



## 摘要

TPS6291xEVM-077 (BSR077) 有助于评估采用小型 2mm × 2mm QFN 封装、2A 和 3A 引脚对引脚兼容的低噪声 (< 20  $\mu$  V<sub>RMS</sub>) 和低纹波 (< 10  $\mu$  V<sub>RMS</sub>) TPS6291x 降压转换器。BSR077-003 使用 3A TPS62913，通过 3V 至 17V 之间的输入电压输出 1.2V 输出电压。BSR077-002 使用 2A TPS62912，通过高达 17V 的输入电压输出 3.3V 输出电压。由于其超低的噪声，TPS6291x 是噪声敏感型电路中低压降 (LDO) 线性稳压器的高效替代产品，如电信基础设施、医疗、测试和测量以及航空航天和国防应用中的数据转换器、时钟和放大器。

## 内容

1 引言.....	2
1.1 性能规格.....	2
1.2 更改.....	2
2 设置.....	5
2.1 输入/输出连接器说明.....	5
2.2 纹波测量设置.....	6
3 测试结果.....	9
4 电路板布局布线.....	10
5 原理图和物料清单.....	13
5.1 原理图.....	13
6 物料清单.....	14
A 电感器定向不当时的纹波测量.....	15
修订历史记录.....	17

## 插图清单

图 1-1. 环路响应测量修改 ( 底层 ).....	3
图 1-2. 环路响应测量修改 ( 顶层 ).....	4
图 2-1. 输出电压纹波, 于 J4 处测量.....	6
图 2-2. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 1x 探头.....	6
图 2-3. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 10x 探头.....	7
图 2-4. 输出电压纹波, 于 J5 处测量.....	7
图 2-5. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 1x 探头.....	8
图 2-6. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 10x 探头.....	8
图 3-1. 热性能 ( $V_{IN} = 12V$ , $V_{OUT} = 1.2V$ , $I_{OUT} = 3000mA$ , JP2 打开 ).....	9
图 3-2. 环路响应测量 ( $V_{IN} = 12V$ , $V_{OUT} = 1.2V$ , $I_{OUT} = 3000mA$ , JP2 打开 ).....	9
图 4-1. 顶层装配图.....	10
图 4-2. 顶层.....	10
图 4-3. 内层 1.....	11
图 4-4. 内层 2.....	11
图 4-5. 底层.....	12
图 4-6. 底层 ( 镜像 ).....	12
图 5-1. TPS62913EVM-077 原理图.....	13
图 5-2. TPS62912EVM-077 原理图.....	13
图 A-1. 输出电压纹波, 于 J4 处测量.....	15
图 A-2. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 1x 探头.....	15
图 A-3. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 10x 探头.....	16
图 A-4. 输出电压纹波, 于 J5 处测量.....	16
图 A-5. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 1x 探头.....	17

## 表格清单

表 1-1. TPS62913EVM-077 性能规格汇总.....	2
表 1-2. TPS62912EVM-077 性能规格汇总.....	2
表 6-1. TPS6291xEVM-077 物料清单.....	14

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

TPS6291x 系列器件是一种低噪声和低纹波同步降压转换器，采用小型 2mm × 2mm × 1mm QFN 封装。此系列中的两个不同器件支持 2A 或 3A 输出电流。

### 1.1 性能规格

表 1-1 和表 1-2 对 TPS6291xEVM-077 性能规格进行了汇总。

**表 1-1. TPS62913EVM-077 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	JP2 打开或跨 1MHz 和 S-CONF	3	12	17	V
输出电压设定点			1.2		V
输出电流		0		3	A
S-CONF (R4) 设置	1MHz 同步可用，无展频，输出放电启用		52.3		kΩ

**表 1-2. TPS62912EVM-077 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		3.5	12	17	V
输出电压设定点			3.3		V
输出电流		0		2	A
S-CONF (R4) 设置	2.2MHz 同步可用，无展频，输出放电启用		27.4		kΩ

### 1.2 更改

此 EVM 的印刷电路板 (PCB) 设计用于适应用户所做的一些更改。可添加其他输入和输出电容。此外，可使用两个电阻器来调整 IC 开启时的输入电压，可改变软启动时间和低频噪声过滤，可添加前馈电容器，并且可改变开关频率、输出放电设置和展频设置。最后，可测量环路响应。有关各种设置的更多信息，请参阅器件数据表。

#### 1.2.1 输入和输出电容器

为附加输入电容器提供了 C14。该电容器不是正常运行所必需的，但有助于减少输入电压纹波。

为附加大容量输出电容器提供了 C15、C17 和 C18。这些电容器不是正常运行所必需的，但可用于减少输出电压纹波。总输出电容必须保持在数据表中推荐的范围内才能正常运行。C16 和 C19 用于高频旁路电容器。

#### 1.2.2 可配置的使能电压阈值

移除 JP1 后，可安装 R6 和 R7 来设置用户可选择的输入电压，在该电压下将 IC 导通。

#### 1.2.3 NR/SS 电容器

C9 设置软启动时间和低频噪声过滤。可修改该电容来设置其他软启动时间和噪声过滤等级。

#### 1.2.4 前馈电容器

提供的 C13 可作为前馈电容器 (C<sub>FF</sub>)。安装该电容器能够降低低频噪声，特别是对于输出电压更高的情况。

### 1.2.5 S-CONF 电阻器

R4 选择开关频率、展频、输出放电和时钟同步设置。该电阻可更改，JP2 也可选择不同的设置。

### 1.2.6 环路响应测量

可通过略微改变电路来测量环路响应。首先，在 PCB 背面的 R5 电阻器垫上安装一个  $49.9\ \Omega$  电阻器，在 PCB 背面的 R8 电阻器垫上安装一个  $0\ \Omega$  电阻器。将这些电阻器垫间隔开，以便安装 0603 型电阻器。第二，切断  $49.9\ \Omega$  电阻器下方底层的布线。图 1-1 展示了这些更改。第三，切断引脚 3 和 C4 上过孔之间顶层的一小段布线。图 1-2 展示了此更改。最后，将铁氧体磁珠 (FB1) 更换为  $0\ \Omega$  电阻器。必须移除第二个 LC 滤波器，从而断开完整的反馈回路并测量环路响应。做出这些更改后，交流信号（建议使用  $10\text{mV}$  峰-峰值幅度）可通过所添加的  $49.9\ \Omega$  电阻器注入控制环路。图 3-2 展示了此测试的结果。

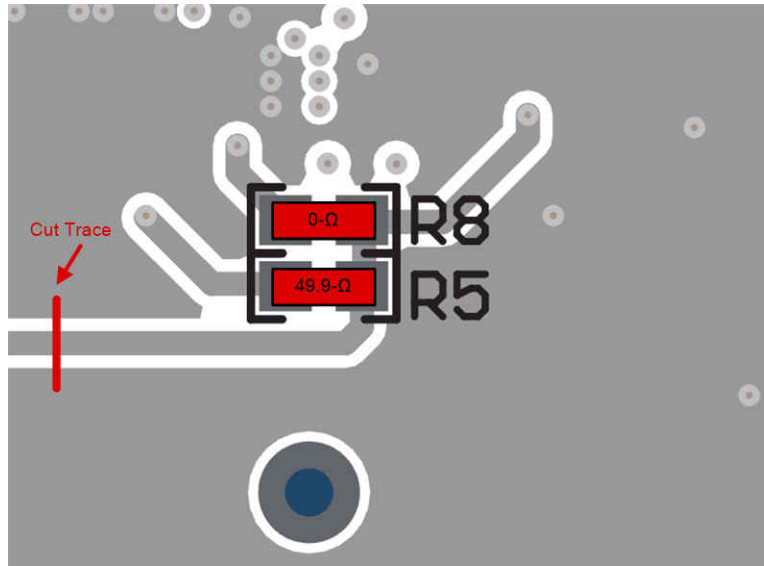


图 1-1. 环路响应测量修改 (底层)

