

LM7480-Q1 未抑制负载突降保护评估模块 : LM74800EVM-CS



摘要

本用户指南介绍了 LM74800EVM-CS 评估模块，该评估模块用于评估具有开关输出的理想二极管控制器 LM74800-Q1 和 LM74801-Q1 的性能。LM7480x-Q1 理想二极管控制器可驱动和控制外部背对背 N 沟道 MOSFET，以仿真具有电源路径 ON/OFF 控制和过压保护的完美二极管整流器。

内容

1 引言.....	1
2 说明.....	2
3 原理图.....	4
4 测试设备要求.....	5
5 测试设置和结果.....	5
6 电路板布局和物料清单.....	9
修订历史记录.....	15

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TI 的 LM74800 评估模块 LM74800EVM-CS 可帮助设计人员评估具有开关输出的 LM74800-Q1 理想二极管控制器的运行情况和性能。LM7480x-Q1 理想二极管控制器可驱动和控制外部背对背 N 沟道 MOSFET，从而模拟具有电源路径开/关控制和过压保护功能的完美二极管整流器。本评估模块演示了 LM74800-Q1 以及配置为共源极拓扑的两个背对背 N 沟道 MOSFET 如何为下行电路提供 200V 未抑制负载突降保护和反向电池保护。第一个栅极驱动器 HGATE 控制外部 N 沟道 MOSFET，以关闭或将输出电压钳制到可接受的安全水平，第二个栅极驱动 DGATE 控制另一个外部 N 沟道 MOSFET，以模拟理想二极管。

1.1 特性

EVM 的主要特性包括：

- 12V 和 24V 汽车反向电池保护
- 输入工作范围 3 V 至 65 V
- 12V 电池保护 (3V 至 40V)
- 24V 电池保护 (3V 至 65V)
- 2A 标称值、2.5A 峰值负载电流
- 支持 200V 未抑制负载突降保护
- 启用开/关控制
- 可编程过压切断和输出钳位运行
- 输出电压压摆率控制
- 用于输出开/关检测的 LED 指示
- 适用于汽车瞬态抗扰度的板载 TVS 保护

1.2 应用

- 汽车反向电池保护

- ADAS 域控制器
- 摄像头 ECU
- 音响主机
- USB 集线器
- 电源路径保护、电源多路复用和 ORing

2 说明

LM74800EVM-CS 默认配置为在冷启动期间提供 24V 电池保护 (6V)、200V 未抑制负载突降保护以及反向电池保护。请注意，在 200V 未抑制负载突降保护期间，只有 VS 引脚将通过 10kΩ 电阻器暴露于 200V。额定电压为 60V 的齐纳二极管用于钳位和保护 VS 引脚。电路的其余部分不会承受更高的电压，因为 MOSFET Q1 可以完全关断，也可以将输出电压钳位到安全电平。

2.1 输入功率和负载 (J1/J3 和 J2/J4) :

在端子 J1 和 J3 上施加输入电源。端子 J2 和 J4 提供到负载的输出连接。

2.2 使能控制 (J5) :

外部 MCU 或控制器通常使用使能控制来关闭 LM7480x-Q1 并切断电源路径。建议将外部输入连接到跳线 J5 引脚 2。否则，在 J5 上设置 1-2 将启用控制器，而设置 2-3 将禁用控制器。建议将 EN 连接到外部 MCU，以在负瞬态测试期间实现不间断的性能。

2.3 过压保护 (J6) :

过压保护通过跳线 J6 进行配置。J6 上的设置 2-3 可将 OVP 保护配置到输入侧。OVP 上升阈值设置为 38.4V，J6 上设置为 2-3，下降阈值设置为 35.2V。J6 上设置为 1-2 可配置 OV 钳位运行。这为钳位提供了输出电压 (迟滞开/关输出)。

2.4 两个背对背连接的 MOSFET (Q1/Q3 和 Q2) :

