

Application Note

LM5125A-Q1 的多相运行



Cindy Wang, Feng Ji

摘要

多相运行具有多种优势，例如消除纹波、减小元件尺寸和降低热管理难度。LM5125A-Q1 支持多相运行以处理更高的电流。该系统可实现平衡的电流共享和精确的相移。

本应用手册介绍了四相和三相运行设置，提供了 LM5125A-Q1 多相运行方框图，介绍了配置为主要或辅助器件时的功能，最后展示并分析了一些波形。

内容

1 简介.....	2
2 LM5125A-Q1 多相运行设置.....	2
3 LM5125A-Q1 功能方框图.....	4
4 LM5125A-Q1 多相运行波形.....	6
5 总结.....	9
6 参考资料.....	9

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

LM5125A-Q1 是一款专为汽车音频放大器应用而设计的可堆叠双相同步升压转换器。可通过 ATRK/DTRK 引脚调整输出电压。

为了满足现代音频放大器不断增长的功率需求，采用三相和四相运行的设计越来越受欢迎。通过连接两个 LM5125A-Q1 器件，可以轻松实现四相配置。在此设置中，主要控制器调节输出电压并将电流命令 (COMP) 传输给辅助控制器。辅助控制器遵循电流命令，并通过相移与主要控制器同步。

本文档提供了使用 **LM5125A-Q1** 配置和实施三相和四相系统的全面指南，概述了器件配置为主要控制器或辅助控制器时的特定功能。

2 LM5125A-Q1 多相运行设置

图 2-1 展示了四相运行图。

要点如下：

- 将主要 CFG2 设为 9 级、10 级、13 级或 14 级；将辅助 CFG2 设为 15 级或 16 级。
- 将辅助 SYNCIN 连接到主要 SYNCOUT。
- 将辅助器件的 COMP、SS、ILIM/IMON 和 MODE 引脚连接主要到器件上的对应引脚。
- 将辅助 ATRK/DTRK、DLV 引脚连接到 AGND。

