



内容

| | |
|--------------------------------|----|
| 1 引言..... | 2 |
| 1.1 说明..... | 2 |
| 1.2 应用..... | 2 |
| 1.3 特性..... | 2 |
| 2 TPS40190EVM-001 电气性能规格..... | 2 |
| 3 原理图..... | 3 |
| 3.1 调节输出电压 (R1) | 4 |
| 3.2 调整短路保护 (R6) | 4 |
| 3.3 禁用 (TP1 和 SW1) | 4 |
| 4 测试设置..... | 5 |
| 4.1 设备..... | 5 |
| 4.2 设备设置..... | 5 |
| 4.3 启动/关断过程..... | 7 |
| 4.4 控制环路增益和相位测量步骤..... | 7 |
| 4.5 设备停机..... | 8 |
| 5 TPS40190EVM 典型性能数据和特性曲线..... | 8 |
| 5.1 效率..... | 8 |
| 5.2 线性和负载调整率..... | 9 |
| 6 EVM 装配图和布局..... | 10 |
| 7 物料清单..... | 14 |
| 8 修订历史记录..... | 15 |

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

TPS40190EVM-001 评估模块 (EVM) 是一款同步降压转换器, 在高达 10A 电流下从 12V 输入总线提供固定的 1.5V 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。该模块使用 TPS40190 减少引脚数同步降压控制器。

1.1 说明

TPS40190EVM-001 设计使用 12V (10V - 14V) 稳压总线在高达 10A 负载电流下产生 1.5V 的稳压输出。TPS40190EVM-001 旨在演示 TPS40190 在典型稳压总线到低压应用中的应用, 同时提供多个测试点来评估 TPS40190 在给定应用中的性能。可通过更换单个置位电阻将该 EVM 修改为支持 0.9V 至 3.3V 的输出电压。

1.2 应用

- 非隔离中电流负载点和低压总线转换器
- 网络设备
- 电信设备
- DC 电源分布式系统

1.3 特性

- 10V 至 14V 输入范围
- 1.5V 固定输出电压, 可通过单个电阻进行调节
- 10A_{DC} 稳态输出电流
- 300kHz 开关频率 (由 TPS40190 确定)
- 单个主开关 N 沟道 MOSFET 和单个同步整流器 N 沟道 MOSFET
- 所有元件都位于顶端的双面 3 英寸 × 3 英寸 PCB
- 有源转换器所占面积小于 1.2 平方英寸 - 1.775 × 0.670
- 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

2 TPS40190EVM-001 电气性能规格

表 2-1. TPS40190EVM-001 电气和性能规格

| 参数 | 注意事项和条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|--|---------------------------|------|------|------|
| 输入特性 | | | | | |
| 输入电压范围 | | 10 | | 14 | V |
| 最大输入电流 | V _{IN} = 10V, I _{OUT} = 10A | | 2 | | A) |
| 空载输入电流 | V _{IN} = 14V, I _{OUT} = 0A | | 100 | | mA |
| 输出特性 | | | | | |
| 输出电压 | R6 = 6.49k, R5 = 10k | 1.45 | 1.50 | 1.55 | V |
| 输出电压调节 | 线性调整率 (10V < V _{IN} < 14V, I _{OUT} = 5A) | | | 1 | % |
| | 负载调整率 (< 0A < I _{OUT} < 10A, V _{IN} = 12V) | | | | |
| 输出电压纹波 | V _{IN} = 14V, I _{OUT} = 10A | | 25 | 50 | mVpp |
| 输出负载电流 | | 0 | | 10 | A |
| 输出过流 | | | 23 | | A |
| 系统特性 | | | | | |
| 开关频率 | | 240 | 300 | 360 | kHz |
| 峰值效率 | V _{OUT} = 1.5V, 8A < I _{OUT} < 12A | V _{12V_IN} = 10V | 87 | | % |
| | | V _{12V_IN} = 12V | 85 | | |
| | | V _{12V_IN} = 14V | 83 | | |
| 满负载效率 | V _{OUT} = 1.5V, I _{OUT} = 15A | V _{12V_IN} = 10V | 84 | | % |
| | | V _{12V_IN} = 12V | 83 | | |
| | | V _{12V_IN} = 14V | 81 | | |