Q1 和 Q2 分别是额定电压为 200V 和 60V 的 N 沟道 MOSFET，能够为汽车应用提供 2A 负载电流。MOSFET 以共源极拓扑背对背连接，因此可支持 200V 未抑制负载突降保护、反向电池保护、反向电流阻断，并可在禁用或过压情况下提供电源路径切断。方案 Q3 提供将电流扩展至 5A 的电流，可用于验证其他 MOSFET。

2.5 输出压摆率控制 (R2 和 C4) :

R2 和 C4 提供输出压摆率控制，并可进行更改以实现不同的输出压摆率。

2.6 输出肖特基二极管 (D3) 和 LED 指示 :

默认情况下，肖特基二极管 D3 未安装在 EVM 上，建议在输出电压可能具有超过 LM7480x-Q1 绝对最大额定值的负瞬态时使用。

D5 指示输出电压的状态。

2.7 针对 200V 未抑制负载突降保护的 TVS 选择 :

输入端需要两个 TVS 二极管 D1 和 D2。正极侧两个 TVS 的击穿电压高于最大系统电压 (200V)。在负极侧，二极管 D3 用于钳制 ISO 7637-2 脉冲 1。建议将 SMBJ150A 用作 D2 并将 SMBJ33CA 用作 D1。

2.8 测试点 :

标记为 DGATE (TP4) 的测试点用于监控 Q2 的栅极电压，而 HGATE (TP3) 用于 Q1 的栅极电压。标有 VIN (TP1) 的测试点测量输入电压，VOUT (TP2) 测量输出电压。标有 VA (TP6) 的测试点也连接到 A 引脚，用于测量 Q1 和 Q2 MOSFET 的源极电压。测试点 GND1、GND3 和 GND4 提供对输入 GND 电压的访问，GND2 提供对 LM74800-Q1 GND 引脚的访问。

表 2-1. 连接器：输入和输出

连接器	说明
J1	输入电源正电源轨的电源输入连接器
J3	电源的接地连接

表 2-1. 连接器：输入和输出 (continued)

连接器	说明
J2	负载正极侧的电源输出连接器
J4	负载的接地连接

表 2-2. 测试点说明

测试点	说明
VIN	EVM 的输入电源
VOUT	EVM 的输出
VA	Q1 和 Q2 MOSFET 以及 LM7480x-Q1 的 A 引脚的共源极测试点
DGATE	理想二极管 MOSFET 栅极控制的输出
HGATE	热插拔 MOSFET 栅极控制的输出
GND1、GND 2、GND3 和 GND4	EVM 接地测试点

表 2-3. 跳线和 LED 说明

跳线	说明
J5	EN/UVLO 控制 • 1-2 通过连接到 VIN 使能 • 2-3 通过连接到 GND 禁用
J6	OVP 设置 • 1-2 OVP 设置为 37.5V 时的输出钳位 (迟滞) • 2-3 OVP 设置为 38.4V 的输入 OVP 切断
J7	启用输出的 LED 指示

