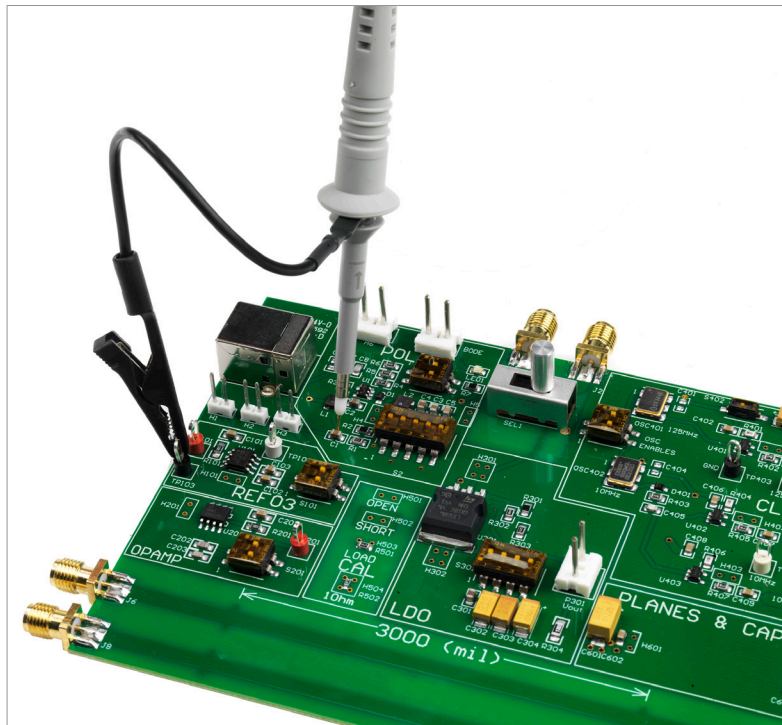


一个信号的旅程

当示波器探头连接到器件时会发生什么？



从您把示波器探头连接到器件的那一刻起, 信号就开启了一次瞬间即可完成的重大旅程。它必须跨过五个不同的“模块”, 才能完成从器件到示波器, 最后返回显示器的整个旅程。

1. 从被测器件 (DUT) 到示波器前端
2. 模拟输入信号调节
3. 模数转换和触发系统
4. 时基和采集存储器
5. 显示 DSP

通过探索信号在这段旅程中的遭遇, 我们将会深入理解示波器的工作原理。有了这些基础知识, 在您测试时, 您将能够选择最适合的探头和示波器, 从而获得更好的测量结果。

从被测器件到示波器前端

信号的旅程是以您的器件为起点, 然后行经示波器探头内部的一系列电阻和电容组件。探头的衰减技术指标决定着需要在内部采用什么样的电阻元件。数字存储示波器 (DSO) 标配的大多数标准无源电压探头一般都是 10:1 的衰减比。

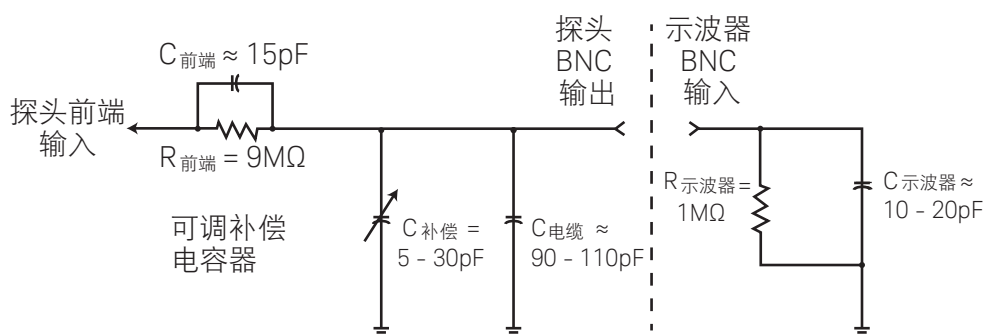


图 1. 10:1 衰减比的探头设计。

这种类型的探头有一个 $9\text{M}\Omega$ 的探头前端电阻器, 它与示波器的 $1\text{M}\Omega$ 输入阻抗相串联。这会使探头前端的电阻达到 $10\text{M}\Omega$, 当信号通过探头到达示波器的输入端时, 其电压电平将会是它从器件进入探头前端时的电压电平的 $1/10$ 。这意味着示波器测量系统的动态范围已经扩展, 因为与 1:1 探头能够测量的信号相比, 您现在可以测量高出 10 倍幅度的信号。此外, 这款 10:1 的无源探头可在探头前端提供高输入阻抗, 从而消除了对器件造成的负载。负载会改变器件的特性, 这是我们不希望看到的。