3 原理图

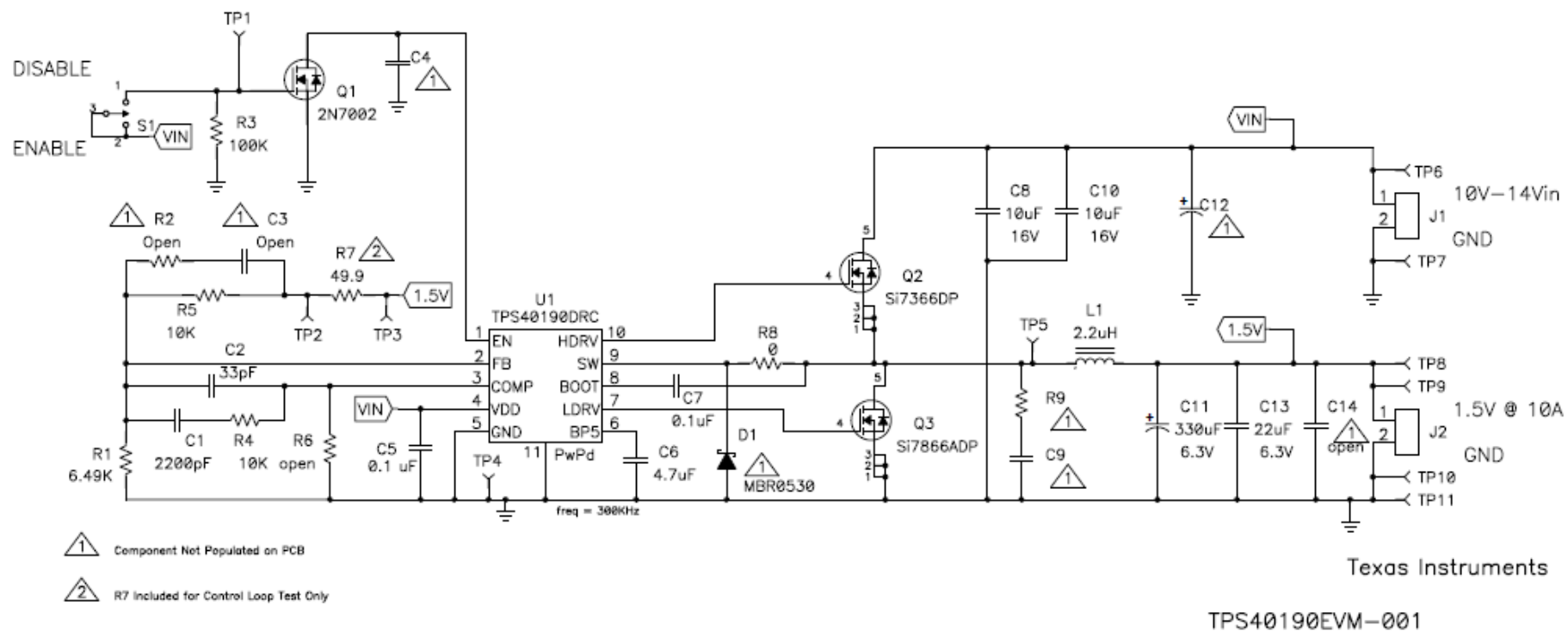


图 3-1. TPS40190EVM-001 功率级/控制原理图

备注

该原理图仅供参考。具体值请参阅表 3-2。

3.1 调节输出电压 (R1)

通过改变反馈电阻分压器 (R1) 中的接地电阻，可以在有限范围内调整稳压输出电压。输出电压由[方程式 1](#) 确定。

$$V_{OUT} = V_{VREF} \times \frac{R5 + R1}{R1} \quad (1)$$

其中

- $V_{VREF} = 0.591V$
- $R5 = 10k\Omega$

[表 3-1](#) 包含 R1 的常用值，以产生常见输出电压。TPS40190EVM-001 在这些输出电压下保持稳定，但效率可能会受到影响，因为功率级针对 1.5V 输出进行了优化。

表 3-1. 使用 R1 调整 V_{OUT}

| V _{OUT} | R1 |
|---------------------|-------|
| 3.3V ⁽¹⁾ | 2.15k |
| 2.5V ⁽¹⁾ | 3.09k |
| 2.25V | 3.57k |
| 2.0V | 4.22k |
| 1.8V | 4.87k |
| 1.5V | 6.49k |
| 1.2V | 9.76k |

(1) 对于大于 2.5V 的输出电压，将 C11 更改为 330 μF、4V 或更高的 PosCAP。

3.2 调整短路保护 (R6)

TPS40190 使用可选择的电流限制进行短路保护。通过在 R6 上放置一个电阻器，可以从三个级别中选择电流限制。TPS40190 将高侧 FET (VDD 至 SW) 上的压降与启动期间选择的内部基准电压进行比较。电压电平在[表 3-2](#) 中显示。

表 3-2. 使用 R6 调整 V_{SCP}

| V _{SCP} | R6 |
|------------------|------|
| 160 mV | 3.9k |
| 320mV | 断开 |
| 420 mV | 12k |

声明短路保护之前的电流可以通过将 VSCP 除以高侧 FET (Q2) 的 RDS(ON) 来确定。

3.3 禁用 (TP1 和 SW1)

TPS40190EVM-001 提供禁用输入 (TP1) 和禁用开关 (SW1)，以使用户评估 TPS40190 的启用功能。当开关打开或 TP1 拉高时，Q1 将 EN (U1 引脚 1) 拉至接地并禁用 TPS40190 IC。

4 测试设置

4.1 设备

4.1.1 电压源 (V_{12V_IN})

输入电压源 (V_{12V_IN}) 应是能够提供支持 5A_{DC} 的 0V 至 15V 可变直流电源。将 V_{12V_IN} 连接到 J1，如表 3-2 中所示。

4.1.2 仪表

- A1 : 0A_{DC} 至 5A_{DC}，电流表
- V1 : V_{12V_IN}，0V 至 15V 电压表
- V2 : V_{1V5_OUT}，0V 至 5V 电压表

4.1.3 负载 (LOAD1)

输出负载 (LOAD1) 应该是一个电子恒流模式负载，在 1.5V 下支持 0A_{DC} - 15A_{DC}。

4.1.4 示波器

数字或模拟示波器可用于测量 V_{OUT} 上的纹波电压。应按如下设置示波器以进行输出纹波测量：

- 1MW 阻抗
- 20MHz 带宽
- 交流耦合
- 1ms/div 水平分辨率
- 20mV/div 垂直分辨率

通过将示波器探头尖端穿过 TP 9 并将接地筒固定在 TP 10 上，TP 9 和 TP 10 可用于测量输出纹波电压，如图 4-1 所示。对于免提方法，可以切割并打开 TP 10 中的环以支撑探头筒。由于接地回路面积较大，使用带引线的接地连接可能会产生额外的噪声。

4.1.5 建议线规

V_{12V_IN} 连接到 J1

TPS40190EVM-001 的源极电压、V_{12V_IN} 和 J1 之间的连接最多可以承载 3A_{DC}。最低建议线规是 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)。

J2 到 LOAD1 (电源)

TPS40190EVM-001 的 J2 和 LOAD1 之间的电源连接最多可以承载 15A_{DC}。最低建议线规是 2 × AWG 16，导线总长度不到 4 英尺 (2 英尺用于输出，2 英尺用于返回)

4.1.6 其他

FAN

本评估模块包含会发烫的元件。由于此 EVM 未封闭 (以便探测电路节点)，因此需要一个 200 - 400lpm 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。EVM 在风扇未运行时不应探测。

4.2 设备设置

图 4-1 是推荐用于评估 TPS40190EVM-001 的基本测试设置。请注意，虽然 J1 和 J2 的返回相同，但连接应保持独立，如图 4-1 所示。

4.2.1 过程

1. 在 ESD 工作站工作时，请确保在为 EVM 加电之前已连接所有腕带、靴带或垫子，从而将用户接地。还应穿戴防静电工作服和护目镜。
2. 在连接直流输入源 V_{12V_IN} 之前，建议将来自 V_{12V_IN} 的源电流限制为最大 5A。确保 V_{12V_IN} 初始设置为 0V 并按图 4-1 所示进行连接。
3. 在 V_{12V_IN} 和 J1 之间连接电流表 A1 (量程为 0A 到 5A)，如图 4-1 中所示。
4. 将电压表 V1 连接到 TP6 和 TP7，如图 4-1 中所示。

