

# EVM User's Guide: TPS564252 TPS564255 TPS564257

## 降压转换器评估模块



### 说明

TPS56425X 评估模块 (EVM) 是一款采用 SOT563 封装的简单易用型 4A 同步降压转换器。

TPS56425XEVM 是经过全面组装和测试的电路，用于评估 TPS56425X 降压转换器。该 EVM 的输入电压范围为 3V 至 17V (12V 标称电压)，可提供 1.05V/4A 的输出，且具有用于测量反馈环路的交流信号注入端子。

### 特性

- 输入电压范围为 3V 至 17V
- 0.6V 至 10 V 输出电压范围
- 输出电流高达 4A
- ECO 模式/FCCM 模式/OOA 模式
- 快速瞬态响应

### 应用

- WLAN/Wi-Fi 接入点、开关、路由器
- 专业音频、监控、无人机
- 电视、STB 和 DVR、智能扬声器
- 固态硬盘
- 电表

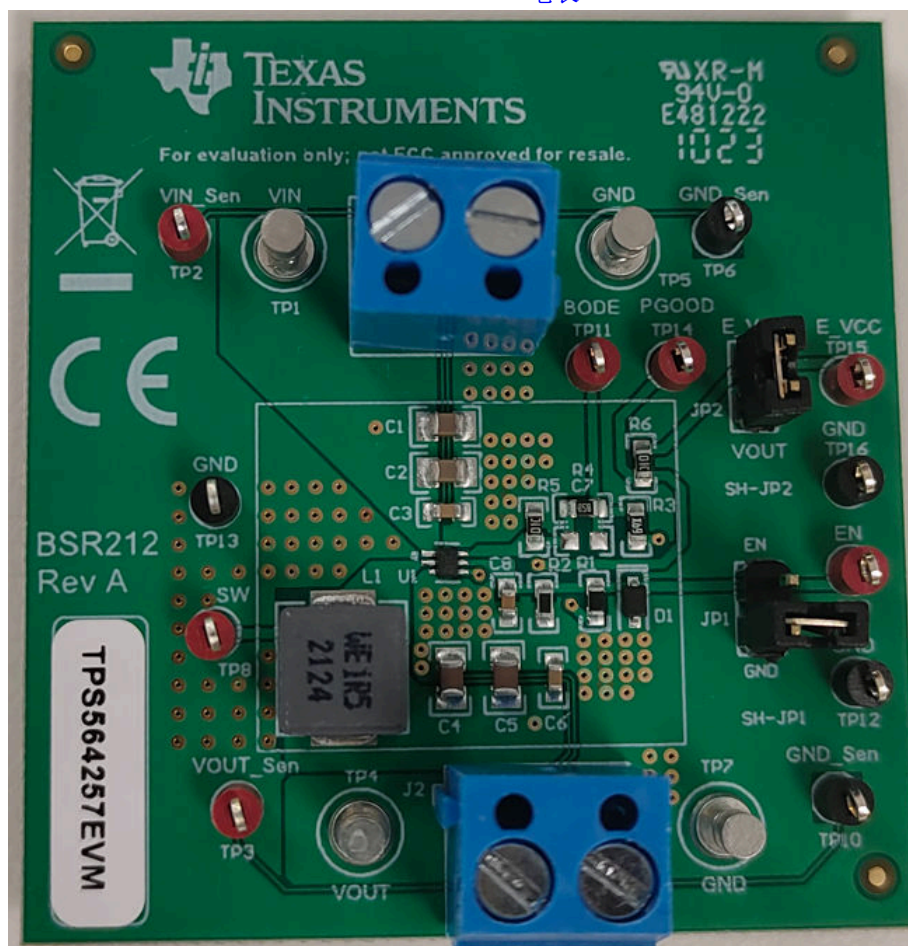


图 1-1. TPS56425xEVM 电路板 (顶层)

## 1 评估模块概述

本用户指南介绍了 TPS564252EVM、TPS564255EVM 和 TPS564257EVM。三者轻负载条件下的行为不同。TPS564252 以 Eco-mode 运行，TPS564255 以 OOA 模式运行，TPS564257 以 FCCM 模式运行。本用户指南包含 TPS564252、TPS564255 和 TPS564257 的相关信息，以及 TPS564252EVM、TPS564255EVM 和 TPS564257EVM 评估模块的支持文档。本文档还包括 TPS564252EVM、TPS564255EVM 和 TPS564257EVM 的性能规格、电路板布局布线、原理图和物料清单。

- 性能规格
- 电路板布局布线
- 原理图
- 物料清单

### 1.1 引言

在轻负载条件下，TPS564252 在 Eco 模式下运行，可通过改变开关频率来实现更高的效率；TPS564257 在 FCCM 模式下运行，可保持恒定的开关频率，TPS564255 在 OOA 模式下运行，可避免音频噪声。二者的主要区别在于在轻负载条件下的运行，其他行为类似。本用户指南主要介绍 TPS564252，还涵盖了 TPS564257 和 TPS564255 不同于 TPS564252 的一些特性。

TPS56425x 是一款单通道自适应导通时间 D-CAP3™ 控制模式同步降压转换器，需要很少的外部元件。D-CAP3 控制模式电路针对低 ESR 输出电容器（如 POSCAP、SP-CAP 或陶瓷型）进行了优化，支持快速瞬态响应，无需外部补偿。开关频率在内部设置为 600 KHz 的标称频率。TPS56425x 封装内部整合了高侧和低侧开关 MOSFET 以及栅极驱动电路。MOSFET 的低漏源导通电阻和快速开关压摆率能使 TPS56425x 实现高效率，并帮助在高输出电流下保持低结温。正确配置使能与电源正常指示器可实现电源时序控制。TPS56425x 直流/直流同步转换器旨在通过 3V 至 17V 的输入电压源支持高达 4A 的连续电流。输出电压范围为 0.6V 至 10V。表 1-1 中给出了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。

TPS564252EVM 评估模块 (EVM) 是单通道同步降压转换器，可在 3V 至 17V 输入范围内以 4A 电流提供 1.05V 的输出。本用户指南介绍了 TPS564252EVM 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 |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------|
| TPS564252EVM | $V_{IN} = 3\text{ V 至 }17\text{ V}$ | 0A 至 4A               |
| TPS564257EVM | $V_{IN} = 3\text{ V 至 }17\text{ V}$ | 0A 至 4A               |
| TPS564255EVM | $V_{IN} = 3\text{ V 至 }17\text{ V}$ | 0A 至 4A               |

### 1.2 套件内容

- 一个 TPS56425XEVM 电路板
- EVM 免责声明自述文件

### 1.3 规格

该 EVM 的输入电压范围为 3V 至 17V (12V 标称电压)，可提供 1.05V/4A 的输出，且具有用于测量反馈环路的交流信号注入端子。节 4 和节 5.1 中显示了规格、应用信息和原理图。

### 1.4 器件信息

这个 EVM 中使用了同步降压转换器 TPS56425X，可实现高效的电力输送和电压转换。TPS564252 在 Eco-mode 下运行，可在轻负载时保持高效率。TPS564257 在 FCCM 模式下运行，可在所有负载条件下保持相同的频率和较低输出纹波。TPS564255 在 OOA 模式下运行，可防止产生音频噪声。

## 器件信息

| 器件型号      | 模式   | 封装                  |
|-----------|------|---------------------|
| TPS564252 | ECO  | DRL ( SOT-563 , 6 ) |
| TPS564255 | OOA  |                     |
| TPS564257 | FCCM |                     |

