



说明

LMR71915EVM-FLBK 是一款 Fly-Buck™ 转换器，可采用 LMR71915FDDAR 生成稳压 12V 输出，能够在变压器的初级侧提供开关频率为 500kHz 的 625mA 负载。在变压器的次级侧上，可提供高达 625mA 的 12V 反射输出。LMR71915FDDAR 是一款同步降压转换器，具有宽输入电压范围、集成式功率 MOSFET、过流保护和精密使能。该器件的额定工作结温范围为 -40°C 至 +150°C。

开始使用

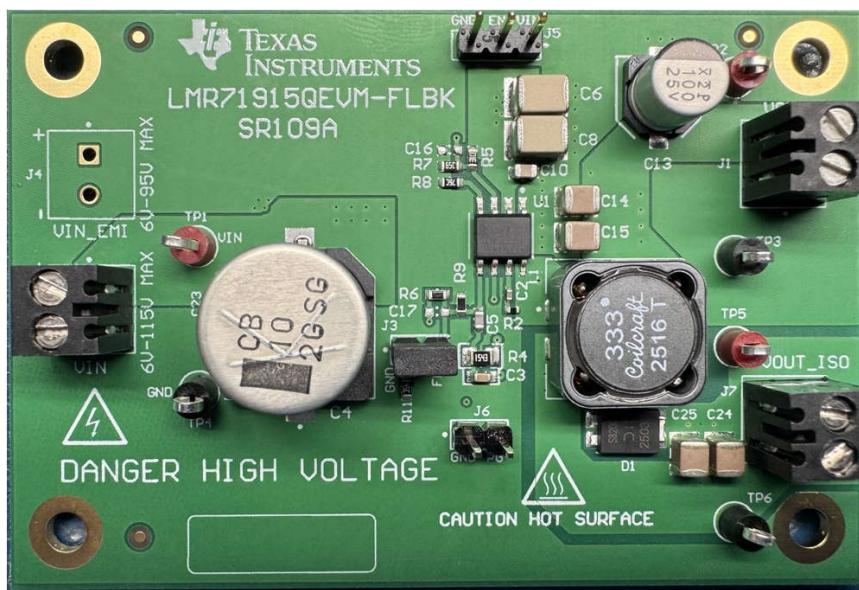
1. 在 ti.com 订购 LMR71915EVM-FLBK。
2. 请仔细阅读本用户指南。
3. 按照说明准备工作台设置。在处理 EVM 时采取预防措施，防止 ESD 造成损坏。
4. 按照建议的步骤为 EVM 上电。
5. 运行测试和测量。在测试期间，EVM 可能产生高压和高温，请注意安全防护。

特性

- 宽输入电压范围：36V 至 115V
- 固定 3ms 软启动
- COT 模式控制架构
- 峰值和谷值电流限制保护
- FPWM 模式支持 Fly-Buck 转换器功能
- SOIC-8 封装，使用方便

应用

- 通信 - 砖型电源模块
- 工业电池包 ($\geq 10S$)
- 电池包 - 电动自行车、电动踏板车、LEV
- 电机驱动器、无人机
- 工厂自动化 - PLC
- 电网基础设施 - 太阳能
- 适用于工业、汽车和电信系统的通用隔离式辅助电源



1 评估模块概述

1.1 简介

LMR71915 Fly-Buck 转换器评估模块 (EVM) 也称为 LMR71915EVM-FLBK，可在 500kHz 开关频率下提供 0.625A 的稳压 12V 输出，以及额外的 0.625A 12V 浮动输出。LMR71915 采用 COT 控制架构，具有输入电压前馈，可提供具有严格稳压输出电压的恒频稳压器。此类控制需要在 FB 输入端产生足够的电压纹波来实现稳定的调节。LMR71915EVM-FLBK 设置为采用 III 型纹波注入，以便更大限度地减少输出电压纹波，同时确保有一个稳定的稳压器。LMR71915EVM-FLBK 还提供采用 I 型或 II 型纹波注入的选项。有关更多信息，另请参阅 [LMR719xx 具有 Fly-Buck™ 转换器功能的 1.5A/0.75A、115V 降压转换器数据表](#)。

本用户指南介绍了该 EVM 的特性和运行情况。本用户指南还提供了有关如何使用 EVM 的示例和说明，并呈现了典型性能曲线和主要波形。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等术语均指 LMR71915EVM-FLBK。本文档还包含原理图、参考印刷电路板 (PCB) 布局和物料清单 (BOM)。

