

Application Note

级联 LMX1204 相位误差分析



Russell Hoppenstein

Systems Engineering and Marketing

摘要

LMX1204 器件是一款高频时钟分配器件。该器件旨在将时钟或本地振荡器源分配给多个收发器通道。每个器件支持四路输出。当需要更多通道且性能影响可以忽略不计时，可以级联这些器件。级联 LMX1204 参考设计使用两层 LMX1204 器件来支持 16 路输出。此报告测量和分析输出之间的相位响应，以真实的器件和布局配置说明典型的相位误差响应。

内容

1 引言.....	2
2 测试设置.....	4
3 测量结果.....	5
3.1 输入/输出回波损耗.....	5
3.2 群延迟.....	5
3.3 一个 LMX1204 器件内的相位误差.....	6
3.4 所有 LMX1204 通道上的相位误差.....	6
4 结论.....	6
5 参考文献.....	7

插图清单

图 1-1. 级联 LMX1204 参考设计.....	2
图 1-2. 64T64R 阵列中为 AFE7950 射频采样收发器提供时钟的级联 LMX1204.....	3
图 2-1. 级联 LMX1204 测试设置.....	4
图 3-1. 输入/输出回波损耗.....	5
图 3-2. 群延迟响应.....	5
图 3-3. 一个 LMX1204 器件的通道间相位误差.....	6
图 3-4. 多个 LMX1204 器件的通道间相对相位误差.....	6

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

LMX1204 是一款支持高达 12.8GHz 频率的高频时钟分配器件。该器件支持四个输出（每个输出都有一个 SYSREF 输出）和一个额外的低频输出（专为 FPGA 提供时钟而设计）。LMX1204 旨在将高频时钟分配给相控阵系统中使用的多个射频采样器件。在需要更多输出的情况下，LMX1204 器件可以级联来实现输出数量倍增，同时对时钟质量的影响可忽略不计。对于大型相控阵系统，保持输出之间严格的时序对于确保接收到的信号正确对齐至关重要。

LMX1204 参考设计将两层 LMX1204 器件级联在一起，将时钟分配到 16 路输出。图 1-1 显示了参考设计的方框图。级联方法旨在为支持 64T64R 阵列系统的 AFE7950 射频采样收发器阵列提供时钟，如图 1-2 所示。

本手册概述了 LMX1204 参考设计的测量结果，该参考设计用于分析典型配置中的相位误差响应。本文档的目的并非提供 LMX1204 器件本身的完整特性描述，因为本参考设计包含互连走线和输出端的一组 0.5m 射频电缆。本应用手册可作为实际配置中典型性能变化的通用指南。

