

EVM User's Guide: LM65635EVM

LM65635 评估模块

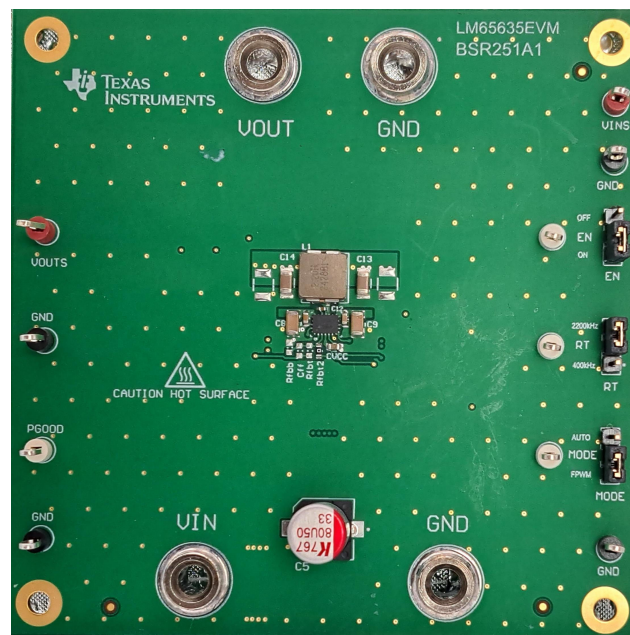


说明

LM65635EVM 评估模块 (EVM) 可帮助设计人员评估 LM656x5 系列宽输入电压降压转换器的运行情况和性能。LM65635EVM 配置为向需要 3.5A 或更小电流的负载提供 5V 输出。通过代替其他版本的 LM656x5 并重新配置电路板元件，LM65635EVM 可用于许多不同的配置中。

特性

- 3V 到 65V 的宽输入电压范围
- 5V、3.3V 和 ADJ 电压
- 输出电流高达 3.5A (LM65635)
- 300kHz 至 2.2MHz 开关频率
- 超低开关节点振铃以降低电磁干扰 (EMI)
- 输入瞬态电压高达 70V



LM65635EVM

1 评估模块概述

1.1 简介

LM656x5 系列器件是易于使用的同步降压转换器系列，能够通过高达 65V 的输入电压提供高达 2.5A、3.5A 或 4.5A 的负载电流。有关更多详细信息，请参阅节 1.4。本文档中的评估板、评估模块和 EVM 等所有术语均指 LM65635EVM。

本用户指南介绍了 LM65635EVM 评估模块 (EVM) 的操作使用，该 EVM 可作为对 LM656x5 系列器件进行工程演示和评估的参考。本用户指南包含设置和操作说明、散热和布局指南、印刷电路板 (PCB) 布局、原理图和物料清单 (BOM)。

1.2 套件内容

此套件包含一个 LM65635EVM。

1.3 规格

表 1-1 介绍了 LM65635EVM 和 LM65635 的性能特性

除非另有说明： $V_{IN} = 24V$ ， $V_{OUT} = 5V$ ， $T_A = 25^{\circ}C$ 。

表 1-1. LM65635EVM 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	65	V
空载时的输入电流, $I_{IN(NL)}$	$I_{OUT} = 0A$	自动模式	5.5			μA
输入电流（禁用）, $I_{IN(OFF)}$	$V_{EN/UVLO} = 0V$, 无 EN 分压器	$V_{IN} = 24V$	1			μA
输出特性						
输出电压, V_O	$I_{OUT} = 0A$, 自动模式		5.01			V
	$I_{OUT} = 3.5A$		5.005			V
输出电压调节, ΔV_{OUT}	负载调整, 自动模式	$I_{OUT} = 0A$ 至 3.5A	4			mV
输出电压调节, ΔV_{OUT}	负载调整, FPWM 模式	$I_{OUT} = 0A$ 至 3.5A	0.5			
输出电压调节, ΔV_{OUT}	线性调整率, $V_{IN} = 12V$ 至 48V	$I_{OUT} = 3.5A$	2			
最大输出电流	$V_{IN} = 24V$		4.5			A
系统特性						
开关频率	$I_{OUT} = 3.5A$		2200			kHz
峰值效率	$I_{OUT} = 1.5A$	$V_{IN} = 24V$	87%			
满负载效率	$I_{OUT} = 3.5A$	$V_{IN} = 24V$	86%			

