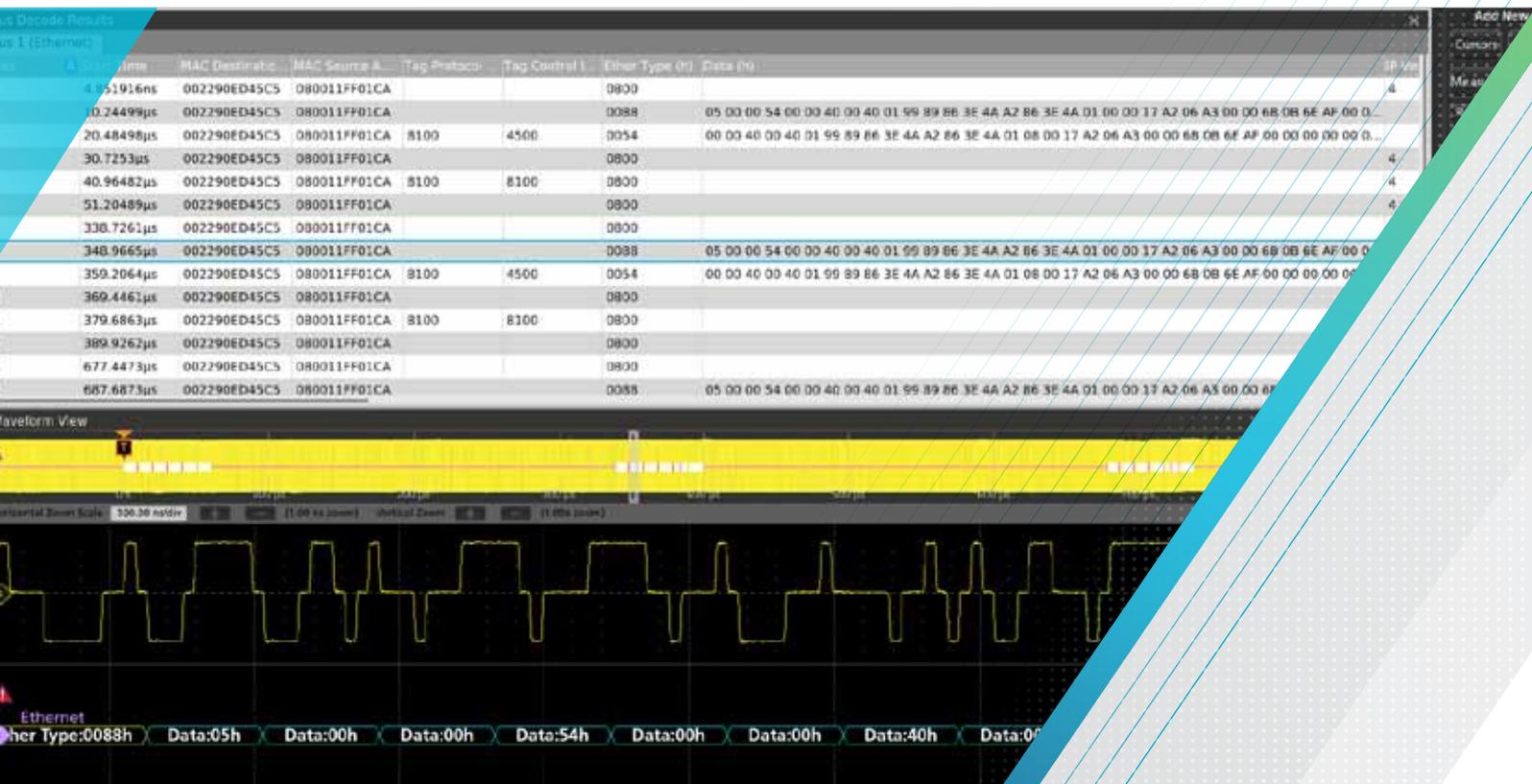


使用示波器调试以太网问题

应用指南



引言

以太网是局域网 (LAN) 使用的一系列基于帧的计算机网络技术，最初是施乐 PARC 于 20 世纪 70 年代开发的。电气和电子工程师学会 (IEEE) 在 1980 年出版了第一个草议标准。IEEE 802.3 CSMA/CD 于 1982 年获批，国际 ISO/IEEE 802.3 标准于 1984 年获批。

