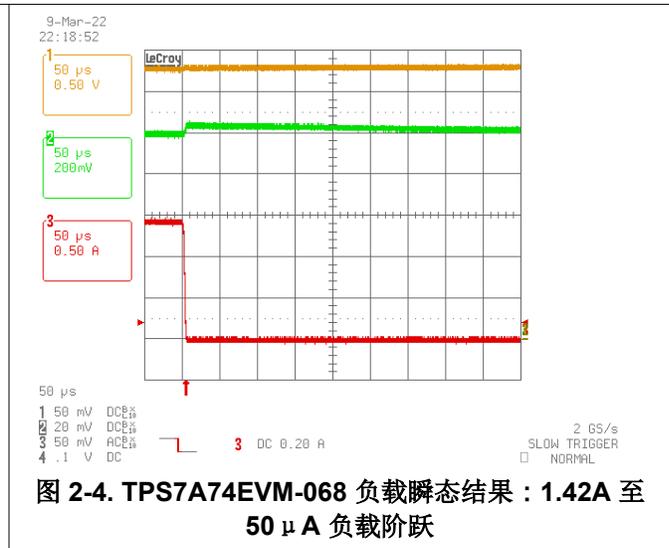
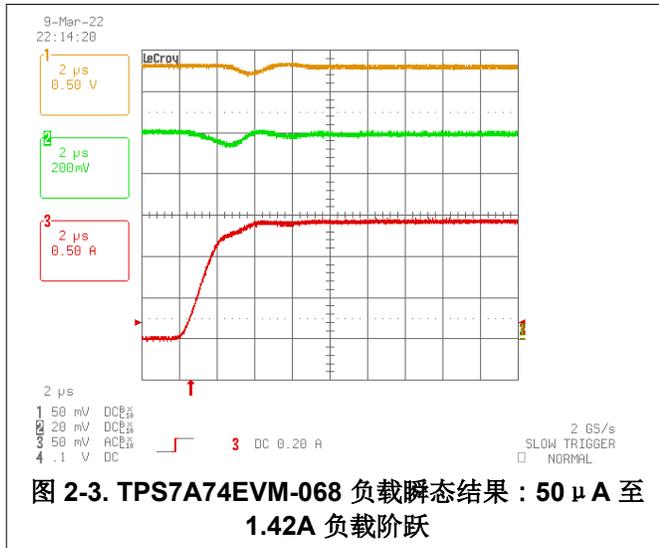
可通过 C17、R17、R18 和 R20 调整负载阶跃的压摆率。在本节中，仅调整 R18 和 R20 来设置压摆率。对于 0mA 到 1.5A 到 0mA 负载阶跃，可使用表 2-1 来选择可实现所需上升或下降时间的 R18 和 R20 阻值。

表 2-1. 建议的斜坡速率电阻器阻值

R18	R20	上升/下降时间
90.9kΩ	97.6kΩ	12μs
44.2kΩ	47.5kΩ	6μs
28kΩ	23.2kΩ	3μs
14kΩ	12.1kΩ	1.5μs
6.65kΩ	5.9kΩ	750ns
3.24kΩ	2.49kΩ	300 ns
1.43kΩ	1.21kΩ	150ns

在修改 EVM (如果需要) 之后, 将电源连接到香蕉连接器 J24 (VDD) 和 J30 (GND), 直流电源电压限制为 5V, 直流电流限制为 1A。如图 2-3 和图 2-4 所示, TPS7A74 瞬态响应非常快, 输出电压在初始负载瞬态后不到 1ms 内恢复。使用 1ms 的脉冲持续时间限制可防止脉冲电阻器 (R12、R13、R14、R15 和 R16) 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。

使用 J16 将 R2 短接至 GND, 并将 VOUT 配置为 1V 直流。R1 和 R2 的串联组合可提供 50 μA 的直流负载电流。该 EVM 上的 R18 处安装了一个 20kΩ 电阻器, 该 EVM 上的 R20 处安装了一个 20kΩ 电阻器。这些电阻器在从 0mA 到 1.5A 时提供大约 0.75A/μs 的压摆率, 在从 1.5A 到 0mA 时提供大约 0.5A/μs 的压摆率。图 2-3 和图 2-4 提供了 R18 = 20kΩ 且 R20 = 20kΩ 时的示例测试数据。橙色迹线表示输入电压, 绿色迹线表示输出电压, 红色迹线表示输出电流。R12、R13、R14、R15 和 R16 提供 1.42A 的脉冲负载。生成的测试数据显示 LDO 的 VOUT 上有一个 50 μA 至 1.42A 的负载阶跃, LDO 输出端只有一个 47 μF 的电容器。



