

摘要

本用户指南包含 TPS54531EVM-530 评估模块以及 TPS54531 的相关信息。其中包含 TPS54531EVM-530 的性能规格、原理图和物料清单。

内容

1 引言.....	3
2 性能规格汇总.....	3
3 更改.....	4
3.1 输出电压设定点.....	4
3.2 输出滤波器和闭环响应.....	4
4 测试设置和结果.....	4
4.1 输入/输出连接.....	4
4.2 效率.....	5
4.3 负载调节.....	6
4.4 线路调整.....	6
4.5 环路响应.....	7
4.6 负载瞬态响应.....	7
4.7 输出电压纹波.....	7
4.8 输入电压纹波.....	9
4.9 启动.....	10
4.10 关断.....	11
5 电路板布局.....	12
5.1 布局.....	12
6 原理图、物料清单和参考文献.....	15
6.1 原理图.....	15
6.2 物料清单.....	16
6.3 参考文献.....	16

插图清单

图 4-1. TPS54531EVM-530 效率.....	5
图 4-2. TPS54531EVM-530 轻载效率.....	5
图 4-3. TPS54531EVM-530 负载调节, $V_{IN} = 12V$, $V_{IN} = 24V$	6
图 4-4. TPS54531EVM-530 线路调整.....	6
图 4-5. TPS54531EVM-530 闭环响应.....	7
图 4-6. TPS54531EVM-530 负载瞬态响应.....	7
图 4-7. TPS54531EVM-530 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 5A$).....	8
图 4-8. TPS54531EVM-530 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 1A$).....	8
图 4-9. TPS54531EVM-530 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 0A$).....	9
图 4-10. TPS54531EVM-530 输入电压纹波.....	9
图 4-11. 相对于 V_{IN} 的 TPS54531EVM-530 启动, 具有 SS.....	10
图 4-12. 相对于 EN 的 TPS54531EVM-530 启动, 具有 SS.....	10
图 4-13. 相对于 V_{IN} 的 TPS54531EVM-530 关断, 具有 SS.....	11
图 4-14. 相对于 EN 的 TPS54531EVM-530 关断, 具有 SS.....	11
图 5-1. 顶层装配图.....	12
图 5-2. 顶层.....	12
图 5-3. 内层 1.....	13

图 5-4. 内层 2.....	13
图 5-5. 底层.....	14
图 6-1. TPS54531EVM-530 原理图.....	15

表格清单

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总.....	3
表 2-1. TPS54531EVM-530 性能规格汇总.....	3
表 4-1. 连接和测试点.....	4
表 6-1. 物料清单.....	16

商标

Eco-Mode™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS54531 直流/直流转换器旨在通过 3.5V 至 28V 的输入电压源提供高达 5A 的输出。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。

TPS54531EVM-530 评估模块电路是单路非同步降压转换器，可通过 8V 至 28V 输入提供 5V/5A 电压电流。开关频率在内部设置为 570kHz 的标称值。TPS54531 封装内部采用了高侧 MOSFET 以及栅极驱动电路。MOSFET 的低漏源导通电阻有助于 TPS54531 实现高效率，并在输出电流较高的情况下帮助保持低结温。补偿元件位于集成电路 (IC) 外部，而外部分压器能够实现可调节的输出电压。此外，TPS54531 还提供可调节慢启动和欠压锁定输入。TPS54531EVM-530 输入电压的绝对最大值是 30V。本用户指南介绍了 TPS54531EVM-530 的性能。

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总

EVM	输入电压范围	输出电流范围
TPS54531EVM-530	$V_{IN} = 8V$ 至 28V	0A 至 5A

2 性能规格汇总

表 2-1 中提供了 TPS54531EVM-530 性能规格的汇总。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. TPS54531EVM-530 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})		8	12	28	V
输出电压			5		V
工作频率			570		kHz
输出电流范围		0		5	A
线性调整率	$I_O = 2.5A$		± 0.06		%
负载调节	$V_{IN} = 12V$		± 0.1		%
过流限值	$V_{IN} = 12V$,	5.5	8.5		A
输出纹波电压	$V_{IN} = 12V$, $I_O = 5A$		15		mV _{PP}
最大效率	$V_{IN} = 8V$, $I_O = 0.7A$		95.3		%

3 更改

这些评估模块用于访问 TPS54531 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 的值。高于 0.8V 的特定输出电压的 R6 值可以使用 [方程式 1](#) 计算。

$$R6 = \frac{R5 \times 0.8V}{V_{OUT} - 0.8V} \quad (1)$$

3.2 输出滤波器和闭环响应

TPS54531 依靠输出滤波器特性和 R3、C6 和 C7 的补偿网络来确保控制环路的稳定性。还包含用于前馈电容器 (C11) 的焊盘，以提高灵活性。

4 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS54531EVM-530。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

如 [表 4-1](#) 中所示，TPS54531EVM-530 附带输入和输出连接器以及测试点。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 5 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 TP8 作为接地基准的情况下，TP7 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} ，5A 时为 5 V (最大值)
JP1	EN 控制。跳线 JP1-1 (EN) 接至 JP1-2 (GND) 可禁用，移除跳线可启用
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	EN 测试点
TP4	SS 测试点
TP5	开关节点测试点
TP6	环路响应测量测试点
TP7	V_{OUT} 连接器上的输出电压测试点
TP8	V_{OUT} 连接器上的接地测试点

