

# 何为矢量信号收发器 (VST)?



# 目录

1.NI VST: 基于 LabVIEW FPGA 和 NI RIO 构架

2.改进传统射频测试

3.其它射频应用

4.软件设计仪器的多种可能性

在过去的几十年里，软件定义的射频测试系统架构已经成为主流。如今，几乎所有商业现成的（COTS）自动化射频测试系统都使用应用软件通过总线接口与仪器进行通信。射频应用变得越来越复杂，工程师们正面临增强功能性且不增加测量次数与成本的两难。尽管在测试测量算法、总线速度和 CPU 速度上的提高减少了测试次数，但仍需要进一步改善以应对不断复杂化的射频测试应用。

在商用现成的射频测试仪器中增加现场可编程门阵列（FPGA）的使用，可以满足对于速度和灵活性的需求。在高层中，FPGA 是可编程的硅芯片，可以通过软件开发环境的配置来实现自定义硬件功能。虽然在射频仪器中使用 FPGA 是一个很好的创举，但通常这些 FPGA 密闭且功能固定，只能用于特定的目的，允许自定制的范围很小。这正体现了用户可编程的 FPGA 相较于封闭、固定特性 FPGA 的显著优势。借助于用户可编程的 FPGA，您可以自定制射频仪器直至管脚，让它能够满足您的特定应用需求。

矢量信号收发器（VST）是一类全新的仪器，它结合了矢量信号分析仪(VSA)、矢量信号发生器(VSG)与基于 FPGA 的实时信号处理和控制在。NI 的全球首台 VST 还拥有用户可编程 FPGA，它允许自定义算法直接用于仪器的硬件设计。这种软件设计的方法让 VST 拥有了软件定义无线电(SDR)架构的灵活性以及射频仪器的高性能。图 1（下图）展现了传统射频仪器和 VST 软件设计方法之间的差异。

## Vector Signal Transceiver Advantages

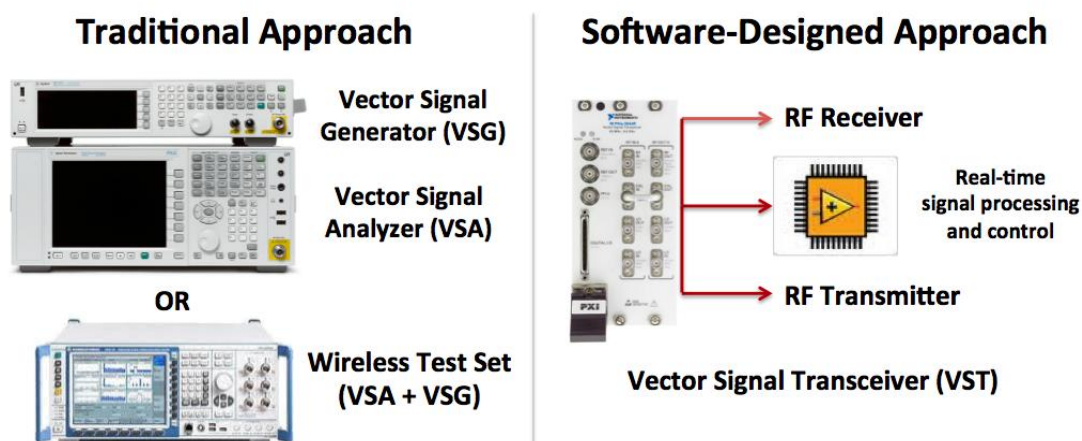


图 1. VST 软件设计方法与传统方法的对比。

## NI VST: 基于 LabVIEW FPGA 和 NI RIO 构架

NI LabVIEW FPGA 模块扩展了 LabVIEW 系统设计软件，以便在 NI 可重配置 I/O（RIO）硬件上应用 FPGA，NI VST 便是其中之一。由于 LabVIEW 能够清楚地表现并行架构和数据流，非常适用于 FPGA 程序的编写，所以用户不论有没有传统 FPGA 设计的经验都能高效运用可重新配置硬件的功能。作为系统设计软件，LabVIEW 能够混合处理 FPGA 和微处理器（在 PC 环境中）上的数据，因而用户无需拥有渊博的计算架构和数据处理知识即可实现，这点对于现代通信测试系统的装配尤其重要。

NI VST 软件基于强大的 LabVIEW FPGA 与 NI RIO 架构，并拥有众多针对客户应用的初始功能，包括应用 IP、参考设计、范例和 LabVIEW 范例项目。这些初始功能包含了所有默认的 LabVIEW FPGA 特性和预构建的 FPGA 位文件，以帮助用户快速上手。若没有这些现成的功能，以及高效的 LabVIEW、精心设计的应用/固件架构，VST 软件设计的特性将会是各类用户不小的挑战，因此正是这些特性将前所未有的高水平定制带向了高端仪器。

## 改进传统射频测试

NI VST 不仅具备快速的测量速度和小巧的生产测试仪器组成结构，同时还拥有研发级箱型仪器的灵活性和高性能。VST 因此可以用来测试各种标准，如 802.11ac，5.8 GHz 下其误差矢量幅度(EVM)优于-45 dB（0.5%）。此外，传输、接收、基带 I/Q 以及数字输入输出都拥有共同的用户可编程 FPGA，使得 VST 远远优于传统的箱型仪器。