10BASE-T 和 100BASE-TX 的流行及硬件实现成本不断下降，使得越来越多的嵌入式系统设计采用以太网技术，并一直作为系统级互连技术使用。

通过在物理层和协议层分析以太网业务，可以了解嵌入式设计其它子系统的运行情况。但是，一个差分以太网信号中包含着地址信息、控制信息、数据信息和时钟信息，很难隔离关心的事件。以太网串行触发和分析选项把部分泰克示波器(参见附录 A)转换成强大的工具，支持自动触发、解码和搜索，可以调试基于 10BASE-T 和 100BASE-TX 的系统。

本应用指南

- 简要介绍了以太网的物理层和包结构，旨在为帮助调试提供足够的细节
- 阐述了怎样在配备以太网解码功能的示波器上设置解码
- 阐述了怎样在配备以太网解码功能的示波器上理解串行总线数据
- 阐述了在配有以太网分析工具的示波器上提供了哪些触发和搜索选项

借助选配的串行触发和分析功能，泰克示波器为处理以太网总线的嵌入式系统设计人员提供了强大的工具。在本应用指南中，我们使用 5 系列 MSO，演示以太网串行总线解码和触发功能。

其他泰克示波器也支持以太网触发和分析。如需完整的示波器列表，请参阅“[使用示波器和选配软件提供串行支持](#)”。

工作方式

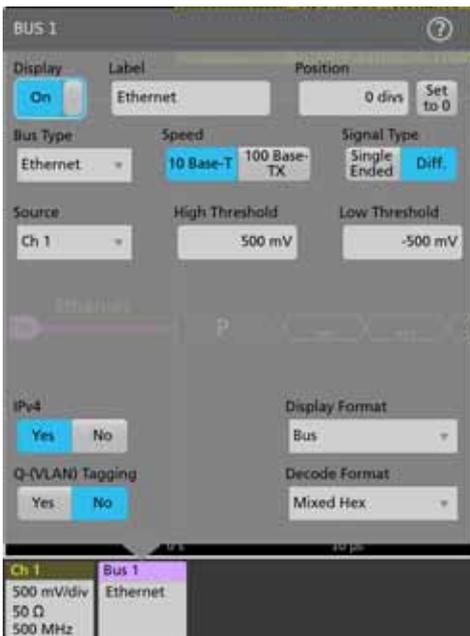
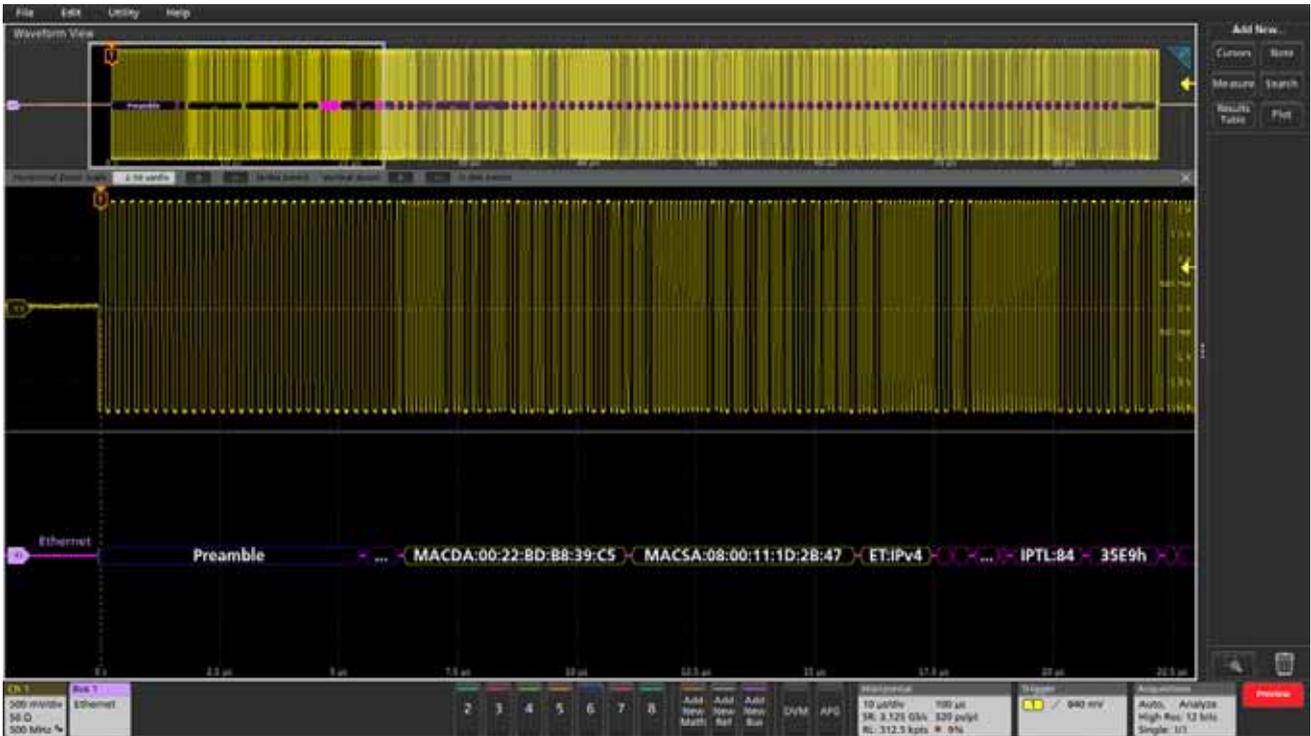
两种最常用的以太网版本是大多数个人电脑上使用的 10BASE-T 和 100BASE-TX。前面的数字表示以 Mb/s 为单位的数据速率。BASE 表示信号是基带信号，因此没有 RF 信号调制。T 表示网络节点之间使用的局域网电缆中的双绞线。

