

开发经济型通信的嵌入式设计技术

引言

随着嵌入式设计的智能程度和可连接性不断提高，这些设备的通信链路变得越来越重要。同时，迫于最终用户对便携能力、延长电池工作时间及降低价格等有关的需求，日益要求找到一种经济的可靠通信的手段。

有线接口在许多嵌入式应用中非常常见，如 USB 和以太网，在许多应用中正被推向标准的极限，而人们对电池供电的便携式设备情有独钟，则推动着对更加节能的无线连接的需求。本应用指南介绍了三种采用特定测量技术的有形应用，使您能够迅速高效地在嵌入式设计中实现经济的通信能力。

开发经济型通信的嵌入式设计技术

应用指南

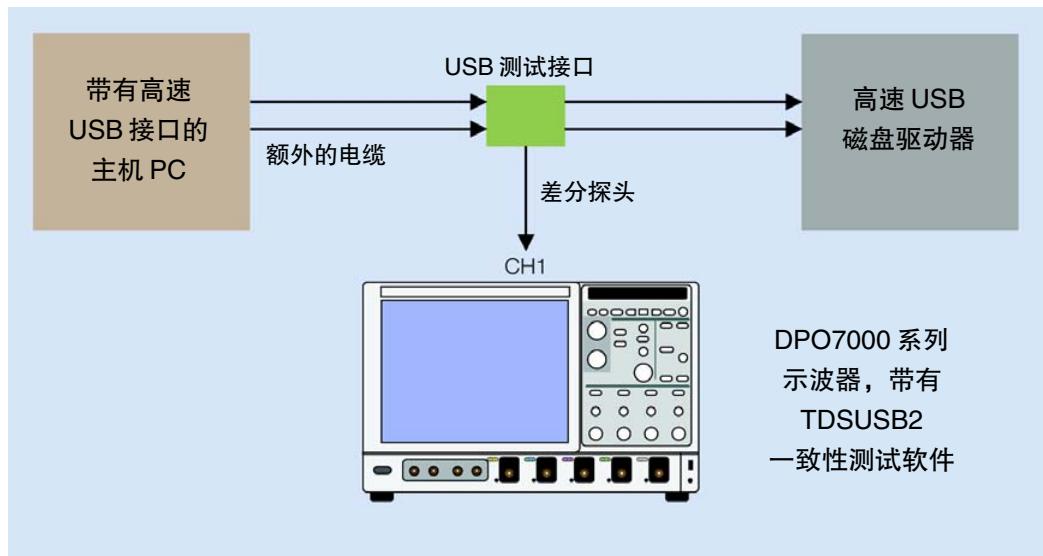


图 1.1. 高速 USB 性能测试方框图。

应用 1. USB 接口性能评估

USB 接口广泛用于各种计算机外设和嵌入式应用中。检验USB设备及任何相关电缆和连接的性能至关重要。DPO7000系列示波器为测量高速USB操作提供了所需的带宽，其一般支持每秒 480 Mbits 的速率。通过使用 USB 接口电路板和TDSUSB2一致性测试软件，我们可以简化这些设备的检定和一致性测试工作。

TDSUSB2 一致性测试软件最常见的用途是确定根据 USB2.0 标准规范设计的产品在认证测试中的性能情况。USB2.0 徽标一致性认证由 USB 集成者论坛(USB-IF)负责，以实现 USB 产品的广泛兼容能力。只有被 USB-IF 代理商引导和批准的一致性认证才能获得 USB 一致性徽标。泰克是 USB-IF 的成员之一，支持和鼓励所有 USB2.0 产品从 USB-IF 获得一致性徽标。

本实例的目标是了解 USB 信号由于电缆长度延长而产生的典型劣化。也可以对其它情况应用这一分析，如未知连接器、不同类型的电缆及集线器和其它 USB 设备的影响。USB 电缆的标称长度极限是 5 米，但这通常不够长，使用起来不方便。在本例中，我们先使用 5 米标称电缆长度测量信号质量，然后将在 PC 主机和 USB 磁盘驱动器之间增加额外的电缆长度，以演示说明在特定安装项目需要额外的电缆长度时对信号质量的影响。

图 1.1 显示了主机 PC、USB 磁盘驱动器和 DPO7000 系列示波器的连接。该连接通过定制的 USB 测试接口实现，在主机 PC 和接口之间增加了额外的电缆长度。对高速 USB，示波器需要至少 2.5 GHz 的带宽，才能满足 480 Mb/S 数据速率的信号细节的精确测量。由于 USB 采用差分信令，因此我们选择了一只带宽为 3.5 GHz 的差分探头，使用示波器上运行的 TDSUSB2 软件执行 USB 信号分析。

