

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

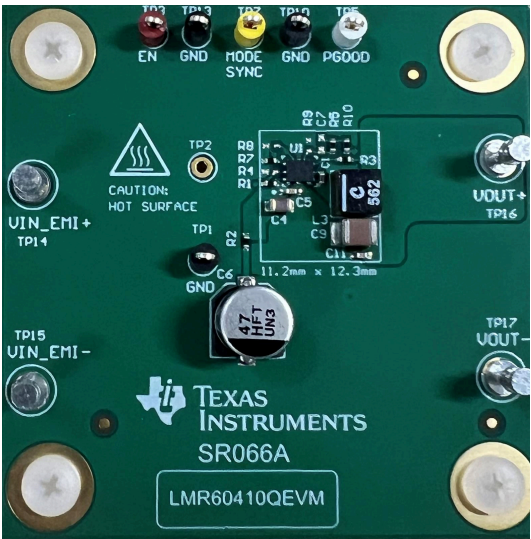
1. 点击[此处](#)订购 EVM。
2. 按照用户指南说明准备工作台设置。
3. 按照建议的步骤为 EVM 上电。
4. 运行测试和测量。注意元件温度可能较高。

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 |

2.1.1 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

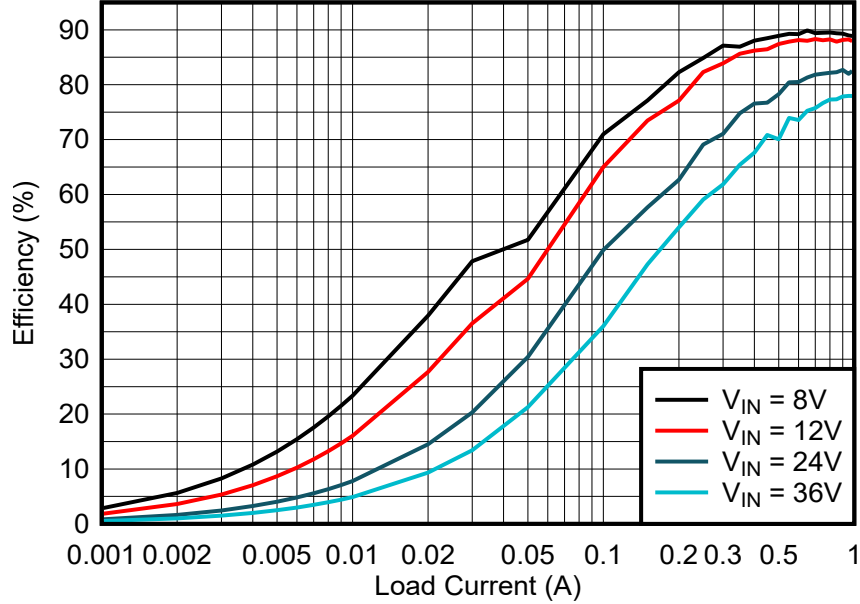


图 3-1. 转换效率 (2.1MHz)