以太网提供了基于分组的对等通信，实现直接点到点通信。在物理层，10BASE-T 和 100BASE-TX 信号传送地址信息、控制信息、数据信息和时钟信息。数据按数据字节顺序传送，称为数据包。以太网数据包可以在内部承载其它更高级的协议数据包。例如，以太网数据包可以包含互联网协议 (IP) 数据包，IP 数据包又可以包含传送控制协议 (TCP) 数据包。这种复杂的信号使得分析 10BASE-T 和 100BASE-TX 波形时很难隔离关心的事件。

IEEE 802.3 标准规定了以太网数据帧格式，包含 7 个字段：

类型	前置码	帧头分界符	目的地址	源地址	长度 / 类型	数据 + 填充位	帧校验顺序
字节	7	1	6	6	2	46-1500	4

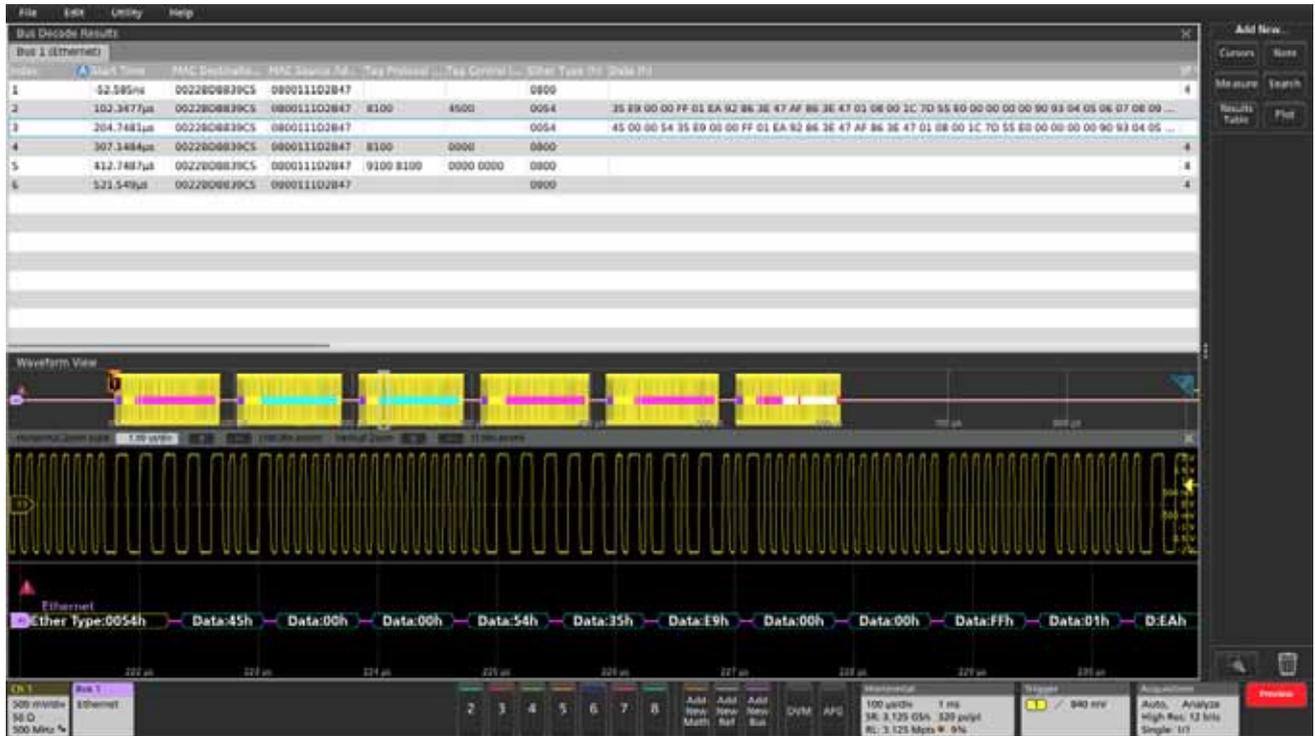
- 前置码长 7 个字节，由同步使用的 1 和 0 交替的码型组成。
- 起始帧分界符长一个字节，包括交替的 1 和 0，但末尾是两个 1。
- 目的和源介质访问控制 (MAC) 地址都长 6 个字节，从最有效位到最无效位顺序传送。每个以太网节点被分配一个唯一的 MAC 地址，用来指定每个数据包的目的地址和源地址。
- 长度 / 类型字段是一个长两字节的值。如果长度 / 类型的十进制值 ≤ 1500 ，那么它表示数据字段中的数据字节数。如果长度 / 类型值 > 1536 (0x0600)，那么它是一个 EtherType 值，指明了以太网帧净荷中封装的协议。(例如，IPv4 的 EtherType 设置成 0x0800)
- 数据包包含 46 - 1500 个字节。如果数据长度小于 46 个字节，那么数据字段将填充到长 46 个字节。
- 帧校验顺序是 32 位循环冗余校验 (CRC)，在目的地址、源地址、长度 / 类型和数据字段中提供了错误校验功能。
- 在发送每个帧后，发射机必须发送最低 12 个字节的空闲字符，然后才能传送下一个帧，或者发射机必须通过反确认发送启用信号，保持空闲状态同等数量的时间。



设置 10BASE-T 以太网总线解码

在泰克示波器上，按前面板上的总线按钮，可以把示波器输入定义为一条总线。您只需输入以太网总线基本参数，包括速度和信号类型、输入通道和电压阈值，如左图所示，示波器就会理解通过总线传送的信息。