3 电路板布局

图 3-1 至图 3-8 说明了 TPS7A74EVM-068 PCB 的电路板布局布线。

TPS7A74EVM-068 会耗散功率，这可能会导致某些元件的温度升高。TPS7A74 LDO 和脉冲电阻器 R12、R13、R14、R15 和 R16 在正常运行期间很有可能出现结温升高的情况。LDO 在正常运行期间可能会发烫，请参阅 TPS7A74 数据表中关于热阻抗的讨论。

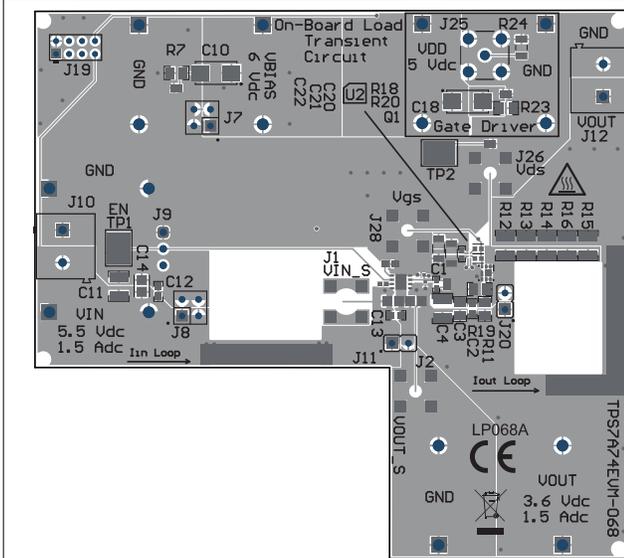


图 3-1. 顶层装配和丝印

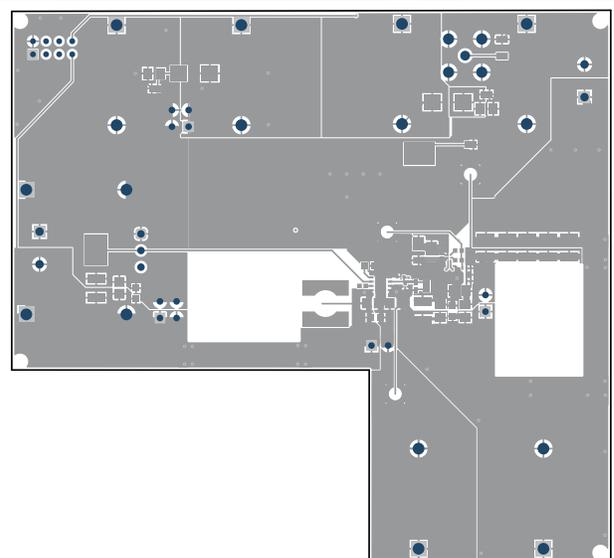


图 3-2. 顶层布线

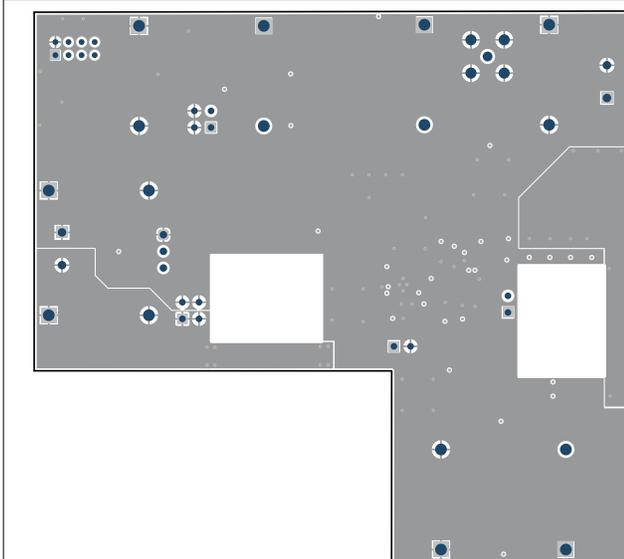


图 3-3. 第 2 层

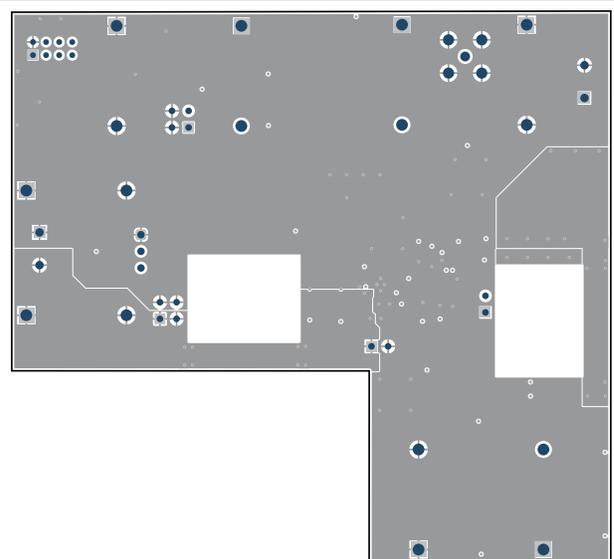


图 3-4. 第 3 层

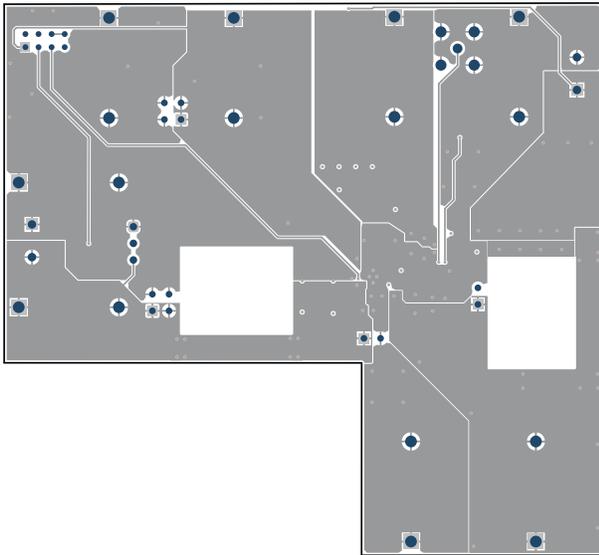


图 3-5. 第 4 层

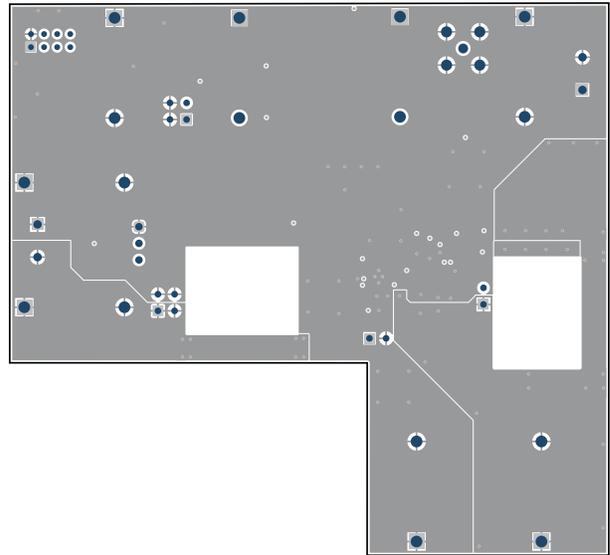


图 3-6. 第 5 层

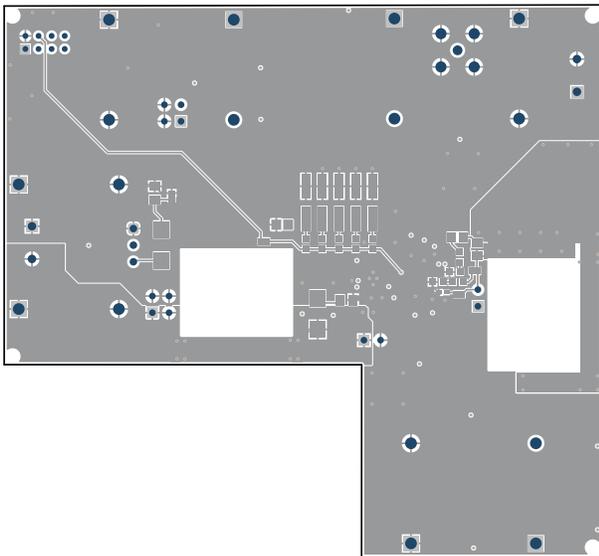


图 3-7. 底层布线

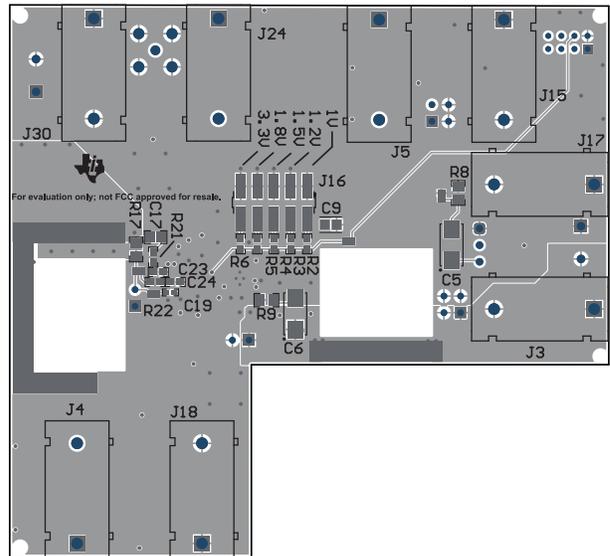


图 3-8. 底层装配和丝印

4 TPS7A74EVM 原理图

