

EVM User's Guide: LM65460EVM

LM65460EVM 评估模块

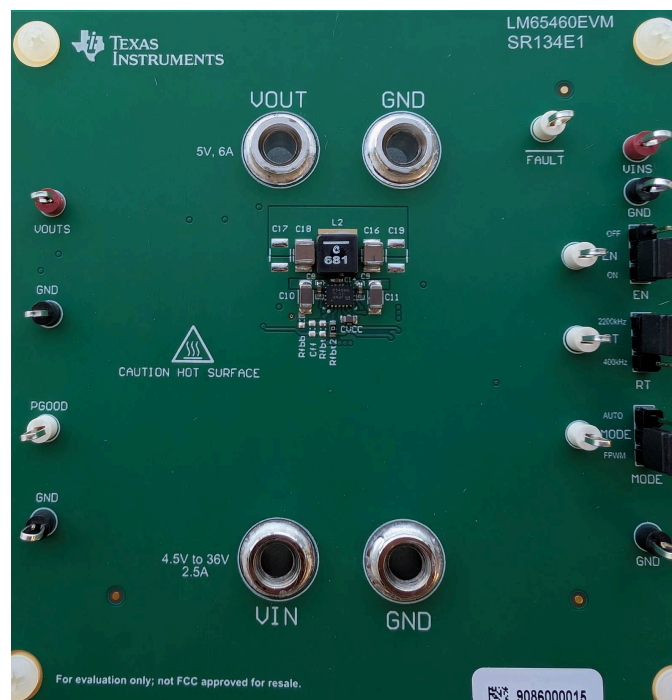


说明

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 and 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。

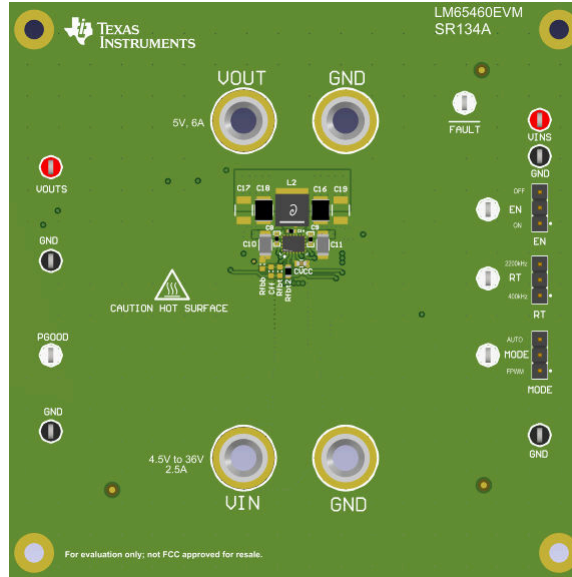


图 2-1. LM65460EVM 顶面

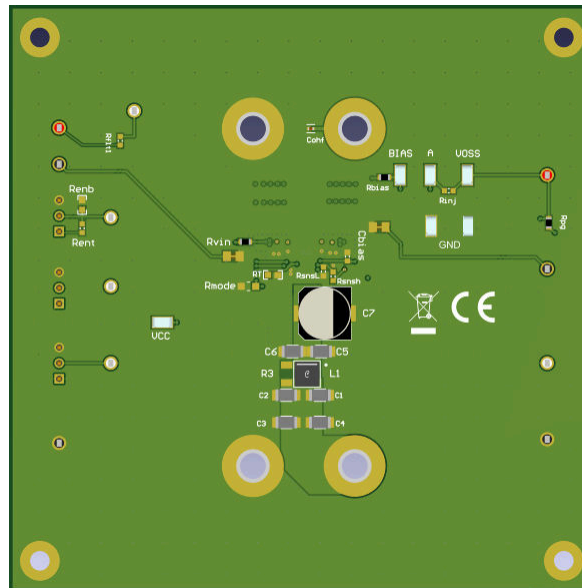


图 2-2. LM65460EVM 底部

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)	VOUTS 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)	VINS 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 220kHz 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 100kΩ 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	LDO 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 μF 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。

