

# Entender un sistema de instrumentación modular para pruebas automatizadas

Actualizado 6 may. 2022

## Información general

Esta nota técnica describe la diferencia entre una plataforma de instrumentación modular y una plataforma de instrumentación tradicional.

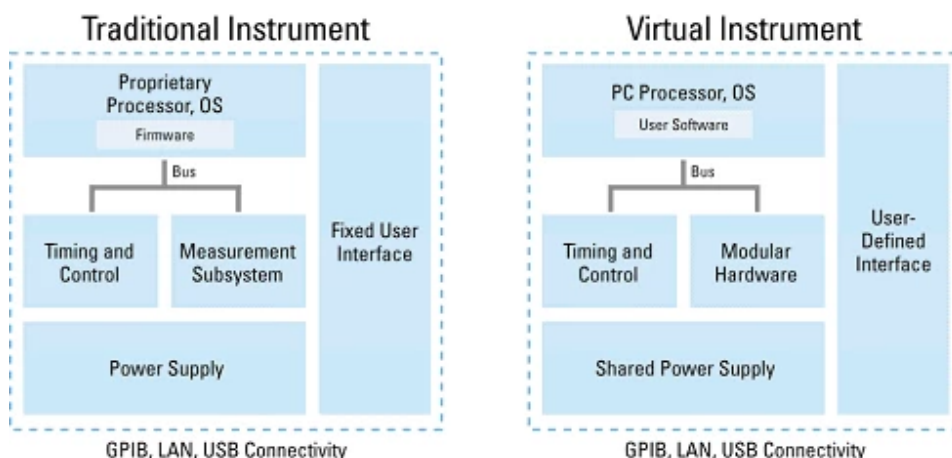
## Contenido

- [Instrumentación modular – Software flexible y definido por el usuario y componentes de hardware escalables](#)
- [Hardware modular para la escalabilidad del sistema](#)
- [La modularidad reduce costos y tamaño, incrementa el rendimiento y extiende el tiempo de vida](#)
- [Software para medidas flexibles y personalizadas](#)
- [Instrumentación modular – Cumplir con las necesidades de las pruebas automatizadas](#)
- [Notas técnicas y productos relevantes](#)

## Instrumentación modular – Software flexible y definido por el usuario y componentes de hardware escalables

Las tendencias a incrementar la complejidad de los dispositivos y la convergencia de la tecnología están determinando que los sistemas de pruebas sean más flexibles. Los sistemas de pruebas deben adaptarse a los dispositivos que van cambiando con el tiempo, a pesar de que las presiones de costos demandan que la vida de los sistemas sea más larga. La única manera de cumplir con estos objetivos es a través de una arquitectura modular y definida por software. Esta nota técnica introduce el concepto de definido-por-software a través de la instrumentación virtual, proporciona opciones para las implementaciones de software y la plataforma de hardware y habla sobre cómo un sistema modular es ideal para enfrentar los retos que implican los equipos de pruebas automatizadas.

Básicamente, hoy en día existen dos tipos de instrumentación, virtual y tradicional. La Figura 1 muestra las arquitecturas de estos tipos.



**Figura 1.** Al comparar arquitecturas de instrumentación tradicional y virtual, ambas comparten componentes de hardware similares; la diferencia principal entre las arquitecturas es en dónde se encuentra ubicado el software y si el usuario tiene acceso a él o no.