开发经济型通信的嵌入式设计技术 应用指南



图 1.2. 高速操作中基本的 5 米 USB 电缆的波形和信号质量报告。

在图 1.2 中，我们看到使用不超过规定的 5 米电缆传送信号的整套 USB 一致性测试结果。我们测试的是高速 (480 Mb/s) 版本的 USB，因为这一版本正越来越常见，最难保证性能。示波器上运行的 TDSUSB2 一致性测试软件只在几秒钟内就执行了上面列出的六项测试。通过这一屏幕，您可以迅速评估标准 USB 一致性测试结果。尽管漏掉少量部分参数仍能成功进行通信，但这些测试表明了 USB 数据传送是否可靠及全面满足标准。

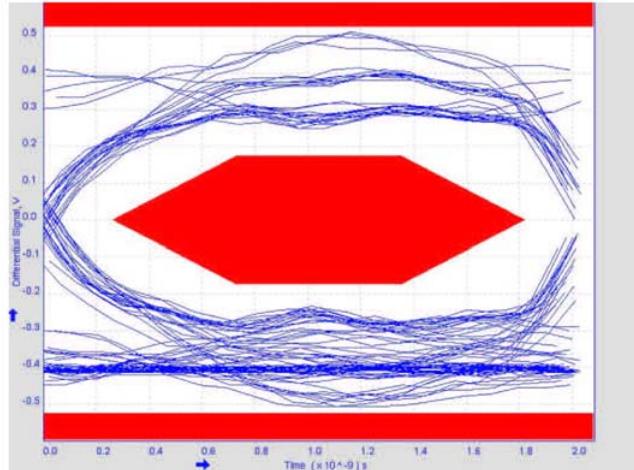


图 1.3. 5 米电缆的高速 USB 信号的眼图。

图 1.3 是允许的最大 5 米电缆长度的眼图。为查看这一画面，只需点击图 1.2 中摘要屏幕上看到的“Eye Diagram”按钮。眼图显示了大量位周期中信号的相关定时。注意信号的睁开码型，这些信号远离红色方框表示的违规区，这通常称为模板测试。红色区域定义了信号正确运行时不应越过的区域。跨入红色区域，进而使码型中的“眼睛”闭上的信号，表示有不正确的幅度或定时，这些特点表明接收信号的电路可能不能正确地解码信号。

开发经济型通信的嵌入式设计技术

应用指南



图 1.4. 高速操作中延长的 10 米 USB 电缆的波形和信号质量报告。

对许多安装来说，可能要连接到另一个房间或某些方便地点的 USB 磁盘驱动器、打印机或其它设备。此外，有时必需延长电缆，以沿着房间四边、门口或头顶布线。在这些情况下，将要求电缆长度超过 5 米极限。但是，从图 1.4 中可以看出，在电缆延长到指定长度两倍时，许多一致性测试失败。但要注意，示波器波形变化不大，因此只使用示波器曲线进行判断是不够的。

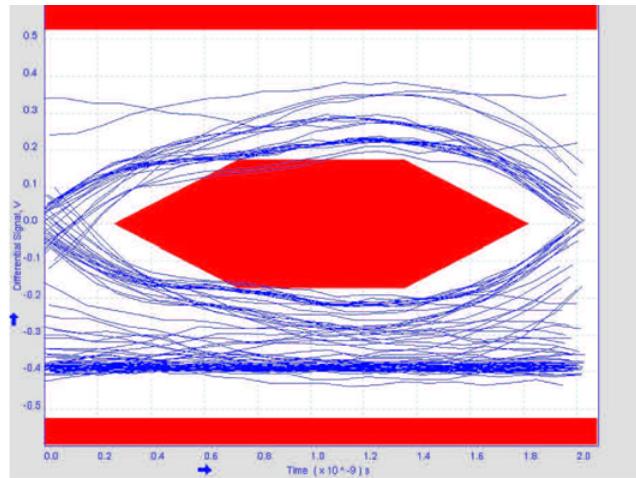


图 1.5. 10 米电缆的高速 USB 信号的眼图。

在图 1.5 中，10米电缆的眼图显示信号明显劣化，许多位跳变跨入红色模板区域中。从整体上看，“眼图”的闭合程度要远远大于满足标准的码型。测试失败及眼图多次违规相结合，告诉我们这种电缆长度不能提供可靠的或潜在可用的数据通信。



