

2007 NI Technical Symposium



Comparación de Buses de Instrumentos para Pruebas Automatizadas: PCI, PCI Express, PXI, PXI Express, GPIB, USB, y Ethernet/LXI

M.C. Carlos Martínez
Gerente de Ventas – Zona Norte

Agenda

- Conceptos básicos de control de instrumentos
- Características de los buses
 - GPIB, USB, PCI, PCI Express, Ethernet/LAN/LXI
- Comparación directa
 - Configuración
 - Ancho de banda
 - Latencia
 - Sistemas distribuidos/remotos
 - Robustez física
- Sistemas híbridos

Selección de un Bus para Control de Instrumentos

PXIExpress™

PCI



Fast Ethernet



PCI  **EXPRESS™**



GPIB

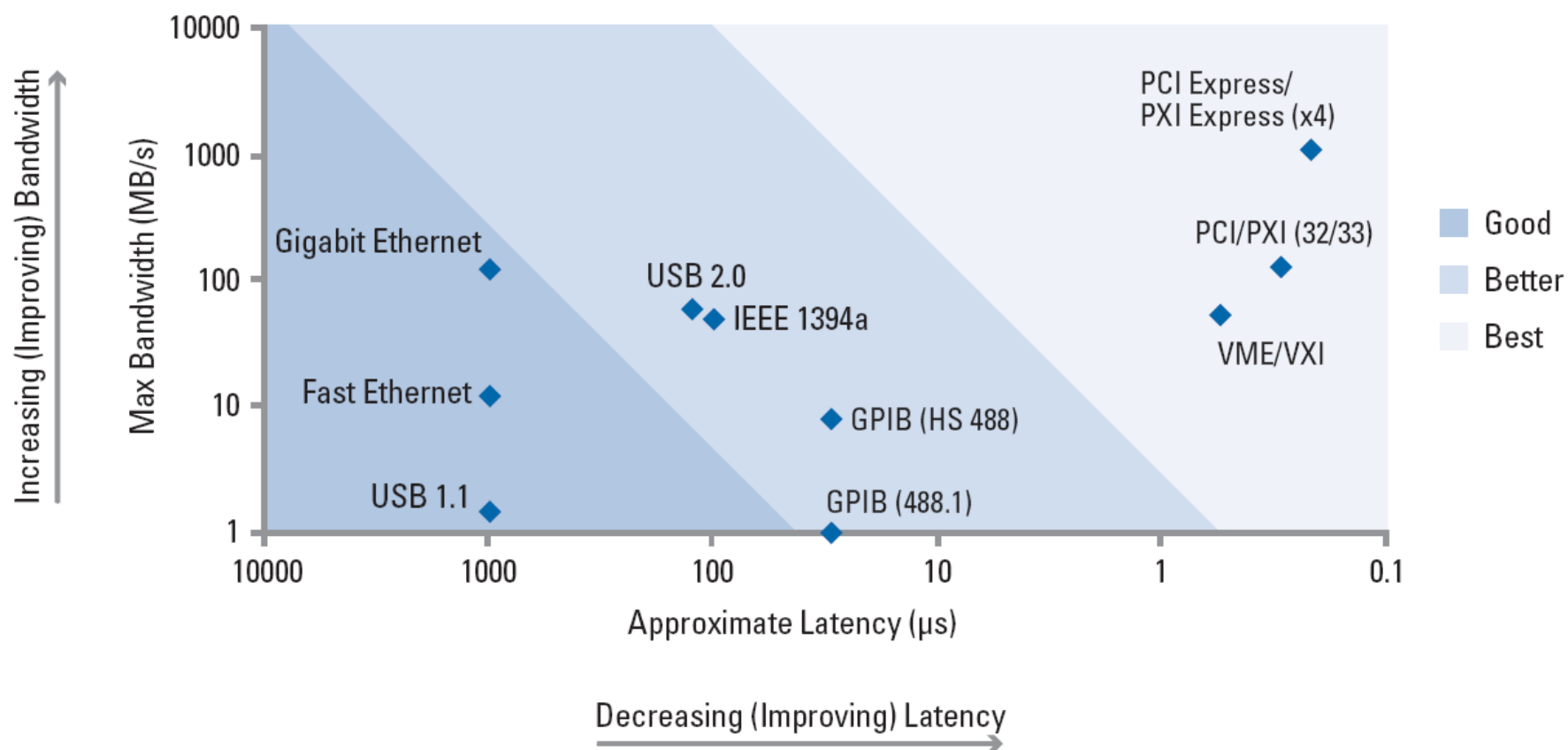
Gigabit Ethernet



VMEbus

CompactPCI®

Latencia vs Ancho de Banda



GPB/IEEE-488

HS488 Ancho de Banda Máx: 8 MB/s

488.1 Ancho de Banda Máx: 1.8 MB/s

Distribución del Ancho de Banda: Compartido

Calificación del AB: Bueno

Calificación Latencia: Mejor

- Más de 30 años de compatibilidad
- Robusto y confiable
- Gran adopción en la industria
- Mayor base instalada de instrumentos
- Ideal para:
 - Automatización de equipo existente
 - Sistemas híbridos
 - Sistemas que requieren de instrumentos muy especializados



USB

Ancho de Banda Máx: 60 MB/s (Hi-Speed USB)

Distribución del Ancho de Banda:
Compartido en los puertos

Calificación del AB: Mejor

Calificación Latencia: Mejor

- Presente en todas las PCs
- Conectividad más sencilla mediante autodetección
- Ideal para:
 - Aplicaciones portátiles y de escritorio
 - Sistemas pequeños y de bajo costo



Ethernet/LXI

1000BaseT Ancho de Banda Máx: 125 MB/s
(Gigabit Ethernet)

100BaseT Ancho de Banda Máx: 12.5 MB/s
(Fast Ethernet)

Distribución del Ancho de Banda: Compartido
a lo largo de la red

Calificación del AB: Mejor

Calificación Latencia: Bueno

- Capacidades remotas
- Presente en PCs
- Ideal para:
 - Sistemas distribuidos
 - Monitoreo remoto



PCI y PCI Express

Ancho de Banda PCI Express: (x1) 250 MB/s – (x16) 4000 MB/s

Distribución AB de PCI Express:

Dedicado por dispositivo

Ancho de Banda Máximo PCI: 132 MB/s

Distribución AB PCI: Compartido

Calificación del Ancho de Banda: el Mejor

Calificación Latencia: el Mejor

- Mejor ancho de banda y latencia de todos
- Presente en las PCs
- Permite instalar instrumentos de bajo costo
- Ideal para:
 - Sistemas de alto desempeño
 - Sistemas que procesan muchos datos