1.4 器件信息

默认 EVM 包含 LM65635。表 1-2 列出了可与 LM65635EVM 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. LM65635EVM 器件选项

器件 OPN	输出电流	Q 级 ?
LM65645SRZTRQ1	4.5A	Y
LM65625SRZTRQ1	2.5A	Y
LM65645RZTR	4.5A	N
LM65625SRZTR	2.5A	N

2 硬件

2.1 其他图像

图 2-1 和图 2-2 分别展示了 LM65635EVM 的正面和背面。

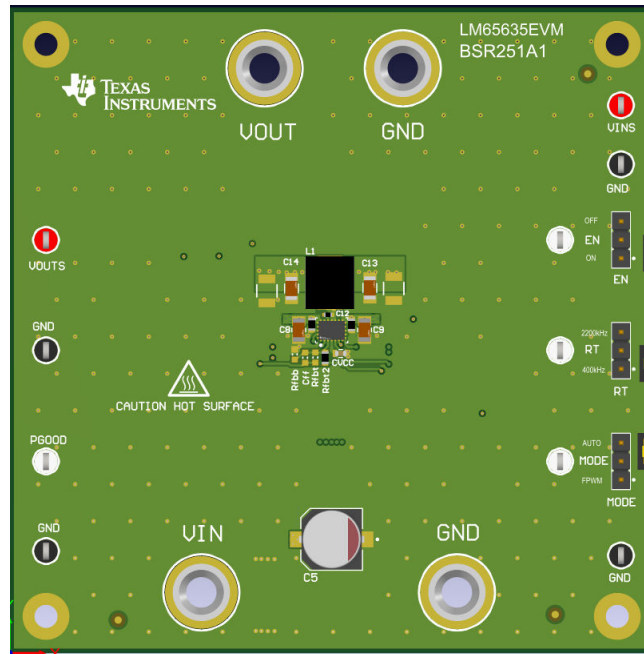


图 2-1. LM65635EVM (顶视图)

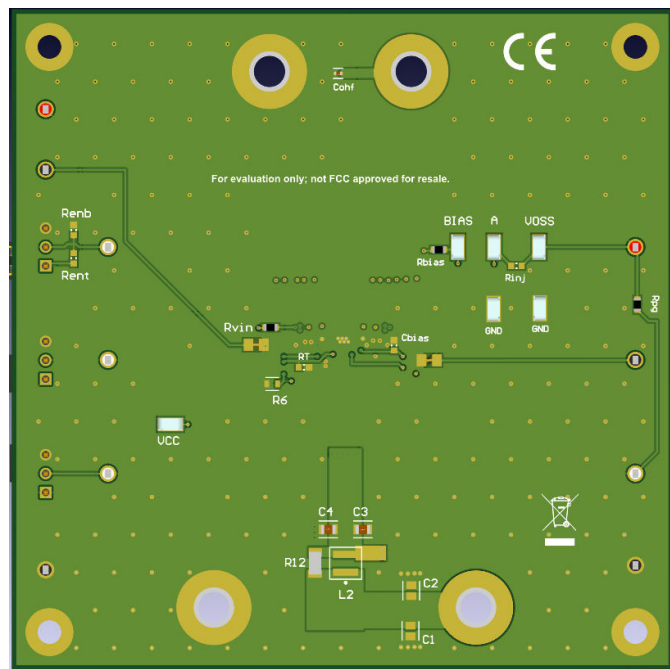


图 2-2. LM65635EVM (底视图)

