

EVM User's Guide: LMR60410QEVM

LMR60410-Q1 评估模块



说明

LMR60410-Q1 是一款采用同步整流实现小尺寸、高转换效率的 36V、1A 直流/直流降压转换器。该 EVM 在 8V 至 36V 的宽输入电压范围内工作，能够在高达 1A 负载下以 2.2MHz 开关频率提供 3.3V 稳压输出。LMR60410QEVM 可以支持优于 1% 的输出电压调节精度，并可以使用外部电阻分压器调节输出电压设定点。

开始使用

1. 点击[此处](#)订购 EVM。
2. 按照用户指南说明准备工作台设置。
3. 按照建议的步骤为 EVM 上电。
4. 运行测试和测量。注意元件温度可能较高。

特性

- 输入电压范围：8V 至 36V
- 输出电压：3.3V
- 负载电流：0A 至 1A
- 开关频率：2.2MHz
- 可调输出电压
- 外部同步功能
- 内部展频功能
- 轻负载时可选脉冲频率调制或强制脉宽调制
- 通过替换某些元件来支持 IC 的其他型号

应用

- 高级驾驶辅助系统 (ADAS)
- 车身电子装置和照明
- 信息娱乐系统与仪表组



LMR60410QEVM

1 评估模块概述

1.1 引言

德州仪器 (TI) LMR60410QEVM 评估模块可帮助设计人员评估 LMR604x0-Q1 宽输入降压稳压器的运行情况和性能。LMR60410-Q1 是一款易于使用的同步直流/直流降压转换器，能够通过 3V 至 36V 的输入电压提供高达 A 的负载电流。LMR60410QEVM 具有 3.3V 的输出电压和 2.2MHz (可支持高达 4A 的负载) 的开关频率。

LMR60406、LMR60410、LMR60406-Q1 和 LMR60410-Q1 采用具有预编程设置的 9 引脚 RAK WQFN 封装，可减少元件数量并实现高密度设计。LMR60410QEVM 配备了 LMR604103SRAKRQ1 型号，后者允许以固定的 2.2MHz 开关频率提供可调节输出电压、外部同步和展频选项。有关该器件所有四种型号的详细信息，请参阅上述器件数据表。该 EVM 使用 LMR60410 并具有以下特性：

- 宽输入电压范围
- 宽占空比范围
- 集成了高侧和低侧功率 MOSFET
- 逐周期过流保护
- 内部环路补偿
- 专为满足低电磁干扰 (EMI) 要求而设计

1.2 套件内容

包装中包含：

1. LMR60410-Q1 评估模块 (LMR60410QEVM) (包含 LMR604103SRAKRQ1)
2. EVM 免责声明自述文件

1.3 规格

下表对 LMR60410QEVM 性能进行了汇总。由于测试设置存在差异，因此预计会与列出的测量值存在偏差。

规格		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}	输入电压		8	12	36	V
V _{OUT}	输出电压	V _{IN} = 12.0V	3.29	3.3		V
F _{SW}	开关频率			2.2		MHz
I _{OUT}	输出电流范围		0		1	A
峰值效率		I _{OUT} = 1A , V _{IN} = 12.0V		88.2		%

1.4 器件信息

表 1-1. 器件和封装配置

EVM	U1	频率	展频	电流	引脚 1 修整
LMR60410QEVM	LMR604103SRAKRQ1	2.2MHz	启用	1A	可调输出电压和模式选择

2 硬件

2.1 EVM 设置

本节对 EVM 上的测试点和连接器进行了说明，并说明了如何正确地连接、设置和使用 LMR60410QEVM。

该 EVM 使用包括 MODE/SYNC 功能的 LMR60410-Q1 转换器。这意味着，当此引脚连接到 GND 时，器件可以在脉冲频率调制 (PFM) 轻负载模式下运行。TI 观察到，当器件在 PFM 轻负载模式下运行时，如果输入电压接近输出电压，会出现额外的输出电压纹波。为了获得更高的性能，TI 建议将 EVM 配置为在强制脉宽调制 (FPWM) 模式下运行。要使用 FPWM 轻负载工作模式，请拆下电阻器 R8 并组装电阻器 R6。