PXI y PXI Express

Ancho de Banda de PXI Express: (x1)

250 MB/s – (x8) 2000 MB/s

Distribución del AB en PXI Express:

Dedicado por dispositivo

Ancho de Banda Máx en PXI: 132 MB/s

Distribución del AB en PXI: Compartido

Calificación del AB: el Mejor

Calificación de Latencia: el Mejor

- Mejor opción en términos de ancho de banda y latencia
- Basado en el estándar físico de CompactPCI
- Adiciona características de control de tiempos y sincronización a CompactPCI
 - Bus de disparos
 - Disparos en estrella
 - Reloj compartido de 10 o 100 MHz

Ideal para:

- Sistemas de alto desempeño
- Integración de diferentes instrumentos
- Control de tiempos y sincronización



Comparación Directa

- Configuración
- Ancho de Banda
- Latencia
- Sistemas distribuidos/remotos
- Robustez física

1. Configuración

Bus	Configuración	Notas
Ethernet/LXI	Bueno	Configuración de la IP y subred
GPIB	Mejor	Búsqueda en el bus por el instrumento
PCI	Mejor	Necesidad de apagar el equipo; Windows detecta y autoconfigura
PCI Express	Mejor	Necesidad de apagar el equipo; Windows detecta y autoconfigura
USB	la Mejor	Autodetección y autoconfiguración del instrumento

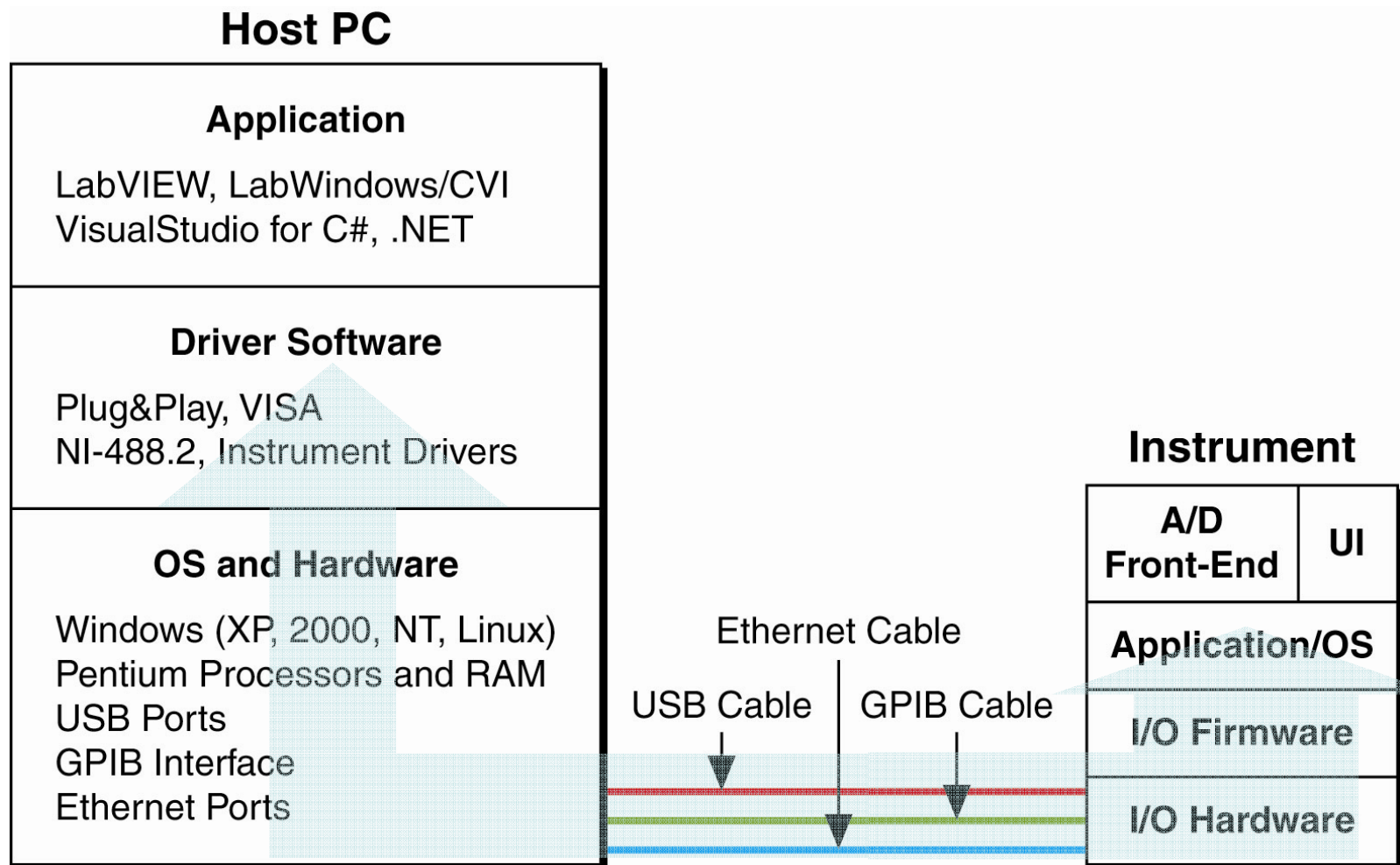
Varios Factores Afectan el Desempeño

- **Procesamiento:** Ejecución del cómputo en la PC en lugar del instrumento
- **Tamaño de la transferencia:** El número de bytes por transferencia
- **Formato de los datos:** Formatos de transferencia para formas de onda: ASCII, binario
- **Operaciones síncronas vs asíncronas:** Las llamadas síncronas regularmente son mejores para transferencias pequeñas, dependiendo del número de tareas en paralelo

Implementación Práctica del Bus

- Los números teóricos en el ancho de banda raramente se logran
- Los cuellos de botella ocurren
 - Cuando un bus rápido se enruta a través de uno lento
 - Al implementar pobremente la comunicación en el firmware
- Incluso, puede ser evidente la diferencia en desempeño, dependiendo de la implementación de cada fabricante del dispositivo

Comparación de Desempeño



Sistema de Pruebas para Comparación

Aplicación

- LabVIEW 8.5
- Llamadas idénticas a funciones IVI



OS y Hardware

- Windows XP
- Procesador Pentium
- Puertos Hi-Speed USB
- Interfaz GPIB
- Ethernet a través de un switch Gigabit

PCI (PXI)

Ethernet (100BaseT)

Hi-Speed USB

GPIB (488.1)

