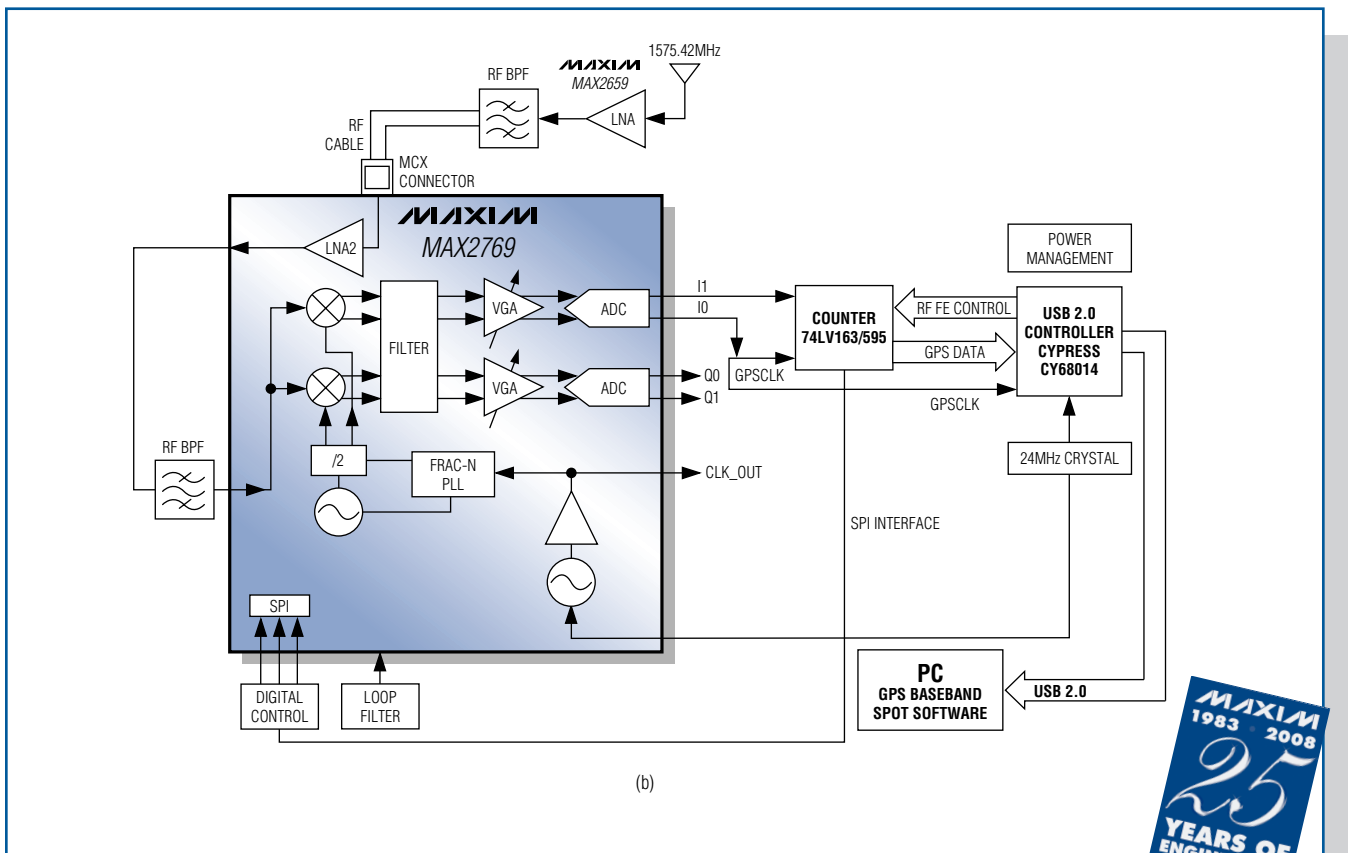


MAXIM Engineering Journal

第六十三期

CEO来信		2
探讨文章	先进的企业级性能催化下一代SAS系统	3
	光纤网络中运营以太网服务的划分	8
	膝上型PC借助通用GPS RF前端实现软件基带处理	12
设计实例	根据交流连续性测试装置排查电缆的单端故障	17
	关断检流放大器的两种方法	18



简单应用电路给出了通过USB dongle为膝上型PC增添GPS功能的一种低成本方法(参见第16页)。



CEO来信

保持生产竞争力，更好地服务用户

很久以前，Advanced Micro Devices, Inc.公司的前任CEO Jerry Sanders讲过一句名言：“一个优秀的企业必须拥有自己的工厂”。尽管在数字领域是否拥有晶圆厂并不是获得成功的必要条件，但对于模拟和混合信号市场，特别是像Maxim这样具有重要地位的厂商，的确需要拥有自己的晶圆厂。

我们设计的产品从本质上要求我们采用许多特有的工艺来优化器件性能。所以，我们的生产线是为设计者提供重要技术优势的宝贵资源，是设计人员开发创新产品的保障，其这些产品的性能远远领先于晶圆代工厂所能达到的水平。

我们目前拥有近160种的专有工艺，90%以上的产品由我们自己的生产线制造。我们没有计划采取业内所谓的不设工厂的策略，也不会将我们的生产进行外包或转交给第三方厂商。

需要特别说明的是，我们会在两种情况下使用外部晶圆厂：1) 当我们需要采用新技术，尤其是深亚微米技术时，资金成本对于我们这样的公司个体来说相对太高；2) 出于战略考虑，在签署排外协议后由代工厂安装我们公司的专有工艺，以获得更高的灵活性和生产资源。

去年，我们与Seiko Epson进行了类似的合作，利用他们设在日本坂田的先进的亚微米200mm生产线进行生产。这一合作项目将Maxim创新的混合信号设计及工艺与Seiko Epson世界一流的半导体制造技术完美融合。使我们能够以更短的周期、更有竞争力的成本，为客户提供更高的品质和服务质量。

我们连续地对生产效率和生产能力进行评估，确定哪些工厂需要维护、升级或停工，需要在什么时间扩大生产能力，以满足日益增长的市场需求，这也正是我们今年的重要工作之一。我们已经宣布关闭位于美国达拉斯的一条最老的生产线，并将大部分产品转移到位于德州圣安东尼奥附近的工厂生产，以期获得更高的生产效率。圣安东尼奥工厂是一个新工厂，其生产能力比具有20多年历史的达拉斯工厂高许多倍。在新工厂生产芯片更加经济，确保向客户提供最低成本的产品。

根据产品需要，我们将扩大圣安东尼奥生产线的规模，并在检验合格后启动其它生产线。我们目前正在不断地推进这一工作，为您提供更好的服务。

我们随时为您提供优质服务!



Tunç Doluca
总裁兼首席执行官

先进的企业级性能催化 下一代SAS系统

Sam Barnett, 业务经理

随着第一代基于串行SCSI (SAS)技术的系统进入市场,主要的服务器和存储器OEM竞相推出新的平台。伴随着第一代系统的推出,Maxim扩大了其广受欢迎的NexSAS™产品线。

第1.5代NexSAS系列产品为SMB (中/小型业务)和企业系统提供了高性能的存储解决方案,甚至具备目前只有高利用率、高性能光纤通道系统才会提供的功能。NexSAS产品线包括三个高密度PHY扩展器、智能复用/解复用器扩展、新型机箱管理/SAS背板控制器以及业界灵敏度最高的信号调理器。

Maxim的NexSAS系列产品分为四个功能区:扩展器技术、SAS/SATA支持器件、服务器/机箱/主板管理和信号调理。本文详细介绍了第1.5代NexSAS扩展器在技术上的突破,讨论了NexSAS的多连接STP/SATA桥以及对SAS 2.0分区的支持。

NexSAS扩展器技术

NexSAS扩展器系列产品设计用于高性能的互联设备,采用单功能设计。该设计方法能够确保从较少端口向刀片服务器、机箱和交换/隔离SAN应用所要求的多个端口的可扩展性。

Maxim的所有扩展器都将核心系统功能分为两个独立部分:扩展功能和管理功能。扩展功能包括扩展器连接管理(ECM)、扩展器连接路由器(ECR)、广播原始处理器(BPP)和连接到器件的物理接口(PHY) (接口数为6至36,取决于具体应用)。

核心功能的另一部分是管理功能,它提供扩展器管理和厂商规定的机箱管理功能。这一部分还集成了与整

个系统互动所需的各种外围接口,包括2线串口、JTAG、UART、通用I/O (GPIO)以及串行外围接口。这些接口的数量和类型取决于特定的扩展器及工作模式。

图1所示是所有Maxim NexSAS系列产品的基本功能框图。第1.5代扩展器提供了各种功能,以满足不同的系统需求。它们也具有一些相同特性,包括:

- **高性能开关结构。**一个低延迟、无阻塞开关矩阵,可提供高达54Gbps的开关容量(多端口扩展器,低端口数的扩展器容量会线性下降)。
- **Maxim的通用PHY。**自配置、自适应PHY能够以1.5Gbps和3.0Gbps的数据速率支持SAS启动器和SAS/SATA目标器。多PHY的预加重/去加重功能以及多PHY输出级,充分利用了Maxim 20多年的技术积累。它们可以组合成宽度为 n 个PHY的SAS“扩展端口”。
- **虚拟启动器和目标器的容量。**SMP (串行管理协议)、SSP (串行SCSI协议)和STP (串行ATA隧道协议)启动器、目标器能够提供可靠的增值业务,例如自配置、自发现、SES控制以及伪劣设备的识别。
- **集成式机箱管理(EM)子系统。**可靠的机箱管理能力最大程度地保护了OEM厂商在原有固件/软件/定制功能上的投资,并可提供系统设计的灵活性。
- **集成式以太网接口。**EM子系统包括了两个10/100以太网MAC,支持刀片服务器或其它需要通过以太网访问扩展器的应用。
- **多连接STP/SATA桥。**利用Maxim的扩展器技术,对原有的STP/SATA桥进行扩展时在启动器和目标器之间支持两个并发(主/主) NCQ连接。这一创新方案有效解决了SAS 1.1中单一连接机制常见的启动器资源缺乏问题。

