

Descripción del Sistema PXI

Introducción

El Sistema PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) es una plataforma robusta, basada en PC, para sistemas de medición y automatización. El PXI combina las características eléctricas del bus PCI con el formato robusto, modular, Eurocard del CompactPCI y luego agrega buses especializados en sincronización y características de software distintivas. PXI es tanto una plataforma de alto rendimiento como de bajo costo para sistemas de medición y automatización. Estos sistemas se usan en aplicaciones tales como ensayos de fabricación, militares y aeroespaciales, monitoreo de maquinaria, industria automotriz y ensayos industriales.

Luego de su desarrollo en 1997 y de ser lanzado en 1998, el PXI fue introducido como una norma industrial abierta que atienda las crecientes demandas de los sistemas actuales de instrumentación. Actualmente, el PXI está gobernado por el grupo PXI Systems Alliance (PXISA), un grupo de más de 65 compañías dedicadas a promover la norma PXI, asegurar interoperabilidad y mantener la especificación PXI. Mayor información acerca de PXISA, incluyendo las especificaciones del PXI, se puede hallar en el portal www.pxisa.org.

Arquitectura del Hardware

Los sistemas PXI se componen de tres elementos básicos: chasis, controlador del sistema y módulos periféricos.



Figura 1. Un chasis PXI estándar de 8 ranuras contiene un controlador embebido y siete módulos periféricos.

El Chasis PXI

El chasis provee el gabinete robusto y modular del sistema, y varía generalmente su tamaño desde 4 a 18 ranuras, disponiéndose también características especiales tales como fuentes alimentadas con

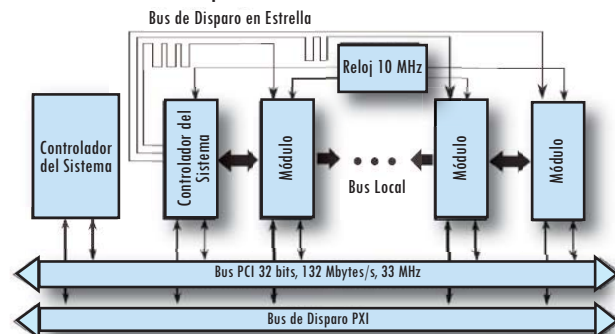


Figura 2. Buses de Temporizado y Disparo - PXI combina componentes estándar industriales, tales como el bus PCI, con extensiones avanzadas de disparo y sincronización en el zócalo.

corriente continua y acondicionamiento de señales integrado.

El chasis contiene el zócalo PXI de alto rendimiento, el que incluye un bus PCI y buses de temporizado y disparo (Figura 2). Utilizando estos buses, los usuarios pueden desarrollar sistemas para aplicaciones que requieran una sincronización precisa.

Controladores PXI

Tal cual lo define la Especificación de Hardware PXI, todos los chasis PXI contienen una ranura para el controlador del sistema en el extremo izquierdo de los mismos (ranura 1). Las opciones de controladores incluyen a los controladores remotos desde una PC de escritorio, estación de trabajo, servidor o portátil y los controladores embebidos de alto rendimiento que corren ya sea un sistema operativo Microsoft (Windows 2000/XP) o bien un sistema operativo de tiempo real (LabVIEW Real-Time).

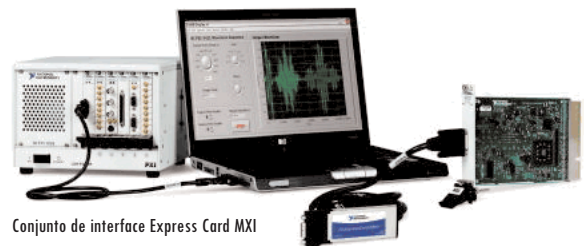
Controladores Remotos PXI

Existen dos tipos de controladores remotos PXI, a saber:

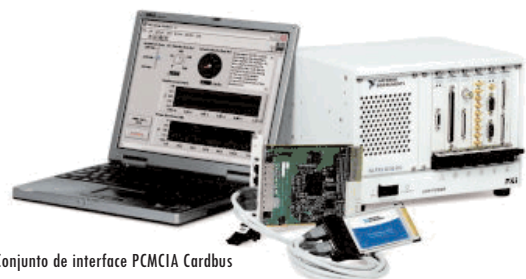
- Control del PXI desde una PC Portátil
- Control del PXI desde una PC de Mesa

Control del PXI desde una PC Portátil

Mediante los conjuntos de interface ExpressCard MXI (Measurement eXtensions for Instrumentation) y PCMCIA CardBus, los usuarios pueden controlar sistemas PXI directamente desde las computadoras portátiles. Al momento de inicio de la PC, ésta reconocerá todos los módulos periféricos dentro del sistema PXI como si fueran dispositivos PCI.



Conjunto de interface Express Card MXI



Conjunto de interface PCMCIA Cardbus

Figura 3. Control de un PXI desde una PC portátil

El conjunto de interface ExpressCard MXI provee un puente PCI Express a PCI de 110 MB/s desde la computadora portátil al chasis PXI. El conjunto de interface PCMCIA CardBus provee un puente PCI a PCI de 50 MB/s desde la computadora portátil al chasis

PXI. Ahora los usuarios pueden aprovechar la ventaja de los sistemas móviles/portátiles PXI con el control de PXI desde una PC portátil. Se puede adquirir cualquier PC portátil compatible con Express Card MXI o CardBus PCMCIA para controlar remotamente un sistema PXI.

Control del PXI desde una PC de Mesa

Con los conjuntos de interfaces MXI-Express y MXI-4, los usuarios pueden controlar sistemas PXI directamente desde una PC de Mesa, estación de trabajo o servidores. Durante el arranque, la computadora reconocerá todos los módulos periféricos en el sistema PXI como si fueran dispositivos PCI.

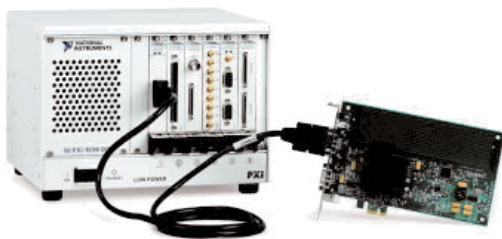


Figura 4a. Control remoto con dos puertos MXI-Express permite el control simultáneo de dos chassis PXI con una salida combinada de 160 MB/s.

El conjunto de interface MXI-Express provee un puente PCI Express a PCI de 110 MB/s desde la PC al chassis PXI. Con el conjunto de interface de 2 puertos NI, los usuarios podrán controlar dos sistemas PXI simultáneamente desde una sola PC.



Figura 4a. Control remoto con MXI-4 permite el control de un PXI desde una PC de mesa así como también de sistemas de chassis PXI múltiples.

El conjunto de interface MXI-4 proporciona un puente PCI-PCI a 78 MB/s desde la PC al sistema PXI. Este conjunto viene con opciones de conexiones de cobre de bajo costo o fibra óptica tanto para distancias extendidas como para aislación eléctrica. Como se ve en la Figura 4b, se pueden construir sistemas PXI multichassis también con el MXI-4. Utilizando un enlace MXI-4, se puede implementar tanto una topología carrusel como en estrella para construir sistemas multichassis. Se puede adquirir cualquier PC de escritorio, estación de trabajo o servidor y luego controlar remotamente el sistema PXI utilizando o bien MXI-Express o un enlace serie de cable/fibra óptica MXI-4.

Con los controladores remotos PXI se puede maximizar el rendimiento del procesador minimizando costos utilizando una PC de escritorio o una portátil para controlar remotamente el sistema

PXI. Dado que todos los productos para control remoto son transparentes al software, no se requiere programación adicional.

