

10BASE-T1L MAC-PHY

如何简化低功耗处理器以太网连接

Maurice O'Brien, 战略营销经理

Volker E. Goller, 系统应用工程师

简介

本文介绍如何利用10BASE-T1L MAC-PHY连接越来越多的低功耗现场设备和边缘设备。此外，本文还将详细说明何时使用MAC-PHY与10BASE-T1L PHY以及这些系统如何满足未来的以太网互联制造和楼宇安装要求。

背景信息

随着越来越多的设备需要接入以太网，流程、工厂和楼宇自动化应用中的单对以太网10BASE-T1L用例（包括以太网APL）不断扩展。随着互联设备增加，更高级别的管理系统可以使用更丰富的数据集，从而使生产效率得以显著提高，同时降低了运营成本 and 能耗。以太网至现场或边缘的愿景是将所有传感器和执行器连接到一个融合IT/OT网络。实现这一愿景存在系统工程方面的挑战，因为其中一些传感器受功率和空间的限制。适用于传感器和执行器应用、具备强大内部存储功能的低功耗、超低功耗微控制器市场需求日益增长。但大多数这样的处理器都有同样的问题，那就是没有集成的以太网MAC，不支持MII、RMII或RGMII媒体独立（以太网）接口。传统的PHY无法与这些处理器相连。

为什么要使用10BASE-T1L MAC-PHY？

为了与更多低功耗设备实现远程以太网连接，需要用到10BASE-T1L MAC-PHY。借助10BASE-T1L MAC-PHY，可以通过SPI将以太网和处理器连接在一起，从而减轻处理器的负担。MAC功能现在直接与10BASE-T1L PHY集成。10BASE-T1L MAC-PHY支持各种超低功耗处理器，为设备架构师提供灵活的选择。通过优化应用分区，10BASE-T1L MAC-PHY可以利用流程自动化中的以太网APL来实现更低功耗的现场设备，实现区域0本质安全部署。在智能楼宇应用中，MAC-PHY可将更多较低功耗的设备连接到同一个以太网。智能楼宇应用包括HVAC系统、消防安全系统、门禁、IP摄像机、电梯系统和状态监控。

Analog Devices ADIN1110 10BASE-T1L MAC-PHY

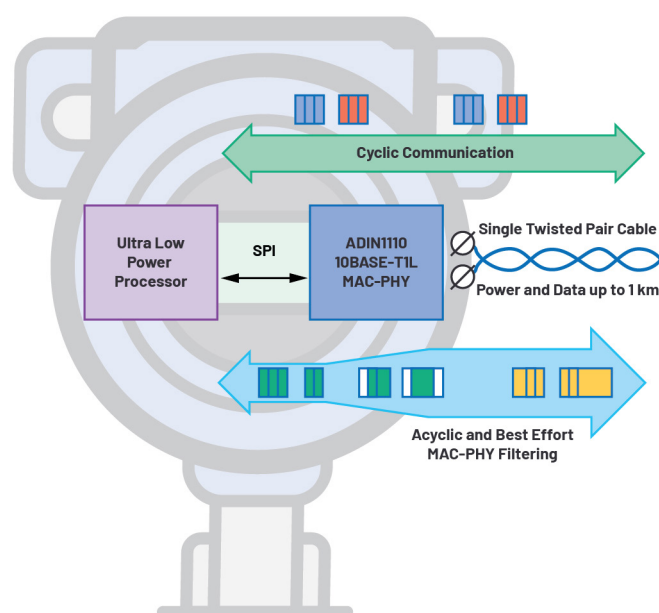


图1. 10BASE-T1L MAC-PHY可以通过高级包过滤明显降低设备的功耗和复杂度。

10BASE-T1L MAC-PHY高级包过滤

集成了MAC功能的10BASE-T1L PHY可以优化网络上的以太网流量。具备高级包过滤功能的10BASE-T1L MAC-PHY可以大幅减少处理广播和多播通信的开销，把处理器从这个任务中解放出来。按目标MAC地址进行过滤是关键。MAC-PHY可以对多达16个单播或多播MAC地址进行过滤，而不仅仅是单个MAC地址。此外，地址掩码可支持两个MAC地址。这提供了很大的自由度，过滤可用于设备地址和共同支持的多播地址，例如链路层发现协议(LLDP)。通过为优先级更高的消息提供额外的队列，可以优先处理某些消息，从而改善延迟，增强鲁棒性。帧的优先级可以通过MAC过

滤表来识别。例如，可以将广播消息送入优先级较低的队列、将单播消息送入优先级较高的队列，从而防止接收器因广播风暴或流量激增而发生超载。这些MAC-PHY过滤特性可以增强设备的网络负载鲁棒性。MAC还收集帧统计信息，以便于监控网络流量和链路质量（见图1）。

MAC-PHY中的MAC还支持IEEE 1588，因此，流程自动化需要802.1AS时钟同步。MAC-PHY支持同步计数器、接收消息的时间戳和发送消息的时间戳捕获。这大幅降低了软件设计的复杂度，因为除了MAC-PHY本身之外，不需要额外的硬件就能实现时间同步。MAC可生成定时到同步计数器的输出波形，因此，可用于同步外部应用级操作。SPI接口支持Open Alliance 10BASE-T1x MAC-PHY串行接口。Open Alliance SPI是一种新型高效SPI协议，专为MAC-PHY而设计。