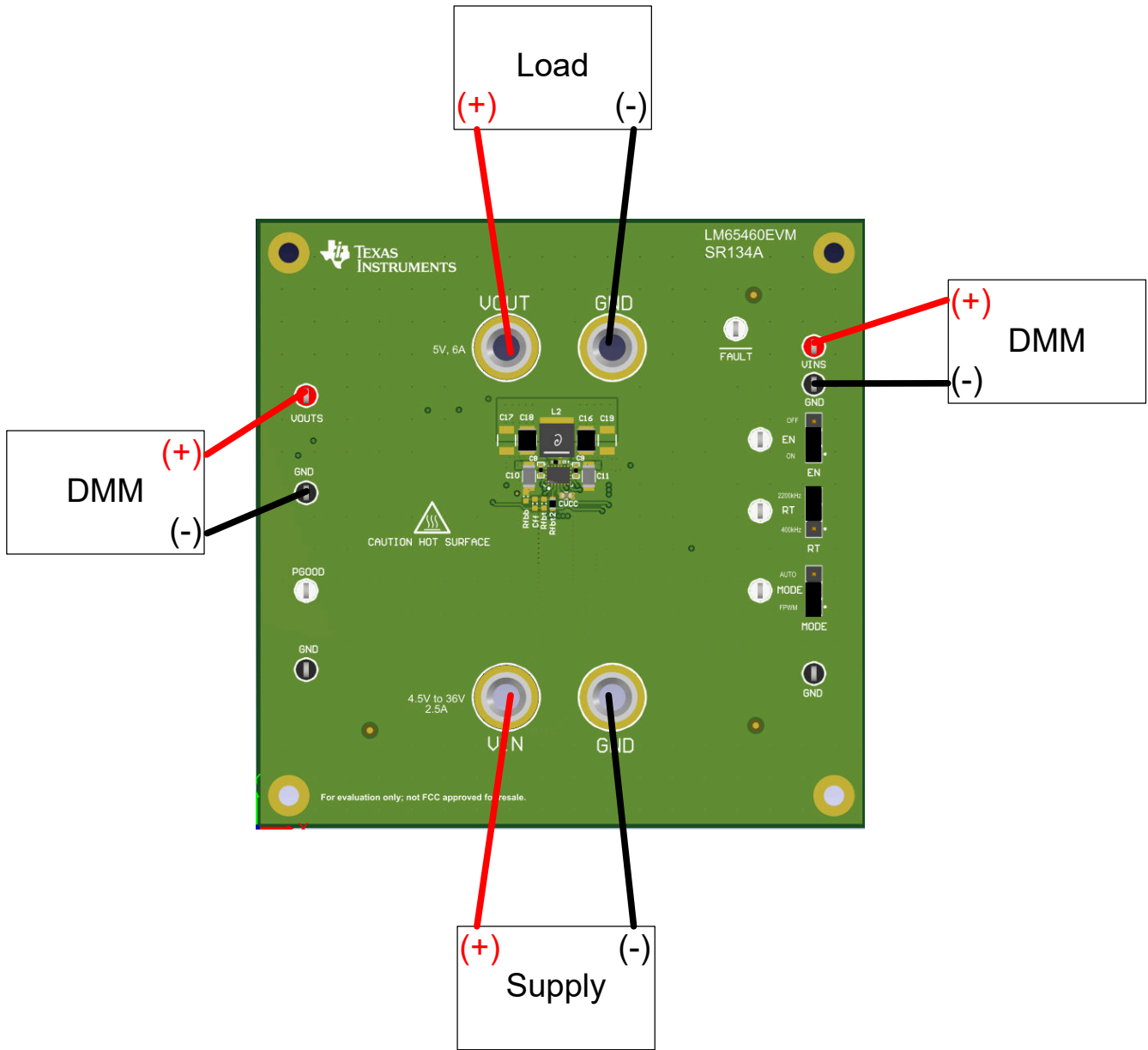


图 2-3. LM65460EVM 设置

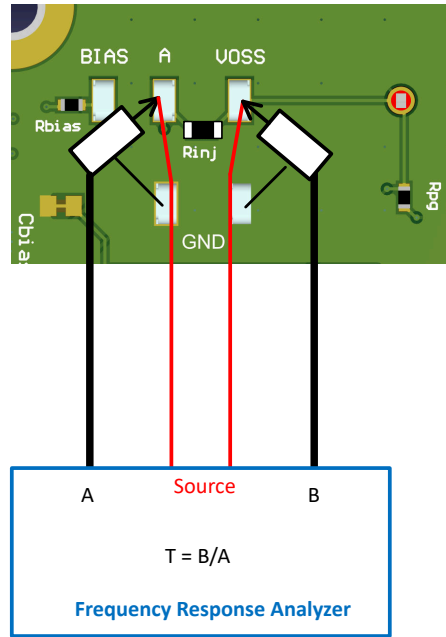


图 2-4. LM65460EVM 环路响应连接

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 。

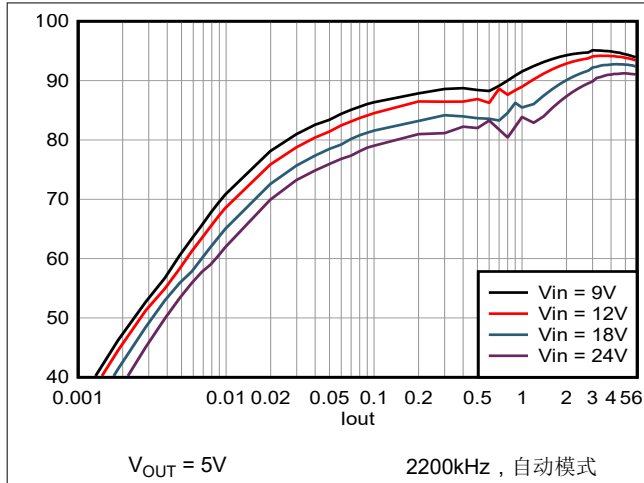


图 3-1. 效率

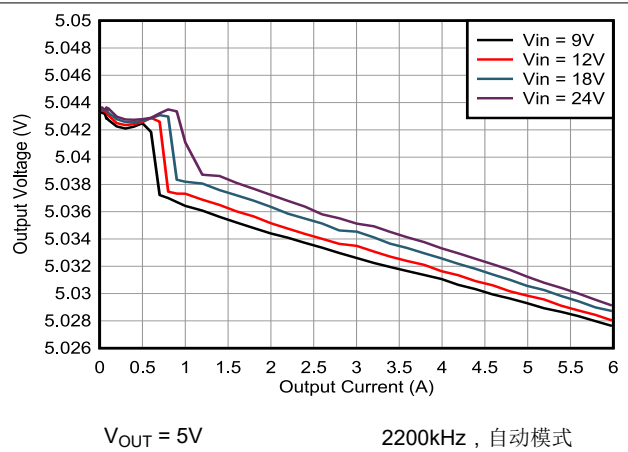