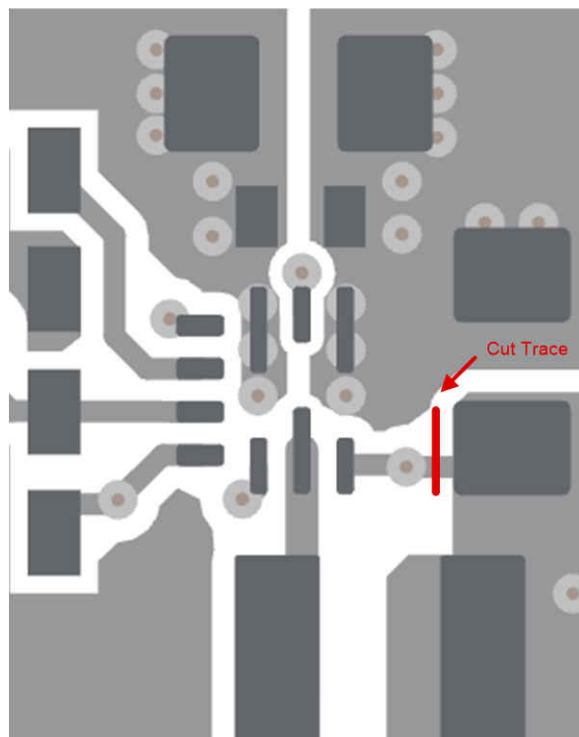


图 1-2. 环路响应测量修改 (顶层)

### 1.2.7 单个 LC 滤波器用途

对于不需要超低输出电压纹波的应用，TPS6291x 可以在无第二个 LC 滤波器的情况下工作。若要使用单个 LC 滤波器工作，请用  $0\ \Omega$  电阻器替换 FB1。可移除 C6 和/或 C8 以减少输出电容值。总输出电容必须保持在数据表中推荐的范围内才能正常运行。

## 2 设置

本部分介绍了如何正确使用 EVM。

### 2.1 输入/输出连接器说明

**J1、引脚 1 和引脚 2 -  $V_{IN}$**  EVM 从输入电源的正输入连接。

**J1、引脚 3 和引脚 4 - S+/S-** 输入电压感应连接。测量此时的输入电压。

**J1、引脚 5 和引脚 6 - GND** EVM 从输入电源的返回连接。

**J2、引脚 1 和引脚 2 -  $V_{OUT\_FILT}$**  滤波输出电压连接

**J2、引脚 3 和引脚 4 - S+/S-** 输出电压感应连接。测量此时的输出电压。

**J2、引脚 5 和引脚 6 - GND** 输出返回连接

**J3 - PG/GND** PG 输出位于该接头的引脚 1 上，引脚 2 上有一个便利的接地。

**J4 -  $V_{OUT}$  纹波测量** 使用此 SMA 连接器测量第二个 LC 滤波器前的输出电压纹波。

**J5 -  $V_{OUT\_FILT}$  纹波测量** 使用此 SMA 连接器测量第二个 LC 滤波器后的输出电压纹波。

**JP1 - EN/SYNC** EN/SYNC 引脚输入跳线。使提供的跳线穿过 ON 和 EN 以开启 IC。使跳线穿过 OFF 和 EN 以关断 IC。移除跳线以通过 R6 和 R7 设置可配置启用阈值电压。移除跳线后，可在 JP1 上应用时钟信号来同步 IC 的切换。为了使 IC 接受施加的 SYNC 信号，在施加输入电压之前，需要移除 JP2 上的跳线。

**JP2 - S-CONF** S-CONF 引脚输入跳线。将提供的跳线置于 2.2MHz 和 S-CONF 之间，以 2.2MHz 开关频率操作 IC，而无展频或输出放电。将跳线置于 1MHz 和 S-CONF 之间，以 1MHz 开关频率操作 IC，无展频或输出放电。拆下跳线，从而使用 R4 设置的 S-CONF 配置来操作 IC，并允许时钟同步。

---

#### NOTE

在启用 IC 之前设置 JP2 跳线位置。更改 JP2 在启用 IC 后不生效。

---

---

#### NOTE

使用 2.2MHz 设置时，确保输入电压和输出电压满足设备数据表中的最短导通时间要求。

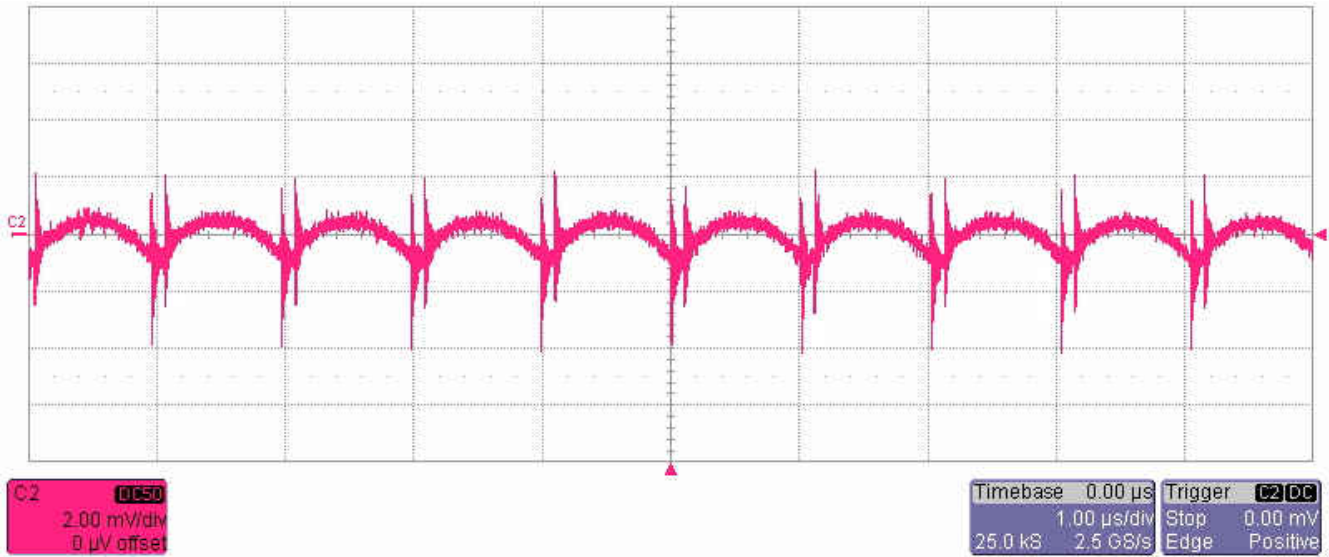
---

**JP3 - PG 上拉电压** PG 引脚上拉电压跳线。将所提供的跳线置于 JP3 上，从而将 PG 引脚上拉电阻器连接到  $V_{OUT}$ 。或者，可移除跳线，并在引脚 2 上提供不同的电压，从而将 PG 引脚上拉到不同的电平。外部施加的电压应保持在 18V 以下。