数据压缩就是一个典型的例子，截取、信道化、平均以及其它自定义算法允许 FPGA 执行计算强度大的任务。通过减少必要的数据吞吐量和主机上的处理负载，可缩短测量时间且增加平均，给予用户更大的测量信心。其它基于 FPGA、用户定义的算法的范例还包括定制触发、FFT 发动机、噪音校正、内联滤波、变时滞、功率级伺服等等。

软件设计仪器，如 VST，还可以缩小设计和测试之间的差异，让测试工程师可在设计完成之前集成或验证设计的各个方面，同时允许设计工程师使用仪器级硬件，将他们的算法原型化并在设计早期流程中评估设计。

## 范例：基于 FPGA 的 DUT 控制和测试序列

除了射频接收器和发送器的基带 I/Q 数据，PXI VST 还具有高速数字 I/O，可直接连接到用户可编程的 FPGA。这使用户能够执行定制数字协议，控制待测设备（DUT），大幅减少测试次数。查看图 2 中的范例。除此之外，测试序列可在 FPGA 上执行，允许 DUT 通过实时测试改变状态和序列。

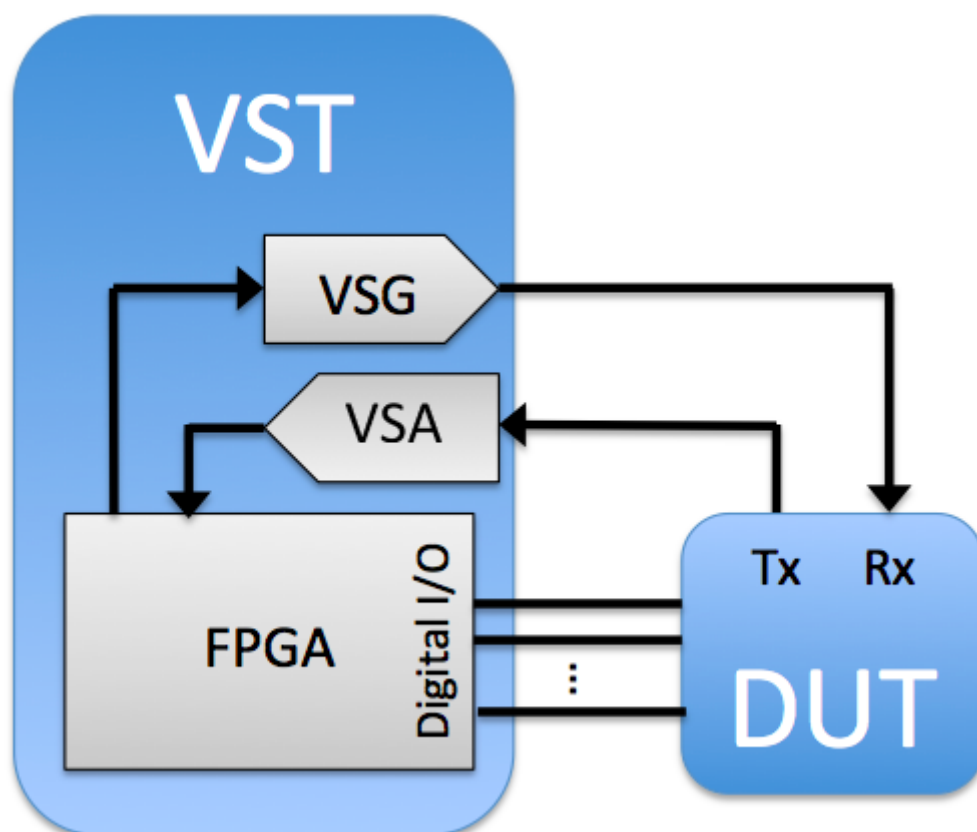


图 2. VST 灵活的数字 I/O 功能可以控制射频收发器的状态。

## 范例：功率放大器测试的功率级伺服

功率放大器（PA）重要的一点是包含预期输出功率，甚至超出其线性工作模式。为了准确地校准 PA，其采用了功率级的伺服反馈循环来确定最终的增益。功率级伺服通过分析仪捕捉当前的电流输出功率，并控制发电机的功率级别，直至获得所需的功率，这是一个相当耗时的过程。简单来说，它使用比例控制循环，在功率级别上来回摆动，直至输出功率级和所需的汇合。VST 适用于功率级伺服，因为进程可直接在用户可编程 FPGA 上实现，从而更快地达到所需的输出功率值（见图 3）。

