



## 摘要

本用户指南包含 TPS56637 的相关信息以及 TPS56637EVM-029 评估模块的支持文档。其中包含 TPS56637EVM-029 的性能规格、原理图和物料清单。

## 内容

1 引言.....	2
2 性能规格汇总.....	3
3 更改.....	4
3.1 输出电压设定点.....	4
4 测试设置和结果.....	5
4.1 输入/输出连接.....	5
4.2 启动步骤.....	5
5 电路板布局.....	6
5.1 布局.....	6
6 原理图、物料清单和参考文献.....	8
6.1 原理图.....	8
6.2 物料清单.....	9
6.3 参考文献.....	10
7 修订历史记录.....	10

## 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 引言

TPS56637 是一款自适应导通时间 D-CAP3™ 模式同步直流/直流降压转换器，能够提供 6A 的连续输出电流。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 和监视器) 进行了优化。TPS56637 集成了可承受 30V 电压的 MOSFET，适用于由 24V 总线电源线供电的应用。D-CAP3™ 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。为了能够用于更多的应用，TPS56637 器件在轻负载运行时提供了 FCCM 和 Eco-mode 供选择。此外，D-CAP3 模式输出可支持高达 13V 的电压。表 1-1 显示了该评估模块的额定输入电压和输出电流范围。

TPS56637EVM-029 评估模块 (EVM) 是单通道同步降压转换器，可通过 4.5V 至 28V 的输入在 6A 电流下提供 5V 的输出。本用户指南介绍了 TPS56637EVM-029 的性能。

**表 1-1. 输入电压和输出电流汇总**

EVM	输入电压 ( $V_{IN}$ ) 范围	输出电流 ( $I_{OUT}$ ) 范围
TPS56637EVM-029	4.5V 至 28V	0A 至 6A

## 2 性能规格汇总

表 2-1 中提供了 TPS56637EVM-029 性能规格的汇总。除非另有说明，给出的规格适用于  $V_{IN} = 24V$  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  $25^{\circ}C$ 。

**表 2-1. TPS56637EVM-029 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 ( $V_{IN}$ )		4.5	24	28	V
输出电压			5		V
工作频率	$V_{IN} = 24V, I_O = 6A$		500		kHz
输出电流范围		0		6	A
输出纹波电压	$V_{IN} = 24V, I_O = 6A$		30		mV <sub>PP</sub>
最大效率	$V_{IN} = 24V, I_O = 3A$		92		%

### 3 更改

这些评估模块用于访问 TPS56637 的功能。此模块可能会做出一些修改。

#### 3.1 输出电压设定

要改变 EVM 的输出电压，需要改变电阻器 R6 的阻值。更改 R6 的阻值可以更改 0.6V 以上的输出电压。特定输出电压下的 R6 阻值可以使用 [方程式 1](#) 计算得出。

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

[表 3-1](#) 列出了一些常见输出电压下的 R6 阻值。

**表 3-1. 建议的元件值**

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)			C9 (pF) <sup>(4)</sup>	R8 (kΩ) <sup>(4)</sup>
				最小值	典型值	最大值		
1.05	7.5	10.0	1	30	35	100		
1.2	10	10.0	1	30	35	100		
1.8	20	10.0	1.2	30	35	100		
3.3	45.3	10.0	2.2	20	35	100	100 至 220	20
5	73.2	10.0	3.3	20	30	100	100 至 220	20
12	191	10.0	5.6	25	30	100	100 至 220	20

- (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) V<sub>OUT</sub>=0.6V 时，R6=0Ω
- (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。应仔细研究任何电容器组的偏置和温度变化，以确保提供有效电容的最小值。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 C9 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。

## 4 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS56637EVM-029。另外还包括评估模块的典型测试结果及效率、输出负载调整率、输出线性调整率、负载瞬态响应、输出电压纹波、输入电压纹波、启动和开关频率。

### 4.1 输入/输出连接

表 4-1 显示了 TPS56637EVM-029 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 6 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 6 A。必须最大限度地减少导线长度以降低导线中的损耗。测试点 TP1 可监测  $V_{IN}$  输入电压，而 TP2 提供了便捷的接地基准。在以 TP9 作为接地基准的情况下，TP8 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	$V_{OUT}$ , 6A 时为 5 V (最大值)
J3	EN 控制。将 EN 连接至 GND 以禁用
TP1	$V_{IN}$ 连接器上的 $V_{IN}$ 测试点
TP2	$V_{IN}$ 连接器上的 GND 测试点
TP3	$V_{IN}$ 连接器上的 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	$V_{OUT}$ 连接器上的输出电压测试点
TP9	AGND 附近的 GND 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。