模拟输入信号调节模块

接下来, 信号进入示波器, 开始第一阶段的处理: 模拟输入信号调节。信号调节过程分为三步, 最后会将波形正确地缩放到模数转换器 (ADC) 和放大器的动态范围之内。

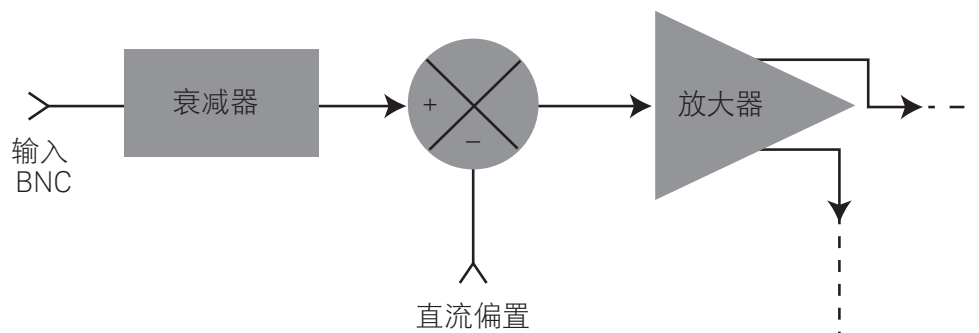


图 2. 模拟信号调节模块的三个步骤。

这三个步骤所完成的处理工作取决于 V/格和偏置设置的值, 而这两个值则最终取决于您测量的是低电平信号还是高电平信号。首先, 信号会在衰减器模块中进行缩放; 衰减器模块是一个电阻分压器网络。如果测量的是高电平输入信号, 那么信号会被衰减 (或减小)。如果您输入的是低电平信号, 那么信号会在不做任何衰减的情况下传输到下一步。您可能会经常输入直流偏置信号, 但又希望在 0 V 的屏幕中心显示它。为了实现这一点, 就会在信号上添加具有相反极性的内部直流偏置, 以便转换标度。这样, 信号就会显示在屏幕的中央。

最后, 信号会进入可变增益放大器。这种放大器会根据您的 V/格设置来增加或减少信号增益。是增是减, 这里仍要取决于您测量的是低电平还是高电平信号。如果您测量的是低电平信号, 对应的可能是低 V/格的设置, 因此它告诉放大器应当增加增益, 以便您充分利用 ADC 的全部范围。如果您测量的是高电平信号, 那么它应该已经在第一步中进行了衰减, 而在这里放大器可能会通过降低增益来执行进一步的衰减, 以让信号降低到 ADC 的动态范围内。