5. 将 LOAD1 连接到 J2，如图 4-1 所示。在施加 V12V_IN 之前，将 LOAD1 设置为恒流模式并具有 $0A_{DC}$ 的灌电流。
6. 将电压表 V2 连接到 TP8 和 TP11，如图 4-1 中所示。
7. 将示波器探头连接到 TP9 和 TP10，如图 4-1 图 3 所示。
8. 如图 4-1 所示放置风扇并将其打开，确保空气流经 EVM。

4.2.2 图

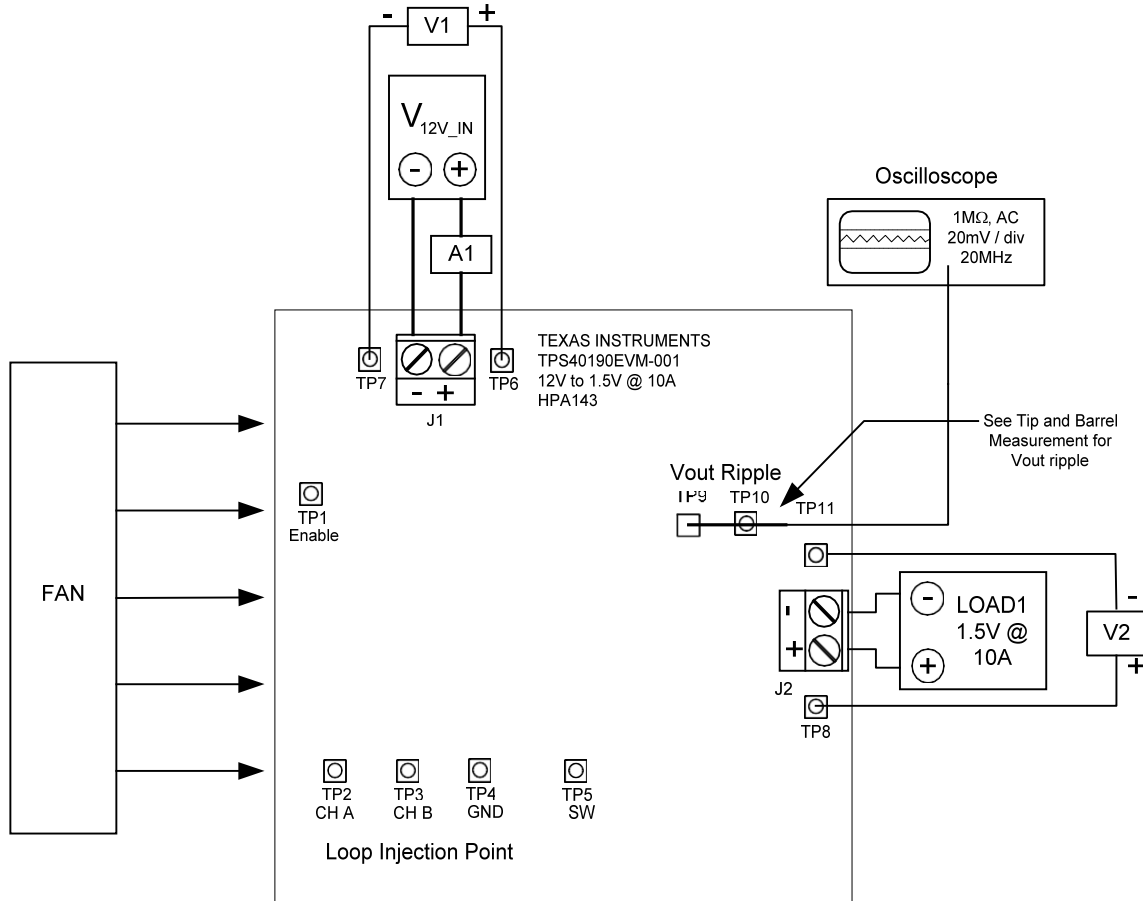


图 4-1. TPS40190EVM-001 建议测试装置

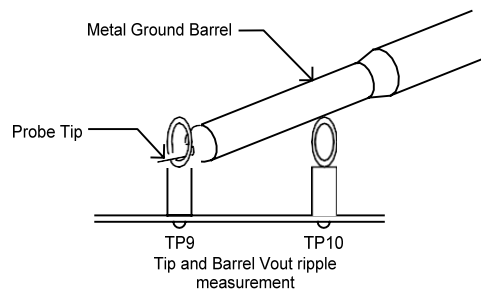


图 4-2. 输出纹波测量 - 使用 TP9 和 TP10 的尖端和接地筒

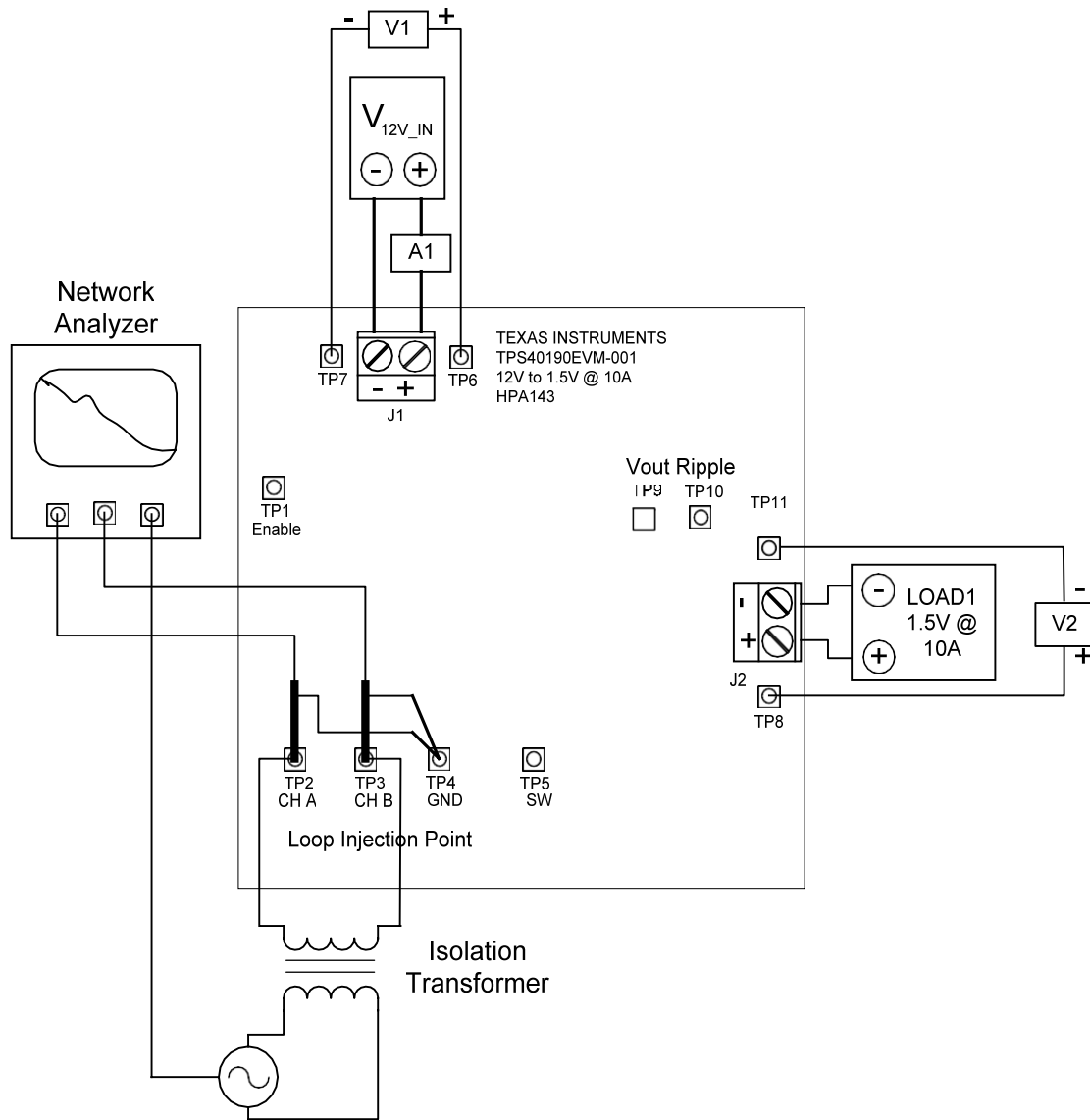


图 4-3. 控制环路测量设置

4.3 启动/关断过程

1. 将 V_{12V_IN} 从 0V 升至 10V_{DC}。
2. 将 LOAD1 从 0A_{DC} 改为 10A_{DC}。
3. 将 V_{12V_IN} 从 1V_{DC} 改为 14V_{DC}。
4. 将 LOAD1 降至 0A。

4.4 控制环路增益和相位测量步骤

1. 将 1kHz 至 1MHz 隔离变压器连接到 TP2 和 TP3，如图 4-1 所示。
2. 将输入信号幅度测量探头（通道 A）连接到 TP2，如图 4-1 所示。
3. 将输出信号幅度测量探头（通道 B）连接到 TP3，如图 4-1 所示。
4. 将通道 A 和通道 B 的接地引线连接到 TP 4，如图 4-1 所示。
5. 通过隔离变压器在 R7 上注入 25mV 或更低的信号。
6. 使用 10Hz 或更低的后置滤波器扫描 1kHz 到 1MHz 的频率。
7. 通过此公式测量控制环路增益： $20 \times \text{LOG}\left(\frac{\text{ChannelB}}{\text{ChannelA}}\right)$ 。
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 TP2 和 TP3 断开隔离变压器（信号注入反馈可能会干扰其他测量的精度）。

4.5 设备停机

1. 关闭示波器。
2. 关断 LOAD1。
3. 关断 V_{12V_IN} 。
4. 关断 FAN。

5 TPS40190EVM 典型性能数据和特性曲线

图 5-1 和图 5-2 显示了 TPS40190EVM-001 的典型性能曲线。由于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，可能与实际现场测量结果有所不同。

