



摘要

TPS51513EVM-549 评估模块 (EVM) 是一款 D-CAP+™ 单相同步降压转换器，可通过 12V 输入总线在高达 20A 的电流下提供输出电压范围为 0.70V 至 1.05V 的 3 位 VID。该 EVM 可通过选择 250、300、350 或 500kHz 开关频率来评估 TPS51513 同步降压控制器。

内容

1 说明	2
1.1 典型应用	2
1.2 特性	2
2 电气性能规格	3
3 原理图	4
4 测试设置	6
4.1 测试设备	6
4.2 建议的测试设置	7
5 配置	8
5.1 电流限制跳闸选择 (J8 : 跳闸选择)	8
5.2 频率选择 (J7 : TON 选择)	8
5.3 过冲衰减选择 (J9 : OSRTM 选择)	8
5.4 VID 位选择 (S1)	8
5.5 睡眠模式选择 (SLP)	9
5.6 1.2V 输出电压选项 (J10 : V _{OUT} 选择)	9
6 测试步骤	10
6.1 线路/负载调节和效率测量步骤	10
6.2 测试点列表	10
6.3 设备停机	10
7 性能数据和典型特性曲线	11
7.1 效率	11
7.2 负载调节	11
7.3 线路调节	12
7.4 电流监视器电压	12
7.5 输出纹波	13
7.6 开关节点	13
7.7 输出瞬态	14
7.8 导通波形	14
7.9 关断波形	15
7.10 波特图	15
8 EVM 装配图和 PCB 布局	16
9 物料清单	20
10 修订历史记录	21

商标

D-CAP+™ and OSR™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 说明

TPS51513EVM-549 设计成使用 12V (8V 到 14V) 稳压总线，在高达 20A 的负载电流下产生大电流、稳压可变输出。输出电压范围为 0.70V 至 1.05V (通过 3 位 VID 数模转换器 (DAC) 实现)。TPS51513EVM-549 旨在演示 TPS51513 在典型的低电压应用中的工作原理，同时提供许多测试点来评估 TPS51513 的性能。

1.1 典型应用

- 一般集成电路 (IC) V_{CORE} 应用

1.2 特性

TPS51513EVM-549 特性：

- 输出电压通过 3 位 VID DAC 在 0.70V 至 1.05V 之间变化，或者固定为 1.2V
- 20A_{DC} 稳态电流
- 可选 250kHz、300kHz、350kHz 或 500kHz 开关频率
- 可选电流限制
- 可选输出过冲衰减 (OSR™)
- J6，用于实现使能功能
- 便捷的测试点，用于探测关键波形
- 六层 PCB，外层镀有 2 盎司铜

2 电气性能规格


表 2-1. TPS51513EVM-549 电气性能规格⁽¹⁾


参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
电压范围	V_{IN}	8	12	14	V
最大输入电流	$V_{IN} = 8V, 1.05V/20A$ (300kHz 下)			3.0	A
空载输入电流	$V_{IN} = 14V, I_O = 0A$			10	mA
输出特性					
输出电压, V_{OUT}	$VID0 = VID1 = VID2 = 0$		1.05		V
输出电压调节	线路调节		0.1%		
	负载调节 (非压降)		1.0%		
输出电压纹波	$V_{IN} = 12V, I_O = 20A$ (300kHz 下)			30	mVpp
输出负载电流		0		20	A
输出过流			30		A
系统特性					
开关频率	可选	250	300	500	kHz
峰值效率	$V_{IN} = 12V, 1.05V/10A$ (300kHz 下)		90.9%		
满负载效率	$V_{IN} = 12V, 1.05V/20A$ (300kHz 下)		89.2%		
工作温度			25		°C


(1) 将跳线设置到默认位置；参阅节 6

The schematic diagram illustrates the power management section of the CSD1640Q5A-R evaluation board. The input filter consists of capacitors C3, C4, C5, and C6, connected to the VIN pin of the CSD1640Q5A-R converter (O1). The output filter includes capacitors C13, C14, C15, C16, C17, C18, and C19, connected to the VOUT pin. The converter is configured with a feedback network consisting of resistors R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100. The output voltage is regulated to 0.70V-1.05V @ 20A.

NOTE1:

 Net used

 1. Jumper shorts on J10 active 3-Bits VID with 0.70V–1.85V output range (Default setting)
2. No Jumper on J10 active 1.2V output.



