



Juergen Neuhaeusler, Tanvee Pandya

摘要

采用与 TPS6287x 类似的集成解决方案设计的非隔离式电感降压转换器仅使用少数无源器件来完成电路。通常，这已经是一个小型设计。在某些情况下，无源器件仍然过大或太高，无法适应应用环境，或者合适器件的额定电流还不够。为了解决这一问题，可以并联多个转换器来为同一负载供电。TPS6287x 系列器件支持此类配置。这些器件集成了便于并行操作堆栈中器件的功能。本应用手册详细介绍了此类堆叠配置与单转换器解决方案的对比情况。

内容

1 引言.....	2
2 配置.....	2
3 测量.....	4
3.1 效率.....	4
3.2 输入电压纹波.....	5
3.3 输出电压纹波.....	6
3.4 负载瞬态.....	6
3.5 热量分布.....	7
4 总结.....	8

插图清单

图 2-1. 单转换器原理图.....	2
图 2-2. 双转换器原理图.....	3
图 3-1. 单转换器和双转换器的效率.....	4
图 3-2. 单转换器和双转换器的输入电压纹波.....	5
图 3-3. 单转换器和双转换器的输出电压纹波.....	6
图 3-4. 单转换器和双转换器的负载瞬态.....	6
图 3-5. 单转换器的热量分布.....	7
图 3-6. 双转换器的热量分布.....	7

表格清单

表 2-1. 单转换器 BOM.....	2
表 2-2. 双转换器 BOM.....	3

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

尽管听起来只需并联使用转换器就很简单，但仍有一些重要的细节需要注意。为了避免拍频导致不可预知的输入和输出电压纹波和噪声，必须同步堆叠中转换器的开关频率。为同步添加相移也有利于确保转换器不会同时切换。此过程可更大限度地减小转换器设计的峰值输入电流。如果负载电流始终在堆叠中的转换器之间平均分配，从而使用每个转换器及其直接连接的无源器件来充分发挥其功能，则该过程也很有用。这样，栈可被设计为具有最大面积和成本效益。TPS6287x 器件通过易于设计的方式实现了适当支持此类配置的特性。[TPS6287x 数据表](#)中提供了更多详细信息。本应用手册将单级转换器设计与提供相同负载的双级转换器设计进行了比较。这两种设计都基于 TPS6287x 系列的转换器，具有不同的输出电流额定值。

2 配置

为了进行本应用手册中的比较，在单级转换器设计中使用 TPS62873EVM-143 进行测量，而在双转换器设计中使用 TPS62873EVM-144 进行测量。两个电路均配置为在 0.75V 电压下提供 12A 负载。这些电路还配置为在 1 μ s 内支持 4.5A 至 12A 的快速负载瞬态，从而实现小于 3.3% 的输出电压偏差。

TPS62873EVM-143 已针对该规格进行配置，因此无需修改测量值。该器件使用了默认配置。图 2-1 所示为原理图的关键元件概览，BOM 的详细信息在表 2-1 中列出。