NI
Arbitrary Waveform
Generator

NI PXI
Digitizer

Osciloscopio

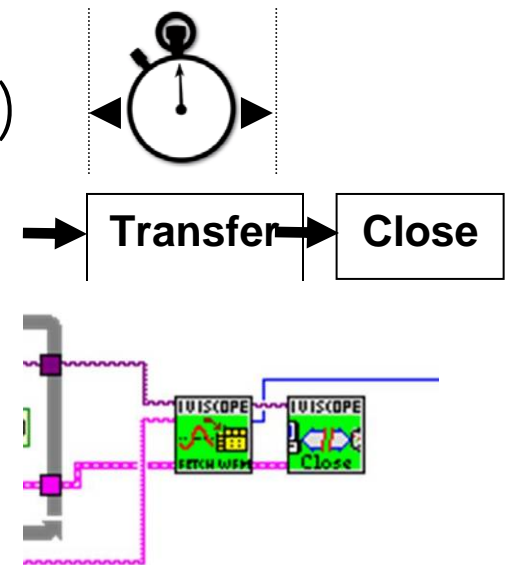
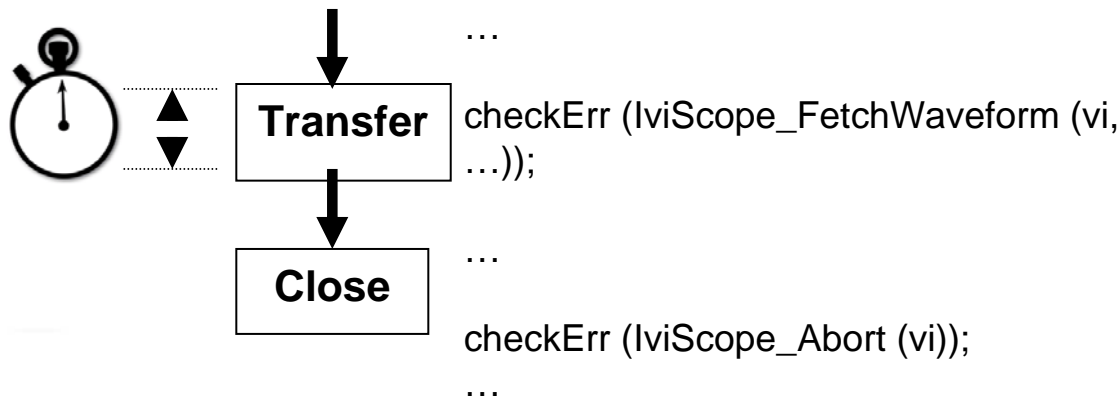
2. Ancho de Banda

Bus	Ancho de Banda Ideal (MB/s)	Distribución
GPIB	1.8 (488.1) 8 (HS488)	Compartido
USB	60 (Hi-Speed USB)	Compartido
Ethernet/LXI	12.5 (Fast) 125 (Gigabit)	Compartido
PCI	132	Compartido
PCI Express	250 (x1) 4000 (x16)	Dedicado por dispositivo y dirección

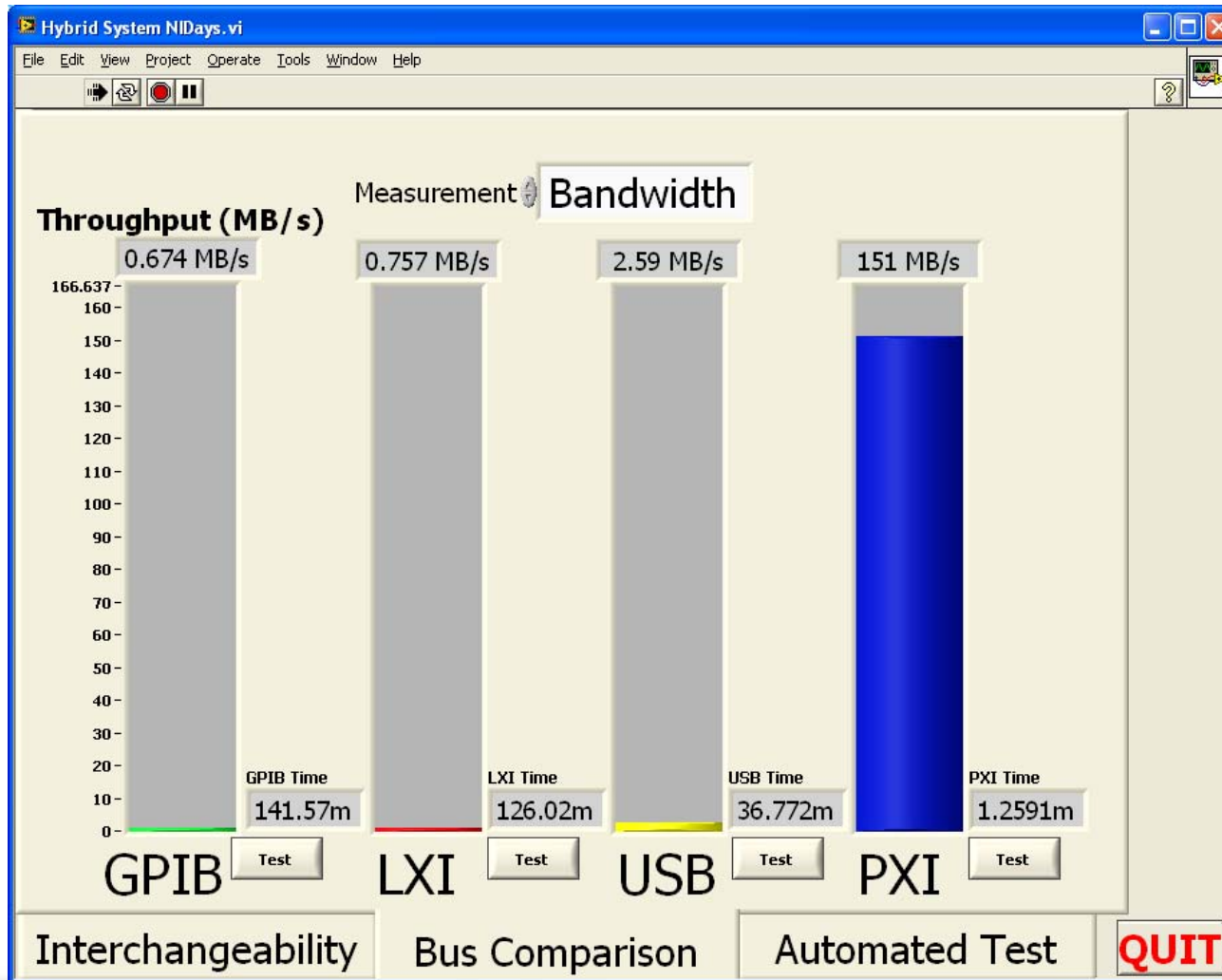
2. Experimento de Ancho de Banda

DEMO

- Uso de funciones IVI idénticas por bus
- Transferencia de 100,000
- Promedio tras 100 pruebas por bus
- Transferencia de datos de medición únicamente
- Temporización mediante función QP (Win kernel)