1.2 套件内容

下表详细介绍了 EVM 套件的内容。如果缺少任何元件，请通过 (972) 644-5580 联系 TI 产品信息中心。

表 1-1. EVM 套件物品

项目	数量
LMR71915EVM-FLBK	1

1.3 规格

图 1-1 展示了 LMR71915EVM-FLBK 电路板的简化原理图。表 1-2 展示了 EVM 在出厂默认设置下的规格。

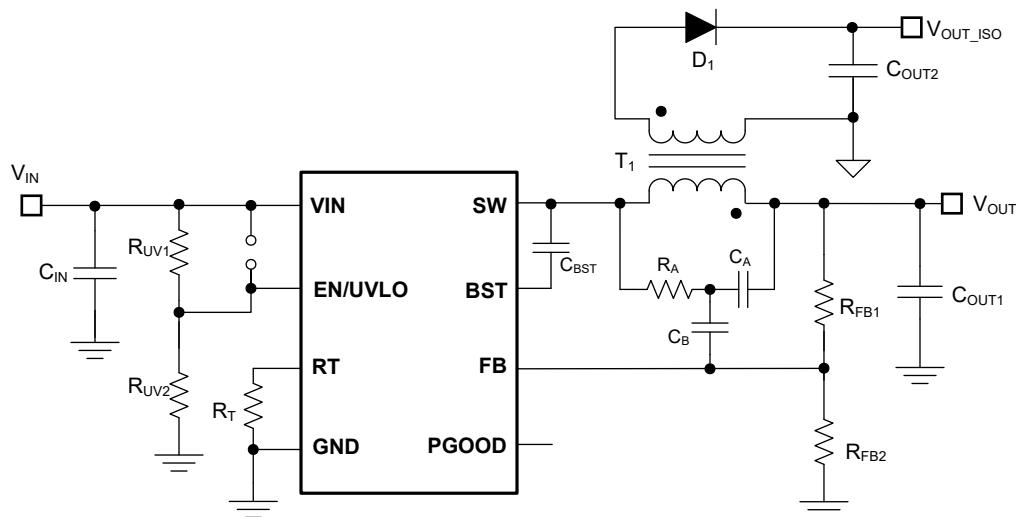


图 1-1. LMR71915EVM-FLBK Fly-Buck™ 转换器简化原理图

表 1-2. 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}		34	115		V
输入电压导通, V_{IN_ON}	可使用 EN/UVLO 分压电阻器进行调节	33.7			
输入电压关断, V_{IN_OFF}		31.4			
空载运行时的输入电流, I_{IN_NL}	$I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0A$	$V_{IN} = 48V$ $V_{IN} = 80V$	15.6 15.7		mA
禁用状态下的输入电流, I_{IN_OFF} , 不包括外部 UVLO 电阻漏电流	$V_{EN} = 0V$, 移除 R5 和 R7	$V_{IN} = 48V$ $V_{IN} = 60V$ $V_{IN} = 80V$	0.6 0.7 5.7		
输出特性					
初级输出电压, V_{OUT}		12.13	12.25	12.37	V
隔离式输出电压, V_{OUT_ISO}	$I_{OUT_ISO} = 25mA$ 至 $625mA$	11.0	12.0	13.0	V
每个输出上的最大负载电流, I_{OUT} 、 I_{OUT_ISO}	$V_{IN} = 36V$			0.625	A
	$V_{IN} = 48V$			0.625	A
	$V_{IN} = 80V$			0.625	A
软启动时间, t_{SS}	内部固定		3		ms
系统特性					
开关频率	$V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.625A$		500		kHz
峰值效率	$V_{IN} = 36V$, $I_{OUT} = 0.625A$, $I_{OUT_ISO} = 0.05A$ 至 $0.30A$		90		%
半负载效率 η_{HALF}	$I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.32A$	$V_{IN} = 36V$	88		%
		$V_{IN} = 48V$	87		%
		$V_{IN} = 80V$	84		%
满载效率 η_{FULL}	$I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.625A$	$V_{IN} = 36V$	83		%
		$V_{IN} = 48V$	84		%
		$V_{IN} = 80V$	82		%
隔离额定值	RMS 电压		1500		V
LMR71915 结温, T_J		-40	150		°C

1.4 器件信息

EVM 的出厂默认设置允许在 36V 至 115V 的输入电压范围内运行。EVM 可提供 $12.25V \pm 1\%$ 的稳压输出, 输出电流为 0.625A, 开关频率为 500kHz, 另配一个 12V 浮动输出, 同样可提供 0.625A 电流。通过断开输出电压设置跳线 J3, 用户可方便地将输出电压更改为 5V, 两路输出的负载能力仍为每路 0.625A。

EVM 设置为采用 III 型纹波注入, 以便更大限度地减少输出电压纹波。EVM 还提供采用 I 型或 II 型纹波注入的内置选项。当更改为 I 型或 II 型纹波注入时, 请移除 R4、C3、C5、C13、C14 和 C15, 并安装 C11 和 C12, 在 R3 上配备适当的电阻。对于 II 型纹波诸如, 还必须安装 C17。有关这些元件的选型, 请参阅 [LMR719xx 具有 Fly-Buck™ 转换器功能的 1.5A/0.75A、115V 降压转换器数据表](#)。

2 硬件

2.1 设置

图 2-1 展示了 EVM 工作台测试设置图。请参阅本用户指南中的 [节 2.2](#) 和 [节 2.3](#)，了解有关接头、跳线和测试点的详细信息。请参阅 [节 2.4](#)，了解装置封装测试过程。请参阅 [节 通用德州仪器 \(TI\) 高压评估模块 \(TI HV EVM\) 用户安全指南](#)，了解有关操作 EVM 时的重要安全注意事项。

