

EVM User's Guide: LM65460EVM

LM65460EVM 评估模块



说明

德州仪器 (TI) LM65460EVM 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 LM654x0-Q1 系列宽输入电压降压转换器的运行情况和性能。LM654x0-Q1 是易于使用的同步降压转换器系列，能够通过高达 36V 的输入电压提供高达 4A、6A 或 8A 的负载电流。

特性

- 3V 到 36V 的宽输入电压范围
- 5V、3.3V 和可调输出电压选项
- 输出电流高达 6A
- 300kHz 至 2.2MHz 开关频率
- 超低开关节点振铃以降低电磁干扰 (EMI)



LM65460EVM

1 评估模块概述

1.1 简介

LM65460EVM 配置为向需要 6A 或更小电流的负载提供 5V 输出。通过代替其他版本的 LM654x0-Q1 并重新配置电路板元件，LM65460EVM 可用于许多不同的配置中。有关更多详细信息，请参阅节 1.4。

1.2 套件内容

此套件包含一个 LM65460EVM。

1.3 规格

表 1-1 介绍了 LM65460EVM 的性能特性。

除非另有说明： $V_{IN} = 12V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $T_A = 25^\circ C$ 。

表 1-1. LM65460EVM 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_{VIN} | EVM 输入电压工作范围 | | 6 | 12 | 36 | V |
| 空载时的输入电流， $I_{IN(NL)}$ | $I_{OUT} = 0A$ | 自动模式 | | 8.7 | | μA |
| 输入电流（禁用）， $I_{IN(OFF)}$ | $V_{EN/UVLO} = 0V$ ，无 EN 分压器 | $V_{IN} = 12V$ | | 1.0 | | μA |
| 输出特性 | | | | | | |
| 输出电压， V_O | $I_{OUT} = 0A$ ，自动模式 | | | 5.065 | | V |
| | $I_{OUT} = 6A$ | | | 5.047 | | V |
| 输出电压调节， ΔV_{OUT} | 负载调整，自动模式 | $I_{OUT} = 0A$ 至 6A | | 18 | | mV |
| 输出电压调节， ΔV_{OUT} | 负载调整，FPWM 模式 | $I_{OUT} = 0A$ 至 6A | | 9 | | |
| 输出电压调节， ΔV_{OUT} | 线性调整率， $V_{IN} = 6V$ 至 36V | $I_{OUT} = 6A$ | | 4 | | |
| 最大输出电流 | $V_{IN} = 12V$ | | | 8.3 | | A |
| 系统特性 | | | | | | |
| 开关频率 | $I_{OUT1} = 6A$ | | | 2200 | | kHz |
| 峰值效率 | $I_{OUT} = 3.4A$ | $V_{IN} = 12V$ | | 94.2% | | |
| 满负载效率 | $I_{OUT} = 6A$ | $V_{IN} = 12V$ | | 93.3% | | |

1.4 器件信息

默认 EVM 包含 LM65460-Q1。表 1-2 列出了可与 LM65460EVM 一同使用的其他器件。要在 EVM 中使用其他器件，必须进行适当的无源器件更改。

表 1-2. LM65460EVM 器件选项

| 器件 OPN | 输出电流 | Q 级？ |
|----------------|------|------|
| LM65460SRZTRQ1 | 6A | Y |

