



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN  
EMPRESARIAL**

**TEMA:**

*INVESTIGACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS NI USB 6009  
PARA SU IMPLEMENTACIÓN Y USO EN LOS LABORATORIOS DE  
TELECOMUNICACIONES DE LA FET DE UCSG*

**REALIZADO POR:**

**ALCIVAR ORRALA KARLA ELIZABETH**

**POLO QUIÑONEZ JORGE ELIECER**

**TORRES RODRIGUEZ EUNICE**

**SEVILLA PAREDES JHONNY FABRICIO**

**VELEZ ALVARADO CYNTHIA LEONELA**

**DIRECTOR:**

**ING. MARCOS ANDRADE**

**GUAYAQUIL- ECUADOR**

**2009-2010**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**TESIS DE GRADO**

**TÍTULO**

***INVESTIGACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS NI USB  
6009 PARA SU IMPLEMENTACIÓN Y USO EN LOS LABORATORIOS DE  
TELECOMUNICACIONES DE LA FET DE UCSG***

PRESENTADO A LA FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO, CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES  
CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL DE LA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL.

**POR:**

ALCIVAR ORRALA KARLA ELIZABETH  
POLO QUIÑONEZ JORGE ELIECER  
TORRES RODRIGUEZ EUNICE  
SEVILLA PAREDES JHONNY FABRICIO  
VELEZ ALVARADO CYNTHIA LEONELA

PARA DAR CUMPLIMIENTO CON UNO DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR  
POR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN  
EMPRESARIAL

.....  
**ING. HÉCTOR CEDEÑO**  
**DECANO DE LA FACULTAD**

.....  
**ING. PEDRO TUTIVÉN**  
**DIRECTOR DE CARRERA**

.....  
**ING MARCOS ANDRADE**  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....  
**VOCAL PRINCIPAL**

.....  
**VOCAL PRINCIPAL**

.....  
**SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a todos y cada una de las personas que nos acompañaron y apoyaron a cada momento, es gracias a ellos que todo esto se hizo posible.

A Dios.

A nuestras familias.

A nuestros profesores

A nuestros compañeros/as.

A nuestros amigos/as.

Y a todas las personas que ha intervenido en el andar de nuestras vidas.

A todos ellos, gracias por el constante apoyo en este importante logro.

Una nueva etapa comienza

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	I
INTRODUCCIÓN .....	XIV
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	XV
HIPÓTESIS.....	XV
JUSTIFICACIÓN .....	XV
OBJETIVO GENERAL.....	XV
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	XV

## CAPÍTULO 1: ADQUISICIÓN DE DATOS

1.1 TRANSDUCTORES Y SENSORES .....	3
1.1.1 SENSOR DE CORRIENTE .....	5
1.1.2 SENSOR DE VOLTAJE .....	5
1.1.3 SENSOR RESISTIVO.....	5
1.2 TIPOS DE SEÑALES.....	6
1.2.1 SEÑALES ANALÓGICAS .....	6
1.2.2 SEÑALES DIGITALES .....	7
1.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.....	9
1.3.1 AMPLIFICACIÓN .....	10
1.3.2 AISLAMIENTO .....	11
1.3.3 MULTIPLEXADO .....	11
1.3.4 FILTRADO.....	12
1.3.5 EXCITACIÓN .....	12
1.3.6 LINEALIZACIÓN .....	13
1.3.7 ENTRADAS ANALÓGICAS.....	13
1.3.7.1 NÚMERO DE CANALES .....	13
1.3.7.2 TASA DE MUESTREO .....	13
1.3.7.3 RESOLUCIÓN .....	14
1.3.8 SALIDAS ANALÓGICAS.....	16

1.3.8.1 LA SOLUCIÓN DE TIEMPO.....	16
1.3.8.2 TASA DE SUBIDA.....	16
1.3.8.3 RESOLUCIÓN DE SALIDA .....	16
1.3.8.4 DISPARADORES .....	17
1.4 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES (DIO).....	17
1.5 TEMPORIZACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS (E/S).....	17
1.5.1 PUERTA.....	18
1.5.2 FUENTE .....	18
1.5.3 SALIDA.....	18
1.6 LOS MULTIPLEXORES .....	18
1.7 CONVERTOR ANALÓGICO DIGITAL A/D .....	19
1.7.1 LÓGICA DE CONTROL: .....	20
1.7.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO:.....	20
1.7.3 RESOLUCIÓN: .....	21
1.8 CONVERTOR DIGITAL ANALÓGICO (D/A).....	21
1.9 MICROPROCESADORES .....	22

## **CAPÍTULO 2: SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

2.1 INTRODUCCIÓN .....	23
2.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS ..	24
2.3 ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.....	25
2.4 INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN Y DESPLIEGUE DE DATOS	25
2.4.1 INSTRUMENTOS DE REGISTRO GRÁFICO .....	25
2.5 ESQUEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	26
2.5.1 ESQUEMAS DE CONTROL ANALÓGICO CON MONITOREO ..	26
2.5.2 ESQUEMAS DE CONTROL DIGITAL DIRECTO .....	27
2.5.3 ESQUEMAS DE CONTROL DE SUPERVISORA.....	27
2.5.3.1 LA COLUMNA (BACKBONE) .....	28
2.5.3.2 LA RED .....	28

2.5.3.2.1 ADMINISTRACIÓN DE DATOS .....	29
2.5.3.2.2 VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	29
2.5.3.2.3 MANEJO DE ALARMAS Y EVENTOS .....	30
2.5.3.2.4 SEGURIDAD .....	30
2.5.3.2.5 INTEGRACIÓN .....	30
2.5.3.3 LOS NODOS .....	30
2.5.3.3.1 SISTEMAS DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL .....	31
2.5.3.3.2 ANÁLISIS EN LÍNEA .....	31
2.5.3.3.3 ANÁLISIS FUERA DE LÍNEA.....	32
2.6 PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE UN SAD .....	32
2.7 CONFIGURACIONES DE LOS SAD.....	34
2.7.1 SAD MONOCANALES .....	34
2.7.2 SAD MULTICANAL .....	35
2.7.2.1 SAD MULTICANAL CON MUESTREO SECUENCIAL DE CANALES .....	35
2.7.2.2 SAD MULTICANAL CON MUESTREO SIMULTÁNEO DE CANALES .....	36
2.7.2.3 SAD MULTICANAL PARALELO .....	37
2.8 CLASIFICACIÓN DE LOS SAD Y SU CONEXIÓN A LOS EQUIPOS DE PROCESO .....	38
2.8.1 SISTEMAS BASADOS EN TAD (BUS INTERNO).....	39
2.8.2 SISTEMAS BASADOS EN INTERFACES ESTÁNDAR PARA INSTRUMENTACIÓN (BUS EXTERNO).....	47
2.9 ESTUDIOS DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS ...	50

### **CAPÍTULO 3: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS USB**

#### **6009**

3.1 INTRODUCCIÓN .....	51
3.2 DIAGRAMA DEL HARDWARE.....	53

3.3 CONECTORES DE ENTARADA Y SALIDA (INPUT/OUT) .....	54
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL.....	56
3.5 GANANCIA DE AMPLIFICADOR PROGRAMABLE (PGA).....	56
3.6 CONEXIÓN DE TENSION DIFERENCIAL.....	56
3.6.1 CONEXIÓN DE TENSIONES MODO REFERENCIADO SENCILLO. .....	58
3.7 SALIDA .....	58
3.7.1 CONEXIÓN DE CARGAS A LAS SALIDAS ANALÓGICAS.....	59
3.7.2 GLITCHES EN MINIMIZAR LA SEÑAL DE SALIDA .....	59
3.7.3 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES .....	59
3.7. 4 CIRCUITOS E/S DIGITAL .....	60
3.8 PROTECCIÓN EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS .....	61
3.9 USB.....	65
3.9.1 CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN .....	66
3.9.2 COMPATIBILIDAD Y CONECTORES .....	69
3.9.2.1 INTERFAZ FÍSICA .....	70
3.10 CÓMO USAR LA DAQ USB 6009 RECIÉN ADQUIRIDA.....	70
3.11 COMPROBANDO LA INSTALACIÓN ADECUADA DE LA DAQ USB 6008/9.....	73

## **CAPÍTULO 4: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS DE INTERFAZ PCI**

4.1 INTRODUCCIÓN .....	78
4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	79
4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	82
4.4 INTERFAZ DE PCI.....	83
4.5 ESTÁNDARES PCI .....	86
4.6 ZOCALOS PCI.....	86
4.7 INSTALACIÓN.....	87

4.8 COMPARACIÓN DE LOS TIPOS DE BUS.....	88
--	----

## **CAPÍTULO 5: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS WI-FI**

5.1 INTRODUCCIÓN .....	89
5.2 CANALES Y FRECUENCIAS DE OPERACIÓN .....	89
5.3 DISPOSITIVOS DAQ WIFI .....	91
5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL DAQ WI-FI.....	92
5.3.2 MÓDULOS COMPATIBLES CON DAQ WI-FI.....	93
5.3.3 SOFTWARE.....	93
5.4 DIFERENCIA ENTRE DAQ WI-FI Y UN SENSOR INALÁMBRICO	94
5.5 POTENCIA REQUERIDA.....	95
5.6 COMO CONECTAR EL DISPOSITIVO .....	95
5.7 VELOCIDAD EN LA ADQUISICIÓN DE DATOS .....	99
5.8 UTILIZACIÓN DE VARIOS DISPOSITIVOS SIMULTÁNEAMENTE .....	100
5.9 RANGO DE ALCANCE .....	100
5.10 SINCRONIZACIÓN.....	101
5.11 AISLAMIENTO .....	101
5.12 SEGURIDAD .....	102
5.13 AUTENTICACIÓN.....	103

## **CAPÍTULO 6: ADQUISICIÓN DE DATOS DE DISPOSITIVOS CON PROTOCOLO ETHERNET**

6.1 INTRODUCCIÓN .....	104
6.2 COMPACT FIELDPOINT .....	104
6.3 BENEFICIOS DE COMPACTFIELDPOINT.....	105
6.4 APLICACIONES.....	106
6.5 COMPONENTES DEL COMPACT FIELDPOINT.....	106



## **CAPÍTULO 7: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

PRÁCTICA # 1.....	108
PRÁCTICA #2.....	116
PRÁCTICA # 3.....	120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	125
GLOSARIO .....	127
ANEXO A.....	143
ANEXO B.....	152

## ÍNDICE DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 1: ADQUISICIÓN DE DATOS**

FIGURA 1.1: ADQUISICIÓN DE DATOS.....	1
FIGURA 1.2: TRANSDUCTOR.....	3
FIGURA 1.3: EJEMPLO DE SEÑAL ANALÓGICA.....	7
FIGURA 1. 4: EJEMPLO DE SEÑAL DIGITAL .....	8
FIGURA 1. 5: ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES OPCIONES DE HARDWARE .....	10
FIGURA 1.6: ONDA SINUSOIDAL DIGITALIZADA CON UNA RESOLUCIÓN DE TRES BITS .....	14
FIGURA 1.7: LA ENTRADA A UN AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN QUE ES LA MULTIPLEXACIÓN DE SEÑALES DC QUE PARECE SER UNA ALTA FRECUENCIA DE SEÑAL DE CA.15	
FIGURA 1.8: DIAGRAMA DE DIFERENTES TIPOS DE MULTIPLEXORES.....	19
FIGURA 1.9: ESQUEMA GENERAL DEL A/D.....	20
FIGURA 1.10 : ESTRUCTURA GENERAL DE UN D/A .....	22

### **CAPÍTULO 2: SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

FIGURA 2.1: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SAD GENÉRICO ...	24
FIGURA 2.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE UNA PRUEBA DE LUBRICACIÓN EN MOTORES.....	26
FIGURA 2.3 ANÁLISIS PUNTO A PUNTO.....	31
FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SAD MONOCANAL.	34
FIGURA 2.5: SAD MULTICANAL CON MUESTREO SECUENCIAL DE CANALES .....	35
FIGURA 2.6: SAD MULTICANAL CON MUESTREO SIMULTANEO DE CANALES .....	36

FIGURA 2.7: SAD MULTICANAL PARALELO 1 .....	37
FIGURA 2.8: MÉTODOS USUALES PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS .....	39
FIGURA 2.9: SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS BASADOS EN TARJETAS .....	40
FIGURA 2.10: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS ESTÁNDAR. ....	42
FIGURA 2.11: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA .....	48
FIGURA 2.12: INTERFACES ESTÁNDAR DE INSTRUMENTACIÓN	49

### **CAPÍTULO 3: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS USB 6009**

FIGURA 3. 1: VISTA LATERAL Y CONECTOR DEL USB-600 .....	52
FIGURA 3.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL DISPOSITIVO .....	53
FIGURA 3.3: CONEXIÓN DE UN DIFERENCIAL DE VOLTAJE DE SEÑAL.....	57
FIGURA 3.4: EJEMPLO DE MEDICIÓN DE UN DIFERENCIAL DE 20 V .....	57
FIGURA 3.5: SUPERIOR DE +10 V AI DEVOLUCIONES RECORTADA DE SALIDA.....	58
FIGURA 3.6: CONEXIÓN DE UNA ÚNICA REFERENCIA DE VOLTAJE DE SEÑAL DE FINALIZACIÓN.....	58
FIGURA 3.7: CONEXIÓN DE UNA CARGA.....	59
FIGURA 3.8. EJEMPLO DE UNA CONEXIÓN DE CARGA.....	60
FIGURA 3.9: PAR TRENZADO .....	68
FIGURA 3.10. TIPOS DE CONECTORES .....	69
FIGURA 3.11: GLOBO DE DIALOGO .....	71
FIGURA 3.12: ASISTENTE DE INSTALACIÓN DE SOFTWARE.....	72

FIGURA 3.13: UBICACIÓN DEL DRIVER.....	72
FIGURA. 3.14: INSTALACIÓN CON ÉXITO .....	73
FIGURA 3.16: MENÚ CONFIGURACIÓN FÍSICA.....	75
FIGURA 3.17: ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS .....	75
FIGURA 3.18: LABVIEW .....	76
FIGURA. 3.19: DAQ ASSISTANT .....	76
FIGURA 3.20: ICONOS DE FUNCIONES.....	77

#### **CAPÍTULO 4: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS DE INTERFAZ PCI**

FIGURA 4.1: TARJETA PCI 6221 .....	78
FIGURA 4.2: CONEXIÓN PCI .....	86

#### **CAPÍTULO 5: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS WI-FI**

FIGURA 5.1: DAQ WI-FI.....	92
FIGURA 5.2 PARTES INTERNAS DEL DAQ WI-FI .....	92
FIGURA 5.3: CONFIGURACIÓN DEL HOST CON UNA DIRECCIÓN IP ESTÁTICA .....	96
FIGURA 5.4: CONFIGURACIÓN DEL CÓDIGO SSID (SERVICE SET IDENTIFIER) EN EL HOST .....	96
FIGURA 5.5: CONECTAR EL DAQ WI-FI AL COMPUTADOR POR ETHERNET .....	97
FIGURA 5.6 A: ICONO DE CONFIGURACIÓN PARA EL DISPOSITIVO .....	98
FIGURA 5.6 B: ICONO DE CONFIGURACIÓN PARA EL DISPOSITIVO .....	98
FIGURA 5.7: ICONO PARA TERMINAR LA CONFIGURACIÓN.....	99

## **CAPÍTULO 7: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

FIGURA 7.1 ACELERÓMETRO ACCM2G .....	108
FIGURA 7.2: USB 6009.....	109
FIGURA 7.3: ADQUISICIÓN DE LA SEÑAL.....	110
FIGURA 7.4: APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN PARA CALCULAR ÁNGULO.....	111
FIGURA 7.5: OBTENCIÓN DE LA ACELERACIÓN .....	112
FIGURA. 7.6: PRESENTACIÓN GRÁFICA.....	113
FIGURA 7.7: FORMA DE CONECTAR EL SENSOR.....	116
FIGURA 7.8: ADQUISICIÓN DE LA SEÑAL.....	117
FIGURA 7.9: FILTRO DE LA SEÑAL.....	117
FIGURA 7.10: SELECCIONADOR DE SEÑAL.....	117
FIGURA 7.11: INGRESO DE FORMULA .....	118
FIGURA 7.12: PRESENTACIÓN A MOSTRAR .....	118
FIGURA 7.13: CONEXIÓN DEL SENSOR .....	120
FIGURA 7.14: ADQUISICIÓN DE DATOS.....	121
FIGURA 7.15: FILTRADO DE LA SEÑAL .....	121
FIGURA 7.16: LINEALIZACIÓN DE LA SEÑAL.....	123
FIGURA 7.17: SELECCIONADOR DE SEÑAL.....	123
FIGURA 7.18: INDICADOR GRÁFICO .....	123
FIGURA 7.19: PRESENTACIÓN GRÁFICA.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

### **CAPÍTULO 1: ADQUISICIÓN DE DATOS**

TABLA 1.1: TIPOS DE TRANSDUCTORES .....	4
---	---

### **CAPÍTULO 3: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS USB 6009**

TABLA 3.1: SALIDA DIGITAL TIPO DE CONTROLADOR DE NOMBRES DE LOS CONVENIOS .....	51
TABLA 3.2: CARACTERÍSTICAS DEL USB-6009.....	52
TABLA 3.3: ASIGNACIONES DE TERMINAL ANALÓGICO.....	54
TABLA 3.4: ASIGNACIONES DE LA TERMINAL DIGITAL.....	55
TABLA 3.5: DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL .....	56
TABLA 3.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	62
TABLA 3.7: ENTRADA ANALÓGICAS.....	62
TABLA 3.8. SALIDAS ANALÓGICAS .....	63
TABLA 3.9. ESPECIFICACIONES FÍSICAS .....	64
TABLA 3.10. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO .....	64
TABLA 3.11: ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO .....	65
TABLA 3.12: DESCRIPCIÓN.....	66
TABLA 3.13: DESCRIPCIÓN DE UN MICROPLUG.....	68

### **CAPÍTULO 4: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS DE INTERFAZ PCI**

TABLA 4.1: CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	79
TABLA 4.2: DESCRIPCIÓN DE ENTRADAS ANALÓGICAS .....	79
TABLA 4.3: DESCRIPCIÓN DE LA SALIDA ANALÓGICA.....	80
TABLA 4.4: TEMPORIZACIÓN, DISPARO Y SINCRONIZACIÓN .....	80
TABLA 4.5: ESPECIFICACIONES FÍSICAS .....	80

TABLA 4.6: CONTADORES Y TEMPORIZADORES .....	81
TABLA 4.7: ENTRADA Y SALIDA DIGITAL .....	82
TABLA 4.8: COMPARACIÓN DE LOS TIPOS DE BUS .....	88

## **CAPÍTULO 5: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS WI-FI**

TABLA 5.1: CANALES DE FRECUENCIA Y OPERACIÓN .....	90
--	----

## **CAPÍTULO 7: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

TABLA 7.1 VALORES ADQUIRIDOS EN EL EJE X .....	113
TABLA 7.2 VALORES ADQUIRIDOS EN EL EJE Y .....	114
TABLA 7.3 VALORES DEL FSR.....	119
TABLA 7.4: VALORES DEL GP2D12.....	122

## **PRÓLOGO**

Desde el inicio de los tiempos el hombre ha entendido la necesidad de registrar desde los eventos cotidianos hasta los fenómenos naturales y es así que con la llegada de la era digital ha tratado de diversas maneras de llevar todo lo posible a la digitalización con la finalidad de poder no sólo registrar, sino también interactuar y tomar decisiones incluso en tiempo real sobre los eventos.

Esta tecnología ha sido desarrollada y desde allí ha sido implementada en los procesos industriales del primer mundo, permitiendo no sólo digitalizar sino también automatizar y controlar sus operaciones productivas otorgando grandes beneficios y optimizando recursos.

En el campo de la investigación ha permitido encontrar y desarrollar soluciones efectivas como componentes más resistentes a las variaciones de temperaturas, medios de transportes más eficientes, etc.

Otra aplicación muy importante está en el área académica, grandes Universidades del mundo entero han incluido en sus talleres o laboratorios de Ingenierías la adquisición de datos con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje convirtiéndose en una pieza fundamental en la educación superior.

Nosotros, convencidos de que la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en conjunto con la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, deben ser parte de la excelencia académica mundial, hemos implementado el presente trabajo con la finalidad de proveer una herramienta capaz de cambiar el curso de capacitación universitaria, donde ya no sólo se enseñe y se entienda los fundamentos teóricos sino también se puedan aplicar en la práctica de las diferentes asignaturas que tiene la carrera de Telecomunicaciones



## INTRODUCCIÓN

La transmisión de información desde los sistemas primitivos hasta los modernos, ha tomado papeles relevantes para todo tipo de procesos, en la toma de decisiones a partir de lo conocido y modificar o asumir como correcto el funcionamiento del sistema. Papeles que caracterizan los sistemas de adquisición de datos y que han buscado ser mejorados a lo largo de la historia son formas y fidelidad de la transducción de los valores a medir, velocidad, transmisión de los datos, el procesamiento de los datos y el control a partir de la información procesada.

En la industria moderna, con mecanismos y procesos extensos, cada vez más complicados y costosos, exigen por tanto acceder de forma rápida a todo tipo de información técnica, determinante para revisar de forma continua los sistemas y controlar o modificar condiciones, también por ejemplo en el control de consumo, tiempo de trabajo de maquinaria, producción, rendimiento, control de fallas, mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, etc. Así mismo la información del sistema es directamente relacionado en decisiones no sólo técnicas, sino que también administrativas y gerenciales.

### **Definición del problema.**

Los laboratorios de electrónica y de telecomunicaciones carecen de equipos que permitan adquirir datos, lo cual dificulta la experimentación y aprendizaje de fundamentos básicos de la carrera.

### **Hipótesis**

Utilizando los sistemas de adquisición de datos se puede mejorar los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de manera que nos permitan ingresar al computador datos reales para realizar mediciones.

### **Justificación**

Para la presente tesis se ha empleado el método deductivo con el fin de encontrar una solución al problema planteado en un inicio, el cual llevo al desarrollo del presente proyecto que cual consta de siete capítulos, de los cuales los dos primeros contienen conceptos teóricos, cuatro son dedicados a la especificaciones sobre cuatro diferentes equipos que se analizaron, y el último capítulo contiene la experimentación con los tres sensores.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

El objetivo principal de los "Sistemas de Adquisición de Datos"(S.A.D). Lograr que los datos del sistema controlado (Presión, humedad relativa, temperatura, nivel bajo, nivel alto, concentración, etc.) sean utilizados, ya sea con fines docentes, estadísticos, científicos, y la unión de los diferentes recursos que los integran.

#### **Objetivos específicos**

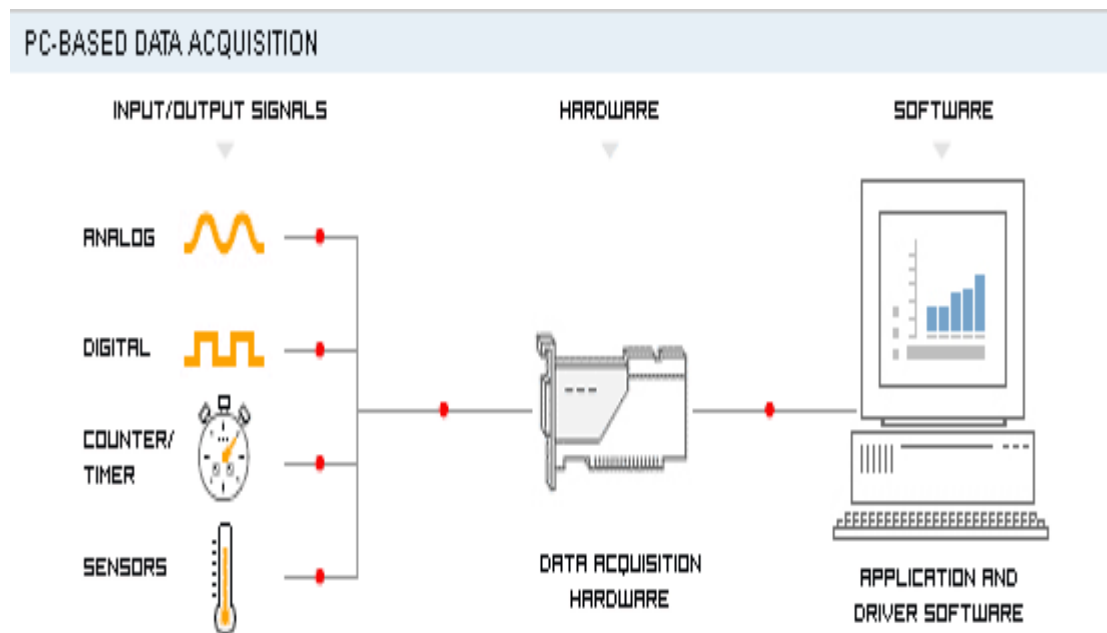
Analizar los distintos sistemas de adquisición de datos para su implementación.

Evaluar a través de la experimentación el uso y aplicación del sistema de adquisición de datos.

# CAPÍTULO 1: ADQUISICIÓN DE DATOS

La Adquisición de Datos, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de variables físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital.

Los dispositivos de Adquisición de datos son instrumentos, ideales para una gran variedad de aplicaciones, desde registros de datos simples hasta sistemas integrados, ya que han sido diseñados con el propósito general de medir señales de voltaje. (Ver Figura 1.1)



**Figura 1.1: Adquisición de datos**

Un sistema de adquisición de datos se compone de varias etapas. La primera consiste en la recolección de datos por medio de sensores que traducen valores físicos a señales eléctricas, mayormente estas señales son análogas.

Las señales recolectadas son enviadas por medio de cableado. Estas señales pueden ser filtradas de perturbaciones o ruido. Una segunda etapa se compone de los módulos convertidores analógico a digital (ADC<sup>1</sup>) provenientes de los sensores o transductores, y de los módulos de convertidor digital a analógico (DAC<sup>2</sup>).

Las señales de los convertidores pasan por una interfaz, que entabla comunicación con el procesador. Esta interfaz es llamada también tarjeta de adquisición de datos. Los datos son sincronizados por un reloj, de ésta interfaz los datos pasan a un bus de comunicación, de donde a su vez pasan los datos del procesador hacia la interface.

En la última etapa del trayecto de la información entra al computador, que suele ser un ordenador de uso general. Aplicaciones de software traducen a nivel de usuario la información recolectada. Estos valores pueden ser procesados con otras herramientas, brindando una gran versatilidad y facilidad de usos

A continuación explicaremos criterios más importantes de cada elemento:

- Transductores y sensores.
- Señales.
- Acondicionamiento de Señales.
- Hardware DAQ.

---

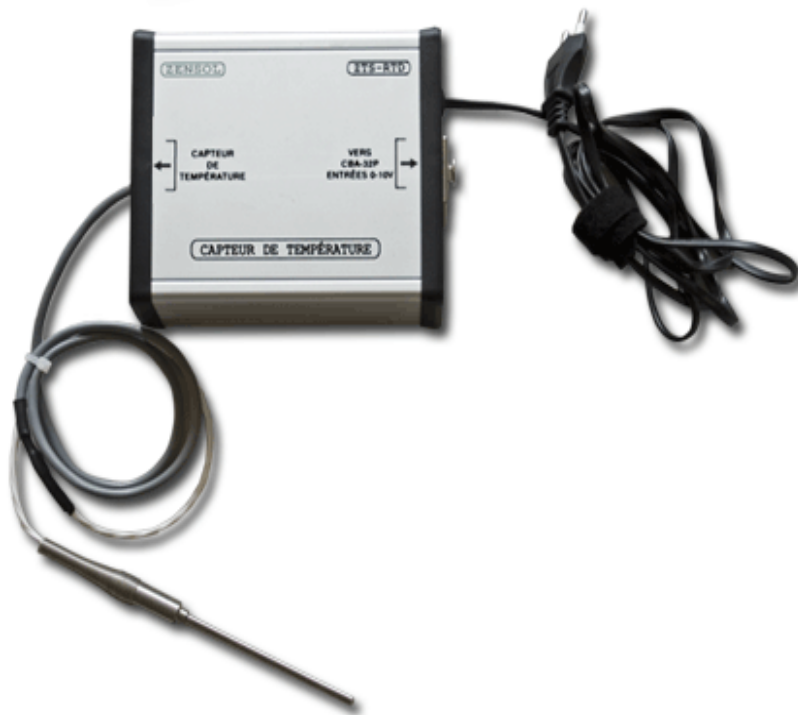
<sup>1</sup>ADC: CONVERTIDOR ANALÓGO DIGITAL

<sup>2</sup> DAC: CONVERTIDOR DIGITAL ANALÓGO

- El conductor y el software de aplicación.

## 1.1 TRANSDUCTORES Y SENSORES

El transductor es un elemento que convierte la magnitud física que vamos a medir en una señal de salida (normalmente tensión o corriente) que puede ser procesada por nuestro sistema. Salvo que la señal de entrada sea eléctrica, podemos decir que el transductor es un elemento que convierte energía de un tipo en otro. Por tanto, el transductor debe tomar poca energía del sistema bajo observación, para no alterar la medida. (Ver figura 1.2)



**Figura 1.2: Transductor**

La capacidad de un sistema DAQ para medir los diferentes fenómenos depende de los transductores para convertir los fenómenos físicos en señales medibles por el DAQ hardware. Transductores son sinónimo de sensores en sistemas DAQ. Hay

transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la medición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos. **La Tabla 1.1** muestra una breve lista de algunos de los transductores y los fenómenos que pueden medir.

<b>Fenómeno</b>	<b>Transductores</b>
Temperatura	Termopares RTDs /Resistence Temperature Detector) Termisores
Luz	Tubos de Vacío Foto sensores
Sonido	Micrófono
Fuerza y presión	Galgas extensiométricas Celda de cargas
Posición y desplazamiento	Potenciómetros LVDT(Transformadores diferenciales de tensión lineal)
Flujo	Medidor de flujo rotacional
pH	Electrodos de pH

**Tabla 1.1: Tipos de transductores**

Transductores tienen diferentes requisitos para la conversión de los fenómenos en una señal medible. Algunos pueden requerir de excitación de transductores en forma de voltaje o corriente. Otros transductores pueden requerir componentes adicionales, e incluso redes de resistencia para producir una señal.