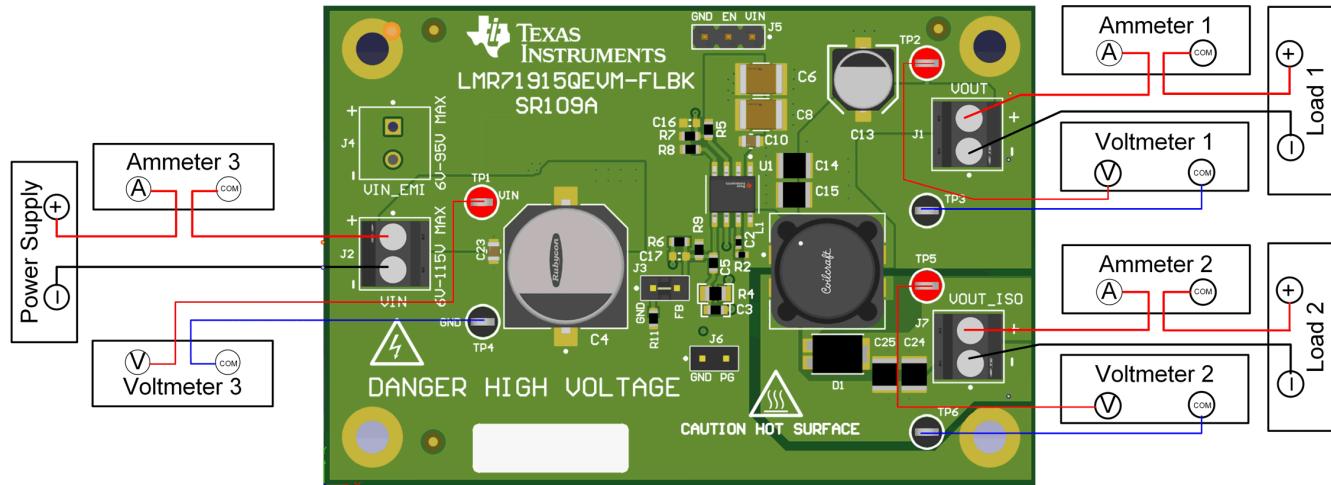


图 2-1. EVM 测试设置

除 EVM 板之外，测试设置还包括以下仪器：

- 输入电源**：输入直流电压源至少支持 0-120V 和 1A。
- 负载 1 和负载 2**：首选电阻器负载，一个用于初级输出，另一个用于隔离式输出。使用电子负载时，负载必须为恒阻 (CR) 或恒流 (CC) 模式，电压为 0Adc 至 1Adc (最高 15V)。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。
- 万用表**：
 - 电压表 1**：TP2 和 TP3 之间的初级输出电压 V_{OUT} 。将电压表设置为具有 $100M\Omega$ 的输入阻抗。
 - 电压表 2**：TP5 和 TP6 之间的隔离输出电压 V_{OUT_ISO} 。将电压表设置为具有 $100M\Omega$ 的输入阻抗。
 - 电压表 3**：TP1 和 TP4 之间的输入电压。将电压表设置为具有 $100M\Omega$ 的输入阻抗。
 - 在轻负载或关机模式下测量 I_{q} 时，请断开电压表 3 的连接，因为电压表 3 可能会产生很小的剩余电流，从而影响电流表 3 的 I_{q} 读数精度。此外，请记住移除 $R7$ ，以消除通过 UVLO 电阻分压器的泄漏路径。
- 电流表 1**：初级输出电流 I_{OUT} 。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- 电流表 2**：隔离式输出电流 I_{OUT_ISO} 。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- 电流表 3**：输入电流 I_{IN} 。将电流表设置为具有 1 秒的孔径时间。
- 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。

2.2 接头信息

下表列出了 EVM 的接头信息。

表 2-1. 接头信息

接头	信号	说明
J1-1	VOUT	初级输出电压端口
J1-2	GND	初级输出电压返回端口，也是直流/直流级初级参考接地
J2-1	VIN	电压源输入端口
J2-2	GND	电压源输入返回，也是直流/直流级初级参考接地
J3	FB	输出电压设置接头。默认关闭为 12V 输出，可选打开为 5V 输出。
J4-1	VINEMI	未安装。输入端的可选 EMI 滤波器。95V 最大额定值。
J4-2	VINEMI 返回	未安装。输入返回的可选 EMI 滤波器。
J5-1	VIN	板载 UVLO 电阻分压器分支的输入电压。
J5-2	UVLO	可选使能和 UVLO 控制信号。关闭 J5-1 和 J5-2 即可绕过板载 UVLO 阈值电路。关闭 J5-2 和 J5-3 即可禁用 EVM。
J5-3	GND	初级电路参考接地。
J6-1	PG	电源良好信号，由 VOUT 通过板载 100k 电阻器上拉。
J6-2	GND	初级电路参考接地。
J7-1	VOUT_ISO	隔离式输出电压端口
J7-2	GND_ISO	隔离式输出参考接地

2.3 测试点

该 EVM 具有各种用于测量和调试的测试点。表 2-2 说明了每个测试点的功能。

表 2-2. EVM 测试点

测试点	信号	说明
TP1	VIN	Fly-Buck 转换器直流/直流级输入电压
TP2	VOUT	初级侧输出电压
TP3	GND	Fly-Buck 转换器直流/直流级输入接地基准
TP4	GND	初级侧输出接地基准
TP5	VOUT-ISO	隔离输出电压
TP6	ISO-GND	隔离输出接地基准

2.4 组装说明

请参阅本用户指南的 [节 通用德州仪器 \(TI\) 高压评估模块 \(TI HV EVM\) 用户安全指南](#)，以了解有关处理 EVM 时的重要安全注意事项。以下是 EVM 测试装置的建议组装说明。

输入连接

- 在连接直流输入源之前，将输入电源的电流限值设置为最大 100mA。确认输入源最初设置为 0V 并连接到 J2 的 (+) 和 (-) 连接点，如 [图 2-1](#) 所示。TI 建议在使用较长输入线时，增加一个大容量输入电容器以提供阻尼。
- 将电压表 3 连接到 TP1 和 TP4 以测量输入电压。
- 连接电流表 3 以测量输入电流并设置为具有至少 1 秒的孔径时间。

输出接头

- 将负载 1 (首选电阻负载，也可使用电子负载) 连接至 J1 的 (+) 和 (-) 接线端，如 [图 2-1](#) 所示。在施加输入电压之前，将负载设置为 0A 的 CR 或 CC 模式。
- 将负载 2 (首选电阻负载，也可使用电子负载) 连接至 J7 的 (+) 和 (-) 接线端，如 [图 2-1](#) 所示。在施加输入电压之前，将负载设置为 0A 的 CR 或 CC 模式。

- 将电压表 1 连接至 TP2 和 TP3，以测量初级输出电压 V_{OUT} 。
- 将电压表 2 连接至 TP5 和 TP6，以测量隔离式输出电压 V_{OUT_ISO}
- 连接电流表 1，以测量初级输出电流 I_{OUT} 。
- 连接电流表 2，以测量隔离式输出电流 I_{OUT_ISO}

测试程序

- 按以上所述设置 EVM。
- 将负载设置为 CR 或 CC 模式，使其吸收 10mA 电流。
- 将输入源电压从 0V 增加到 36V；使用电压表 1 测量输入电压。
- 将输入电源的电流限值增加到 1A。
- 使用电压表 1 测量 V_{OUT} ，将负载 1 的电流从 10mA 更改为 625mA 直流； V_{OUT} 必须保持在负载调节规格之内。
- 使用电压表 2 测量 V_{OUT_ISO} ，将负载 2 的电流从 20mA 更改为 625mA 直流； V_{OUT_ISO} 必须保持在负载调节规格之内。
- 将负载 1 和负载 2 均设置为吸收约 320mA 电流（约为额定负载的 50%），并将输入源电压从 36V 调节至 115V；确保 V_{OUT} 和 V_{OUT_ISO} 均保持在线路调节规格范围之内。
- 使用示波器探测不同的相关信号。请注意探头接地基准，尤其是在探测隔离式电压轨时。
- 将负载 1 和负载 2 的电流均降低至 10mA。将输入源电压降至 0V。
- 关闭输入源和负载，然后关闭电压表和电流表。

