



## 摘要

本用户指南包含 TPS56837 的相关信息以及 TPS56837EVM 评估模块的支持文档，还包含性能规格、原理图和 TPS56837EVM 物料清单。

## 内容

1 简介.....	2
2 性能规格汇总.....	2
3 更改.....	2
3.1 输出电压设定点.....	2
3.2 模式选择.....	3
3.3 可调节 UVLO.....	3
4 测试设置和结果.....	4
4.1 输入/输出连接.....	4
4.2 启动步骤.....	4
4.3 输出电压纹波.....	4
4.4 启动.....	5
4.5 关断.....	6
5 电路板布局.....	7
5.1 布局.....	7
6 原理图、物料清单和参考文献.....	9
6.1 原理图.....	9
6.2 物料清单.....	10
6.3 参考.....	12
7 修订历史记录.....	12

## 商标

D-CAP3™ and Eco-mode™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 简介

TPS56837 是一款自适应接通时间 D-CAP3™ 控制模式同步直流/直流降压转换器。由于具有 4.5V 至 28V 的宽工作输入电压范围，TPS56837 专为由 12V、19V 和 24V 总线电源轨供电的系统而设计。该器件在 0.6V 至 13V 范围内支持高达 8A 的持续输出电流。TPS56837 器件提供 500kHz、800kHz 和 1.2MHz 开关频率，供您选择。此开关模式电源 (SMPS) IC 通过提供 Eco-mode™ (脉冲跳跃)，针对需要极低功耗的应用 (如打印机、DTV、监视器和一些工业应用) 进行了优化。D-CAP3 控制模式使用极少的外部元件，提供易于设计的稳定调节，并支持具有成本效益的陶瓷电容器。表 1-1 显示了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。

TPS56837EVM 评估模块 (EVM) 是一款单通道同步降压转换器，可在 5.5V 至 28V 输入范围内以 8A 电流提供 5V 的输出。本用户指南介绍了 TPS56837EVM 的性能。

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总

EVM	输入电压 (V <sub>IN</sub> ) 范围	输出电流 (I <sub>OUT</sub> ) 范围
TPS56837EVM	5.5V 至 28V	0A 至 8A

## 2 性能规格汇总

表 2-1 中提供了 TPS56837EVM 性能规格的摘要。除非另有说明，给出的规格适用于 V<sub>IN</sub> = 24V 输入电压和 5V 输出电压。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 2-1. TPS56837EVM 性能规格汇总

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围 (V <sub>IN</sub> )		5.5	24	28	V
输出电压			5		V
运行频率	V <sub>IN</sub> = 24V, I <sub>OUT</sub> = 8A		500		kHz
输出电流范围		0		8	A
输出纹波电压	V <sub>IN</sub> = 24V, I <sub>OUT</sub> = 8A		40		mV <sub>PP</sub>
最大效率	V <sub>IN</sub> = 24V, I <sub>OUT</sub> = 5A		94.96		%

## 3 更改

这些评估模块用于访问 TPS56837 的功能。此模块可能会做出一些修改。

### 3.1 输出电压设定

要更改 EVM 的输出电压，请更改电阻器 R6 (R<sub>FB\_TOP</sub>) 和电阻器 R7 (R<sub>FB\_BOT</sub>) 阻值。更改 R6 和 R7 阻值可以更改 0.6V 以上的输出电压。特定输出电压下的 R6 和 R7 阻值可以使用方程式 1 计算得出。

$$V_{OUT} = 0.6 \times \left( 1 + \frac{R6}{R7} \right) \quad (1)$$

表 3-1 列出了一些常见输出电压下的 R6 和 R7 阻值。

表 3-1. 建议的元件值

开关频率 (kHz)	输出电压 <sup>(1)</sup> (V)	R6 <sup>(2)</sup> (kΩ)	R7 (kΩ)	L1 (μH)	C <sub>OUT</sub> <sup>(3)</sup> (μF)	C10 <sup>(4)</sup> (pF)
					典型值	
500	1.05	7.5	10	1	68	
	1.8	20	10	1.5	68	
	3.3	45.3	10	2.2	62	150
	5	73.2	10	3.3	35	150
	9	140	10	4.7	22	100
	12	383	20	5.6	17	30