### **1.1.1 SENSOR DE CORRIENTE**

Convierte una magnitud física en un nivel de corriente directa equivalente, este tipo de sensor tiene como ventaja principal que el nivel de corriente obtenido puede ser transportado a distancias grandes sin que se produzcan pérdidas significativas, su desventaja a la vez consiste que la corriente siempre tiene que ser convertida a voltaje antes de suministrarse a un conversor A-D.

### **1.1.2 SENSOR DE VOLTAJE**

Este tipo de sensor entrega un nivel de voltaje equivalente a la señal física que se mide, normalmente los sensores industriales capaces de entregar un nivel de voltaje tienen incorporado circuitos acondicionadores, tales como: Amplificadores de instrumentación y operacionales, comparadores, etc. Este tipo de sensores muchas veces incorpora resistores variables que permiten ajustar el voltaje de salida al rango que nuestro conversor necesita, esta es su gran ventaja, y su desventaja es que la señal generada no puede ser transmitida más allá de unos pocos metros sin que se produzcan pérdidas en la misma.

### **1.1.3 SENSOR RESISTIVO**

Este es un tipo de sensor que convierte la variación de una señal física en una variación de resistencia, entre los más comunes tenemos las termoresistencias. El inconveniente de este tipo de sensor que debe utilizar un puente de Wheastone en algunas de sus variantes para convertir la variación de resistencia en una variación de voltaje.

## **1.2 TIPOS DE SEÑALES**

El transductor convierte los fenómenos físicos en señales medibles apropiadas. Sin embargo, las diferentes señales deben medirse de diferentes maneras. Por esta razón, es importante entender los diferentes tipos de señales y sus correspondientes atributos.

Las señales se pueden clasificar en dos grupos:

- Analógico
- Digital

### **1.2.1 SEÑALES ANALÓGICAS**

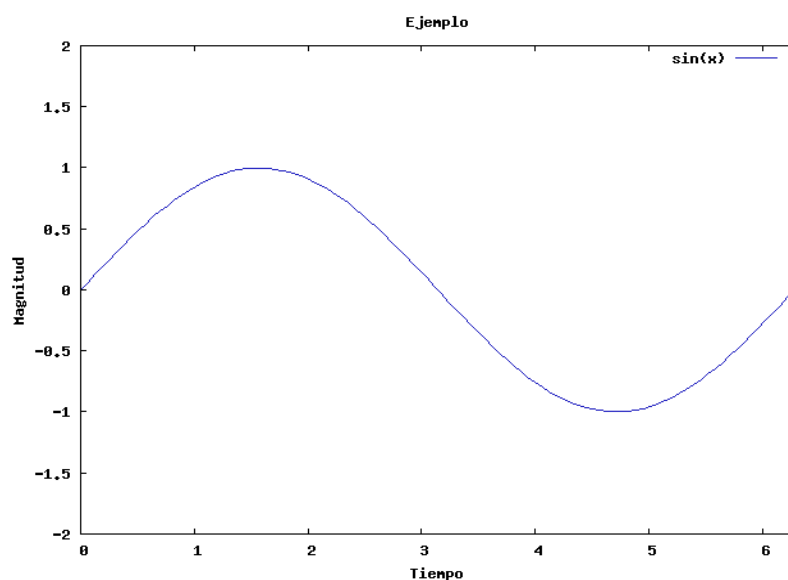
Una señal analógica es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y período (representando un dato de información) en función del tiempo (Ver figura 1.3). Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión; térmicas como la temperatura; mecánicas, etc. La magnitud también puede ser cualquier objeto medible como los beneficios o pérdidas de un negocio.

Desventajas de las señales analógicas en términos electrónicos:

- Las señales de cualquier circuito o comunicación electrónica son susceptibles de ser modificadas de forma no deseada de diversas maneras mediante el ruido, lo que ocurre siempre en mayor o menor medida.



- La gran desventaja respecto a las señales digitales, es que en las señales analógicas, cualquier variación en la información es de difícil recuperación, y esta pérdida afecta en gran medida al correcto funcionamiento y rendimiento del dispositivo analógico.



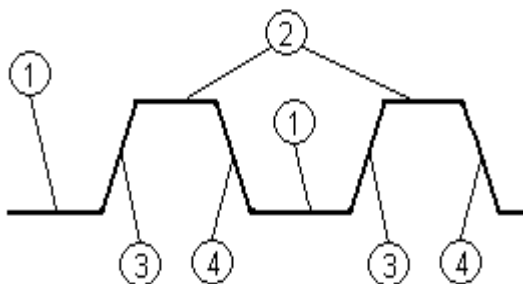
**Figura 1.3: Ejemplo de señal analógica.**

### 1.2.2 SEÑALES DIGITALES

Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Los sistemas digitales, como por ejemplo el ordenador, usan lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H y otro bajo, L (de *High* y *Low*, respectivamente, en inglés). Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética

binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.

Cabe mencionar que además de los niveles, en una señal digital están las transiciones de alto a bajo o de bajo a alto, denominadas flanco de subida o de bajada, respectivamente. En la figura 1.4: se muestra una señal digital donde se identifican los niveles y los flancos. Señal digital: 1) Nivel bajo, 2) Nivel alto, 3) Flanco de subida y 4) Flanco de bajada.



**Figura 1. 4: Ejemplo de señal Digital**

Es conveniente aclarar que, a pesar de que en los ejemplos señalados el término digital se ha relacionado siempre con dispositivos binarios, no significa que digital y binario sean términos intercambiables. Por ejemplo, si nos fijamos en el código Morse, veremos que en él se utilizan, para el envío de mensajes por telégrafo eléctrico, cinco estados digitales que son:

- punto,
- raya,
- espacio corto (entre letras),
- espacio medio (entre palabras) y

- espacio largo (entre frases.

Referido a un aparato o instrumento de medida, decimos que es digital cuando el resultado de la medida se representa en un visualizador mediante números (dígitos) en lugar de hacerlo mediante la posición de una aguja, o cualquier otro indicador, en una escala.

### **1.3 ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES**

Los transductores de señales a veces generan una señal demasiado difícil para medir directamente con un dispositivo DAQ<sup>3</sup>. Por ejemplo, cuando se trata de altos voltajes, entornos ruidosos, la extrema señales de alto y bajo, o la medición simultánea de la señal, el acondicionamiento de señales es esencial para un eficaz sistema DAQ. Para permitir que funcione correctamente, y las garantías de seguridad.

Es importante seleccionar el hardware para acondicionamiento de señal que podría ser tanto en forma integrada y modular (Ver fig. 1.5). Estos accesorios de acondicionamiento de señal se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones, incluyendo:

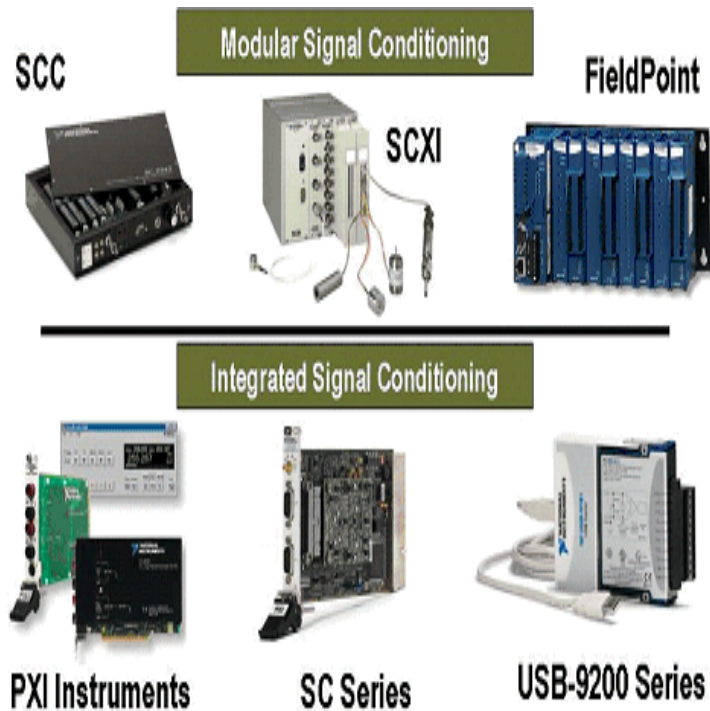
- Amplificación
- Aislamiento
- Multiplexado
- Filtrado
- Linealización

---

<sup>3</sup> DAQ: Dispositivo de adquisición de datos

Otros criterios importantes a considerar con acondicionamiento de señales incluyen:

- El rendimiento de E / S,
- Las características avanzadas,
- El costo.



**Figura 1. 5: Acondicionamiento de Señales Opciones de hardware**

Accesorios de acondicionamiento de señal se puede utilizar en una variedad de aplicaciones importantes.

### **1.3.1 AMPLIFICACIÓN**

Es el tipo más común de acondicionamiento, cuando las señales son muy pequeñas deben amplificarse para incrementar su resolución y reducir el ruido. Para tener la mayor precisión posible, la señal debe amplificarse tal que el máximo rango de

voltaje de la señal acondicionada iguale el máximo rango de entrada del convertidor Análogo digital.

### **1.3.2 AISLAMIENTO**

Se aíslan las señales del transductor del medio ambiente para reducir ruidos que las distorsionan. También se aíslan las señales de un transductor del equipo receptor, como en el caso de una entrada de control digital para evitar transiciones de voltaje que lo dañen. Una razón adicional es asegurar que las lecturas del equipo de medición no sean afectadas por diferencias en potenciales de tierra o voltajes de modo común. Cuando la entrada del dispositivo de medición y la señal adquirida son referenciadas a tierra y hay diferencias de potencial entre ambas tierras esta diferencia puede resultar en lo que se conoce como lazo de tierra que ocasiona imprecisiones en la señal adquirida, o si la diferencia es muy grande, puede dañar el sistema de medición. Al aislar la señal del transductor del sistema de adquisición de datos se asegura la exactitud de las señales.

### **1.3.3 MULTIPLEXADO**

Es una técnica para medir varias señales con un solo dispositivo. A menudo se multiplexa para monitorear diferentes fuentes de señales de lenta variación como la temperatura. El instrumento toma muestra de un canal, cambia al próximo canal y toma otra muestra, y así continúa. Dado que el sistema monitorea más de un canal, la velocidad de muestreo efectiva de cada canal individual es inversamente proporcional al número de canales muestreados. Por ejemplo un sistema con una

velocidad de muestreo de 1 Mega muestra/s con 10 canales muestreara cada canal a una velocidad:

➤ **1 M/s/10 canales = 100 kilo muestras/s por canal**

### **1.3.4 FILTRADO**

Su propósito es remover las señales indeseadas de las que se están tratando de medir. Un filtro de ruido se usa en señales de tipo DC<sup>4</sup>, tales como temperatura para atenuar señales de alta frecuencia que reducen la precisión de la medición. Las señales tipo AC<sup>5</sup>, tales como las de vibración, requieren otros filtros conocidos como filtros anti *aliasing* que es un filtro pasabaja con una ventana de corte muy alta para remover casi completamente las frecuencias indeseables, si la señal de ruido no se removiera, aparecería erróneamente adicionada a la señal original.

### **1.3.5 EXCITACIÓN**

Algunos transductores necesitan una fuente de excitación externa ya sea de voltaje o corriente para mejorar la señal debido a que ciertos equipos emiten señales de bajo nivel por ejemplo: Extensómetros, termistores, y RTDs. Los módulos de acondicionamiento de señal para estos transductores suelen proporcionar estas señales.

---

<sup>4</sup> DC: Corriente continua

<sup>5</sup> AC: Corriente alterna

### **1.3.6 LINEALIZACIÓN**

Cuando la relación entre la variable a medir y la señal disponible no es lineal, interesa linealizarla. La no linealidad puede ser debida al principio de medida empleado, al sensor o a su interfaz. Por ejemplo, un método para medir el caudal de un fluido consiste en poner una obstrucción al flujo y medir la caída de presión en ella, que es proporcional al cuadrado de la velocidad del fluido, Para determinar esta hay que calcular entonces la raíz cuadrada, de la salida del sensor de presión diferencial. Una situación similar se produce en aquellos sensores basados en un fenómeno resonante donde la variable de interés es proporcional al cuadrado de la frecuencia de oscilación.

### **1.3.7 ENTRADAS ANALÓGICAS.**

Las entradas analógicas son especificaciones sobre las capacidades básicas y la exactitud de la adquisición de datos: el número de canales, la tasa de muestreo, la resolución, y el rango de entrada.

#### **1.3.7.1 NÚMERO DE CANALES**

Estas entradas se utilizan normalmente cuando las señales de entrada son de un nivel alto (más de 1 V), la lleva a partir de la señal fuente a la entrada analógica del hardware, y todas las señales de entrada comparten un punto en común.

#### **1.3.7.2 TASA DE MUESTREO**

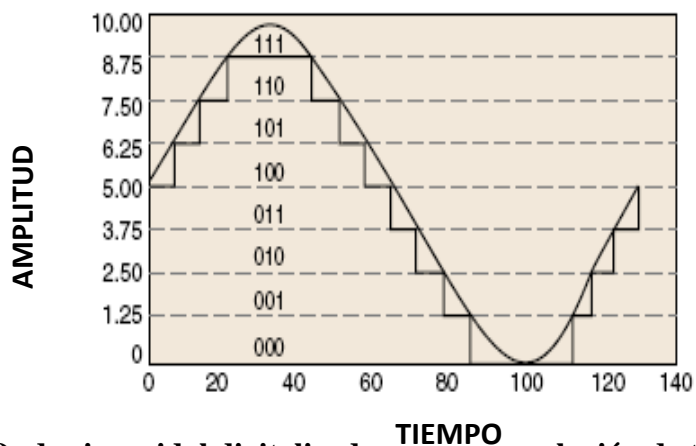
Es el número de muestras por unidad de tiempo que se toman de una señal continua

para producir una señal discreta, durante el proceso necesario para convertirla de analógica en digital. Como todas las frecuencias, generalmente se expresa en hertz (Hz, ciclos por segundo) o múltiplos suyos, como el kilohertz (kHz), aunque pueden utilizarse otras magnitudes

### 1.3.7.3 RESOLUCIÓN

El número de bits que el ADC<sup>6</sup> usa para representar la señal analógica. Cuanto más alto sea la resolución, mayor es el número de divisiones (Observe figura 1.6).

Es decir por las agrupación de ceros y unos con que se va componiendo (codificando) la señal. La codificación más simple utilizaría una resolución de 1 bit. Con un bit (dado que se usa el sistema binario que son potencias de dos:  $2^n$ ) sólo se permite (durante la cuantificación) seleccionar entre dos valores ( $2^1$ ): o cero o uno.



**Figura 1.6: Onda sinusoidal digitalizada con una resolución de tres bits**

Se refiere a los valores mínimos y máximos niveles de tensión que el ADC se puede cuantificar.

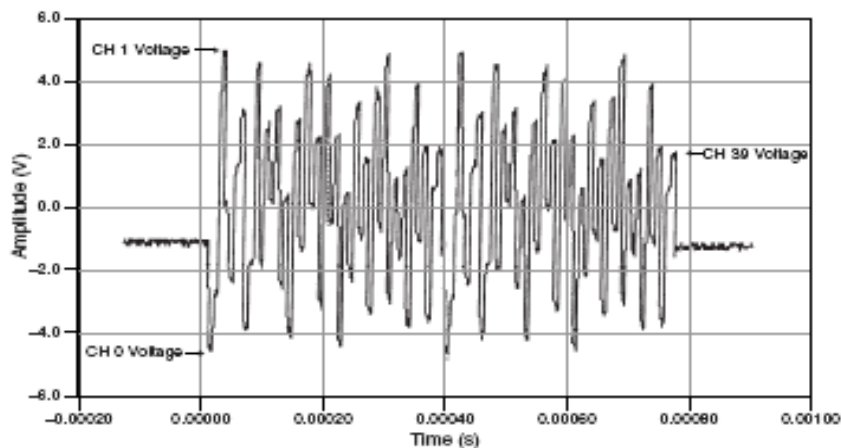
<sup>6</sup> ADC: CONVERTIDOR ANALOGO DIGITAL



El rango, la resolución y la ganancia disponible en un dispositivo DAQ determinan los más pequeños detectables cambios de tensión. Este cambio de voltaje representa 1 bit menos significativo (LSB<sup>7</sup>) del valor digital y es a menudo llamado el código de anchura. El software del controlador para un dispositivo DAQ traduce el código binario al valor de la tensión a ADC multiplicándolo por una constante.

### 1.3.7.5 RUIDO

Cualquier señal no deseada que aparece en la señal digitalizada del dispositivo DAQ es ruido. Debido a que el PC es ruidoso (entorno digital), basta con colocar un ADC, el amplificador de instrumentación y circuitos de interfaz de bus de una o dos capas juntas probablemente resultaría en un dispositivo muy ruidosos (Ver figura 1.7). Los diseñadores pueden usar un blindaje en un dispositivo DAQ para ayudar a reducir el ruido



**Figura 1.7:** La entrada a un amplificador de instrumentación que es la multiplexación de señales DC que parece ser una alta frecuencia de señal de CA.

<sup>7</sup> LSB: (*Least Significant bit*) Bit menos significativo

## **1.3.8 SALIDAS ANALÓGICAS**

Los circuitos de salida analógica es necesario para proporcionar estímulos para un sistema DAQ. Varias especificaciones de lo digital a analógico (CAD) determinan la calidad de la señal de salida producida.

### **1.3.8.1 LA SOLUCIÓN DE TIEMPO**

Tiempo es el tiempo necesario para resolver la salida a la precisión especificada. La solución de tiempo se especifica normalmente por un cambio en la escala de tensión.

### **1.3.8.2 TASA DE SUBIDA**

El ángulo de giro es la máxima tasa de cambio del CAD<sup>8</sup> y este produce la señal de salida.

### **1.3.8.3 RESOLUCIÓN DE SALIDA**

Esta es similar a la resolución de entrada, es el número de bits en el código digital que genera la salida analógica. Un mayor número de bits reduce la magnitud de cada incremento de voltaje de salida, lo que hace posible el cambio sin problemas para generar señales.

---

<sup>8</sup> CAD: Convertidor análogo a digital

#### **1.3.8.4 DISPARADORES**

Muchas aplicaciones DAQ tienen la necesidad de iniciar o detener un DAQ sobre la base de un evento externo.

Esto provoca sincronizar la adquisición y generación de una tensión externa de impulsos digitales.

#### **1.4 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES (DIO)**

Son sistemas de control de procesos, para generar patrones de prueba, y comunicar con equipos periféricos. En cada caso, los parámetros importantes son el número de líneas digitales disponibles.

Si las líneas se utilizan para el control de eventos tales como encender y apagar los calentadores, motores, o las luces, a una alta velocidad de datos normalmente no es necesario porque el equipo no puede responder muy rápidamente.

El número de líneas digitales, por supuesto, debe coincidir con el número de procesos que se controlan.

#### **1.5 TEMPORIZACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS (E/S)**

El contador / temporizador es un circuito muy útil para muchas aplicaciones, incluyendo contar los sucesos de un evento digital, un pulso digital de sincronización, y la generación de ondas cuadradas y pulsos. Puede implementar todas estas aplicaciones usando tres contador / temporizador de señales, puerta, fuente, y salida.

### **1.5.1 PUERTA**

La puerta es una entrada digital que se utiliza para activar o desactivar la función del contador.

### **1.5.2 FUENTE**

La fuente es una entrada digital que hace que el contador incremente cada vez que cambia, y por lo tanto proporciona el tiempo para el funcionamiento del contador.

### **1.5.3 SALIDA**

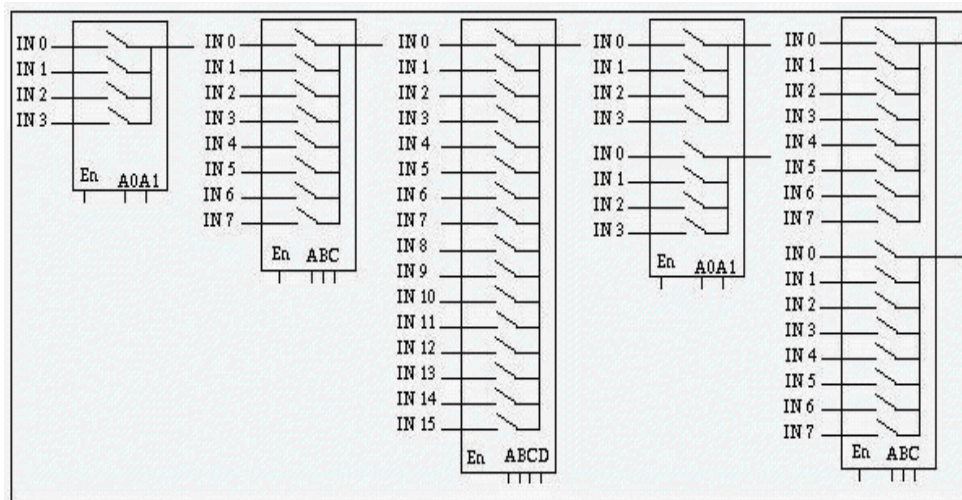
La salida digital genera ondas cuadradas y pulsos en la línea de salida. Las especificaciones de las más importantes para el funcionamiento de un contador / temporizador, es la resolución y frecuencia de reloj. La resolución es el número de bits que utiliza el contador. Una mayor resolución significa simplemente que el contador puede contar más alto.

## **1.6 LOS MULTIPLEXORES**

Los multiplexores ya sean analógicos o digitales son dispositivos que nos permiten multiplexar varias entradas en una única salida (Ver figura 1.8). Ellos nos permiten registrar varias señales diferentes, podemos utilizar un único conversor A/D. Generalmente los multiplexores se pueden dividir por el tipo de salida en simples y diferenciales o por el número de entradas en de 2, 4, 8 ó 16 entradas. El hecho de existir una gran variedad de multiplexores nos obliga a hacer una correcta selección según las exigencias de nuestro sistema. Los multiplexores diferenciales son de

mayor costo que los de salida simple, son usados normalmente para multiplexar señales de diferente naturaleza por ejemplo: temperatura, presión, concentración, etc.

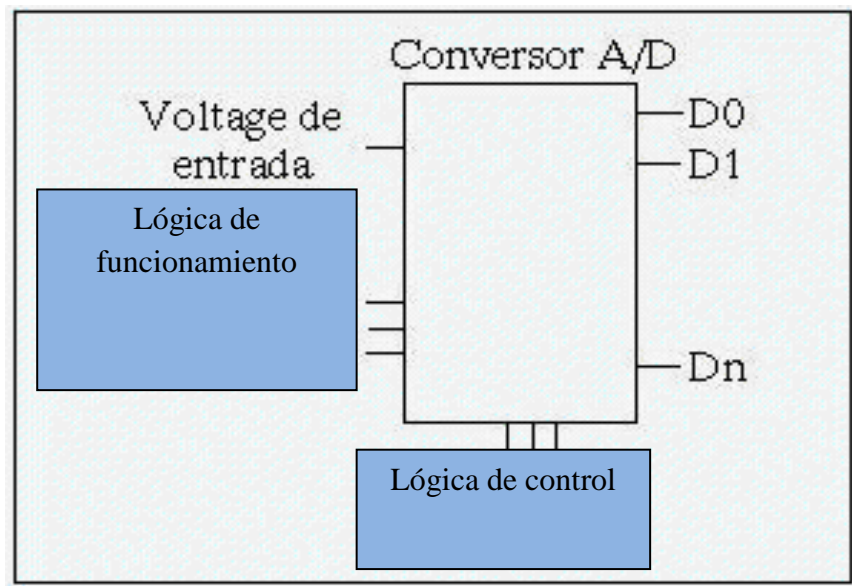
Los amplificadores de salida simple se recomiendan cuando se multiplexan señales de naturaleza semejante: por ejemplo cuando registramos la temperatura en diferentes puntos. En esencia la diferencia entre los multiplexores de salida simple y diferencial está en que para los últimos, la señal de referencia (tierra) es también multiplexada lo cual no ocurre para los multiplexores de salida simple. En la medida que aumenta el número de entradas de un Multiplexor también aumenta su costo y el número de terminales de control que el mismo necesita, por lo cual es también muy necesario utilizar en una aplicación un Multiplexor con el número de entradas que se requiera.



**Figura 1.8: Diagrama de diferentes tipos de multiplexores**

## 1.7 CONVERTOR ANALOGICO DIGITAL A/D

Dispositivo electrónico que convierte una señal eléctrica continua (generalmente voltaje) en un código digital equivalente. (Ver figura 1.9)



**Figura 1.9: Esquema general del A/D.**

### **1.7.1 LÓGICA DE CONTROL:**

Los terminales de la lógica de control de convertor A/D generalmente determinan e inician el estado de las operaciones que el mismo realiza entre estos terminales tenemos: Inicio de conversión, fin de conversión, chip select, chip enable, wr, rd, señales para la selección de varios canales, etc.

### **1.7.2 LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO:**

Mediante estos terminales podemos establecer el tipo de codificación que el convertor realizara (unipolar o bipolar), las referencias de voltaje que utiliza, el rango de voltaje de entrada, ajuste de off set, etc.

Existen fundamentalmente dos métodos de codificación bipolar y unipolar, estos métodos establecen la relación existente entre el código de salida y el voltaje e entrada al convertor.

### **1.7.3 RESOLUCIÓN:**

Nivel de voltaje que es capaz de discriminar un conversor A/D. O sea el nivel de voltaje para el cual el conversor cambia en unos bits menos significativos.

La resolución (R) depende del voltaje a plena escala y del número de bits del conversor.

➤  $R = \text{FSR}/n$

➤ Para 8 bits y un FSR de 10 Volts  $R = 38.5 \text{ mVolts}$

Para 12 bits y un FSR de 10 Volts  $R = 2.44 \text{ mVolts}$

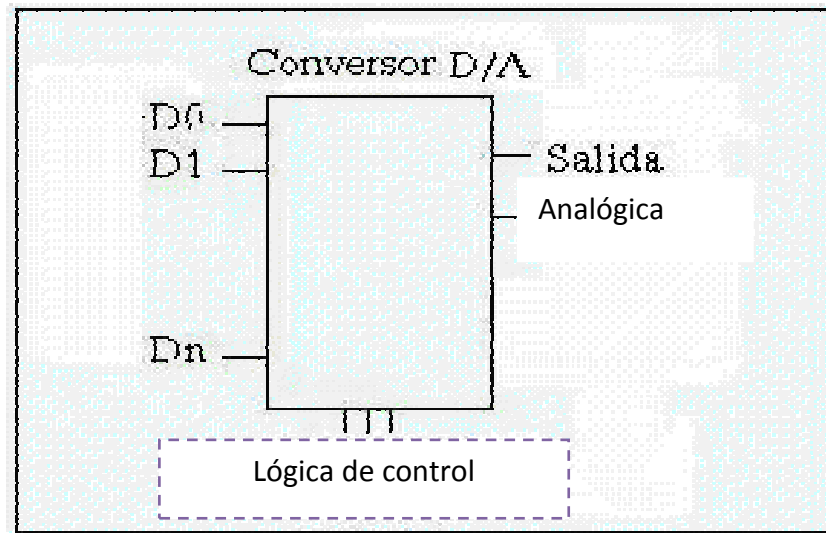
Si aumenta el número de bits aumenta la efectividad del conversor, la exactitud del sistema y por tanto el precio del conversor.

### **1.8 CONVERTOR DIGITAL ANALÓGICO (D/A)**

Dispositivo que me convierte un código digital en una señal eléctrica correspondiente (voltaje o corriente). Su función de control es proporcionar un nivel de voltaje o corriente deseada a un elemento que me permitirá modificar la variable que estoy controlando hasta llevarla al valor deseado. Este tipo de dispositivo también se puede utilizar como generador de señales.

Un conversor D/A (Ver figura 1.10) puede tener normalmente 8, 10 ó 12 bits, las salidas analógicas pueden ser voltaje o corriente. En un conversor D/A al igual que en muchos dispositivos digitales el tiempo de establecimiento de un 1 lógico es

mayor que el de un 0 lógico esto provoca que se produzca un efecto no deseado conocido como GLITCH



**Figura 1.10: Estructura general de un D/A.**

## 1.9 MICROPROCESADORES

Los microprocesadores son los que se encargan del almacenamiento y procesamiento de los datos, son dispositivos que se encargan de todas las funciones de procesamiento de la señal. Estos son de gran importancia porque son como el corazón del sistema de adquisición de datos.

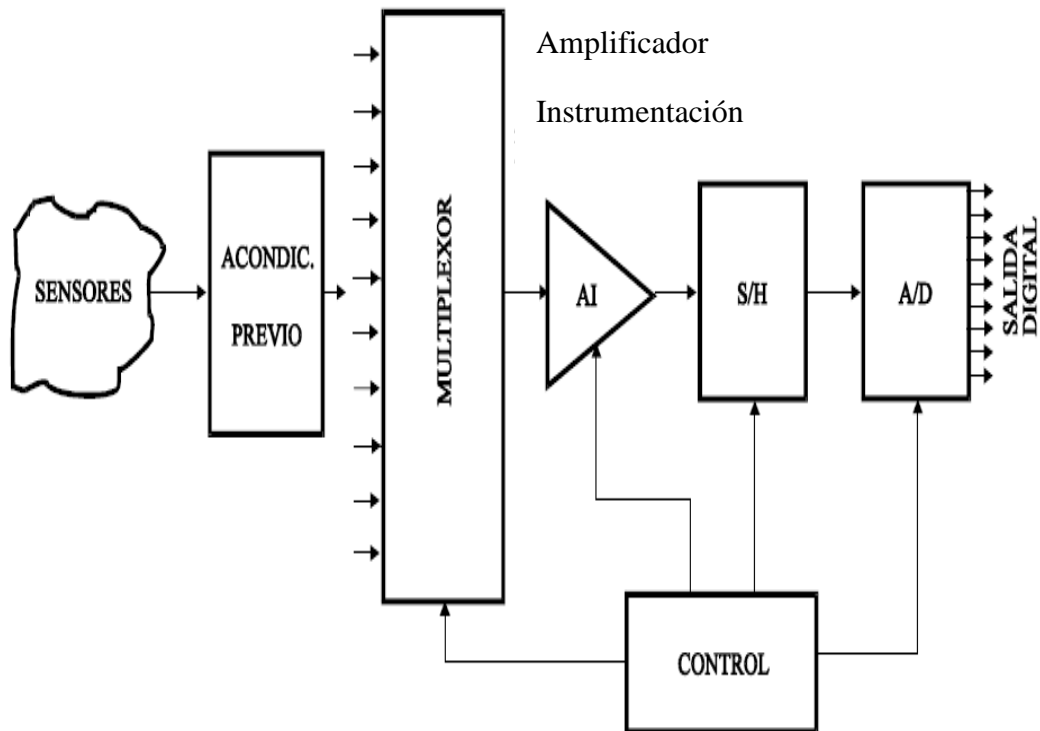


# CAPÍTULO 2: SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

## 2.1 INTRODUCCIÓN

Un Sistema de Adquisición de Datos no es más que un equipo electrónico cuya función es el control o simplemente el registro de una o varias variables de un proceso cualquiera, de forma general puede estar compuesto por los siguientes elementos ver figura 2.1:

- Sensores.
- Amplificadores operacionales.
- Amplificadores de instrumentación.
- Multiplexores analógicos.
- Multiplexores digitales.
- Circuitos *Sample and Hold*.
- Conversores A-D.
- Conversores D-A.
- Contadores.
- Fuentes de potencia.