2 硬件

2.1 其他图像

图 2-1 和图 2-2 分别展示了 LM65460EVM 的正面和背面。

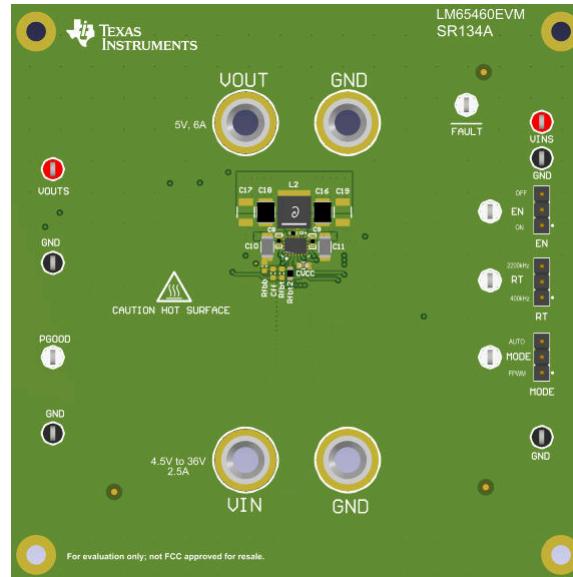


图 2-1. LM65460EVM 顶面

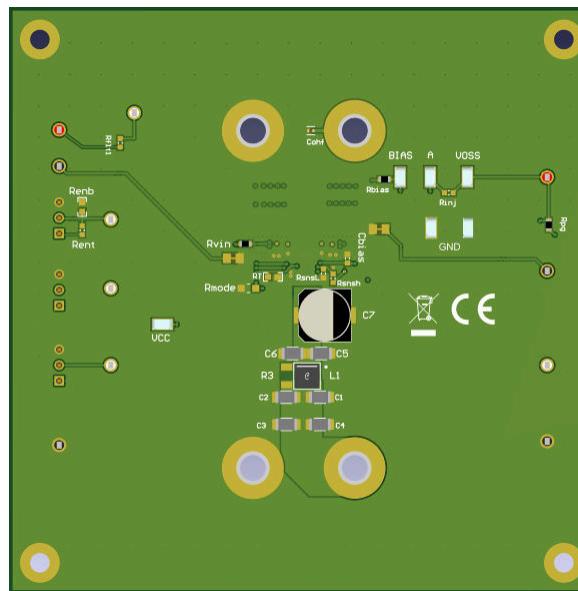


图 2-2. LM65460EVM 底部

2.2 电源要求

在正常条件下，6V 至 36V 范围内且能够提供 3A 电流的任何电源均可用于评估 LM65460EVM。

2.3 设置和操作

本节对 EVM 上的连接器、测试点和跳线作出了描述，并对如何正确地连接、设置和使用 LM65460EVM 进行了说明。有关连接器和跳线的位置以及典型设置，请参阅图 2-3。

| | |
|---------------------|--|
| VOUT | 转换器的输出电压 VOUT 香蕉接线柱。向此连接器施加负载。 |
| VOUTS | VOUTS 测试点用于监控输出电压。 |
| GND (测试 点) | GND (测试 点) 测试点旁边的测试点该 GND 测试点用作 VOUT 检测的负 DMM 接头。 |
| VIN | 转换器的输入电压 VIN 香蕉接线柱。向此连接器施加输入电压。 |
| VINS | VINS 测试点用于监控输入电压。 |
| GND (测试 点) | GND (测试 点) 测试点旁边的测试点该 GND 测试点用作 VIN 检测的负 DMM 接头。 |
| GND | 转换器接地 GND 香蕉接线柱。向这些连接器施加负载接地和输入电压接地。 |
| EN | EN 跳线的使用方法一目了然。 要向器件的 EN 输入端提供外部信号，请移除 EN 跳线分流器并将信号施加到 EN 测试点。 要使用外部 UVLO 功能，请根据需要安装 Rent 和 Renb 并移除 EN 跳线分流器。请注意，为了准确测量关断电流，必须移除这些电阻器（如果使用）并将 EN 跳线分流器移至“OFF”位置。 |
| RT | RT 跳线用于选择开关频率，其使用方法一目了然。 EVM 上的默认电感器被设计用于 2200kHz 运行。其他频率需要不同的电感值。 要调整开关频率，请移除 RT 跳线分流器并使用所需的值安装 RT。有关频率与 RT 电阻器阻值间的关系，请参阅 LM654x0-Q1 数据表。 |
| 模式 | MODE 跳线用于选择器件的运行模式。MODE 处于 AUTO 位置时，器件根据负载电流在自动 PFM/FPWM 模式下运行。MODE 处于 FPWM 位置时，器件在所有负载电流下以固定频率运行。 MODE 引脚也是频率同步输入。要将器件与外部时钟同步，请移除 MODE 跳线分流器，并将时钟应用于 MODE 测试点。 |
| 反馈连接 | 该 EVM 被设置为具有固定的 5V 输出，安装了 0Ω 的 Rfbt2。要将输出电压设置为 3.3V，请移除 Rfbt2 并使用 0Ω 电阻器安装 Rfbb。 要使用可调输出电压模式，请使用具有相应阻值的电阻器安装 Rfbt 和 Rfbb。还必须使用 10Ω 至 50Ω 的电阻器安装 Rinj。基准电压为 0.8V。有关反馈电阻器的相应阻值，请参阅 LM654x0-Q1 数据表。 使用可调输出电压模式时，可以使用 Rinj 电阻器绘制波德图。该电阻器成为频率响应分析器的注入点，从而能够以常规方式获取环路频率响应。在固定输出电压模式下，无法获取环路响应。 |
| PGOOD | PGOOD 测试点用于监控电源正常状态指示器。该标志指示输出电压是否已达到调节电平。PGOOD 是一个开漏输出端，通过 $100k\Omega$ 电阻器 Rpg 连接到 VOUT。 |
| VCC | VCC 测试点 VCC 引脚是内部 LDO 的输出。LDO 电压通常为 3.3V。该点可用于逻辑输入和/或逻辑上拉。不要连接至外部负载。 |
| BIAS | BIAS 稳压器的辅助输入 通过 EVM 上的 Rbias 连接到 VOUT。要更改 LDO 的输入电源，请移除 Rbias 并根据需要将外部输入连接至 BIAS 引脚或接地 BIAS 引脚。在将外部电源连接至 BIAS 引脚时，使用 $0.1\mu F$ 电容组装 Cbias。如需了解更多信息，请参阅 LM654x0-Q1 数据表。 |

