



## 摘要

LM5158EVM-BST 评估模块展示了 LM5158 器件的特性和性能，LM5158 器件是采用双随机展频技术的宽输入电压非同步升压转换器。标准配置旨在通过 3.3V 至 9V 的输入（负载会在输入 <6V 时减半）提供电流为 1.2A 和电压为 12V 的稳压输出，开关频率为 2.1MHz。

## 内容

1 特性和电气性能.....	2
2 应用原理图.....	4
3 EVM 图片.....	5
4 测试装置和过程.....	6
5 测试结果.....	7
6 设计文件.....	13
7 修订历史记录.....	18

## 插图清单

图 2-1. 应用电路.....	4
图 3-1. EVM 图片.....	5
图 4-1. 测试设置.....	6
图 5-1. 效率与负载间的关系.....	7
图 5-2. 负载调节.....	7
图 5-3. 热像图： $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ ， $V_{BIAS} = 3.3V$ ，无强制空气冷却.....	8
图 5-4. 热像图： $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ ， $V_{BIAS} = 12V$ ，无强制空气冷却.....	8
图 5-5. 热像图： $V_{IN} = 6V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ ， $V_{BIAS} = 6V$ ，无强制空气冷却.....	8
图 5-6. 稳态， $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ .....	9
图 5-7. 稳态， $V_{IN} = 6V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ .....	9
图 5-8. 稳态， $V_{IN} = 9V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ .....	9
图 5-9. 启动， $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ .....	10
图 5-10. 启动， $V_{IN} = 6V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ .....	10
图 5-11. 启动， $V_{IN} = 9V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ .....	10
图 5-12. 负载瞬态， $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.4A$ 至 $0.8A$ .....	11
图 5-13. 负载瞬态， $V_{IN} = 6V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ 至 $1.2A$ .....	11
图 5-14. 负载瞬态， $V_{IN} = 9V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ 至 $1.2A$ .....	11
图 5-15. 控制环路响应， $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ .....	12
图 5-16. 控制环路响应， $V_{IN} = 6V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ .....	12
图 5-17. 控制环路响应， $V_{IN} = 9V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ .....	12
图 6-1. 顶层和丝印.....	13
图 6-2. 顶层.....	13
图 6-3. 信号层 1.....	13
图 6-4. 信号层 2.....	13
图 6-5. 底层.....	13
图 6-6. 底层和丝印.....	13
图 6-7. LM5158EVM-BST 原理图.....	14

## 表格清单

表 1-1. 电气性能标准配置.....	2
----------------------	---

表 1-2. 跳线说明.....	3
表 4-1. 标准配置跳线连接.....	6
表 6-1. LM5158EVM-BST 物料清单.....	15

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 特性和电气性能

LM5158EVM-BST 支持以下特性和性能：

- 具有 12V 的严格稳压输出，其基准电压精度为 1%
- 在满载情况下具有 >92% 的高转换效率
- 在输入电压范围内具有恒定的逐周期峰值电感器电流限制
- 利用可编程断续模式实现输出过流保护
- 使用  $C_{SS}$  实现用户可调节软启动时间
- 输出过压保护
- 通过多个 BIAS 引脚和 VCC 引脚连接来测试多种配置
  - BIAS 连接至 VCC
  - BIAS 由外部电源供电
  - BIAS 由输出电压提供
- 具有可选上拉源的电源正常 (PGOOD) 指示器
- 2.1MHz 开关频率
- 外部时钟同步
- 可编程双随机展频可降低 EMI

### 1.1 电气参数

表 1-1. 电气性能标准配置

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>输入特性</b>					
输入电压范围 $V_{IN}$	运行	3.3	6	9	V
<b>输出特性</b>					
输出电压 $V_{OUT}$			12		V
最大输出电流 $I_{OUT}$	$V_{IN} = 6V$ 至 $9V$		1.2		A
	$V_{IN} = 3.3V$ 至 $6V$		0.6		
输出过压 $V_{OUT\_OV}$			13.6		V
<b>系统特性</b>					
开关频率			2.1		MHz
外部时钟同步		1.8		2.4	MHz
满负载效率	$V_{IN} = 6V$ , $I_{OUT} = 1.2A$		92.4		%
结温, $T_J$		-40		150	C

## 1.2 配置点

表 1-2 说明了可用的测试点和配置跳线。使用这些测试点可灵活配置评估模块，包括但不限于：

- 将 BIAS 引脚连接以下各项：
  - 外部电源 (VAUX)
  - 输入电压 (VIN)
  - 稳压输出电压 (VOUT)
  - VCC 引脚
- PGOOD 引脚由 VCC 或 VAUX 供电。
- 外部时钟同步
- 通过将 SD 引脚拉低实现关断信号
- 四种不同的工作模式，用于启用和禁用展频和断续模式

表 1-2. 跳线说明

跳线	引脚	说明
TP1	VIN+	正输入电压感测连接
TP2	SW	LM5158 升压电路开关节点的探测点
TP3	VOUT+	正输出电压感测连接
TP4	VIN-	负输入电压感测连接
TP5	GND	负输出电压检测连接
TP6	SYNC	外部时钟信号的输入。要实现外部时钟同步，请移除跳线电阻器 R10 并将外部信号连接到 TP6 (SYNC)。
TP7	VAUX	通过外部电源为 BIAS 引脚供电。
TP8	VOUT+	环路响应正注入点
TP9	VOUT -	环路响应负注入点
TP10	AGND	外部信号的负点
TP11	SD	高电平信号将 UVLO 引脚拉至接地，从而进入关断模式
J6	引脚 1 至引脚 2	将 VOUT 经 D3 连接到 LM5158 的 BIAS 引脚。
	引脚 2 至引脚 3	将 VOUT 直接连接到 LM5158 的 BIAS 引脚。
J7	引脚 1 至引脚 2	将 VIN 经 D4 连接到 LM5158 的 BIAS 引脚。
	引脚 2 至引脚 3	将 VIN 直接连接到 LM5158 的 BIAS 引脚。
J8	引脚 1 至引脚 2	将 VCC 直接连接到 BIAS 引脚。
J9	引脚 1 至引脚 2	将 VAUX 直接连接到 BIAS 引脚。
J10	引脚 1 至引脚 2 (NN)	禁用断续模式，禁用展频
	引脚 3 至引脚 4 (HS)	启用断续模式，启用展频
	引脚 5 至引脚 6 (HN)	启用断续模式，禁用展频
	引脚 7 至引脚 8 (NS)	禁用断续模式，启用展频
J11	SS (引脚 1)	监测 SS 引脚。
	COMP (引脚 2)	监测 COMP 引脚。
	AGND (引脚 3)	连接至 AGND 平面
	SYNC (引脚 4)	监测 EN/UVLO/SYNC 引脚。
	PGOOD (引脚 5)	监测 PGOOD 引脚。
	BIAS-IC (引脚 6)	监测 BIAS 引脚。
	VCC (引脚 7)	监测 VCC 引脚。
J12	引脚 1	正输入电压感测连接
	引脚 2	负输入电压感测连接
J13	引脚 1	正输出电压感测连接
	引脚 2	负输出电压检测连接

