



内容

1 引言.....	2
2 说明.....	2
2.1 应用.....	2
2.2 特性.....	2
3 TPS40195EVM 电气性能规格.....	3
4 原理图.....	4
4.1 测试点.....	5
5 测试设置.....	5
5.1 设备.....	5
5.2 设备设置.....	6
6 测试步骤.....	7
6.1 线路和负载调节.....	7
6.2 输出纹波测量 (TP5、TP13)	7
6.3 环路分析 (TP7、TP8、TP10)	8
6.4 禁用 (TP11) 和电源正常 (TP9).....	9
6.5 开关节点 (TP4) 和 SYNC (TP12).....	9
6.6 设备停机.....	9
7 TPS40195EVM 典型性能数据和特性曲线.....	10
7.1 线路和负载调节.....	10
7.2 效率.....	10
7.3 输出电压纹波.....	11
7.4 瞬态响应.....	11
7.5 波特图.....	12
7.6 测试点波形.....	13
8 EVM 装配图和布局.....	14
9 物料清单.....	16
10 修订历史记录.....	16

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS40195EVM 评估模块 (EVM) 是一款同步降压转换器，通过 12V 输入总线可提供高达 20A 电流的固定 3.3V 输出。该 EVM 设计为使用单电源启动，因此不需要额外的偏置电压即可启动。该模块采用 [TPS40195 具有电源正常指示功能的 4.5V 至 20V 输入、电压模式、同步降压转换器](#) 数据表。

2 说明

TPS40195EVM 旨在使用 12V (8V 至 20V) 稳压总线，在高达 20A 的负载电流下产生 3.3V 稳压输出。TPS40195EVM 旨在演示典型 12V 总线到低压应用中的 TPS40195，同时提供多个测试点来评估 TPS40195 在给定的应用中的性能。

2.1 应用

- 非隔离型中等强度电流负载点和低压总线转换器
- 网络设备
- 电信设备
- 计算机外设
- 数字机顶盒

2.2 特性

- 8V 至 20V 输入范围
- 3.3V 固定输出
- 20A_{DC} 稳态输出电流
- 300kHz 开关频率
- 2 层 PCB，所有元件都位于顶端
- 便捷的测试点，用于探测开关波形和非侵入式环路响应测试

3 TPS40195EVM 电气性能规格

表 3-1. TPS40195EVM 电气和性能规格

参数		条件	最小值	标称值	最大值	单位
输入特性						
V_{IN}	输入电压		8	12	20	V
I_{IN}	输入电流	$V_{IN} = 8V, I_{OUT} = 20A$	—	9		A
	空载输入电流	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 0A$	—	60		mA
V_{IN_ON}	输入导通电压	$I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$	6.3	7.2	8	V
V_{IN_HYS}	输入滞后	$I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$		1.12		
输出特性						
V_{OUT}	输出电压	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 20A$	3.23	3.3	3.36	V
	线路调节	$V_{IN} = 8V$ 至 $20V, I_{OUT} = 20A$	—	—	0.5%	
	负载调节	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$	—	—	0.5%	
V_{OUTpp}	输出电压纹波	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 20A$	—	—	50	mVpp
I_{OUT}	输出电流	$V_{IN} = 8V$ 至 $20V$	0	20	20	A
I_{OCP}	输出过流启动点	$V_{IN} = 12V$	20.5	—	—	
瞬态响应						
ΔI	负载阶跃	20A 至 4A 至 20A	—	16	—	A
	负载压摆率		—	1	—	A/μsec
	过冲		—	300	—	mV
	建立时间		—	20	—	μs
系统特性						
F_{SW}	开关频率		240	300	360	kHz
η_{pk}	峰值效率	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$	—	95%	—	
η	满负载效率	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 20A$	—	92%	—	
T_{op}	工作温度范围	$V_{IN} = 8V$ 至 $20V, I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$, 带风扇	—	25	—	°C