以太网总线是一种差分信号。尽管示波器可以使用单端探头采集和解码总线，但使用差分探头则可以改善信号保真度和抗噪声能力。



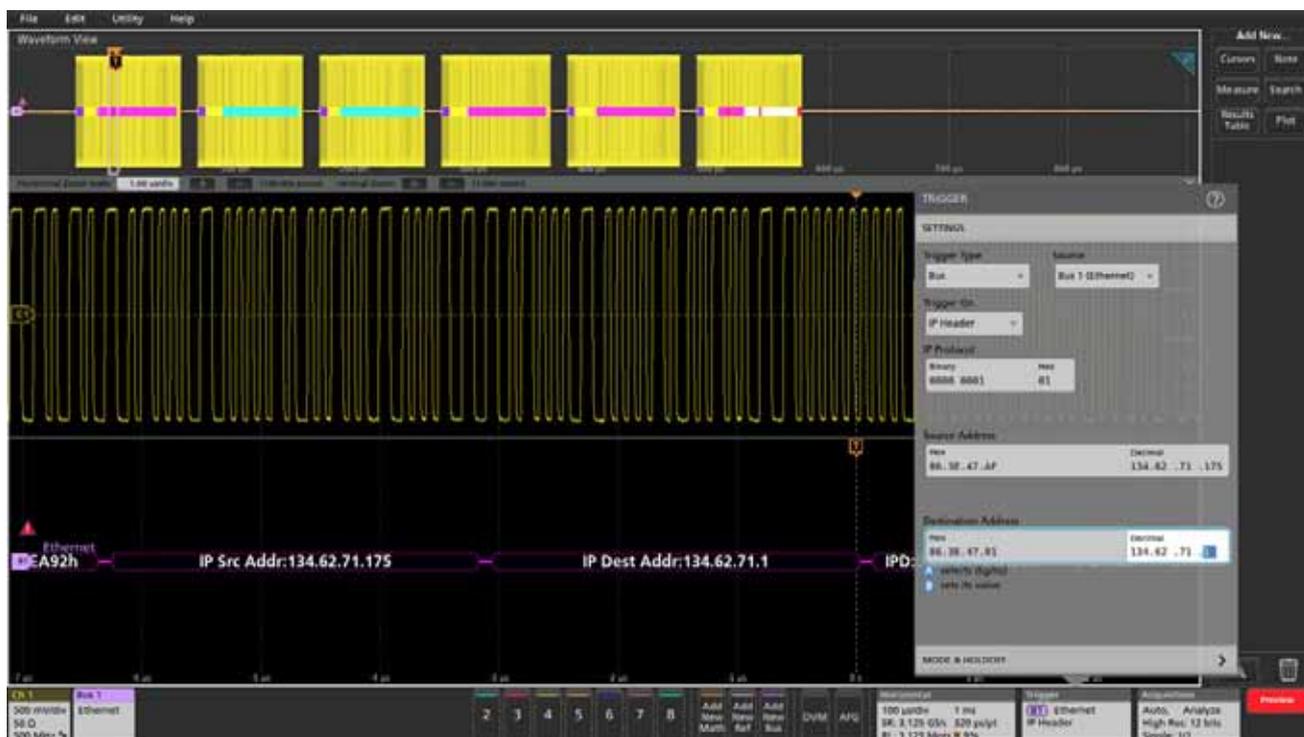
理解以太网总线

解码后的画面为构成 10BASE-T 和 100BASE-TX 的各个信号提供了更高级的综合视图，可以简便地识别包开头和包结尾以及子包成分。总线上的每个包都被解码，值可以在总线波形中用十六进制、二进制或 ASCII 显示。

除在总线波形上查看解码后的包数据外，还可以在表格视图中查看所有捕获的包，就像在软件列表中查看一样。包带有时间标记，每种成分（时间、目的地址、源地址、长度、数据、FCS/CRC、误码）用分栏方式连续列出。

在 5 系列 MSO 上，Results Table 视图向回链接到波形显示画面。触击表格显示画面中的一行，示波器会自动放大对应的总线信号及得到的解码后的总线波形，显示在屏幕下方。

