



Sistemas de adquisición de datos

(DAS: Data Acquisition Systems, DAQ: Data AcQuisition)

Indice

- 
1. Introducción: terminología.
 2. Fundamentos de la adquisición de datos:
 - 2.1. Componentes de un sistema de adquisición de datos.
 - 2.2. Ordenador personal, Sensores t Actuadores.
 - 2.3. Acondicionadores de señal.
 - 2.4. Software y hardware de adquisición de datos.
 3. Tarjetas de adquisición de datos.
 - 3.1. Tarjetas tipo *Plug-in*.
 - 3.2. Sistemas externos.
 - 3.3. Sistemas híbridos.
 4. Ejemplos de tarjetas de adquisición de datos.
 - 4.1. PCI-6024E
 - 4.2. DAQ *Card-700*

Indice

- 
- 5. Programas (software) para la adquisición de datos.**
 - 5.1. Programas de aplicación.**
 - 5.2. Ejemplo: LabVIEW.**
 - 6. Modos de conexión.**
 - 6.1. Modo diferencial.**
 - 6.2. Modo simple con una referencia: RSE, NRSE.**
 - 6.3. Tipos de cables: Criterios de selección.**
 - 7. Comunicación: Buses e interfaces.**
 - 7.1. Tipos de buses: PCI, PCMCIA.**
 - 7.2. Puertos serie, puertos paralelo, IEE488 (GPIB),..**

BIBLIOGRAFIA

[BIS99] "Learning with LabVIEW". R. BISHOP, Ed. Addison-Wesley Longman, 1999.

[BOL99] "Mechatronics: Electronic control systems in mechanical and electrical engineering ". W. BOLTON, Ed. Addison-Wesley Longman, 2. Ed.,1999.

[KEI01] "Data acquisition and Control. Handbook". KEITHLEY INSTRUMENTS, 2001.

[MIN92] "Physical data acquisition for digital processing". G. MINER, D. COMER, Ed. Prentice Hall, 1992.

"The measurement and automation catalog". NATIONAL INSTRUMENTS, 2001.



INTRODUCCIÓN. TERMINOLOGÍA

- Términos involucrados:

- Adquisición de Datos
- Test y Medidas
- Control

→ Para realizar estas tareas se utilizan:

- Instrumentación específica.
- Tarjetas de adquisición de datos.
- Ordenadores personales (PC).

Fundamentos de la adquisición de datos:

Tendencia actual



UTILIZACIÓN
DEL PC

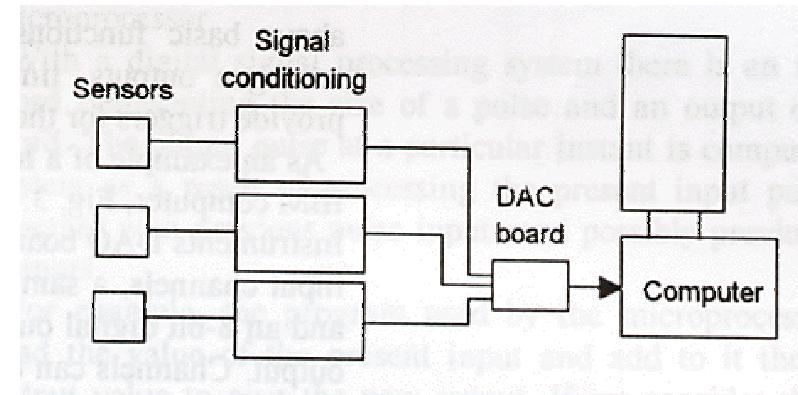
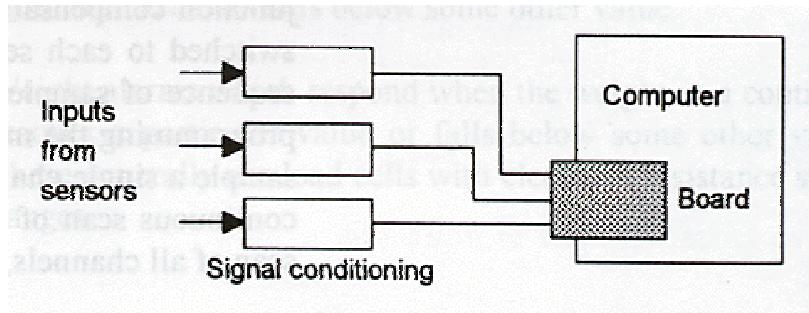
- { *Adquisición de datos
- *Test
- *Automatización Industrial

- El PcC se utiliza para:
 - Programar el equipamiento de test.
 - Almacenar datos.
 - Representar graficamente resultados.
 - Generar documentación (reports)

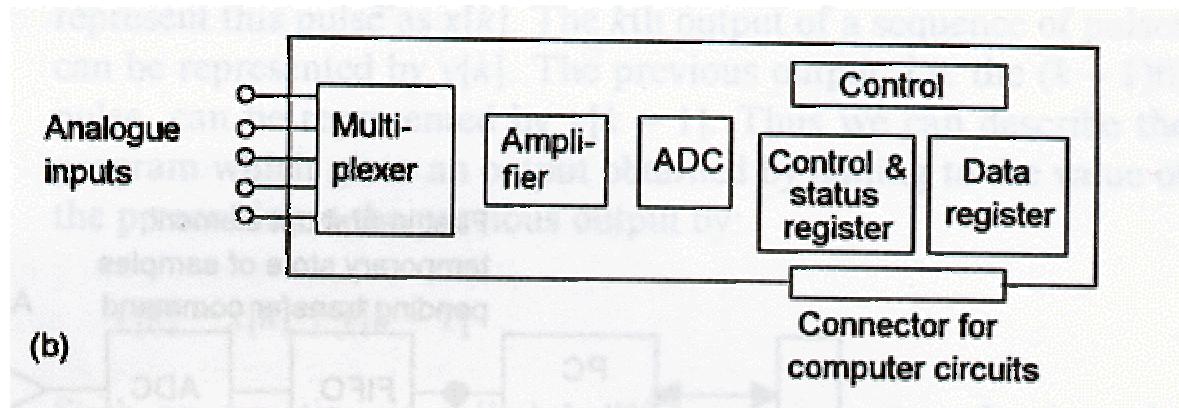
(No ha de estar necesariamente controlando continuamente los equipos de adquisición de datos)

Acquisition	Analysis	Presentation
GPIB	Signal processing	Graphical user interface
VXI	Frequency analysis	Hardcopy output
Serial	Statistics	File I/O
DAQ	Curve-fitting	Network I/O
Image acquisition	Simulation/control	Internet Web pages
CAN/Fieldbus	Math	
	Image processing	

- El equipamiento de test puede ser:
 - *Tarjetas de adquisición de datos tipo plug-in para PCs, o instrumentación/sistemas externos que se conectan a un PC mediante los puertos o interfaces adecuados..*

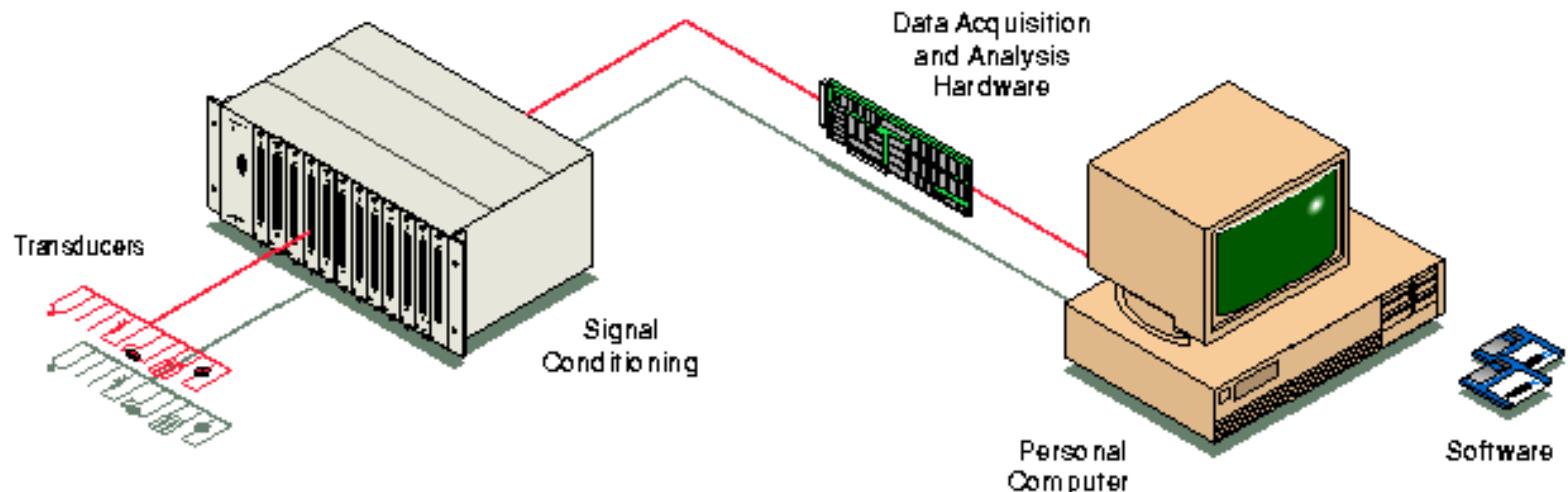


- Realiza medidas y procesos de control combinando E/S analógicas, E/S digitales, u otras funciones.