5.1 效率

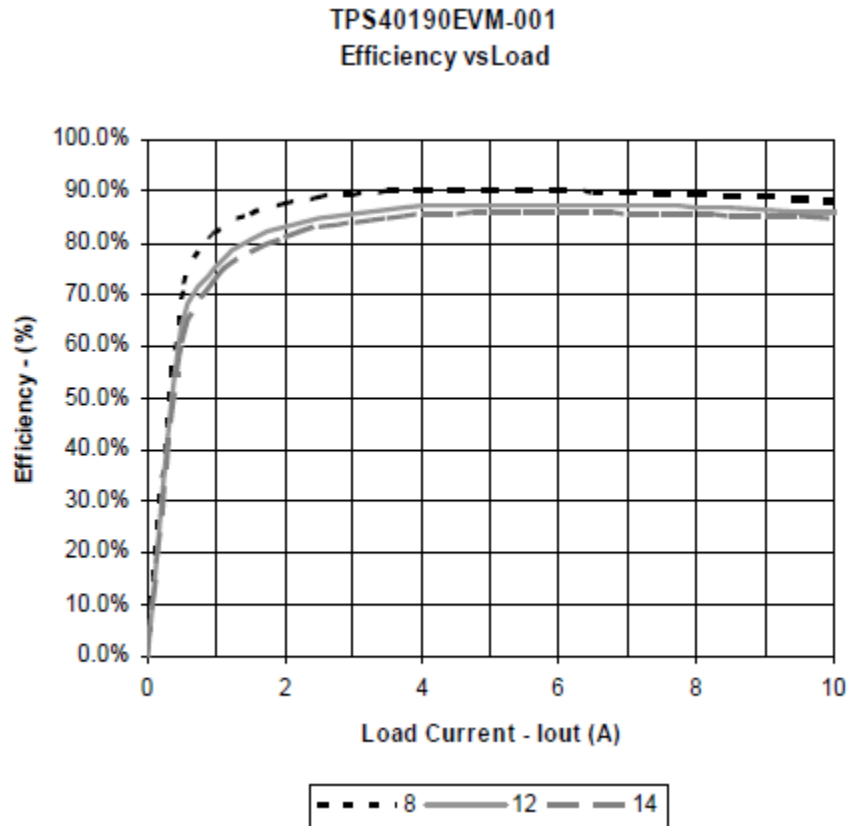


图 5-1. TPS40190EVM-001 效率， $V_{IN} = 10V$ 至 $14V$ ， $V_{OUT} = 1.5V$ ， $I_{OUT} = 0A$ 至 $10A$

5.2 线性和负载调整率

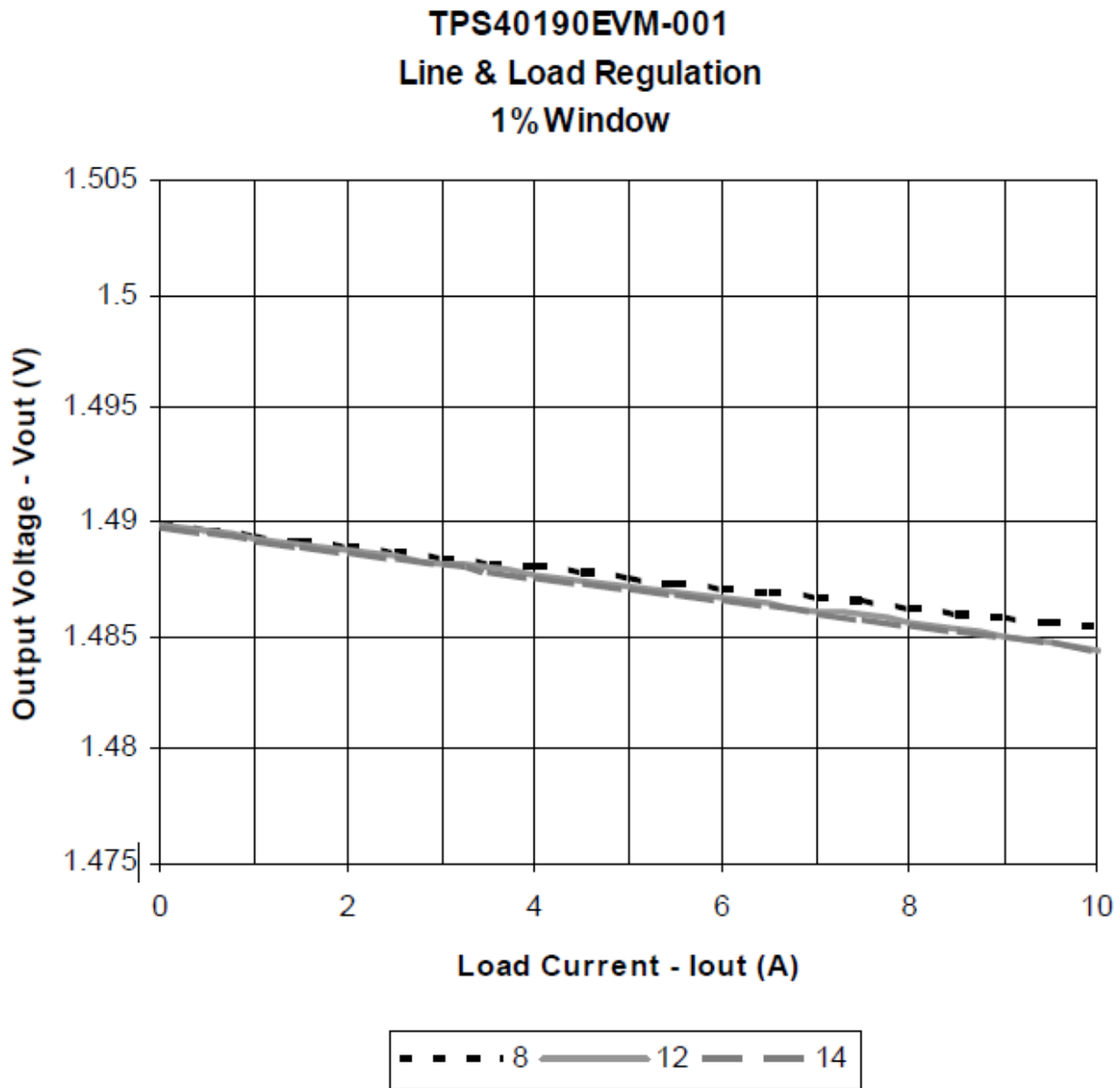


图 5-2. TPS40190EVM-001 线性和负载调整率

6 EVM 装配图和布局

图 6-1 和图 6-4 显示了 TPS40190EVM-001 印刷电路板的设计。该 EVM 采用双面型 2oz 覆铜电路板 (3.0 英寸 ×3.0 英寸) 设计, 所有元件均填充在顶部, 可让用户在实际双侧应用中轻松地查看、探测和评估 TPS40190 控制 IC。将元件移动到 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。