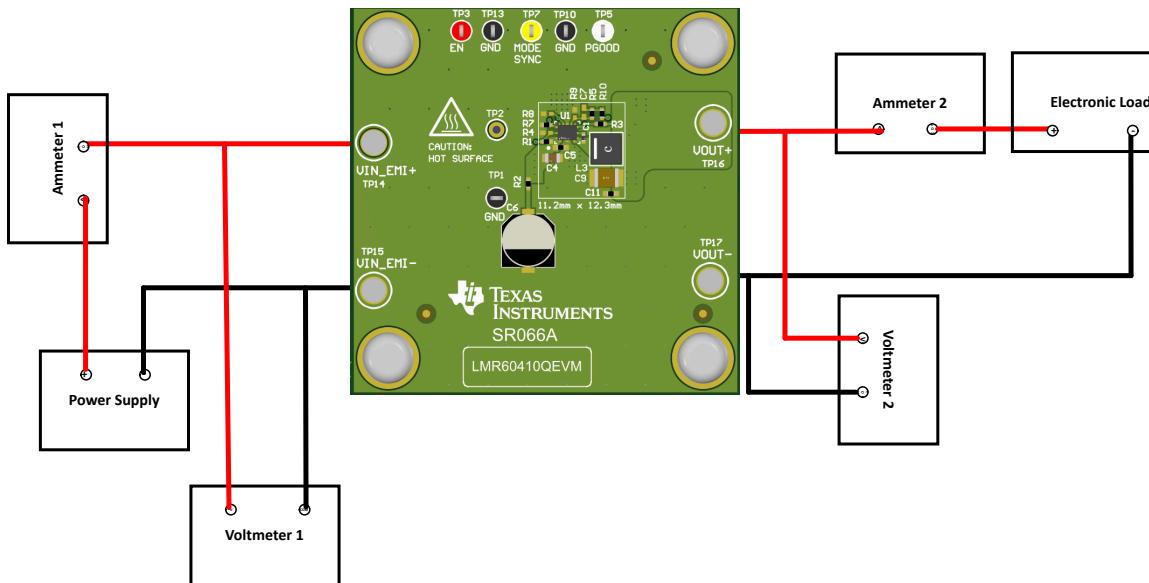


图 2-1. EVM 板连接

除 EVM 板之外，测试设置还包括以下仪器。

- **电源：**输入直流电压源必须能够提供 36V 电压和 1A 电流。
- **负载：**负载必须是电子恒流 (CC) 或恒阻 (CR) 模式负载，能够在 3.3V 电压下支持 1A 的负载电流。执行空载输入电流测试时，请断开电子负载。
- **万用表：**
 - 电压表 1：在 VIN+ (TP14) 和 VIN- (TP15) 处测量输入电压
 - 电压表 2：在 VOUT (TP16) 和 VOUT- (TP17) 处测量输出电压
 - 电流表 1：测量输入电流。
 - 电流表 2：测量输出电流。
- **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置在输出电容器的正极端子上，接地引线放置在输出电容器的负极端子上。TI 不建议使用长引线接地，因为该连接会因接地回路很大而引起额外的噪声。若要测量其他波形，请在必要时调整示波器。

2.1.1 快速入门

1. 在 VIN+ 和 VIN- 测试点之间连接电压电源。
2. 在 VOUT 和 GND 测试点之间连接负载。
3. 将电源电压设置在 8V 至 36V 之间的适当电平。将电源的电流限制设置为适当的电平。
4. 打开电源。在默认配置下，EVM 启动并提供 $V_{OUT} = 3.3V$ 。
5. 监控输出电压。对于 LMR60410-Q1 器件，负载电流必须为 1A 或更小。

2.1.2 测试点

电路板顶部上的测试点用于连接 EVM 的输入和输出。有关测试点的说明，请参阅下表。

表 2-1. EVM 测试点

测试点	信号	说明
TP14	VIN_EMI+	EVM 的输入电源，包括一个 EMI 滤波器。连接至合适的输入电源。在此点连接以进行传导 EMI 测试。
TP15	VIN_EMI -	输入电源的接地连接
TP3	EN	此测试点从 IC 连接到 EN 引脚。
TP5	PGOOD	此测试点从 IC 连接到 PGOOD 引脚。该测试点是 PGOOD 引脚的开漏输出。通过使用电阻器 R3，PGOOD 引脚可以通过上拉电阻器连接到 VOUT 或保持开路。
TP7	MODE/SYNC	此测试点从 IC 连接到 MODE/SYNC 引脚。此测试点通过 R8 连接到 GND。
TP10、TP11	GND	此测试点连接到 GND。
TP16	VOUT+	到 EVM 的输出电压。
TP17	VOUT -	负载的接地连接。

3 实现结果

3.1 性能数据和结果

实际性能数据可能会受到测量技术和环境变量的影响。这些曲线仅供参考，并可能与实际现场测量结果有所不同。除非另有说明，否则 $V_{in} = 12.0V$ 、 $V_{out} = 3.3V$ 且 $F_{sw} = 2.2MHz$ 。