## 2 性能规格汇总

表 2-1 中提供了 TPS564252EVM 性能规格的摘要。除非另有说明，给出的规格适用于  $V_{IN} = 12V$  输入电压和 1.05V 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. 性能规格摘要

| 规格      | 测试条件                           | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位               |
|---------|--------------------------------|-----|------|-----|------------------|
| 输入电压范围  |                                | 3   | 12   | 17  | V                |
| 输出电压设定点 |                                |     | 1.05 |     | V                |
| 运行频率    | $V_{IN} = 12V, I_O = 2A$       |     | 600  |     | KHz              |
| 输出电流范围  |                                | 0   |      | 4   | A                |
| 过流限值    | $V_{IN} = 12V, L_O = 1.5\mu H$ |     | 5.6  |     | A                |
| 输出纹波电压  | $V_{IN} = 12V, I_O = 4 A$      |     | 11   |     | mV <sub>PP</sub> |

## 3 输出电压设定点

可以通过更改电阻器  $R_4$  ( $R_{UPPER}$ ) 和  $R_5$  ( $R_{LOWER}$ ) 的阻值来选择 EVM 的输出电压。在特定输出电压下， $R_4$  阻值可以使用 [方程式 1](#) 计算得出。输出电压可通过输出节点和 FB 引脚间的电阻分压器进行设置。TI 建议采用容差为 1% 或更优的分压电阻器。 $R_4$  ( $R_{FBB}$ ) 起始阻值为 10k $\Omega$  或 30k $\Omega$ ，并使用 [方程式 1](#) 来计算  $R_5$  ( $R_{FBT}$ )。为了提高轻载时的效率，请考虑使用具有更大值的电阻器。如果值太大，稳压器更容易受到噪声的影响，并且 FB 输入电流产生的电压误差也很明显。

$$V_{OUT} = 0.6 \times \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right) \quad (1)$$

## 4 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS564252EVM。本节还包含评估模块的典型测试结果和以下内容：

- 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
- 启动
- 关断

### 4.1 输入/输出连接

如表 4-1 中所示，TPS564252EVM 附带输入/输出连接器和测试点。图 4-1 展示了 TPS564252EVM 电路板上的连接器和跳线布置。

必须通过一对 20 AWG 导线将能够提供 4 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 4 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 TP2 提供了一个监测  $V_{IN}$  输入电压的位置，而 TP6 提供了便捷的接地基准。在以 TP10 作为接地基准的情况下，TP3 用于监测输出电压。

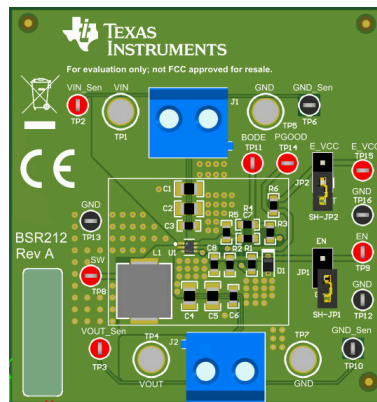


图 4-1. TPS564252EVM 连接器和跳线布置

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                      | $V_{OUT}$ , 4A 时为 1.05V (最大值)       |
| JP1                     | EN 控制。将 EN 分流至 GND 以禁用              |
| TP1                     | $V_{IN}$ 正功率点                       |
| TP2                     | $V_{IN}$ 正监测点                       |
| TP3                     | $V_{OUT}$ 正监测点                      |
| TP4                     | $V_{OUT}$ 正功率点                      |
| TP5、TP7                 | GND 功率点                             |
| TP6、TP10、TP12、TP13、TP16 | GND 监测点                             |
| TP8                     | 开关节点测试点                             |
| TP9                     | EN 测试点                              |
| TP11                    | 环路响应测量测试点                           |
| TP14                    | PGOOD 监测点                           |
| TP15                    | PGOOD 上拉的外部 VCC 点                   |

## 4.2 启动步骤

1. 确认覆盖 JP1 (使能端控制) 引脚 1 和 2 处的跳线, 以将 EN 分流至 GND, 从而禁用输出。
2. 向 VIN (J1-2) 和 GND (J1-1) 施加适当的输入电压。
3. 移动 J1 (使能控制) 引脚 2 和 1 处 (EN 和 GND) 的跳线, 启用输出。

## 4.3 效率

图 4-2 展示了 TPS564252EVM 在 25°C 环境温度下的效率。图 4-3 展示了 TPS564257EVM 在 25°C 环境温度下的效率。图 4-4 展示了 TPS564255EVM 在 25°C 环境温度下的效率。