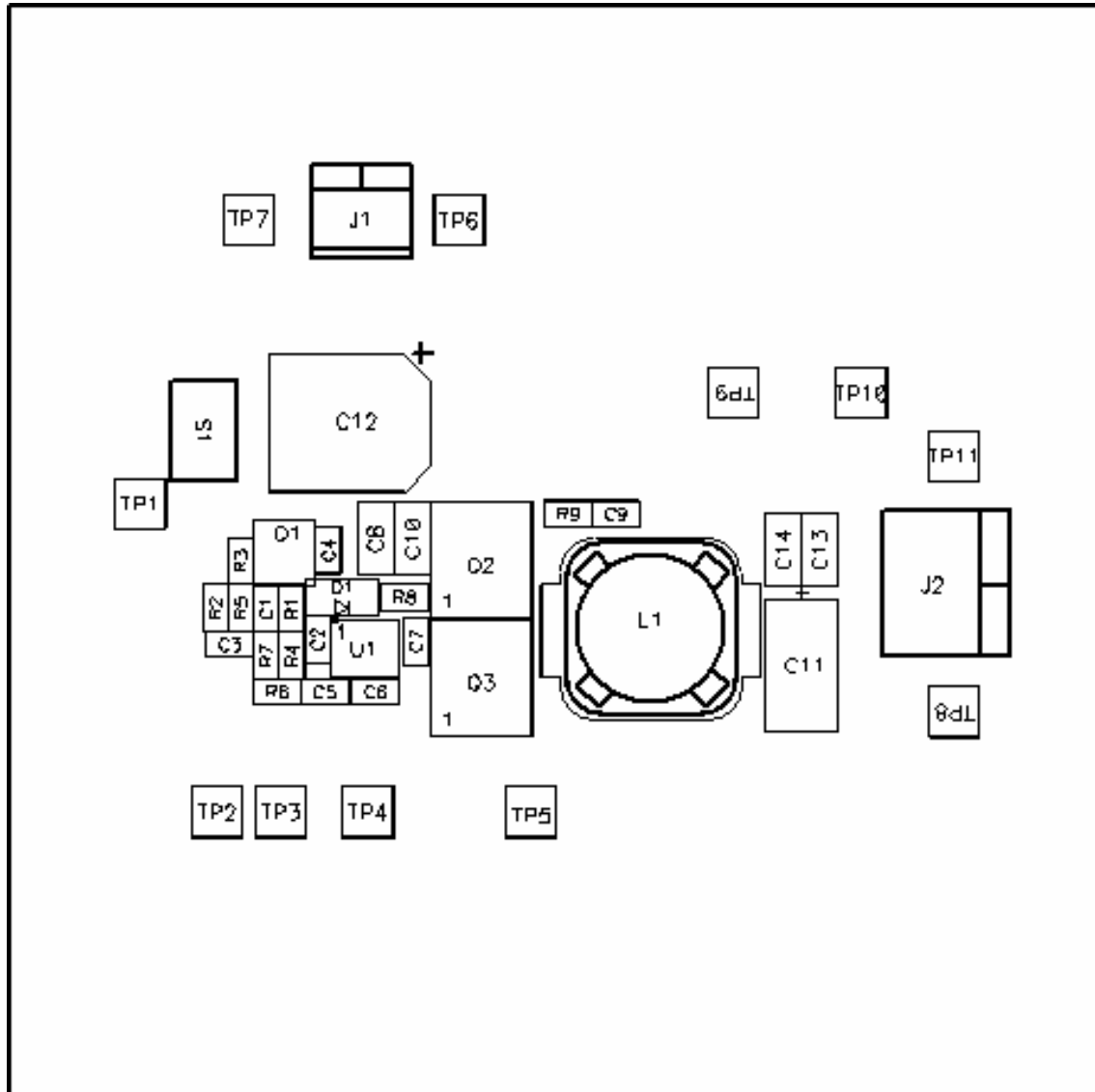


图 6-1. TPS40190EVM-001 元件放置 (俯视图)

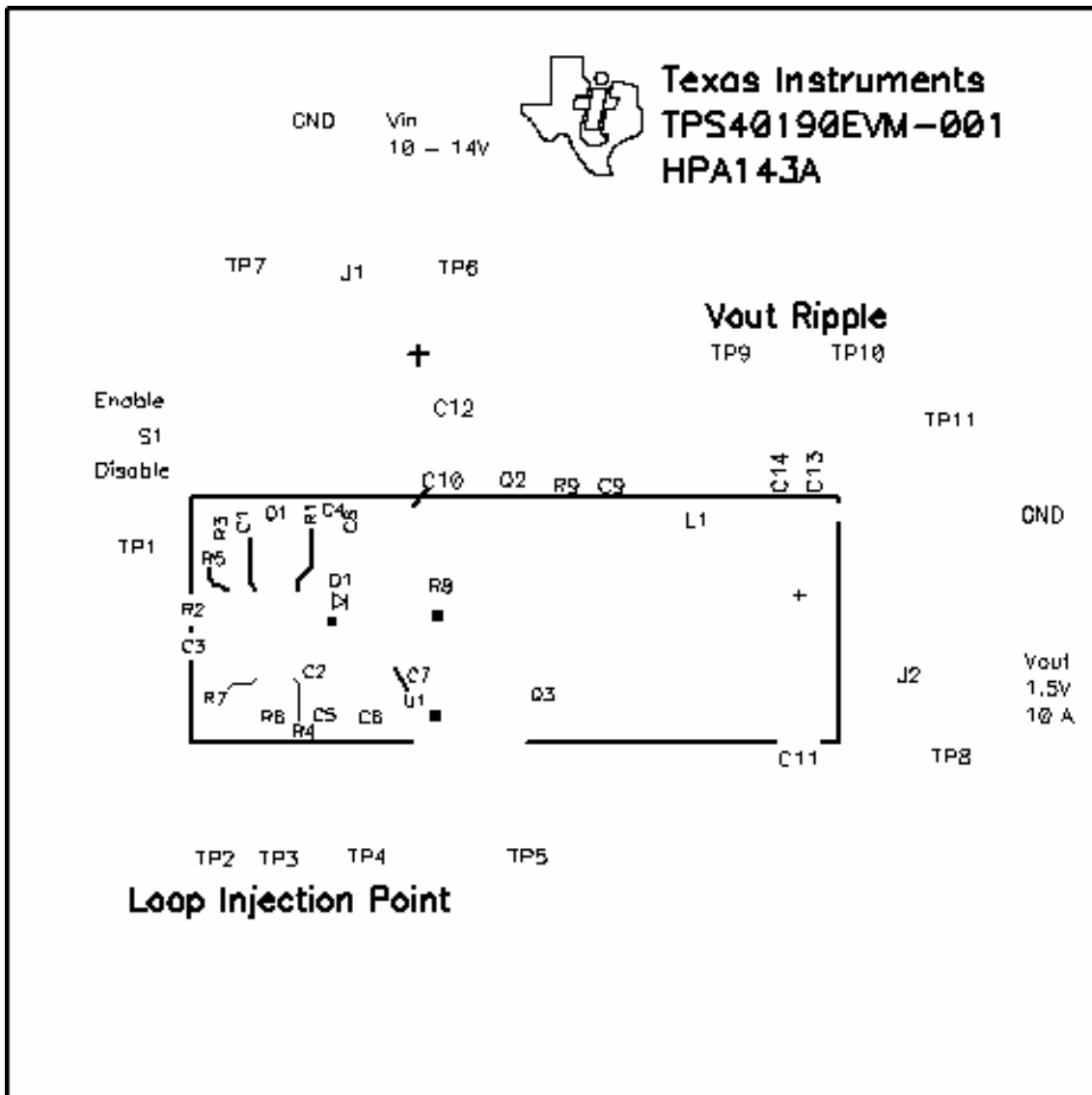


图 6-2. TPS40190EVM-001 丝网 (俯视图)