Componentes de un sistema de Adquisición de Datos

- Ordenador Personal
- Sensores y actuadores
- Acondicionadores de señal
- Hardware de adquisición de datos
- Software

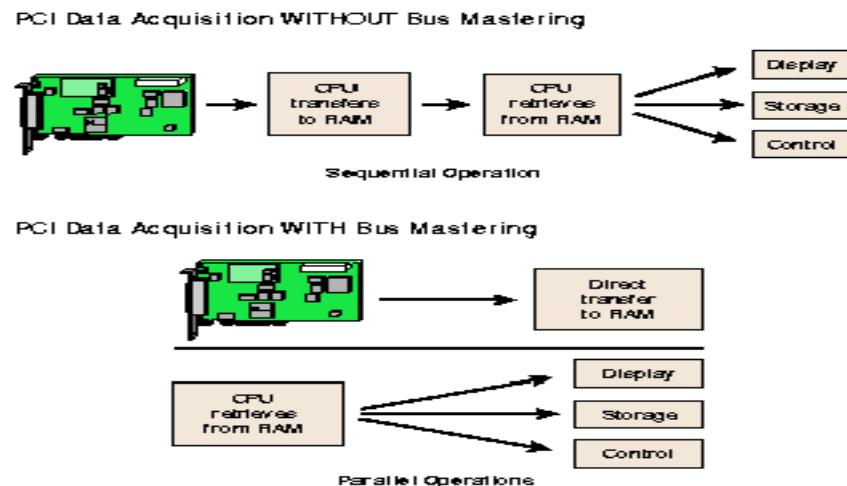


•Ordenador Personal:

Puede afectar drásticamente a la capacidad de adquisición del sistema

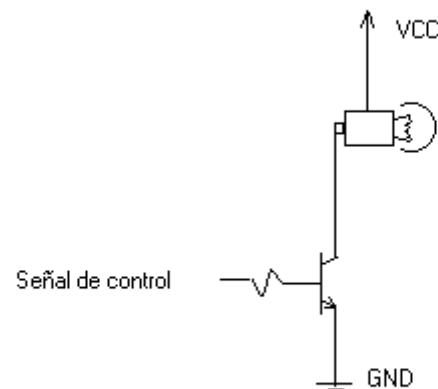
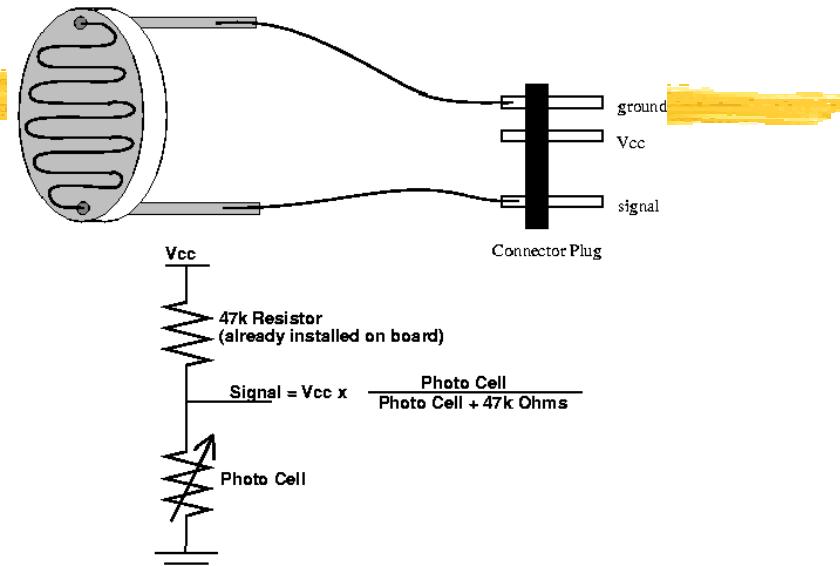
Limita la máxima velocidad de adquisición

- * Disponibilidad de Buses:
 - PCI
 - USB
 - PCMCIA
- *Capacidad de disco y tiempo de acceso
- *Disponibilidad de transferencia DMA



Sensores y actuadores

Sensores: convierten una magnitud física en una señal eléctrica.



Actuador: Transforma una señal eléctrica en una magnitud física

Acondicionamiento de señal

* La señal entregada por los sensores ha de ser adecuada a los rangos de medida de la tarjeta de adquisición de datos.

- Amplificación
- Filtrado
- Aislamiento
- Multiplexado

¿ Donde hacer el acondicionamiento de la señal?

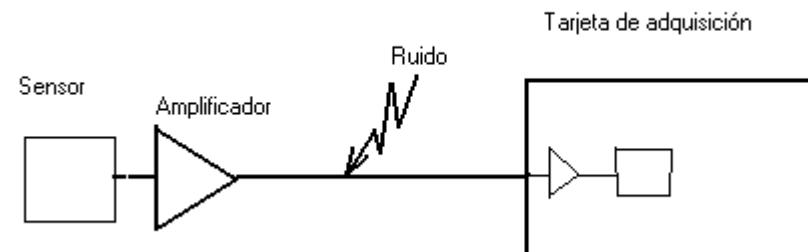
Dos opciones

- { A la salida de los sensores
Dentro de la tarjeta de adquisición de datos



Mejor opción para la
Amplificación

Lo más cerca posible de
los sensores



	Nivel de tensión de la señal	Amplificación Junto al sensor	Ruido en el cable	Amplificación en la T.A.D.	Voltaje digitalizado en la T.A.D.	Relación señal ruido
Amplificación Solo en T.A.D.	0.01 V	-----	0.001V	x 100	1.1V	10
Amplificación en T.A.D. y junto al sensor	0.01 V	x 10	0.001V	x 10	1.01V	100
Amplificación solo junto al sensor	0.01 V	x 100	0.001V	-----	1.001V	1000

Aislamiento:

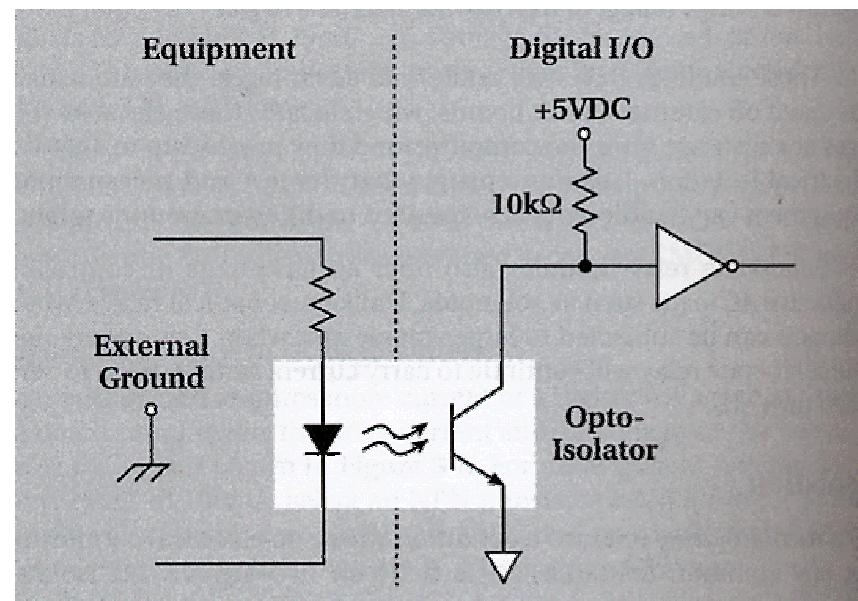
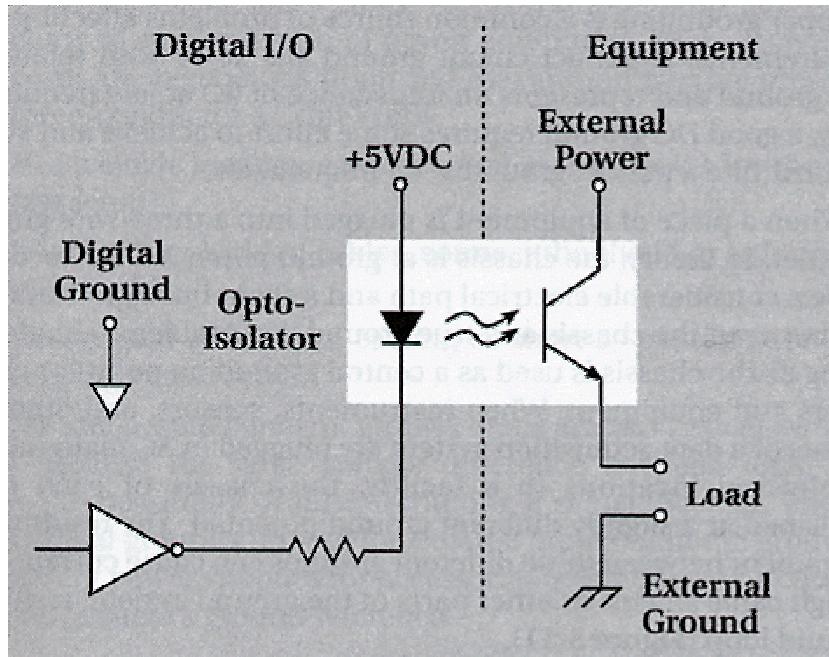
Evita que:

- La señal a medir pueda dañar al operario o al equipo.
- Protege la señal a medir de influencias no deseadas

Tipos de aislamiento:

- Aislamiento optico (optoacopladores)
- Aislamiento galvanico (transformadores)
- Aislamiento de modo comun (amp operacionales)

Aislamiento:



Filtrado:

- * Forma de eliminar ruido (ejem: 50Hz de la red)
- * Distintos tipos de filtros:
 - Pasa Alta
 - Pasa Baja
 - Pasa Banda
- * Algunas tarjetas de adquisición de datos los incluyen
- * El filtrado tambien se puede realizar por software

Multiplexado externo a la T.A.D.