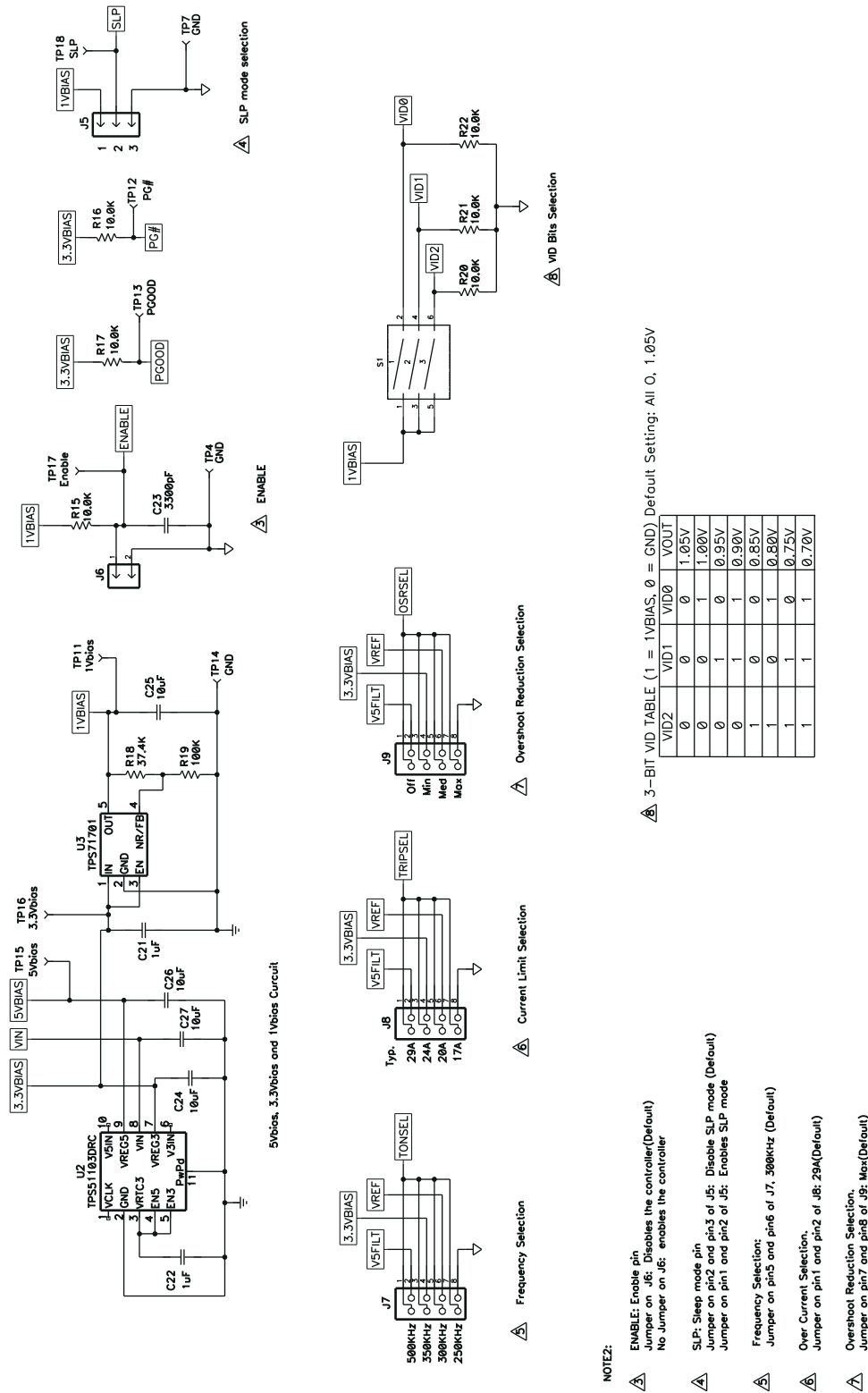


图 3-2. TPS51513EVM-549 原理图 (第 2 页, 共 2 页)

4 测试设置

4.1 测试设备

电压源：输入电压源 V_{IN} 必须是能够提供 $10A_{DC}$ 的 0V 至 14V 可变直流电源。将 V_{IN} 连接到 J1，如图 4-2 所示。

万用表：必须使用 0V 至 14V 的电压表 (V1) 在 TP1 (VIN) 和 TP2 (GND) 上测量 V_{IN} 。需要使用 0V 至 5V 的电压表 (V2) 在 TP5 (VOUT) 和 TP8 (GND) 上测量 V_{OUT} 。图 4-2 中所示的 0A 至 10A 电流表 (A1) 用于测量输入电流。

输出负载：输出负载必须是一个恒定电阻模式的电子负载，在 1.05V 电压下支持 $0A_{DC}$ 至 $30A_{DC}$ 电流。

示波器：可以使用数字或模拟示波器来测量输出纹波。必须针对以下条件来设置示波器：

- 1M Ω 阻抗
- 20MHz 带宽
- 交流耦合
- 2 μ s/div 水平分辨率
- 20mV/div 垂直分辨率

测试点 TP5 和 TP8 可用于测量输出纹波电压，方法是将示波器探针尖端穿过 TP5 并将接地筒固定在 TP8 上，如图 4-1 所示。由于接地环路较大，使用引线接地可能会产生额外的噪声。

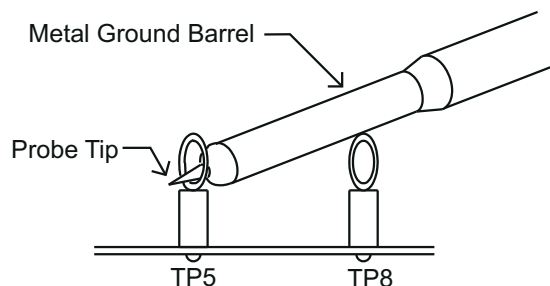


图 4-1. 使用尖端和接地筒测量 V_{OUT} 纹波

风扇：在运行过程中，此 EVM 上的某些元件可能会变热，达到 60°C 的温度。建议使用一个 200 LFM-400 LFM 的小型风扇来降低 EVM 运行时的元件温度。风扇未运行时不得探测 EVM。

建议线规：对于 VIN 到 J1 (12V 输入) 的连接，每个输入连接的建议线规是 AWG 14，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输入，2 英尺用于返回)。对于 J2、J3 到负载的连接，建议的最低线规为 2 × AWG 14，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输出，2 英尺用于返回)。

图 4-2. 建议用于 TPS51513EVM-549 的测试设置

如图 4-2 所示放置风扇并将其打开，确保空气流经 EVM。

5 配置

必须在向 EVM 供电之前选择好所有跳线。用户可以按照以下方式配置此 EVM。

5.1 电流限制跳闸选择 (J8 : 跳闸选择)

过流保护 (OCP) 可通过 J8 跳闸选择 (TRIPSEL) 功能设置。

默认设置为 29A。

表 5-1. 电流限制跳闸选择

跳线设置为	TRIPSEL	每相位 OCP 限制 (典型值)
顶层 (1-2 引脚短接)	5VFILT	29A
第二层 (3-4 引脚短接)	3.3VBIAS	24A
第三层 (5-6 引脚短接)	VREF	20 A
底层 (7-8 引脚短接)	GND	17 A

5.2 频率选择 (J7 : TON 选择)

工作频率可通过 J7 TON 选择功能 (TONSEL) 设置。

默认设置为 300kHz。

表 5-2. 频率选择

跳线设置为	TONSEL	频率 (kHz)
顶层 (1-2 引脚短接)	5VFILT	500
第二层 (3-4 引脚短接)	3.3VBIAS	350
第三层 (5-6 引脚短接)	VREF	300
底层 (7-8 引脚短接)	GND	250

5.3 过冲衰减选择 (J9 : OSRTM 选择)

过冲衰减可通过 J9 OSRTM 选择 (OSRSEL) 功能设置。

默认设置为最大值。

表 5-3. 过冲衰减选择

跳线设置为	OSR	过冲电压衰减
顶层 (1-2 引脚短接)	5VFILT	关闭
第二层 (3-4 引脚短接)	3.3VBIAS	最小值
第三层 (5-6 引脚短接)	VREF	中间
底层 (7-8 引脚短接)	GND	最大值

5.4 VID 位选择 (S1)

输出电压可通过开关 S1 (VID 位) 设置。

默认设置为 000。

表 5-4. VID 位选择

3 位 VID 表 (1 = 1VBIAS , 0 = GND)			
VID2	VID1	VID0	V _{OUT} (V)
0	0	0	1.05
0	0	1	1.00
0	1	0	0.95
0	1	1	0.90
1	0	0	0.85

表 5-4. VID 位选择 (continued)