- **端对端SAS 2.0分区。**出于安全、控制和性能指标的考虑，NexSAS扩展器同时支持SAS 2.0 PHY解析和地址解析分区。
- **对第一代器件的其它改进。**其它功能包括EPOW、集成A/D转换器、用于可信赖平台的LPC以及片上存储器的奇偶校验保护。

NexSAS系列中，最新推出的产品包括VSC7156 24-PHY、VSC7157 36-PHY和VSC7158 18-PHY扩展器。与前期产品(VSC7153、VSC7154和VSC7155第一代扩展器)一样，这些器件也是针对企业服务器、存储设备和刀片应用设计的。

第1.5代扩展器填补了SAS 1.1和即将推出的SAS 2.0技术规范之间的空缺，本文介绍2个主要的功能区别：多连接STP/SATA桥和SAS 2.0分区，详情请参考下文。

NexSAS多连接STP/SATA桥

早期设计的合理性和性能局限性

SAS 1.1技术规范将STP/SATA桥定义为在STP启动器与SATA目标器(HDD)之间起桥梁作用的扩展组件。如果没有STP/SATA桥，SAS将不能够支持串行ATA (SATA)驱动。

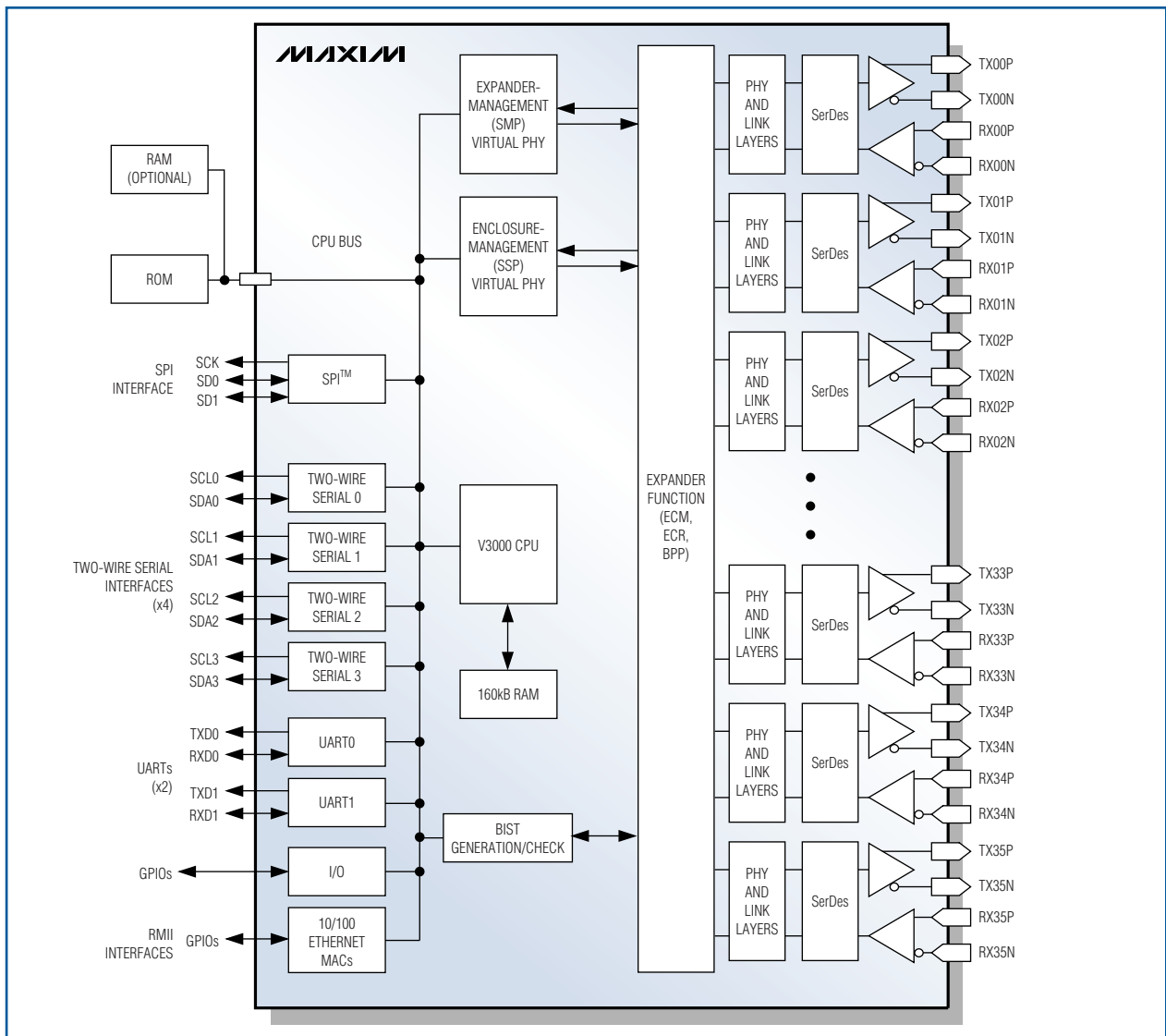


图1. Maxim的第1.5代NexSAS系列扩展器的原理图。

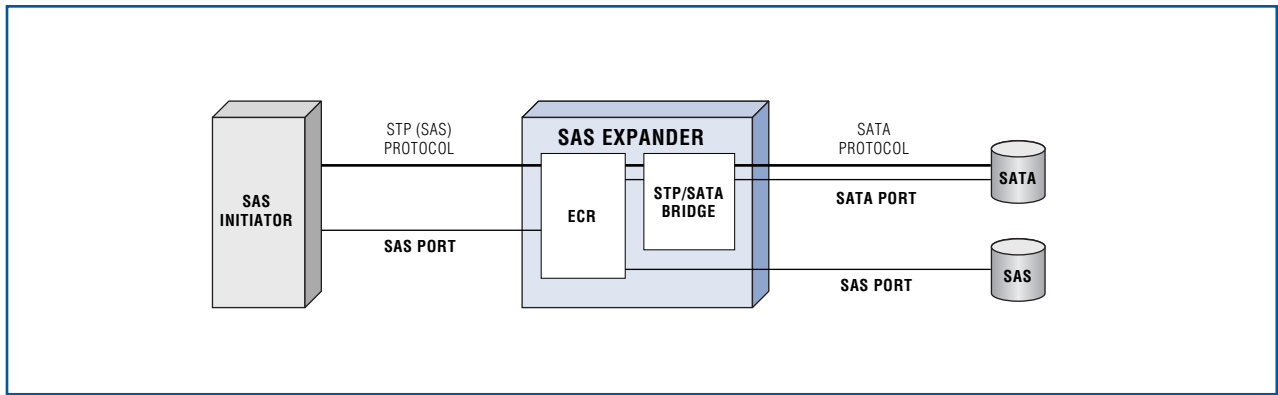


图2. STP/SATA 桥支持STP功能启动器和SATA驱动之间的连接。

一般情况下，SAS 1.1技术规范对STP/SATA桥的功能定义为：

- 在SAS扩展器中，STP/SATA桥可实现SATA驱动到SAS域之间的连接。
- SAS协议用于建立或切断主机(启动器)与STP/SATA桥之间的连接。
- 连接期间，STP/SATA桥仅将本地SATA协议发送到SATA。
- 扩展器通常在每个PHY中有一个STP/SATA桥，但是只有在连接到SATA设备时才会激活桥。

图2所示为STP/SATA桥结构。与SAS驱动不同，SATA驱动不能识别多主机或多启动器的并发访问。会话期间，STP启动器保持与SATA目标器的连接。在建立连接期间，任何试图访问相同SATA设备的STP启动器将接收到一条“OPEN_REJECT (STP RESOURCES BUSY)”信息，并且尝试重新连接。这种简单的排除连接的机制在指定时间内仅允许设备上激活一个主机，保持了系统的相干性。

完成指定的启动器的所有命令后，启动器应该向STP/SATA桥发送一个特殊的CLOSE (CLEAR AFFILIATION)，从而解除连接，并允许其它主机访问驱动器/资源。

可以想象，第一代扩展器只能支持单一连接，符合SAS 1.1技术规范。

任何新技术的推出都会带来一些意想不到的结果。传统的STP/SATA桥结构也是如此，原始设计桥在合理

性和性能方面都存在一定的局限，以下简要介绍这些局限性。

合理性

- 对于连接的时效性没有明确限制，这意味着一个连接可能是永久建立的。
- 对SATA装置的有效访问必须由启动器发起；当没有主/主通信时，可能得不到保证。
- 实现合理的软件算法对于OEM来说难度较大。
- 现有的STP启动器并不“规范”：它们有时可能不解除连接。
- 如果在扩展器STP/SATA桥和启动器之间存在有效的连接，其它主机则不能完成与该驱动器的任何连接请求，包括诊断。

性能

- 在负载均衡系统中，单进程访问SATA硬盘非常慢。

图3所示为SAS中的SATA连接结构图。

新设计克服了传统的性能局限

第1.5代NexSAS扩展器解决了SAS 1.1 STP/SATA桥的局限问题。通过升级桥的功能，两个主机可同时对同一SATA驱动器发出激活命令，图4所示为支持多连接STP/SATA桥的工作原理。

