

振铃。振铃在数字电路和雷达及脉宽调制应用中最为常见。振铃表现为从上升沿或下降沿至平坦直流电平的过渡。检查太大振铃,调节时基,显示更清晰的过渡波形或脉冲。

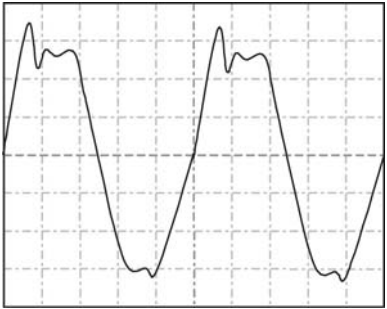


图 15. 在方波顶部发生了过度振铃。

暂态波动。被测信号的短暂变化通常是由于外部影响造成的,例如电网电压的骤降或骤升、连接至同一电网的大功率装置的启动,或连接松动。采用DSO的最慢时基设置或无纸记录仪或“滚动”模式。从输入开始,并观察在长时间跨度上捕获的波形,跟踪故障源。

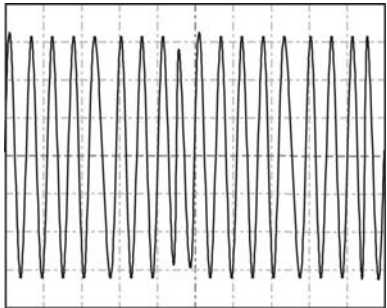


图 16a. 正弦波幅值发生了大约 1.5 个周期的暂态变化。

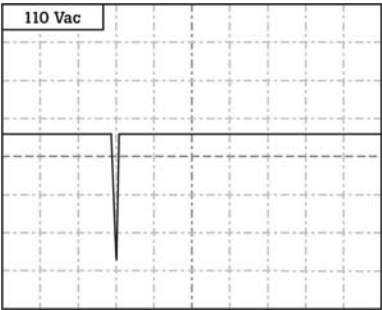


图 16b. 利用具有无纸记录仪模式的示波器,绘制幅值(电压水平)随时间的变化。

漂移。漂移——或者信号电压随时间发生的微小变化——的诊断非常乏味。变化往往非常小,难以检测。温度变化和老化会影响无源电子器件,例如电阻、电容和晶振。难以诊断的故障有参考直流电压源或振荡器电路中的漂移。唯一的解决方案往往是长时间内监测被测值(V dc、Hz 等)。

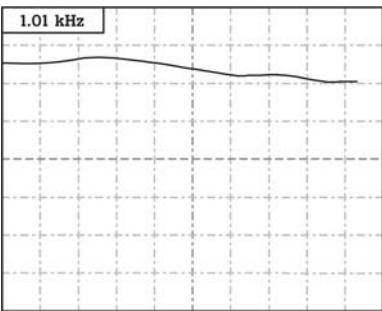


图 17. 对晶振进行频率测量,长时间(几天或几周)内绘制的趋势图可显示出温度变化和老化引起的漂移的影响。

诊断故障

尽管成功的故障诊断是艺术和科学的结合体,但遵循排障方法论并依赖于高级 DSO 的功能还是能大大简化这一过程。

良好的排障习惯将节省时间,减少挫折感。久经时间考验的知名方法 KGU,已知良好单元比较,可实现两个目标。KGU 基于一条简单原理:工作正常的电子系统在其电路内的关键节点呈现可预测的波形,这些波形可被捕获和储存。该参考库可储存在 DSO 中作为在线资源,或者打印输出作为参考文档。如果系统或相当的系统日后发生故障或错误,即可从故障系统——称为被测装置(DUT)——捕获波形,然后将其与 KGU 中的对应波形进行比对。由此即可维修或更换 DUT。

为了构建参考库,首先从识别 DUT 上相应的测试点或节点开始。现在,执行 KGU,从每个节点捕获波形。如必要,为每个波形添加注释。

养成存档关键波形和测量的习惯。可供比对的参考是将来排障的无价之宝。

排障

无论发生以下哪种排障情形,请谨记检查波形上的快速瞬态或毛刺是非常重要的,哪怕对波形抽样检查未发现任何异常。这些事件都非常难以察觉,但是利用当今 DSO 的高采样率,结合有效的触发功能,使其成为可能。