2.2 电源要求

6V 至 65V 范围内且能够提供 3.5A 电流的任何电源均可用于评估 LM65635EVM。

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 LM65635EVM 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。
GNDS	VOUTS 测试点旁边的测试点。 该 GNDS 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。
GNDS	VINS 测试点旁边的测试点。 该 GNDS 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。各种 GND 测试点用于输入电压和输出电压测量中的接地检测。
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，请根据需要填充 Rent (R3) 和 Renb (R4) 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 2.2MHz 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填充 RT (R5)。有关频率与 RT 电阻器阻值间的关系，请参阅 LM656x5 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，器件对于所有负载电流以固定频率运行。 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，填充了 0 Ω 的 Rfbt2 (R7)。要将输出电压设置为 3.3V，请移除 Rfbt2 (R7) 并使用 0 Ω 电阻器填充 Rfbb (R10)。 要使用可调输出电压选项，请使用具有相应阻值的电阻器填充 Rfbt (R9) 和 Rfbb (R10)。还必须使用 10 Ω 至 50 Ω 的电阻器填充 Rinj (R8)。基准电压为 0.8V。有关反馈寄存器适用的值，请参阅 LM656x5-Q1 高性能电源转换器、3V 至 65V、引脚兼容、2.5A/3.5A/4.5A 汽车级低 EMI 同步降压转换器 数据表。 使用可调输出电压模式时，可以使用 Rinj (R8) 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，无法获取波德图。
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 Ω 电阻器 Rpg (R1) 连接到 VOUT。
VCC	VCC 测试点 VCC 引脚是内部 LDO 的输出。VCC 电压通常为 3.3V。该点可用于逻辑输入和/或上拉。不要连接至外部负载。
BIAS	LDO 辅助输入

通过 EVM 上的 0Ω Rbias (R11) 连接到 VOUT。要更改 LDO 的输入电源，请移除 Rbias (R11) 并据需要将外部电源连接至 BIAS 引脚或接地 BIAS 引脚。使用外部偏置电源时，填充 Cbias (C11)。如需了解更多信息，请参阅 LM656x5 数据表。