模数转换和触发模块

由于信号被调节到 ADC 的动态范围之内, 它已经能够进入示波器的中心, 因此可以开始模数转换了。ADC 模块是所有数字信号示波器 (DSO) 的核心元件。

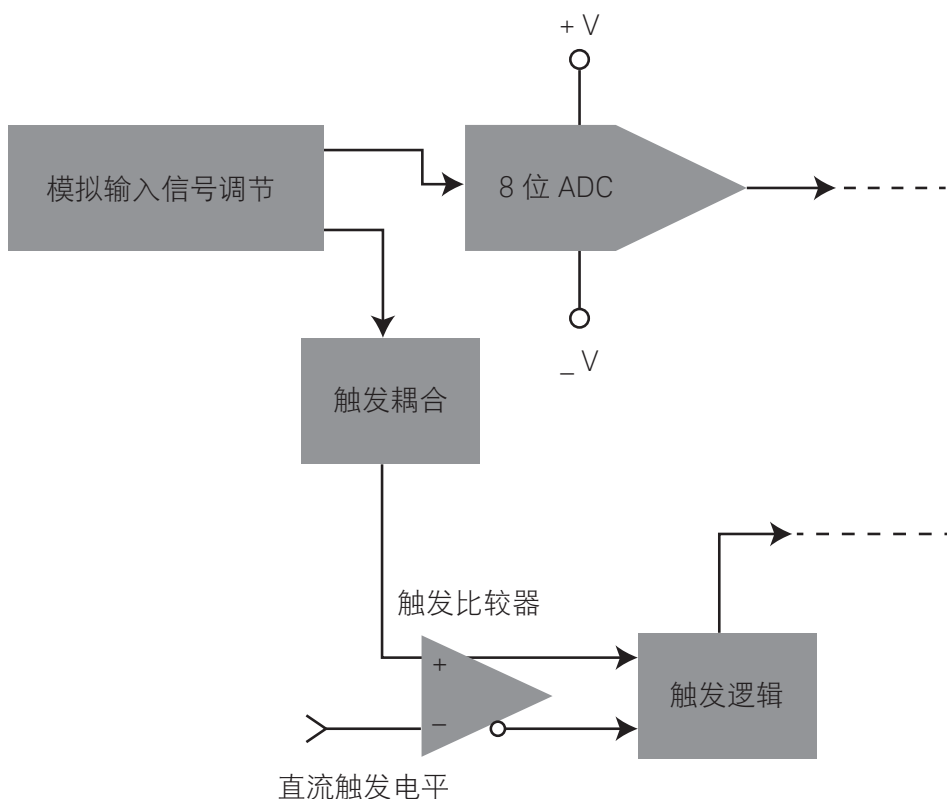


图 3. 模数转换和触发系统。

输入的模拟信号会在这里转换为一系列数字。当今的大多数 DSO 都采用 8 位 ADC, 提供 256 个独特的数字输出电平/编码。这些数字二进制编码都被存储在示波器的采集存储器中, 对此我们将在后面进行探讨。为了获得最高分辨率和精确的测量结果, 示波器会尝试使用 ADC 的全部动态范围。

当信号在 ADC 中进行转换时, 示波器也在对触发条件进行处理, 也就是在输入信号上建立一个唯一的时间点作为触发条件, 以便实现同步采集。根据示波器上设定的触发采集设置, 触发比较器模块将会输出一个非反相波形, 其占空比取决于您的触发电平设置。然后, 根据您设定的触发类型 (上升沿, 下降沿等), 触发逻辑模块或者会先对波形进行反转再允许其通过; 或者是允许非反相波形通过, 并且直接进入下一步。在下一步骤中, 时基模块会把该触发信号用作唯一的同步时间点。

时基和采集存储器模块

时基模块能够控制开始和停止 ADC 采样的时间，对应的是刚刚在上一步骤中确定的触发事件。此外，时基模块还会根据示波器的可用采集存储器深度和时基设置来控制 ADC 采样率。

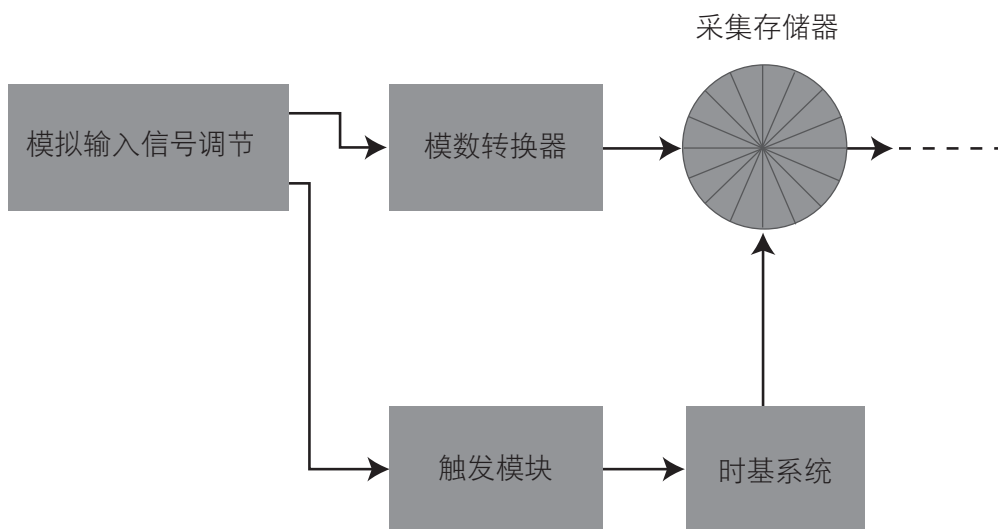


图 4. 时基系统和采集存储器。

按下运行键时，时基模块便以适当的采样率将数字化的数据连续存储到示波器的“循环”采集存储器中。虽然时基模块增量会在每次采样后对循环采集存储器缓冲区进行寻址，但它们还会计算达到一定数量的采样数，这个数量取决于示波器的存储器深度和触发位置。一旦时基模块确定已经采集了所需信号样本的最小数量，它就会启用触发，并开始寻找输出触发比较器的第一个合格点。一旦检测到触发事件，时基模块就开始收集所需数量的样本。存储了所有样本之后，时基模块会禁用采样，信号调节过程进入下一步。