**Traditional Approach: The majority of the time is spent communicating to instruments.**



**FPGA-Based Approach: Instrument communication time is negligible.**

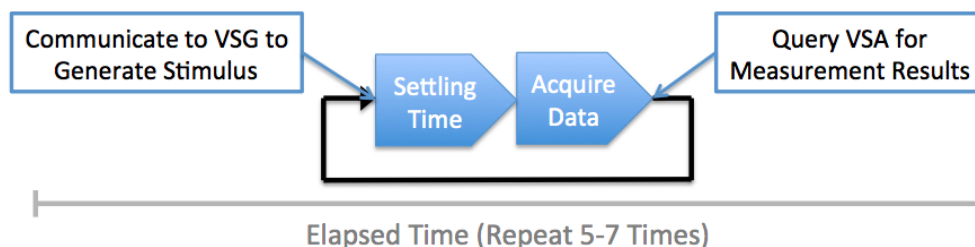


图 3. 在 PA 测试中，功率级伺服上使用 VST 可更快地达到所需的输出功率值。

## 其它射频应用

VST 不仅仅是快速灵活的矢量信号分析仪以及矢量信号发生器。VST 的射频接收器、射频发送器，以及用户可编程的 FPGA 使其能够超越传统的 VSA/ VSG 模式。例如，VST 可由用户完全重新构建，来执行其它复杂的射频应用处理，例如将新的射频协议原型化，实现软件定义的无线电，以及信道间的仿真。

## 范例： MIMO 射频信号的无线电通道仿真器

近年来，多输入多输出（MIMO）射频技术进步显著，尤其是在移动电话和无线标准方面。除此之外，射频调制方法日趋复杂，射频带宽不断增加，射频频谱正变得越来越拥挤。随着技术的进步，在静态的环境中测试无线设备相当重要，但了解这些设备在动态现实世界中的行为也同等重要。

无线信道仿真器是一种可在真实世界中测试无线通信的工具。衰退模式可用来仿真空气的干扰、反射、移动的用户以及其它阻碍物理无线环境中的射频信号的自然现象。在 FPGA 上对这些数学衰退模式编程，VST 可实现实时无线通道仿真器。下面的图 4 为 LabVIEW 环境下的两台 VST 实现 2x2 MIMO 无线通道仿真器。衰退模式的设置显示在屏幕的左侧和中心。通过频谱分析仪捕捉衰退模式发出的射频输出信号，并显示在右边。这些频谱图清楚显示了因衰退模式产生的频谱零点。

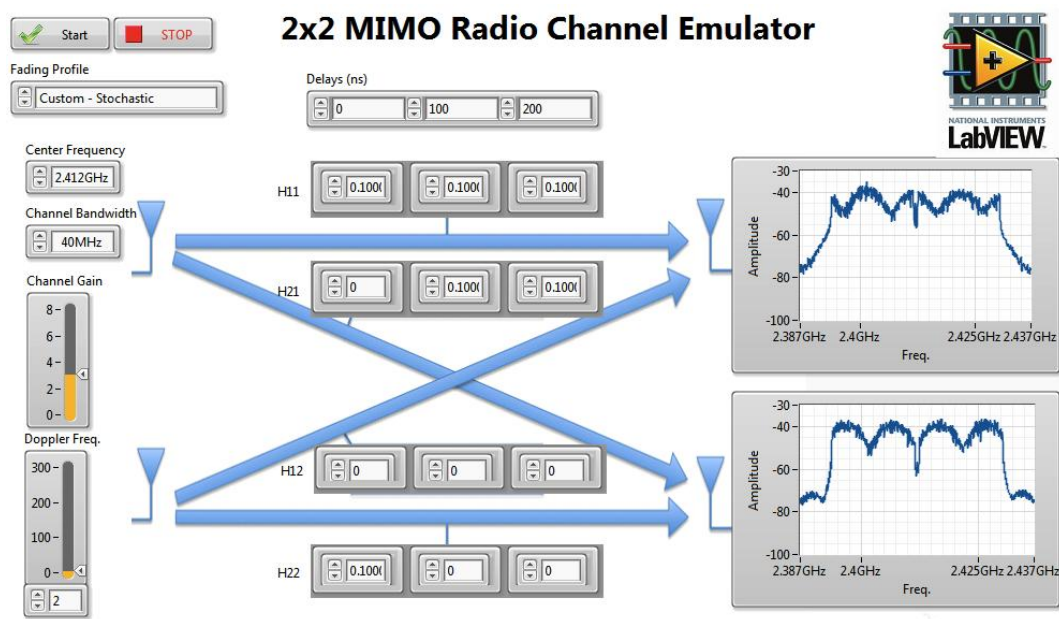


图 4. 范例 LabVIEW 前面板上显示了使用两台 VST 实现 MIMO 信道仿真的效果。

## 软件设计仪器的多种可能性

VST 的诞生引领了一类新的仪器，它们并非供应商提前设定好的仪器，而是经过软件设计，完全针对用户的自身需求进行应用。随着射频 DUT 变得更加复杂，对于上市时间的要求越来越高，仪器的功能水平又掌握在了射频设计师和测试工程师的手中。本文中的范例只不过是 VST 众多功能中极小的一部分。想要知道“什么是矢量信号收发器？”，您先必须回答：“您需要解决何种测量和控制问题？”精确的射频发送器、射频接收器以及数字 I/O 可灵活连接至用户可编程的 FPGA，VST 因而能够从容应对各方面的挑战。访问 [ni.com/vst](http://ni.com/vst) 进一步了解 NI VST。

