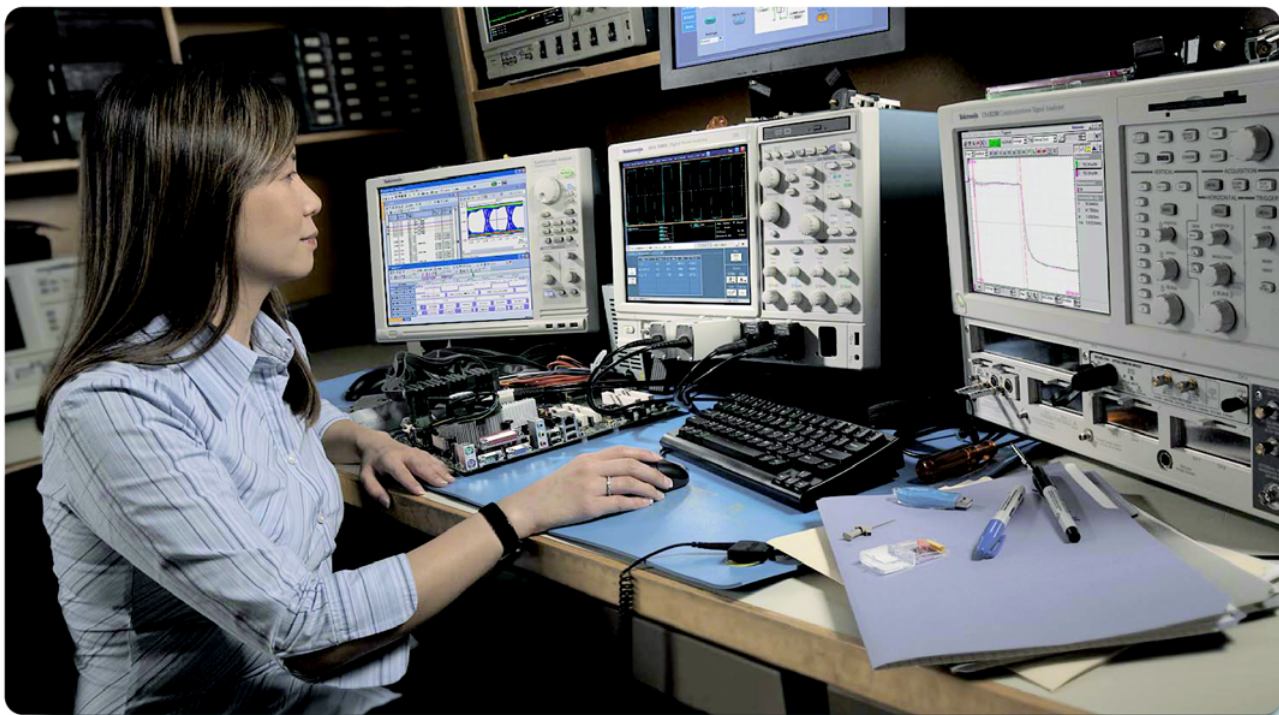


使用 FastFrame™ 分段存储技术



引言

高速数字技术在开启新的技术可能及实现广泛创新的同时,也给必须检定和调试这些技术的设计工程师带来了更多问题。

在这些问题中,首要问题是偶发性或间歇性的事件,如激光脉冲或亚稳态事件。这些事件很难识别和检定,要求测试测量设备同时提供高采样率和长时间的数据捕获能力。

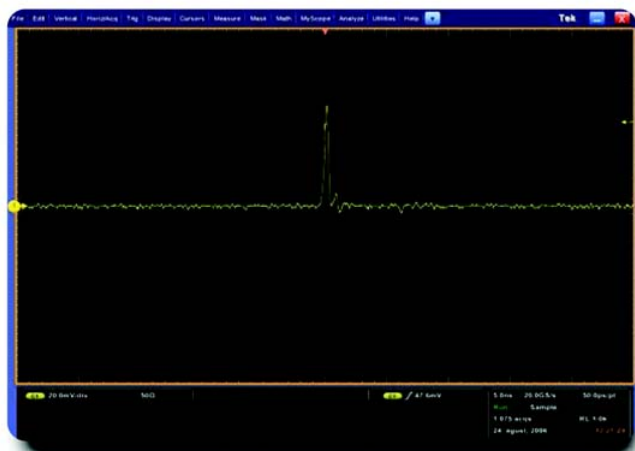
这对示波器性能提出了极高的要求,在以前,我们必需在分辨率和捕获长度之间进行取舍。所有示波器的存储长度都是有限的;采样率越高,仪器存储器填充速度越快,数据采集的时间窗口越小。相反,在长时间周期内捕获数据一般需要以降低水平分辨率(采样

