



摘要

本用户指南包含 TPS54824EVM-779 评估模块 (PWR779) 以及 TPS54824 直流/直流转换器的信息，还包含 TPS54824EVM-779 的性能规格、原理图和物料清单。

内容

1 引言	2
1.1 背景	2
1.2 性能规格汇总	2
1.3 在 -40°C 下评估 TPS54824EVM-779	3
1.4 更改	3
2 测试设置和结果	5
2.1 输入/输出连接	5
2.2 效率	6
2.3 输出电压负载调整率	8
2.4 输出电压线性调整率	8
2.5 负载瞬态	9
2.6 环路特性	9
2.7 输出电压纹波	10
2.8 输入电压纹波	11
2.9 上电	12
2.10 关断	13
2.11 启动进入预偏置	14
2.12 断续模式电流限制	15
3 电路板布局	17
3.1 布局	17
4 原理图和物料清单	19
4.1 原理图	20
4.2 物料清单	20
5 修订历史记录	22

插图清单

图 2-1. TPS54824EVM-779 效率 - Cyntec 电感器	6
图 2-2. TPS54824EVM-779 低电流效率 - Cyntec 电感器	6
图 2-3. TPS54824EVM-779 效率 - Würth Electronics 744311100 电感器	7
图 2-4. TPS54824EVM-779 负载调整率	8
图 2-5. TPS54824EVM-779 线性调整率	8
图 2-6. TPS54824EVM-779 瞬态响应	9
图 2-7. TPS54824EVM-779 环路响应	9
图 2-8. TPS54824EVM-779 输出纹波, 空载	10
图 2-9. TPS54824EVM-779 输出纹波, 8A 负载	10
图 2-10. TPS54824EVM-779 输入纹波, 空载	11
图 2-11. TPS54824EVM-779 输入纹波, 8A 负载	11
图 2-12. TPS54824EVM-779 相对于 V_{IN} 的启动	12
图 2-13. TPS54824EVM-779 相对于使能的启动	12
图 2-14. TPS54824EVM-779 相对于 V_{IN} 的关断	13
图 2-15. TPS54824EVM-779 相对于使能端的关断	13

图 2-16. TPS54824EVM-779 启动至预偏置.....	14
图 2-17. TPS54824EVM-779 断续模式电流限制.....	15
图 2-18. TPS54824EVM-779 断续模式启动.....	15
图 2-19. TPS54824EVM-779 断续模式停止.....	16
图 3-1. TPS54824EVM-779 顶面布局.....	17
图 3-2. TPS54824EVM-779 内部第 1 层布局.....	17
图 3-3. TPS54824EVM-779 内部第 2 层布局.....	18
图 3-4. TPS54824EVM-779 底面布局.....	18
图 4-1. TPS54824EVM-779 原理图.....	20

表格清单

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总.....	2
表 1-2. TPS54824EVM-779 性能规格总结.....	2
表 1-3. 针对常见输出电压的建议组件值变化.....	4
表 2-1. TPS54824EVM-779 EVM 连接器和测试点.....	5
表 4-1. TPS54824EVM-779 物料清单.....	20

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

1.1 背景

TPS54824 直流/直流转换器是一款同步降压转换器，可提供高达 8A 的输出电流。输入电压 (V_{IN}) 的额定值为 4.5V 至 17V。表 1-1 中给出了评估模块的额定输入电压和输出电流范围。此评估模块旨在演示在使用 TPS54824 稳压器进行设计时可实现的小印刷电路板面积。RT/CLK 引脚配置为 700kHz 开关频率。TPS54824 封装内部采用了高侧和低侧 MOSFET 以及栅极驱动电路。MOSFET 的低漏源导通电阻有助于 TPS54824 实现高效率，并在输出电流较高的情况下帮助保持低结温。外部分压器可实现可调节的输出电压。此外，TPS54824 还提供可调节软启动、欠压锁定输入以及电源正常输出。

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总

EVM	输入电压范围	输出电流范围
TPS54824EVM-779	$V_{IN} = 4.5\text{ V 至 }17\text{ V}$	0A 至 8A

1.2 性能规格汇总

表 1-2 中提供了 TPS54824EVM-779 性能规格的汇总。除非另有说明，给出的规格适用于 $V_{IN} = 12\text{ V}$ 输入电压和 1.8 V 输出电压。TPS54824EVM-779 的设计和测试条件是， $V_{IN} = 4.5\text{ V 至 }17\text{ V}$ 。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 1-2. TPS54824EVM-779 性能规格总结

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN} 电压范围		4.5	12	17	V
V_{IN} 启动电压			4.4		V
V_{IN} 停止电压			4		V
输出电压设定点			1.8		V
输出电流范围	$V_{IN} = 4.5\text{ V 至 }17\text{ V}$	0		8	A
负载调整率	$V_{IN} = 4.5\text{ V 至 }17\text{ V}, I_O = 8\text{ A}$		-0.1%		
负载瞬态响应	$I_O = 2\text{ A 至 }6\text{ A}$	电压变化		-50	mV
		恢复时间		75	μs
	$I_O = 6\text{ A 至 }2\text{ A}$	电压变化		55	mV
		恢复时间		75	μs
环路带宽	$V_{IN} = 12\text{ V}, I_O = 4\text{ A}$		116		kHz
相位裕度	$V_{IN} = 12\text{ V}, I_O = 4\text{ A}$		58		度
输入纹波电压	$I_O = 8\text{ A}$		270		mVPP

表 1-2. TPS54824EVM-779 性能规格总结 (continued)

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出纹波电压	$I_O = 8 \text{ A}$		11		mVPP
输出上升时间			1.1		ms
工作频率 (f_{SW})			700		kHz
最大效率	TPS54824EVM-779, $V_{IN} = 5\text{V}$, $I_O = 2\text{A}$		94.3%		

1.3 在 -40°C 下评估 TPS54824EVM-779

TPS54824EVM-779 在 25°C 的室温下进行了设计和优化，要在 -40°C 下进行评估，必须调整补偿以提供足够的增益和相位裕度。针对 -40°C 评估的建议补偿变化为： $R5 = 5.36\text{k}\Omega$ ， $C18 = 5.6\text{nF}$ 且 $C17 = 68\text{pF}$ 。

1.4 更改

这些评估模块旨在帮助了解 TPS54824 的特性。此模块可能会做出一些修改。当对 EVM 上的元件进行修改时，可能需要更改连接到 COMP 引脚的补偿元件。 f_{SW} 、输出电压、输出电感器和输出电容器的变化可能需要改变外部补偿。表 1-3 给出了不同应用的一些示例值。

1.4.1 输出电压设定

输出电压由 R8 和 R6 的电阻分压器网络设置。R6 固定为 $6.04\text{k}\Omega$ 。若要改变 EVM 的输出电压，需要改变电阻器 R8 的阻值。更改 R6 的值可以更改高于 0.6V 参考电压 V_{REF} 的输出电压。特定输出电压的 R8 值可以使用方程式 1 计算。

$$R8 = R6 \times \left(\frac{V_{OUT}}{0.6\text{V}} - 1 \right) \quad (1)$$

1.4.2 可调节 UVLO

欠压锁定 (UVLO) 可通过 R2 和 R9 从外部进行调节。有关如何设置外部 UVLO 的详细说明，请参阅 [TPS54824 4.5V 至 17V \(最大 19V\) 输入、8A 同步降压 SWIFT™ 转换器数据表](#)。

1.4.3 常见输出电压的组件值示例

表 1-3 显示了评估不同输出电压时建议对 EVM 进行的修改。根据应用中的负载阶跃响应要求，输出电容器可能需要与此表中所示的值不同。可以使用更多或更少的输出电容。如果更改了输出电容器，可能需要调整补偿。此外，如果需要其他 f_{SW} ，可能也需要更改电感值 (L)。TPS54824 数据表公式或 WEBENCH 可用于计算输出电容值、补偿、 f_{SW} 和电感。