## 2 应用原理图

LM5158EVM-BST 支持多种配置。图 2-1 显示了 LM5158EVM-BST 的标准配置，表 1-1 中的参数对该配置有效。节 4.2 介绍了用于重新创建节 5 中提供的数据的正确跳线设置和测量位置。

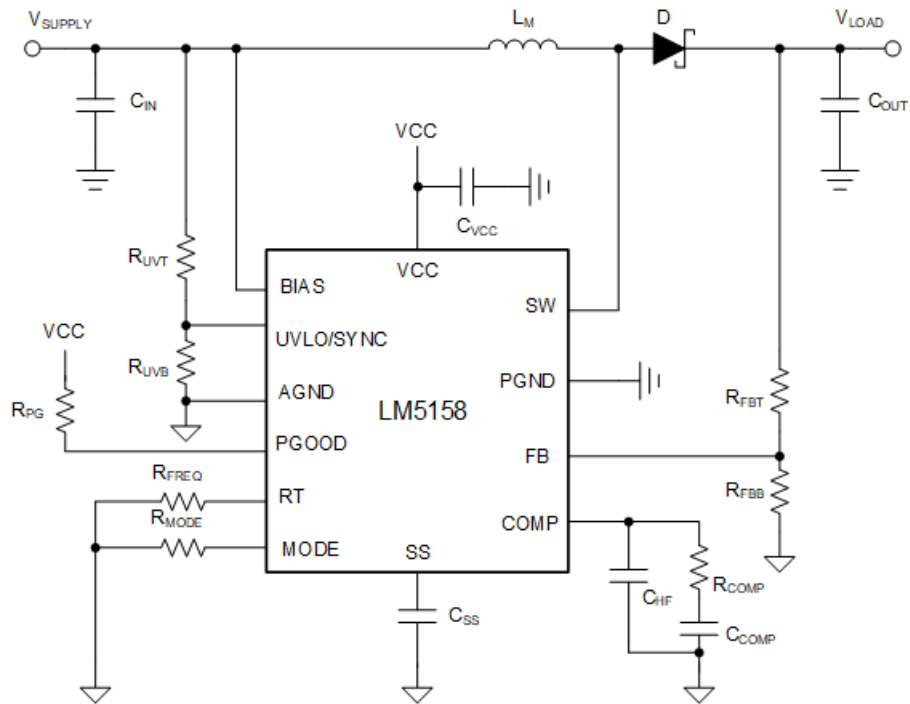


图 2-1. 应用电路

### 3 EVM 图片

图 3-1 展示了 LM5158EVM-BST 的 3D 渲染图。实际电路板的颜色可能有所不同。

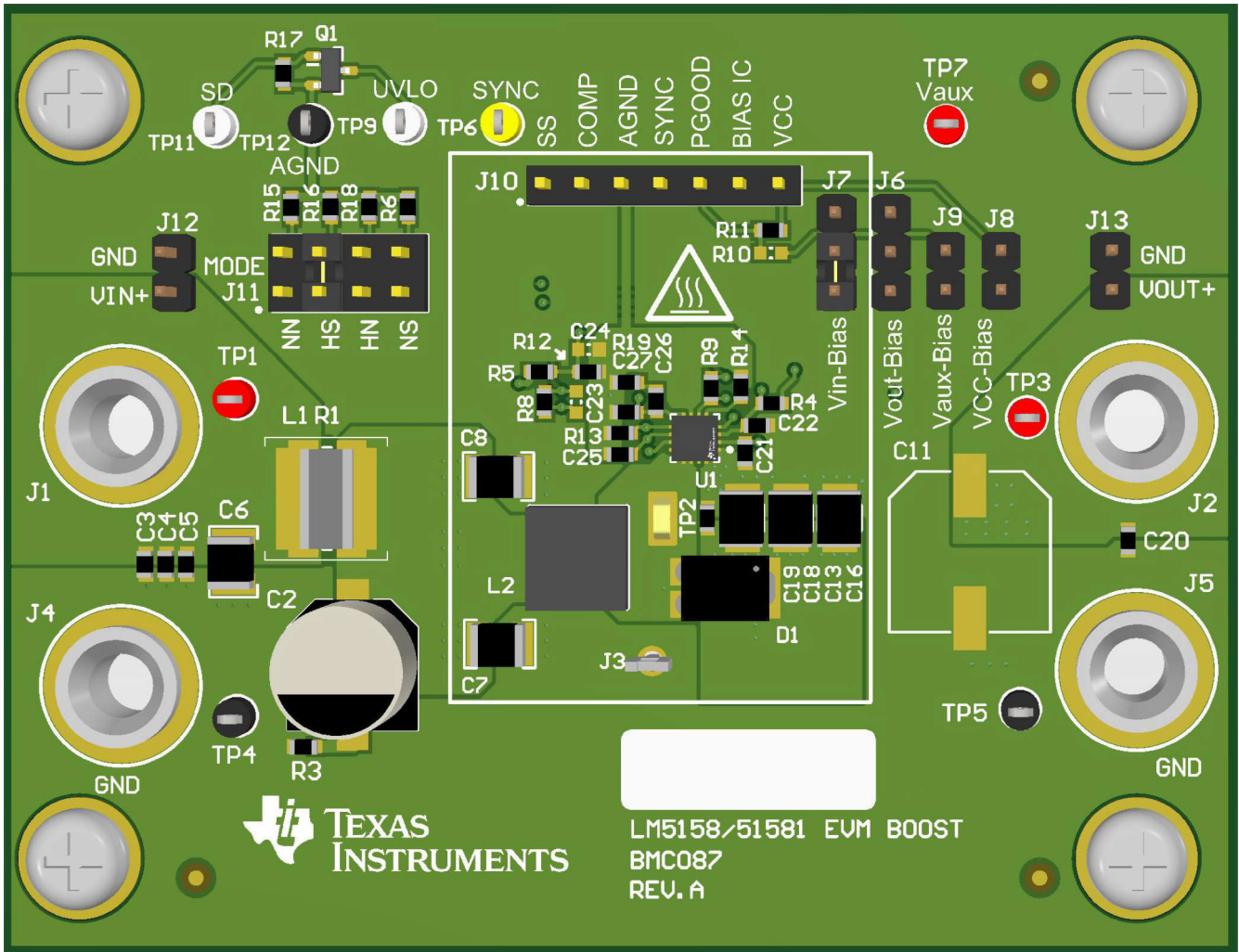


图 3-1. EVM 图片

## 4 测试装置和过程

### 4.1 测试设置

图 4-1 显示了为典型应用配置评估模块的正确跳线位置，如图 2-1 所示。表 4-1 显示了正确的设备连接和测量点

表 4-1. 标准配置跳线连接

跳线	位置
J7	从引脚 2 连接至引脚 3 的跳线
J10	从引脚 3 连接至引脚 4 (HS) 的跳线

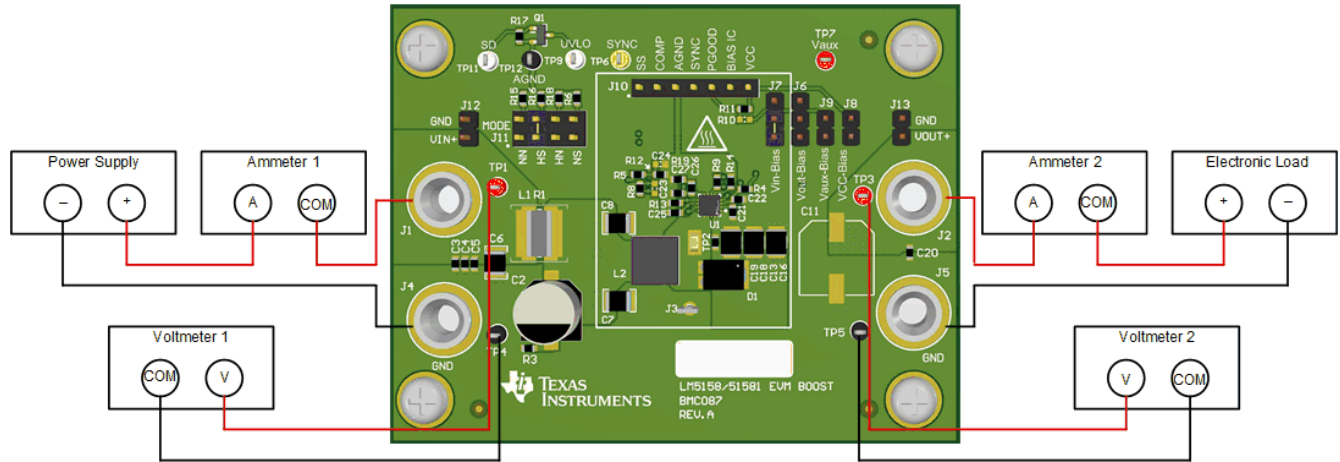


图 4-1. 测试设置

### 4.2 测试设备

- **电源：**输入电压源 (VIN) 必须为能够提供 0V 至 10V 电压和至少 10A 电流的可变电源。
- **万用表：**
  - 电压表 1：输入电压。从 VIN+ 连接到 VIN -。
  - 电压表 2：输出电压。从 VOUT+ 连接到 GND。
  - 电流表 1：输入电流。必须能够处理 10A 电流。可根据需要使用分流电阻器。
  - 电流表 2：输出电流。必须能够处理 2A 电流。可根据需要使用分流电阻器。
- **电子负载：**负载支持恒定电阻 (CR) 或恒定电流 (CC)，可在 12V 的电压下安全地处理 2A 电流。
- **示波器：**20MHz 带宽和交流耦合。使用短接地引线直接测量输出电容器上的输出电压纹波。由于噪声可能耦合到信号中，因此 TI 不建议使用长引线接地连接。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

## 5 测试结果

图 5-1 至图 5-17 根据节 4 中所述的 BOM 和配置展示了 LM5158EVM-BST 的典型性能。根据测量技术和环境变量，测量结果可能与提供的数据略有不同。