4.2 效率

图 4-1 显示了 TPS54531EVM-530 在 25°C 环境温度条件下的效率。

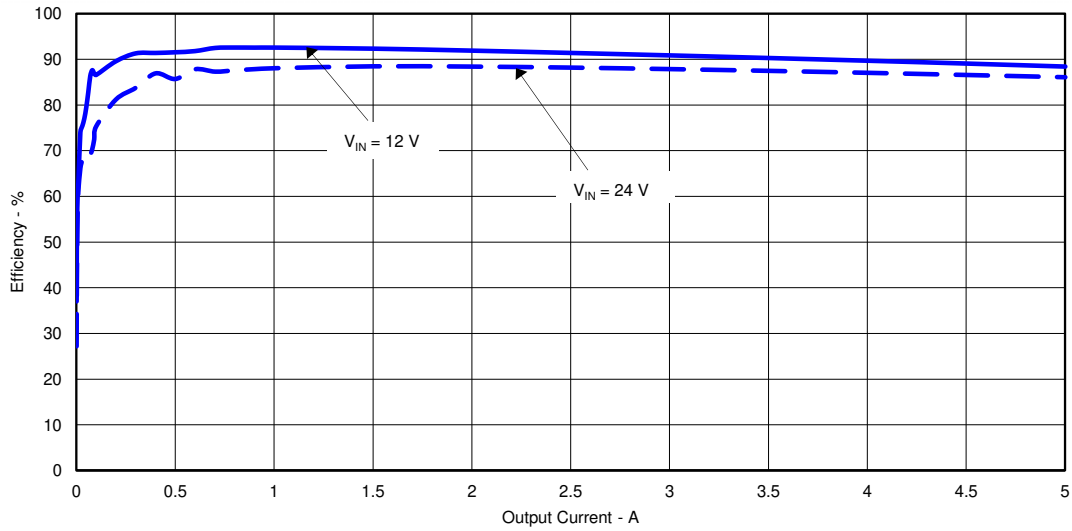


图 4-1. TPS54531EVM-530 效率

图 4-2 显示了 TPS54531EVM-530 在 25°C 环境温度条件下的轻载效率。

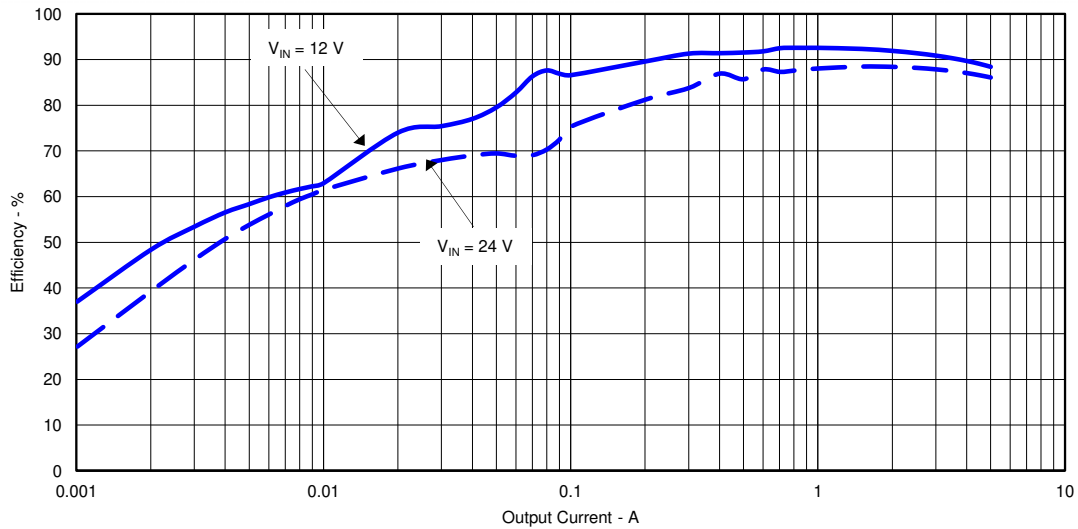


图 4-2. TPS54531EVM-530 轻载效率

4.3 负载调节

图 4-3 中显示了 TPS54531EVM-530 的负载调节。

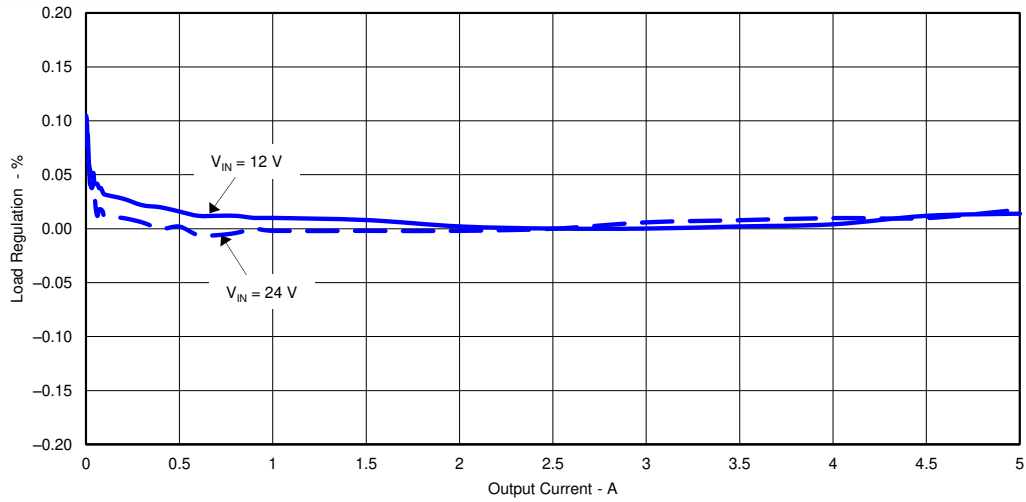


图 4-3. TPS54531EVM-530 负载调节, $V_{IN} = 12V$, $V_{IN} = 24V$

4.4 线路调整

图 4-4 中显示了 TPS54531EVM-530 的线路调整。