以下简要介绍新型桥设计的工作原理。

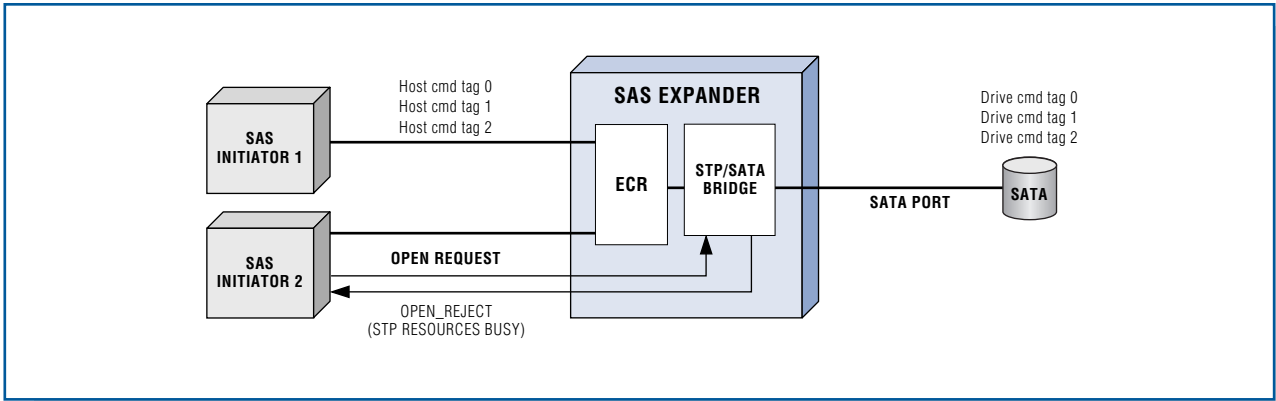


图3. SAS 1.1中的SATA连接从概念上仅支持单一连接，从而在合理性和性能上造成一定的局限。

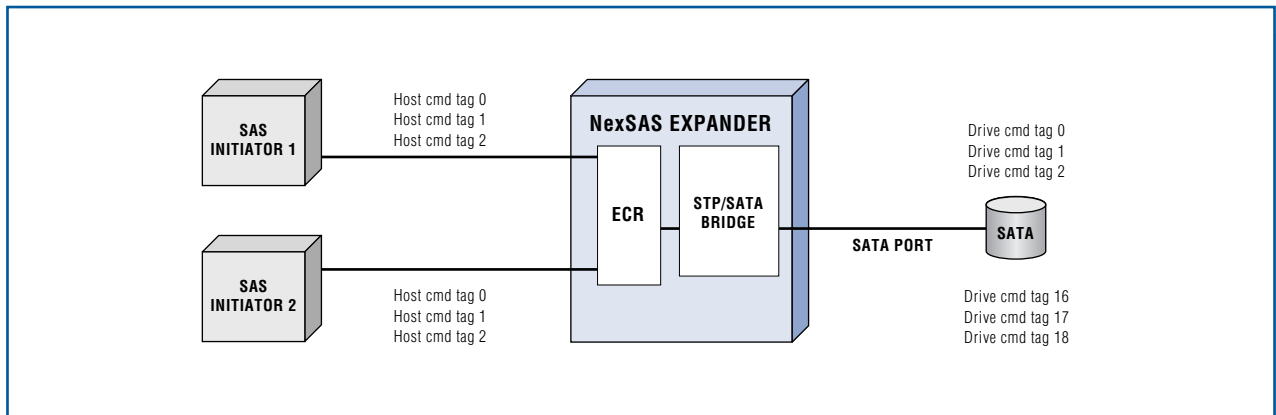


图4. 第1.5代NexSAS扩展器支持多连接STP/SATA桥工作，使两个主机可同时在相同的SATA驱动器上发出激活命令。

智能连接管理

- 灵活、非独占断开策略(允许交迭)，包括：
 - 定时断开(多种模式和范围)
 - 完成任何FIS传输后断开
 - 完成数据FIS传输后断开
 - 互锁操作后断开
- 根据队列标签/上下文自动召回适当的启动器(主机)

NCQ和PIO命令支持

- SATA驱动器上允许采用所有32个NCQ命令标签(或根据配置使用少数标签)
- 管理来自于不同主机的NCQ和PIO命令之间的交互
- 标签为透明管理，并从驱动器映射或映射至设备，避免启动器时间标签的编码冲突(不需要特殊的主机软件或固件)

第1.5代NexSAS扩展器都采用了多连接STP/SATA桥，提高了设计合理性以及系统性能和系统设计的便利性。同样，所有采用两个或多个主机共享SATA硬盘的SAS域均会从中受益。它还能够扩展为将来需要更多激活连接的产品，并完全符合SAS 1.1规范以及未来的SAS 2.0规范。

SAS 2.0分区的基础知识

当存储器OEM和集成厂商在引进并采用基于SAS的系统时，都会希望能够提供流量管理(性能)和安全领域所需的光纤通道及企业级特性。

为满足这些需求，在即将推出的SAS 2.0规范中引入了端对端分区的概念(关于分区规范的最新信息请访问网站：www.t10.org)。

根据定义，SAS协议在指定的域中支持最多16,384个设备(启动器、目标器、扩展器和/或虚拟设备)；然而，在实际应用中，实现如此大的拓扑将困难重重。其实，端对端分区提供了以较少的逻辑(分段)电路管理较大的物理拓扑的必要机制。SAS分区提供了控制组内及组间存取的概念和机制。

即将推出的SAS 2.0规范将分区划分为2个部分：PHY解析分区和地址解析分区。两种方法均采用了相同的访问控制，但分组不同。

PHY解析分区

在PHY解析分区配置中，能够分区的扩展器的每个PHY分配了一个分区组；属于该PHY (或端口，当为宽端口PHY分组时)的所有设备均成为该分区组的一部分。扩展器中的一个授权表包括访问控制许可信息，其中列出了不同分区组中设备之间的会话协议(默认情况下，一个分区组中的所有设备均可相互通信)。

PHY解析的分区非常适合于小型拓扑、刀片服务器或集群应用。

地址解析分区

地址解析分区提供了PHY解析分区所不具备的一个抽象层。在地址解析配置中，自检测扩展器解析每个设备地址，并形成一张表。该表包括了路由信息和分区授权。通过表中的授权和分区组确定任意两个设备之间能够进行什么级别的通信。

通常情况下，地址解析分区用于较大拓扑，或者需要更大规模控制器的应用。

结论

没有放之四海而皆准的真理，无论是SAS还是其它事物。需要根据应用、连接需求、可扩展性、性能及价格因素，选择合适的解决方案。关于NexSAS系列存储产品—服务器系列扩展器、存储设备系列扩展器、SAS/SATA支持设备以及主板/机箱管理/主板管理控制器的详细信息，请访问：www.maxim-ic.com.cn/products/storage。

光纤网络中运营以太网服务的划分

Art Harvey, 业务经理

城域以太网论坛(MEF)为推广以太网互联制定了许多服务标准, 统称为运营以太网服务。MEF制定这些服务的目的是通过提升各运营商之间高质量以太网服务的互通性来增强以太网的通用性。为了确保这些服务的客户能够对服务供应商的质量进行比较, MEF还针对每项服务制定了可测量的属性。这些属性对于客户来讲意义重大, 因此, 当客户将其网络与服务供应商的网络进行物理连接时, 这些属性必须能够代表显著的服务特征, 这种连接的物理接口称为分界点。

服务划分在电话服务供应商(“运营商”)中的广泛应用已有数十年之久。常见的划分形式是安装在户外的一个小盒子, 这个小盒子把本地运营商的电话网络连接到室内的配线端, 从而向客户提供有线电话服务。这个小盒子是客户责任端与运营商责任端的划分界线。

对于电话服务, 分界单元的功能需求最小, 而以太网服务运营商对分界单元的功能需求要复杂得多。运营商通常按照服务水平协议(SLA)的合同向用户提供服务, 该协议具体规定了服务细则, 如所承诺的信息速率(CIR)、吞吐量(CBS)、可提供的服务、帧延时、帧抖动、帧丢失率以及故障恢复时间。运营以太网的分界单元在确保实际提供的服务符合SLA细则方面扮演重要角色。

分界单元的需求

从功能上看, 以太网分界单元至少要提供物理连接和测量点: RJ-45插座或光纤连接器。IEEE®定义了物理层的互联, MEF技术规范中也引用了物理层互联方面

的内容。分界单元必须接受来自用户的标准IEEE 802.3以太帧格式, 并准备在各服务供应商网络间的传输。功能上的最低需求取决于具体应用。

分界功能的用户接口部分称为用户网络接口(UNI)。MEF规定了UNI的标准功能范围, 从最基本的1类UNI到可自动配置的3类UNI。最近, MEF已经通过了题为 *MEF 13 UNI Type 1 Implementation Agreement* 的技术规范以及相关的测试验证流程。MEF有望在近期对MEF 11中的2类和3类UNI作进一步扩展。

MEF 13的1.2类UNI要求分界单元处理第2层协议的一些工作, 该协议用于建立客户网络与UNI间的连接。这一要求使得分界单元必须具有第2层协议的可操作性和过滤能力。此外, ITU和MEF要求2类和3类UNI能够执行第2层的某些管理协议, 要求分界单元具有全面的第2层协议处理功能——至少在最小吞吐量下具备该处理功能。这些必要条件影响着分界单元设计的技术决策。这些必要条件的一个有利因素是大多数分界单元设计能够增加有价值的高层应用功能的处理能力。

分界单元的结构

图1为以太网分界单元的基本原理框图, 该图右侧“UNI”下方为用户网络接口的原理图, 左侧“网络接口”下方是运营传输网络接口的原理图。网络接口功能组称为网络接口设备(NID)。NID代表设备的一个独立部分, 但这里的NID用于说明分界单元的一部分功能。MEF日前公布了NID功能标准的草案, 但还没有正式批准。NID功能可以代表或不代表与UNI相同的设备。实际应用中, UNI和NID之间的分界线因不同的应用而变化。为进一步澄清问题, MEF制定了划分UNI范围的图表。需特别注意的是, 分界单元通常包括UNI网络(UNI-N)接口或外部网络间的接口(E-NNI)。