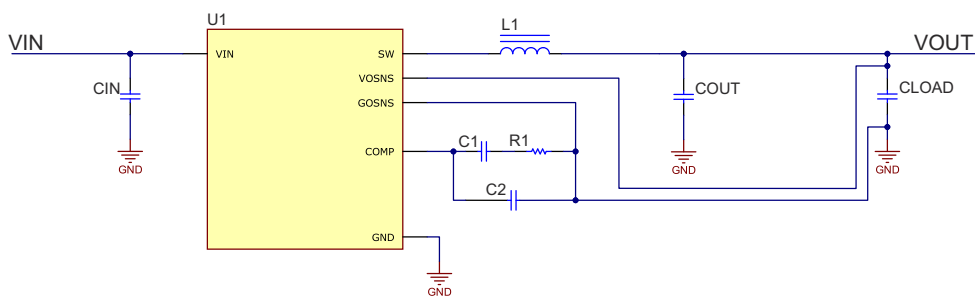


图 2-1. 单转换器原理图

表 2-1. 单转换器 BOM

参考	数量	值	说明	尺寸	产品型号
CIN	2	0.47 μ F	陶瓷电容器，10V，X7S	0402	GCM155C71A474KE36D
	2	2.2 μ F	陶瓷电容器，10V，X7S	0603	CGA3E3X7S1A225K080AB
	2	10 μ F	陶瓷电容器，10V，X7R	0805	GCM21BR71A106KE22
U1	1		具有 I2C 接口、遥感和堆叠功能的 2.7V 至 6V 输入、12A 快速瞬态同步降压转换器	WQFN-FCRLF16	TPS62872QWRXSRQ1
L1	1	110nH	电感器	4.0 \times 4.0 \times 2.0 mm	XGL4020-111MEC
C1	1	1800pF	陶瓷电容器，50V，X7R	0402	
R1	1	2.43k Ω	电阻器 1%，0.1W	0402	
C2	1	10pF	陶瓷电容器，50V，COG/NPO	0402	
COUT	2	0.47 μ F	陶瓷电容器，10V，X7S	0402	GCM155C71A474KE36D
	2	22 μ F	陶瓷电容器，10V，X7R	1206	GCM31CR71A226KE02
CLOAD	2	47 μ F	陶瓷电容器，6.3V，X7R	1210	GCM32ER70J476ME19L
	2	100 μ F	陶瓷电容器，6.3V，X5R	1210	GRT32ER60J107ME13L
	2	0.47 μ F	陶瓷电容器，10V，X7S	0402	GCM155C71A474KE36D

默认情况下，TPS62873EVM-144 的输出电流配置为 30A。对于本应用手册的测量，TPS62873 器件更改为同一器件系列中额定电流较低的 TPS62870 器件。由于电感器的额定电流可以更低，电感器也可以更小，因此使用 VCTA32252E-R11 替换更大的 XGL4020-110。通过这种修改，堆叠中两个电感器所需的 PCB 面积与单转换器设计中单个电感器所需的面积大致相同。负载侧电容器组中的电容器数量也少于默认组装，旨在支持更高的输出电流，采用与 TPS62873EVM-143 上所采用的相同配置。图 2-2 展示了双转换器原理图的关键元件概述。BOM 的详细信息列在表 2-2 中。