## 2.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

Todos los sistemas de medición electrónicos están compuestos de instrumentos y componentes interconectados para poder realizar una función de medición. Un sistema de adquisición de datos consta básicamente de:

**Elementos medición directa.-** producen la señal como resultado de cantidades eléctricas, como mediciones de voltaje, de corriente, de resistencia, de frecuencia, etc.

**Transductores.-** dispositivos que censan los fenómenos físicos y convierten parámetros no eléctricos en señales eléctricas, ejemplos de ellos son las resistencias

---

<sup>9</sup> SAD: SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

detectoras de temperatura (RTDs<sup>10</sup>), los transductores de flujo, transductores de presión, etc. En cada caso las señales eléctricas son proporcionales a los parámetros físicos que monitorean.

## **2.3 ELEMENTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES**

Estos elementos realizan la tarea de amplificar las señales de bajo nivel, aislarlas y filtrarlas para tomar mediciones más precisas. Además algunos transductores usan voltaje o corriente como excitación para poder producir su valor de salida. El acondicionamiento de señales se divide entonces en:

- Amplificación
- Aislamiento
- Linealización
- Multiplexado
- Filtrado

## **2.4 INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIÓN Y DESPLIEGUE DE DATOS**

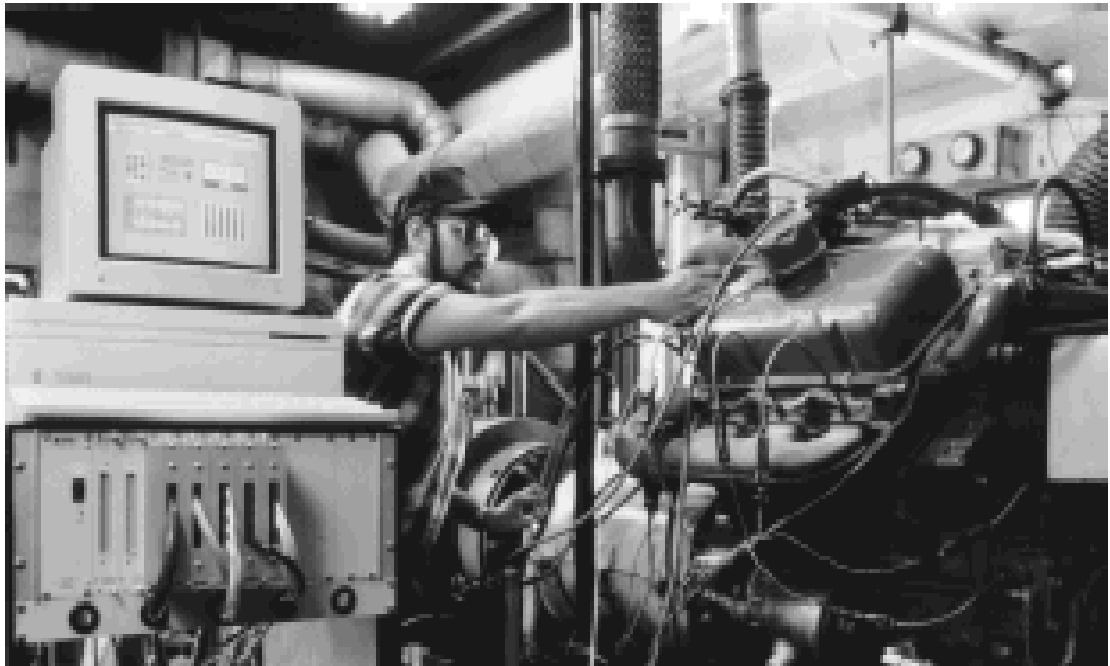
Permiten visualizar las señales para el ojo humano. Los datos se pueden desplegar en forma analógica o en forma digital o numérica o en forma gráfica.

### **2.4.1 INSTRUMENTOS DE REGISTRO GRÁFICO**

Registran el comportamiento en el tiempo de las señales monitoreadas. Estos registros se pueden imprimir en rollos de papel o en una pantalla de computador

---

<sup>10</sup> RTD's: RESISTENCIAS DETECTORAS DE TEMPERATURA



**Figura 2.2 Elementos de un sistema de una prueba de lubricación en motores.**

## **2.5 ESQUEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

Los esquemas de adquisición dependen en gran medida de los sistemas de control que emplearán, ya que toda adquisición se realiza principalmente con fines de monitoreo y control, a continuación se presentan los 3 tipos básicos.

### **2.5.1 ESQUEMAS DE CONTROL ANALÓGICO CON MONITOREO**

Los sistemas analógicos se configuran por componentes que miden, transmiten, despliegan y registran datos solo en forma analógica.

#### **Características:**

- Se emplean en aplicaciones de bajo costo y sencilla implementación.
- No se requiere llevar un registro del monitoreo.
- Generalmente son controles de apagado y encendido.

- Solo se acepta una tolerancia de error muy baja.
- Aplicaciones que requieren un ancho de banda amplio, es decir tiempos de respuesta de altas y bajas frecuencias.

### **2.5.2 ESQUEMAS DE CONTROL DIGITAL DIRECTO**

Estos sistemas realizan la conversión de datos analógicos a digitales y el control mediante instrumentos de medición y controladores dedicados exclusivamente al proceso.

#### **Características:**

- Su implementación es más costosa que un sistema analógico por la complejidad de los instrumentos involucrados.
- Se requiere digitalizar las señales para poder ser medidas, comparadas y controladas por lo que el tiempo de respuesta del controlador depende de la adquisición y procesamiento de los datos.
- Los controladores aplican algoritmos más complicados para generar la respuesta de control.
- Se puede llevar un registro del monitoreo de los datos con almacenamiento en la unidad controladora.

### **2.5.3 ESQUEMAS DE CONTROL DE SUPERVISORA**

Estos sistemas se aplican a procesos muy complicados con varios módulos que pueden estar separados por lo que requieren de más de un controlador diferente y métodos de transmisión de datos.

- **Ventajas** Permite optimizar los procesos que se corren en maquinas separadas sobre una red, lo que lleva a un sistema más confiable y de mejor rendimiento.

**Composición:** Los sistemas distribuidos se pueden separar en 2 partes, La estructura principal o columna (backbone) y los nodos.

### **2.5.3.1 LA COLUMNA (BACKBONE)**

Es la parte más alta del sistema, se puede simplificar con servidores clave y la red. El software que corre en los servidores clave debe manejar transferencias de redes, administración de datos, visualización de datos, alarmas y eventos y seguridad. Una característica clave de la columna es que debe ser capaz de comunicarse con el resto del software a través de un protocolo común como TCP/IP. El software usado en cada máquina de la red debe soportar los mismos protocolos de comunicación; además los servidores clave deben soportar protocolos que puedan servir también en maquinas de nuevas.

### **2.5.3.2 LA RED**

Conforme el sistema crece, los datos pueden ser almacenados en múltiples computadoras y monitoreados centralmente, O se pueden almacenar en un servidor central. Para comunicar con datos en línea las herramientas de software deben estar integradas al sistema operativo nativo de la red, ser tan transparente como sea posible, ser estable si hay interrupción en la red. El sistema OPC (OLE For Process Control) es un ejemplo de estándar industrial a través del que se puede comunicar software y hardware independientemente del fabricante.

### 2.5.3.2.1 ADMINISTRACIÓN DE DATOS

Los servidores clave tienen también que tener la habilidad de registrar datos. El registro de datos (*data login*) es el proceso de adquirir y almacenar datos en un archivo o base de datos. Entre más complicado el proceso más crítica la operación de almacenar correctamente. Pequeñas cantidades de datos pueden almacenarse en archivos u hojas de datos, sin embargo grandes cantidades requieren de formatos de almacenamiento más complicados. Existen diferentes métodos de almacenamiento con sus respectivas ventajas y desventajas. Los 2 principales tipos son **Bases de datos relacionales** y **Bases de datos de cadena**. Las bases de datos relacionales son las más tradicionales, y aunque son muy flexibles, no están optimizadas para espacio en disco y acceso rápido. Las bases de datos de cadena, por otro lado, se diseñan para almacenar grandes cantidades de datos rápidamente.

### 2.5.3.2.2 VISUALIZACIÓN DE DATOS

Los servidores clave tienen también que tener la habilidad de visualizar los datos del proceso, ya sea después de adquirir todos los datos por completo o en el momento en que se adquiere cada señal. Visualizar los datos desde una sola máquina solo requiere de una interfaz de usuario, mientras que visualizar los datos en varias máquinas requiere que cada máquina sea un cliente con la tarea de requerir los datos cuando se le pidan, uno de los servidores más comunes es el OPC.

#### **2.5.3.2.3 MANEJO DE ALARMAS Y EVENTOS**

Cuando se adquieren datos sobre largos periodos de tiempo generalmente se requiere monitorear cambios significativos entre datos y esto se logra mediante manejo de alarmas y eventos, también es importante preservar la historia de las alarmas para su análisis posterior sobre cuando se genero, quien la reconoció y cuando fue reconocida.

#### **2.5.3.2.4 SEGURIDAD**

Implica resolver cuestiones sobre quiénes y quienes no tienen acceso a los diferentes niveles de información del proceso, así como a la modificación de sus parámetros y los controles de aplicación. Así se asignan diferentes niveles de alcance para cada usuario.

#### **2.5.3.2.5 INTEGRACIÓN**

Es la parte más difícil del sistema por el manejo de hardware de diferentes fabricantes que debe trabajar en conjunto bajo un programa de software común, por lo que se eligen preferentemente protocolos abiertos como el OPC y el TCP/IP que permiten la comunicación entre instrumentos de manera estandarizada.

#### **2.5.3.3 LOS NODOS**

Son el hardware con sus tareas específicas, tales como un controlador de una banda transportadora o un botón de seguridad para apagado. Poner una rutina de control para cada nodo permite tener un tiempo de respuesta mas rápido que el control desde



la red, además de que se reduce el número de tareas del servidor liberándolo de monitoreo mayores.

### 2.5.3.3.1 SISTEMAS DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL

Muchos nodos se implementan con controladores dedicados para operarlos en tiempo real. El sistema de tiempo real ofrece un desempeño determinativo (siempre realizara la misma operación cada intervalo de tiempo), alta confiabilidad, y operación independiente lo que aumenta grandemente la precisión en el lazo de control.

### 2.5.3.3.2 ANÁLISIS EN LÍNEA

Implica que los datos sean procesados con la misma aplicación que los adquirió, o sea el controlador de entradas/salidas. La decisión se debe hacer inmediatamente y los resultados tienen consecuencias directas en el proceso por lo que se deben considerar las rutinas involucradas en cuestiones de tiempo de procesamiento para mantener correspondencia con el control (Ver figura 2.3).

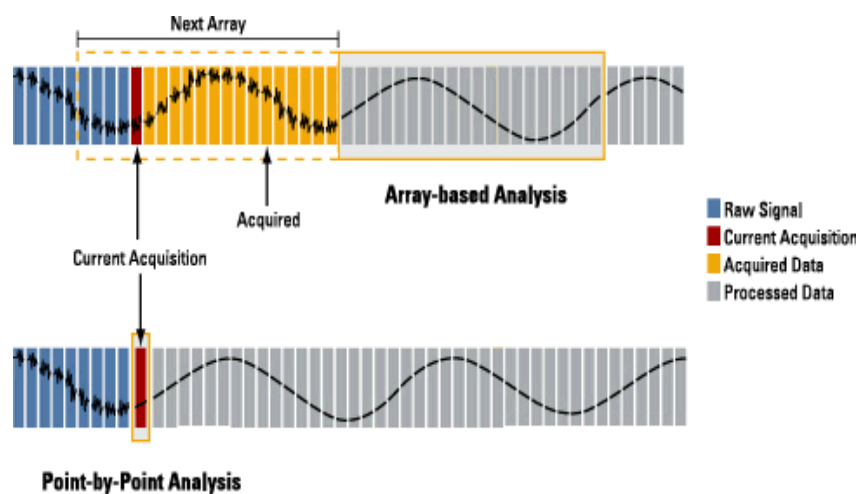


Figura 2.3 Análisis punto a punto

### 2.5.3.3.3 ANÁLISIS FUERA DE LÍNEA

Algunas aplicaciones no requieren de obtener resultados en tiempo real, sino solamente requieren de los recursos computacionales disponibles para identificar las causas y efectos de las variables que se involucran en un proceso mediante la correlación de múltiples conjuntos de datos. Los datos se importan de una base de datos o archivos, se analizan mediante técnicas de ingeniería y se ordenan en algún formato y se presentan para su reporte.

## 2.6 PARÁMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE UN SAD

Los parámetros que caracterizan a un SAD son básicamente tres: número de canales, exactitud de la conversión y velocidad de muestreo (número de muestras por unidad de tiempo, throughput rate).

**Número de canales:** depende del número de señales que desear.

**Exactitud de la conversión:** viene impuesta por los circuitos utilizados, es decir, multiplexores, amplificadores, S/H y ADC, esencialmente. Así, a cada uno de estos circuitos o módulos le pediremos unos mínimos.

**Multiplexor:** Baja resistencia de conducción (RON) y constante en el margen de variación de las señales de entrada. Tiempos de establecimiento pequeños.

**Amplificador:** Mínimas tensiones y corrientes de offset, así como sus derivadas. Tiempo de establecimiento pequeño, aún con altas ganancias. Amplio margen para programar la ganancia.

**Hold:** siempre y cuando la tensión a la salida del S/H esté constante el tiempo necesario para que el ADC la digitalice. Tiempos de apertura, de adquisición y de asentamiento mínimos.

**Convertidor Analógico/Digital:** Alta resolución. Mínimo tiempo de conversión. Error de linealidad y de ganancia pequeños.

**Velocidad de muestreo (*throughput rate*):** este parámetro especifica la velocidad a la que el SAD puede adquirir y almacenar muestras de las entradas. Las muestras pertenecerán a un único canal o a varios, según la configuración, por lo que es fundamental revisar cuidadosamente los datos suministrados por el fabricante. En general debemos identificar el throughput rate con el número de muestras por unidad de tiempo que pueden obtenerse de un canal. Los cuatro factores principales a tener en cuenta son:

- Tiempo de establecimiento del MUX
- Tiempo de establecimiento del amplificador
- Tiempo de adquisición del S/H
- Tiempo de conversión del ADC

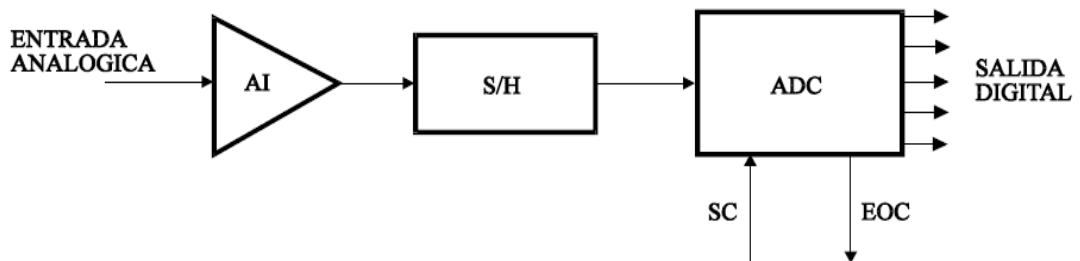
Hasta que la muestra adquirida llega al conversor, pasa a través de un MUX, de un AI de ganancia programable y finalmente por un S/H. Cada elemento de esta cadena requiere un corto período de tiempo de establecimiento para conseguir su mejor precisión. Por tanto, cuando se calcula la máxima velocidad de muestreo del sistema, debemos incluir el efecto de todos estos elementos, y no sólo el tiempo de conversión del ADC.

## 2.7 CONFIGURACIONES DE LOS SAD

Atendiendo al número de canales de entrada, los SAD pueden clasificarse en mono canales y multicanales.

### 2.7.1 SAD MONOCANALES

La configuración más general responde al diagrama de bloques de la figura 2.4.



**Figura 2.4 diagrama de bloques de un SAD monocanal.**

La señal procedente de la fuente de información (cuya obtención se realizará por medio de sensores apropiados con sus correspondientes acondicionadores de señal) es aplicada a la entrada del circuito amplificador de instrumentación, el cual adaptará el nivel analógico de la entrada al margen dinámico del ADC.

Como puede observarse en la figura, el SAD monocanal sólo permite la adquisición de una señal de entrada, lo que permite optimizar su configuración para un tipo concreto de entrada analógica

## 2.7.2 SAD MULTICANAL

Cuando se plantea la necesidad de realizar la conversión A/D de diversas señales (canales), los SAD pueden tener diferentes configuraciones. La configuración a utilizar vendrá, en muchos casos, impuesta por:

- Características de las señales analógicas de entrada (frecuencia, aperiodicidad, etc.).
- Información que se desee obtener de las señales.
- Velocidad de conversión.
- Costo, etc.

En un SAD multicanal pueden existir distintas configuraciones en función de cómo realicemos la distribución de los módulos en el sistema. Esta distribución dependerá de las necesidades de cada aplicación en particular.

### 2.7.2.1 SAD MULTICANAL CON MUESTREO SECUENCIAL DE CANALES

Es la configuración que menos componentes precisa y por consiguiente la más económica de entre los multicanal. Su estructura se muestra en la figura 2.5.

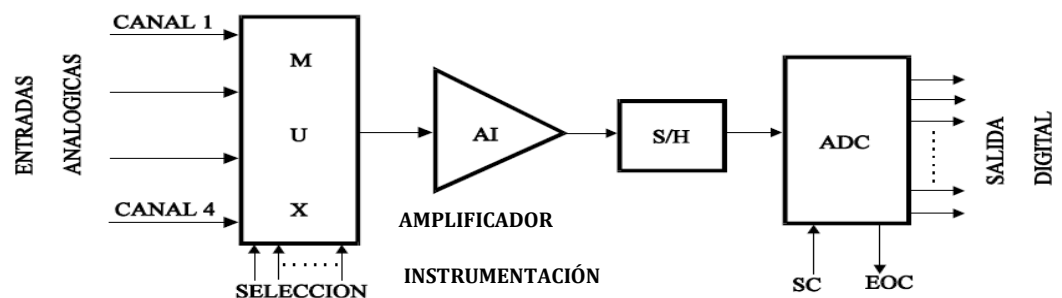


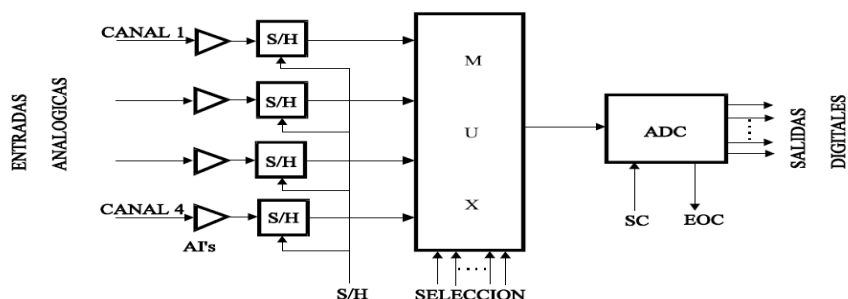
Figura 2.5: SAD multicanal con muestreo secuencial de canales

El funcionamiento del circuito es bastante sencillo: una vez que se selecciona el canal de entrada del MUX y se fija la ganancia del AI, el circuito S/H pasa a modo Sample hasta que adquiere una muestra de la señal, momento en el que pasa al modo Hold, dándose al ADC la orden de inicio de conversión. Una vez transcurrido el tiempo de conversión el ADC lo indica mediante la señal fin de conversión, repitiéndose de nuevo todo el proceso anterior, bien con el mismo canal, bien con otro distinto.

Esta configuración permite que durante el tiempo de conversión de un canal, se puede estar seleccionando en el MUX, simultáneamente, el siguiente canal a muestrear. Así, el tiempo de establecimiento del MUX no influirá en la velocidad de adquisición final del SAD, siempre y cuando dicho tiempo sea menor que el tiempo de conversión del ADC.

### 2.7.2.2 SAD MULTICANAL CON MUESTREO SIMULTÁNEO DE CANALES

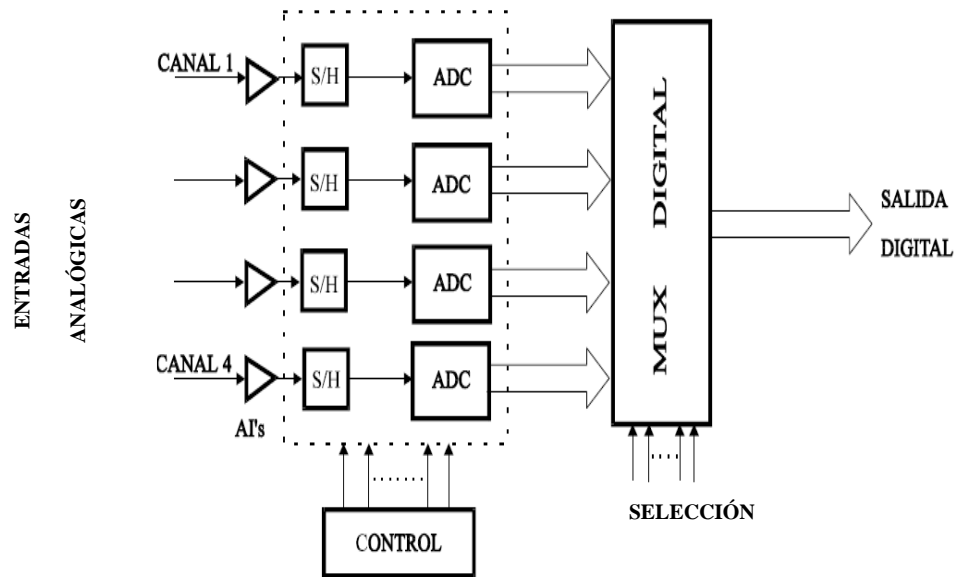
Esta configuración presenta la ventaja de que todos los circuitos S/H de entrada conmutan simultáneamente a modo Hold, manteniendo el valor de la muestra de cada señal de entrada hasta que el ADC pueda realizar la conversión, cosa que no era posible en el modelo de muestreo secuencial.



**Figura 2.6: SAD multicanal con muestreo simultaneo de canales**

### 2.7.2.3 SAD MULTICANAL PARALELO

En este caso se puede decir que cada canal constituye un SAD independiente con todos los elementos necesarios para realizar una conversión A/D completa, con la salvedad de que al utilizar, generalmente, un sólo canal digital de salida es necesario incluir un MUX digital.



**Figura 2.7: SAD multicanal paralelo 1**

La configuración de un SAD multicanal paralelo es la mostrada en la figura 2.7 y en ella se puede observar que ofrece una gran flexibilidad, ya que cada canal puede ser adaptado de forma independiente, según las necesidades requeridas por la señal a adquirir (ganancia del amplificador, velocidad de adquisición, etc.). Otra ventaja adicional es que la velocidad del sistema se optimiza notablemente, ya que pueden realizarse simultáneamente varias conversiones. Como inconveniente fundamental cabe destacar su coste y el número de parámetros a controlar en cada instante.

## **2.8 CLASIFICACIÓN DE LOS SAD Y SU CONEXIÓN A LOS EQUIPOS DE PROCESO**

En muchos casos tiende a identificarse un SAD con las ya clásicas Tarjetas de Adquisición de Datos (TAD), al ser esta la opción más común por su simplicidad y bajo costo. Sin embargo, el campo de la instrumentación aporta una serie de interfaces estándar con sus correspondientes entornos de programación y protocolos. Dichos interfaces permiten una comunicación cómoda y elegante entre el equipo de control o procesador principal y el instrumento de medida correspondiente, que suministra o recibe la información necesaria.

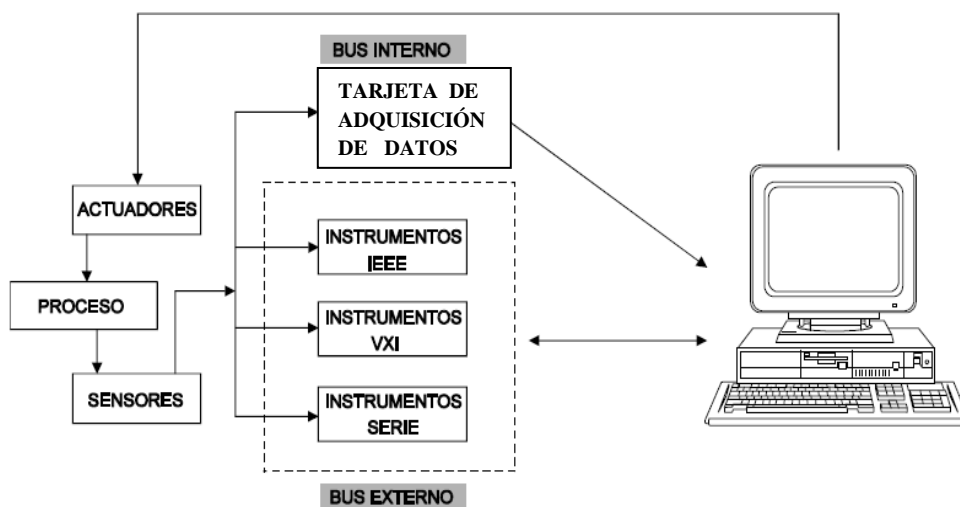
De este modo, pueden establecerse dos clases genéricas de SAD:

- SAD basados en Tarjetas de Adquisición de Datos (TAD). Bus interno.
- SAD basados en interfaces estándar para instrumentación. Bus externo.

En algunas ocasiones y de forma muy esporádica, suelen utilizarse circuitos integrados para adquisición de datos. Estos chips encuentran su principal campo de utilización en diseños que se orientan hacia una aplicación específica y suelen incorporar la mayor parte de los subsistemas necesarios para realizar la adquisición de las señales analógicas: amplificador de instrumentación, S/H, ADC, temporizadores, etc. En este tema nos vamos a centrar en el estudio y análisis de los dos SAD citados inicialmente (bus interno y externo) ya que son los más difundidos, teniendo la posibilidad de un control fácil y cómodo desde un equipo de proceso tipo ordenador/estación de trabajo.



De este modo, una esquematización de los SAD de más uso en la actualidad sería la mostrada en la figura 2.8, en la cual podemos observar como el PC/Estación de trabajo está presente para cualquiera de los sistemas utilizados, convirtiéndose en la herramienta que más nos facilita la labor de Adquisición y Control sobre el proceso que se esté analizando.

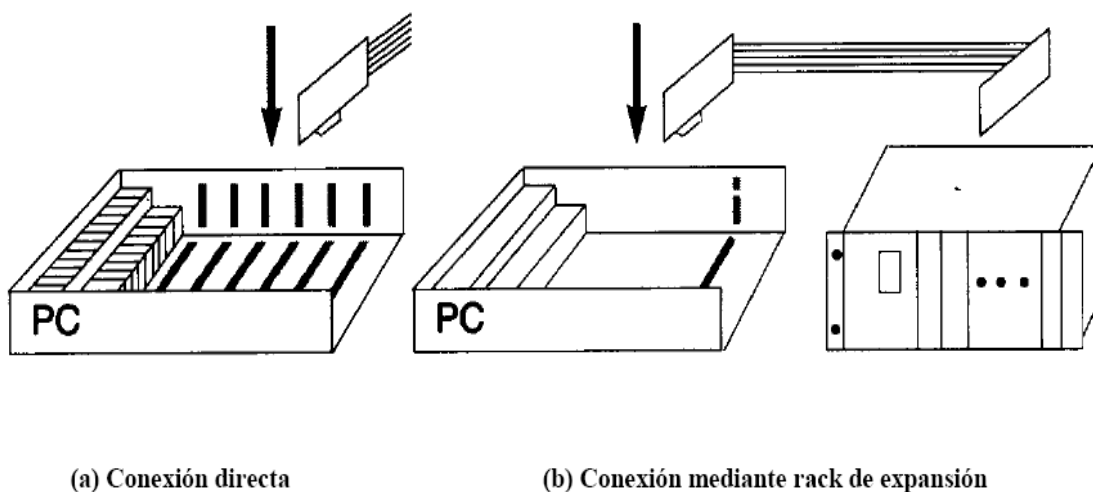


**Figura 2.8: Métodos usuales para la adquisición de datos**

### 2.8.1 SISTEMAS BASADOS EN TAD (BUS INTERNO)

Es el caso más simple y usual en los SAD, y se basa en la utilización de tarjetas conectadas al ordenador personal o estación de trabajo, mediante un slot de expansión o utilizando un conector que conduce a un rack de expansión. En la figura 2.9 podemos ver ambos casos, pudiéndose observar como en la figura 2.9 (a), la propia TAD se incorpora en una de las ranuras de expansión del equipo (conexión directa); en el caso de la figura 2.9 (b), lo que se conecta al slot del equipo es una tarjeta controladora a modo de interface y que permite establecer la comunicación entre el ordenador y el rack que verdaderamente contiene una o varias tarjetas para

adquisición, presentación y control. Tanto si hablamos de la conexión directa de la TAD como de la conexión mediante rack, las tarjetas pueden estar mapeadas en memoria o como entrada/salida (E/S).