表 3-1. 建议的元件值 (continued)

开关频率 (kHz)	输出电压 <sup>(1)</sup> (V)	R6 <sup>(2)</sup> (kΩ)	R7 (kΩ)	L1 (μH)	C <sub>OUT</sub> <sup>(3)</sup> (μF)	C10 <sup>(4)</sup> (pF)
					典型值	
800	1.05	7.5	10	0.68	68	
	1.8	20	10	1	68	
	3.3	45.3	10	1.5	62	150
	5	73.2	10	2.2	35	150
	9	140	10	3.3	22	100
	12	383	20	3.3	17	30
1200	1.05	7.5	10	0.47	68	
	1.8	20	10	0.68	68	
	3.3	45.3	10	1	62	150
	5	73.2	10	1.5	35	150
	9	140	10	2.2	22	100
	12	383	20	2.2	17	30

- (1) 对于未列出的输出轨，请使用最接近较高输出轨的建议 L1 和 C<sub>OUT</sub> 组合。
- (2) 在 V<sub>OUT</sub> = 0.6 V 时，R6 = 0 Ω。
- (3) C<sub>OUT</sub> 是有效输出电容的和。在此数据表中，有效电容定义为直流偏置和温度下的实际电容，而不是额定值或铭牌值。除了正常的容差和温度影响外，所有高容值陶瓷电容器还具有大电压系数。必须仔细研究任何电容器组的偏置和温度变化，确认提供的是有效电容的最小值。请参阅陶瓷电容器制造商提供的直流偏置和温度特性信息。
- (4) R8 和 C10 可用于改善负载瞬态响应或提高环路相位裕度。在使用前馈电容器进行实验时，[使用前馈电容器优化内部补偿直流/直流转换器的瞬态响应](#) 应用报告非常有用。

### 3.2 模式选择

TPS56837 的 MODE 引脚可提供六种不同的过流限制和开关频率选项，如表 3-2 所示。

表 3-2. MODE 引脚设置

MODE 引脚	开关频率	过流限制
R = 10kΩ	500kHz	ILIM-1 (典型值 = 7.2A)
R = 30.1kΩ		ILIM (典型值 = 9.6A)
R = 102KΩ	800kHz	ILMI-1 (典型值 = 7.2A)
R = 162KΩ		ILIM (典型值 = 9.6A)
R = 249KΩ	1200 kHz	ILMI-1 (典型值 = 7.2A)
R = 374KΩ		ILIM (典型值 = 9.6A)

### 3.3 可调节 UVLO

欠压锁定 (UVLO) 可以使用 R1 (R<sub>EN(TOP)</sub>) 和 R2 (R<sub>EN(BOT)</sub>) 从外部进行调节。有关设置外部 UVLO 的详细说明，请参阅 [TPS56837 4.5V 至 28V 输入、8A 同步降压转换器数据表](#)。

## 4 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS56837EVM。此外还包括输出电压纹波、启动和关断的测试结果。

### 4.1 输入/输出连接

表 4-1 显示了 TPS56837EVM 上提供的输入/输出连接器和测试点。必须通过一对 20 AWG 导线将能够提供 8 A 电流的电源连接到 J1。必须通过一对 20 AWG 导线将负载连接到 J2。最大负载电流能力为 8 A。必须尽可能减少导线长度以降低线损。测试点 TP12 提供了一个监测  $V_{IN}$  输入电压的位置，而 TP11 提供了便捷的接地基准。在以 TP14 作为接地基准的情况下，TP13 用于监测输出电压。

表 4-1. 连接和测试点

参考标识符	功能
J1	$V_{IN}$ (请参阅表 1-1, 了解 $V_{IN}$ 范围)
J2	$V_{OUT}$ , 8A 时为 5 V (最大值)
J3	EN 控制。将 EN 连接至 GND 以禁用
TP1	J1 附近的 $V_{IN}$ 端子
TP2	J1 附近的 GND 端子
TP3	GND 测试点
TP4	开关节点测试点
TP5	电源正常 (PG) 测试点
TP6	提供测试点以连接 PG 上拉的外部电压源
TP7	分压器网络和输出之间的测试点。用于环路响应测量
TP8	J2 附近的 $V_{OUT}$ 端子
TP9	J2 附近的 GND 端子
TP10	GND 测试点
TP11	C1 附近的 GND 监控测试点
TP12	C1 附近的 $V_{IN}$ 监控测试点
TP13	C6 附近的 $V_{OUT}$ 监控测试点
TP14	C6 附近的 GND 监控测试点