率)为代价。当前示波器提供了高采样率和高带宽,因此现在的关键问题是优化示波器捕获信息的质量,包括:

- 怎样以足够高的水平分辨率捕获多个事件,以有效地进行分析
 - 怎样只存储和显示必要的的数据,优化存储器的使用
- 幸运的是,泰克高端示波器采用了FastFrame™分段存储技术,同时改善了存储器使用效率和数据采集质量,消除了这种矛盾。

使用 FastFrame™ 分段存储技术

► 应用文章



► 图 1. 以高分辨率捕获的单个脉冲。



► 图 2. 在长记录长度时以高分辨率捕获的多个脉冲。

利用记录长度作为优势

考虑一下图 1 中所示的单个脉冲。它是在泰克 DPO7254 数字荧光示波器上以 40 GS/s 的采样率在 1000 点波形中采集的。在这一采样率下，可以看到大部分波形细节。

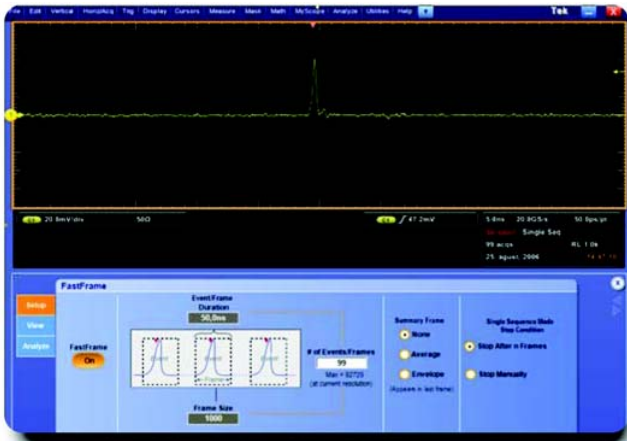
但是，如果您想查看多个连续脉冲，那么必须提高采集的时间窗口。要让多个脉冲落在仪器提供的有限存储容量内，必须降低采样率来提高时间窗口的长度。当然，降低采样率本身会降低水平分辨率。

您也可以扩展记录长度，在不降低采样率的情况下提高采集时间窗口。但是，这种方法有其局限性。尽管存储技术不断进步，但高速采集存储器仍是一种宝贵的资源，而且很难判断多少存储容量才足够。即使拥有被认为很长的记录长度，但您可能仍不能捕获最后的、可能是最关键的事件。

从图 2 中可以看出，时间窗口扩展了 10 倍，可以捕获更多的连续脉冲。其实现方式是提高屏幕上显示每格的时间长度，并提高记录长度，同时保持采样率不变。这种更大的采集数据带来了某些缺点：

- 更大的采集数据提高了 NVRAM 和硬盘的存储要求
- 更大的采集数据影响着 I/O 传送速率(如 GPIB 吞吐量)
- 更多的记录长度提高了用户承担的成本
- 由于示波器要处理更多的信息，因此前后两次采集之间的不活动时间或“死区时间”提高了，导致更新速率下降

考虑到这些矛盾，您必须不断地在高采样率的需求与每条通道提供的存储长度中间做出平衡。



► 图 3. 通过使用泰克 FastFrame 分段存储技术，可以以高分辨率捕获多个脉冲。

图 3 说明了这种方法。通过使用 DPO7254 示波器中的 FastFrame 分段存储技术，它以图 1 所示的同样小的记录长度以 20 GS/s 的采样率捕获脉冲。分段存储内容重叠在一起，这样所有脉冲在屏幕上相互堆叠起来。