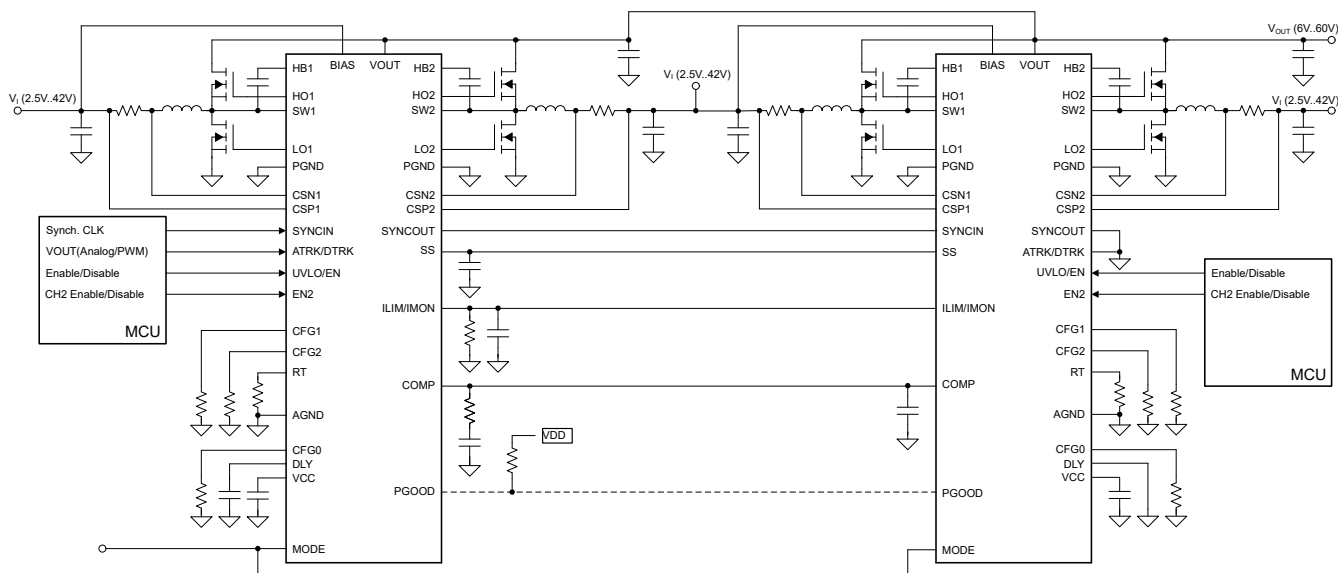


图 2-1. LM5125A-Q1 四相运行

类似地，图 2-2 展示了三相运行图。与图 2-1 相比，差异如下：将主要 CFG2 设定为 7 级、8 级、11 级或 12 级。LM5126A-Q1 也可用作辅助器件。