图 1.6. 高速操作中延长的7.5米USB电缆的波形和信号质量报告。

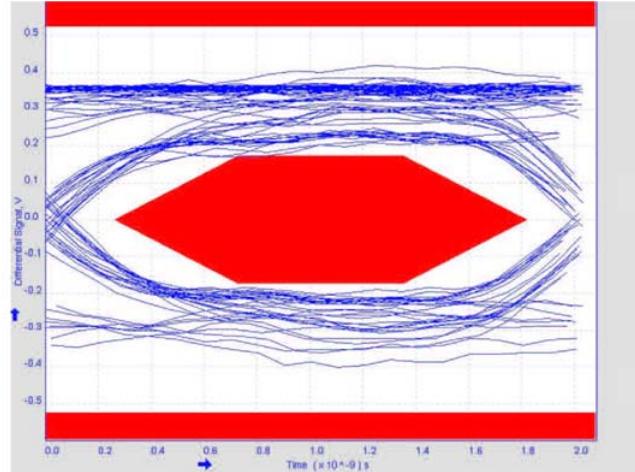


图 1.7. 7.5米电缆的高速 USB 信号的眼图。

由于电缆长度提高一倍到10米并不成功，我们继续评估把电缆长度提高50%到7.5米的情况，如图1.6所示。注意现在只有两项测试失败。另外注意，信号曲线与另外两条曲线没有区别。为更好地了解这个信号距可以接受的水平差距有多大，我们将更仔细地考察其眼图。

在图1.7中，眼图显示测试刚好失败。在电缆长度为7.5米时，在模板中心可以看到一个违规，其位于左上角，表明眼图只是稍稍开始闭合。因此，这种长度的这条电缆对我们的应用可能是可以接受的，尽管其长于批准的5米极限。

我们已经使用DPO7000系列示波器上运行的TDSUSB2一致性测试软件，演示了这款软件迅速地、可信地评估USB通信的能力。我们看到在电缆长度较标准适度提高时，信号就会明显劣化。如果要求更长的电缆，应考虑使用电缆扩展装置，或使用范围更长的连接，如以太网。

尽管延长电缆实例很简单，但其功能对保证开发或测试的USB设备满足标准至关重要。眼图和数字报告允许评估设备或连接方案满足或不满足规范的余量。DPO7000系列示波器的这种功能可以应用到各种USB设备和连接方案中。对开发高速USB系统的人员，这种测试功能对保证产品在现场可靠运行尤为重要。

开发经济型通信的嵌入式设计技术

应用指南

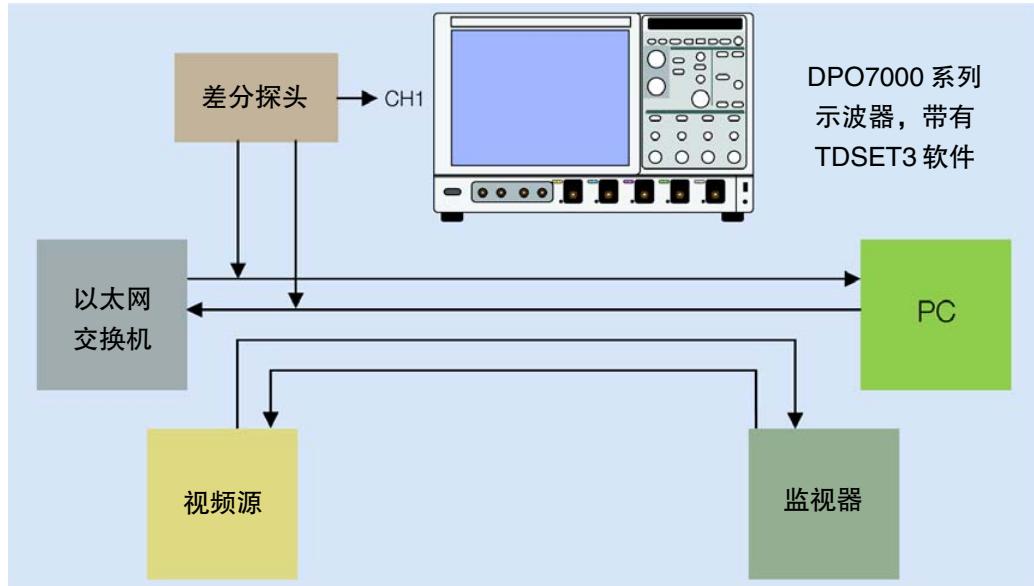


图 2.1. 测试设置方框图。

应用 2. 以太网干扰分析

标准10/100 base T以太网只使用五类或六类电缆四个双绞线对中的两个线对。业内已经提出了大量的应用，以利用这些没有使用的导线，从现有的电缆中获得额外的价值。在本例中，我们将使用DPO7000系列示波器上运行的TDSET3以太网一致性测试软件，评估与视频信号共享没有使用的网线线对的影响。本例中的挑战是确定视频信号是否会劣化以太网信号，影响性能。通常使用TDSET3软件，确定以太网设备是否满足公布的標準。在示波器上查看原始信号不一定会表明损伤，因此

