

使用泰克 MSO 和 DPO 系列示波器 调试设计

目录

使用MSO/DPO系列示波器调试设计	4
导航长记录	5-6
捕获和解码嵌入式串行总线	7
捕获和分析汽车串行总线	8
捕获难检毛刺	9-10
FilterVu™可变低通滤波器	11
考察微小的信号	12
调试数字定时问题	13
检查信号完整性	14
测试视频信号	15
查找非预计的电路噪声	16
分析电源线路谐波	17
测量开关式电源电路	18
使用X-Y显示画面测量相位	19
使用OpenChoice®编制结果文档	20
使用NI LabVIEW SignalExpress™泰克版软件记录数据	21
通过SignalExpress™泰克版软件实现极限测试	22

使用 MSO/DPO 系列示波器调试设计

当前的工程师和技术人员正面临着日益复杂、日益关键的调试任务。新型数字设计给设计人员带来了新的问题：串行总线上的系统集成问题，瞬变，信号畸变，总线争用问题等等，当然也包括产品开发周期的竞争压力，这一切都要求必须迅速准确地完成调试工作。

MSO/DPO 系列提供了杰出的性能、经济性和便携能力，可以迅速简便地迎接这些挑战。这些示波器可以查看电路行为，准确捕获信号，分析采集的波形，确定电路故障的根本原因，帮助您解决问题。

	MSO/DPO4000 系列	MSO/DPO3000 系列	MSO/DPO2000 系列
带宽	1 GHz, 500 MHz, 350 MHz	500 MHz, 300 MHz, 100 MHz	200 MHz, 100 MHz
通道数量(模拟)	4 条模拟通道, 16 条数字通道 *	2 条或 4 条模拟通道, 16 条数字通道 *	2 条或 4 条模拟通道, 16 条数字通道 *
记录长度(所有通道)	10 M 点 / 通道	5 M 点 / 通道	1 M 点 / 通道
采样率	5 GS/s, 2.5 GS/s	2.5 GS/s	1 GS/s
显示器	10.4 英寸 XGA	9 英寸 WVGA	7 英寸 WQVGA
串行总线触发 和分析	I ² C, SPI, CAN, LIN, FlexRay, RS-232/422/485/UART, I ² S/LJ/RJ/TDM, 并行 *	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, I ² S/LJ/TDM, 并行 *	I ² C, SPI, CAN, LIN, RS-232/422/485/UART, 并行 *
其它应用支持	电源分析, HDTV 和自定义视频	电源分析, HDTV 和自定义视频	

* 仅适用于 MSO 系列产品。



下面介绍的调试技巧旨在进一步简化您的调试任务。但是，如果您需要更多的帮助，您可以与泰克当地代表处或授权代理商联系，也可以访问网址：www.tektronix.com/oscilloscopes。

导航长记录

串行总线的使用量不断提高，推动着对更长的高分辨率捕获窗口的需求。随着波形记录长度不断提高，示波器用户必须花费越来越多的时间，滚动显示屏，查看所有数据。手动滚动数据就象不使用搜索引擎、网络浏览器或收藏夹查看互联网一样麻烦。

MSO/DPO 系列 Wave Inspector® 控制功能可以简便高效地处理长记录，获得所需的答案。

专用前面板 Wave Inspector® 控制功能包括:

- 缩放 / 卷动
- 播放 / 暂停
- 设置 / 清除标记
- 搜索和标记
- 在标记之间导航

例如，顺时针旋转平移外圈会在波形上向右平移缩放窗口，反时针旋转则会向左平移缩放窗口。旋转的越远，缩放窗口在波形中移动得越快。即使在 10M 点的采集中，仍可以迅速把缩放窗口从记录一端移动到另一端。



导航长记录(续)

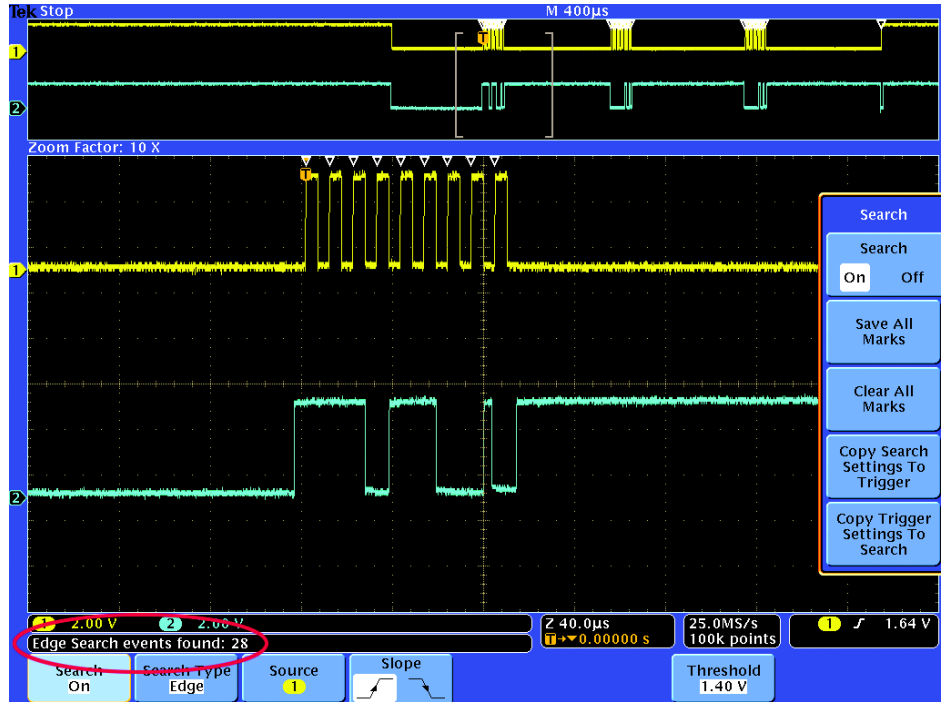
在检查信号时,您可能会发现许多波形区域需要进一步考察,或可以在其余分析中作为参考点使用。通过 Wave Inspector® 控制功能,可以把标记手动放在波形上,使用前面板 ← 和 → 按钮,从一个标尺跳到下一个标记,而不要求调节缩放标度或位置。除把标记手动放在波形上, Wave Inspector® 搜索功能还可以搜索整个采集,自动标记每次发生的用户指定事件。

手动使用搜索和标记:

1. 缩放信号,在屏幕中心定位感兴趣的事件。
2. 按 **Mark Set/Clear** 前面板按钮。
3. 对感兴趣的所有信号重复上述操作。
4. 按 ← 和 → 箭头按钮,在事件之间即时跳动。

自动查找感兴趣的事件:

1. 按 **Search** 前面板按钮。
2. 选择 **Search Type** (与选择触发类型类似),输入搜索标准。
3. 注意所有所有匹配的事件都在瞬间标上三角形。
4. 与手动标记一样,使用 ← 和 → 箭头在搜索结果之间导航。



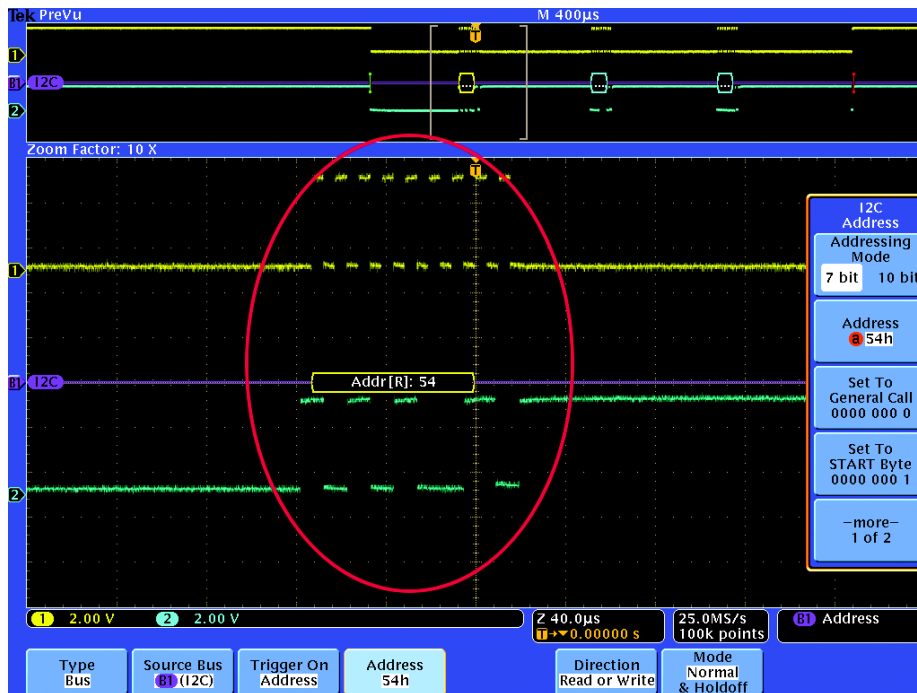
捕获和解码嵌入式串行总线

串行总线在嵌入式设计中的使用量的提高，推动着对更长的高分辨率捕获窗口的需求。但是，串行总线波形解释起来非常困难。硬件工作正常吗？是否有软件漏洞？系统噪声是否影响总线传送？

MSO/DPO 系列选配的串行触发和分析功能可以迅速捕获和解码 I²C 和 SPI 串行总线业务，帮助检验和调试设计。

触发 I²C 串行信号：

1. 连接串行数据和时钟信号。
2. 按 **B1** 前面板按钮，把输入定义为 I²C 串行总线。
3. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
4. 选择 **Bus** 触发 **Type**。
5. 选择要触发的信号事件，如某个 **Address** 上的任何活动。
6. 注意屏幕底部解码后的总线波形，它提供了简便的时间对准的串行信号解码。



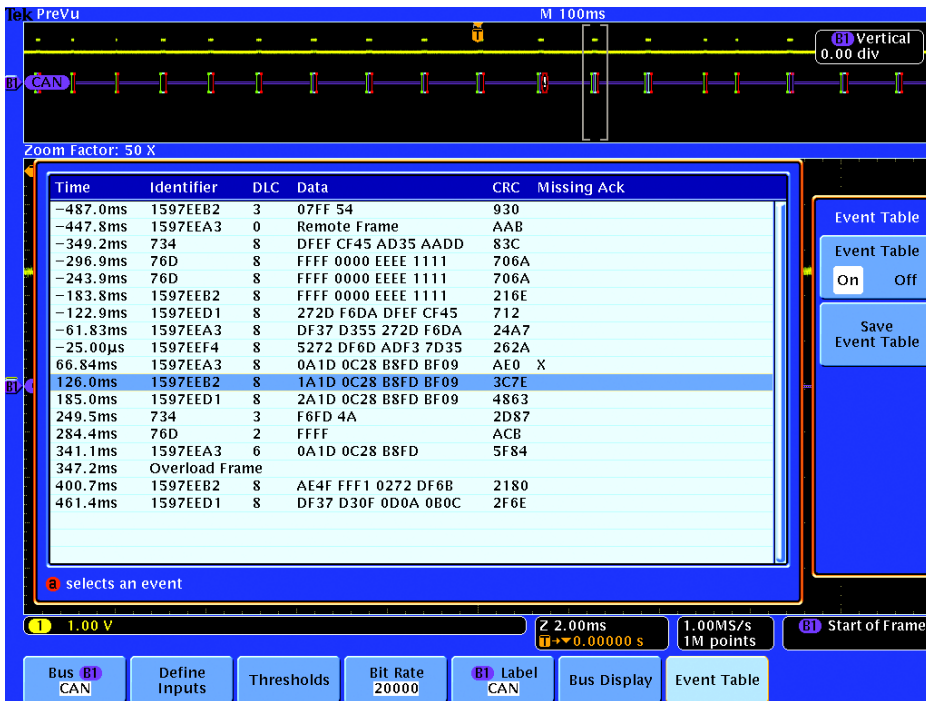
捕获和分析汽车串行总线

串行总线(如 CAN、LIN 和 FlexRay™)正越来越多地用于汽车、航空和工业控制应用中。使用传统示波器、逻辑分析仪和协议分析仪调试和检验这些系统可能会非常复杂、困难。

MSO/DPO 系列选配的汽车串行触发和分析功能可以迅速捕获和解码 CAN、LIN 和 FlexRay 串行总线业务，帮助检验和调试设计。

触发 CAN 串行信号：

1. 连接和显示串行信号。
2. 按 **B1** 前面板按钮，把输入定义为 CAN 串行总线。
3. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
4. 选择 **Bus** 触发 **Type**。
5. 选择要触发的信号事件，如每个 **Start of Frame**。
6. 在 **B1** 菜单中，选择 **Display As Event Table**。
7. 事件表提供总线数据的文本读数，简便地与系统设计文档进行对比。注意，事件表中高亮度显示的内容与表格上方缩放窗口中选择的波形相对应，实现了与示波器显示屏的时间相关。