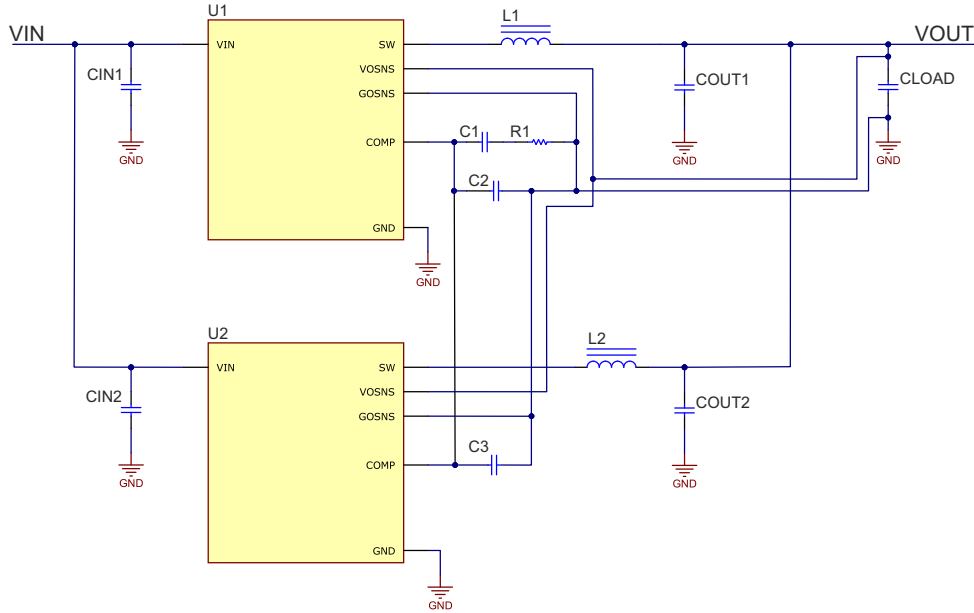


图 2-2. 双转换器原理图

表 2-2. 双转换器 BOM

参考	数量	值	说明	尺寸	产品型号
CIN1、CIN2	2 × 2	0.47μF	陶瓷电容器，10V，X7S	0402	GCM155C71A474KE36D
	2 × 2	2.2μF	陶瓷电容器，10V，X7S	0603	CGA3E3X7S1A225K080AB
	2 × 2	10μF	陶瓷电容器，10V，X7R	0805	GCM21BR71A106KE22
U1、U2	2 × 1		具有 I2C 接口、遥感和堆叠功能的 2.7V 至 6V 输入、6A 快速瞬态同步降压转换器	WQFN-FCRL16	TPS62870QWRXSRQ1
L1、L2	2 × 1	110nH	电感器	3.2 × 3.2 × 2.5 mm	VCTA32252E-R11
C1	1	6800pF	陶瓷电容器，50V，X7R	0402	
R1	1	820 Ω	电阻器 1%，0.1W	0402	
C2、C3	2	10pF	陶瓷电容器，50V，COG/NPO	0402	
COUT1	2 × 2	0.47μF	陶瓷电容器，10V，X7S	0402	GCM155C71A474KE36D
COUT2	2 × 2	22μF	陶瓷电容器，10V，X7R	1206	GCM31CR71A226KE02
CLOAD	2	47μF	陶瓷电容器，6.3V，X7R	1210	GCM32ER70J476ME19L
	2	100μF	陶瓷电容器，6.3V，X5R	1210	GRT32ER60J107ME13L
	2	0.47μF	陶瓷电容器，10V，X7S	0402	GCM155C71A474KE36D