### 4.2 启动步骤

1. 确保覆盖 J3 (使能控制) 引脚 1 和 2 处的跳线, 以将 EN 分流至 GND, 从而禁用输出。
2. 向  $V_{IN}$  (J1-1) 和 GND (J1-2) 施加适当的  $V_{IN}$  电压。
3. 将 J3 (使能控制) 的跳线远离引脚 2 和 1 (EN 和 GND), 以启用输出。

### 4.3 输出电压纹波

TPS56837EVM 输出电压纹波波形如下所示。输出电流如图中所示。

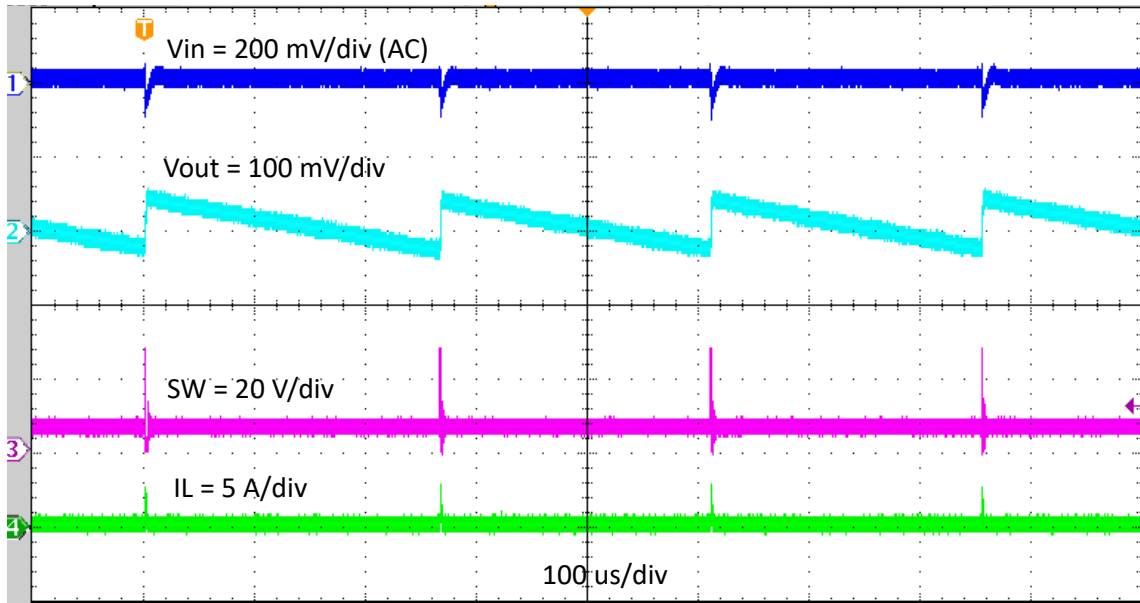


图 4-1. TPS56837EVM 输出电压纹波 ( $V_{IN} = 24V$ ,  $I_{OUT} = 0.01A$ )