波特图

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特图。必须填充 Rinj (R8)。

EMI 滤波器

EVM 上未填充 EMI 滤波器。要测试 EMI 滤波器，必须组装元件 L2、C1 和 C2，同时必须移除 R12。节 4.3 中给出了这些元件的典型值。

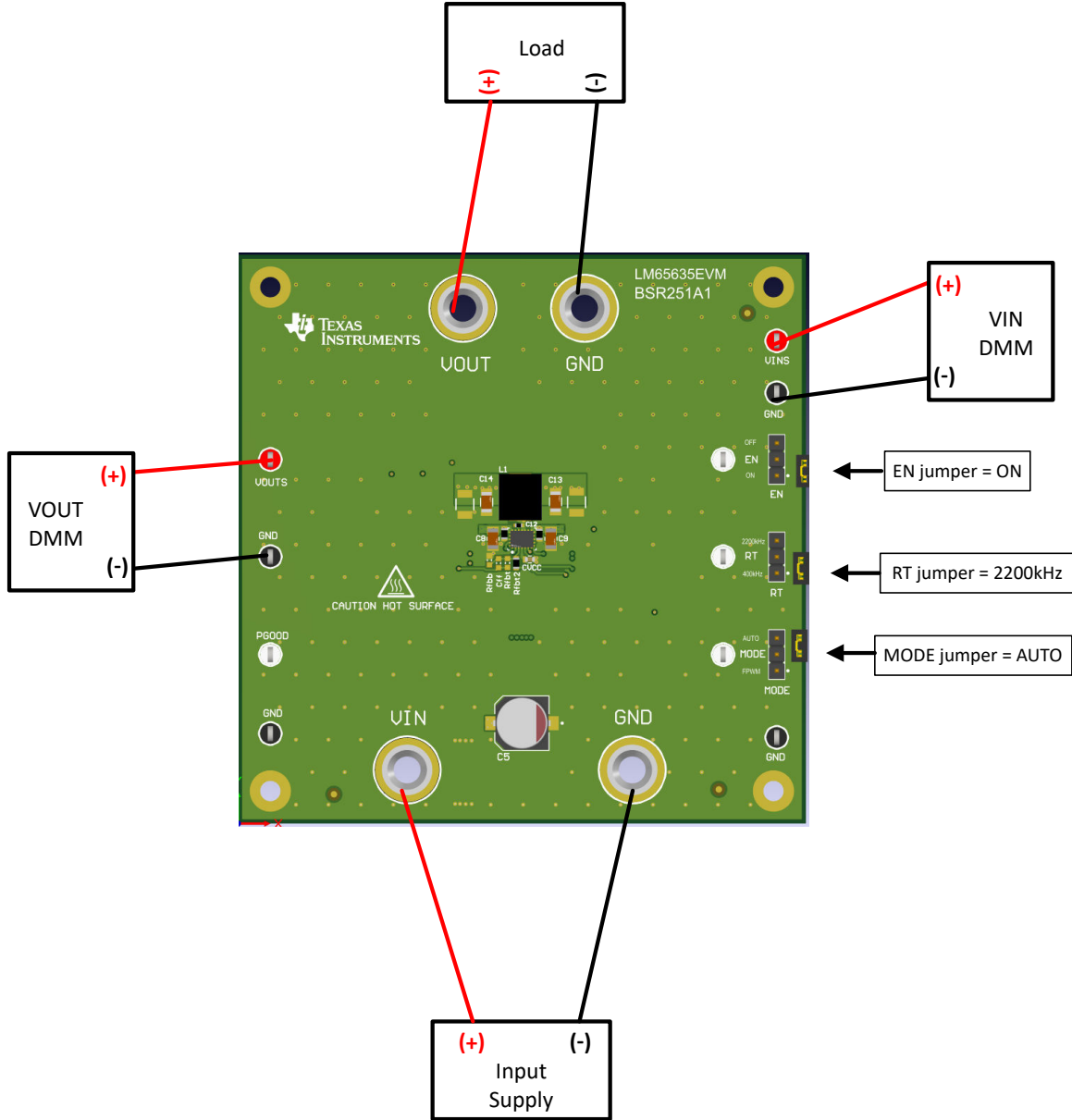


图 2-3. LM65635EVM 设置

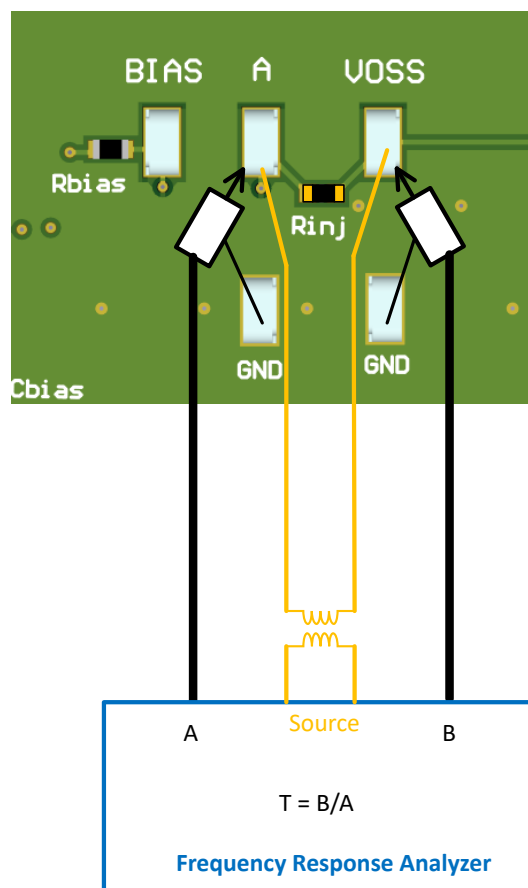


图 2-4. LM65635EVM 环路响应连接

3 实现结果

3.1 评估设置

使用 LM65635VM 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： $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{OUT} = 5\text{V}$ ， $V_{IN} = 24\text{V}$ ， $F_{SW} = 2200\text{kHz}$ 。