有关测试板的更多详细信息，请参阅 [TPS62873EVM-143](#) 和 [TPS62873EVM-144](#) 的 EVM 用户指南。

3 测量

3.1 效率

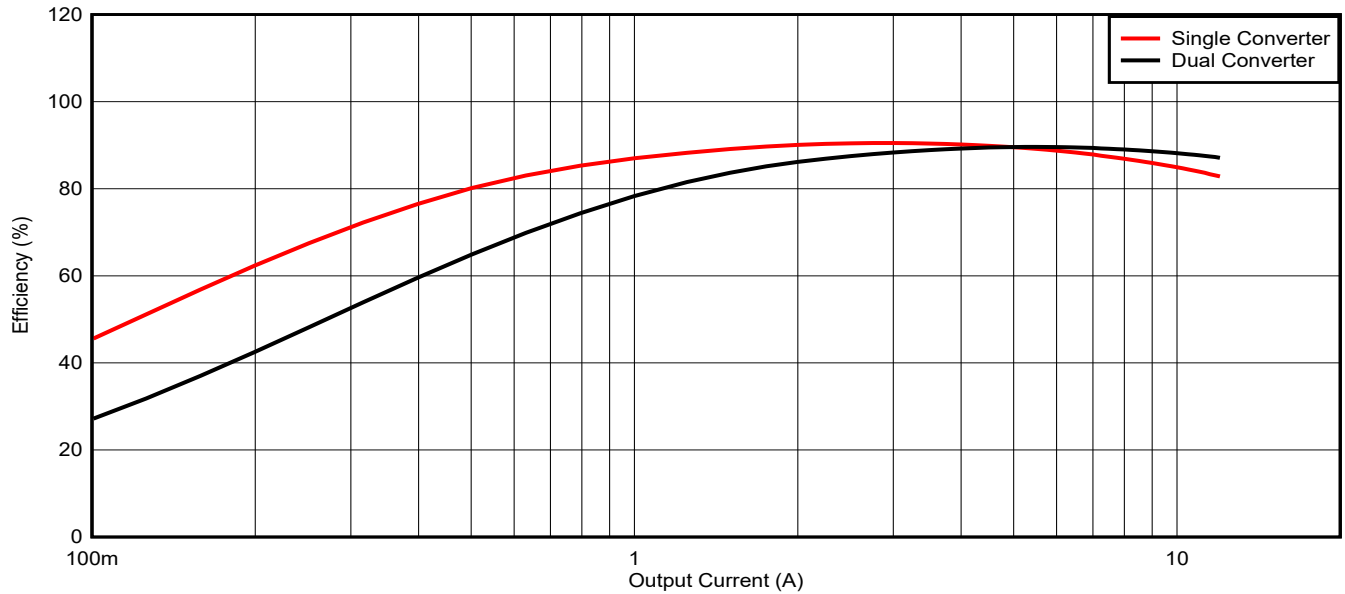


图 3-1. 单转换器和双转换器的效率

图 3-1 展示了单转换器和双转换器实现方案的效率测量结果。由于在双转换器实现方案中，两个转换器并行运行，因此轻负载时的效率较低。这是由于静态电流增加了两倍，并增加了总开关损耗。在较高的电流下，开关中较低的 RMS 电流决定了损耗。因此，在更高的输出电流下，双转换器实现方案的效率更高。