以太网总线要素	表示方式
帧头	
前置码和帧头分界符	
目的地址和源地址 媒体访问控制(MAC) 地址和以太网类型	
IP信息	
TCP信息	
帧校验序列值	
误码	
帧尾	

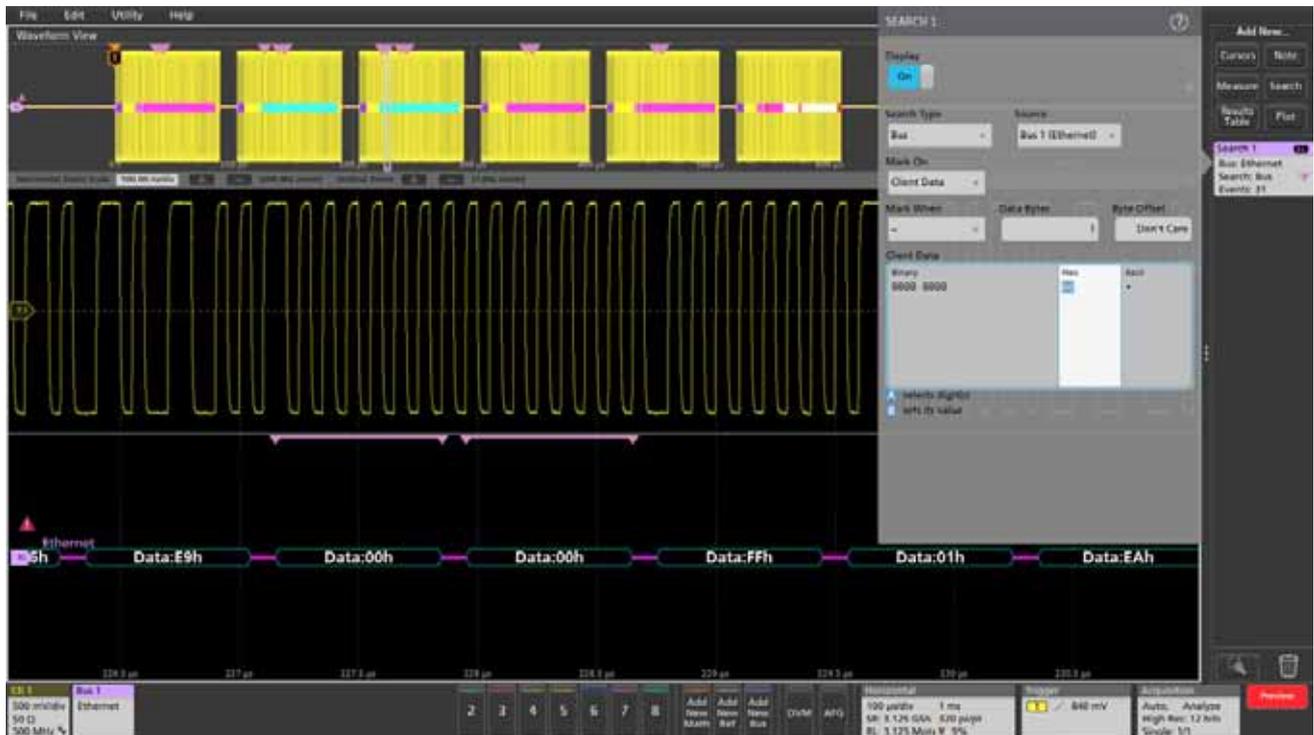


触发 10BASE-T 以太网总线

示波器上的自动分析功能可以配置成隔离、捕获和显示总线上的特定值。在本例中，示波器设置成触发从 IP 地址 134.62.71.175 传送到 IP 地址 134.62.71.1 的 10BASE-T 以太网数据。