### 5.1 效率曲线

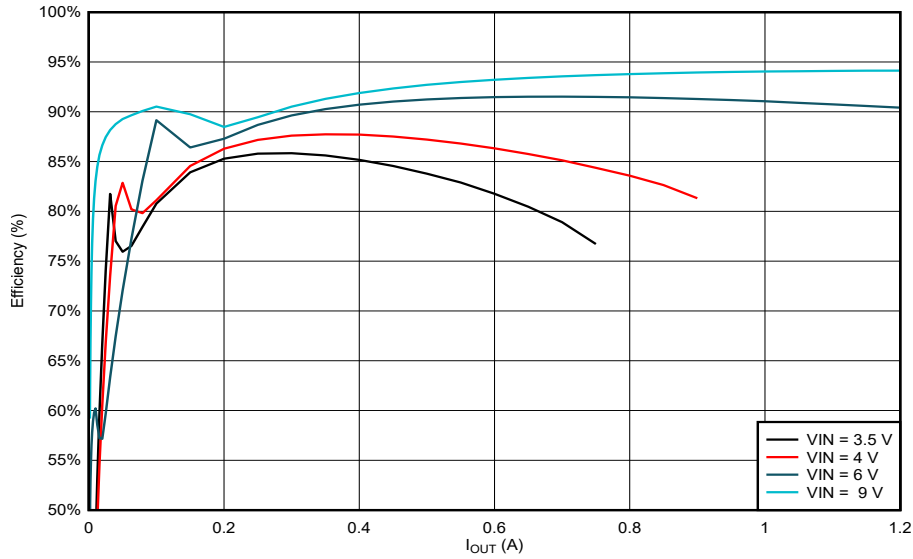


图 5-1. 效率与负载间的关系

### 5.2 负载调节曲线

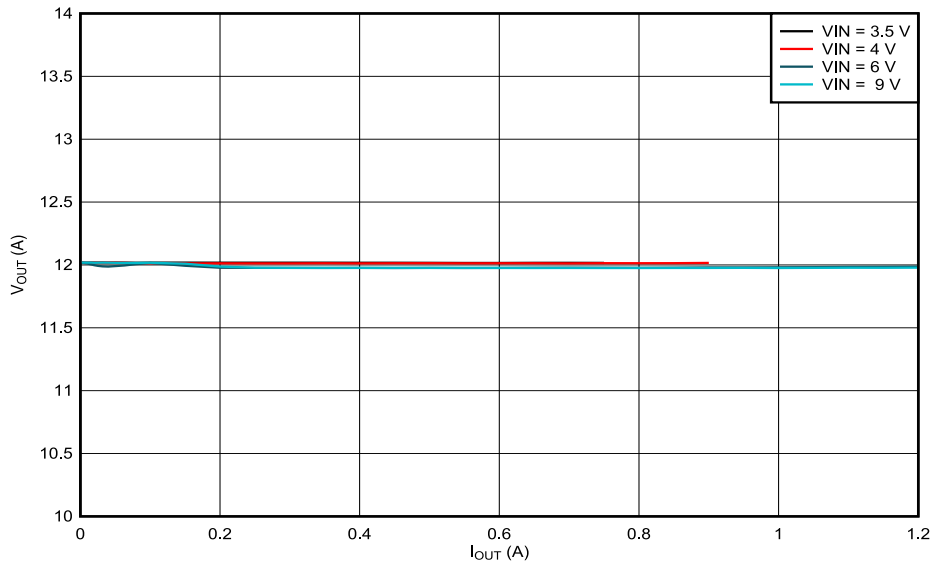


图 5-2. 负载调节

### 5.3 热性能

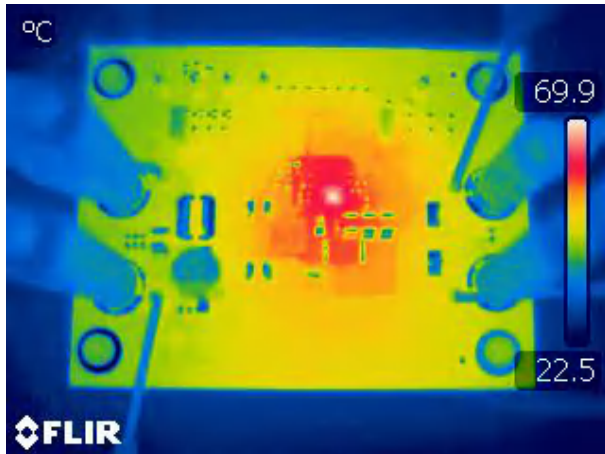


图 5-3. 热像图： $V_{IN} = 3.0V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ ， $V_{BIAS} = 3.3V$ ，无强制空气冷却