3.2 输入电压纹波

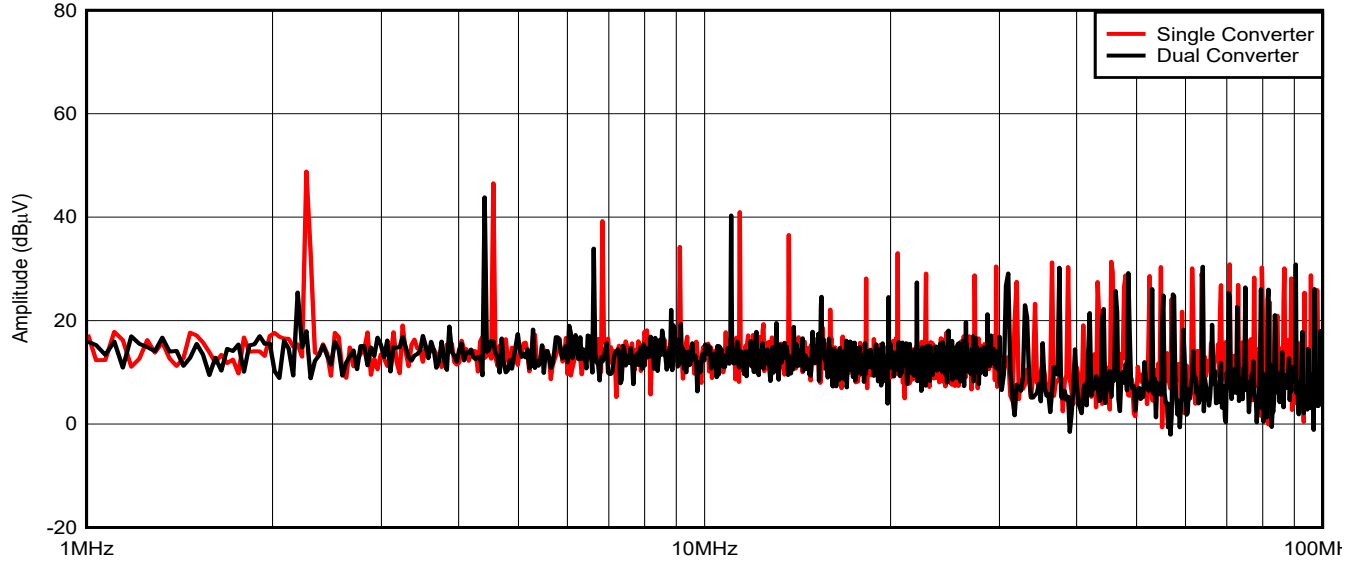


图 3-2. 单转换器和双转换器的输入电压纹波

图 3-2 展示了在单转换器实现中的输入电容器 C_{IN} 和双转换器实现中的 C_{IN1} 上测得的纹波电压的频谱。显然，双转换器实现方案在开关频率下的纹波较低。这主要是由于各个转换器中的电流较低，再加上转换器输入端的总去耦电容较高，因为每个转换器在输入端使用相同的电容器组。

3.3 输出电压纹波

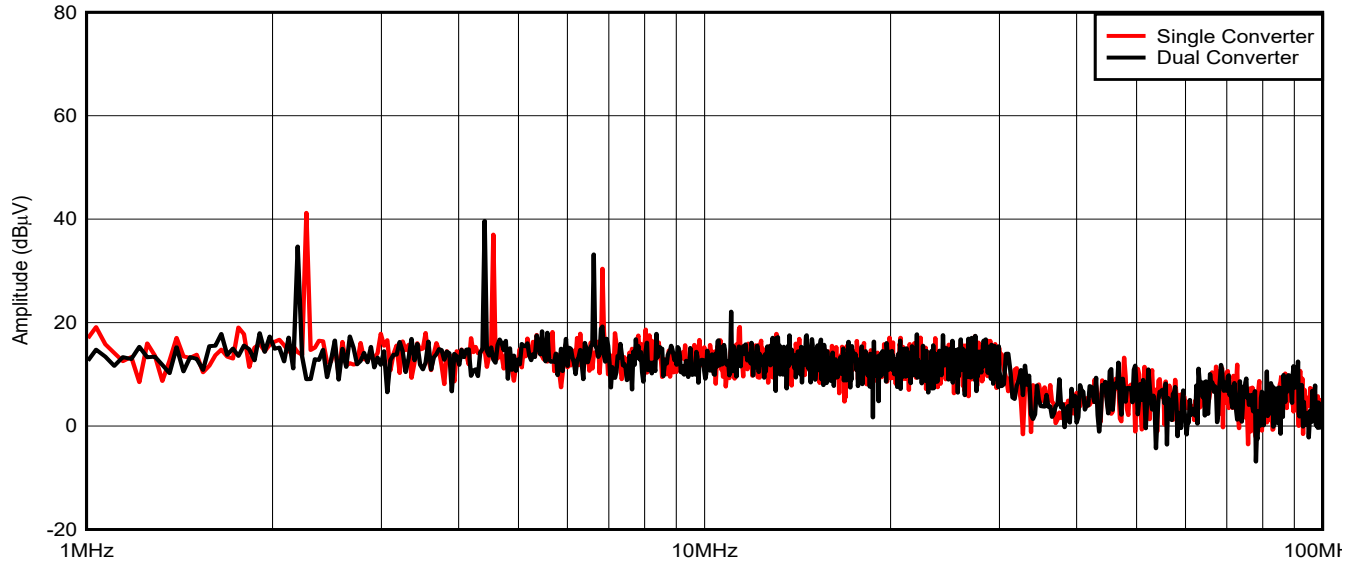


图 3-3. 单转换器和双转换器的输出电压纹波

图 3-3 中显示的输出电压测量结果表明，两个转换器的实现方案没有明显的差异。双转换器实现的相移同步可在开关频率上实现微小的改进。由于两个转换器的电容器组相同，并且由于负载瞬态要求，滤波开关频率的电容器组非常大，因此频谱的差异可以忽略不计。

