



## 摘要

TPS40077EVM-001 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 10A 电流的固定 1.8V 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 EVM 中使用的 TPS40077 低引脚数同步降压控制器采用 Predictive Gate Drive。该特性通过消除击穿开关电流和尽可能减少同步整流器 FET 的反向导通时间来提高效率。

## 内容

1 引言.....	2
1.1 说明.....	2
1.2 应用.....	2
1.3 特性.....	2
2 TPS40077EVM-001 电气性能规格.....	3
3 原理图.....	4
3.1 调节输出电压 ( R3 和 R13 ) .....	5
3.2 禁用 ( J3 ) .....	5
3.3 测试设置.....	5
3.4 设备设置.....	6
3.5 启动/关断步骤.....	7
3.6 控制环路增益和相位测量步骤.....	8
3.7 设备停机.....	8
4 TPS40077EVM 典型性能数据和特性曲线.....	9
4.1 效率.....	9
4.2 线性和负载调整率.....	9
4.3 输出纹波.....	10
4.4 瞬态响应.....	10
4.5 波特图.....	11
5 EVM 装配图和布局.....	12
6 物料清单.....	14
7 修订历史记录.....	14

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

### 1.1 说明

TPS40077EVM-001 旨在使用 12V ( 8V 至 16V ) 总线在高达 10A 的负载电流下产生大电流、1.8V 稳压输出。TPS40077EVM-001 演示了 TPS40077 在典型的 12V 总线至低压应用中的使用，同时提供了多个测试点来评估 TPS40077 的性能。通过更换单个电阻，可将该 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
- 分布式直流电源系统

### 1.3 特性

- 8V 至 16V 输入范围
- 1.8V 固定输出电压，可通过单个电阻进行调节
- 10A 直流稳态输出电流
- 300kHz 开关频率
- 单个主开关 N 沟道 MOSFET 和单个同步整流器 N 沟道 MOSFET
- 双面 PCB，所有元件都位于顶面
- 有源转换器所占面积小于 2.4 平方英寸 - 1.0 英寸 × 2.4 英寸
- 便捷的测试点，用于探测临界波形和非侵入式环路响应测试

## 2 TPS40077EVM-001 电气性能规格

表 2-1. TPS40077EVM-001 电气和性能规格

参数	说明和条件	最小值	标称值	最大值	单位		
<b>输入特性</b>							
$V_{IN}$	输入电压	8	12	16	V		
$I_{IN}$	输入电流	$V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 最大值		1.7	1.8	A	
	空载输入电流	$V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 0A		80	100	mA	
$V_{IN\_UVLO}$	输入 UVLO	$I_{OUT}$ = 最小值至最大值		5.4	6	6.6	V
$V_{IN\_ONV}$	输入 ONV	$I_{OUT}$ = 最小值至最大值		6.3	7	7.7	V
<b>输出特性</b>							
$V_{OUT}$	输出电压	$V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 标称值		1.75	1.8	1.85	V
	线性调整率	$V_{IN}$ = 最小值至最大值, $I_{OUT}$ = 标称值				0.5%	
	负载调整率	$V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 最小值至最大值				0.5%	
	输出纹波电压	$V_{OUT\_ripple}$ $V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 最大值				40	mVpp
	输出电流	$I_{OUT}$ $V_{IN}$ = 最小值至最大值		0	5	10	A
	输出过流启动点	$I_{OCP}$ $V_{IN}$ = 标称值, $V_{OUT} = V_{OUT} - 5\%$		12.25	19.4	34	A
	瞬态响应						
$\Delta I$	负载阶跃	$I_{OUT\_max}$ 至 $0.2 \times I_{OUT\_max}$			8		A
	负载压摆率				1		A/ $\mu$ sec
	过冲				300		mV
	建立时间				0.1		msec
<b>系统特性</b>							
$f_{sw}$	开关频率		240	300	360		kHz
$\eta_{pk}$	峰值效率	$V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 最小值至最大值			90%		
$\eta$	满负载效率	$V_{IN}$ = 标称值, $I_{OUT}$ = 最大值			89%		
顶层	工作温度范围	$V_{IN}$ = 最小值至最大值, $I_{OUT}$ = 最小值至最大值		-40	25	85	$^{\circ}$ C
<b>机械特性</b>							
W	尺寸 (工作区域)	宽度		1			ins
L		长度		2.4			ins
h		元件高度		0.41			ins
注 1: 电阻容差影响电压精度。							