示波器可以触发下表所示的以太网包内容。

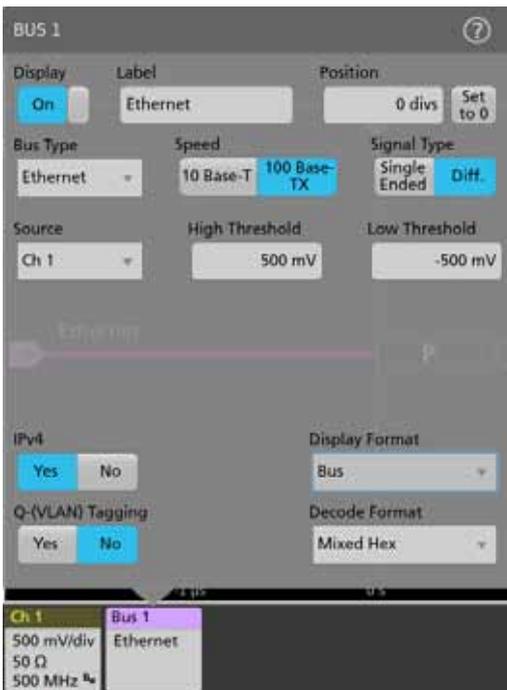
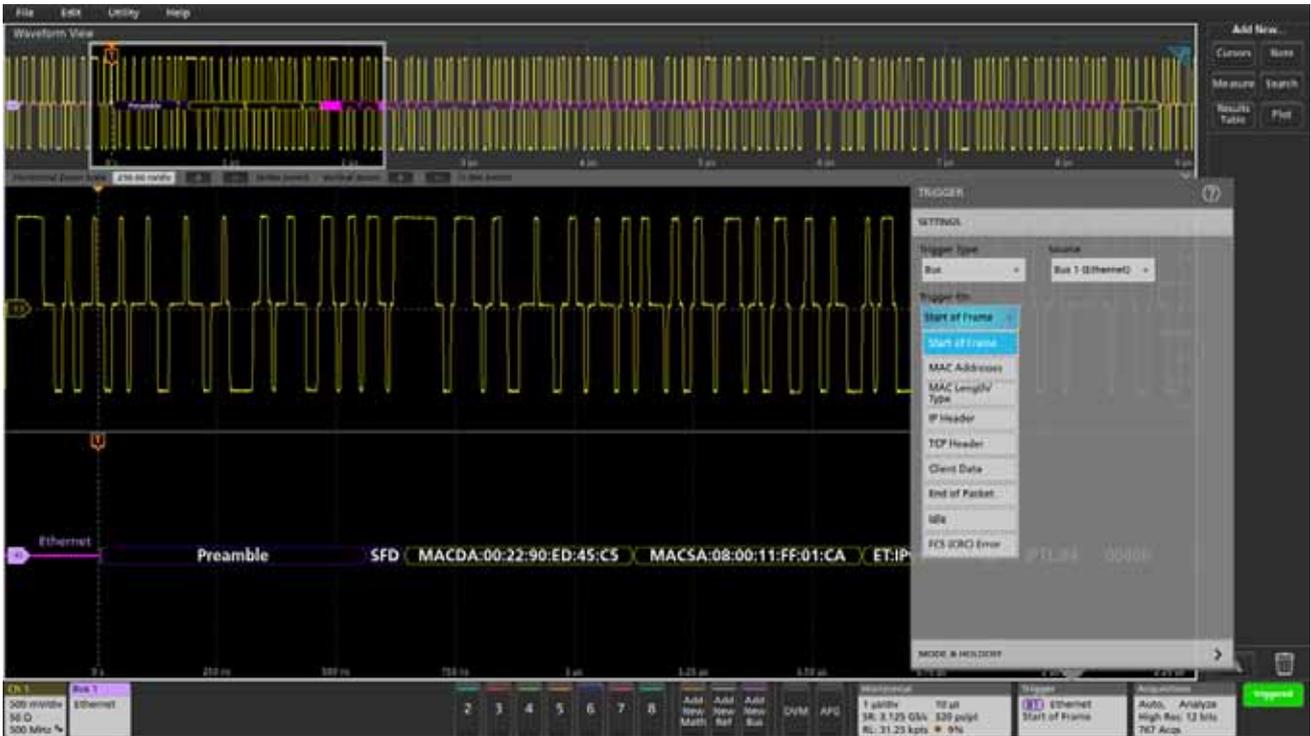
触发	说明
帧头	帧头分界符
MAC地址	MAC目的地址和源地址
MAC长度/类型	MAC长度或以太类型(如IPv4)
IP包头	IP协议及目的地址和源地址
TCP包头	TCP源和目的端口、序列和Ack号
客户端数据	数据值
包尾	包尾分界符
空闲	空闲状态
FCS (CRC)错误	帧校验顺序错误