## 2.2 纹波测量设置

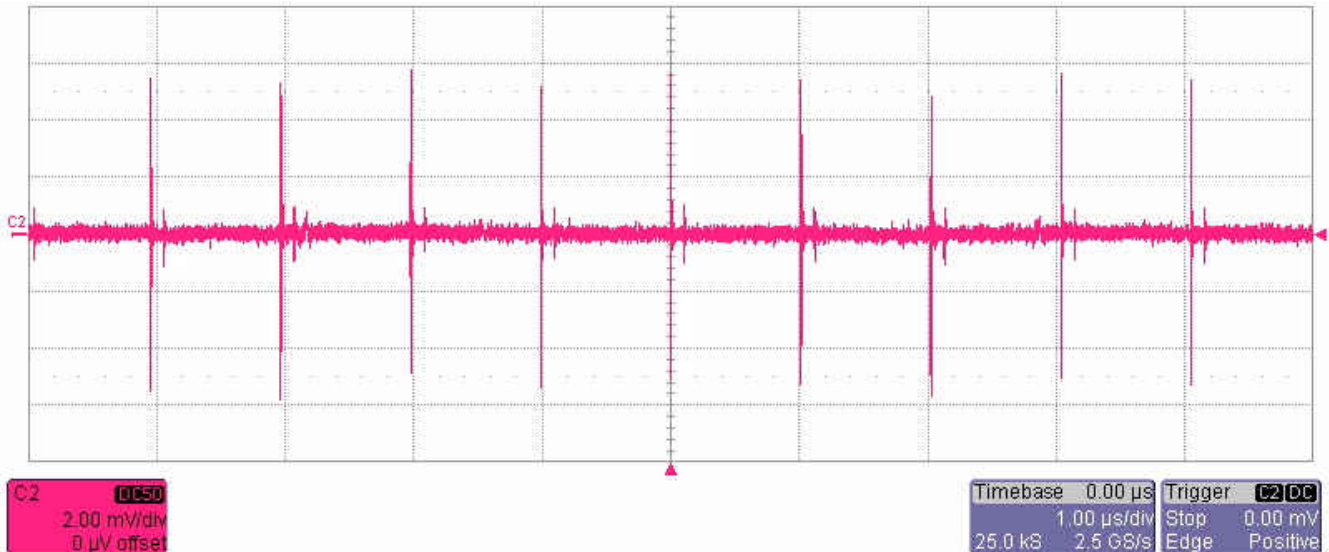
TPS6291x 的极低噪声和低纹波电平需要一个低噪声测试装置来精确测量输出电压纹波。SMA 连接器 J4 和 J5 应用于测量第二个 LC 滤波器前后的输出电压纹波。请勿使用带有高阻抗终端的普通 10x 示波器探头来连接示波器。相反，通过直流阻断器用同轴电缆将 SMA 连接器直接连接到示波器。直流阻断器允许在示波器上设置 V/div 最小值以查看纹波。为防止噪声拾取和阻挡同轴电缆上的反射，示波器应设置为全带宽 (BW) 和带有 50 Ω 终端的直流耦合。

图 2-1 和图 2-4 展示了正确的测量设置和输出电压纹波结果，而图 2-2、图 2-3、图 2-5 和图 2-6 展示了无法精确测量超低输出电压纹波的常用测量方法和设置。Appendix A 的测量显示了当电感器未安装在低噪声方向时产生的较高纹波。



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的 50 Ω 终端

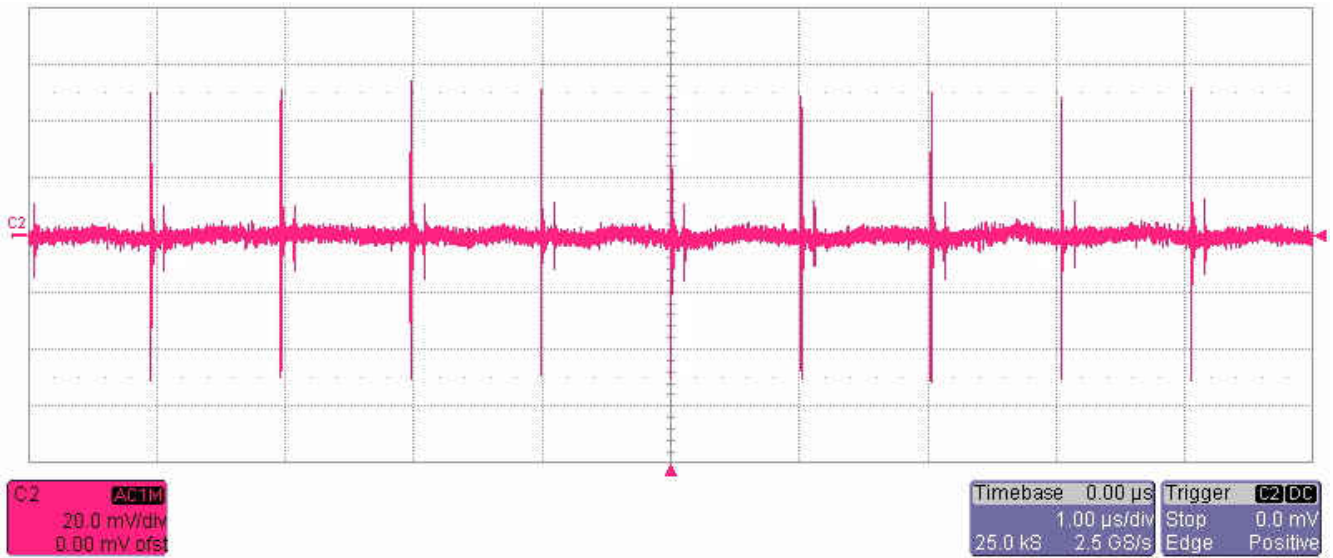
图 2-1. 输出电压纹波, 于 J4 处测量



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的 50 Ω 终端

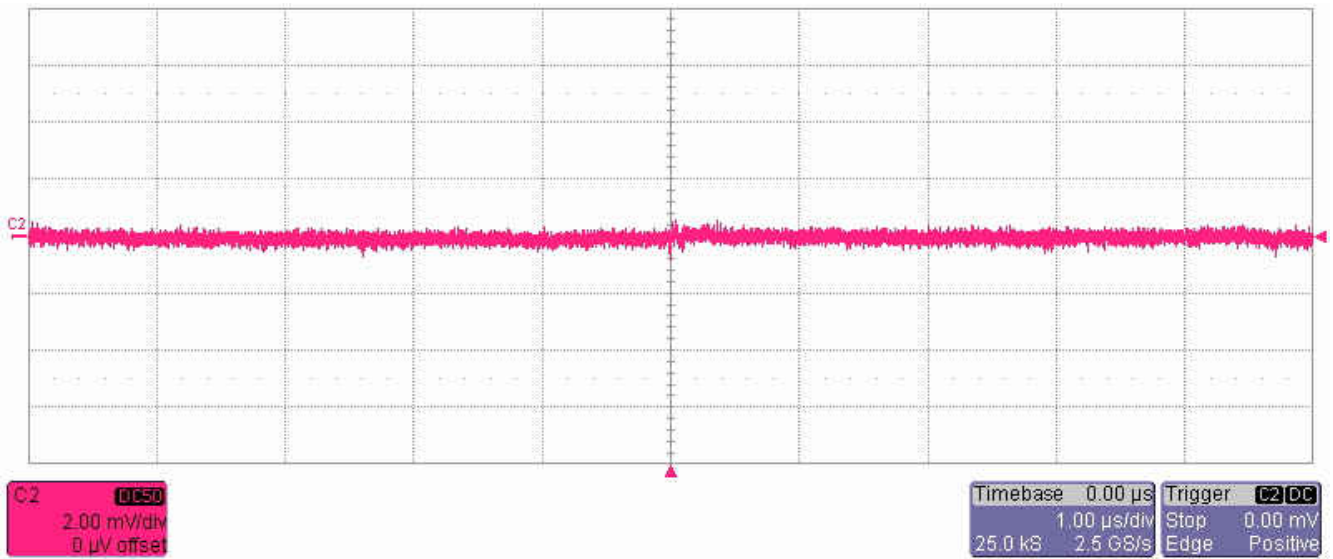
图 2-2. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 1x 探头





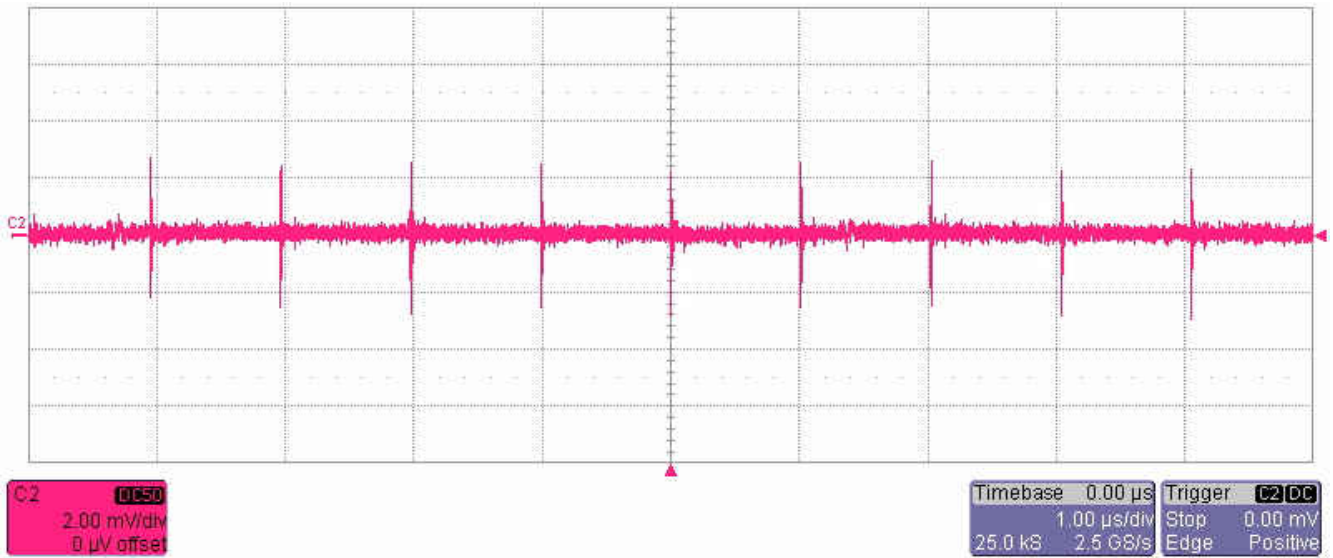
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 交流耦合, 不带直流阻断器的高阻抗终端