我们将利用TDSET3的功能，全面分析这些影响。我们将使用一致性软件的眼图画面，观察在三种不同电缆长度上引入视频信号时以太网信号会发生什么情况。

图2.1是这一应用中使用的测试配置的方框图。以太网电缆在两端分开，其中两个线对把以太网交换机连接到PC上，另两个线对把视频信号传送到监视器上。我们使用一只高频差分示波器探头，在相邻线对存在或不存在视频信号时，从电缆的以太网线对获得以太网信号。

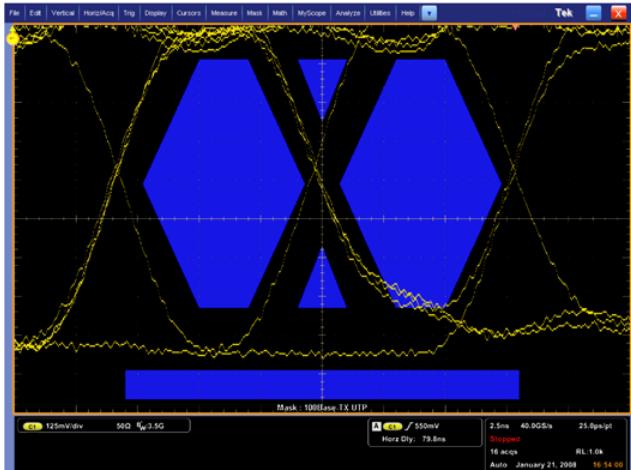


图 2.2. 0.3 米以太网电缆、没有视频信号时的信号眼图。

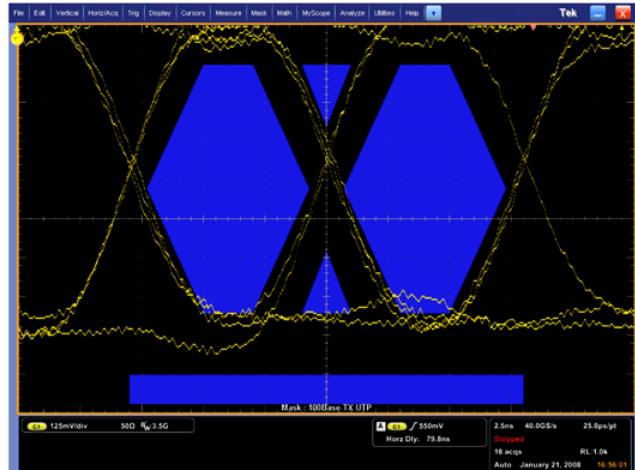


图 2.3. 0.3 米以太网电缆、有视频信号时的信号眼图。

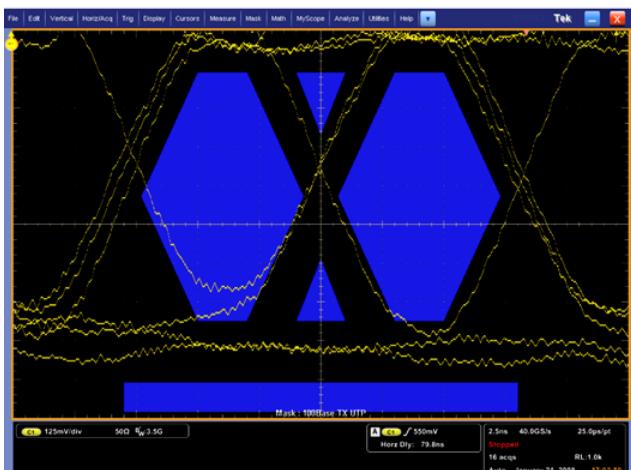


图 2.4. 10 米以太网电缆、没有视频信号时的信号眼图。

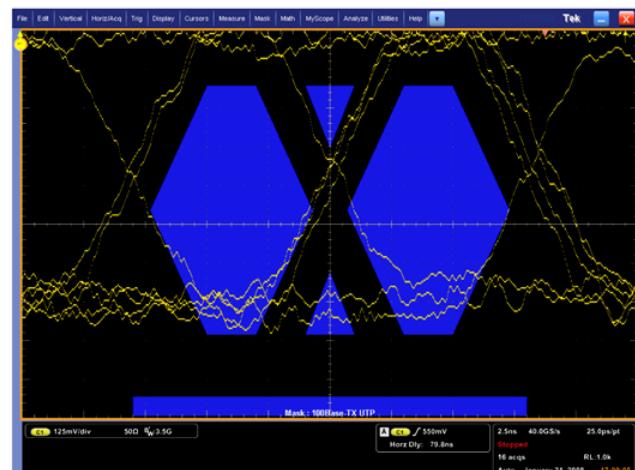


图 2.5. 10 米以太网电缆、有视频信号时的信号眼图。

在图 2.2 中，显示了非常短的电缆及没有视频信号时以太网信号的眼图。眼图显示了与蓝色区域表示的模板相比幅度和相位跳变。眼图的概念是在这些跳变过程中应该有一个打开区域(眼睛)。尽管有一些信号越过图中一小部分的蓝色区域，但这个信号的失真非常小。

图 2.3 演示了即便在非常短的电缆上增加视频信号也会在视频信号和以太网信号之间出现部分干扰，因为眼图开始闭合。耦合可能发生在连接器中，其程度与这条长

度非常短的电缆类似。这种耦合程度不可能给以太网信号带来困难。

