



摘要

本用户指南包含 TPS54A20EVM-770 评估模块 (PWR770) 以及 TPS54A20 直流/直流转换器的信息，还包含 TPS54A20EVM-770 的性能规格、原理图和物料清单。

内容

1 引言.....	2
2 测试设置和结果.....	4
3 电路板布局.....	14
4 示意图和物料清单.....	15
5 修订历史记录.....	18

插图清单

图 2-1. TPS54A20EVM-770 效率.....	6
图 2-2. TPS54A20EVM-770 低电流效率.....	6
图 2-3. TPS54A20EVM-770 负载调整率.....	7
图 2-4. TPS54A20EVM-770 线性调整率.....	7
图 2-5. TPS54A20EVM-770 瞬态响应.....	8
图 2-6. TPS54A20EVM-770 环路响应.....	8
图 2-7. TPS54A20EVM-770 输出纹波, 0A 负载.....	9
图 2-8. TPS54A20EVM-770 输出纹波, 5A 负载.....	9
图 2-9. TPS54A20EVM-770 输出纹波, 10A 负载.....	10
图 2-10. TPS54A20EVM-770 输入纹波, 0A 负载.....	10
图 2-11. TPS54A20EVM-770 输入纹波, 5A 负载.....	11
图 2-12. TPS54A20EVM-770 输入纹波, 10A 负载.....	11
图 2-13. TPS54A20EVM-770 相对于 V_{IN} 的启动.....	12
图 2-14. TPS54A20EVM-770 相对于使能的启动.....	12
图 2-15. 热像图.....	13
图 3-1. TPS54A20EVM-770 顶部组装.....	14
图 3-2. TPS54A20EVM-770 顶面布局.....	14
图 3-3. TPS54A20EVM-770 内部第 1 层布局.....	14
图 3-4. TPS54A20EVM-770 内部第 2 层布局.....	14
图 3-5. TPS54A20EVM-770 底面布局.....	15
图 4-1. TPS54A20EVM-770 原理图.....	16

表格清单

表 1-1. 输入电压和输出电流汇总.....	3
表 1-2. TPS54A20EVM-770 性能规格汇总.....	3
表 2-1. EVM 连接器和测试点.....	4
表 4-1. TPS54A20EVM-770 物料清单.....	16

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

1.1 准备工作

为确保使用 TPS54A20EVM-770 的人或在其附近工作的任何人的安全，请注意以下警告和注意事项。请遵循所有安全防护措施。

**警告**

TPS54A20EVM-770 电路模块在运行期间可能会因散热而变烫。切勿接触电路板。请遵守适用于相关实验室的所有安全规程。

**注意**

请勿在无人照看的情况下使该 EVM 通电。

WARNING

电路模块的板底上有信号迹线、元件和元件引线。这可能会导致电压、高温表面或尖锐的边缘暴露在外面。操作过程中请勿触摸电路板的底部。

CAUTION

电路模块可能会因过热而损坏。为避免损坏，请在评估期间监测温度并根据需要使系统环境冷却。

CAUTION

某些电源会因施加外部电压而损坏。如果使用 1 个以上的电源，请检查您的设备要求并根据需要使用阻断二极管或其他隔离技术，以防止设备损坏。

1.2 背景

TPS54A20 直流/直流转换器是一款两相同步串联电容器降压转换器，旨在提供高达 10A 输出电流。输入电压 (VIN) 的额定值为 8V 至 14V。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使用 TPS54A20 稳压器进行设计时，可减小印刷电路板面积。开关频率在外部设置为每侧 2MHz 标称值，有效频率为 4MHz。TPS54A20 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 TPS54A20 实现高效率，并在输出电流较高的情况下帮助保持低结温。补偿元件位于集成电路 (IC) 内部，而外部分压器能够实现可调节的输出电压。此外，TPS54A20 还提供可调节慢启动和欠压锁定输入。开关时绝对最大输入电压为 15V，非开关条件下的绝对最大输入电压为 17V。

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
TPS54A20EVM-770	VIN = 9.2 V 至 14 V	0A 至 10A

1.3 性能规格汇总

表 1-2 中提供了 TPS54A20EVM-770 性能规格的汇总。除非另有说明，给出的规格适用于 VIN = 12V 输入电压和 1.2V 输出电压。TPS54A20EVM-770 的设计和测试条件是，VIN = 9.2V 至 14V。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 1-2. TPS54A20EVM-770 性能规格汇总

规格	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN 电压范围		9.2	12	14	V
VIN 启动电压			9.39		V
VIN 停止电压			9.14		V
输出电压设定点			1.2		V
输出电流范围	VIN = 9.2 V 至 14 V	0		10	A
线性调整率	IO = 5A, VIN = 9.2V 至 14V		±0.04%		
负载调整率	VIN = 12V, IO = 0A 至 10A		±0.03%		
负载瞬态响应	IO = 0A 至 9A	电压变化	-60		mV
		恢复时间	60		µs
	IO = 9A 至 0A	电压变化	60		mV
		恢复时间	60		µs
环路带宽	VIN = 12V, IO = 5 A		280		kHz
相位裕度	VIN = 12V, IO = 5A		45		度
输入纹波电压	IO = 10A		90		mVPP
输出纹波电压	IO = 10A		20		mVPP
输出上升时间			512		µs
运行频率			2		MHz
最大效率	TPS54A20EVM-770, VIN = 9V, IO = 5A		84.7%		

1.4 更改

这些评估模块用于访问 TPS54A20 的功能。此模块可能会做出一些修改。

1.4.1 输出电压设定点

输出电压由 R9 (R(TOP)) 和 R7 (R(BOT)) 构成的电阻分压器网络进行设置。R7 固定为 14.3kΩ。若要改变 EVM 的输出电压，需要改变电阻器 R9 的阻值。更改 R9 的值可以更改高于 0.508V 参考电压 VREF 的输出电压。特定输出电压的 R9 值可以使用方程式 1 计算。

$$R_{(TOP)} = \frac{R_{(BOT)} \times (V_{OUT} - V_{REF})}{V_{REF}} \quad (1)$$

1.4.2 导通时间

TON 引脚需要一个电阻器来设置标称导通时间并支持输入电压前馈电路。使用的电阻值也会影响控制器中的内部斜坡。使用 [方程式 2](#) 来选择 TON 电阻器。

$$R_{(TON)} = 3 \text{ k} + 15 \text{ k} \times V_{OUT} \quad (2)$$

为此设计示例选择的 R_{TON} 电阻器为 $22.1 \text{ k}\Omega$ 。在启动期间，转换器使用通过 TON 编程的标称导通时间。锁相环 (PLL) 仅在启动完成后运行。当 PLL 启用时，导通时间会进行调整。如果通过 TON 引脚编程的标称导通时间不接近 PLL 启用时的导通时间，则器件的 SYNC 范围可能会减小。还可以调节 TON 电阻器以调整控制器。降低 R_{TON} 值将增加内部斜坡高度。这将降低转换器对噪声和抖动的敏感度，但也会降低转换器的瞬态响应能力。