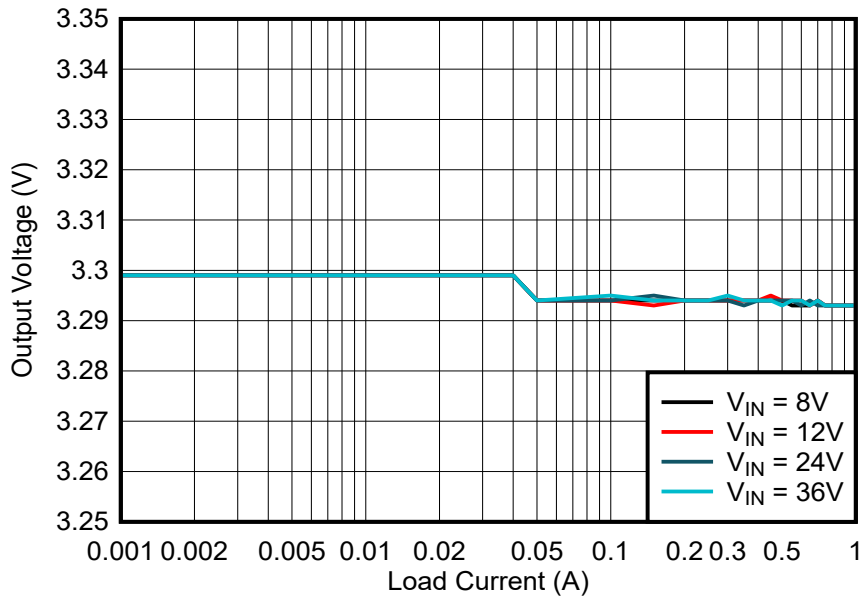


图 3-2. 输出电压调节

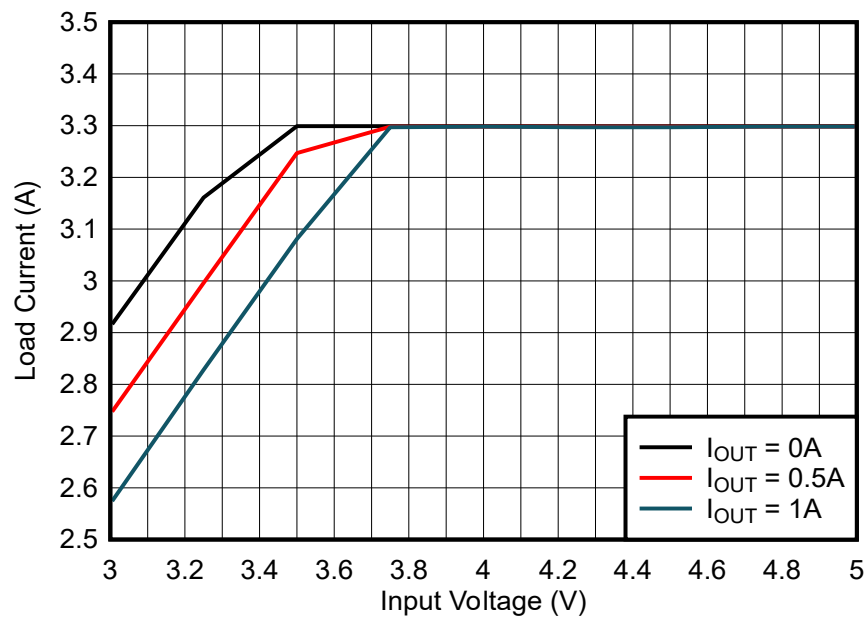
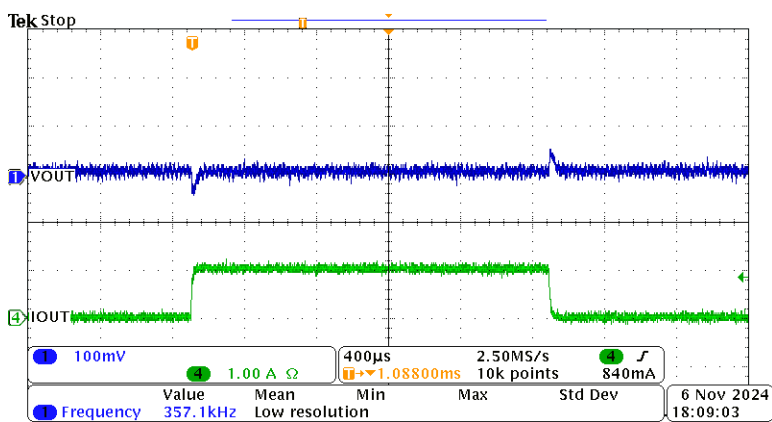
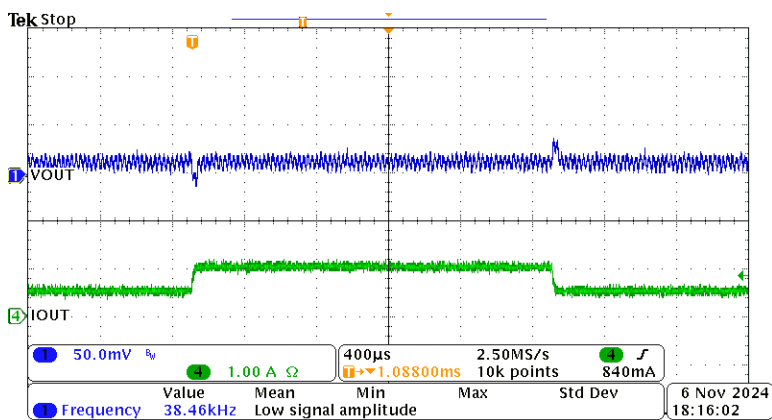