图 2.4 显示了更长的电缆上的以太网信号，但去掉了视频信号。以太网信号进一步失真，但仍不足以因电缆长度本身而导致任何困难。

然而，在这条较长的电缆中增加视频信号时，以太网信号劣化程度加剧，如图 2.5 所示。注意它覆盖了模板中心六边形的底部部分。这么明显的违规可能会开始使以太网通信性能劣化。

开发经济型通信的嵌入式设计技术

应用指南

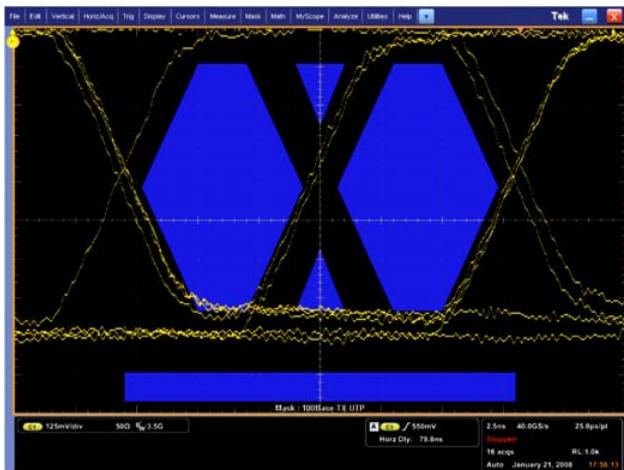


图 2.6. 50 米以太网电缆在没有视频信号时的信号眼图。

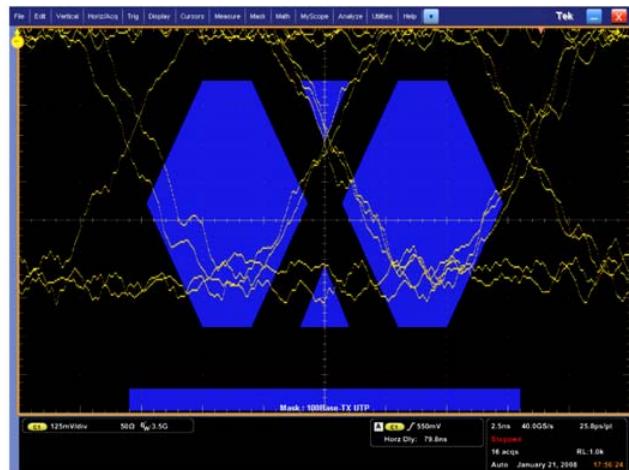


图 2.7. 50 米以太网电缆在有视频信号时的信号眼图。

在图 2.6 中，我们可以看到，在没有视频信号时，即使 50 米电缆距所需眼图的偏差仍非常小。它只覆盖了一小部分的蓝色模板区域，因此即使在这种电缆长度下，仍可能实现良好的以太网通信。

但是，在 50 米电缆中增加视频信号时，我们看到以太网信号覆盖了一大部分蓝色模板区域，如图 2.7 所示。另外注意实际信号现在的失真程度。在这种长度上，视频信号极可能干扰以太网通信，除非降低视频信号的幅度。

在本例中，我们考察了在不同长度的标准双绞线网线中在没有使用的线对上传送视频信号的影响。尽管利用现

有电缆在经济上极具吸引力，但我们已经发现需要注意某些事项。即使在以太网电缆非常短时，仍有部分信号耦合，但在电缆长度增加时，信号会迅速劣化。这表明除连接器中的部分耦合外，视频信号在电缆中也被耦合到以太网信号中。根据这一分析，我们发现，我们可能需要降低视频信号的幅度，以便能够实现这一应用。