1.4.3 可调节 UVLO

欠压锁定 (UVLO) 可以使用 R_2 ($R_{EN(TOP)}$) 和 R_3 ($R_{EN(BOT)}$) 从外部进行调节。该 EVM 设置的启动电压为 9.385 V ，停止电压为 9.144 V ，使用 $R_2 = 80.6 \text{ k}\Omega$ 、 $R_3 = 12.4 \text{ k}\Omega$ 。使用 [方程式 3](#) 和 [方程式 4](#) 计算不同启动和停止电压所需的电阻值。 $I_{EN(FALL)} = 4 \mu\text{A}$ 、 $I_{EN(RISE)} = 1 \mu\text{A}$ 且 $V_{EN} = 1.23 \text{ V}$

$$R_{EN(TOP)} = \frac{V_{IN(RISE)} - V_{IN(FALL)}}{I_{EN(FALL)} - I_{EN(RISE)}} \quad (3)$$

$$R_{EN(BOT)} = \frac{R_{EN(TOP)} \times V_{EN}}{V_{IN(FALL)} - V_{EN} + R_{EN(TOP)} \times I_{EN(FALL)}} \quad (4)$$

2 测试设置和结果

本节介绍了如何正确连接、设置和使用 TPS54A20EVM-770 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、输入纹波和启动。

2.1 输入/输出连接

如 [表 2-1](#) 中所示，TPS54A20EVM-770 附带输入/输出连接器和测试点。必须通过一对 20 AWG 或更适合的导线将能够提供 2A 以上电流的电源连接到 J1。必须通过一对 20 AWG 或更适合的导线将负载连接到 J4。最大负载电流能力为 10A。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 TP2 提供了便捷的接地基准。在以 TP8 作为接地基准的情况下，TP7 用于监测输出电压。

表 2-1. 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	用于实现使能的 2 引脚接头。将 EN 接地可禁用, 断开可启用。
J3	外部 VG+ 接头为了提高转换器效率, 建议将外部 5V 电源连接到 VG+ 引脚 (J3-2) 与 GND (J3-1)。
J4	V_{OUT} , 10A 时为 1.2V (最大值)。
TP1	VIN 测试点。
TP2	GND 连接器上的 VIN 测试点。
TP3	PGOOD 测试点。
TP4	SYNC 测试点。
TP5	VG+ 测试点。
TP6	分压器网络和输出之间的测试点。用于环路响应测量。
TP7	输出电压测试点。
TP8	GND 测试点
TP9	瞬态负载电路栅极的测试点。
TP10	瞬态负载电路输入端的 GND 测试点。
TP11	瞬态负载电路负载电阻器顶部的测试点
TP12	瞬态负载电路负载电阻器底部 (GND) 的测试点

表 2-1. EVM 连接器和测试点 (continued)

参考标识符	功能
TP13	模拟地 (AGND) 测试点。

2.2 效率

此 EVM 的效率在负载电流约为 5A 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 TPS54A20EVM-770 在 25°C 环境温度条件下的效率。

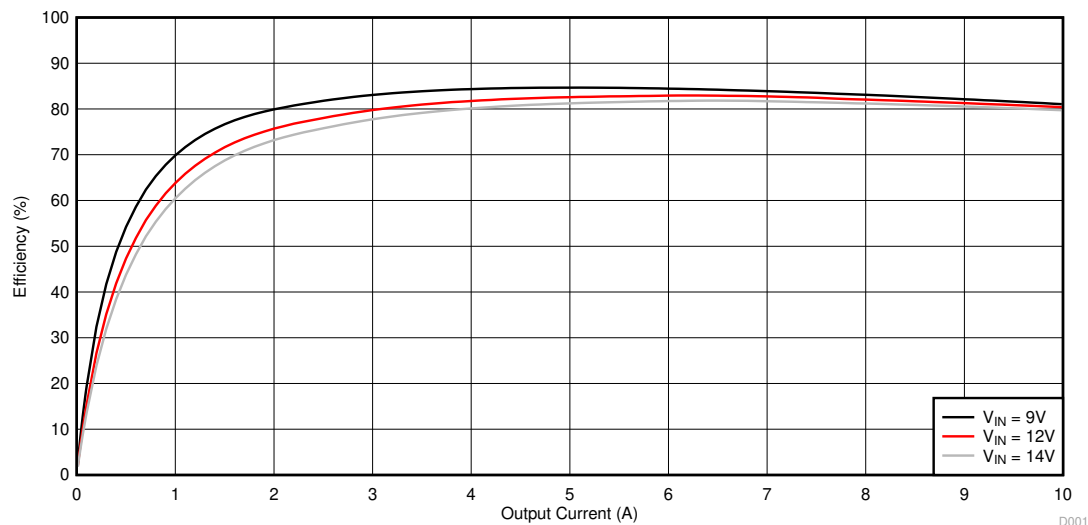


图 2-1. TPS54A20EVM-770 效率

图 2-2 显示了 TPS54A20EVM-770 的效率；这里使用了半对数标度，以便更轻松显示较低输出电流条件下的效率。环境温度为 25°C。

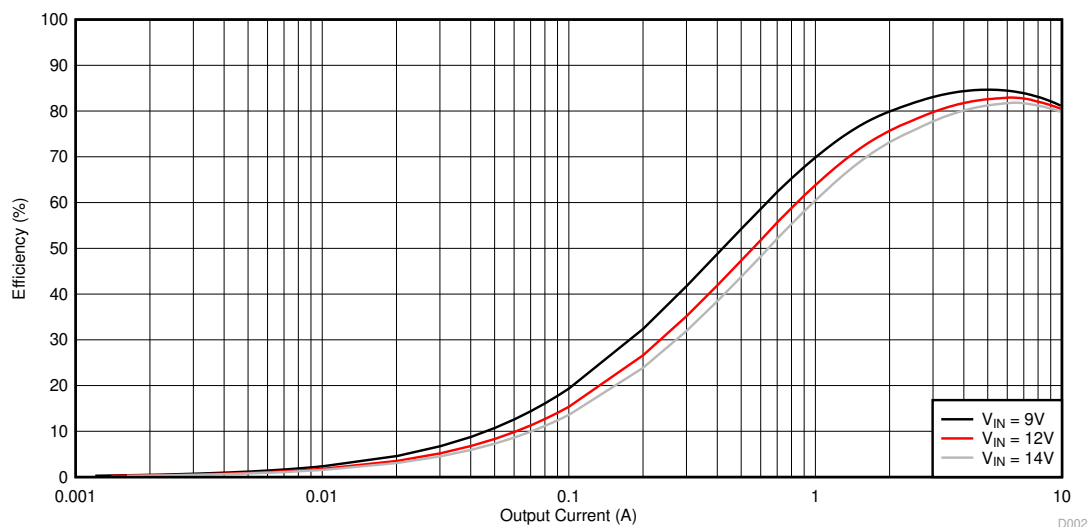


图 2-2. TPS54A20EVM-770 低电流效率

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 2-3 显示了 TPS54A20EVM-770 的负载调整率。