图 2-3. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 10x 探头



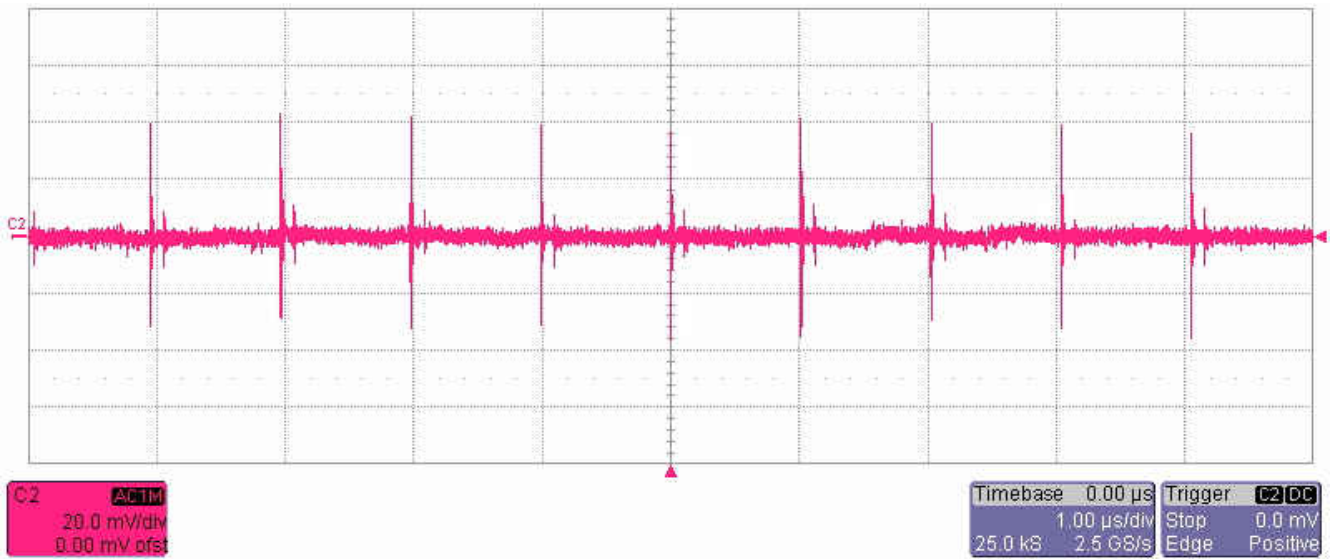
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的 50Ω 终端

图 2-4. 输出电压纹波, 于 J5 处测量



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的  $50\Omega$  终端

图 2-5. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 1x 探头



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 交流耦合, 不带直流阻断器的高阻抗终端

图 2-6. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 10x 探头



### 3 测试结果

TPS6291xEVM-077 用于获取 TPS6291x 数据表中的所有数据。对于此 EVM 的性能，请参阅器件数据表。

图 3-1 所示为 EVM 的热性能。Spot 表示 PCB 的温度。图 3-2 展示了环路响应测量。



图 3-1. 热性能 ( $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 3000mA$ , JP2 打开)

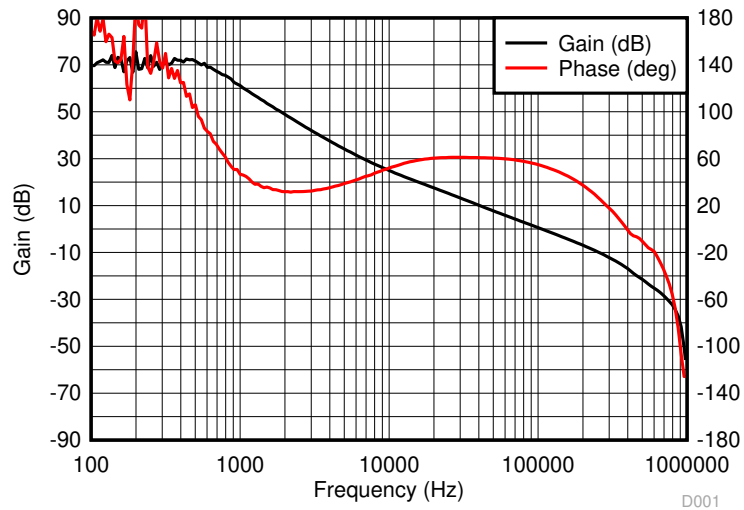


图 3-2. 环路响应测量 ( $V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 3000mA$ , JP2 打开)

### 4 电路板布局布线

本部分在图 4-1 至图 4-6 中提供了 EVM 电路板布局布线和图示。Gerbers 可从 [EVM 产品页面](#) 获取。PCB 修订版 B 仅增加了一个引脚 1 电感器标识（在丝印处），从而确保组装的电感器具有超低噪声极性。