DUT 和 KGU。该方法假设您已经测量过 KGU,并具有参考库。

1. 确保 DUT 和 KGU 处于完全相同的工作模式。
2. 从系统或框图的高电平点开始,利用 DSO 查找基本信号的有无。例如,查找电网电压电源,以及随后连接至不同子系统的直流电源电压。这需要在系统的主节点处探测主输入和输出信号。
3. 改变工作模式,比对关键节点的信号,检查是否发生故障。当有来自两个装置的信号可用时,您有两个选择:
 - 在 DSO 的通道 1 上显示来自于 KGU 的实时波形,在通道 2 上显示 DUT 的实时波形。
 - 捕捉一条来自于 KGU 的轨迹,将其与来自于 DUT 的波形重叠。执行波形比对或通过 / 失败测试。
 - ScopeMeter 190 II 系列具有 4 个输入通道,这意味着可比较来自于 4 个不同源的 4 个信号。
4. 依此继续,直到发现 DUT 和 KGU 波形之间的不同。

DUT 和电路图。该方法假设无 KGU,无可供 DUT 使用的波形参考库,但是可获得 DUT 的电路图。

1. 检查电路图,理解 DUT 的基本工作原理。
 - 模拟电路,例如振荡器、放大器和信号调理器(衰减器、滤波器和分压器),应呈现一致的波形模式。
 - 数字电路,例如逻辑门、开关和处理器的,显示波形的幅值、脉冲周期甚至脉冲模式应该是可预测的。
2. 从系统或框图的高电平点开始,利用 DSO 查找基本信号的有无。例如,查找电网电压电源,以及随后连接至不同子系统的直流电源电压。这需要在系统的主节点处探测主输入和输出信号。
3. 利用 DSO 的储存能力捕获和比对波形,同时改变 DUT 的工作模式。
 - 设想一个理论上“好”的波形,并将其与 DSO 上显示的波形进行比对。尽量识别任何明显异常。
4. 利用水平或垂直光标快速评估轨迹的事件或幅值是否在电路设计建议的事件或幅值范围之内。

复杂 DUT,无电路图。该方法假设 DUT 是一套相当复杂的系统,无 KGU,仅有有限的 DUT 文档可用。

1. 研究电路卡,查找常见的元件和电路,识别出系统中的高电平测试点,检查基本信号的有无。和之前一样,从某个点开始,逐步回退,在系统的主节点处探测主输入和输出信号。
2. 比对关键节点的波形,同时改变工作模式,检查是否有故障发生。储存这些波形。
3. 如果对 DUT 的检查及关键节点的波形分析未发现明显故障,利用 DSO 的储存功能,请求同事的帮助。
 - 识别 DUT 的“嫌疑”波形。
 - 利用 DOS 的析取或输出模式,将这些波形文件保存为位图(.bmp)格式。
 - 通过电子邮件将文件发送给全球各地的同僚或工厂专家,请求他们帮助解决电路故障。
4. 利用外部专家,检查每个关键节点,逐一排除明显状态良好的节点,最后缩小范围至明显故障或有嫌疑的节点。

DSO 初探

本文简要介绍数字存储示波器(DSO),使您能够快速而全面的了解 DSO 的功能和测量。

示波器测量电压信号,并在时间—电压图上进行显示。在大多数应用中,该图形显示信号随时间如何变化:纵(Y)轴表示电压,横(X)轴表示时间。

这种简单图形能说明信号的许多信息:

- 查看信号异常。
- 计算振荡信号的频率。
- 说明是否有故障元件造成信号失真。
- 说明信号中的噪声含量,以及噪声是否随时间变化。

当今的手持式数字示波器相对于台式型号具有两项关键优势:电池供电;采用隔离、浮地输入。这些设计使其有可能经过认证后在 1000 V CAT III 和 600 V CAT IV 环境下安全测量——在高能应用中安全排障电气设备的一项关键要求。

示波器和 DMM

示波器和 DMM (数字万用表)之间的差异可概括为“图片和数字”的区别。DMM 是一种精密测量离散信号的工具,信号电压、电流或频率读数的分辨率可高达 8 位。另一方面,它不能绘制直观的波形来表示信号强度、波形或信号的瞬时值。它也不能识别会影响系统正常工作的瞬态或谐波信号。