3.4 负载瞬态

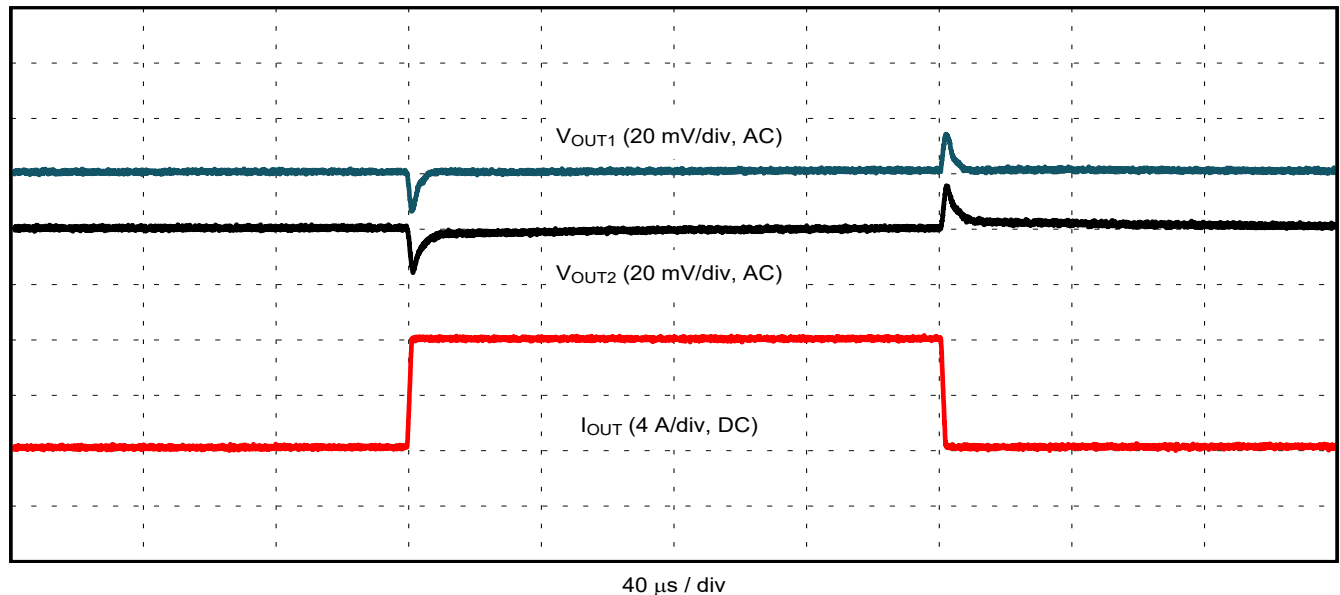


图 3-4. 单转换器和双转换器的负载瞬态

图 3-4 展示了两种转换器实现方案在 $1\ \mu\text{s}$ 内从 4.5A 增加至 12A 并以相同斜率恢复到 4.5A 时的负载瞬态响应。单转换器实现方案 (V_{OUT1}) 和双转换器实现方案 (V_{OUT2}) 在最大电压偏差方面没有差异。不过，输出电压稳定表现出微小的差异。这是由补偿网络中 R1 和 C1 所需的不同元件值导致的。

