

EVM User's Guide: LMR51603EVM

LMR51603 评估模块



说明

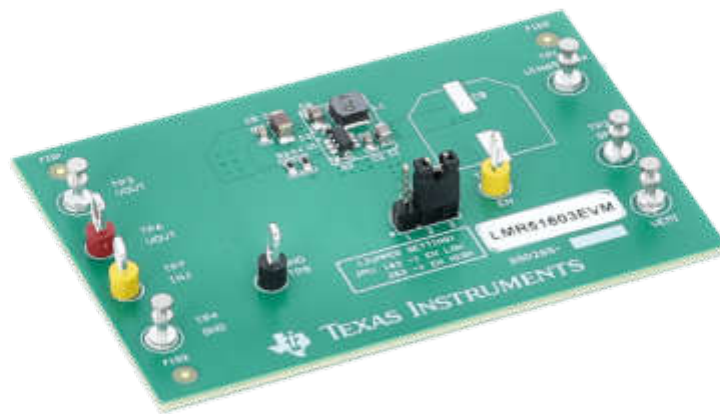
LMR51603EVM 是一个经全面组装和测试的电路，旨在帮助用户轻松评估和测试 LMR51603 转换器的运行情况和功能。此 EVM 的典型工作输入电压为 12V，并在 300mA 电流下提供 5V 的输出。该器件集成了低 $R_{DS(ON)}$ 功率 MOSFET，因此简单易用且高效，具有极少的外部元件，适用于空间受限的电源系统。

特性

- 输入电压范围为 4V 至 65V
- 高达 70V 的输入瞬态保护
- 支持 300mA 的连续输出电流
- 固定 400kHz 和 1.1MHz 开关频率
- 断续模式短路保护

应用

- 大型电器
- PLC、DCS 和 PAC
- 智能电表
- 电力输送



1 评估模块概述

1.1 引言

LMR51603 是一款单通道 PCM 控制模式同步降压转换器，只需使用少量外部元件。本用户指南介绍了德州仪器 (TI) LMR51603 评估模块 (EVM) 的特性、操作、性能和使用情况。本用户指南包含以下内容：

- 硬件设置说明
- EVM 的印刷电路板布局布线
- 原理图
- 物料清单
- EVM 的测试结果

该 EVM 中使用的 LMR51603 同步降压转换器具有以下特性：

- 宽输入电压范围：5.5V 至 65V (绝对最大值为 70V)
- 固定频率 1.1MHz
- 支持 300mA 的连续输出电流
- 26.5uA 低静态电流
- $\pm 1.5\%$ 的输出电压精度 (25°C 时)
- 80ns 最短导通时间
- 断续模式短路保护
- 强制 PWM 和 PFM 选项

1.2 套件内容

- LMR51603EVM 电路板
- EVM 免责声明自述文件
- 原型设计 EVM 免责声明自述文件

1.3 规格

表 1-1 中提供了 LMR51603EVM 性能规格的汇总。除非另有说明，提供的规格适用于 12V 输入电压和 5V 输出电压。除非另有说明，所有测量的环境温度均为 25°C。

表 1-1. LMR51603EVM 性能规格汇总

规格		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN}	输入电压		5.5	12	65	V
CH1	输出电压		4.9	5.0	5.1	V
	运行频率	$V_{IN} = 12V, I_{OUT} = 300mA, L_{OUT} = 47\mu H$	935	1100	1265	kHz
	输出电流范围		0		0.3	A
	高侧电流限值	$V_{IN} = 12V, L_{OUT} = 47\mu H$	0.4	0.55	0.7	A
	低侧电流限值	$V_{IN} = 12V, L_{OUT} = 47\mu H$	0.32	0.42	0.51	A