Resultados del Experimento de Ancho de Banda

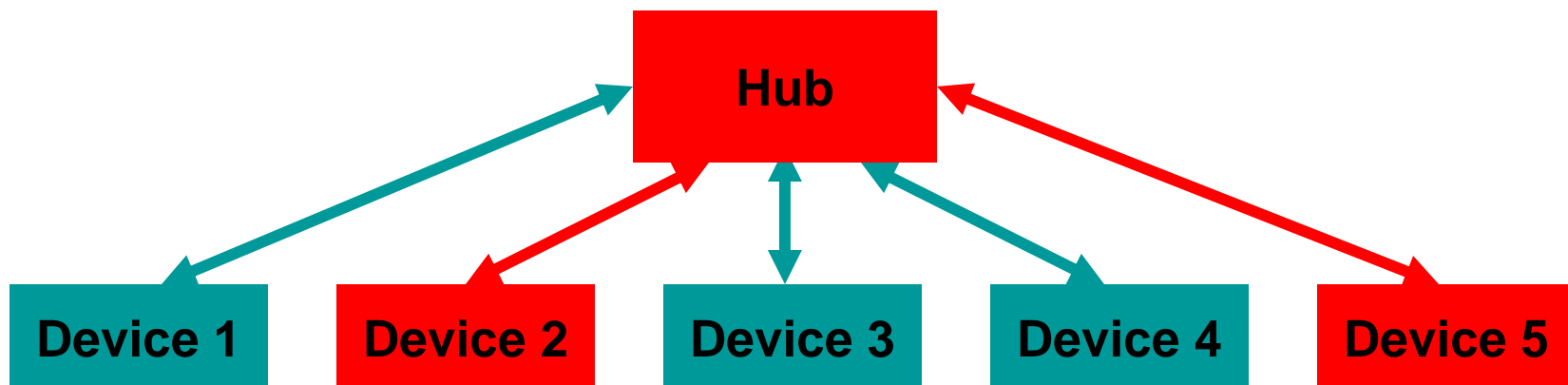


3. Latencia

Bus	Latencia (microsegundos)
Ethernet/LAN	1000 (Fast) 1000 (Gigabit)
USB	1000 (USB 1.1) 125 (Hi-Speed USB)
GPIB	30
PCI	0.7
PCI Express	0.7 (x1) 0.7 (x4)

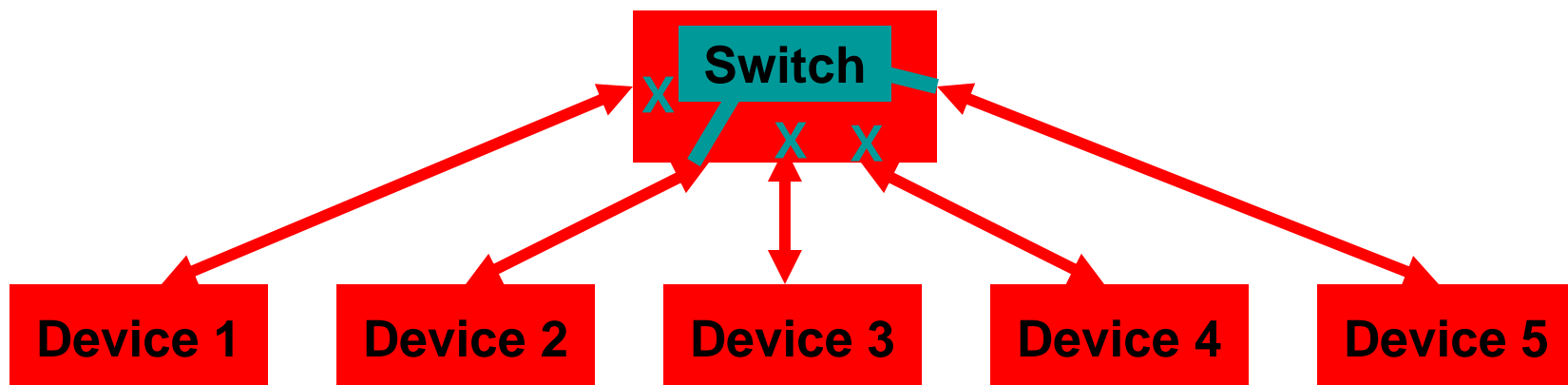
Fuente: Bus specifications and 2005 NI benchmark testing

Ethernet Compartido Utilizando un Hub



- Solamente una red Ethernet
- Solamente el maestro puede transferir datos
- Las colisiones se resuelven mediante retrasos aleatorios antes de la siguiente petición

Ethernet de Punto a Punto Utilizando un Switch

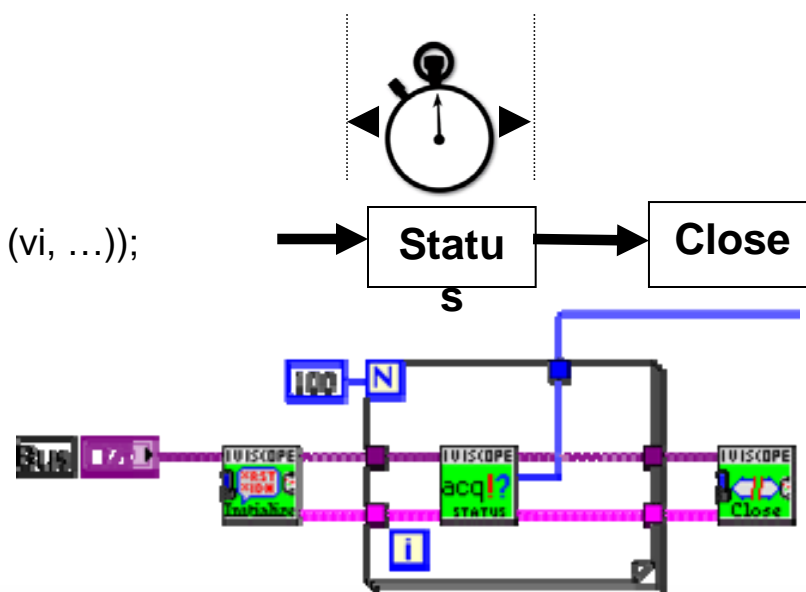
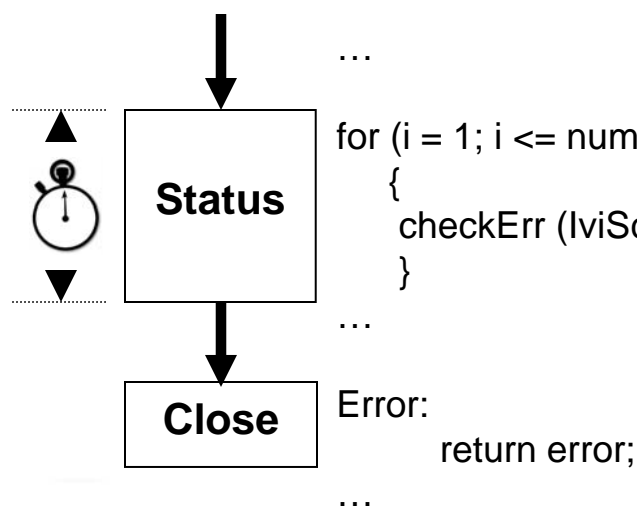