3 原理图

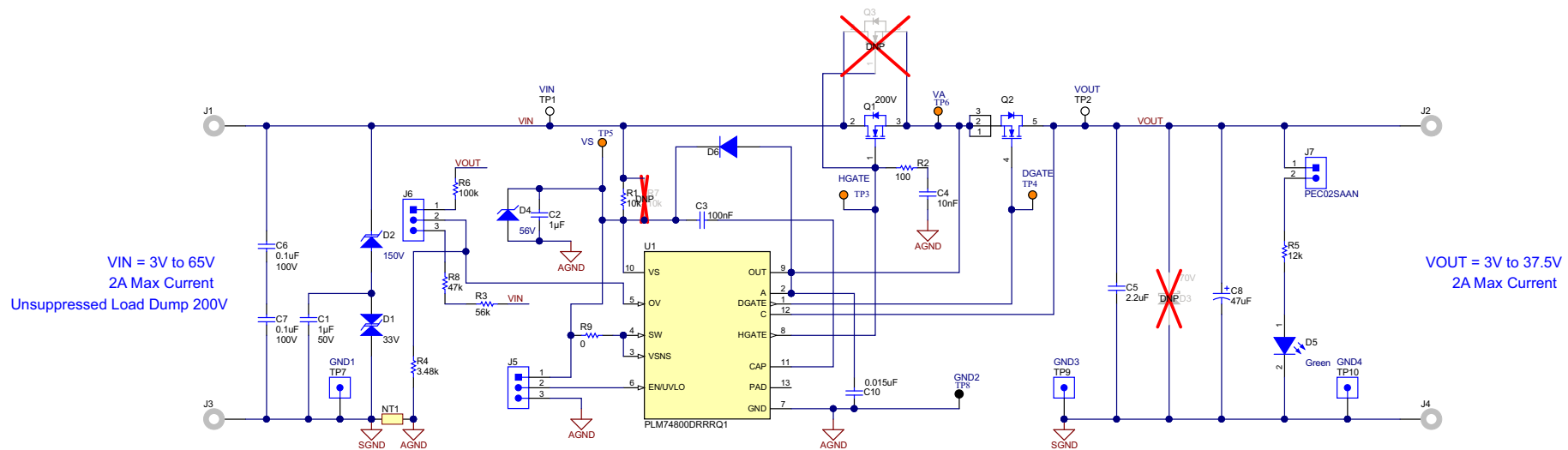


图 3-1. LM7480EVM-CS 原理图

4 测试设备要求

4.1 电源

一个可调电源，0V 至 600V 输出，0A 至 10A 输出电流限制。可生成 ISO 7637-2 和 ISO 16750-2 的汽车测试设备，包括 200V 未抑制负载突降脉冲 5A。

4.2 仪表

至少需要一个数字万用表。

4.3 示波器

DPO2024 或等效器件，具有三个 10x 电压探针和一个能够测量 10A 电流的直流电流探针。

4.4 负载

一个电阻负载或等效负载，能够在 12V 电压下承受高达 10A 的直流负载。

5 测试设置和结果

以下各节介绍了 LM74800-Q1 器件的测试过程。类似的过程也适用于 LM74801-Q1 器件。LM74800EVM-CS 电路板的默认跳线设置如图 5-1 所示。