4 原理图

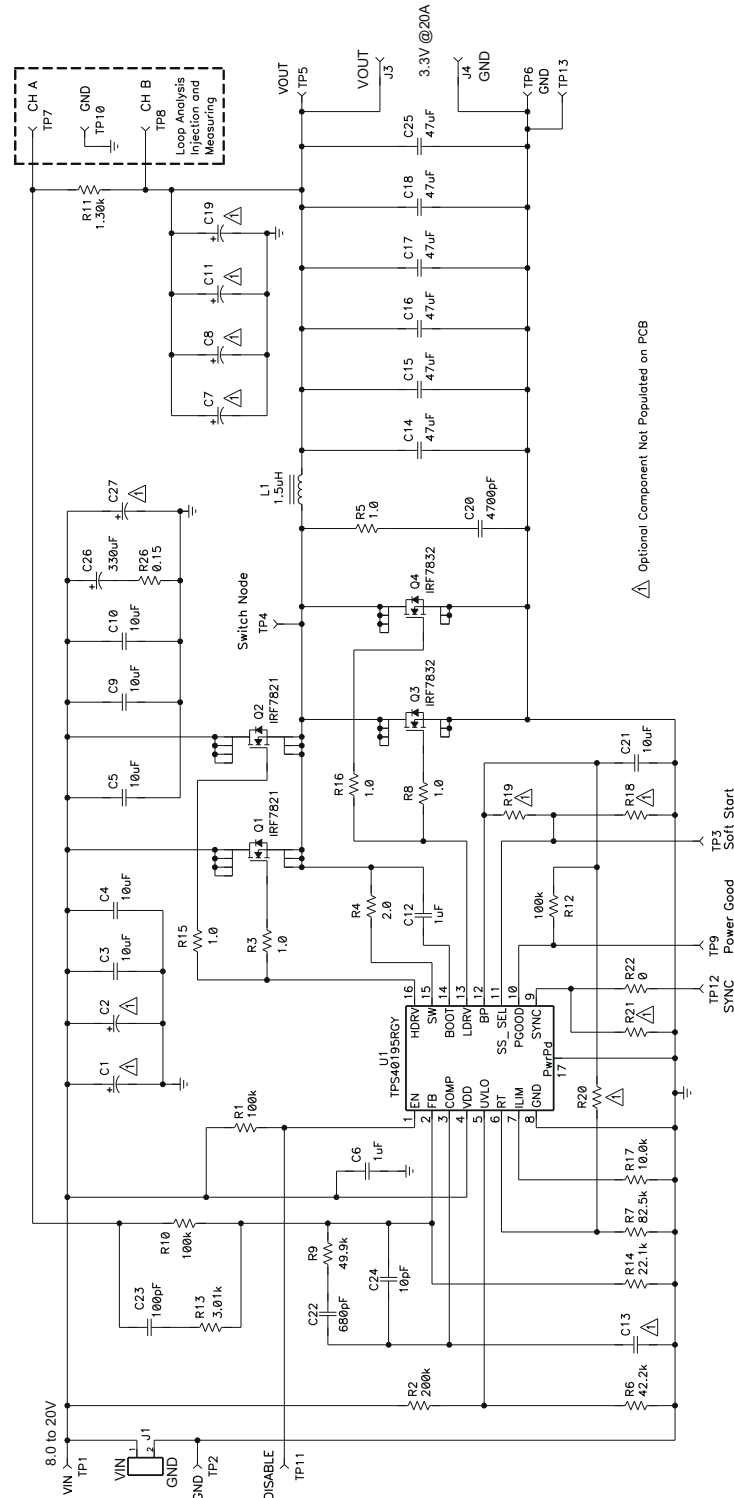


图 4-1. TPS40195EVM 原理图，仅供参考，请参阅表 9-1 物料清单以了解具体值

4.1 测试点

表 4-1. TPS40195EVM 上提供的测试点

测试点	名称	说明
TP1	VIN	测量此处的输入电压。
TP2	GND	用于输入电压测量的接地连接
TP3	软启动	监测软启动电容器电压。
TP4	开关节点	监测开关节点电压。
TP5	VOUT	测量此处的输出电压和纹波，具体请参阅节 6.1。
TP6	GND	用于输出电压测量的接地连接
TP7	CHA	用于环路分析的输入 A，具体请参阅节 6.3。
TP8	CHB	用于环路分析的输入 B，具体请参阅节 6.3。
TP9	电源正常	监测此处的电源正常信号，具体请参阅节 6.4。
TP10	GND	一般接地连接
TP11	DISABLE	将 TP11 短接至 TP2 以禁用 TPS40195 控制器，请参阅节 6.4。
TP12	SYNC	在此处注入方波同步脉冲，具体请参阅节 6.5。
TP13	GND	用于通过 TP5 执行输出纹波测试，具体请参阅节 6.2。

5 测试设置

5.1 设备

5.1.1 电压源

V_{IN}：输入电压源 (V_{IN}) 应是能够提供支持 20A_{DC} 电流的 0V 至 20V 可变直流电源。

5.1.2 仪表

A1：0A_{DC} 至 20A_{DC}，电流表

V1：V_{IN}，0V 至 20V 电压表

V2：V_{OUT}，0V 至 5V 电压表

5.1.3 负载

LOAD1：输出负载 (LOAD1) 应该是一个电子恒流模式负载，在 3.3V 下支持 0A_{DC} 至 20A_{DC} 电流。

5.1.4 示波器

示波器：数字或模拟示波器可用于测量 V_{OUT} 上的纹波电压。它还用于监测 EVM 上的各种测试点。节 6 介绍了这些测量的测试步骤。对于纹波测量，不建议使用示波器提供的引线接地。由于接地环路较大，这可能会产生额外的噪声。

5.1.5 信号发生器

信号发生器可用于将 EVM 与更高的开关频率同步。有关如何执行此操作的详细信息，请参阅节 6。

5.1.6 建议线规

V_{IN} 到 J1：此 EVM 的源极电压、V_{IN} 和 J1 之间的连接最多可以承载 20A_{DC} 电流。最低建议线规是 2x AWG #16，导线总长度小于 4 英尺 (2 英尺用于输入，2 英尺用于返回)。

J3 和 J4 到 LOAD1 (电源)：EVM 的 J2 和 LOAD1 之间的电源连接最多可以承载 20A_{DC} 电流。最低建议线规是 2x AWG #16，导线总长度小于 2 英尺 (1 英尺用于输出，1 英尺用于返回)。

5.1.7 其他

风扇：本评估模块包含会发烫的元件，因此 EVM 未封闭 (以能够探测电路节点)，因此需要一个 200LFM 至 400LFM 的小型风扇来降低元件表面温度，以防止用户受伤。EVM 在通电时不应无人看管。风扇未运行时不应探测 EVM。

5.2 设备设置

图 5-1 显示了推荐用于评估 TPS40195EVM 的基本测试设置。请注意，虽然 J1 和 J4 的返回点相同，但连接应保持独立，如图 5-1 所示。

1. 在 ESD 工作站上工作时，请确保在为 EVM 加电之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。还应穿戴防静电工作服和护目镜。
2. 在连接直流输入源 V_{IN} 之前，建议将来自 V_{IN} 的拉电流限制为最大 20A。确保 V_{IN} 初始设置为 0V 并按图 5-1 所示进行连接。
3. 在 V_{IN} 和 J1 之间连接电流表 A1 (量程为 0A 到 20A)，如图 5-1 中所示。
4. 将电压表 V1 连接到 TP1 和 TP2，如图 5-1 中所示。
5. 将 LOAD1 连接到 J3 和 J4，如图 5-1 中所示。在施加 V_{IN} 之前，确保将 LOAD1 设置为恒流模式并具有 0A_{DC} 灌电流。
6. 将电压表 V2 连接到 TP5 和 TP6，如图 5-1 中所示。
7. 如图 5-1 所示放置风扇并将其打开，确保空气流经 EVM。