这种方法的优势包括：

- 高波形捕获速率提高了捕获偶发事件的能力
- 使用高采样率，保留了波形细节
- 捕获的脉冲之间没有漏失脉冲，保证有效利用记录长度存储器
- 可以迅速地以可视方式比较波形段，确定重叠的波形中是否会“伸出”异常事件

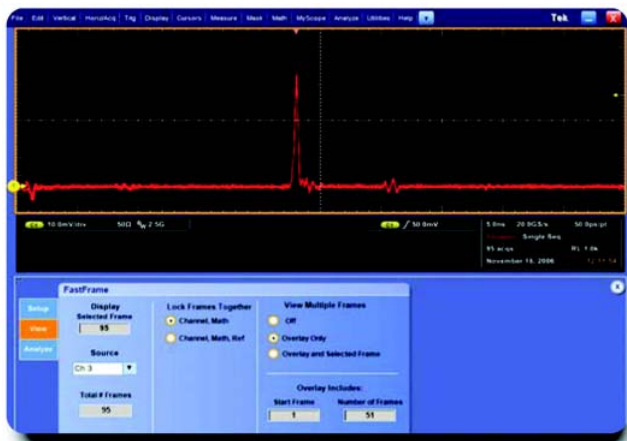
分段存储结构

为了解决这个问题，业内运用了许多策略。一种流行的方法是“分段存储”方案。采用这种存储技术的仪器，如采用 FastFrame™ 分段存储技术的泰克示波器，允许把提供的存储器分成一系列段，然后使用一次触发采集数据填充其中一段，每次采集都使用所需的采样率。

通过认真定义触发条件，这种技术可以只捕获感兴趣的波形或波形段，然后将捕获的每个事件存储在拥有各自编号的存储段中。可以按捕获顺序单独查看各个存储段或帧，或分层显示多个存储段或帧的类似程度和对比结果。这种功能可以忽略不想要的波形段，从而把重点放在感兴趣的信号上。

使用 FastFrame™ 分段存储技术

► 应用文章



► 图 4.

可以单独查看每个帧，通过使用鼠标、虚拟键盘或仪器面板上的多功能旋钮改变帧序号，滚动查看这些帧。在确定特定的感兴趣帧后，您可以使用仪器功能详细检定、测量、放大和分析波形。

为迅速查看波形公共形状中伸出的异常事件，可以把多个帧重叠起来，显示公共波形和偏离波形。FastFrame 分段存储技术中的“View Multiple Frames”选项使用颜色突出显示各个点相互重叠的频次。红色的点表示发生频次高，蓝色的点表示发生频次低。

帧和帧长度与记录长度比较

泰克采用 FastFrame 分段存储技术的示波器允许把提供的采集存储器分成由成千上万个样点组成的帧(存储段)。这种功能可以方便地实现每秒 400,000 帧的连续触发速率(采集数量/秒)，相当于最大死区时间为 2.5 微秒，这一触发速率明显快于大多数其它示波器。

在被激活后，FastFrame 分段存储技术依照您选定的帧数和每帧点数(帧长度)自动计算和选择所需的记录长度。根据提供的仪器存储器，它计算帧数和帧长度之积，选择最近的记录长度，确定适合存储器的帧数。

平均 / 包络帧

FastFrame 分段存储技术支持标准 “Sample” 采样采集模式及高级模式，包括峰值检测 “Peak Detect”、高分辨率 “Hi-Res” 和波形数据库 “WfmDB”。通过 “FastFrame Setup” 菜单中的选项设置，还可以在记录末尾以 “Envelope” 或 “Average” 的模式提供一个额外的帧。这种 “Summary” 统计帧使用包络点(最大值和最小值)或选定数量帧的平均值来绘制波形。

例如，在 FastFrame 分段存储技术使用 “Average” 模式，并且帧数为 10 时，示波器计算 10 个帧的平均值，在最后的帧即 “Summary” 帧中显示平均的波形。如果 FastFrame 分段存储技术使用 “Envelope” 模式，示波器会计算 10 个帧中所有波形的最大值和最小值，将得到的包络波形作为最后一帧显示。(如果按选定的帧数所采集的波形数据填满了记录长度，那么将删除最后一帧，换上平均帧或包络帧。)