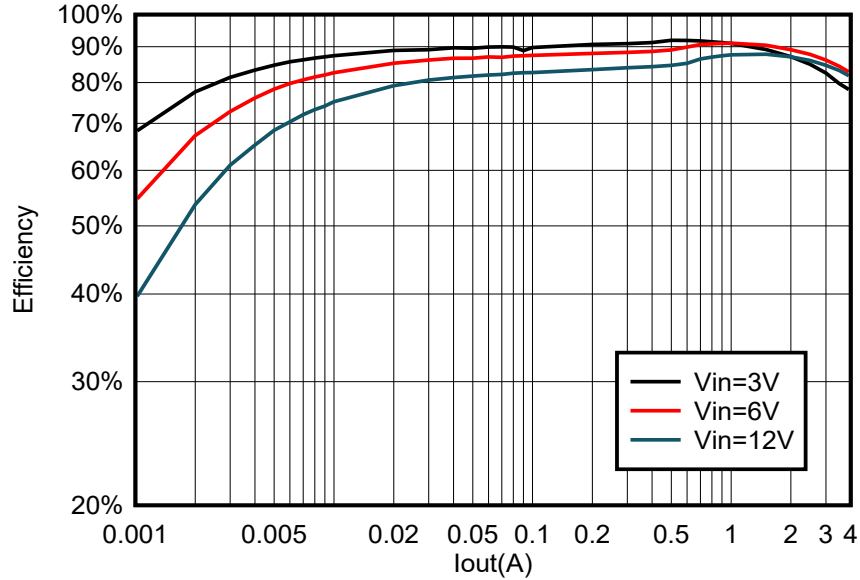


图 4-2. TPS564252EVM 效率

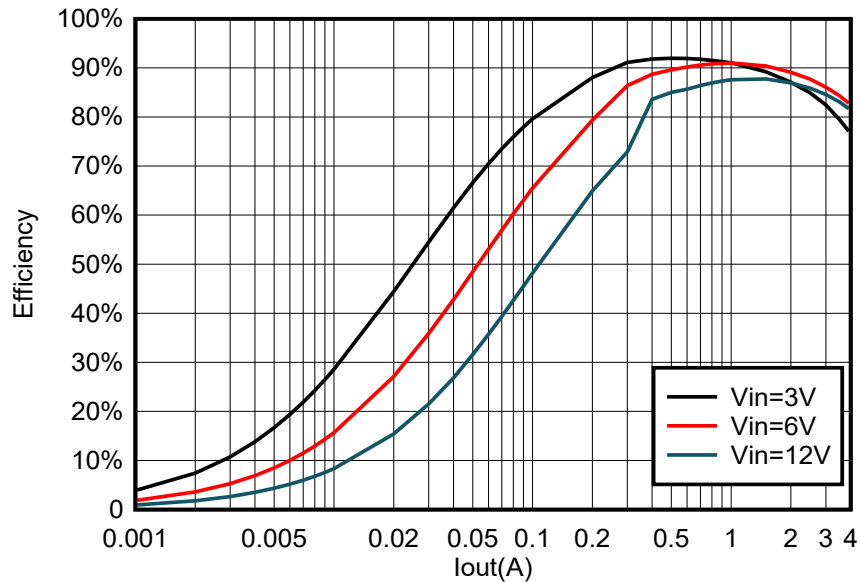


图 4-3. TPS564257EVM 效率

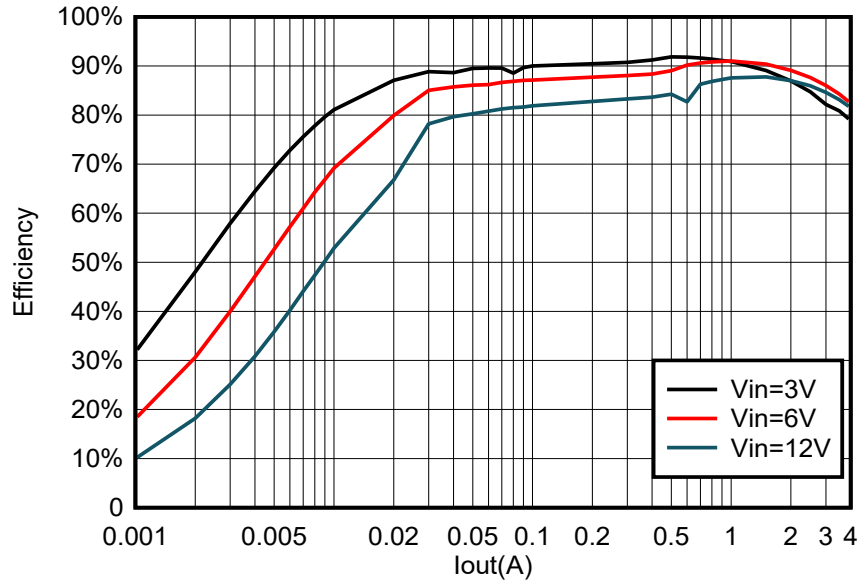


图 4-4. TPS564255EVM 效率

#### 4.4 负载调整率

图 4-5 展示了 TPS564252EVM 的负载调整率。图 4-6 展示了 TPS564257EVM 的负载调整率。图 4-7 展示了 TPS564255EVM 的负载调整率。

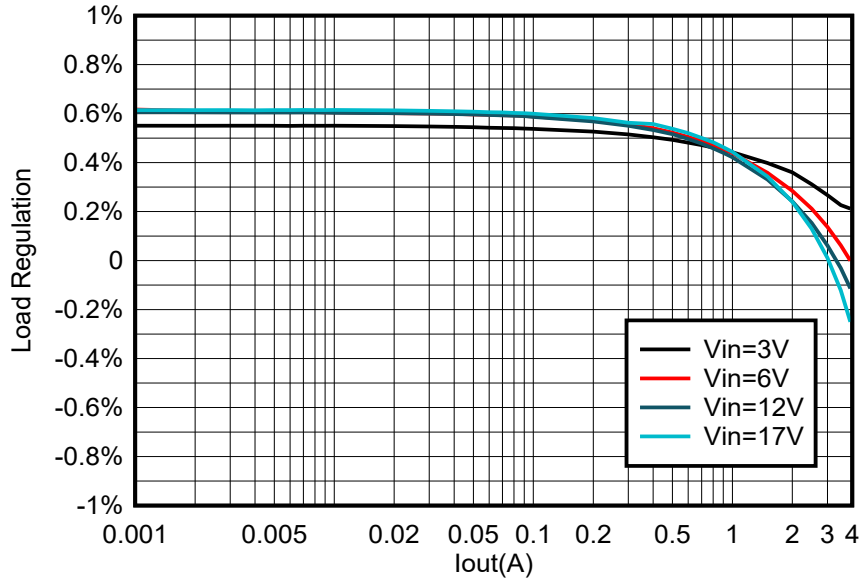


图 4-5. TPS564252EVM 负载调整率

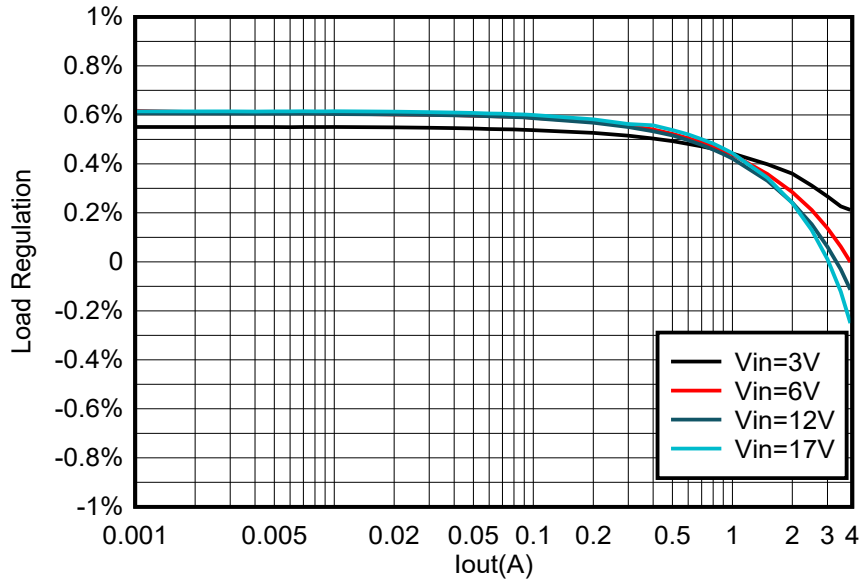


图 4-6. TPS564257EVM 负载调整率

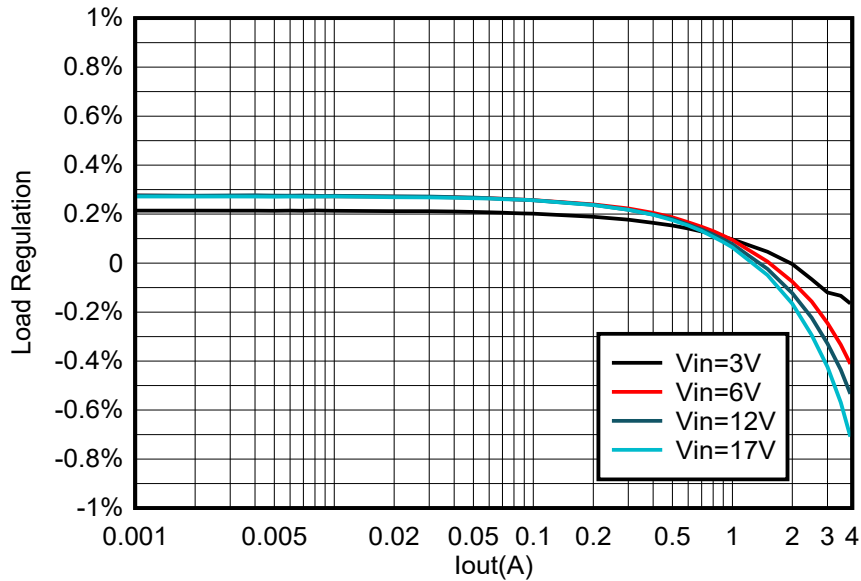


图 4-7. TPS564255EVM 负载调整率



## 4.5 线性调整率

图 4-8 展示了 TPS564252EVM 的线性调整率。图 4-9 展示了 TPS564257EVM 的线性调整率。图 4-10 展示了 TPS564255EVM 的线性调整率。