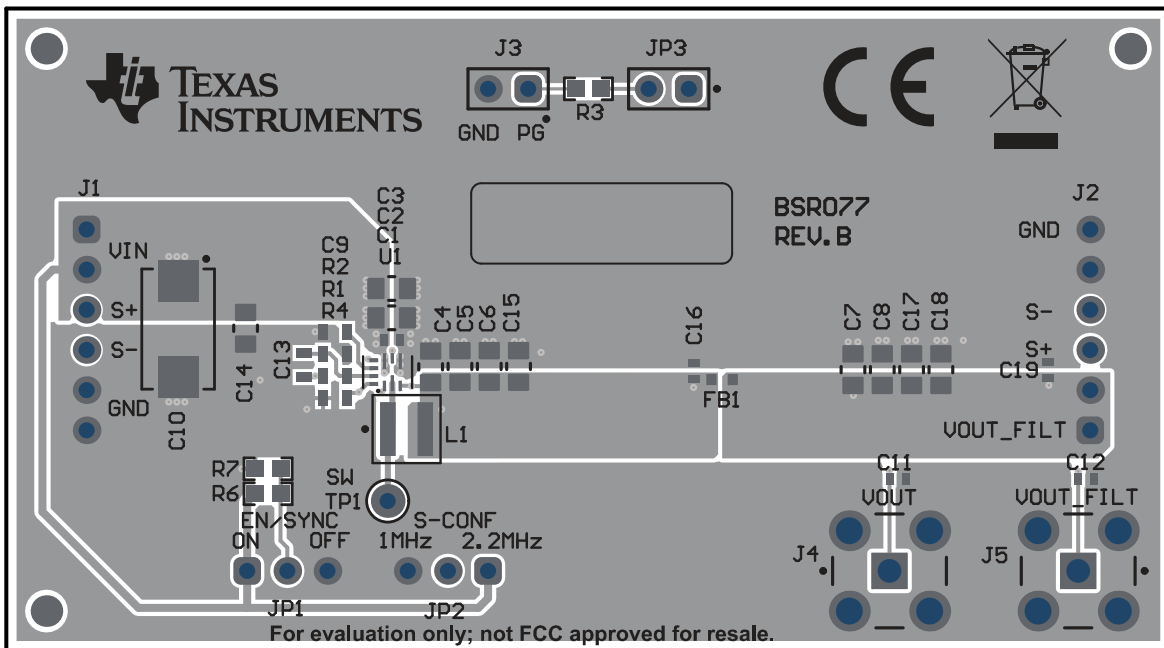


图 4-1. 顶层装配图

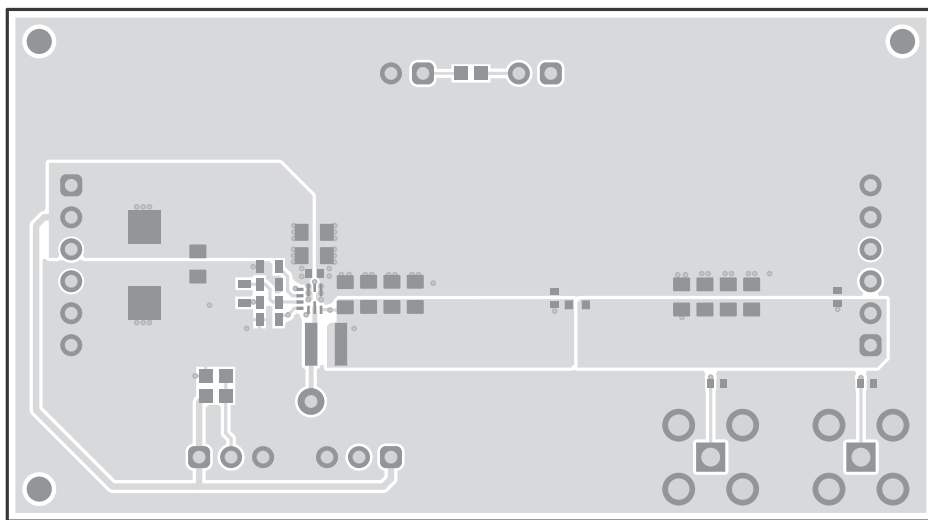


图 4-2. 顶层

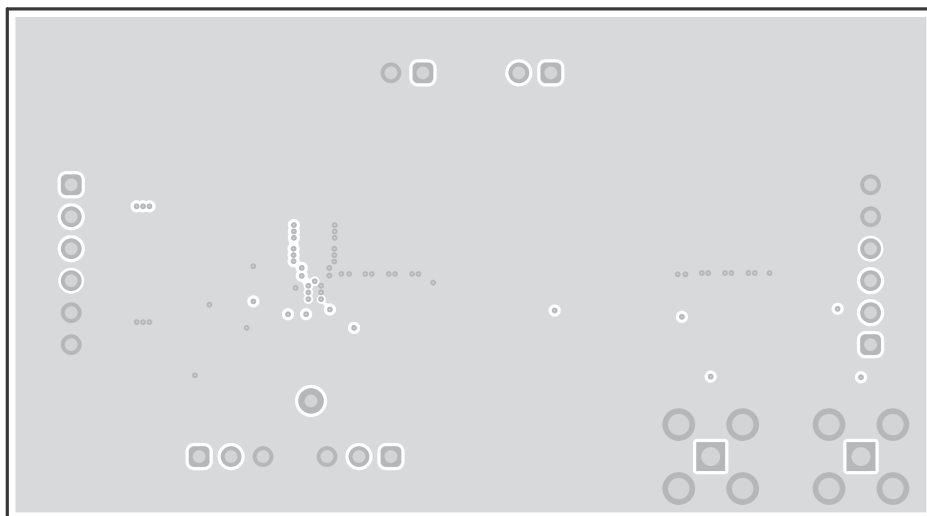


图 4-3. 内层 1

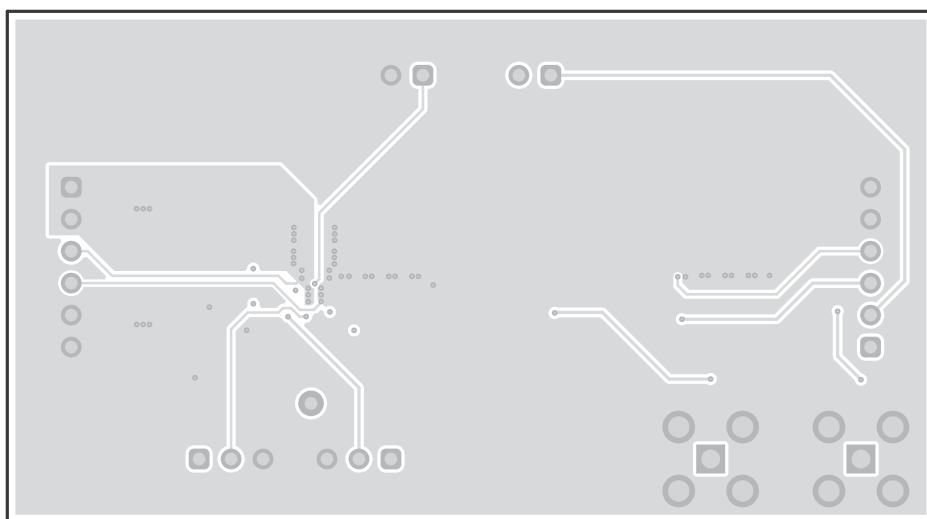


图 4-4. 内层 2

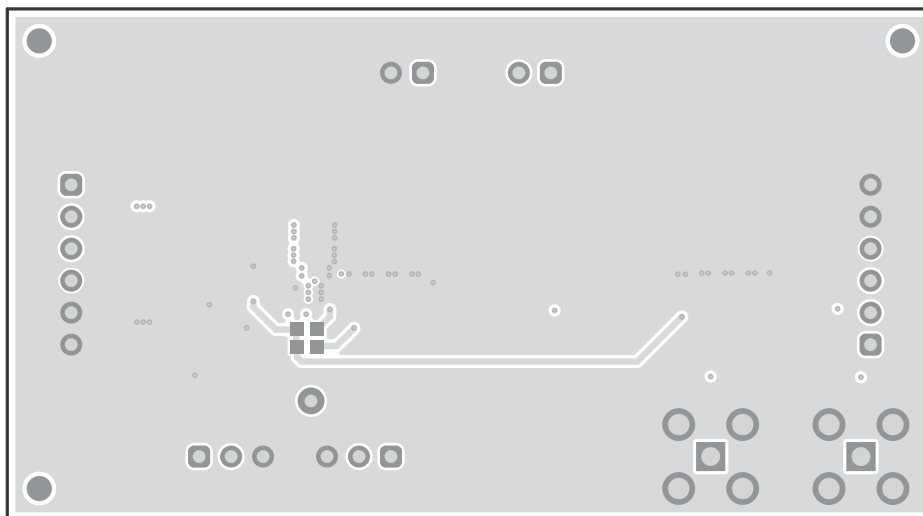


图 4-5. 底层

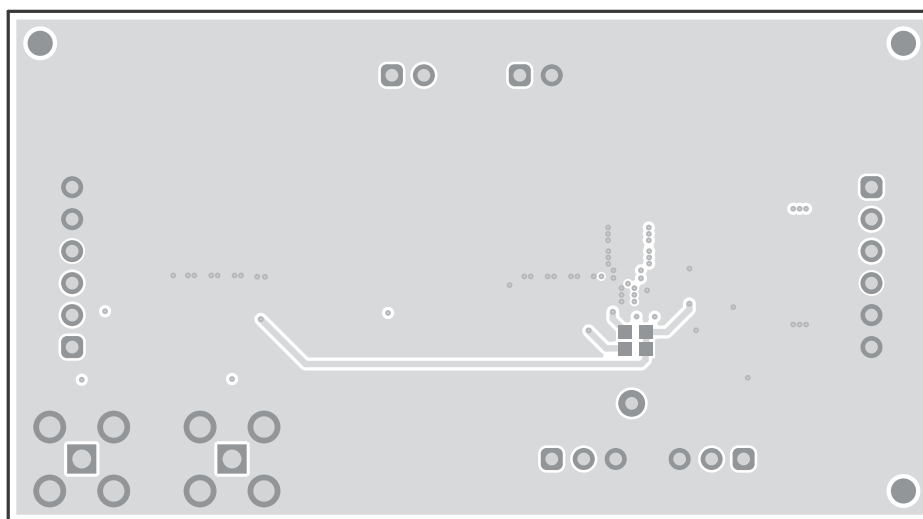


图 4-6. 底层 ( 镜像 )