**Contactar con un experto >**

Los diagramas muestran las similitudes entre estas dos arquitecturas. Ambas tienen hardware de medidas, un chasis, una fuente de alimentación, un bus, un procesador, un SO y una interfaz de usuario. Debido a que los enfoques utilizan los mismos componentes básicos, la diferencia más obvia desde un punto de vista puramente de hardware es cómo se combinan los componentes. Un instrumento tradicional, o

autónomo, incluye todos los componentes de cada instrumento en la misma caja. Un ejemplo de un instrumento autónomo es un instrumento manual controlado con GPIB, USB o LAN/Ethernet. Estos instrumentos son diseñados como entidades discretas y no para usarse en un sistema. Aunque hay una gran cantidad de instrumentos tradicionales, el procesamiento del software y la interfaz de usuario están fijos en el propio instrumento y solo se pueden actualizar cuando y como el proveedor lo elija (por ejemplo, a través de una actualización de firmware). Por lo tanto, es imposible para el usuario realizar medidas que no están incluidas en la lista de funciones de un instrumento tradicional, lo cual hace difícil realizar medidas para nuevos estándares y modificar el sistema si éste requiere cambios.

Por el contrario, un instrumento virtual definido por software permite que los datos sin procesar del hardware estén disponibles para los usuarios para definir sus propias medidas e interfaz de usuario. Con este enfoque definido por software, los usuarios pueden realizar sus medidas personalizadas, realizar medidas para nuevos estándares o modificar el sistema si éste requiere cambios (por ejemplo, agregar instrumentos, canales o medidas). Si bien el software definido por el usuario se puede utilizar para hardware autónomo específico de la aplicación, se combina idealmente con hardware modular de uso general donde se puede aprovechar toda la flexibilidad y el rendimiento del software de medidas. Esta combinación de software flexible definido por el usuario y componentes de hardware escalables es el núcleo de la instrumentación modular.

## Hardware modular para la escalabilidad del sistema

La instrumentación modular puede tomar diferentes formas. En un sistema de instrumentación modular bien diseñado, muchos de los componentes, como el chasis y la fuente de alimentación, se comparten con varios módulos de instrumentos en lugar de duplicar estos componentes por cada función del instrumento. Estos módulos de instrumento también pueden incluir diferentes tipos de hardware, incluyendo osciloscopios, generadores de funciones, dispositivos digitales y de RF. En algunos casos, como se muestra en la Figura 2, el hardware de medidas es simplemente un periférico que se instala en una de las ranuras periféricas o puertos periféricos de la PC principal. En este caso, la PC principal proporciona el procesador para realizar las medidas en software, así como el chasis para la fuente de alimentación y E/S.



**Figura 2.** Ejemplos de opciones de hardware de medidas para instrumentación modular incluyen un módulo periférico USB (izquierda) y un módulo insertable PCI Express (derecha).

En otros casos, como en PXI (extensiones PCI para instrumentación) - una plataforma robusta para pruebas, medidas y control soportada por más de 70 compañías con membresía - el hardware de medidas está alojado en un chasis industrial (ver Figura 3).

**Contactar con un experto >**



**Figura 3.** Este ejemplo de un sistema de instrumentación modular utiliza hardware PXI y software de desarrollo de sistemas NI LabVIEW.

En un sistema PXI, la PC principal puede estar embebida en el chasis (como se muestra en la Figura 3) o puede ser una PC portátil o de escritorio por separado, o un servidor que controla el hardware de medidas a través de una interfaz cableada. Debido a que un sistema PXI utiliza los mismos buses internos que una PC, PCI y PCI Express, y componentes de PC listos para utilizarse para controlar el sistema, los mismos conceptos de la instrumentación modular se aplican de la igual manera al utilizar un sistema PXI o una PC. Sin embargo, PXI proporciona otros beneficios para la instrumentación modular que no se presentan aquí, como un mayor número de canales, portabilidad y robustez (para más información sobre PXI, consulte [ni.com/pxi](http://ni.com/pxi)). Sin importar si el sistema utiliza PXI, una PC de escritorio con módulos insertables internos o una PC de escritorio con módulos de E/S periféricos, compartir el chasis y el controlador reduce de manera significativa los costos y también permite al usuario controlar el software de medidas y análisis. Hay muchas opciones de configuración para la instrumentación modular, pero la diferencia entre este enfoque y la instrumentación tradicional es que el software es abierto, por lo que los usuarios pueden definir sus propias medidas conforme las pruebas van necesitando cambios o si las medidas no están disponibles en los instrumentos tradicionales.