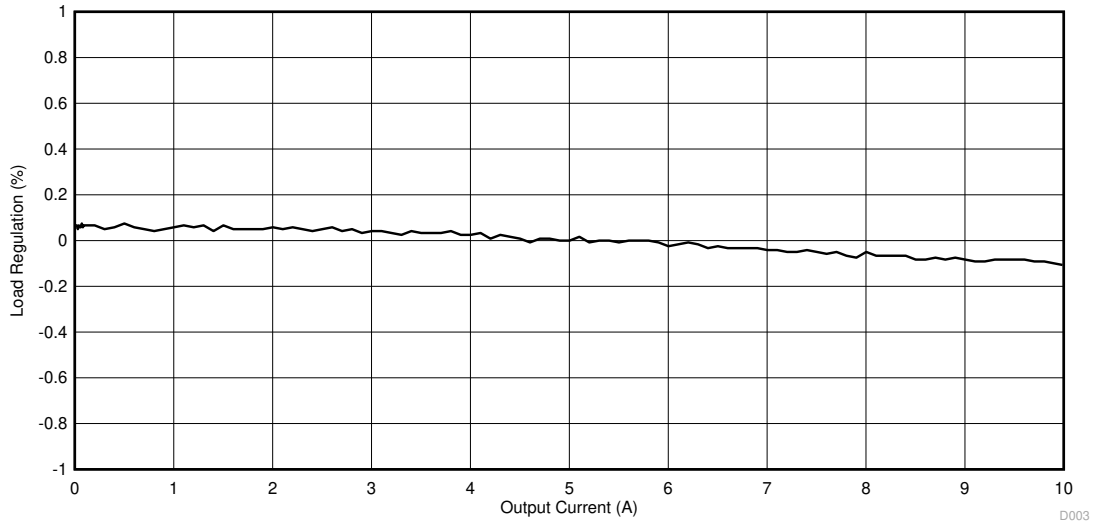


图 2-3. TPS54A20EVM-770 负载调整率

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 2-4 显示了 TPS54A20EVM-770 的线性调整率。

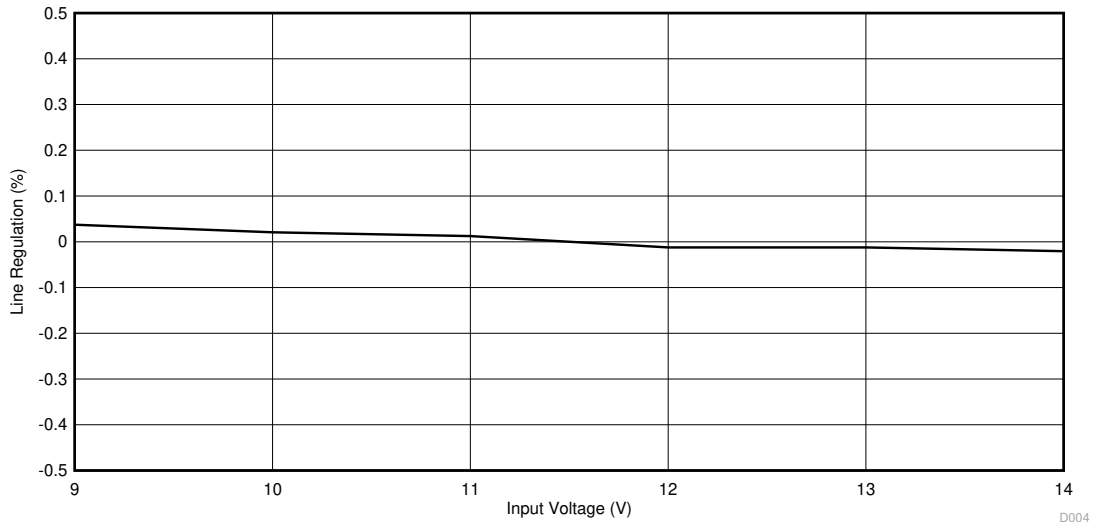


图 2-4. TPS54A20EVM-770 线性调整率

2.5 负载瞬态

图 2-5 显示了 TPS54A20EVM-770 对负载瞬态的响应。电流阶跃为 0A 至 9A。电流阶跃压摆率为 9A/μs。总峰峰值电压变化如图所示，包括输出上的纹波和噪声。瞬态波形使用板载快速瞬态电路进行测量。

CAUTION

Q1 可能变热。将功率耗散限制为 3W 或更低。使用低占空比。

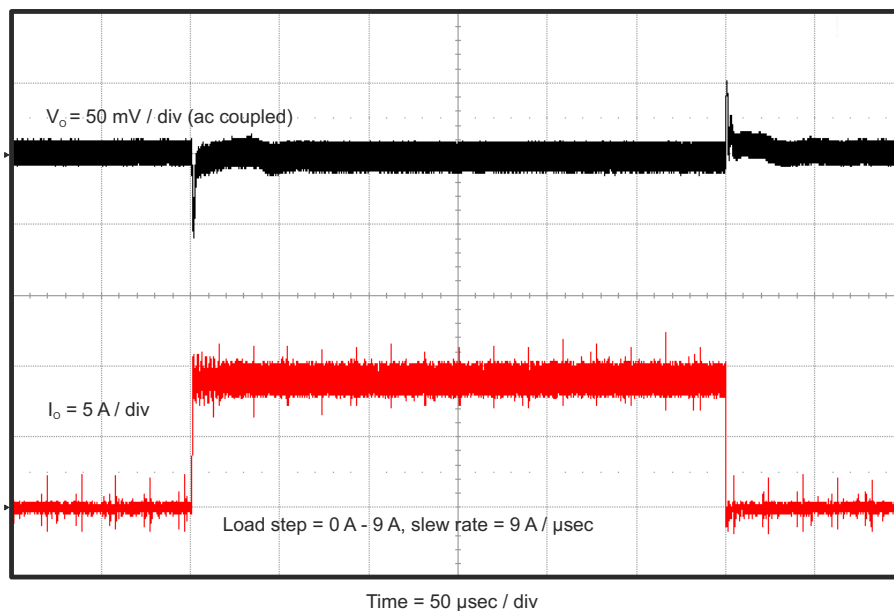


图 2-5. TPS54A20EVM-770 瞬态响应

2.6 环路特性

图 2-6 显示了 TPS54A20EVM-770 环路响应特征。所示为 V_{IN} 电压为 12V 时的增益和相位曲线图。测量的负载电流为 5A。

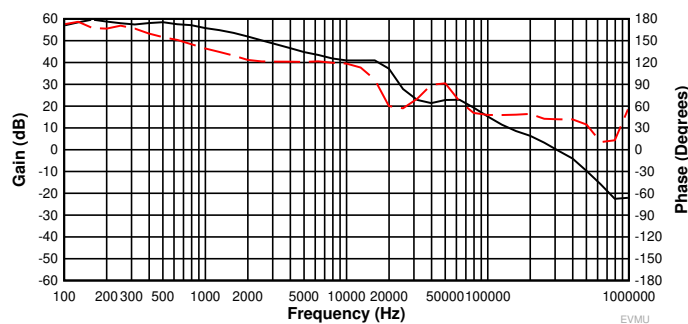


图 2-6. TPS54A20EVM-770 环路响应

2.7 输出电压纹波

图 2-7、图 2-8 和图 2-9 显示了 TPS54A20EVM-770 输出电压纹波。负载电流为 0A、5A 和 10A。V_{IN} = 12V。纹波电压直接在 TP7 和 TP8 上测量。