何时使用10BASE-T1L MAC-PHY和10BASE-T1L PHY？

10BASE-T1L PHY和10BASE-T1L MAC-PHY在不同的用例中各有明显优势。在功率关键型应用中，10BASE-T1L MAC-PHY在主处理器的选择上提供了更大的灵活性，可以采用未集成MAC的超低功耗处理器来实现更低的系统功耗。在对现有设备进行升级以提高以太网连接性时，10BASE-T1L MAC-PHY提供了通过SPI端口重新利用现有处理器和提高以太网连接性的方法，无需迁移到集成MAC的更大处理器。

对于现场或边缘设备需要高性能处理器（可能已集成MAC）的高性能应用来说，10BASE-T1L PHY结合MII、RMII和RGMII接口支持快速开发10BASE-T1L PHY。通过重新利用现有MAC接口驱动程序来添加以太网连接性便可实现（见图2）。

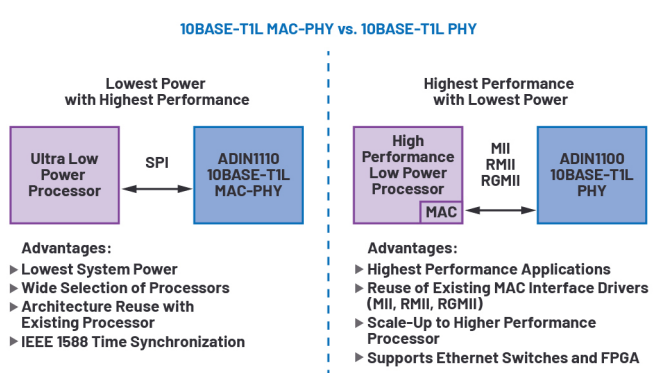


图2. 实现10BASE-T1L连接的MAC-PHY与PHY优势对比

提高了未来以太网互联流程安装的灵活性

10BASE-T1L PHY(ADIN1100)和10BASE-T1L MAC-PHY(ADIN1110)的出现，让设备架构师有了更多的选择，可满足未来的以太网互联制造安装要求。超低功耗设备和高性能设备可以同时部署在同一个以太网

上，且符合危险区域用例要求的严格最大功率限制。10BASE-T1L功率开关和10BASE-T1L现场开关需要将鲁棒低功耗10BASE-T1L PHY与以太网开关结合，以部署干线和支线网络拓扑，进而在单条双绞线上同时提供功率和数据（包括危险区域用例）。

现场设备连接既需要10BASE-T1L PHY，又需要10BASE-T1L MAC-PHY，以便实现以太网与各种现场设备的连接。包括流量计在内的较高功率现场设备采用集成MAC和10BASE-T1L PHY的高性能处理器。较低功耗现场设备，包括内置未集成MAC的超低功耗处理器的温度传感器，采用10BASE-T1L MAC-PHY，通过SPI接口与处理器相连，从而实现以太网连接（见图3）。

10BASE-T1L PHY和10BASE-T1L MAC-PHY的关键特性对比

ADIN1110（ADI公司的10BASE-T1L PHY）可通过SPI接口与主机处理器连接，从而实现功耗更低的以太网连接，其功耗仅为42 mW。ADIN1110支持Open Alliance 10BASE-T1x MAC-PHY串行接口，以25 MHz时钟速度实现全双工SPI通信。ADIN1100（ADI公司的10BASE-T1L PHY）可通过MII、RMII或RGMII MAC接口与主机处理器连接，从而实现低功耗的以太网连接，其功耗仅为39 mW。ADIN1100 10BASE-T1L PHY与ADIN1110 10BASE-T1L MAC-PHY的对比如图1所示。这两款产品以全双工、直流平衡、点对点通信方案的10BASE-T1L核心功能为基础，在7.5 MBd符号速率和4B3T编码下采用PAM 3调制。10BASE-T1L支持两种幅度模式：长达1 km电缆的2.4 V峰峰值和更短距离下的1.0 V峰峰值。1.0 V峰峰值幅度模式是指，这项新的物理层技术也可在防爆系统环境中使用，并符合严格的最大能源限制。

表1. ADIN1100 PHY与ADIN1110 MAC-PHY对比

器件	ADIN1100	ADIN1110
	10BASE-T1L PHY	10BASE-T1L MAC-PHY
接口	MII、RMII和RGMII	SPI
内置MAC	否	是
支持本质安全应用	是	是
功耗	39 mW	42 mW
自动协商能力	是	是
片内FIFO	否	20 kB接收/8 kB发送
MAC过滤器（每个入口）	否	是
流量优先级	否	是
支持IEEE 1588时间戳	否	是
温度范围	-40°C至+105°C	-40°C至+105°C
封装	40引脚LFCSP封装	40引脚LFCSP封装