3 位 VID 表 (1 = 1VBIAS , 0 = GND)			
VID2	VID1	VID0	V _{OUT} (V)
1	0	1	0.80
1	1	0	0.75
1	1	1	0.70

5.5 睡眠模式选择 (SLP)

SLP 可通过 J5 (SLP) 设置。

J5 引脚 2 和 3 上的默认跳线设置禁用 SLP 模式。

表 5-5. SLP 模式选择

跳线设置为	SLP 模式选择
2-3 引脚短接	禁用 SLP 模式
1-2 引脚短接	启用 SLP 模式

5.6 1.2V 输出电压选项 (J10 : V_{OUT} 选择)

1.2V 输出可通过 J10 (V_{out} 选择) 设置。

默认设置：J10 上跳线短接以设置 0.7V 至 1.05V 输出。

表 5-6. 1.2V 输出选项选择

跳线设置为	输出范围
无跳线	1.2V 输出
跳线短接	0.70V 至 1.05V，通过 3 位 VID 控制

6 测试步骤

6.1 线路/负载调节和效率测量步骤

1. 确保将负载设置为恒定电阻模式并且灌电流为 $0A_{DC}$ 。
2. 确保在施加 V_{IN} 之前，EVM 中提供的跳线存在于 J6 上。
3. 将 V_{IN} 从 0V 增至 12V。使用 V1 测量输入电压。
4. 移除 J6 上的跳线以启用控制器。
5. 将负载从 $0A_{DC}$ 改为 $20A_{DC}$ 。 V_{OUT} 必须保持在负载调节范围内。
6. 将 V_{IN} 从 8V 改为 14V。 V_{OUT} 必须保持在线路调节范围内。
7. 将跳线接到 J6 上以禁用控制器。
8. 将负载降至 0A
9. 将 V_{IN} 降至 0V。

6.2 测试点列表

表 6-1. 每个测试点的功能

测试点	名称	说明
TP1	VIN	$12V_{IN}$
TP2	GND	$12V_{IN}$ 接地
TP3	SW	开关节点
TP4	GND	接地
TP5	VOUT	OUT
TP6	IMON	电流监视器输出
TP7	GND	接地
TP8	GND	V_{OUT} 接地
TP9	CHB	用于环路注入的输入 B
TP10	GND	接地
TP11	1Vbias	1V 偏置
TP12	PG#	负电源正常，低电平有效
TP13	PGOOD	电源正常，高电平有效
TP14	GND	接地
TP15	5Vbias	5V 偏置
TP16	3.3Vbias	3.3V 偏置
TP17	启用	使能，高电平有效
TP18	SLP	睡眠模式
TP19	CHA	用于环路注入的输入 A