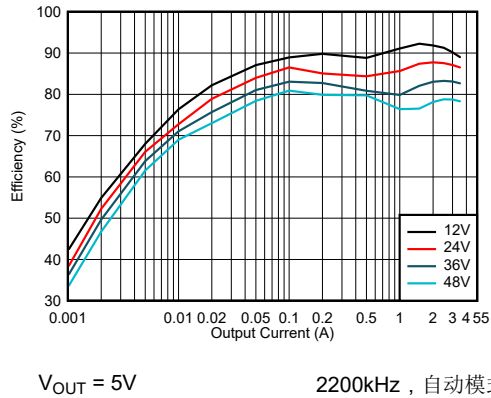


图 3-1. 效率

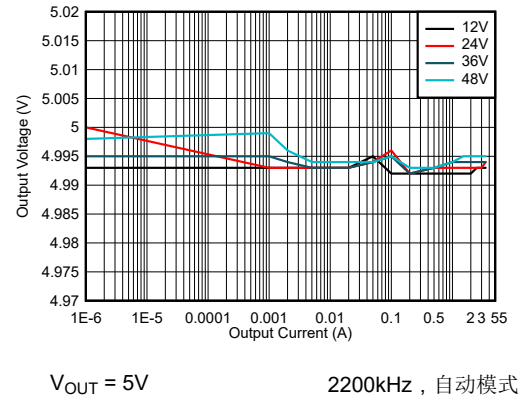


图 3-2. 线性 and 负载调整率

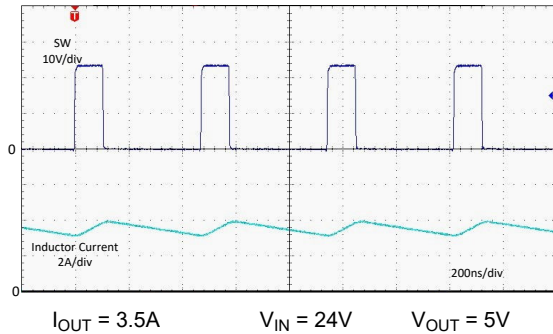


图 3-3. PWM 中的典型开关波形

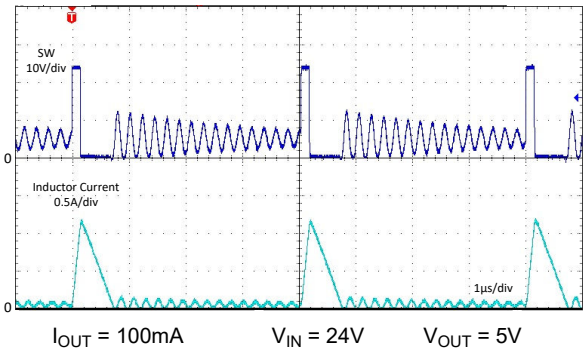