搜索以太网总线

串行触发特别适合隔离关心的事件，但一旦捕获事件，需要分析周围的数据，那么怎么做呢？您只需使用 Wave Inspector，在采集的数据中自动搜索用户自定义指标，包括串行包内容。

搜索选项与上一页显示的触发选项相同。在本例中，搜索设置成查找数据值 0x00，共找到 31 个事件。每个发生时点都用搜索标记突出显示。您只需按示波器前面板上的 Previous (←) 和 Next (→) 按钮，就可以在不同标记之间快速移动。



处理 100BASE-TX 总线

100BASE-TX 总线设置与 10BASE-T 总线设置类似。输入总线基本参数，包括速度和信号类型、输入通道和电压阈值，定义 100BASE-TX 以太网总线。

10BASE-T 信号有看得见的信号活动突发，与此不同，100BASE-TX 信号几乎一直在跳变，因为它使用扰码，即使在空闲状态下。因此识别协议的总线触发特别重要，即使是简单查看解码后的总线信息。在这种情况下，默认的 Trigger On Start of Frame（触发帧头）提供了稳定的显示画面。



对解码后的信息增加 Results Table 视图，提供了总线活动带时间标记的显示画面，可以与软件列表简便对比。触击 Results Table 中的一行，示波器会自动放大对应的总线信号及得到的解码后的总线波形，显示在屏幕下方。



上面解码后的总线画面显示，共捕获了三个总线活动突发。如果想找到活动中的具体值，可以使用 Wave Inspector 自动搜索功能，标记每个指定的事件。在本例中，自动总线搜索配置成查找所有 Frame Check Sequence(帧校验序列) 错误，显示了 3 个事件，位于每个总线活动突发的最后。



泰克官方微信

如需所有最新配套资料，请立即与泰克本地代表联系！

或登录泰克公司中文网站：www.tek.com.cn

泰克中国客户服务中心全国热线：400-820-5835

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3楼301室
邮编：100088
电话：(86 10) 5795 0700
传真：(86 10) 6235 1236

泰克上海办事处

上海市长宁区福泉北路518号
9座5楼
邮编：200335
电话：(86 21) 3397 0800
传真：(86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处

深圳市深南东路5002号
信兴广场地王商业大厦3001-3002室
邮编：518008
电话：(86 755) 8246 0909
传真：(86 755) 8246 1539

泰克成都办事处

成都市锦江区三色路38号
博瑞创意成都B座1604
邮编：610063
电话：(86 28) 6530 4900
传真：(86 28) 8527 0053

泰克西安办事处

西安市二环南路西段88号
老三届世纪星大厦26层L座
邮编：710065
电话：(86 29) 8723 1794
传真：(86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处

武汉市洪山区珞喻路726号
华美达大酒店702室
邮编：430074
电话：(86 27) 8781 2760

泰克香港办事处

香港九龙尖沙咀弥敦道132号
美丽华大厦808-809室
电话：(852) 2585 6688
传真：(852) 2598 6260

如需更多资源，敬请访问 WWW.TEK.COM.CN。

© 泰克公司版权所有，侵权必究。泰克产品受到已经签发及正在申请的美国专利和外国专利保护。本文中的信息代替所有以前出版的材料中的信息。本文中的技术数据和价格如有变更，恕不另行通告。TEKTRONIX 和 TEK 是泰克公司的注册商标。本文中提到的所有其它商号均为各自公司的服务标志、商标或注册商标。

06/18 EA 55C-61093-1