### 3 原理图

仅供参考。具体值请参阅表 6-1。

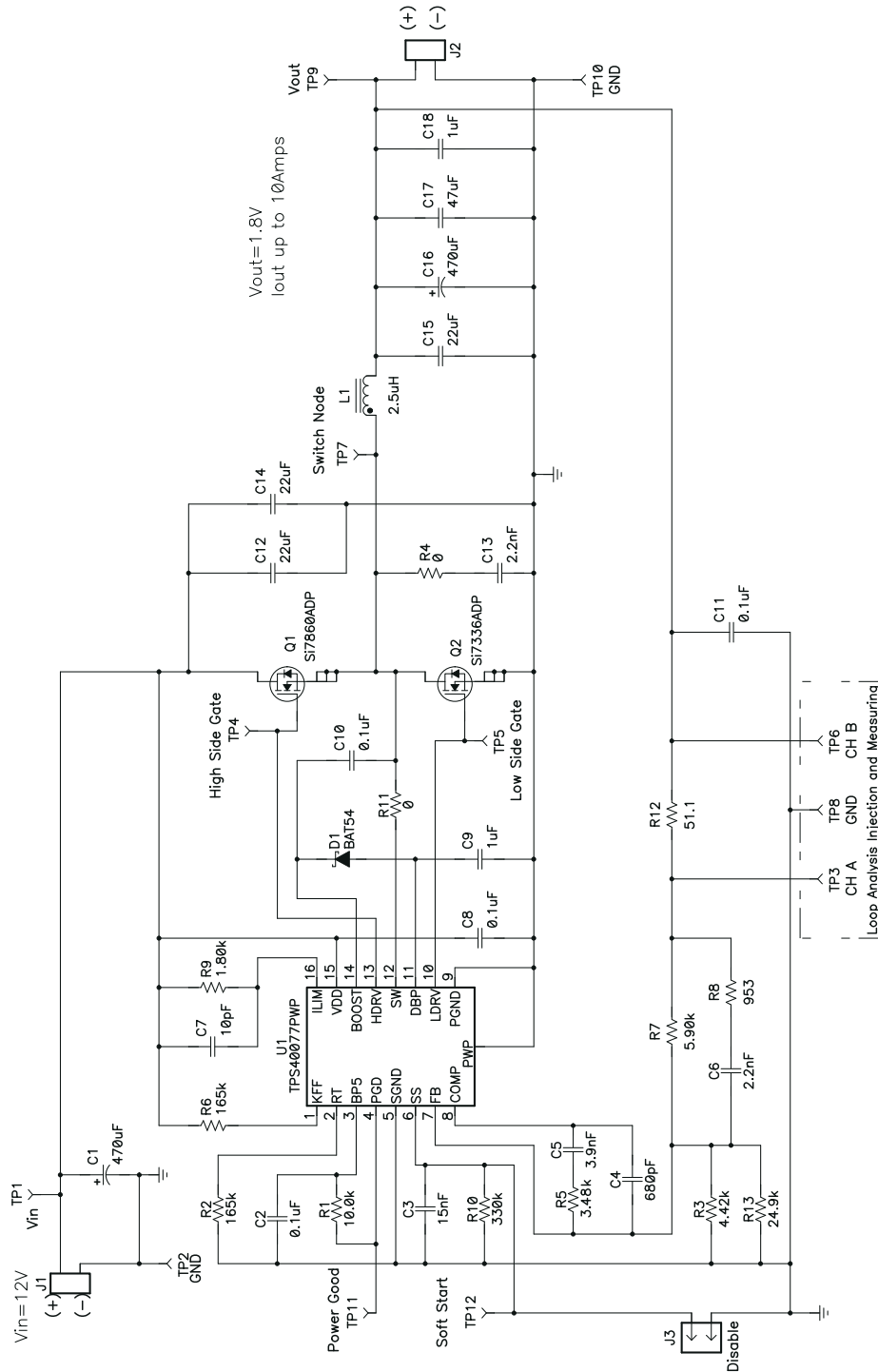


图 3-1. TPS40077EVM-001 原理图

### 3.1 调节输出电压 ( R3 和 R13 )

通过改变反馈电阻分压器 ( R3、R13 ) 中的接地电阻，可以在有限范围内调整稳压输出电压。

表 3-1 包含用于生成常用输出电压的 R3 和 R13 的常见值。TPS40077EVM-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 1.8V 输出进行了优化。

表 3-1. 借助 R3 调整 V<sub>OUT</sub>

V <sub>OUT</sub>	R3	R13
1.2V	9.53kΩ	62.0kΩ
1.5V	5.36kΩ	140kΩ
1.8V	4.42kΩ	24.9kΩ
2.5V	2.37kΩ	71.5kΩ
3.3V	1.60kΩ	220kΩ

### 3.2 禁用 ( J3 )

TPS40077EVM-001 提供禁用输入 ( J3 )，可使用户评估 TPS40077 的启用/禁用功能。当短接 J3 引脚时，TPS40077 控制器禁用并且 EVM 关闭。当禁用 TPS40077 时，两个 FET 驱动器都关闭。

### 3.3 测试设置

#### 3.3.1 设备

##### 3.3.1.1 电压源

V<sub>12V\_IN</sub>

输入电压源 ( V<sub>12V\_IN</sub> ) 应是能够提供 5 A<sub>DC</sub> 的 0V 至 16V 可变直流电源。将 V<sub>12V\_IN</sub> 连接到 J1，如图 3-3 所示。

##### 3.3.1.2 仪表

- A1 : 0-5 A<sub>DC</sub>，电流表
- V1 : V<sub>12V\_IN</sub>，0V 至 16V 电压表
- V2 : V<sub>1V5\_OUT</sub>，0V 至 5V 电压表