图 3-4. PFM 中的典型开关波形

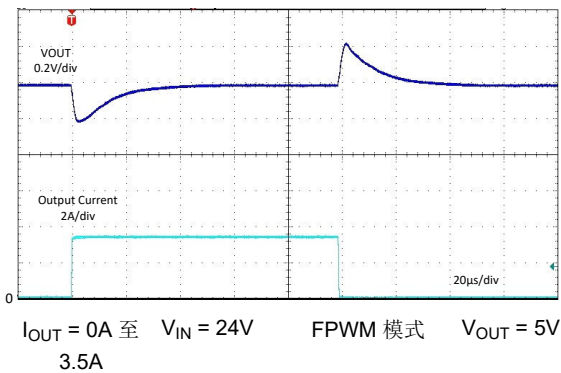


图 3-5. 负载瞬态

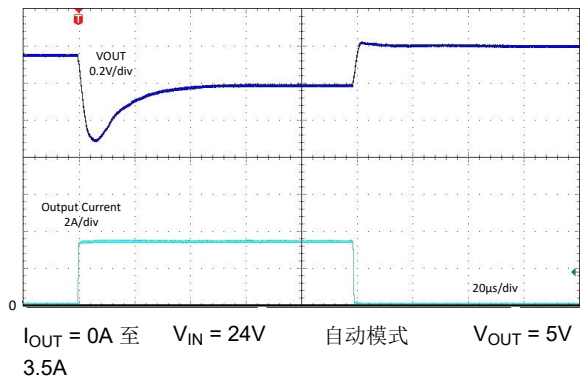


图 3-6. 负载瞬态

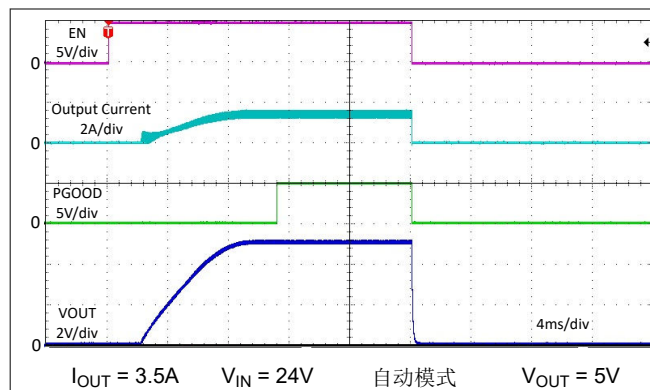
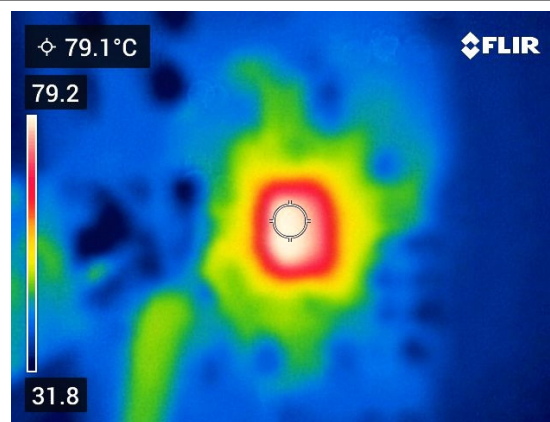