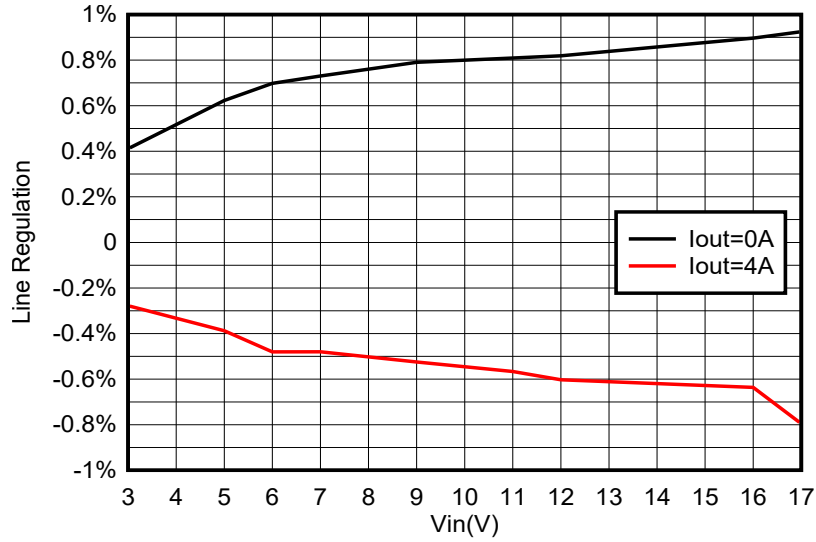


图 4-8. TPS564252EVM 线性调整率

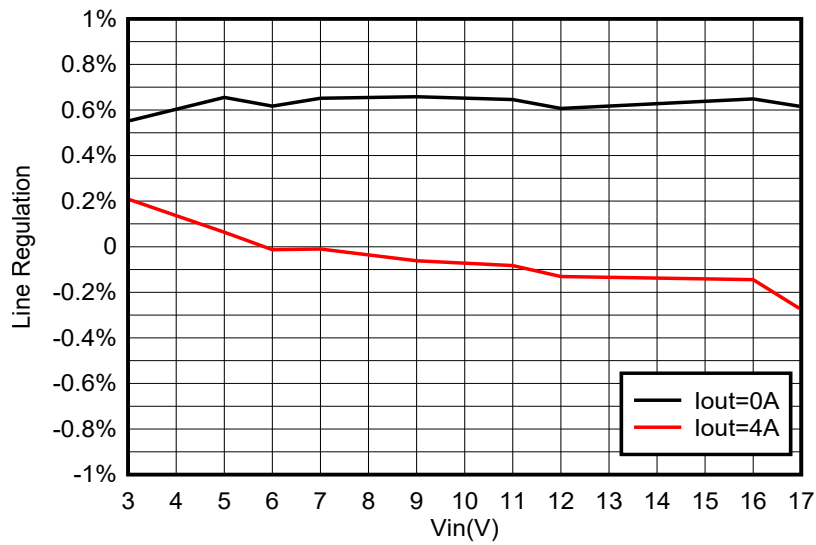


图 4-9. TPS564257EVM 线性调整率

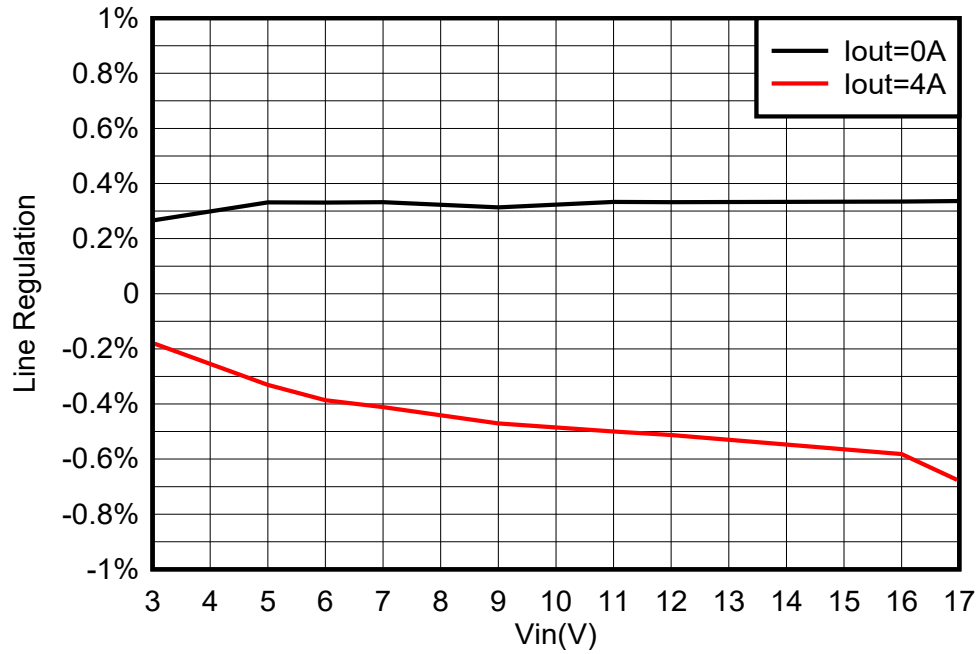


图 4-10. TPS564255EVM 线性调整率

#### 4.6 负载瞬态响应

图 4-11 展示了 TPS564252EVM 对负载瞬态的响应。图 4-12 展示了 TPS564257EVM 对负载瞬态的响应。图 4-13 展示了 TPS564255EVM 对负载瞬态的响应。电流阶跃压摆率设置为  $2.5\text{A}/\mu\text{s}$ 。