图 1-1 展示了 LMR51603 同步降压转换器的原理图。

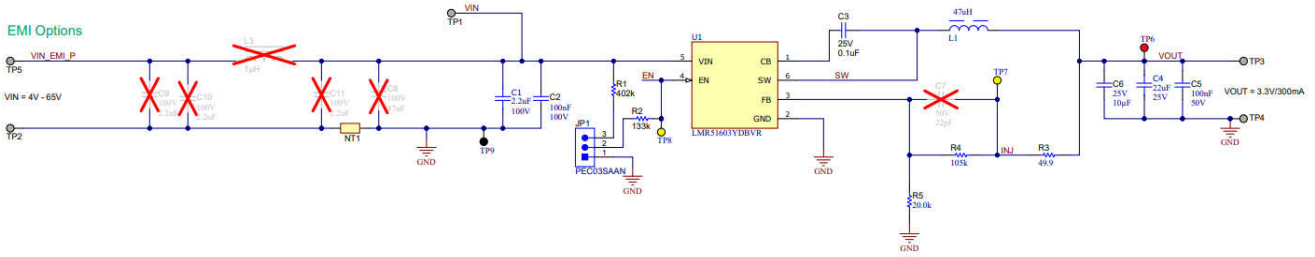


图 1-1. LMR51603 同步降压稳压器简化原理图

1.4 器件信息

LMR51603 评估模块 (EVM) 是一款单通道同步降压转换器，可在 5.5V 至 65V 输入范围内以 300mA 电流提供 5V 的输出。

表 1-2. 输入电压和输出电流汇总

EVM	输入电压 (VIN) 范围	输出电流 (Iout) 范围
LMR51603EVM	5.5V 至 65V	0A 至 300mA

2 硬件

2.1 测试装置和过程

2.1.1 EVM 连接

参考表 2-1 所述的 EVM 连接，建议用于评估 LMR51603 的测试装置如图 2-1 所示。在提供 ESD 保护的工作站上工作时，请确保在处理 EVM 之前已连接所有腕带、靴带或垫子以使用户接地。

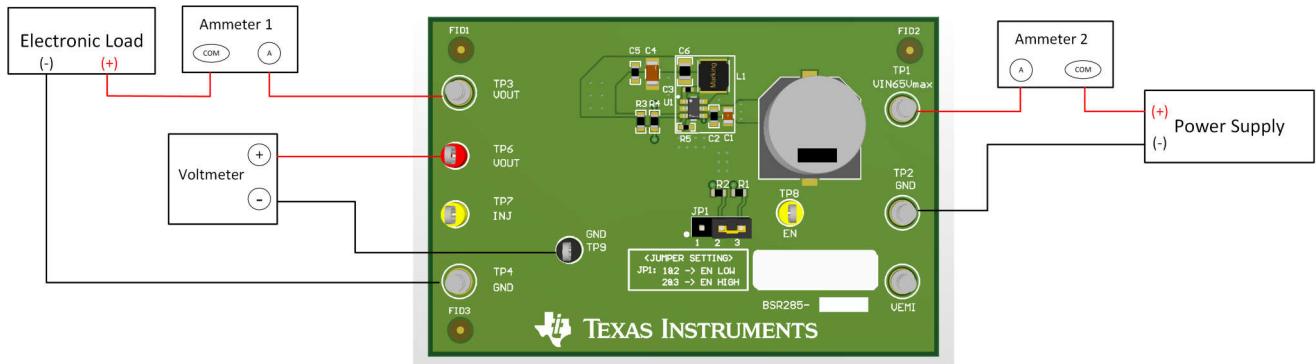


图 2-1. EVM 测试设置

表 2-1. EVM 电源接头

标签	说明
VIN65Vmax	正输入电压电源和检测连接
GND	负输入电压电源和检测连接
VOUT	正输出电压电源和感测连接
GND	负输出电压电源和检测连接
EN	正 EN 电压电源和感测连接
GND	负 EN 电压电源和感测连接

表 2-2. EVM 信号接头

标签	说明
EN	降压转换器的使能输入

表 2-2. EVM 信号接头 (续)

标签	说明
INJ	环路响应的注入点

2.1.2 测试设备

电压源：使用能够提供 0V 至 65V 电压和 0.3A 电流的输入电压源。

万用表：

- **电压表：**V_{OUT} 到 GND 的输出电压。将电压表设置为具有 100M Ω 的输入阻抗。
- **电流表 1：**输出电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- **电流表 2：**输入电流。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。