Controladores Incorporados al PXI

Los controladores incorporados en el sistema PXI evitan la necesidad de una PC externa y proveen, por lo tanto, un sistema completo contenido dentro del chassis PXI. Estos controladores están construidos típicamente utilizando componentes estandarizados de PC en un gabinete pequeño PXI. Por ejemplo, el controlador PXI-8105 de doble núcleo provee el mayor rendimiento entre todos los controladores PXI, utilizando el chipset Mobile Intel 945GM Express para lograr el máximo rendimiento, flexibilidad y estabilidad. Ese chipset incluye también el bus PCI Express que brinda periféricos integrados en el controlador, tal como Gigabit Ethernet, el ancho de banda requerido para operar a máxima velocidad mientras se comunica y procesa los datos de los módulos PXI utilizando el bus PCI. Otro periférico es una ranura ExpressCard/34, la que utiliza las interfaces serie PCI Express y Hi-Speed USB (2.0) para brindar un flujo de datos de 2,5 Gb/s en cada dirección. Otros periféricos estándar incluyen cuatro puertos USB 2.0, GPIB, serie y paralelo. El nuevo controlador también exhibe 512 MB de memoria de canal doble de 667 MHz DDR2, video analógico y digital DVI-I y un disco rígido ATA de 60 GB. Ofrece también recuperación basada en disco rígido que los ingenieros pueden utilizar para restaurar sus sistemas hasta el que viene por defecto de fábrica en caso de necesidad. Además, se puede instalar una variedad de sistemas operativos en el controlador, incluyendo Windows 2000/XP o LabVIEW Real-Time.



Figura 5. Controlador incorporado PXI NI-8105 con procesador 2.0 GHz Intel Core™ Duo T2500. Obsérvese los periféricos familiares de las PC, tales como conectores para teclado/ratón y monitor así como también el disco rígido, USB 2.0, puertos Ethernet y serie, y otros periféricos estándar. Puede ejecutar el S.O. estándar Windows 2000/XP o bien LabVIEW Real-Time.

Los controladores incorporados son ideales para sistemas portátiles y aplicaciones autocontenidas, donde el chassis debe ser transportado de un lugar a otro.

Módulos Periféricos del PXI

National Instruments ofrece más de 100 diferentes módulos PXI y, debido a que PXI es una norma industrial abierta, existen casi 1.000 módulos disponibles por parte de más de 65 miembros de la Alianza de Sistemas PXI.

En ni.com/pxi se halla disponible una lista de módulos por categoría ofrecida por National Instruments y nuestros socios de productos.

National Instruments produce módulos para:

- Entradas y salidas analógicas
- Boundary scan
- Interface de bus y comunicación
- Productos para alojamiento
- Entradas y salidas digitales
- Procesamiento digital de señales
- Ensayos funcionales y diagnósticos
- Adquisición de imágenes
- Placas para prototipos
- Instrumentos
- Control de movimientos
- Fuentes de potencia (PXI)
- Dispositivos receptores de interconexión
- Switching
- Entradas y salidas temporizadas



Figura 6. Variedad de módulos periféricos PXI de National Instruments

Arquitectura de Software

Debido a que PXI es compatible directamente con CompactPCI, se puede utilizar cualquier módulo 3U CompactPCI dentro de un sistema PXI. Además, dentro de un sistema PXI se pueden instalar tarjetas CardBus/PCMCIA y PMC (PCI Mezzanine Card) utilizando módulos adaptadores. Por ejemplo, la tarjeta de adaptación PXI-8221 PC Card Carrier puede utilizarse para conectar dispositivos CardBus y PCMCIA a los sistemas PXI.

PXI también permite conservar las inversiones en instrumentos autónomos o sistemas VXI puesto que provee hardware y software estándar para comunicarse con esos sistemas. Por ejemplo, conectar un sistema PXI a una instrumentación basada en GPIB no se diferencia de un módulo GPIB para PXI de un módulo GPIB para PCI. El software es idéntico. Existen además una cantidad de métodos disponibles para comunicar entre sí sistemas PXI y VXI.