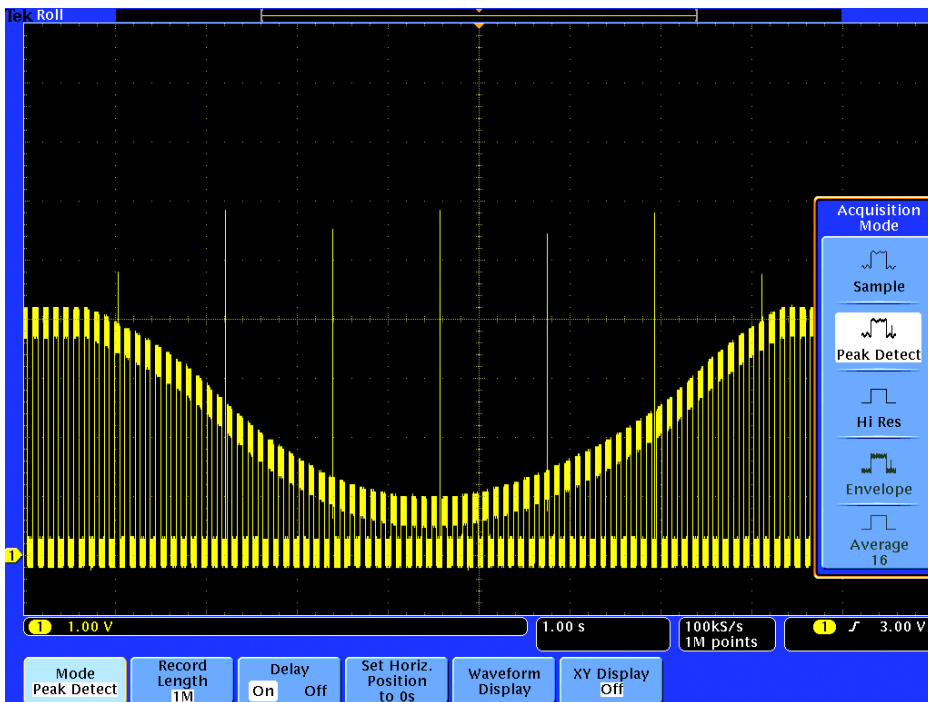


捕获难检毛刺

在当前的高速数字设计中，难检毛刺和随机异常事件可能会导致电路失效。MSO/DPO 系列使用找到这些毛刺变得前所未有的简便，同时通过峰值检测功能简化了这一任务。峰值检测可以捕获和显示窄毛刺，即使是低速时基设置的低频信号也不例外。

使用峰值检测：

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按 **Acquire** 前面板按钮。
3. 按 **Peak Detect** 菜单按钮。
4. 注意示波器捕获多个非常窄的毛刺，即使在扫描速度很慢时。如果没有峰值检测，那么将看不到这么多的毛刺。



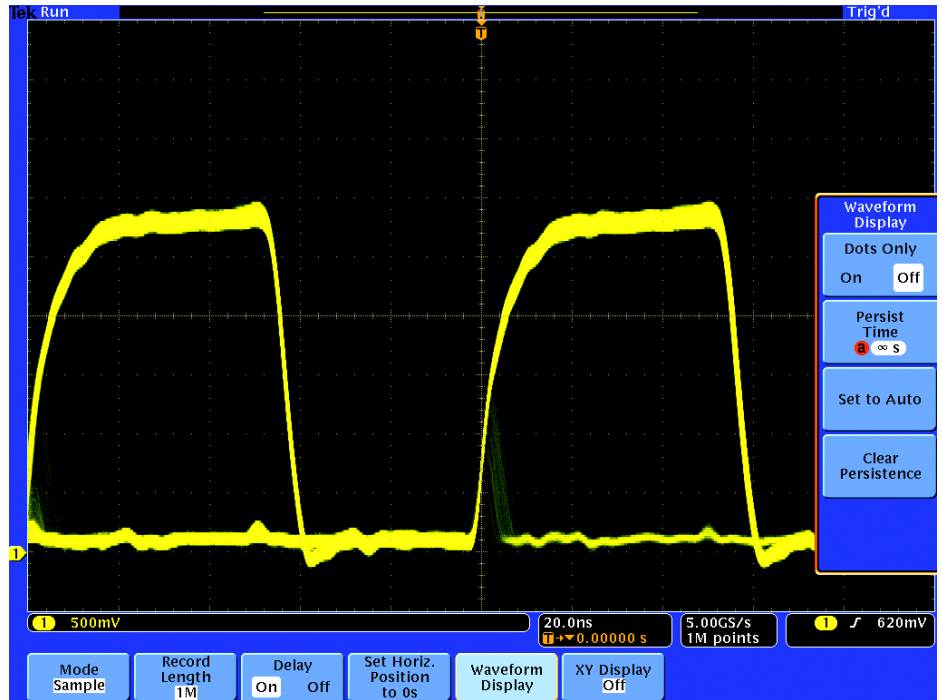
捕获难检毛刺(续)

查看间歇性异常信号也可能是一个挑战。

MSO/DPO 系列提供了可变余辉和无穷大余辉显示功能，为您提供了信号随时间变化的相关信息，可以更加简便地了解捕获的瞬变特点。

使用显示余辉：

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按 **Acquire** 前面板按钮和 **Waveform Display** 菜单按钮。
3. 调节 **Persist Time** 菜单按钮，直到选择需要数量的余辉。
4. 按 **Intensity** 前面板按钮，使用多功能旋钮调节灰度亮度。
5. 可以根据显示屏上波形亮度的细微变化，判断异常信号的相对发生频次。