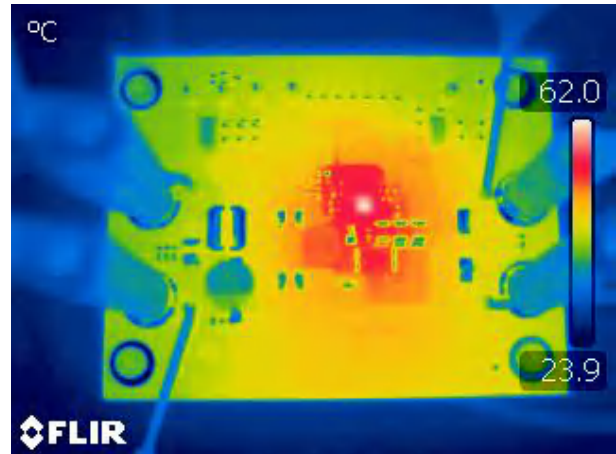


图 5-4. 热像图： $V_{IN} = 3.3V$ ， $I_{OUT} = 0.6A$ ， $V_{BIAS} = 12V$ ，无强制空气冷却

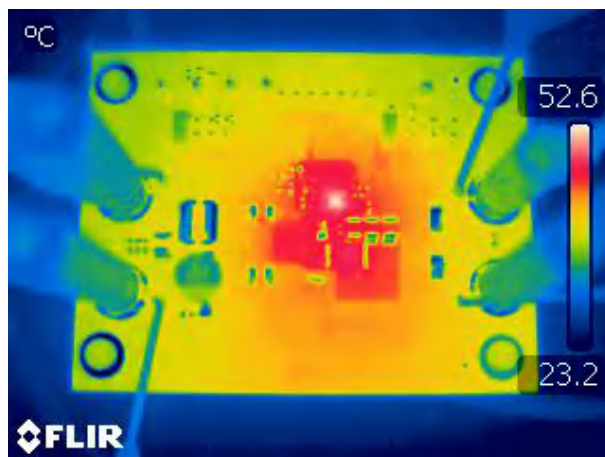


图 5-5. 热像图： $V_{IN} = 6V$ ， $I_{OUT} = 1.2A$ ， $V_{BIAS} = 6V$ ，无强制空气冷却



## 5.4 稳态波形

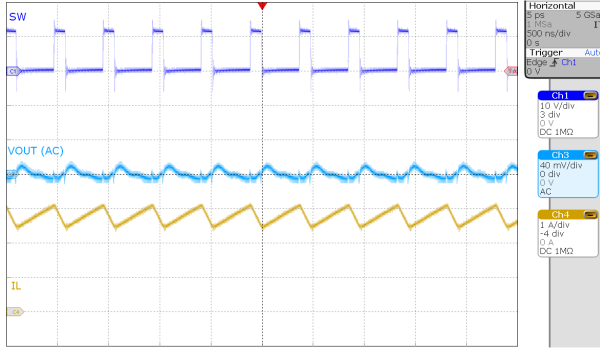


图 5-6. 稳态,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 0.6A$

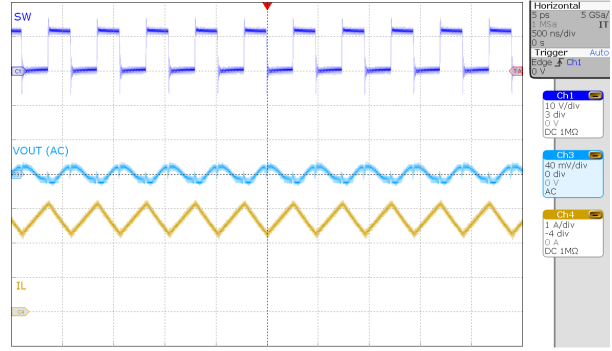


图 5-7. 稳态,  $V_{IN} = 6V$ ,  $I_{OUT} = 1.2A$

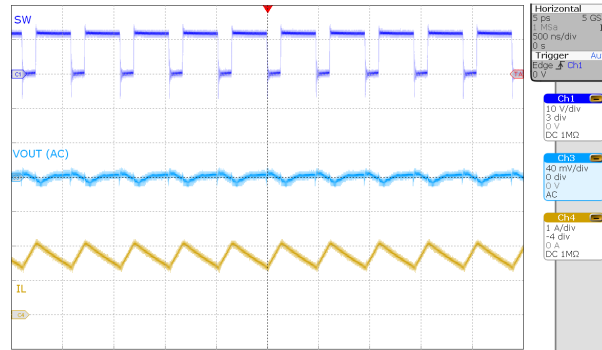


图 5-8. 稳态,  $V_{IN} = 9V$ ,  $I_{OUT} = 1.2A$

## 5.5 启动波形

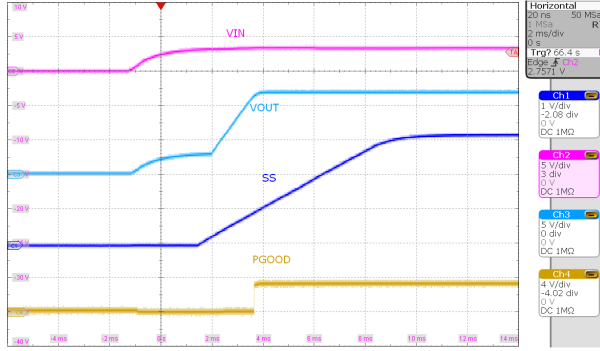


图 5-9. 启动,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 0.6A$