- Múltiples redes Ethernet punto a punto
- Cada dispositivo comparte el bus maestro mediante un puerto del switch en el enlace local
- Las colisiones se resuelven al poner en una fila los retrasos y las variaciones en el switch

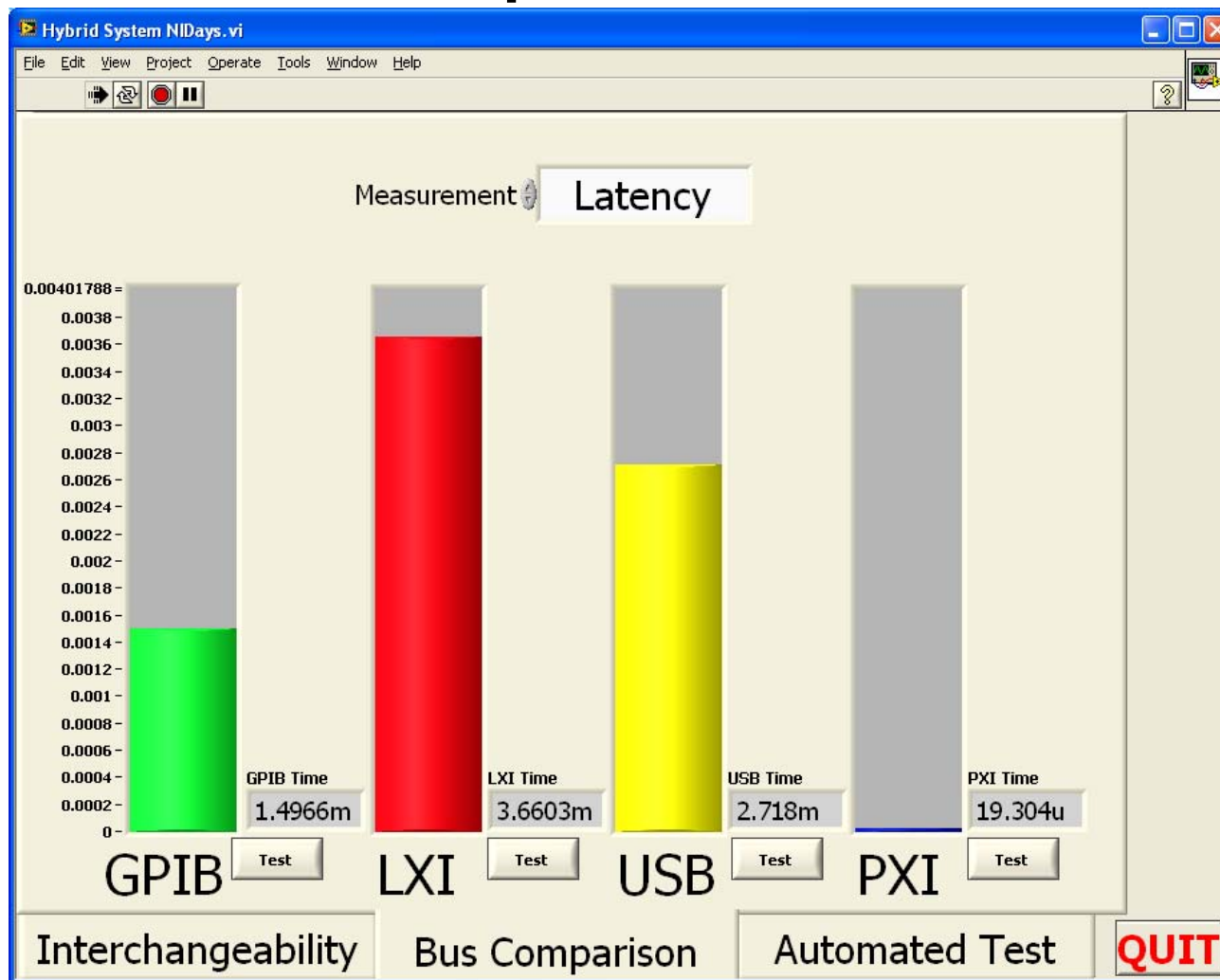
4. Experimento de Latencia

DEMO

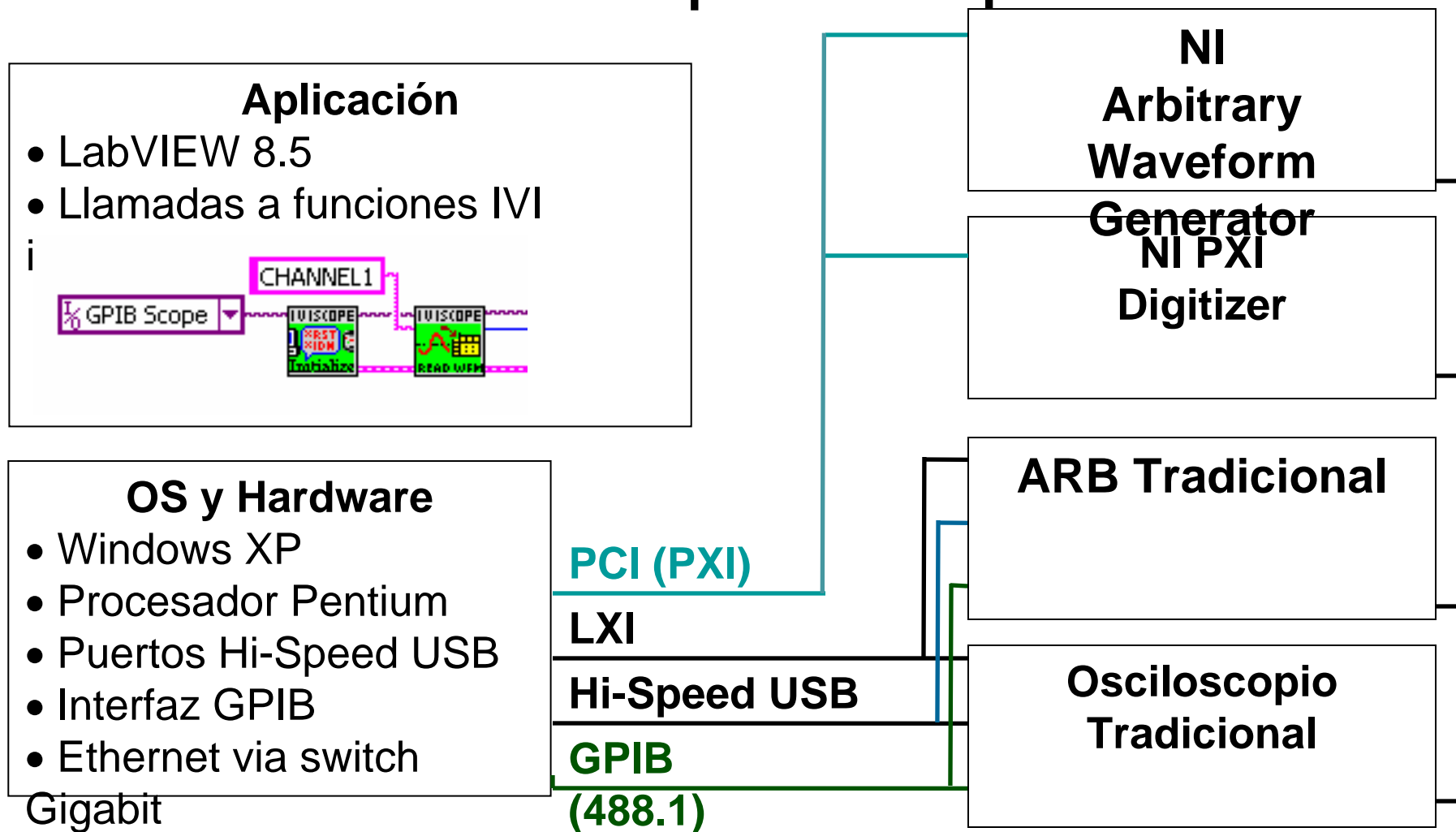
- Uso de funciones IVI idénticas por cada bus
- Consulta del estado de la adquisición 100 veces
- Temporización mediante función QP (kernel de Windows)