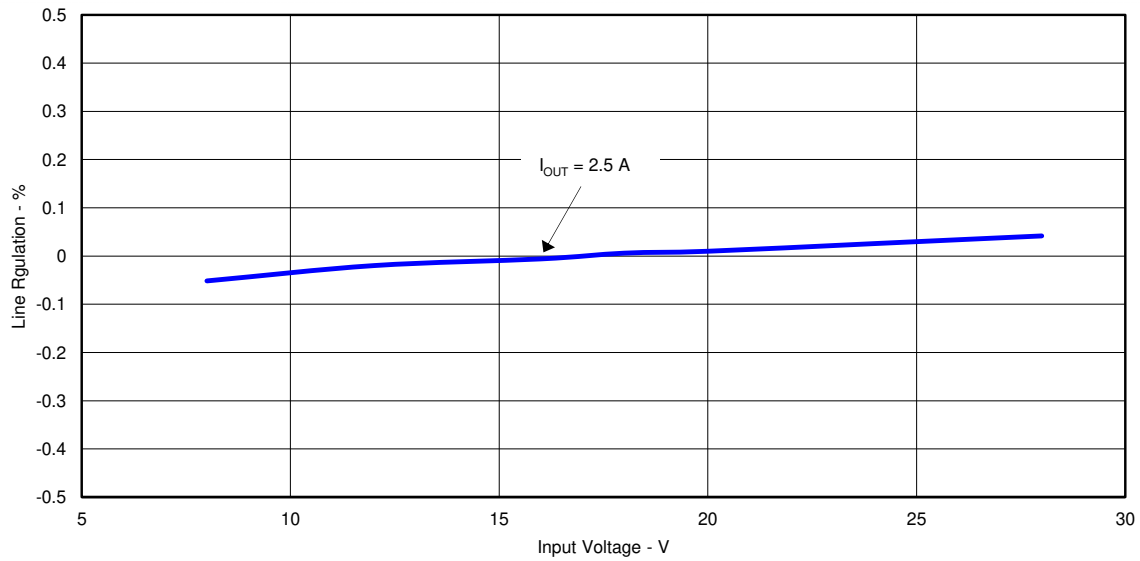


图 4-4. TPS54531EVM-530 线路调整

4.5 环路响应

图 4-5 中显示了 TPS54531EVM-530 闭环响应。输入电压为 12V，输出电流为 2.5A。

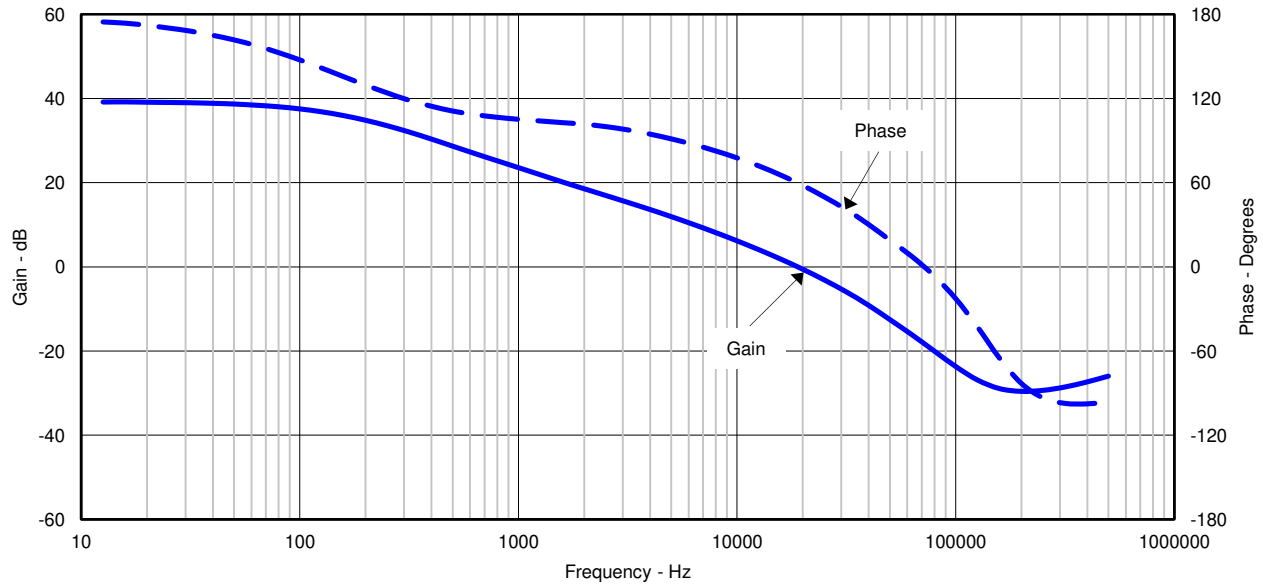


图 4-5. TPS54531EVM-530 闭环响应

4.6 负载瞬态响应

图 4-6 展示了 TPS54531EVM-530 对负载瞬态的响应。电流阶跃为 1.25A 至 3.75A。总峰峰值电压变化如图所示。

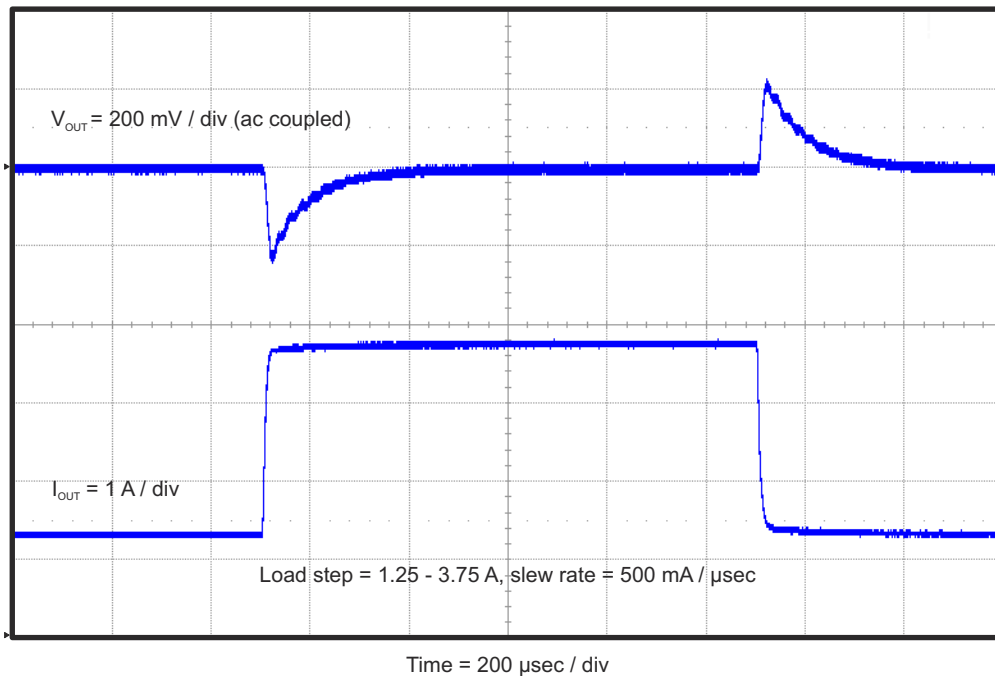


图 4-6. TPS54531EVM-530 负载瞬态响应

4.7 输出电压纹波

图 4-7 展示了 TPS54531EVM-530 的输出电压纹波。输出电流为额定满载 5A。

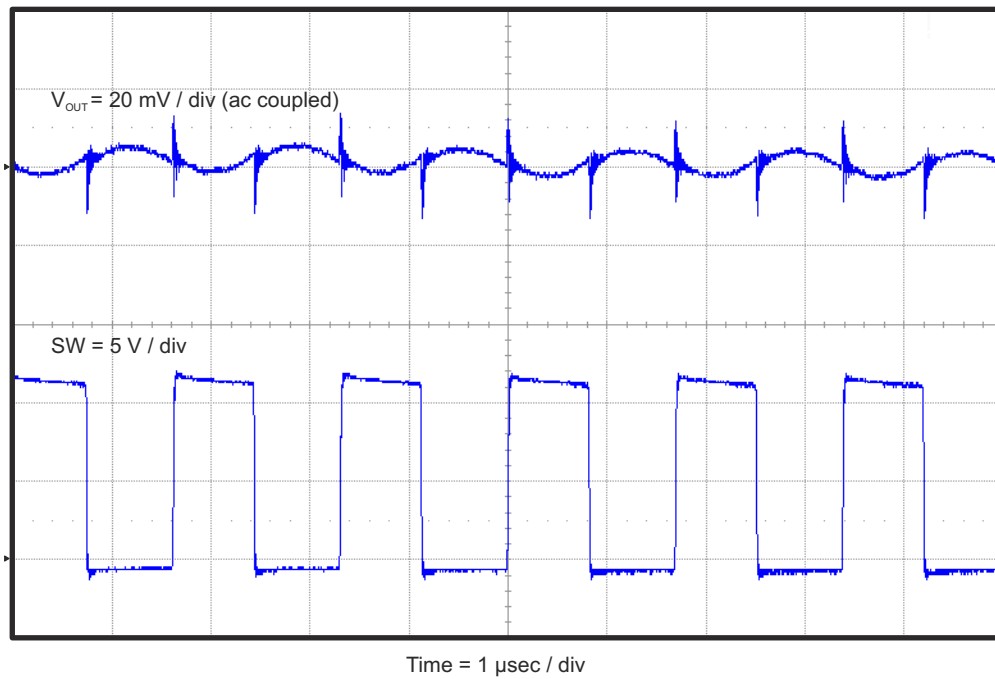