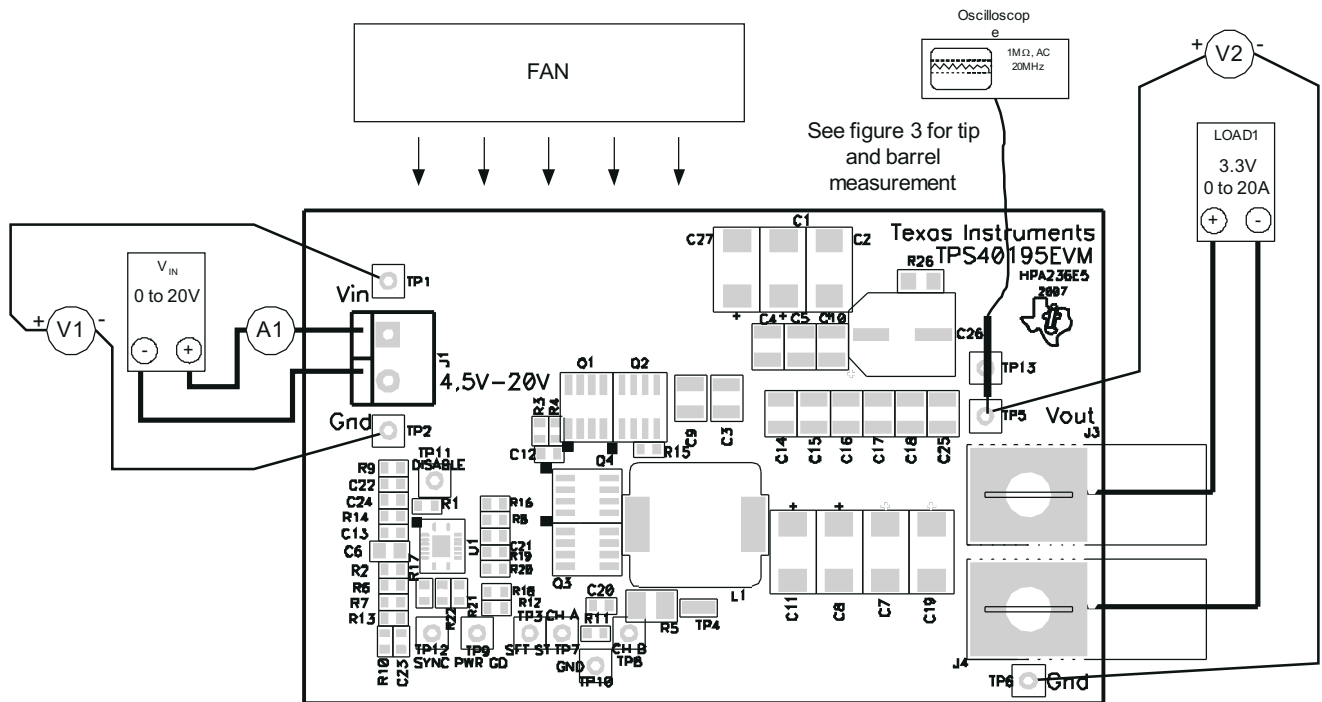


图 5-1. 建议用于 TPS40195EVM 的测试设置

6 测试步骤

6.1 线路和负载调节

1. 将 V_{IN} 从 0V 增大至 8V。
2. 将 LOAD1 从 0A 阶跃至 20A。
3. 记录每个 LOAD1 阶跃的 V_{IN} 、 I_{IN} 、 V_{OUT} 和 I_{OUT} 。
4. 将 V_{IN} 从 8V 更改为 20V。
5. 针对每个 V_{IN} 阶跃重复上述步骤 2 至 4。
6. 请参阅节 6.6 来了解设备关闭。

请参阅节 7.1 和节 7.2，以了解典型的线路和负载调节曲线及效率结果。

6.2 输出纹波测量 (TP5、TP13)

1. 按照节 5.2 和图 5-1 中所述设置 EVM。
2. 按以下方式设置示波器：
 - 1M Ω 输入阻抗
 - 20MHz 带宽
 - 交流耦合
 - 1 μ s/div 水平分辨率
 - 10mV/div 垂直分辨率
3. 将示波器探头尖端穿过 TP5 并将接地筒靠在 TP13 上，如图 6-1 所示。对于免手动方法，可以切割并打开 TP13 中的环路以支撑探头筒。必须从这些测试点移除 V2，以便连接示波器。
4. 将 V_{IN} 增加至 8V。
5. 将 LOAD1 从 0A 改为 20A 并观察示波器波形。
6. 针对最高 20V 的各种 V_{IN} 值重复步骤 5。
7. 请参阅节 6.6 来了解设备关闭。

有关典型纹波电压结果，请参阅节 7.3

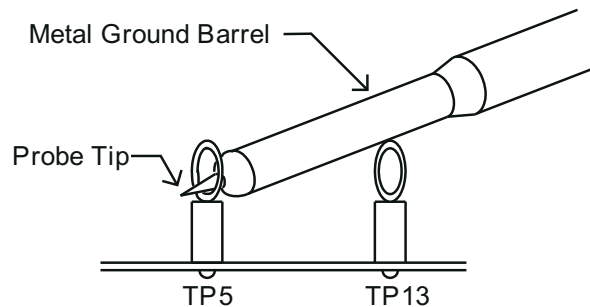


图 6-1. 输出纹波测量 - 使用 TP5 和 TP13 的尖端和接地筒

6.3 环路分析 (TP7、TP8、TP10)

TPS40195EVM 在反馈环路中包含一个 1.30kΩ 串联电阻器，以允许将匹配阻抗信号注入反馈以进行环路响应分析。

1. 按照节 5.2 和图 5-1 中所述设置 EVM。
2. 将输入信号幅度测量探头 (通道 A) 连接到 TP7，如图 6-2 所示。
3. 将输出信号幅度测量探头 (通道 B) 连接到 TP8，如图 6-2 所示。
4. 将通道 A 和通道 B 的接地引线连接到 TP10，如图 6-2 所示。
5. 通过隔离变压器在 R11 (TP7 和 TP8) 上注入 30mV 或更低的信号。
6. 扫描频率从 100 Hz 到 1MHz，使用 10-Hz 或更低的后置滤波器。
7. 控制环路增益可以通过 $20 \times \text{Log} (\text{ChannelB}/\text{ChannelA})$ 测量得出。
8. 控制环路相位由通道 A 和通道 B 之间的相位差测量。
9. 在进行其他测量之前，从 TP7 和 TP8 断开隔离变压器 (信号注入反馈可能会干扰其他测量的准确性)。
10. 请参阅节 6.6 来了解设备关闭。