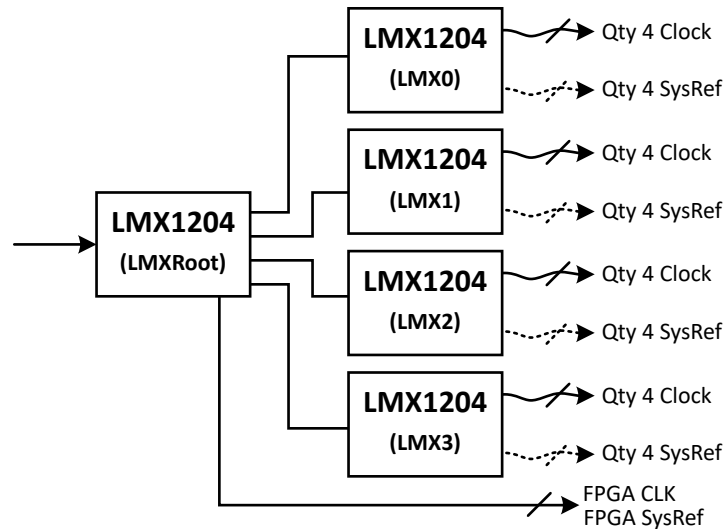


图 1-1. 级联 LMX1204 参考设计

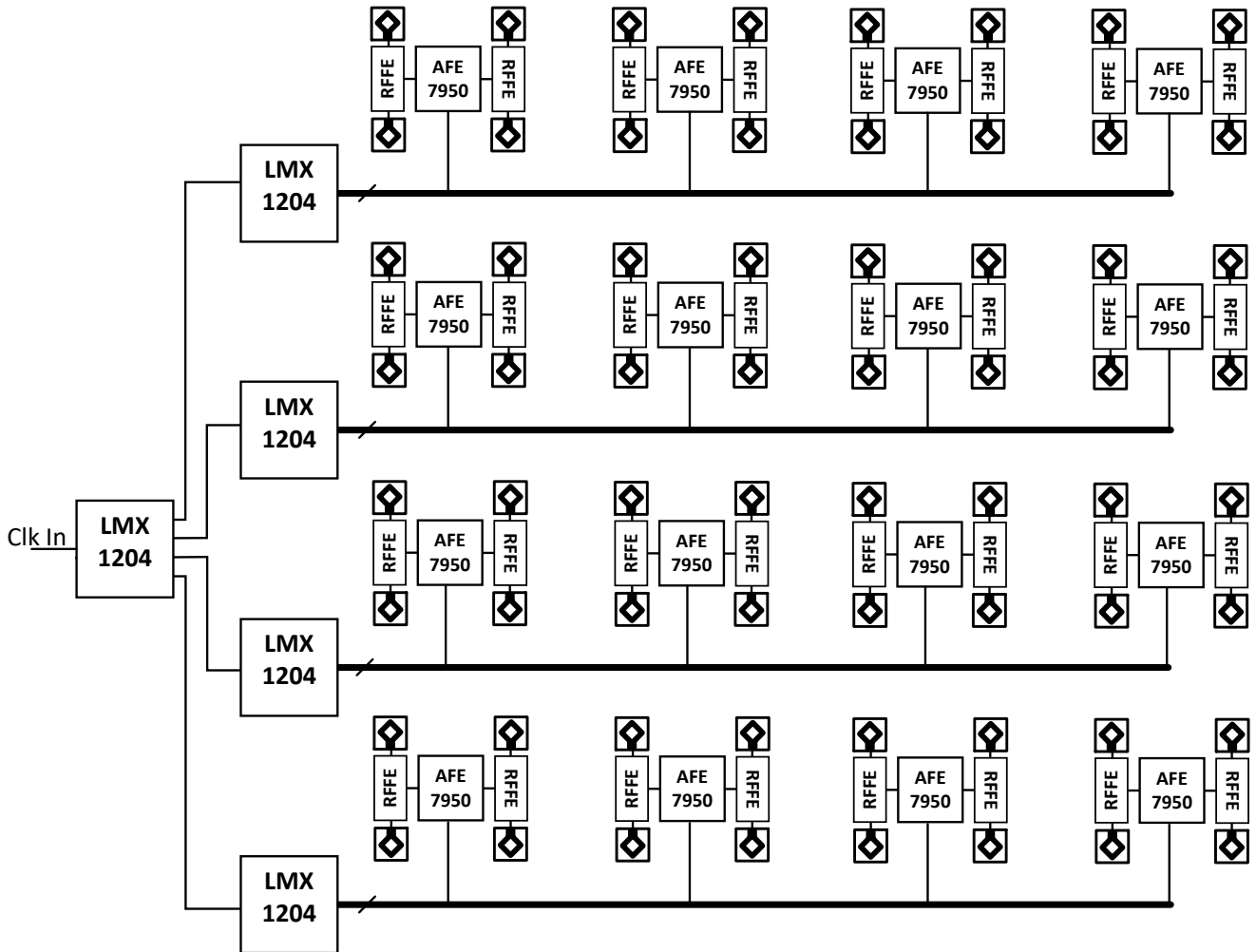


图 1-2. 64T64R 阵列中为 AFE7950 射频采样收发器提供时钟的级联 LMX1204

2 测试设置

该测试设置使用网络分析器来通过分配通道精确测量相位响应。每个端口都经过校准，以消除输入源电缆的影响。频率范围设置为 4GHz 至 8GHz。最大频率受限于网络分析器的频率上限。图 2-1 显示了测试设置。