通用德州仪器 (TI) 高压评估模块 (TI HV EVM) 用户安全指南



务必遵循 TI 的设置和应用说明，包括在建议的电气额定电压和功率限制范围内使用所有接口元件。务必采取电气安全防护措施，这样有助于确保自身和周围人员的人身安全。如需了解更多信息，请联系 TI 的产品信息中心，网址为 <http://ti.com/customer support>。

保存所有警告和说明以供将来参考。

警告

务必遵循警告和说明，否则可能引发电击和灼伤危险，进而造成财产损失或人员伤亡。

TI HV EVM 一词是指通常以开放式框架、敞开式印刷电路板装配形式提供的电子器件。该器件严格用于开发实验室环境，仅供了解开发和应用高压电路相关电气安全风险且接受过专门培训、具有专业知识背景的合格专业用户使用。德州仪器 (TI) 严禁任何其他不合规的使用和/或应用。如果不满足合格要求，应立即停止进一步使用 HV EVM。

1. 工作区安全：

- 保持工作区整洁有序。
- 每次电路通电时，都必须由具有资质的观察员在场监督。
- TI HV EVM 及接口电子元件通电区域必须设有有效的防护栏和标识；指示可能存在高压操作，以避免意外接触。
- 开发环境中使用的所有接口电路、电源、评估模块、仪器、仪表、示波器和其他相关装置如果超过 50Vrms/75VDC，则必须置于紧急断电 EPO 保护电源板内。
- 使用稳定且不导电的工作台。
- 使用充分绝缘的夹钳和导线来连接测量探针和仪器。尽量不要徒手进行测试。

2. 电气安全：

- 作为一项预防措施，假定整个 EVM 可能存在用户可完全接触到的高电压是一种好的工程做法。

- b. 执行任何电气测量或其他诊断测量之前，需切断 TI HV EVM 及其全部输入、输出和电气负载的电源。再次确认 TI HV EVM 已安全断电。
- c. 确认 EVM 断电后，根据所需的电路配置、接线、测量设备连接和其他应用需求执行进一步操作，同时仍假定 EVM 电路和测量仪器均带电。
- d. EVM 准备就绪后，根据需要将 EVM 通电。

警告

EVM 通电后，请勿触摸 EVM 或电路，因为 EVM 或电路可能存在高压，会造成电击危险。

3. 人身安全

- a. 穿戴个人防护装备（例如乳胶手套或具有侧护板的安全眼镜）或将 EVM 放置于带有联锁装置的透明塑料箱，避免意外接触。

安全使用限制条件：

勿将 EVM 作为整体或部分生产单元使用。

3 实现结果

3.1 性能数据和结果

图 3-1 至图 3-6 展示了 LMR71915EVM-FLBK 的典型性能曲线。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，并可能与实际现场测量结果有所不同。