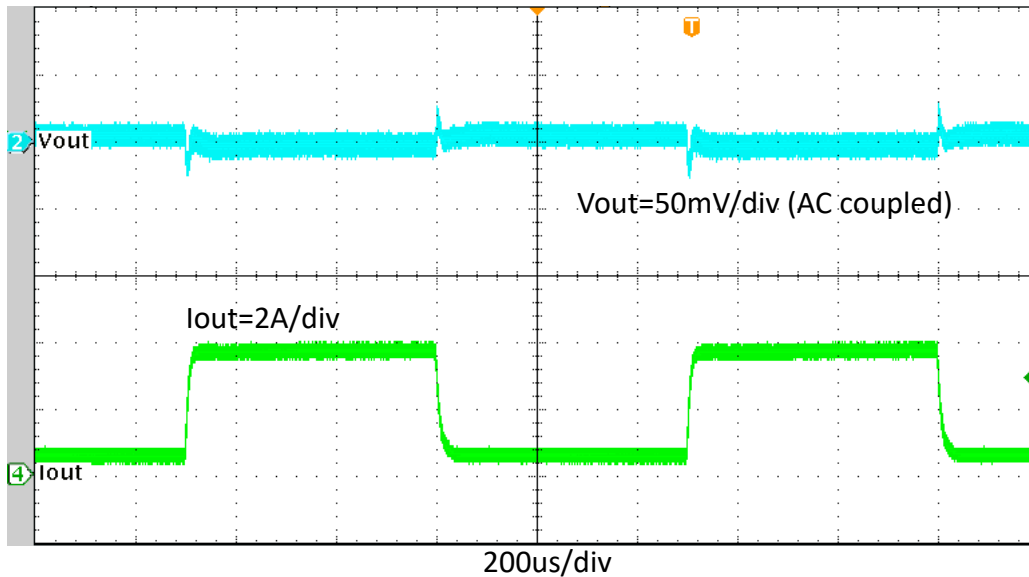


图 4-11. TPS564252EVM 负载瞬态响应，10% 至 90% ( 0.4A 至 3.6A ) 负载阶跃

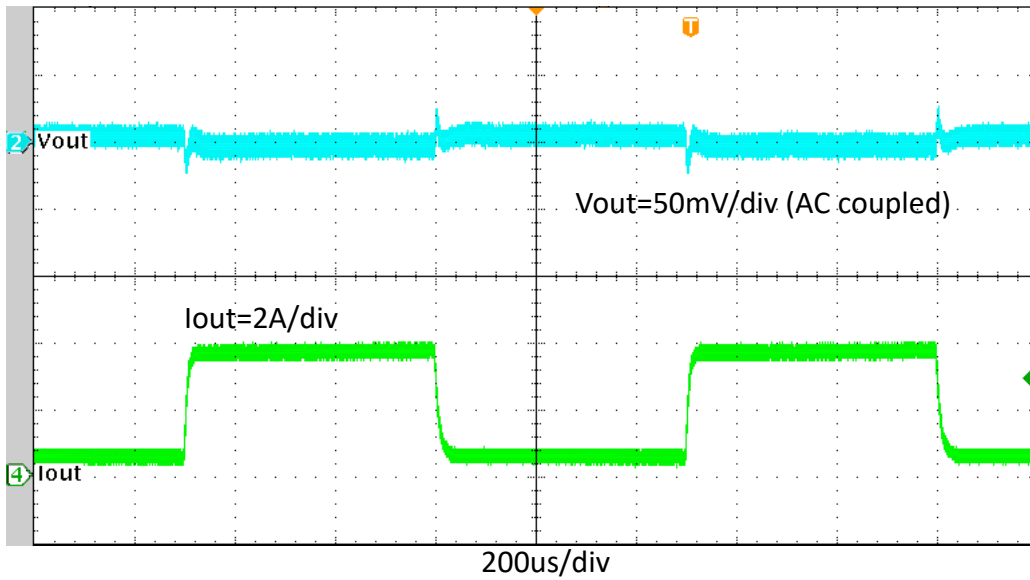


图 4-12. TPS564257EVM 负载瞬态响应，10% 至 90% ( 0.3A 至 3.6A ) 负载阶跃

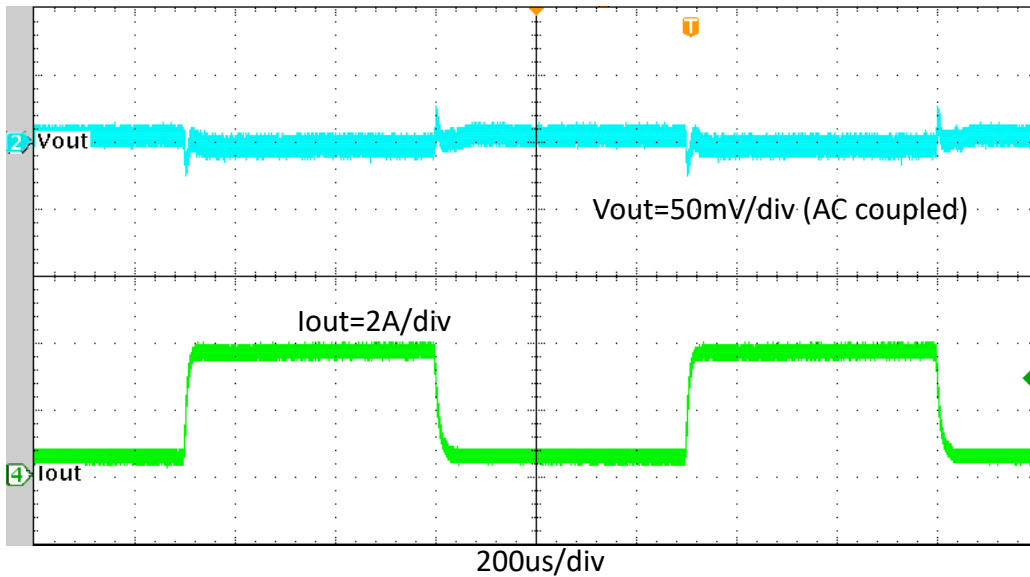


图 4-13. TPS564255EVM 负载瞬态响应，10% 至 90% ( 0.3A 至 3.6A ) 负载阶跃

## 4.7 启动

图 4-14 展示了 TPS564252EVM 相对于  $V_{IN}$  的启动波形。负载为 4 A。

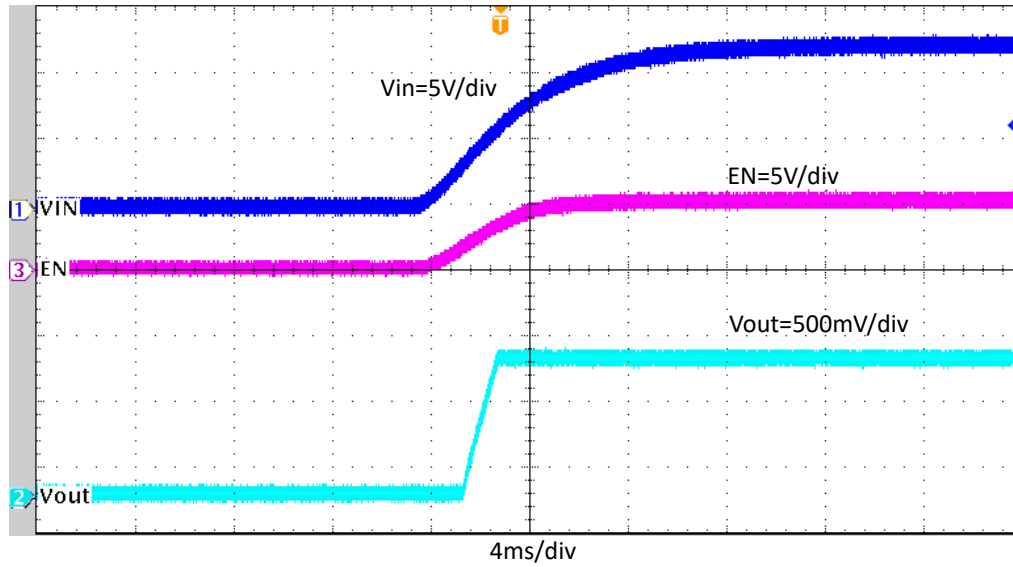


图 4-14. TPS564252EVM 相对于  $V_{IN}$  的启动

图 4-15 展示了 TPS564252EVM 相对于使能端 (EN) 的启动波形。负载为 4 A。