电子负载：负载必须是电子恒阻 (CR) 或恒流 (CC) 模式负载，能够支持 0A 至 0.3A 电流。对于空载输入电流测量，请断开电子负载，因为它会消耗少量剩余电流。

示波器：将示波器带宽设置为 20MHz 并采用交流耦合模式，使用示波器探头通常提供的短接地引线直接测量输出电容器两端的输出电压纹波。将示波器探头尖端放在输出电容器的正极端子上，通过接地引线将探头的接地筒形连接器固定到电容器的负极端子。TI 不建议使用长引线接地，因为这会在接地回路很大时引起额外的噪声。若要测量其他波形，请根据需要调整示波器。

安全性：在接触任何可能带电或通电的电路时，请务必小心。

2.1.3 建议的测试设置

2.1.3.1 输入接头

1. 在连接直流输入源之前，将输入源的电流限值设置为最大 0.1A。确保输入源最初设置为 0V 并连接到 VIN 和 GND 连接点，如图 2-1 所示。
2. 连接电流表 2 以测量输入电流并设置为具有至少 1 秒的孔径时间。

2.1.3.2 输出接头

1. 将电子负载连接至 V_{OUT} 接头。在施加输入电压之前，将负载设置为恒阻模式或恒流模式，电流为 0A。
2. 在 V_{OUT} 和 GND 接头上连接电压表以测量输出电压。
3. 连接电流表 1，以测量输出电流。

2.1.4 测试过程

2.1.4.1 线路和负载调节，效率

1. 如前所述设置 EVM。
2. 将负载设置为恒阻或恒流模式并具有 0A 的灌电流。
3. 将输入源从 0V 增大到 12V。
4. 将输入源的电流限值增加到 300mA。
5. 使用电压表测量输出电压 V_{OUT}，将负载电流从 0A 更改为 300mA；V_{OUT} 必须保持在负载调节规格之内。
6. 将负载电流设置为 300mA 并将输入源电压从 5.5V 更改为 65V；V_{OUT} 必须保持在线路调节规格之内。
7. 将负载降至 0A。将输入源电压降至 0V。

3 实现结果

3.1 性能数据和结果

图 3-1 至图 3-2 展示了 LMR51603EVM 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，因此这些曲线仅供参考，可能与实际现场测量结果有所不同。

3.1.1 EVM 特性

电气特性如表 3-1 所示。

表 3-1. 电气性能特性

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性					
输入电压范围, V_{IN}	工作	5.5		65	V
非开关输入电流 I_{VIN}	无负载, $V_{EN} = 3V$, 非开关 $V_{IN} = 12V$		26.5	40	μA
关断时的输入电流 I_{VINSN}	无负载, $V_{EN} = 0V$ $V_{IN} = 12V$		0.8	3	μA
EN 阈值高电平, $V_{EN(ON)}$	EN 上升, 启用开关	1.1	1.227	1.36	V
EN 阈值低电平, $V_{EN(OFF)}$	EN 下降, 禁用开关	0.85	1.0	1.15	V
基准电压					
基准电压, V_{FB}		0.788	0.8	0.812	V
FB 输入漏电流, $I_{FB(LKG)}$	$V_{FB} = 0.8V$		0.2		nA
系统特性					
开关频率, F_{SW}	CCM 运行, “X” 版本	340	400	460	kHz
	CCM 运行, “Y” 版本	935	1100	1265	kHz
LMR51603 运行结温, T_J		-40		150	$^{\circ}C$