图 4-7. TPS54531EVM-530 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 5\text{A}$)

图 4-8 展示了 TPS54531EVM-530 的输出电压纹波。输出电流为 1 A。

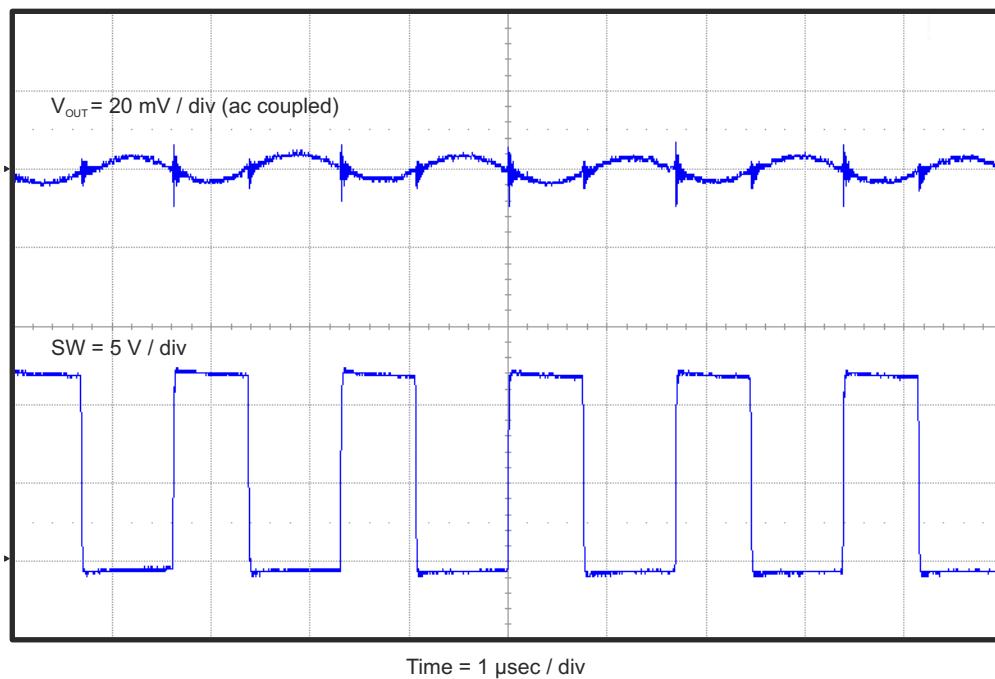


图 4-8. TPS54531EVM-530 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 1\text{A}$)

图 4-9 展示了 TPS54531EVM-530 的输出电压纹波。输出电流为 0A (无负载)。

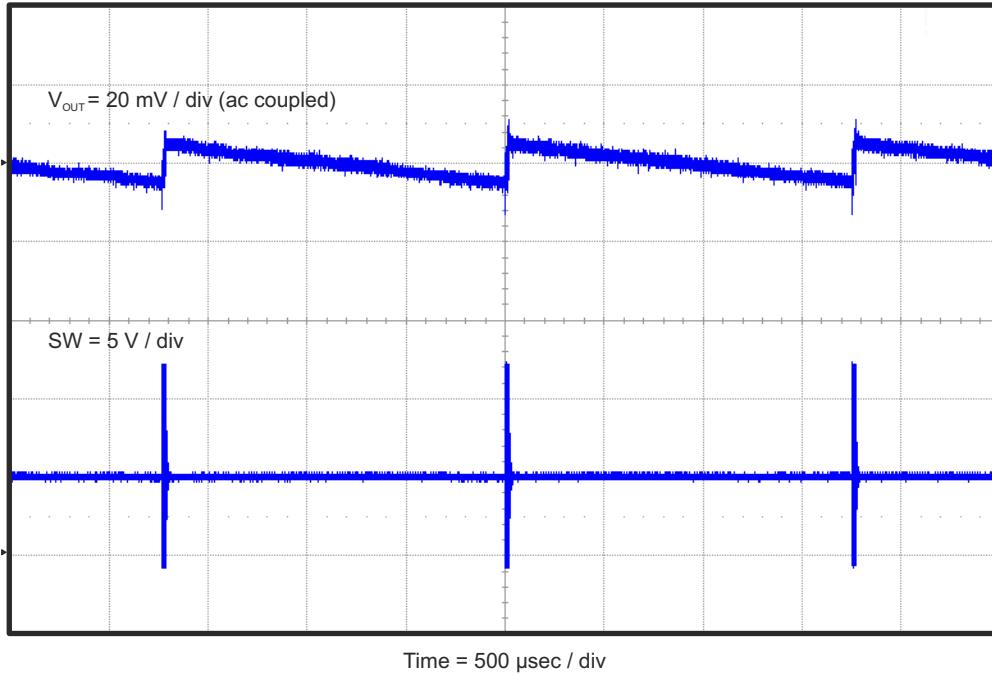


图 4-9. TPS54531EVM-530 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 0\text{A}$)