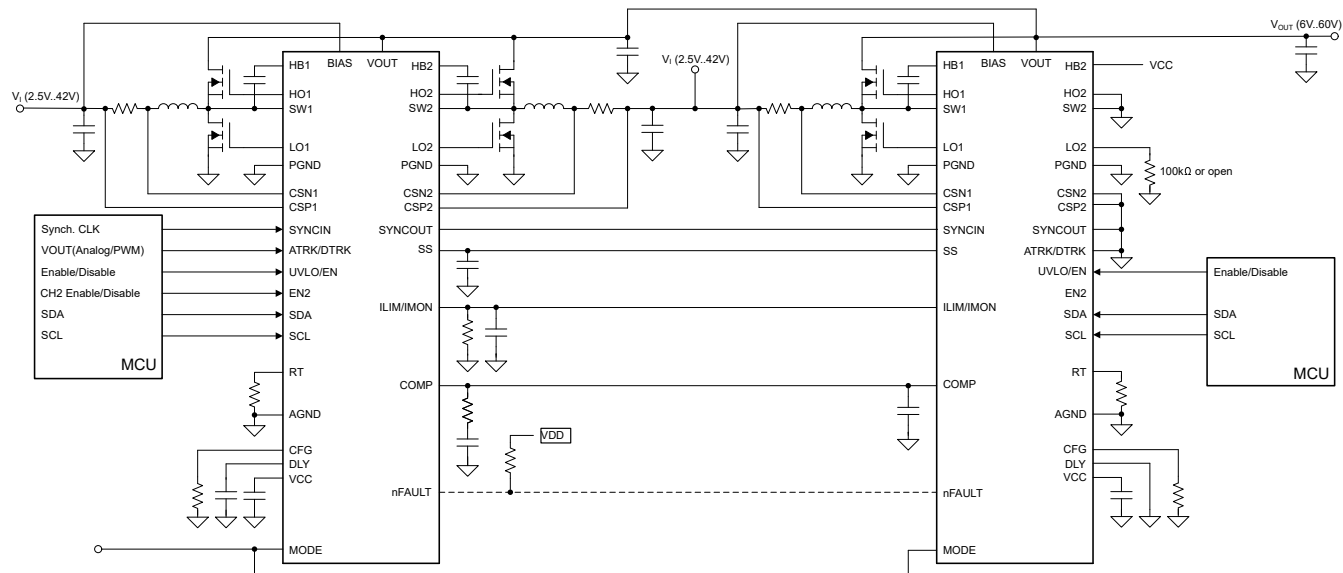


图 2-2. LM5125A-Q1 三相运行

3 LM5125A-Q1 功能方框图

LM5125A-Q1 多相运行方框图如 图 3-1 所示。

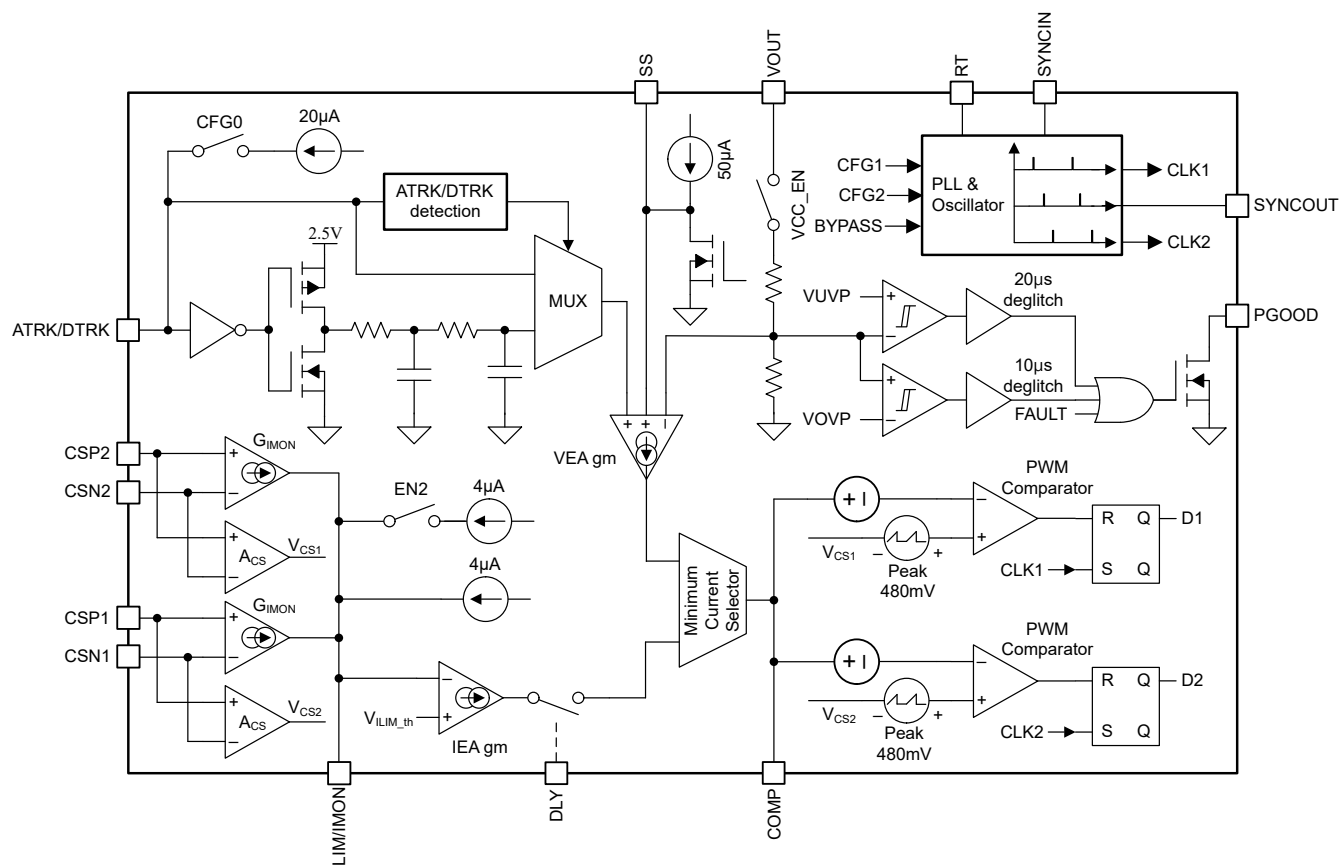


图 3-1. LM5125A-Q1 多相运行方框图

LM5125A-Q1 配置为主要器件或辅助器件时的功能会有所不同。如 图 3-1 中所示，将器件配置为辅助将禁用以下功能：

- OVP 比较器和 UVP 比较器
- IEA gm 和 VEA gm
- 最小电流选择器
- 50 μ A 电流源和放电开关 (连接到 SS 引脚)