图 3-2. 线性调整和负载调整率

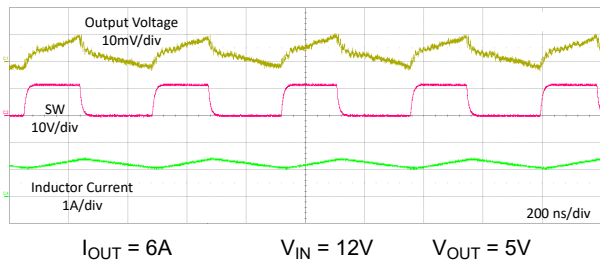


图 3-3. PWM 中的典型开关波形

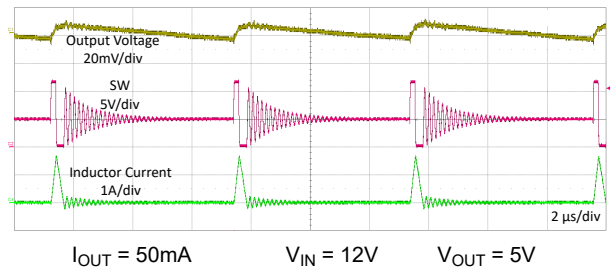


图 3-4. PFM 中的典型开关波形

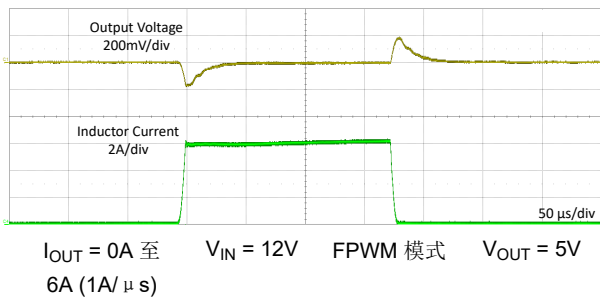


图 3-5. 负载瞬态 (FPWM)

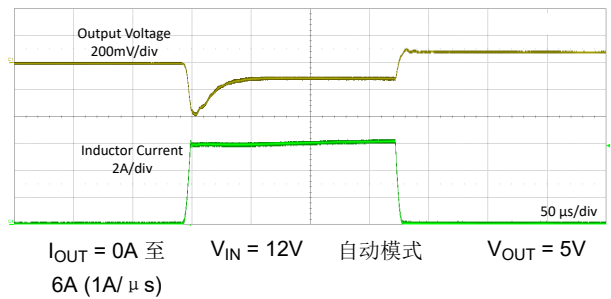


图 3-6. 负载瞬态 (AUTO)