4.8 输入电压纹波

图 4-10 展示了 TPS54531EVM-530 的输入电压纹波。输出电流为额定满载 5A。

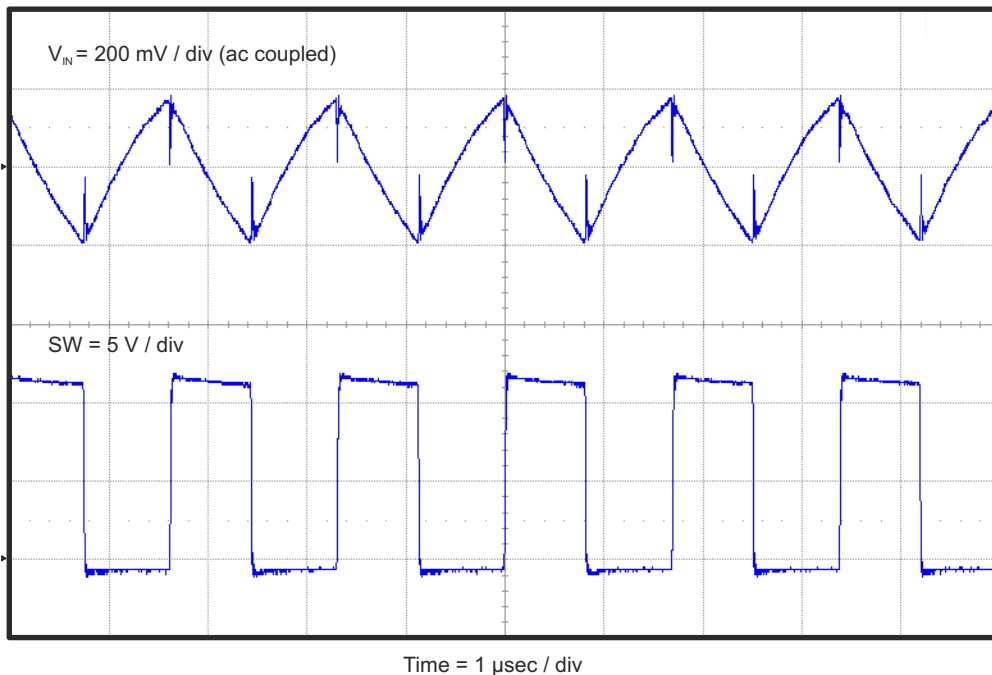


图 4-10. TPS54531EVM-530 输入电压纹波

4.9 启动

图 4-11 和图 4-12 中显示了相对于 V_{IN} 和 EN 的 TPS54531EVM-530 启动波形。 $R_{LOAD} = 5\ \Omega$