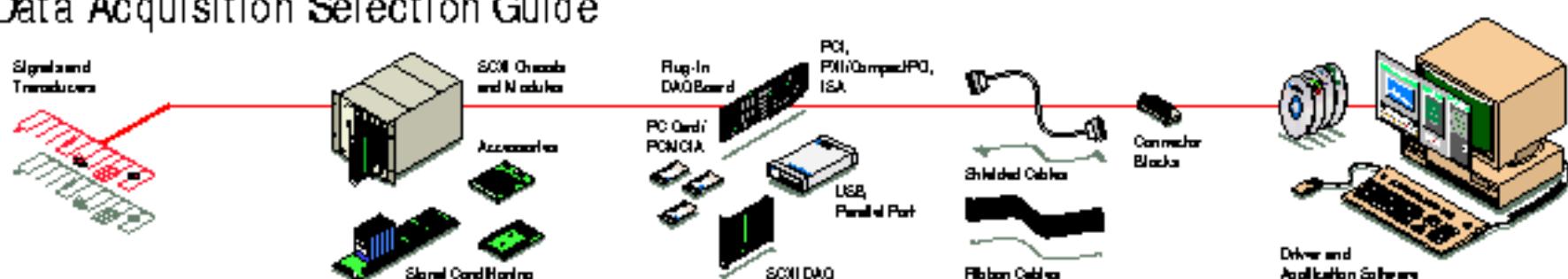
- * Muchas señales a medir. (de baja frecuencia)
- * Nº de señales a medir superior al Nº de entradas que permite la T.A.D.
- * Internamente en las T.A.D. Tambien se realiza un multiplexado

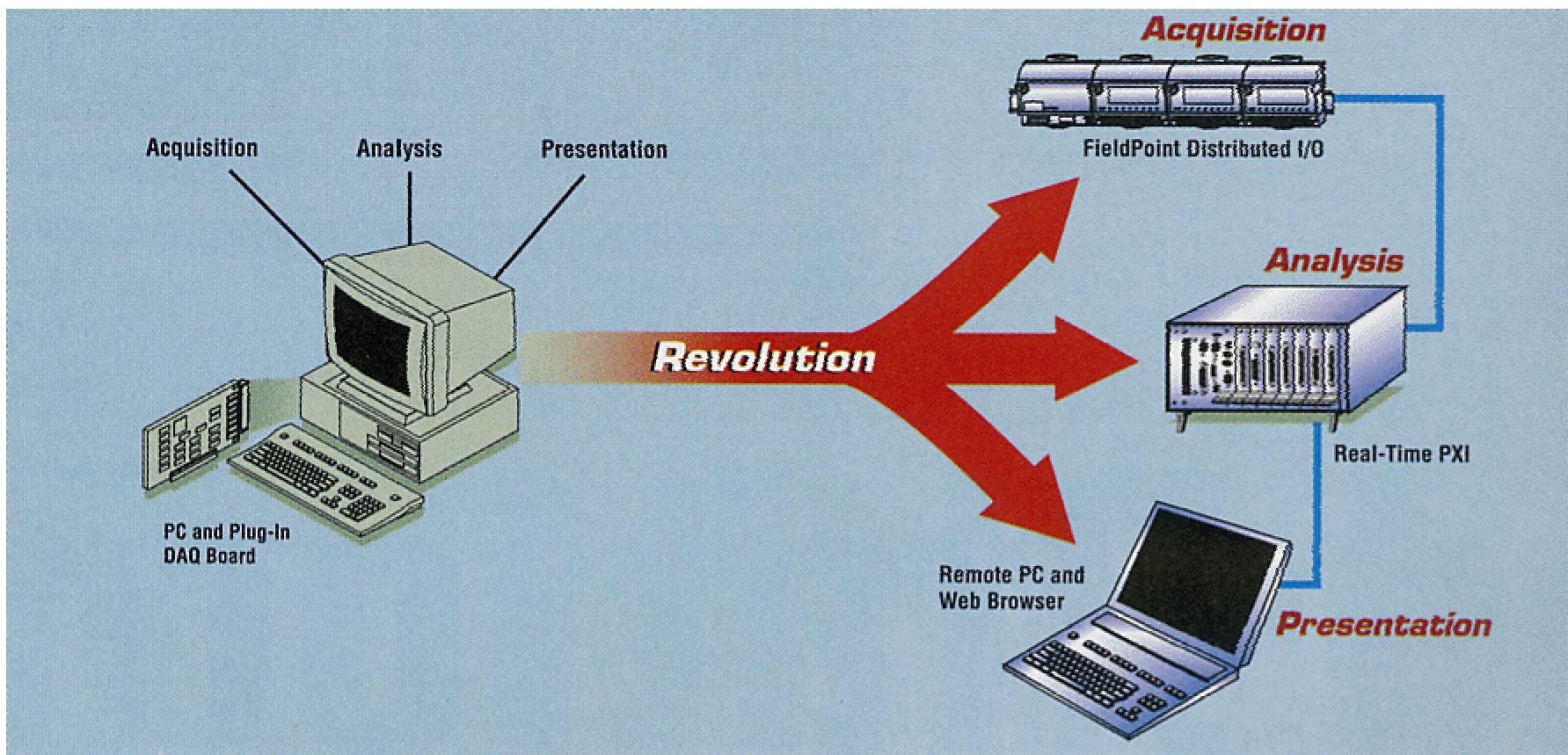
El hardware de aquisición de datos

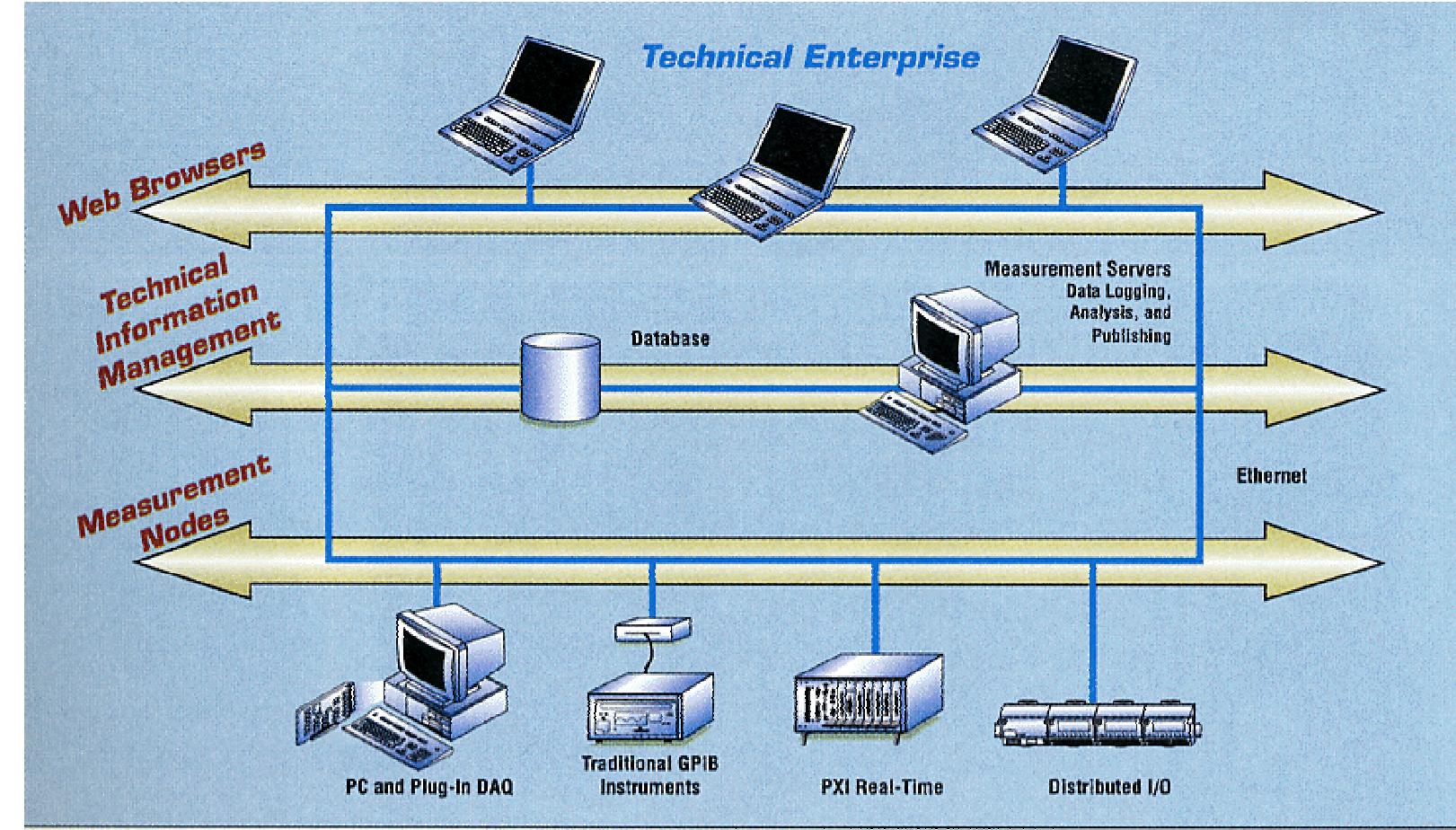
Puede ser:

- Interno al Pc:
Tarjetas PCI,
PCMCIA, USB,
etc.
- Externo al Pc:
Conexión a
traves del PS o
PP

Data Acquisition Selection Guide



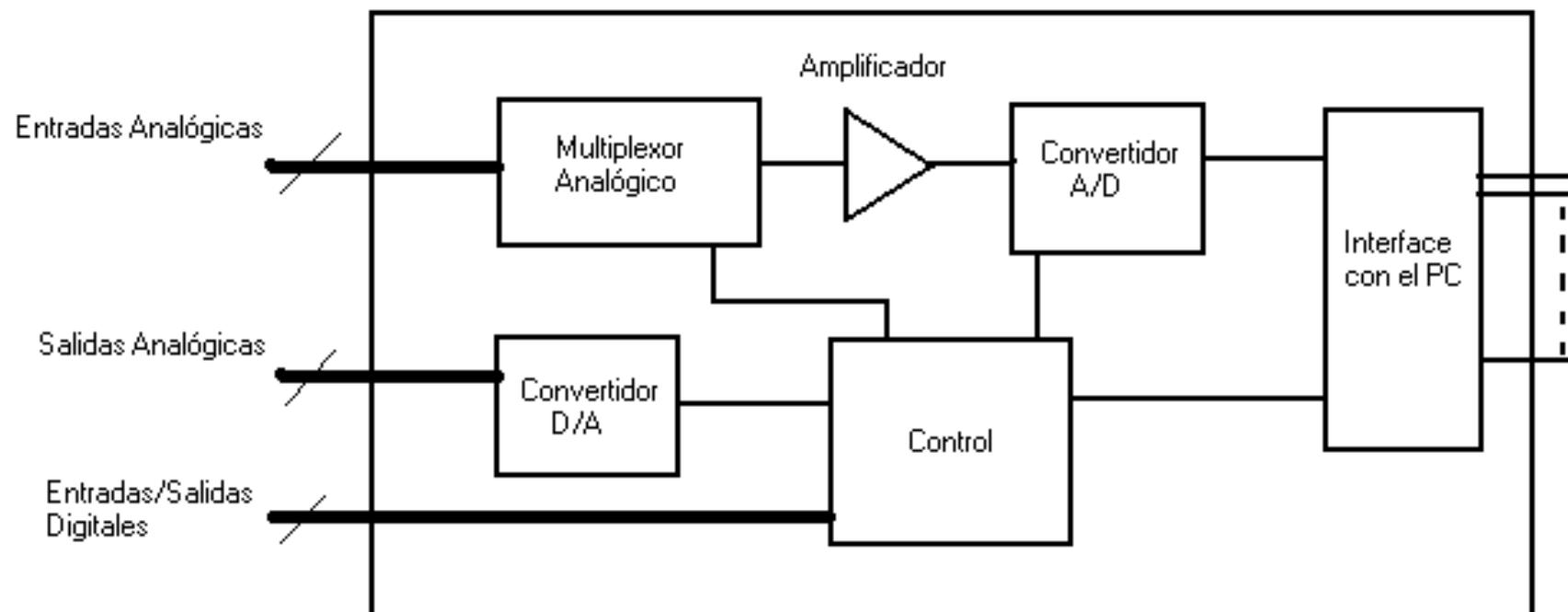




Tarjetas tipo Plug_in:

- Se diseñan para insertarlas en los slots internos de un PC.
- Pueden limitar los recursos del PC.
- Actualmente se diseñan normalmente para el bus PCI.
- Aunque tambien existen versiones para EISA, IBM Micro Chanel, Buses Appel, USB, etc.

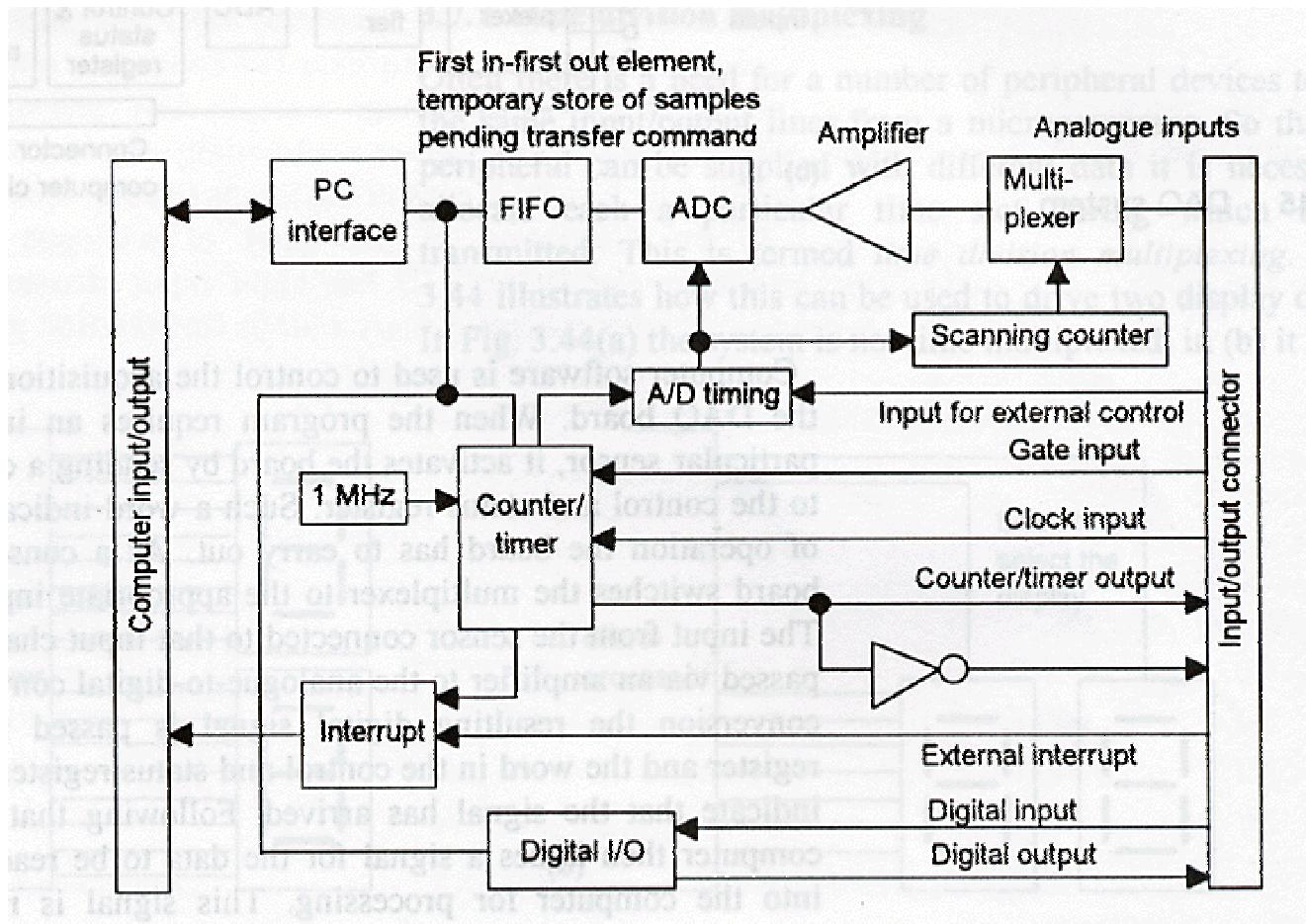
Esquema básico:



Características de tarjetas tipo Plug-in:

1. Alta velocidad (100 KHz / 1 GHz).
2. Disponibilidad de un amplio abanico de funciones: A/D, D/A, E/S digitales, contadores, temporizadores y funciones específicas.
3. Idóneos para aplicaciones con un pequeño número de canales.
4. El ruido interno del PC puede limitar la precisión de las medidas.
5. El rango de tensiones de entrada y salida se limita a unos ± 10 V.
6. Realizar las conexiones de E/S o cambiarlas puede resultar engoroso.
7. Es el método menos caro para aplicaciones de medida y control.

Esquema ejemplo (NI PC-Ipm 16) :



Ejemplo de funcionamiento:

El ordenador se encarga de controlar el funcionamiento de la tarjeta:

- Cuando se requiere procesar por ejemplo la señal de un sensor en particular, el PC envía a la tarjeta una palabra de control.
- La palabra indica el tipo de operación a realizar en la tarjeta.
- Se indica a qué canal se realiza la conexión de manera que el controlador de la tarjeta active dicho canal.
- Así la señal se amplifica y pasa al convertidor A/D.
- Una vez realizada la conversión, el controlador de la tarjeta enviará una señal de aviso y colocará el dato en el bus de salida para que lo pueda leer el PC.