## 5 原理图和物料清单

此部分提供了 EVM 原理图和物料清单 (BOM)。

### 5.1 原理图

图 5-1 和 图 5-2 演示了 EVM 原理图

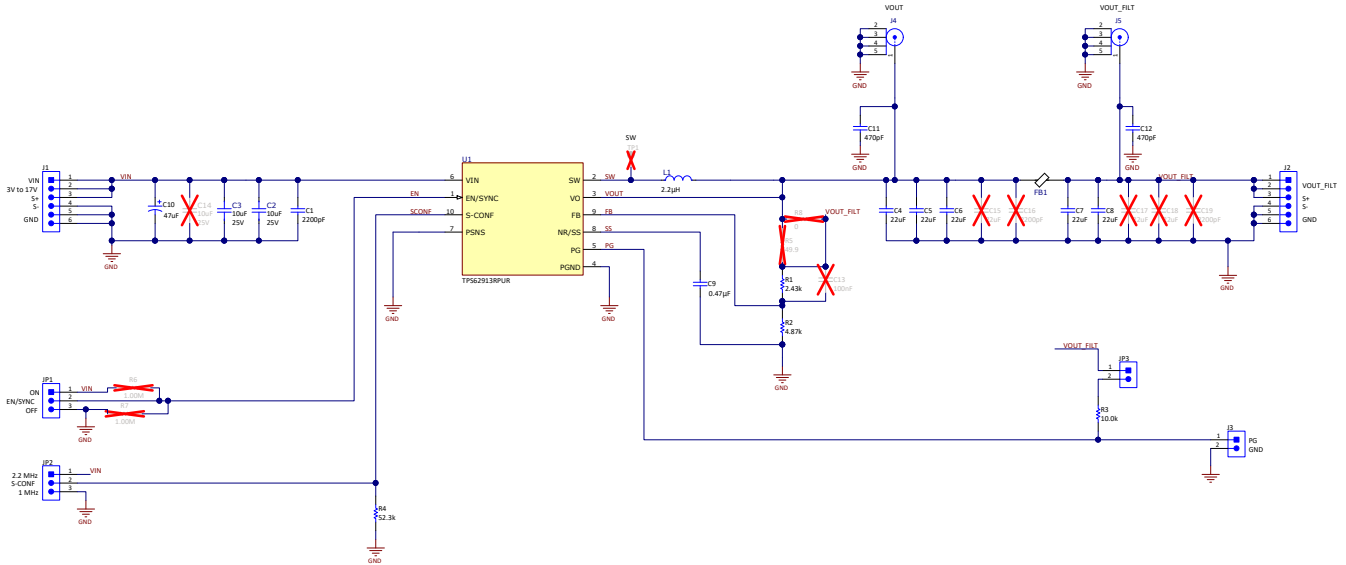


图 5-1. TPS62913EVM-077 原理图

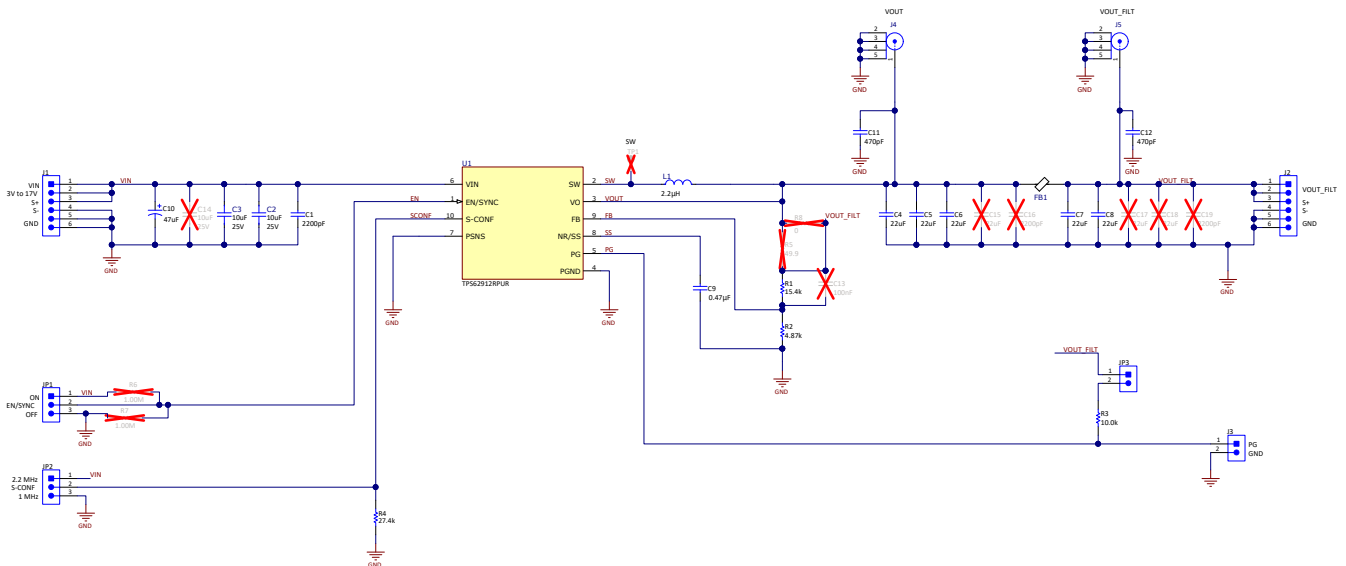


图 5-2. TPS62912EVM-077 原理图

## 6 物料清单

表 6-1 列出了该 EVM 的物料清单 (BOM)。

表 6-1. TPS6291xEVM-077 物料清单

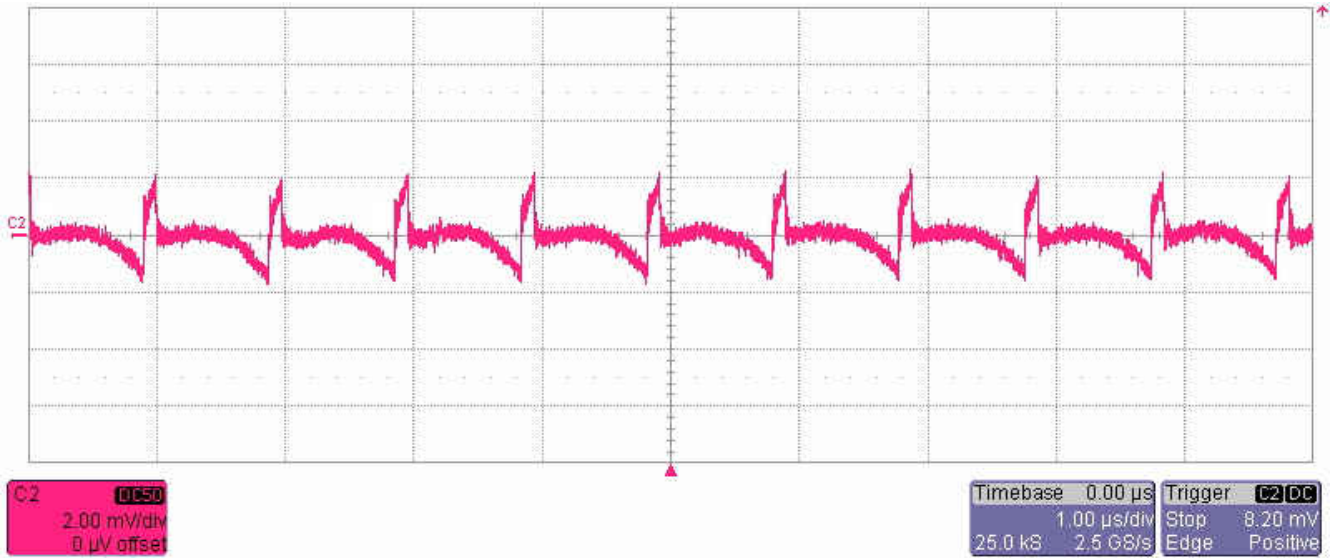
-002	-003	参考编号	值	说明	封装	器件型号	制造商
1	1	C1	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/-10%, X7R	0402	GRM155R71H222KA01D	muRata ( 村田 )
2	2	C2、C3	10μF	电容, 陶瓷, 10μF, 25V, +/-10%, X7S	0805	C2012X7S1E106K125AC	TDK
5	5	C4、C5、C6、C7、C8	22μF	电容, 陶瓷, 22μF, 10V, +/-20%, X7S	0805	C2012X7S1A226M125AC	TDK
1	1	C9	0.47μF	电容, 陶瓷, 0.47μF, 25V, +/-10%, X7R	0603	C1608X7R1E474K080AE	TDK
1	1	C10	47μF	电容, 钽, 47μF, 35V, +/-10%, 0.3 Ω	7343-43	T495X476K035ATE300	Kemet ( 基美 )
2	2	C11、C12	470pF	电容, 陶瓷, 470pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0	0402	GRM1555C1H471JA01D	muRata ( 村田 )
1	1	FB1		铁氧体磁珠, 100MHz 处 8.5 Ω, 4m Ω DCR, 8A	0603	BLE18PS080SN1	muRata ( 村田 )