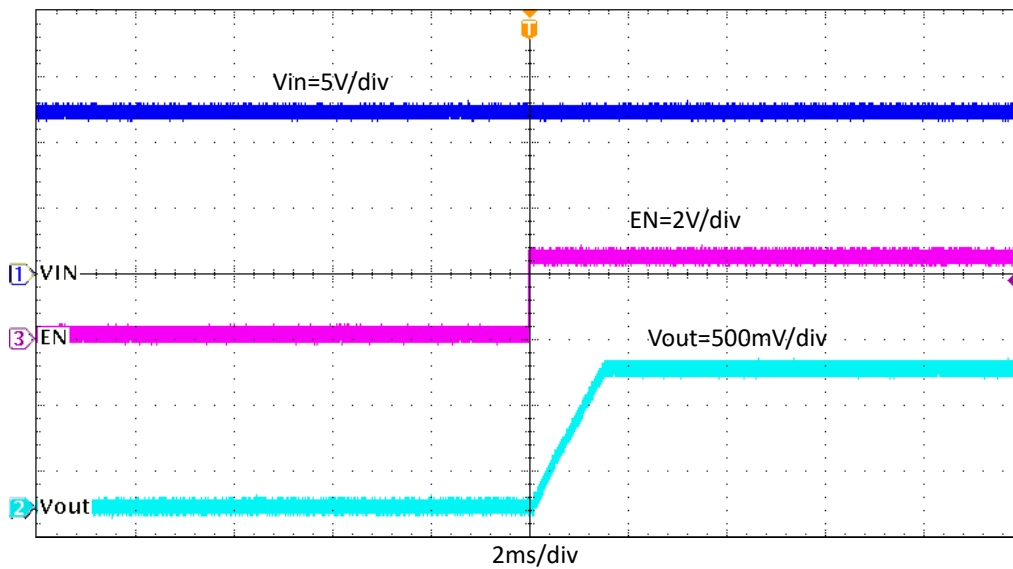


图 4-15. TPS564252EVM 相对于  $EN$  的启动

## 4.8 关断

图 4-16 展示了 TPS564252EVM 相对于  $V_{IN}$  的关断波形。负载为 4 A。

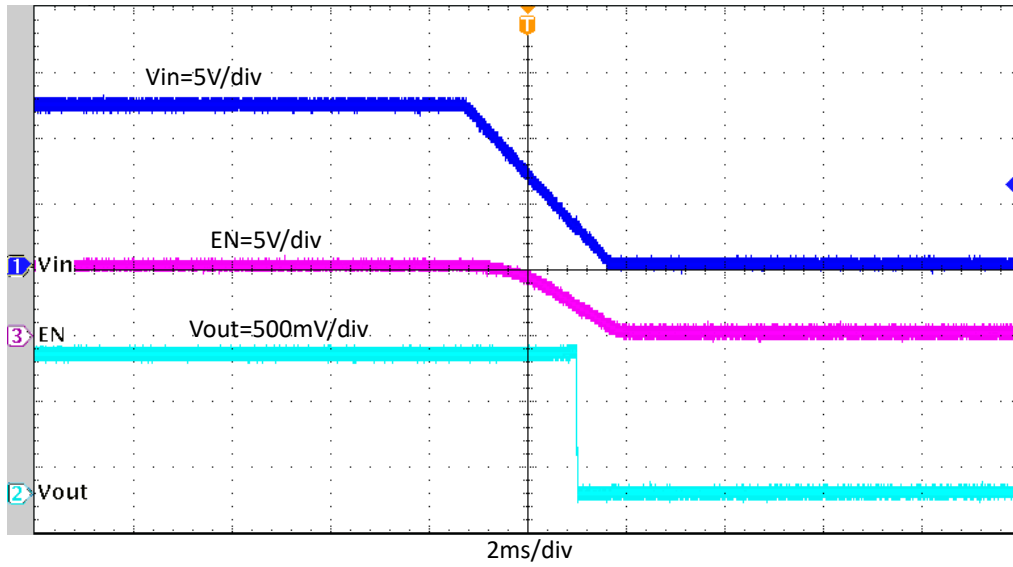


图 4-16. TPS564252EVM 相对于  $V_{IN}$  的关断

图 4-17 展示了 TPS564252EVM 相对于使能端 (EN) 的关断波形。负载为 4 A。

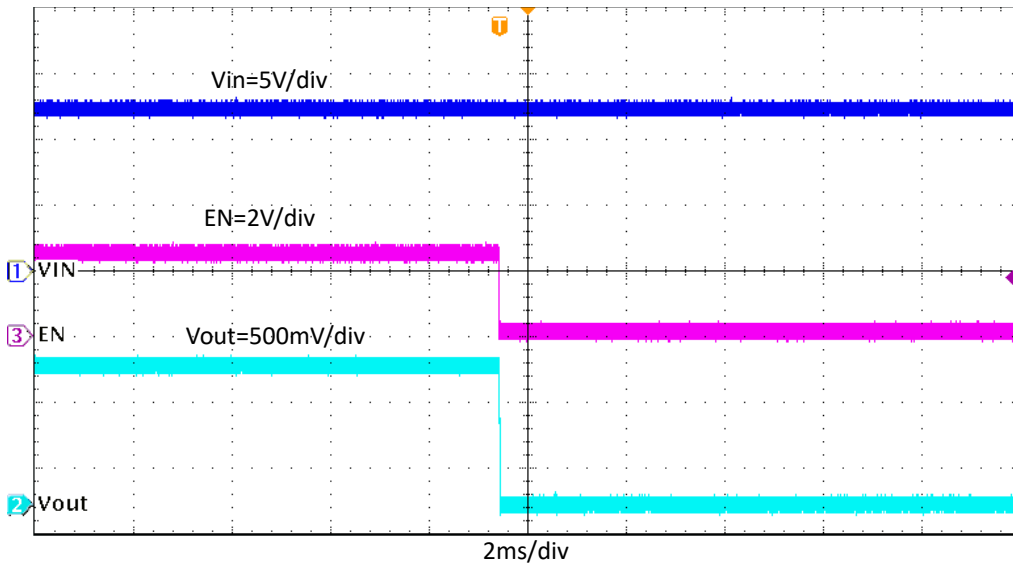


图 4-17. TPS564252EVM 相对于 EN 的关断

## 4.9 输出电压纹波

图 4-18 和图 4-19 展示了 TPS564252EVM 输出电压纹波。图 4-20 展示了 TPS564257EVM 输出电压纹波。图 4-21 展示了 TPS564255EVM 输出电压纹波。输出电流如图中所示。