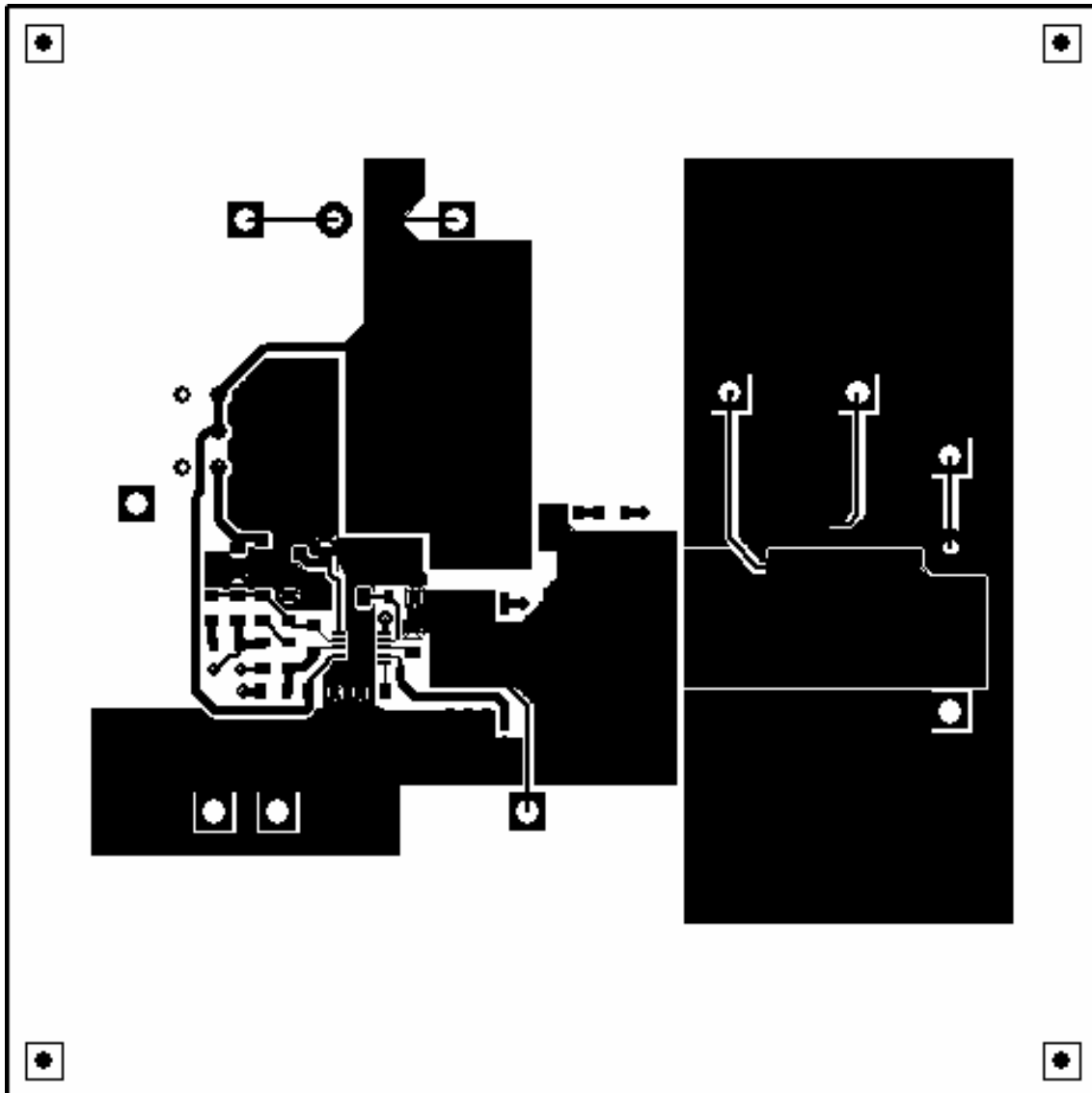


图 6-3. TPS40190EVM-001 顶部铜层 (俯视图)