6.3 设备停机

1. 关断负载。
2. 关断 V_{IN} 。
3. 关闭风扇。

7 性能数据和典型特性曲线

图 7-1 至图 7-10 显示了 TPS51513EVM-549 的典型性能曲线。将跳线设置到默认位置；请参阅本用户指南的节 6。

7.1 效率

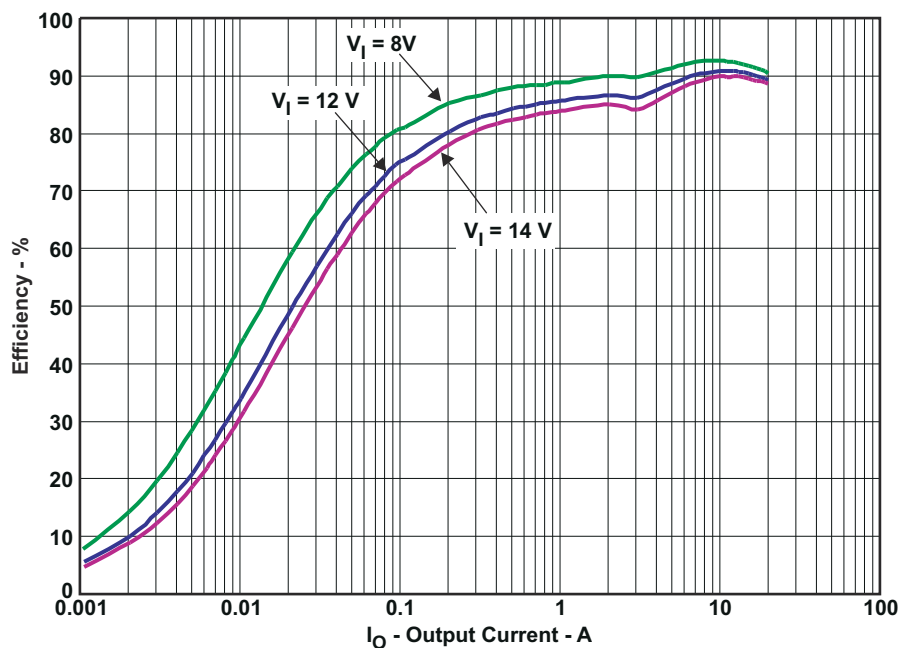


图 7-1. TPS51513EVM-549 效率

7.2 负载调节

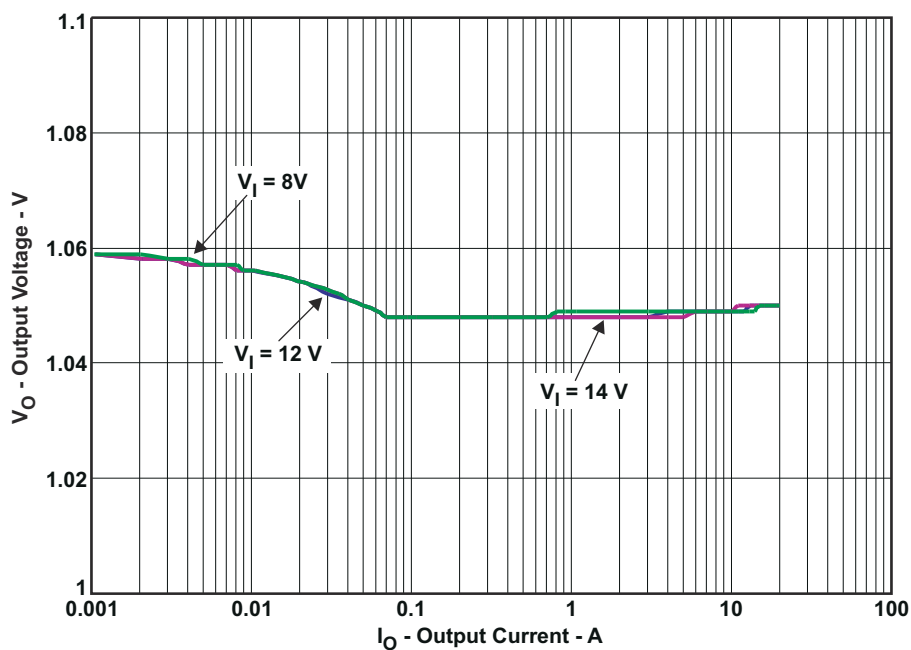


图 7-2. TPS51513EVM-549 负载调节

7.3 线路调节

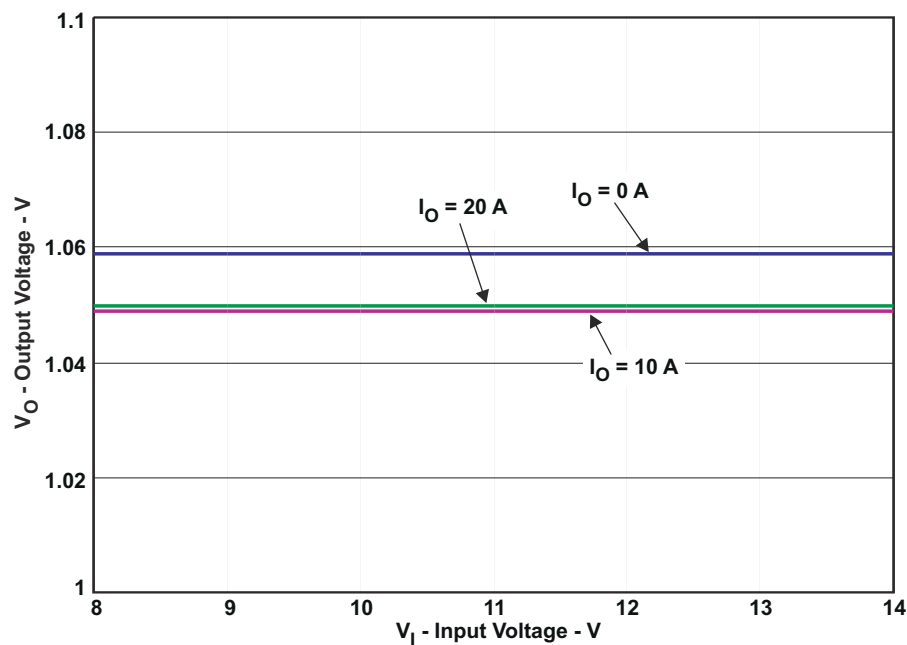


图 7-3. TPS51513EVM-549 线路调节

7.4 电流监视器电压

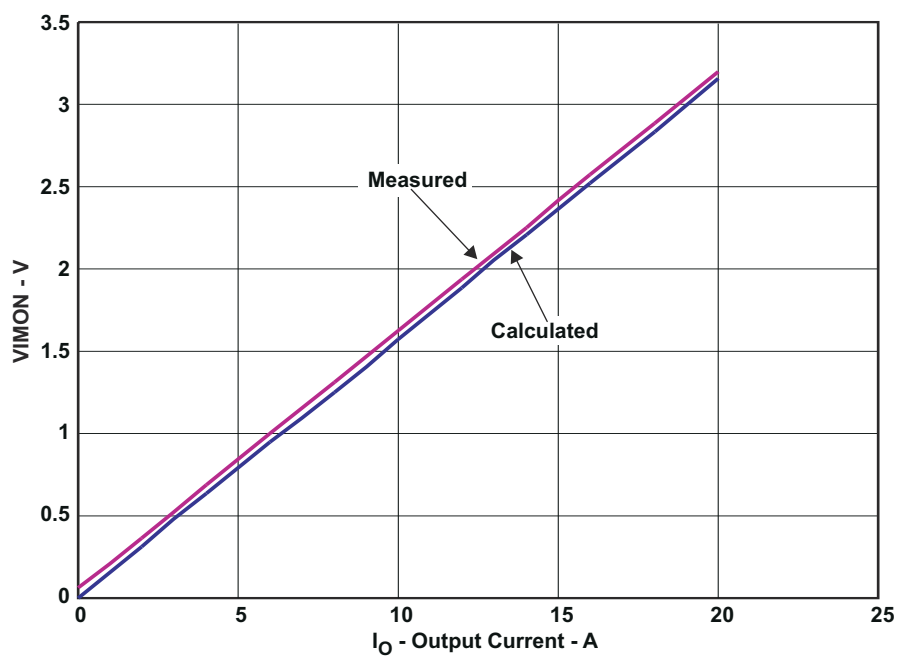


图 7-4. TPS51513EVM-549 IMON 电压

7.5 输出纹波

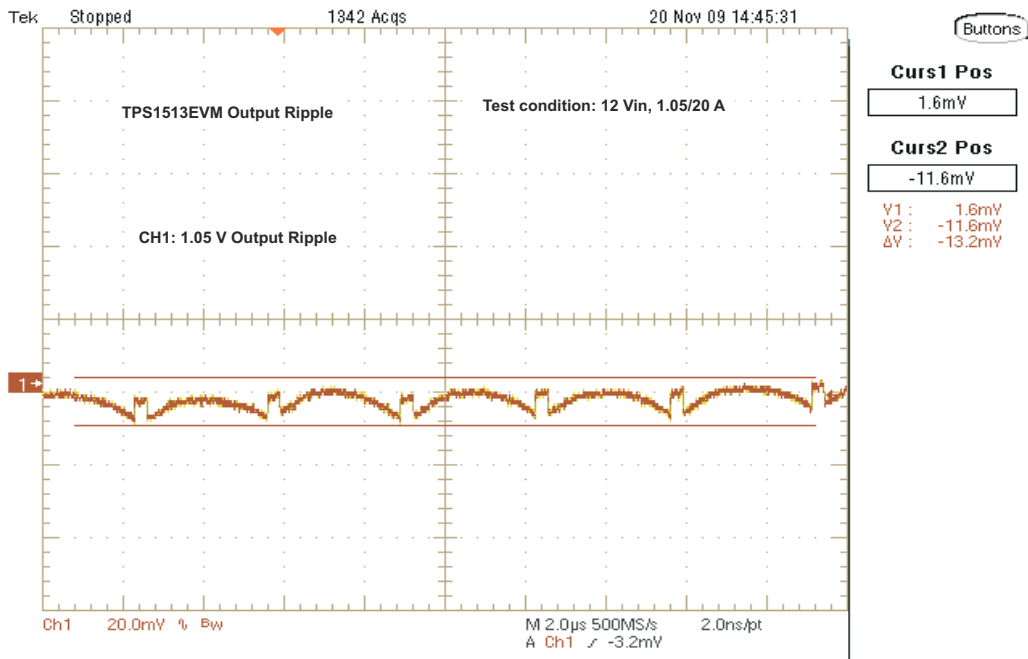


图 7-5. TPS51513EVM-549 输出纹波 (12V_{IN} , 1.05V/20A)