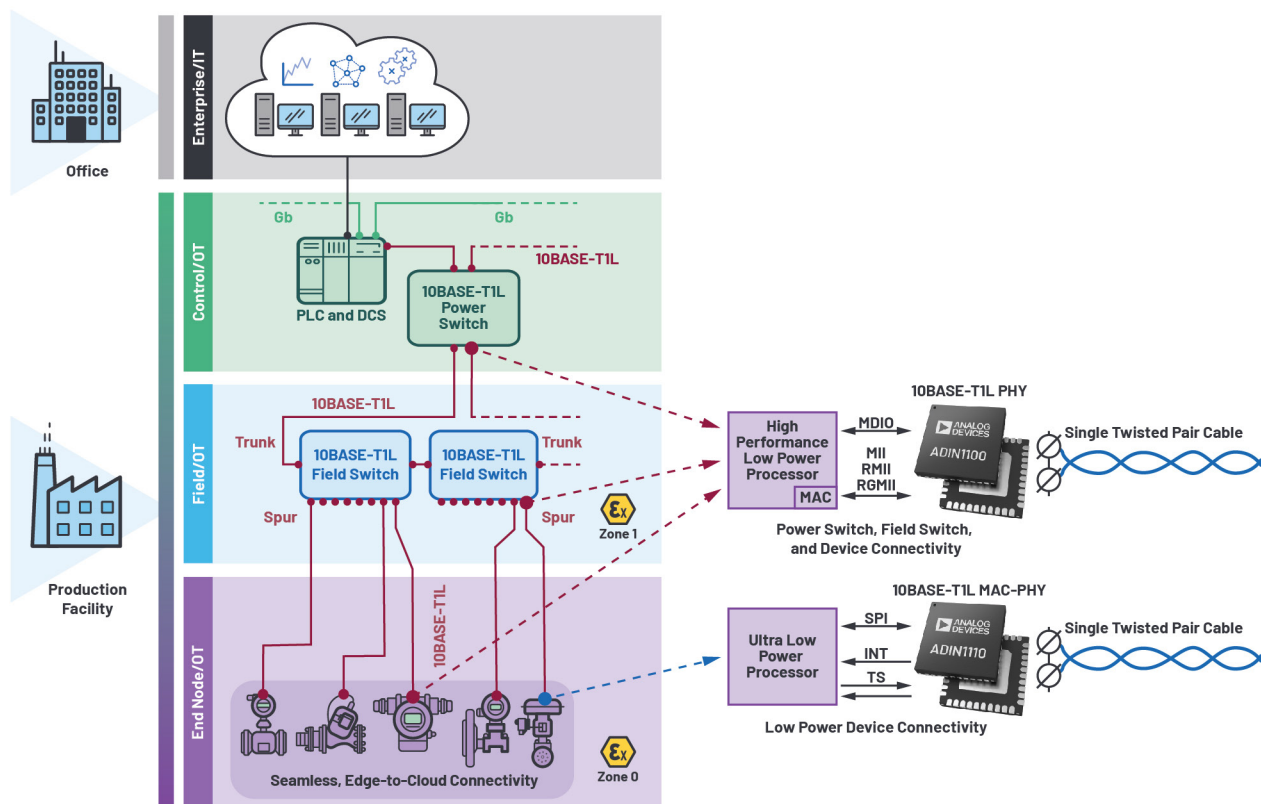


图3. 用于流程自动化的采用10BASE-T1L MAC-PHY和10BASE-T1L PHY的干线和支线网络拓扑

小结

10 Mb以太网物理层(10BASE-T1L)在长达1 km的单条双绞线上融合功率输出(Engineered Power/PoDL/SPoE)，形成能够产生更有价值信息的新型以太网连接设备，而这些信息通过融合IT/OT以太网更容易获取。在流程自动化和工厂自动化的应用中，这些新的信息有助于提高生产效率、降低能耗。在楼宇自动化应用中，这些新的信息有助于提高能效、安全性和舒适性。因此，10BASE-T1L MAC-PHY将加速实现更低功耗的设备。

有关ADI Chronous™工业以太网解决方案产品系列及其如何加速转变为现实世界工业以太网网络的更多信息，请访问analog.com/chronous。

作者简介

Maurice O'Brien是ADI公司工业自动化部的战略营销经理。他负责交付以工业自动化为重点的系统级解决方案。在此之前，Maurice在ADI公司的工业以太网领域工作了3年，在电源管理应用和营销领域工作了15年。他拥有爱尔兰利默里克大学的电子工程学士学位。联系方式：maurice.obrien@analog.com。

Volker E. Goller是ADI公司的一名系统应用工程师。他拥有30多年的丰富经验，广泛涉猎复杂运动控制、嵌入式传感器和时间敏感网络技术工业应用。作为一名商用软件开发人员，Volker为无线和有线应用开发了各种通信协议和堆栈，同时积极参与了领先行业组织的新通信标准制定。联系方式：volker.goller@analog.com。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛
与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn



如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客户服务和技术支持，请访问analog.com/cn/contact。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。请访问ez.analog.com/cn。

©2024 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。商标和注册商标属各自所有人所有。

“超越一切可能”是ADI公司的商标。

TA22932sc-4/21



请访问analog.com/cn