##### 3.3.1.3 负载

LOAD1

输出负载 ( LOAD1 ) 必须是一个恒定电流模式电子负载，在 1.8V 电压下支持 0A 至 15A 直流电流。

##### 3.3.1.4 示波器

数字或模拟示波器可用于测量 V<sub>OUT</sub> 上的纹波电压。按如下设置示波器以测量输出纹波：

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

TP9 和 TP10 可用于测量输出纹波电压，方法是将示波器探头尖端穿过 TP9 并将接地筒固定在 TP10 上，如图 3-2 所示。要实现免手动方式，可以切割并打开 TP10 中的回路以支撑探头筒。必须避免使用带引线的接地连接，因为它会由于接地回路面积较大而产生额外的噪声。

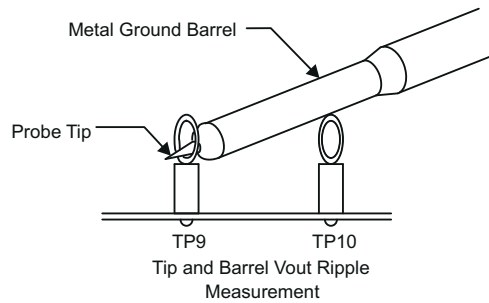


图 3-2. 输出纹波测量 - 使用 TP9 和 TP10 的尖端和接地筒

### 3.3.1.5 建议线规

#### $V_{12V\_IN}$ 到 J1

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)

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  $2 \times$  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）。

## 3.4 设备设置

图 3-3 显示了用于评估 TPS40077EVM-001 的建议基本测试装置。请注意，虽然 J1 和 J2 的回路相同，但连接应保持独立，如图 3-2 所示。

### 3.4.1 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  $V_{12V\_IN}$  之前，建议将来自  $V_{12V\_IN}$  的源电流限制为最大 5.0A。确保  $V_{12V\_IN}$  初始设置为 0V 并按图 3-3 所示进行连接。
3. 连接电流表 A1，如图 3-3 所示。
4. 将电压表 V1 连接到 TP1 和 TP2，如图 3-3 所示。
5. 将 LOAD1 连接到 J2，如图 3-3 所示。在施加  $V_{12V\_IN}$  之前，确保将 LOAD1 设置为恒流模式以实现 0A 直流灌电流。
6. 将电压表 V2 连接到输出 J2，如图 3-3 所示。
7. 将示波器探头连接到 TP9 和 TP10，如图 3-2 所示。