Es importante tener en cuenta que este enfoque modular no implica que la sincronización del instrumento o canal sea inferior al compararla con instrumentos tradicionales que combinan funciones en un mismo paquete. Por el contrario, los instrumentos modulares están diseñados para integrarse para el uso del sistema. Todos los instrumentos modulares proporcionan habilidades de temporización y sincronización a través de relojes compartidos y disparos. Por ejemplo, para la más alta precisión de sincronización, los instrumentos de banda base, IF y RF se pueden sincronizar entre ellos con un desfase entre instrumentos menor a 100 ps, mejor que el desfase entre múltiples canales en un mismo instrumento.

## La modularidad reduce costos y tamaño, incrementa el rendimiento y extiende el tiempo de vida

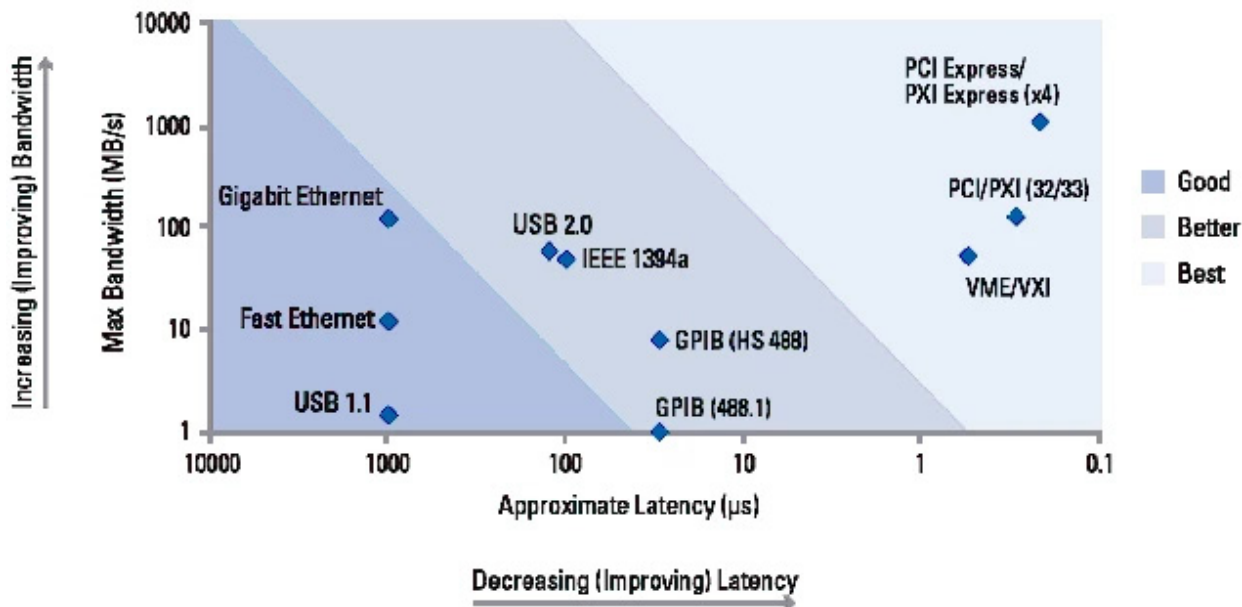
Aunque el término "modular" a veces se utiliza de manera incorrecta al basarse solamente en el empaque de hardware, la instrumentación modular comprende más que sólo el empaque. Los usuarios deben esperar tres cosas de un sistema de instrumentación modular: menor costo y tamaño en un chasis, plano trasero y procesador compartidos; rendimiento más rápido a través de una conexión de alta velocidad al procesador host; y mayor flexibilidad y longevidad a través de software definido por el usuario.