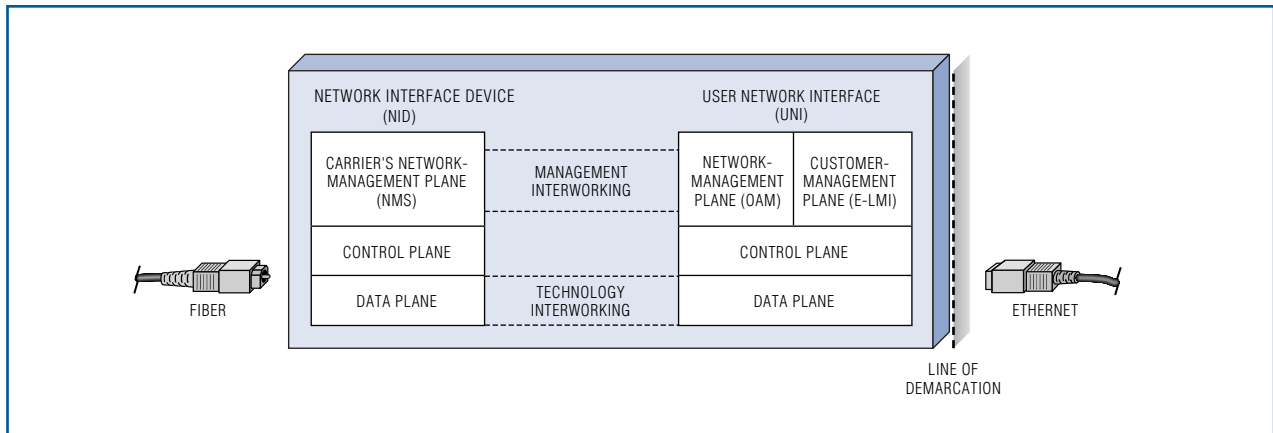


图1. 以太网分界单元的原理框图。UNI包括用户网络接口的功能框图，NID下方为运营传输网络的接口功能框图。

UNI和NID数据平台的硬件与对应的网络技术息息相关。UNI的物理接口必须包括一个符合IEEE标准的电或光以太网接口，而连接到NID的运营光网络通常是SONET/SDH。这些不同技术需要进行转换，以实现用户数据在各运营商网络之间的互通，两个数据平台之间需要具备转换、互通功能。数据平台的互通功能通过集成的以太网映射器、网络处理单元(NPU)或用户定制的现场可编程门阵列(FPGA)实现。在SONET/SDH实例中，集成的Ethernet-over-SONET/SDH (EoS)映射器通常是实现数据平台互通功能的最佳解决方案。数据平台用于客户数据的传输与标记以及流量控制或数据整形。

UNI和NID通常具有独立的控制平台软件，能够处理底层配置和状态监测。以下是通过控制平台进行有效处理的例子：检测电缆是否连接、状态和性能监测、中断事件的处理。控制平台确保按照管理平台的指令提供服务，控制平台通常由运行在本地微处理器的软件实现，该微处理器对数据平台的硬件进行配置和控制。在独立的分界单元中，UNI和NID的控制平台通常运行在同一处理器。控制平台和数据平台有时可以在一个NPU上实现，尽管这样会引起复杂的数据平台和控制平台的冲突问题。采用数据平台与控制平台相分离的架构更容易实现。

管理平台通常由线卡或机架上的软件实现，UNI和NID都具有管理平台，用于故障恢复、SLA性能监测等。管理平台的主要作用是处理与网络操作相关的问

题。MEF在MEF 7 *EMS-NMS Information Model*中已经定义了网络操作管理信息的架构。另外，除了面向网络的管理平台，UNI还具有面向用户的管理平台。MEF在MEF 16 *Ethernet Local Management Interface (E-LMI)*中定义了面向用户管理界面的基本架构。UNI和NID的管理平台能够互换信息，但这并不是必需的。UNI管理平台还采用了ITU-T和IEEE制定的以太网管理协议，称为以太网OAM (运行、管理与维护)。IEEE 802.3ah OAM用于监测一条点到点链路的运行状态，改善故障隔离。ITU-T Y.1731 OAM扩充了功能范围，包括先进的多链路操作，如链路跟踪、连通性检测以及自动保护交换。利用OAM，网络操作人员能够执行以太网在几年前难以实现的管理任务。

UNI技术

UNI网络传输技术受限于全双工10Mbps、100Mbps、1Gbps MEF标准或10Gbps IEEE兼容的电气或光纤以太网标准。为了有效覆盖物理层连接的范畴，一些分界单元仅允许插入小型可插拔(SFP)模块，以便在安装时配置UNI的物理接口。利用以太网映射器、NPU或FPGA实现所要求的其它UNI数据平台的功能，与物理接口无关。另一种替代SFP的方案是采用板上PHY或光纤模块。这一替代方案以牺牲灵活性为代价来获取较低的设计成本。

由网络定位驱动的李D技术

图2为两个常见的分界环境。场所A(环上分界)中,用户所在的建筑可以直接接入光纤网络,或距离光纤网络很近。这种情况常见于城域网和称为E-NNI的自动交换光网络。当分界点位于光纤网络边界时,NID必须与光纤网络直接连接或连接到通过光网络设备接入的低速率数据分支。针对光纤网络边界的应用,NID技术的选择涉及多个领域:传统SONET/SDH、Ethernet-over-PDH-over-SONET/SDH(EoPoS)、运营商的骨干网桥接(PBB)、传输多协议标记交换(T-MPLS)、无源光网络(PON)、密集波分复用技术(DWDM)、弹性分组环路(RPR)、光纤以太网以及混合光纤同轴电缆(HFC)等。

图2中的场所B(环下分界),光纤网络没有到达用户所在的建筑,必须采用“最后一英里”技术到达分界点。这种情况常见于人口密度较低的城市、郊区和农村,对于分界点远离光纤网络边界的情况,NID技术包括:

Ethernet-over-PDH(EoPDH)、数字用户链路(DSL)、以太网一英里(EFM)以及有线电视数据服务(DOCSIS)。

对于特定的NID采用哪种传输技术,具体取决于与提供服务的运营商现有网络的接口性价比。分界平台的架构最好采用模块化设计,以覆盖所要求的UNI和NID传输技术。

以太网映射的技术发展水平

一般来说,在以太网分界单元中,集成式以太网映射器可实现UNI-NID互通功能。EoS和EoPDH映射是两种最常见的映射技术。EoS映射已经应用了近十年的时间,而EoPDH映射的使用还不到两年。Maxim最近推出的EoPDH以太网映射器DS33X162系列能够完全满足当前对分界设计的需求,该系列产品包括九款器件,支持一至十六个PDH链路,是业界唯一的完全支持ITU标准EoPDH映射、采用统一的软件设计/硬件引脚排列的器件。该系列的所有器件都采用严格分离控制平台和数据平台,并可灵活地执行高层协议。

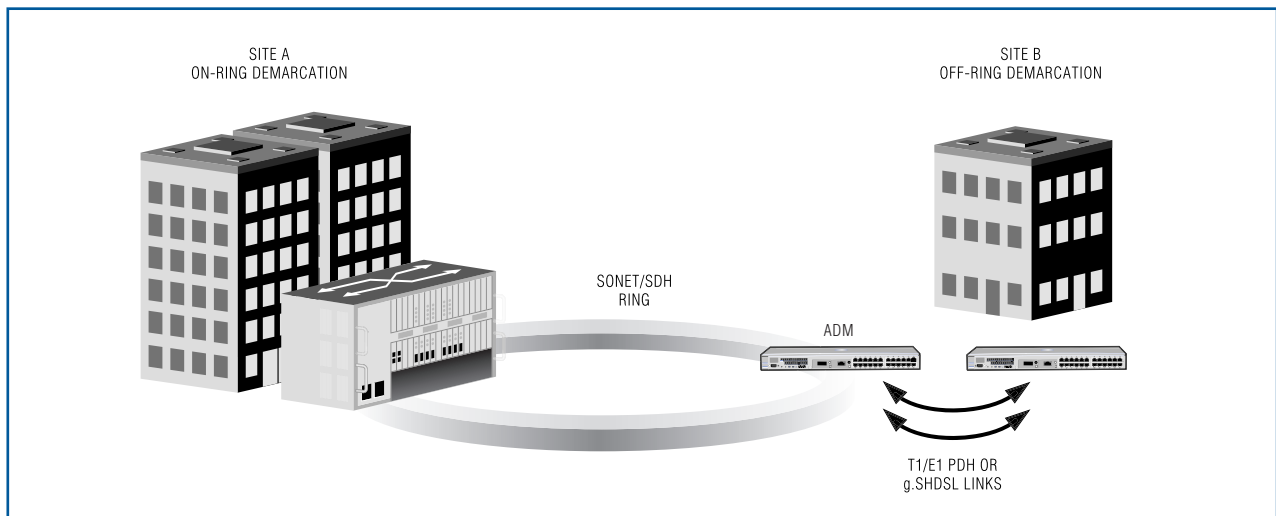


图2. 两种常见的分界场所。场所A常见于城域网,用户所在的建筑可以直接接入光纤网络,或距离光纤网络很近。场所B常见于偏远地区的网络,需通过“最后一英里”技术扩展光纤网络至用户所在建筑的连接。

最低需求的扩展

目前，MEF仅规定了UNI功能的最小需求，而设备制造商有足够的空间集成增值功能，使其分界单元在保持兼容性的同时具有更强的竞争能力。增值功能分为两大类：一类是有利于将分界单元出售给运营商的功能，另一类则是有利于运营商向用户出售服务的功能。

安装成本是运营商首先关心的问题，具有自动预置和内部网络诊断功能的分界单元可大大降低总体成本。利用这些技术能够支持中等带宽的以太网，并可重新利用现存设备和基础架构，如EoPDH，从而降低运营商的成本。实时SLA监测、与运营商现存网络管理系统的无缝集成也显著提高了运营商的增值服务。

此外，为用户提供便利、可靠的服务也是一个关键的评估标准。例如，基于网站浏览器(HTML)的管理接口能够方便地对所有用户的UNI运行状况进行观测，这是一个非常便利的功能。这种接口可以由UNI本身

提供或集成在局端位置，从所有的用户UNI收集信息。类似的HTML用户接口能够提供每个UNI在不同时间的SLA兼容报告，带宽利用状况以及服务质量的配置选项。

用户也可利用VLAN标记针对不同的VLAN或应用提供不同质量的服务。企业网络管理器需要利用其现有的网络管理工具(如SNMP)自动监测状态，或者通过email接收报警通知。随着业务量的增加，成长中的企业希望不断扩展其带宽。NID技术采用VCAT/LCAS链路集，易于扩展带宽。分界单元可以提供动态预置，在需求量较高时增大带宽，在需求量较少时降低带宽。这些仅是少数实例，但为将来的发展方向提供了一些建议。

目前，MEF已经制定了一个公共的MEF 13平台，分界单元架构采用共同的基础架构，在此基础上构建未来的分界技术。

膝上型PC借助通用GPS RF前端实现软件基带处理

David Weber, 战略应用工程师和
Roger Bremer, 战略应用工程师

近来, 通信和导航工程师越来越倾向在全球定位系统(GPS)中采用软件技术。^{1,2} 由于超大规模集成电路的发展, 性能强大的CPU和DSP能够通过软件对GPS信号进行实时检测和解码。这些基于软件的GPS接收机具有相当强的灵活性: 只需修改设置参数即可适应新的应用, 无需重新设计硬件, 选择一个IF, 就可完成进一步的系统升级。