1	1	L1	2.2μH	电感器功率屏蔽线绕 2.2μH 20% 复合 8.7A 13.5m Ω DCR	4mm × 4mm	XGL4030-222MEC	Coilcraft ( 线艺 )
0	1	R1	2.43k Ω	电阻, 2.43k Ω, 1%, 0.1W	0603	Std	Std
1	0	R1	15.4k Ω	电阻, 15.4k Ω, 1%, 0.1W	0603	Std	Std
1	1	R2	4.87k Ω	电阻, 4.87k Ω, 1%, 0.1W	0603	Std	Std
1	1	R3	10.0k Ω	电阻, 10.0k Ω, 1%, 0.1W	0603	Std	Std
1	0	R4	27.4k Ω	电阻, 27.4k Ω, 1%, 0.1W	0603	Std	Std
0	1	R4	52.3k Ω	电阻, 52.3k Ω, 1%, 0.1W	0603	Std	Std
1	0	U1	TPS62912 <sup>1</sup>	3V 至 17V, 2A 低噪声 (20μV <sub>RMS</sub> ) 和低纹波 (200μV <sub>PP</sub> ) 降压转换器	2mm x 2mm	TPS62912RPUR	德州仪器 (TI)
0	1	U1	TPS62913 <sup>1</sup>	3V 至 17V, 3A 低噪声 (20μV <sub>RMS</sub> ) 和低纹波 (200μV <sub>PP</sub> ) 降压转换器	2mm x 2mm	TPS62913RPUR	德州仪器 (TI)

1. TPS6291xEVM-077 可能装有 TPS6291x (U1) 器件, 但该器件不会自动在其顶部显示正确的标识信息。这些器件仍然是经过全面测试的 TPS6291x 器件。



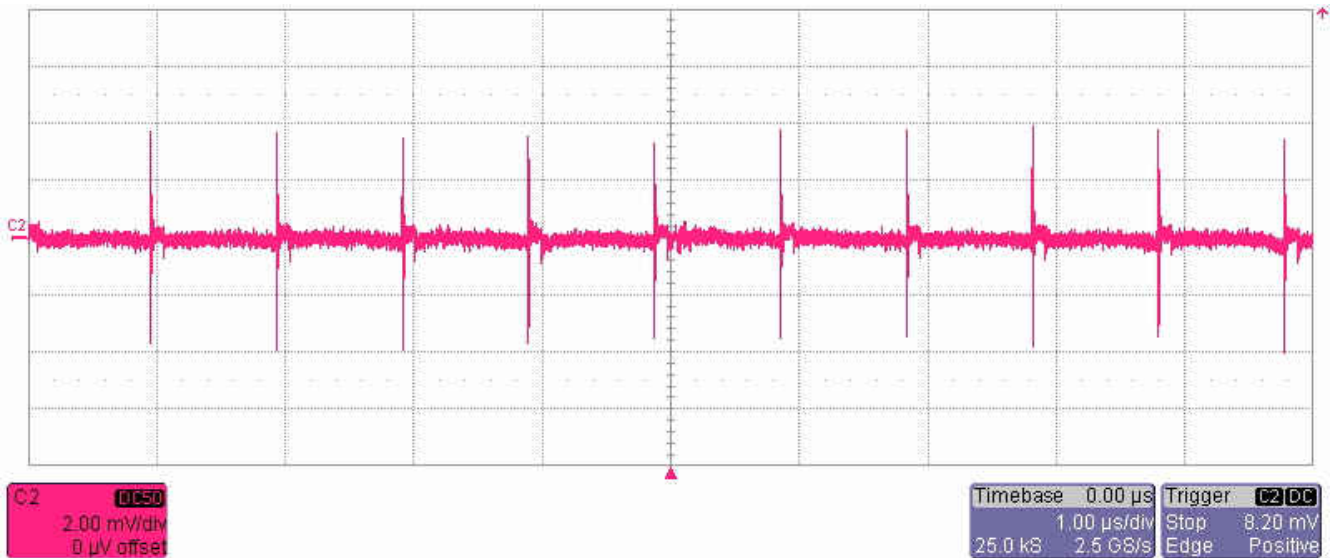
## A 电感器定向不当时的纹波测量

本部分显示了当安装的电感器未实现低噪声时的输出纹波测量结果。此例中使用了 EVM 修订版本 A。



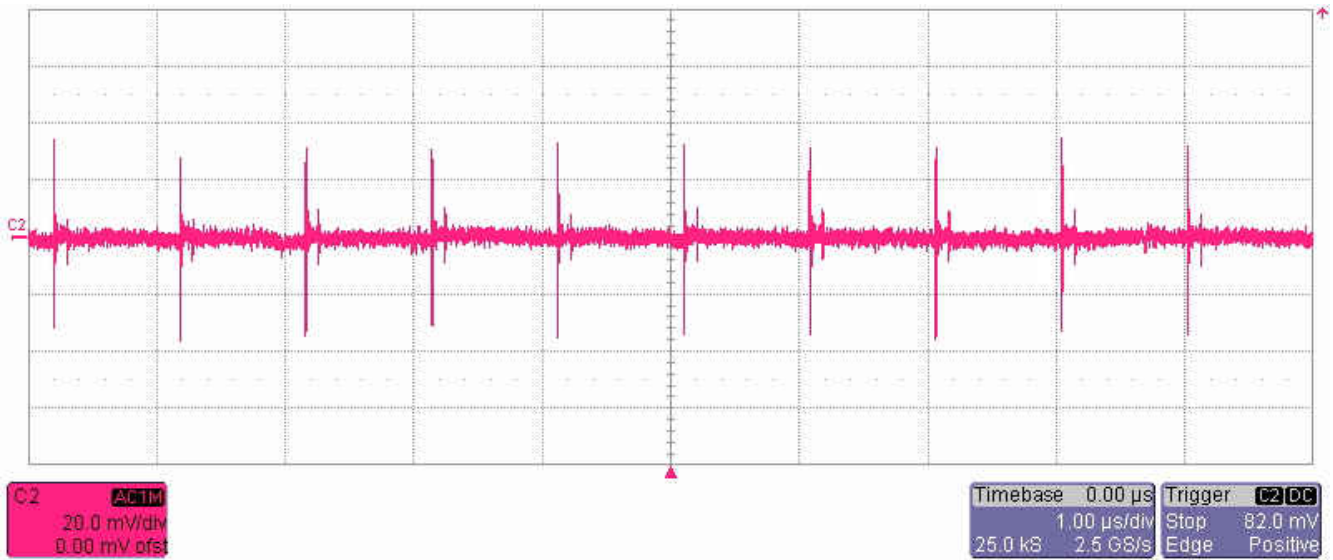
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的  $50\Omega$  终端