Como se describió anteriormente, todos los instrumentos en un sistema de instrumentación modular comparten la misma fuente de alimentación, chasis y controlador. Los instrumentos autónomos duplican la fuente de alimentación, el chasis y/o el controlador por cada instrumento, aumentando los costos y el tamaño y reduciendo la fiabilidad. De hecho, cada sistema de pruebas automatizadas requiere una PC sin importar el bus que se utilice; una arquitectura modular que comparte este controlador con todos los instrumentos distribuye ese costo en todo el sistema. En los sistemas de instrumentación modular, los procesadores de PC de GHz analizan la información y realizan medidas utilizando software. El resultado son medidas con un rendimiento 10 a 100 veces mayor que el de un sistema de pruebas que consiste solamente en instrumentos tradicionales y que utiliza firmware integrado definido por el proveedor y procesadores específicos de la aplicación. Por ejemplo, un analizador vectorial de señales (VSA) típico realiza 0.13 medidas de potencia en banda por segundo, mientras que un VSA modular de NI puede realizar 4.18 medidas de potencia en banda por segundo - una mejoría 33 veces mayor.

Los instrumentos modulares requieren un bus de alto ancho de banda y baja latencia para conectar los módulos del instrumento a los procesadores compartidos y así realizar medidas definidas por el usuario. Aunque USB proporciona una experiencia excelente al usuario en términos de facilidad de uso, PCI y PCI Express (y por lo tanto la plataforma PXI, que está basada en estos buses) proporcionan el más alto rendimiento en instrumentación modular. Hoy en día PCI Express proporciona ranuras de hasta 4 GB/s y PXI proporciona ranuras con ancho de

**Contactar con un experto >**

banda de hasta 2 GB/s cada una – 33 veces más rápido que un USB de alta velocidad, 160 veces más rápido que Ethernet de 100 Mb/s y hasta 16 veces más rápido que el Ethernet de Gb/s en desarrollo (Figura 4). Los buses periféricos como LAN y USB siempre se conectan al procesador PC a través de un bus interno como PCI Express y por lo tanto, su rendimiento siempre es menor. Como ejemplo de cómo los buses de alta velocidad pueden tener un impacto en las pruebas y las medidas, considere un sistema modular de adquisición de RF. Una ranura PCI Express x4 (2 GB/s) en una PC de escritorio o un sistema PXI puede transmitir a dos canales de 100 MS/s, datos de IF (frecuencia intermedia) de 16 bits directamente a un procesador. Debido a que ni LAN, ni USB pueden cumplir con estos requisitos, los instrumentos que necesitan este nivel de rendimiento siempre incluyen un procesador embebido y definido por el proveedor para realizar estas medidas, en cuyo caso ya no son modulares.