图 3-3. 压降性能曲线

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

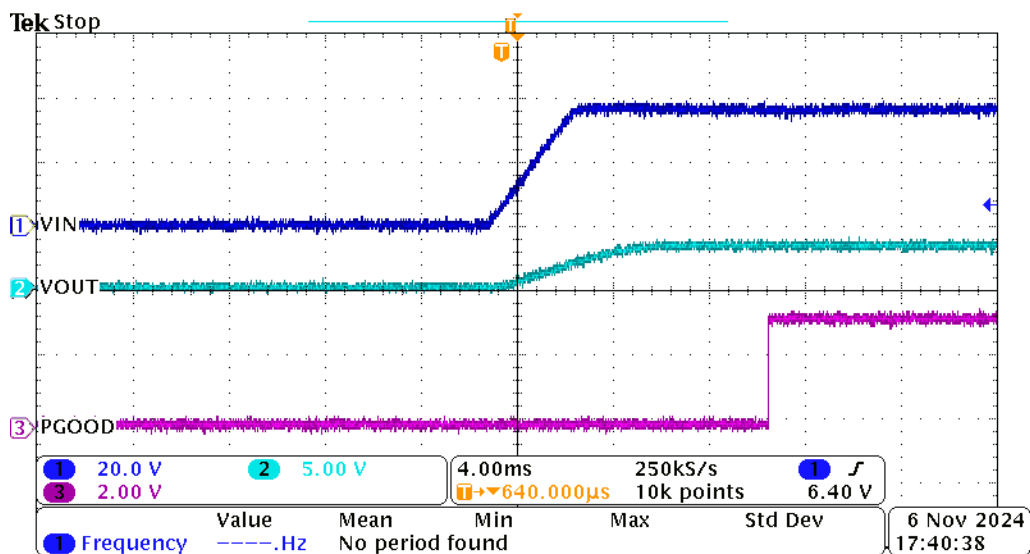


图 3-6. 启动, $I_{OUT} = 1A$

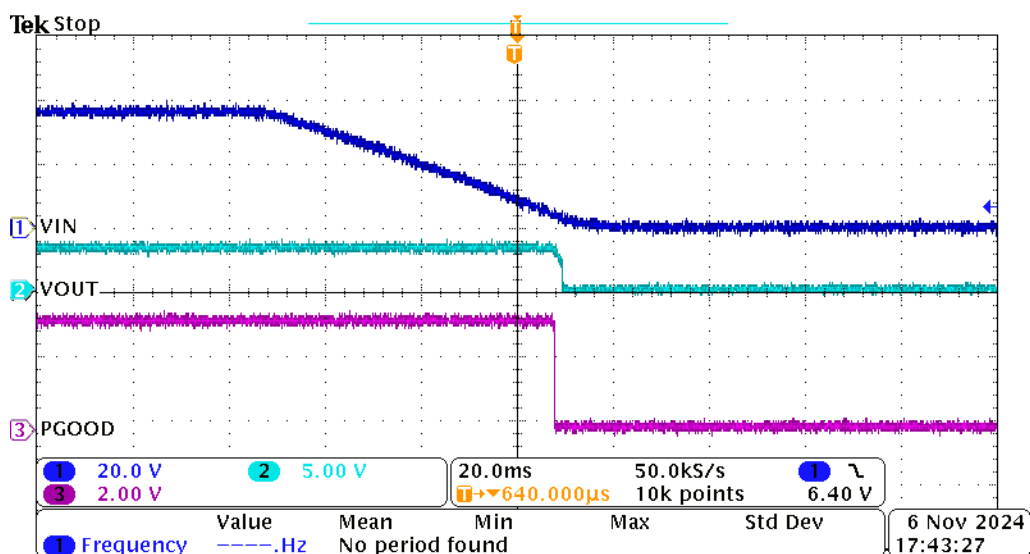