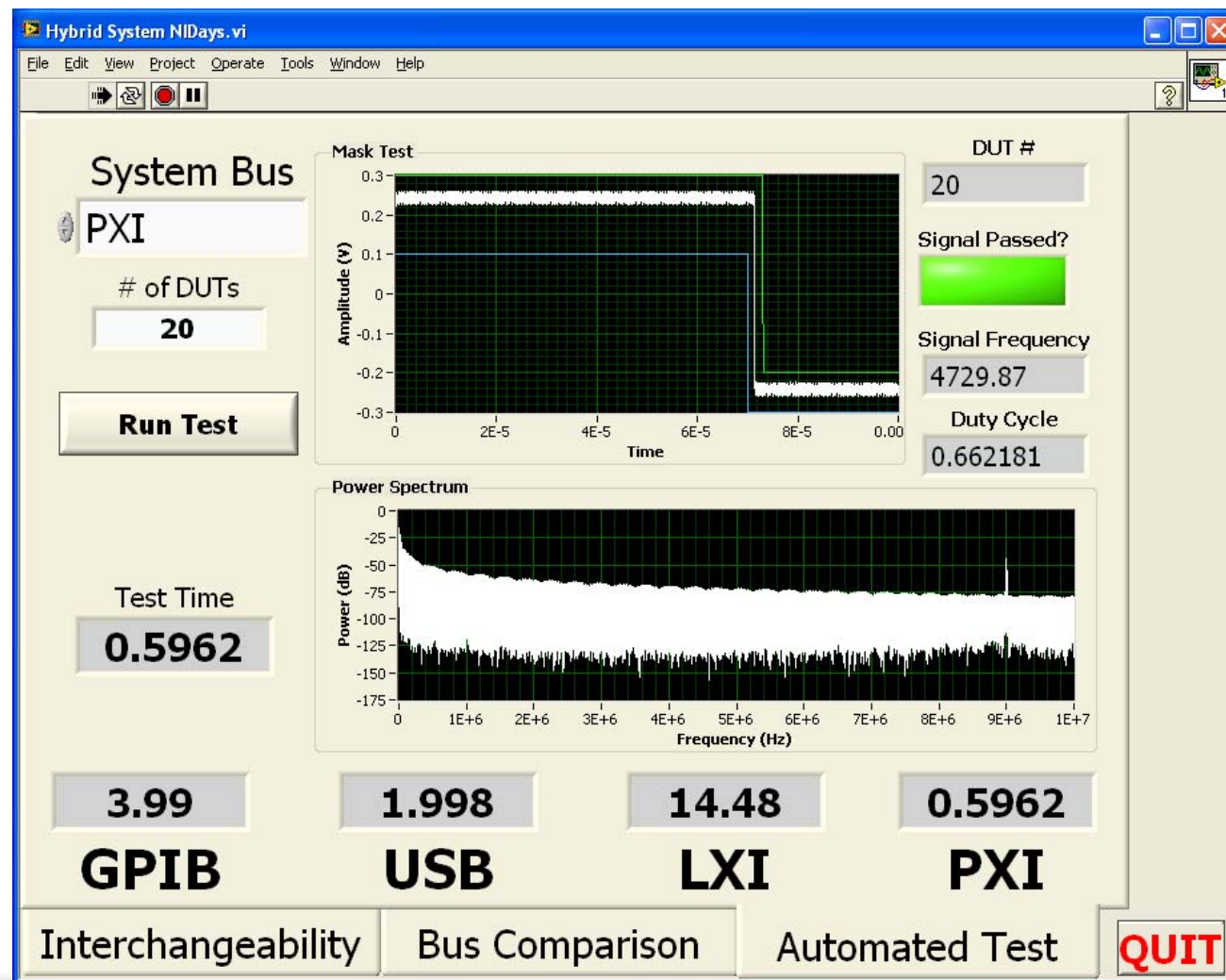
Resultados del Experimento de Latencia



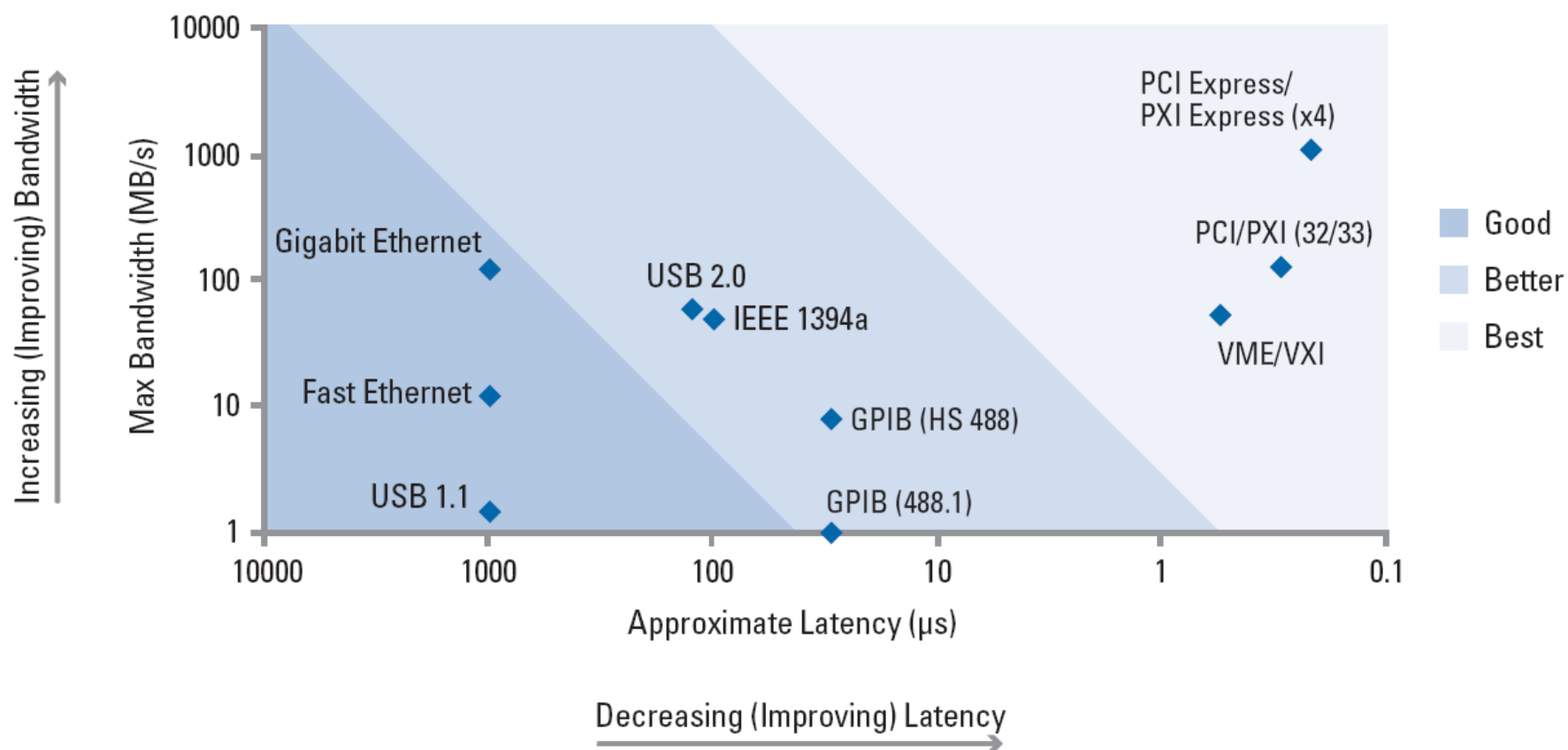
Sistema de Pruebas para Comparación



Ejemplo de Pruebas Automatizadas



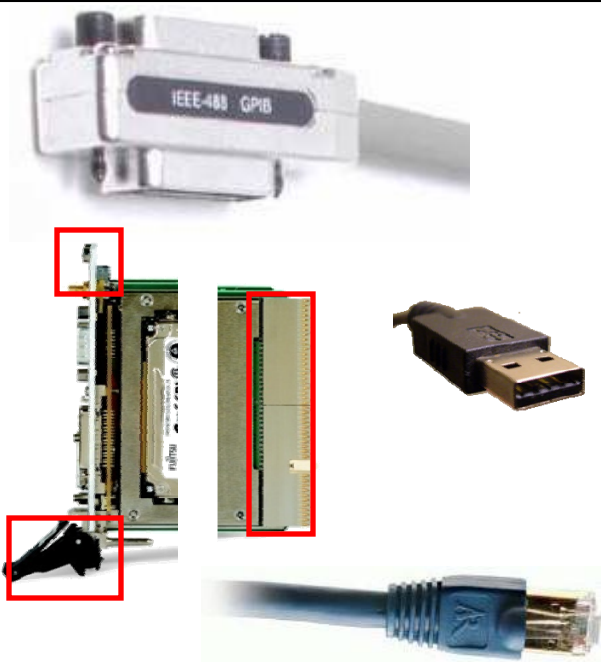
Latencia versus Ancho de Banda



4. Capacidades Distribuidas

Bus	Max Length	Notes
PCI	Bus de PC Interno	Extensión a 200 m mediante MXI por fibra óptica
PCI Express	Bus de PC Interno	Extensión mediante MXI-Express
USB	5 m	Extensión por fibra óptica
GPIB	20 m	Extensión a 2 km por fibra óptica
Ethernet/LXI	85 a 100 m	Extensión a kilómetros mediante fibra óptica