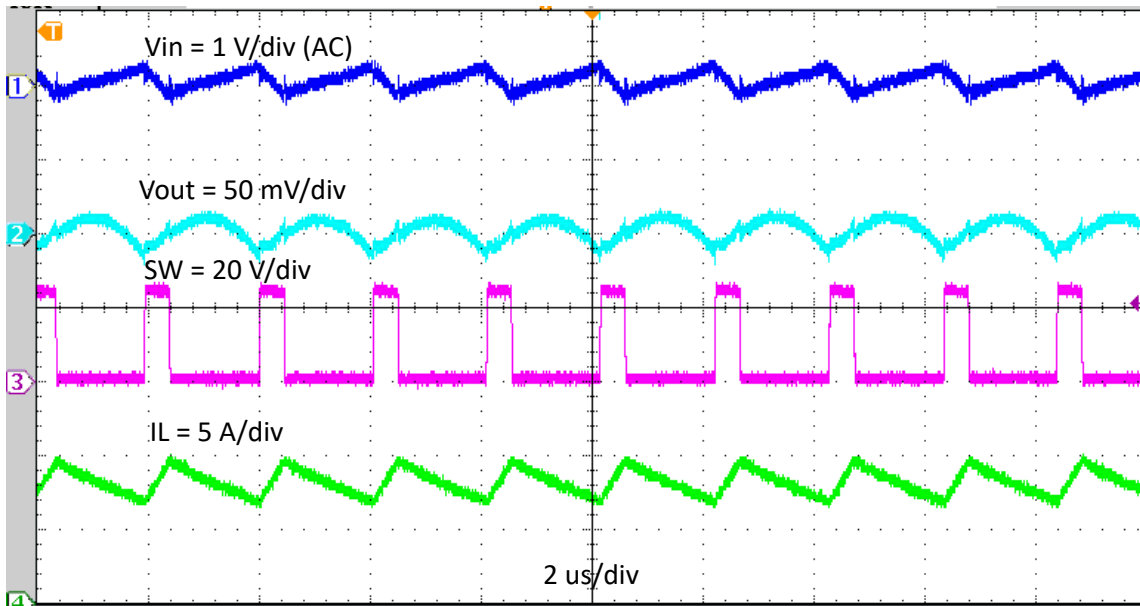


图 4-2. TPS56837EVM 输出电压纹波 ( $V_{IN} = 24V$ ,  $I_{OUT} = 8A$ )