## 5 电路板布局

本节提供了 TPS56637EVM-029 的说明、电路板布局布线和分层图解。

### 5.1 布局

图 5-3、图 5-4 和图 5-7 显示了 TPS56637EVM-029 的电路板布局布线。顶层包含 VIN、VOUT 和接地端的主要电源布线。另外，顶层还有 TPS56637 引脚的接线和一大块接地区域。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。GND 层 1、GND 层 2 和底层主要是电源接地层。在 GND 层 1、GND 层 2 和底层提供模拟地 (AGND) 区域。图 5-7 显示了模拟地 (AGND) 和电源地 (PGND) 在底层单点连接。底层包含输出电压反馈布线以及与 EN 控制的 VIN 引脚的连接。

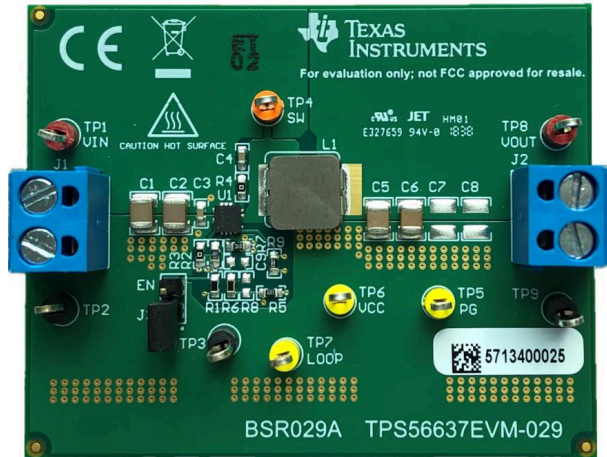