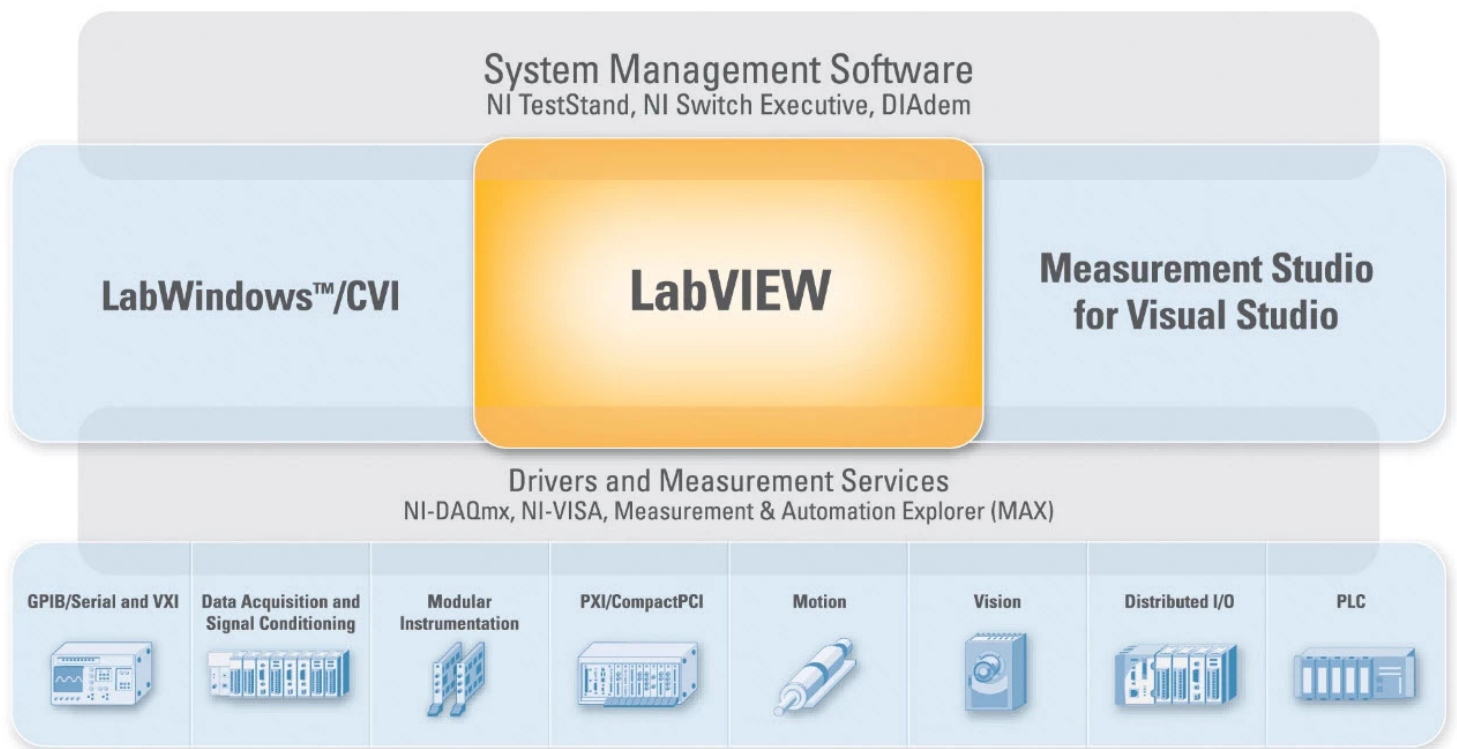


**Figura 4.** PCI y PCI Express proporcionan el mayor ancho de banda y la latencia más baja, reduciendo el tiempo de pruebas y proporcionando flexibilidad y longevidad a través de software definido por el usuario.

En un instrumento modular, la conexión de alta velocidad a la PC principal proporciona la flexibilidad y longevidad porque permite al software ubicarse en la PC principal en vez de en el instrumento. Al ejecutarse el software en la PC principal, el usuario y no el proveedor es quien define cómo funciona el instrumento. Esta arquitectura le brinda la habilidad de (1) realizar medidas que no son lo suficientemente comunes para estar incluidas en el enfoque típico, no modular y definido por el proveedor; (2) crear medidas para estándares que aún no se publican; y (3) definir los algoritmos utilizados para realizar medidas específicas. La naturaleza del software de ser definido por el usuario también implica que usted puede agregar o modificar medidas, incluso instrumentos, conforme el dispositivo bajo prueba va cambiando. Usted también puede utilizar el acceso directo a software para monitorear o controlar estos instrumentos modulares desde la red. Es importante notar que estas implementaciones de hardware no sacrifican el rendimiento de las medidas. Hoy en día, los instrumentos diseñados con un enfoque de instrumentación modular incluyen el digitalizador con la mayor resolución en la industria, el generador de forma de onda arbitraria de mayor ancho de banda y el multímetro digital de 7½ dígitos más preciso.

## Software para medidas flexibles y personalizadas

No se puede subestimar el papel del software en la instrumentación modular. El software convierte los bits sin procesar del hardware en medidas útiles. Un sistema de instrumentación modular bien diseñado toma en consideración múltiples capas de software, incluyendo controladores de E/S, desarrollo de aplicaciones y administración de pruebas, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Las capas de software a menudo se utilizan en un sistema de instrumentación modular.