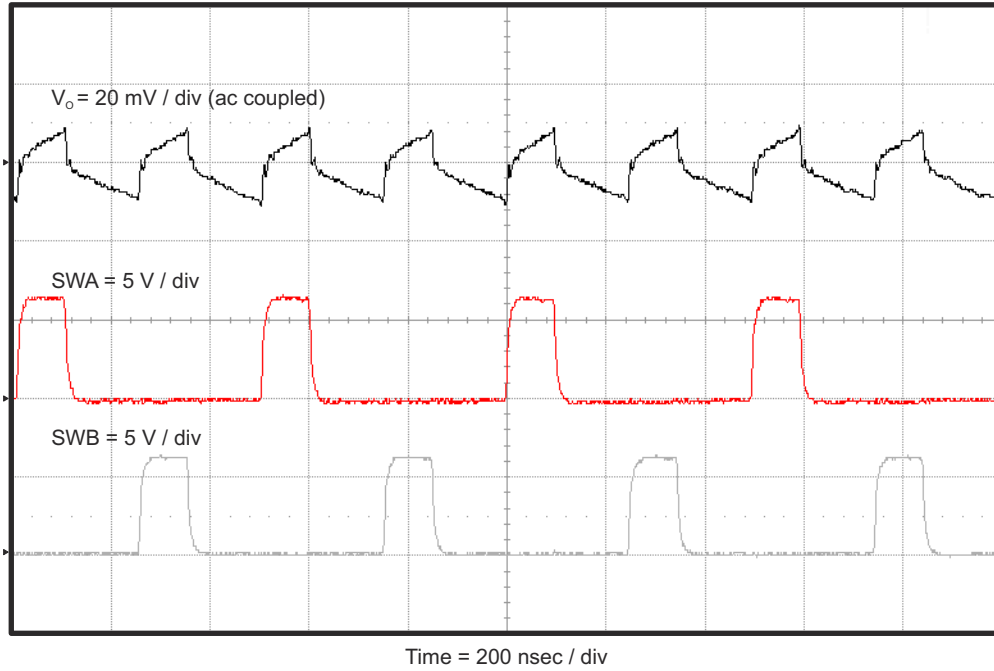


图 2-7. TPS54A20EVM-770 输出纹波, 0A 负载

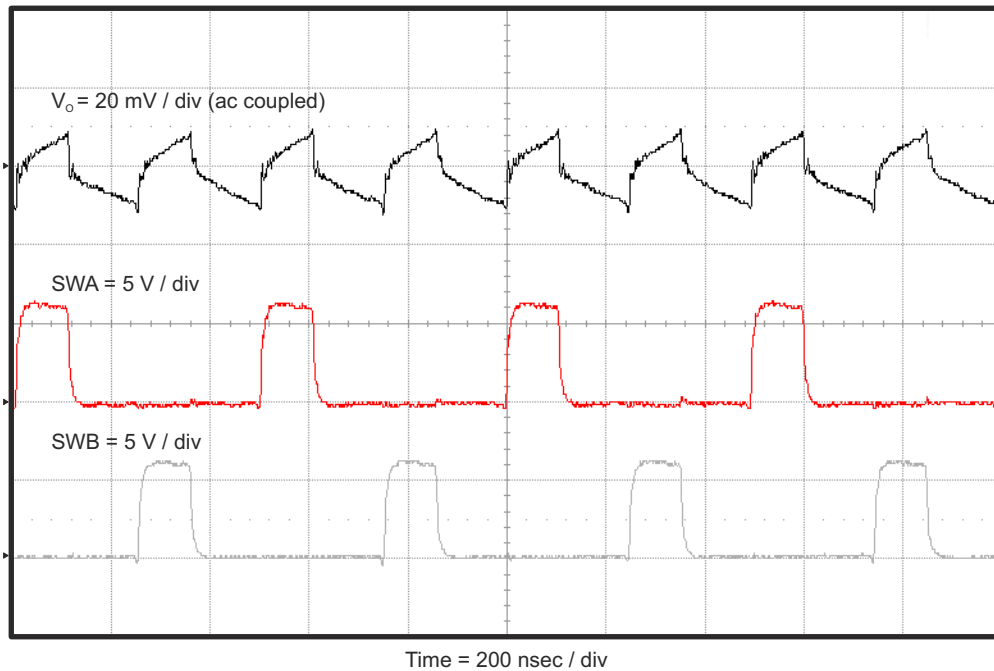


图 2-8. TPS54A20EVM-770 输出纹波, 5A 负载

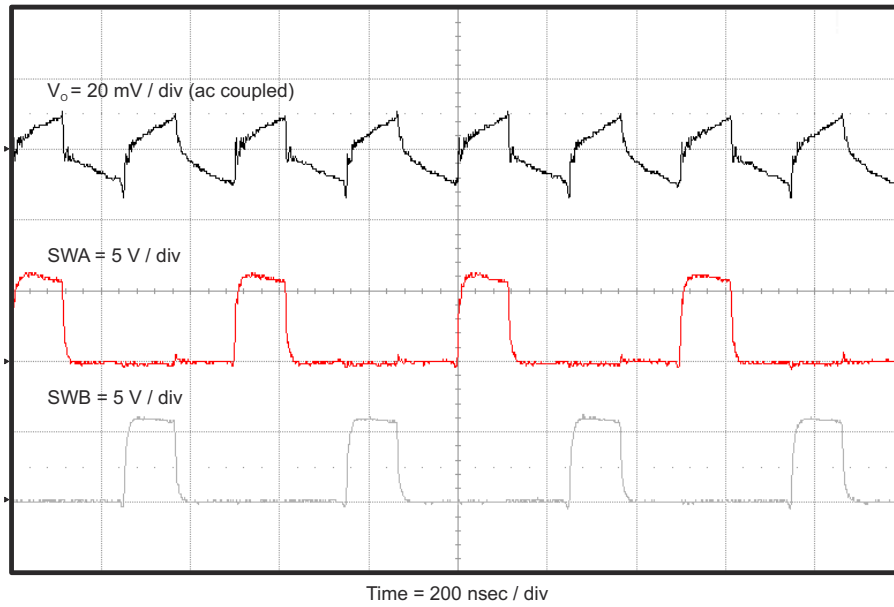


图 2-9. TPS54A20EVM-770 输出纹波, 10A 负载

2.8 输入电压纹波

图 2-10 图 2-11 和图 2-12 显示了 TPS54A20EVM-770 输入电压纹波。负载电流为 0A、5A 和 10A。 $V_{IN} = 12\text{V}$ 。纹波电压直接在 TP1 和 TP2 上测量。

