

Application Brief

解决以太网 RGMII 通信的电源时序难题



Yuan Rao

引言

以太网技术已成为现代通信和连接的支柱。这项技术目前广泛应用于消费、工业和汽车领域。以太网是一项基带 LAN 技术，数据传输速率高达 1Gbps，因此以太网可满足高速通信的需求。千兆以太网 MII 接口有多种类型，其中 RGMII 因其引脚数量更少、带宽更高而被广泛使用。

为了实现更高速的通信，网络中的多内核（PHY、MCU）越来越普遍。例如，汽车行业的区域架构趋势加速了以太网的采用，由此催生出将电子控制单元（ECU）和布线一同归入特定域的新要求，如图 1 所示。然而，多个电源轨用于 RGMII 通信的电源时序控制是多核应用（例如 MAC 到 PHY、多 PHY 或多 MAC 系统）面临的关键问题之一。

本文讨论了用于解决电源时序难题的传统方法，以及使用 TI 以太网 RGMII 转换器 TXV0106 和 TXV0108 隔离电源并提高系统级安全性和可靠性的优势。

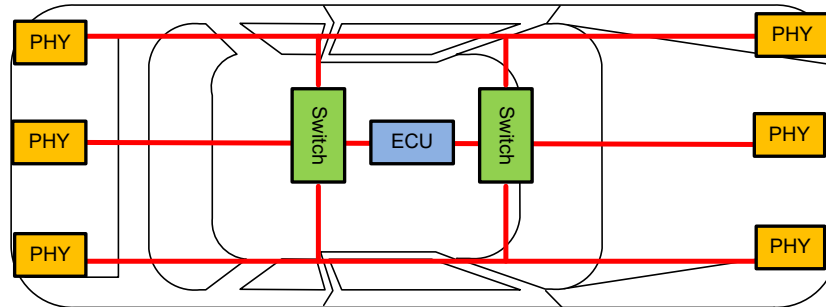


图 1. 多 PHY 区域架构

RGMII 的电源时序

图 2 所示为以太网交换机的一个示例，其中多个 MAC 和 PHY 同时进行通信。在这种多核系统中，很难按照特定顺序或时序启动或关闭每个域的电轨，通常需要额外的监控电路设计。功耗敏感型应用中也存在类似的挑战，在这些应用中，系统设计人员需要使用负载开关有选择性地关闭某些内核的电源（当不使用这些内核时）。

在所有这些电源时序事件期间，可在内核块或多芯片 IO 电源轨未单调上电之前为 IO 电源轨上电。因此，IO 引脚上的电压可能会超过电源轨电压并导通内部 ESD 保护二极管，从而在上电期间产生浪涌电流。或者在某些情况下，正向偏置二极管甚至会对电源反向供电，从而导致系统错误导通、总线争用或其他故障。

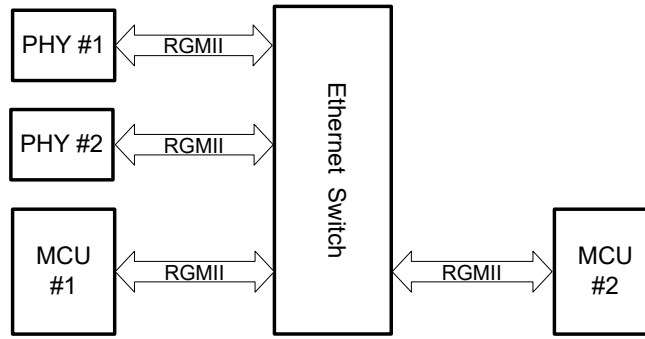


图 2. 多核 RGMII 通信

电源时序解决方案

- 基于开关的解决方案

图 3 显示了如何使用信号开关来隔离始终在传输和唤醒 PHY 的 MCU。模拟开关通过外部 LDO 的断电控制信号来隔离 MCU 和 PHY 之间的信号。当 PHY 处于断电模式时，开关关断，并关闭信号路径。这种解决方案可以防止 PHY 在完全唤醒之前看到输入信号。但由于需要路由由多个开关和额外的断电信号，该方案会导致成本和尺寸增加。此外，考虑到器件之间的差异、电路板布线寄生效应以及与导通开关电阻之间的权衡，很难满足 RGMII 严格的时序要求。

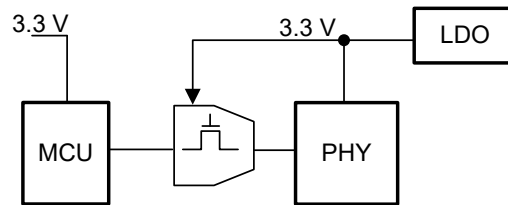


图 3. 基于开关的解决方案

- 基于延迟的解决方案

另一种常见解决方案是在两个电源之间增加额外延迟，确保在施加 IO 之前始终稳定供电。有多种方法可以实现延迟以减小浪涌电流，例如软启动、RC 延迟、逻辑门控制、PMIC 等。图 4 显示了一个使用简单 RC 电路在电源 1 和电源 2 之间产生延迟的示例。