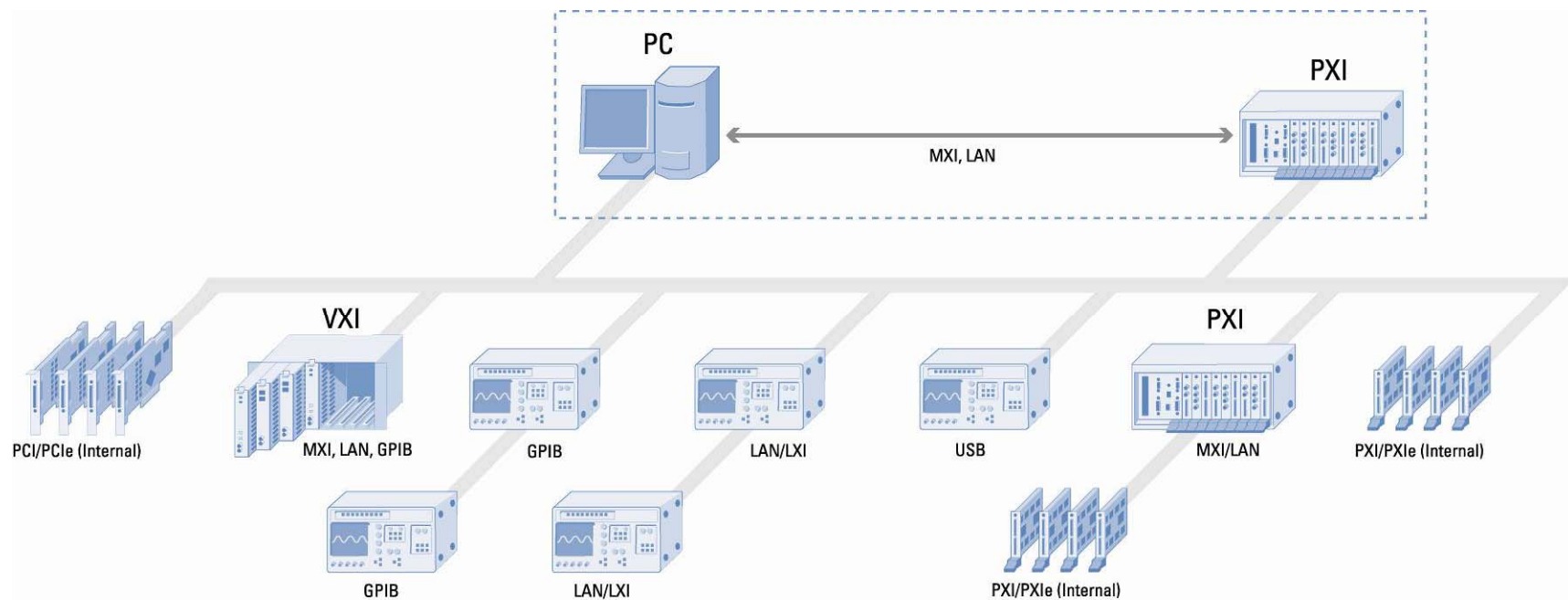
5. Robustez

Bus	Robustez	Conector
Ethernet/LXI	Bueno	
USB	Bueno	
PCI	la Mejor (en PXI)	
PCI Express	la Mejor (en PXI Express)	
GPIB	la Mejor	

El Bus Correcto para su Aplicación

- No existe un sólo bus que resuelva todas las necesidades
 - GPIB → reuso de instrumentos tradicionales, instrumentos especializados
 - PCI/PCI Express → mejor ancho de banda y latencia
 - PXI/PXI Express → mejor ancho de banda y latencia + control de tiempos y sincronización
 - USB → conectividad plug-and-play con autodetección
 - Ethernet/LAN → sistemas distribuidos o remotos
- Frecuentemente, es necesario contar con sistemas híbridos para integrar múltiples tecnologías

Sistemas Híbridos Proporcionan Flexibilidad



Descripción por Capas de un Sistema Híbrido

Administración del Sistema

- NI TestStand, DIAdem

Aplicación

- LabVIEW, LabWindows™/CVI, LabVIEW SignalExpress, VB, C, C++

Servicios de Medición y Control

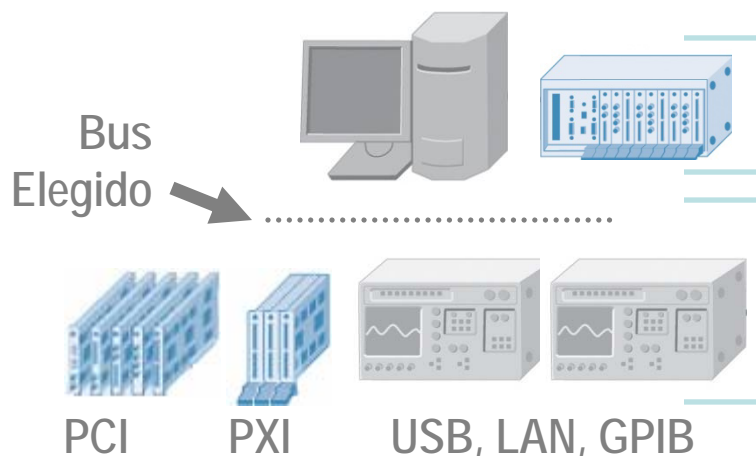
- VISA, LabVIEW PnP, IVI, MAX, NI-DAQmx

Cómputo


- PXI, VXI, Desktop/Server/Laptop PC

Dispositivo de E/S

- Instrumentos, Adquisición de datos, Visión, Movimiento



ni.com/icfundamentals



view cart | help | search

MyNI | Contact NI

Products & Services | Solutions | Support | **NI Developer Zone** | Academic | Events | Company

Instrument Connectivity

▼ GPIB

▶ General

▶ Configuration

▶ GPIB ASICs

▶ Instrument Drivers

▶ Interactive Communication


▶ System Options

▶ Programming

▶ Serial

▶ IEEE 1588


You are here: NI Home > NI Developer Zone > Development Library > Instrument Connectivity > GPIB > General

35 ratings:  4.82 out of 5 [Rate this Document](#)

Instrument Control Fundamentals: Main Page


[Print this Page](#)

The National Instruments Instrument Control Fundamentals Series, your FREE resource for instrument control knowledge on the Web, presents technical content through theory, real-world examples, and interactive audiovisual tutorials. This series, organized into four general categories, is designed for a broad range of audiences, from experts who want to review a specific topic to new users who need easy-to-understand documentation for their projects. Select one of the categories below to begin mastering instrument control.




What is Instrument Control?

Obtain an overview on instrument control. Learn about the components that make up an instrument control system both in software and hardware. [Learn More About Long-Term Instrument Control and Connectivity Solutions >>](#)




Instrument Control Hardware and Bus Technologies

Learn more about how to control your instrument using any bus such as GPIB, Serial, USB, Ethernet/LAN, PCI/PCle, PXI/PXle and Firewire. [Learn More About Instrument Control Hardware and Bus Technologies >>](#)



Instrument Control Software

Explore how to use any programming language to control your instrument. In particular, you will find information on LabVIEW, LabWindows/CVI, SignalExpress, Visual Basic, C# and C++. You will also learn about how to use VISA and Instrument Drivers to facilitate instrument control. [Learn More About Instrument Control Software >>](#)



Instrument Control System Architectures

Find information on high-level system design topics in instrument control. Some of the topics covered include web-based control, creating modular or stand-alone systems, how to future-proof your system and optimizing the performance of your system. [Learn More About Instrument Control System Architectures >>](#)