图 4-1 显示了 TPS7A74EVM-068 的原理图。

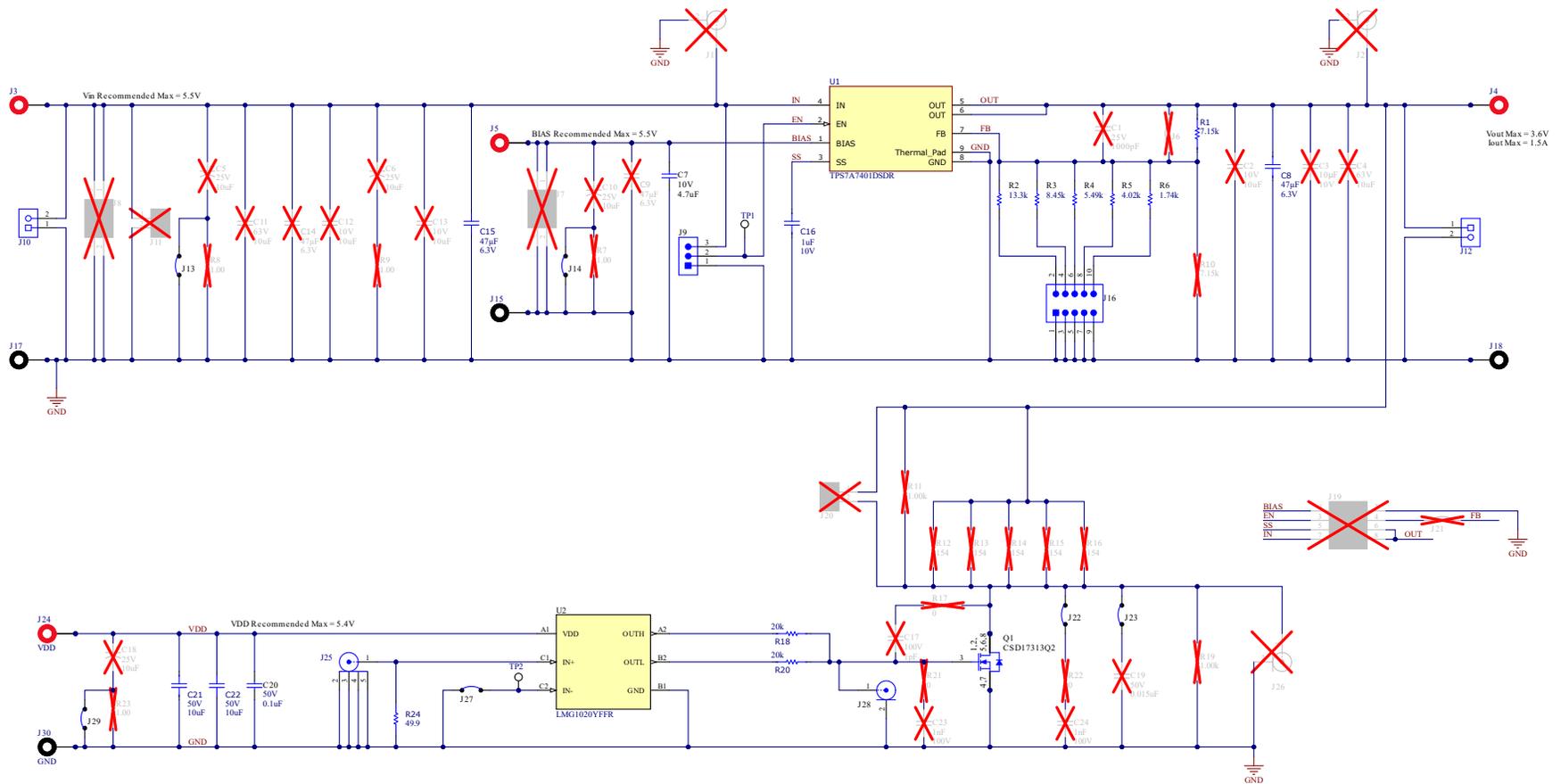


图 4-1. 原理图

5 物料清单

表 5-1 显示了 TPS7A74EVM-068 的物料清单。

表 5-1. 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
!PCB1	1		印刷电路板		LP068	不限		
C7	1	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0603	603	C0603C475K8PAC TU	Kemet		
C8、C15	2	47 μ F	47 μ F \pm 20% 6.3V 陶瓷电容器 X5R 0805 (公制 2012)	805	08056D476MAT2A	KYOCERA AVX		
C16	1	1 μ F	1 μ F \pm 10% 10V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	402	GMC04X7R105K10 NT	Cal-Chip Electronics		
C20	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0402	402	C1005X7R1H104K0 50BB	TDK		
C21、C22	2	10 μ F	10 μ F \pm 10% 50V 陶瓷电容器 X7R 1206 (公制 3216)	1206	GMC31X7R106K50 NT	Cal-Chip Electronics		