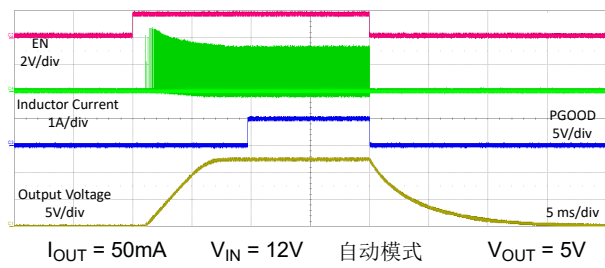


图 3-7. 启动

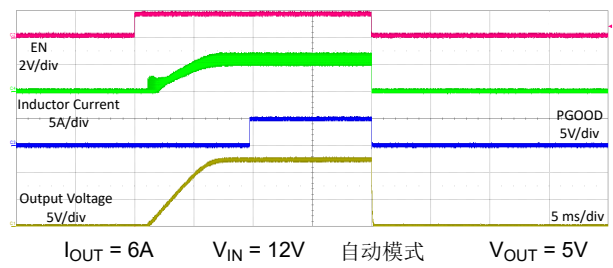


图 3-8. 启动

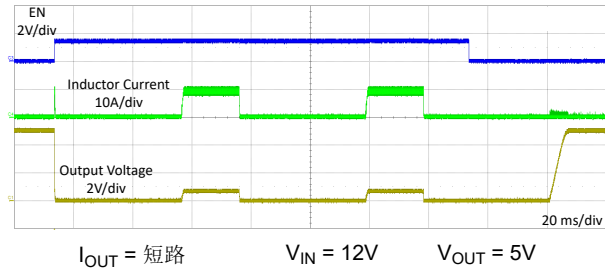


图 3-9. 短路

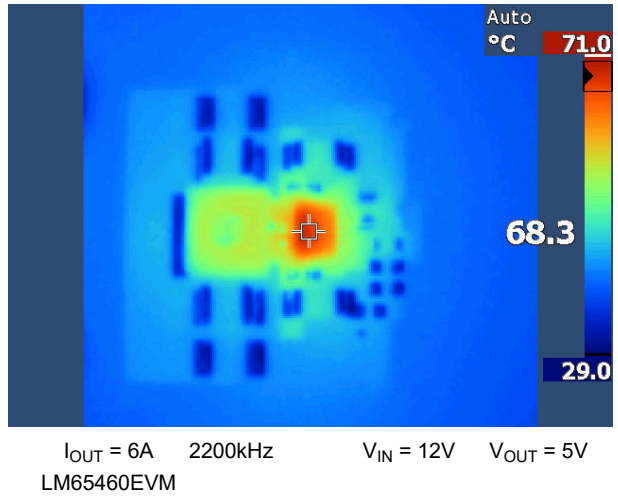


图 3-10. 热像图

4 硬件设计文件

4.1 原理图

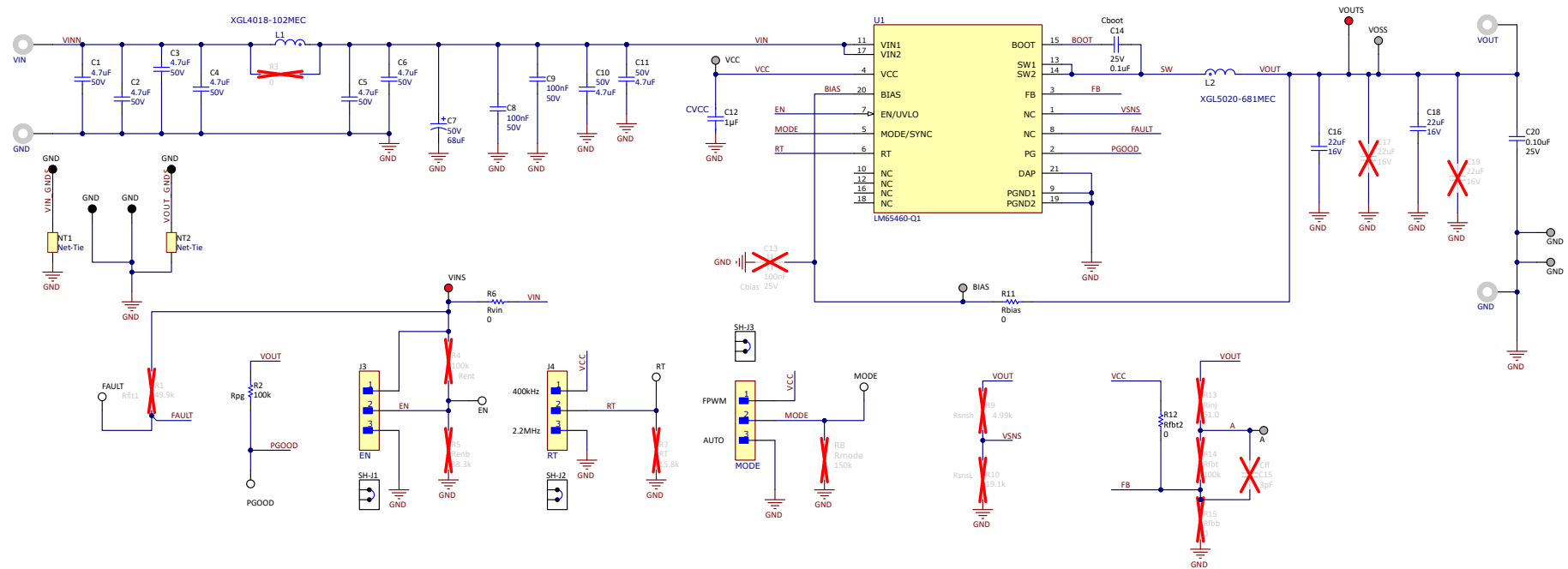