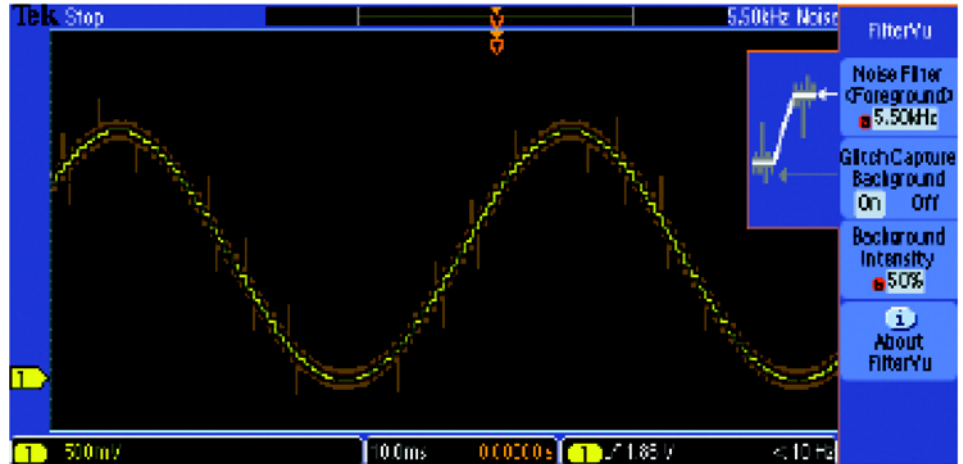
FilterVu™ 可变低通滤波器

MSO/DPO2000 系列中的 FilterVu™ 可变低通滤波器允许从信号中滤掉不想要的噪声，同时仍能捕获毛刺。它显示两个波形：一个可以滤波的波形(前景)和一个毛刺捕获波形(背景)。

可变低通滤波器得到更干净的波形，揭示以前被噪声挡住的信号特点。更干净的波形可以帮助您精确定位信号边沿和幅度电平。同时，在背景中，波形的毛刺捕获部分会直到示波器的全部带宽显示信号细节，而不会漏掉高频尖峰、噪声、随机毛刺或偶发异常事件。

使用 FilterVu™ 可变低通滤波器，减少波形上的噪声：

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按前面板 **FilterVu** 按钮。
3. 调节可变 **Noise Filter** 频率，从信号中减少不想要的噪声。
4. 调节 **Background Intensity**，按需显示毛刺和其它细节。



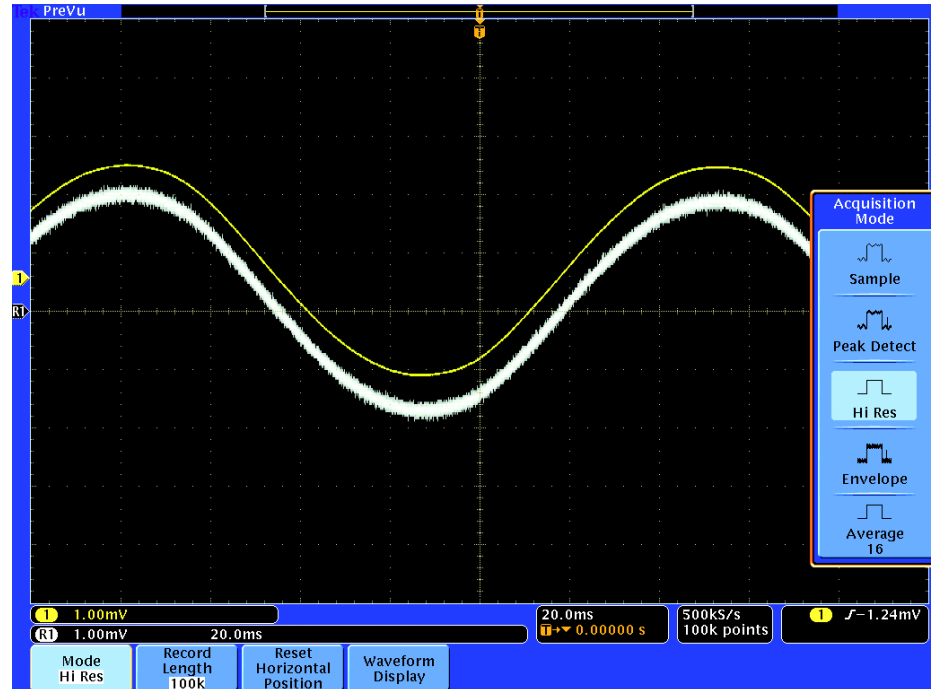
考察微小的信号

考察 mV 或 μV 范围的信号可能极具挑战，这不仅由于其信号幅度低，还因为其可能发生相对较高的噪声。

通过 ADA4000A 差分放大器，可以使用标准 10X 无源探头，以直到 $100\ \mu\text{V}/\text{div}$ 的垂直分辨率采集差分信号。即使在单次事件上，MSO/DPO 系列的 Hi Res 采集模式 * 仍降低了噪声，提高了垂直分辨率。

使用 ADA400A 和 Hi Res 采集和显示微小的差分信号：

1. 在屏幕上显示波形。
2. 按 **Acquire** 前面板按钮。
3. 按 **Hi Res** 菜单按钮。
4. 注意 Hi Res 采集模式显示了干净的黄色单次波形，原始信号则用白色表示。



*MSO/DPO2000 系列上没有提供。

调试数字定时问题

数字设计人员必需迅速找到和分析各种电路定时问题。例如，数字电路中的建立时间和保持时间违规可能会导致不可预测的电路操作。MSO/DPO 系列提供了捕获违规的建立时间和保持时间触发功能，同时它提供了搜索功能，自动确定采集内部的所有违规。此外，通过MSO示波器，您可以监测整个并行总线中的建立时间和保持时间。

为找到建立时间和保持时间违规：

1. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
2. 在侧面菜单中，按 **Type**，直到选择 **Setup & Hold**。
3. 使用多功能旋钮，设置所需的最小建立时间和保持时间。
4. 按 **Search** 前面板按钮。
5. 选择 **Search on Setup & Hold**，输入搜索参数或选择 **Copy Trigger Settings to Search**。
6. 注意其立即标出建立时间和保持时间违规数量，它们用白色三角形标出。