有关此 EVM 的典型波特图和瞬态性能，请参阅节 7.5。

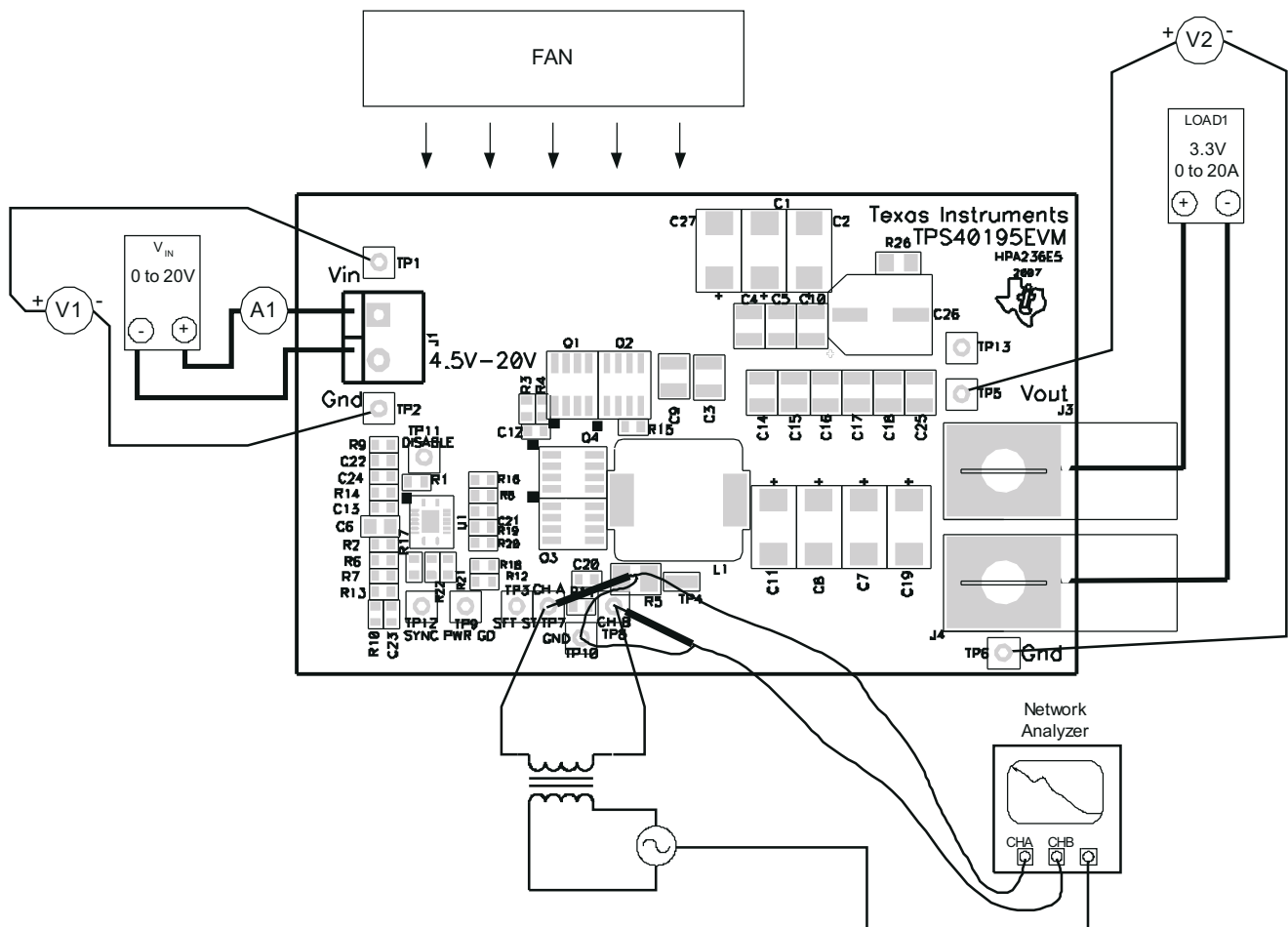


图 6-2. 控制环路测量设置

6.4 禁用 (TP11) 和电源正常 (TP9)

TPS40195EVM 默认为已启用状态。

1. 按照节 5.2 和图 5-1 中所述设置 EVM。
2. 使用四通道示波器来监测 TP11、TP9 和 TP5。
3. 将 V_{IN} 增加至 8V。
4. 将 LOAD1 设置为 10A。
5. 将 TP11 短接至 TP2。输出应降至零。
6. 移除短接。输出应返回到调节。
7. 针对各种 V_{IN} 和 LOAD1 组合重复上面的步骤 4 和步骤 5。
8. 请参阅节 6.6 来了解设备关闭。

有关典型的禁用和电源正常性能，请参阅节 7.6。

6.5 开关节点 (TP4) 和 SYNC (TP12)

1. 按照节 5.2 和图 5-1 中所述设置 EVM。
2. 使用示波器来监测 TP4。按以下方式设置示波器：
 - 1M Ω 输入阻抗
 - 20MHz 带宽
 - 交流耦合
 - 1 μ s/div 水平分辨率
 - 5V/div 垂直分辨率
3. 将 V_{IN} 增加至 12V。
4. 将 LOAD1 设置为 10A。
5. 改变 LOAD1 并观察示波器。
6. 改变 V_{IN} 并观察示波器。
7. 将信号发生器设置为 360kHz 并按照图 6-1 中所示设置脉冲形状。
8. 将信号发生器连接到 TP12。
9. 使用示波器监视 TP12 和 TP4。
10. 将信号发生器频率从 360kHz 更改为 400kHz。
11. 请参阅节 6.6 来了解设备关闭。

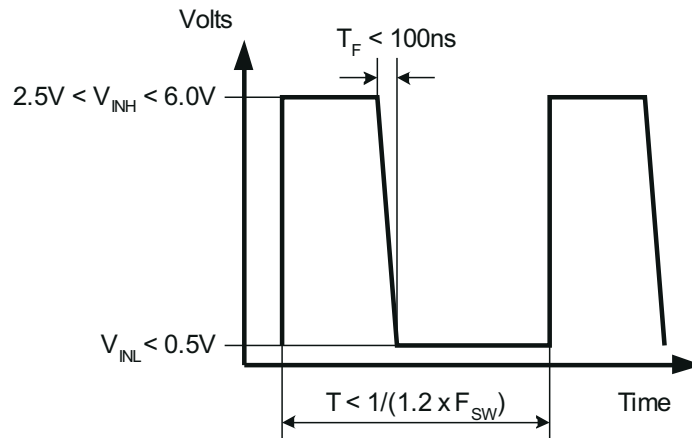


图 6-3. 典型的 TPS40195EVM SYNC 信号。TPS40195 会在下降沿同步。

6.6 设备停机

1. 关闭示波器。
2. 关断 LOAD1。
3. 关断 V_{IN} 。
4. 关闭风扇。

7 TPS40195EVM 典型性能数据和特性曲线

图 7-1 至图 7-10 显示了 TPS40195EVM 的典型性能曲线。实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响，因此这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。