显示 DSP 模块

您的信号现已抵达其最后的行程。一旦完成所有样本的采集，采集存储器中的数据就会按后进先出的顺序逐一“退出”。信号将在这些样本基础上进行重建，数据会放到示波器的像素显示存储器中，从而在屏幕上显示出来。

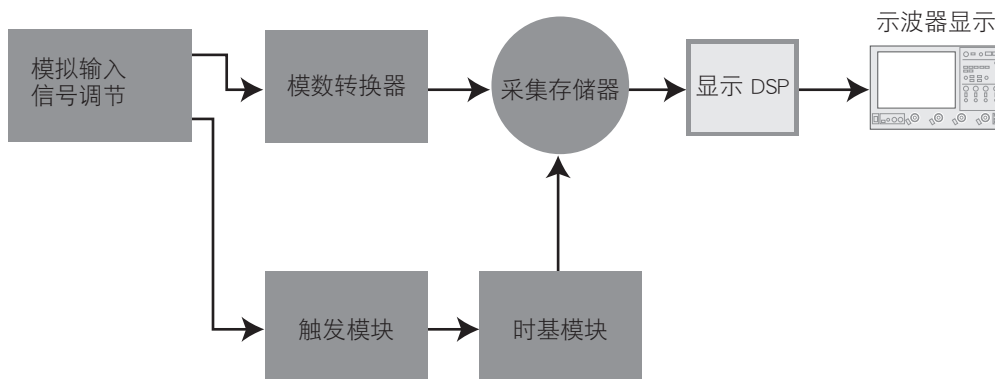
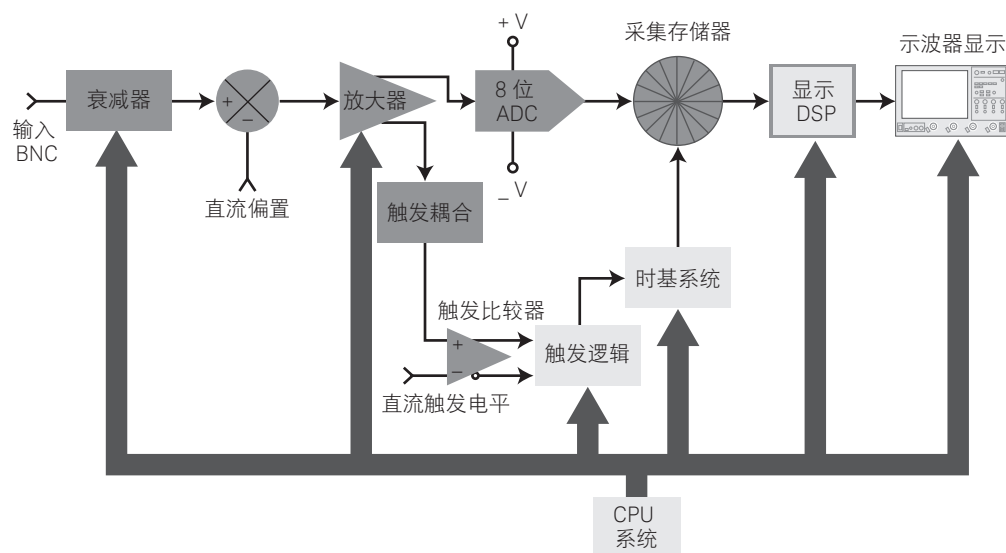


图 5. 显示数字信号处理模块。

当所有数据都从采集存储器“退出”之后，DSP（数字信号处理）模块会向时基块发出信号，指示可以开始另一次采集。这是是德科技定制的 ASIC 技术所独有的能力。大多数其他数字存储示波器通常不具备这个 DSP 模块，而是依靠示波器的 CPU 系统来代替。这就大大降低了示波器的效率和波形更新速率，因此您的测量精度会下降，很有可能错过重要的毛刺信号。通过使用 DSP 模块，是德科技示波器可以始终保持高效运行，而且显示的波形更加接近于器件的实际输出。

DSO 方框图



您可以看到，信号要经过相当漫长的旅程才能显示到示波器屏幕上，但这一切都是在瞬间发生的。如需了解有关示波器工作原理的更多信息，请访问[是德科技示波器学习中心](http://www.keysight.com/learningcenter)。

如欲了解更多信息，请访问：www.keysight.com

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，请与是德科技联系。如需完整的联系方式，请访问：www.keysight.com/find/contactus