通过使用 DPO7000 系列示波器上运行的 TDSET3 以太网一致性测试软件，我们能够获得丰富的信息，观察以太网信号上的详细影响。如果没有这一软件，标准示波器显示的曲线在有视频信号和没有视频信号时几乎没有差异。

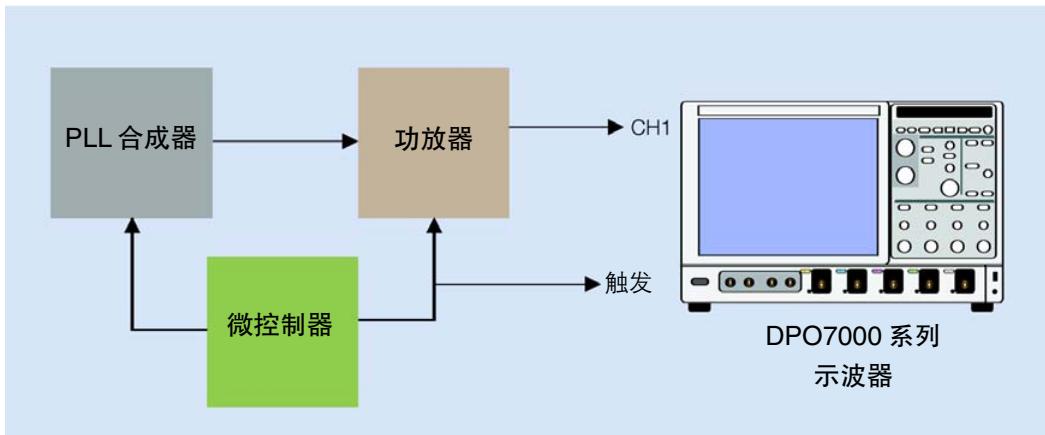


图 3.1. 发射机和示波器方框图。

应用 3. RF 性能评估

在本例中，我们将评估启动输出功放器对无线发射机的瞬时影响。这台发射机在数据发送过程中要求异常干净稳定的输出，以便接收机能够可靠地解码数据。为帮助实现这一点，我们先启动生成信号的PLL合成器，这个PLL合成器应能够在启动输出功放器之前稳定。启动功放器会导致信号发生某些失真，可以在输出信号的频谱画面中看到这一点。通过使用DPO7000系列示波器的高级频谱分析功能，我们可以观察某个时间相对于触发

信号的频谱。通过在功放器加电后以各种时延获得频谱读数，我们可以确定启动影响什么时候结束，以便能够开始传输。发射机通过电池供电，因此这里的挑战是确定发射机发出的数据的最短延迟启动时间，以最大限度地延长电池工作时间。

图3.1显示了系统的基本配置，其中由微控制器控制合成器和功放器。示波器由来自微控制器的功率控制信号触发，信号从功放器输出馈送到示波器。

开发经济型通信的嵌入式设计技术

应用指南

图3.2显示了射频功放器启动时获得的频谱。来自功放器输出(黄色曲线)的信号显示输出信号的幅度随时间变化与传统示波器曲线相符。控制信号(紫色曲线)显示启动，实际频谱(橙色曲线)也显示为信号幅度随频率变化(与标准频谱分析仪画面相同)。频谱中相对较宽的峰值表明信号中存在频率噪声。这种噪声将阻止接收机正确解码调制这个载波的信号。幅度输出(黄色曲线)上显示的违规也会损伤信号，因此在使用这个信号时，接收机不能正确工作。

用足够长的时延，我们可以看到频谱画面中稳定的信号，如图3.3所示。我们任意选择100 ms的延迟，以保证信号已经全面稳定。注意干净稳定的放大器输出(黄色曲线)和非常窄的频谱(橙色曲线)。这为我们查找的项目提供了参考，但为节省电池能量，我们希望使用尽可能短的延迟。频谱画面必须象这个画面一样干净，以满足接收机的严格要求。

图3.4显示了启动后0.5 ms时获得的频谱。我们之所以选择这个延迟，是因为幅度在这一时间上似乎已经稳定。但是，与我们在图3.3中100 ms看到的相比，频谱仍然出现加宽(橙色曲线)，因此这一时延不足以启动数据传输。曲线加宽表明，即使信号曲线(黄色)上没有显示任何问题，但信号上仍有足够的噪声，会损害在接收机上接收数据。