Especificaciones del Sistema PXI

Introducción

La especificación PXI define una plataforma robusta basada en PC

para sistemas de medición y automatización. PXI utiliza el bus de alta velocidad Peripheral Component Interconnect (PCI), el que es una norma de facto detrás de los diseños actuales de software y hardware para computadoras personales. PXI combina el bus eléctrico PCI con el formato mecánico robusto Eurocard y le agrega además características propias mecánicas, eléctricas y de software que definen sistemas completos para ensayos y mediciones, adquisición de datos y aplicaciones de manufactura.

Dado que PXI es una especificación abierta, cualquier vendedor puede construir productos PXI. Módulos con formato CompactPCI, la norma regulada por PICMG, y PXI pueden residir dentro del mismo sistema sin ningún conflicto puesto que la interoperabilidad entre CompactPCI y PXI es una característica esencial de la norma PXI.

Características Mecánicas

A medida que la industria comercial de PCs mejora el ancho de banda del bus evolucionando desde PCI a PCI Express, PXI tiene la capacidad de satisfacer aplicaciones más exigentes integrando PCI Express dentro de la norma PXI. Para asegurar el éxito de PXI Express y CompactPCI Express, los ingenieros del Grupo de Fabricantes Industriales de PCI (PICMG), que manejan CompactPCI, y la Alianza de Sistemas PXI (PXISA), que maneja PXI, han trabajado para asegurar que la tecnología PXI Express pueda integrarse dentro del zócalo en tanto que han preservado compatibilidad hacia atrás con la gran base instalada de sistemas existentes. Aprovechando la tecnología PXI Express, PXI Express incrementa el ancho de banda disponible en PXI desde 132 MB/s a 6 GB/s, obteniendo una mejora de más de 45 veces en el ancho de banda a la vez que se mantiene compatibilidad de software y hardware con los módulos PXI.

La norma PXI define requisitos que hacen que los sistemas PXI se adecuen a entornos hostiles. En PXI se utilizan los conectores IEC de alto rendimiento y el gabinete con sistema Eurocard utilizados por CompactPCI. PXI también agrega enfriamiento específico y requerimientos ambientales para asegurar la operación en ambientes industriales.

Sistema de Conectores de Alto Rendimiento

PXI utiliza el mismo sistema avanzado de conectores tipo *pin-in* utilizado por CompactPCI. Estos conectores de impedancia balanceada de alta densidad (separación 2 mm) están definidos por la *International Electrotechnical Commission* (IEC-1076) y ofrecen el mejor rendimiento eléctrico posible bajo toda condición. Estos conectores han sido utilizados ampliamente en aplicaciones de alto rendimiento, particularmente en el campo de las telecomunicaciones. Debido a las características eléctricas de esos conectores

res IEC, los sistemas PXI ofrecen más ranuras sobre un segmento de bus simple que las PCs de escritorio.

Formato Mecánico Eurocard

Los aspectos mecánicos de PXI y CompactPCI están regidos por las especificaciones Eurocard (ANSI 310-C, IEC-297, IEEE 1101.1, IEEE 1101.10, and P1101.11), las que tienen una larga historia de aplicación en entornos industriales (por ejemplo, VME y VXI). Estas normas de formato electrónico definen sistemas compactos y robustos que pueden resistir entornos industriales severos en instalaciones montadas sobre bandejas (racks). PXI especifica dos tamaños de módulos, uno pequeño (3U = 10 x 16 cm) y otro grande (6U, 23,335 x 16 cm). El tamaño 3U es el más popular para sistemas PXI. Debido a su pequeño tamaño, el usuario se beneficia de la miniaturización de la electrónica de alto rendimiento. Se pueden usar todos los módulos de tamaño 3U en sistemas de tamaño 6U mediante un adaptador. PXI define el sistema de ranuras y la ubicación del controlador del sistema, que va sobre el extremo izquierdo del segmento de bus. Este arreglo así definido es un subconjunto de las numerosas configuraciones posibles con CompactPCI. Al definir una sola ubicación para el sistema de ranuras se simplifica la integración y se incrementa el nivel de compatibilidad entre controladores y chassis provenientes de diferentes fabricantes.