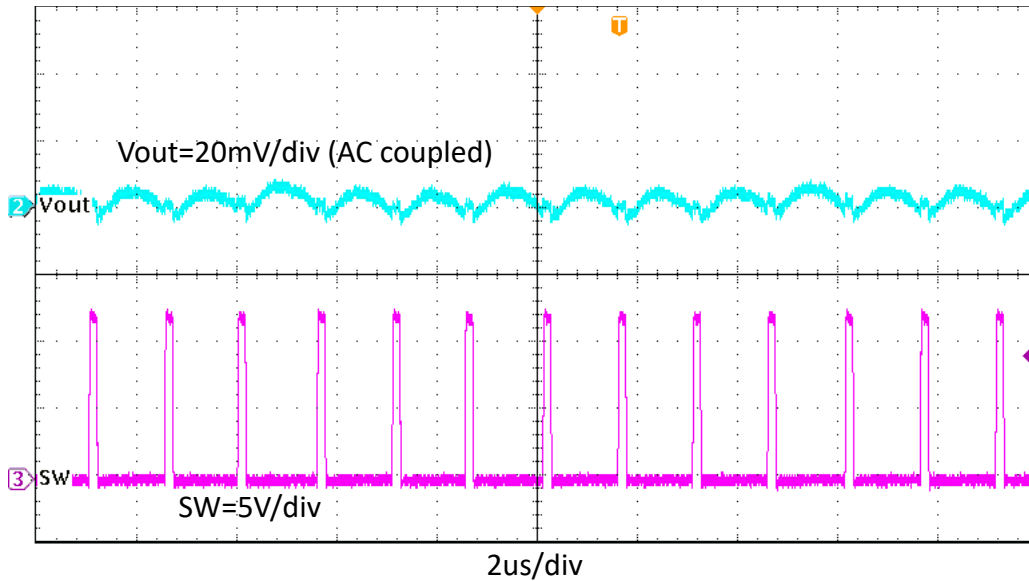


图 4-18. TPS564252EVM 输出电压纹波， $I_{OUT} = 4A$

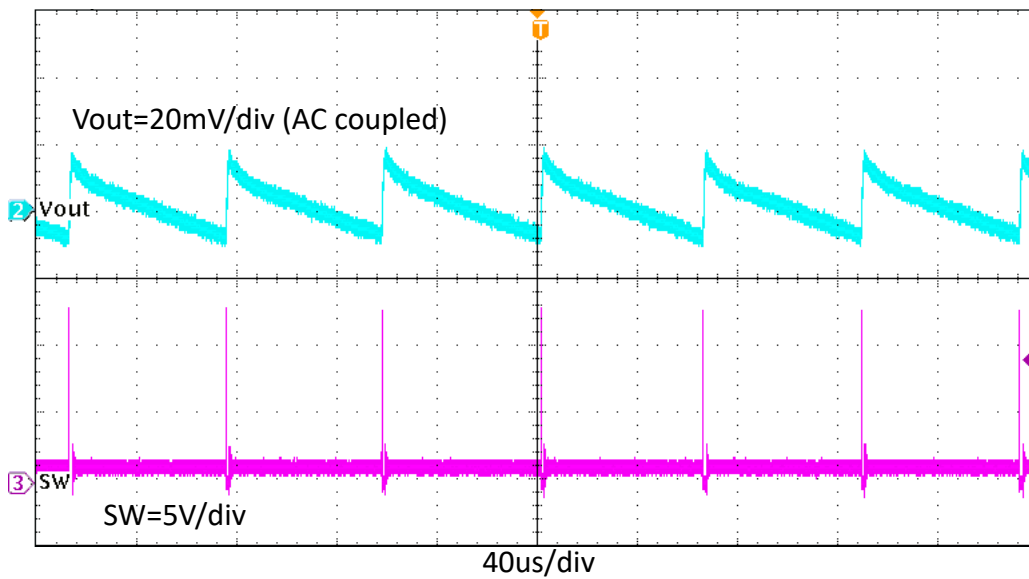


图 4-19. TPS564252EVM 输出电压纹波， $I_{OUT} = 0.01A$

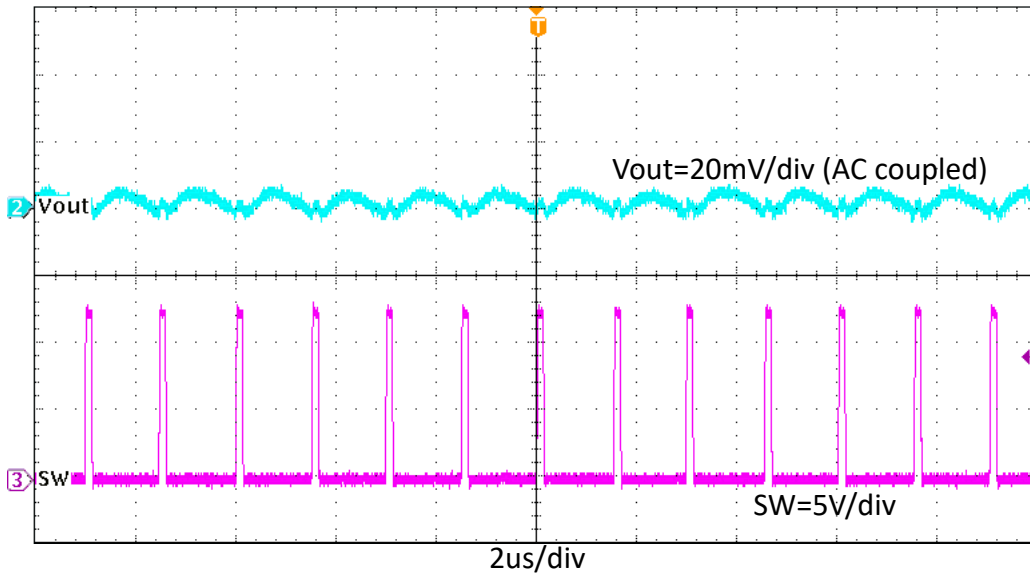


图 4-20. TPS564257EVM 输出电压纹波,  $I_{OUT} = 0.01A$

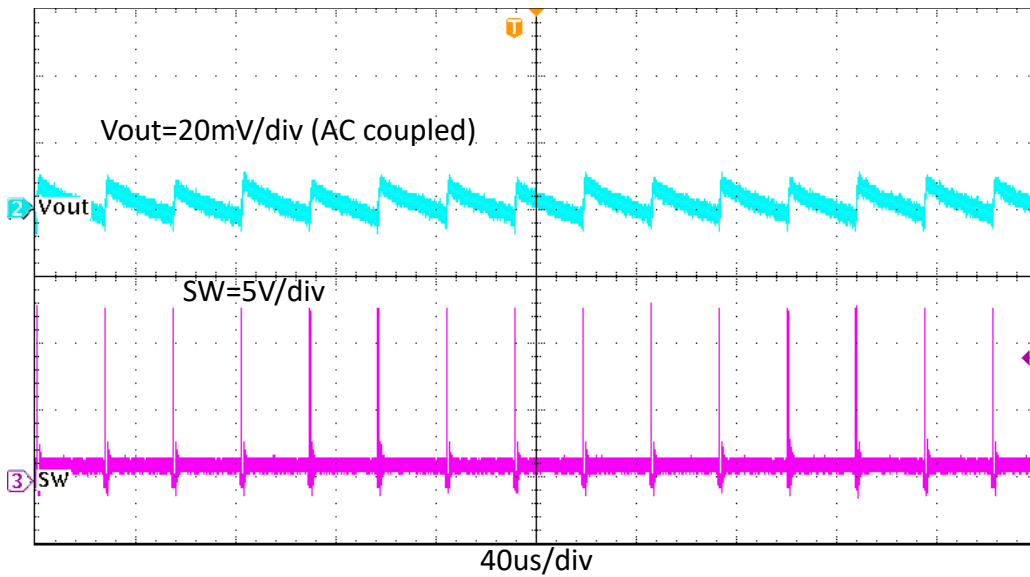


图 4-21. TPS564255EVM 输出电压纹波,  $I_{OUT} = 0.01A$

## 5 硬件设计文件

### 5.1 原理图

图 5-1 是 TPS564252EVM 的原理图。

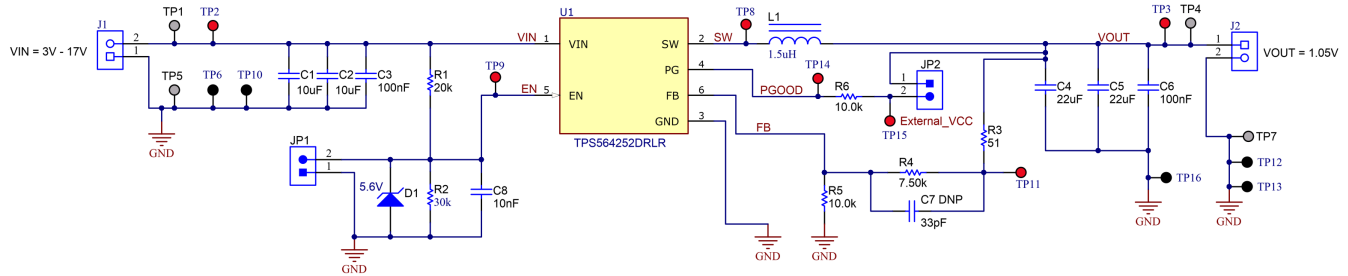


图 5-1. TPS564252EVM 原理图

### 5.2 PCB 布局

本节提供了 TPS56425XEVM 的说明、电路板布局布线和分层图解。

图 5-2、图 5-3 和图 5-4 展示了 TPS564252EVM 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。顶层还有 TPS564252 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。底层是接地平面以及信号地覆铜和从调节点到电阻分压器网络顶部的反馈布线。顶层和底层都使用 2oz 厚的覆铜。