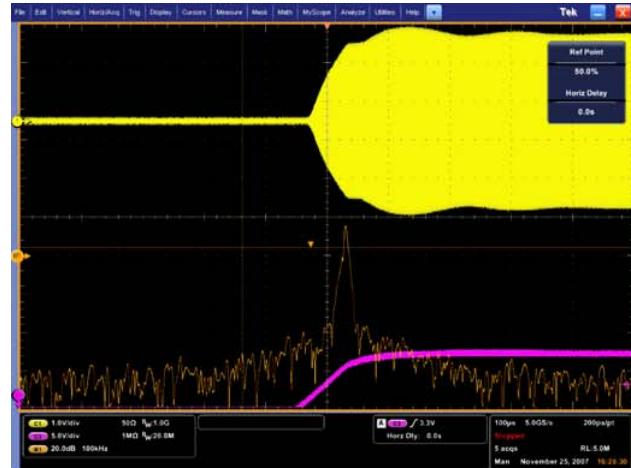


图3.2. 功放器启动后没有延迟时的信号和频谱。

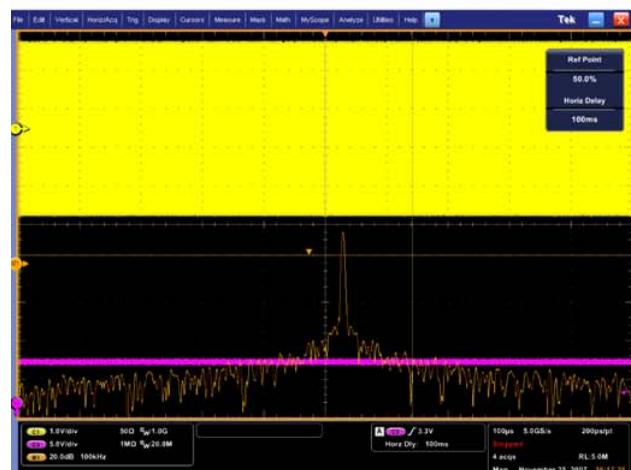


图3.3. 功放器启动后延迟100 ms时的信号和频谱。

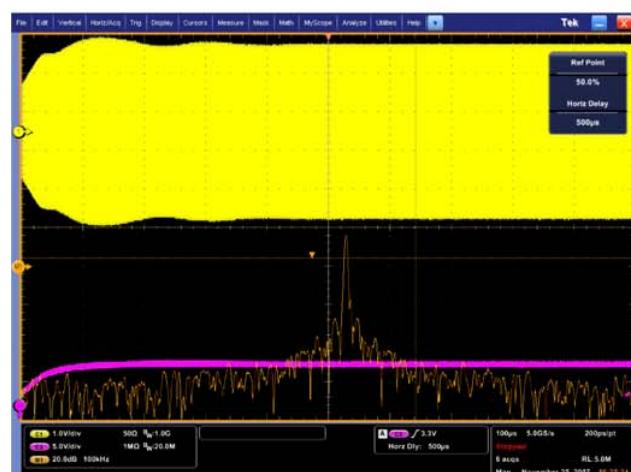


图3.4. 功放器启动后延迟0.5 ms时的信号和频谱。

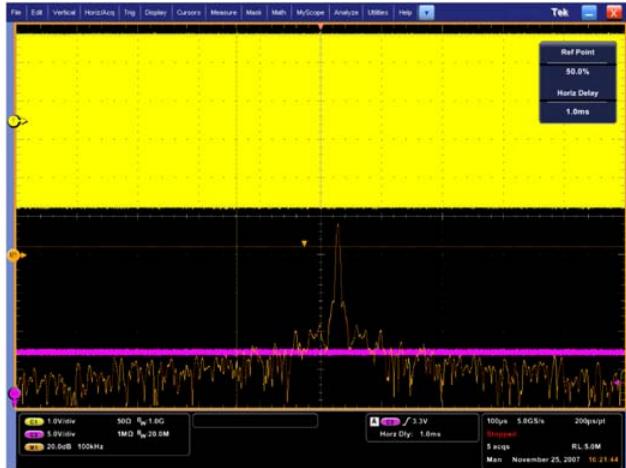


图 3.5. 在功放器启动后延迟 1 ms 时的信号和频谱。

如图 3.5 所示，在使用 1 ms 延迟时，输出信号表现出稳定可靠。频谱信号(橙色曲线)和输出信号(黄色曲线)看上去与图 3.3 中 100 ms 的曲线非常类似。因此，在这一时间下，信号和频谱是干净的，所以这一延迟在数据传输开始前是足够的。可能时间略短，但由于传输本身大约长 100 ms，因此把延迟时间缩短几分之一毫秒会使对其电池能耗的影响达到最小。