### 3.4.2 图

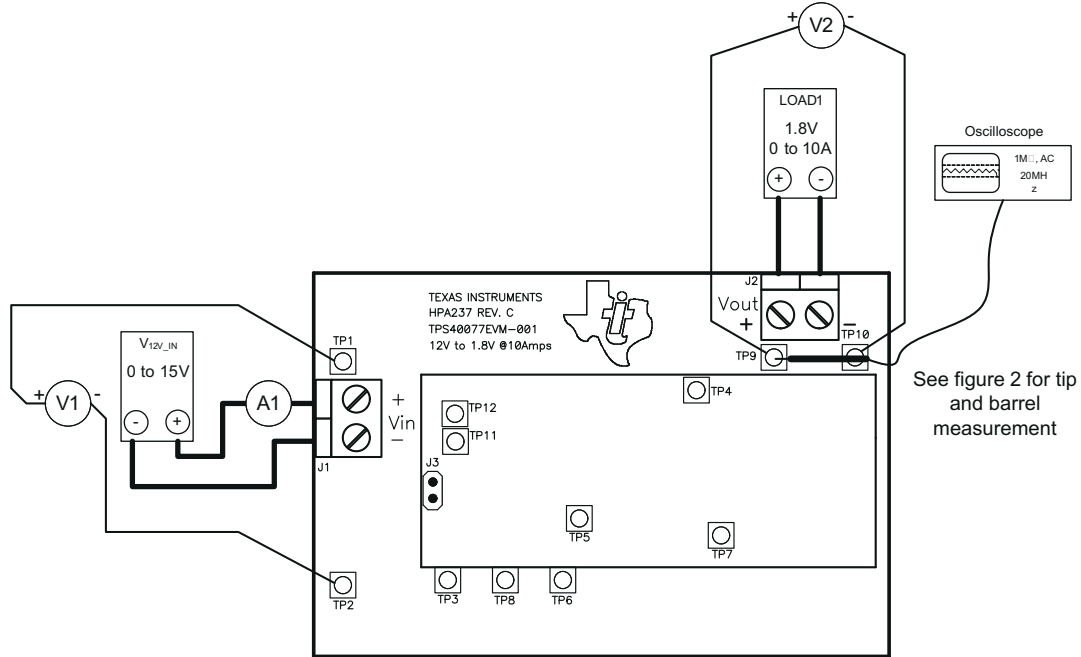


图 3-3. TPS40077EVM-001 建议测试装置

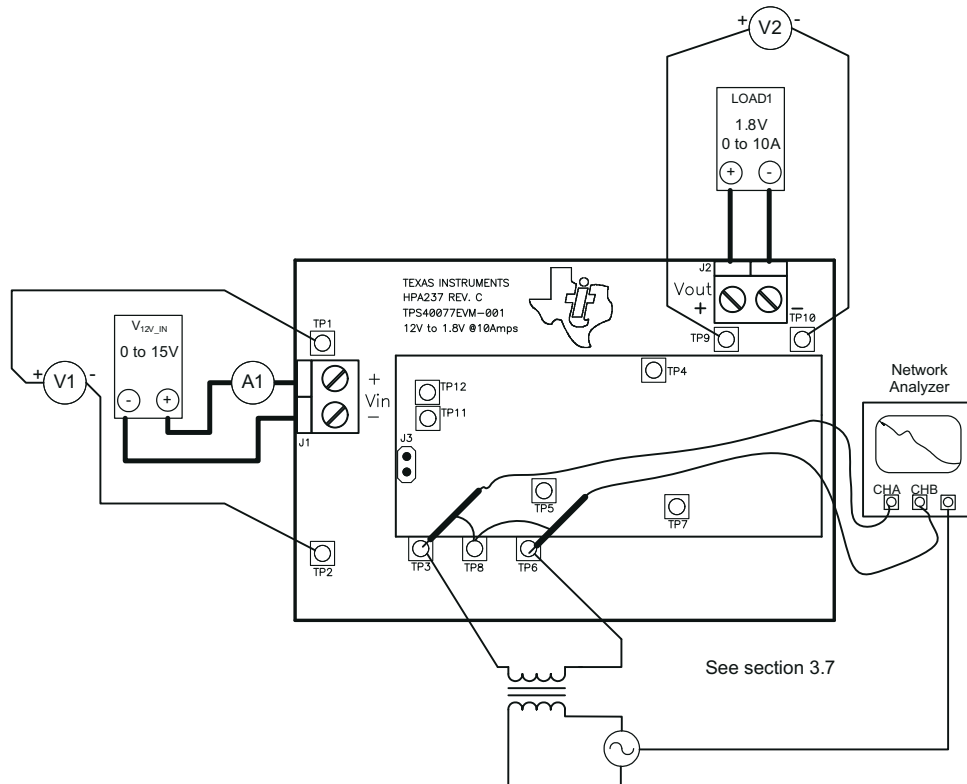


图 3-4. 控制环路测量设置

### 3.5 启动/关断步骤

1. 将  $V_{12V\_IN}$  从  $0V_{DC}$  增大到  $12V_{DC}$ 。
2. 将 LOAD1 从  $0A_{DC}$  改为  $10A_{DC}$ 。

3. 将  $V_{12V\_IN}$  从  $8V_{DC}$  改为  $16V_{DC}$ 。
4. 将  $LOAD1$  降至  $0A$ 。

### 3.6 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  $TP3$  和  $TP6$ ，如图 3-4 所示。
2. 将输入信号幅度测量探头 (通道 A) 连接到  $TP3$ ，如图 3-4 所示。
3. 将输出信号幅度测量探头 (通道 B) 连接到  $TP6$ ，如图 3-4 所示。
4. 将通道 A 和通道 B 的地线连接到  $TP8$ ，如图 3-4 所示。
5. 通过隔离变压器在  $TP3$  和  $TP6$  上注入  $25mV$  或更低的信号。
6. 使用  $10Hz$  或更低的后置滤波器在  $1kHz$  至  $1MHz$  范围内扫频。
7. 可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. 控制环路相位通过通道 A 和通道 B 之间的相位差测量。
9. 在进行其他测量之前，从  $TP3$  和  $TP6$  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)。

### 3.7 设备停机

1. 关闭示波器。
2. 关闭  $LOAD1$ 。
3. 关断  $V_{12V\_IN}$ 。



## 4 TPS40077EVM 典型性能数据和特性曲线

图 4-1 至图 4-6 显示了 TPS40077EVM-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，这些曲线仅供参考，可能与实际现场测量结果有所不同。