7.1 线路和负载调节

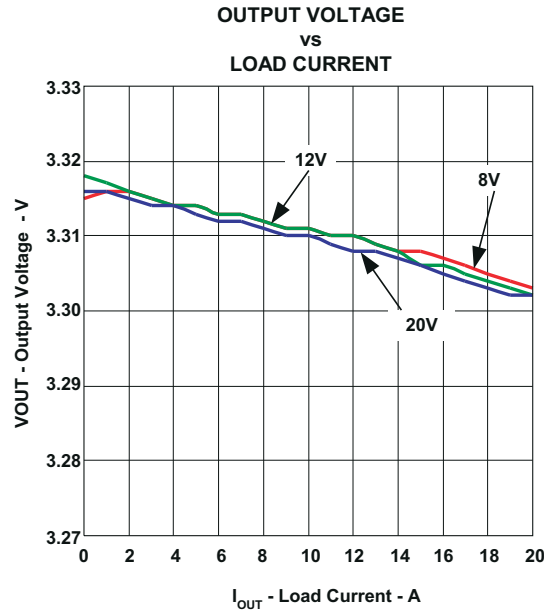


图 7-1. TPS40195EVM 线路和负载调节 $V_{IN} = 8V$ 至 $20V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 0A$ 至 $20A$

7.2 效率

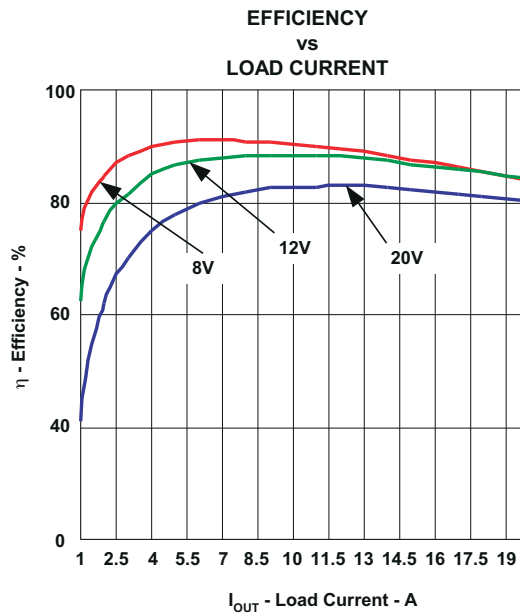


图 7-2. TPS40195EVM 效率 $V_{IN} = 8V$ 至 $20V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 1A$ 至 $20A$

7.3 输出电压纹波

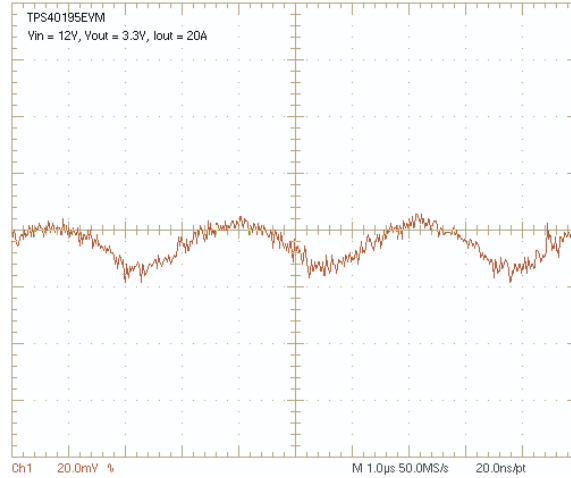


图 7-3. TPS40195EVM 输出电压纹波 ($V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 20A$)

7.4 瞬态响应

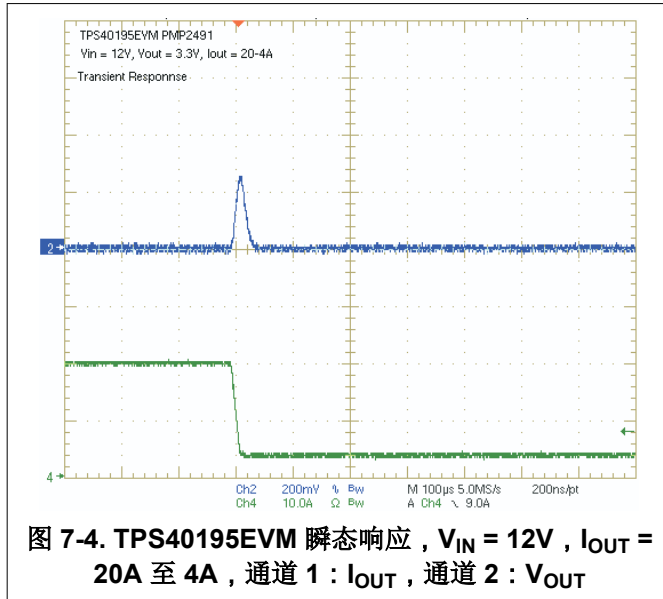


图 7-4. TPS40195EVM 瞬态响应, $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 20A$ 至 $4A$, 通道 1 : I_{OUT} , 通道 2 : V_{OUT}