表 5-1. LM74800EVM-CS 的默认跳线设置

J5	J6	J7
1-2 或将 2 连接到外部使能控制	2-3、OVP 到输入	1-2，输出 LED 指示

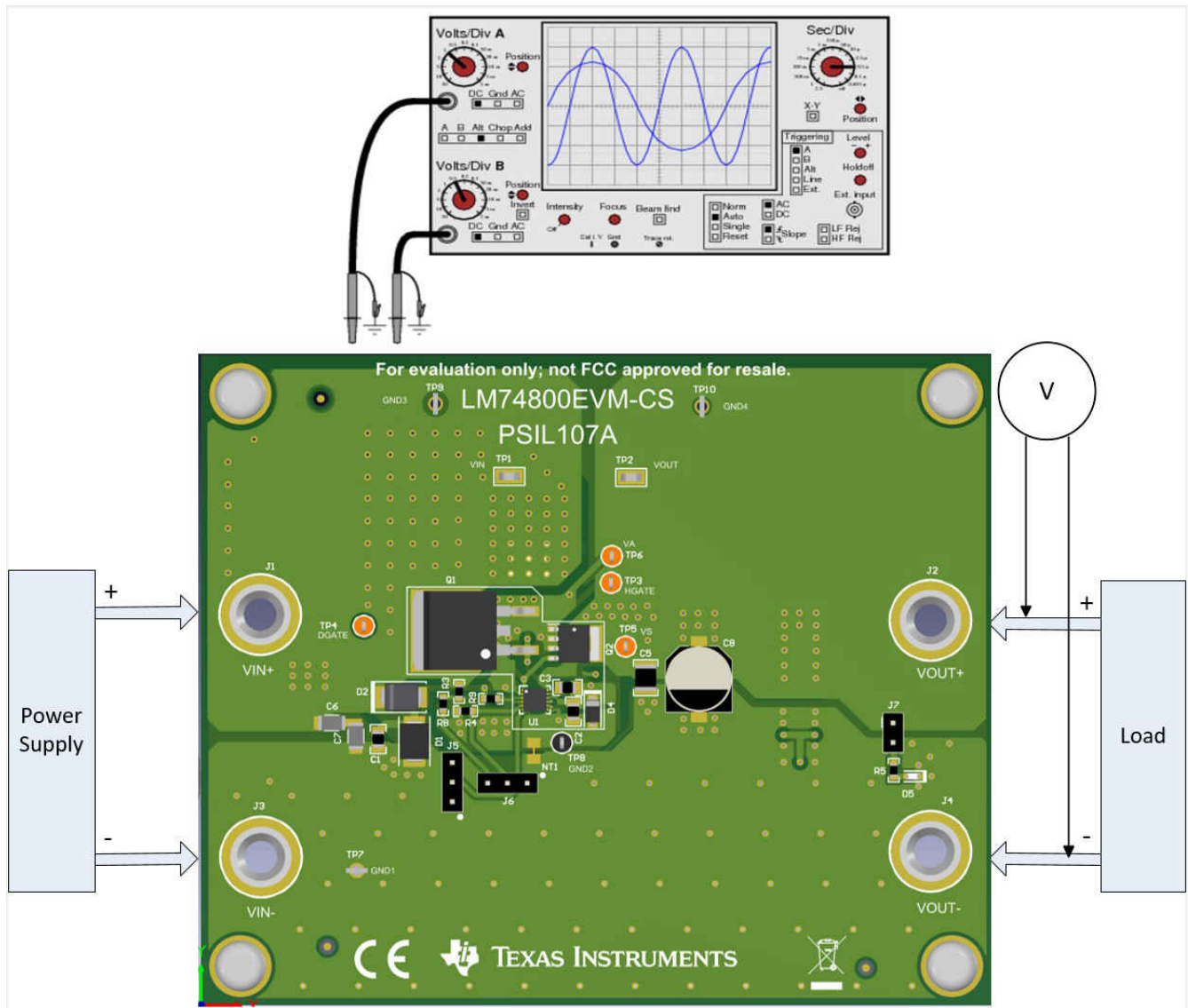


图 5-1. LM74800EVM-CS 测试设置

5.1 初始设置

用于评估 LM74800EVM-CS 的测试设置如图 5-1 所示。测试该评估模块之前须遵循的步骤包括：

- 将电源和负载连接到 LM74800EVM-CS。
- 将电源输出设置为 12V，将电流限值设置为 5A。
- 将负载设置为 200mA 或小于 5A 的负载值。
- 将跳线设置为默认跳线设置，如表 5-1 所示。

5.2 上电

若要验证启动行为，请将示波器连接到评估模块：

- 通道 1 - 输入电压 (测试点标签 VIN)
- 通道 2 - A 引脚电压 (测试点标签 VA)
- 通道 3 - DGATE 电压 (测试点标签 DGATE)
- 通道 4 - HGATE 电压 (测试点标签 HGATE)