Criterios de selección:

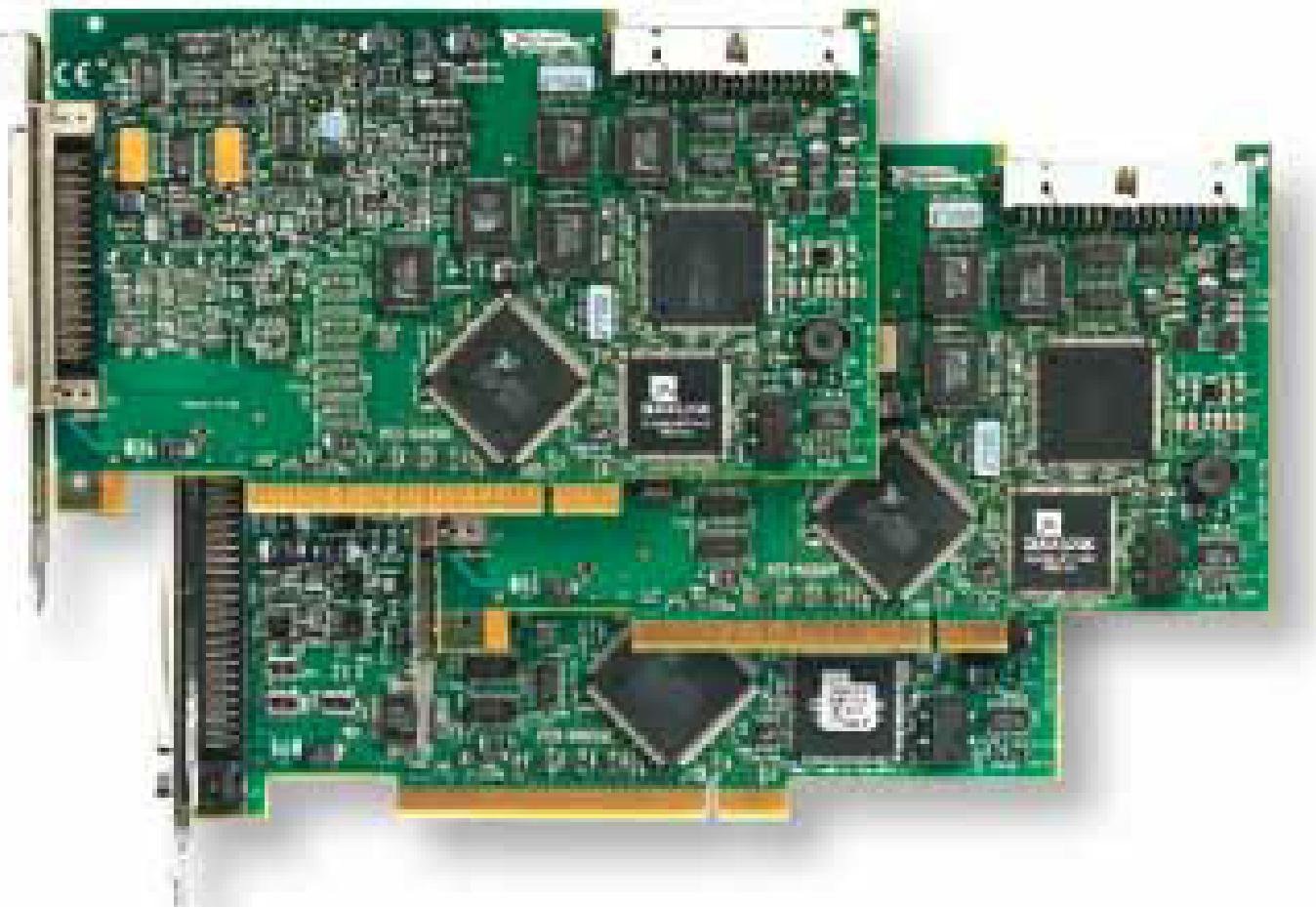
Para seleccionar una tarjeta en particular:

- Tipo de sistema operativo del ordenador usado: Windows, MacOS,...
- Tipo de conector para tarjetas: PCI, PCMCIA, NuBus (MacOS),...
- Número de canales de entrada analógicas/digitales
- Resolución requerida
- Frecuencia de muestreo de las señales
- Señales de temporización o conteo.
- ...

Algunos ejemplos de tarjetas tipo plug-in

Tarjeta NI

PCI-6024E



Low-Cost E Series Multifunction I/O – 200 kS/s, 12-Bit, 16 Analog Inputs

6023E/6024E/6025E Families

6023E Family	Counter/Timers <i>2 up/down, 24-bit resolution</i>
PCI6023E	
6024E Family	Triggering <i>Digital</i>
PCI6024E	
6025E Family	Driver Software <i>NIDAQ</i>
PCI6025E	Windows 2000/NT/9x Mac OS
PXI6025E	*not for all hardware, refer to page 192
Analog Inputs	16 single-ended, 8 differential channels
16 kS/s sampling rate	
200 kS/s stream-to-disk rate	
12-bit resolution	
Analog Output (6024E and 6025E only)	2 channels, 12-bit resolution
Digital I/O	Application Software <i>LabVIEW Measure</i>
8 (5 V/TD) lines (6023E and 6024E)	<i>LabWindows/CVI BridgeVIEW</i>
32 (5 V/TD) lines (6025E)	<i>ComponentWorks Lookout</i>
	<i>VirtualBench</i>
	Calibration Certificate Included! refer to page 116



Family	Bus	Analog Inputs	Resolution	Sampling Rate	Input Range	Analog Outputs	Resolution	Output Rate	Output Range	Digital I/O	Counter/Timers	Triggers
6023E	PCI	16 SE/8 DI	12 bits	200kS/s	±0.05 to ±10 V	–	–	–	–	8	2, 24-bit	Digital
6024E	PCI	16 SE/8 DI	12 bits	200kS/s	±0.05 to ±10 V	2	12 bits	10kS/s	±10 V	8	2, 24-bit	Digital
6025E	PCI, PXI/CPCI	16 SE/8 DI	12 bits	200kS/s	±0.05 to ±10 V	2	12 bits	10kS/s	±10 V	32	2, 24-bit	Digital

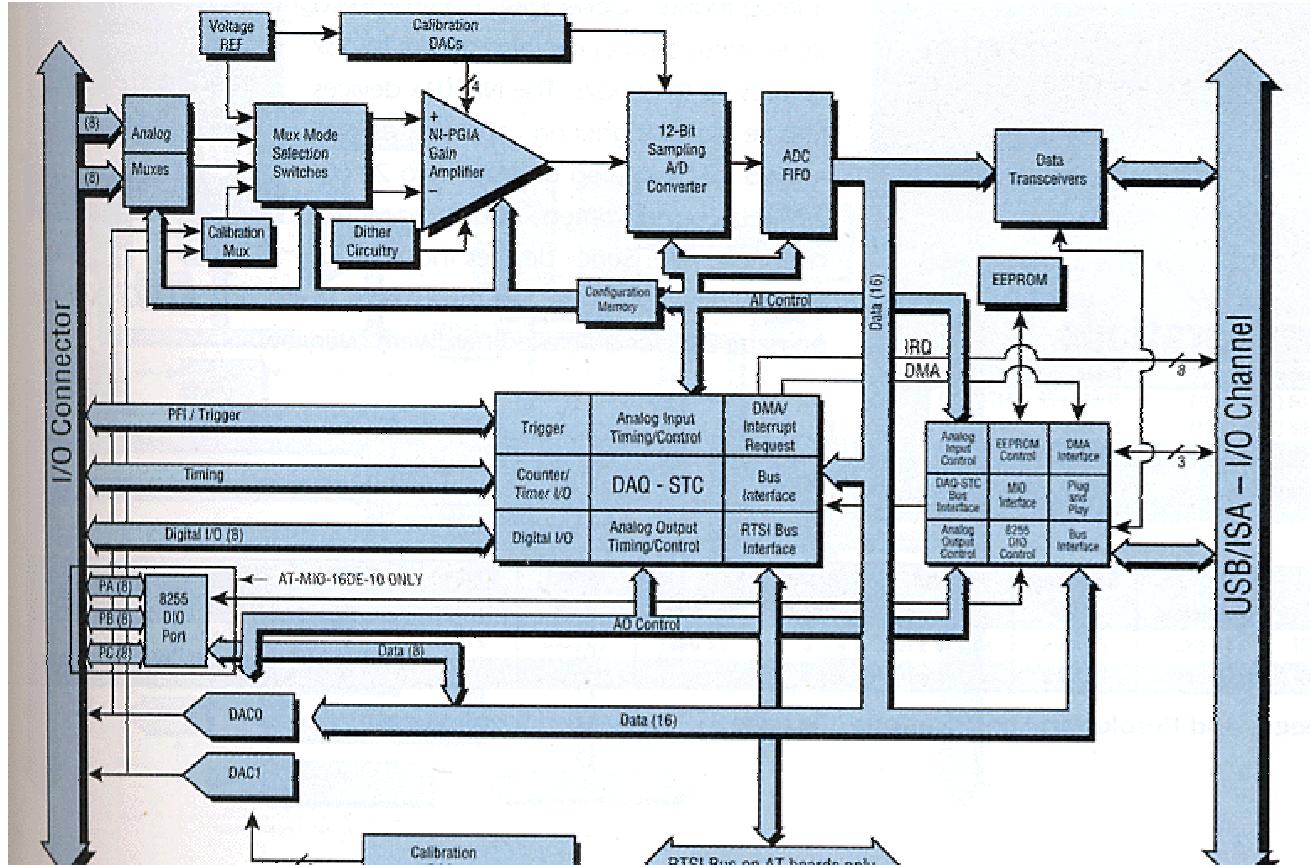


Figure 3. NI 6020E and NI 6021E Hardware Block Diagram

Tarjeta N.I.