7.6 开关节点

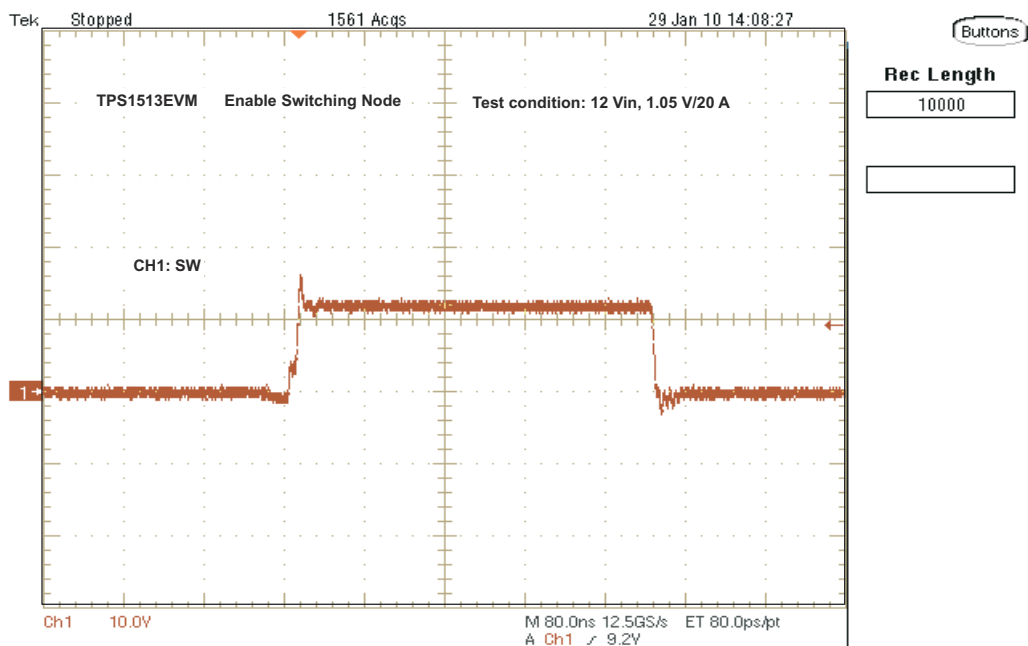


图 7-6. TPS51513EVM-549 开关节点 (12V_{IN} , 1.05V/20A)

7.7 输出瞬态

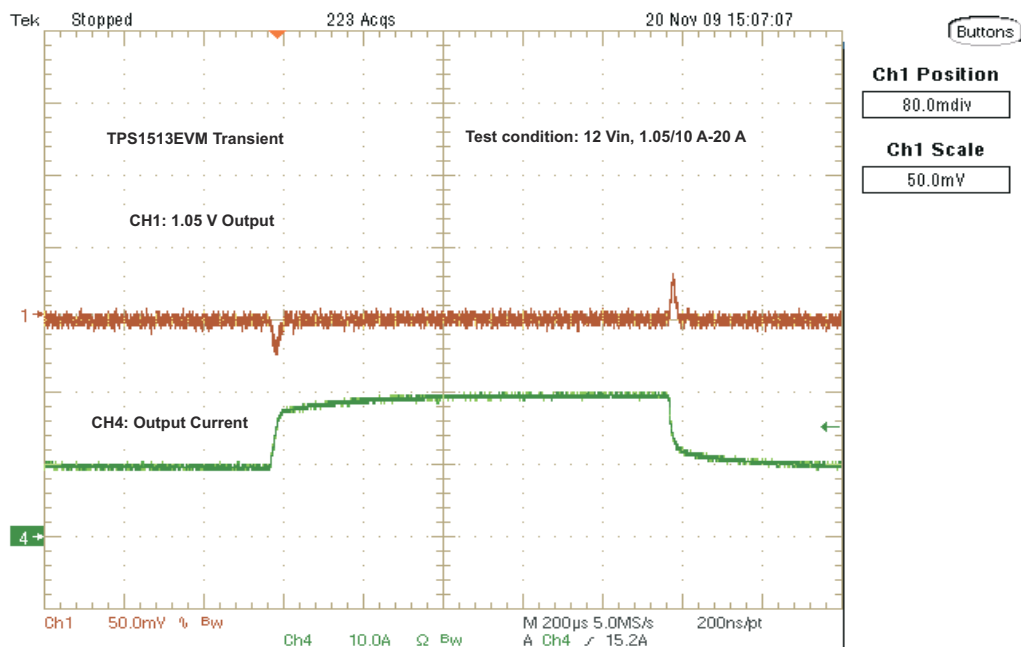


图 7-7. TPS51513EVM-549 输出瞬态 (12V_{IN} , 1.05V/10A-20A)