采集的时戳

每个帧中的波形只能说明部分情况。每个帧的采集时间中也包含了重要信息。每个触发点都有定时信息，称为时戳。通过分析时戳，可以确定每个事件发生的时间以及事件之间的相对时间。

时间分辨率

触发定时被用非常高的分辨率捕获下来。通过时间内插处理，触发定时被分解成与采样间隔一样非常小的部分。在高采样率下，这可能要低于 1 ns。尽管这种分辨率对单个事件的时戳意义不大，但在测量多个事件之间的时间间隔时，其提供了非常强大的工具。

FastFrame 用户界面

在启动 FastFrame 分段存储技术后，控制面板的第一部分或第一 “栏” 为定义和操作采集提供了基本选项。它可以控制打开和关闭 FastFrame 分段存储技术，允许选择帧长度和帧数。它还提供了选项，可以加入 “Summary” 帧 (“Envelope” 或 “Average”)。

由于泰克示波器提供了很大的记录长度，因此 FastFrame 分段存储采集可能会生成几千个帧，在某些配置下可能会生成上百万个以上的帧。第一栏菜单中的 “Single Sequencing Mode Stop Condition” 选项用来设定：在最后的帧填充后停止采集，或是通过手动按下示波器控制台上的 “Run/Stop” 按钮来停止采集。

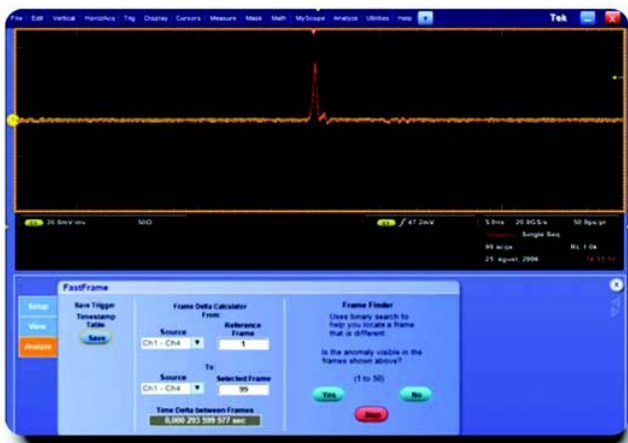
FastFrame 分段存储菜单的第二栏或 “View” 栏用来定义和控制怎样显示帧。它控制着：

- 输入源，这将作为 FastFrame 分段存储采集的关注点
- 是从 “Input” 输入通道还是从 “Math” 数学波形通道查看波形，显示还是不显示 “Reference Waveform” 参考波形通道
- 以重叠方式查看多个帧

FastFrame 分段存储技术可能的输入源有数据 “Input” 通道、“Math” 通道和示波器的 “Reference Waveform” 通道。在选择主输入源时，应把重点放在被测设备具有潜在问题的特定方面。源通道可以是已经显示出错误的信号，也可以切换到被怀疑导致干扰的另一条通道上。在这两种情况下，都可以查看源通道各帧中的波形以及同一时段内其它通道的波形。

使用 FastFrame™ 分段存储技术

► 应用文章



► 图 5.

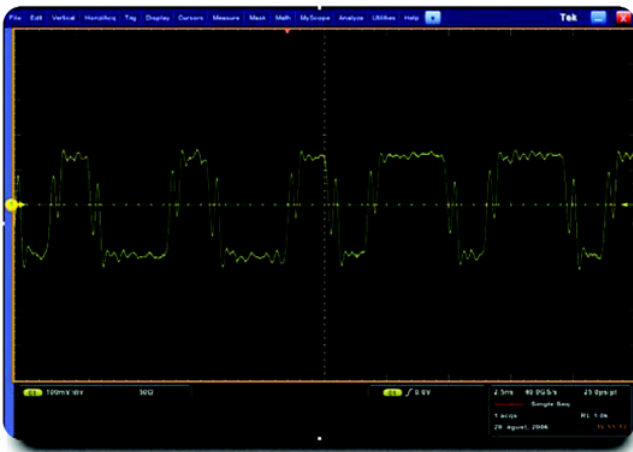
“Lock Frames Together” 控制功能设定在查看“Input”通道和“Math”通道时是否同时显示“Reference Waveform”通道波形。例如，FastFrame 分段存储技术总是一起显示“Input”通道的帧和“Math”通道的帧，因为根据数学定义，它们本身是关联的。但是，“Reference Waveform”可能会完全不同，因此工程师可能希望、也可能不希望与同一时段内的“Input”和“Math”通道一起查看“Reference Waveform”。FastFrame 分段存储技术允许选择是否使“Input”和“Math”帧与“Reference Waveform”的同步显示。