环路响应图 在使用可调输出电压模式时，可以使用图 2-4 中所示的连接来绘制波德图。必须组装 Rinj 才能进行此测试。

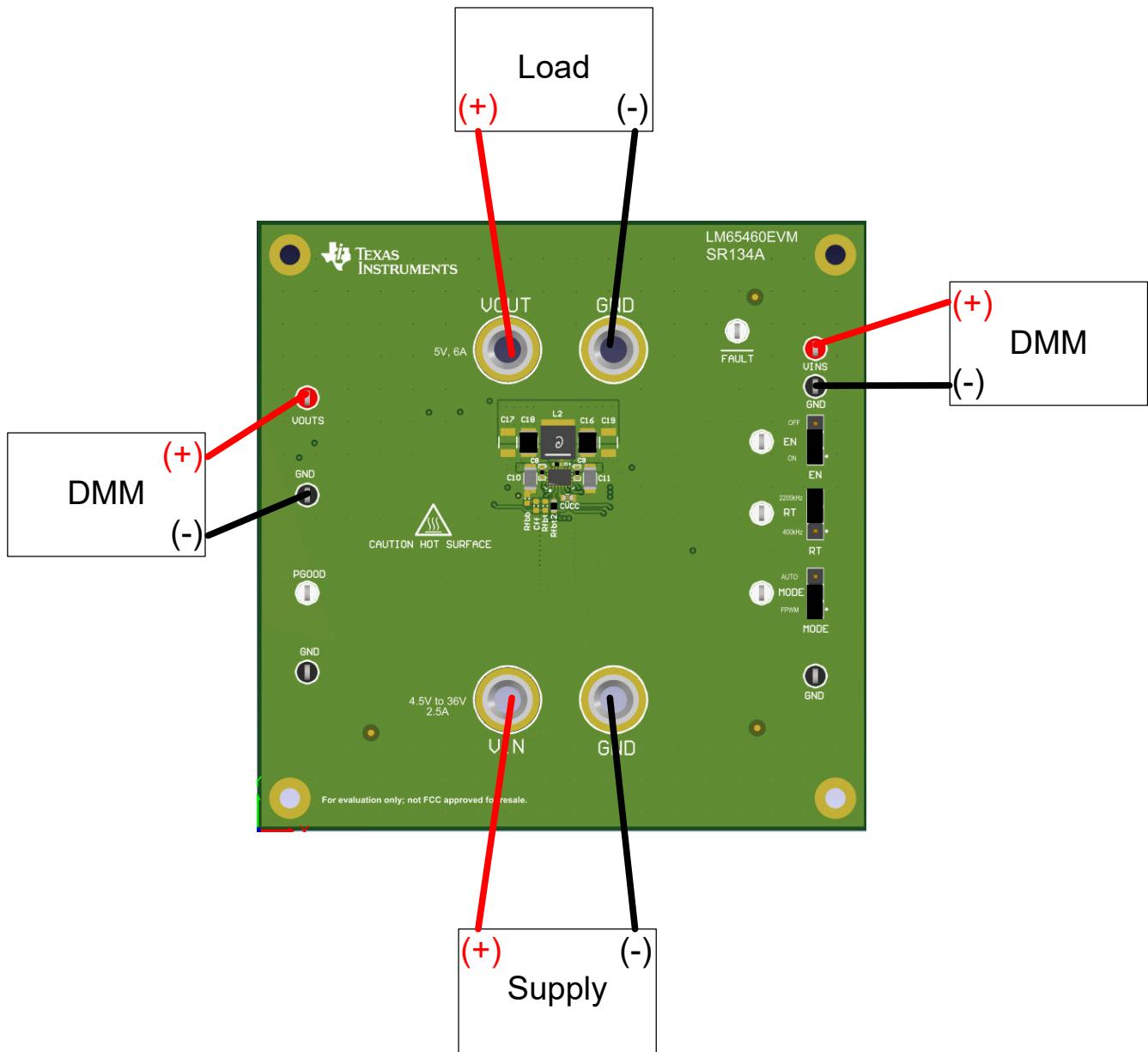


图 2-3. LM65460EVM 设置

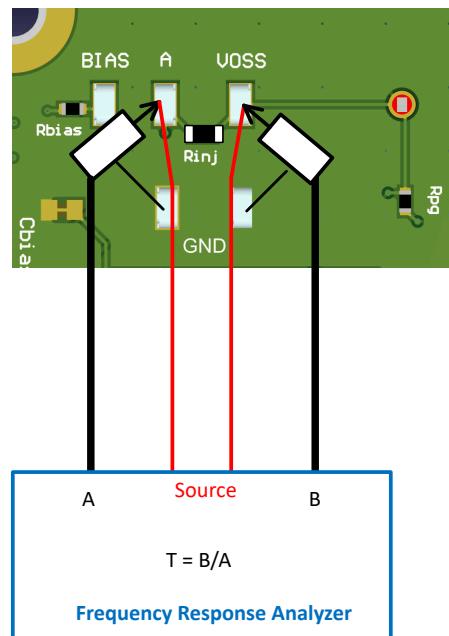


图 2-4. LM65460EVM 环路响应连接

3 实现结果

3.1 评估设置

使用 LM65460EVM 通过图 2-3 中所示的设置获取以下数据。

3.2 性能数据和结果

除非另有说明，否则以下条件适用： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN} = 12\text{V}$ ，2200kHz。