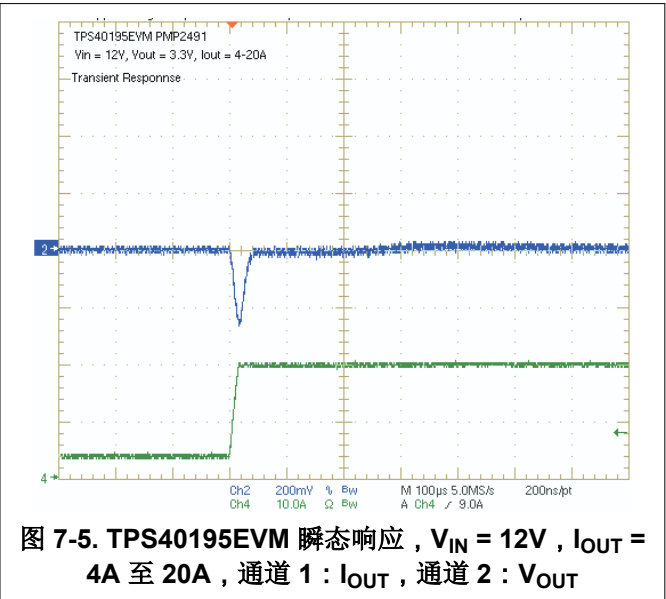


图 7-5. TPS40195EVM 瞬态响应, $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 4A$ 至 $20A$, 通道 1 : I_{OUT} , 通道 2 : V_{OUT}

7.5 波特图

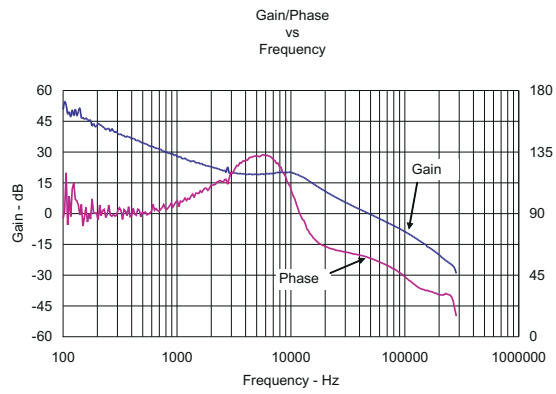


图 7-6. TPS40195EVM 波特图 $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 20A$, 交叉频率 = 48kHz, 相位裕度 = 57.5°

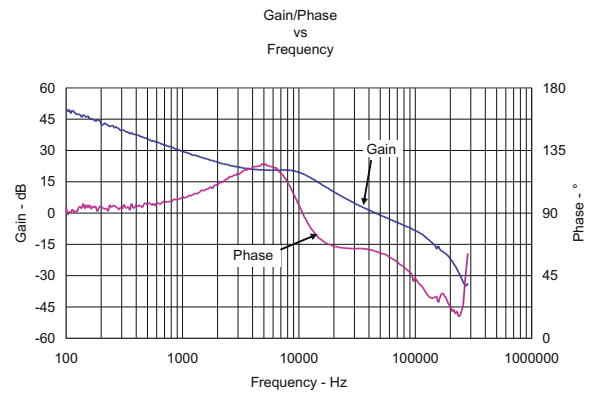
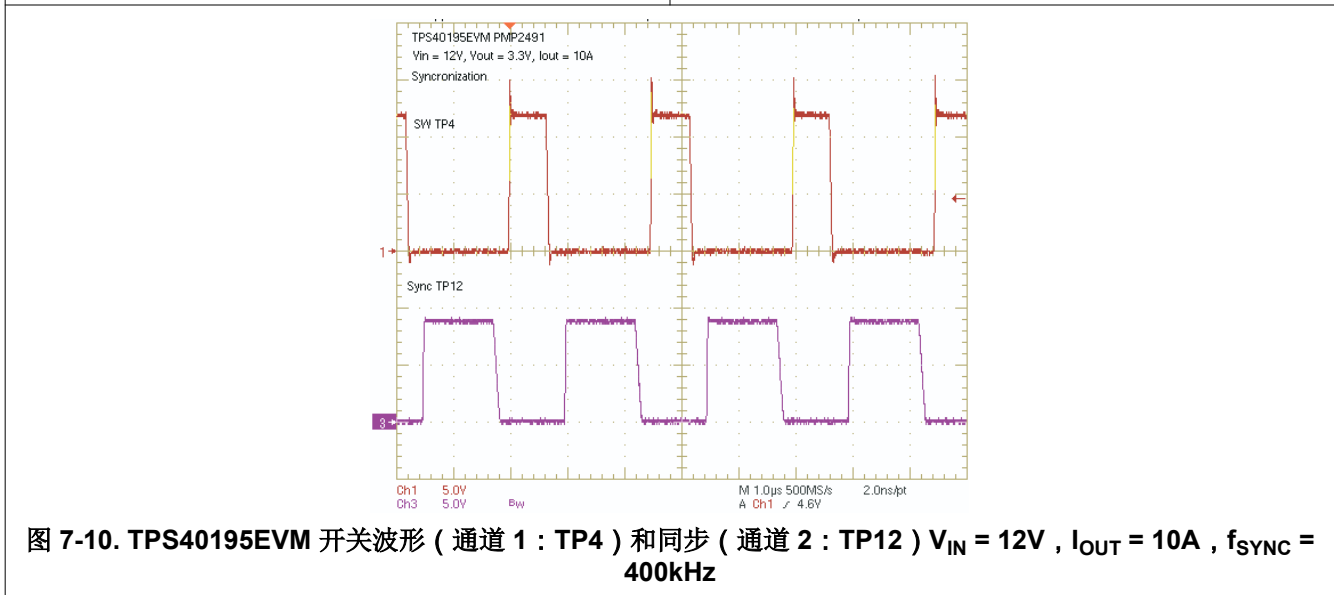
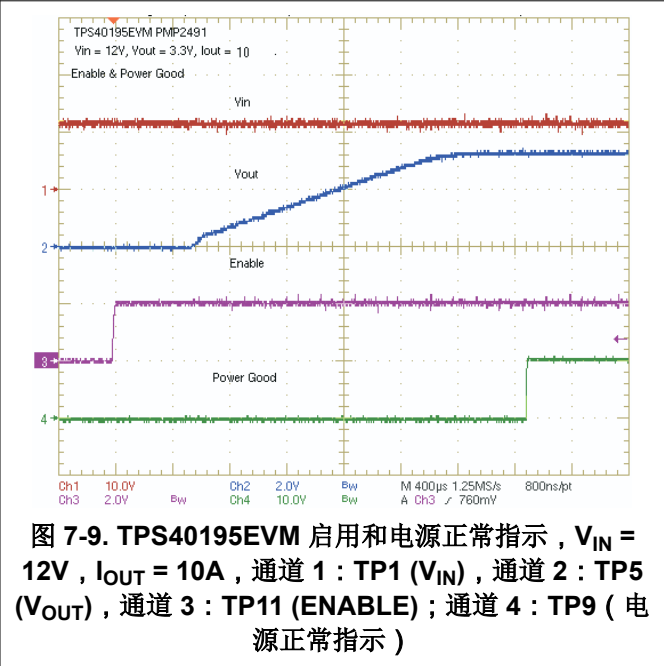
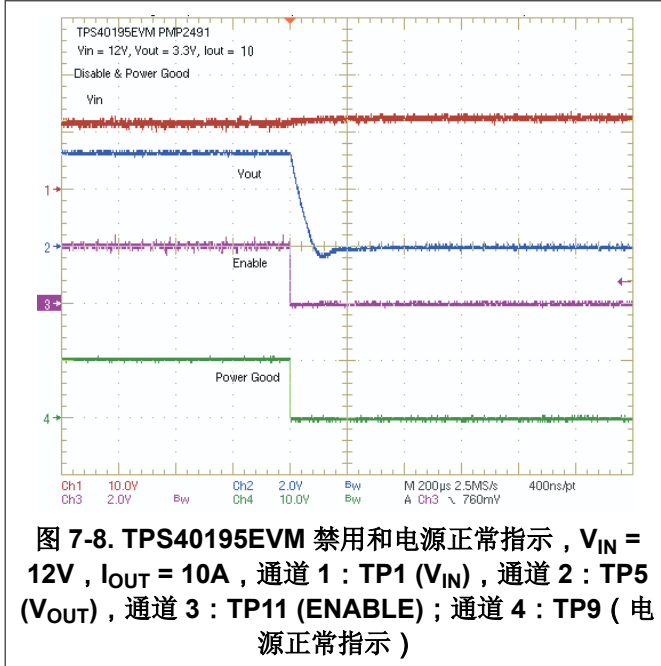