示波器为 DMM 的数字读数增加了丰富信息。在显示波形的瞬时数字值时,它还能显示波形的形状,包括幅值



四通道 Fluke 190 II 系列 ScopeMeter 的带宽高达 200 MHz,实时采样率高达 2.5 GS/s。



Fluke 123 ScopeMeter 具有 20 MHz 双通道测量,显示数字表读数 and 波形。

(电压)和频率。利用这样的直观信息,就能够显示、测量和隔离可能会对系统造成严重后果的瞬态信号。

如果您需要定量和定性测量,则使用示波器;如果需要对电压、电流、电阻和其他电参数进行高精度检查,则使用 DMM。

采样

采样是将输入信号的一部分转换为离散数字值、以便进行储存、处理和显示的过程。每个采样点的大小等于输入信号被采样时的幅值。

输入波形表现为显示屏上的一系列点。如果这些点间隔较远,难以解释为一条波形,则可以采用一种被称为内插的处理方法将其连接起来,该方法用线或矢量连接采样点。

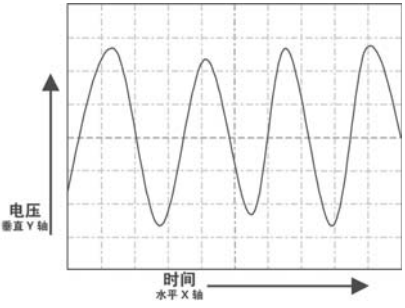


图 1. 时间—电压图

技术应用文章

福禄克, 助您与时代同步!

中文网址: www.fluke.com.cn
英文网址: www.fluke.com

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

福禄克测试仪器(上海)有限公司北京分公司	电话: (010)57351300
福禄克测试仪器(上海)有限公司上海分公司	电话: (021)61286200
福禄克测试仪器(上海)有限公司重庆分公司	电话: (023)86859655
福禄克测试仪器(上海)有限公司广州分公司	电话: (020)38795800
福禄克测试仪器(上海)有限公司沈阳分公司	电话: (024)22813688/90
福禄克测试仪器(上海)有限公司深圳分公司	电话: (0755)83680050
福禄克测试仪器(上海)有限公司武汉分公司	电话: (027)85743386
福禄克测试仪器(上海)有限公司济南分公司	电话: (0531)86121729
福禄克测试仪器(上海)有限公司成都分公司	电话: (028)85268810
福禄克测试仪器(上海)有限公司西安分公司	电话: (029)88376090
福禄克测试仪器(上海)有限公司南京联络员	电话: (025)84731287
福禄克测试仪器(上海)有限公司新疆联络员	电话: (0991)3628551
北京福禄克世禄仪器维修和服务有限公司	电话: 400-810-3435 转 3
福禄克测试仪器(上海)有限公司上海维修中心	电话: (021)54402301
福禄克测试仪器(上海)有限公司深圳第一特约维修点	电话: (0755)86337229

触发

利用触发控制可稳定和显示重复性波形。

沿触发是最常用的触发形式。在该模式下，触发电平和斜率控制提供基本的触发点定义。斜率控制决定触发点位于信号的上升沿还是下降沿，电平控制决定触发点发生在杂信号沿的什么位置。

为了获得对信号现象的更多控制和可视性，可利用有些DSO的能力来捕获输入波形上触发点之前的时间（“预触发”）或触发点之后的事件（“后触发”）。举例说明，通过使用预触发或后触发，您可能会捕获到信号的两次事件之间发生的尖峰。

脉宽触发功能在一系列脉冲中具有特定脉宽的脉冲上触发，或者它可识别脉冲信号中的一次性或偶发故障。在该模式下，您可无限期地监测信号并在第一个持续时间或脉宽超出或在设定限值之内的脉冲上触发。目的是隔离和显示满足预定义时间条件的脉冲。

单次触发对于捕获一次性事件非常有用，例如电弧或继电器闭合。具有单次模式的DSO会等待直到接收到触发，然后将本身设置为保持模式，并保存发生一次性事件时的信号。

视频触发是高级DSO的一种功能强大的特性。视频信号极其复杂，没有重复性的独特信号沿，也没有可供隔离来稳定信号的独特沿。当今的电子视频设备和系统都采用各种各样的信令协议，有效的DSO是能够识别主流视频协议并提供相应触发功能的DSO。