表 1-3. 针对常见输出电压的建议组件值变化

V_{OUT} (V)	f_{SW} (kHz)	R_T (R7) (k Ω)	L (μ H)	C_{OUT} (μ F)	R_{FBT} (R8) (k Ω)	R_C (R5) (k Ω)	C_C (C18) (nF)	C_P (C17) (pF)	C_{FF} (C19) (pF)
1	500	100	1.0	4x 47	4.02	3.32	10	180	470
1.8	500	100	1.5	4x 47	12.1	5.36	5.6	100	150
3.3	500	100	2.2	2x 47	27.4	3.32	10	180	68

2 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS54824EVM-779 评估模块。另外还包括评估模块的典型测试结果以及效率、输出电压调整率、负载瞬态、环路响应、输出纹波、输入纹波、启动和电流限制模式。

2.1 输入/输出连接

如表 2-1 中所示，TPS54824EVM-779 附带输入/输出连接器和测试点。必须通过一对 20 AWG 导线或更好的导线将能够提供 5 A 以上电流的电源连接到 J1。必须通过一对 20 AWG 导线或更高的导线将负载连接到 J2。最大负载电流能力为 12 A。必须尽可能减少导线长度以降低线损。测试点 TP1 提供了一个监测 V_{IN} 输入电压的位置，而 TP7 提供了便捷的接地基准。在以 TP9 作为接地基准的情况下，TP4 用于监测输出电压。

表 2-1. TPS54824EVM-779 EVM 连接器和测试点

参考标识符	功能
J1	VIN 输入电压连接器 (有关 V_{IN} 范围, 请参阅表 1-1)
J2	用于连接负载的 VOUT 端子
J3	用于实现使能的 2 引脚接头。添加分流器以将 EN 接地并禁用器件。
J4	用于电源正常电阻器上拉连接的 2 引脚接头。添加分流器以上拉至 VOUT。
TP1	VIN 测试点
TP2	EN 测试点
TP3	SW 节点测试点
TP4	1.8V 测试点
TP5	PGOOD 上拉测试点
TP6	PGOOD 测试点
TP7	PGND 测试点
TP8	SS/TRK 测试点
TP9	PGND 测试点
TP10	TPS54824 连接器的分压器网络和输出电压之间的测试点。用于环路响应测量。
TP11	PGND 测试点
TP12	AGND 测试点
TP13	AGND 测试点
TP14	PGND 测试点
TP15	为同步提供外部 CLK 的测试点。应组装 C20 和 R10 才能使用。

2.2 效率

此 EVM 的效率在负载电流约为 4 A 时达到峰值，然后随着负载电流向满负载增加而降低。图 2-1 显示了 TPS54824EVM-779 在 25°C 环境温度条件下的效率。