3.1.2 转换效率

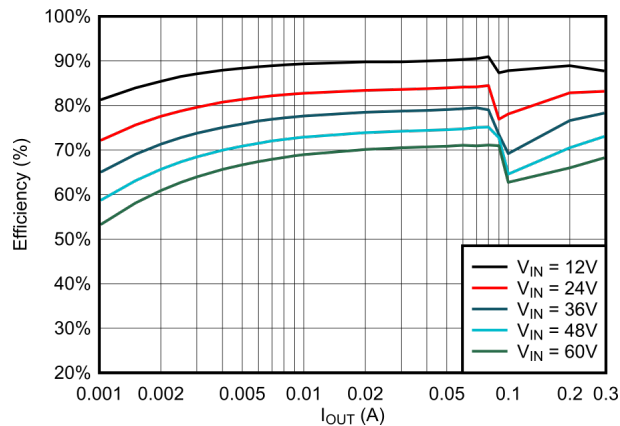


图 3-1. 效率, $V_{OUT} = 5V$, 1100kHz (PFM)

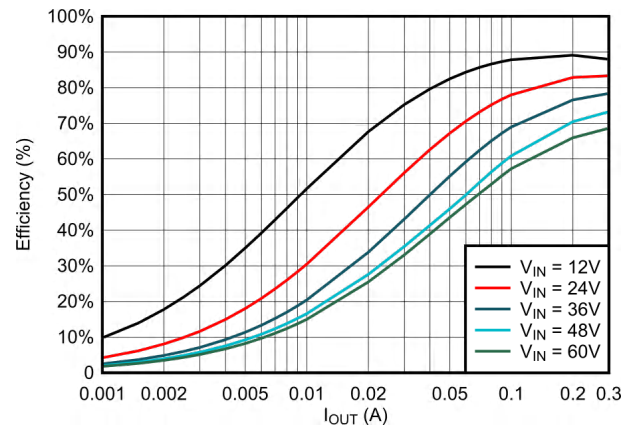


图 3-2. 效率, $V_{OUT} = 5V$, 1100kHz (FPWM)