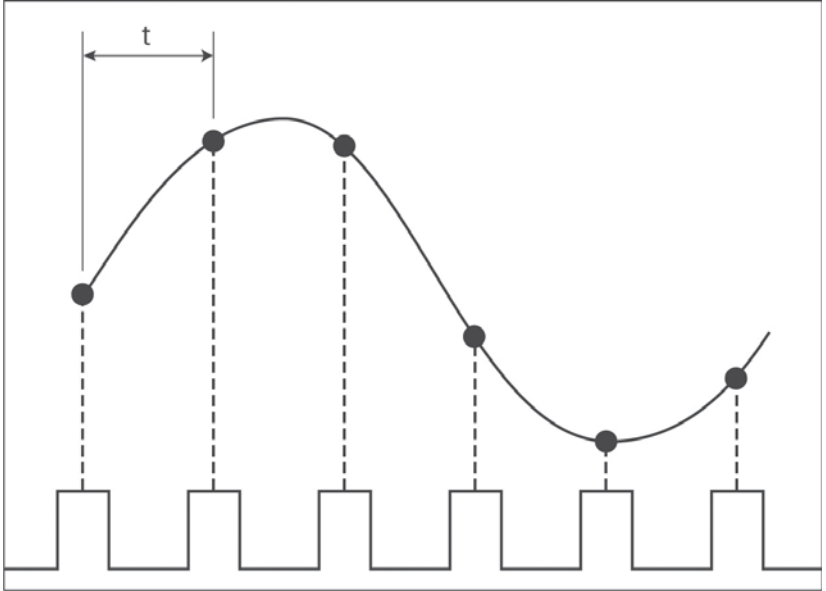


图2. 采样和内插，采样用圆点表示，内插显示为黑线。

设置

在示波器上捕获和分析未知波形的任务是例行公事，或者看起来就像黑暗中打枪。然而，在大多数情况下，采用一种有条理的方法设置示波器，将捕获到稳定的波形，或者帮助您确定如何设置示波器控制，从而捕获到波形。