图 5-1. TPS56637EVM-029 正面照片

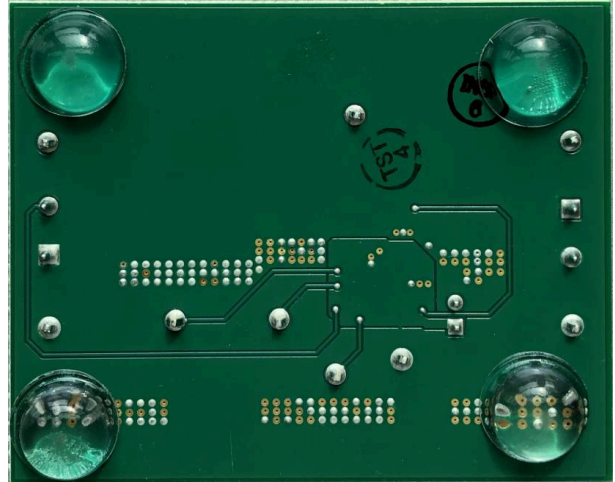


图 5-2. TPS56637EVM-029 背面照片

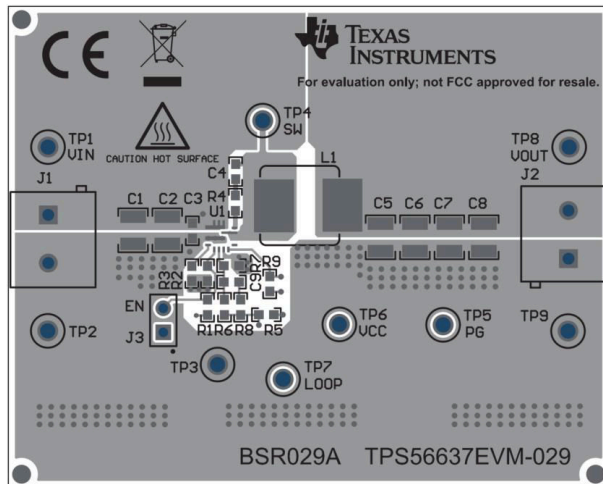


图 5-3. 顶层装配图

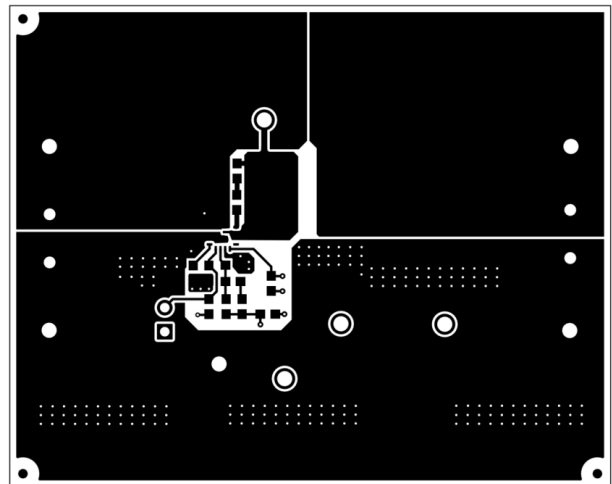


图 5-4. 顶层

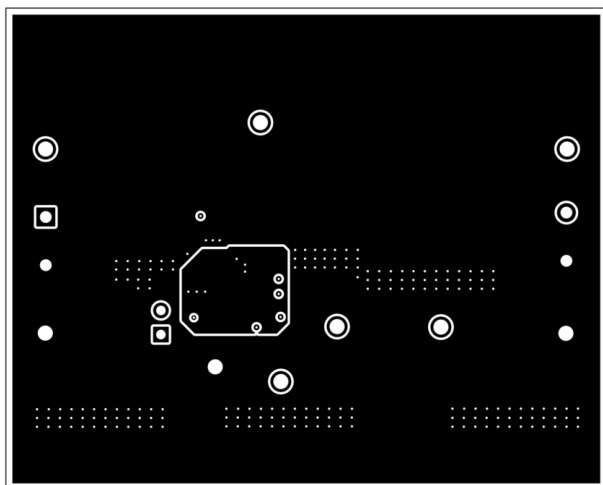


图 5-5. GND 层 1

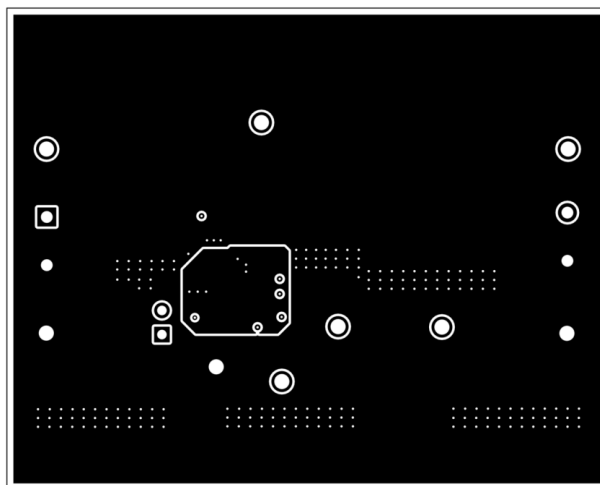


图 5-6. GND 层 2

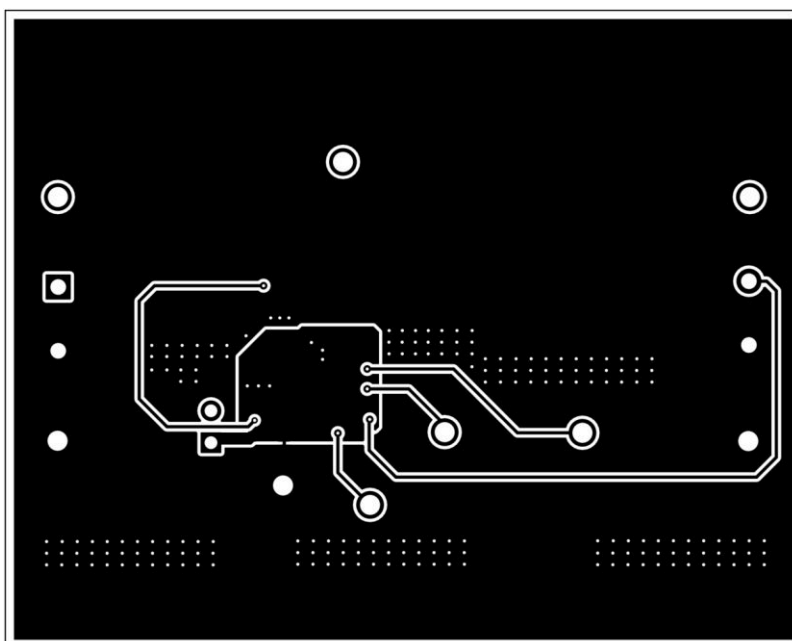
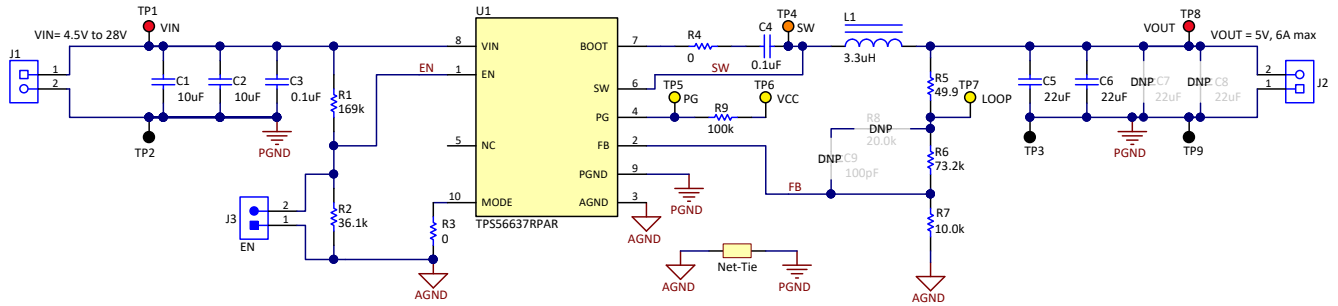