图 3-7. 启动



$V_{OUT} = 5V$ $V_{IN} = 24V$ $I_{OUT} = 3.5A$

图 3-8. 热像图

4.2 PCB 布局

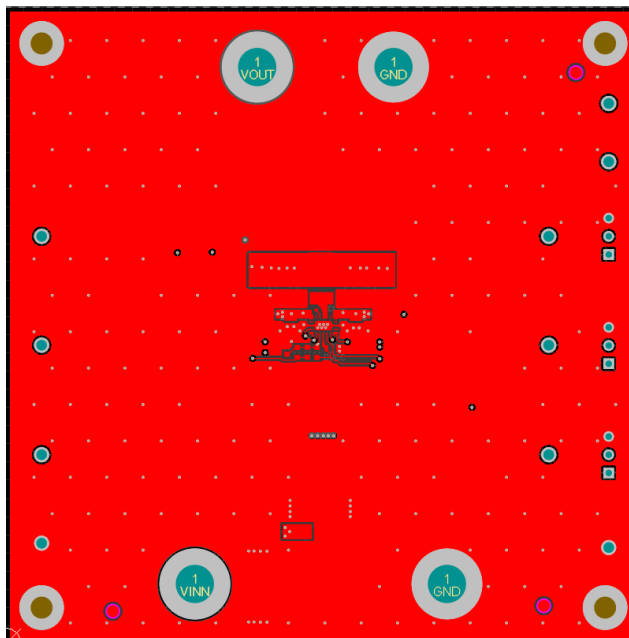


图 4-2. PCB 顶层

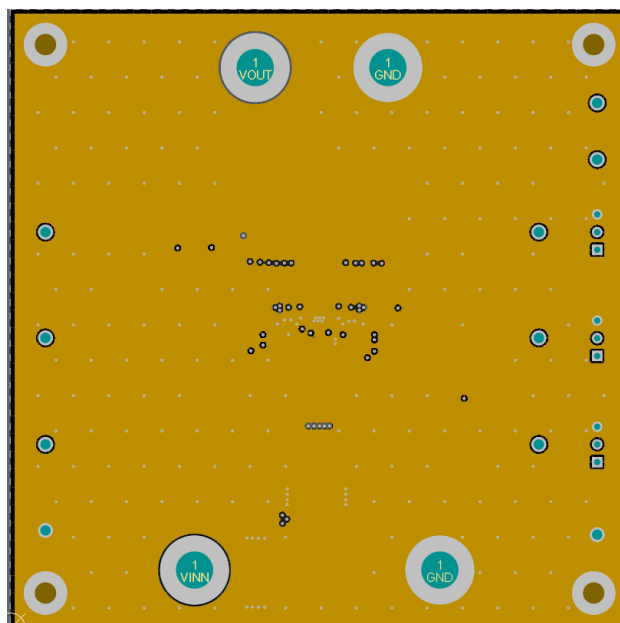


图 4-3. PCB 接地层 (顶层正下方)

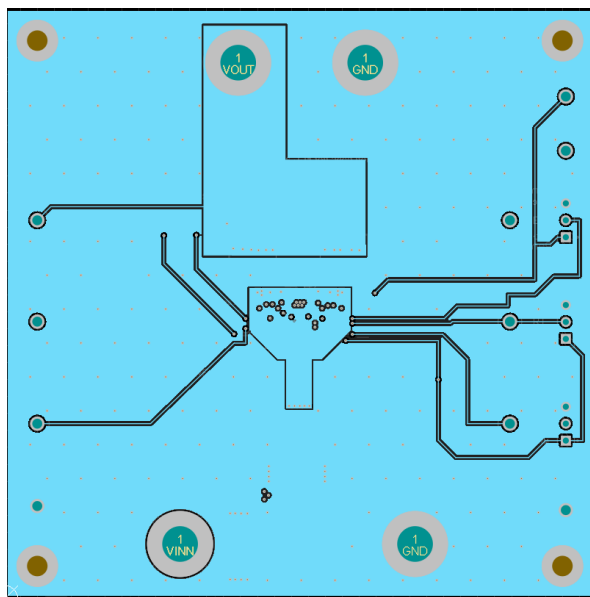


图 4-4. PCB 信号层

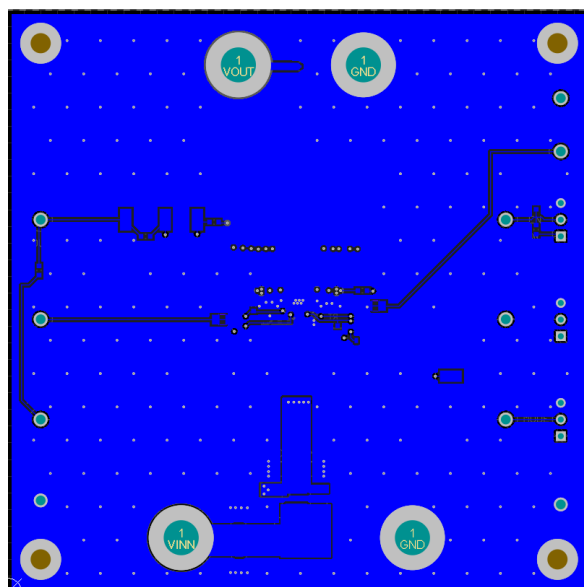


图 4-5. PCB 底层

4.3 物料清单 (BOM)