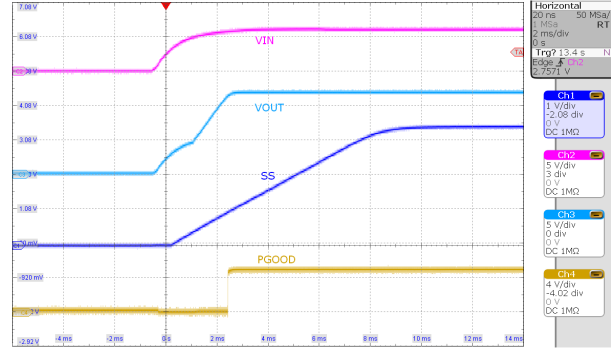


图 5-10. 启动,  $V_{IN} = 6V$ ,  $I_{OUT} = 1.2A$

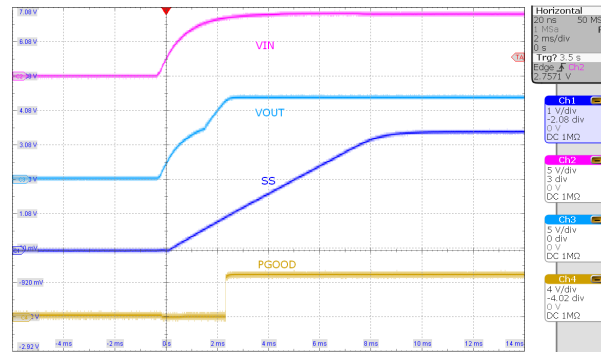


图 5-11. 启动,  $V_{IN} = 9V$ ,  $I_{OUT} = 1.2A$

## 5.6 负载瞬态波形

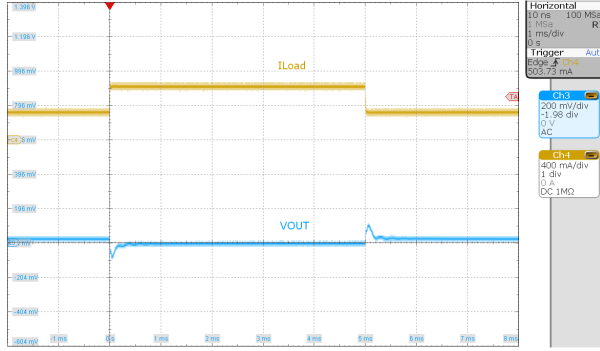


图 5-12. 负载瞬态,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 0.4A$  至  $0.8A$

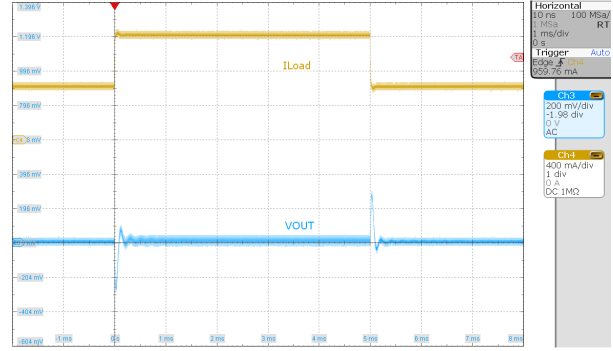


图 5-13. 负载瞬态,  $V_{IN} = 6V$ ,  $I_{OUT} = 0.6A$  至  $1.2A$

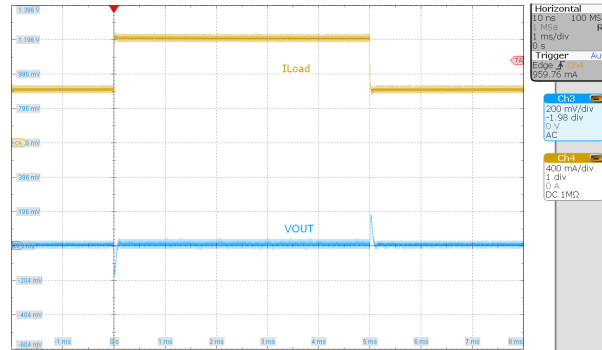


图 5-14. 负载瞬态,  $V_{IN} = 9V$ ,  $I_{OUT} = 0.6A$  至  $1.2A$

### 5.7 交流环路响应曲线

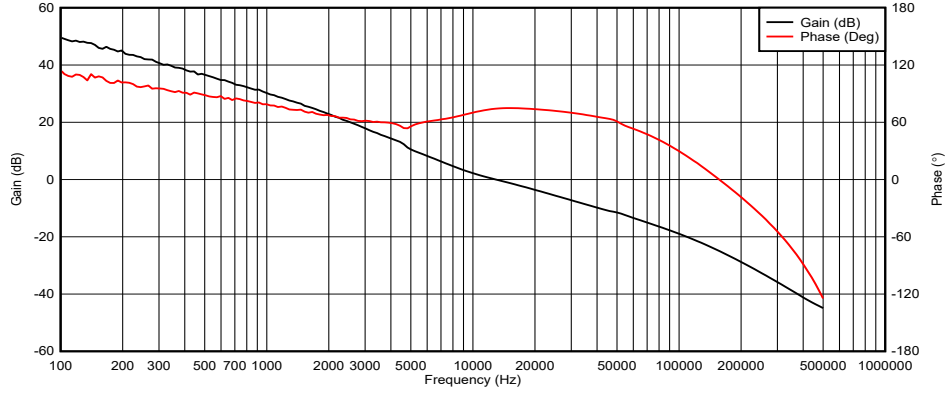


图 5-15. 控制环路响应,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $I_{OUT} = 0.6A$