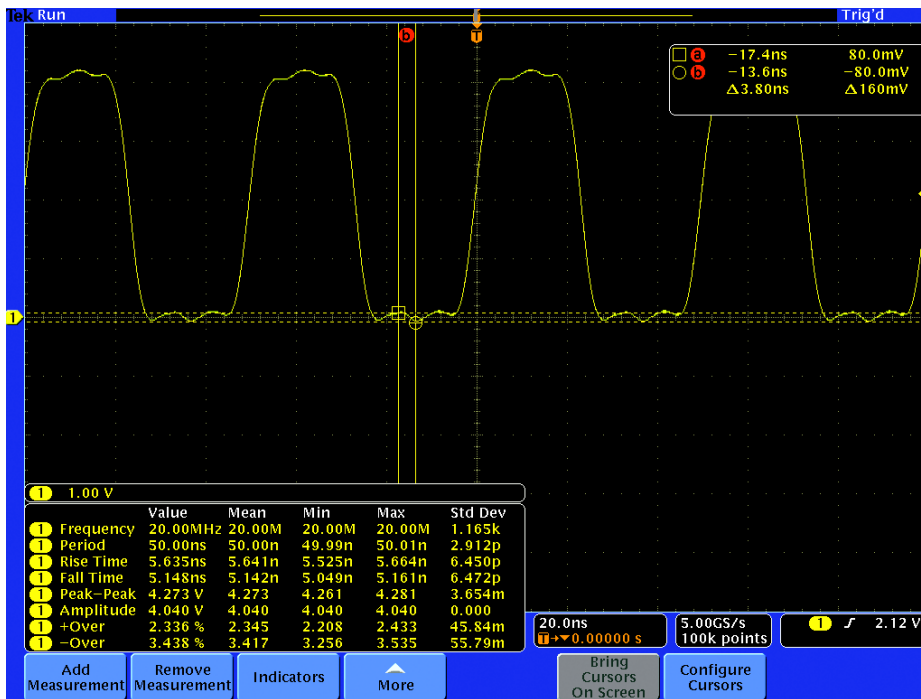
检查信号完整性

设计工程师必需检定设计中的信号，以保证设计在实际环境中可靠地工作。检定标准包括频率和幅度变化、上升时间、过冲、地面反弹、串扰和其它信号完整性问题。

通过 MSO/DPO 系列，可以简便地自动或使用光标完成这些测量。

为进行信号完整性测量：

1. 按 **Cursors** 前面板按钮两次，选择 Horizontal Bar 光标。
2. 使用多功能旋钮，把一个光标放在接地上，把另一个光标放在负过冲上。
3. 注意显示屏右上角光标读数中的过冲电压。
4. 为在信号上进行自动测量，按 **Measure** 前面板按钮，选择所需的自动测量项目。
5. 通过启用 **Statistics**，可以监测最坏情况下测量项目随时间变化。



测试视频信号

视频技术人员必须在不同测试点迅速检查是否存在视频信号。如果位于现场，技术人员需要使用可以简便地带到每个地方的、重量轻的便携式测试设备。MSO/DPO 系列视频触发功能使这一示波器成为这些技术人员的重要工具。MSO/DPO3000 系列中甚至内置了 75 欧姆终结器。

测试视频信号：

1. 在必要时，使用相应的适配器和 75W 端接器，把视频信号连接到示波器上。
2. 按 **Autoset** 按钮，自动设置视频显示。
3. 按 **Trigger Menu** 前面板按钮。
4. 选择 **Trigger On Line Number**，可以使用多功能旋钮，检查每个视频行。
5. 为增加部分显示余辉，按 **Acquire** 和 **Waveform Display**，使用多功能旋钮，选择所需的辉度等级。
6. 可以使用光标，测量相对幅度，如本显示屏中所示的 7.5% 视频设置电平。

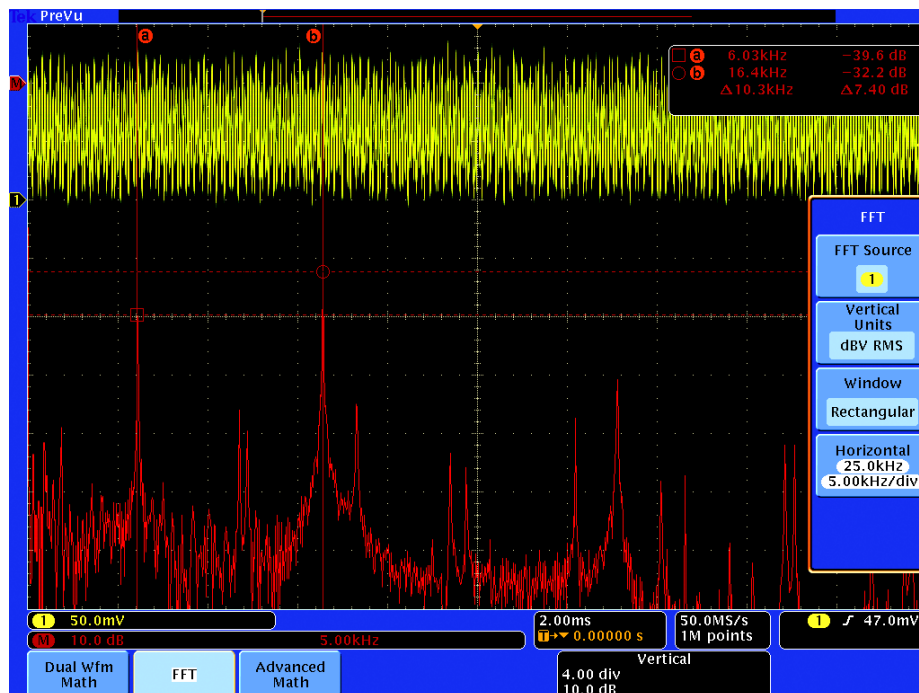


查找非预计的电路噪声

工程师和技术人员通常需要在原型中检查非预计的噪声。但是，在时域中可能很难分析噪声信号，如下图所示。MSO/DPO 系列快速傅立叶变换(FFT)为识别电路中的噪声来源提供了强大的工具。FFT 使得用户可以把信号划分成构成频率，然后示波器可以使用这些构成频率，显示信号的频域图。有了这些信息，开发人员可以把这些频率与已知系统频率关联起来，如系统时钟、频率振荡器、读/写选通、显示信号或开关电源。

为在频域中考察噪声信号：

1. 按前面板 **Math** 按钮。
2. 按 **FFT** 菜单按钮。
3. 按 **Window** 菜单按钮，直到选择 **Rectangular** 窗口，它在宽带噪声信号上提供了最高的频率分辨率。
4. 在需要时，使用多功能旋钮，调节 FFT 波形的垂直和水平位置和标度。
5. 在本例中，FFT 中两个最高的峰值表明在 6 kHz 和 16 kHz 时有明显的噪声源。在本例中，这些是耦合到信号中的系统时钟。