#### 4.4 启动

下图显示了相对于 EN 的 TPS56837EVM 启动波形。

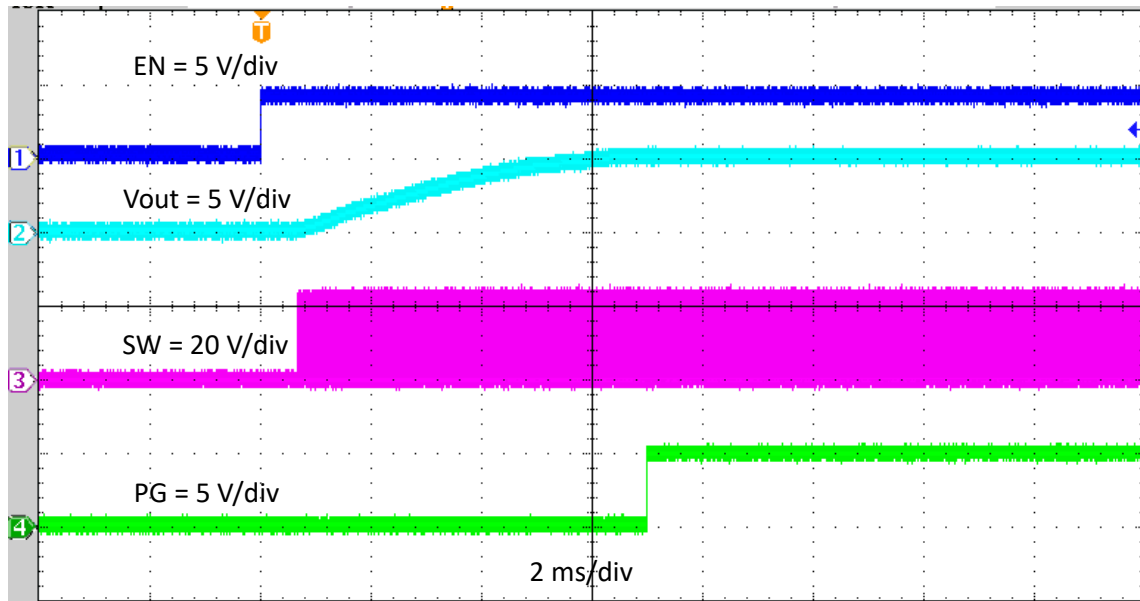


图 4-3. TPS56837EVM 相对于 EN 的启动,  $I_{OUT} = 8A$

#### 4.5 关断

下图显示了相对于 EN 的 TPS56837EVM 关断波形。

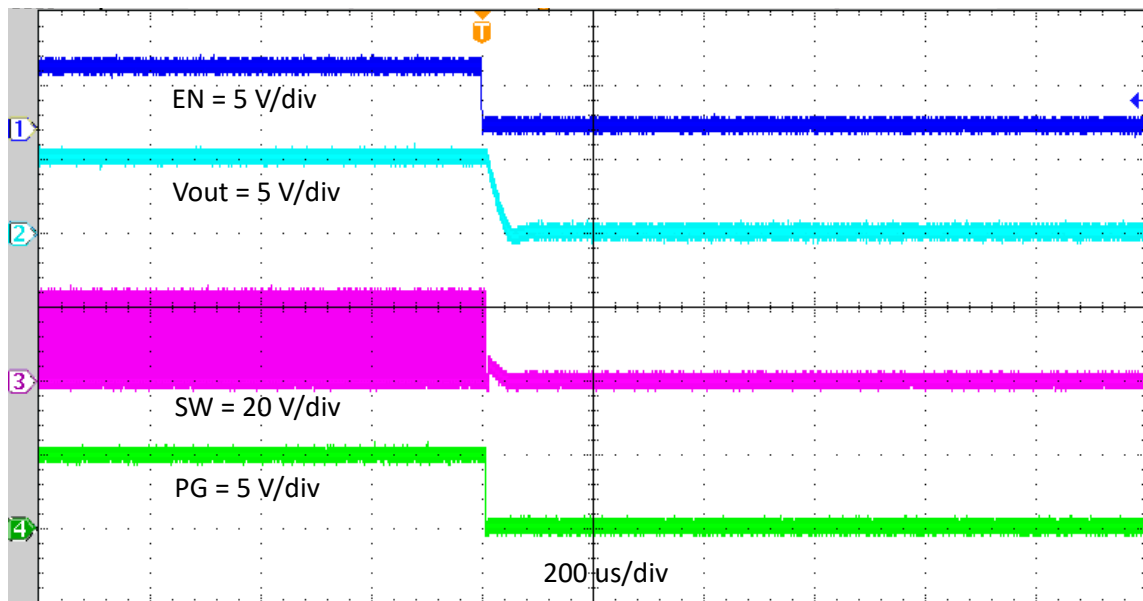


图 4-4. TPS56837EVM 相对于 EN 的关断,  $I_{OUT} = 8A$

## 5 电路板布局

本节提供了 TPS56837EVM, 的说明、电路板布局布线和分层图解。

### 5.1 布局

电路板图像如图 5-1 和图 5-2 所示。电路板布局布线如图 5-3 至图 5-7 所示。顶层包含 VIN、VOUT 和接地端的主要电源布线。另外，顶层还有 TPS56837 引脚的接线和一大块电源地 (PGND) 区域。大多数信号布线也位于顶部。输入去耦电容器 C1、C2 和 C3 应尽可能靠近 IC 放置。输入和输出连接器、测试点和所有元件都位于顶部。中间层 1、中间层 2 和底层主要是 PGND 层。中间层 1 上提供模拟地 (AGND) 区域。图 5-5 显示中间层 1 上的单个点处连接了 AGND 和 PGND。底层包含输出电压反馈布线、EN 控制的 VIN 引脚连接以及测试点连接。