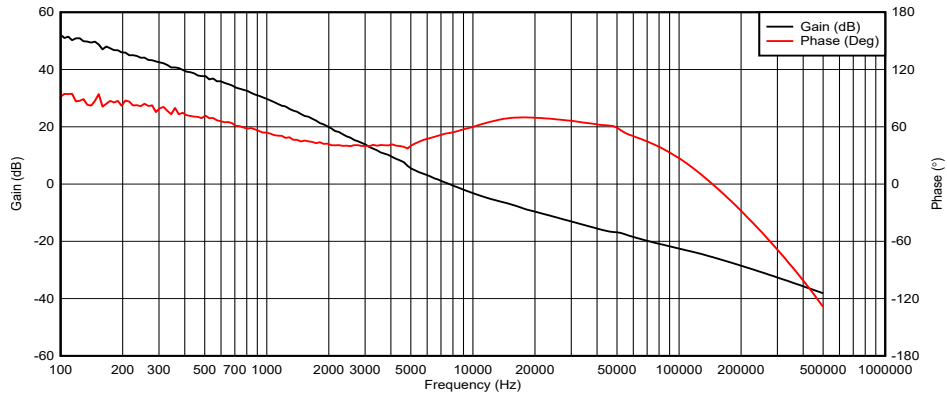


图 5-16. 控制环路响应,  $V_{IN} = 6V$ ,  $I_{OUT} = 0.6A$

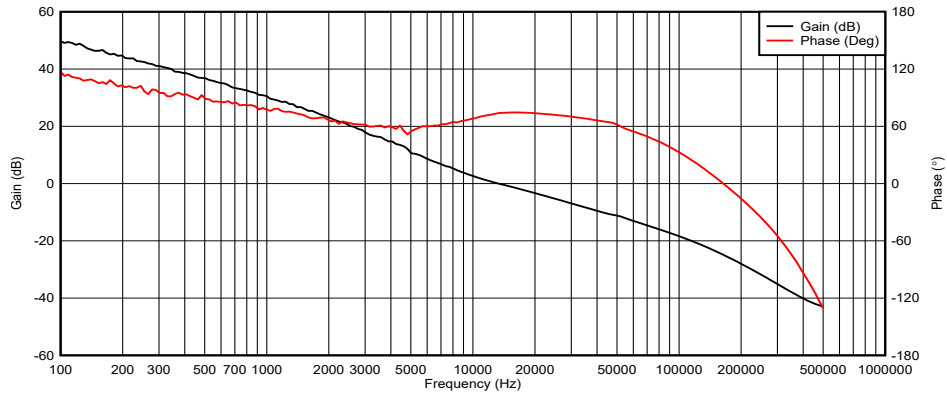


图 5-17. 控制环路响应,  $V_{IN} = 9V$ ,  $I_{OUT} = 1.2A$

## 6 设计文件

图 6-1 至图 6-6 展示了 EVM PCB 布局图。

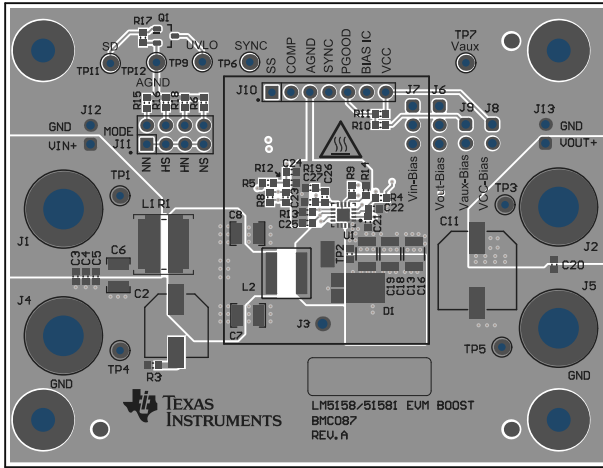


图 6-1. 顶层和丝印

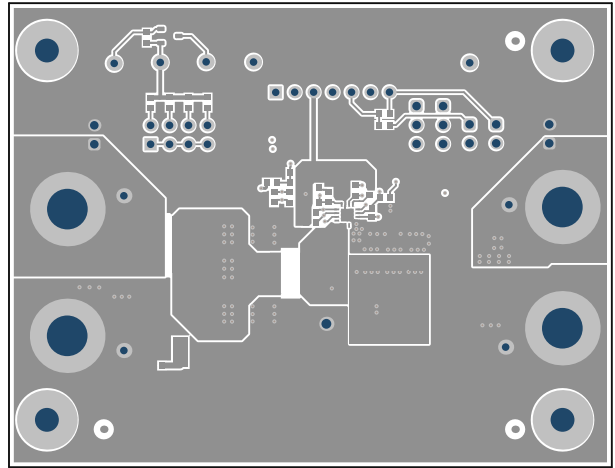


图 6-2. 顶层

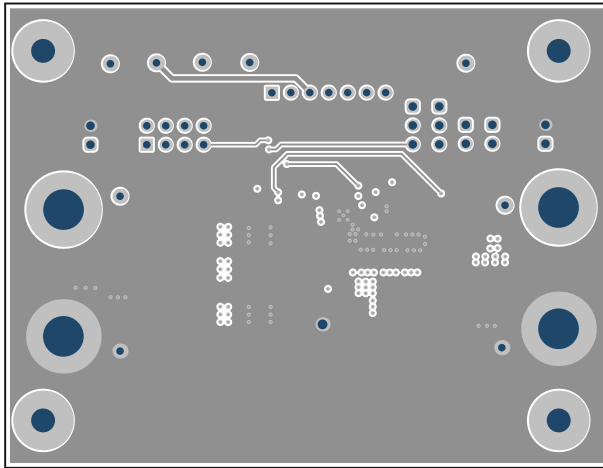


图 6-3. 信号层 1

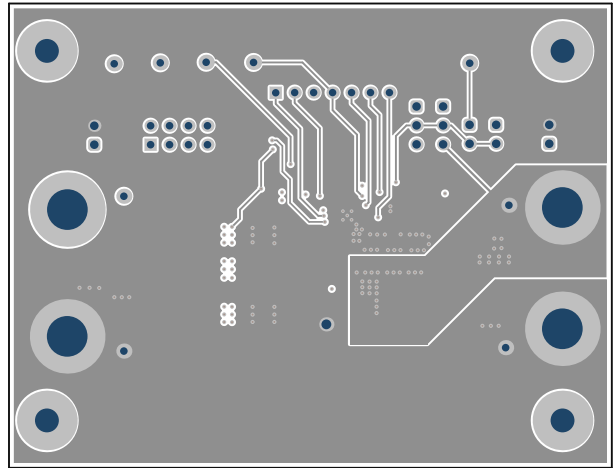


图 6-4. 信号层 2

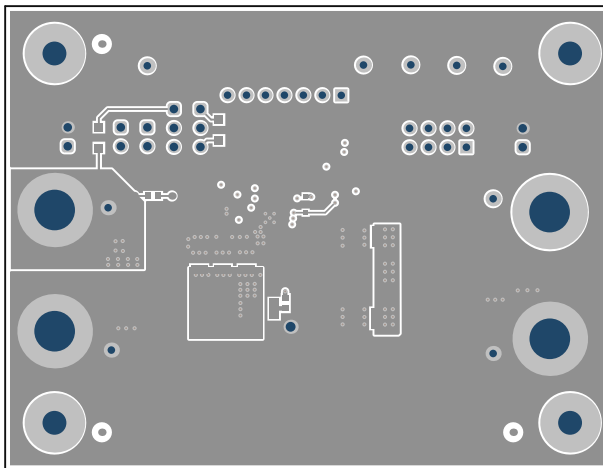


图 6-5. 底层

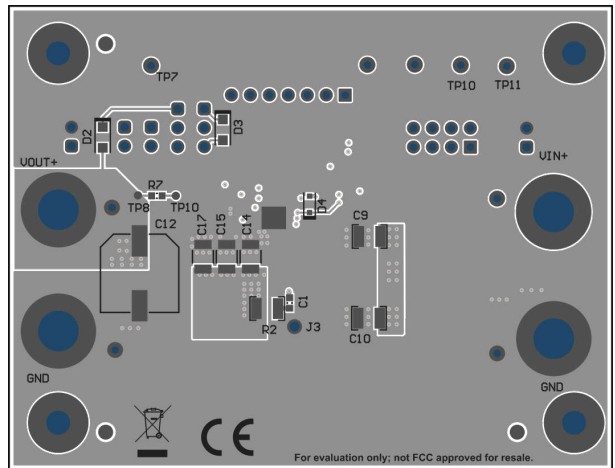


图 6-6. 底层和丝印

## 6.1 原理图

图 6-7 所示为 EVM 原理图。

LM5158EVM-BST  
1.2A/0.6A

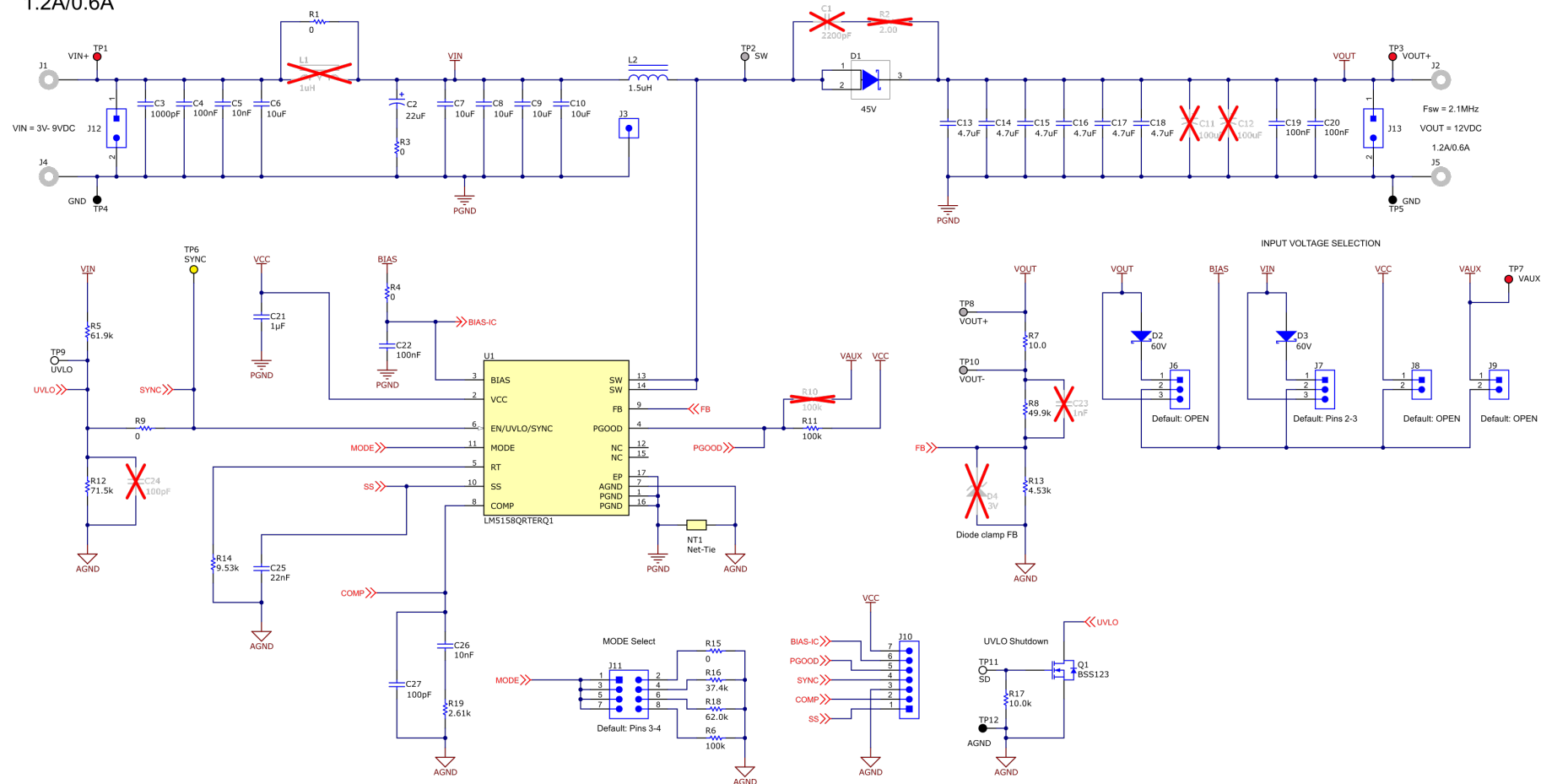


图 6-7. LM5158EVM-BST 原理图

## 6.2 物料清单

LM5158EVM-BST 物料清单 列出了 EVM 物料清单。

表 6-1. LM5158EVM-BST 物料清单

标识符	数量	值	说明	器件型号	制造商
C2	1	22 $\mu$ F	电容, 铝制, 22 $\mu$ F, 100V, +/-20%, 1.3 $\Omega$ , AEC-Q200 2 级, SMD	EEE-FK2A220P	Panasonic
C3	1	1000pF	电容器, 陶瓷, 1000pF, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X102K5RACTU	Kemet
C4、C19、C20	3	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	C0603C104K5RACAUTO	Kemet
C5、C26	2	0.01 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.01 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X103K5RACTU	Kemet
C6、C7、C8、C9、C10	5	10 $\mu$ F	电容器, 陶瓷, 10 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 1210	GRM32ER71H106KA12L	MuRata
C13、C14、C15、C16、C17、C18	6	4.7 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 4.7 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210	CGA6P3X7R1H475K250AB	TDK
C21	1	1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 1 $\mu$ F, 16V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E1X7R1C105K080AC	TDK
C22	1	0.1 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.1 $\mu$ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCJ188R72A104KA01D	MuRata