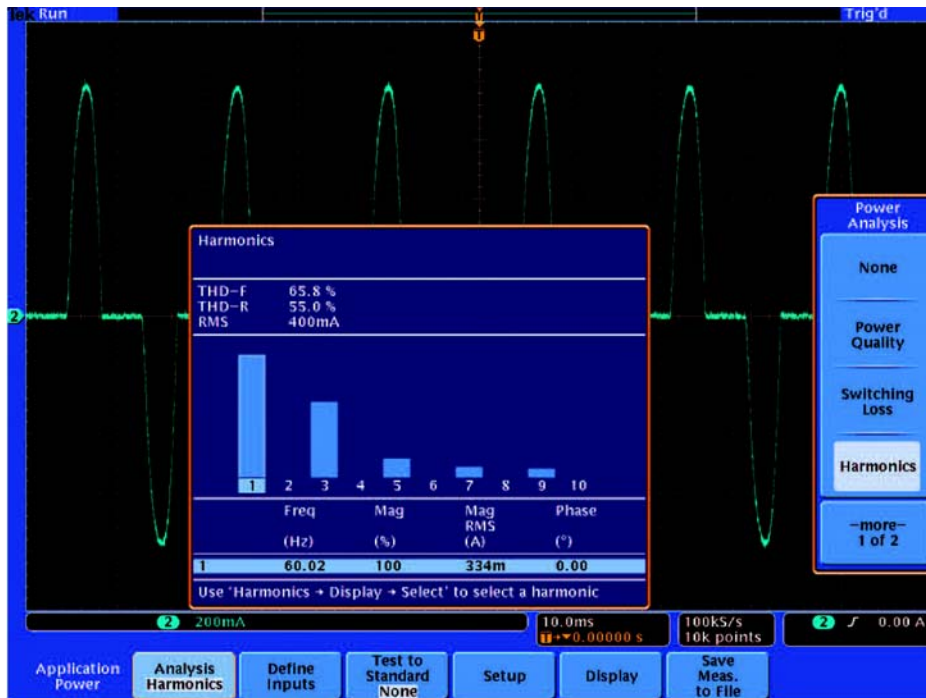
分析电源线路谐波

电源电路设计人员通常需要分析电路对电源线的影响。尽管理想的电源会给电源线带来恒定负荷，但实际电源电路并不能实现这一点，而会在电源线上产生谐波。

MSO/DPO 系列及推荐附件(如 TCP0030 和 TCP0150 电流探头)提供强大的工具，简便地测量电源电流，分析电源线上的谐波。

使用 DPOxPWR 电源分析模块和 TCP0030 电流探头在电流波形上显示电源线谐波：

1. 连接TCP0030电流探头。注意显示屏左下方的蓝色读数，通过简单连接探头，波形的垂直单位已经自动设置成毫安(mA)。
2. 按 **Test** 前面板按钮。
3. 按 Analysis 菜单按钮，选择 **Harmonics**。
4. 显示谐波图，可以在图中选择不同的谐波，查看其频率、幅度和相位。也可以查看表格，其中列明了所有谐波及其关键参数。



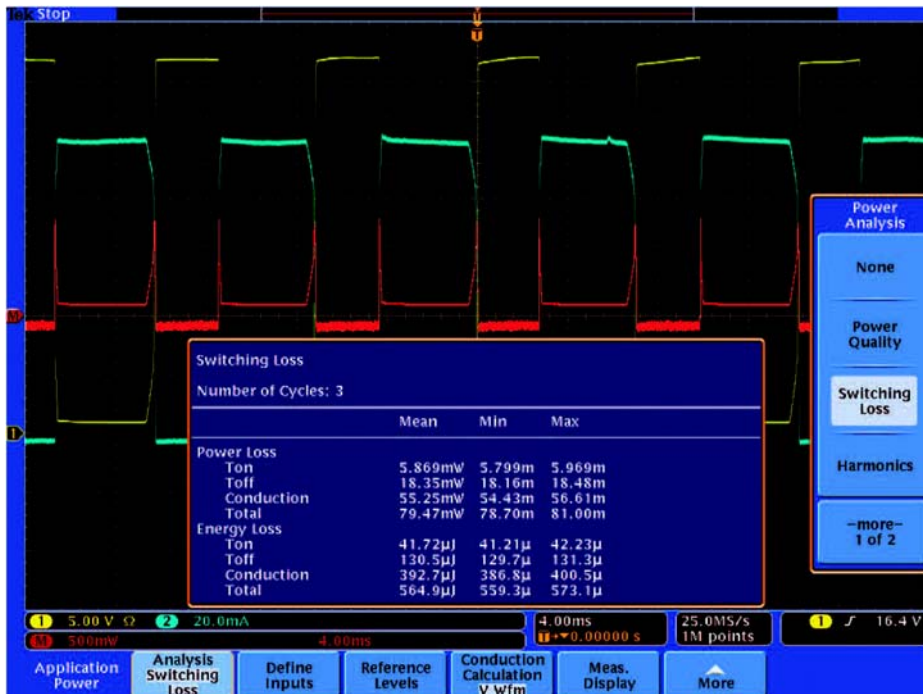
测量开关式电源电路

开关电源转换产品设计人员通常需要分析其设计中元件消耗的瞬时功率，这一测量只能通过示波器实现。

MSO/DPO 系列的长记录长度、信号调节和全系列测量附件(如 TDP0500 高压差分探头或 TDP1000 差分探头和 TCP0030 电流探头)提供了强大的工具，可以简便地测量开关式电源电路。

使用 DPOxPWR 电源分析模块、TDP1000 差分探头和 TCP0030 电流探头显示开关设备中的瞬时功耗：

1. 使用 TDP1000 差分探头测量流经开关设备的电压。
2. 使用 TCP0030 电流探头测量流经设备的电流。注意显示屏左下方蓝色读数上的 mA 单位。
3. 按 Acquire 前面板按钮，选择 Hi Res 采集模式，降低信号上的噪声。
4. 按 Test 前面板按钮。
5. 按 Analysis 菜单按钮，选择 Switching Loss。
6. 这时会出现一个表格，其中列明打开、关闭、传导和总功率损耗和能量损耗。示波器会为波形中的多个开关周期计算这些值，并显示不同开关周期中的 Mean、Min 和 Max 统计数据。