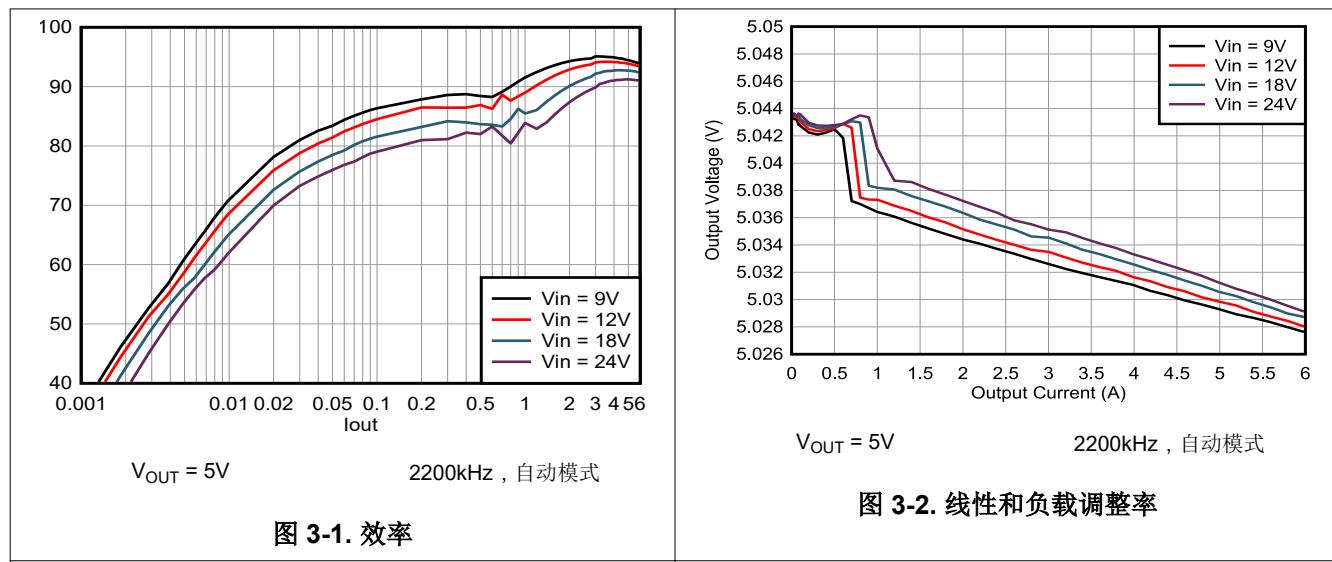


图 3-1. 效率

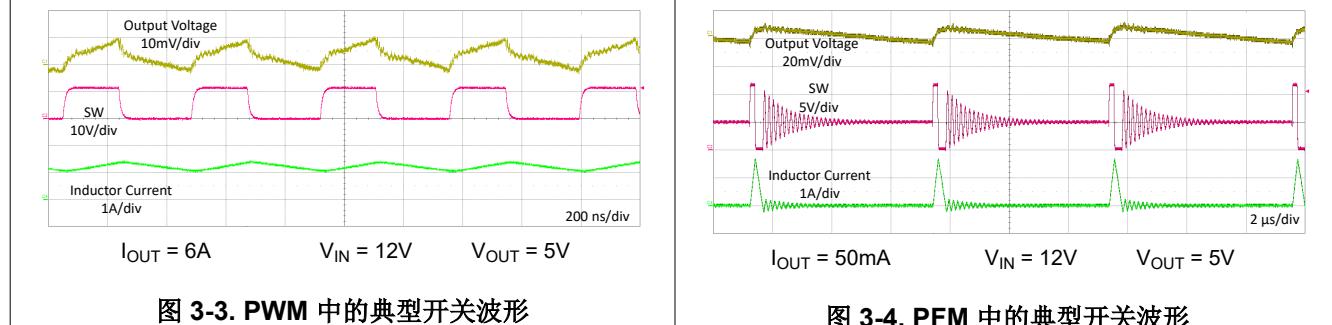


图 3-3. PWM 中的典型开关波形