有关更多信息，请参阅表 3-1。

表 3-1. 配置为主要或辅助器件时的功能

引脚	初级	辅助
COMP	电压环路跨导误差放大器 (VEA gm) 或平均电流环路跨导误差放大器 (IEA gm) 可调节 COMP 引脚电压。“最小电流选择器”可选择较低的电流。COMP 引脚是 PWM 比较器的输入。 在 COMP 引脚和 AGND 之间连接补偿网络。	“最小电流选择器”被禁用。COMP 引脚从主要器件接收信号，并将信号发送到 PWM 比较器。 连接到初级 COMP 引脚。将补偿网络的电容器放置在靠近辅助 COMP 引脚的位置，以尽可能降低噪声。
SS	内部开关会在启动时使 SS 引脚完全放电。然后，50 μ A 电流源会为 SS 引脚充电。 在 SS 引脚和 AGND 之间连接电容器。	50 μ A 电流源和放电开关被禁用。 连接到初级 SS 引脚。将电容器放置在靠近辅助 SS 引脚的位置，以尽可能减小噪声拾取。
ILIM/IMON	电感器电流监测器和平均输入电流限制设置引脚。ILIM/IMON 引脚提供与相位 1 和相位 2 的电流传感电压成比例的电流。当 ILIM/IMON 达到 1V 时，平均电流环路会减小电流，以将 ILIM/IMON 引脚上的电压限制为 1V。	内部电流源仍处于活动状态。IEA gm 被禁用。 连接到主要 ILIM/IMON 引脚。
ATRK/DTRK	ATRK/DTRK 引脚设置输出电压调节目标。 连接到模拟跟踪信号或数字跟踪信号，或者在 ATRK/DTRK 引脚和 AGND 之间连接电阻器，并启用 20 μ A 电流源以设定固定输出电压。	VEA gm 被禁用，因此辅助器件上的 ATRK/DTRK 引脚无效。 连接至 AGND。
DLY	平均输入电流限制额外延迟设置引脚。 在 DLY 引脚和 AGND 之间连接 10pF 电容器。	IEA gm 被禁用，辅助器件上的 DLY 引脚无效。 连接至 AGND。
SYNCIN	与外部时钟输入同步。连接到 AGND 以使用内部时钟。 连接到外部时钟输入或 AGND。	高电平：旁路模式。 脉冲：与来自主要器件的外部时钟输入同步。 低电平：停止开关。 连接到主要 SYNCOUT。
SYNCOUT	高电平：将旁路模式传递给辅助器件。 脉冲：辅助 SYNCIN 的时钟输入。 低电平：向辅助器件传递停止开关信号。 连接到辅助 SYNCIN。	SYNCOUT 被禁用。 连接至 AGND。
PGOOD	在以下情况下，PGOOD 会被拉低： VOUT UVP VOUT OVP 器件处于关断状态 VCC 稳压器故障 热关断 HBx 故障 ICL_latch 故障 CRC 故障	在以下情况下，PGOOD 会被拉低： 器件处于关断状态 VCC 稳压器故障 热关断 HBx 故障 ICL_latch 故障 CRC 故障 当辅助 SYNCIN 保持低电平时（例如因主要器件过压所致）

4 LM5125A-Q1 多相运行波形

四相运行波形

下方波形通过两个 LM5125AEVM-BST 电路板测 (根据 LM5125AEVM-BST EVM 用户指南第 3.1.2 节 “堆叠两个 EVM 的配置” 进行配置) 测量所得。