3.1.1 转换效率

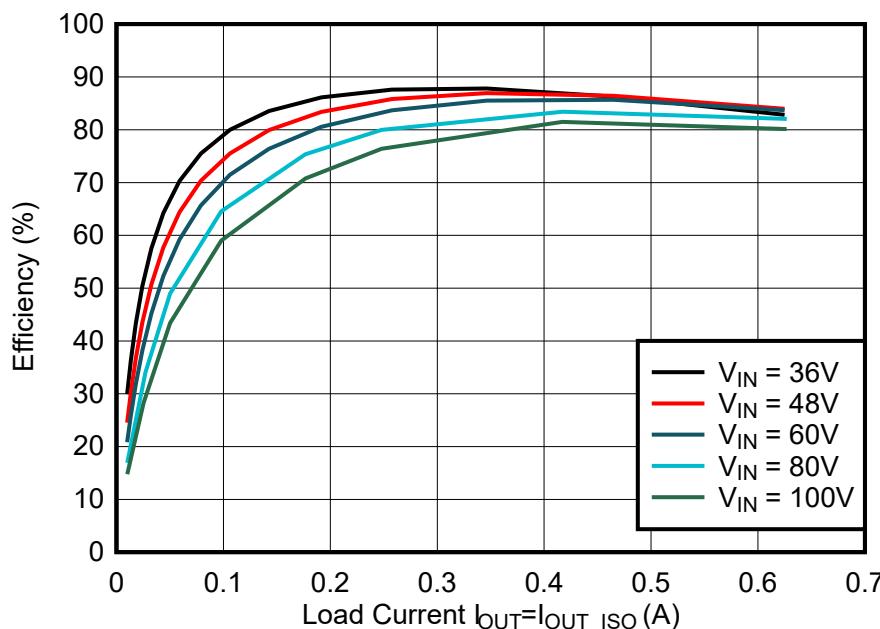


图 3-1. EVM 效率与负载和输入电压间的关系

3.1.2 输出电压调节

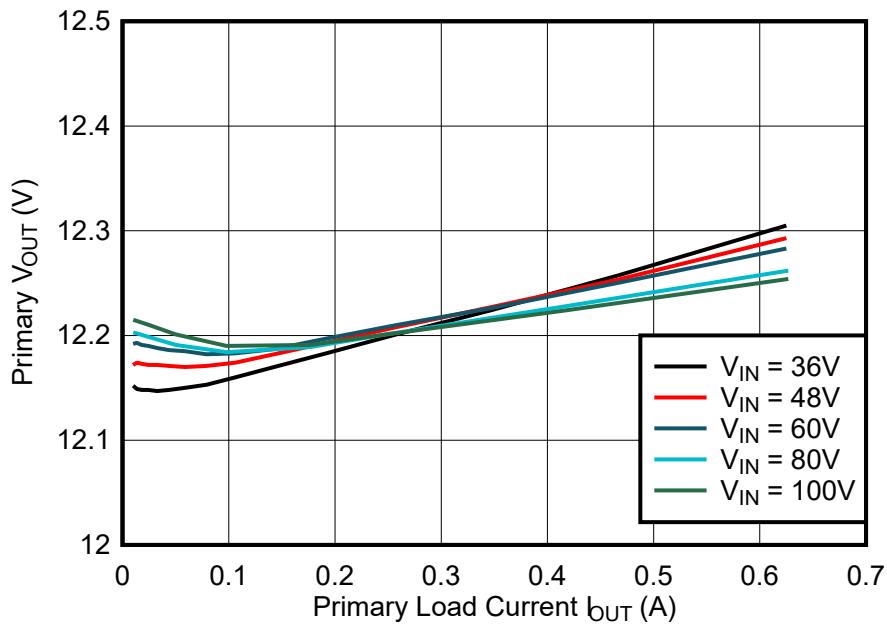


图 3-2. EVM 初级输出电压调节与负载和输入电压间的关系

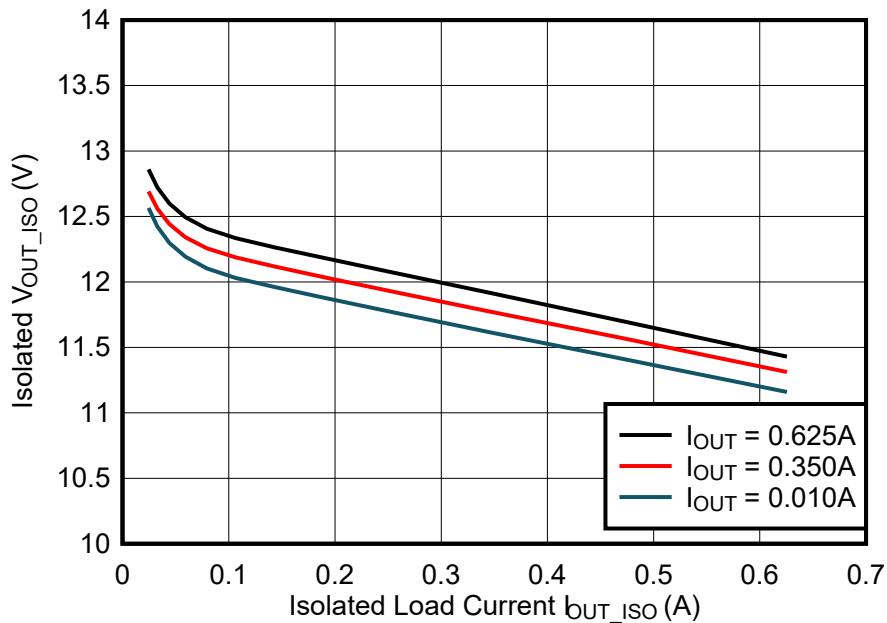


图 3-3. $V_{IN} = 48V$ 时，EVM 隔离输出电压调节与负载电流间的关系

3.1.3 工作波形

3.1.3.1 启动

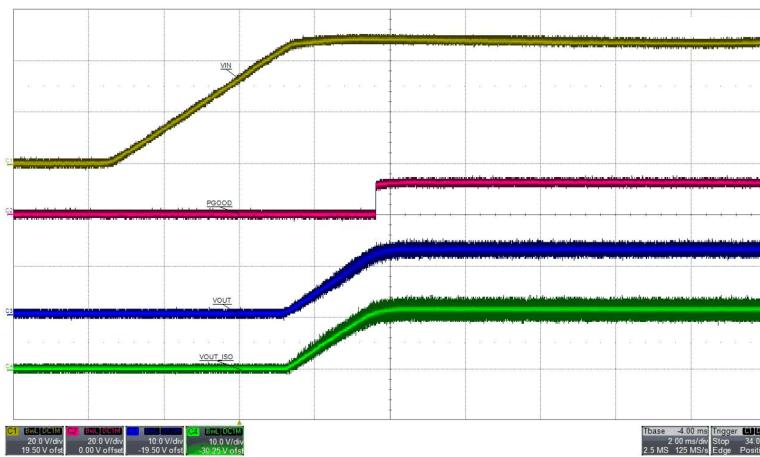


图 3-4. 满载条件下的典型上电 : $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.625A$

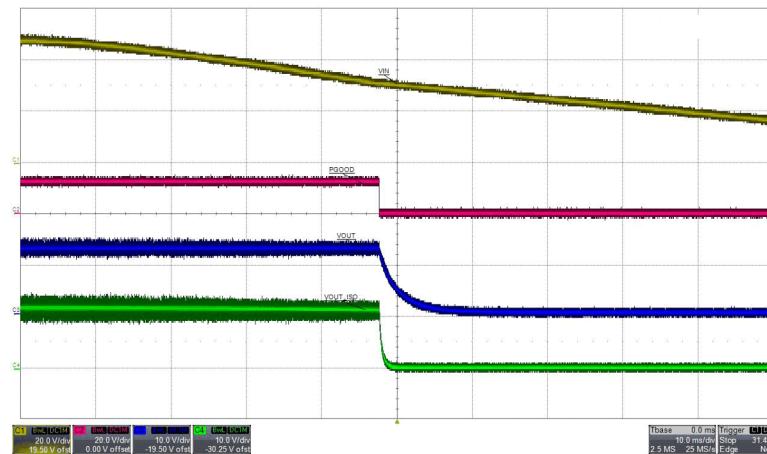


图 3-5. 满载条件下的典型断电 : $V_{IN} = 48V$ 至 $0V$, $I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.625A$