图 3-2. 线性和负载调整率

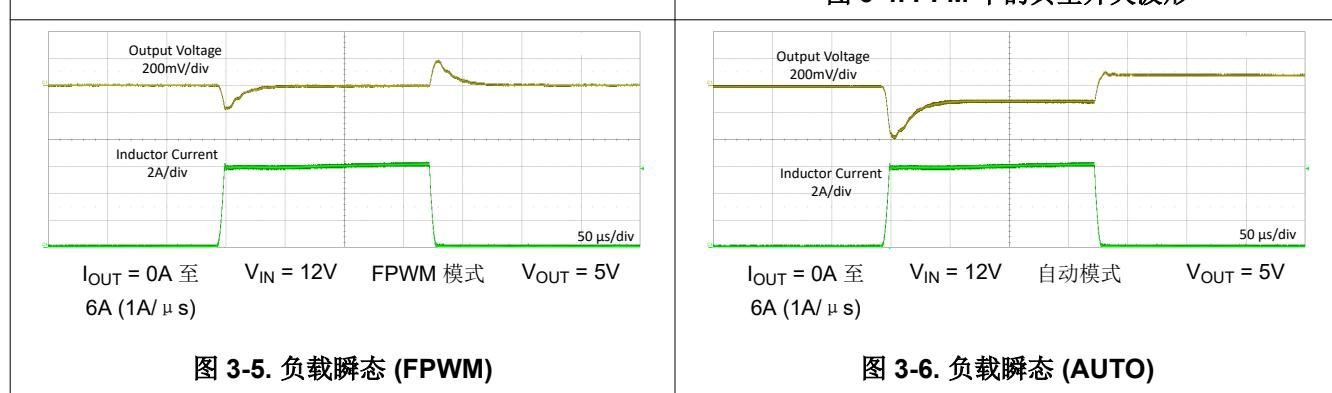
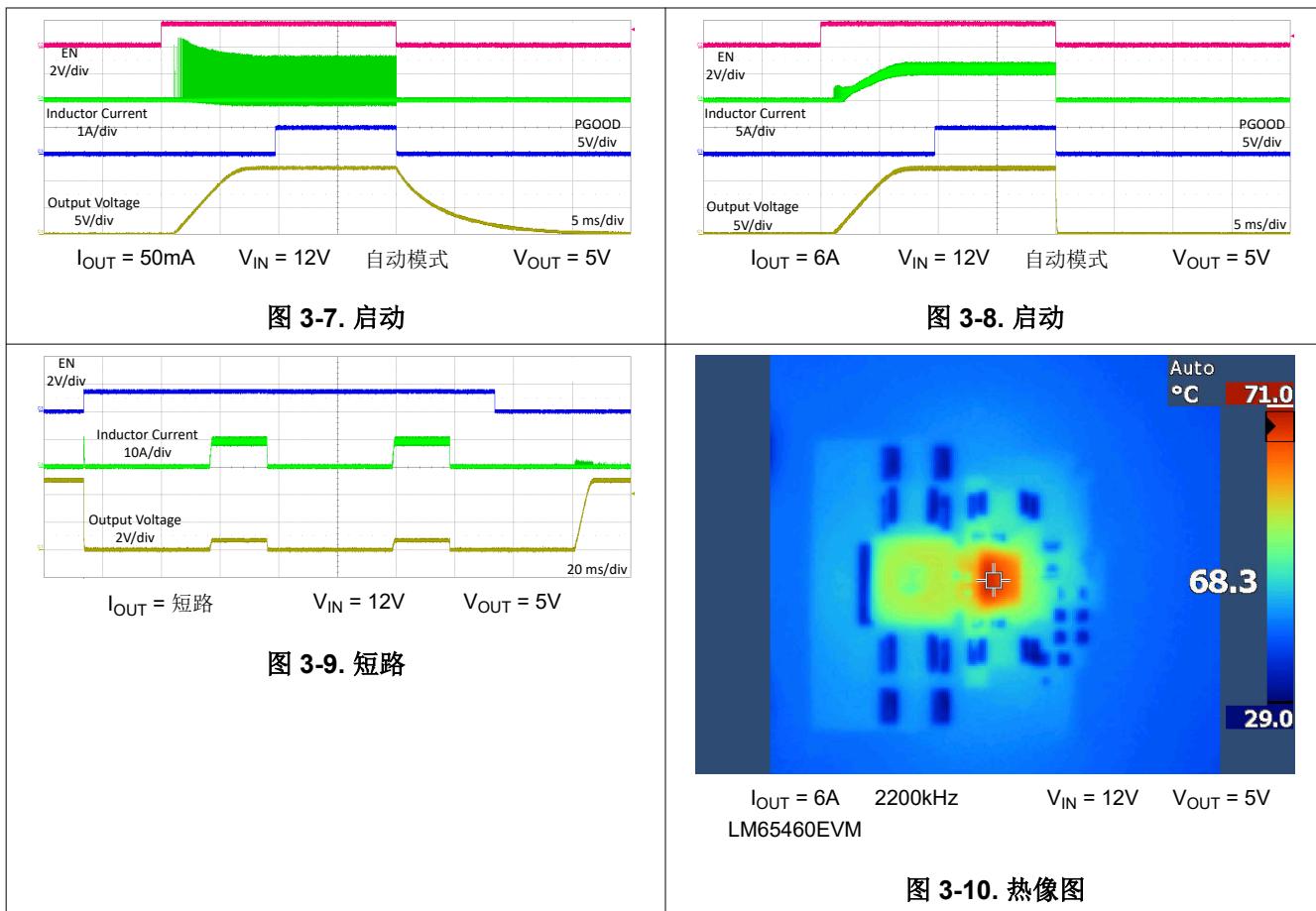