7.8 导通波形

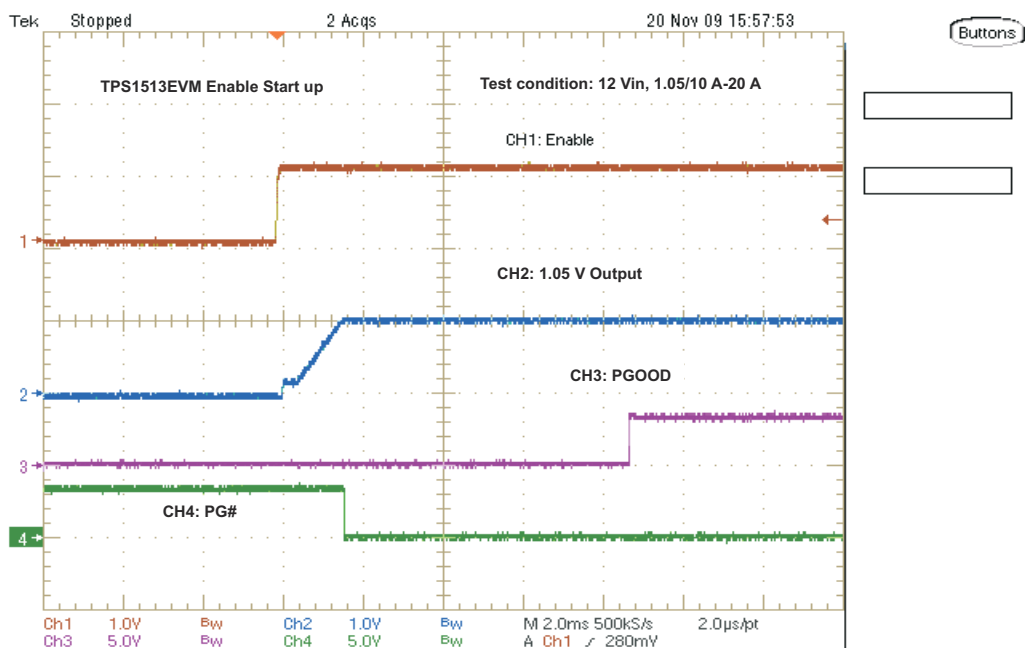


图 7-8. TPS51513EVM-549 启用导通波形 (12V_{IN} , 1.05V/20A)

7.9 关断波形

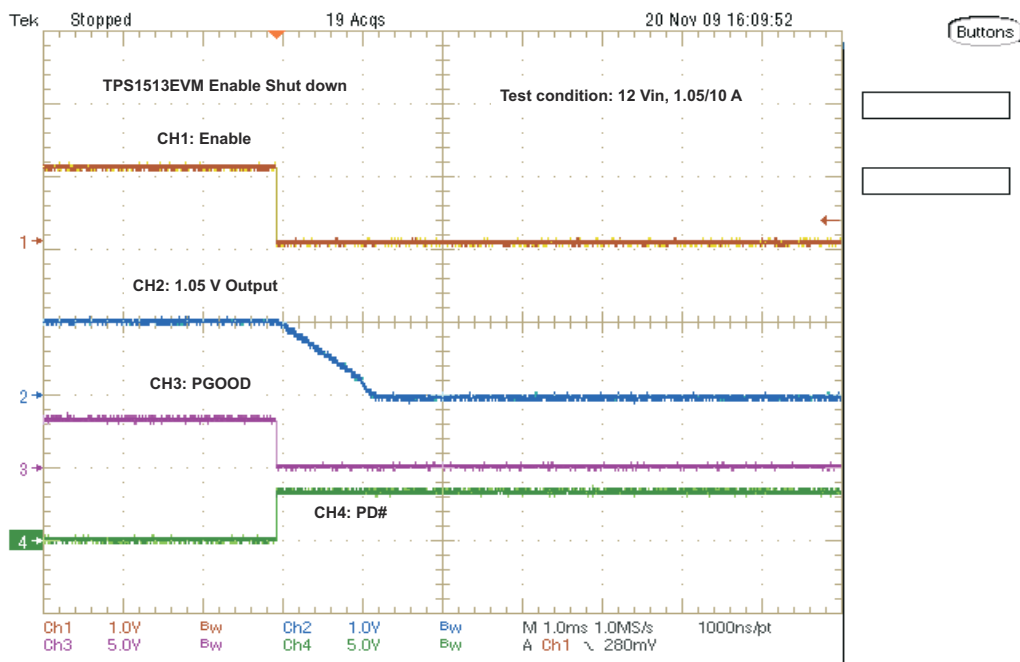


图 7-9. TPS51513EVM-549 启用关断波形 (12V_{IN}, 1.05V/10A)

7.10 波特图

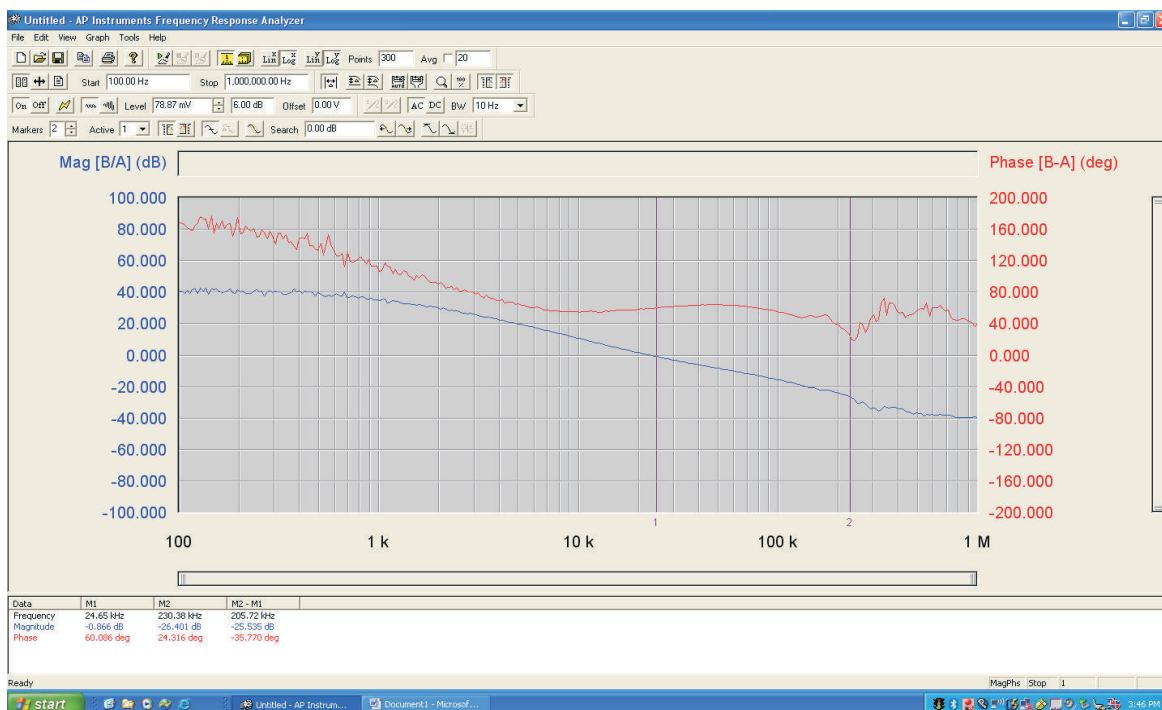


图 7-10. TPS51513EVM-549 波特图 (12V_{IN}, 1.05V/17A)