3.1.3.2 开关

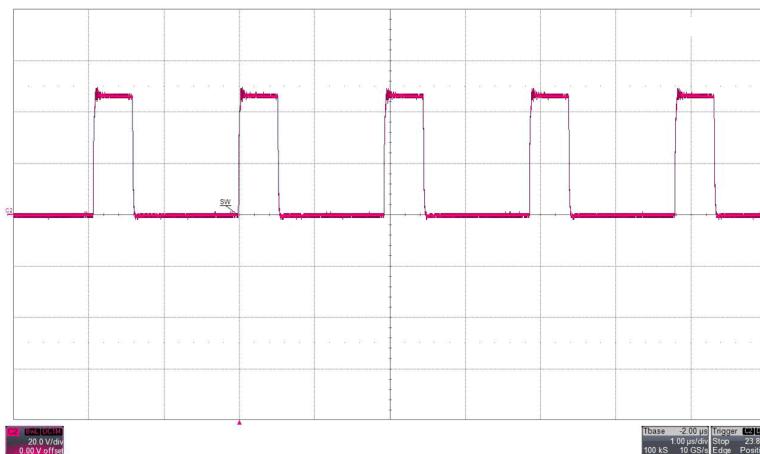


图 3-6. 典型开关波形 : $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.625A$

3.2 热性能

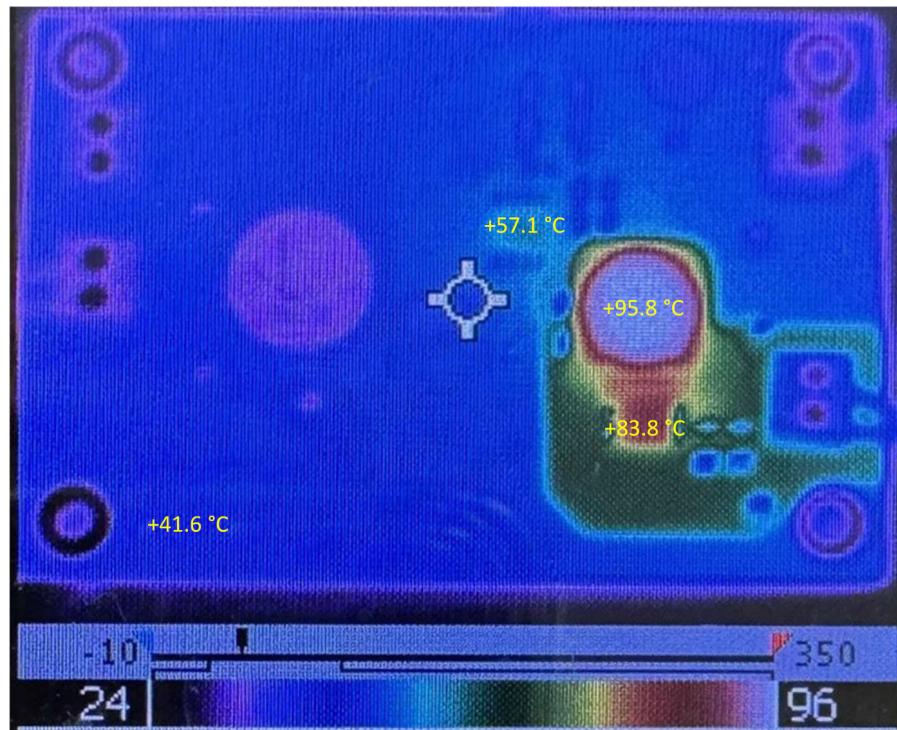


图 3-7. EVM 热像图 , $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.625A$ 。 $T_A = 25^{\circ}C$, 无气流

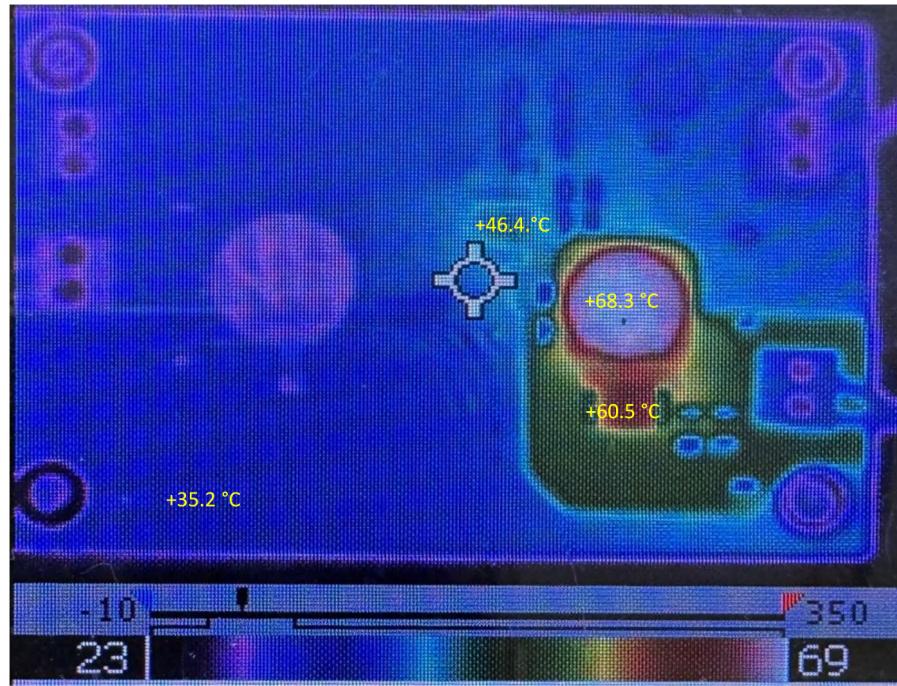
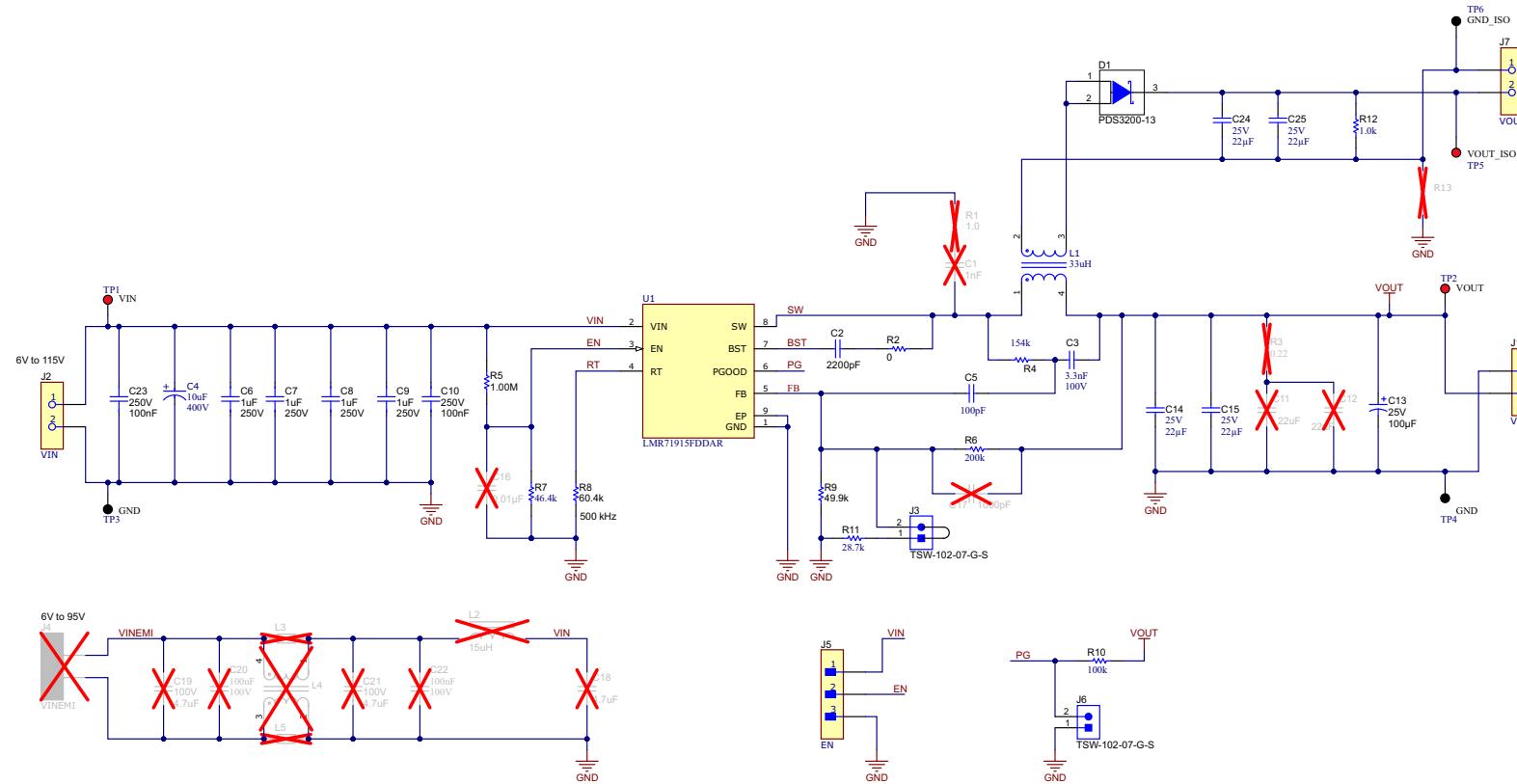