3.1.1 效率、负载调整和压降

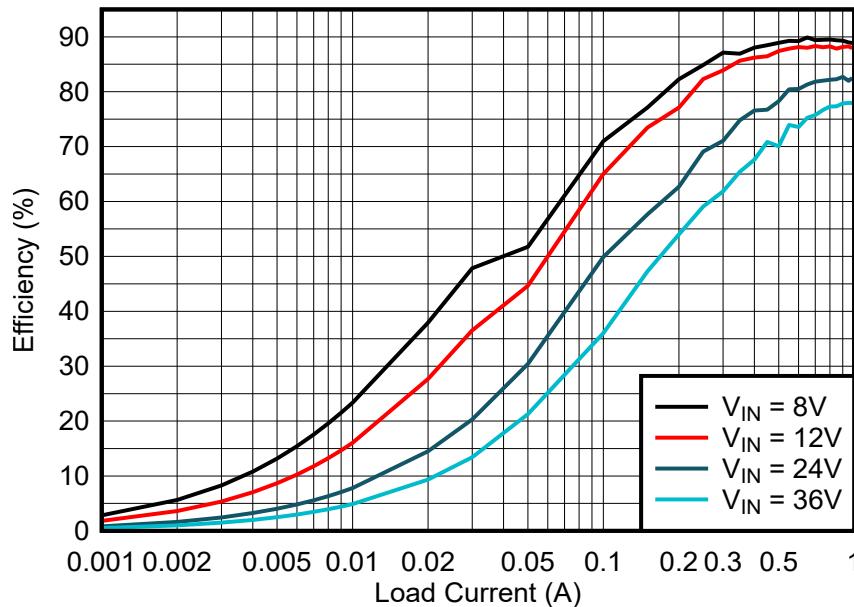


图 3-1. 转换效率 (2.1MHz)

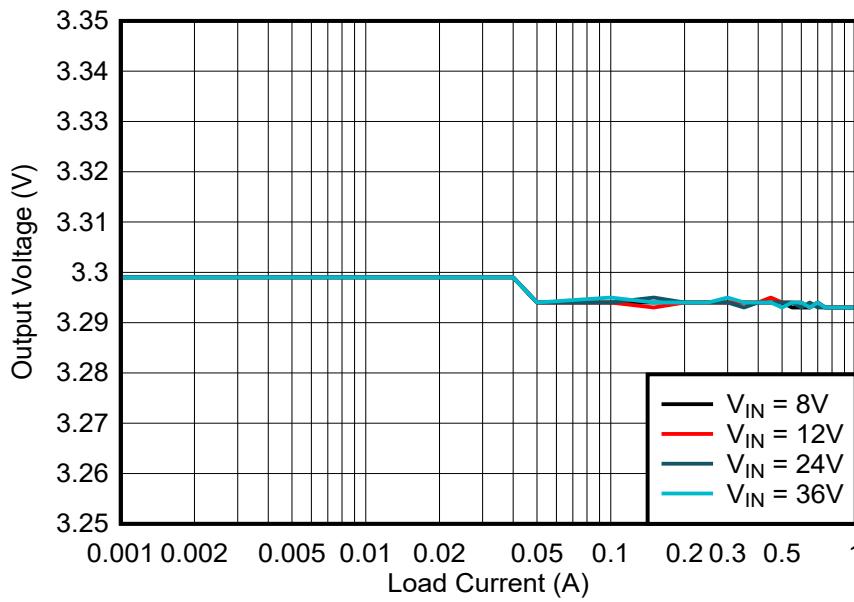


图 3-2. 输出电压调节

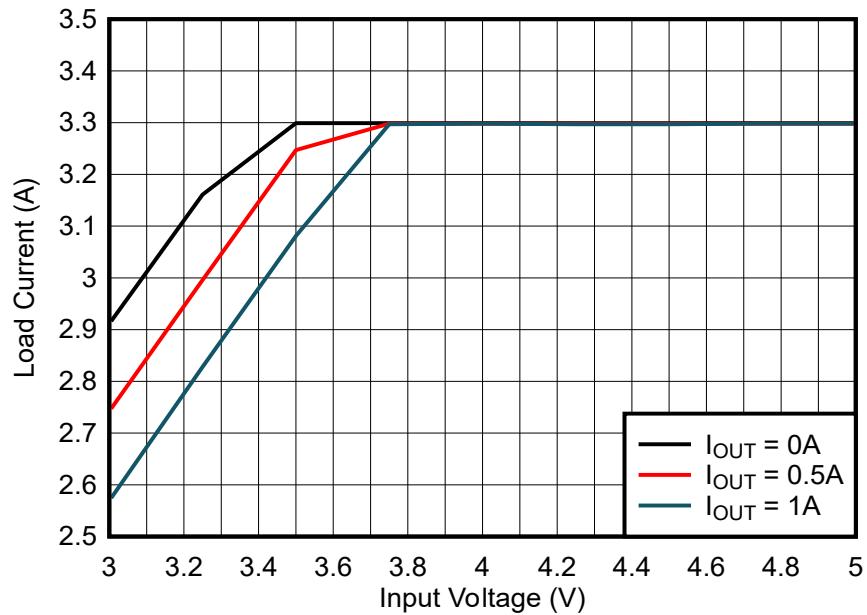
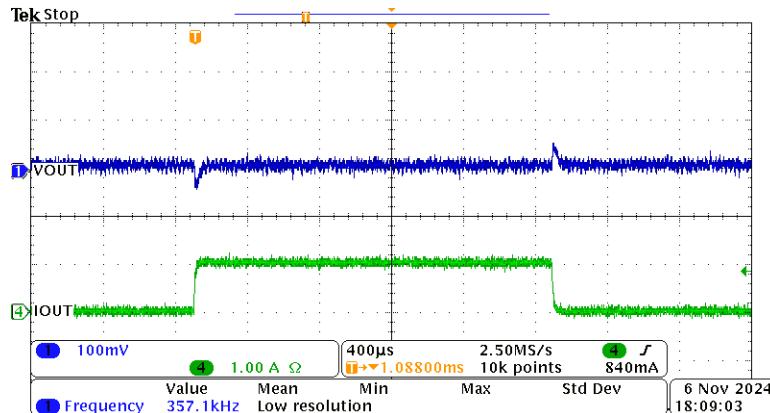
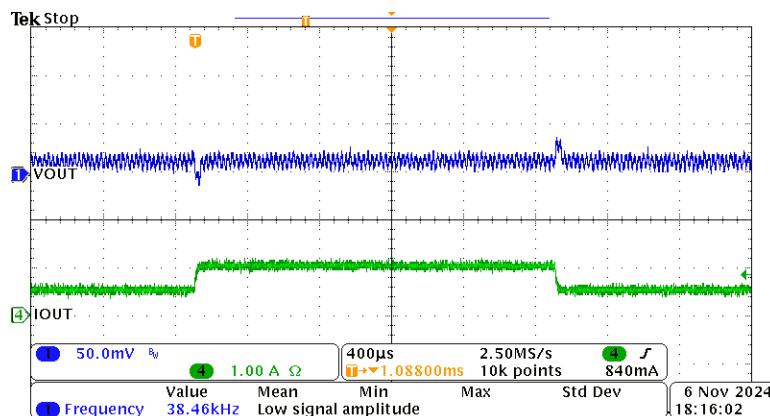