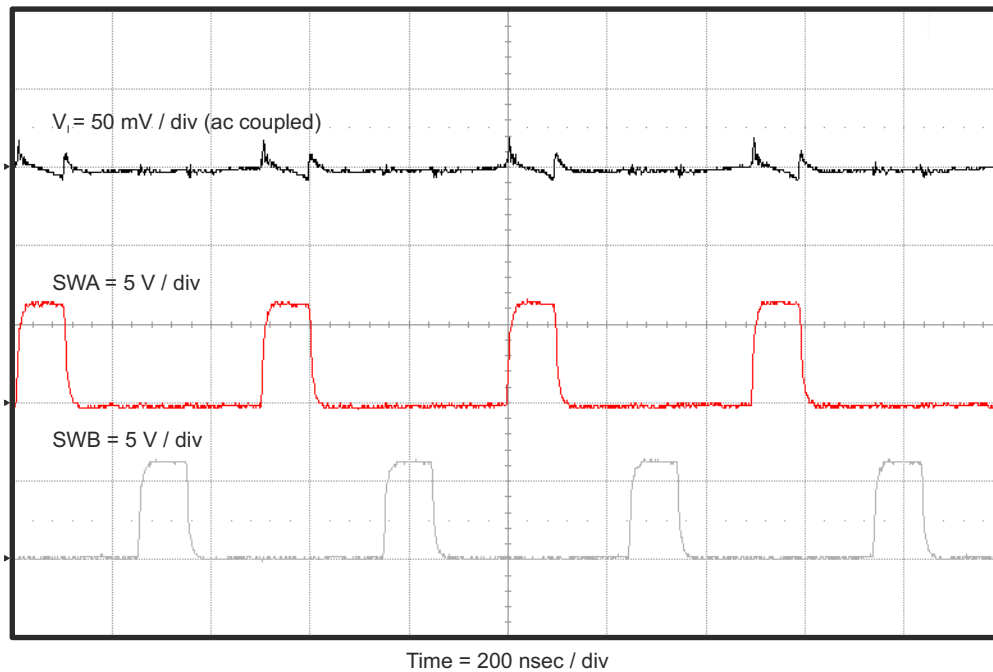


图 2-10. TPS54A20EVM-770 输入纹波, 0A 负载

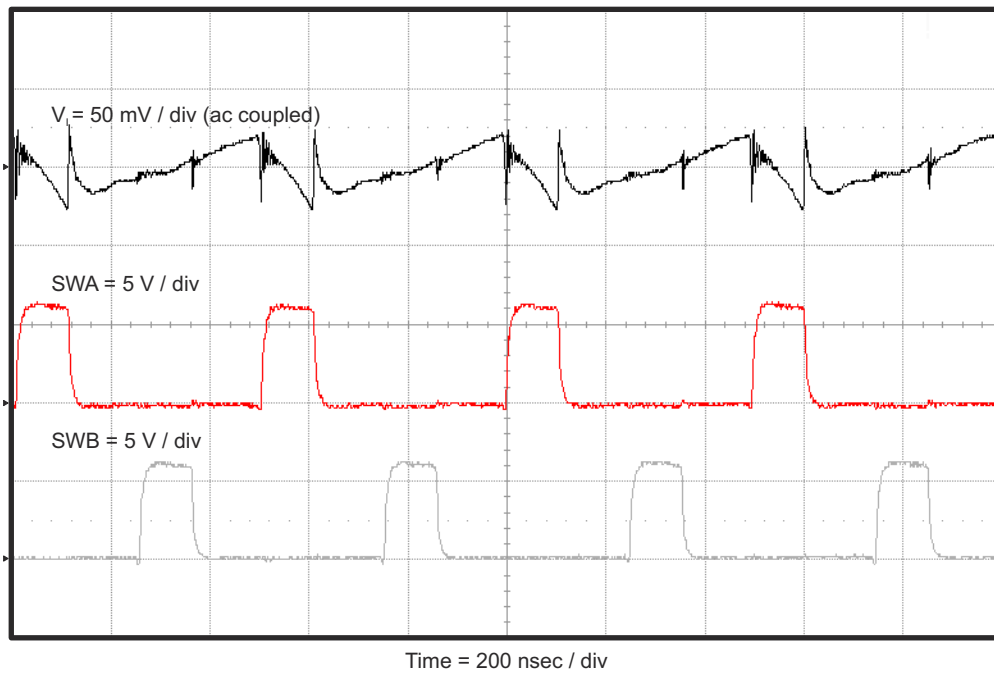


图 2-11. TPS54A20EVM-770 输入纹波，5A 负载

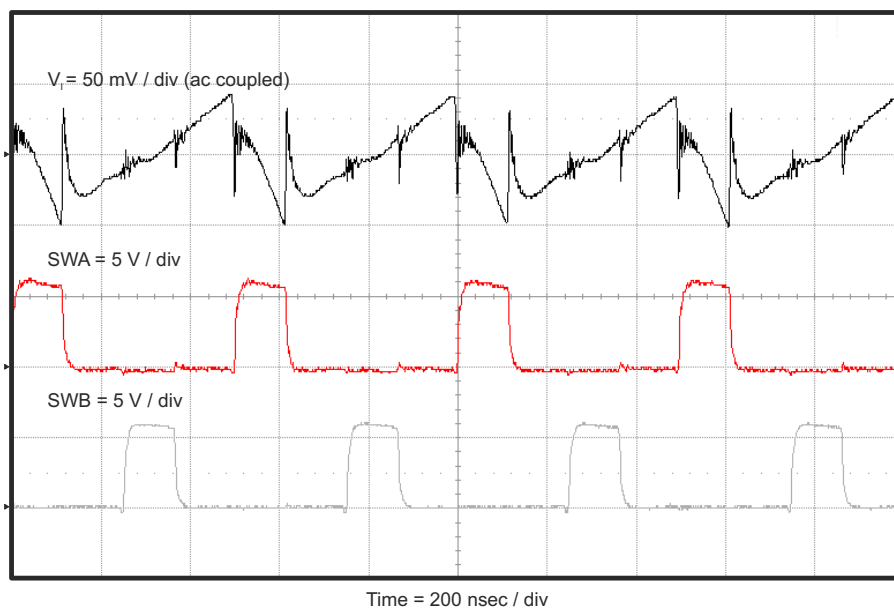


图 2-12. TPS54A20EVM-770 输入纹波，10A 负载

2.9 上电

图 2-13 和图 2-14 显示了 TPS54A20EVM-770 的启动波形。在图 2-13 中，一旦输入电压达到由 R2 和 R3 电阻分压器网络设置的 UVLO 阈值，输出电压就会上升。在图 2-14 中，最初施加输入电压，并通过在 J2 上使用跳线将 EN 连接至 GND 来禁止输出。当跳线被移除时，EN 被释放。当 EN 电压达到使能阈值电压时，启动序列开始、输出电压斜升至 1.2V 的外部设置值。这些图中的输入电压为 12V、负载为 1 Ω。