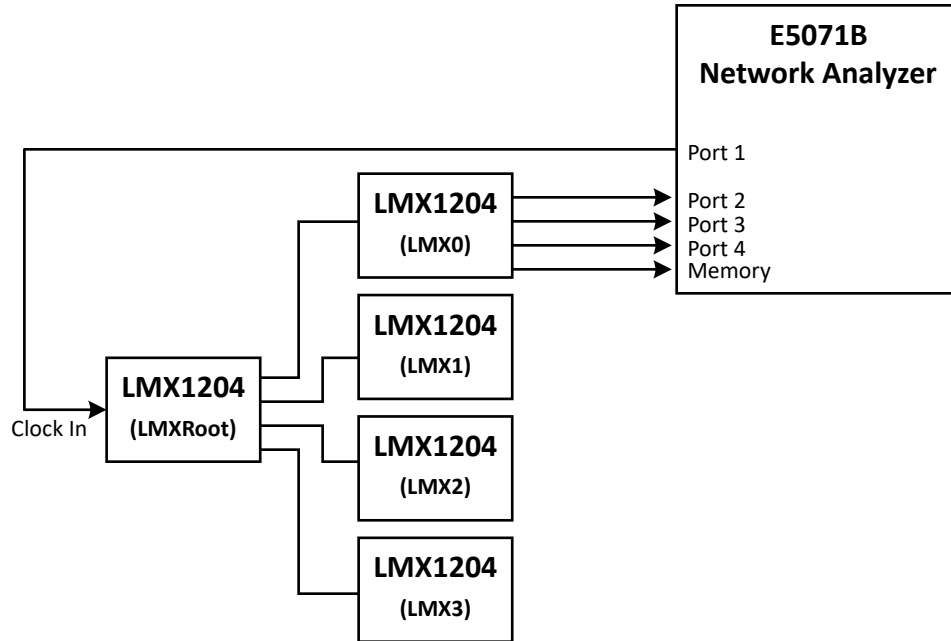


图 2-1. 级联 LMX1204 测试设置

3 测量结果

3.1 输入/输出回波损耗

图 3-1 显示了级联 LMX1204 参考设计的输入和输出回波损耗。这两种响应均显示回波损耗性能低于 -10dB ，这表明电路板上具有良好的 50Ω 匹配和传输线路。

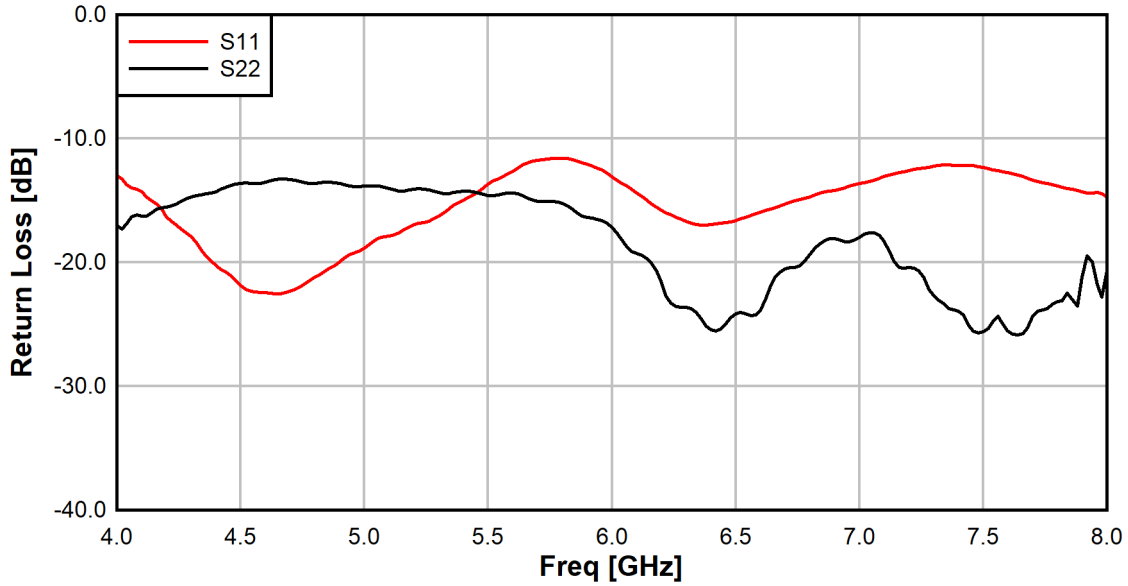


图 3-1. 输入/输出回波损耗

3.2 组延迟

图 3-2 显示了整个参考设计的群延迟。群延迟响应与相位响应的斜率成正比。群延迟是一种直观显示线性相位偏差的便捷方式。对于本参考设计，群延迟约为 $3.7\text{ns} \pm 0.4\text{ns}$ 。器件输出之间的响应非常一致。