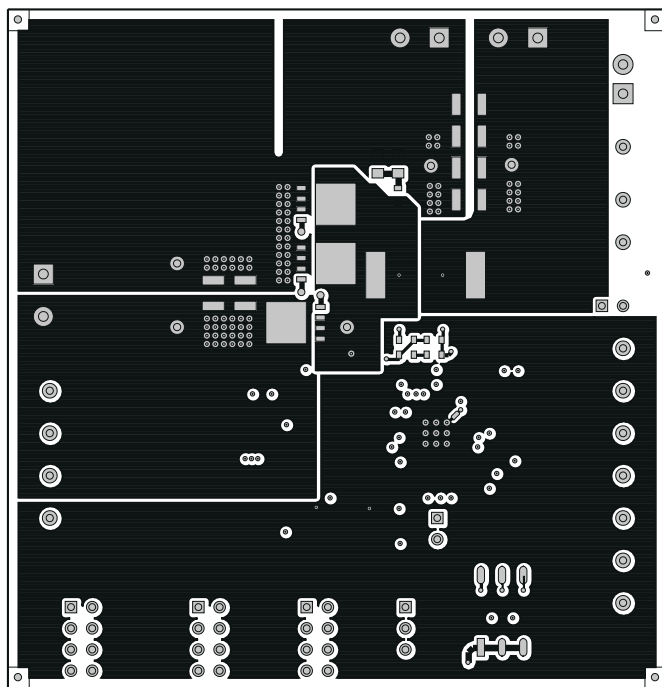


图 8-3. TPS51513EVM-549 顶层铜 (顶视图)

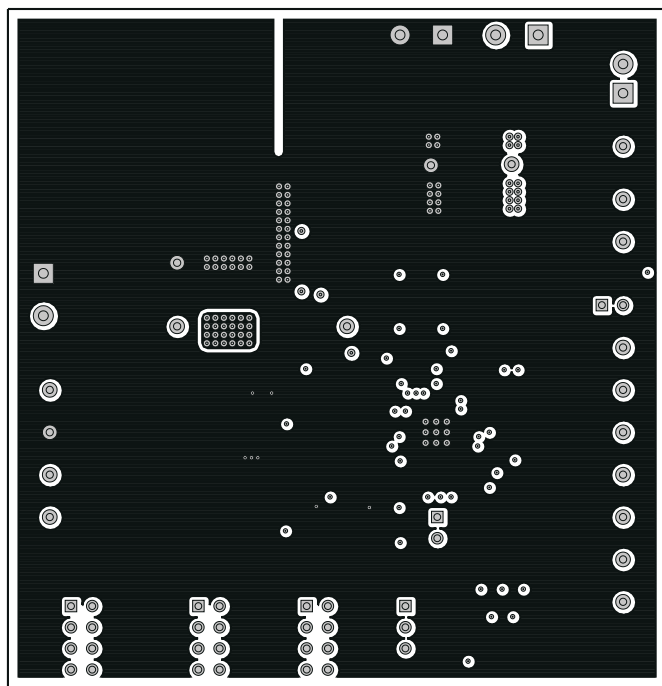


图 8-4. TPS51513EVM-549 内层 2 (顶视图)

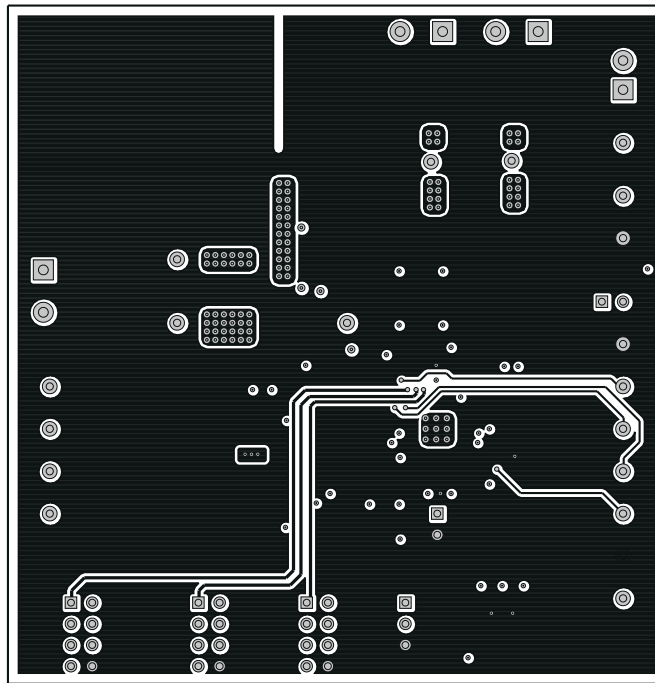


图 8-5. TPS51513EVM-549 内层 3 (顶视图)

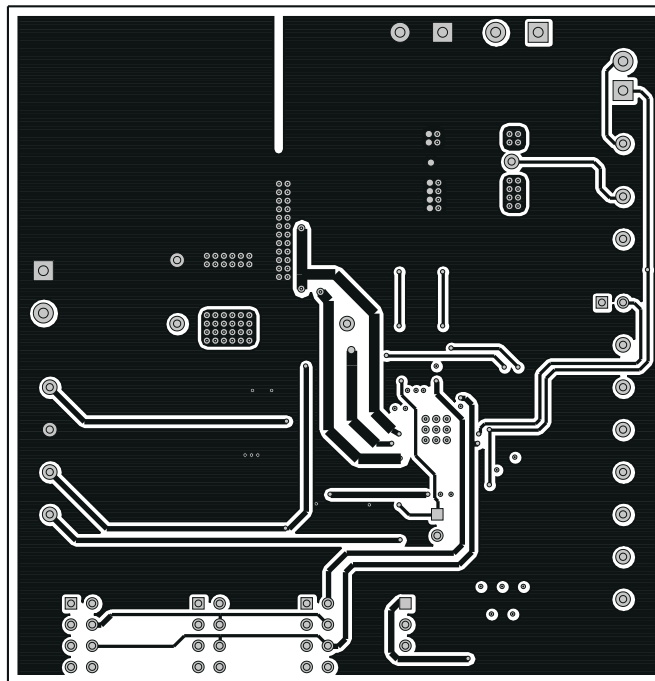


图 8-6. TPS51513EVM-549 内层 4 (顶视图)