使用 X-Y 显示画面测量相位

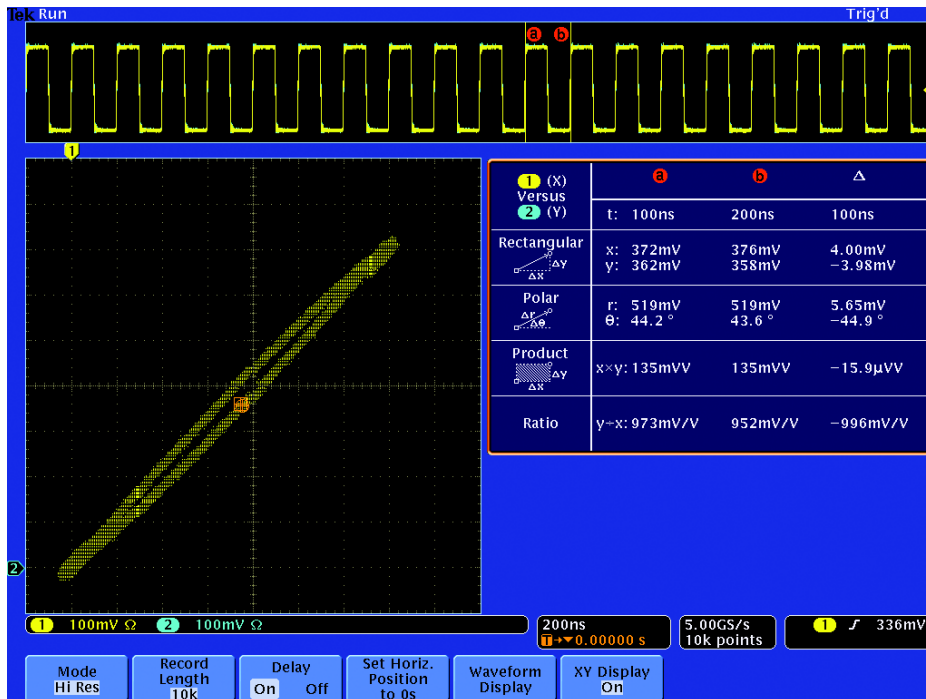
可以使用 X-Y 显示画面，测量两个信号之间的相对频率和相位。这些显示画面通常称为 Lissajous 图，即使对相位和频率中很小的变化也非常敏感，可以简便地看到普通时域显示画面中很难检测到的差异。尽管 Lissajous 图在传统上一直用于模拟信号，但它们也可以用于数字信号。

X-Y 显示画面还可以用于电源应用，画出安全工作区，其中针对设备电压绘制通过开关设备的瞬时电流。通过使用这种图形技术，可以简便地评估瞬时功率，对照设备技术数据比较最大电压、电流和功率。

比较两个时钟信号之间的相位：

1. 把两个信号连接到示波器。
2. 按前面板 **Acquire** 按钮。
3. 选择 **XY Display** 模式。
4. 当显示画面是一条从左下角到右上角的对角线时，信号相位匹配。左面的屏幕图显示了 0.2 度相移。
5. 按前面板 **Cursors** 按钮。
6. 使用多功能旋钮，可以在显示的波形上任意位置定位两个光标。

MSO 和 DPO 系列示波器

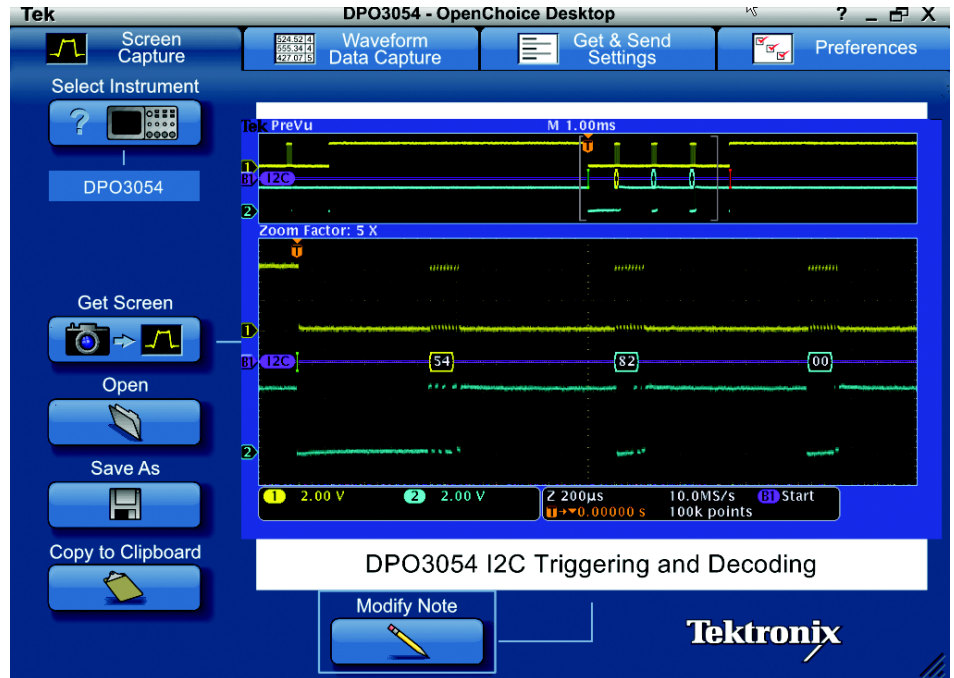


使用 OpenChoice® Desktop 编制结果文档

实验室中的设计工程师和现场的技术人员通常需要存档使用示波器完成的工作。他们可能会把屏幕图保存到可移动存储设备上，然后把文件手动复制到 PC 上。每台 MSO/DPO 系列示波器免费提供的简便易用的 OpenChoice® Desktop 通过 USB 直接把屏幕图传送到 PC 上，简化了这些文档编制任务。Microsoft Word 和 Excel 工具条也简化了与这些 Office 应用的集成。

通过 USB 把屏幕图传送到 PC 上：

1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **OpenChoice Desktop** 程序。
4. 按 **Select Instrument**，选择适当的 USB 仪器，点击 **OK**。
5. 按 **Get Screen**，捕获屏幕图。
6. 按 **Modify Note**，添加备注。
7. 按 **Save As**，把屏幕图保存到 PC 的文件中。
8. 按 **Copy to Clipboard**。然后可以启动文档编制程序，把图像粘贴到文档中。