Especificaciones Adicionales del Formato Electrónico

Todas las especificaciones mecánicas definidas en la especificación CompactPCI se aplican directamente a los sistemas PXI; sin embargo, PXI no incluye requerimientos adicionales que simplifiquen la integración de sistemas. La especificación PXI requiere la ventilación por aire forzado de todos los chassis y recomienda el ensayo ambiental completo, incluyendo temperatura, humedad, vibración y golpes. Todos los productos PXI deben tener documentación de los resultados de esos ensayos. Las certificaciones de temperatura de operación y almacenaje también son requeridas para todos los productos PXI así como lo referido a ensayos de emisiones electromagnéticas y susceptibilidad para asegurar el cumplimiento de normas internacionales.

Características Eléctricas

Muchas aplicaciones de instrumentación requieren capacidades de temporizado que no pueden implementarse directamente en zócalos ISA, PXI o CompactPCI. La instrumentación modular PXI agrega un reloj de referencia dedicado al sistema, disparo de bus PXI, disparo de bus en estrella y un bus local entre ranuras para atender la necesidad de temporizado avanzado, sincronización y comunicación lateral (ver Figura 2). PXI agrega estas características de instrumentación a la vez que conserva todas las ventajas del bus PCI.

Reloj de Referencia del Sistema

El zócalo PXI contiene un reloj incorporado de referencia para sincronizar múltiples módulos en un sistema de medición o control. Cada ranura periférica posee un reloj TTL de 10 MHz, transmitido en tramos de igual longitud, lo que provee una desviación (skew) menor de 1 ns entre ranuras. La precisión del reloj de 10 MHz es específico del chassis, aunque es típicamente inferior a 25 partes por millón (ppm), lo que lo hace que sea un reloj confiable para sincronización basado en métodos de lazo de fijación de fase (PLL). Por ejemplo, se pueden sincronizar fácilmente múltiples digitalizadores de 100 MHz por medio del PLL de sus cristales osciladores de 100 MHz controlados por voltaje (VCXO) enlazándolos al reloj de referencia del sistema de 10 MHz. Por ejemplo, colocando una placa NI PXI-6608 dentro de la ranura 2 reducirá el error del reloj a menos de 75 partes por billón (ppb) al conducir al zócalo un reloj de alta precisión de 10 MHz.

Bus de Disparo PXI

PXI define ocho líneas de disparo de bus para sincronización y comunicación entre módulos. Las señales de disparo, reloj y diálogo (handshaking) pueden compartirse utilizando las líneas de disparo de bus. Los disparos pueden pasarse de un módulo a cualquier cantidad de módulos de modo tal que se pueden distribuir señales de disparo desde dispositivos de medición maestros a esclavos. El bus de disparo permite la transmisión de relojes de frecuencia variables de manera tal que múltiples módulos puedan compartir directamente un reloj de muestreo o una base de tiempo de frecuencia variable. Por ejemplo, cuatro módulos de adquisición de datos (DAQ) que utilizan una velocidad de muestreo de un CD de audio de 44,1 kmps pueden compartir directamente un reloj que sea un múltiplo de 44,1 KHz sobre el bus de disparo. Sin embargo, para frecuencias de reloj de aproximadamente 20 MHz o mayores, la transmisión directa de un reloj con el bus de disparo no es recomendable debido a la degradación de la señal y, en este caso, debería utilizarse el reloj de referencia del sistema.

Bus de Disparo en Estrella

El bus de disparo en estrella posee una línea de disparo independiente para cada ranura orientada en una configuración en estrella a partir de una ranura especial de disparo en estrella, definida como ranura 2 en cualquier chassis PXI. Las longitudes de las líneas PXI en estrella están ajustadas, en cuanto a su demora de propagación, a menos de 1 ns desde la ranura de disparo en estrella. Esta característica permite resolver sincronizaciones de alta velocidad en las que las señales de disparo inicio/fin se distribuyen con poca demora y distorsión desde el módulo de medición maestro en la ranura de disparo en estrella. Alternativamente, se puede transmitir una señal de reloj de frecuencia variable a otros

módulos a través del bus de disparo en estrella con una distorsión menor a 1 ns.