通过移除 SH-JP5 修改了主要 EVM。

通过移除软启动 (SS) 电容器 (C8) 和补偿网络 (R5、C5 和 C6) 修改了辅助 EVM。

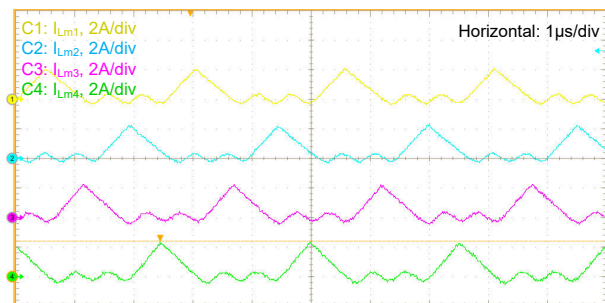


图 4-1. 四相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 1A$

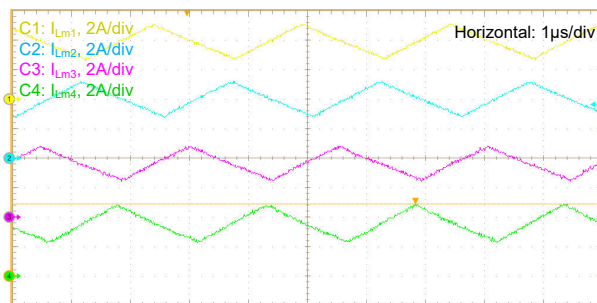


图 4-2. 四相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 20A$

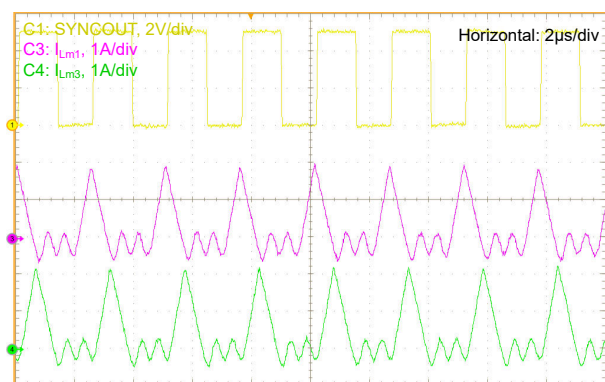


图 4-3. 四相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 1A$

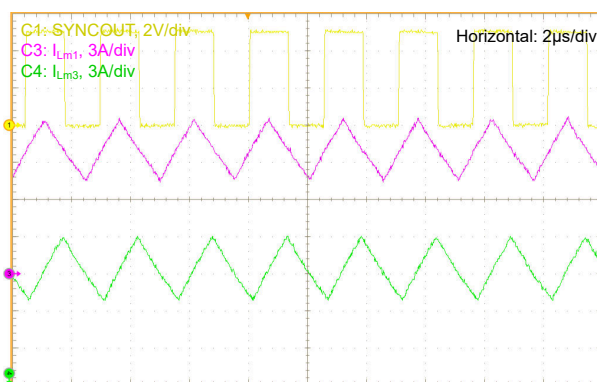


图 4-4. 四相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 20A$

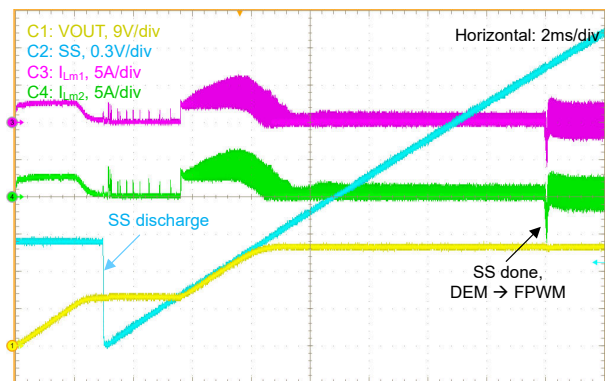


图 4-5. 两相软启动, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 24V$, FPWM, $I_{LOAD} = 0.1A$