3.1.3 工作波形

3.1.3.1 通过 EN 启动

下图展示了 LMR51603EVM 相对于 EN 的启动波形。

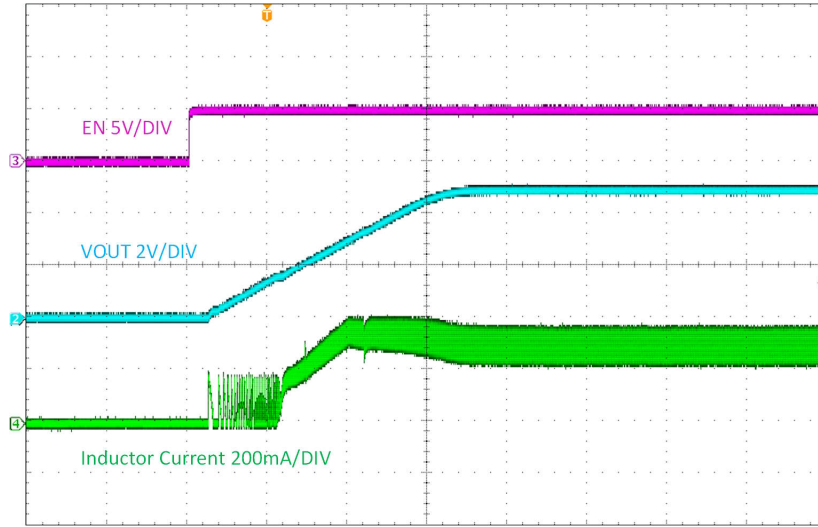


图 3-3. 相对于 EN 的启动, $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 300mA$

3.1.3.2 通过 VIN 启动

图 3-4 展示了 LMR51603EVM 相对于 VIN 的启动波形。

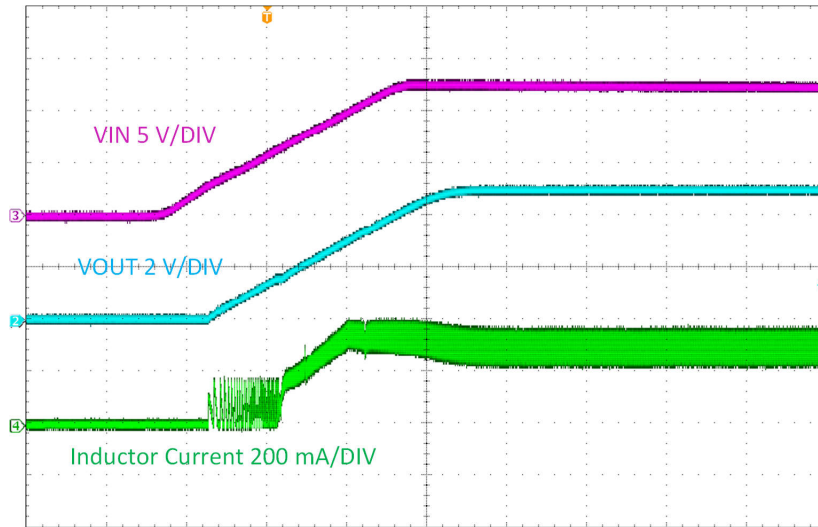


图 3-4. 相对于 VIN 的启动, $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 300mA$