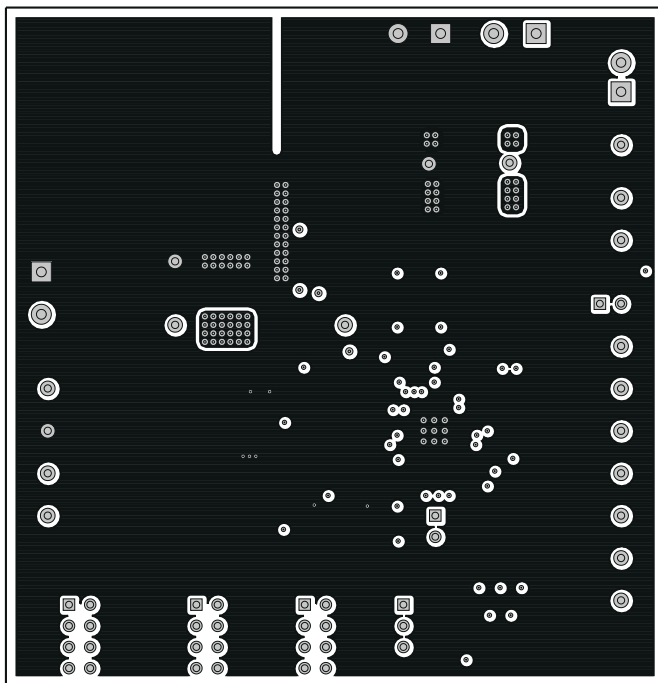


图 8-7. TPS51513EVM-549 内层 5 (顶视图)

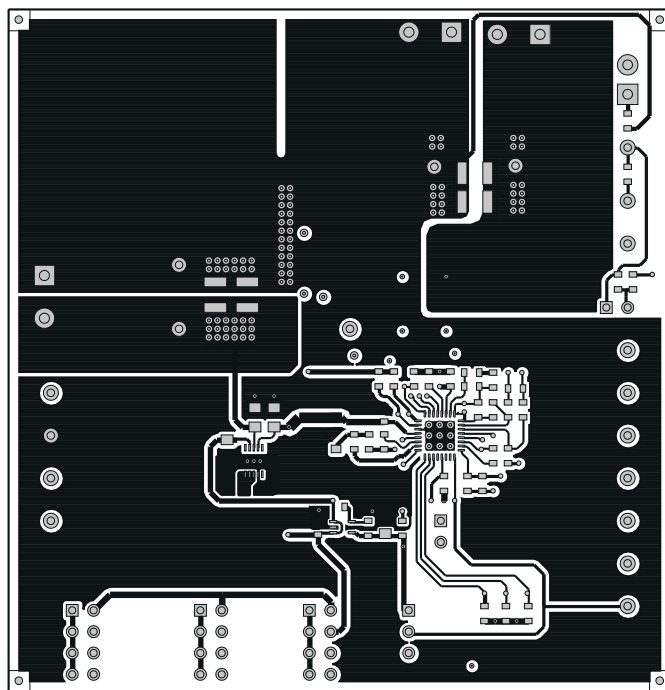


图 8-8. TPS51513EVM-549 底层铜 (顶视图)

9 物料清单

表 9-1. 基于图 3-1 和图 3-2 所示原理图的 EVM 元件列表

数量	参考标识符	说明	制造商	器件型号
1	C1	电容器, 陶瓷, 4700pF, 25V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	C10	电容器, 陶瓷, 0.022 μ F, 25V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	C12	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 50V, X5R, 10%, 0603	STD	STD
6	C13-C19	电容器, 陶瓷, 100 μ F, 6.3V, X5R, 20%, 1210	Murata (村田)	GRM32ER60J107ME20L
2	C18、C23	电容器, 陶瓷, 3300pF, 10V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	C29	电容器, 陶瓷, 47pF, 25V, C0G 和 NPO, 10%, 0603	STD	STD
2	C2、C11	电容器, 陶瓷, 2.2 μ F, 10V, X5R, 10%, 0603	STD	STD
1	C20	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
2	C21、C22	电容器, 陶瓷, 1 μ F, 10V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	C28	电容器, 陶瓷, 3300pF, 50V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
4	C24-C27	电容器, 陶瓷, 10 μ F, 16V, X5R, 10%, 0805	STD	STD
4	C3、C4、C5、C6	电容器, 陶瓷, 22 μ F, 16V, X5R, 10%, 1210	Murata (村田)	GRM32ER61C226KE20L
1	C7	电容器, 陶瓷, 0.22 μ F, 6.3V, X7R, 10%, 0603	STD	STD
1	D1	二极管, 肖特基, 0.5A, 30V, SOD-123	On Semi (安森美半导体)	MBR0520L
1	L1	电感器, SMT, 0.47 μ H, 41A, 0.001 Ω , 20%	Vishay (威世)	IHLP5050FDERR47M01
2	R11、R13	电阻器, 贴片, 2.05, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R12	电阻器, 贴片, 24.3K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R14	电阻器, 贴片, 90.9K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
6	R15-R17、R20-R22	电阻器, 贴片, 10K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R18	电阻器, 贴片, 37.4K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R19	电阻器, 贴片, 100K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R2	电阻器, 贴片, 249K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
2	R23、R24	电阻器, 贴片, 1.0, 1/10W, 5%, 0805	STD	STD
2	R4、R8	电阻器, 贴片, 0, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R3	电阻器, 贴片, 1.69K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R25	电阻器, 贴片, 2.87K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R1	电阻器, 贴片, 20.0K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R5	电阻器, 贴片, 110K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R6	电阻器, 贴片, 25.5K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	R7	电阻器, 贴片, 43.2K, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	RT1	NTC, 贴片, 热敏电阻, 150K, 5%, 0603	Panasonic-ECG (松下 ECG)	ERT-J1VV154J
2	R9、R10	电阻器, 贴片, 10, 1/16W, 1%, 0603	STD	STD
1	Q1	MOSFET, N 沟道, 25V, 21A, 5.7m Ω , QFN5X6mm	TI (Ciclon)	CSD16404Q5A
2	Q2、Q3	MOSFET, N 沟道, 25V, 31A, 2.1m Ω , QFN5X6mm	TI (Ciclon)	CSD16321Q5
1	U1	IC, 单相, D-CAP+, 同步降压控制器, QFN-32	TI	TPS51513RHB
1	U2	IC, 带切换电路的集成 LDO, DGS10	TI	TPS51103DRC
1	U3	IC, 150mA, LDO 线性稳压器, SC70	TI	TPS71701DCK

10 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

Changes from Revision * (February 2010) to Revision A (January 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....	2
• 更新了用户指南的标题.....	2

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