图 5-5 和图 5-6 分别是 TPS564252EVM 电路板的顶视图和底视图。

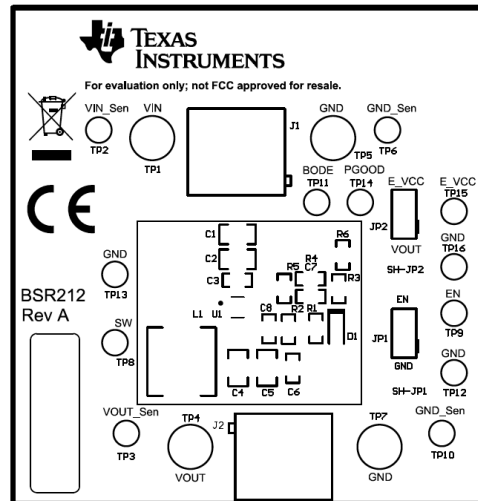


图 5-2. TPS564252EVM 顶层装配图



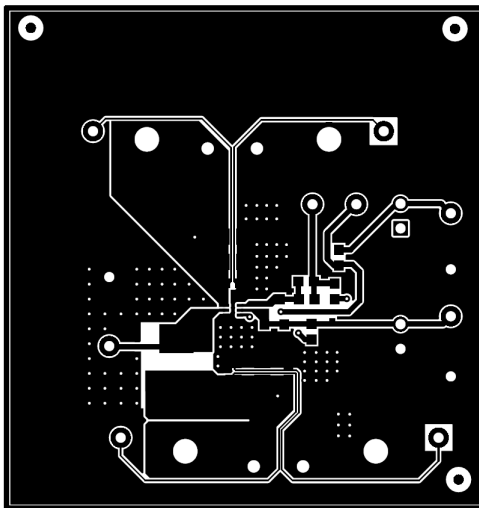


图 5-3. TPS564252EVM 顶层

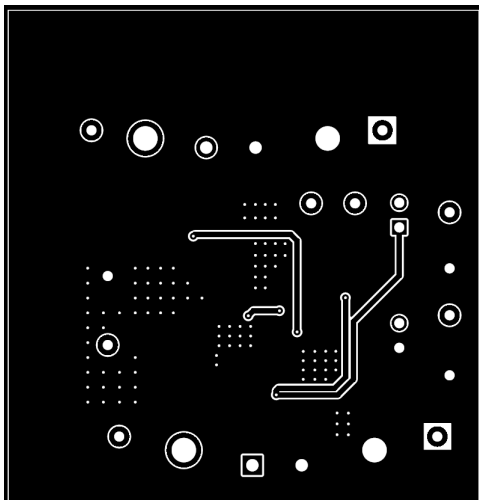


图 5-4. TPS564252EVM 底层

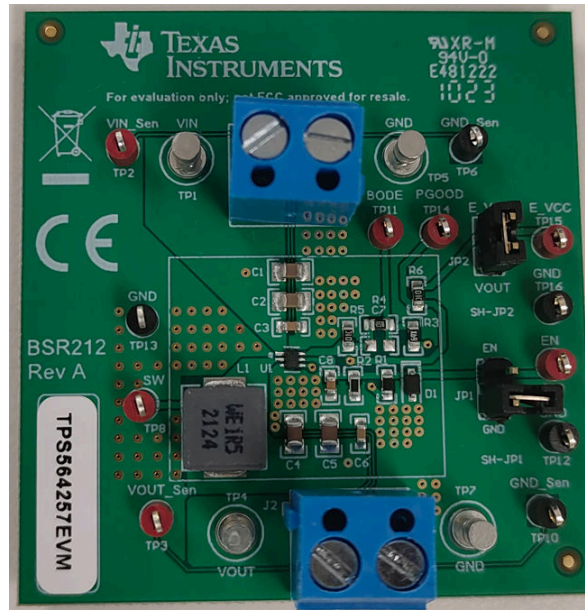


图 5-5. TPS564252EVM 电路板 (顶视图)

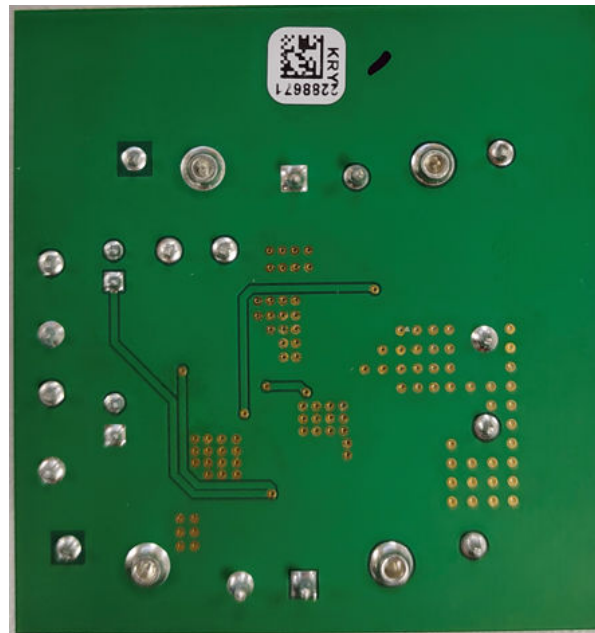


图 5-6. TPS564252EVM 电路板 (底视图)

### 5.3 物料清单

表 5-1 为物料清单。

表 5-1. 物料清单

| 标识符                            | 数量 | 描述   | 器件型号                | 制造商                         |
|--------------------------------|----|--|---------------------|-----------------------------|
| !PCB1                          | 1  | 印刷电路板  | BSR212A             | 不限                          |
| C1, C2                         | 2  | 电容器, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 25 V, $\pm$ 20%, X5R, 0805    | GRM21BR61E106MA73L  | MuRata                      |
| C3, C6                         | 1  | 电容器, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 25V, $\pm$ 10%, X7R, 0603    | C0603T104K3RAL7867  | KEMET                       |
| C4, C5                         | 1  | 电容器, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 10V, $\pm$ 20%, X5R, 0805     | GRM21BR61A226ME44L  | Murata                      |
| C8                             | 1  | 电容器, 陶瓷, 0.01 $\mu$ F, 50V, $\pm$ 10%, X7R, 0603   | C1608X7R1H103K080AA | TDK                         |
| J1, J2                         | 2  | 端子块, 5.08mm, 2 $\times$ 1, 黄铜, TH                  | ED120/2DS           | On-Shore Technology         |
| JP1, JP2                       | 2  | 接头, 100mil, 2 $\times$ 1, 锡, TH                    | PEC02SAAN           | Sullins Connector Solutions |
| L1                             | 1  | 屏蔽电感器, 1.5uH, 8A, 0.0086 $\Omega$ , SMD            | 74437349015         | Wurth Elektronik            |
| LBL1                           | 1  | 热转印打印标签, 0.650" (宽) $\times$ 0.200" (高) - 10,000/卷 | THT-14-423-10       | Brady                       |
| R1                             | 1  | 电阻器, 20k $\Omega$ , 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603   | CRCW060320K0JNEA    | Vishay-Dale                 |
| R2                             | 1  | 电阻器, 30k $\Omega$ , 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603   | CRCW060330K0JNEA    | Vishay-Dale                 |
| R3                             | 1  | 电阻器, 51 $\Omega$ , 5%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603    | CRCW060351R0JNEA    | Vishay-Dale                 |
| R4                             | 1  | 电阻器, 7.5k $\Omega$ , 1%, 0.1W, 0603                | RC0603FR-077K5L     | Yageo                       |
| R5, R6                         | 2  | 电阻器, 10.0k $\Omega$ , 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603 | CRCW060310K0FKEA    | Vishay-Dale                 |
| SH-JP1、SH-JP2                  | 2  | 分流器, 100mil, 镀金, 黑色                                | SNT-100-BK-G        | Samtec                      |
| TP1、TP4、TP5、TP7                | 4  | 端子, 双转塔, TH  | 1502-2              | Keystone                    |
| TP2、TP3、TP8、TP9、TP11、TP14、TP15 | 7  | 测试点, 微型, 红色, TH                                    | 5000                | Keystone                    |
| TP6、TP10、TP12、TP13、TP16        | 5  | 测试点, 微型, 黑色, TH                                    | 5001                | Keystone                    |
| D1                             | 1  | 二极管, 齐纳, 5.6V, 200mW, SOD-323                      | MMSZ5232BS-7-F      | Diodes Inc.                 |
| U1                             | 1  | 3V 至 17V 输入, 4A 同步降压转换器, SOT-563                   | TPS564252DRLR       | 德州仪器 (TI)                   |

## 6 其他信息

### 商标

D-CAP3™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 7 参考文献

1. 德州仪器 (TI) , [TPS56425x 采用 SOT-563 封装的 3V 至 17V 输入、4A 同步降压转换器](#) 数据表

## 8 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 * (December 2022) to Revision A (April 2023)</b> | <b>Page</b> |
|---|-------------|
| • 更改了“评估模块用户指南”的模板.....   | 2           |
| • 更改了用户指南的标题.....   | 2           |
| • 更改了效率部分的所有图片.....   | 6           |
| • 更改了负载调整率部分的所有图片.....  | 7           |
| • 更改了线性调整率部分的所有图片.....  | 9           |

## 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