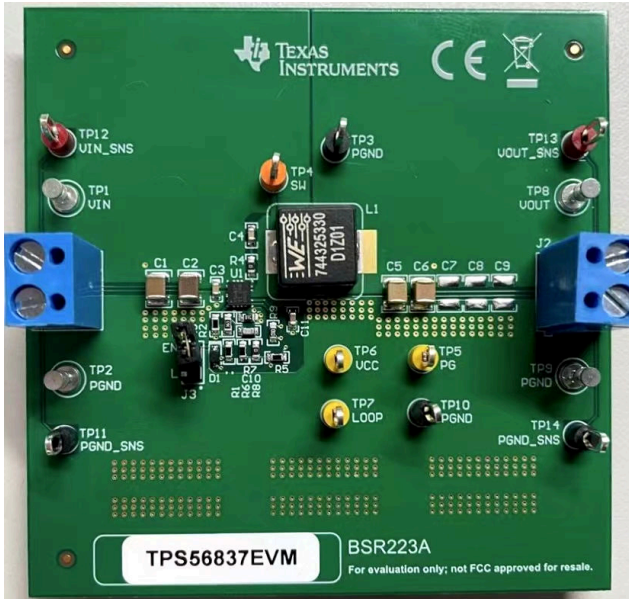


图 5-1. TPS56837EVM 正面照片

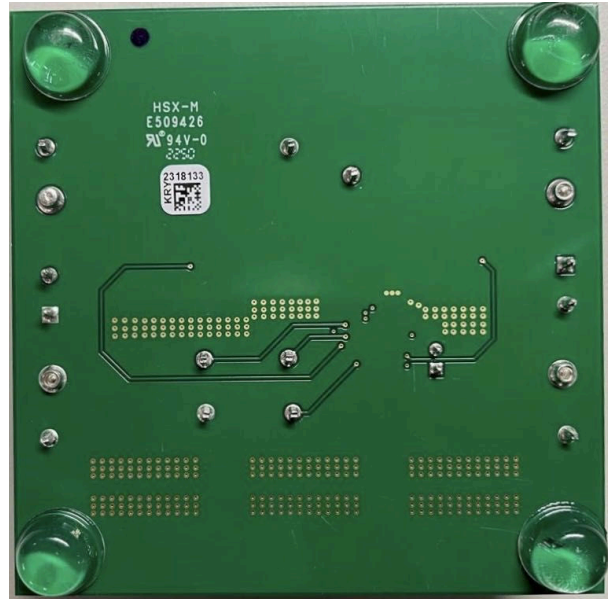


图 5-2. TPS56837EVM 背面照片

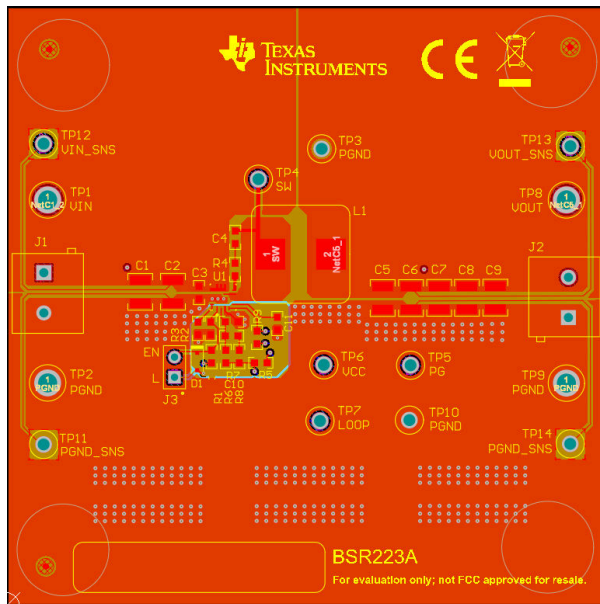


图 5-3. 顶层装配图

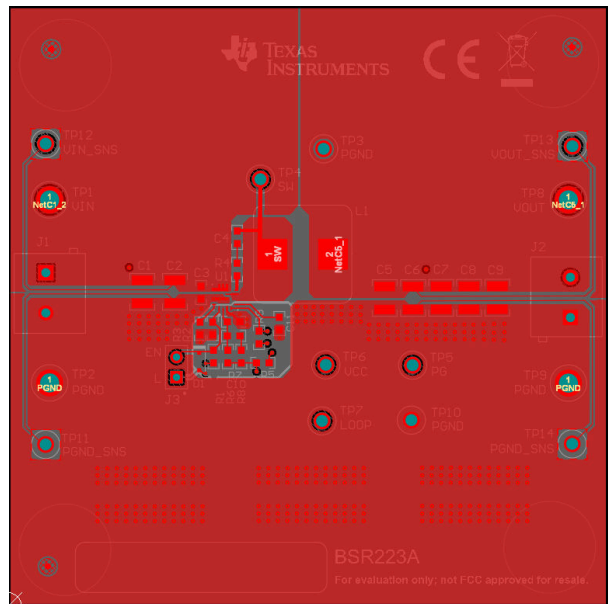


图 5-4. 顶层

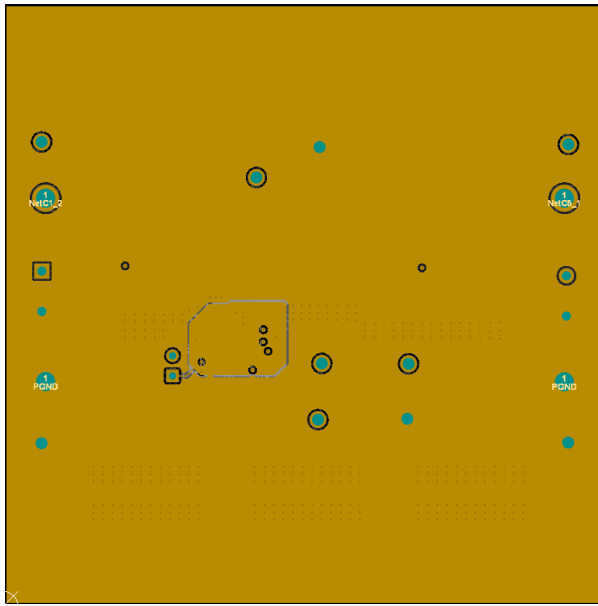


图 5-5. 中间层 1

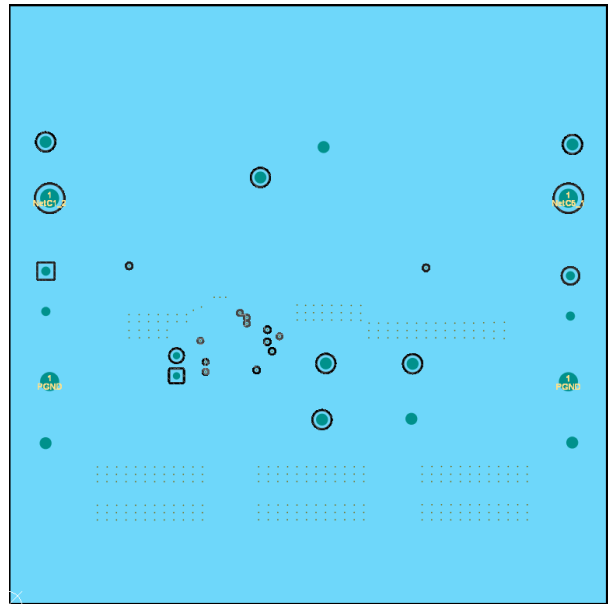


图 5-6. 中间层 2

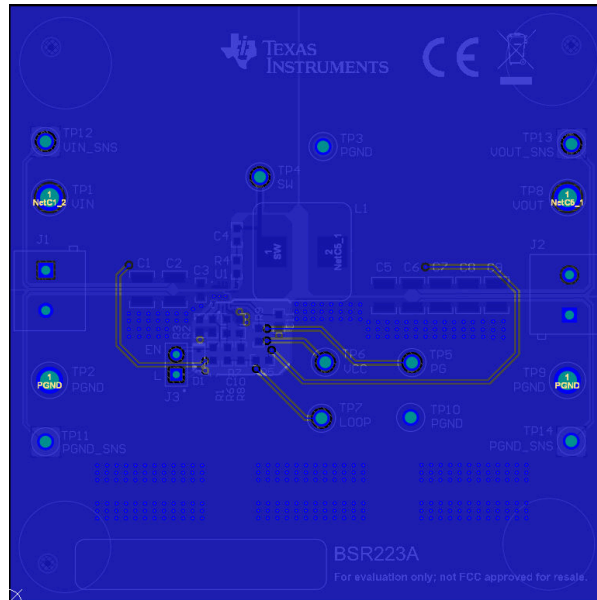


图 5-7. 底层



## 6 原理图、物料清单和参考文献

### 6.1 原理图

图 6-1 是 TPS56837EVM 的原理图。

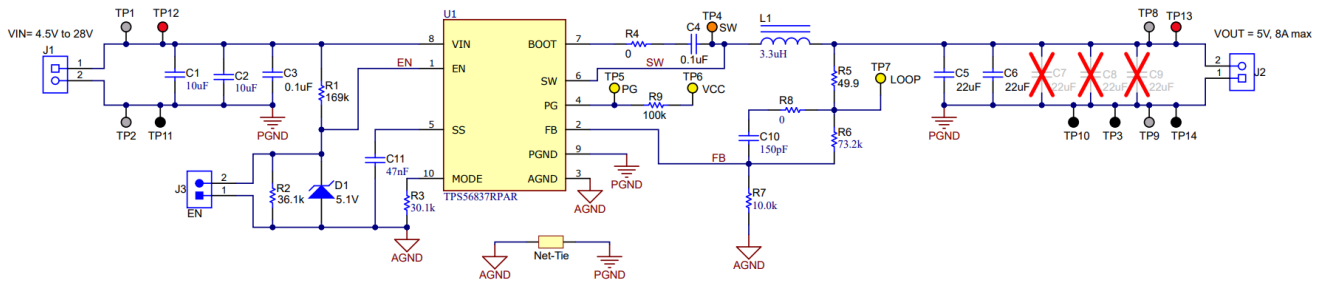


图 6-1. TPS56837EVM 原理图

## 6.2 物料清单

表 6-1. 物料清单

标识符	数量	描述	器件型号	制造商
PCB	1	印刷电路板, 3000mil x 3000mil	BSR223	不限
C1, C2	2	电容, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 35V, +/-10%, X7R, 1210	GRM32ER7YA106KA12L	Murata
C3、C4	2	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	885012206095	Würth Elektronik
C5, C6	2	CAP、CERM、22 $\mu$ F、25V、+/-10%、X7R、1210	GRM32ER71E226KE15L	MuRata
C10	1	电容, 陶瓷, 150pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	GRM1885C1H151JA01D	Murata
C11	1	电容, 陶瓷, 0.047 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H473K080AA	TDK