3.1.3.3 负载瞬态响应

图 3-5 和图 3-6 中展示了 LMR51603EVM 的负载瞬态响应。

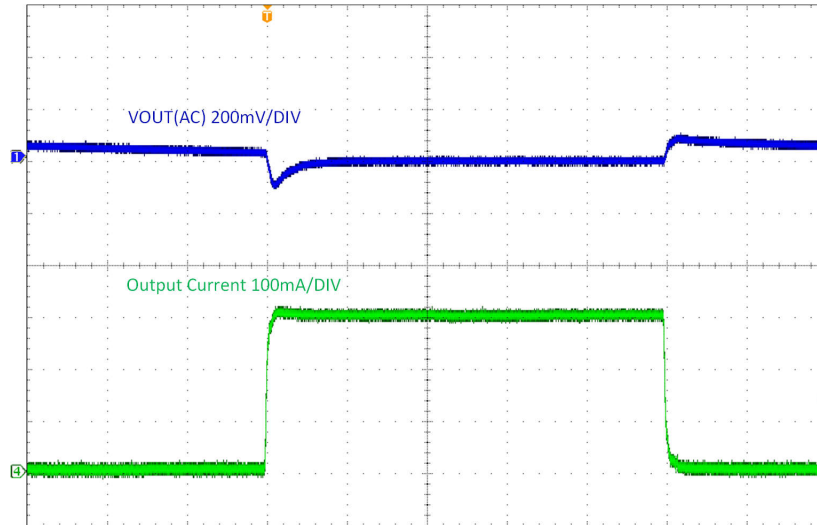


图 3-5. $V_{IN} = 12V$ 、以 $1.6A/\mu s$ 的速度从 $0A$ 变为 $300mA$ 时的负载瞬态响应

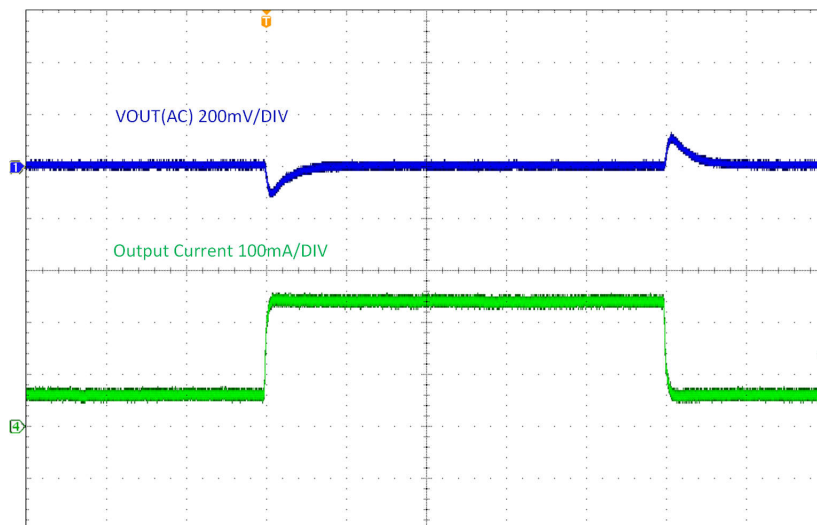


图 3-6. $V_{IN} = 12V$ 、以 $1.6A/\mu s$ 的速度从 $60mA$ 变为 $240mA$ 时的负载瞬态响应

3.1.3.4 输出电压纹波

图 3-7 和图 3-8 展示了 LMR51603EVM 的输出电压纹波。

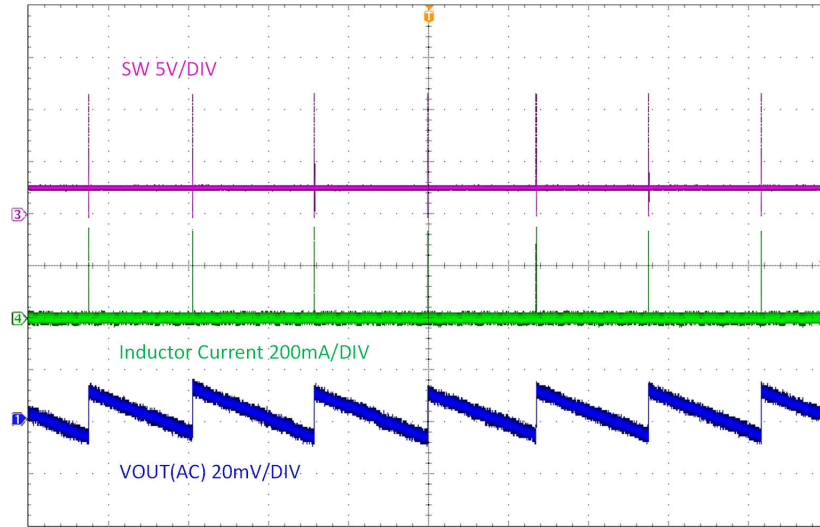


图 3-7. LMR51603EVM 输出电压纹波 (空载, PFM)

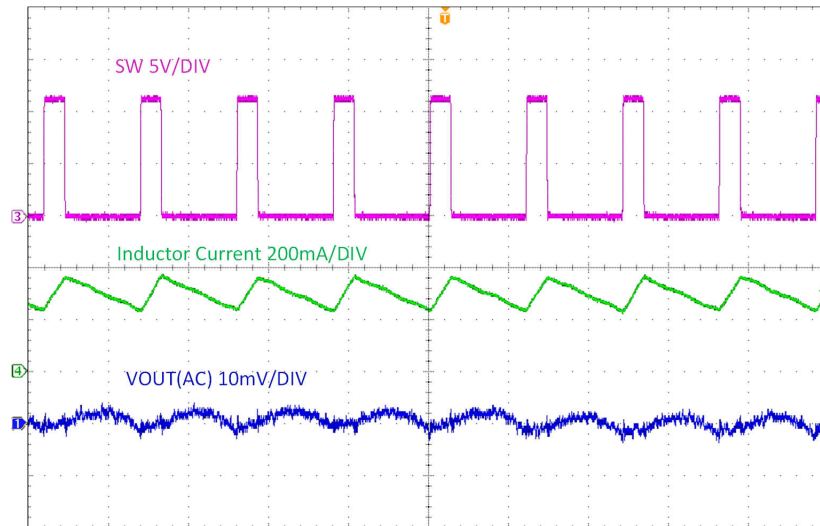


图 3-8. LMR51603EVM 输出电压纹波 ($I_{OUT} = 300\text{mA}$)