FID1、FID2、FID3、FID4、FID8	5		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		
J3、J4、J5、J24	4		标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 红色	571-0500	571-0500	DEM Manufacturing		
J9	1		接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	接头, 2.54mm, 3x1, TH	61300311121	Würth Elektronik		
J10、J12	2		端子块, 5mm, 2x1, 锡, TH	端子块, 5mm, 2x1, TH	691 101 710 002	Würth Elektronik		
J13、J14、J22、J23、J27、J29	6		跳线, SMT	短接跳线, SMT	JMP-36-30X40SMT	不限		
J15、J17、J18、J30	4		标准香蕉插孔, 绝缘, 10A, 黑色	571-0100	571-0100	DEM Manufacturing		
J16	1		接头, 2.54mm, 5x2, 金, SMT	接头, 2.54mm, 5x2, SMT	TSM-105-01-L-DV	Samtec		
J25	1		SMA 直式插孔, 金, 50 Ω , TH	SMA 直式插孔, TH	901-144-8RFX	Amphenol RF		
J28	1		连接器, SMA 插孔, 垂直, 镀金, SMD	SMA	142-0711-201	Cinch Connectivity		
Q1	1	30V	MOSFET, N 沟道, 30V, 5A, DQK0006C (WSON-6)	DQK0006C	CSD17313Q2	德州仪器 (TI)		无
R1	1	7.15k	7.15k Ω \pm 1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0402 (1005 公制), 汽车 AEC-Q200 薄膜	402	ERJ-2RK7151X	Panasonic		
R2	1	13.3k	电阻, 13.3k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-0713K3 L	Yageo		
R3	1	8.45k	电阻, 8.45k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-078K45 L	Yageo		
R4	1	5.49k	电阻, 5.49k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-075K49 L	Yageo		
R5	1	4.02k	电阻, 4.02k Ω , 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-074K02 L	Yageo		