图 3-7. 关断, $I_{OUT} = 1A$

3.1.4 断续模式保护

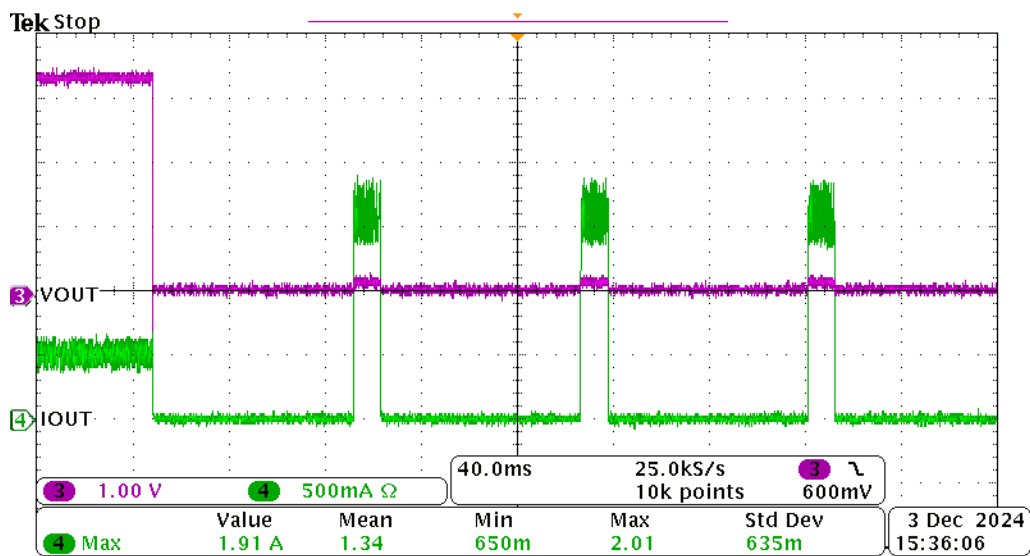


图 3-8. 应用短路

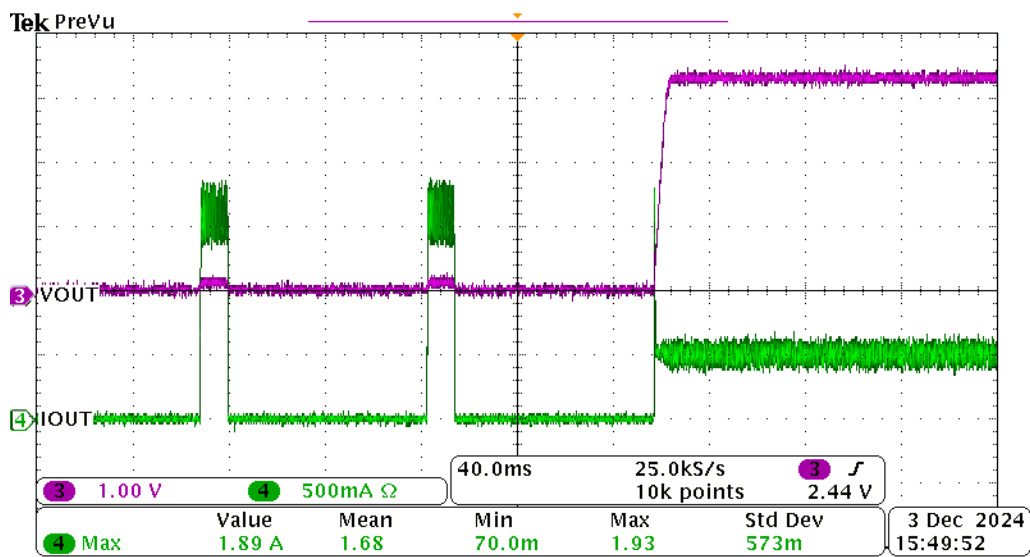


图 3-9. 短路恢复

3.1.5 热性能