“View”栏还控制着各个帧的显示及多个帧的重叠视图。如果多个帧重叠显示，您可以重叠所有帧，也可以只重叠部分选中的帧。您可以从所有帧中选择一个参考帧，然后显示在重叠帧之上。例如，如果选择的感兴趣的帧是第 12 号帧(帧总数为 100)，您把它与由从第 13 号帧开始的另外 20 个帧组成的重叠帧进行比较。参考帧可以是任何帧，但默认是采集中的第一个帧。

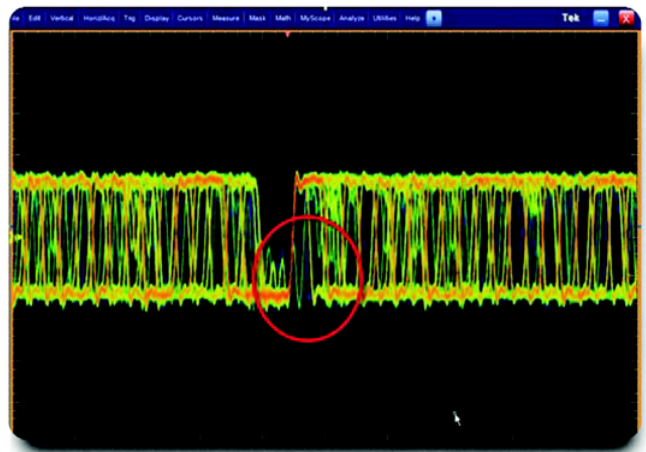
在泰克 DPO7000 和 DPO/DSA70000 系列示波器上，第三栏或 FastFrame 分段存储控制菜单的“Analyze”栏提供了三种方法分析 FastFrame 结果。“Save Trigger Timestamp Table”记录参考帧和选定帧的时戳，以及参考帧和每个后续帧之间的时间差。时戳的显示格式是显示日期(日月年)、时钟时间(时分秒)和秒的小数部分(毫秒、微秒、纳秒、皮秒)。这为使用 Excel、MATLAB 或可以读取逗号分隔的数据点的自定义程序，记录和分析数据提供了重要信息。

“Frame Data Calculator”执行的功能与“Save Trigger Timestamp Table”类似。但是，它不把数据保存到单独的文件中，而是显示在标为“Time Delta between Frames”的项中。它显示的是任何信号源的选定参考帧与同一来源或另一个来源选定帧之间的时间差。

这个菜单中的第三个工具是“Frame Finder”。在选定的为重叠帧时，点击“Start”按钮，这个工具会把选定帧分成更小的帧组。在它显示每个小组时，您可以确定感兴趣的帧是否位于显示的组中。通过缩小选择范围，“Frame Finder”可以大量帧中筛选出感兴趣的帧，而不用单独查看每一个帧。



► 图 6.



► 图 7.

应用

查找串行信号中的异常事件

由于串行通信协议的速度不断提高,设计和调试复杂系统正面临着更大的挑战。干扰通信电路的细小异常事件变得更加常见,查找和隔离起来比以前更加困难。

图 6 显示了泰克 DPO7254 示波器上的串行通信信号,怀疑信号中可能有编码错误。

DPO7254 的高采样率和长记录长度使其能够在足够长的时间内捕获大量的数据点,提高发现信号中难检异常事件的概率。通过使用“FastAcq”高速波形采集模式和 FastFrame 分段存储技术,该仪器可以迅速直观地提供波形要素的线索,帮助进行进一步研究。