将负载设置为 200mA，触发到通道 1 上升，并打开电源。在图 5-2 中捕获了 LM74800EVM-CS 的启动行为。

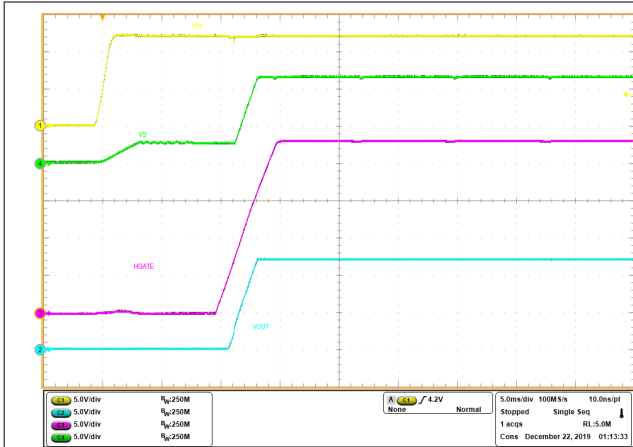


图 5-2. 上电 12V : HGATE 和输出

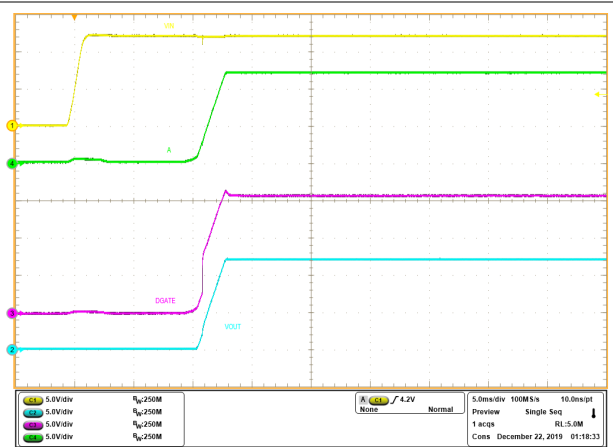


图 5-3. 上电 12V : DGATE 和 A

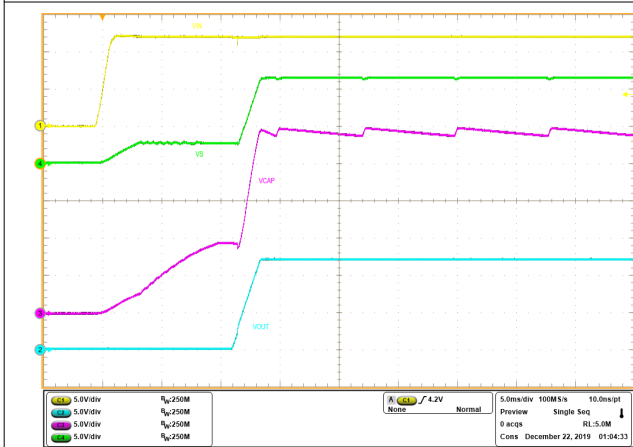


图 5-4. 上电 12V : 电荷泵 VCAP

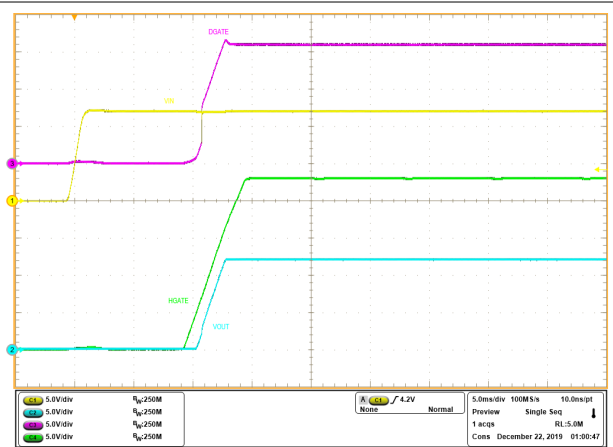


图 5-5. 上电 12V : DGATE 和 HGATE

5.3 未抑制的 200V 负载突降保护

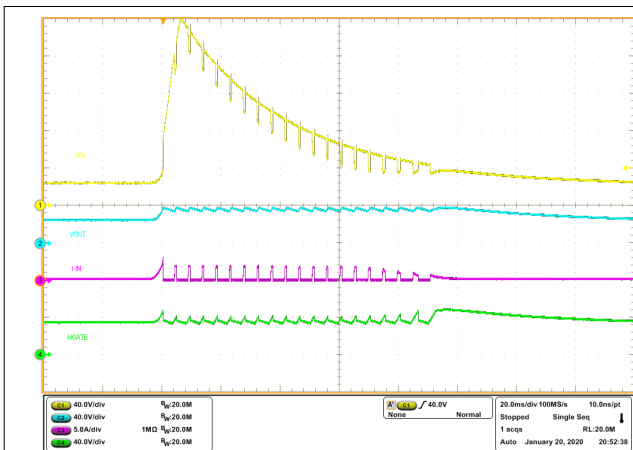


图 5-6. 未抑制的负载突降 200V - 输出钳位

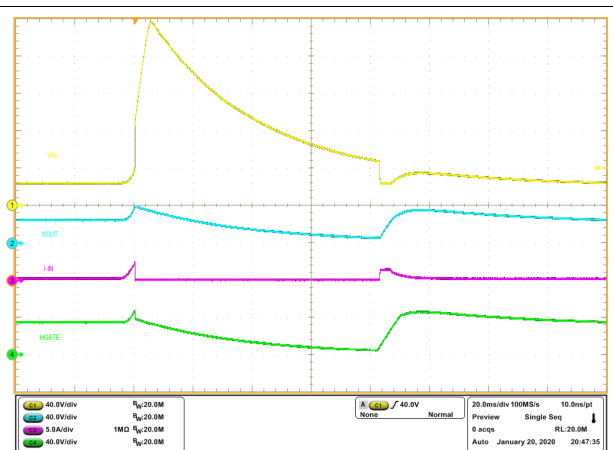


图 5-7. 未抑制的负载突降 200V - 输出切断

5.4 ISO 7637-2 脉冲 1 - 600V 50 Ω

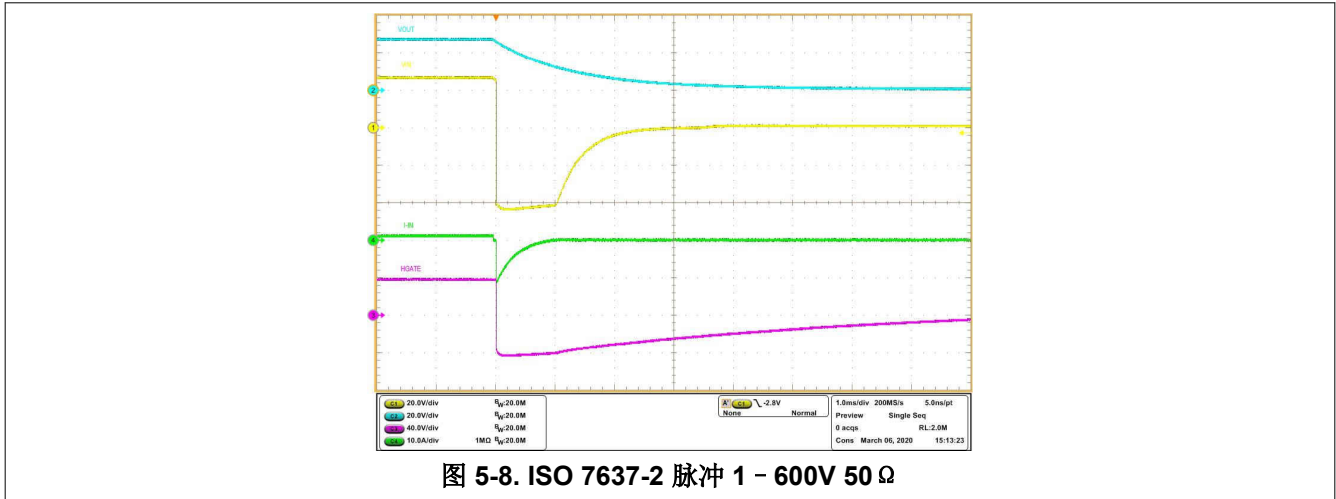


图 5-8. ISO 7637-2 脉冲 1 - 600V 50 Ω