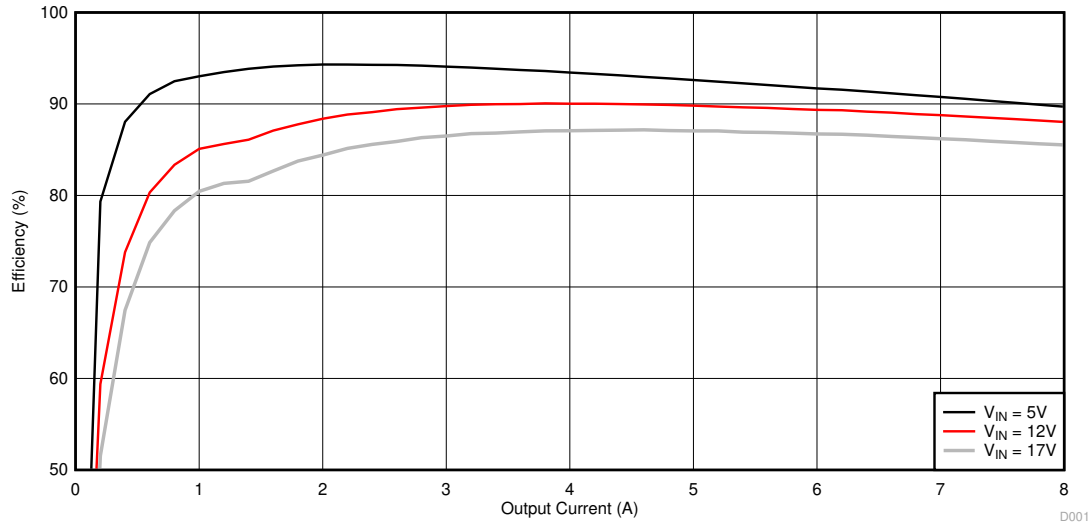


图 2-1. TPS54824EVM-779 效率 - Cyntec 电感器

图 2-2 显示了 TPS54824EVM-779 的效率；这里使用了半对数标度，以便更轻松地了解较低输出电流条件下的效率。环境温度为 25°C。

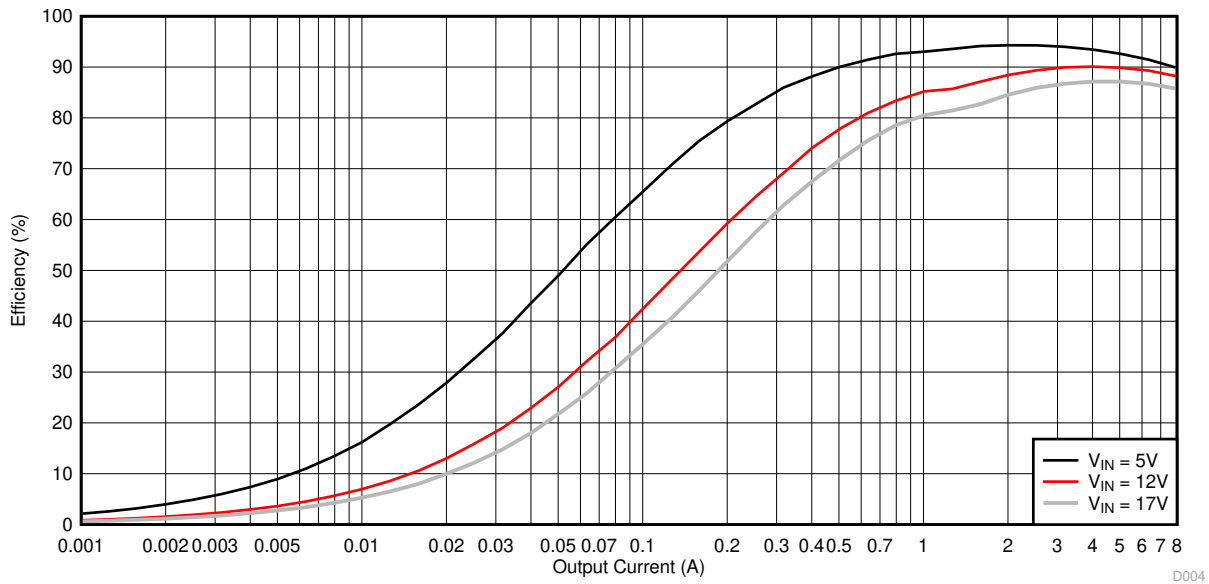


图 2-2. TPS54824EVM-779 低电流效率 - Cyntec 电感器

图 2-3 显示了使用 WE 744311100 电感器时 TPS54824EVM-779 的效率。环境温度为 25°C。

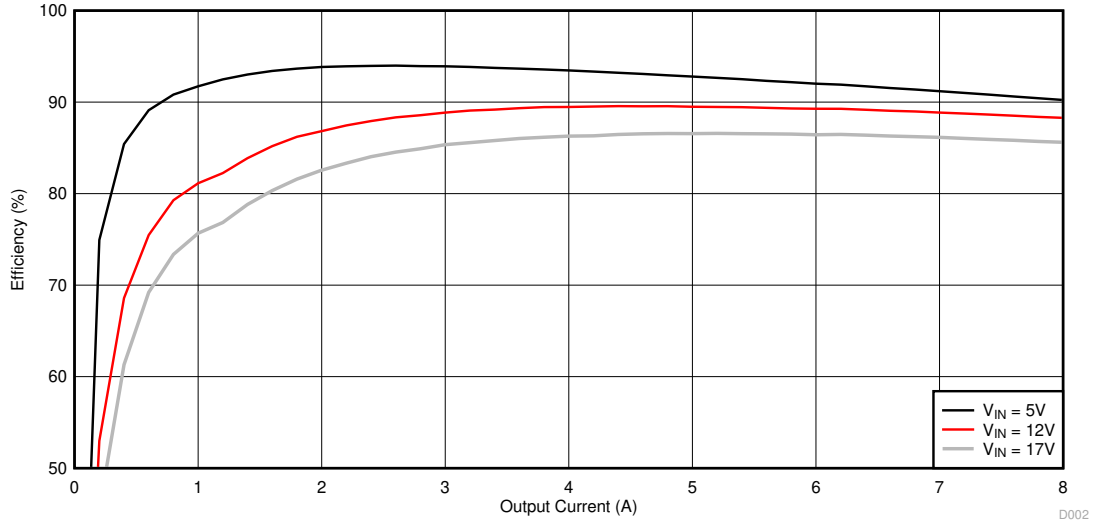


图 2-3. TPS54824EVM-779 效率 - Wurth Electronics 744311100 电感器

由于内部 MOSFET 漏源电阻的温度变化，在较高的环境温度下，效率可能会较低。

2.3 输出电压负载调整率

图 2-4 显示了 TPS54824EVM-779 的负载调整率。

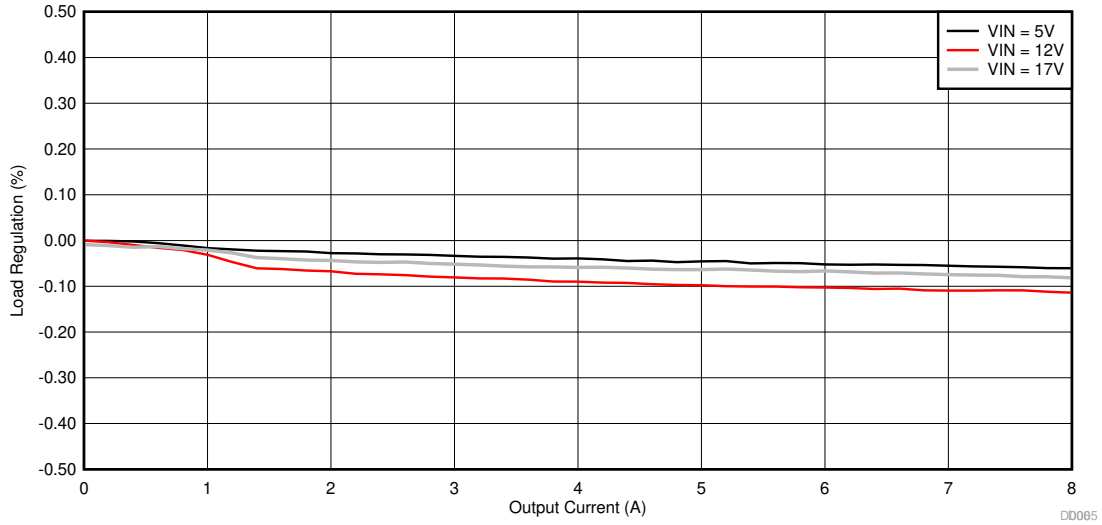


图 2-4. TPS54824EVM-779 负载调整率

测量值为在 25°C 环境温度下的值。

2.4 输出电压线性调整率

图 2-5 显示了 TPS54824EVM-779 的线性调整率。

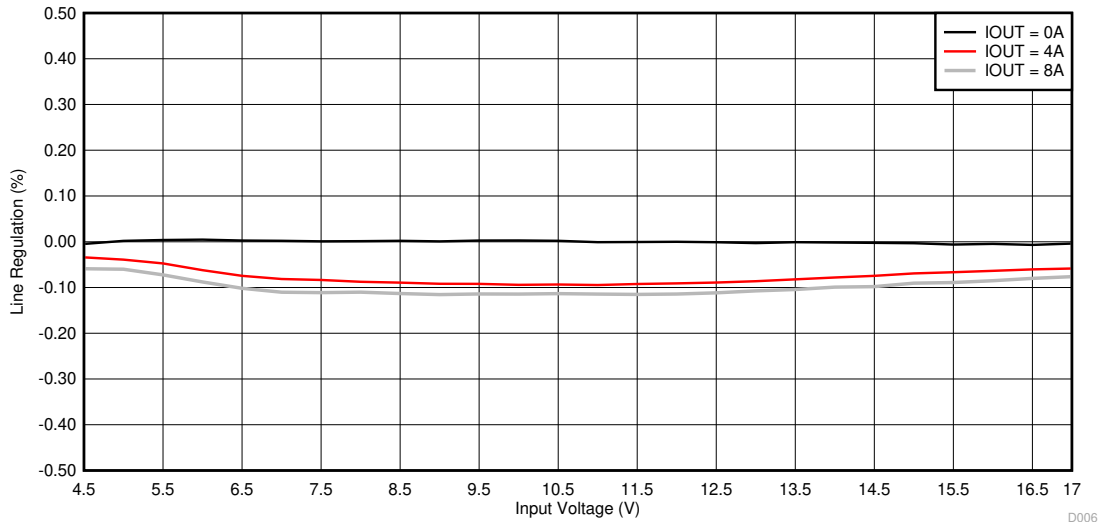


图 2-5. TPS54824EVM-779 线性调整率

2.5 负载瞬态

图 2-6 显示了 TPS54824EVM-779 对负载瞬态的响应。电流阶跃为 2 A 至 6 A。电流阶跃压摆率为 1 A/ μ s。总峰值电压变化如图所示，包括输出上的纹波和噪声。