图 3-3. 压降性能曲线

3.1.2 负载瞬态

图 3-4. 负载瞬态， $I_{OUT} = 0A$ 至 $1A$ 图 3-5. 负载瞬态， $I_{OUT} = 0.5A$ 至 $1A$

3.1.3 启动和关断

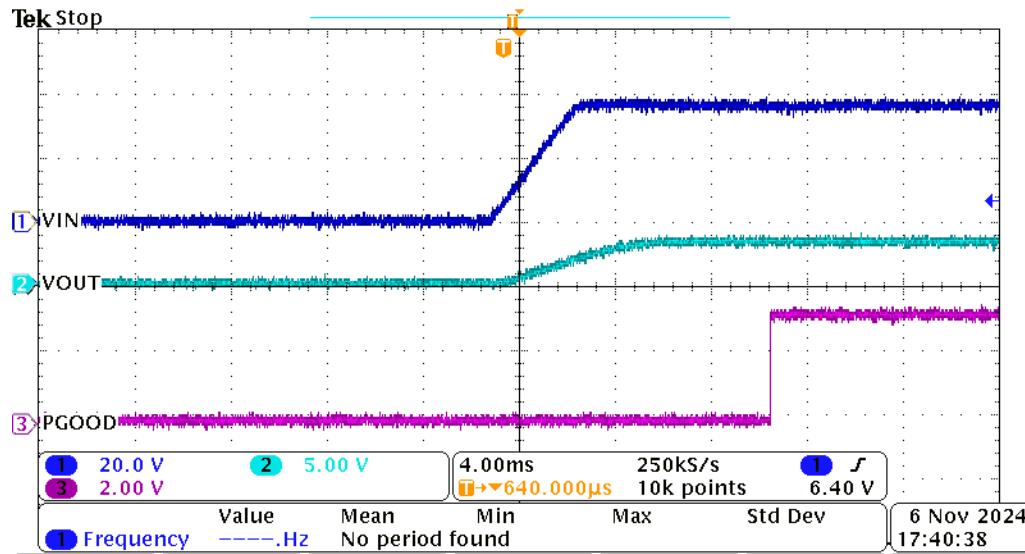


图 3-6. 启动, $I_{OUT} = 1A$

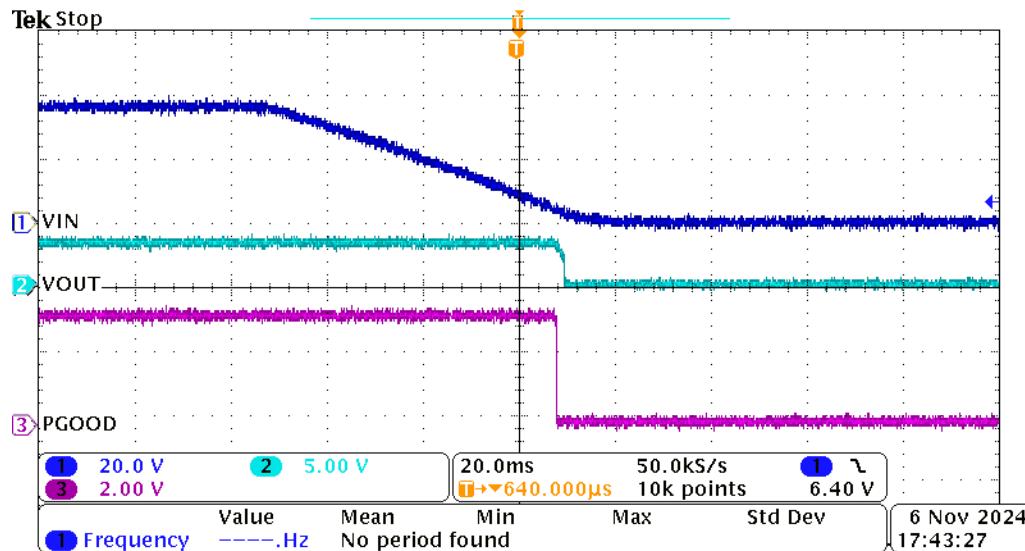


图 3-7. 关断, $I_{OUT} = 1A$

3.1.4 断续模式保护

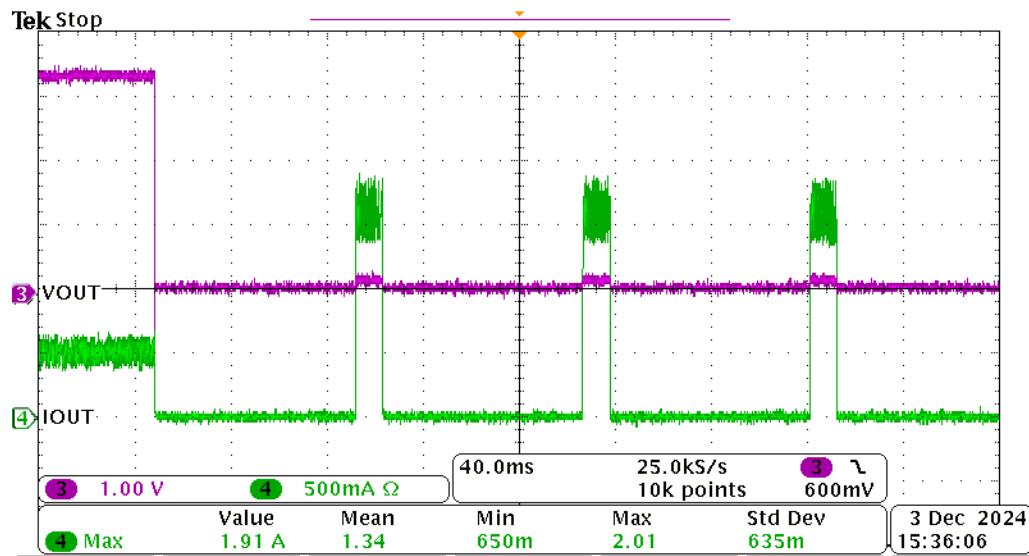


图 3-8. 应用短路

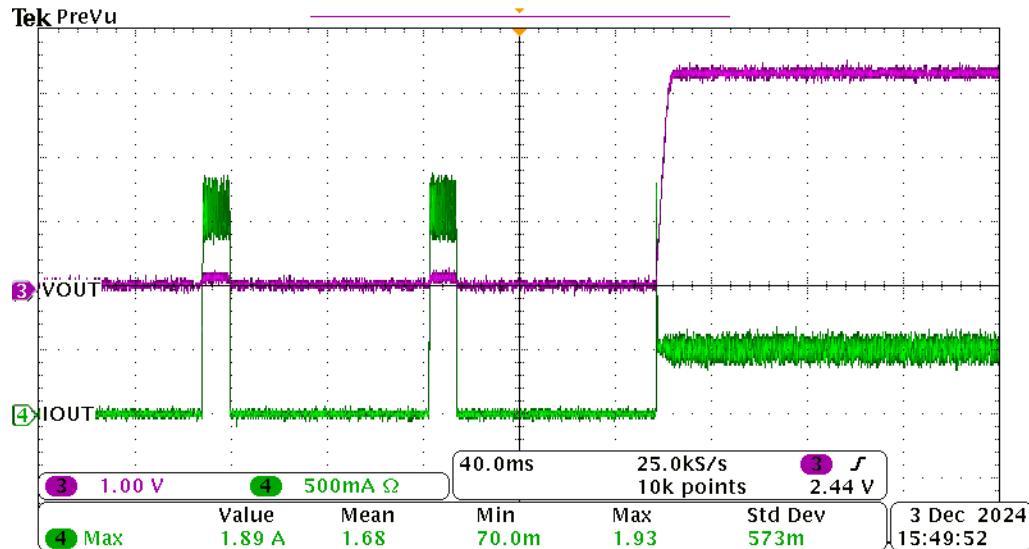


图 3-9. 短路恢复

3.1.5 热性能

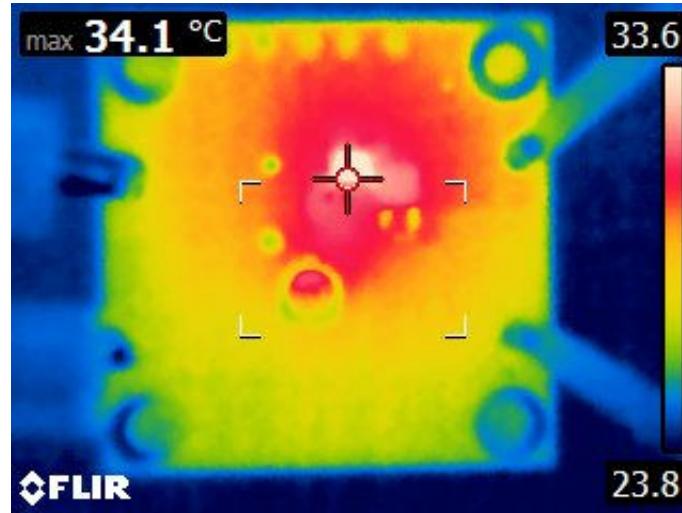


图 3-10. 稳态性能 , $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 1A$

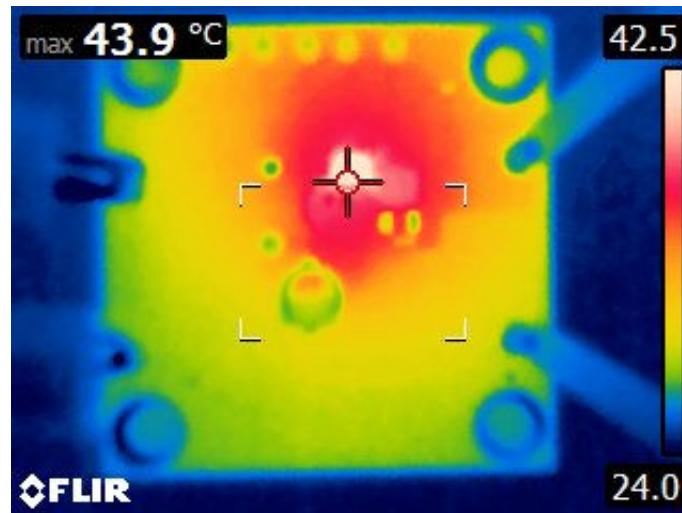


图 3-11. 稳态性能 , $V_{IN} = 36V$, $I_{OUT} = 1A$

3.1.6 CISPR25 5类

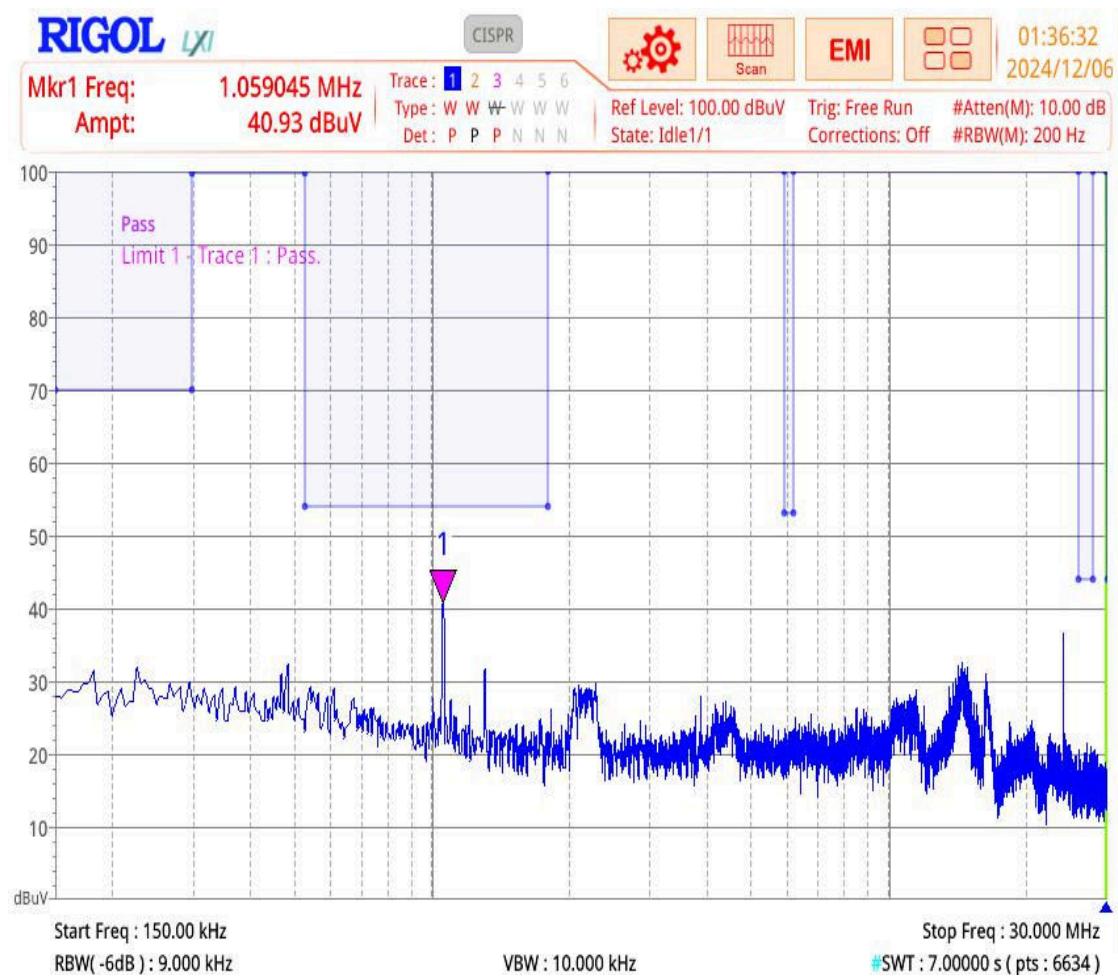


图 3-12. 稳态性能 , $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 1A$