3.5 热量分布

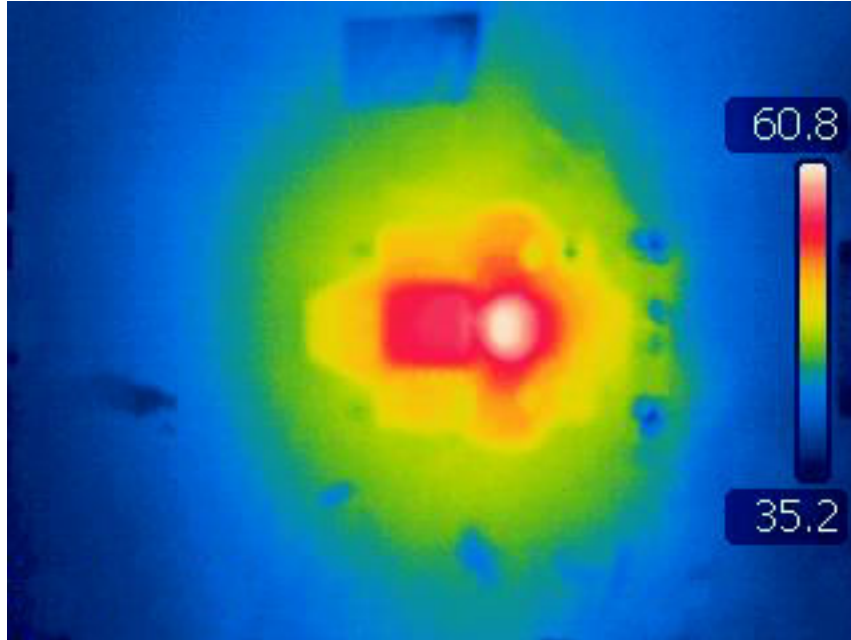


图 3-5. 单转换器的热量分布

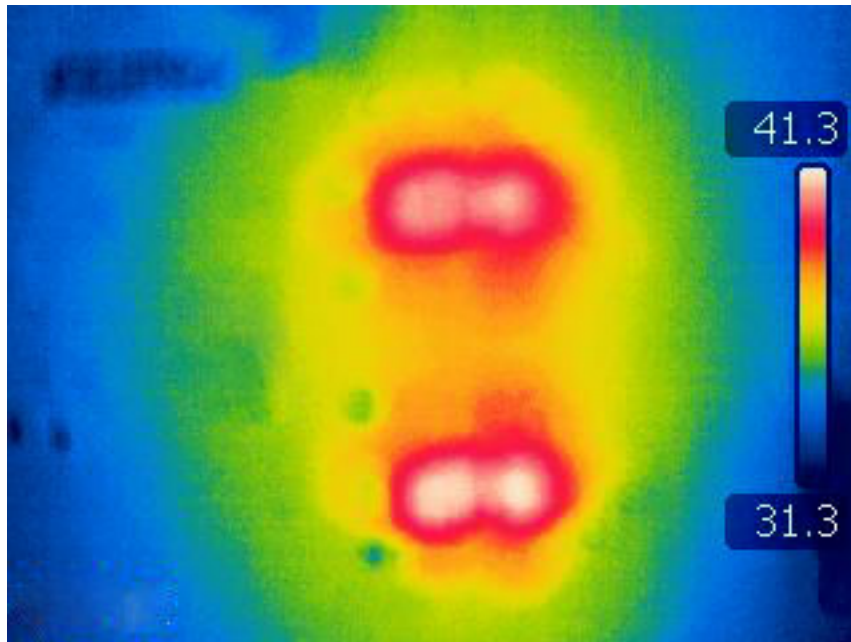


图 3-6. 双转换器的热量分布

图 3-5 和图 3-6 展示了两种转换器实施方案在 12A 输出电流下运行的热图像。与单转换器相比，双转换器实施方案的效率更高，用于散热的 PCB 面积更宽，因此双转换器实施方案的工作温度几乎比单转换器实施方案低 20°C。

4 总结

由于使用了两个 IC 并且需要正确配置，堆叠配置只需增加少量元件。输出滤波器基本上是相同的。单转换器设计中的电感器使用的 PCB 面积与双配置中的两个电感器相同。负载侧电容器是相同的。这使得两种设计的效率和负载瞬态性能相似。

但是，正如测量结果所示，双转换器设计具有较低的输入电压纹波和噪声。此设计有利于 EMI 优化和滤波器设计。双转换器设计还显著改善了热性能。使用两个转换器可以在更宽的区域内将损耗更均匀地分布到 PCB 上。这个过程可以减少与处理转换器损耗和相关应用设计相关的挑战。

重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司