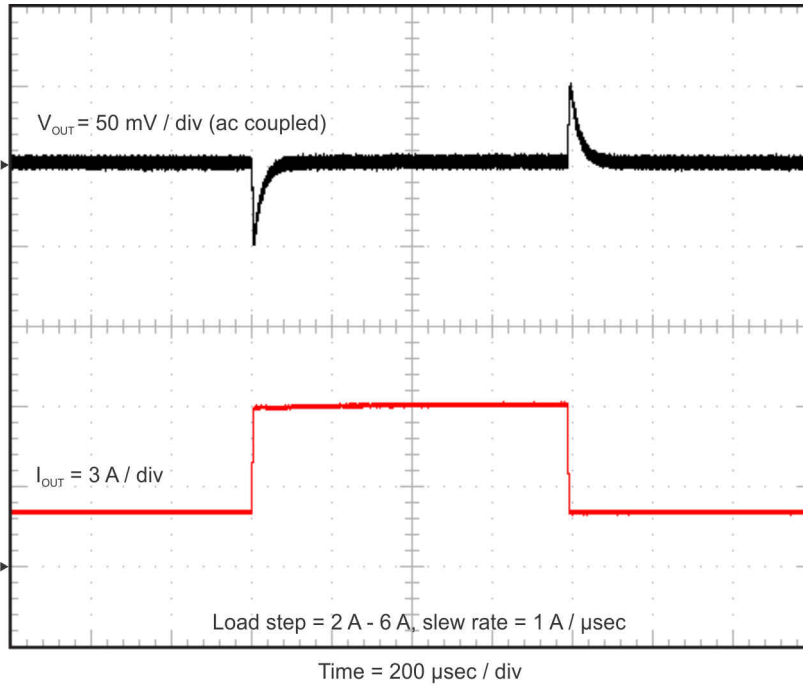


图 2-6. TPS54824EVM-779 瞬态响应

2.6 环路特性

图 2-7 显示了 TPS54824EVM-779 环路响应特征。所示为 V_{IN} 为 12V 时的增益和相位曲线图。测量的负载电流为 4A。

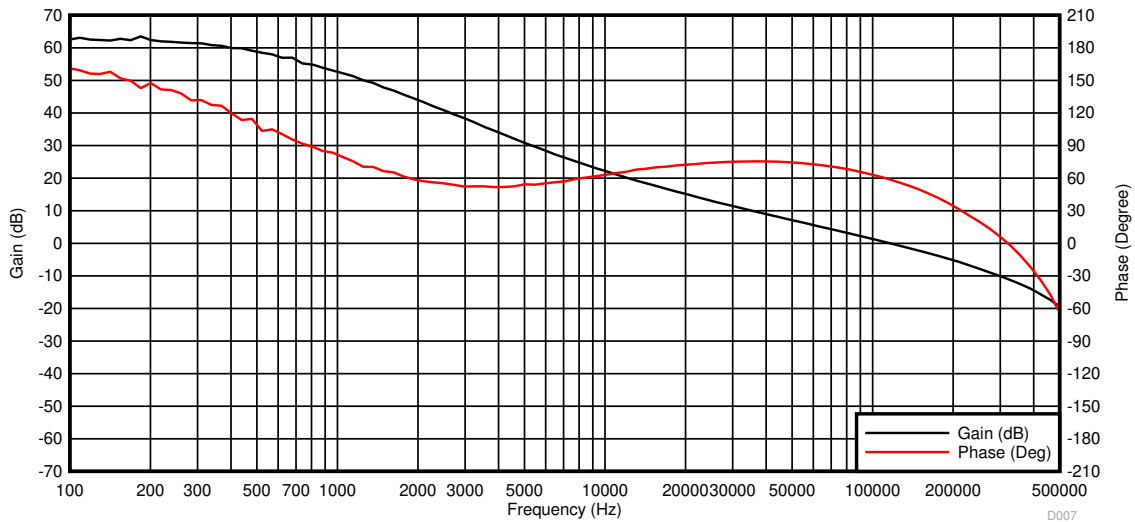


图 2-7. TPS54824EVM-779 环路响应

2.7 输出电压纹波

图 2-8 和图 2-9 显示了 TPS54824EVM-779 输出电压纹波。负载电流为空载和 8A。V_{IN} = 12V。纹波电压直接在 TP9 和 TP4 上测量。

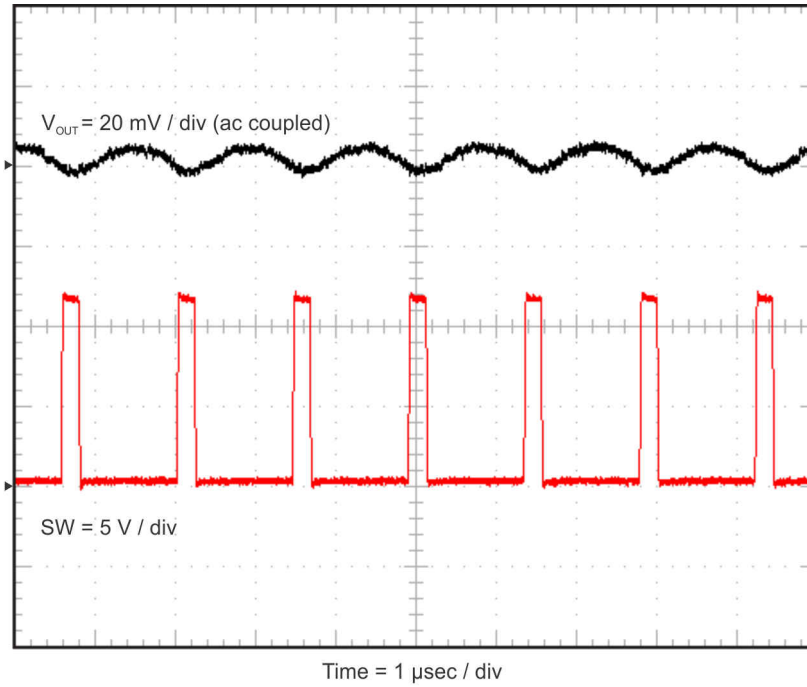


图 2-8. TPS54824EVM-779 输出纹波，空载

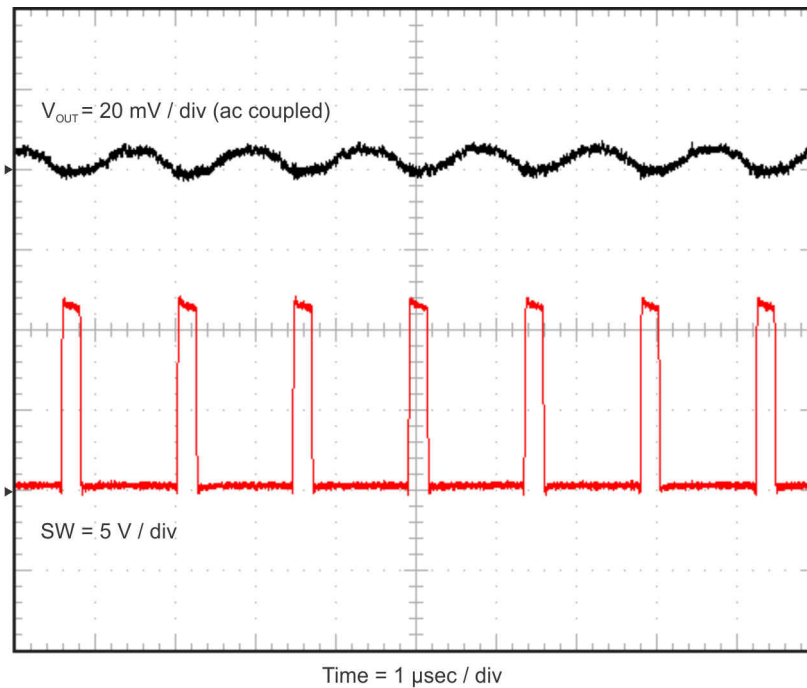


图 2-9. TPS54824EVM-779 输出纹波，8A 负载

2.8 输入电压纹波

图 2-10 和图 2-11 显示了 TPS54824EVM-779 输入电压纹波。负载电流为空载和 8A。 $V_{IN} = 12V$ 。纹波电压直接在 TP1 和 TP7 上测量。