利用MAX2769 GPS接收机RF前端芯片, 简单的USB dongle或PCI Express®(PCIe®)迷你卡就可以为膝上型PC增加低成本的GPS功能。MAX2769将接收到的原始数据传输到PC主机, PC主机利用软件实现基带解码, 从而省去了单机GPS系统所需要的基带ASIC的成本。简单的说, MAX2769使设计人员可以利用单芯片实现GPS和Galileo系统信号处理的适配器。

本文给出了GPS系统的工作状态概述, 并详细描述了Maxim的基于软件的GPS接收机方案。

GPS信号发生器

GPS系统包含24颗空间卫星或空间运载器(每个都用唯一的伪随机噪声编码识别)、地面控制站以及用户设备(接收机)。对于民用GPS和Galileo系统, 这些卫星通过频率为1.57542GHz的L1波段进行通信。³ GPS接收机必须捕获到至少四颗卫星的信号才能进行可靠定位, 信号捕获和跟踪非常复杂, 因为每颗卫星和接收机的位置时刻都在变化。

GPS系统实际上是一个简单的扩频通信系统。⁴ 图1提供了一个民用GPS系统的信号发生电路。首先, 50bps的导航信息重复20次, 形成1000bps的比特流。然后这个重复信号被长度为1023码片(伪随机噪声(PRN)码

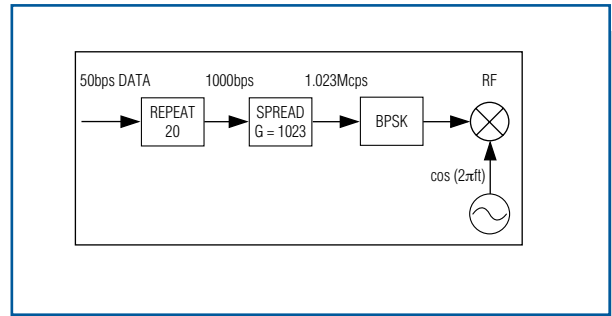


图1. 民用GPS信号发生器采用扩频技术发送信号。

的码速)的唯一粗/捕获码(C/A)进行扩频, 形成1.023Mcps的基带信号。此用这种扩频方法后, 43dB大小的GPS系统的总处理增益(G)可以很好地恢复比热噪声电平低得多的信号。

每颗卫星都有唯一的C/A码或者说Gold码。⁵ 由于具有很好的自相关和互相关性, Gold码被广泛用于各种CDMA通信系统, 如WCDMA和cdma2000®。基带信号经过二元相移键控(BPSK)调制后被上变频到L1波段进行传输。

信号取样方法分析

因为GPS是一种CDMA通信系统, 所以作为解调数据的先决条件, 接收机必须与PRN码进行同步。实现代码同步通常需要两个步骤: 用来实现粗对准的代码捕获和用来实现精细对准的代码相位跟踪。⁶ 更明确地讲, GPS接收机必须首先确定它对某颗卫星是否具有视距上的可视性。我们知道, 每颗卫星都由唯一的C/A码来区分。当卫星可视时, 由捕获过程判断信号的频率和代码相位, 然后确定相应的解调参数。由于存在多普勒效应, 根据卫星相对于接收机的速度, 接收信号的频率一般会偏移标称值5kHz到10kHz。⁷

在接受器端, GPS信号首先被下变频到同向和正交(I和Q)分量信号。再由一对I-Q相关器将I/Q基带信号与本地PRN序列进行相关运算。经过一个比特周期的积分后, I-Q相关器的输出被累加起来以提供输出判定变量。

只要判定变量超过一定的门限，系统就认为成功地实现了捕获，继而进入跟踪模式。否则，就通过调节本地PRN序列的相对相位和振荡器频率，来更新判定变量，并重复上述过程。

串行搜索方法的简单逻辑结构使它非常适合用ASIC实现，而用软件实现就不切实际了，因为搜索空间非常大。假设系统允许500Hz的载波频率偏移，多普勒频率是10kHz，软件实现需要的搜索空间大概为 $2 \times (10,000/500) \times 1023 = 40,920$ 。很明显，用软件实现串行搜索捕获比较困难。

另外一种更简单的软件捕获方法叫做频域并行代码相位捕获。这种方法将多普勒频率和代码相位搜索合并起来，在经过PRN码的快速傅立叶变换(FFT)后，将所有代码相位信息转换到频域内。这样我们只需要搜索多普勒频移上的空间即可，因此这是一种快速高效的软件搜索方法。

首先，将输入信号与本地正弦和余弦载波(同向I和正交Q信号分量)分别相乘。然后把I和Q分量合并成一个复合信号输入到FFT模块。傅立叶变换的结果再和PRN码的FFT变换结果相乘(PRN生成器产生代码相位为零的代码)。实际上，FFT运算和PRN码的产生可以采用列表的方法，以降低运算的复杂性。

最后，输入信号与本地代码的乘积(该乘积代表了输入信号和载波频率的相关性)被送到傅立叶逆变换模块，该模块的自乘输出结果再被反馈到判定逻辑。基于FFT的频域计算被证实具有较小的运算量。例如之前提到的那个例子，捕获运算的复杂性大概为 $20,000/500 = 40$ 个FFT运算操作。

串行搜索方法具有简单的逻辑和控制架构，非常适合ASIC实现。然而，巨大的搜索空间增加了软件算法的复杂性。所以对于软件GPS接收机来说，串行搜索方法并不是一个好的选择。相反，并行代码捕获方法的低复杂性使它很适合用软件实现。然而，它的逻辑架构远比串行搜索方法复杂，因此很难用ASIC实现。

跟踪细调

捕获过程建立了对GPS信号的频率和代码相位参数的粗校准。因此，跟踪的目的是进行细调，以便系统能用精确的代码相位和频率信息解调出数据。跟踪包括代码相位跟踪和载波频率跟踪。

代码跟踪用延时锁相环(DLL)实现，如图2所示。DLL电路把输入信号乘以PRN码的三个复制码(间隔 ± 0.5 码片)，这三个复制码分别代表和输入信号相比提前、准时和落后到达。经过综合后，这些信号分别代表输入信号和本地复制码之间的相关性。具有最高相关值的信号被选中保留下来(图3)。

载波频率跟踪由锁相环(PLL)或者Costas环路完成。⁸载波跟踪的目的是把本地频率调节为输入信号的实际频率。

当捕获和跟踪过程建立起初始同步后，系统能够解码出导航比特。将1.023Mcps的输入信号解扩为1000bps的比特流后就开始解调数据。然后利用比特同步从1000bps的数据流中恢复出50bps的信息。比特同步需要通过寻找零交叉沿(0V)来识别比特流的起始位置。如果这个交叉沿是已知的，我们可以用20ms的间隔分割1000bps输入流，因为导航数据信息(50位)的持续时间为20ms。最后，以20ms间隔排列的比特取样累加起来取平均值，从而解码出导航数据。

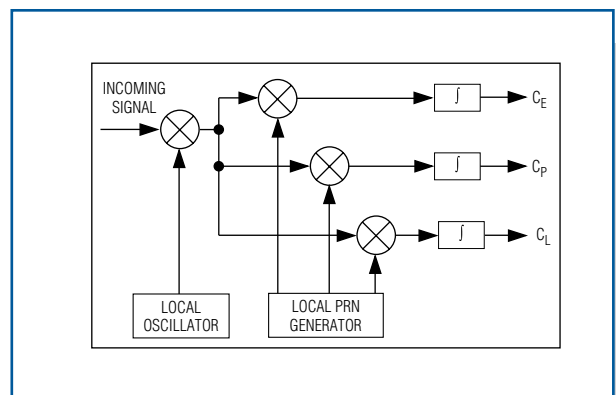


图2. 使用延时锁相环作代码跟踪帮助细调，以便系统能用精确的代码相位和频率信息解调出数据。

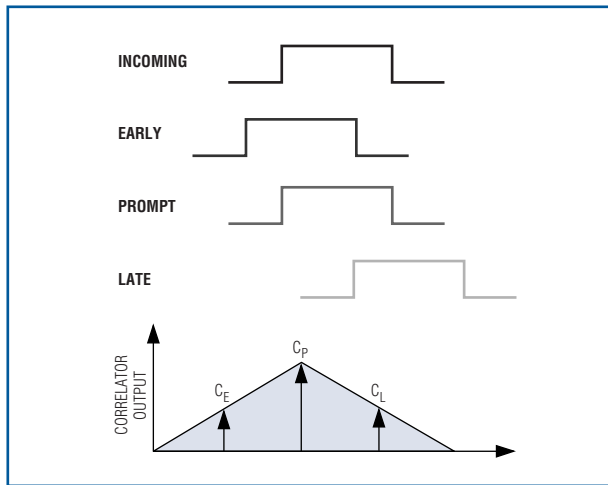


图3. DLL电路把输入信号乘以PRN码的三个复制码(间隔 ± 0.5 码), 这三个复制码分别代表和输入信号相比提前、准时和落后到达。具有最高相关值的信号被选中保留下来。

基于软件的GPS接收机

传统的GPS接收机采用ASIC实现信号捕获、跟踪和位同步操作, 而软件GPS接收机用软件代替硬件实现这些功能, 因此具有更高的灵活性。通过简化硬件架构, 基于软件的设计能够进一步缩小接收机尺寸, 降低成本, 并具有更高效率。程序可以使用C/C++、MATLAB®或其它语言编写, 并可移植到各种操作系统中(嵌入式操作系统、PC、Linux和DSP平台)。由此看来, 软件GPS接收机能够为移动终端、PDA及其它类似设备提供最大的设计灵活性。

对于膝上型电脑, 设计人员可以设计USB dongle (可配合任何带USB端口的膝上型电脑一起工作)。对于新一代带有PCIe迷你卡连接器的膝上型电脑, 可以把RF前端置于PCIe迷你卡上, 并把它插入PC内部(图4a, 图4b)。PCIe迷你卡接口包含一个USB口, 因此, 前端适配器设计对于USB和PCIe迷你卡而言非常相似。主要区别在于: 支持PCIe需要不同的电源管理逻辑电压, 需要处理不同的直流电压(PCIe为3.3V, 外部USB端口为5V)。