4 硬件设计文件

4.1 原理图

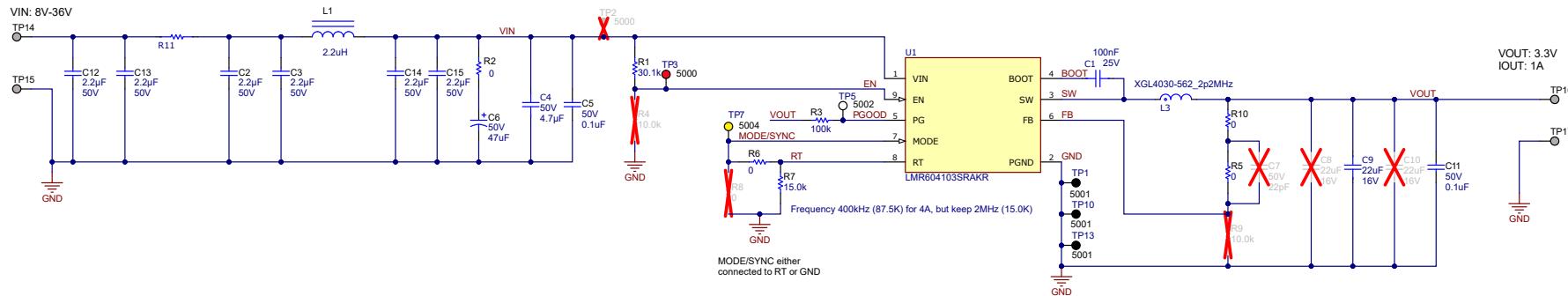


图 4-1. LMR60410QEV 原理图

4.2 电路板布局布线

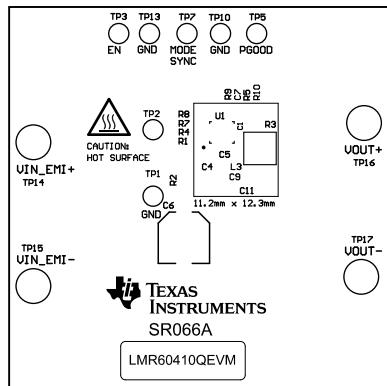


图 4-2. EVM 顶部覆盖层

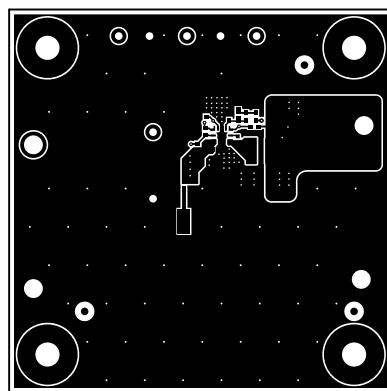


图 4-3. EVM 顶部铜层

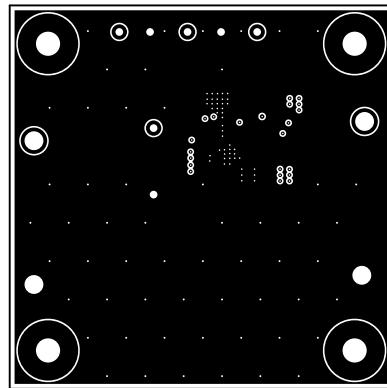


图 4-4. EVM 中层一

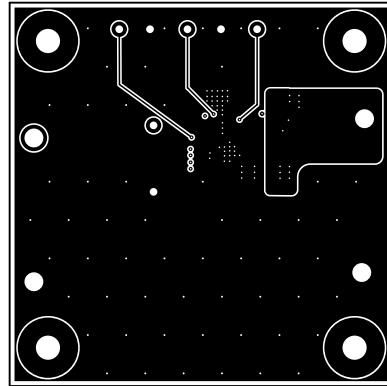


图 4-5. EVM 中层二

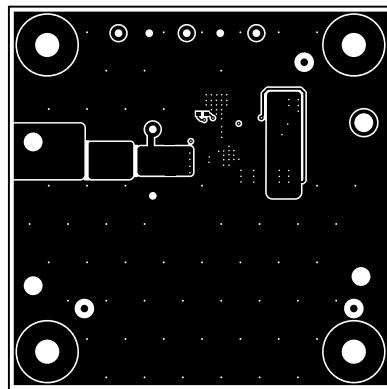


图 4-6. EVM 底部铜层

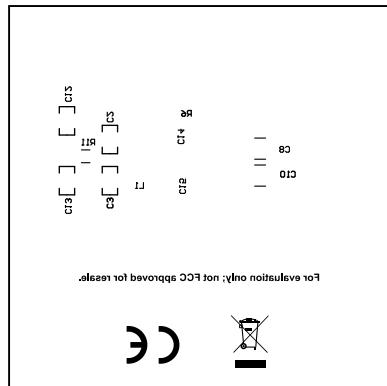


图 4-7. EVM 底部覆盖层

4.3 物料清单

表 4-1. 物料清单

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
!PCB1	1		印刷电路板	SR066	不限
C1	1	100nF	0.1μF ±10% 25V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005)	CS0402KRX7R8BB104	Yageo