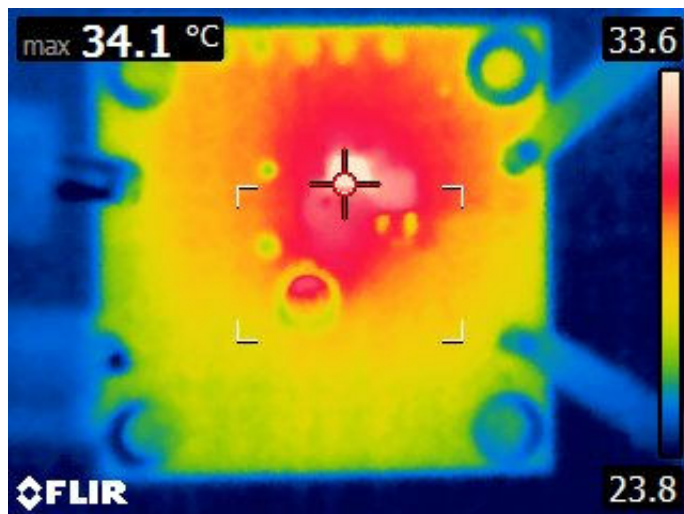


图 3-10. 稳态性能, $V_{IN} = 12V$, $I_{OUT} = 1A$

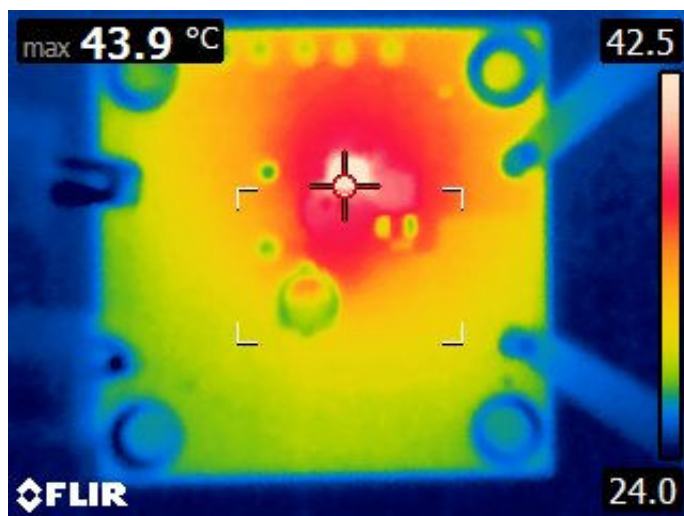
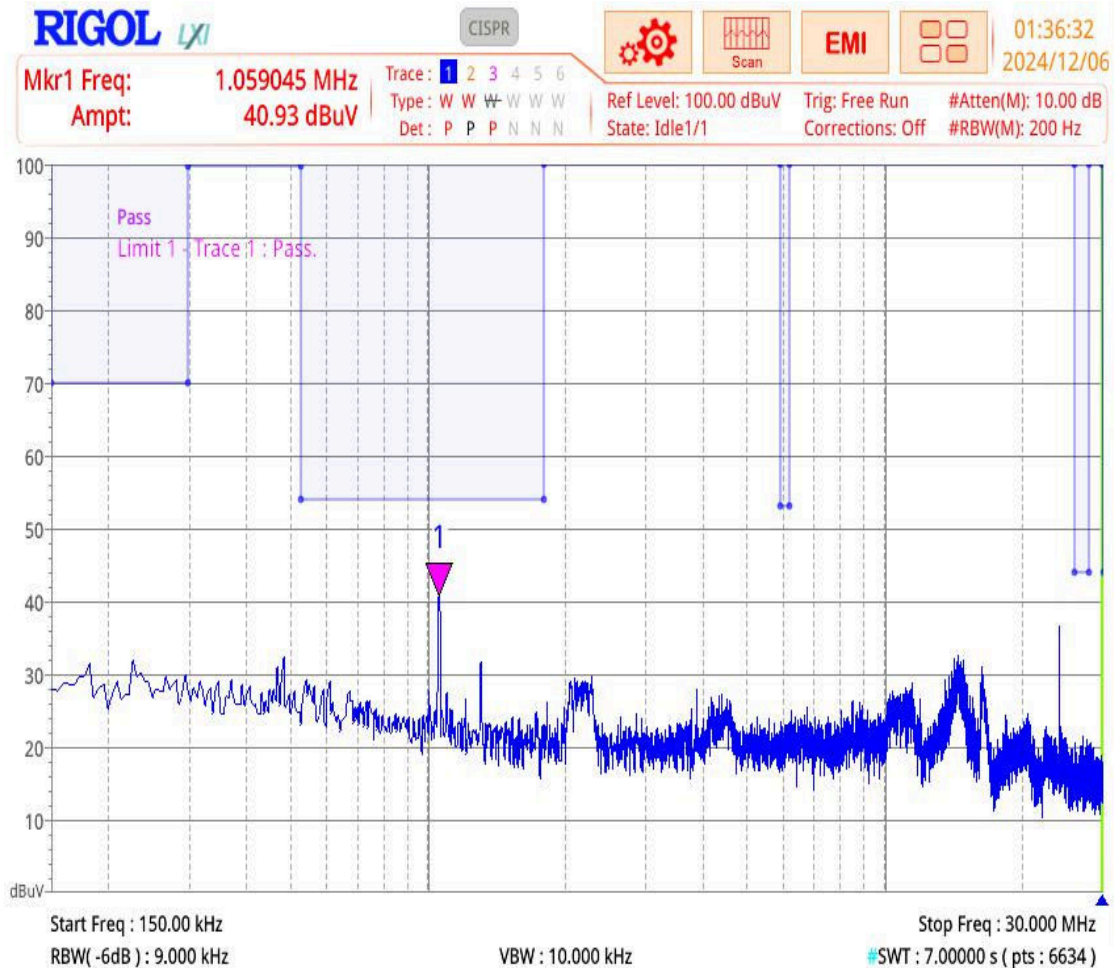