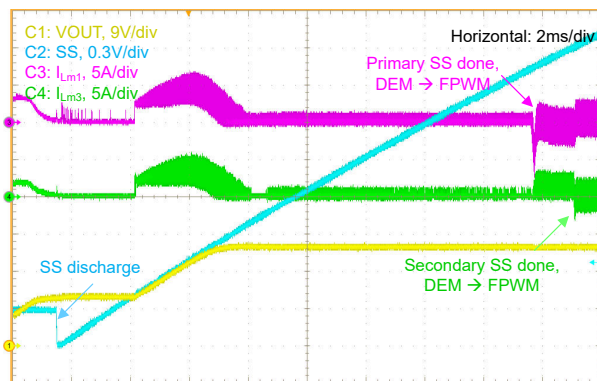


图 4-6. 四相软启动, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 24V$, FPWM, $I_{LOAD} = 0.1A$

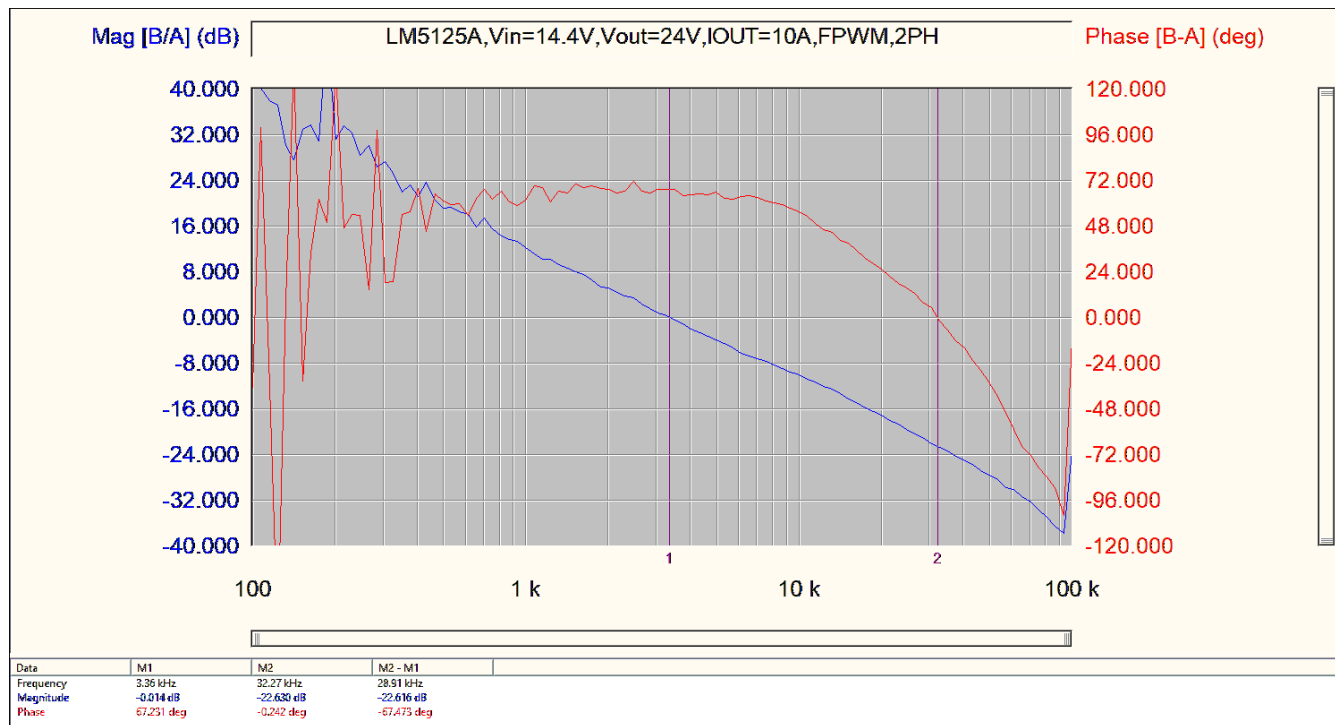


图 4-7. 两相设置的波德图， $V_{IN} = 14.4V$ ， $V_{OUT} = 24V$ ， $I_{LOAD} = 10A$

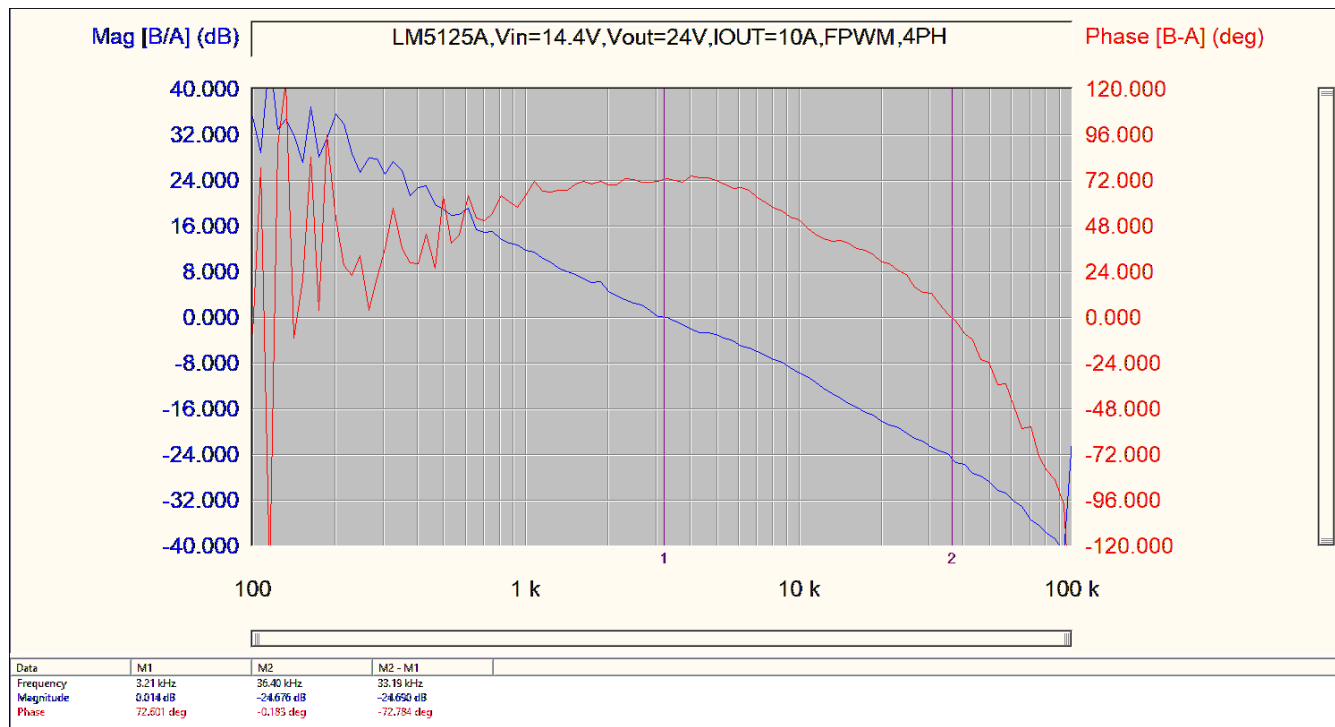


图 4-8. 四相设置的波德图， $V_{IN} = 14.4V$ ， $V_{OUT} = 24V$ ， $I_{LOAD} = 10A$

请注意，连接两个 EVM 以进行四相设置时，输出电容会翻倍。因此，两相和四相设置的波德图非常相似，与理论预期一致。

三相运行波形

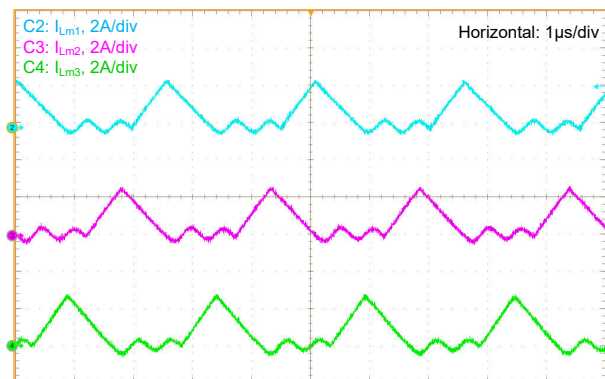