### 4.1 效率

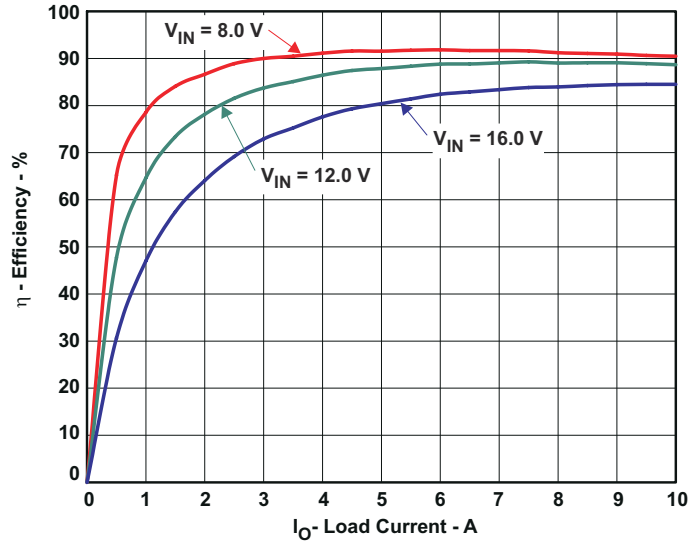


图 4-1. TPS40077EVM-001 效率

### 4.2 线性和负载调整率

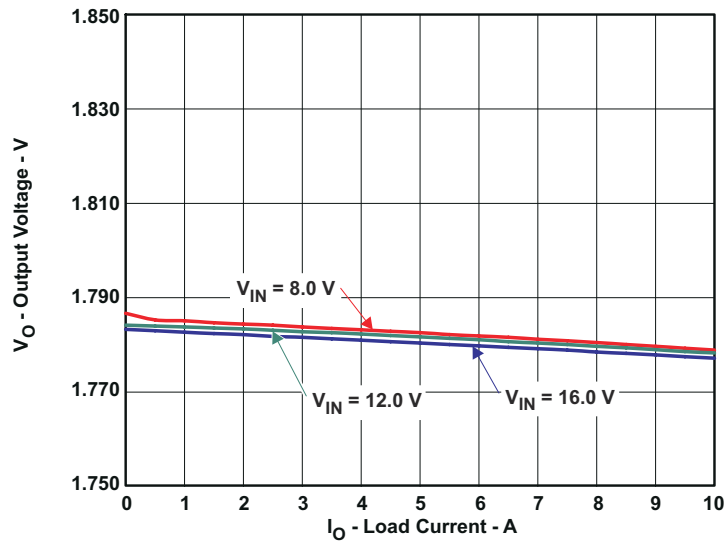


图 4-2. TPS40077EVM-001 线性和负载调整率

### 4.3 输出纹波

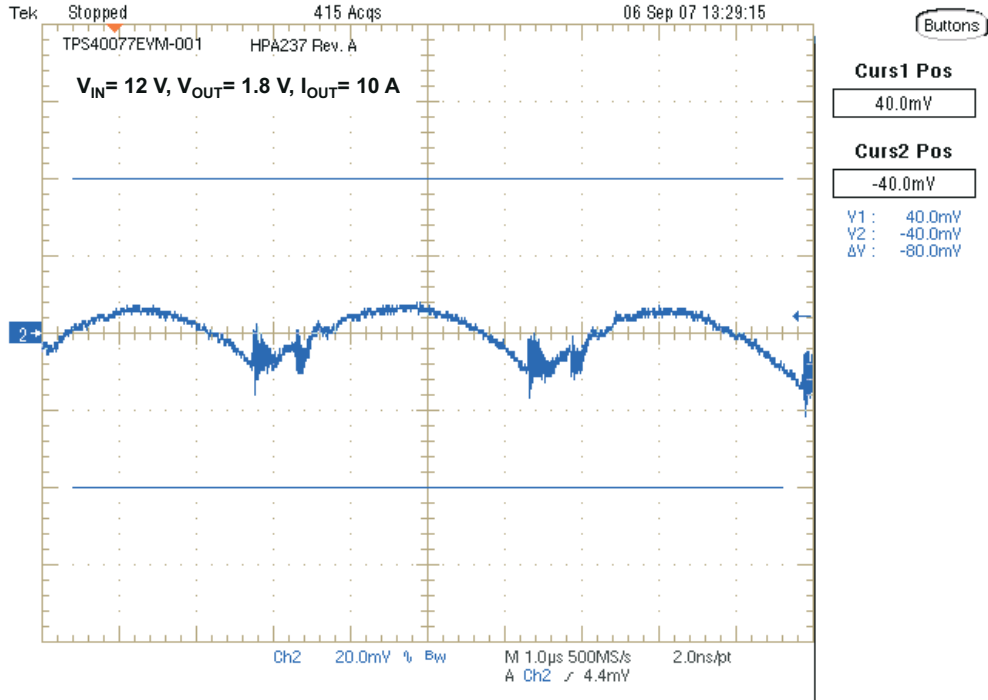


图 4-3. TPS40077EVM-001 典型输出纹波

### 4.4 瞬态响应

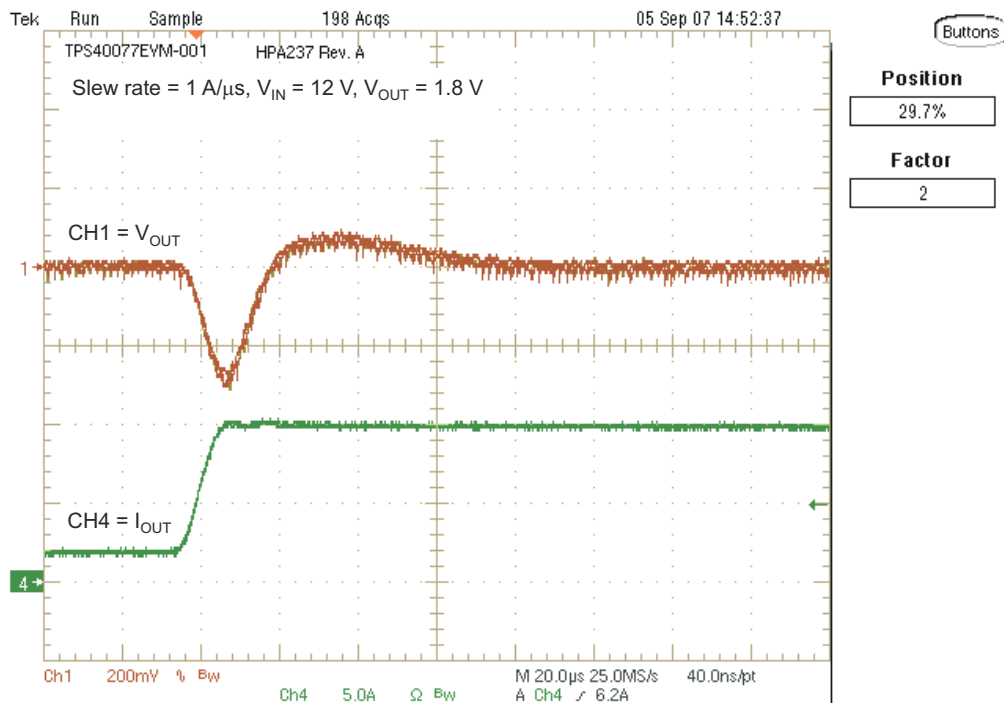