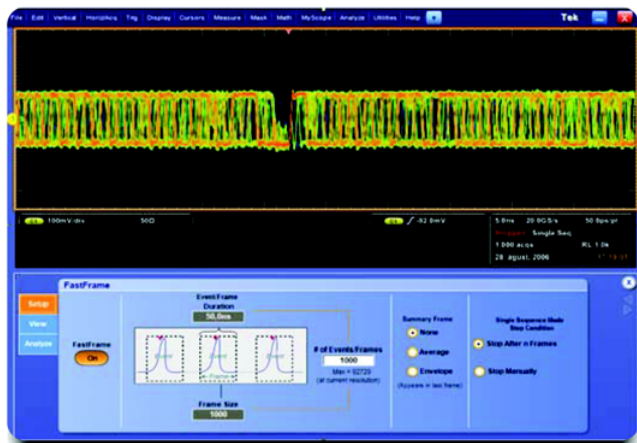
通过 FastFrame 分段存储技术,可以捕获 1000 个信号帧,同时保持高采样率及相应的时间/格和记录长度设

置。可以滚动查看各个帧,但对 1000 个帧来说,这一过程会非常耗时、非常麻烦。为加快帧的比较速度,所有帧的重叠画面会通过颜色编码显示每个位置发生频次。您可以迅速地一目了然地查看波形内部频繁出现的异常事件,确定需要进一步分析的区域。

通过使用“Analyze”上的“Frame Finder”,您现在可以把目光集中在偶发(如:蓝色的)帧上,而忽略其它帧。这样只会剩下一个或几个帧需要进一步考察。可以在“Display Selected Frame”项中指明任何一个帧。通过使用鼠标滚轮或仪器的多功能旋钮比较选定帧与其它帧,大大简化操作。还可以使用“Frame Delta Calculator”在屏幕上简便地存取时戳数据,也可以保存整个时戳表,进行离线分析。

使用 FastFrame™ 分段存储技术

► 应用文章



► 图 8.



► 图 9.

比较偶发现象 – 脉冲波形特点

FastFrame分段存储技术特别适合测试脉冲波形，如激光器应用中的脉冲波形。在这些环境中，波形是由大部分时间都相同的脉冲组成的序列，但可能会偶尔突然出现不规则的脉冲。此外，这些脉冲被很长的不活动时间隔开，在进行连续采集时会占用大量存储空间。

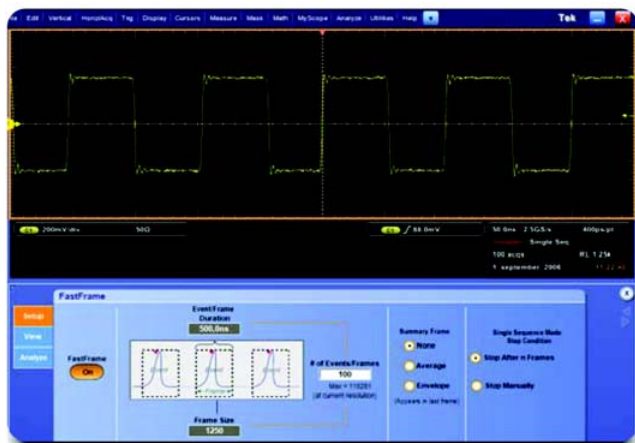
对这些情况，可以使用FastFrame分段存储技术，捕获相应数量的脉冲完成分析，同时消除其间的“死区时间”间隔。这可以节约资金，同时仍能以很高的水平分辨率捕获每个脉冲。

为使用这种功能，从水平菜单中选择“FastFrame Setup”，设定帧数为10，帧长度为1000点。我们选择“Average”统计帧，在一系列采集中捕获脉冲的平均值、最大值和最小值。在启动FastFrame分段存储后，按下“Single Sequence”按钮，该仪器采集10个脉冲，显示第一个采集帧。切换到“View”栏，通过在“Selected Frame”项中递增数字，可以滚动浏览每个