图 3-5. 负载瞬态 (FPWM)

图 3-6. 负载瞬态 (AUTO)

实现结果



4 硬件设计文件

4.1 原理图

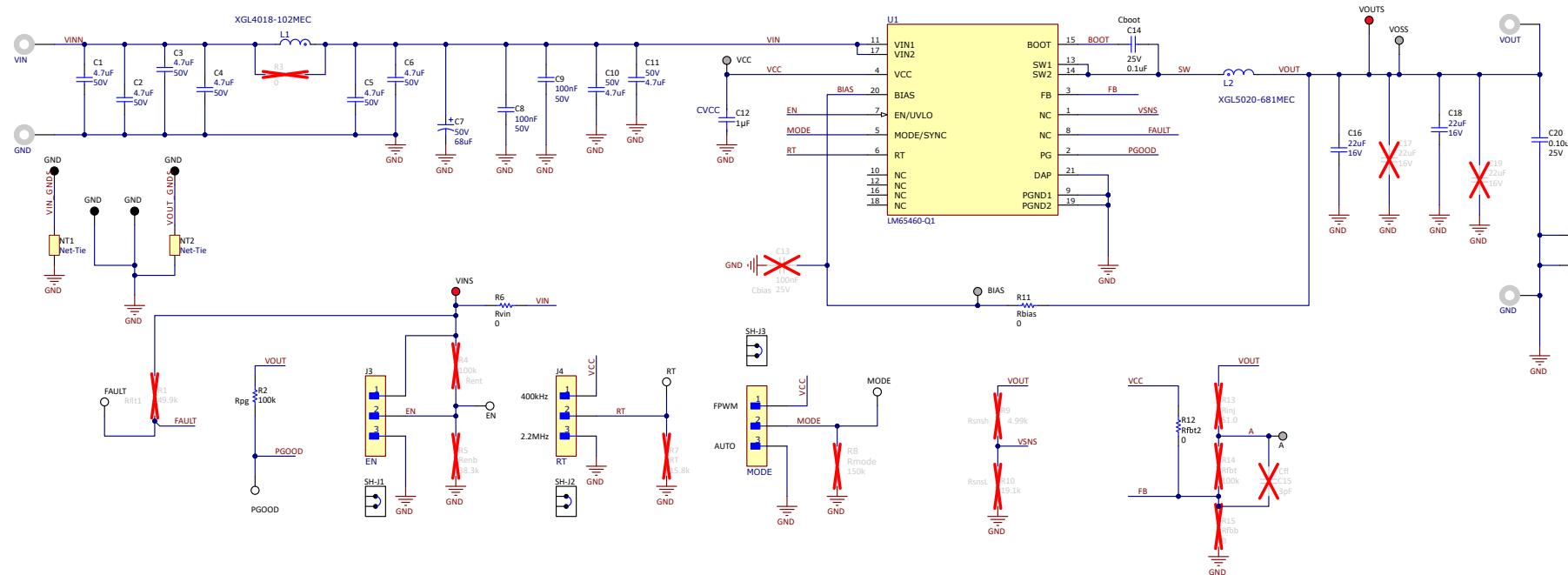


图 4-1. LM65460EVM 原理图

4.2 PCB 布局

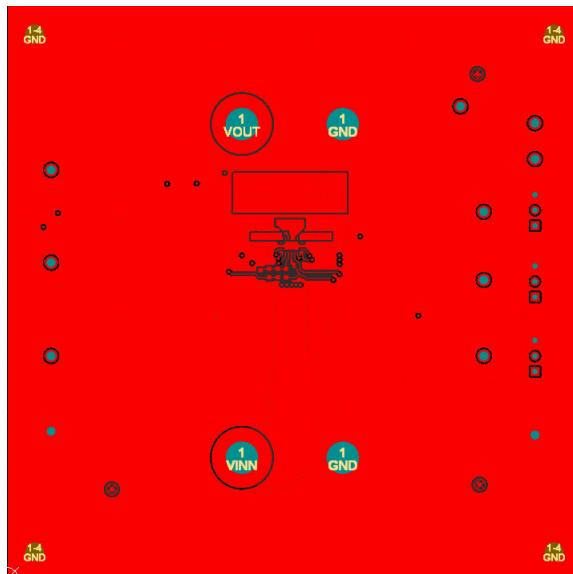


图 4-2. PCB 顶层

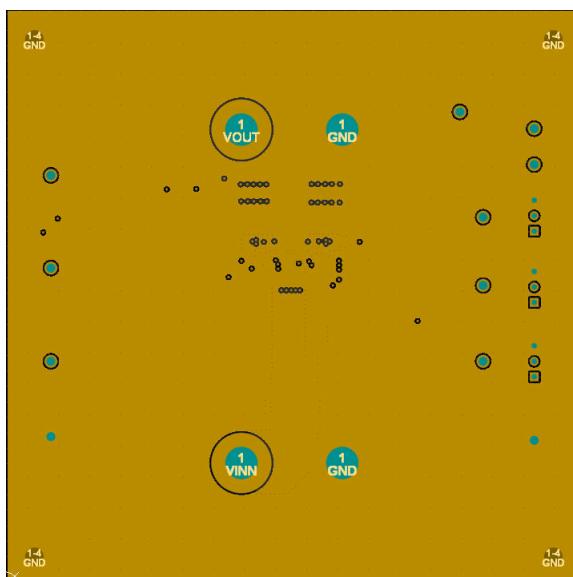


图 4-3. PCB 接地层 (顶层正下方)