**Figura 2.9: Sistemas de adquisición de datos basados en tarjetas**

En el primer caso el hardware de adquisición de datos es tratado como memoria RAM leída y/o escrita por el procesador del sistema. De esta forma, se simplifica el software de acceso al hardware de adquisición y se reduce significativamente el tiempo de transferencia de datos.

Cuando el número de canales analógicos y digitales crece, el mapeado de memoria puede resultar inabordable. En tal caso, la solución usual es mapear como E/S, por lo que las tarjetas son vistas por el ordenador como un periférico más.

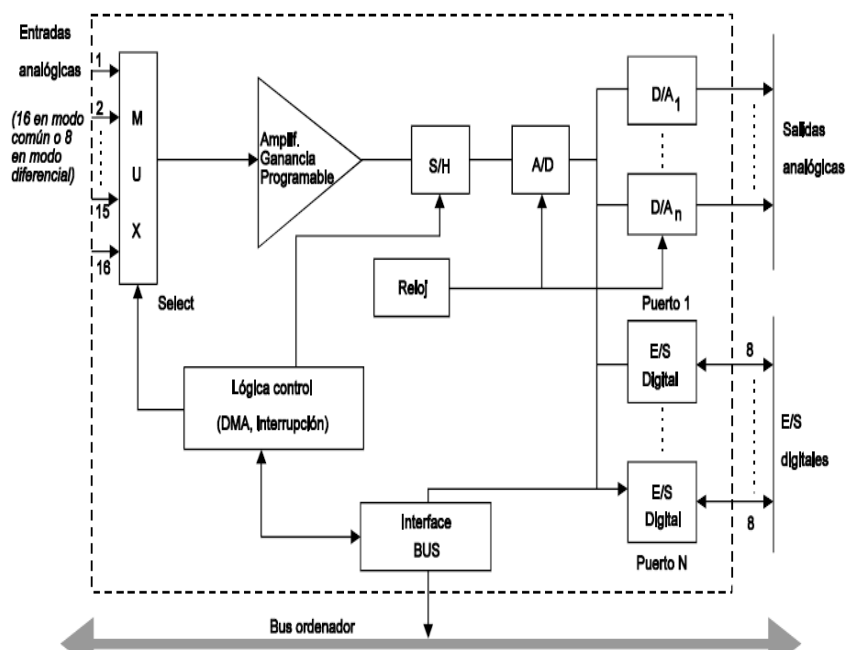
Un porcentaje muy elevado de los SAD instalados hoy en día, se basan en TAD asociadas a un ordenador monopuesto tipo PC. En un número inferior de aplicaciones, los sistemas utilizados consisten en arquitecturas abiertas sobre buses

como el VME, Multibus o STD. Tanto los sistemas más simples y económicos como los más complejos, requieren de un análisis de los siguientes elementos:

1. Tipo de ordenador
2. Transductores
3. Acondicionamiento de la señal
4. Hardware de adquisición
5. Hardware de análisis (ejemplo, procesadores digitales de señal)
6. Software (a nivel driver y de aplicación)

Los sistemas basados en TAD son equipos fuertemente acoplados (por contraposición con los sistemas distribuidos), en el sentido de que tanto el proceso de adquisición de datos como el de gestión, se realizan bajo el control del procesador residente en el ordenador. Por este motivo, el tipo de ordenador determina esencialmente la velocidad de proceso y, consecuentemente, en las aplicaciones que requieren un procesado en tiempo real de señales cuyo ancho de banda es elevado, es aconsejable la utilización de ordenadores con procesadores de elevadas prestaciones y con alto rendimiento en operaciones en coma flotante. Si las exigencias de velocidad de proceso son aún mayores, una solución cada vez más habitual, consiste en incorporar una TAD con hardware dedicado, a partir de un procesador digital de señal (DSP).

En la figura 2.10, podemos observar el diagrama de bloques de una TAD estándar, la cual incluye los elementos básicos que suelen incorporarse en cualquier tarjeta.



**Figura 2.10: Diagrama de bloques de una tarjeta de adquisición de datos estándar.**

Hagamos a continuación una exposición de los elementos que caracterizan a una TAD <sup>11</sup>estándar, así como sus posibilidades y limitaciones generales.

La gran mayoría de las TAD incorporan los ADC y DAC, así como las líneas de E/S. Respecto a las entradas analógicas, la calidad de la señal digitalizada puede venir afectada por el número de canales, la frecuencia de muestreo, la resolución, el rango de tensión que el ADC puede cuantificar, la precisión, el ruido y la no linealidad. Las entradas analógicas pueden conectarse en modo común (single end) o diferencial. En el primer caso, las entradas están referenciadas a una masa común y se utilizan cuando las señales son del orden de 1v o mayores y la distancia entre la fuente de la señal y el hardware de adquisición es pequeña (inferior a 4 metros aproximadamente). En caso contrario se utiliza el modo diferencial, donde cada entrada tiene su propia referencia y el ruido puede ser eliminado/atenuado gracias a

<sup>11</sup> TAD: Tarjeta de adquisición de datos

su elevado factor de rechazo en modo común (CMRR). El rango de tensión de entrada de la TAD puede ser unipolar (por ejemplo 0-10v) o bipolar ( $\pm 10v$ , por ejemplo), siendo recomendable la elección de una tarjeta en la que, cubriendo el margen de tensión de la señal de entrada, el margen sobrante sea mínimo, a fin de obtener la máxima resolución.

En algunas aplicaciones resulta importante preservar la simultaneidad en la adquisición de las señales de entrada, sin ser por ello necesario que la conversión A/D sea simultánea. En tal caso, no es necesario adquirir una tarjeta con múltiples ADC sincronizados. Cabe plantearse dos soluciones: si se pretende muestrear, por ejemplo, 3 canales a 20 KHz, puede optarse por aumentar la velocidad a 60 KHz o, en el supuesto de no tolerar como simultaneo un retraso entre el muestreo del primer y último canal de 50  $\mu s$ , cabe considerar la multiplicidad de circuitos S/H previos al multiplexor de entrada.

Respecto al tipo de ADC utilizado frecuentemente en las TAD, aproximadamente un 75% de ellas utilizan ADC de aproximaciones sucesivas, por su buen compromiso entre coste, velocidad y precisión (un conversor rápido de este tipo puede efectuar una conversión simple en un tiempo de entre 750 ns y 1  $\mu s$ ).

Algunas aplicaciones especiales, como la inspección visual automatizada, trabajan con señales cuyo ancho de banda es del orden de 10 MHz (100 ns de periodo). Con objeto de eliminar problemas de aliasing, dicha señal debería muestrearse a una frecuencia mínima de 20 MHz con el fin de cumplir el Teorema de Nyquist, por lo que el tiempo de conversión del ADC debería ser inferior a 50 ns. Este orden de

magnitud tan sólo es alcanzable mediante conversores tipo FLASH. No obstante, en ciertos casos se reduce dicho requerimiento utilizando un filtro de paso bajo (previo al ADC) para reducir el ancho de banda de la señal, lo que permite aumentar el tiempo de conversión necesario (en otros casos, se asume “sin complejos” la presencia de aliasing en la digitalización).

La conversión A/D mediante ADC tipo FLASH, es adecuada si el ambiente no tiene un elevado contenido de ruido, ya que la rapidez de estos ADC los hace poco inmunes a perturbaciones indeseables. Cabe tener presente que el crecimiento no lineal de comparadores implicados en un ADC-FLASH respecto del número de bits de salida ( $n$ ) es la razón básica para que habitualmente no se utilice este conversor para más de 8 bits.

Recordemos que en este tipo de ADC, el número de comparadores internos viene dado por la expresión  $2^n - 1$ . Por el contrario, los ADC de aproximaciones sucesivas más comunes en TAD son de 12 bits, alcanzando sin problemas los 16 bits.

Una vez analizados los aspectos más significativos de las líneas de entrada y de los ADC de una tarjeta de adquisición de datos, pasemos ahora a ver las consideraciones más relevantes para los conversores digital-analógicos (DAC) en una Tarjeta de Adquisición de Datos (TAD) estándar, así como el método de transferencia de datos.

El parámetro más significativo de un DAC acostumbra a ser el tiempo de asentamiento (establecimiento). Este alcanza valores desde microsegundos hasta nanosegundos en los conversores rápidos. En las placas más completas se incorpora un circuito que elimina el problema de glitch, causado por las diferencias temporales

en la conmutación de los distintos datos presentes a la entrada del conversor (básicamente es un circuito mantenedor/retardador).

Las resoluciones usuales en los DAC son de 8, 10, 12 y 16 bits. A diferencia de los ADC, los DAC pueden adoptar dos tipos de señal analógica: salida en tensión o en corriente. Esta última resulta más conveniente en entornos con alto nivel de ruido (el margen de salida estándares de 4-20 mA). Además de preservar la integridad de la señal a grandes distancias (con menor ruido por inducción), la salida en corriente no comporta pérdida de señal.

El método de Transferencia de Datos utilizado es un procedimiento decisivo en las aplicaciones que requieren alta velocidad de adquisición. En un elevado número de casos, el ancho de banda de las señales a almacenar permite su digitalización a frecuencias del orden de 20 a 40 KHz.

Para dichas aplicaciones es suficiente realizar la transferencia de datos entre la tarjeta y la memoria del ordenador mediante E/S programada (PIO). Desde el punto de vista de velocidad en las aplicaciones más modestas, es suficiente con sondear por software la TAD de forma continua (polling). En el caso de que el software realice otras operaciones que penalicen fuertemente la frecuencia de sondeo, resulta conveniente realizar la transferencia aprovechando el hardware de interrupciones del equipo. De esta forma, la CPU sólo es interrumpida por la tarjeta cuando realmente es necesaria la transferencia de datos, por lo que la frecuencia de digitalización puede alcanzar con facilidad 40-50 KHz. No obstante, vía interrupción se siguen manteniendo dos servidumbres importantes; por un lado, al ser un método de E/S, el

resto de actividades de la CPU (teclado, disco, pantalla, etc.) se ven penalizados en cuanto a velocidad.

Además, tan solo una palabra puede ser transferida a memoria en cada interrupción. La incorporación a las TAD de un controlador DMA permite obviar las limitaciones enunciadas, al liberar a la CPU de las tareas de adquisición. Las TAD con único canal de DMA<sup>12</sup> proporcionan velocidad de transferencia del orden de 100 Khz.

Para aplicaciones cuyos requerimientos de transferencia sean del orden de 250-300 Khz es necesario utilizar doble canal de DMA. De esta forma la TAD puede realizar transferencias de datos sin tiempos de espera, pues mientras un canal es reprogramado con un nuevo buffer de memoria, por el otro canal se realiza la transferencia de un dato.

Por encima de los 300 Khz, la limitación proviene de la velocidad máxima a la cual los datos almacenados en memoria pueden ser procesados en tiempo real (dejando libre el espacio para nuevos datos), o bien de la velocidad de transferencia de datos al disco duro, a fin de evitar desbordamientos en la RAM. En el primer caso, cabe pensar en la utilización de hardware dedicado (por ejemplo, DSP). Si la opción escogida es la del almacenamiento de datos para un posterior análisis, resulta conveniente escoger un disco duro de alta velocidad (tiempo de acceso pequeño), así como una interface hardware rápido (SCSI o superior).

---

<sup>12</sup> DMA: *Direct Memory Access* Acceso directo a la memoria

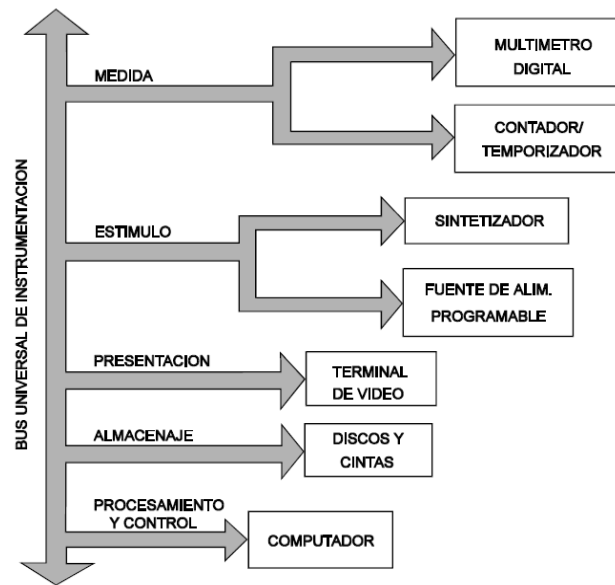


Más allá de los 250-300 Khz hay que tener presente que el ancho de banda del bus del ordenador puede representar una limitación seria. En tal caso, tenemos dos posibles soluciones. La primera consistiría en realizar la transferencia de datos a una zona de memoria dedicada, cuya gestión deberá ser lo más eficiente posible por parte del software de adquisición. La segunda solución sería hacer uso de las tecnologías más avanzadas en buses de comunicación (PCI, USB, IEC 1348, etc.), aprovechando el aumento de velocidad en la transferencia de datos que ofrecen estas posibilidades.

Lógicamente, las dos soluciones planteadas tendrán unos aspectos económicos a considerar, de forma que el par TAD-Software de control se adapte a nuestras características.

### **2.8.2 SISTEMAS BASADOS EN INTERFACES ESTÁNDAR PARA INSTRUMENTACIÓN (BUS EXTERNO)**

Estos sistemas, a los que normalmente se les denomina sistemas de instrumentación, pueden definirse como un conjunto de instrumentos conectados a través de un BUS que ejecutan un trabajo determinado de forma automática bajo el control de un equipo controlador, que en la mayoría de los casos es un ordenador (PC, MAC, Estación de trabajo), siendo el PC el más utilizado. Así, en la figura 2.11 podemos ver el diagrama de bloques de lo que sería la arquitectura de un Sistema de Instrumentación según la definición anterior. Obviamente, dependiendo de las necesidades, el sistema tendrá más o menos componentes



**Figura 2.11: Diagrama de bloques de la arquitectura de un sistema de Instrumentación.**

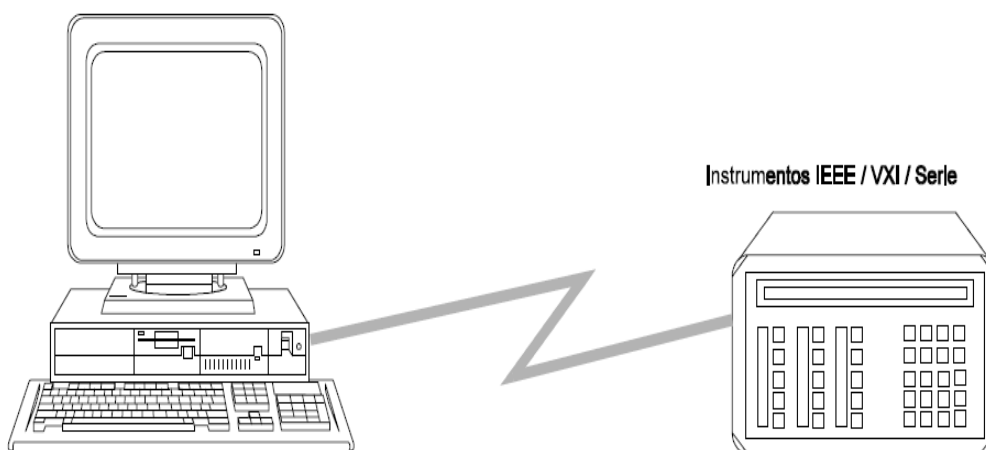
Uno de los pioneros destacados en la elaboración de buses dedicados para la interconexión entre instrumentos programables y ordenadores fue la empresa HewlettPackard, quien en 1965 diseñó la interface HP-IB (Hewlett-Packard Interface Bus) para conectar su línea de instrumentos programables a sus ordenadores. Debido a su alta velocidad de transferencia nominal (1Mbyte/s), este bus incrementó su popularidad rápidamente. A los diez años de su creación, este bus fue aceptado como estándar (IEEE-488). Con el fin de mejorar el bus anterior, HP elaboró en 1987 un nuevo estándar, el ANSI/IEEE 488.2, que incorporaba una definición precisa del protocolo de comunicaciones entre instrumentos y ordenadores.

Hasta entonces, la utilización de instrumentos con el estándar IEEE 488 comportaba la adquisición de un ordenador HP. La empresa National Instruments decidió expandir el uso del bus IEEE 488 a ordenadores fabricados por otras firmas mediante

la inclusión de la correspondiente tarjeta o módulo a modo de interface entre el ordenador y los instrumentos a controlar. Esta empresa otorgó al bus la denominación GPIB (General Purpose Interface Bus), siendo desde entonces más conocido por este nombre que por el de HP-IB ó IEEE-488.

Además del bus desarrollado en la norma IEEE-488, la adquisición de datos mediante bus externo, hace uso de otros dos buses: VXI y comunicación serie (RS-232, RS-422 y RS-485, por ejemplo). El primero de ellos está ganando terreno al GPIB, mientras que el segundo no está tan extendido en los SAD basados en bus externo.

La figura 2.12 sintetiza lo que sería un Sistema de Instrumentación, en el cual aparece el ordenador como equipo de control, teniendo en su interior conectada la correspondiente tarjeta que hará de interface entre el bus interno de éste y el bus externo al que se conectan los instrumentos.



**Figura 2.12: Interfaces estándar de instrumentación**

## **2.9 ESTUDIOS DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS**

La amplia difusión de los ordenadores personales que se ha alcanzado en la actualidad, unido a las posibilidades que estos ofrecen (capacidad de operación, posibilidad de expansión, interrupciones, acceso DMA, facilidad de programación prácticamente en cualquier lenguaje, velocidad de trabajo, etc.), hacen que las tarjetas de adquisición de datos sea la forma más extendida actualmente de construir un sistema de instrumentación o una estación de adquisición de datos y control.

# CAPÍTULO 3: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS USB 6009

## 3.1 INTRODUCCIÓN

El dispositivo de adquisición de datos DAQ USB-6009 es un dispositivo de bajo costo ideal para crear mediciones de entradas análogas y con funcionalidad para generar niveles de voltaje de salida, un contador y dos puertos con 8 líneas de entradas y salidas digitales. Esta funcionalidad se puede realizar simultáneamente para solucionar aplicaciones que van desde registradores de datos, adquisición analógica con alarmas, conteo de eventos, hasta control de lazo cerrado.

Este proporciona la conexión a ocho canales de entradas analógicas (AI) , dos canales de salida analógica (AO), 12 canales de entrada / salida digital (DIO) , y un contador de 32 bits con una velocidad de interfaz USB.

<b>LA FUNCIONALIDAD DE HARDWARE</b>	<b>NI-DAQMX TERMINOLOGÍA</b>
Abrir la fuga	Colector abierto
Push-pull	Activa la unidad

**Tabla 3. 1: Salida digital tipo de controlador de nombres de los convenios**

CARACTERÍSTICA	USB-6009
AI Resolución	Diferencial de 14 bits, 13 bits de un único casquillo
AI máxima frecuencia de muestreo, Un solo canal *	48 kS / s
AI máxima frecuencia de muestreo, Múltiples canales (de agregación) *	42 kS / s
DIO Configuración	Colector abierto o activo unidad
* Podría ser dependientes del sistema	

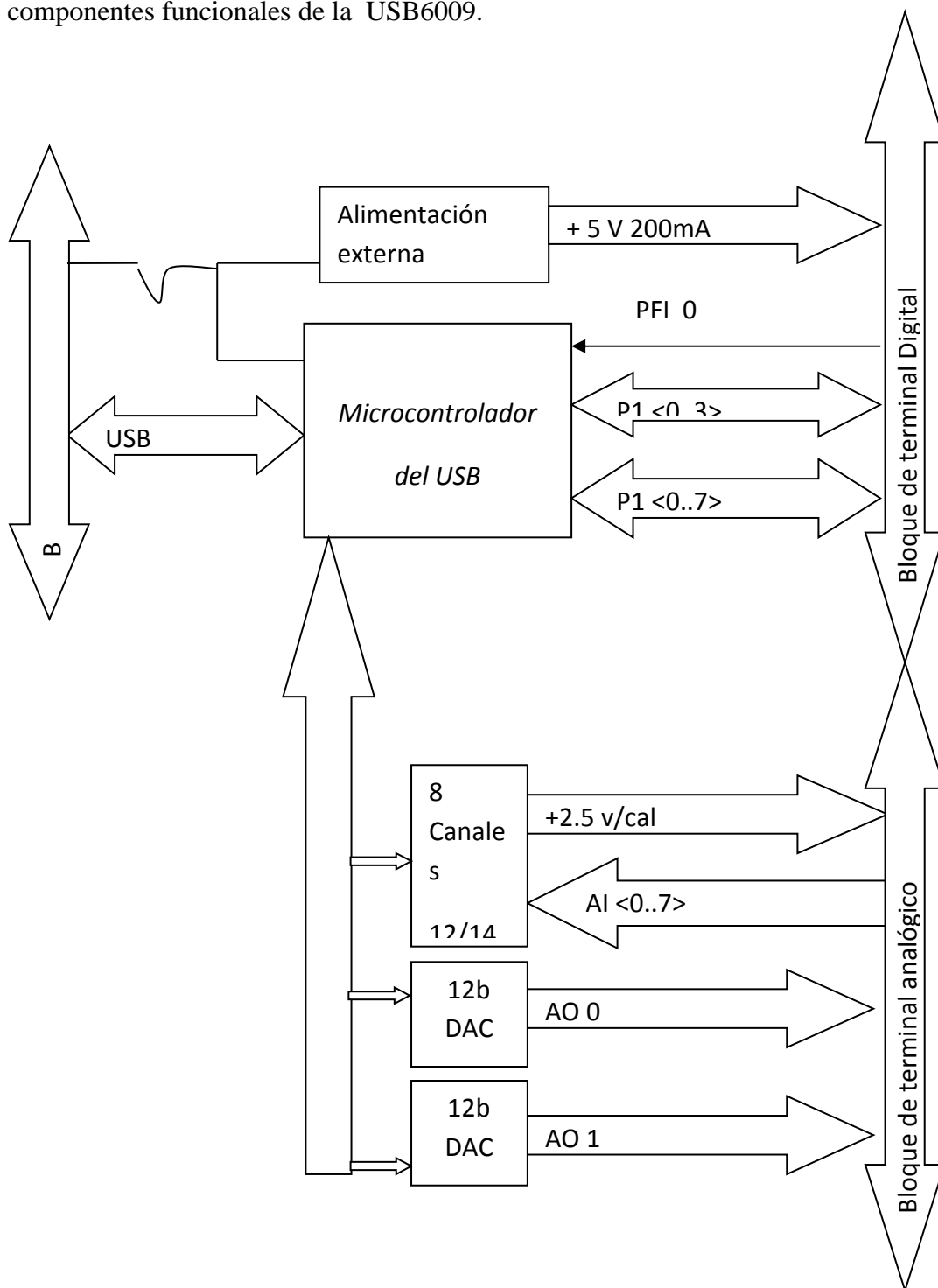
**Tabla 3.2: Características del USB-6009**



**Figura 3. 1: Vista lateral y conector del USB-600**

### 3.2 DIAGRAMA DEL HARDWARE


El siguiente diagrama (Ver figura 3.3) de bloques muestra los principales componentes funcionales de la USB6009.



**Figura 3.2. Diagrama de bloques del dispositivo**


### 3.3 CONECTORES DE ENTARADA Y SALIDA (INPUT/OUT)

El USB-6009 consta con un bloque de terminal de tornillo desmontables para señales analógicas y una terminal de tornillo desmontables para las señales digitales. Estos bloques de terminales proporcionar 16 conexiones que utilizan cable 16 AWG y 28 AWG. La tabla 3.3 enumera las asignaciones de terminales analógicos, y la Tabla 3.4 enumeran las asignaciones de terminales digitales .

MODULO	TERMINAL	Signal, SEÑALES, Single - Ended Mode SEÑALES - MODO DE FINALIZACIÓN	SEÑALES DE MODO DIFERENCIAL
	1	GND	GND
	2	AI0	AI0+
	3	AI4	AI0-
	4	GND	GND
	5	AI1	AI1+
	6	AI5	AI1-
	7	GND	GND
	8	AI2	AI2+
	9	AI6	AI2-
	10	GND	GND
	11	AI3	AI3+
	12	AI7	AI3-
	13	GND	GND
	14	AO0	AO0
	15	AO1	AO1
	16	GND	GND

**Tabla 3.3: Asignaciones de Terminal analógico**



MODULO	TERMINAL	SIGNAL
	17	PO.0
	18	PO.1
	19	PO.2
	20	PO.3
	21	PO.4
	22	PO.5
	23	PO.6
	24	PO.7
	25	PI.0
	26	PI.1
	27	PI.2
	28	PI.3
	29	PFI 0
	30	+2.5 V
	31	+5 V
32	GND	

**Tabla 3.4: Asignaciones de la terminal digital**

### 3.4 DESCRIPCIÓN DE LA SEÑAL

NOMBRE DE LA SEÑAL	REFERENCIA	DIRECCION	DESCRIPCION
GND	.....	.....	TIERRA.- Punto de referencia para las medidas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• AI (entradas analógicas)</li> <li>• Voltajes del AO (salidas analógicas)</li> <li>• Las señales numéricas en el conector entre la entrada y salida (+5 VDC de Fuente)</li> <li>• La referencia de +2.5 VDC</li> </ul>
AI <0...7>	varia	entrada	Canales de entrada analogica o al 7 cada señal es un canal del voltaje de entrada analogica
AO0	GND	Salida	el canal analogo de salida 0 provee el voltaje al canal (AO) 0
AO1	GND	Salida	El canal analogo de salida (AO1) este provee el voltaje de salida al canal 1
P1.<0....3> P0.<0....7>	GND	De entrada o de salida	Señales digital (I/O).- se puede configurar individual mente cada señal como entrada o salida
2.5 V	GND	Salida	2.5 v Voltaje de referencia
+5V	GND	Salida	Utiliza una fuente de alimentacion de +5V y hasta 200mA

**Tabla 3.5: Descripción de la señal**

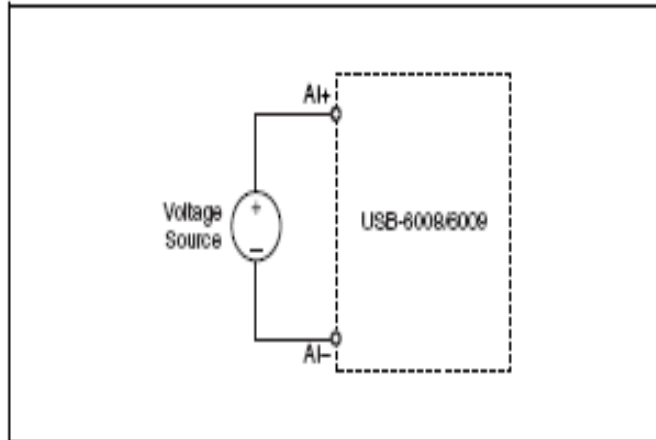
### 3.5 GANANCIA DE AMPLIFICADOR PROGRAMABLE (PGA<sup>13</sup>)

La ganancia de entrada del amplificador es programable proporciona ganancias de 1, 2, 4, 5, 8, 10, 16, o 20 si se configura para el modo diferencial las mediciones y se obtiene 1 cuando se configura para un único casquillo mediciones. PGA. El aumento de PGA automáticamente se calcula basado en la gama del voltaje seleccionada.

### 3.6 CONEXIÓN DE TENSION DIFERENCIAL

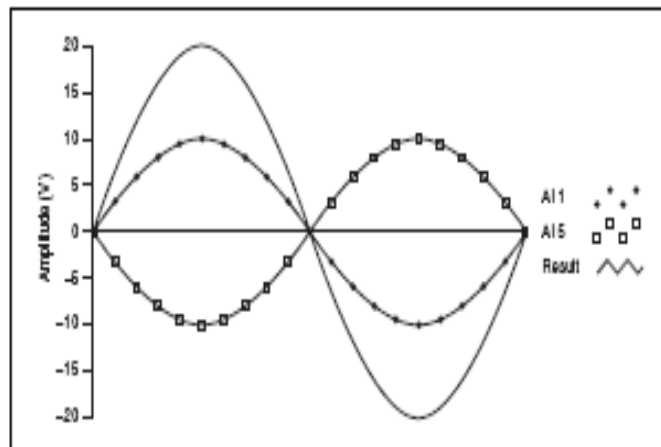
Se conecta el dispositivo a la señal a la terminal IA + , y la terminal negativa a la AI-.

<sup>13</sup> PGA: Ganancia de Amplificador Programable



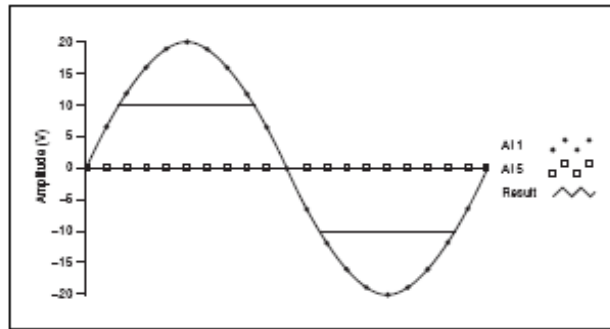
**Figura 3.3: Conexión de un diferencial de voltaje de señal**

El modo diferencial de entrada puede medir señales de  $\pm 20$  V en el rango de  $\pm 20$  V. Sin embargo, la tensión máxima en toda una clavija es de  $\pm 10$  V con respecto a GND. Por ejemplo, si AI 1 es +10 V y AI 5 es de -10 V, entonces la medición devuelta desde el dispositivo es 20 V.



**Figura 3.4: Ejemplo de Medición de un diferencial de 20 V**

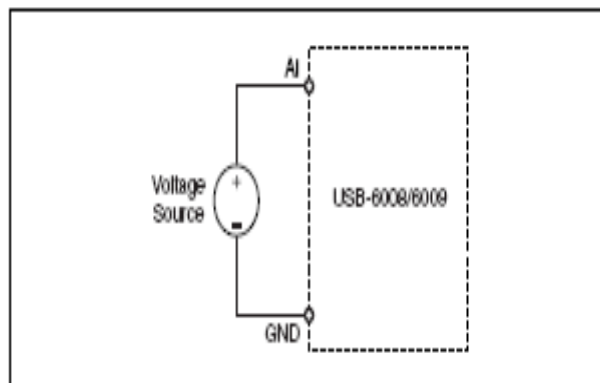
Conexión de una señal más de  $\pm 10$  V en la clavija o bien resulta en un recorte salida.