图 3-8. EVM 热像图 , $V_{IN} = 48V$, $I_{OUT} = I_{OUT_ISO} = 0.500A$ 。 $T_A = 25^{\circ}C$, 无气流

4 硬件设计文件

4.1 原理图

图 4-1 展示了该 EVM 的完整原理图。



4.2 PCB 布局

图 4-2 至图 4-7 展示了 EVM 的印刷电路板布局布线。

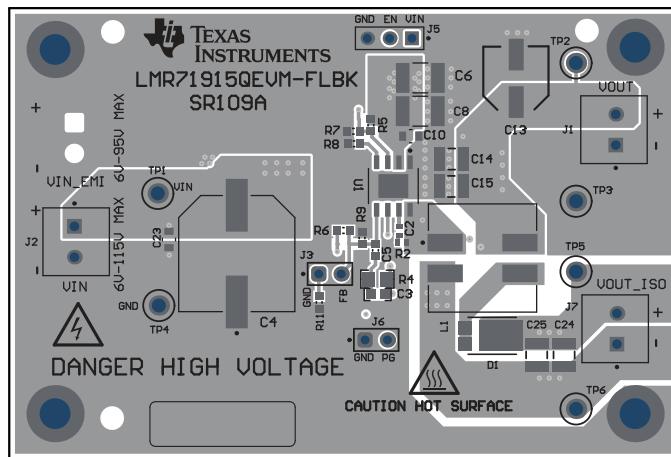


图 4-2. 顶层丝印 (顶视图)

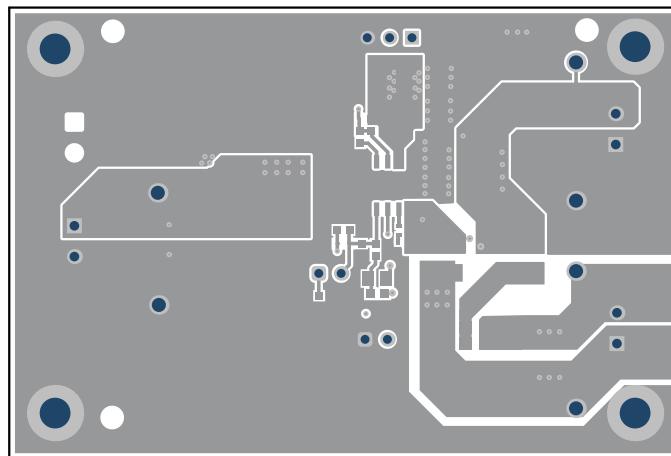


图 4-3. 顶层布局 (顶视图)

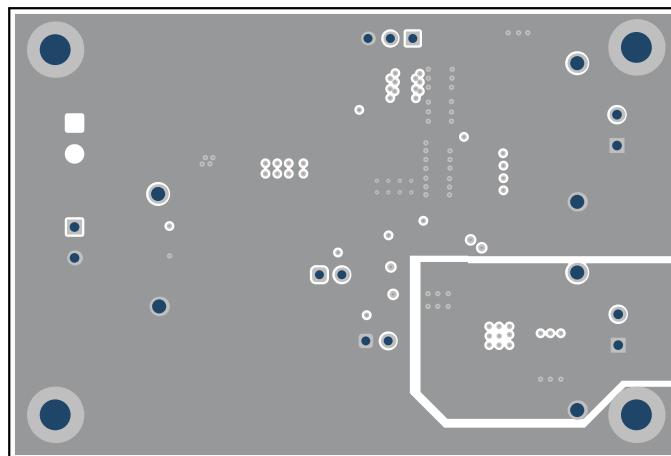


图 4-4. 中间层 1 布局 (顶视图)