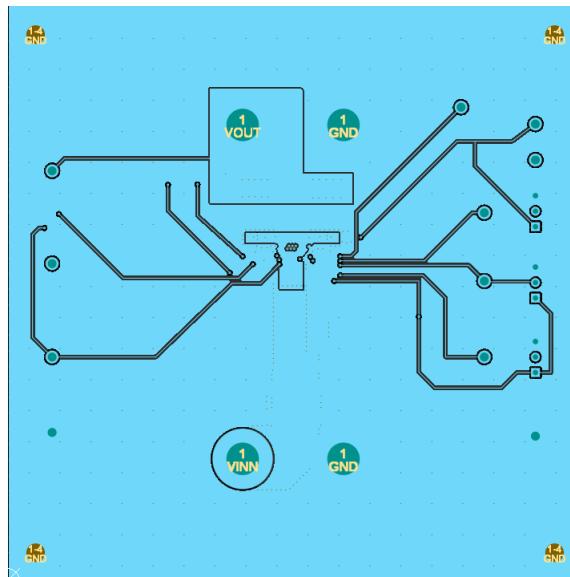


图 4-4. PCB 信号层

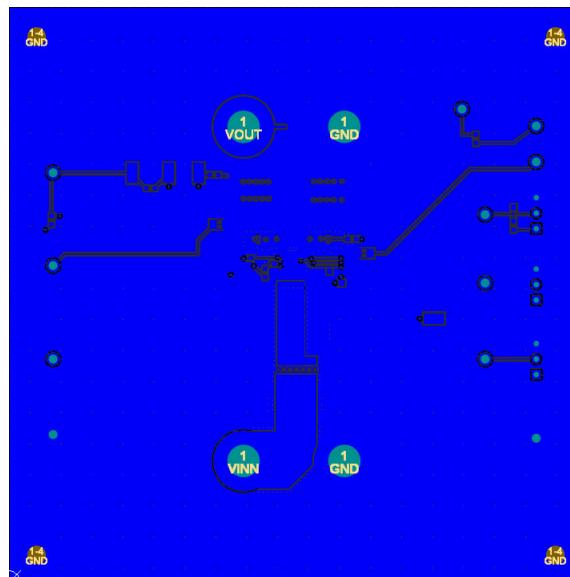


图 4-5. PCB 底层

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. LM65460EVM BOM

| 位号 | 别名 | 数量 | 值 | 说明 | 器件型号 |
|---------------------------------------|--------------------------|----|--------|---|----------------------|
| C1、C2、C3、 C4、C5、C6、 C10、C11 | | 8 | 4.7μF | 电容，陶瓷，4.7uF，50V，+/-10%， X7R，1206 | GRM31CR71H475KA12L |
| C7 | | 1 | 68uF | 电容，铝，68uF，50V，+/-20%， 0.34ohm，SMD | UUD1H680MNL1GS |
| C8、C9 | | 2 | 0.1uF | 电容，陶瓷，0.1uF，50V，± 10%， X7R，AEC-Q200 1 级，0402 | GCM155R71H104KE02D |
| C12 | VCC | 1 | 1μF | 电容，陶瓷，1uF，16V，X7R，20%，焊 盘 SMD，0603，+125°C，汽车 T/R | CGA3E1X7R1C105M080AC |
| C14 | | 1 | 0.1uF | 电容，陶瓷，0.1uF，25V，+/- 20%， X7R，0402 | C1005X7R1E104M050BB |
| C16、C18 | | 2 | 22μF | 电容，陶瓷，22uF，16V，+/-10%， X7R，1210 | GCM32ER71C226KE19L |
| C20 | | 1 | 100nF | 通用片状多层陶瓷电容器，0402， 0.10uF，X7R，15%，10%，25V | GRM155R71E104KE14J |
| H1、H2、H3、H4 | | 4 | | 六角螺柱，0.5" L #4-40，尼龙 | 1902C |
| H5、H6、H7、H8 | | 4 | | 螺钉，盘头，4-40、3/8"，尼龙 | NY PMS 440 0038 PH |
| J1、J2、J6、J7 | | 4 | | 标准香蕉插头，非绝缘，8.9mm | 575-8 |
| J3、J4、J5 | | 3 | | | HTSW-103-07-F-S |
| L1 | | 1 | 1uH | 1μH 屏蔽式电感器，7.3A，12.9mΩ，最 大值 1616 (公制 4040) | XGL4018-102MEC |
| L2 | | 1 | 0.68uH | 680nH 屏蔽模压电感器 12.9A 6.1mΩ 最 大非标准值 | XGL5020-681MEC |
| R2 | Rpg | 1 | 100k | 电阻，100k，1%，0.1W，0603 | RC0603FR-07100KL |
| R6、R11、R12 | Rvin、 Rbias、 Rfbt2 | 3 | 0 | 电阻，0，1%，0.1W，AEC-Q200 0 级， 0603 | RMCF0603ZT0R00 |
| SH-J1、SH-J2、 SH-J3 | | 3 | 1x2 | 分流器，100mil，镀金，黑色 | SNT-100-BK-G |