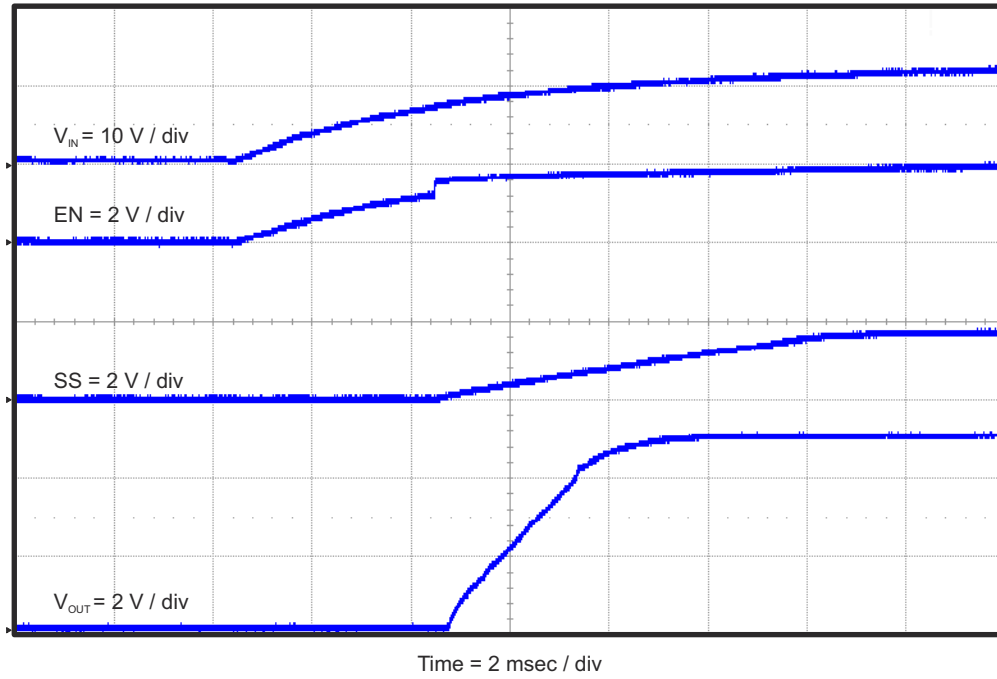


图 4-11. 相对于 V_{IN} 的 TPS54531EVM-530 启动，具有 SS

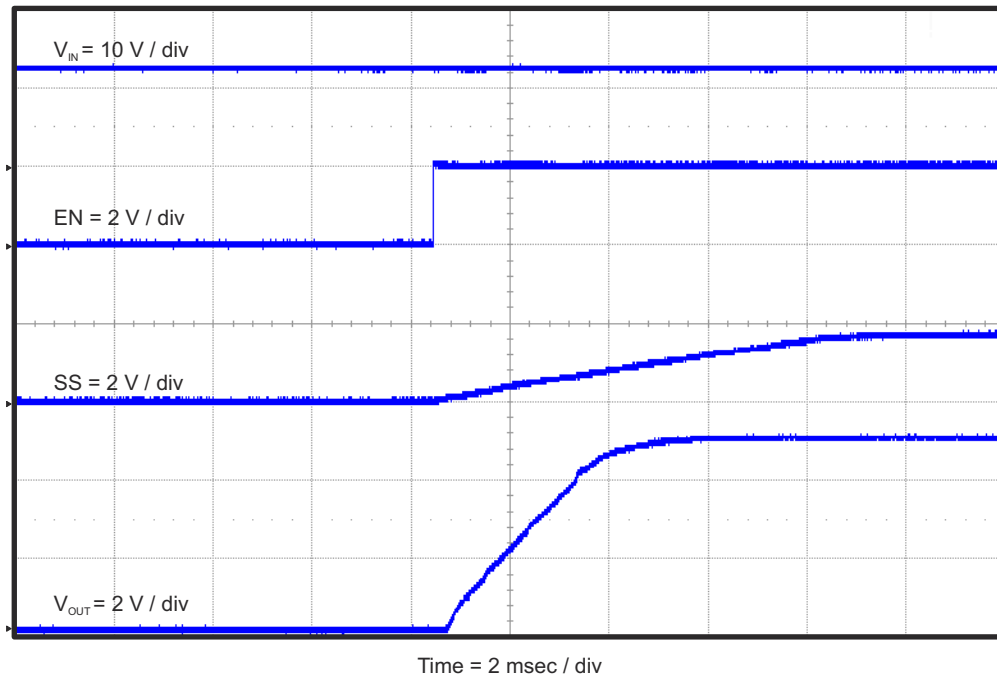


图 4-12. 相对于 EN 的 TPS54531EVM-530 启动，具有 SS

4.10 关断

图 4-13 和图 4-14 中显示了相对于 V_{IN} 和 EN 的 TPS54531EVM-530 关断波形。 $R_{LOAD} = 5 \Omega$

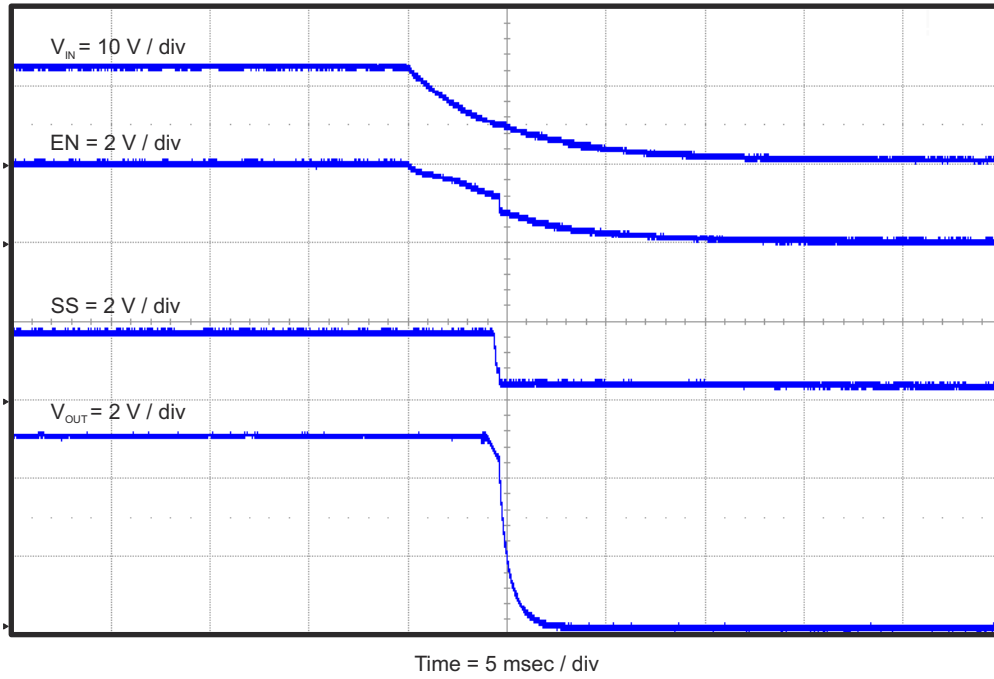


图 4-13. 相对于 V_{IN} 的 TPS54531EVM-530 关断，具有 SS

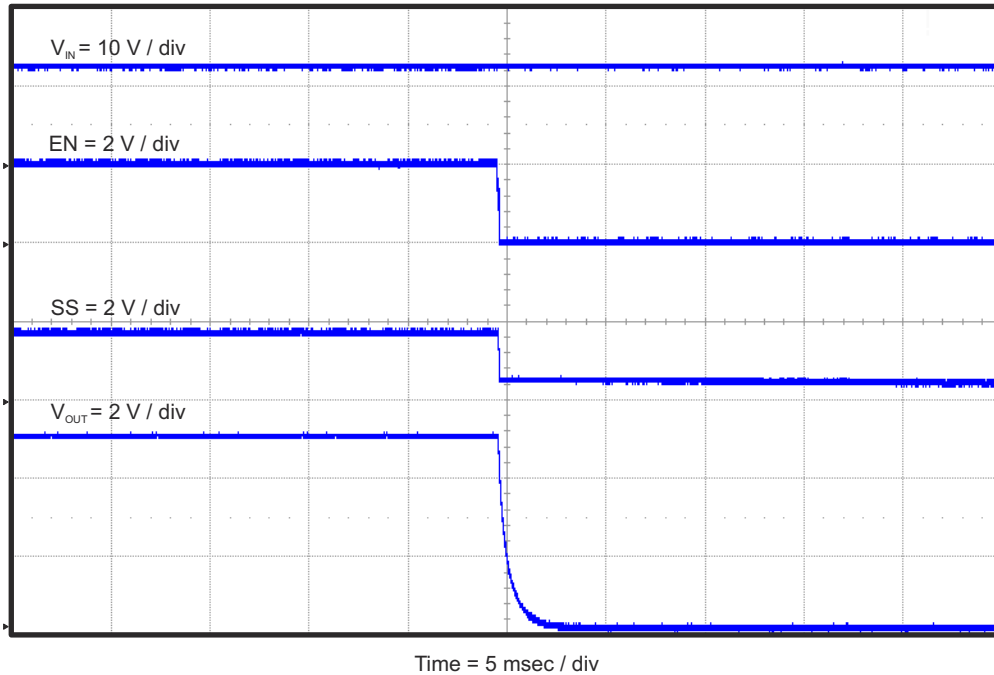


图 4-14. 相对于 EN 的 TPS54531EVM-530 关断，具有 SS

5 电路板布局

本节提供 TPS54531EVM-530 的说明，以及电路板布局布线和分层图解。

5.1 布局

图 5-1 至图 5-5 显示了 TPS54531EVM-530 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 TPS54531 引脚的接线。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。顶部提供了模拟接地区域，用于端接敏感补偿组件 (C7 和 R3) 和输出电压反馈分压器 (R6)。该接地区域和主电源接地 (GND) 共同连接到顶层 IC 引脚 7 (GND)。两个内层完全专用于为接地层供电，以实现散热。底层主要是电源接地，其布线用于连接 BOOT 电容器 (C4)，以及从 VOUT 到电压设置点分压器网络的反馈布线。