图 3-11. 稳态性能, $V_{IN} = 36V$, $I_{OUT} = 1A$

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

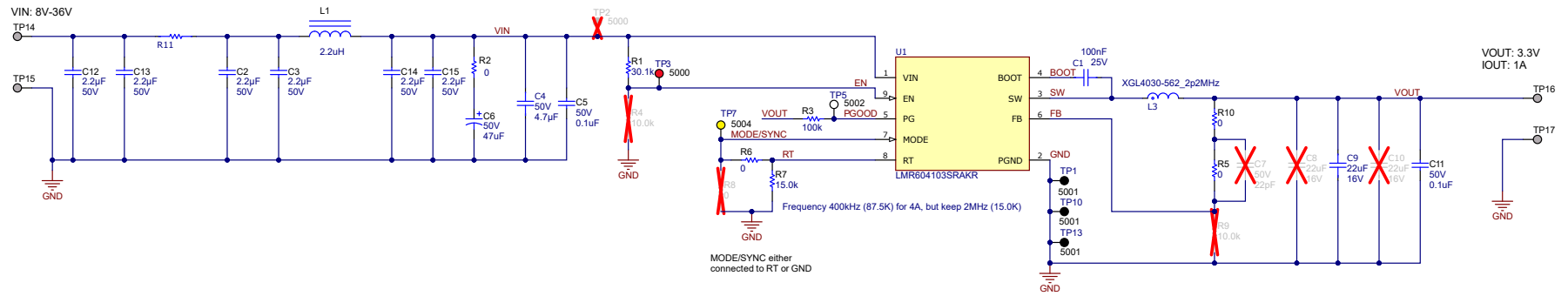


图 4-1. LMR60410QEVM 原理图

4.2 电路板布局布线

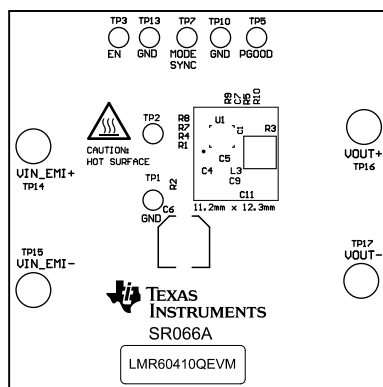


图 4-2. EVM 顶部覆盖层

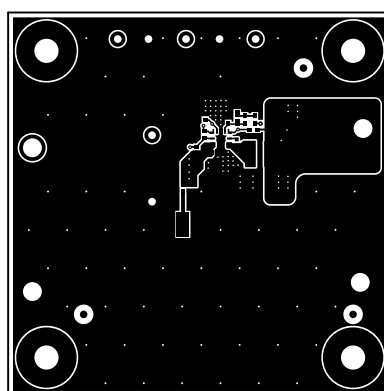


图 4-3. EVM 顶部铜层

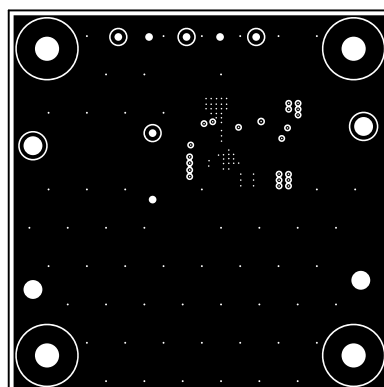


图 4-4. EVM 中层一

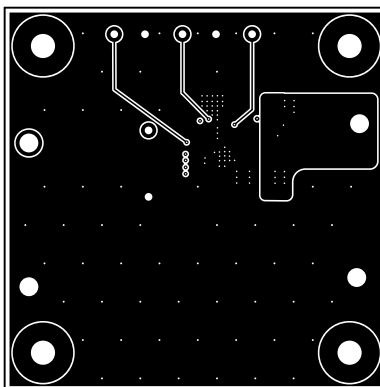


图 4-5. EVM 中层二

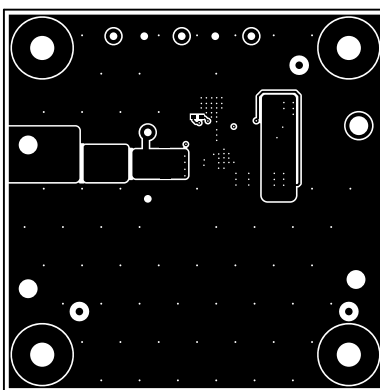


图 4-6. EVM 底部铜层

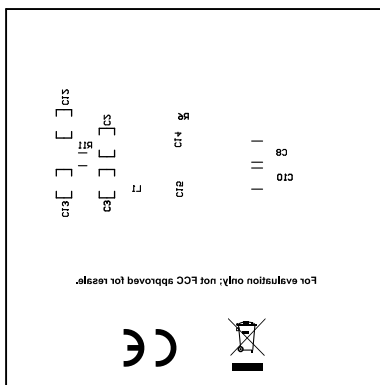


图 4-7. EVM 底部覆盖层

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 | 0.1 μ F \pm 10% 25V 陶瓷电容器 X7R 0402 (公制 1005) | CS0402KRX7R8BB104 | Yageo |
| C2、C3、C12、C13、 C14、C15 | 6 | 2.2 μ F | 电容, 陶瓷, 2.2 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0805 | CGA4J3X7R1H225K125AB | TDK |
| C4 | 1 | 4.7 μ F | 4.7 μ F \pm 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, 0.1 μ F, 50V, \pm 10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0402 | GCM155R71H104KE02D | MuRata |
| C6 | 1 | 47 μ F | 电容, 铝制, 47 μ F, 50V, \pm 20%, 0.68 Ω , AEC-Q200 2 级, SMD | EEEFT1H470AP | Panasonic |
| C9 | | 22 μ F | 电容, 陶瓷, 22 μ F, 16V, X7R, 20%, 焊盘 SMD, 1210, \pm 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 | 2.2 μ H | 电感, 屏蔽, 复合, 2.2 μ H, 5.5A, 0.0362 Ω , AEC-Q200 1 级, SMD | XEL4020-222MEB | Coilcraft |
| L3 | 1 | 5.6 μ H | 5.6 μ H 屏蔽式电感器, 5.5A, 34.7m Ω , 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, 22μF, 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