通过查看本例中发射机的输出频谱，我们确定在放大器加电后延迟 1 ms 时，输出已经稳定，可以从发射机可靠地发送数据。DPO7000 系列示波器允许我们设置捕获频谱的时间，从而可以使用不同延迟简便地评估无线发射机的性能。从一系列频谱捕获中，我们可以迅速确定信号什么时候已经稳定。

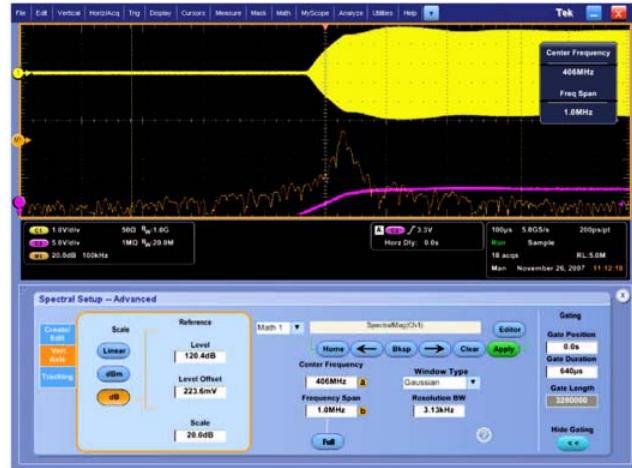


图 3.6. 高级频谱分析的设置屏幕。

图 3.6 显示了 DPO7000 系列示波器高级频谱分析功能的设置屏幕。选通功能允许设置从触发到获得频谱时的延迟。另外它还提供了中心频率、频率跨度、解析带宽和电平的典型设置，因此示波器能够为许多 RF 项目提供全面的功能。

小结

通过使用特定测量技术，我们可以迅速高效地保证在嵌入式设计中实现经济的通信。不管您处理的是有线接口还是无线接口，泰克都可以帮助您实现设计目标，向市场上推出可靠的解决方案。

通过适当的测量工具，如 DPO7000 系列示波器，您可以满怀信心地检验、检定、调试和测试嵌入式设计。如本文中的实例所示，先进的软件分析功能可以自动化和简化 USB、以太网和 RF 频谱分析中的许多测量工作。泰克完善的测试和测量系列还为许多其它标准和技术提供了广泛的支持，帮助您满足设计需求。

泰克科技(中国)有限公司
上海市浦东新区川桥路1227号
邮编: 201206
电话: (86 21) 5031 2000
传真: (86 21) 5899 3156

泰克北京办事处
北京市海淀区花园路4号
通恒大厦1楼101室
邮编: 100088
电话: (86 10) 6235 1210/1230
传真: (86 10) 6235 1236

泰克上海办事处
上海市静安区延安中路841号
东方海外大厦18楼1802-06室
邮编: 200040
电话: (86 21) 6289 6908
传真: (86 21) 6289 7267

泰克广州办事处
广州市环市东路403号
广州国际电子大厦2807A室
邮编: 510095
电话: (86 20) 8732 2008
传真: (86 20) 8732 2108

泰克深圳办事处
深圳市罗湖区深南东路5002号
信兴广场地王商业大厦G1-02室
邮编: 518008
电话: (86 755) 8246 0909
传真: (86 755) 8246 1539

泰克成都办事处
成都市人民南路一段86号
城市之心23层D-F座
邮编: 610016
电话: (86 28) 8620 3028
传真: (86 28) 8620 3038

泰克西安办事处
西安市东大街
西安凯悦(阿房宫)饭店345室
邮编: 710001
电话: (86 29) 8723 1794
传真: (86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处
武汉市武昌区武珞路558号
中南花园饭店将军楼4201室
邮编: 430070
电话: (86 27) 8781 2831
传真: (86 27) 8730 5230

泰克香港办事处
香港铜锣湾希慎道33号
利园3501室
电话: (852) 2585 6688
传真: (852) 2598 6260

更详尽信息

泰克公司备有内容丰富、并不断予以充实的应用文章、技术简介和其他资料，以帮助那些从事前沿技术研究的工程师们。请访问 www.tektronix.com.cn



© 2008 年 Tektronix, Inc. 版权所有。全权所有。Tektronix 产品，不论已获得专利和正在申请专利者，均受美国和外国专利法的保护。本文提供的信息取代所有以前出版的资料。本公司保留变更技术规格和售价的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。本文提及的所有其它商号分别为其各自所有公司的服务标志、商标或注册商标。

03/08 FLG/WOW

54C-21379-0

Tektronix
Enabling Innovation