图 5-7. 底层

## 6 原理图、物料清单和参考文献

### 6.1 原理图

图 6-1 是 TPS56637EVM-029 的原理图。



Copyright © 2017, Texas Instruments Incorporated

图 6-1. TPS56637EVM-029 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, 2000mil x 2500mil	BSR029	不限
C1, C2	2	电容器, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 35V, +10%, X7R, 1210	GRM32ER7YA106KA12L	Murata
C3, C4	2	电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +10%, X7R, 0603	885012206095	Wurth Elektronik
C5, C6	2	电容器, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 25V, $\pm$ 10%, X7R, 1210	GRM32ER71E226KE15L	Murata
H9, H10, H11, H12	4	Bumpon, 透明, 半球形, 0.44 X 0.20, 清晰	SJ-5303 (CLEAR)	3M
J1, J2	2	端子块, 5.08mm, 2 x 1, 黄铜, TH	ED120/2DS	On-Shore Technology
J3	1	接头, 100mil, 2 x 1, 金, TH	TSW-102-07-G-S	Samtec
L1	1	电感器, 屏蔽, 铁粉, 3.3 $\mu$ H, 9.7A, 0.0149 $\Omega$ , SMD	IHLP3232DZER3R3M11	Vishay-Dale
R1	1	电阻器, 169k $\Omega$ , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD07169KL	Yageo America
R2	1	电阻器, 36.1k $\Omega$ , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0736K1L	Yageo America
R3, R4	2	电阻器, 0 $\Omega$ , 5%, 0.1W, 0603	CRCW06030000Z0EA	Vishay-Dale
R5	1	电阻器, 49.9 $\Omega$ , 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0749R9L	Yageo America
R6	1	电阻器, 73.2k $\Omega$ , 0.1%, 0.1W, 0603	RG1608P-7322-B-T5	Susumu Co Ltd
R7	1	电阻器, 10.0k $\Omega$ , 0.1%, 0.1W, 0603	RT0603BRD0710KL	Yageo America
R9	1	电阻器, 100k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
TP1, TP8	2	测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone
TP2, TP3, TP9	3	测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone
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
U1	1	具有 ULQ-mode 的 4.5V 至 28V 输入、6A 同步降压转换器, RPA0010A (VQFN-HR-10)	TPS56637-RPA	德州仪器 (TI)
C7, C8	0	电容器, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 25V, $\pm$ 10%, X7R, 1210	GRM32ER71E226KE15L	Murata
C9	0	电容器, 陶瓷, 100pF, 25V, $\pm$ 10%, X7R, 0603	GCM1885C1H680JA16D	Murata
R8	0	电阻器, 20.0k $\Omega$ , 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE0720KL	Yageo America
FID1, FID2, FID3	0	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用

### 6.3 参考文献

- 德州仪器 (TI) [TPS56637 具有 ULQ-Mode™ 的 4.5V 至 28V 输入、6A 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 A (September 2019) to Revision B (June 2021)</b>	<b>Page</b>
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	<a href="#">2</a>
• 更新了用户指南的标题.....	<a href="#">2</a>

<b>Changes from Revision * (May 2018) to Revision A (September 2019)</b>	<b>Page</b>
• 添加了 TPS56637EVM-029 电路板图像.....	<a href="#">6</a>

## 重要声明和免责声明

TI 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安全、安保或其他要求。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 (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) 或 [ti.com](https://www.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。

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2021, 德州仪器 (TI) 公司

## 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