**Figura 3.5: Superior de +10 V AI Devoluciones recortada de salida**

### 3.6.1 CONEXIÓN DE TENSIONES MODO REFERENCIADO SENCILLO.

Para conectar señales de voltaje (RSE<sup>14</sup>) al USB-6009, conecte la señal positiva del voltaje con el terminal del AI<sup>15</sup>, y la señal de tierra con un terminal de tierra



**Figura 3.6: Conexión de una única referencia de voltaje de señal de finalización**

### 3.7 SALIDA

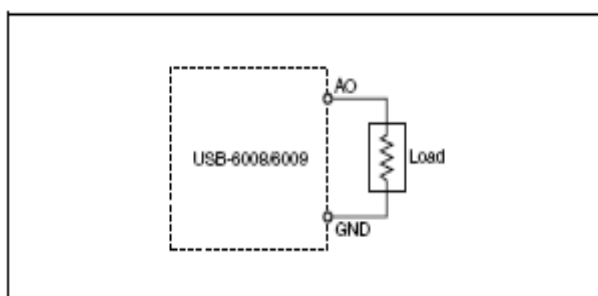
El USB-6009 tiene dos canales de salidas analógicas independientes que pueden generar resultados de 0-5 V. Todas las actualizaciones de las salidas analógicas (AO<sup>16</sup>) son desde el software.

<sup>14</sup> RSE: Conexión Referenciado Sencillo

<sup>15</sup> AI: Entrada analógica

### 3.7.1 CONEXIÓN DE CARGAS A LAS SALIDAS ANALÓGICAS.

Para conectar la fuente al USB 6009, conecte el positivo de la carga a la terminal AO, y conecte la tierra de la carga a un terminal GND.



**Figura 3.7: Conexión de una carga**

### 3.7.2 GLITCHES EN MINIMIZAR LA SEÑAL DE SALIDA

Al utilizar un CAD para generar una forma de onda, puede observar problemas en la señal de salida. Estos problemas son normales, cuando uno cambia de una tensión a otra, que produce problemas debido a los cargos liberados. Los mayores problemas se producen cuando los bits más significativos del CAD cambian de códigos. Usted puede construir un filtro pasa bajos para eliminar algunos de estos problemas, en función de la frecuencia y naturaleza de la señal de salida.

### 3.7.3 ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

El equipo cuenta con 12 líneas digitales, P0. <0 .. 7> y P1. <0 .. 3>, que compuesto por el puerto DIO. GND es la tierra de referencia para la señal de DIO puerto. Puede programa individualmente todas las líneas como entradas o salidas.

---

<sup>16</sup> AO: Salida Analógica

### 3.7.4 CIRCUITOS E/S DIGITAL

Figura 3.9 muestra P0. <0 .. 7> conectado a las señales como ejemplo: Entradas y salidas digitales. Puede configurar P1. <0 .. 3> similar.

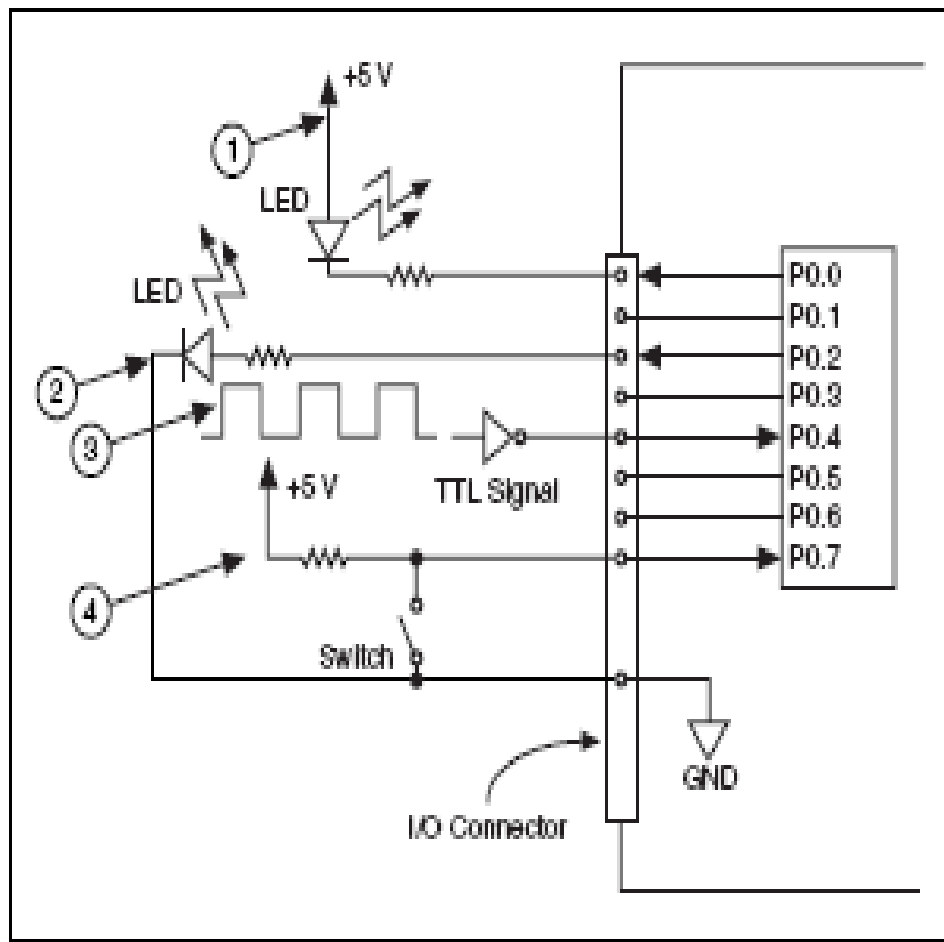


Figura 3.8. Ejemplo de una conexión de carga

- **P0.0** configurado como un colector abierto de salida digital la conducción de un LED.
- **P0.2** configurado como una unidad activa la salida digital de conducción un LED.

- **P0.4** configurado como una entrada digital de la recepción de una señal TTL de un residencial inversor.
- **P0.7** configurado como una entrada digital de recibir un 0 V o 5 V señal de un cambio +5 V LED.

### **3.8 PROTECCIÓN EN LAS ENTRADAS Y SALIDAS**

Para proteger la USB-6009 contra sobretensión, sobre voltaje, y sobre corriente, se debe evitar estos fallos con las siguientes directrices:

- Si configura una DIO como una salida de línea, no conecte a cualquier fuente de señal externa, señal de tierra, o la fuente de alimentación.
- Si configura una DIO como una salida de línea, se debe considerar requisitos de la carga conectada a estas señales.

**Referencias Externas:** El USB 6009 crea una gran pureza de suministro de tensión de referencia para el ADC usando un regulador, amplificador y filtro de circuito. Resultando 2,5 V como tensión de referencia y puede ser utilizado como una señal de prueba automática.

**Fuente de alimentación +5 V:** La fuente de alimentación debe ser 5 V y 200 mA de salida. Esta fuente se puede utilizados para los componentes externos de energía. En las siguientes tablas **3.6; 3.7; 3.8; 3.9; 3.10; 3.11**, se muestran los datos entregados por el fabricante y se deben tener en cuenta.

## GENERALES

<b>FORMATO FISICO</b>	<b>USB</b>
Soporte para Sistema Operativo	Windows, Linux, Mac OS, Pocket PC
Tipos de Medida	Voltaje
Familia de Productos DAQ	Serie B

**Tabla 3.6. Características generales**

## ENTRADAS ANALÓGICAS

Número de Canales	8 SE/4 DI
Velocidad de Muestreo	48 kS/s
Resolución	14 bits
Muestreo Simultáneo	No
Rango de Voltaje Máximo	-10..10 V
➤ Precisión del Rango	138 Mv
Rango de Voltaje Mínimo	-1..1 V
➤ Precisión del Rango	37.5 mV
Número de Rangos	8
Memoria Interna	512 B

**TABLA 3.7: Entrada Analógicas**



## SALIDAS ANALÓGICA

Número de Canales	2
Razón de Actualización	150 S/s
Resolución	12 bits
Rango de Voltaje Máximo	0..5 V
Precisión del Rango	7 mV
Rango de Voltaje Mínimo	0..5 V
Precisión del Rango	7 mV
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	5 mA/10 mA
E/S Digital	
Número de Canales	12 DIO
Temporización	Software
Niveles Lógicos	TTL
Máximo Rango de Entrada	0..5 V
Máximo Rango de Salida	0..5 V
Entrada de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Filtros de Entrada Programables	No
Salida de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	8.5 mA/102 mA
Temporizador Watchdog	No
¿Soporta Estados de Encendido Programables?	No
¿Soporta Protocolo de Sincronización para E/S?	No
¿Soporta E/S de Patrones?	No
Contadores/Temporizadores	
Número de Contadores/Temporizadores	1
Resolución	32 bits
Frecuencia Máxima de la Fuente	5 MHz
Entrada Mínima de Ancho de Pulso	100 ns
Niveles Lógicos	TTL
Rango Máximo	0..5 V
Estabilidad de Tiempo	50 ppm
Sincronización GPS	No
Generación de Pulso	No
Operaciones a Búfer	Sí
Eliminación de Rebotes	No
Temporización/Disparo/Sincronización	
Bus de Sincronización (RTSI)	No
Disparo	Digital

**Tabla 3.8. Salidas Analógicas**

## ESPECIFICACIONES FÍSICAS

Longitud	8.51 cm
Ancho	8.18 cm
Altura	2.31 cm
Conector de E/S	Terminales de tornillo
Dimensiones (sin conectores)	6,35 por 8,51 por 2,31 cm (2,50 por 3,35 por 0,91 pulgadas)
Dimensiones (con conectores)	8,18 por 8,51 por 2,31 cm (3,22 por 3,35 por 0,91 pulgadas)
Peso (sin conectores)	59 g (2,1 oz)
Peso (con conectores)	84 g (3 oz)
I / O conectores	Receptáculo USB de serie B (2) 16-posición (terminal detornillo) enchufe cabeceras
Terminales de tornillo cableado	16 a 28 AWG
Terminales de tornillo par	0,22 a 0,25 N • m (2,0 a 2,2 lb • pulg)

**Tabla 3.9. Especificaciones físicas**

## ALIMENTACIÓN Y ENTORNO OPERATIVO

USB (4.10 a 5.25 VDC )	80 mA típico 500 mA máximo
USB suspend	300 $\mu$ A típico 500 $\mu$ A máximo
Rango de temperatura ambiente	0 a 55 ° C (prueba de conformidad IEC-60068-2-1 y IEC-60068-2-2)
Rango de humedad relativa	10 a 90%, sin condensación (prueba de conformidad IEC-60068-2- 56)

**Tabla 3.10. Características del equipo**

## ENTORNO DE ALMACENAMIENTO

Rango de temperatura ambiente	-40 A 85 ° C (prueba en según IEC-60068-2-1 y IEC-60068-2-2)
Rango de humedad relativa	5 a 90%, sin condensación (prueba de conformidad IEC-60068-2-56)
Altitud máxima	2.000 m (a 25 ° C de temperatura ambiente)
Grado de contaminación	2

**Tabla 3.11: Almacenamiento del equipo**

### 3.9 USB

El Universal Serial Bus (bus universal en serie) o Conductor Universal en Serie (CUS), abreviado comúnmente USB, es un puerto que sirve para conectar periféricos a una computadora. Fue creado en 1996 por siete empresas: IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.

El USB es un bus punto a punto: dado que el lugar de partida es el host (PC o hub), el destino es un periférico u otro hub. No hay más que un único host (PC) en una arquitectura USB. Los periféricos comparten la banda de paso del USB. El protocolo se basa en el llamado paso de testigo (token). El ordenador proporciona el testigo al periférico seleccionado y seguidamente, éste le devuelve el testigo en su respuesta.

Este bus permite la conexión y la des-conexión en cualquier momento sin necesidad de apagar el equipo.

El USB puede conectar los periféricos como ratones, teclados, escáneres, cámaras digitales, teléfonos móviles, reproductores multimedia, impresoras, discos duros externos, tarjetas de sonido, sistemas de adquisición de datos y componentes de red.

Para dispositivos multimedia como escáneres y cámaras digitales, el USB se ha convertido en el método estándar de conexión.

### 3.9.1 CARACTERÍSTICAS DE TRANSMISIÓN

**Aspecto eléctrico** A nivel eléctrico, el cable USB transfiere la señal y la alimentación sobre 4 hilos. A nivel de alimentación, el cable proporciona la tensión nominal de 5 V. Es necesario definir correctamente el diámetro del hilo con el fin de que no se produzca una caída de tensión demasiado importante en el cable. Una resistencia de terminación instalada en la línea de datos permite detectar el puerto y conocer su configuración (1,5 o 12 Mbits/s).

Pin	Nombre	Color del cable	Descripción
1	VCC	Rojo	+5v
2	D-	Blanco	Data -
3	D+	Verde	Data +
4	GND	Negro	Tierra

**Tabla 3.12: Descripción**

Los dispositivos USB se clasifican en cuatro tipos según su velocidad de transferencia de datos:

- Baja velocidad (1.0): Tasa de transferencia de hasta 1'5 Mbps (192 KB/s). Utilizado en su mayor parte por dispositivos de interfaz humana como los teclados, los ratones y los joysticks.
- Velocidad completa (1.1): Tasa de transferencia de hasta 12 Mbps (1'5 MB/s). Ésta fue la más rápida antes de la especificación USB 2.0, y muchos dispositivos fabricados en la actualidad trabajan a esta velocidad. Estos dispositivos dividen el ancho de banda de la conexión USB entre ellos, basados en un algoritmo de búferes FIFO.
- Alta velocidad (2.0): Tasa de transferencia de hasta 480 Mbps (60 MB/s).
- Super alta velocidad (3.0): Actualmente en fase experimental y con tasa de transferencia de hasta 4.8 Gbps (600 MB/s). Esta especificación será lanzada a mediados de 2009 por Intel, de acuerdo con información recabada de Internet. La velocidad del bus será diez veces más rápida que la del USB 2.0, debido a la que han incluido 5 conectores extra, desechando el conector de fibra óptica propuesto inicialmente, y será compatible con los estándares anteriores. Se espera que los productos fabricados con esta tecnología lleguen al consumidor en 2009 o 2010.
- Las señales del USB se transmiten en un cable de par trenzado con impedancia de  $90 \Omega \pm 15\%$ , cuyos hilos se denominan D+ y D-. Estos, colectivamente, utilizan señalización diferencial en half dúplex para combatir los efectos del ruido electromagnético en enlaces largos. D+ y D- suelen operar en conjunto y no son conexiones simples. Los niveles de transmisión de la señal varían de 0 a 0'3 V para bajos (ceros) y de 2'8 a 3'6 V para altos

(unos) en las versiones 1.0 y 1.1, y en  $\pm 400$  mV en alta velocidad (2.0). En las primeras versiones, los alambres de los cables no están conectados a masa, pero en el modo de alta velocidad se tiene una terminación de  $45 \Omega$  a tierra o un diferencial de  $90 \Omega$  para acoplar la impedancia del cable. Este puerto sólo admite la conexión de dispositivos de bajo consumo, es decir, que tengan un consumo máximo de 100 mA por cada puerto; sin embargo, en caso de que estuviese conectado un dispositivo que permite 4 puertos por cada salida USB (extensiones de máximo 4 puertos), entonces la energía del USB se asignará en unidades de 100 mA hasta un máximo de 500 mA por puerto.

MICROPLUG			
Pin	Nombre	Color	Descripción
1	VCC	Rojo	+5 V
2	D-	Blanco	Data -
3	D+	Verde	Data +
4	ID	Ninguno	Permite la distinción de Micro-A y Micro-B Tipo A: conectado a tierra Tipo B: no conectado
5	GND	Negro	Señal tierra

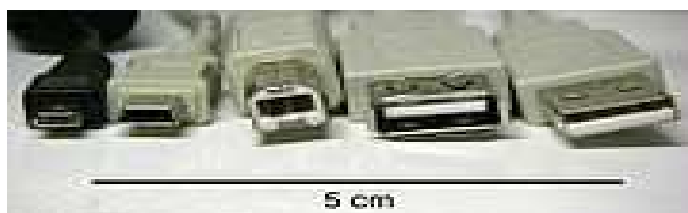
**Tabla 3.13: Descripción de un Microplug**

Los cables de datos son un par trenzado (Ver la figura 3.10) para reducir el ruido y las interferencias.



**Figura 3.9: Par trenzado**

### 3.9.2 COMPATIBILIDAD Y CONECTORES



**Figura 3.10. Tipos de conectores**

En la figura 3.11 se muestran los distintos tipos diferentes de conectores USB (de izquierda a derecha): micro USB macho, mini USB tipo B macho, Tipo B macho, Tipo A hembra, Tipo A macho

El estándar USB especifica tolerancias para impedancia y de especificaciones mecánicas relativamente bajas para sus conectores, intentando minimizar la incompatibilidad entre los conectores fabricados por distintas compañías una meta a la que se ha logrado llegar. El estándar USB, a diferencia de otros estándares también define tamaños para el área alrededor del conector de un dispositivo, para evitar el bloqueo de un puerto adyacente por el dispositivo en cuestión.

Las especificaciones USB 1.0, 1.1 y 2.0 definen dos tipos de conectores para conectar dispositivos al servidor: A y B. Sin embargo, la capa mecánica ha cambiado en algunos conectores. Por ejemplo, el IBM UltraPort es un conector USB privado localizado en la parte superior del LCD de las computadoras portátiles de IBM. Utiliza un conector mecánico diferente mientras mantiene las señales y protocolos característicos del USB. Otros fabricantes de artículos pequeños han desarrollado también sus medios de conexión pequeños, y ha aparecido una gran variedad de ellos, algunos de baja calidad.

Una extensión del USB llamada "USB-On-The-Go" (sobre la marcha) permite a un puerto actuar como servidor o como dispositivo - esto se determina por qué lado del cable está conectado al aparato. Incluso después de que el cable está conectado y las unidades se están comunicando, las 2 unidades pueden "cambiar de papel" bajo el control de un programa. Esta facilidad está específicamente diseñada para dispositivos como PDA, donde el enlace USB podría conectarse a un PC como un dispositivo, y conectarse como servidor a un teclado o ratón. El "USB-On-The-Go" también ha diseñado 2 conectores pequeños, el mini-A y el mini-B, así que esto debería detener la proliferación de conectores miniaturizados de entrada.

### **3.9.2.1 INTERFAZ FÍSICA**

A nivel de señal, se trata de un par trenzado con una impedancia característica de  $90 \Omega$ . La velocidad puede ser tanto de 12 Mbits/s como de 1,5 Mbits/s. La sensibilidad del receptor puede ser de, al menos, 200mV y debe poder admitir un buen factor de rechazo de tensión en modo común. El reloj se transmite en el flow de datos, la codificación es de tipo NRZI, existiendo un dispositivo que genera un bit de relleno (bit stuffing) que garantiza que la frecuencia de reloj permanezca constante. Cada paquete va precedido por un campo de sincronismo.

## **3.10 CÓMO USAR LA DAQ USB 6009 RECIÉN ADQUIRIDA**

**Visión General** Se describe la manera de configurar apropiadamente la tarjeta USB 6008/9 que usted ha adquirido recientemente para leer señales o generarlas.

Hardware necesario



Tarjeta DAQ USB 6009

Cable de conexión USB.

Computadora con al menos un puerto USB.

Conecta las terminales de tornillo a las terminales de la DAQ y pegue las etiquetas necesarias en la tarjeta. Encienda su computadora y permita que cargue su sistema operativo.

Software necesario:

LabView

### **Programación:**

Asegúrese de que la computadora tenga instalado LabView. Si no es así, instálelo insertando los discos de LabView y siguiendo las instrucciones. Inserte los discos de NI DAQ mx que acompañan a la tarjeta DAQ USB 6008/9 en la computadora. Siga los pasos de instalación para los controladores de la tarjeta y del programa. Cuando haya finalizado, conecte la tarjeta DAQ al cable USB y este a algún puerto USB de la computadora. Aparecerá un globo de diálogo en la barra de tareas como se muestra en la figura 3.11.



**Figura 3.11: Globo de Dialogo**

Posteriormente aparecerá el asistente de instalación de hardware nuevo.

Seleccione la opción que evita que busque en Windows Update el controlador de la tarjeta y presione el botón de “siguiente” (Ver figura 3.12).



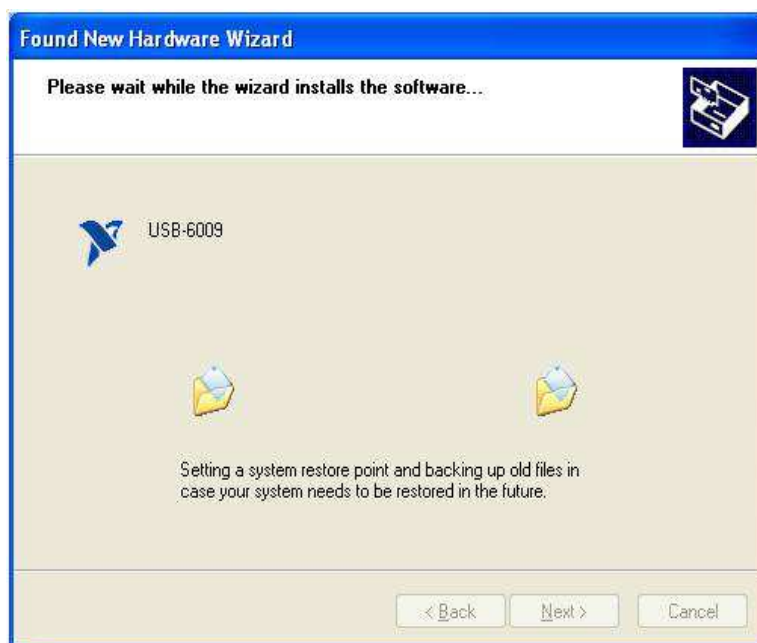
**Figura 3.12: Asistente de instalación de software**

Luego aparecerá la ventana de ubicación de driver. En este caso seleccione instalar el programa automáticamente y de click en “Siguiete” ver figura 3.13



**Figura 3.13: Ubicación del driver**

Aparecerá una ventana indicando que la instalación se está llevando a cabo y luego confirmará que la instalación ha sido exitosa (Ver figura 3.14)



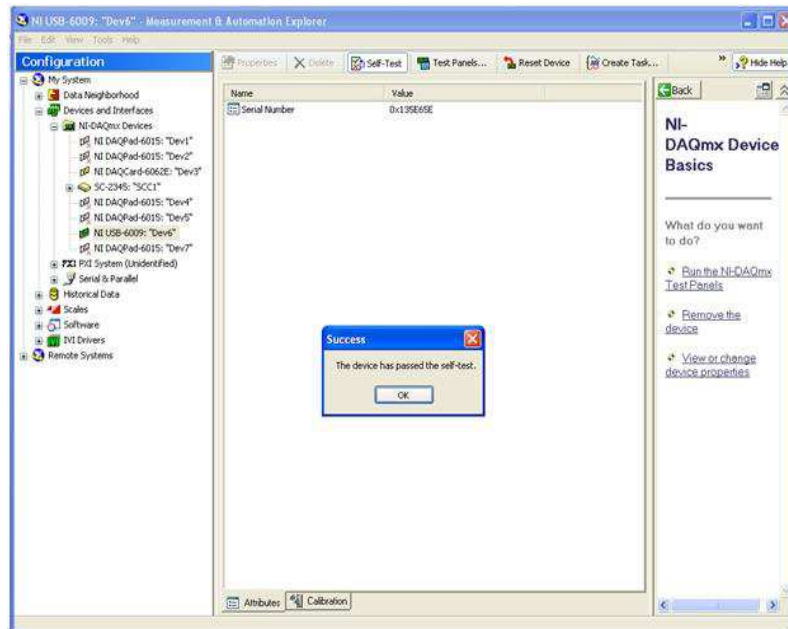
**Figura. 3.14: Instalación con éxito**

### **3.11 COMPROBANDO LA INSTALACIÓN ADECUADA DE LA DAQ USB 6008/9**

Ejecute el programa Measurements and Automation Explorer (MAX) que se encuentra en Menú Inicio >> Todos los programas >> National Instruments.

Una vez abierto, revise en la sección de configuración y extienda la ramificación Devices and Interfaces >> NI DAQ-mx Devices. Si la instalación fue exitosa, aparecerá un ícono en verde de una tarjeta NI USB-6008/9 y MAX le habrá asignado un nombre a esta del tipo "Dev#". Tome en cuenta este nombre porque será el identificador de la tarjeta en cualquier programa de National Instruments para

acceder a ella. Presione el botón de “Self-Test” para revisar que la comunicación es efectiva si aparece la ventana “Success” (Ver figura 3.15)



**Figura 3.15: Measurement Explorer**

Como una breve introducción, la pestaña de *Test Panels* da acceso las terminales del equipo de National Instruments conectadas a la computadora. Con esto se puede comprobar el buen funcionamiento de cada terminal.

la pestaña *Reset Device* es útil cuando la tarjeta deja de funcionar correctamente por varias razones.

Por último, al presionar click derecho sobre el ícono de la tarjeta, se abrirá un menú en donde se pueden encontrar los “*Device Pinouts*” que es la configuración física de los pines en la tarjeta DAQ y esto aplica para cualquier modelo de DAQ de National Instruments (Ver Figura 3.16).



**Figura 3.16: Menú configuración física**

Por ejemplo, para la DAQ USB 6008/9 los “Device Pinouts” se encuentran acomodados de tal manera que las entradas y salidas analógicas (AI/AO) se encuentran separadas de las entradas y salidas digitales (DI/DO) así demostrado en la figura 3.17.

**NI USB-6009**

GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND

**Figura 3.17: entradas y salidas analógicas**

Una vez que el aparato haya pasado el auto diagnóstico “*Self Test*” se procede a abrir LabVIEW para o se encuentra en Menú Inicio >> todos los programas >> National Instruments >> LabView.

En la ventana principal selecciona la opción “*More*” (Ver figura 3.18).

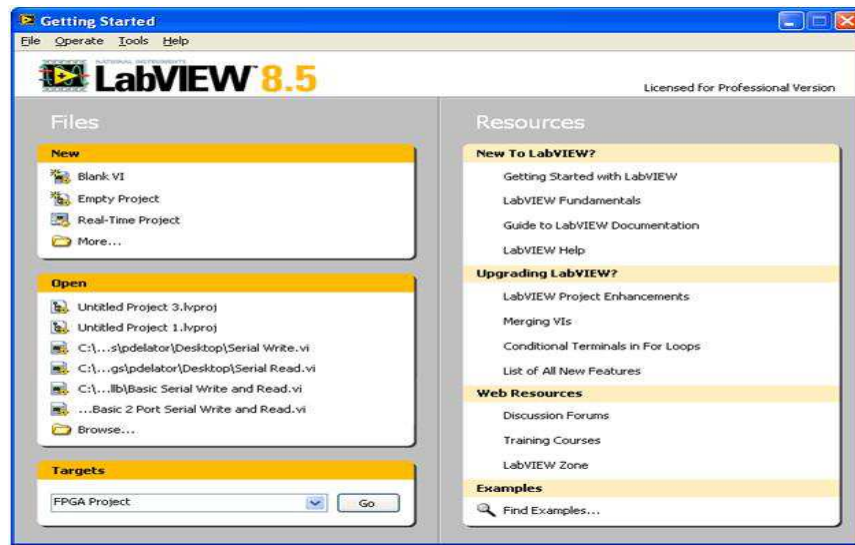


Figura 3.18: LabVIEW

Y en la ventana aparece una gama de ejercicios llamados Vi's sobre adquisición de datos y generación de señales (Ver figura 3.19).

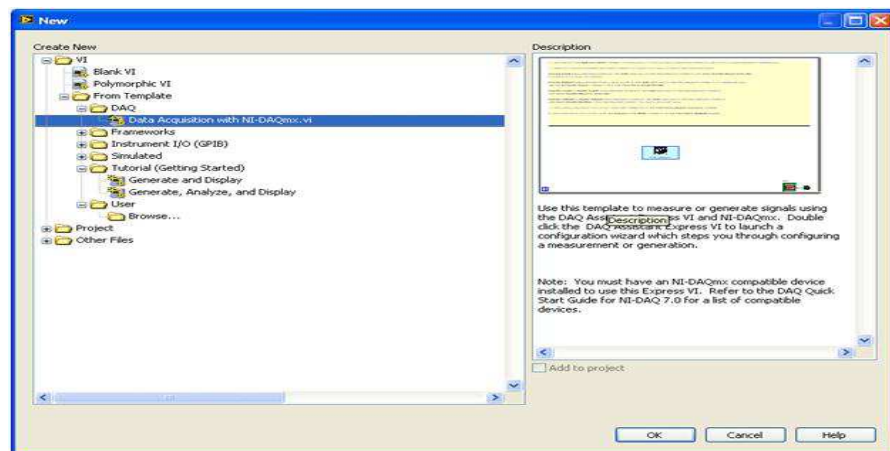


Figura. 3.19: DAQ Assistant

Recuerde que para acceder a las terminales de la DAQ, basta tan solo con colocar un vi express denominado “DAQ ASSISTANT” que se encuentra en funciones >> Measurement I/O >> DAQmx – Data Acquisition >> DAQ Assistant (Ver figura 2.20).