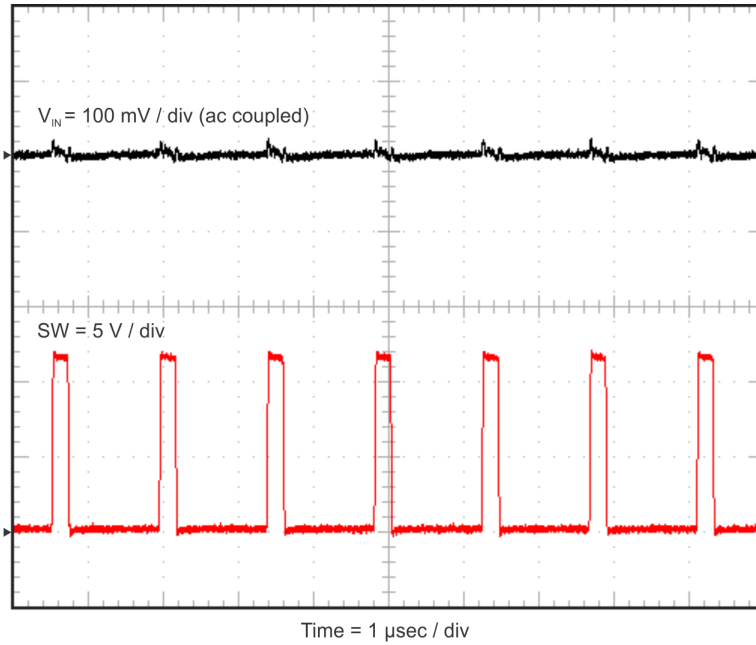


图 2-10. TPS54824EVM-779 输入纹波，空载

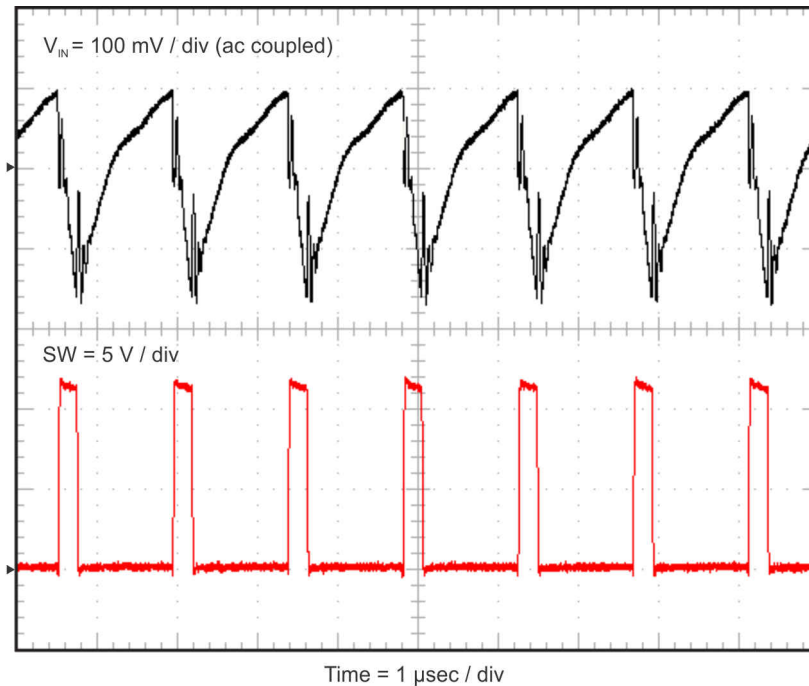


图 2-11. TPS54824EVM-779 输入纹波，8A 负载

2.9 上电

图 2-12 和图 2-13 显示了 TPS54824EVM-779 的启动波形。在图 2-12 中，一旦输入电压达到 UVLO 阈值，输出电压就会上升。在图 2-13 中，最初施加输入电压，通过使用外部函数发生器将 EN 拉至 GND 来抑制输出。当 EN 电压升高到使能阈值电压以上时，启动序列开始，输出电压斜升至 1.8V 的外部设置值。在这些图中，输入电压为 12V，负载为 1Ω。或者，也可以使用 J3 处的跳线将 EN 连接到 GND。移除跳线后，EN 将会释放，并且启动序列会开始。