图 4-4. 负载瞬态，2A 至 10A

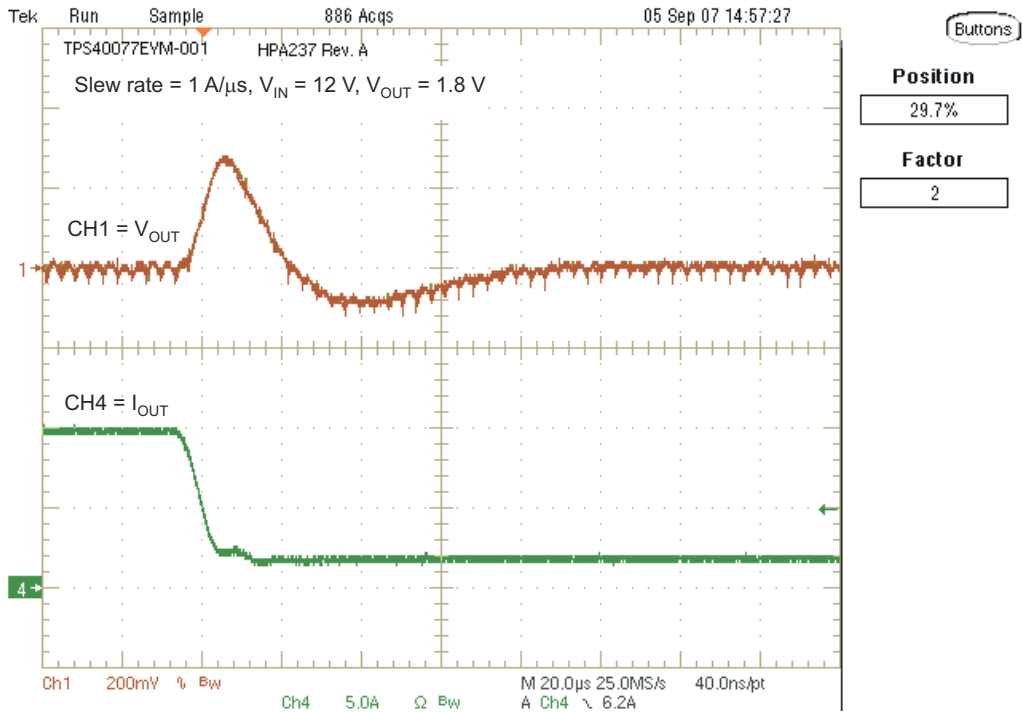


图 4-5. 负载瞬态，10A 至 2A

#### 4.5 波特图

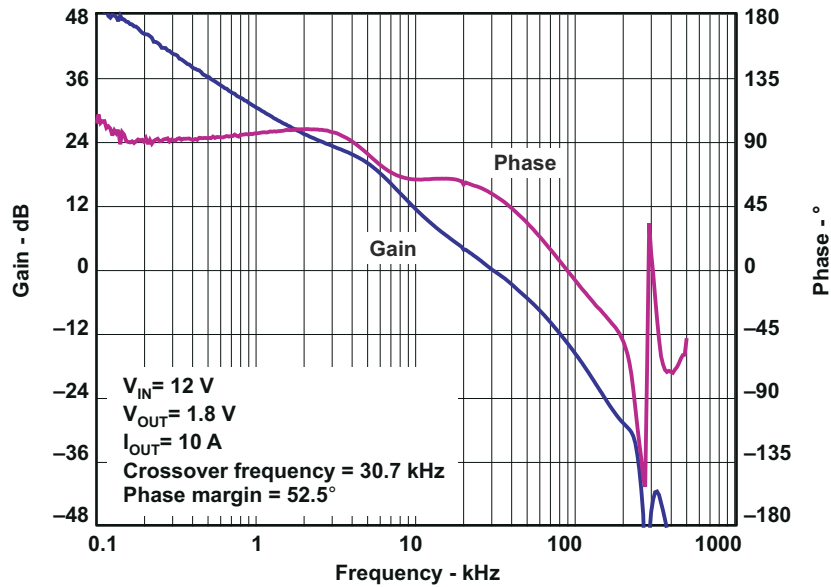


图 4-6. 典型波特图

## 5 EVM 装配图和布局

图 5-1 至图 5-3 显示了 TPS40077EVM-001 印刷电路板的设计。该 EVM 采用双面型 2oz 覆铜电路板设计，所有元件均位于顶面，可使用户在实际应用中轻松地查看、探测和评估 TPS40077。将元件移动到 PCB 的两面或使用额外的内部层可以对空间受限的系统额外缩减尺寸。