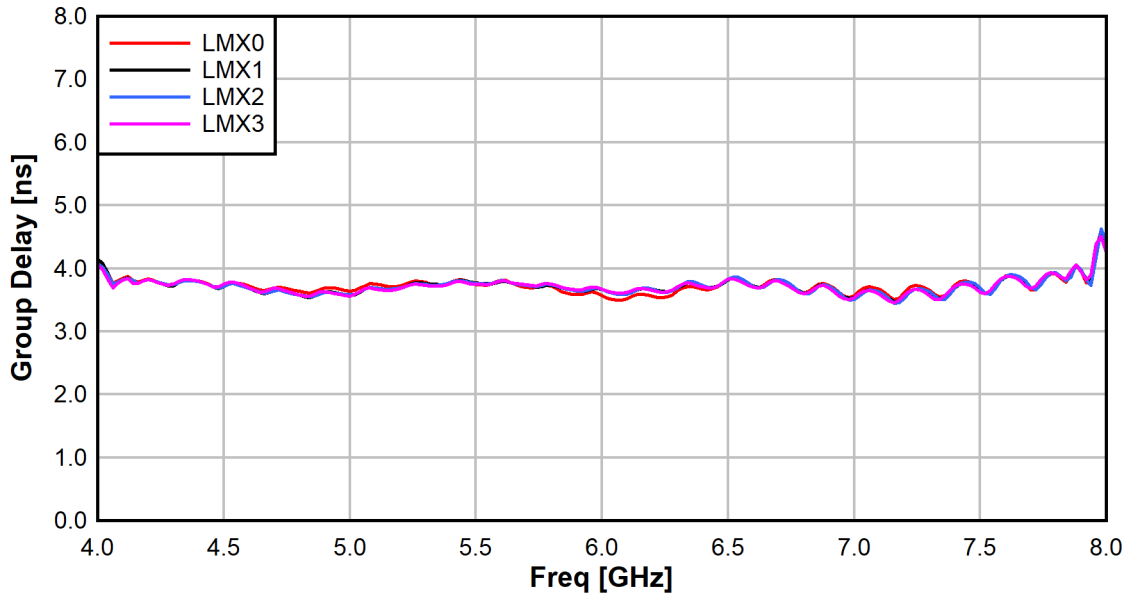


图 3-2. 群延迟响应

3.3 一个 LMX1204 器件内的相位误差

图 3-3 显示了一个 LMX1204 器件内 4 个通道上相对于平均相位的相位误差。在单个器件内，每个通道的相位响应都非常一致。根据 LMX1204 数据表中的信息，一个器件中通道间的预期偏差小于 2ps。在这种情况下，除了输出布线和射频电缆中存在容差变化外，器件内也存在变化。