DAQCard-700



Low-Cost Multifunction I/O – 100 kS/s, 12-Bit, 16 Analog Inputs

DAQCard-700

Analog Inputs <i>16 single-ended, 8 differential channels 100 kS/s sampling rate 12-bit resolution</i>	Application Software <i>LabVIEW LabWindows/CVI ComponentWorks VirtualBench Measure BridgeVIEW Lockin</i>
Digital I/O <i>16 (5 V/TD) lines</i>	Calibration Certificate Included! <i>(refer to page 216)</i>
Counter/Timers <i>Two, 16-bit resolution</i>	
Driver Software <i>NIDAQ Windows 2000/NT/9x Mac OS</i>	



Make sure you consider our new low-cost 12-bit E Series products – refer to page 239.

Bus	Analog Inputs	Resolution	Sampling Rate	Input Range	Analog Outputs	Resolution	Output Rate	Output Range	Digital I/O	Counter/Timers	Triggers
PCI/MCA	16 S/S/B DI	12 bits	100 kS/s	±10V	-	-	-	-	16	2, 16-bit	-

Table 1. DAQCard-700 Channel, Speed, and Resolution Specifications (refer to page 316 for more detailed specifications)

Low-Cost Multifunction I/O – 100 kS/s, 12-Bit, 16 Analog Inputs

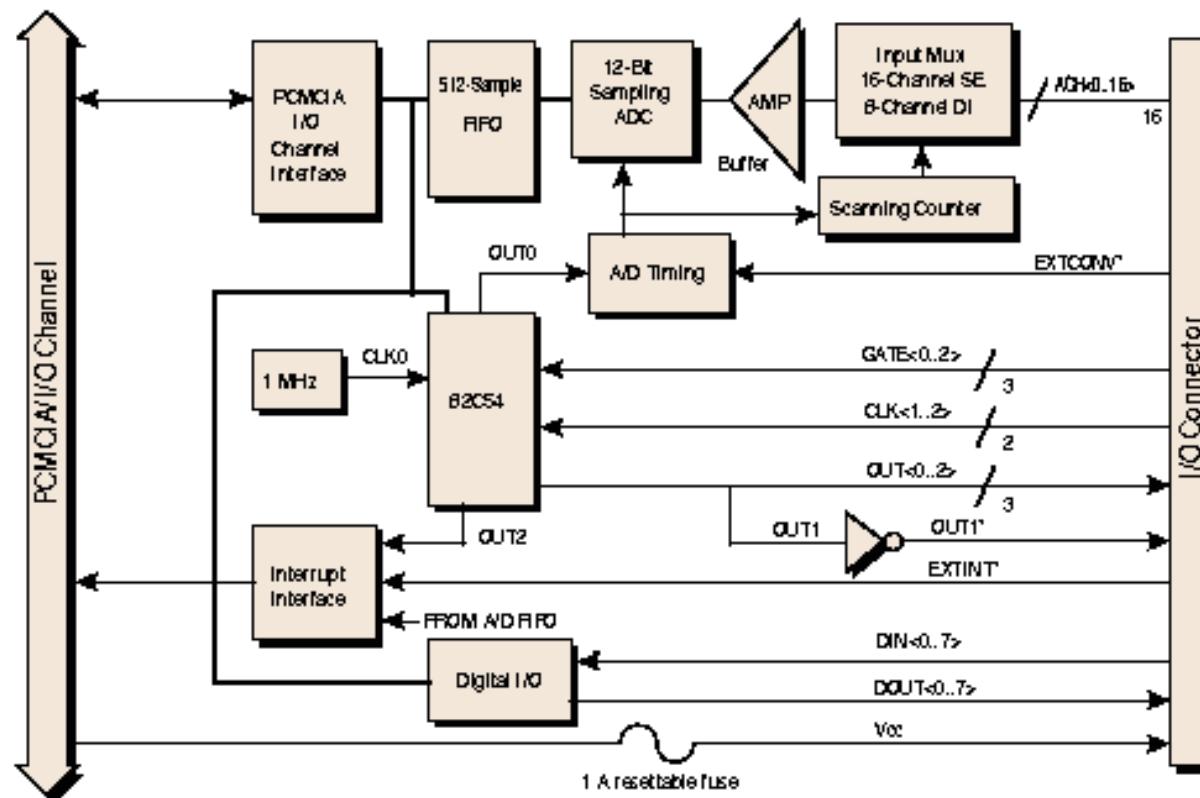
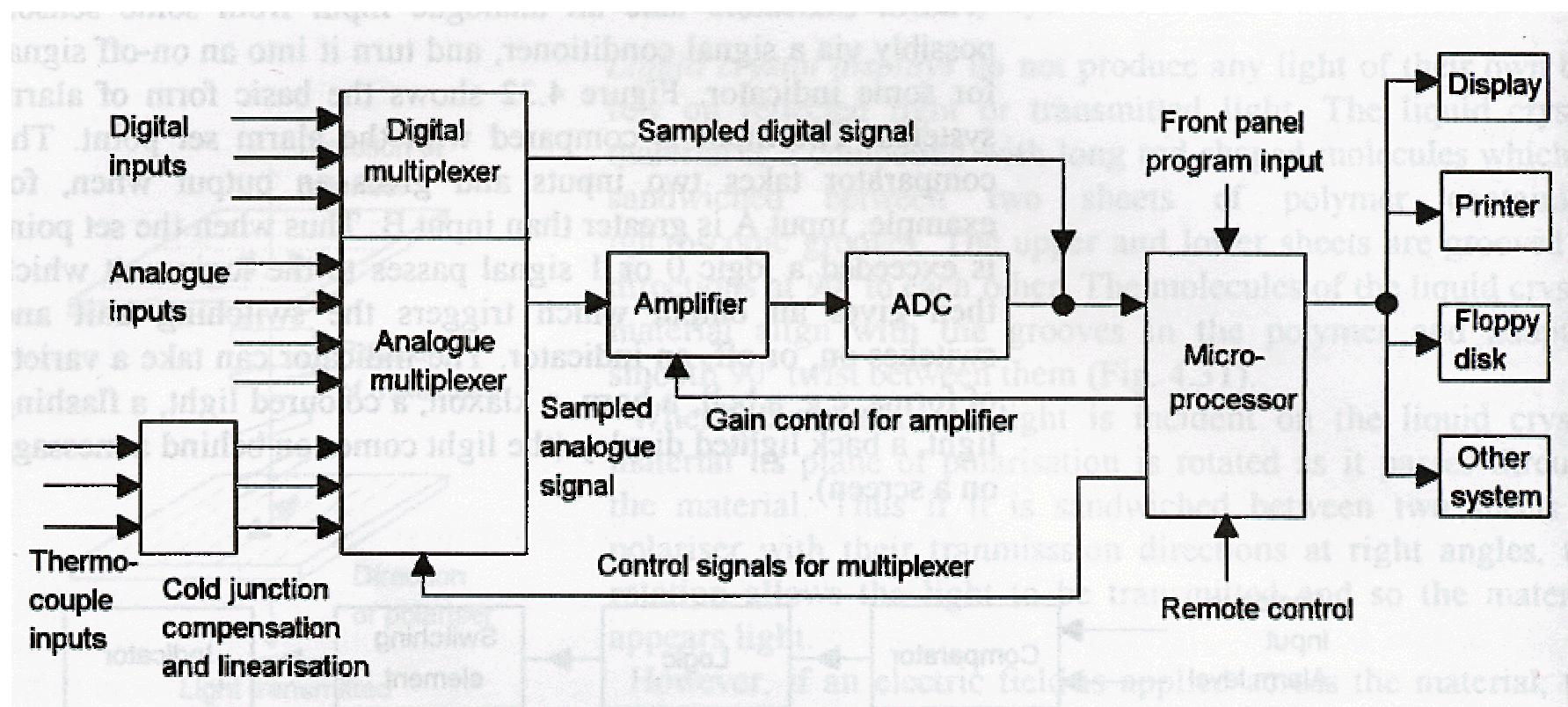


Figure 2. DAQCard-700 Hardware Block Diagram

Sistemas externos de adquisición de datos

- Originalmente consistían en un equipo autónomo conectado a un PC mediante una interfaz estándar.
- Algunas ventajas:
 - Mayor nº de canales E/S
 - Entorno eléctrico más protegido (ruido menor)
 - Mayor velocidad y versatilidad.