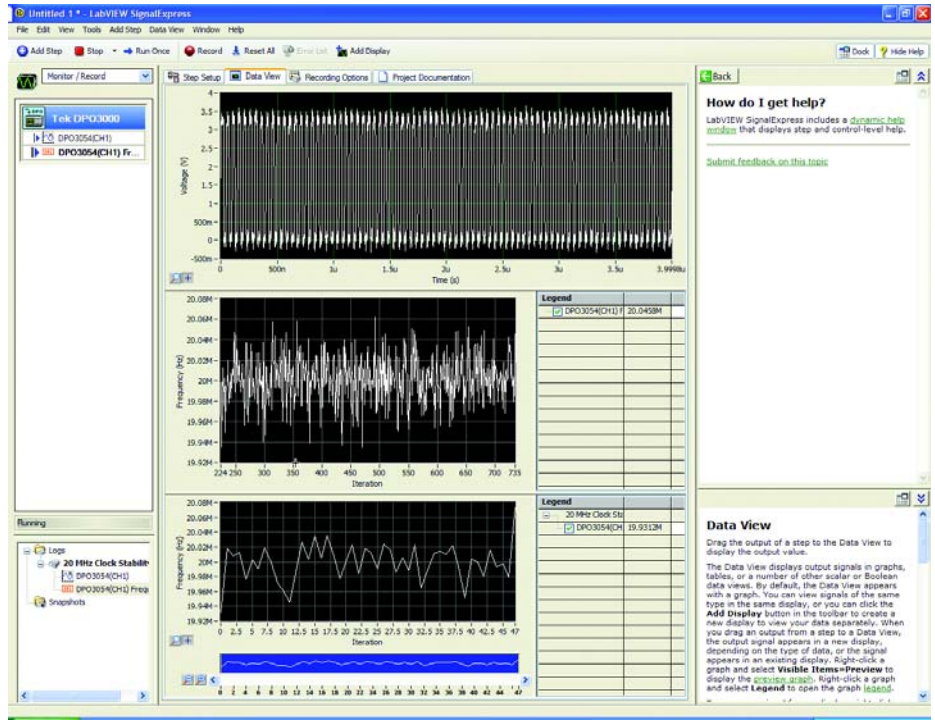
使用 NI LabVIEW SignalExpress™ 泰克版软件记录数据

通过 LE 版本 National Instruments LabVIEW SignalExpress™ 泰克版(TE)软件，可以从 PC 远程控制 MSO/DPO 系列。该软件在每台仪器中免费提供，支持通过 GPIB、以太网和 USB 进行通信。最重要的是，NI LabVIEW SignalExpress TE 支持方便的 USB 即插即用能力，为各种泰克产品提供了内置支持。

LE 版还包括基本数据记录功能，可以把波形和测量数据捕获到磁盘中。

执行简单的数据和测量记录：

1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **NI LabVIEW SignalExpress TE** 程序。
4. SignalExpress 打开，自动连接仪器，把数据传送到 PC。
5. 基本仪器远程控制通过 **Step Setup** 栏完成。
6. 通过红色的 **Record** 按钮，完成简单的数据和测量记录。
7. 然后可以把实时和记录的波形画面和测量结果拖放到 **Data View** 栏。

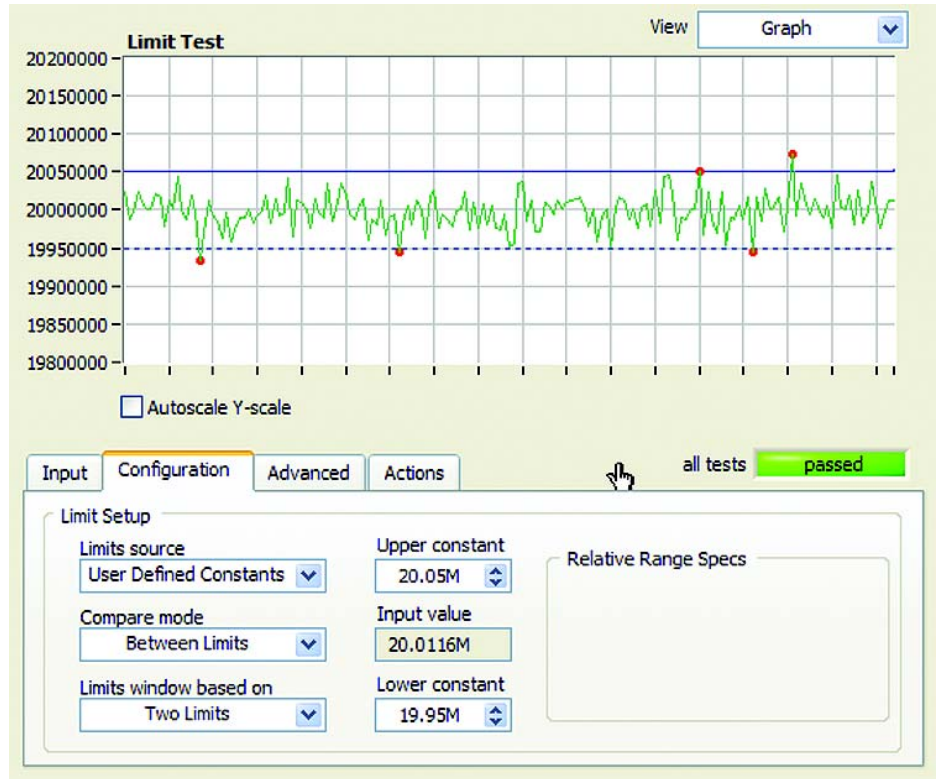


通过 SignalExpress™ 泰克版软件实现极限测试

尽管 MSO/DPO 系列提供了重要的机载分析功能,但通过基于PC的应用程序可以更好地满足部分应用需求。完全版本的 National Instruments LabVIEW SignalExpress™ 泰克版提供了高级分析功能,如滤波、直方图和极限测试,所有这一切都通过 Windows 界面及简便的 USB 即插即用能力完成。

在信号上执行极限测试:

1. 采集信号。
2. 使用 USB 电缆把示波器连接到 PC 上。
3. 启动 **SignalExpress™ TE** 程序。
4. SignalExpress™ 将打开,仪器自动连接,把数据传送到 PC 上。
5. 为针对指定极限对信号进行极限测试,选择 **Add Step→Analog→Test→Limit Test**。
6. 输入极限常数或波形。
7. 还可以选择 **Add Step→Operations→Conditional Repeat**,重复测试,直到发生失败。



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

武汉市汉口建设大道518号
招银大厦1611室
邮编: 430022
电话: (86 27) 8781 2760/2831

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