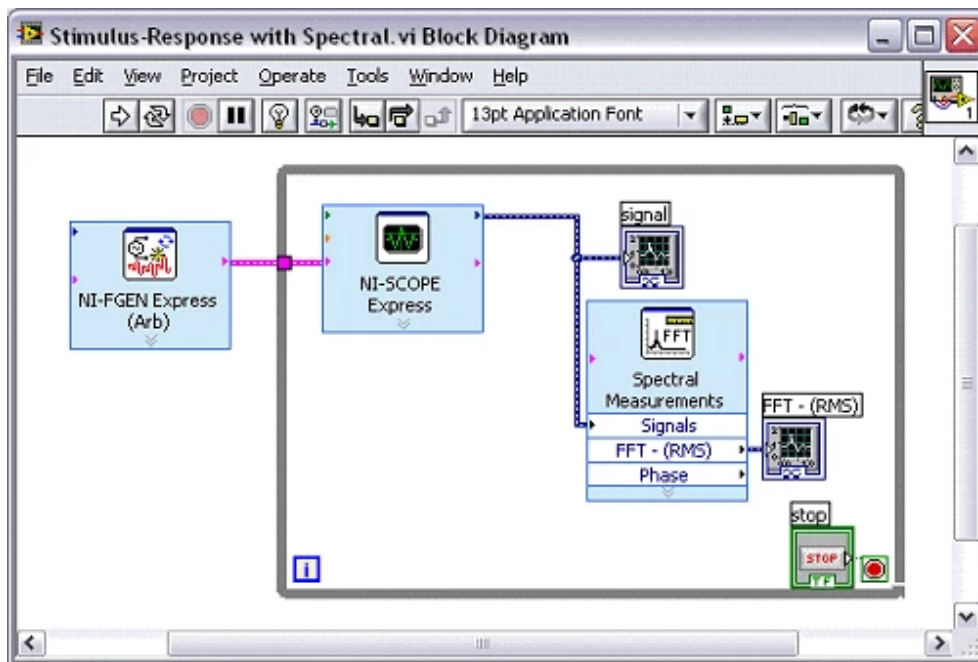
La capa inferior, los servicios de medidas y control, es uno de los elementos más cruciales de un sistema de instrumentación modular, aunque a menudo se pasa por alto. Esta capa representa el software de E/S del controlador y las herramientas de configuración de hardware. Este software controlador es crítico porque proporciona la conectividad entre el software de desarrollo de pruebas y el hardware para medidas y control.

Los controladores de instrumentos proporcionan un conjunto de funciones de alto nivel y legibles para conectarse con los instrumentos. Cada controlador de instrumento está diseñado específicamente para un modelo de instrumento en particular para que pueda proporcionar una interfaz para sus habilidades únicas. En un controlador de instrumento es particularmente importante por su integración con el entorno de desarrollo para que los comandos del instrumento sean parte integral del desarrollo de la aplicación. Los desarrolladores de sistemas necesitan interfaces de controlador de instrumentos optimizadas para su elección de entorno de desarrollo, por ejemplo, NI LabVIEW, ANSI C, C++ o Microsoft .NET.

Las herramientas de configuración también se representan en los servicios de medida y control. Además, las herramientas de configuración incluyen recursos para configurar y probar E/S, así como almacenar información de escala, calibración y etiquetado de canales. Estas herramientas son importantes para rápidamente construir, depurar y mantener un sistema de instrumentación.

El software en la capa del entorno de desarrollo de aplicación proporciona las herramientas para desarrollar el código o el procedimiento para la aplicación. Aunque la programación gráfica no es un requisito de un sistema de instrumentación modular, estos sistemas a menudo utilizan herramientas gráficas para facilitar el uso y agilizar el desarrollo. La programación gráfica utiliza "íconos" o funciones simbólicas que representan con imágenes la acción que se va a realizar, como se muestra en la Figura 6. Estos símbolos se conectan entre sí con "cables" que transfieren los datos y determinan el orden de la ejecución. LabVIEW proporciona el entorno de desarrollo gráfico más completo y más usado en la industria.