从图5b所示USB dongle框图可以看出该方案非常简单, 只使用了一个通用GPS接收器MAX2769、一个计数器 and USB接口控制器, 即可捕获信号, 并将其转换

成数字信号, 最终传递给PC主机。然后, 通过运行PC主机软件执行所有基带功能, 将定位信息显示在PC显示器上。这样, 笔记本PC便成了一个强大的GPS设备, 可支持导航和基于定位的服务。

GPS前端通过工业标准USB 2.0接口把数字化的IF数据传输到笔记本电脑。软件基带程序利用输入数据计算出位置方位并随后执行跟踪过程。Geotate是可选的一个软件来源。欲了解更多信息, 请访问: www.geotate.com。

为提供通用接口, 此软件能创建一个虚拟COM端口, 使其可以连接到很多现有的导航和定位应用。大部分GPS软件包接口符合NMEA 0183标准, 通常都可以运行在Microsoft的Windows® XP和Windows Vista™操作系统中。另外, 此软件能够处理所有可得的辅助数据, 此数据可以从工业标准协议或者用户专有的接口取得。

当前的膝上型电脑里所带的CPU均具备满足软件GPS接收机实时解码所需的运算能力。当在1GHz Pentium® M系统中, 跟踪过程中平均处理器负载大约为6%; 而在2.18GHz Core™ Duo处理器上, 在执行每秒更新时, 处理器负载通常低于5%。随着算法的发展, 有可能把CPU的使用率降低到2%以下。

电路工作和性能

基于软件的GPS接收机RF前端首先使用低噪声放大器(LNA)放大微弱的输入信号, 然后经过下变频将信号转换到较低频率(4MHz左右)的IF(图5a)。下变频器采用一路或两路混频器对输入RF信号和本机振荡器信号进行混频, 通过模/数转换器(ADC)把生成的模拟IF信号转换成数字IF信号。

MAX2769将所有功能电路(LNA、混频器和ADC)集成到一起, 可大大缩短产品的开发时间。该芯片提供了两个LNA: 其中一个LNA具有低至0.9dB的噪声系数、19dB增益、-1dBm的IP3, 可配合无源天线使用; 另一个LNA则具有1.5dB的噪声系数、较低增益/功耗和较高的IP3, 可配合有源天线使用。2.8V供电时, 消耗的电流最小, 且仅为13至18mA, 具体取决于电路配置。

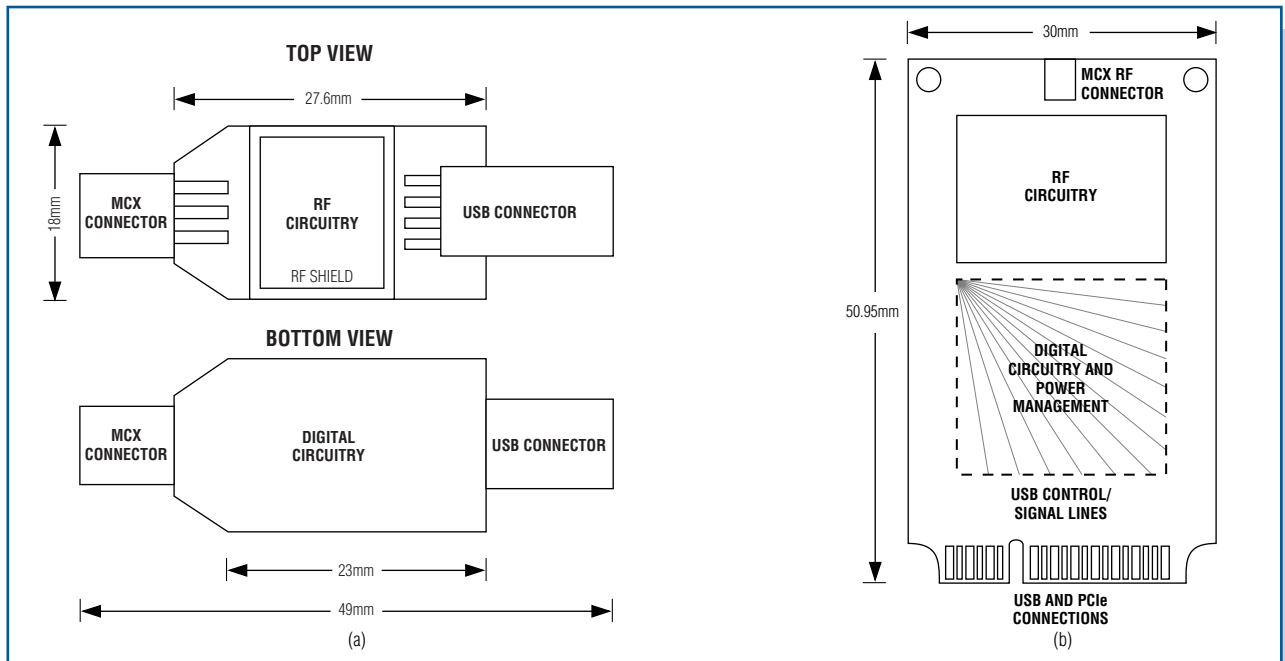


图4. 针对USB dongle (a)、PCIe迷你卡(b)的典型适配器结构，为两种方案均可提供了简单、低成本的设计。

RF端，在放大器之后通常使用外部RF滤波器。然后使用集成的20位， Σ - Δ ，N分频合成器和15位整数分频器将信号直接下变频到0至12MHz所要求的IF频率。IF滤波器的选择范围较广，可以适应不同的架构，例如Galileo。

从RF输入至IF输出的总增益能够在60至115dB范围内调节或进行自动控制。输出可以选择为模拟、CMOS或有限差分。内部ADC具有可设置的一到三位输出。

集成参考时钟振荡器可以使用晶体或温补晶振(TCXO)，也可以使用8至44MHz频率范围的输入参考时钟。

我们利用MAX2769和工作在24MHz参考时钟的Cypress Semiconductor的USB控制器构建了一个简单的USB dongle参考设计(如图5b所示)。该设计利用一路MAX8510 LDO调节直流电源。通过3线(SPI™)数字总线对MAX2769的寄存器进行编程。系统也可以在没有任何SPI控制的情况下工作在八种硬件模式的任意一种。

芯片内的电路对有源天线进行偏置，关断模式下将天线关闭，满足USB规范。MAX2769能够检测到天线电

源是否有电流消耗，并自动切换LNA1和LNA2，对于能够插入灵敏度更高的有源天线替代无源天线的的应用，这是一个非常理想的功能。设计人员只需要把外部天线端口连接到LNA2，把内部端口连接到LNA1。插入外部天线时，MAX2769将检测到吸电流，可自动由LNA1切换到LNA2。

MAX2769为膝上型电脑、手机、PDA和汽车应用提供了一个高性能、紧凑的解决方案。利用已经商用化的GPS软件包，115dB的总电压增益和1.4dB的模块噪声系数能够达到-143dBm的捕获灵敏度和-154dBm的跟踪灵敏度。

结论

软件技术可实现简单的、低成本GPS应用。为支持这些可能性，MAX2769为软件GPS接收机和传统的硬件实现方法提供灵活的频率规划。当然，每种方案都有正反面—软件GPS接收机需要高性能的处理器和适量的内存。然而，随着软件的发展，对时钟、数据更新速率进行合理的选择，需要的内存可以最小化。

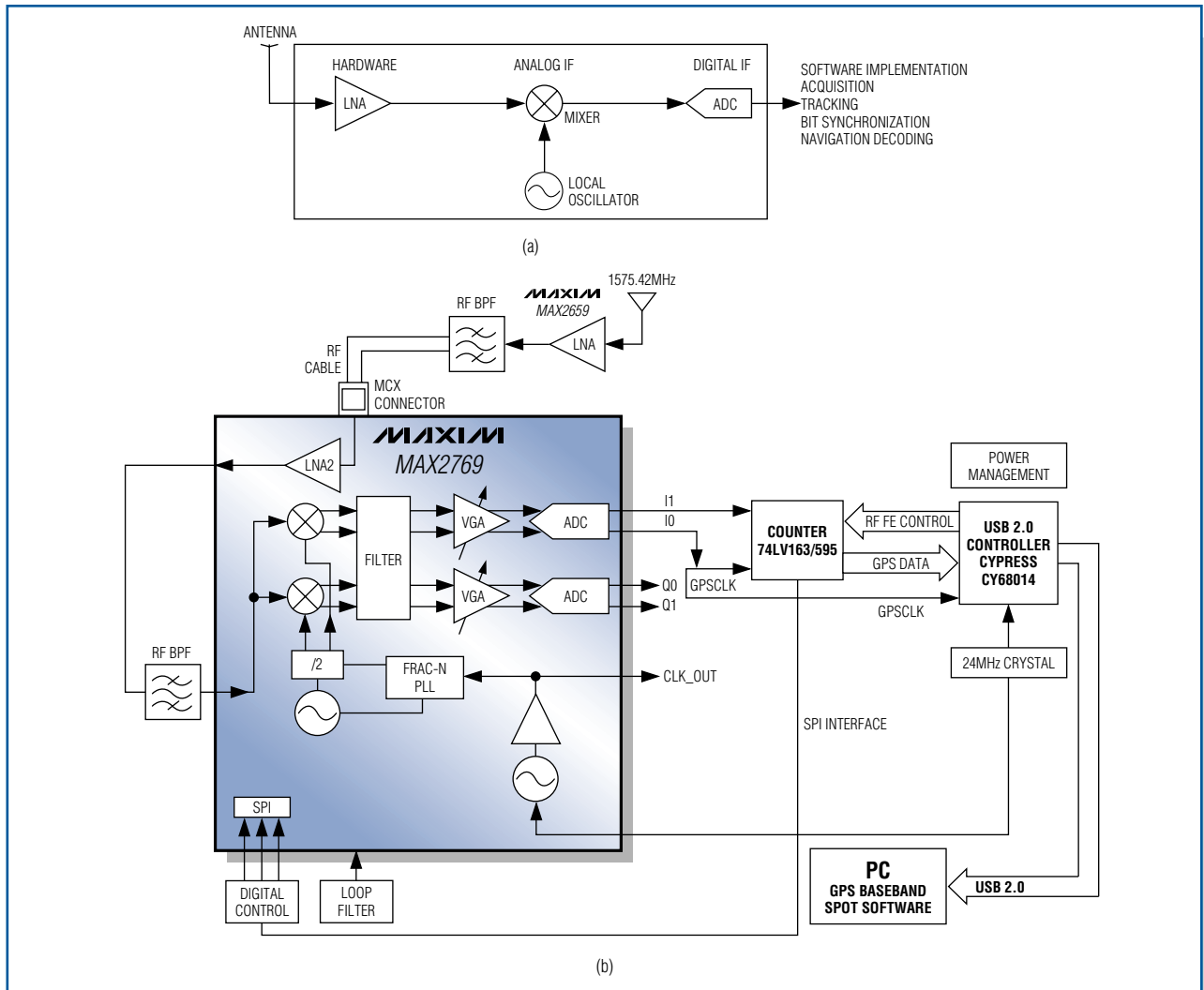


图5. (a)软件GPS接收机中，需要对捕获的RF信号进行放大、变频、数字化。(b)实际接收机中，低噪声放大器对RF信号进行放大，MAX2769对放大后的信号进行变频和数字化处理。然后，通过计数器和USB接口控制器将数据按照USB协议传输给PC主机。