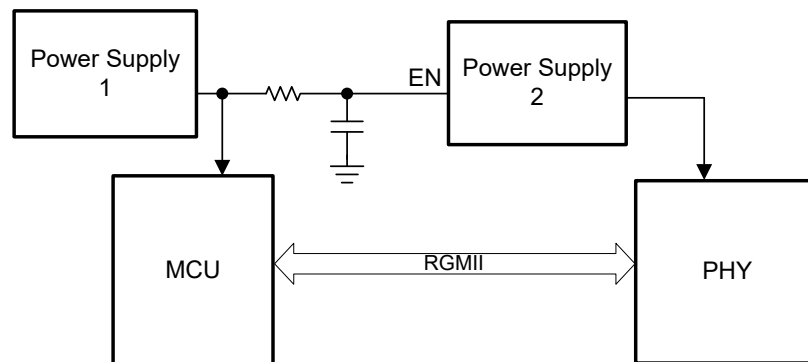


图 4. 基于 RC 延迟的解决方案

这种解决方案的缺点之一是，由于分立式 R 和 C 元件的差异较大，延迟精度无法得到保证。另一个缺点是，每次下电上电时，系统都必须承受额外的电流以对电容器进行充电/放电。此外，电源 2 下的所有数据信号都“被迫”遵循相同的 RC 延迟，这在某些情况下是不可接受的。

- 使用 TXV010x 的电压转换解决方案

众所周知，电压转换器用于不同 IO 电压之间的电平转换。但在许多情况下，电压转换器是一种具有成本效益且可靠的解决方案，可在电源时序控制期间提供电源隔离。例如，TI TXV010x 系列 ([TXV0106](#) 和 [TXV0108](#)) 不仅满足严格的 RGMII 2.0 时序规格 (即通道间延迟、上升/下降时间和占空比失真) ，而且通过三种内置功能解决了电源时序难题。

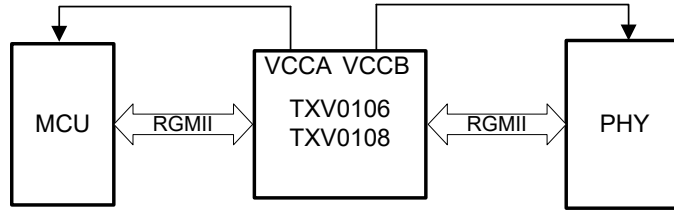


图 5. 电压转换选项 (TXV 系列)

1.IOFF

IOFF 功能 (也称为“局部断电”或“后驱动保护”) 可确保当任一电源 (VCCA 或 VCCB) 保持在 0V 时，所有 I/O 引脚都会进入高阻抗状态。即使 I/O 电压高于电源电压，该功能也能消除漏电流，并在部分 PHY 或 MAC 进入待机模式时降低系统级静态电流。这种静态电流限制还允许在多核以太网系统中插入或移除 PHY，而不会中断主机内核。

2.VCC 断开

VCC 断开功能可进一步改善系统稳健性。它确保任何电源在斜升到高电平后出现悬空时，器件会将其接地并使输出达到高阻态。该功能可保护系统免受因电源悬空而导致电流不受控制的影响。

3.无干扰上电/下电

干扰抑制功能可在 IO 单元完全激活之前消除上电和下电 IO 干扰。TXV010x 系列具有由上电复位 (POR) 块控制的干扰抑制电路和 IO 高阻态电路。该功能可保持 IO 端口处于高阻抗状态，直到两个电源都达到运行所需的特定阈值。POR 设计具有内置迟滞，可避免慢速斜坡期间出现振荡，从而进一步提高各种电源时序事件的可靠性。针对系统中通常会出现的各种上电和下电场景，TXV010x 系列进行了广泛的电源时序测试，可实现可靠运行。

结论

当今复杂的以太网系统具有在多个电压节点上运行的 MAC/FPGA/PHY，在时序控制期间需要进行电源隔离。本应用简报讨论了不同的电源时序解决方案。TI 的全新 RGMII 转换器 ([TXV0106](#) 和 [TXV0108](#)) 具有局部断电 (IOFF) 功能、VCC 断开功能和无干扰上电和下电功能。这些功能可避免浪涌电流、反向供电故障、干扰和过大的 IO 漏电流，从而在各种序列下提供系统级灵活性和安全性。使用 TXV010x 系列可解决高速 RGMII 通信的电源时序难题，同时实现成本、尺寸和性能优化的系统级设计。

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