C2、C3、C12、C13、 C14、C15	6	2.2μF	电容 , 陶瓷 , 2.2μF , 50V , ±10% , X7R , AEC-Q200 1 级 , 0805	CGA4J3X7R1H225K125AB	TDK
C4	1	4.7μF	4.7μF ±10% 50V 陶瓷电容器 X7R 0805 (公制 2012)	C2012X7R1H475K125AC	TDK
C5、C11	2	0.1 μ F	电容 , 陶瓷 , 0.1uF , 50V , +/- 10% , X7R , AEC-Q200 1 级 , 0402	GCM155R71H104KE02D	MuRata
C6	1	47μF	电容 , 铝制 , 47uF , 50V , +/-20% , 0.68 Ω , AEC-Q200 2 级 , SMD	EEEFT1H470AP	Panasonic
C9		22μF	电容 , 陶瓷 , 22uF , 16V , X7R , 20% , 焊盘 SMD , 1210 , +125°C , 汽车 T/R	CGA6P1X7R1C226M250AC	TDK
FID1、FID2、FID3、 FID4、FID5、FID6	6		基准标记。没有需要购买或安装的元件。		
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
L1	1	2.2μH	电感 , 屏蔽 , 复合 , 2.2uH , 5.5A , 0.0362 Ω , AEC-Q200 1 级 , SMD	XEL4020-222MEB	Coilcraft
L3	1	5.6μH	5.6μH 屏蔽式电感器 , 5.5A , 34.7mΩ , 最大值 1616 (公制 4040)	XGL4030-562MEC	Coilcraft