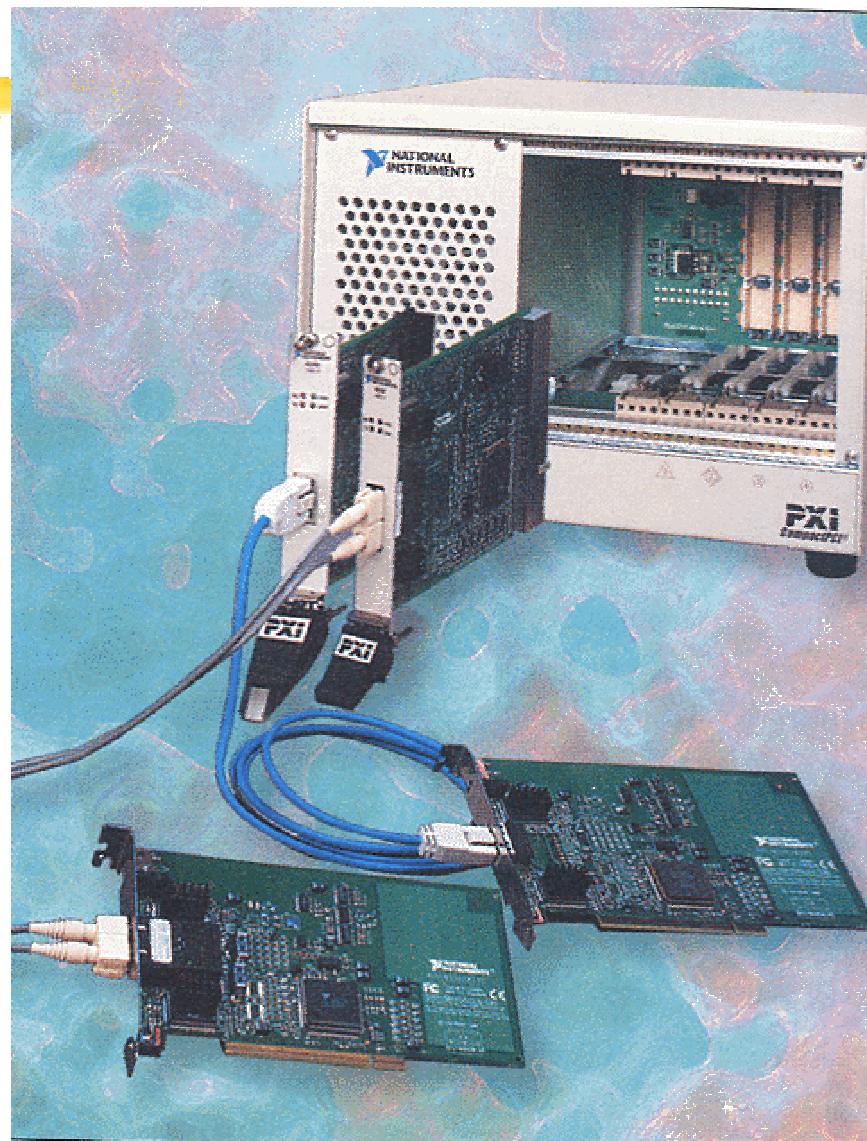


Sistemas externos de adquisición de datos

- Actualmente son equipos autónomos orientados principalmente a aplicaciones industriales para los que la solución: tarjetas plug-in + PC no es válida.
 - Alta sensibilidad para bajos niveles de tensión en las entradas ($\leq 1 \text{ mV}$)
 - Utilizadas para un amplio abanico de sensores y un nº alto de canales.
 - Aplicaciones para procesos de control en tiempo real.
- Necesitarán de un ordenador para control y almacenamiento: se montan en racks.

Sistemas externos de adquisición de datos

- Distintas arquitecturas:
 - PXI: PCI eXtension for Instrumentation
 - (PCI: Peripheral Component Interface)
 - VISA: Virtual Instrumentation Software Architecture
 - (PCI: Peripheral Component Interface)
 - VXI: VME eXtension for Instrumentation
 - (Plug-and-Play)



Características de los sistemas externos:

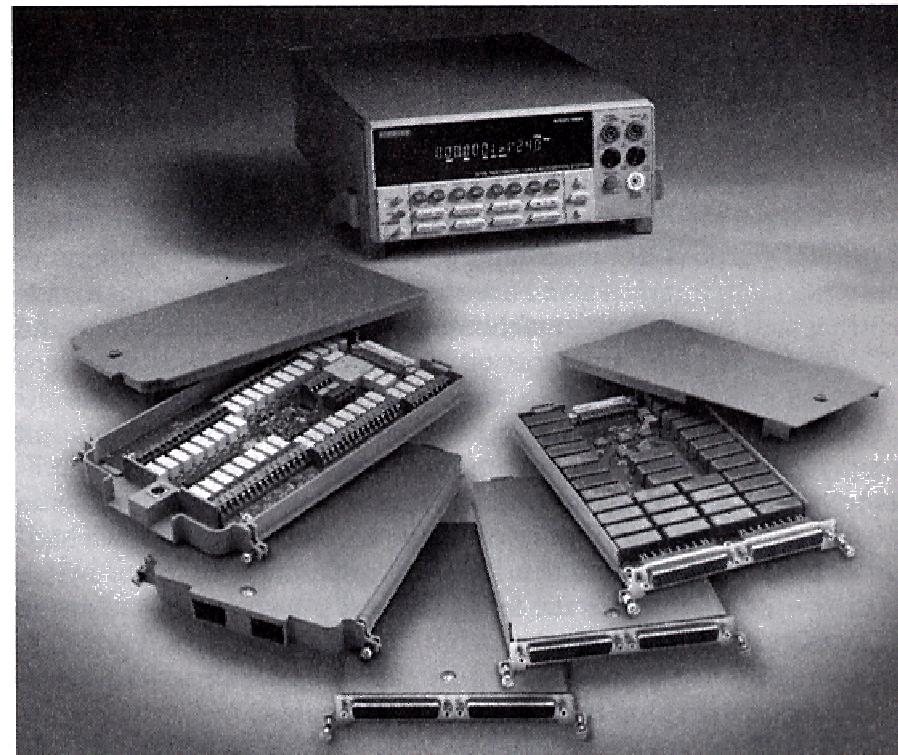
1. Amplia variedad de tipos de slots para aplicaciones especializadas en adquisición y control.
2. El chasis ofrece un entorno eléctrico mucho más protegido y menos ruidoso que el de un PC.
3. El uso de interfaces estándar IEE-588, RS-232, USB,..., permite la conexión en red, adquisición a distancia, o el uso de otros ordenadores que no sean PCs.
4. Memorias y procesadores dedicados permiten aplicaciones de control en tiempo real.
5. Arquitecturas robustas, fáciles de configurar con una gran variedad de funciones de medida y control.
6. Los accesorios requeridos son costosos.

FEATURES/CAPABILITIES

	Plug-in Boards	External Instruments
MEASUREMENT		
Sampling rate	High. >1kHz.	Low. <1kHz.
A/D technology	Sampling (successive approximation).	Integrating (power line cycle integration).
Data throughput, measurement to user	High speed. >1kHz.	Low. <1kHz.
Measurement accuracy	Moderate. Approx. 100µV.	High. Approx. 1µV.
Resolution/Sensitivity	Moderate (8-16 bit).	High (22-28 bit).
Calibration	NIST traceable.	NIST traceable.
Multiplexing/Switching	Solid-state. High speed.	Mechanical. High isolation and accuracy.
SIGNAL CONDITIONING		
Electrical isolation to earth ground	None. Additional modules required.	Built in, up to 1000V.
Noise immunity	Low to moderate.	High.
Common mode voltage	10V.	Up to 1000V.
Signal conditioning (res., TC, current, freq.)	Additional modules required.	Built in conditioning hardware.
Scaling/Engineering units/Limits	Required. Included in software.	Built in.
Digital filtering	Required. Included in software.	Built in.
SOFTWARE		
Communication bus	PCI/ISA/PCMCIA.	GPIB, RS-232.
Computer dependence/coupling	Tightly coupled.	Loosely coupled.
System software dependence	Highly dependent. Device drivers required.	Independent. Standard bus (GPIB, RS-232).
Application program response time	High. <1ms.	Moderate, >1ms.
Control capabilities (analog out, digital out)	High. Fast response-time <1ms.	Moderate. Response time >1ms.
FORM FACTOR		
Channel expandability	Limited. PC slot dependent.	Almost unlimited. Daisy-chained.
Multifunctionality (AI, AO, DIO, CT)	High.	Moderate.
Modular/Customizable	High. A la carte.	Moderate. All functions built in.
Rack space	None. Plugs into the computer chassis.	Rack/stack, benchtop.
Compactness, embedding capabilities	High. Ideal for OEM integration.	Moderate, stand-alone.
OTHER		
Ease of use	Moderate. Requires software.	High. Pushbutton and display interface.
Front panel display	None. Requires GUI software.	Pushbutton display - troubleshooting.
Usage	Component level. Integration required.	System level.
Cost	Low. <\$1000.	Moderate. >\$1000.
Cost	Low. <\$1000.	Moderate. >\$1000.