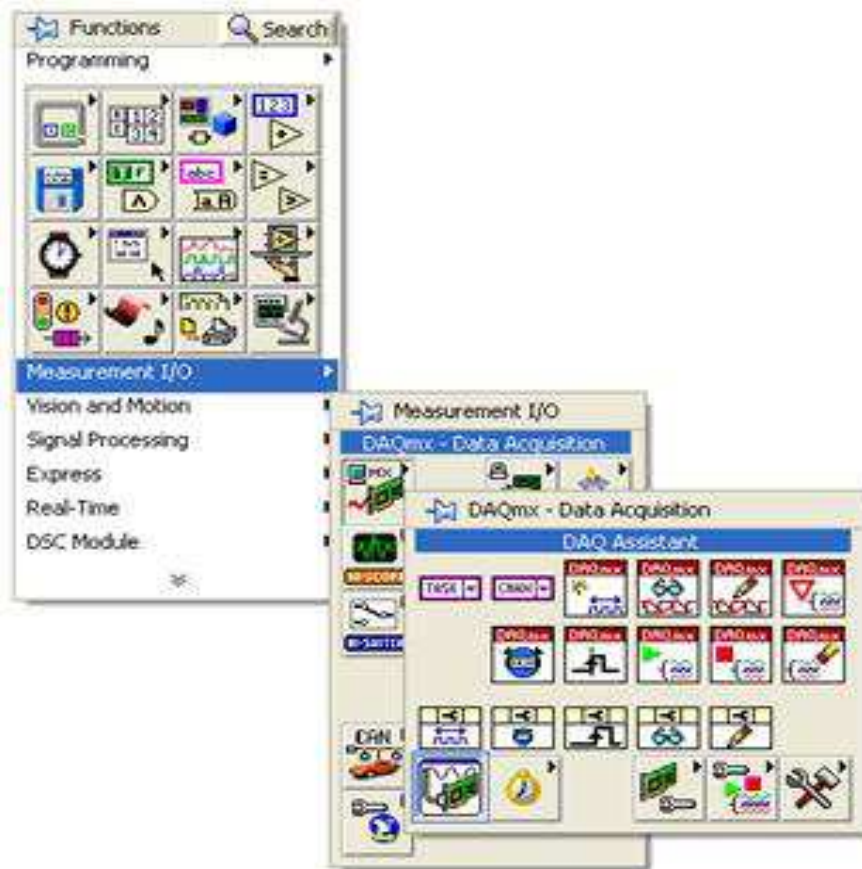


Figura 3.20: Iconos de Funciones

# **CAPÍTULO 4: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS DE INTERFAZ PCI**

## **4.1 INTRODUCCIÓN**

El PCI 6221(Ver figura 4.1) es un DAQ (Dispositivo de Adquisición de Datos) que presenta como característica principal una resolución de 16 bits a 250 KS/s con una interfaz PCI, compatible con Windows, Linux, Mac OS (Ver figura 4.1).



**Figura 4.1: Tarjeta PCI 6221**



## 4.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Formato Físico	PCI
Soporte para SO	Windows, Real-Time, Linux, Mac OS
Tipos de Medida	Digital, Frecuencia, Codificadores de cuadratura, Voltaje
Familia de Productos DAQ	Serie M
Soporte para LabVIEW RT	Sí

Tabla 4.1: Características Generales

## ENTRADA ANALÓGICA

Número de Canales	16 SE/8 DI
Velocidad de Muestreo	250 kS/s
Resolución	16 bits
Muestreo Simultáneo	No
Rango de Voltaje Máximo	-10..10 V
Precisión del Rango	3100 $\mu$ V
Sensibilidad del Rango	97.6 $\mu$ V
Rango de Voltaje Mínimo	-200..200 mV
Precisión del Rango	112 $\mu$ V
Sensibilidad del Rango	5.2 $\mu$ V
Número de Rangos	4
Memoria Interna	4095 muestras

Tabla 4.2: Descripción de entradas analógicas

## SALIDA ANALÓGICA

Número de Canales	2
Razón de Actualización	833 kS/s
Resolución	16 bits
Rango de Voltaje Máximo	-10..10 V
Precisión del Rango	3230 $\mu$ V
Rango de Voltaje Mínimo	-10..10 V
Precisión del Rango	3230 $\mu$ V
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	5 mA

**Tabla 4.3: Descripción de la salida analógica**

## TEMPORIZACIÓN/DISPARO/SINCRONIZACIÓN

Bus de Sincronización (RTSI)	Sí
Disparo	Digital

**Tabla 4.4: Temporización, disparo y sincronización**

## ESPECIFICACIONES FÍSICAS

Longitud	15.5 cm
Ancho	9.7 cm
Conector de E/S	VHDCI hembra de 68 pines

**Tabla 4.5: Especificaciones físicas**

## CONTADORES/TEMPORIZADORES

Resolución	32 bits
Frecuencia Máxima de la Fuente	80 MHz
Entrada Mínima de Ancho de Pulso	12.5 ns
Niveles Lógicos	TTL
Rango Máximo	0..5 V
Estabilidad de Tiempo	50 ppm
Sincronización GPS	No
Generación de Pulso	Sí
Operaciones a Búfer	Sí
Eliminación de Rebotes	Sí
Número de Canales DMA	2

**Tabla 4.6: Contadores y temporizadores**

## E/S DIGITAL

Número de Canales	24 DIO
Temporización	Hardware, Software
Máximo Rango de Tiempo	1 MHz
Niveles Lógicos	TTL
Máximo Rango de Entrada	0..5 V
Máximo Rango de Salida	0..5 V
Entrada de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Filtros de Entrada Programables	Sí
Salida de Flujo de Corriente	Sinking, Sourcing
Capacidad de Corriente (Canal/Total)	24 mA/448 mA
Temporizador Watchdog	No
¿Soporta Estados de Encendido Programables?	Sí
¿Soporta Protocolo de Sincronización para E/S?	No
¿Soporta E/S de Patrones?	Sí
Número de Contadores /Temporizadores	2

**Tabla 4.7: Entrada y salida digital**

### 4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Sin duda su rango de precisión es su fortaleza más notable ya que es capaz de subdividir una lectura de -10 a 10 V en 3100  $\mu$ V para una toma de muestras cada 97,6  $\mu$ V traduciéndose en una reproducción con mayor fidelidad de la señal original.

Si de hablar de desventajas se trata podríamos mencionar la necesidad de un cable y bloque conector lo que encarece su costo duplicando casi valor.

#### **4.4 INTERFAZ DE PCI**

Desarrollada en los primeros años de la década de los 90 por un grupo de fabricantes de hardware para la industria del PC, el PCI SIG (PCI Special Interest Group) liderados por Intel y cuyo objetivo es superar las deficiencias del bus VESA (Video Electronic Estándar Association ) que predominaba en la época.

PCI ("Peripheral Component Interconnect") es básicamente una especificación para la interconexión de componentes en ordenadores. Hace su primera aparición en 1993 con el lanzamiento de los primeros chipset de Intel para procesadores Pentium, dando lugar a un bus PCI, denominado también Mezzanine, en español entresuelo, porque funciona como una especie de nivel añadido al bus ISA/EISA tradicional de la placa-base. Es un bus de 32 bits que funciona a 5 V, 33 MHz, con una velocidad de transferencia inicial de 133 Mb/s (Megabits por segundo).

Aunque seguiremos llamándolo "bus PCI", en realidad no es un bus local; por el contrario, ocupa un lugar intermedio (de ahí el nombre mezzanine) entre el bus del procesador / memoria / cache y el bus estándar ISA. El bus PCI se encuentra separado del bus local mediante un controlador que hace de pasarela. Cuando la UCP (Unidad de Control de Procesos) escribe datos en los periféricos PCI (por ejemplo un disco duro), el controlador/pasarela PCI los almacena en su buffer. Esto permite que la UCP atienda la próxima operación en vez de tener que esperar a que se complete la transacción. A continuación el buffer envía los datos al periférico de la forma más eficiente posible.

La especificación permite diversas opciones que pueden darse en cualquier combinación:

- Extensiones de bus de 64 bits con una velocidad de transferencia de 266 Mb/s
- Extensiones para funcionar a 66 MHz, doblando así la velocidad inicial básica (de 32 bits 33 MHz).
- Operación a 3.3 Voltios mediante un conector físicamente distinto.
- Conector miniatura SmallPCI para portátiles y equipos de dimensiones reducidas.

Posibilidad de compartir una IRQ ("Interrupt ReQuest", petición de interrupción) entre distintos dispositivos PCI. Los dispositivos PCI pueden compartir una o varias líneas IRQ entre todos ellos (algo que no puede hacerse con los dispositivos ISA). Esta característica ha permitido aliviar uno de los problemas crónicos que arrastraba la arquitectura PC desde sus orígenes; la escasez de líneas de interrupción.

El bus PCI contiene un bus de alimentación, con las líneas +5, +3.3 +12 y -12 V.; un bus de direcciones (multiplexado); un bus de datos y un bus de control que incluye cuatro líneas de interrupciones, una de presencia de tarjeta, y líneas de control y test.

El bus PCI no soporta DMA (Acceso Directo a Memoria) en el sentido tradicional del IBM PC, aunque dispone de análoga funcionalidad mediante bus mastering.

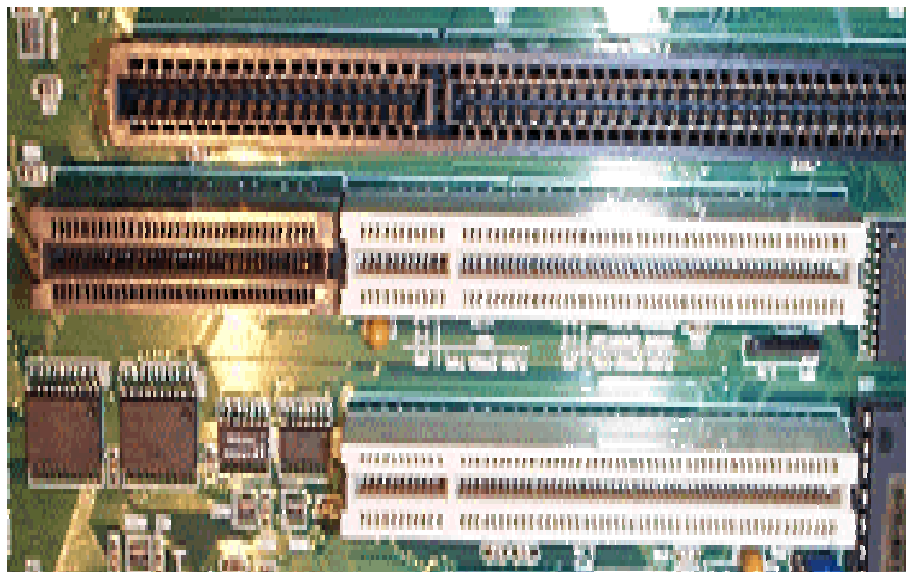
Ha sido diseñado pensando en sistemas de máximas prestaciones, e incluye todas las funcionalidades y características de los diseños más modernos (soporte para multiprocesador, transferencia a ráfagas -burst mode-, Etc.) Presenta características que no eran usuales en los sistemas de bus anteriores, por ejemplo:

- **Configuración por software** (sin jumpers): PCI se creó pensando en el estándar PnP ("Plug and Play"), por lo que los dispositivos PCI pueden ser configurados exclusivamente mediante software (aunque algunos fabricantes rompen la norma). Cada dispositivo PCI debe estar diseñado para solicitar de forma inequívoca los recursos que necesita (Zona de memoria mapeada, direcciones E/S, canales DMA, Interrupciones, Etc.)
- **Identificación:** Los dispositivos PCI deben identificarse a sí mismos, señalando su fabricante, modelo, número de serie y código de clase. Los códigos de fabricante son administrados por una autoridad central, el PCI SIG. El código de clase proporciona un método de identificación, de modo que el controlador genérico del SO disponga de cierta información básica sobre el dispositivo PCI conectado, e incluso, en ausencia de un controlador específico, proporcionar algún control básico del dispositivo.
- **Diseño flexible:** En cualquier momento pueden añadirse nuevos códigos de fabricante o de clase. De hecho, la especificación ya ha realizado muchas mejoras y extensiones. Por ejemplo, el bus AGP ("Advanced Graphics Port") es una extensión reciente de la especificación PCI; también el conector SmallPCI, el soporte para 64bits y las versiones de 3.3 V.

- **Independencia:** PCI no está ligada a ninguna plataforma particular; puede ser implementada virtualmente en cualquiera, además de la conocida arquitectura IBM-PC/x86. De hecho, ha sido adoptado por muchos fabricantes de otras arquitecturas, por ejemplo Apple y SUN.

#### 4.5 ESTÁNDARES PCI

En realidad el estándar PCI (Ver figura 4.2) no está aprobado oficialmente por las autoridades de estandarización, sino una especificación de la industria (del PCI SIG). La versión 1.0 de la especificación fue publicada en 1992; la versión 2.0 fue publicada en 1993, y la versión 2.1 apareció en 1995.



**Figura 4.2: conexión PCI**

#### 4.6 ZOCALOS PCI

Los conectores blancos de la figura son zócalos PCI estándar (5 V, 33 MHz y 32 bits), presentes en la mayoría de los PCs. Los de 3.3 V tienen la ranura de polarización en la mitad inicial (donde está la línea 1) en vez de al final.



Los conectores PCI de 64 bits se han construido añadiendo un segundo zócalo a continuación del estándar (de 32 bits). La separación entre ambos funciona como una segunda llave de polarización; el conjunto presenta un 50% más de longitud que el de 32 bits; esta extensión funciona siempre a 3.3 voltios. En la figura se muestra como un añadido de color marrón a la izquierda del conector PCI estándar (blanco), junto a un zócalo ISA.

Algunas placas-base etiquetan el conector PCI de 64 bits como "Media connector".

#### **4.7 INSTALACIÓN**

Las tarjetas PCI tienen los componentes montados en el lado contrario que las tarjetas ISA normales.

Viendo la tarjeta desde la parte posterior del equipo, y suponiendo la placa en posición horizontal, con los conectores hacia la izquierda, las tarjetas ISA tienen los componentes montados en la cara superior (la cara inferior sería de soldaduras). Por contra, la tarjeta PCI tendría los componentes en la cara inferior, siendo la superior al de soldaduras.

Nota: En esta posición, los pines más próximos al espectador son los de numeración más baja.

Otra característica es que los zócalos PCI están separados de la parte posterior de la placa-base aproximadamente una pulgada (2.5 cm), mientras que los zócalos ISA están prácticamente en el borde.

Es corriente que en las placas con bus PCI, los conectores para disco (IDE) estén situados directamente en la placa-base. Aunque los discos no se conecten físicamente en un zócalo PCI, estos conectores son parte del bus PCI.

#### 4.8 COMPARACIÓN DE LOS TIPOS DE BUS

	<b>ISA</b>	<b>EISA</b>	<b>VESA</b>	<b>PCI</b>
Bus de datos	8/16	32	32/64	32/64
Velocidad del bus de datos (MHz)	5.33/8.33	8.33	33/50	33
Velocidad de transferencia (MB/s)	5.33/8.33	33	132/264	132/264
Velocidades de transferencia implementadas (MB/s)	5.33/8.33	33	132	132
Número de Slots	0-8	0-8	0-2	0-4
Soporte de Bus Master	No	Si	Si	Si
Paridad para direcciones y datos	No	No	No	Si
Sync, Channel Checks	No	No	No	Si
Identificación de dispositivo & Auto configuración	No	Si	Si	Si
Trabaja con ISA/EISA	N/A	N/A	Si	Si

**Tabla 4.8: Comparación de los tipos de bus**

# **CAPÍTULO 5: ADQUISICIÓN DE DATOS CON DISPOSITIVOS WI-FI**

## **5.1 INTRODUCCIÓN**

La adquisición de datos Wi-Fi es una expansión de la adquisición de datos basada en PC, a aplicaciones de medidas para las cuales el uso de cables no es conveniente o práctico. Los dispositivos de adquisición de datos Wi-Fi se basa en el estándar IEEE 802.11 inalámbrica, comunicación Ethernet, conectividad directa de sensor para monitoreo remoto de señales eléctricas, físicas, mecánicas y acústicas.

## **5.2 CANALES Y FRECUENCIAS DE OPERACIÓN**

Los identificadores de canales, frecuencias centrales, y dominios reguladores para cada canal usado por IEEE 802.11b e IEEE 802.11g: *Ver tabla 5.1*

Identificador de Canal	Frecuencia en MHz	Dominios Reguladores				
		América (-A)	EMEA (-E)	Israel (-I)	China (-C)	Japón (-J)
1	2412	×	×	—	×	×
2	2417	×	×	—	×	×
3	2422	×	×	×	×	×
4	2427	×	×	×	×	×
5	2432	×	×	×	×	×
6	2437	×	×	×	×	×
7	2442	×	×	×	×	×
8	2447	×	×	×	×	×
9	2452	×	×	×	×	×
10	2457	×	×	—	×	×
11	2462	×	×	—	×	×
12	2467	—	×	—	—	×
13	2472	—	×	—	—	×
14	2484	—	—	—	—	×

**Tabla 5.1: Canales de frecuencia y operación**

Los estándares 802.11b y 802.11g utilizan la banda de 2.4 – 2.5 Ghz. En esta banda, se definieron 11 canales utilizables por equipos WIFI, que pueden configurarse de acuerdo a necesidades particulares. Sin embargo, los 11 canales no son completamente independientes (canales contiguos se superponen y se producen

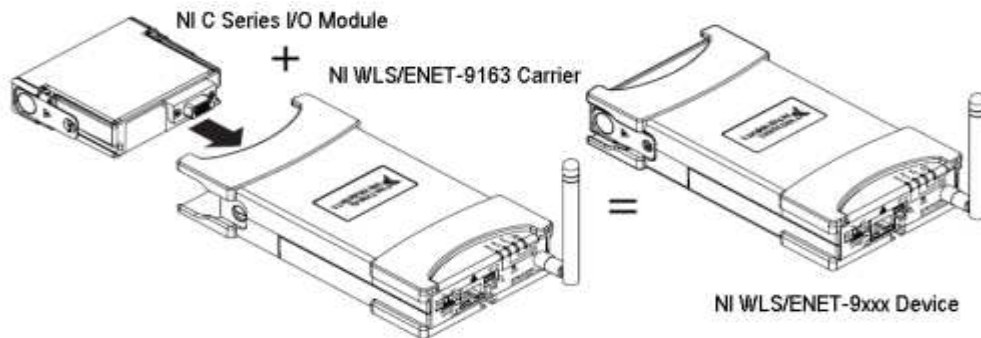
interferencias). El ancho de banda de la señal (22MHz) es superior a la separación entre canales consecutivos (5MHz), por eso se hace necesaria una separación de al menos 5 canales con el fin de evitar interferencias entre celdas adyacentes. Tradicionalmente se utilizan los canales 1, 6 y 11, aunque se ha documentado que el uso de los canales 1, 5, 9 y 13 (en dominios europeos) no es perjudicial para el rendimiento de la red.

Esta asignación de canales usualmente se hace sólo en el Access Point, pues los “clientes” automáticamente detectan el canal, salvo en los casos en que se forma una red “Ad-Hoc” o punto a punto cuando no existe Access Point.

### **5.3 DISPOSITIVOS DAQ WIFI**

Introduce dos nuevos adaptadores para módulos de medidas y control de la Serie C. El WLS-9163 es un adaptador para un solo módulo de la Serie C que proporciona conectividad inalámbrica y Ethernet a un servidor, mientras que el ENET-9163 es un adaptador para un solo módulo con conectividad Ethernet únicamente.

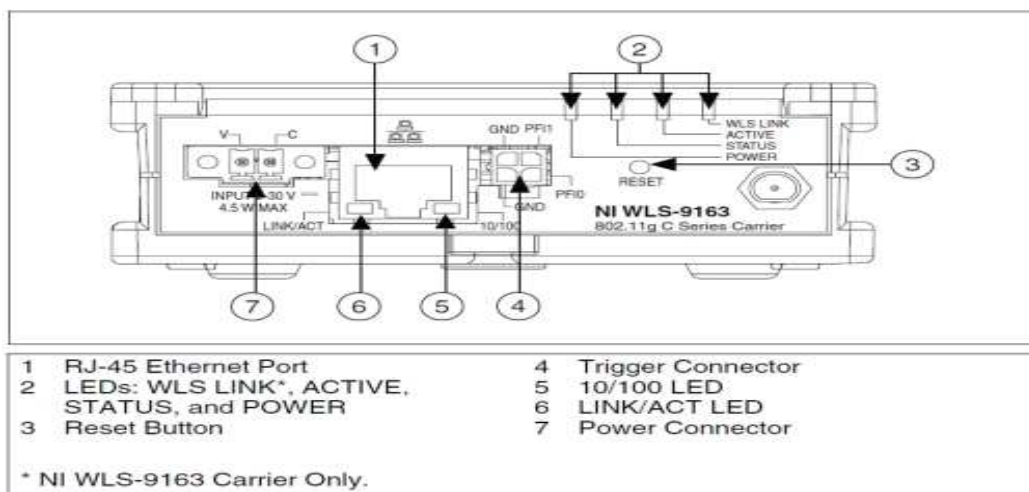
Los módulos de la Serie C ofrecen conexiones directas de sensor y acondicionamiento de señales integrado para una variedad de medidas, incluyendo temperatura, tensión, aceleración, corriente y voltaje. Se pueden utilizar de manera intercambiable para una variedad de aplicaciones de medidas y control en varias plataformas, incluyendo NI Compact DAQ, Compact y un adaptador USB de un solo módulo.



**Figura 5.1: DAQ WI-FI**

### 5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL DAQ WI-FI

Los dispositivos DAQ Wi-Fi y Ethernet pueden sostener cada uno un módulo de medidas de la Serie C. Las medidas, las características y las especificaciones se definen por el tipo de módulo de la Serie C en el adaptador WLS-9163 o ENET-9163. Una conexión del estándar 802.11 b/g de radio o Ethernet IEEE 802.3 de 10/100 Mb/s, proporciona conectividad a un servidor. Además, dos líneas de interfaz de función programable (PFI) en la parte trasera de cada dispositivo proporcionan habilidades de temporización y sincronización (tales como compartir la señal de disparo y de reloj) con otros dispositivos o elementos externos.



**Figura 5.2 Partes internas del DAQ WI-FI**

### 5.3.2 MÓDULOS COMPATIBLES CON DAQ WI-FI

Los siguientes módulos son compatibles con el adaptador DAQ NI Wi-Fi:

#### DISPOSITIVOS DE ENTRADA ANALÓGICA

- WLS-9211 (entrada de termopar de 4 canales, 14 S/s, 24 bits,  $\pm 80$  mV).
- WLS-9215 (entrada analógica de 4 canales, 100 kS/s/ch, 16 bits,  $\pm 10$  V).
- WLS-9219 (entrada universal de 4 canales, 100 S/s/ch, 24 bits,  $\pm 60$  V,  $\pm 25$  mA).
- WLS-9234 (entrada IEPE de 4 canales, 51.2 kS/s/ch, 24 bits,  $\pm 5$  V).
- WLS-9237 (entrada de puente y tensión de 4 canales, 50 kS/s/ch, 24 bits,  $\pm 25$  mV/V).

#### DISPOSITIVOS DE E/S DIGITAL

- WLS-9421 (entrada digital tipo sink de 8 canales, 11 a 30 VDC, 24 V lógicos)
- WLS-9472 (salida digital tipo source de 8 canales, 6 a 30 VDC, 24 V lógicos)
- WLS-9481 (relé electromecánico SPST de 4 canales, 60 VDC, 250 Vrms)

### 5.3.3 SOFTWARE

El software de servicios de medida y el controlador ofrecen interfaces de programación y configuración de fácil uso con características como el DAQ Assisten y generación automática de código para ayudar a reducir el tiempo de

desarrollo. Este dispositivo puede operar con el LabVIEW Signal Express LE, así usted puede adquirir, analizar y presentar datos rápidamente sin programación.

Además es compatible con las versiones de aplicación de software LabVIEW 7.1<sup>1</sup>, LabWindows<sup>TM</sup>/CVI 7.x y Measurement Studio 7.x. ANSI C/C++, C#, Visual Basic .NET y Visual Basic 6.0.

#### **5.4 DIFERENCIA ENTRE DAQ WI-FI Y UN SENSOR INALÁMBRICO**

A diferencia de la mayoría de los sensores inalámbricos o las redes de sensores inalámbricas, los dispositivos DAQ Wi-Fi tienen como propósito transferir datos continuamente a un servidor o a una laptop. Un sensor inalámbrico generalmente es un dispositivo de baja potencia, semi autónomo y que funciona con baterías, para el despliegue de aplicaciones a largo plazo en las que las medidas sólo se necesitan realizar cada determinado número de minutos, horas o hasta días. Los dispositivos DAQ Wi-Fi, en cambio, se comportan de manera muy similar a un dispositivo DAQ USB – un servidor reúne la información continuamente (en tiempo real) y ésta es adquirida por el dispositivo. El dispositivo DAQ puede funcionar con baterías y ser utilizado en aplicaciones a largo plazo, pero su enfoque es mayor en la calidad de las medidas que en el tiempo de vida de la batería. Además, debido a su amplio ancho de banda y mayor rango de aplicabilidad, los dispositivos DAQ Wi-Fi utilizan el estándar inalámbrico conocido casi globalmente, IEEE 802.11, en lugar de Zig BEE u otros variantes de IEEE 802.15.4.



## **5.5 POTENCIA REQUERIDA**

Estos dispositivos son energizados por DC y son compatibles con fuentes de alimentación de 9-30 VDC. Se puede utilizar la fuente de alimentación de 12 VDC incluida para energizar el dispositivo o puede conectar cualquier alimentación de 9-30 VDC utilizando el adaptador de terminal de tornillo. La potencia máxima requerida es de 4.5 W, aunque generalmente los requerimientos de potencia continua son menores. Por ejemplo, con una fuente de alimentación de 12 VDC, la corriente continua utilizada es generalmente entre 250 mA y 350 mA, dependiendo del módulo que se inserte en el adaptador.

También puede ser alimentado por baterías, y se pueden hacer muchas combinaciones de baterías con diferentes habilidades y niveles de voltaje. Por ejemplo, una pila de 8 baterías AA NiMH de 1.5 V y 2400 mAh, generalmente proporcionará entre 6.5 y 9.5 horas de funcionamiento continuo al ejemplo anterior. Las baterías universales de litio ion para laptop pueden proporcionar mayor tiempo de funcionamiento

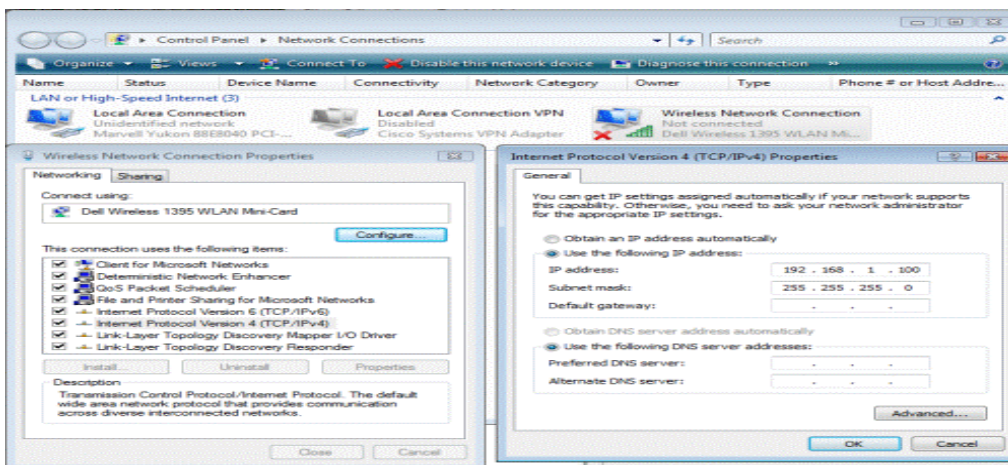
## **5.6 COMO CONECTAR EL DISPOSITIVO**

Cuando instale su dispositivo DAQ NI Wi-Fi, usted puede elegir conectarlo a una red empresarial a través de un punto de acceso inalámbrico, instalar su propia red con un ruteador inalámbrico. Para infraestructuras de IT existentes, los dispositivos DAQ Wi-Fi soportan WPA Empresarial y WPA2 Empresarial (IEEE 802.11i). Si usted instala su propia red, puede utilizar seguridad WEP, WPA Personal (WPA-PSK) o

WPA2 Personal (WPA2-PSK). Los dispositivos DAQ Wi-Fi también funcionan en redes ad hoc o directas, las cuales no requieren ruteadores o puntos de acceso; su PC se puede comunicar directamente con el dispositivo DAQ Wi-Fi. Desde su laptop.

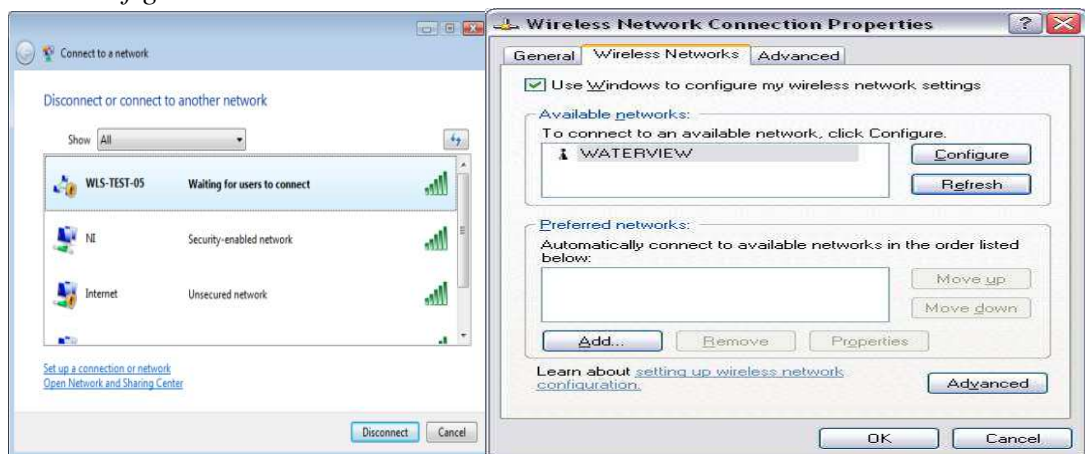
## 1ERO.- CONFIGURACIÓN DEL HOST CON UNA DIRECCIÓN IP ESTÁTICA.

Ver figura 5.3.