4 硬件设计文件

4.1 原理图

下图显示了 LMR51603EVM 的原理图。

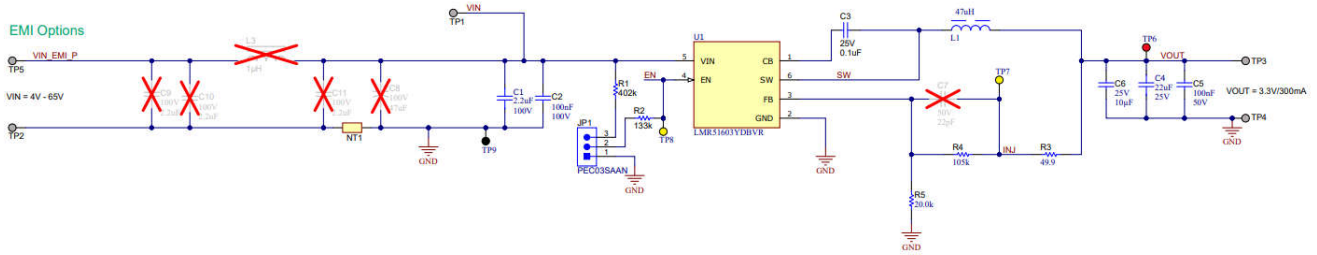


图 4-1. LMR51603EVM 原理图

4.2 PCB 布局

图 4-2 至图 4-5 展示了采用四层 PCB 的 LMR51603EVM 设计。

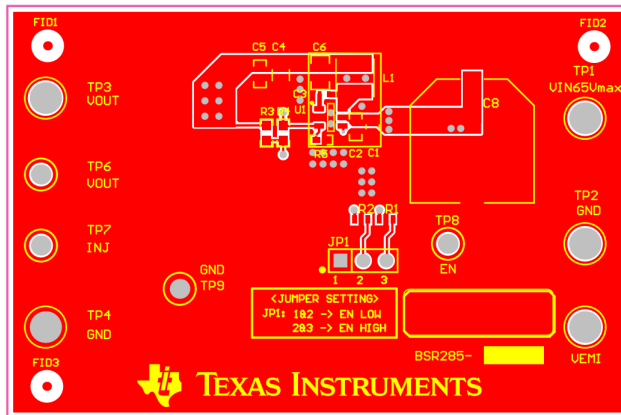


图 4-2. 顶层铜 (顶视图)

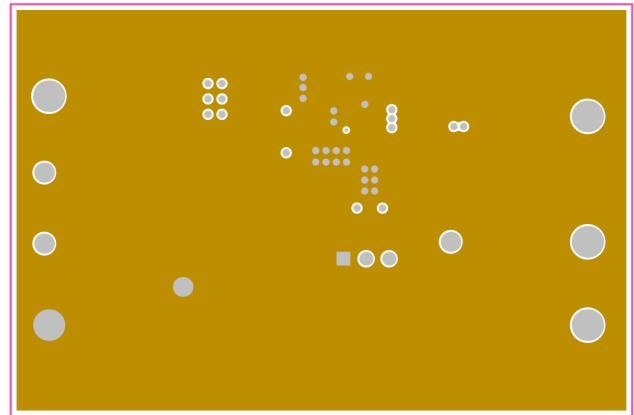


图 4-3. 第 2 层铜 (顶视图)

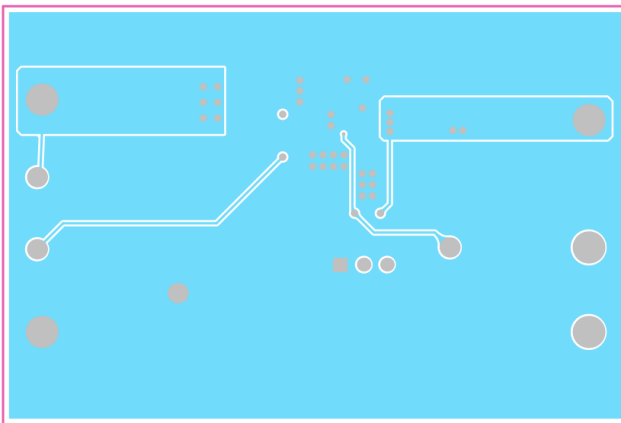


图 4-4. 第 3 层铜 (顶视图)