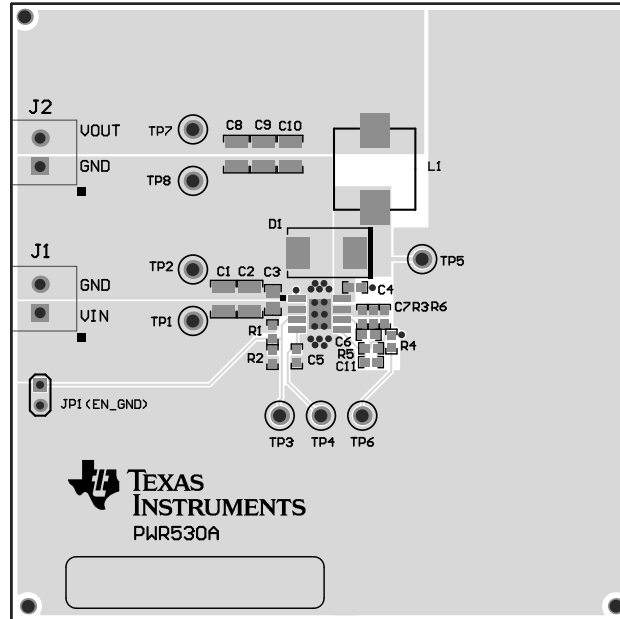


图 5-1. 顶层装配图

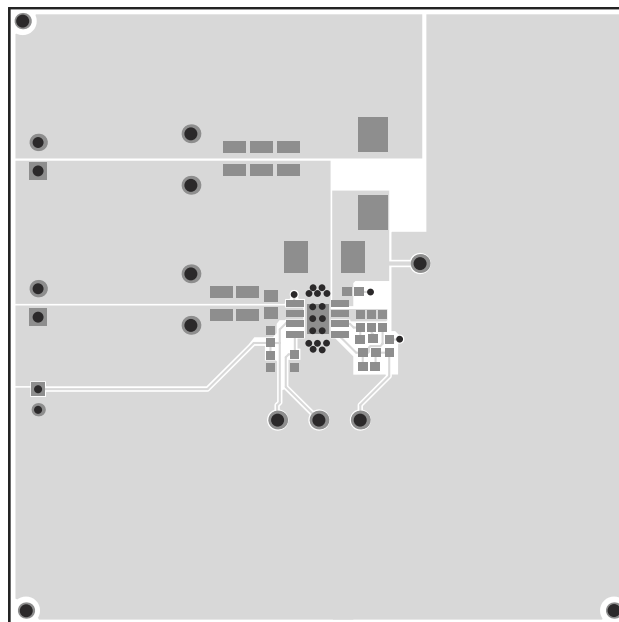


图 5-2. 顶层

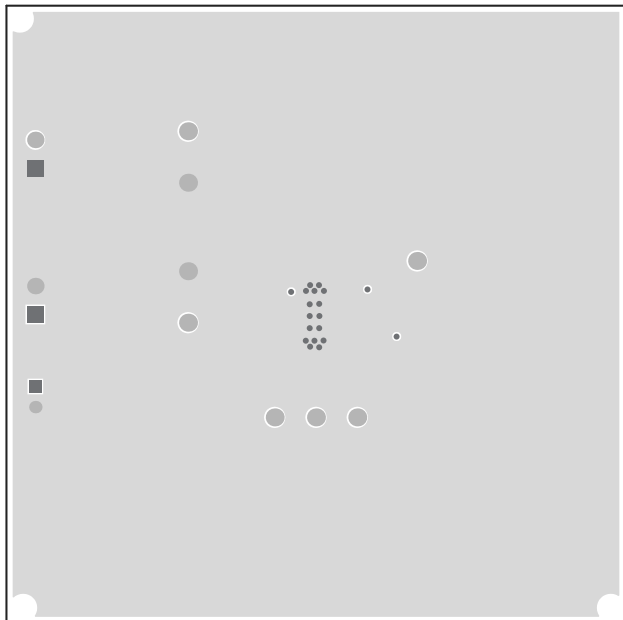


图 5-3. 内层 1

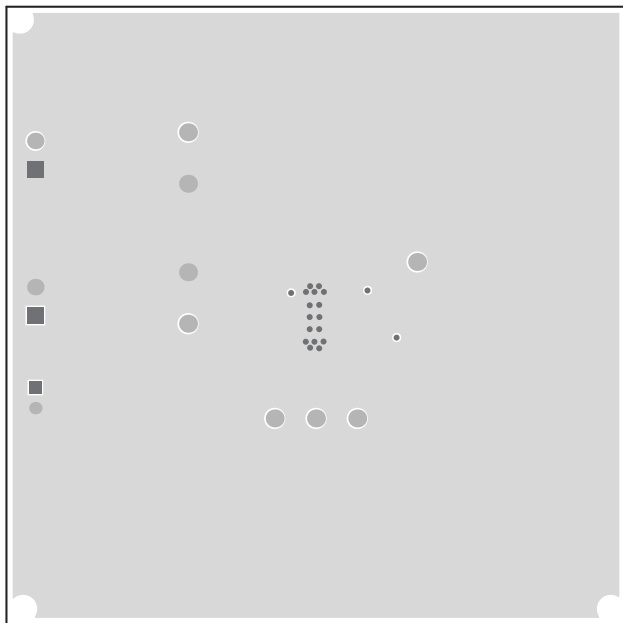


图 5-4. 内层 2

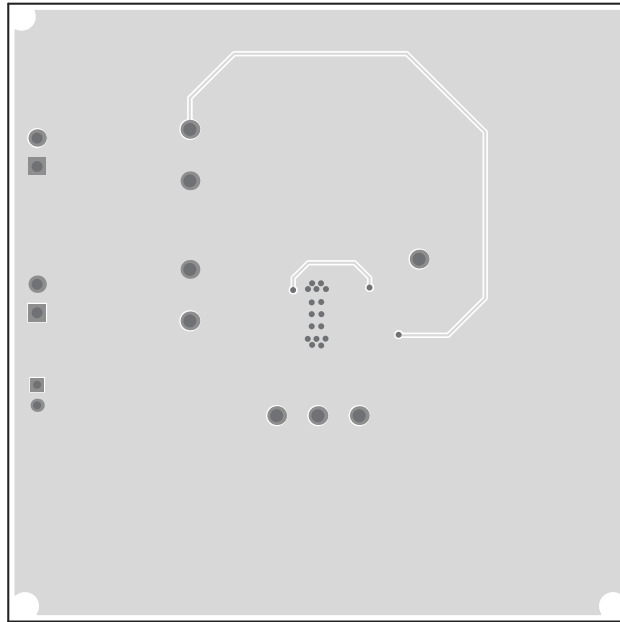


图 5-5. 底层

6 原理图、物料清单和参考文献

6.1 原理图

图 6-1 是 TPS54531EVM-530 的原理图。

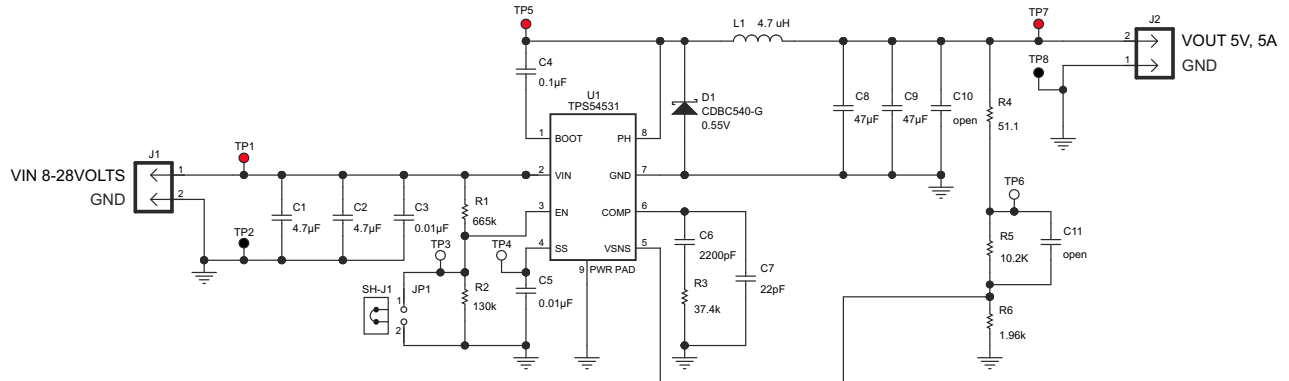


图 6-1. TPS54531EVM-530 原理图

6.2 物料清单

表 6-1. 物料清单

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
	1		印刷电路板		PWR530A	不限
C1, C2	2	4.7 μ F	电容, 陶瓷, 4.7 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, 1210	1210	GRM32ER71H475KA88L	MuRata
C3	1	0.01 μ F	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, 0805	0805	GRM216R71H103KA01D	MuRata
C4	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, \pm 10%, X7R, 0603	0603	C1608X7R1E104K	TDK
C5	1	0.01 μ F	电容, 陶瓷, 0.01 μ F, 100V, \pm 10%, X7R, 0603	0603	06031C103KAT2A	AVX
C6	1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71H222KA01D	MuRata
C7	1	22pF	电容, 陶瓷, 22pF, 50V, +5%, C0G/NP0, 0603	0603	GRM1885C1H220JA01D	MuRata
C8, C9	2	47 μ F	电容, 陶瓷, 47 μ F, 10V, \pm 10%, X5R, 1210	1210	GRM32ER61A476KE20L	MuRata
C10	0		电容, 陶瓷,	1210		
C11	0		电容, 陶瓷,	0603		
D1	1	0.55V	二极管, 肖特基, 40V, 5A, SMC	SMC	CDBC540-G	Comchip Technology
J1, J2	2	ED555/2DS	连接器, 公头 2 极 3.5mm, 6A, 150V	6.5 \times 6.5mm	ED555/2DS	On Shore Tech