**FIGURA 5.3: Configuración del host con una dirección IP estática**

2DO.- CONFIGURACIÓN DEL CÓDIGO SSID (SERVICE SET IDENTIFIER) EN EL HOST, para proteger la red inalámbrica desactivando la difusión (broadcast) del SSID ver figura 5.4

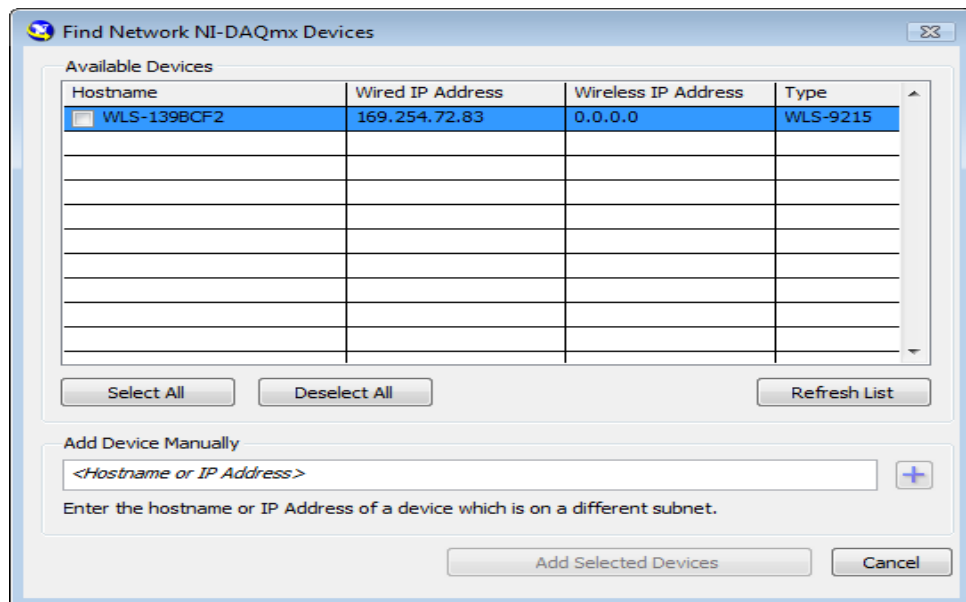


**FIGURA 5.4: Configuración del código ssid (service set identifier) en el host**

### 3ERO.- CONECTAR EL DAQ WIFI AL COMPUTADOR POR ETHERNET *ver*

*FIGURA 5.5*

- Se conecta el dispositivo al computador usando un cable directo de red.
- Luego en el MAX (Measurement and Automation Explorer) dar click en la opción “NI-DAQmx Devices” seleccionar el dispositivo de la lista de equipos conectados que aparece
- Dar Click en “Add Selected Devices”

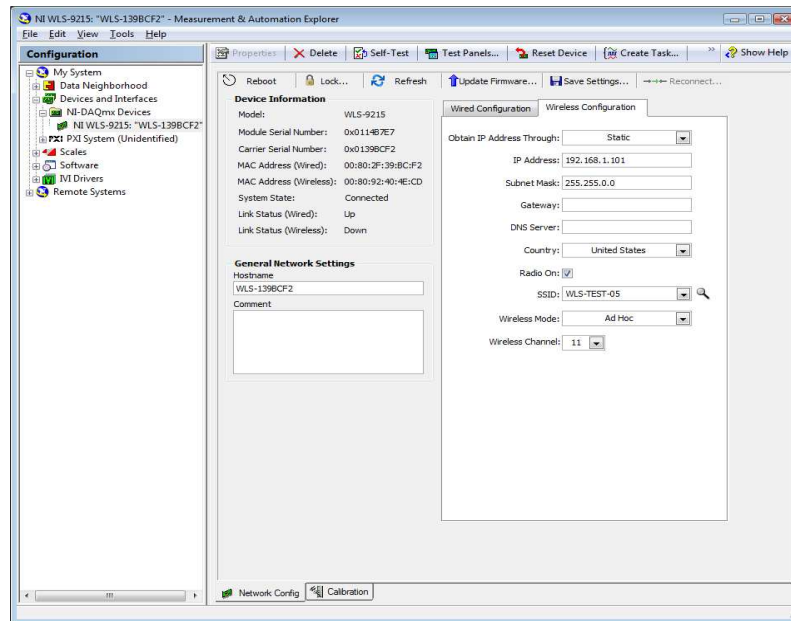


**FIGURA 5.5: Conectar el DAQ Wi-Fi al computador por Ethernet**

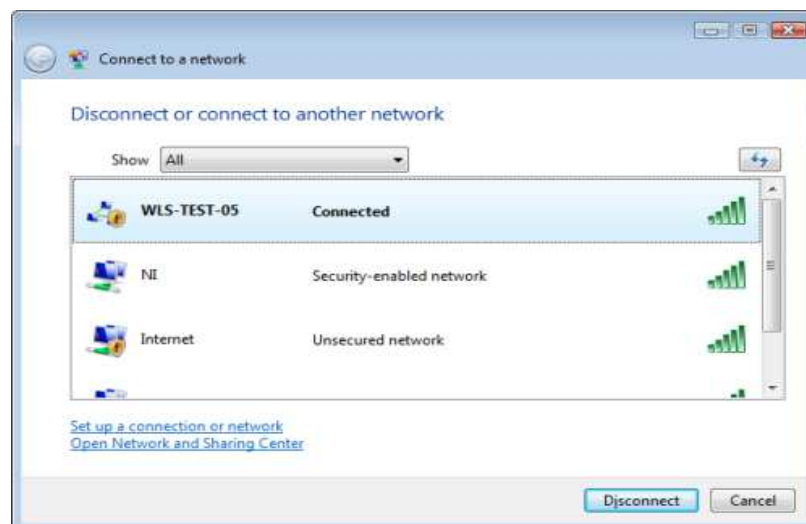
### 4TO.- CONFIGURAR EL DISPOSITIVO PARA WIRELESS AD HOC FIGURA 5.6 a y 5.6 b

- Dar click en la barra “Wireless Configuration”
- Seleccionar el País,
- Clic en “Radio On”

- Seleccionar “Static” para dar la dirección IP, ingresar una dirección para el equipo que esté en la misma subred que el computador.
- Crear el código SSID, seleccionar "Ad Hoc" en el “Wireless Mode”
- Seleccionar el “Wireless Channel” y guardar la configuración.



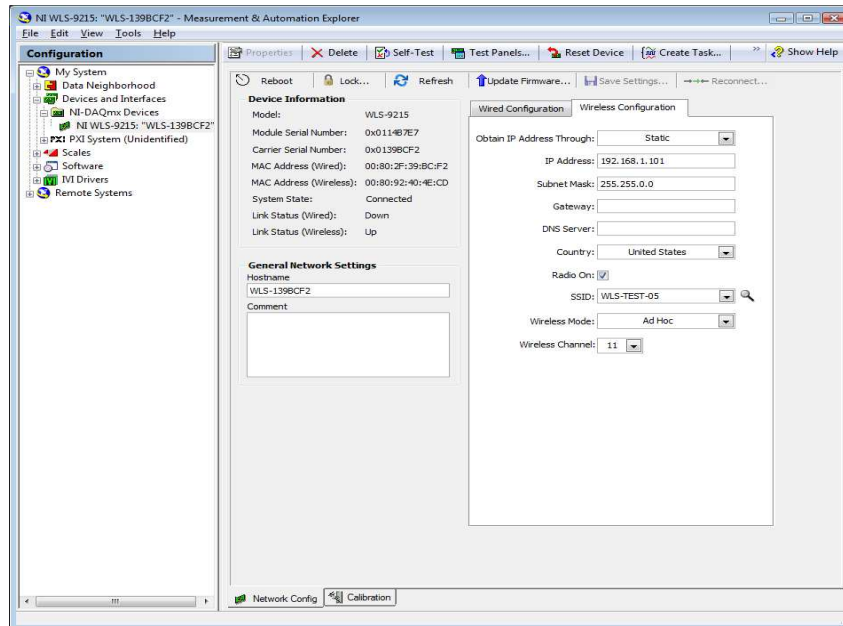
**FIGURA 5.6 a: Icono de configuración para el dispositivo**



**FIGURA 5.6 b: Icono de configuración para el dispositivo**

## 5TO.- DESCONECTAR EL CABLE DE RED VER FIGURA 5.7

- Desconectar el cable de red del dispositivo
- Presionar el botón "Refresh" en el MAX y termina la configuración



**FIGURA 5.7: Icono para terminar la configuración**

## 5.7 VELOCIDAD EN LA ADQUISICIÓN DE DATOS

La velocidad está limitada por el tipo de módulo de la Serie C que se utilice en el adaptador WLS-9163 o ENET-9163. Actualmente, el módulo soportado más veloz es el NI 9215, el cual puede adquirir hasta 100 kS/s simultáneamente en cada uno de los cuatro canales. Ambos adaptadores soportan la velocidad completa de estos módulos u otros de la Serie C. Tenga en cuenta que la velocidad de los datos adquiridos también puede ser limitada dependiendo del tráfico de la red y del entorno de RF.

## **5.8 UTILIZACIÓN DE VARIOS DISPOSITIVOS SIMULTÁNEAMENTE**

El número de dispositivos que se puede utilizar en un sistema DAQ Wi-Fi es limitado finalmente por la especificación del Estándar IEEE 802.11g y el ancho de banda disponible en su red o entorno inalámbrico. Hay cuatro factores que se debe considerar al determinar cuántos dispositivos DAQ Wi-Fi puede utilizar en su sistema: velocidad de adquisición, tipo de medidas, número de canales y entorno de RF. Entre más veloz adquiera datos, es mayor el número de paquetes TCP/IP que el dispositivo tendrá que transferir de vuelta a su punto de acceso inalámbrico o servidor. Es el mismo caso para medidas de mayor resolución o mayor número de canales de medidas – algunos módulos de la Serie C proporcionan una resolución de 16 bits, mientras que otros proporcionan hasta 24 bits. Finalmente, el ancho de banda teórico del 802.11 g es de 54 Mbps, aunque hay algunas limitantes prácticas que mantienen a la especificación más cercana a 20 Mbps. Por ejemplo, usted podría transferir datos de tres o cuatro dispositivos de medidas WLS-9234 de 24 bits en todos los canales a una velocidad completa de 51.2 kS/s de vuelta a un solo punto de acceso inalámbrico en un solo canal IEEE 802.11.

## **5.9 RANGO DE ALCANCE**

El rango y el funcionamiento de los dispositivos DAQ inalámbricos se derivan de las especificaciones del Estándar IEEE 802.11. Generalmente, se calcula un rango de alcance de 30 m en un entorno de oficina, donde las obstrucciones tales como las paredes y el equipo pueden degradar las transmisiones de RF. En entornos de línea de vista o al aire libre, es posible tener una transmisión de 100 m. Estos rangos son

normas y pueden variar significativamente dependiendo de su ruteador inalámbrico, antena y obstrucciones físicas. Para extender el rango de su red inalámbrica, usted puede utilizar puntos de acceso adicionales, ruteadores con antenas de alta ganancia o repetidores inalámbricos. Algunos proveedores certifican sus ruteadores y sus puntos de acceso para utilizarse con antenas de alta ganancia o direccionales. Los emisores inalámbricos y las antenas deben estar certificados en conjunto para cumplir las Reglas del FCC parte 15. Muchos de los ruteadores inalámbricos también pueden funcionar como repetidores para doblar el rango de alcance de una red Wi-Fi.

### **5.10 SINCRONIZACIÓN**

Dos líneas digitales PFI en cada dispositivo DAQ Wi-Fi o Ethernet proporcionan disparos de inicio, pausa y referencia. También ofrecen la habilidad de importar o exportar un reloj de muestreo para sincronizar sus medidas con otros dispositivos DAQ o elementos

### **5.11 AISLAMIENTO**

La mayoría de los módulos de la Serie C (incluyendo los que funcionan con DAQ Wi-Fi y Ethernet) ofrecen aislamiento con el fin de mejorar la calidad y la seguridad de sus medidas.

El aislamiento separa eléctrico y físicamente a las señales del sensor, las cuales pueden exponerse al ruido y a transitorios de alto voltaje, de la parte trasera del sistema de medidas, el cual es de bajo voltaje. El aislamiento ofrece muchos beneficios incluyendo:

- Protección contra voltajes transitorios, para equipo costoso, usuario e información.
- Mejor inmunidad contra el ruido.
- Eliminación de lazos a tierra.
- Mayor rechazo de voltaje de modo común.

## 5.12 SEGURIDAD

El Estándar de Codificación Avanzada (AES) fue elegido por el grupo de tarea de IEEE 802.11i como el algoritmo de codificación preferido para asegurar la transmisión de datos en redes Wi-Fi. AES utiliza una cifra de 128 bits que es significativamente más difícil de descifrar que el algoritmo RC4 utilizado por los estándares de codificación anteriores, el Protocolo de Integridad de Claves Temporales (TKIP) y la Privacidad Equivalente a Cableado (WEP). De hecho, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) eligió AES como el estándar de codificación recomendado para todas las agencias de gobierno de Estados Unidos.

AES opera en una matriz de 4×4 bytes, llamada state, para el cifrado, cada ronda de la aplicación del algoritmo AES (excepto la última) consiste en cuatro pasos:

- SubBytes — en este paso se realiza una sustitución no lineal donde cada byte es reemplazado con otro.
- ShiftRows — en este paso se realiza una transposición donde cada fila del «state» es rotada de manera cíclica un número determinado de veces.



- `MixColumns` — operación de mezclado que opera en las columnas del «state», combinando los cuatro bytes en cada columna usando una transformación lineal.
- `AddRoundKey` — cada byte del «state» es combinado con la clave «round»; cada clave «round» se deriva de la clave de cifrado usando una iteración de la clave.

La ronda final reemplaza la fase `MixColumns` por otra instancia de `AddRoundKey`.

### 5.13 AUTENTICACIÓN

La autenticación de red es esencialmente el control de acceso de clientes. Antes de que un cliente (tal como un dispositivo DAQ Wi-Fi) se pueda comunicar con un punto de acceso inalámbrico, debe autenticarse con la red. Hay dos formas principales de autenticación: basada en servidor, y en clave pre compartida. La mayoría de las redes empresariales tienen al menos un servidor de autenticación, generalmente ejecutando el Servicio de Usuario de Acceso Telefónico de Autenticación Remota (RADIUS). Las redes IEEE 802.11i (WPA2) hacen uso del estándar de autenticación IEEE 802.1X, basada en puerto, y el Protocolo de Autenticación Extensible (EAP) para controlar el acceso. Los dispositivos DAQ Wi-Fi soportan varios métodos EAP, incluyendo LEAP, PEAP, EAP-TLS y EAP-TTLS.

# CAPÍTULO 6: ADQUISICIÓN DE DATOS DE DISPOSITIVOS CON PROTOCOLO ETHERNET

## 6.1 INTRODUCCIÓN

El *Compact FieldPoint*, permite desarrollar rápidamente poderosos sistemas de control y medición empleando *LabVIEW* Real-Time y puede embeber fácilmente sus aplicaciones para despliegue ya sea distribuido o autónomo de manera confiable; además gracias a su servidor Web incluido es muy fácil monitorear y controlar los sistemas desde cualquier computador en la red empleando un navegador Web.

## 6.2 COMPACT FIELDPOINT

Es un controlador de automatización programable (PAC) fácil de usar y altamente expansible compuesto de módulos de E/S robustos e interfaces de comunicación inteligentes. Los módulos de E/S de *Compact FieldPoint* filtran, calibran y escalan señales de sensores sin procesar a unidades de ingeniería así como realizar auto diagnóstico para encontrar problemas como, por ejemplo, un termopar abierto. A través de sus servidores integrados de Web y archivos, la interfaz *CompactFieldPoint* publica automáticamente medidas en la red Ethernet:

- Despliega controladores embebidos en tiempo real para registro de datos autónomos, análisis avanzado y control de procesos.

- Obtiene acceso a puntos de E/S cercanos o remotos en la red usando la misma simple estructura de software de lectura y escritura.
- Conecta de manera virtual cualquier sensor directamente a la amplia variedad de módulos de E/S analógicos y discretos de alta precisión.
- Se puede descargar *LabVIEW* al controlador embebido para una operación confiable y autónoma.

### 6.3 BENEFICIOS DE COMPACTFIELDPOINT

**Grado industrial.-** Cuenta con especificaciones industriales como 50 g de shock, vibración de 5 g y un rango de temperatura de -40 a 70 °C. *CompactFieldPoint* es compatible con certificaciones Norteamericanas y Europeas como seguridad, ubicaciones peligrosas, aprobación marítima y compatibilidad con EMC.

**Fiabilidad.-** Ejecuta aplicaciones de *LabVIEW* Real-Time para brindar rendimiento determinístico en tiempo real. Se puede desarrollar una aplicación en un servidor usando programación gráfica y descargar la aplicación al controlador para ejecutar un sistema operativo en tiempo real.

**Fácil de Usar.-** Ayuda a comenzar a realizar medidas y control industrial rápidamente sin experiencia de programación requerida. Empezar es un proceso simple de dos pasos. Primero configure la E/S usando *Measurement & Automation Explorer* y después lea y escriba la E/S.

Software de Configuración El software *FieldPoint* de National Instruments, suministrado con el hardware, simplifica el uso e integración del dispositivo ya que:

Busca en la red de trabajo e identifica el equipo *Compact FieldPoint*. Configura las ganancias de E/S en *Compact FieldPoint*, deadband de E/S y vigila las configuraciones desde una interface conducida por menús.

- Publica los datos de E/S automáticamente a través de OPC.

#### **6.4 APLICACIONES**

Ha sido aplicado en procesos que requieren confiabilidad de grado industrial y una combinación de control analógico y digital. Es empleado en aplicaciones tales como registro y almacenamiento autónomo de datos, control de procesos analógicos, comunicaciones con dispositivos seriales externos, análisis en tiempo real, control de procesos estadísticos (SPC) y simulaciones. Estos sistemas industriales rudos en tiempo real son empleados en las industrias de petróleo y gas, semiconductores, pulpas y papel, aguas, tratamiento de aguas residuales y en manufactura.

#### **6.5 COMPONENTES DEL COMPACT FIELDPOINT**

**Controladores Ethernet Inteligentes** Ofrece tres opciones de controladores que ejecutan LabVIEW embebido para ajustarse a los requerimientos de sus aplicaciones.

- cFP-2020 con almacenamiento CompactFlash removible
- cFP-2010 con 32 MB de memoria DRAM
- cFP-2000 con 16 MB de memoria DRAM

**Módulos E/S Inteligentes** Se puede seleccionar entre una amplia variedad de módulos analógicos y digitales para medir y controlar sensores industriales y actuadores.

- Acondicionamiento de señal incluido para conectar directamente a señales de alto voltaje, termopares, RTDs y circuitos puente.
- 2300 V,ms de protección contra sobre voltaje transitorio.
- Inserción/remoción de módulos en vivo.
- Ajuste para diseño de unidades de fácil desarrollo
- NIST certificado definido para mediciones exactas

**Plano Posterior Sólido** Los planos posteriores están disponibles ya sea con cuatro u ocho ranuras de E/S para módulos. Los bancos *Compact FieldPoint* se comunican a 10 y 100 Mb/s en Ethernet con una arquitectura de E/S distribuidas de alto desempeño.

- Planos posteriores metálicos aterrizados para protección del banco.
- Tolerancia a vibración (50 g de choque, 5 g de vibración).
- Inmunidad a ruido eléctrico (CE de Industria Pesada).

**Conectividad de Señales** Se puede seleccionar entre una variedad de opciones de conectividad de E/S:

- Bloques de conectores integrados con terminales de tornillo.
- Bloques conectores de riel montable externo DIN con terminales de tornillo.
- Cables personalizables para conexión directa a maquinaria.

# CAPÍTULO 7: PROCEDIMIENTO

## EXPERIMENTAL

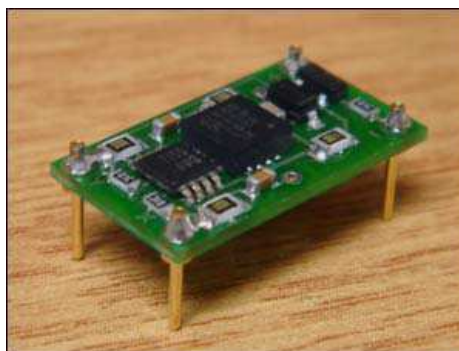
### PRÁCTICA #1

### TEMA: CÁLCULO DEL ÁNGULO DE INCLINACIÓN Y ACELERACIÓN TOTAL

#### Introducción

Este tipo de sensores tiene varias aplicaciones sea a nivel industrial o comercial. Se puede destacar su actual importancia en sistemas de teléfonos móviles, plataformas de juego, sistemas de seguridad en automóviles, entre otras.

El sensor **-ACCM2G** es un acelerómetro de dos ejes con salidas analógicas. Cuenta con amplificador operacional integrado de topes para la conexión directa a las entradas analógicas de un microcontrolador, o para manejar cargas más pesadas.



**Figura 7.1** Acelerómetro ACCM2G

En la siguiente figura se muestra el equipo que se utiliza para la adquisición de de datos entregados por el sensor



**Figura 7.2: USB 6009**

El objetivo es obtener el ángulo de inclinación correspondiente al eje X y al eje Y del sensor. Para lo cual se utilizo el siguiente algoritmo.

$$V_{out} = V_{offset} + \left( \frac{\Delta V}{\Delta g} * 1.0g * \text{sen}\theta \right)$$

$V_{out}$ = Salida del acelerómetro en voltios

Offset=offset del acelerómetro 0 g

$\Delta V / \Delta g$ = sensibilidad

1g= gravedad de la tierra

$\theta$ =ángulo de inclinación

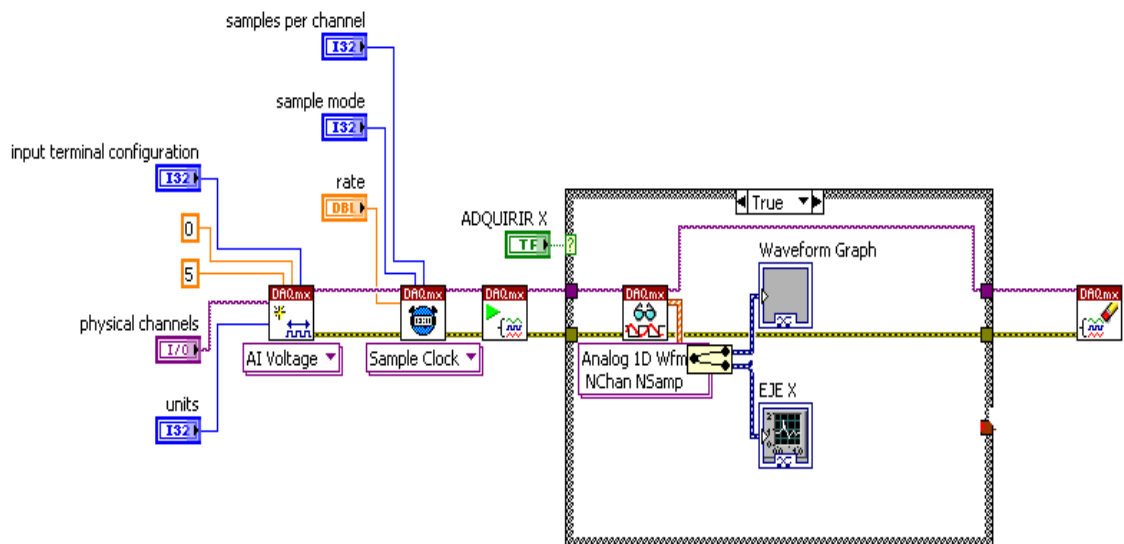
De la cual al despejarla nos quedaría

$$\theta = \sin^{-1} \frac{V_{out} - V_{offset}}{\Delta V / \Delta g}$$

El sensor tiene una sensibilidad típica de  $750\text{mV} / \text{g}$  a  $5\text{V}$  donde  $V_{\text{offset}}$  es de  $2,5$  para los dos ejes ancho de banda es de  $500\text{Hz}$  debido a la cual las muestras por segundos mínima debe ser  $1000$  muestras/segundo

## PROCEDIMIENTO

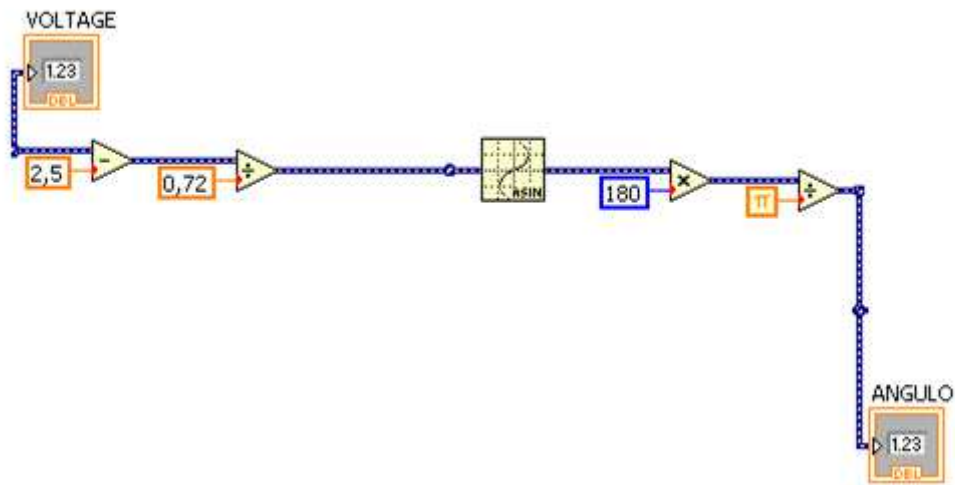
Utilizando *Labview* realizamos la adquisición de los datos que envía el acelerómetro



**Figura 7.3: Adquisición de la señal**

Para el cálculo del ángulo de inclinación utilizamos la misma estructura para los ejes como se muestra a continuación





**Fig**

**ura 7.4: Aplicación de la ecuación para calcular ángulo**

Procesamiento de la señal y control de la medida del ángulo. Si el ángulo sobrepasa los salta alarma

Se realiza la implementación de cada eje de la forma explicada anteriormente, para el eje  $x$  utilizamos el canal 0, y para el eje  $y$  el número 1. Mediante esta implementación, conseguimos medir el ángulo derecha/izquierda del eje transversal y adelante/atroz del eje longitudinal.

En las siguientes figuras se observa el funcionamiento de sistema en los distintos ejes, así como la activación de la alarma cuando se supera un ángulo de inclinación de  $\pm 60^\circ$ .

## PRUEBA DE IMPACTO

Utilizamos la función “acelerómetro” del sensor para simular la activación de un *airbag*. Esto sucederá cuando se percibe una fuerte desaceleración que supera el umbral de los 2g. Para obtener la aceleración se aplica el siguiente algoritmo. Se multiplica por 9,8 para obtener la aceleración en m/s<sup>2</sup>

$$a = \frac{V_{out} - V_{offset}}{\Delta V / \Delta g} \times 9.8$$

Para su desarrollo en *LabVIEW* se siguió la siguiente estructura de bloques. Cuando se inicia un test de impacto, los datos de éste se guardan en tiempo real en un *array* para el posterior tratamiento y representación de los mismos.

- Se utiliza una estructura tipo *case* para implementar la iniciación y finalización del test de impacto.

Representación gráfica mediante un módulo *waveformchart* y obtención de los datos del impacto en un archivo de texto.

En la siguiente figura se observa el funcionamiento de la aplicación.

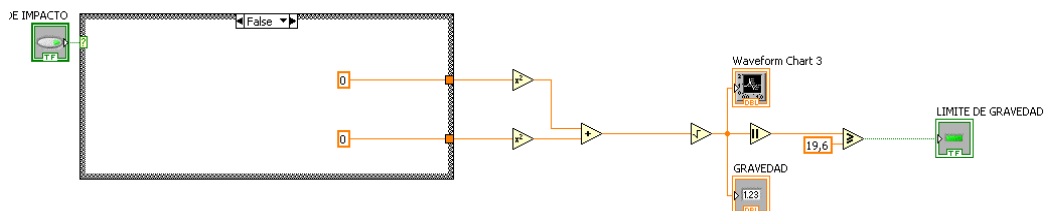


Figura 7.5: Obtención de la aceleración

De ahí la presentación queda de esta manera



Figura. 7.6: Presentación gráfica

Luego de realizar mediciones obtuvimos las siguiente tablas tanto en el eje X como en el eje Y

EJE X			
DERECHA		IZQUIERDA	
GRADOS C°	VOLTAJE (V)	GRADOS C°	VOLTAJE (V)
0°	0	0°	0
10°	1.74	10°	1.51
20°	1.86	20°	1.42
30°	1.96	30°	1.30
40°	2.05	40°	1.21
50°	2.03	50°	1.13
60°	2.19	60°	1.06
70°	2.24	70°	1.02
80°	2.27	80°	0.99

Tabla 7.1 Valores adquiridos en el eje X

<b>EJE Y</b>			
<b>ATRAZ</b>		<b>ADELANTE</b>	
<b>GRADOS C°</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>	<b>GRADOS C°</b>	<b>VOLTAJE (V)</b>
<b>0°</b>	<b>1.66</b>	<b>0°</b>	<b>1.66</b>
<b>10°</b>	<b>1.52</b>	<b>10°</b>	<b>1.75</b>
<b>20°</b>	<b>1.41</b>	<b>20°</b>	<b>1.86</b>
<b>30°</b>	<b>1.31</b>	<b>30°</b>	<b>1.96</b>
<b>40°</b>	<b>1.21</b>	<b>40°</b>	<b>2.06</b>
<b>50°</b>	<b>1.13</b>	<b>50°</b>	<b>2.14</b>
<b>60°</b>	<b>1.07</b>	<b>60°</b>	<b>2.20</b>
<b>70°</b>	<b>1.03</b>	<b>70°</b>	<b>2.25</b>
<b>80°</b>	<b>1.00</b>	<b>80°</b>	<b>2.27</b>

**Tabla 7.2 Valores adquiridos en el eje Y**

### **Resumen**

Mediante este ejemplo hemos podido notar como la señal ingresa al computador a través del Usb 6009 esta con ruido y no esta estable luego de acondicionar la señal y se ah dado un aplicación práctica, que puede servir de base para próximas experimentaciones. Este acelerómetro de dos ejes con salidas analógicas como hemos visto en la práctica se lo puede aplicar para algunos casos como movimiento, inclinación, pendiente de medición y Choque de detección ya que tiene una sensibilidad superior al utilizarlo debido a que tiene las siguientes características:

1. Es de dos ejes  $\pm 2g$  sentido gama
2. Tiene hasta 750mV / g de sensibilidad
3. Tiene Ancho de banda 500Hz
4. Tiene tensión de servicio de 3 a 5V

5. Tiene protección contra cambios de voltaje y sobretensiones de hasta 14V

Este circuito como es un sensor acelerómetro con un rango de +/-2g. La salida de cada canal proporciona una tensión entre 0 y 5 V que es proporcional al ángulo en el plano X e Y en el que se encuentra el sensor. De esta forma, el sensor puede utilizarse para saber el grado de inclinación en el que se encuentra el circuito en dos planos. El circuito se conecta mediante dos conectores como los que utilizan los servos, teniendo cada uno de ellos los dos cables de alimentación y un tercer cable con la señal del sensor.