图 4-1. LM65460EVM 原理图

4.2 PCB 布局

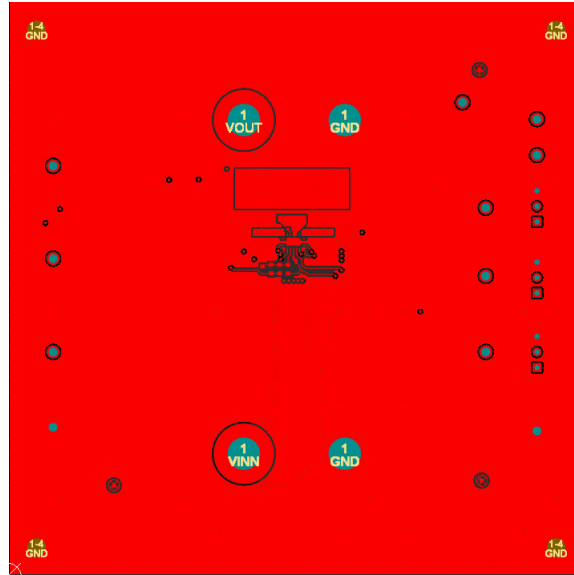


图 4-2. PCB 顶层

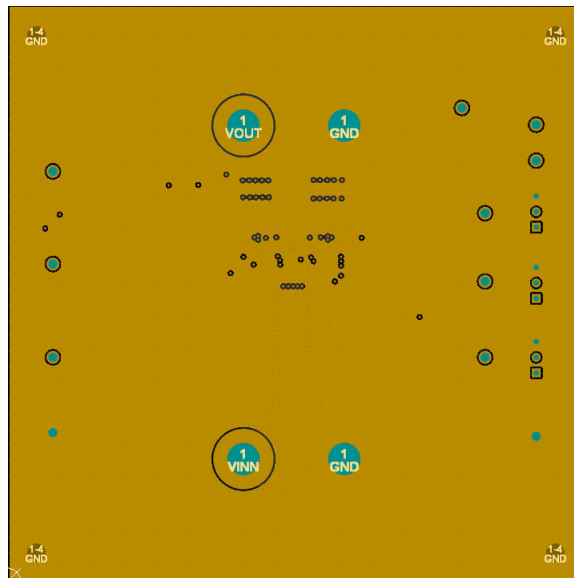


图 4-3. PCB 接地层 (顶层正下方)

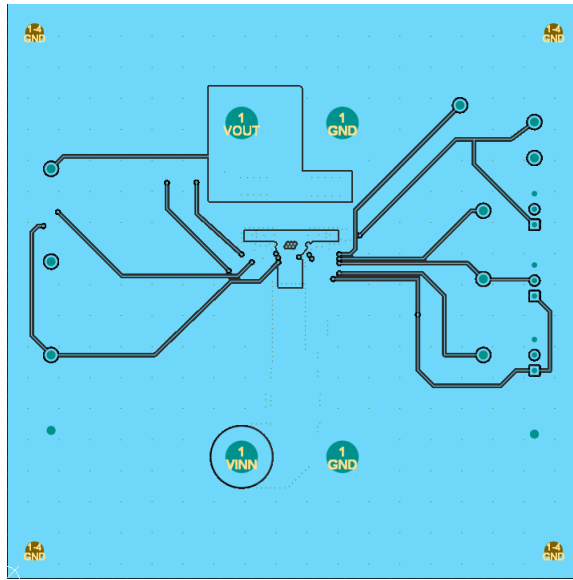


图 4-4. PCB 信号层

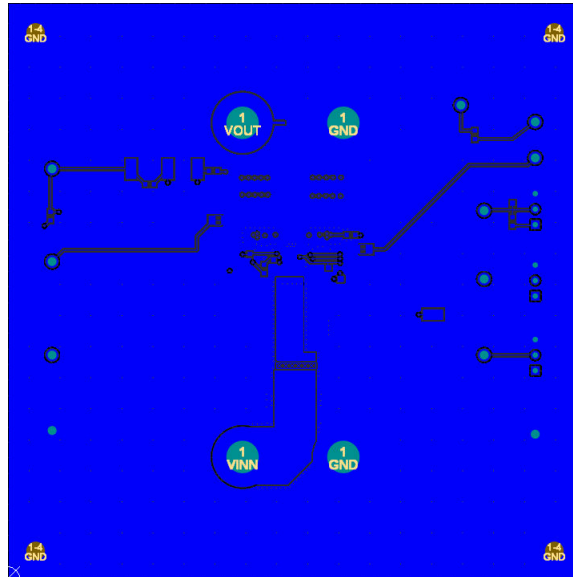


图 4-5. PCB 底层

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, 4.7μF, 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/NPO, 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, 150k Ω , 0.1%, 1/8W, $\pm 25\text{ppm}/^\circ\text{C}$, 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