D1	1	二极管, 齐纳, 5.1V, 200mW, SOD-323	MMSZ5231BS-7-F	Diodes Inc.
H9、H10、H11、 H12	4	Bumpon, 半球形, 0.44 X 0.20, 透明	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1、J2	2	端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	ED120/2DS	On-Shore Technology
J3	1	插头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	TSW-102-07-G-S	Samtec
L1	1	电感器, 屏蔽鼓芯, 超通量, 3.3 $\mu$ H, 12A, 0.0059 $\Omega$ , SMD	744325330	Würth Elektronik
LBL1	1	热转印打印标签, 1.250" (宽) x 0.250" (高) - 10,000/卷	THT-13-457-10	Brady
R1	1	电阻, 169k, 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD07169KL	Yageo America
R2	1	电阻, 36.1k, 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0736K1L	Yageo America
R3	1	电阻, 30.1k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0730K1L	Yageo America
R4	1	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R5	1	电阻, 49.9, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0749R9L	Yageo America
R6	1	电阻, 73.2k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0773K2L	Yageo America
R7	1	电阻, 10.0k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0710KL	Yageo America ( 国巨 )
R8	1	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R9	1	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
SH-J3	1	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec ( 申泰 )
TP1、TP2、 TP8、TP9	4	引脚, 双转塔, TH	1502-2	Keystone
TP3、TP10、 TP11、TP14	4	测试点, 多用途, 黑色, TH	5011	Keystone

表 6-1. 物料清单 (continued)

标识符	数量	描述	器件型号	制造商
TP4	1	测试点, 通用, 橙色, TH	5013	Keystone
TP5、TP6、TP7	3	测试点, 通用, 黄色, TH	5014	Keystone
TP12、TP13	2	测试点, 多用途, 红色, TH	5010	Keystone
U1	1	4.5V 至 28V 输入、8A 同步降压转换器	TPS56837RPAR	德州仪器 (TI)
C7、C8、C9	0	CAP、CERM、22uF、25V、+/-10%、X7R、1210	GRM32ER71E226KE15L	MuRata

### 6.3 参考

- 德州仪器 (TI) , [TPS56837 4.5V 至 28V 输入、8A 同步降压转换器数据表](#)

## 7 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

<b>Changes from Revision * (March 2023) to Revision A (August 2023)</b>	<b>Page</b>
• 更改了 <b>fsw</b> 和 <b>Vout</b> 范围说明.....	<a href="#">2</a>
• 将 <b>fsw</b> 更改为 500kHz.....	<a href="#">2</a>
• 添加了 >5Vout LC 建议值.....	<a href="#">2</a>
• 添加了 800kHz 和 1.2MHz Rmode 选择.....	<a href="#">3</a>

## 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