R1	1	30.1k	电阻 , 30.1k , 1% , 0.063W , AEC-Q200 0 级 , 0402	CRCW040230K1FKED	Vishay-Dale
R2、R5、R6、R10	4	0	电阻 , 0 , 5% , 0.063W , 0402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R3	1	100k	电阻 , 100k , 5% , 0.063W , AEC-Q200 0 级 , 0402	CRCW0402100KJNED	Vishay-Dale
R7	1	15.0k	电阻 , 15.0k , 1% , 0.063W , AEC-Q200 0 级 , 0402	CRCW040215K0FKED	Vishay-Dale
R11	1	0	0 Ω 跳线 , 0.5W , 1/2W 片上电阻 1206 (公制 3216) - 金属元件	5108	Keystone
TP1、TP10、TP13	3		测试点 , 微型 , 黑色 , TH	5001	Keystone Electronics
TP3	1		测试点 , 微型 , 红色 , TH	5000	Keystone Electronics
TP5	1		测试点 , 微型 , 白色 , TH	5002	Keystone Electronics
TP7	1		测试点 , 微型 , 黄色 , TH	5004	Keystone Electronics
TP14、TP15、TP16、 TP17	4		引脚 , 双转塔 , TH	1502-2	Keystone
U1	1		3V 至 36V 宽 VIN 同步降压转换器 , WQFN-HR9	LMR604103SRAKR	德州仪器 (TI)

表 4-1. 物料清单 (续)

位号	数量	值	说明	器件型号	制造商
C7	0	22pF	电容, 陶瓷, 22pF, 50V, +/-5%, C0G/NP0, AEC-Q200 1 级, 0402	CGA2B2C0G1H220J050BA	TDK
C8、C10	0	22μF	电容, 陶瓷, 22uF, 16V, X7R, 20%, 焊盘 SMD, 1210, +125°C, 汽车 T/R	CGA6P1X7R1C226M250AC	TDK
LBL1	0		热转印打印标签, 0.650" (宽) x 0.200" (高) - 10,000/卷	THT-14-423-10	Brady
R4	0	10.0k	电阻, 10.0k, 1%, 0.063W, AEC-Q200 0 级, 0402	AC0402FR-0710KL	Yageo America
R8	0	0	电阻, 0, 5%, 0.063W, 0402	RC0402JR-070RL	Yageo America
R9	0	10.0k	电阻, 10.0k, 0.1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0402	MCS0402MD1002BE100	Vishay/Beyschlag
TP2	0		测试点, 微型, 红色, TH	5000	Keystone Electronics

5 其他信息

5.1 商标

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