参考文献

1. Kaplan, E., *Understanding GPS: Principles and Applications*, 2nd ed. (Norwood, MA: Artech House Publishers, 1996).
2. Bao-Yen Tsui, J., *Fundamentals of Global Positioning System Receivers: A Software Approach*, 2nd ed. (New York: John Wiley & Sons, Inc., 2004).
3. 关于导航信息和定位计算，请参考Bao-Yen Tsui, *Fundamentals of Global Positioning System Receivers*.
4. Viterbi, A., *CDMA: Principles of Spread Spectrum Communications* (Reading, MA: Addison Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1995).
5. Gold, R., "Co-optimal binary sequences for spread spectrum multiplexing," *IEEE Transactions on Information*

Theory, Vol. 13:4 (October 1967). pp. 619–621.

6. Ziemer, R.E., and Peterson, R.L., *Digital Communications and Spread Spectrum Systems* (New York: Macmillan Publishing Company, 1985).
7. Proakis, J. G., *Digital Communications*, 4th ed. (New York: McGraw-Hill, 2000).
8. Ibid.

类似文章在2006年9月的Microwaves & RF中发表过。

cdma2000是Telecommunications Industry Association的注册商标。
 MATLAB是The MathWorks, Inc.的注册商标。
 PCI Express和PCIe是PCI-SIG Corp.的注册商标。
 Pentium是Intel Corp.的注册商标，而Core则是Intel Corp.的商标。
 SPI是Motorola, Inc.的注册商标。
 Windows是Microsoft Corp.的注册商标，而Windows Vista则是Microsoft Corp.的商标。

设计实例

根据交流连续性测试装置排查电缆的单端故障

Kevin Bilke, 应用工程师

本文详细介绍了一个用于检测交流连续性的测试装置, 该装置能够完成外部测试和维修工作。该电路可提供一个简单“GO/NO-GO”测试定位多芯电缆的故障。

开路故障及可能发生在连接器端。利用交流连续性测试装置识别故障端, 可以准确地断开并修复电缆端, 从而避免因错误地断开一个工作正常的连接器使其损坏的风险。这种方法还可用来测试终端处于不同位置的电缆。

图1所示电路利用一个连续性测试装置向一条缆线注入交流信号, 在另一条缆线检测是否存在电容耦合。故障电缆的一端可以观察到连续的交流信号, 而另一端在一个或多个连接器引脚上观察不到连续的交流信号。因为电缆短路表现为良好的连接, 测试人员只需要短路测试引脚即可确认测试装置是否工作正常。

电路的左半部分采用低功耗比较器(MAX9022)构成张弛振荡器, 工作在大约155kHz。它产生峰峰值约等于电源电压的输出信号, 该信号在测试时注入被测电缆的连接器。电路的右半部分处理内部引线电容拾取的交流信号, 一对硅二极管首先对交流信号进行整流, 整流后的信号由储能电容C5进行积分。放电电阻(R5)提供噪声抑制并在测试之间对电容复位。

输出电阻(R4)和输入电容(C4)具有一定的电路保护作用。对于电容低于100pF的测试电缆, 电路显示为OPEN (因此, 对于标准的2m IEC导线, 引线间电容一般为200pF, 测试结果是正常的)。该电路还能够避免电源线上60Hz干扰信号造成的误触发。

由于低功耗电路消耗电流的典型值低于40 μ A, 电路可以采用三节1.5V AA或AAA铅酸电池供电。

输出报警电路(图1中的直流有源压电蜂鸣器)有多种廉价的替代装置可供选择, 多数替代方案均具有较宽的工作电压范围。100nF电容是标准陶瓷电容, 用于去耦, 电路中没有要求严格的无源器件。比较器的高边驱动优于其低边驱动, 所以, 应采用源出电流(而非灌入电流)作为指示信号。D1、D2和D3为硅二极管。

类似文章在2008年2月21日的EDN杂志中发表过。

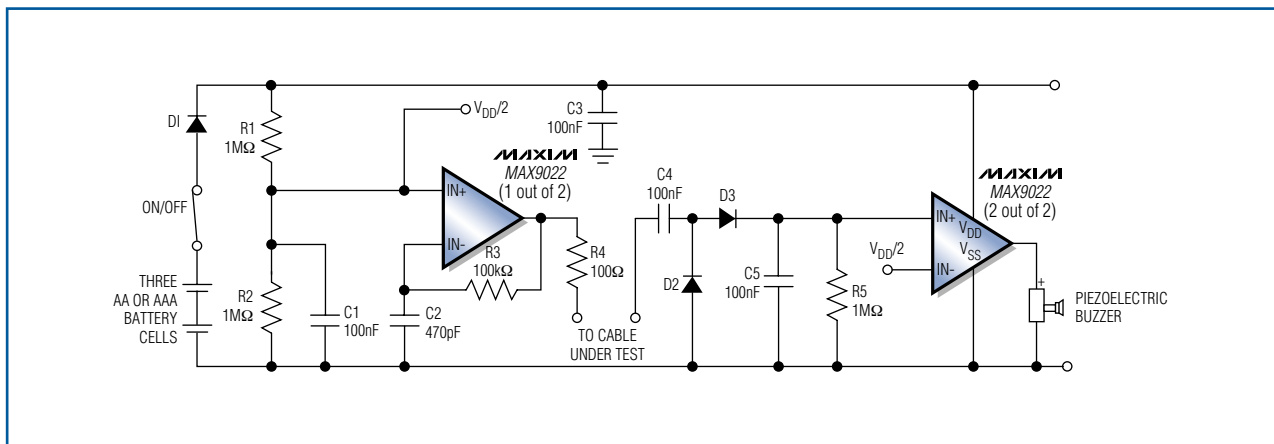


图1. 利用低功耗双路比较器(MAX9022), 该交流连续性测试装置定位电缆的开路引脚。

关断检流放大器的两种方法

Arpit Mehta, 战略应用工程师和
Prashanth Holenarsipur, 产品定义

和传统的运算放大器不同, 高边检流放大器各个输入管脚以及电源引脚上并不带有内部静电放电(ESD)保护二极管。因此, 它可以处理远大于 V_{CC} 电源的共模电压。另外, 把检流放大器的 V_{CC} 引脚连接到地, 可以把放大器设置为关断模式, 此时, 器件的输入引脚不消耗任何静态电流, 只有很小的漏电流。因此, 高边检流放大器的 V_{CC} 脚可作为关断引脚使用。

在典型的电池供电设备上, 采用LDO等电源为电路板上的IC, 包括高边检流放大器MAX4173F供电。为了延长电池寿命, 系统经常需要关断LDO以及检流放大器(图1)。

通常情况下, MAX4173F的输入被连接到电源线上的检流电阻两端。为了仿真关断信号的影响, 我们将10V的共模输入电压、20mV_{P-P}的交流信号以及20mV的直流偏置作用到器件上。在 V_{CC} 引脚上连接0V至5V的方波模拟 V_{CC} 的关断。在 V_{CC} 为5V期间, 放大器处于工作模式。在0V期间, 器件进入关断模式。由于放大器的增益是50, 输出为:

$$50 \times (20\text{mV}_{P-P} + 20\text{mV})$$

由此, 可得到1V_{P-P}的正弦波输出, 并具有1V的偏置电压(图2)。正如预想的, 当连接5V电压时, 放大器处于工作状态, 将按照预想的结果输出。当 V_{CC} 变为0V, 输出将变为0V, 并且器件将进入关断模式, 不消耗任何输入或电源电流。

另一个关断检流放大器的方法是在地回路上连接一个nMOS管(图3), 通过逻辑电平控制晶体管的导通和关断。当晶体管导通时, 放大器工作正常。与输入相比, 晶体管漏源间的压降所引入的失调和增益误差是可忽略的。当晶体管关断时, 由于接地端悬空, 放大器关断。

图4中的输出波形给出了预期的工作状态: 在5V供电期间放大输入信号, 而在0V期间则输出接近 V_{CC} 。关断期间, 由于测量示波器存在1M Ω 输入阻抗, 可测得 V_{CC} 引脚的漏电流仅为4 μ A。当连接示波器探头时, V_{CC} 上只有nMOS管的漏电流。RS+和RS-上的输入电流仅为0.3 μ A。

因此, 将 V_{CC} 引脚接地或通过nMOS管断开与地的连接可以很容易将MAX4173F设置为关断状态。第一种方法取决于应用中所采用的LDO是否能被关断。而第二种方法则需要另外增加一个外部FET。两种方法对于下一代便携多媒体设备的电源管理都非常有用。这些电路延长了电池寿命, 同时也丰富了用户体验。采用其他高边检流放大器同样可得出类似结果。