1) 从自动开始

先连接地参考线，然后再将探针连接至被测电路。大多数示波器具备执行一次自动设置或连续分析未知输入信号的能力。按AUTO (自动)按钮或确认示波器已出于自动模式。

按AUTO (自动)按钮通常将示波器设置为自动调整三个关键参数：

垂直灵敏度。调节垂直灵敏度，使垂直幅值跨越大约3至6个格。

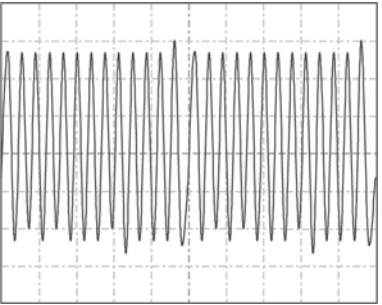


图3. 未知轨迹被调整至3至6个垂直格。

水平定时。调节每个格的水平定时，使显示屏宽度范围内显示3至4个波形周期。

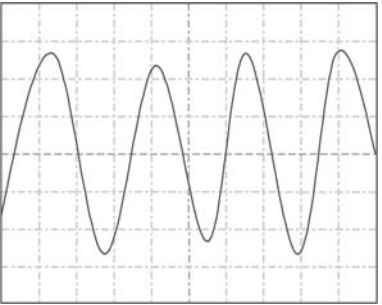


图4. 未知轨迹被调整至水平方向有3至4个周期。

触发位置。将触发点设置至垂直幅值的50%处。根据信号特性的不同，该措施可能会也可能不会产生稳定的显示。

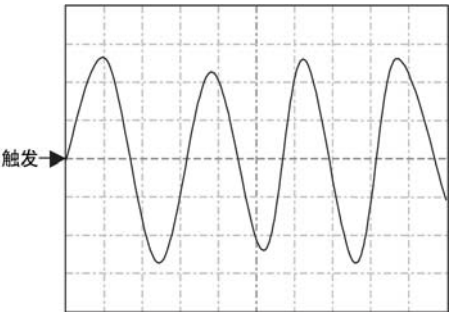


图5a. 触发点设置为轨迹上的50%点。

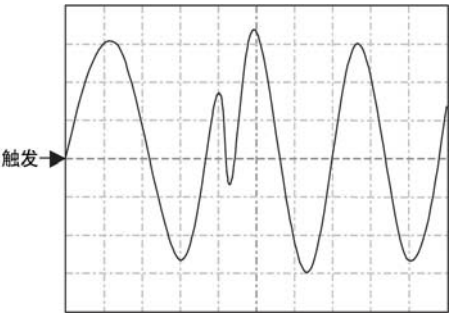


图5b. 触发点设置为50%点，但是由于第二个周期前导沿上的畸变，另一次的触发造成显示不稳定。

此时，您应该检查轨迹1) 位于显示的垂直范围之内；2) 显示至少3个周期的波形；3) 足以稳定，使您能够识别出波形的整体特性。接下来，开始微调设置。

2) 调整垂直和水平设置

首先从调整水平定时开始，增大时间/格，您将看到未知波形的更宽时间跨度。从该视图中，根据需要反向调节，将视图变窄至您希望显示的范围。

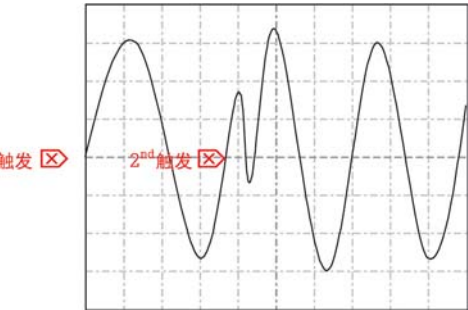


图6a. 第一次更新时，示波器在第一个沿触发；第二次更新时，示波器可能在所示的第二个触发点触发。

基于触发1和2经过两次连续更新后，得到的轨迹将显示不稳定。

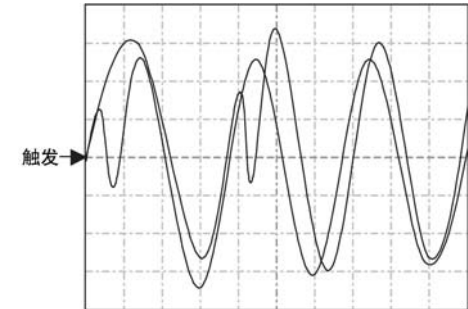


图6b. 触发电平设置不正确造成波形显示不稳定。

现在，调节垂直灵敏度，垂直放大波形，但是确保波形的高和低点不超过垂直跨度。

3) 调整触发设置

如需要，调整触发设置，稳定波形显示。或者，您可能希望调整触发延迟，从而查看波形上的预触发或后触发细节。总是从触发电平设置开始，调整触发电平使之位于波形的上升或下降沿上的一个重复的、唯一的点。