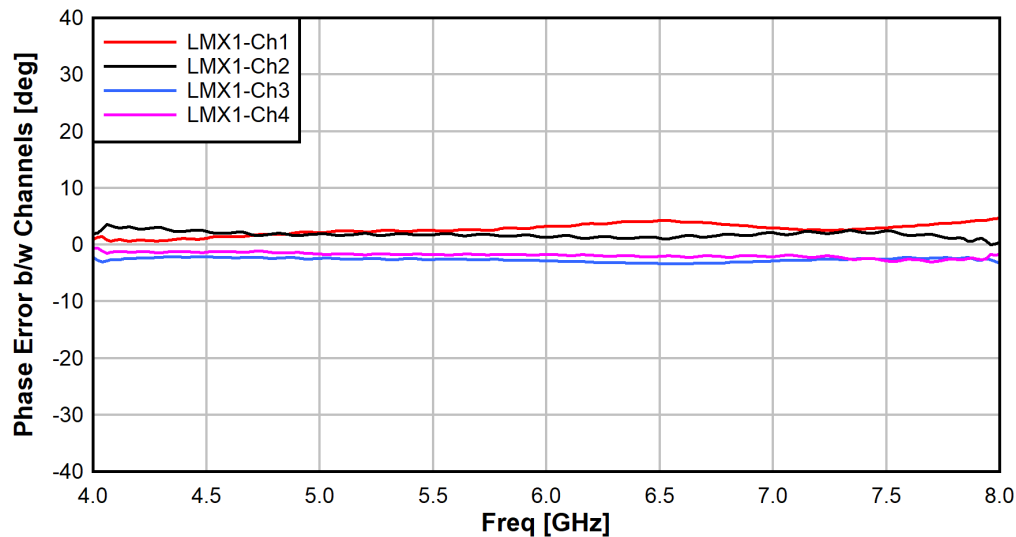


图 3-3. 一个 LMX1204 器件的通道间相位误差

3.4 所有 LMX1204 通道上的相位误差

图 3-4 显示了较低级别 LMX1204 器件（总共包含 16 个通道）所有输出通道之间的相位误差相对于总体平均值的情况。除了根 LMX1204 器件变化和反馈布线外，该变化还包括与前一种情况相同的输出布线和电缆。这种情况下的相位误差在所有通道上也非常一致，LMX0 器件是一个小异常值。这可能是由于电路板上的布线以及该器件的顶层和底层之间的过渡。

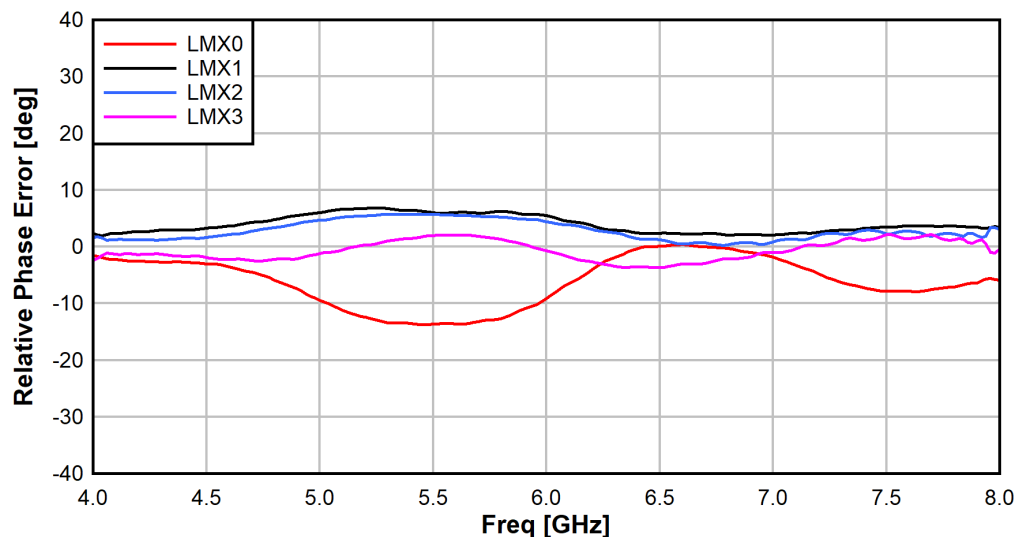


图 3-4. 多个 LMX1204 器件的通道间相对相位误差

4 结论

级联 LMX1204 参考设计展示了出色的时钟分配相位平衡，这对于为高速数据转换器提供时钟或驱动收发器本地振荡器 (LO) 输入至关重要。在给定的 LMX1204 器件内，相位误差通常在 ± 5 度以内。在多个器件之间，相位误差通常在 ± 15 度以内。

在某些应用中，从时序误差而非相位误差的角度来考虑通道间的误差或不匹配会更加方便。可以使用[方程式 1](#) 将相位误差转换为给定频率下的时间偏差参数。

$$\tau_{\text{skeW}} = \frac{\phi_{\text{err}}[\text{deg}]}{360 \times f} \quad (1)$$

例如，在 8GHz 时，10 度相位误差会转换为 3.4ps 的偏差误差。

5 参考文献

1. 德州仪器 (TI), [LMX1204 低噪声、高频 JESD 缓冲器/乘法器/除法器](#) 数据表

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