类似的设计实例的文章在2007年11月的Power Electronics Technology发表过。

设计实例

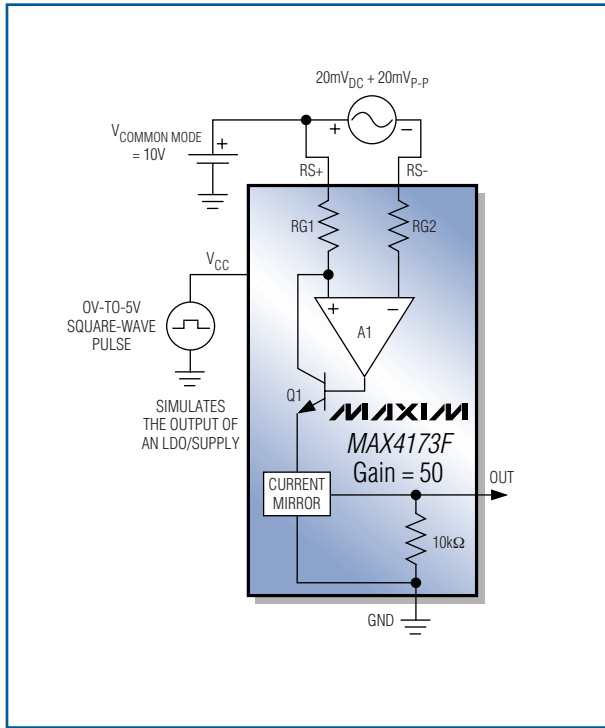


图1. 检流放大器(本例中采用MAX4173F)的V_{CC}引脚连接0V电压, 有效地关断器件。

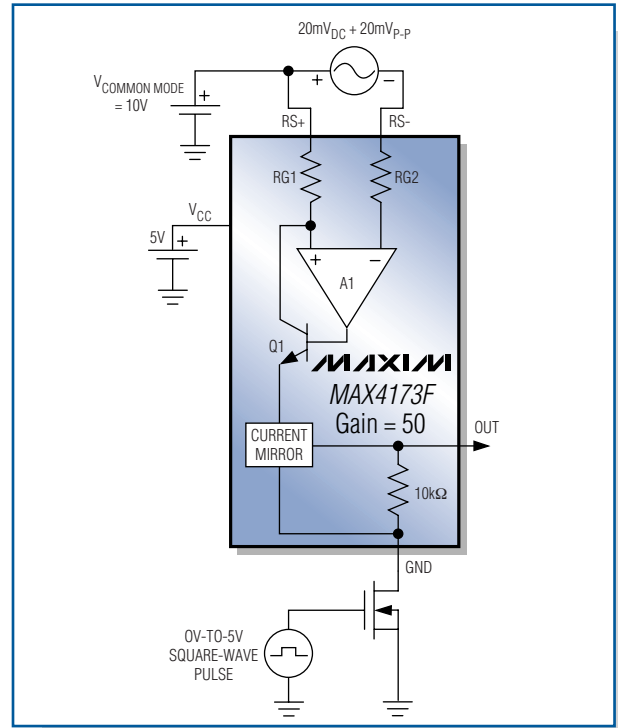


图3. 断开MAX4173F的GND端同时也可以关断该器件。

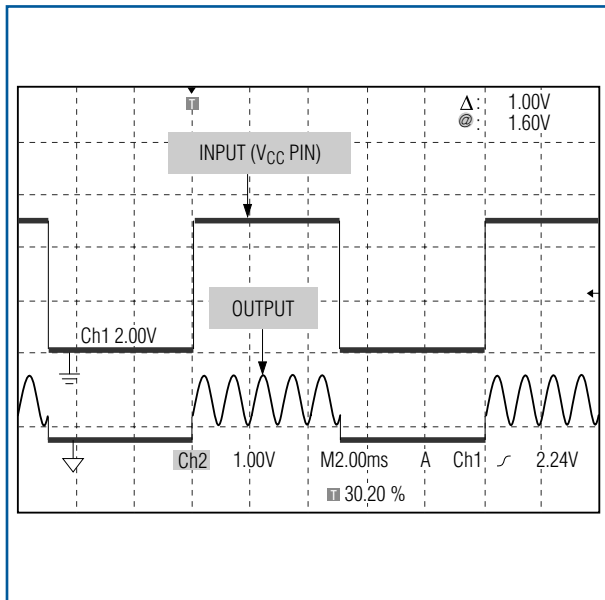


图2. 图中波形采用图1所示的方法关断高边检流放大器时的影响。当V_{CC}为0V时, 放大器不消耗任何静态电流。

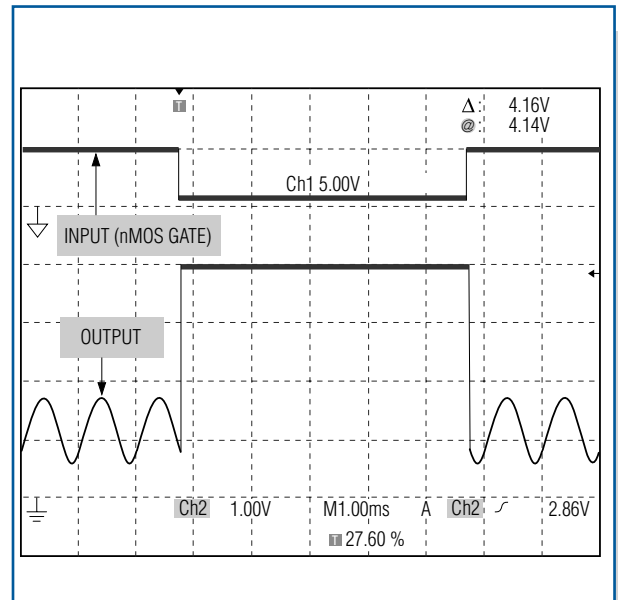
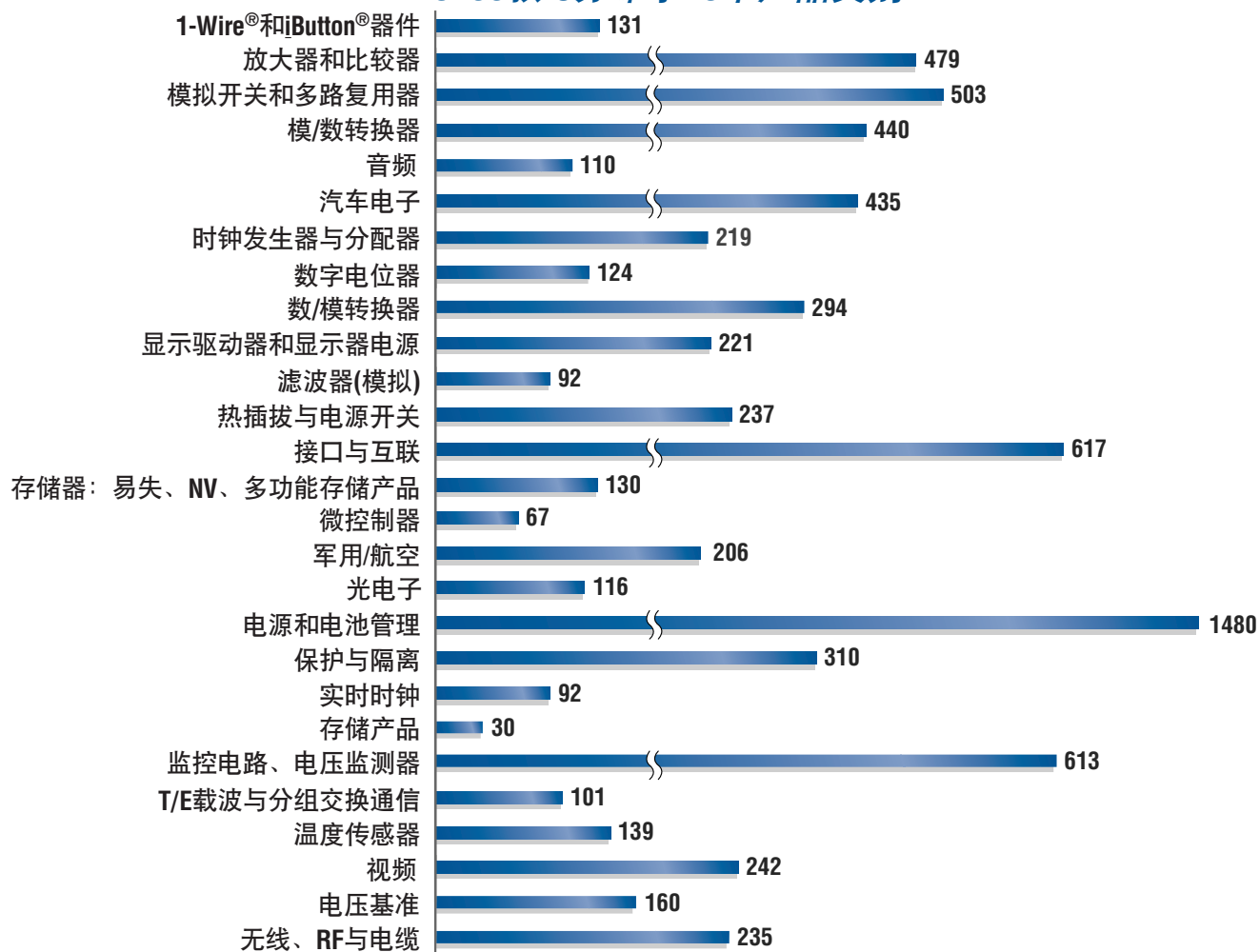


图4. 接地端断开后, 图3所示的高边电流检测放大器关断, 不消耗任何静态电流。

每天都有新IC

Maxim拥有最全面的模拟及混合信号产品，并对不同的应用领域进行深层次开发，超过5700款IC分布于28个产品类别，平均每天都有一款以上的新品推出！在过去的25年内，我们坚持不懈地推出极具创新的解决方案，为客户的产品提供增值服务。

5700款IC分布于28个产品类别



1-Wire和iButton是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。

www.maxim-ic.com.cn/everyday

EJ-63 7/08

MAXIM
www.maxim-ic.com.cn

Maxim北京办事处
免费电话: 800 810 0310
电话: 010-6211 5199
传真: 010-6211 5299

**MAXIM
DIRECT**

10800 852 1249 (北中国区)
10800 152 1249 (南中国区)

AVNET
electronics marketing

www.avnet.com

**廣成企業有限公司
SOLOMON QCE LIMITED**

www.qce.com.hk