表 4-1. LM65635EVM BOM (配有多个选项)

位号	别名	数量	值	说明	器件型号
C3、C4		2	2.2 μ F	通用片状多层陶瓷电容器 2.2 μ F $\pm$ 20% 100V X7T SMD 0805	GRM21BD72A225ME01K
C5		1	33 μ F	33 μ F 80V 铝聚合物电容, 径向引线, 金属外壳, SMD 封装, 45m Ω , 在 105°C 下寿命为 2000 小时	A767KS336M1KLAE045
C6、C7		2	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 100V, +/-10%, X7R, AEC-Q200 1 级, 0603	HMK107B7104KAHT
C8、C9		2	4.7 μ F	4.7 μ F $\pm$ 10% 100V 陶瓷电容器 X7S 1206 (公制 3216)	GRM31CC72A475KE11L
C10	CVCC	1	1 μ F	电容, 陶瓷, 1 μ F, 16V, X7R, 20%, 焊盘 SMD, 0603, +125°C, 汽车 T/R	CGA3E1X7R1C105M080AC
C12	CBOOT	1	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-20%, X7R, 0402	C1005X7R1E104M050BB
C13、C14		2	22 μ F	通用片状多层陶瓷电容器, 1206, 22 μ F, X7R, 15%, 20%, 16V	GRM31CZ71C226ME15L
C17		1	100nF	通用片状多层陶瓷电容器, 0402, 0.10 μ F, X7R, 15%, 10%, 25V	GRM155R71E104KE14J
L1		1	2.2 μ H	电感器, 屏蔽鼓芯, 铁粉, 2.2 μ H, 8A, 0.018 Ω , SMD	IHLP2525CZER2R2M01
R1	Rpg	1	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL
R2	Rvin	1	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	RMCF0603ZT0R00
R7	Rfbt2	1	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	RMCF0603ZT0R00
R11	Rbias	1	0	电阻, 0, 1%, 0.1W, AEC-Q200 0 级, 0603	RMCF0603ZT0R00
R12		1	0	电阻, 0, 1%, 0.5W, 1206	5108
U1		1		同步降压稳压器、WQFN-FCRLF20	LM65635SRZTRQ1
C1, C2		0	2.2 μ F	通用片状多层陶瓷电容器 2.2 μ F $\pm$ 20% 100V X7T SMD 0805	GRM21BD72A225ME01K
C11	Cbias	0	0.1 μ F	电容, 陶瓷, 0.1 μ F, 25V, +/-10%, X7R, 0603	06033C104KAT2A
C15、C16		0	22 μ F	电容, 陶瓷, 22 μ F, 16V, $\pm$ 20%, X7R, AEC-Q200 1 级, 1210	CGA6P1X7R1C226M250AC
C18	Cff	0	3pF	电容, 陶瓷, 3pF, 50V, +/- 8.3%, C0G/NP0, 0603	C0603C309C5GACTU
L2		0	1.5 μ H	屏蔽式功率电感器 1.5 μ H 10.2A 10.5m Ω 最大非标准值	XGL4030-152MEC
R3	Rent	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL
R9	Rfbt	0	100k	电阻, 100k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-07100KL
R4	Renb	0	18.7k	电阻, 18.7k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0718K7L
R5	RT	0	14.3k	电阻, 14.3k, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0714K3L
R6	Rmode	0	150k	150k Ω $\pm$ 1% 0.1W 0603 厚膜片上电阻, 符合 AEC-Q200 标准	RMCF0603FT150K
R8	Rinj	0	51.0	电阻, 51.0, 1%, 0.1W, 0603	RC0603FR-0751RL
R10	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