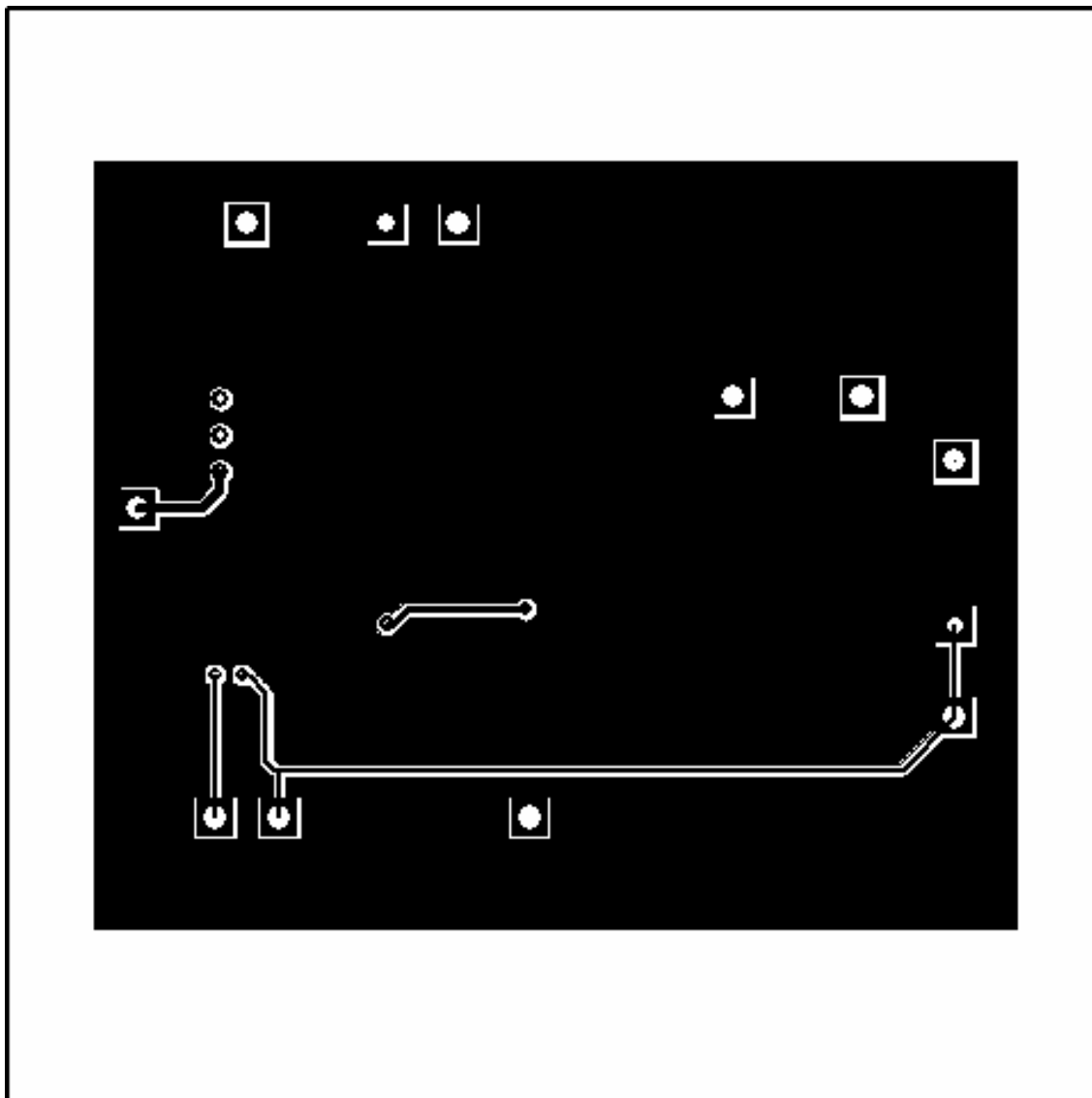


图 6-4. TPS40190EVM-001 底部铜层 (X 射线俯视图)

7 物料清单

表 7-1. TPS40190EVM-001 物料清单

| 数量 | 参考指示符 | 说明 | 尺寸 | 制造商 | 器件型号 |
|----|-----------------------|---|---------------|--------------|-----------------|
| 1 | C1 | 电容器, 陶瓷, 2200pF, 50V, X7R | 0603 | Std | Std |
| 1 | C11 | 电容器, PosCAP, 330 μ F, 6.3V, 20% | 7343 | Sanyo (三洋) | 6TPB330M |
| 0 | C12 | 电容器, 铝, 开路 | 8x10mm | | |
| 1 | C13 | 电容器, 陶瓷, 22 μ F, 6.3V, X5R | 1206 | TDK | C3216X5R0J226KT |
| 0 | C14 | 电容器, 陶瓷, 开路 | 1206 | | |
| 1 | C2 | 电容器, 陶瓷, 33pF, 50V, C0G | 0603 | Std | Std |
| 0 | C3、C4、C9 | 电容器, 陶瓷, 开路 | 0603 | | |
| 2 | C5、C7 | 电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 16V, X5R | 0603 | Std | Std |
| 1 | C6 | 电容器, 陶瓷, 4.7 μ F, 6.3V, X5R | 0603 | TDK | C1608X5R0J475KT |
| 2 | C8、C10 | 电容器, 陶瓷, 10 μ F, 16V, X5R | 1206 | TDK | C3216X5R1C106KT |
| 0 | D1 | 二极管, 肖特基, 0.5A, 30V | SOD123 | OnSemi (安森美) | MBR0530T1 |
| 1 | J1 | 端子块, 2 引脚, 6A, 3.5mm | 0.27x 0.25 | OST | ED1514 |
| 1 | J2 | 端子块, 2 引脚, 15A, 5.1mm | 0.40x 0.35 | OST | ED1609 |
| 1 | L1 | 电感器, SMT, 2.2 μ H, 12.5A, 4m Ω | 0.492 平方英寸 | Coiltronics | DR127-2R2 |
| 1 | Q1 | MOSFET, N 沟道, 60V, 115mA, 1.2 Ω | SOT23 | Vishay (威世) | 2N7002 |
| 1 | Q2 | MOSFET, N 沟道, 20V, 16A, 9m Ω | PWRPAKS0-8 | Vishay (威世) | Si7366DP |
| 1 | Q3 | MOSFET, N 沟道, 20V, 40A, 3.0m Ω | PWRPAKS0-8 | Vishay (威世) | Si7866ADP |
| 1 | R1 | 电阻器, 贴片, 6.49k Ω , 1/16W, 1% | 0603 | Std | Std |
| 0 | R2、R6、R9 | 电阻器, 贴片, 开 路, 1/16W, 1% | 0603 | Std | Std |
| 1 | R3 | 电阻器, 贴片, 100k Ω , 1/16W, 1% | 0603 | Std | Std |
| 2 | R4、R5 | 电阻器, 贴片, 10k Ω , 1/16W, 1% | 0603 | Std | Std |
| 1 | R7 | 电阻器, 贴片, 49.9 Ω , 1/16W, 1% | 0603 | Std | Std |
| 1 | R8 | 电阻器, 贴片, 0 Ω , 1/16W, 1% | 0603 | Std | Std |
| 1 | S1 | 开关, 开-开迷你拨动 | 0.28 x 0.18 | | 633-G12AP |
| 4 | TP1、TP2、TP3、 TP5 | 测试点, 白色, 通孔 | 0.125 x 0.125 | Farnell | 5012 |
| 4 | TP4、TP7、TP10、 TP11 | 测试点, 黑色, 通孔 | 0.125 x 0.125 | Farnell | 5011 |

表 7-1. TPS40190EVM-001 物料清单 (continued)

| 数量 | 参考指示符 | 说明 | 尺寸 | 制造商 | 器件型号 |
|----|-------------|---------------------------------------|------------------|---------|-----------------|
| 3 | TP6、TP8、TP9 | 测试点，红色，通孔 | 0.125 × 0.125 | Farnell | 5010 |
| 1 | U1* | IC，低成本同步降压控制器 | DRC10 | TI | TPS40190DRC |
| 1 | — | PCB，2层 FR4，3.0 英寸 × 3.0 英寸 × 0.062 英寸 | 3.0 英寸 × 3.0 英寸 | 不限 | TPS40190EVM-001 |
| 4 | — | Bumpon，透明 | 0.44 英寸 × 0.2 英寸 | 3M | SJ5303 |

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

Changes from Revision * (September 2005) 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 |
| • 更新了用户指南标题..... | 2 |
| • 编辑了用户指南，使之更清晰..... | 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