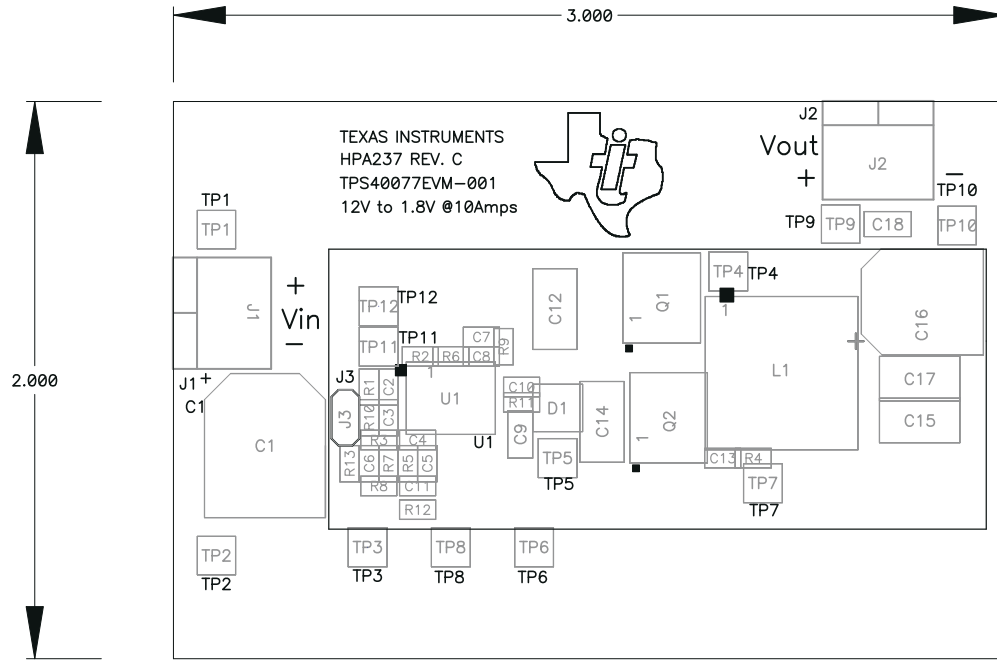


图 5-1. TPS40077EVM-001 元件放置 (俯视图)

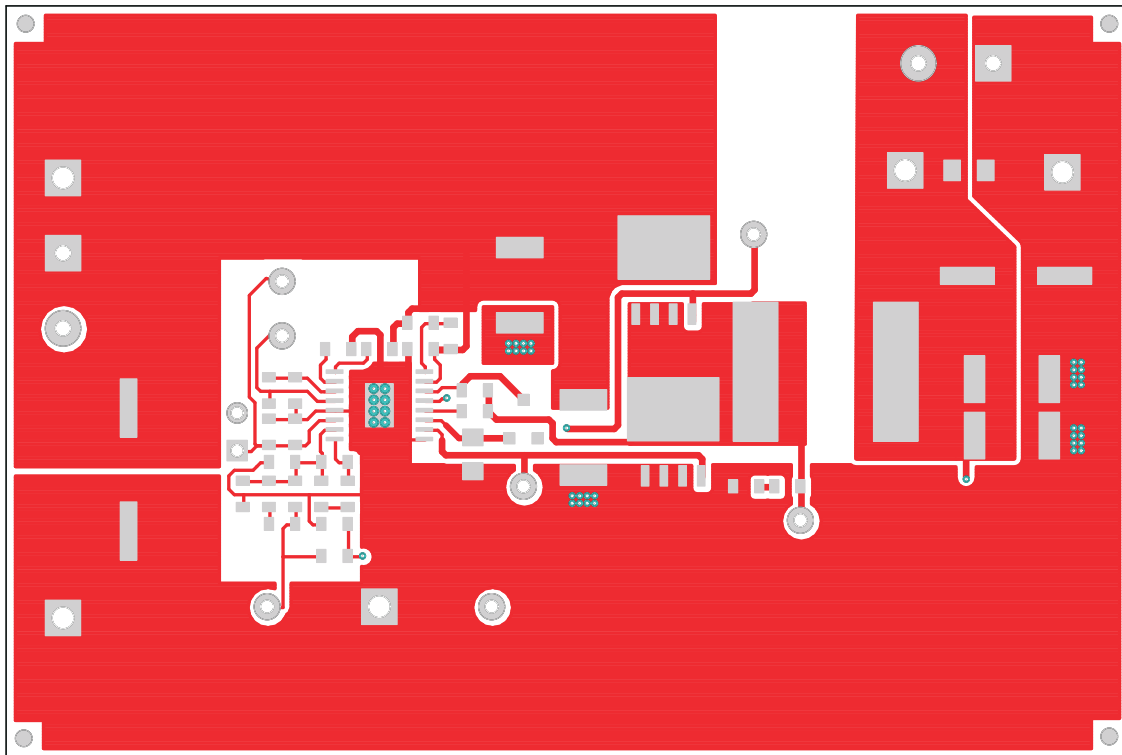


图 5-2. TPS40077EVM-001 顶部铜层 (俯视图)