图 7-7. TPS40195EVM 波特图 $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 0A$, 交叉频率 = 46kHz, 相位裕度 = 62°

7.6 测试点波形



8 EVM 装配图和布局

下图 (图 8-1 至图 8-3) 显示了 TPS40195EVM 印刷电路板的设计。该 EVM 采用 2 层 2 盎司覆铜电路板，所有元件均焊接在顶层。将组件移动到 PCB 的两侧或使用额外的内部层可以为空间受限的系统进一步缩小尺寸。

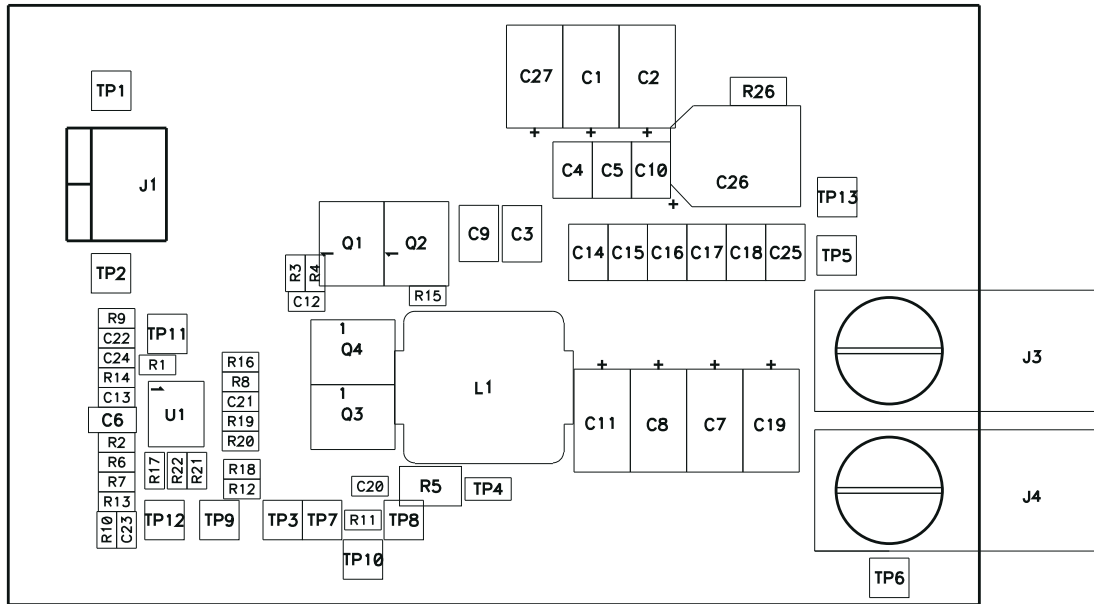


图 8-1. TPS40195EVM 元件放置 (顶视图)

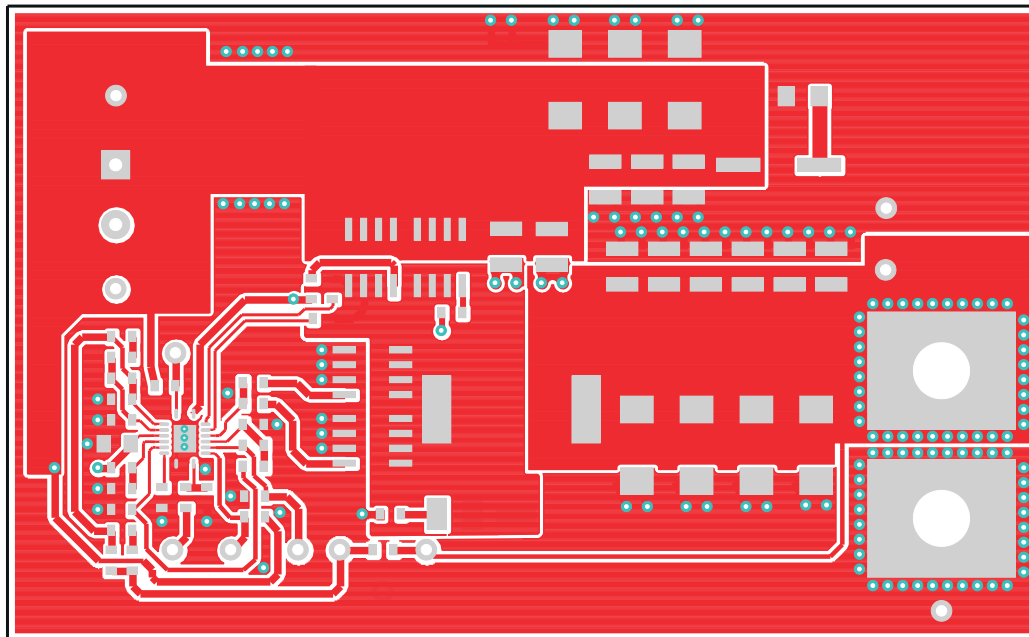


图 8-2. TPS40195EVM 顶部铜层 (顶视图)