**Figura 6.** Código para una aplicación típica de estímulo/respuesta utilizando instrumentación modular, escrito en LabVIEW, (1) genera una señal desde un generador de forma de onda arbitraria, (2) adquiere la señal con un digitalizador/osciloscopio; (3) realiza una transformada rápida de Fourier (FFT) y (4) grafica el resultado de la FFT en la interfaz de usuario (panel frontal).

Algunas aplicaciones también requieren una capa adicional de administración de software, ya sea para ejecución de pruebas o visibilidad en los datos de prueba. Estos se representan en la capa de software de administración de pruebas. Para sistemas de pruebas altamente automatizados, el software de administración de pruebas proporciona un framework para secuencias, branching/ciclos, generación de reportes e integración de bases de datos. La herramienta de administración de pruebas también debe proporcionar estrecha integración con entornos de desarrollo en los cuales se crea el código específico para la aplicación. El [software de administración de pruebas](#) de National Instruments, por ejemplo, proporciona este framework para secuencias, branching, generación de reportes e integración de bases de datos e incluye conectividad con todos los entornos de desarrollos comunes. En otras aplicaciones que necesitan visibilidad en grandes cantidades de datos de pruebas, otras herramientas podrían resultar útiles. Estas necesidades incluyen acceso rápido a grandes volúmenes de datos dispersos, reportes consistentes y visualización de datos. Estas herramientas de software ayudan a administrar, analizar y reportar datos recolectados durante la adquisición de datos y/o generados durante simulaciones.

Cada capa de esta arquitectura de software debe considerarse para un sistema de instrumentación modular.

## Instrumentación modular – Cumplir con las necesidades de las pruebas automatizadas

Conforme los dispositivos se vuelven más complejos e incluyen diferentes tecnologías, los sistemas de pruebas se deben volver más flexibles. Mientras que los sistemas de pruebas deben adaptarse a los dispositivos que van cambiando con el tiempo, las presiones de costos demandan que la vida de los sistemas sea más larga. La única manera de cumplir con estos objetivos es a través de una arquitectura modular y definida por software. A través de componentes compartidos, los buses de alta velocidad y software abierto definido por usuario, la instrumentación modular es diseñada para cubrir las necesidades de los equipos de pruebas automatizadas (ATE) de hoy en día y del futuro.

## Notas técnicas y productos relevantes

National Instruments, líder en pruebas automatizadas, está comprometida en proporcionar los productos de hardware y software que los ingenieros necesitan para crear estos sistemas de prueba de la próxima generación.

### Software

- [NI TestStand framework de administración de pruebas](#)
- [NI LabVIEW para automatizar sistemas de pruebas y validación](#)

**Contactar con un experto >**

### Hardware

- [Instrumentos modulares \(osciloscopios, multímetros, RF, conmutación y más\)](#)
- [Adquisición de Datos multifunción](#)
- Componentes del sistema PXI ([chasis](#) y [controladores](#))
- [Control de instrumentos \(GPIB, USB y LAN\)](#)

## **Biblioteca de recursos para desarrollo del sistemas de pruebas**

National Instruments ha desarrollado una extensa colección de guías técnicas para ayudarlo con todos los elementos del diseño de su sistema de pruebas. El contenido de estas guías esta basado en prácticas recomendadas que comparten los equipos de ingeniería de pruebas líderes en la industria que participan en los comités de asesoría al cliente y con la experiencia de los equipos de ingeniería de pruebas y de desarrollo e investigación de productos. Finalmente, estos recursos están diseñados para compartir las prácticas recomendadas de ingeniería de pruebas de manera práctica y reutilizable. [Descargue las guías de la biblioteca de recursos de desarrollo del sistema de pruebas.](#)