图 A-1. 输出电压纹波, 于 J4 处测量



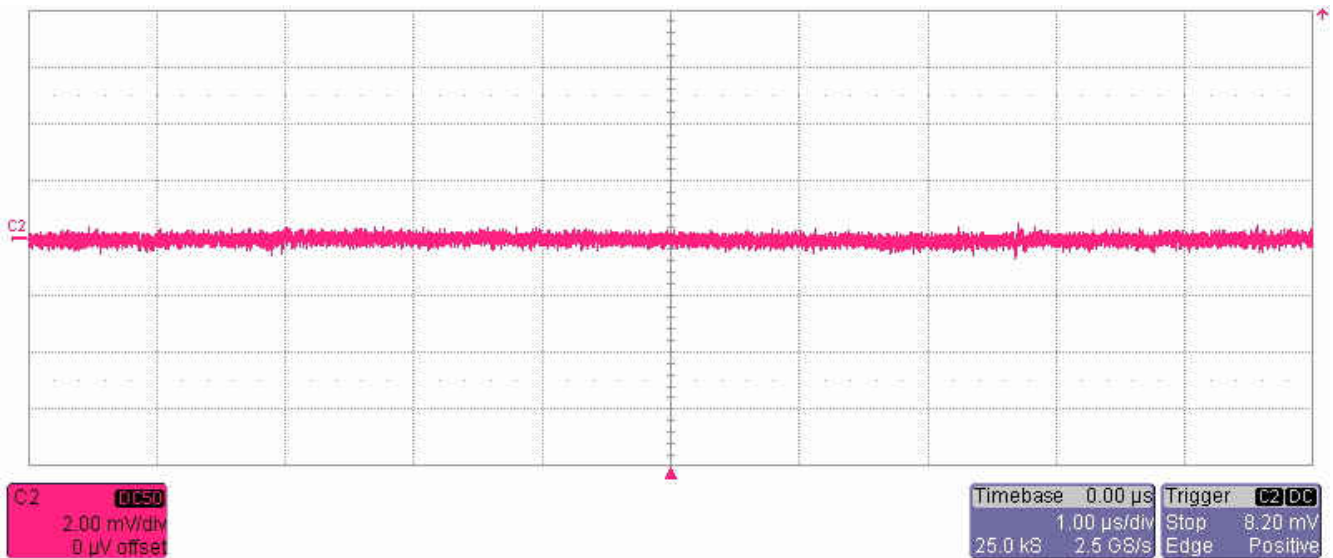
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的  $50\Omega$  终端

图 A-2. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 1x 探头



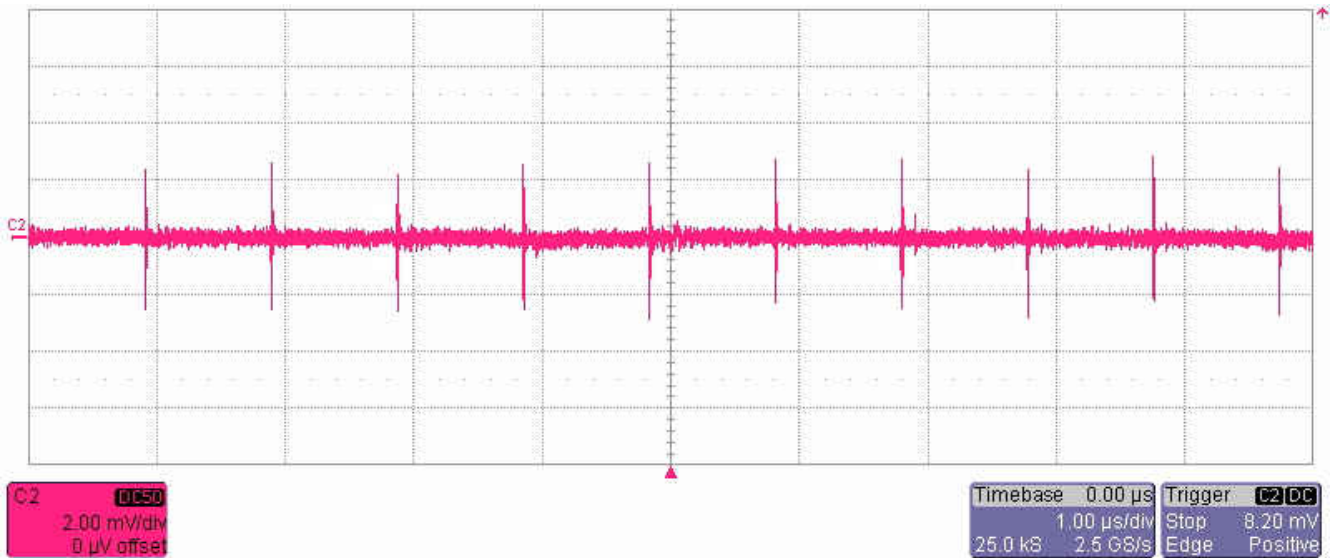
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 交流耦合, 不带直流阻断器的高阻抗终端

图 A-3. 输出电压纹波, 跨 C4 测量, 使用 10x 探头



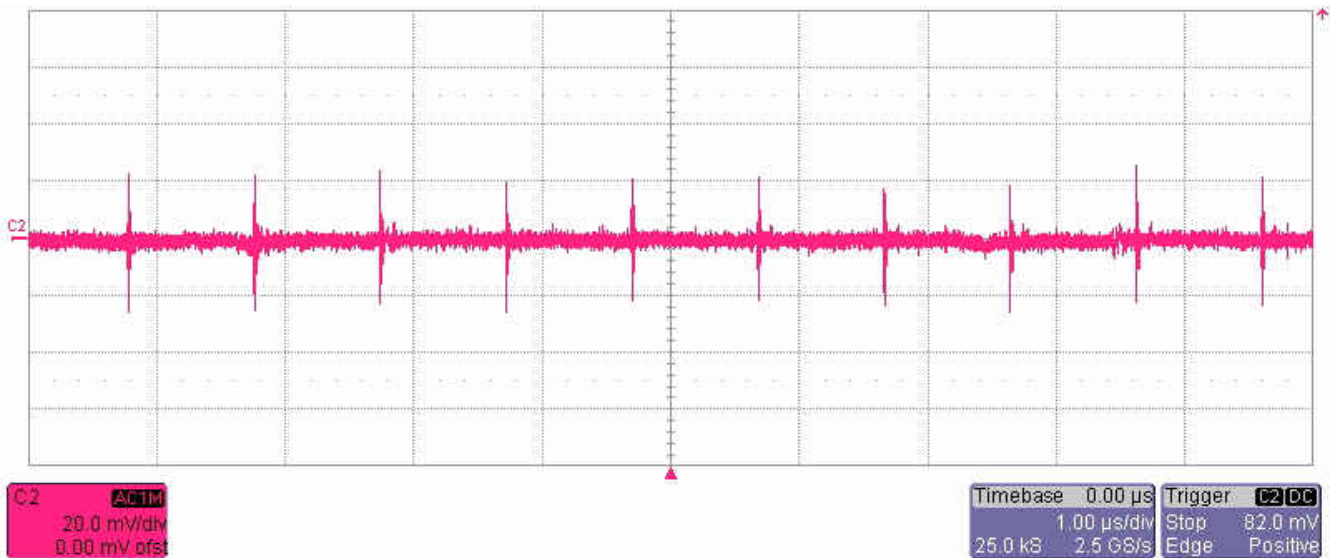
$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的 50  $\Omega$  终端

图 A-4. 输出电压纹波, 于 J5 处测量



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 直流耦合, 带直流阻断器的  $50\Omega$  终端

图 A-5. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 1x 探头



$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1.2V$ ,  $I_{OUT} = 1000mA$ , JP2 打开, 全 BW, 交流耦合, 不带直流阻断器的高阻抗终端

图 A-6. 输出电压纹波, 跨 C7 测量, 使用 10x 探头

## 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 (March 2021) to Revision B (May 2021)	Page
• 更新了用户指南的标题.....	2
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉引用的编号格式。.....	2

Changes from Revision * (August 2020) to Revision A (March 2021)	Page
• 更新了纹波测量设置部分的所有图片.....	6
• 将原来的纹波测量设置部分移至附录.....	15

## 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