C25	1	0.022 $\mu$ F	电容, 陶瓷, 0.022 $\mu$ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C0603X223K5RACTU	Kemet
C27	1	100pF	电容, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 0 级, 0603	CGA3E2NP01H101J080AA	TDK
D1	1	45V	二极管, 肖特基, 45V, 10A, AEC-Q101, CFP15	PMEG045V100EPDAZ	Nexperia
D2、D3	2	60V	二极管, 肖特基, 60V, 1A, SOD-123F	PMEG6010CEH,115	Nexperia
H1、H2、H3、H4	4		机械螺钉, 圆头, #4-40 x 1/4, 尼龙, 飞利浦盘形头	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
H5、H6、H7、H8	4		六角螺柱, 0.5"L #4-40, 尼龙	1902C	Keystone
J1、J2、J4、J5	4		标准香蕉插头, 非绝缘, 8.9mm	575-8	Keystone
J3	1		测试点有插槽, 0.118", TH	1040	Keystone
J6、J7	2		接头, 2.54mm, 3x1, 金, TH	61300311121	Würth Elektronik
J8、J9、J12、J13	4		接头, 2.54mm, 2x1, 金, TH	61300211121	Würth Elektronik
J10	1		接头, 100mil, 7x1, 金, TH	TSW-107-07-G-S	Samtec
J11	1		接头, 100mil, 4x2, 金, TH	TSW-104-07-G-D	Samtec

表 6-1. LM5158EVM-BST 物料清单 (续)

标识符	数量	值	说明	器件型号	制造商
L2	1	1.5uH	电感, 屏蔽, 复合, 1.5uH, 14A, 0.01052 $\Omega$ , AEC-Q200 1 级, SMD	XEL6030-152MEB	Coilcraft
LBL1	1		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady
Q1	1	100V	MOSFET, N 沟道, 100V, 0.17A, SOT-23	BSS123	Fairchild Semiconductor
R1	1	0	电阻, 0, 5%, 2W, 2512 宽	RCL12250000Z0EG	Vishay Draloric
R3、R4、R9、R15	4	0	电阻, 0, 5%, 0.1W, 0603	RC0603JR-070RL	Yageo
R5	1	61.9k	电阻, 61.9k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0761K9L	Yageo
R6、R11	2	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL	Yageo
R7	1	10	电阻, 10.0, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710RL	Yageo
R8	1	49.9k	电阻, 49.9k, 1%, 0.1 W, 0603	RC0603FR-0749K9L	Yageo
R12	1	71.5k	电阻, 71.5k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0771K5L	Yageo
R13	1	4.53k	电阻, 4.53k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-074K53L	Yageo