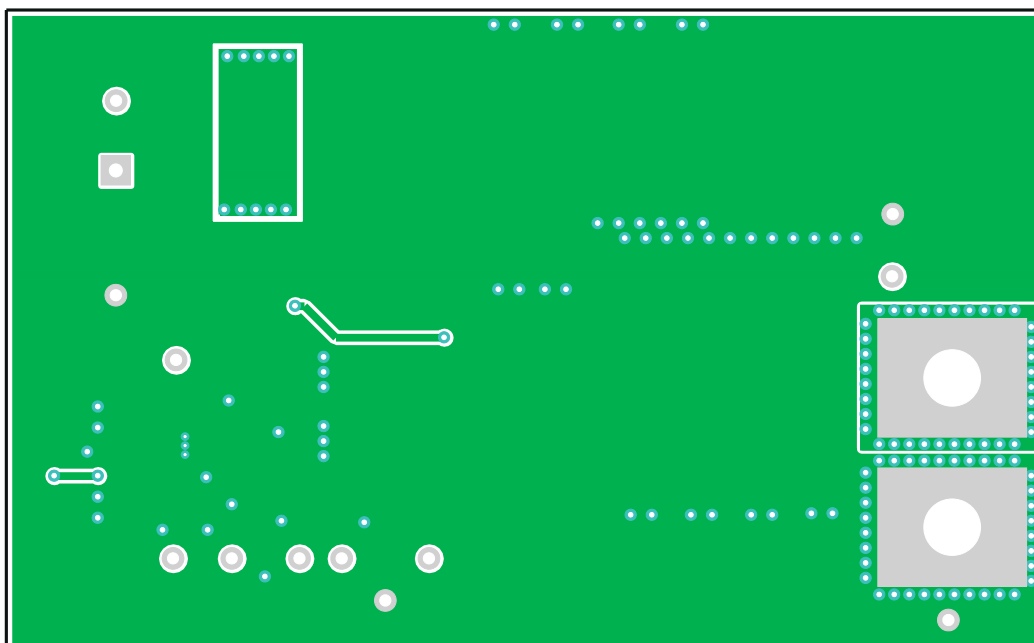


图 8-3. TPS40195EVM 底层铜层 (X 射线顶视图)

9 物料清单

表 9-1 列出了根据图 4-1 所示原理图配置的 EVM 元件。

表 9-1. TPS40195EVM 物料清单

数量	参考标识符	说明	制造商	器件型号
0	C1、C2、C7、C8、C11、C19、C27	电容器, 铝制, 20% (UE Series)	Panasonic (松下)	EEF-UEVvxxxR
1	C12	电容器, 陶瓷, 1.0 μ F, 6.3V, X7R, 10%, 0603	Std	Std
0	C13	电容器, 陶瓷, 开路式	Std	Std
6	C14、C15、C16、C17、C18、C25	电容器, 陶瓷, 47 μ F, 6.3V, X5R, 20%, 1210	Std	Std
1	C20	电容器, 陶瓷, 4700pF, 50V, X7R, 10%, 0603	Std	Std
1	C21	电容器, 陶瓷, 10 μ F, 6.3V, X5R, 10%, 0603	Std	Std
1	C22	电容器, 陶瓷, 680pF, 50V, X7R, 10%, 0603	Std	Std
1	C23	电容器, 陶瓷, 100pF, 50V, COG, 5%, 0603	Std	Std
1	C24	电容器, 陶瓷, 10pF, 50V, NPO, 5%, 0603	Std	Std
1	C26	电容器, 铝制, 25V, \pm 20%, 160m Ω	Panasonic (松下)	EEVFK1E331P
5	C3、C4、C5、C9、C10	电容器, 陶瓷, 10 μ F, 25V, X7R, 20%, 1210	Std	Std
1	C6	电容器, 陶瓷, 1.0 μ F, 25V, X7R, 10%, 0805	Std	Std
1	L1	电感器, SMT, 27A, 3.0m Ω	Vishay	IHLP5050FDER1R5M01
2	Q1、Q2	MOSFET, N 沟道, 30V, 11A, 9.1m Ω	IR	IRF7821
2	Q3、Q4	MOSFET, N 沟道, 30V, 16A, 4.0m Ω	IR	IRF7832
3	R1、R10、R12	电阻器, 贴片, 100k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R11	电阻器, 贴片, 1.30k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R13	电阻器, 贴片, 3.01k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R14	电阻器, 贴片, 22.1k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R17	电阻器, 贴片, 10.0k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
0	R18、R19、R20、R21	电阻器, 贴片, xxx Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R2	电阻器, 贴片, 200k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R22	电阻器, 贴片, 0 Ω , 1/16W	Std	Std
1	R26	电阻器, 贴片, 0.15 Ω , 1/8W, 5%	Std	Std
4	R3、R8、R15、R16	电阻器, 贴片, 1.0 Ω , 1/16W, 5%	Std	Std
1	R4	电阻器, 贴片, 2.0 Ω , 1/16W, 5%	Std	Std
1	R5	电阻器, 贴片, 1.0 Ω , 1210, 5%	Std	Std
1	R6	电阻器, 贴片, 42.2k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R7	电阻器, 贴片, 82.5k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	R9	电阻器, 贴片, 49.9k Ω , 1/16W, 1%	Std	Std
1	U1	TPS40195, 具有同步和电源正常指示功能的 4.5V 至 20V 同步降压控制器	TI	TPS40195RGY

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 A (July 2008) to Revision B (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