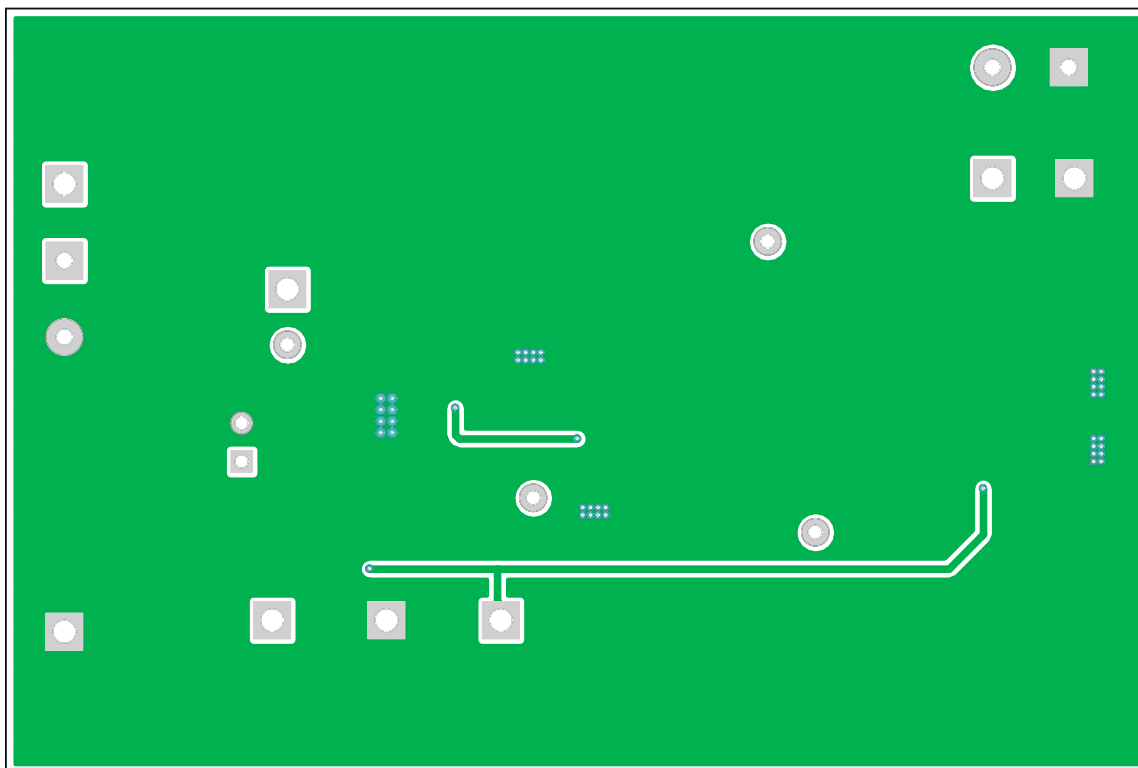


图 5-3. TPS40077EVM-001 底部铜层 ( X 射线俯视图 )

## 6 物料清单

表 6-1 列出了根据图 3-1 所示原理图配置的 EVM 元件。

表 6-1. 物料清单

数量	参考指示符	值	说明	尺寸	产品型号	制造商
1	C1	470 $\mu$ F	电容, 铝, 470 $\mu$ F, 25V, 20%	0.457 x 0.406	EEVFK1E471P	Panasonic (松下)
3	C12、C14、C15	22 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 22 $\mu$ F, 16V, X5R, 20%	1812	C4532X5R1C226MT	TDK
2	C6、C13	2.2nF	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Vishay (威世)
1	C16	470 $\mu$ F	电容, 铝, SM, 6.3V, 300m $\Omega$ (FK 系列)	8mm x 10mm	FK 系列	Panasonic (松下)
1	C17	47 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 47 $\mu$ F, 6.3V, X5R, 20%	1812	C4532X5R0J476MT	TDK
2	C2、C10	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Vishay (威世)
1	C3	15nF	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Vishay (威世)
1	C4	680pF	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Vishay (威世)
1	C5	3900 pF	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Vishay (威世)
1	C7	10pF	电容, 陶瓷, 25V, COG 20%	0603	Std	Vishay (威世)
2	C8、C11	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0603	Std	Vishay (威世)
1	C9、C18	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 25V, X7R, 20%	0805	Std	Vishay (威世)
1	D1		二极管, 肖特基, 200mA, 30V	SOT23	BAT54	Vishay (威世)
1	L1	2.5 $\mu$ H	电感器, SMT, 2.5 $\mu$ H, 16.5A, 3.4m $\Omega$	0.515 x 0.516	MLC1550-252ML	Coiltronics
1	Q1		MOSFET, N 沟道, 30V, 18A, 8.0m $\Omega$	PWRPAK S0-8	Si7860DP	Vishay (威世)
1	Q2		MOSFET, N 沟道, 30V, 18A, 40m $\Omega$	PWRPAK S0-8	Si7886ADP	Vishay (威世)
1	R1	10k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R10	330k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R12	51 $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R13	24.9k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
2	R2、R6	165k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R3	4.42k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
2	R4、R11	0 $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R5	3.48k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R7	5.90k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R8	953 $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	R9	1.80k $\Omega$	电阻, 贴片, 1/16W, 1%	0603	Std	Std
1	U1		IC	PWP16	TPS40077PWP	德州仪器 (TI)

## 7 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 2006) 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