R14	1	9.53k	电阻, 9.53k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-079K53L	Yageo
R16	1	37.4k	电阻, 37.4k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0737K4L	Yageo
R17	1	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0710KL	Yageo
R18	1	62.0k	电阻, 62.0k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0762KL	Yageo
R19	1	2.61k	电阻, 2.61k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-072K61L	Yageo
SH-JP1、SH-JP2	2		单操作 2.54mm 间距开顶跳线插座	M7582-05	Harwin
TP1、TP3、TP7	3		测试点, 微型, 红色, TH	5000	Keystone
TP4、TP5、TP12	3		测试点, 微型, 黑色, TH	5001	Keystone
TP6	1		测试点, 微型, 黄色, TH	5004	Keystone
TP9、TP11	2		测试点, 微型, 白色, TH	5002	Keystone
U1	1		采用双随机展频技术的 2.2MHz 宽输入电压 85V 升压/SEPIC/反激式转换器	LM5158QRTERQ1	德州仪器 (TI)
C1	0	2200pF	电容, 陶瓷, 2200pF, 100V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72A222KA01D	MuRata
C11、C12	0	100uF	电容, 混合聚合物, 100 $\mu$ F, 50V, +/-20%, 0.028 $\Omega$ , AEC-Q200 1 级, D10xL10.2mm SMD	EEH-ZC1H101P	Panasonic



表 6-1. LM5158EVM-BST 物料清单 (续)

标识符	数量	值	说明	器件型号	制造商
C23	0	0.068uF	电容, 陶瓷, 0.068μF, 50V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E2X7R1H683K080AA	TDK
C24	0	100pF	电容器, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-1%, C0G/NP0, 0603	C0603C101F5GACTU	Kemet
D4	0	3V	二极管, 齐纳, 3V, 200mW, SOD-323	MMSZ5225BS-7-F	Diodes Inc.
L1	0	1uH	电感, 屏蔽, 复合, 1μH, 21.8A, 0.00455Ω, SMD	XAL7030-102MEB	Coilcraft
R2	0	2	电阻, 2.00, 1%, 0.5 W, AEC-Q200 0 级, 1210	ERJ-14BQF2R0U	Panasonic
R10	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL	Yageo

## 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

<b>Changes from Revision * (October 2021) to Revision A (February 2024)</b>	<b>Page</b>
• 更新了物料清单表.....	15

## 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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司