| TP1、TP2、TP4、 TP5 | | 4 | | 测试点，通用，黑色，TH | 5011 |
| TP3、TP6、TP8、 TP9、TP11 | | 5 | | 测试点，通用，白色，TH | 5012 |
| TP7、TP14 | | 2 | | 测试点，通用，红色，TH | 5010 |
| TP10、TP12、 TP13、TP15、 TP16、TP17 | | 6 | | 测试引线夹和挂钩，SMT | S1751-46 |
| U1 | | 1 | | 6A 同步降压稳压器 | LM65460SRZTRQ1 |
| C13 | Cbias | 0 | 0.1uF | 电容，陶瓷，0.1uF，25V，+/-10%， X7R，0603 | 06033C104KAT2A |
| C15 | Cff | 0 | 3pF | 电容，陶瓷，3pF，50V，+/- 8.3%，C0G/ NP0，0603 | C0603C309C5GACTU |
| C17、C19 | | 0 | 22μF | 电容，陶瓷，22uF，16V，+/-10%， X7R，1210 | GCM32ER71C226KE19L |
| FID1、FID2、FID3 | | 0 | | 基准标记。没有需要购买或安装的元件。 | 不适用 |
| R1 | Rflt1 | 0 | 49.9k | 电阻，49.9k，1%，0.1W，0603 | RC0603FR-0749K9L |
| R3 | | 0 | 0 | 电阻，0，1%，0.5W，1206 | 5108 |
| R4、R14 | Rent、Rfbt | 0 | 100k | 电阻，100k，1%，0.1W，0603 | RC0603FR-07100KL |
| R5 | Renb | 0 | 38.3k | 电阻，38.3kΩ，1%，0.1W，0603 | RC0603FR-0738K3L |

表 4-1. LM65460EVM BOM (续)

| 位号 | 别名 | 数量 | 值 | 说明 | 器件型号 |
|-----|-------|----|-------|--|------------------|
| R7 | RT | 0 | 15.8k | 电阻 , 15.8k , 1% , 0.1W , 0603 | RC0603FR-0715K8L |
| R8 | Rmode | 0 | 150k | 电阻薄膜 , 0805 , 150kΩ , 0.1% , 1/8W , ±25ppm/°C , 模制 SMD , 穿孔载 体 , T/R | ERA-6AEB154V |
| R9 | Rsnsh | 0 | 4.99k | 电阻 , 4.99k , 1% , 0.1W , 0603 | CRCW06034K99FKEA |
| R10 | RsnsL | 0 | 19.1k | 电阻 , 19.1k , 1% , 0.1W , 0603 | RC0603FR-0719K1L |
| R13 | Rinj | 0 | 51 | 电阻 , 51.0 , 1% , 0.1W , 0603 | RC0603FR-0751RL |
| R15 | Rfbb | 0 | 0 | 电阻 , 0 , 1% , 0.1W , AEC-Q200 0 级 , 0603 | RMCF0603ZT0R00 |

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