6 电路板布局和物料清单

6.1 电路板布局

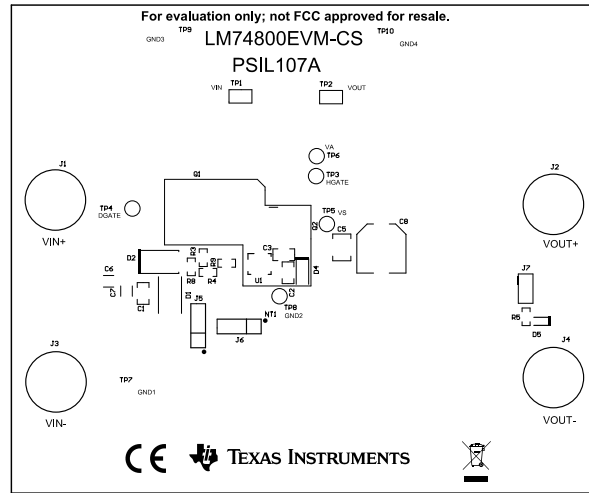


图 6-1. 元件放置顶部

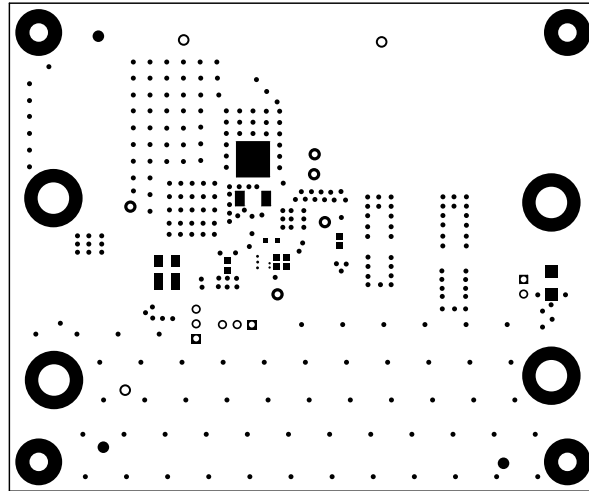


图 6-2. 元件放置底部

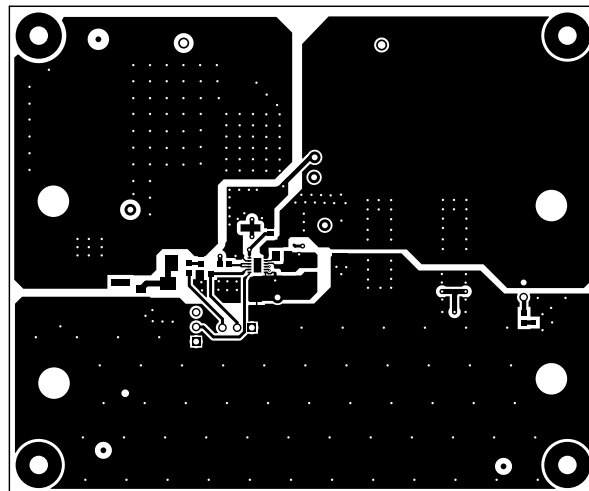


图 6-3. 顶层布线

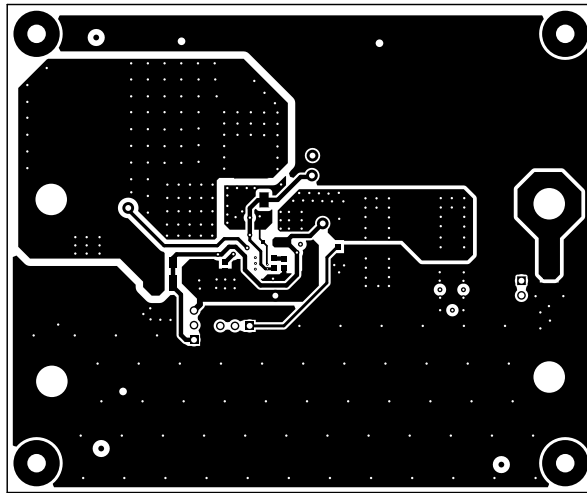


图 6-4. 底层布线

6.2 物料清单

表 6-1. 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选制造商
C1, C2	2	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805	0805	CGA4J3X7R1H105K125AB	TDK	
C3	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 0 级, 0805	0805	C0805C104K5RACAUTO	Kemet	
C4	1	0.01 μ F	电容器, 陶瓷, 0.01 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R2A103K080AA	TDK	
C5	1	2.2 μ F	电容器, 陶瓷, 2.2 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 1210	1210	C1210C225K1RACTU	Kemet (基美)	
C6, C7	2	0.1 μ F	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1206	1206	CGA5L2X7R2A104K160AA	TDK	
C8	1	47 μ F	电容, 铝, 47 μ F, 63V, +/-20%, 0.65 欧姆, AEC-Q200 2 级, SMD	SMT 径向 F	EEE-FK1J470P	Panasonic (松下)	
C10	1	0.015 μ F	电容器, 陶瓷, 0.015 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	0603	CGA3E2X7R2A153K080AA	TDK	
D1	1	33V	二极管, TVS, 双向, 33V, SMB	SMB	SMBJ33CA-13-F	Diodes Inc.	
D2	1	150V	二极管, TVS, 单向, 150V, 243Vc, SMB	SMB	SMBJ150A-13-F	Diodes Inc.	