图 4-9. 三相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 1A$

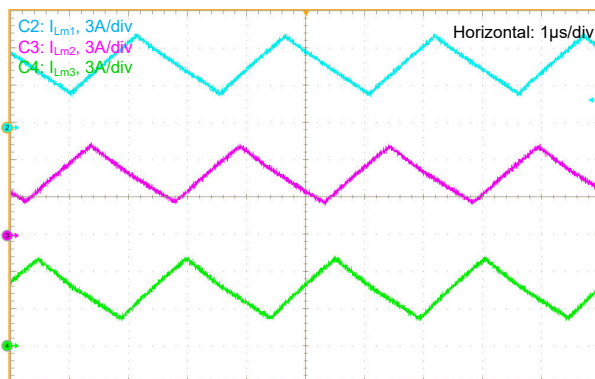


图 4-10. 三相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 8A$

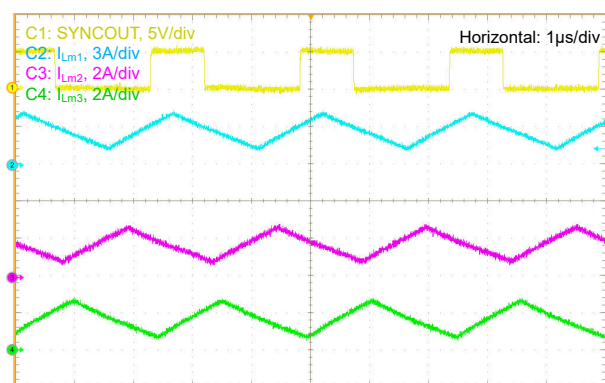


图 4-11. 三相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 1A$

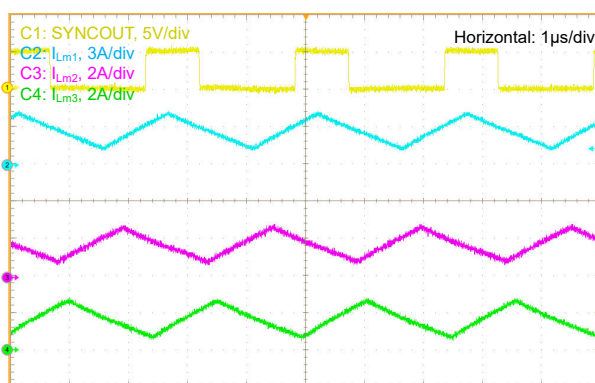


图 4-12. 三相, $V_{IN} = 14V$, $V_{OUT} = 24V$, DEM, $I_{LOAD} = 8A$

5 总结

本应用手册介绍了 LM5125A-Q1 三相和四相运行设置，提供了 LM5125A-Q1 多相运行方框图，介绍了配置为主要或辅助器件时的功能，最后展示并分析了一些波形。

6 参考资料

- 德州仪器 (TI), [LM5125A-Q1](#), 具有 VOUT 跟踪功能的宽 VIN 2.2MHz 双相升压控制器
- 德州仪器 (TI), [LM51251A-Q1](#), 具有 VOUT 跟踪功能和 I2C 的宽 VIN 2.2MHz 双相升压控制器
- 德州仪器 (TI), [LM5126A-Q1](#), 具有 VOUT 跟踪功能的宽 VIN 2.2MHz 单相升压控制器
- 德州仪器 (TI), [LM51261A-Q1](#), 具有 VOUT 跟踪功能和 I2C 的宽 VIN 2.2MHz 单相升压控制器

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、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 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。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月