Sistemas híbridos de adquisición de datos

- Utilizan una combinación de tarjetas de adquisición de datos y instrumentación específica de test.



Software de adquisición de datos

Las tarjetas disponen de drivers, o programas suministrados por el fabricante para comunicarse con el ordenador indicado.

Previamente a la conexión es necesario determinar:

- Direcciones de los canales de entrada/salida.
- Nivel de interrupción.
- Canal usado para acceso directo a memoria.

(En las tarjetas tipo “*plug-and-play*” estos parámetros son determinados por el propio software)

Software para Tarjetas de Adquisición de Datos:

Tambien existen programas de aplicación de ayuda al diseño de sistemas de medida y análisis de datos.

Ejemplo:

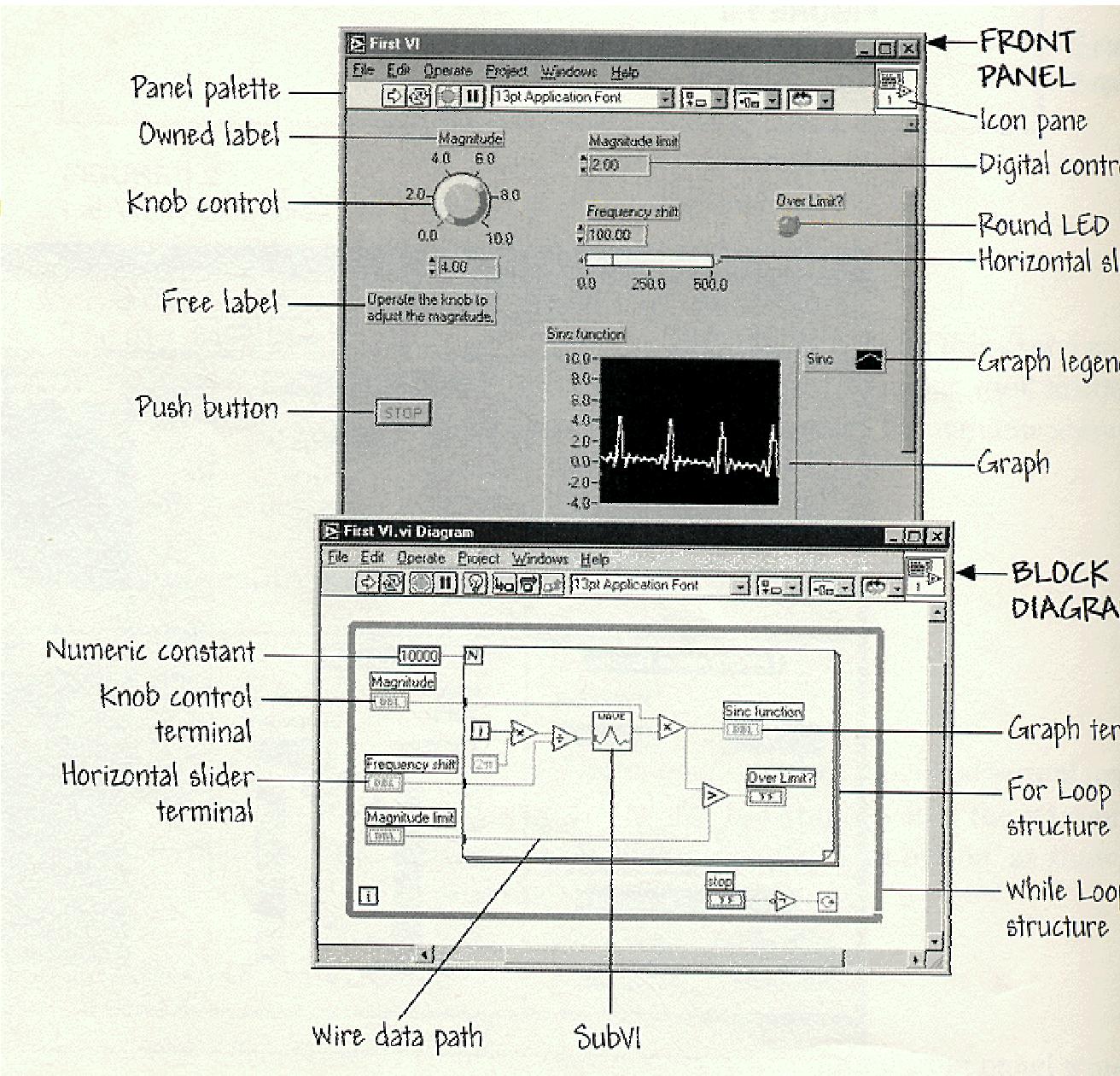
LabVIEW, suministrado por National Instruments.

- Es una herramienta que utiliza un lenguaje de programación de tipo gráfico para el diseño de sistemas de adquisición y control de instrumentos .
- Los sistemas diseñados con esta herramienta se denominan: Virtual Instruments, ya que su apariencia y funcionamiento se asemeja al de un instrumento estándar.

Ejemplo de SOFTWARE : LabVIEW.

Un "Virtual instrument" consta de tres partes:

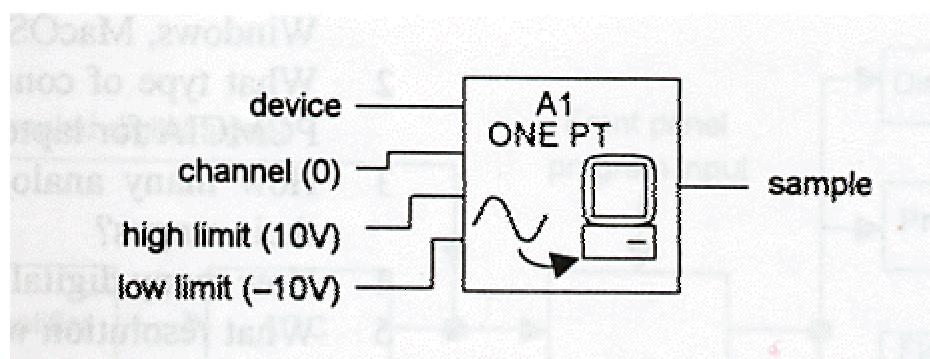
- Un panel frontal interactivo con el usuario que simula el panel de un instrumento con sus mandos y visualizadores.
- Esquema de bloques que es el código fuente del programa que se genera gráficamente al trazar líneas de conexión entre los iconos seleccionados en la pantalla.
- Una representación gráfica: Icono+conectores, asociada al instrumento virtual para ser así usado en otros esquemas de bloques.



Ejemplo:

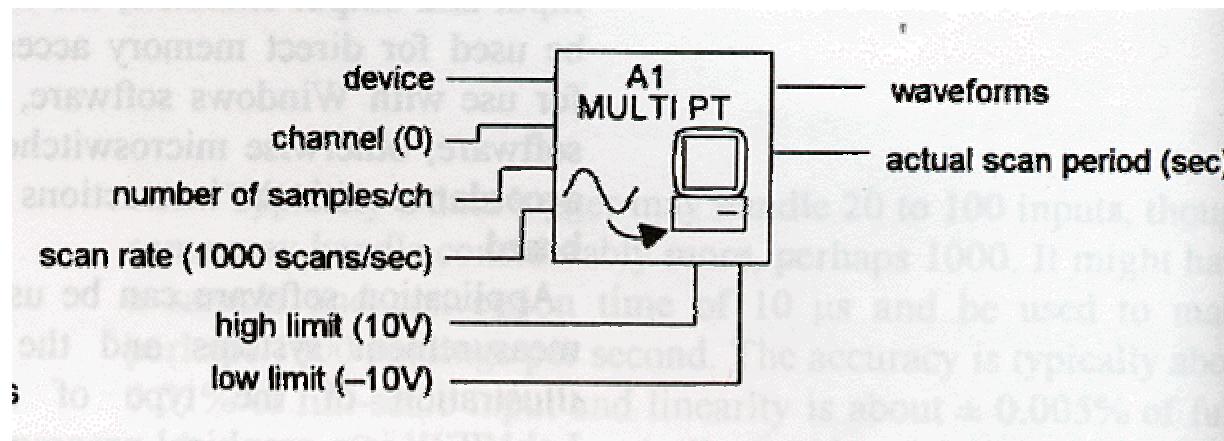
Icono seleccionado para un VI cuando se quiere aplicar una señal analógica a un canal de entrada de la tarjeta DAQ

- Se ha seleccionado de la paleta “Analogue input”.
- *Device*: nº de dispositivo asignado a la tarjeta DAQ.
- *Channel*: Fuente del dato a muestrear.
- *Sample*: Es una muestra/resultado de la conversión A/D
- *High/Low limit*: Valores límites de tensión (por defecto ± 10 V. Al cambiarlos cambia la ganancia del AO)



Ejemplo:

- Si se quiere muestrear un conjunto de canales de entrada:



- Para cada canal:
 - Se adquiere un conjunto de muestras durante un periodo de tiempo
 - A una frecuencia determinada
 - Se obtiene así una señal de salida que muestra la variación de entrada en el tiempo.

Ejemplo:

- Conectando varios iconos entre sí se genera un esquema de bloques que puede:
 - Adquirir muestras de un conjunto de canales de entrada
 - Muestrearlos en una determinada secuencia.
 - Mostrar los resultados en una secuencia de gráficos.