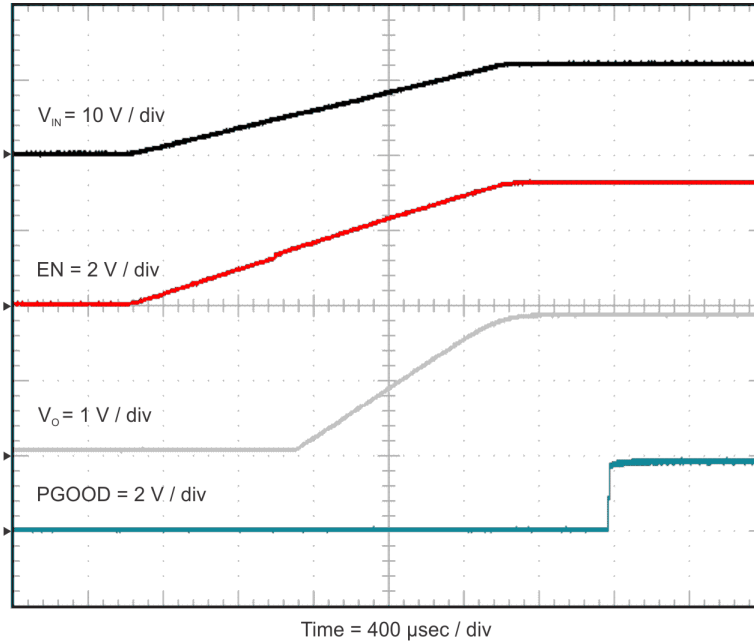


图 2-12. TPS54824EVM-779 相对于 V_{IN} 的启动

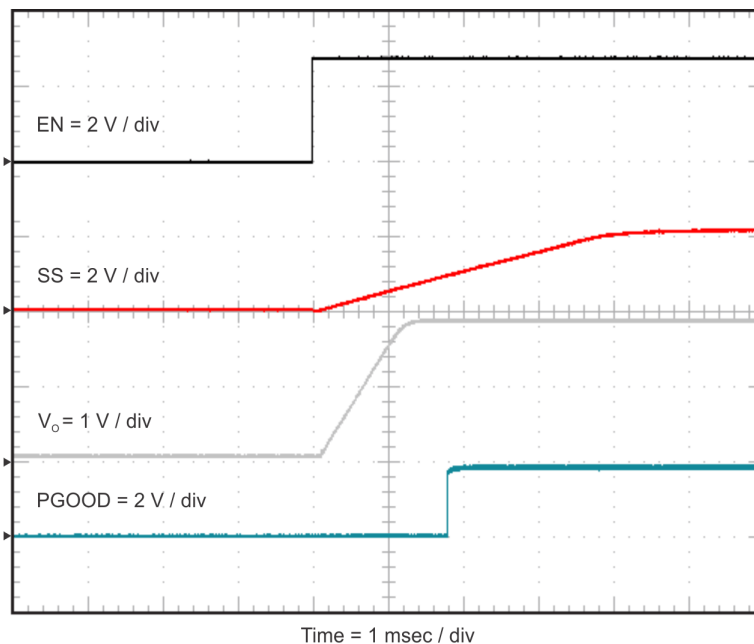


图 2-13. TPS54824EVM-779 相对于使能的启动

2.10 关断

图 2-14 和图 2-15 显示了 TPS54824EVM-779 的关断。在这些图中，输入电压为 12V，负载为 1 Ω。

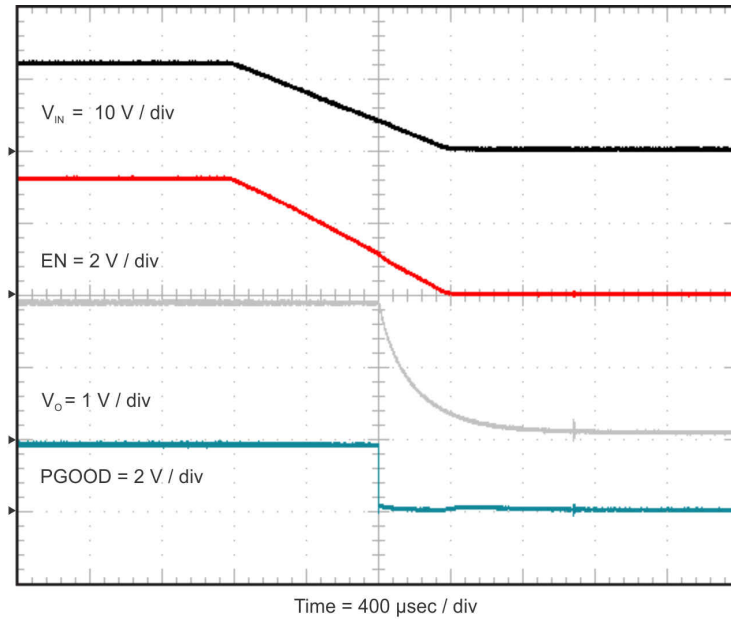


图 2-14. TPS54824EVM-779 相对于 V_{IN} 的关断

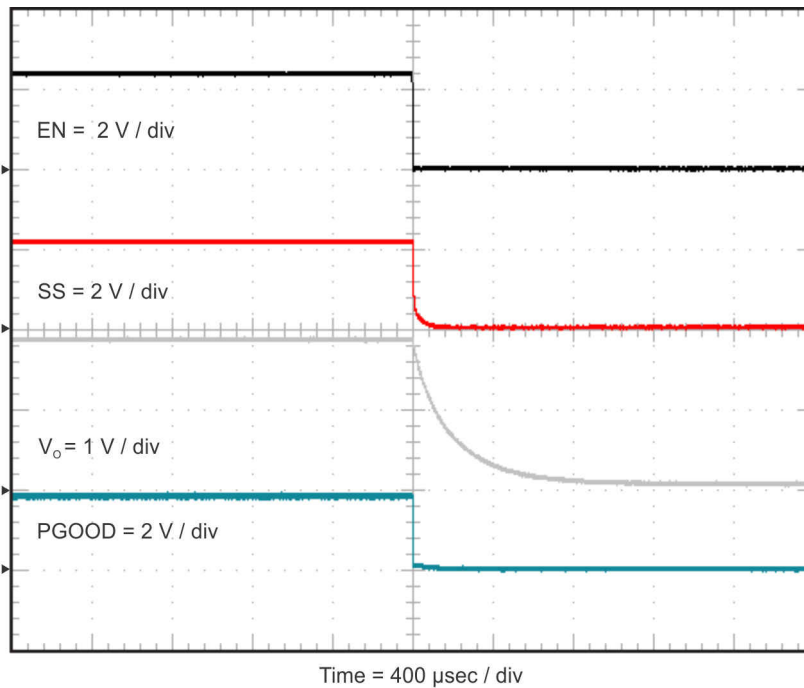


图 2-15. TPS54824EVM-779 相对于使能端的关断

2.11 启动进入预偏置

图 2-16 显示了 TPS54824EVM-779 启动至预偏置输出。输出电压预偏置至 1V。

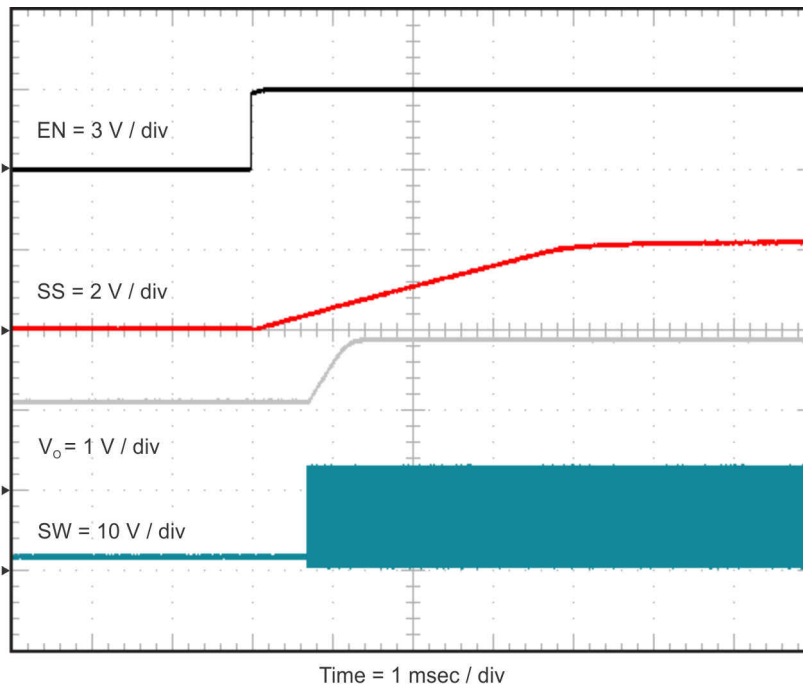


图 2-16. TPS54824EVM-779 启动至预偏置

2.12 断续模式电流限制

图 2-17、图 2-18 和图 2-19 显示了 TPS54824EVM-779 断续模式电流限制功能。发生过流事件时，TPS54824EVM-779 会关闭并重新启动。图 2-17 显示了过流情况下的重启序列。图 2-18 显示了 TPS54824EVM-779 如何进入断续模式，图 2-19 显示了 TPS54824EVM-779 如何退出断续模式。