表 6-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选制造商
D4	1	56V	二极管, 齐纳, 56V, 500mW, AEC-Q101, SOD-123	SOD-123	MMSZ5263BT1G	ON Semiconductor (安森美半导体)	
D5	1	绿色	LED, 绿光, SMD	1.6x0.8x0.8mm	LTST-C190GKT	Lite-On	
D6	1	75 V	二极管, 开关, 75V, 0.15A, AEC-Q101, SOD-323	SOD-323	1N4148WS-7-F	Diodes Inc.	
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 (启斯东)	
J1、J2、J3、J4	4		标准香蕉插头, 非绝缘, 8.9mm	Keystone575-8	575-8	Keystone	
J5, J6	2		接头, 100mil 3x1, 锡, TH	接头, 3 引脚, 100mil, 锡	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions (赛凌思科技有限公司)	
J7	1		接头, 100mil, 2x1, 锡, TH	接头, 2 引脚, 100mil, 锡	PEC02SAAN	Sullins Connector Solutions	
Q1	1	200V	MOSFET N 沟道 200V 34A DDPAK	DDPAK	IPB320N20N3 G	Infineon Technologies (英飞凌科技)	无
Q2	1	60V	MOSFET, N 沟道, 60V, 100A, AEC-Q101, SOT669	SOT669	BUK7Y4R8-60EX	Nexperia (安世半导体)	无
R1	1	10k Ω	电阻, 10k, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	1206	CRCW120610K0JNE A	Vishay-Dale	
R2	1	100	电阻器, 100, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW0603100RJNE A	Vishay-Dale	
R3	1	56k	电阻, 56k Ω , 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	0603	CRCW060356K0JNE A	Vishay-Dale	

表 6-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选制造商
R4	1	3.48k	电阻器, 3.48k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06033K48FKEA	Vishay-Dale	
R5	1	12k	电阻器, 12k, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW060312K0JNEA	Vishay-Dale	
R6	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale (威世达勒)	
R8	1	47k	电阻, 47k Ω , 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW060347K0JNEA	Vishay-Dale	
R9	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, AEC-Q200 0级, 0603	0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale	
TP1、TP2	2		测试点, 微型, SMT	Testpoint_Keystone_Miniature	5015	Keystone	
TP3, TP4, TP5, TP6	4		测试点, 微型, 橙色, TH	橙色微型测试点	5003	Keystone	
TP7、TP9、TP10	3		测试点有插槽, 0.118", TH	测试点, TH 插槽测试点	1040	Keystone	
TP8	1		测试点, 微型, 黑色, TH	黑色微型测试点	5001	Keystone	
U1	1		具有负载突降保护功能的理想二极管控制器的理想二极管控制器, DRR0012E (WSON-12)	DRR0012E	PLM74800DRRRQ1	德州仪器 (TI)	德州仪器 (TI)
D3	0	70V	二极管, 肖特基, 70V, 1A, SMA	SMA	B170-13-F	Diodes Inc.	
FID1、FID2、FID3、FID4、FID5、FID6	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	

表 6-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商	备选制造商
Q3	0	150V	MOSFET, N 沟道, 150V, 33A, AEC- Q101, DPAK	DPAK	AUIRFR4615TRL	International Rectifier	无
R7	0	10k Ω	电阻, 10k, 5%, 0.5W, 1210	1210	RC1210JR-0710KL	Yageo	

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

日期	修订版本	说明
2021 年 3 月	*	初始发行版

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