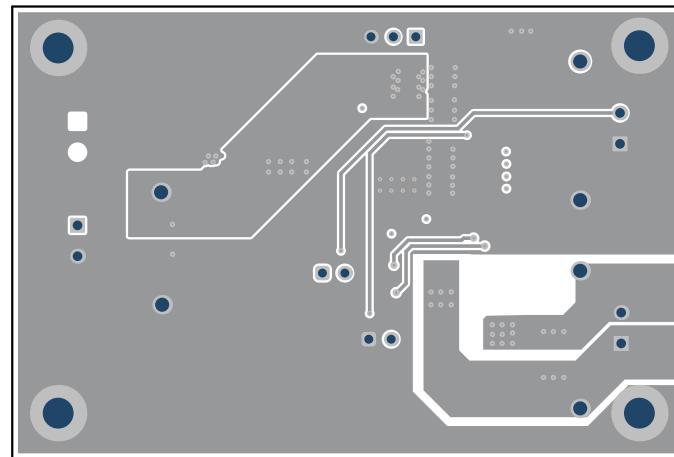


图 4-5. 中间层 2 布局 (顶视图)

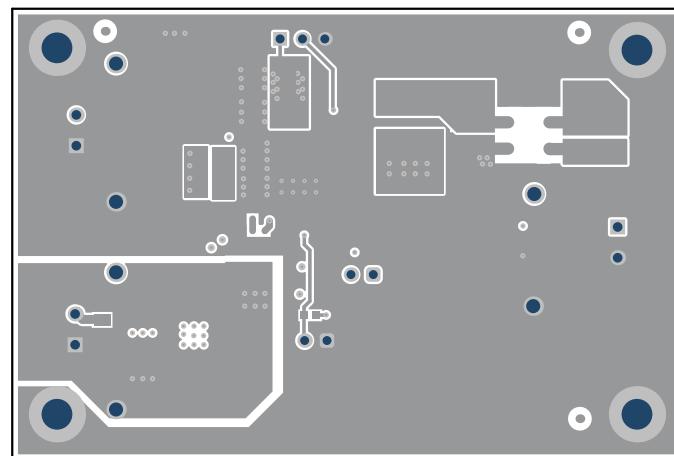


图 4-6. 底层布局 (底视图)

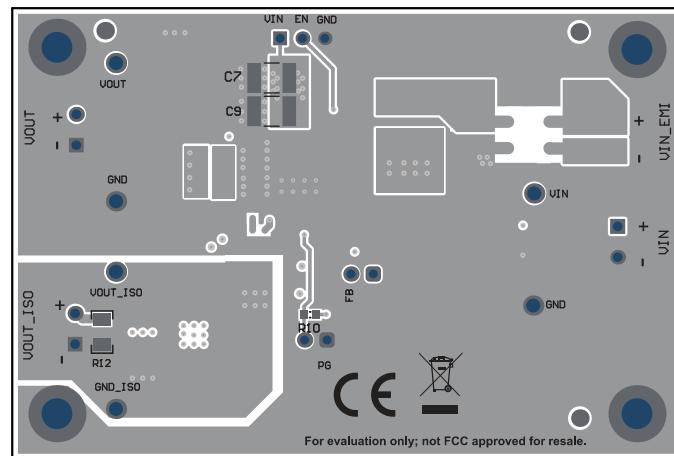


图 4-7. 底层丝印 (底视图)

4.3 物料清单 (BOM)

下表列出了 LMR71915EVM-FLBK 的物料清单 (BOM)。

表 4-1. 物料清单

指示符	数量	说明	器件型号	制造商
C2	1	电容, 陶瓷, 2200pF, 50V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402	GCM155R71H222KA37D	MuRata
C3	1	电容器, 陶瓷, 3300pF, 100V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	GCM188R72A332KA37D	MuRata
C4	1	电容, 铝制, 10μF, 400V, 20%, (12.5 X 13.5mm) 焊针式圆柱形, 92mA, 5000 小时, 105°C, 散装	400SGV10M12.5X13.5	Rubycon
C5	1	电容器, 陶瓷, 100pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 0 级, 0603	CGA3E2NP01H101J080AA	TDK
C6、C7、 C8、C9	4	1μF ±10% 250V 陶瓷电容器 X7R 1812 (公制 4532)	1812Y2500105KXTWS2	Knowles Syfer
C10、C23	2	0.1μF ±10% 250V 陶瓷电容器 X7T 0805 (公制 2012)	C2012X7T2E104K125AE	TDK
C13	1	电容, 铝制, 100μF, 25V, +/-20%, SMD	UWT1E101MCL1GS	Nichicon
C14、C15、 C24、C25	4	电容, 陶瓷, 22μF, 25V, +/- 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210	TMK325B7226KMHP	Taiyo Yuden
D1	1	二极管, 肖特基, 200V, 3A, PowerDI5	PDS3200-13	Diodes Inc.
L1	1	耦合电感器, 33μH, 20%, 100kHz, 12x12x6mm, SMT	ZF3233-AE	Coilcraft
		耦合电感器, 33μH, 3.9A, 0.087Ω, SMD	744873330	Wurth Elektronik
R2	1	电阻, 0, 5%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale
R4	1	电阻, 154k, 1%, 0.125W, AEC-Q200 0 级, 0805	ERJ-6ENF1543V	Panasonic
R5	1	电阻, 1.00M, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-071ML	Yageo
R6	1	电阻, 200k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603200KFKEA	Vishay-Dale
R7	1	电阻, 46.4k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0746K4L	Yageo
R8	1	电阻, 60.4k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0760K4L	Yageo
R9	1	电阻, 49.9k, 0.1%, 0.1W, 0603	RG1608P-4992-B-T5	Susumu Co Ltd
R10	1	电阻, 100k, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
R11	1	电阻, 28.7k, 1%, 0.1W, 0603	电阻, 28.7k, 1%, 0.1W, 0603	Yageo
R12	1	电阻, 1.0k, 5%, 0.25W, AEC-Q200 0 级, 1206	CRCW12061K00JNEA	Vishay-Dale
U1	1	具有 Fly-Buck 转换器功能的 1.5A、115V 降压转换器, HSOIC-8	LMR71915FDDAR	德州仪器 (TI)

5 合规信息

5.1 合规性和认证

[LMR71915EVM-FLBK 欧盟关于限制有害物质 \(RoHS\) 使用的符合性声明 \(DoC\) 证书](#)

6 其他信息

6.1 商标

Fly-Buck™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

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出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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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

版权所有 © 2025, 德州仪器 (TI) 公司