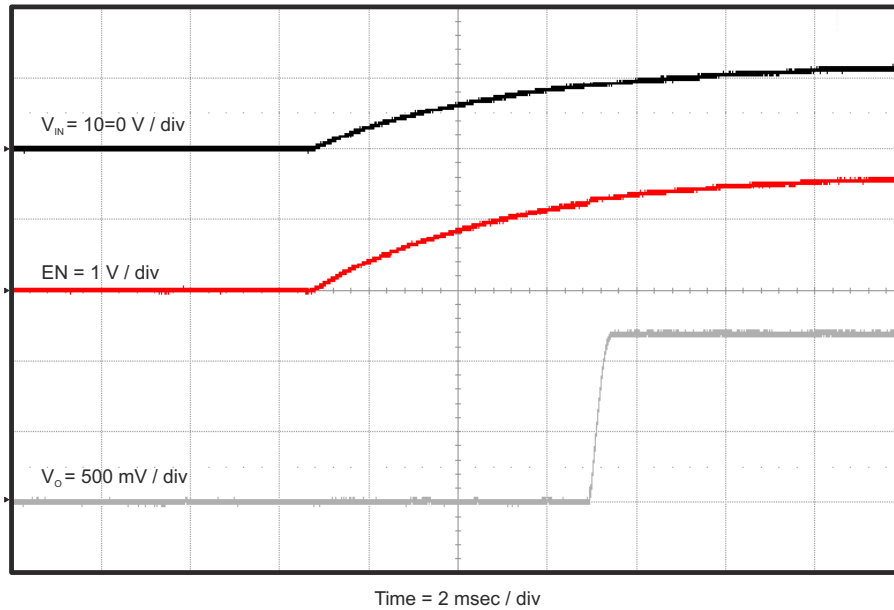


图 2-13. TPS54A20EVM-770 相对于 V_{IN} 的启动

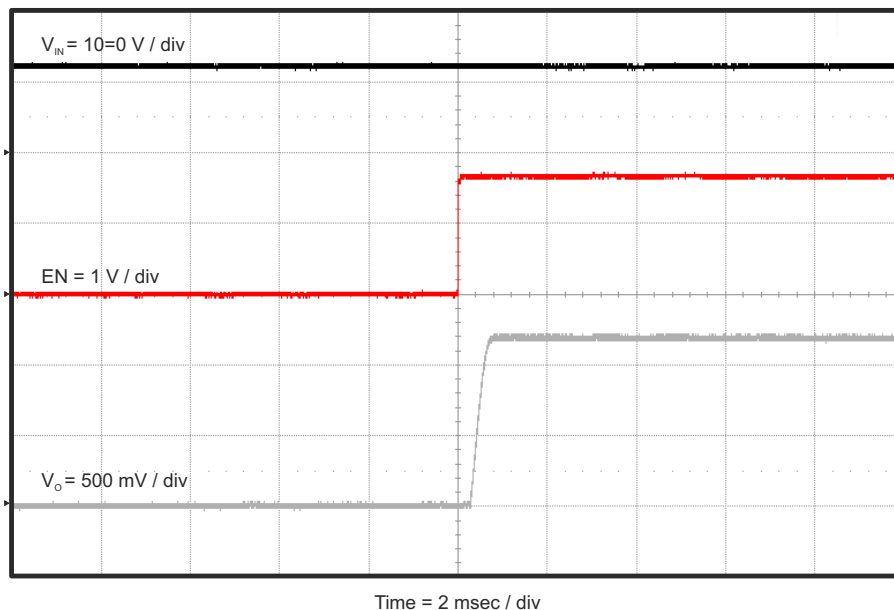
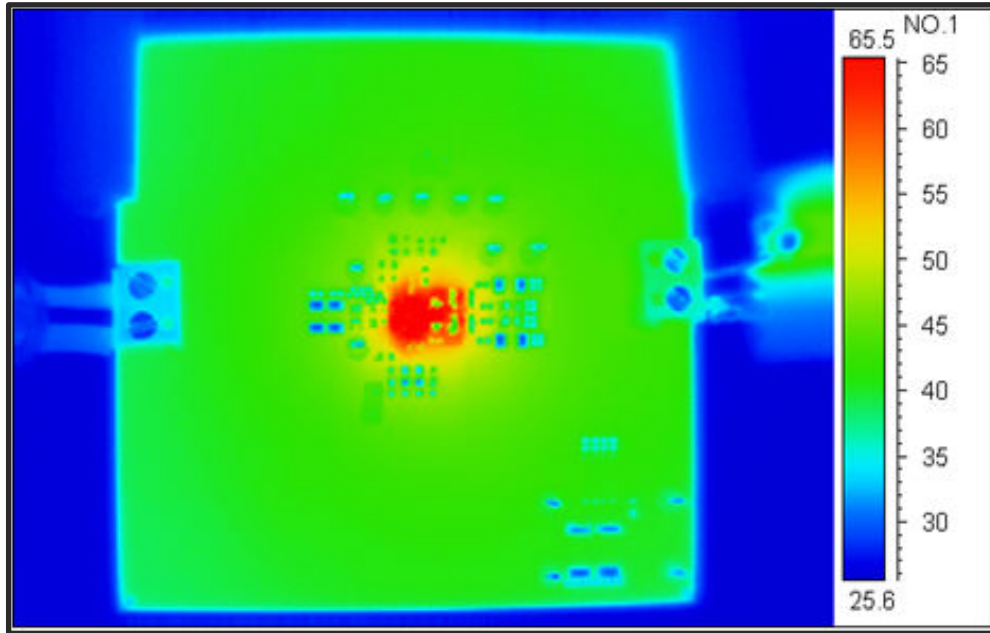


图 2-14. TPS54A20EVM-770 相对于使能的启动

2.10 热像图

EVM 热像图如图 2-15 所示。输入电压为 12V，输出电流为 10A。在采集图像之前，让 EVM 以 10A 满负载电流运行 45 分钟以上。



Maximum Case Temperature = 76.3 °C

图 2-15. 热像图

3 电路板布局

本节提供了 TPS54A20EVM-770 电路板布局布线和分层图解说明。

3.1 布局

图 3-1 至图 3-5 显示了 TPS54A20EVM-770 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、V_{OUT}、SWA 和 SWB 的主要电源布线。另外，顶层还有 TPS54A20 剩余引脚的接线和一大块接地区域。内部第 1 层是专用接地层。内部第 2 层包含一个额外的较大接地覆铜区以及一个额外的 V_{OUT} 覆铜区。底层是另一个接地层，具有用于输出电压反馈的额外布线。顶部接地布线连接到底部和内部接地层，电路板周围有多个过孔，包括 TPS54A20 器件正下方的五个过孔，以提供从顶部接地层到底部接地层的热路径。