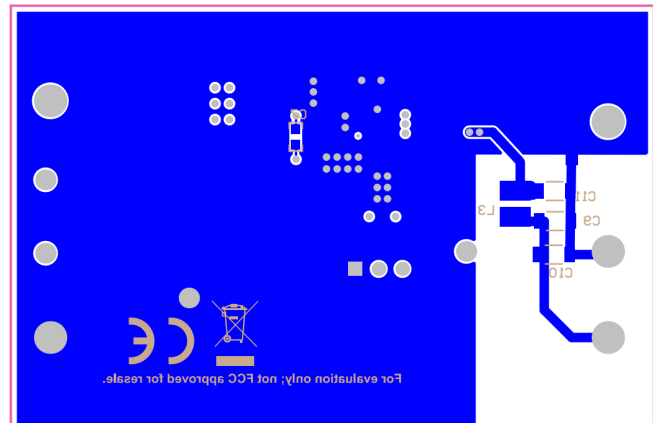


图 4-5. 底层铜 (顶视图)

4.3 物料清单

表 4-1 中展示了 LMR51603EVM 物料清单。

表 4-1. 物料清单

位号	数量	说明	器件型号	制造商 ⁽¹⁾
!PCB1	1	印刷电路板	LMR51603EVM	不限
C1	1	通用片状多层陶瓷电容器 2.2 μ F \pm 20% 100V X7T SMD 0805	GRM21BD72A225ME01K	Murata
C2	1	电容器, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, 0603	GRM188R72A104KA35J	Murata
C3	1	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0402	GRM155R71E104KE14D	Murata
C4	1	22 μ F, \pm 20%, 25V, 陶瓷电容, X7S, 1206	GRT31CC71E226ME13K	Murata
C5	1	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 50V, +/-10%, X7R, 0603	C1608X7R1H104K080AA	TDK
C6	1	电容, 陶瓷, 10 μ F, 25V, +/-20%, X6S, 0805	GRM21BC81E106ME51L	MuRata
JP1	1	接头, 100mil 3x1, 锡, TH	PEC03SAAN	Sullins Connector Solutions
FID1、FID2、FID3	3	基准标记。没有需要购买或安装的元件。	不适用	不适用
L1	1	WE-LQS SMT 功率电感器, 尺寸 4018, 47 μ H, 0.6A, 0.62 Ω	74404042470	Wurth Elektronik
LBL1	1	热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady
R1	2	电阻, 402k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603402KFKEA	Vishay-Dale
R2	1	电阻, 133k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603133KFKEA	Vishay-Dale
R3	1	电阻, 49.9, 1%, 0.1W, 0603	CRCW060349R9FKEA	Vishay-Dale
R4	1	电阻, 105k, 0.5%, 0.1W, 0603	RT0603DRE07105KL	Yageo America
R5	1	电阻, 20.0k, 0.1%, 0625W, 0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
SH-J1	1	分流器, 100mil, 镀金, 黑色	SNT-100-BK-G	Samtec
TP1、TP2、TP3、TP4、TP5	5	引脚, 双转塔, TH	1502-2	Keystone
TP6	1	测试点, 通用, 红色, TH	5010	Keystone
TP7、TP8	2	测试点, 通用, 黄色, TH	5014	Keystone
TP9	1	测试点, 通用, 黑色, TH	5011	Keystone
U1	1	SIMPLE SWITCHER [®] 电源转换器, SOT23-6	LMR51603YDBVR	德州仪器 (TI)
C7	0	电容, 陶瓷, 22pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0603	CGA3E2C0G1H220J080AA	TDK
C8	0	电容, 铝制, 47 μ F, 100V, +/-20%, 0.42 Ω , AEC-Q200 1 级, SMD	EEV-TG2A470Q	Panasonic
C9、C10、C11	0	电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 100V, +/-10%, X7S, 1206	C3216X7S2A225K160AB	TDK
L3	0	电感, 屏蔽, 金属复合物, 1 μ H, 2.9A, 0.048 Ω , SMD	DFE201612E-1R0M	MuRata

(1) 除非备选器件型号或备选制造商栏中另有说明, 否则所有器件均可替换为等效产品。

5 合规信息

5.1 合规性和认证

- [LMR51603EVM](#) 欧盟关于限制有害物质 (RoHS) 使用的符合性声明 (DoC)

6 其他信息

6.1 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

7 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI) , [LMR51603 4V 至 65V、0.3A 同步降压转换器](#)数据表

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