表 5-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R6	1	1.74k	电阻, 1.74k, 1%, 0.1W, 0603	603	RC0603FR-071K74L	Yageo		
R18、R20	2	20k	20kΩ ±1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0402 (1005 公制), 汽车 AEC-Q200 厚膜	402	ERJ-2RKF2002X	Panasonic		
R24	1	49.9Ω	电阻厚膜, 49.9Ω, 1%, 0.75W, 100ppm/°C, 1206	1206	CRCW120649R9FKEAHP	Vishay Dale		
SH-J1、SH-J2	2	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec	969102-0000-DA	3M
TP1、TP2	2		测试点, 紧凑型, SMT	Testpoint_Keystone_Compact	5016	Keystone		
U1	1		具有可编程软启动功能的 1.5A 低压降线性稳压器	WSON8	TPS7A7401DSDR	德州仪器 (TI)		
U2	1		具有 60MHz/1ns 速度的 5V、7A/5A 低侧 GaN 驱动器, YFF0006AEAE (DSBGA-6)	YFF0006AEAE	LMG1020YFFR	德州仪器 (TI)	LMG1020YFFT	德州仪器 (TI)
C1	0	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 25V, +/-5%, X7R, 0402	402	C0402C102J3RAC TU	Kemet		
C2、C12、C13	0	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 10V, +/-20%, X5R, 0603	603	GRM188R61A106M AALD	Murata		
C3	0	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 10V, +/-20%, X7R, 0805	805	C2012X7R1A106M 125AC	TDK		
C4、C11	0	10uF	电容, 陶瓷, 10uF, 63V, +/-10%, X7R, 1210	1210	GRM32ER71J106K A12L	MuRata		
C5、C6、C10、C18	0	10uF	电容, 钽, 10uF, 25V, +/-20%, 0.5 欧姆, SMD	6032-28	TPSC106M025R05 00	AVX		
C9、C14	0	47μF	47μF ±20% 6.3V 陶瓷电容器 X5R 0805 (公制 2012)	805	08056D476MAT2A	KYOCERA AVX		
C17	0	1pF	电容, 陶瓷, 1pF, 100V, +/-5%, C0G/NP0, 0805	805	GQM2195C2A1R0 CB01D	MuRata		
C19	0	0.015μF	电容, 陶瓷, 0.015μF, 50V, +/-10%, X7R, 0402	402	GRM155R71H153K A12D	MuRata		
C23、C24	0	1000pF	电容, 陶瓷, 1000pF, 100V, +/-5%, X7R, 0603	603	06031C102JAT2A	AVX		
FID5、FID6、FID7	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		
J1、J2、J26	0		连接器, SMA 插孔, 垂直, 镀金, SMD	SMA	142-0711-201	Cinch Connectivity		
J6、J21	0		跳线, SMT	短接跳线, SMT	JMP-36-30X40SMT	不限		
J7、J8	0		接头, 100mil, 2x2, 金, TH	2x2 接头	TSW-102-07-G-D	Samtec		
J11、J20	0		接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	Sullins 100mil, 1x2, 绝缘体上方 230mil	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions		
J19	0		接头, 2mm, 4x2, 锡, TH	接头, 2mm, 4x2, TH	TMM-104-01-T-D	Samtec		
R7、R8、R9、R23	0	1	电阻, 1.00, 1%, 0.333W, AEC-Q200 1 级, 0805	805	ERJ-6BQF1R0V	Panasonic		

表 5-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选器件型号	备选制造商
R10	0	7.15k	7.15k Ω \pm 1% 0.1W, 1/10W 片上电阻 0402 (1005 公制), 汽车 AEC-Q200 薄膜	402	ERJ-2RKF7151X	Panasonic		
R11、R19	0	1.00k	电阻, 1.00k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	ERJ-6ENF1001V	Panasonic		
R12、R13、R14、R15、R16	0	154	电阻, 154, 1%, 0.5W, 1210	1210	RC1210FR-07154RL	Yageo		
R17	0	0	电阻, 0, 5%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	805	ERJ-6GEY0R00V	Panasonic		
R21、R22	0	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	603	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc		

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