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，电压设定电阻分压器元件保持在 IC 附近。分压器网络连接到稳压点的输出电压，即 TP7 测试点的 V_{OUT} 覆铜线。对于 TPS54A20，可能需要一个额外的输入大容量电容，具体取决于与输入电源的 EVM 连接。电压设定分压器、频率设置电阻器和补偿元件等关键模拟电路使用独立于电源地覆铜的宽接地走线端接至地。

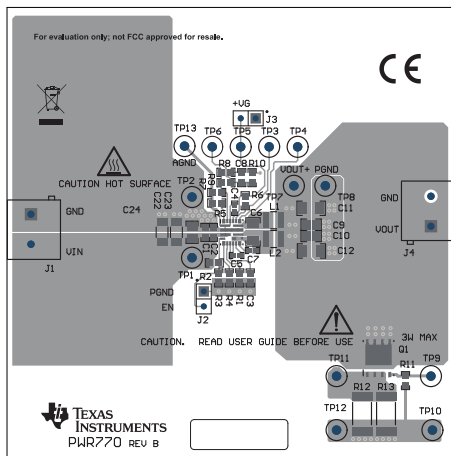


图 3-1. TPS54A20EVM-770 顶部组装

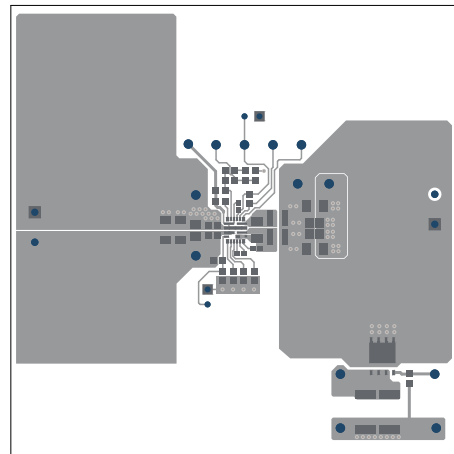


图 3-2. TPS54A20EVM-770 顶面布局

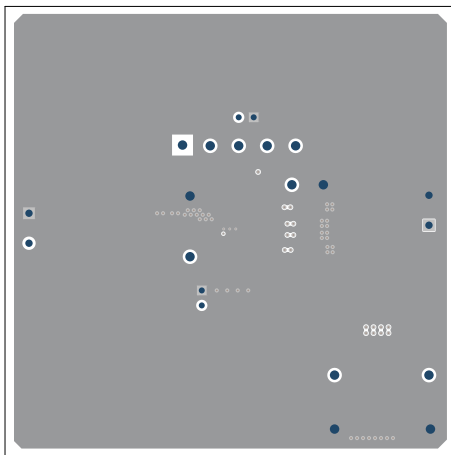


图 3-3. TPS54A20EVM-770 内部第 1 层布局

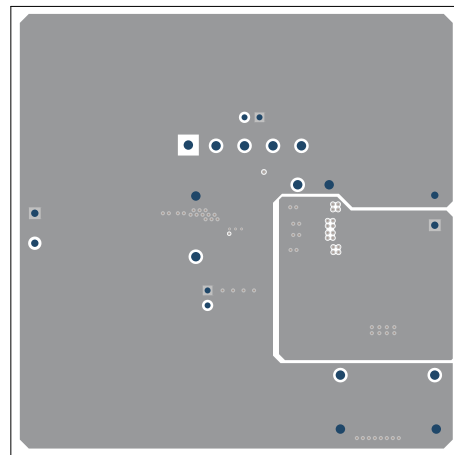


图 3-4. TPS54A20EVM-770 内部第 2 层布局

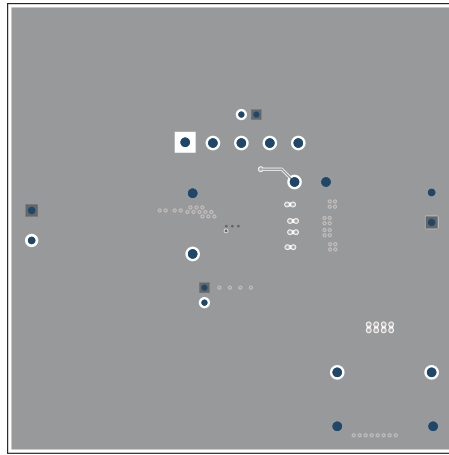


图 3-5. TPS54A20EVM-770 底面布局

4 示意图和物料清单

本节提供了 TPS54A20EVM-770 原理图和物料清单。

4.1 原理图

图 4-1 是 TPS54A20EVM-770 的原理图。

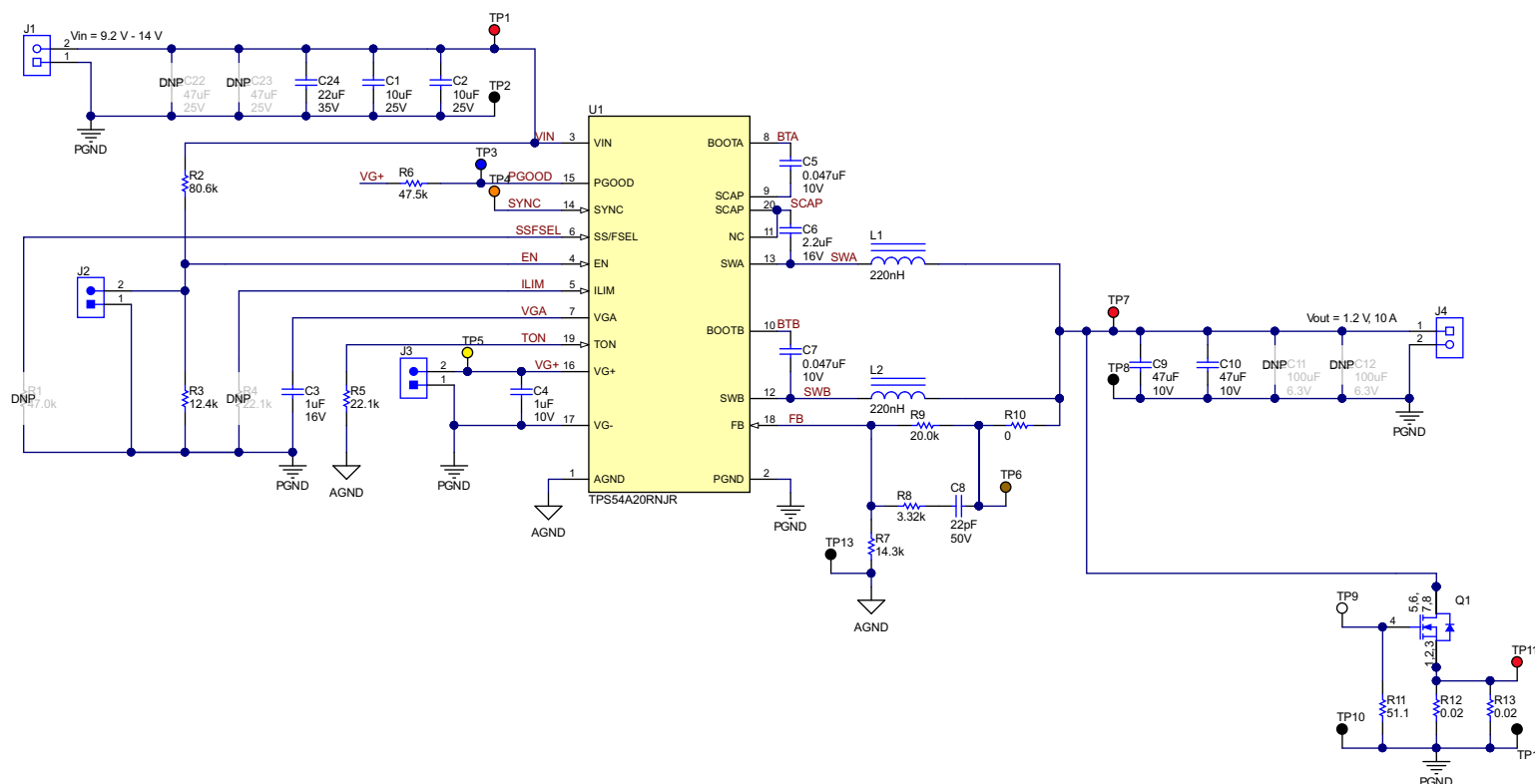


图 4-1. TPS54A20EVM-770 原理图

4.2 物料清单

表 4-1 列出了 TPS54A20EVM-770 的物料清单。

表 4-1. TPS54A20EVM-770 物料清单

标识符	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
PCB	1		印刷电路板		PWR770	不限
C1, C2	2	10 μ F	电容, 陶瓷, 10 μ F, 25V, +/-20%, X5R, 0603	0603	C1608X5R1E106M080AC	TDK
C3	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, +/-10%, X7R, 0603	0603	C1608X7R1C105K080AC	TDK
C4	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0402	0402	GRM155R61A105KE15D	Murata
C5、C7	2	0.047 μ F	电容, 陶瓷, 0.047 μ F, 10V, +/-10%, X5R, 0402	0402	C1005X5R1A473K050BA	TDK

表 4-1. TPS54A20EVM-770 物料清单 (continued)

标识符	数量	值	说明	封装	器件型号	制造商
C6	1	2.2uF	电容, 陶瓷, 2.2uF, 16V, +/-10%, X7R, 1206	1206	GRM31MR71C225KA35L	MuRata
C8	1	22pF	电容, 陶瓷, 22pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, 0603	0603	06035A220JAT2A	AVX
C9、C10	2	47uF	电容, 陶瓷, 47 uF, 10V, +/-20%, X5R, 0805	0805	GRM21BR61A476ME15	MuRata
C24	1	22uF	电容, 陶瓷, 22uF, 35V, +/-20%, X5R, 0805	0805	C2012X5R1V226M125AC	TDK
J1, J4	2		端子块, 5.08mm, 2x1, 黄铜, TH	2x1 5.08mm 端子块	ED120/2DS	On-Shore Technology
J2, J3	2		接头, 100mil, 2x1, 镀金, TH	接头, 100mil, 2x1, TH	HTSW-102-07-G-S	Samtec
L1、L2	2	220nH	电感器, 220nH, 7.2A, 0.0075 Ω, SMD	3.2x2.5mm	MLA-FY12NR22N-M3-RU	MAG 板层
Q1	1	30V	MOSFET, N 沟道, 30V, 65A, DQJ0008A (VSONP-8)	DQJ0008A	CSD17527Q5A	德州仪器 (TI)
R2	1	80.6k	电阻, 80.6k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060380K6FKEA	Vishay-Dale