帧。最后的帧为由前面的帧的平均值构建的波形。这个帧也可以是“Envelope”包络帧，其中包含集合中的最大值和最小值。

而标准采集方式会采集每个脉冲之间不活动的时间，从而很快耗尽可用的记录长度。FastFrame分段存储技术只用充足的采样分辨率将脉冲捕获在可用存储器中。此外，FastFrame分段存储模式具有快速的波形采集速率，降低了漏掉采集之间异常事件的可能。

现在以高水平分辨率和采样率顺序显示每个脉冲。通过选择“Overlay”选项，把“Number of Overlay Frames”设置成10，您可以立即看到采集的帧之间的点中存在变化。如上一个实例所示，您可以使用“Frame Finder”找到一个唯一的帧，其中包含异常的点。一旦确定感兴趣的帧，您可以把它指定为“Selected Frame”，这样它可以作为参考帧，进一步进行分析，与其它帧迅速进行比较。



► 图10. 在FastFrame模式下可以简便地对微处理器中断之间进行定时测量。



► 图11. FastFrame Time Stamp Snapshot 画面显示微处理器中断之间的相对时间。

使用时戳调试错误 – 间歇性微处理器中断

FastFrame分段存储技术可以为数字设计人员提供一种不同类型的功能。例如，如果您的处理器系统偶尔会出现中断，那么很难使用示波器收集定时信息。如果您不知道什么时候发生事件或事件发生的频次，将仪器设置在普通采集模式下，就不能保证捕获所需的信息。

FastFrame分段存储技术可以简便地完成这一点。在图10中，测得的活动高中断闸门约宽 100 ns，因此我们把示波器设置成捕获 100 个由 1250 点组成的帧。在本例中，脉冲的形状关系不是太大。但是，我们关注脉冲的上升沿时间。

在启动 FastFrame 分段存储功能及选择“Single Acquisition”捕获 100 个帧后，使用“Analysis”栏中的菜单，比较触发点上的时戳数据。这些时戳在屏幕上显示在“Analysis”菜单的“Time Delta between Frames”区域(参见图 10)。我们选择“Reference Frame”作为第一个中断脉冲，“Selected Frame”(显示在屏幕上)是第四个脉冲。这些脉冲之间的时间差显示在“Time Delta between Frames”中。

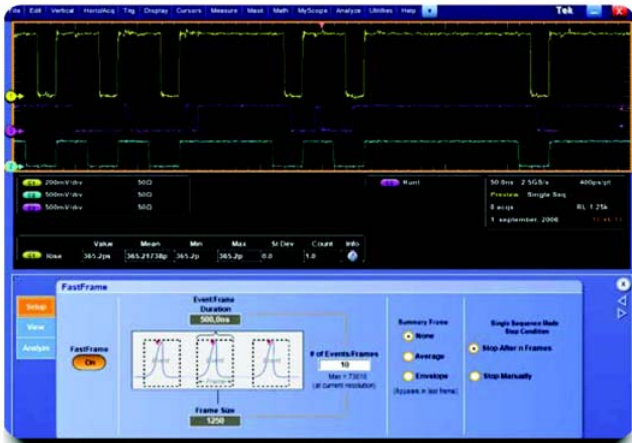
可以以表格形式输出所有帧的时戳，使用 Excel 或读取逗号分隔的文件(.CSV)的各种其它流行工具深入进行分析。这些文件包括选定的时戳数据，如下表所示。

帧号	采集日期	采集时间(ps 分辨率)
1	31 Aug 2006	14:25:42.806 454 372 165
2	31 Aug 2006	14:25:42.806 514 372 136

► 表 1.

使用 FastFrame™ 分段存储技术

► 应用文章



► 图12. 在多通道模式下使用FastFrame进行原因/影响分析。通道1是数据信号，通道2是时钟，通道3是得到的信号，其中带有建立时间/保持时间违规导致的欠幅脉冲。



► 图13. 使用FastFrame的VIEW菜单滚动浏览采集数据，单独比较每次采集的条件。

比较间歇性事件 – 亚稳态

在数字设计和测试应用中，可能很难检测数据信号及其时钟之间的间歇性定时差异。由于通常只是偶尔发生建立时间和保持时间违规，因此使用足够高的采样率捕获一系列事件一般要求非常长的存储器。但是，通过使用FastFrame分段存储技术，您可以以所需的采样率把许多事件与其余信号隔开。