JP1	1	PEC02SAAN	插头, 公头 2 引脚, 100mil 间距	0.100 英寸 \times 2	PEC02SAAN	Sullins
L1	1	4.7 μ H	电感器, 7A, 15m Ω	10mm \times 10mm	74437368047	Würth Elektronik
LBL1	1		热转印可打印标签, 1.250" (宽) \times 0.250" (高) - 10,000/卷	PCB 标签, 1.25" (高) \times 0.250" (宽)	THT-13-457-10	Brady
R1	1	665k	电阻, 665k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW0603665KFKEA	Vishay-Dale
R2	1	130k	电阻, 130k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW0603130KFKEA	Vishay-Dale
R3	1	37.4k	电阻, 37.4k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060337K4FKEA	Vishay-Dale
R4	1	51.1	电阻, 51.1 Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060351R1FKEA	Vishay-Dale
R5	1	10.2 K	电阻, 10.2 Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060310R2FKEA	Vishay-Dale
R6	1	1.96k	电阻, 1.96k Ω , 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06031K96FKEA	Vishay-Dale
SH-J1	1	1 \times 2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	969102-0000-DA	3M
TP1, TP5, TP7	3	红色	测试点, TH, 紧凑, 红色	Keystone5005	5005	Keystone
TP2, TP8	2	黑色	测试点, TH, 紧凑, 黑色	Keystone5006	5006	Keystone
TP3, TP4, TP6	3	白色	测试点, TH, 紧凑, 白色	Keystone5007	5007	Keystone
U1	1		IC, 直流/直流转换器, 4.5-28V _{IN} , 5A	DDA-8	TPS54531DDA	德州仪器 (TI)

6.3 参考文献

TPS54531, 具有 Eco-Mode™ 的 5A、28V 输入降压 SWIFT™ 转换器数据表

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