R3	1	12.4k	电阻, 12.4k, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060312K4FKEA	Vishay-Dale
R5	1	22.1k	电阻, 22.1k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0722K1L	Yageo America
R6	1	47.5k	电阻, 47.5k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0747K5L	Yageo America
R7	1	14.3kΩ	电阻, 14.3kΩ, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060314K3FKEA	Vishay-Dale
R8	1	3.32k	电阻, 3.32k Ω, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW06033K32FKEA	Vishay-Dale
R9	1	20.0k	电阻, 20.0k Ω, 1%, 0.1W, 0603	0603	CRCW060320K0FKEA	Vishay-Dale
R10	1	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	0603	ERJ-3GEY0R00V	Panasonic
R11	1	51.1	电阻, 51.1, 0.1%, 0.1W, 0603	0603	RT0603BRD0751R1L	Yageo America
R12, R13	2	0.02	电阻, 0.02, 1%, 3W, 2512	2512	CRA2512-FZ-R020ELF	Bourns
SH-J1	1	1x2	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	分流器	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP7、TP11	3		测试点, 多用途, 红色, TH	红色多用途测试点	5010	Keystone
TP2、TP8、TP10、TP12、TP13	5		测试点, 多用途, 黑色, TH	黑色多用途测试点	5011	Keystone
TP3	1		测试点, 多用途, 蓝色, TH	蓝色多用途测试点	5127	Keystone
TP4	1		测试点, 通用, 橙色, TH	橙色通用测试点	5013	Keystone
TP5	1		测试点, 通用, 黄色, TH	黄色多用途测试点	5014	Keystone
TP6	1		测试点, 通用, 棕色, TH	棕色通用测试点	5125	Keystone
TP9	1		测试点, 多用途, 白色, TH	白色通用测试点	5012	Keystone
U1	1		小尺寸、10MHz 10A、8V 至 14V 输入, SWIFT 系列电容器降压转换器, RNJ0020A (VQFN-HR-20)	RNJ0020A	TPS54A20RNJR	德州仪器 (TI)
C11、C12	0	100uF	电容, 陶瓷, 100 uF, 6.3V, +/-20%, X5R, 1206	1206	JMK316BJ107ML-T	Taiyo Yuden
C22、C23	0	47uF	电容, 陶瓷, 47 uF, 25V, +/-20%, X5R, 1206_190	1206_190	C3216X5R1E476M160AC	TDK
R1	0	47.0k	电阻, 47.0kΩ, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0747KL	Yageo America
R4	0	22.1k	电阻, 22.1k, 1%, 0.1W, 0603	0603	RC0603FR-0722K1L	Yageo America

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 (March 2019) 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

Changes from Revision * (December 2015) to Revision A (March 2019) Page

- 将 1k Ω 更改为 14.3k Ω 3
 - 更新了 [图 2-6](#)8
 - 更新了 [图 3-1](#) 至 [图 3-5](#)。.....14
 - 更新了 [图 4-1](#)。.....15
 - 更新了 [表 4-1](#)。.....0
-

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