在本例中，我们将考察电路中触发器的操作。我们已经把一个数据输入信号连接到泰克示波器的通道1上，把时钟连接到通道2上，把数据输出连接到通道3上。由于我们想捕获建立时间和保持时间违规导致的异常事件，因此我们把触发参数定义成捕获输出信号中的欠幅脉冲。把触发“Type”设置成“Runt”，把触发“Source”设置成“Ch3”，把“Polarity”设置成任意极性(参见图12)。

现在，必须选择FastFrame分段存储参数。把“Frame Count”设置成10，选择1250点的记录长度。启动FastFrame分段存储功能，在示波器前面板上按下“Single Acquisition”按钮，启动单次采集模式。通过使用“View”栏上的“Display Selected Frame”控制功能，可以滚动浏览各帧，在所有帧的触发点上检查输入信号和输出信号。



► 图 14. 在 FastFrame 采集中使用缩放功能比较间歇性异常事件。注意选定帧使用的 Multi-zoom 显示，在通道 3 上比较欠幅脉冲。

通过使用 FastFrame 分段存储的多通道采集功能，可以迅速比较怀疑有问题的多个建立时间和保持时间违规的原因和影响。在本例中，我们可以确定问题是建立时间违规，其中数据信号跳变位置离时钟上升沿太近。在每次这种情况下，结果都会产生正向欠幅脉冲(参见图 12)。

我们还可以放大，仔细观察每个帧。例如，为在通道 3 上比较第一个欠幅脉冲和第二个欠幅脉冲，可以使用双窗口缩放，进行对照分析。(参见图 14)

总结

在同时要求高采样率和长记录长度的应用中，增加更多的存储器并不总能解决问题。例如，在必须采集一系列偶发性或间歇性事件的环境中，泰克高级示波器中的 FastFrame 分段存储技术为只捕获必要的事件提供了理想的手段。通过分段使用存储器，为每个段提供触发和时戳，FastFrame 分段存储技术优化了数据采集，可以更加智能地使用有限的存储资源。



泰克客户服务优势

确保泰克产品的最佳性能,最大限度地提高投资泰克仪器的终身价值。

泰克客户服务优势为您提供了:

- ▶ **解决您的挑战:** 获得泰克设计和构建产品的工程人员独有的专业经验,保证仪器保持最佳性能。每名支持工程师都有平均不少于 10 年的培训和相关工作经验积累。
- ▶ **进行全面完善的处理:** 相应包括软件升级、安全和可靠性软件改进;产品返回时性能“就象新的一样”;通过泰克网络提供全球支持。
- ▶ **高效方便:** 由专业人士组成的团队会集中全力,尽快把仪器返给您,让您的停机时间达到最小,轻松管理业务。
- ▶ **灵活的维修和校准服务:** 经济灵活的选项和系列服务可供选择,满足您的需求。

只有泰克最了解泰克仪器。

基本服务范围摘要:

维修服务范围

- ▶ 包括设备、部件、人工和运输费用
- ▶ 相应的产品软件升级
- ▶ 相应的安全和可靠性软件升级

校准服务范围

- ▶ 认证校准
- ▶ 可溯源校准
- ▶ 功能验证
- ▶ 相应的产品软件升级
- ▶ 相应的安全和可靠性软件升级
- ▶ 保留校准记录

现场服务

- ▶ 您的仪器保留在您的工作场所
- ▶ 交货周期只需几个小时,而不是几天
- ▶ 使用工厂认证程序,通过校准或功能验证确保一致性
- ▶ 预先安排服务,避免与您的时间表冲突
- ▶ 由工厂培训的专家在您的工作场所执行工作

如需与泰克服务有关的更多信息,请登陆:

www.tektronix.com.cn/service/list_home.html

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

有关信息

泰克公司备有内容丰富的各种应用文章、技术简介和其他资料,并不断予以充实,可为从事前沿技术研究的工程师提供帮助。请访问泰克公司网站 www.tektronix.com.cn



© 2006 年 Tektronix, Inc. 版权所有。 版权所有。 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。 12/06 EAWOW 55C-12112-1

Tektronix
Enabling Innovation