Bus Local

El bus local PXI es un bus concatenado que conecta cada ranura periférica con sus ranuras periféricas adyacentes a izquierda y derecha. De este modo, el bus local derecho de una dada ranura periférica se conecta al bus local izquierdo de la ranura adyacente y así siguiendo. Cada bus local, que tiene un ancho de 13 líneas, puede pasar señales analógicas de hasta 42 V entre ranuras o proveer una forma de comunicación lateral de alta velocidad que no afecta el ancho de banda PCI.

Características PCI

PXI ofrece las mismas características de rendimiento definidas por la norma PCI, con una excepción notable. Los sistemas PXI y CompactPCI poseen hasta siete ranuras periféricas por segmento de bus, en tanto que la mayoría de los sistemas PCI de mesa ofrecen sólo tres. En lo restante, todas las características de PCI se aplican a PXI y CompactPCI.

- Rendimiento de 33 MHz
- Transferencia de datos de 32 y 64 bits
- Velocidades de transmisión pico de 132 Mbytes/s (32-bit) y 264 Mbytes/s (64-bit)
- Expansión del sistema via puentes PCI-PCI
- Migración a 3,3 V
- Capacidad de *Plug and Play*

Características del Software

PXI define requerimientos de software, además de los eléctricos, para simplificar aún más la integración de sistemas. Esos requerimientos incluyen el uso de entornos de sistemas operativos estándar. También se requiere información apropiada de la configuración y manejadores de software de todos los dispositivos periféricos.

La especificación PXI presenta entornos de software para sistemas PXI en base a los sistemas operativos Microsoft Windows. De ese modo, el controlador puede utilizar interfaces de programación de aplicaciones que son comunes en la industria, tales como National Instruments LabVIEW, Measurement Studio, Visual Basic y Visual C/C++. PXI también requiere que ciertos componentes de software se hallen disponibles cada vendedor de módulos y chasis. Los componentes PXI requieren archivos de inicialización, que definen la configuración del sistema y sus capacidades. Finalmente, la implementación de la Arquitectura de Software de Instrumentación Virtual (VISA), que ha sido ampliamente adopta-

da en el campo de la instrumentación, está especificada por PXI para la configuración y el control de instrumentos VXI, GPIB, serie y PXI.

PXI Express

PXI Express no sólo conserva las características de temporizado y sincronización de PXI sino que también agrega varias características nuevas de sincronización aprovechando los conectores diferenciales existentes requeridos en PXI y los avances tecnológicos que proporcionan mayor rendimiento y menor costo de las señales diferenciales. Al desarrollarse sobre las capacidades existentes PXI, PXI Express provee características adicionales de temporización y sincronización de un reloj de sistema diferencial, señalización diferencial y disparos en estrella diferenciales. Al utilizar temporizado y sincronización diferenciales, los sistemas PXI Express se benefician de una mayor inmunidad al ruido en relojes de instrumentación y la posibilidad de transmitir a frecuencias de reloj más altas. Además de permitir que los ingenieros mejoren el rendimiento del sistema, los relojes de alta frecuencia también se adaptan bien a los procesos modernos y permiten obtener productos a menor costo, lo que permite remover múltiples circuitos de temporización.

Resumen

La instrumentación modular PXI define una plataforma de computación industrial para usuarios de mediciones y automatización que aprovecha claramente los avances tecnológicos de la principal corriente industrial de las PCs. Utilizando el estándar de facto del bus PCI, los sistemas de instrumentación modulares PXI se benefician de la gran variedad de componentes de software y hardware disponibles. Las aplicaciones de software y sistemas operativos que corren sobre los sistemas PXI ya resultan familiares a los usuarios debido a que éstos utilizan las computadoras de escritorio comunes. PXI satisface las necesidades del usuario agregando un gabinete industrial robusto, numerosas ranuras de E/S y características que proveen capacidades avanzadas de temporizado y disparo.