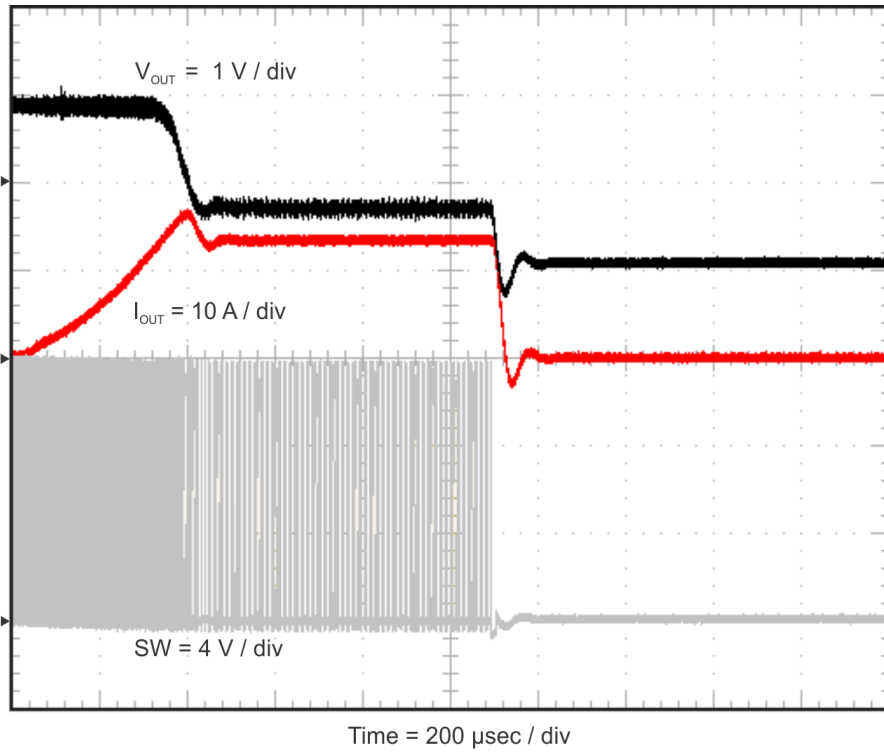


图 2-17. TPS54824EVM-779 断续模式电流限制

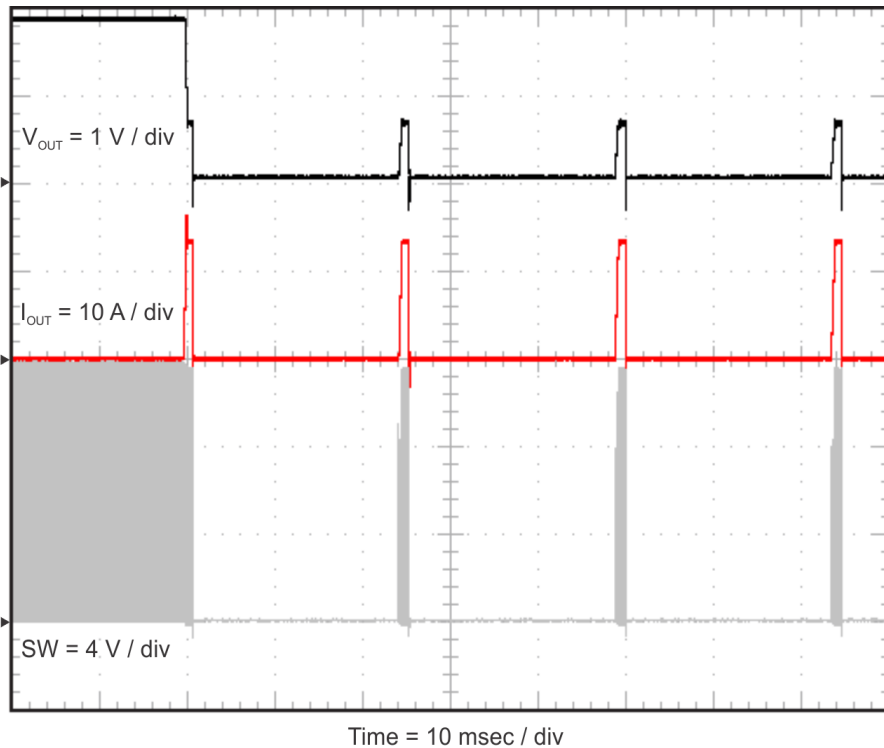


图 2-18. TPS54824EVM-779 断续模式启动

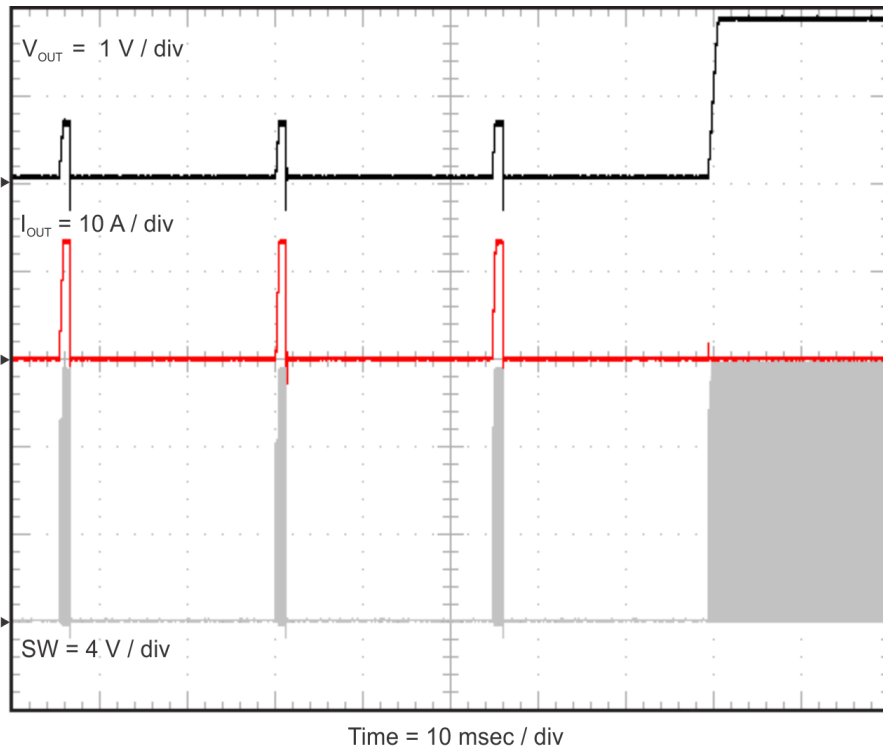


图 2-19. TPS54824EVM-779 断续模式停止

3 电路板布局

本节提供了 TPS54824EVM-779 电路板布局布线和分层图解说明。

3.1 布局

图 3-1 至图 3-4 显示了 TPS54824EVM-779 的电路板布局布线。EVM 的顶层以用户应用的典型方式布局。顶层、底层和内层为 2oz 覆铜。

顶层包含 VIN、VOUT 和 SW 的主要电源迹线。另外，顶层还有 TPS54824 剩余引脚的接线和大部分信号布线。顶层具有专用接地层，用作安静模拟接地，该接地层单点连接到主电源接地层。内部第 1 层是一个较大的接地层，并且还会将信号路由到测试点。内部第 2 层包含一个额外的大面积接地覆铜区，以及一个额外的 VIN 和 VOUT 覆铜区。底层是另一个接地层，具有用于输出电压反馈的 2 个额外布线。顶部接地布线连接到底部和内部接地层，并在电路板周围放置多个过孔。

输入去耦电容器和自举电容器全部放置在尽可能靠近 IC 的地方。此外，电压设定点电阻分压器元件保持靠近 IC。分压器网络连接到稳压点的输出电压，即 TP4 测试点的覆铜 V_{OUT} 线迹。可使用一个额外的输入大容量电容器来限制从输入电源进入转换器的噪声。电压设定点分压器、EN 电阻器、SS/TRK 电容器、RT/CLK 电阻器和 COMP 引脚等关键模拟电路均端接至顶层上的安静模拟接地岛。