举例说明，将示波器触发设置至上升沿，电平设置为50%点，下图所示为波形显示不稳定的原因。

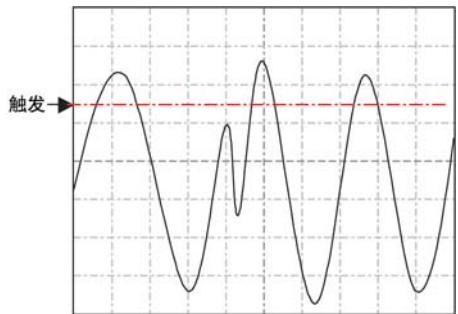


图6c. 触发电平调整至唯一的重复点，超出第二个周期的畸变。

当工作于复杂信号时，像一系列脉冲，可能需要脉宽触发。采用这种技术，触发电平设置和信号的下一个下降沿必须发生在规定的时间跨度内。只要满足这两个条件，示波器就触发。

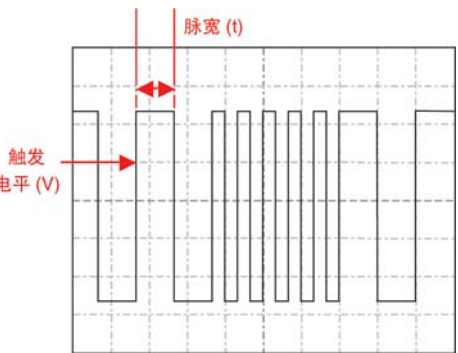


图7. 利用脉宽触发，您能够将示波器设置为在电平和时间定义的特定脉冲上触发。

另一项技术是单次触发，利用这一技术，只有输入信号满足设定的触发条件时，示波器才显示一条轨迹。一旦满足触发条件，示波器采集并更新显示，然后冻结显示，保持轨迹。

理解和记录波形

遇到的大多数电子波形是周期性和重复性的，并且遵守已知的形状。以下是分析波形时要考虑的因素：

形状。重复性波形应该是对称的。也就是说，如果您打印出轨迹，将其切为大小相同的两块，两侧应该是完全相同的。出现不同点则说明有问题。

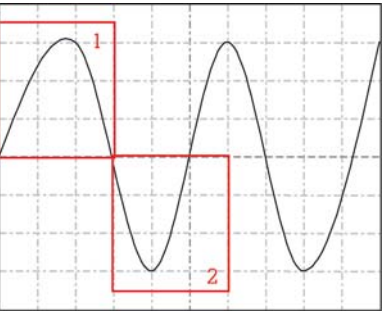


图8. 如果波形的两部分不对称，则说明信号可能存在问题。

上升和下降沿。尤其对于方波和脉冲波，波形的上升沿和下降沿对数字电路的定时影响非常大。可能需要减小时间/格值，以更高的分辨率查看信号沿。

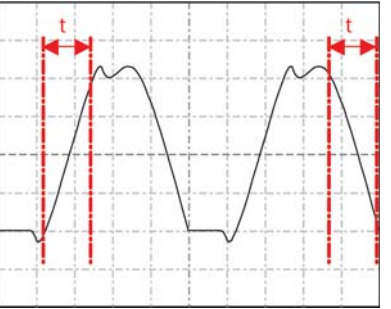


图9. 利用光标和格子线估算波形的前沿和后沿的上升和下降时间。



幅值。验证电平是否在电路的工作指标范围之内。还要检查一个周期和下一周期的一致性。监测波形是否存在时间周期扩展，观察幅值上的任何变化。

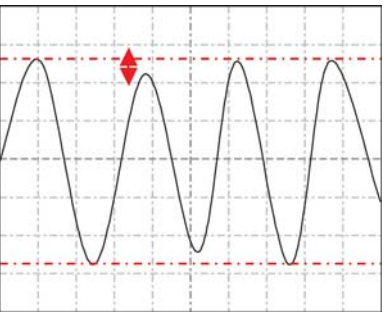


图10. 利用水平光标标识幅值波动。

幅值偏移。直流耦合输入并确定地参考标记的位置。评估任何直流偏移，观察这种偏移是否保持稳定或波动。

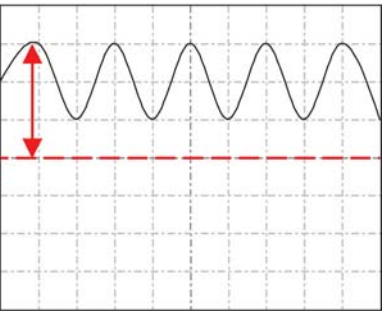


图11. 评估波形直流偏移。

周期波形。示波器和其他电路将产生具有恒定重复周期的波形。利用光标评估每个时间周期，发现不一致现象。

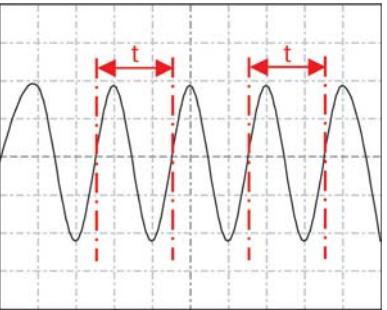


图12. 评估周期期间的的时间变化。

波形异常

以下为波形上可能出现的典型异常，以及这些异常的典型源。

瞬态或毛刺。当波形源自于有源器件时，例如晶体管或开关，可能会因为定时误差、传输延迟、接触不良或其他现象造成瞬态或其他异常。

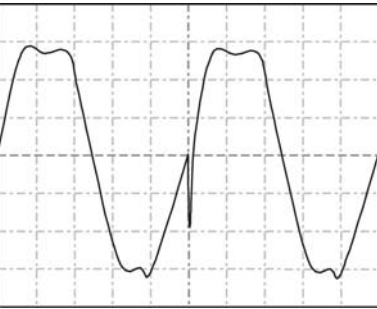


图13. 在脉冲的上升沿发生了一个瞬态。

噪声。故障电源电路、电路过驱动、串扰或来自于邻近电缆的干扰都会引起噪声。或者，噪声可能是外部源感应的，例如直流—直流转换器、照明系统即高能量电路。

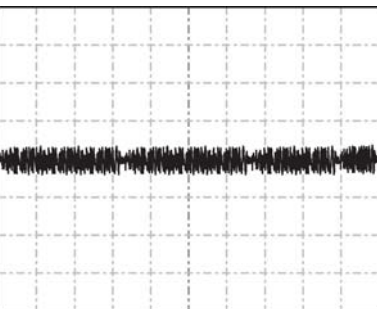


图14. 地参考点测量显示感应了随机噪声。