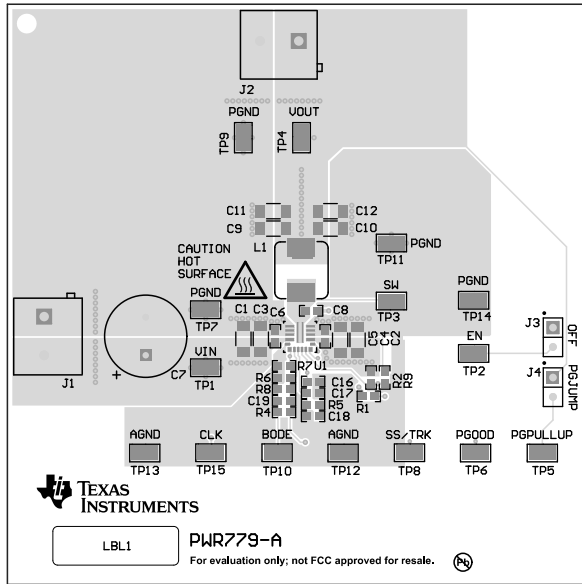


图 3-1. TPS54824EVM-779 顶面布局

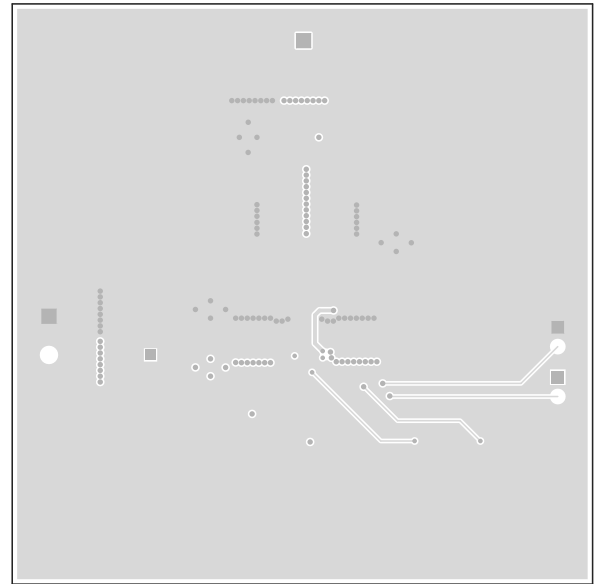


图 3-2. TPS54824EVM-779 内部第 1 层布局

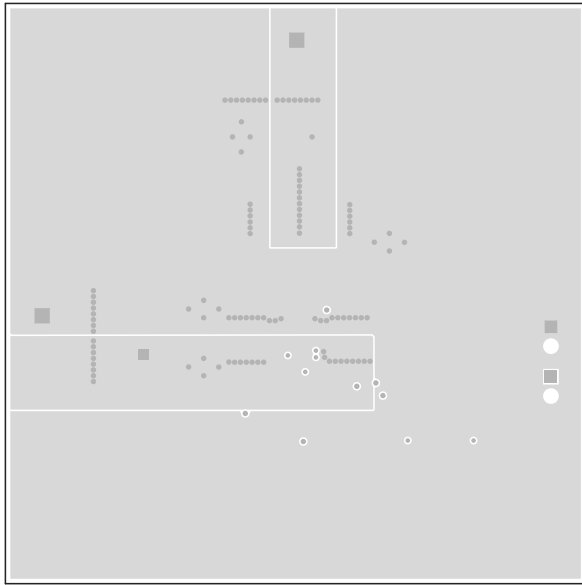


图 3-3. TPS54824EVM-779 内部第 2 层布局

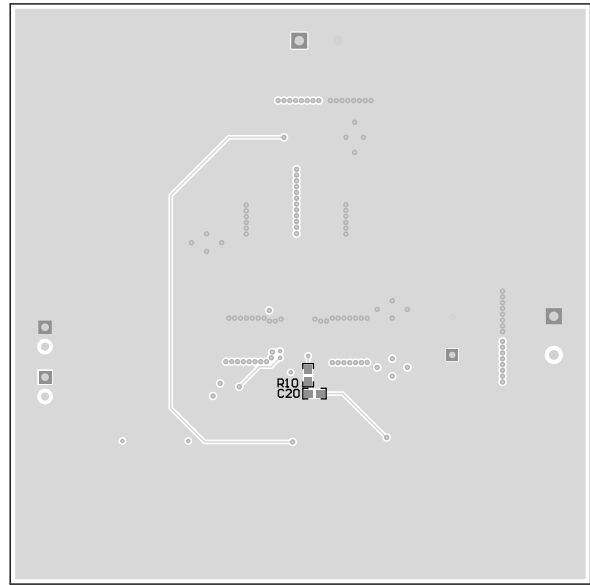


图 3-4. TPS54824EVM-779 底面布局

4 原理图和物料清单

本节提供了 TPS54824EVM-779 原理图和物料清单。

4.1 原理图

图 4-1 是 TPS54824EVM-779 的原理图。

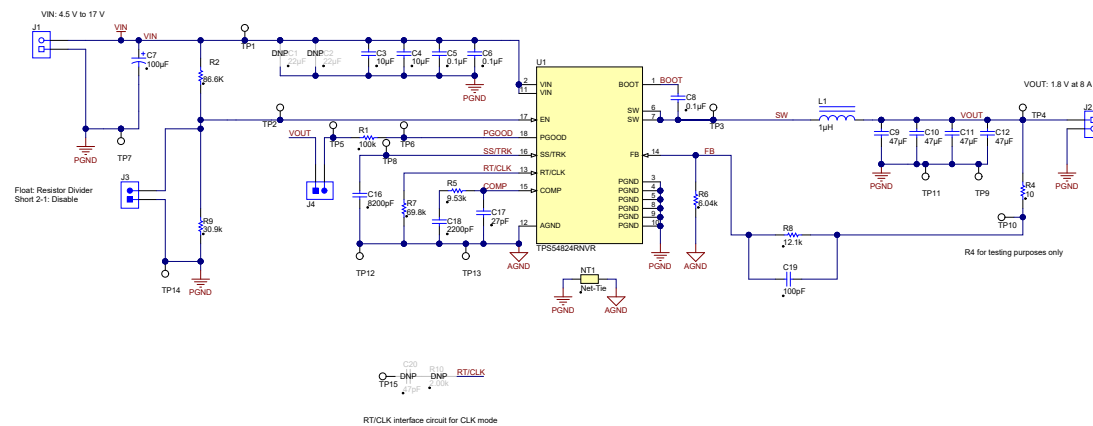


图 4-1. TPS54824EVM-779 原理图

4.2 物料清单

表 4-1 列出了 TPS54824EVM-779 的物料清单。

表 4-1. TPS54824EVM-779 物料清单

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
C3、C4	2	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 35V, \pm 20%, X5R, 1206	1206	C3216X5R1V106M160AB	TDK
C5、C6、C8	3	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, \pm 10%, X7R, 0603	0603	06033C104KAT2A	AVX
C7	1	100 μ F	电容, 铝, 100 μ F, 50V, \pm 20%, 0.18 Ω , TH	电容, 10x12.5mm	UBT1H101MPD1TD	Nichicon
C9、C10、C11、C12	4	47 μ F	电容, 陶瓷, 47 μ F, 6.3V, \pm 20%, X5R, 1206	1206	GRM31CR60J476ME19L	村田 (Murata)
C16	1	8200pF	电容器, 陶瓷, 8200pF, 25V, \pm 10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71E822KA01D	村田 (Murata)
C17	1	27pF	电容, 陶瓷, 27pF, 50V, \pm 5%, C0G/NP0, 0603	0603	GRM1885C1H270JA01D	村田 (Murata)
C18	1	2200pF	电容器, 陶瓷, 2200pF, 25V, \pm 10%, X7R, 0603	0603	GRM188R71E222KA01D	MuRata
C19	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, \pm 5%, C0G/NP0, 0603	0603	885012006057	Würth Elektronik (伍尔特电子)
J1、J2	2		端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	2x1 5.08mm 端子块	ED120/2DS	On-Shore Technology (岸上科技)
J3、J4	2		接头, 100mil, 2x1, 金, TH	接头, 100mil, 2x1, TH	HTSW-102-07-G-S	Samtec
L1	1	1 μ H	电感器, 1 μ H, 14.4A, 0.0064 Ω , SMD	6.95x2.8x6.6mm	CMLE063T-1R0MS	Cyntec
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	PCB 标签 0.650" (高) x 0.200" (宽)	THT-14-423-10	Brady
R1	1	100k	电阻, 100k Ω , 5%, 0.1W, 0603	0603	CRCW0603100KJNEA	Vishay-Dale

表 4-1. TPS54824EVM-779 物料清单 (continued)

名称	数量	值	说明	封装参考	器件型号	制造商
R2	1	86.6k	电阻, 86.6k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060386K6FKEA	Vishay-Dale
R4	1	10	电阻, 10Ω, 5%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060310R0JNEA	Vishay-Dale
R5	1	9.53k	电阻, 9.53k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06039K53FKEA	Vishay-Dale
R6	1	6.04k	电阻, 6.04k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06036K04FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
R7	1	69.8k	电阻, 69.8k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060369K8FKEA	Vishay-Dale
R8	1	12.1k	电阻, 12.1kΩ, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060312K1FKEA	Vishay-Dale
R9	1	30.9k	电阻, 30.9kΩ, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060330K9FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)
SH-J1、SH-J2	2	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5、TP6、TP7、TP8、TP9、TP10、TP11、TP12、TP13、TP14、TP15	15		测试点, 微型, SMT	Testpoint_Keystone_Minature	5015	Keystone
U1	1		4.5V 到 17V 输入、8A 同步降压稳压器, RNV0018B (VQFN-HR-18)	RNV0018B	TPS54824RNVR	德州仪器 (TI)
C1, C2	0	22 μ F	电容, 陶瓷, 22μF, 35V, ±20%, X5R, 1206	1206	C3216X5R1V226M160AC	TDK
C20	0	47pF	电容, 陶瓷, 47pF, 50V, ±5%, C0G/NP0, 0603	0603	06035A470JAT2A	AVX
FID1、FID2、FID3	0		基准标记。没有需要购买或安装的元件。	基准	不适用	不适用
R10	0	2.00k	电阻, 2.00k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06032K00FKEA	Vishay-Dale (威世达勒)

5 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 (November 2018) to Revision B (August 2021)		Page
• 更新了用户指南的标题.....		2
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。.....		2
• 编辑了用户指南，使之更清晰.....		2
Changes from Revision * (November 2016) to Revision A (November 2018)		Page
• 添加了节 1.3		3
• 添加了文本：进行修改时.....		3
• 添加了节 1.4.3		4

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