## PRÁCTICA #2

### SENSOR FSR

#### MATERIALES

UN FSR(FORCE SENSITIVE RESISTENCE)

UN PROTOBOARD

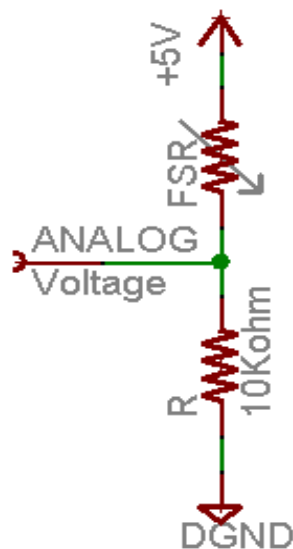
UN USB 6009

LABVIEW

UNA RESISTENCIA DE 10KΩ

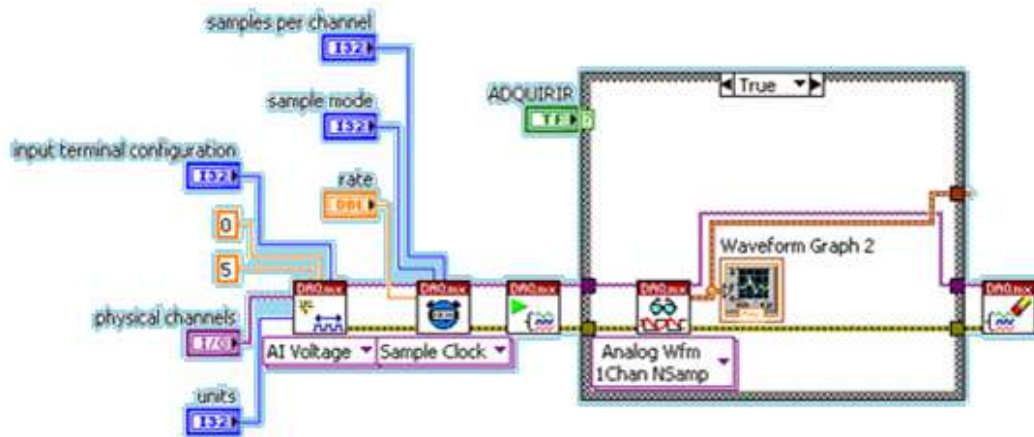
#### PROCEDIMIENTO

Se conecta el sensor tal como lo indica el manual del fabricante



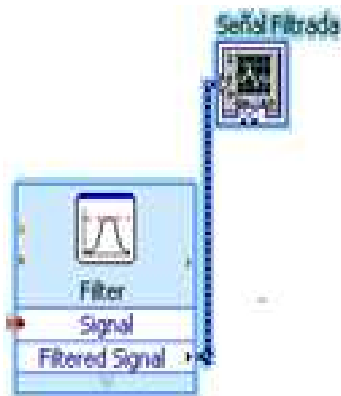
**Figura 7.7: Forma de conectar el sensor**

Hacemos la adquisición de datos como lo muestra la siguiente figura



**Figura 7.8: Adquisición de la señal**

Luego se procedió a filtrar la señal utilizando un filtro pasa bajos y se muestra utilizando un waveform graph



**Figura 7.9: Filtro de la señal**

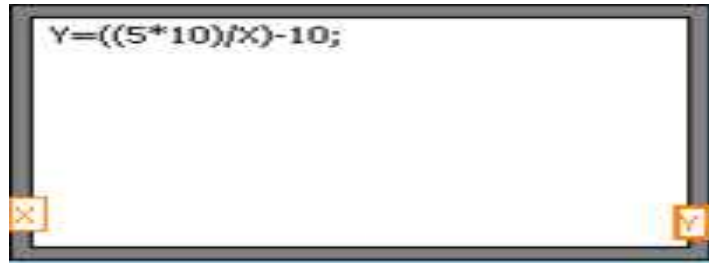
Se utiliza un seleccionador *Amplitude and level Measurements* para desde la grafica sacar el voltaje en dc



**Figura 7.10: Seleccionador de señal**

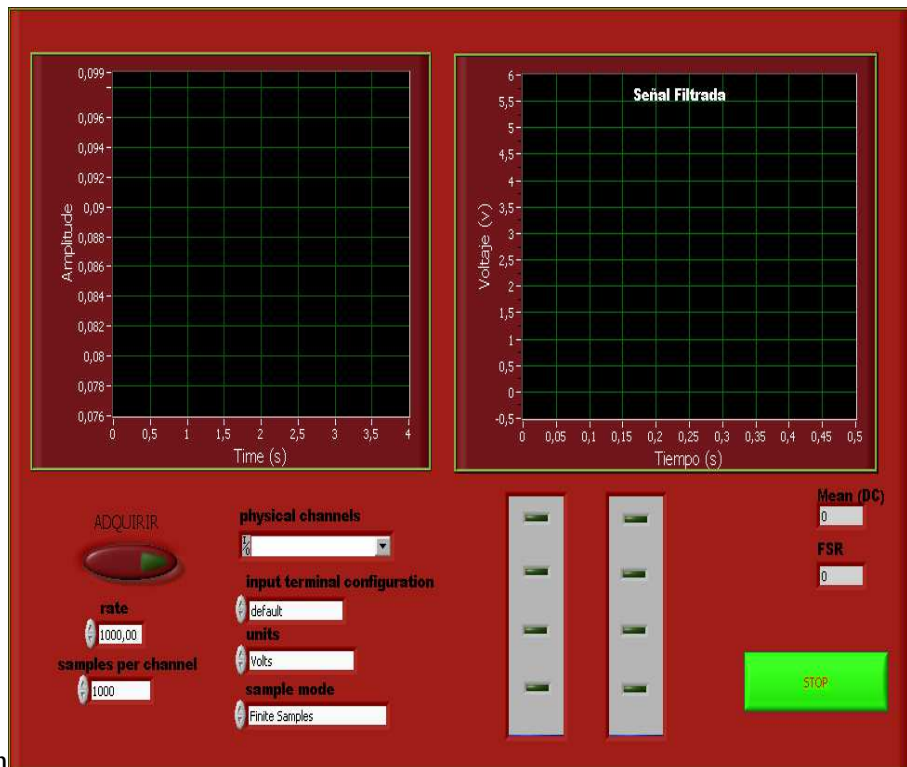
Se linealiza la señal mediante la siguiente formula

$$V_o = V_{cc} \left( \frac{R}{R + FSR} \right)$$



**Figura 7.11: Ingreso de formula**

Ahí se coloca alarmas y se obtiene la siguiente



presentación

**Figura 7.12: presentación a mostrar**

Se realizo diferentes mediciones y se comprobó la siguiente tabla de valores:



<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Fuerza (N)</b>	<b>FSR Resistencia</b>	<b>(FSR + R) <math>\Omega</math></b>	<b>Corriente a través de FSR + R</b>	<b>Tensión en R</b>
<b>Ninguno</b>	<b>Ninguno</b>	Infinito	Infinito!	0 mA	0V
<b>£ 0,04</b>	<b>0,2 N</b>	30K $\Omega$	40 K $\Omega$	0,13 mA	1.3 V
<b>£ 0,22</b>	<b>1 N</b>	6 K $\Omega$	16 K $\Omega$	0,31 mA	3,1 V
<b>2,2 libras</b>	<b>10 N</b>	1 K $\Omega$	11 K $\Omega$	0,45 mA	4,5 V
<b>£ 22</b>	<b>100 N</b>	250 $\Omega$	10,25 K $\Omega$	0,49 mA	4.9 V

**Tabla 7.3 Valores del FSR**

### **Resumen**

Este sensor de fuerza de tipo resistivo se utiliza para proporcionar una salida de 0-5 V en función de la fuerza aplicada. Este sensor tiene una resistencia típica de uno 100 K ohmios en reposo y la resistencia baja hasta los 10 K ohmios cuando se hace presión sobre el sensor. El sensor es muy útil para detectar presión en determinados puntos como por ejemplo la para de un robot, la presión de cierre de una pinza de robot, etc. El sensor incluye un tope de goma de silicona que le ayuda a transmitir la presión sobre la superficie sensora.

# PRÁCTICA # 3

## SENSOR DE DISTANCIA

### MATERIALES

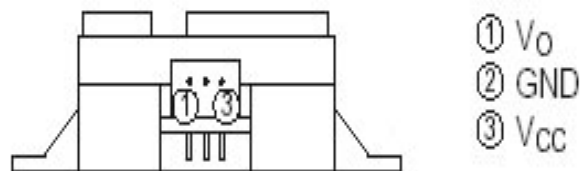
1 SENSOR GP2D12

1 USB 6009

1 protoboard

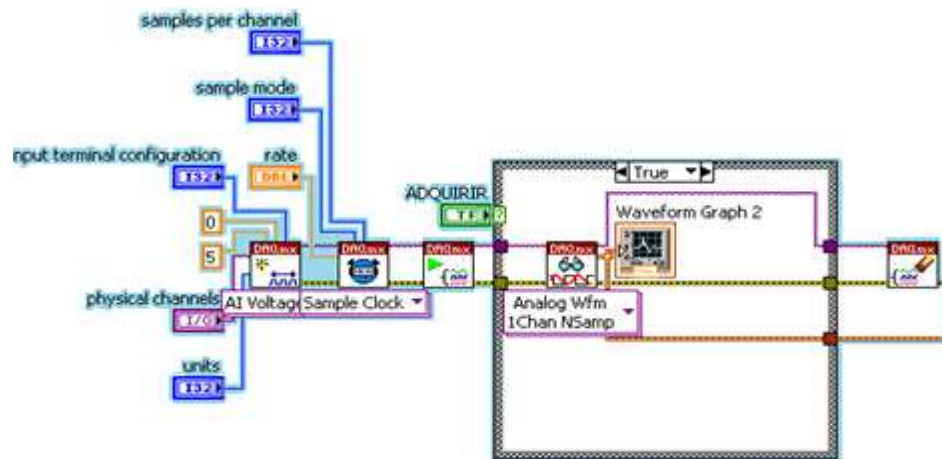
### PROCEDIMIENTO

1.-Conectamos el sensor al *protoboard* y a IUSB siguiendo las indicaciones del manual de uso del sensor



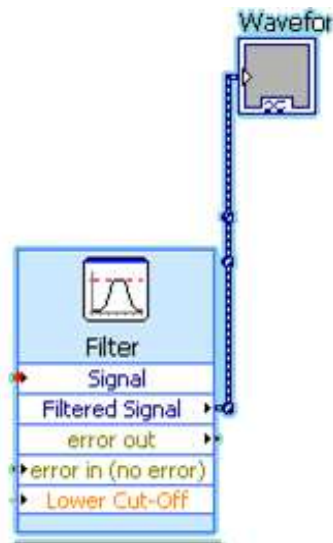
**Figura 7.13: Conexión del sensor**

2.-En *labview* procedemos a abrir el programa y realizamos la programación para la adquisición de datos y utilizando una *waveform graph* mostramos la señal que se está adquiriendo



**Figura 7.14: Adquisición de datos**

3.- Luego se procedió a utilizar un filtro pasa bajo para eliminar ruido de nuestra señal y con la ayuda de un *waveform graph* se muestra la señal que sale del filtro



**Figura 7.15: Filtrado de la señal**

4.- Cálculo matemático de la distancia. El sensor tiene como salida un voltaje entre 0 y 3 voltios dependiendo de la distancia del obstáculo, pero este dato no es suficiente

para saber a que distancia está el objeto, con lo que tendremos que hacer una regresión polinomial de la curva entre la salida del sensor y la distancia.

Para ello hemos recogido los siguientes puntos

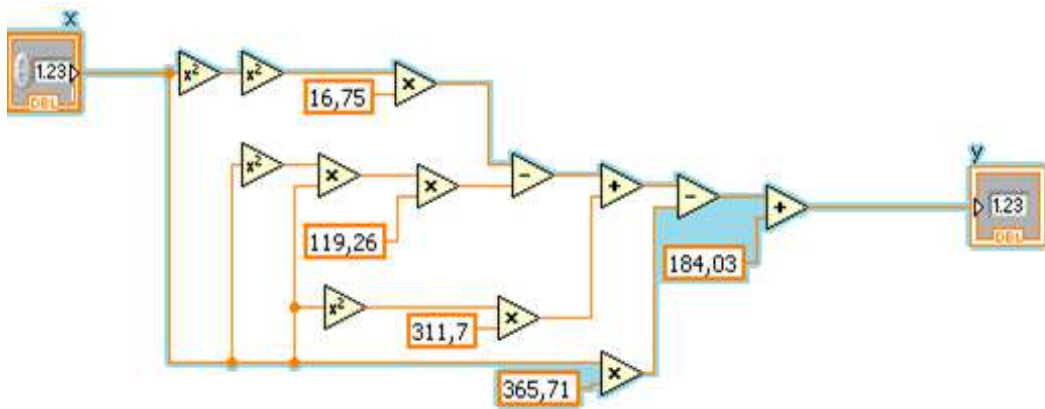
Salida (V)	Distancia (cm)
2.6	8.5
2.5	10
2.2	11.5
2	13
1.75	15
1.4	20
1.12	25
0.96	30
0.85	35
0.75	40
0.68	45
0.62	50
0.58	55
0.52	60
0.5	65
0.47	70
0.44	75
0.41	80

**Tabla7.4: Valores del GP2D12**

Linealizamos la señal mediante el uso de la siguiente ecuación

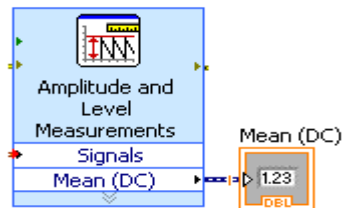
$$y = 16.75 \cdot x^4 - 119.26 \cdot x^3 + 311.7 \cdot x^2 - 365.71 \cdot x + 184.03$$

donde y(cm) y x(voltio) utilizando el siguiente arreglo



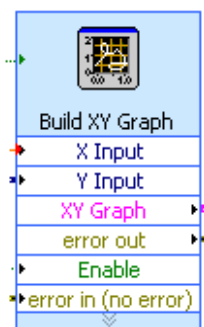
**Figura 7.16: Linealización de la señal**

5.- Utilizamos el *Amplitude and level measurements* para saca el valor del voltaje dc para conectarlo a un indicador numérico como lo muestra la siguiente figura



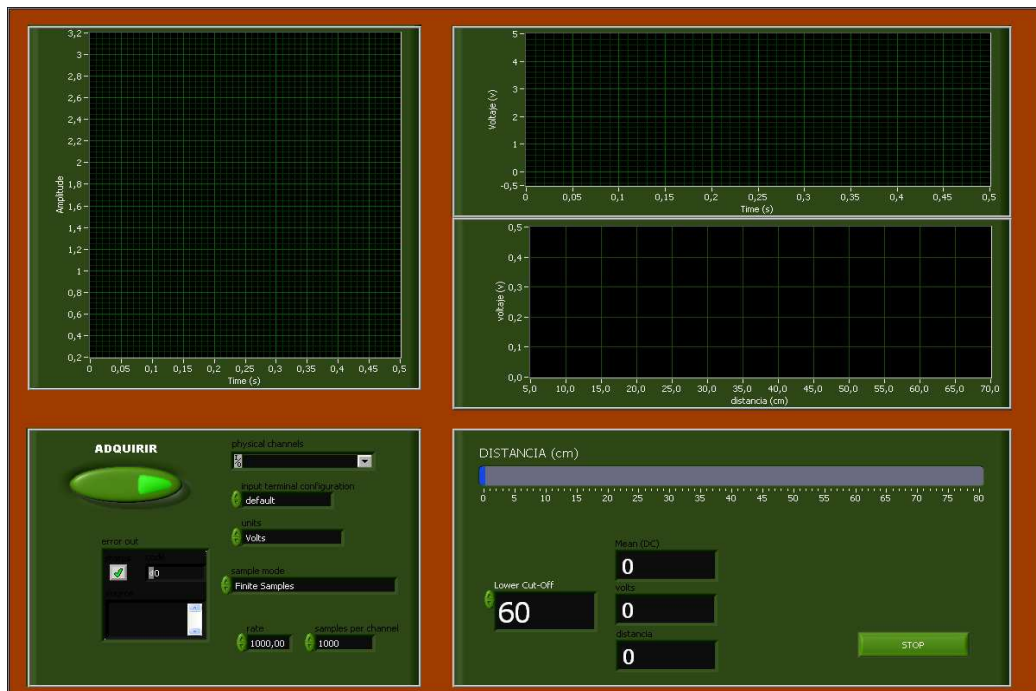
**Figura 7.17: Seleccionador de señal**

6.- De ahí colocamos un indicador desde la señal filtrada



**Figura 7.18: Indicador gráfico**

7.- De ahí se queda la siguiente presentación


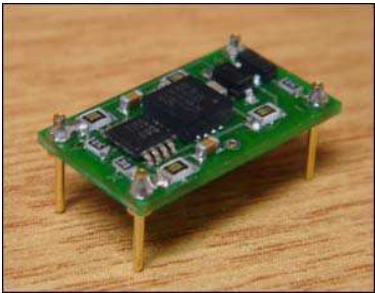




**Figura 7.19: Presentación gráfica**

## Resumen

El Sharp GP2D12 es un sensor medidor de distancias por infrarrojos que indica mediante una salida analógica la distancia medida. La tensión de salida varía de forma no lineal cuando se detecta un objeto en una distancia entre 10 y 80 cm. La salida está disponible de forma continua y su valor es actualizado cada 32 ms. Normalmente se conecta esta salida a la entrada de un convertidor analógico digital el cual convierte la distancia en un número que puede ser usado en diferentes maneras. La salida también puede ser usada directamente en un circuito analógico. Hay que tener en cuenta que la salida no es lineal. El sensor utiliza solo una línea de salida para comunicarse con el procesador principal. El sensor se entrega con un conector de 3 pines. Tensión de funcionamiento 5V, Temperatura funcionamiento: -10 a 60°C, Consumo Medio: 35 mA

### EQUIPOS DONADOS A LA FACULTAD

EQUIPOS	GRAFICAS	CANTIDAD
<p><b>Inch Force Sensing Resistor (FSR)</b></p>		<p><b>1</b></p>
<p><b>Buffered 3g Accelerometer</b></p>		<p><b>1</b></p>
<p><b>Sharp IR Distance Sensor GP2D12</b></p>		<p><b>1</b></p>
<p><b>USB 6009</b></p>		<p><b>8</b></p>

## CONCLUSIONES

Los equipos de adquisición de datos USB 6009 son una solución práctica y económica al problema que se planteo al principio de esta tesis, la manera de conectarse al computador hace que no se requiera instalar un software para poder realizar adquisición de valores.

Además la portabilidad de estos equipos nos ahorra espacio en los laboratorios pues no es necesario estos permanezcan junto al computador y son de muy fácil manejo para el estudiante. Además su compatibilidad con muchos otros equipos nos permite la realización de un sin numero de aplicaciones no solo en el área de las telecomunicaciones sino en el campo de la física, electrónica, computación y muchas otras ramas.

Otra conclusión muy valiosa es que el estudiante dejara atrás esas practicas teóricas en sus cuadernos y podrá realizar un proyecto que se maneje en tiempo real y les permita conocer en un aula de clases lo que les espera en su vida profesional.

## RECOMENDACIONES

Poner en conocimiento de los estudiantes los equipos con que cuenta los laboratorios y facilitarles los manuales a fin de que se familiaricen con su manejo, permitan la ampliación de proyectos existentes en la facultad.

Impulsar al desarrollo de proyectos de parte de los estudiantes utilizando los equipos existentes a fin de explotar la gama de aplicaciones que pueden tener estas dependiendo de la aplicación que desee darse. Ya que mientras se realizo la tesis nos fijamos en que aunque no se trata de un tema reciente no se lo ah explotado al máximo al fin de preparar mejor al estudiante para su vida en el ejercicio profesional.



## GLOSARIO

- **Adquisición:** Recogida de un conjunto de variables físicas, conversión en voltaje y digitalización de manera que se puedan procesar en un ordenador.
- **Bit de resolución:** Número de bits que el convertidor analógico a digital (ADC) utiliza para representar una señal.
- **Dato:** Representación simbólica (numérica, alfabética...), atributo o característica de un valor. No tiene sentido en sí mismo, pero convenientemente tratado (procesado) se puede utilizar en la relación de cálculos o toma de decisiones.
- **Dispositivo compuesto:** Es aquel dispositivo con múltiples interfaces independientes. Cada una tiene una dirección sobre el bus para cada interfaz puede tener un diferente driver device en el host.
- **Driver:** es un programa que habilita aplicaciones para poderse comunicar con el dispositivo. Cada dispositivo sobre el bus debe tener un driver, algunos periféricos utilizan los drivers que trae Windows.
- **Host:** Dispositivo maestro que inicia la comunicación
- **Hub:** Dispositivo que contiene uno o más conectores o conexiones internas hacia otros dispositivos USB, el cual habilita la comunicación entre el host y con diversos dispositivos. Cada conector representa un puerto USB.
- **Puerto USB:** Cada host soporta solo un bus, cada conector en el bus representa un puerto USB por lo tanto sobre el bus puede haber un varios

conectores, pero solo existe una ruta y solo un dispositivo puede transmitir información a un tiempo.

- **Rango:** Valores máximo y mínimo entre los que el sensor, instrumento o dispositivo funcionan bajo unas especificaciones.
- **Sistema:** Conjunto organizado de dispositivos que interactúan entre sí ofreciendo prestaciones más completas y de más alto nivel. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales, se envían a través del bus de datos a la memoria del PC. Una vez los datos están en memoria pueden procesarse con una aplicación adecuada, archivarlas en el disco duro, visualizarlas en la pantalla, etc...
- **Teorema de Nyquist:** Al muestrear una señal, la frecuencia de muestreo debe ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal de entrada, para poder reconstruir la señal original de forma exacta a partir de sus muestras. En caso contrario, aparecerá el fenómeno del aliasing que se produce al infra-muestrear. Si la señal sufre aliasing, es imposible recuperar el original.  
Velocidad de muestreo recomendada:
- **AC:** Corriente Alterna
- **ADC:** Conversión analógica-digital
- **ADQUISICIÓN:** Recogida de un conjunto de variables físicas, conversión en voltaje y digitalización de manera que se puedan procesar en un ordenador.

- **AES:** Advanced Encryption Standard (AES), también conocido como Rijndael, es un esquema de cifrado por bloques adoptado como un estándar de cifrado por el gobierno de los Estados Unidos.
- **AI:** Entrada Analógica.
- **ANSI:** American National Standards Institute - Instituto Nacional Americano de Estándares). Organización encargada de estandarizar ciertas tecnologías en EEUU. Es miembro de la ISO, que es la organización internacional para la estandarización.
- **AO:** Salida Analógica.
- **API :** Interfaz de programación de aplicaciones
- **AWG:** El calibre de alambre estadounidense American Wire Gauge) es una referencia de clasificación de diámetros. En muchos sitios de Internet y también en libros y manuales, especialmente de origen norteamericano, es común encontrar la medida de conductores eléctricos (cables o alambres) indicados con la referencia AWG. Cuanto más alto es este número, más delgado es el alambre. El alambre de mayor grosor (AWG más bajo) es menos susceptible a la interferencia, posee menos resistencia interna y, por lo tanto, soporta mayores corrientes a distancias más grandes.
- **BACKBONE:** Columna vertebral) Es la infraestructura de la transmisión de datos en una red o un conjunto de ellas en internet.

- **BIT DE RESOLUCIÓN:** Número de bits que el convertidor analógico a digital (ADC) utiliza para representar una señal.
- **CAD:** Convertidor analogico a digital
- **CAN :** Red de área de control
- **CMRR:** (Common Mode Rejection Ratio): factor de rechazo en modo común.
- **CSMA:** Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection ("Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones"), es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones.
- **CUS:** El Universal Serial Bus (bus universal en serie) o Conductor Universal en Serie (CUS), abreviado comúnmente USB, es un puerto que sirve para conectar periféricos a una computadora.
- **DAC:** Conversión digital-analógica
- **DAQ :** Hardware de adquisición de datos
- **DAQ:** módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos
- **DATO:** Representación simbólica (numérica, alfabética...), atributo o característica de un valor. No tiene sentido en sí mismo, pero convenientemente tratado (procesado) se puede utilizar en la relación de cálculos o toma de decisiones.
- **DC:** Corriente Discreta
- **DIO:** dispositivos industriales de entrada/salida digital

- **DISPOSITIVO COMPUESTO:** Es aquel dispositivo con múltiples interfaces independientes. Cada una tiene una dirección sobre el bus para cada interfaz puede tener un diferente driver device en el host.
- **DMA:** acceso directo a memoria (Direct Memory Access) permite a cierto tipo de componentes de ordenador acceder a la memoria del sistema para leer o escribir independientemente de la CPU principal.
- **DRIVER:** es un programa que habilita aplicaciones para poderse comunicar con el dispositivo. Cada dispositivo sobre el bus debe tener un driver, algunos periféricos utilizan los drivers que trae Windows.
- **DSC :** Almacenamiento de datos y supervisión de control
- **DSP:** Un procesador digital de señales (sigla en inglés de digital signal processor) es un sistema basado en un procesador o microprocesador que posee un juego de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad.
- **E/S:** entrada/salida, también abreviado E/S o I/O (del original en inglés input/output), es la colección de interfaces que usan las distintas unidades funcionales (subsistemas) de un sistema de procesamiento de información para comunicarse unas con otras, o las señales (información) enviadas a través de esas interfaces.

- **EAP:** Extensible Authentication Protocol es una autenticación framework usada habitualmente en redes WLAN Point-to-Point Protocol. Aunque el protocolo EAP no está limitado a LAN inalámbricas y puede ser usado para autenticación en redes cableadas, es más frecuentemente su uso. Recientemente los estándares WPA y WPA2 han adoptado cinco tipos de EAP como sus mecanismos oficiales de autenticación.
- **EISA:** Extended Industry Standard Architecture (Arquitectura Estándar Industrial Extendida), es una arquitectura de bus para computadoras compatibles con el IBM PC.
- **EXACTITUD:** está relacionada con el error, y es la habilidad de un sensor para mostrar el valor correcto en la medida.
- **FIELD POINT:** controlador de automatización programable
- **FIREWIRE/IEEE 1394:** El IEEE 1394 (conocido como FireWire por Apple Inc. y como i.Link por Sony) es un estándar multiplataforma para entrada/salida de datos en serie a gran velocidad. Suele utilizarse para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras a computadoras. El IEEE 1394a tiene una capacidad de transferencia máxima de 400 Mb/s, lo que le hace ligeramente más lento que un puerto USB 2.0; el IEEE 1394b tiene una capacidad de transferencia máxima de 800 Mb/s.
- **GLITCH:** efecto no deseado; establecido de un 1 lógico es mayor que el de un 0 lógico

- **GPIB:** General-Purpose Instrumentation Bus) es un estándar bus de datos digital de corto rango para conectar dispositivos de test y medida (por ejemplo multímetros, osciloscopios, etc) con dispositivos que los controlen como un ordenador.
- **HMI :** Interfaz humano máquina
- **Host:** Dispositivo maestro que inicia la comunicación
- **HUB:** Dispositivo que contiene uno o más conectores o conexiones internas hacia otros dispositivos USB, el cual habilita la comunicación entre el host y con diversos dispositivos. Cada conector representa un puerto USB.
- **IEC 1348:** Comisión Electrotécnica Internacional (CEI o IEC, por sus siglas del idioma inglés International Electrotechnical Commission es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas. Numerosas normas se desarrollan conjuntamente con la ISO (normas ISO/IEC).
- **IEEE:** Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas.
- **IRQ:** (Interrupt ReQuest - solicitud de interrupción). Canales utilizados para gestionar dispositivos periféricos. Las IRQ son las líneas de interrupción que utilizan los dispositivos para avisar al microprocesador que necesitan su atención.

- **ISA:** El Industry Standard Architecture (Arquitectura Estándar Industrial), es una arquitectura de bus.
- **LED:** Light-Emitting Diode: Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica.
- **LINEALIDAD:** máxima desviación entre la curva de calibración y la recta ideal.  
Si el sensor es lineal (**S = cte**), produciría una línea recta de la forma:
  - $V = S.m + Z$  ;
  - Donde **Z** = Deriva del Cero (Zero Offset).
  - La mayoría de sensores pueden anular **Z**, pero corregir la linealidad no ha sido históricamente fácil.
- **LSB:** Least Significant Bit (Bit menos significativo)
- **LVDT:** Transformador diferencial de variación lineal
- **MAC:** Media Access Control o control de acceso al medio) es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una ethernet de red.
- **MAX:** programa Measurements and Automation Explorer (MAX) es un explorador que permite tener el acceso al software y a la configuración de dispositivos conectados.



- **MCC** : Measurement computing corporation
- **MUX**: multiplexor es un circuito combinacional que tiene varios canales de datos de entrada y un canal de salida.
- **NI** : *National Instruments*
- **NIST**: El Instituto Nacional de Normas y Tecnología (*National Institute of Standards*) es una agencia de la Administración de Tecnología del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. La misión de este instituto es promover la innovación y la competencia industrial en Estados Unidos mediante avances en metrología, normas y tecnología de forma que mejoren la estabilidad económica y la calidad de vida.
- **NRZI**: La codificación NRZI es significativamente diferente de la codificación NRZ. Con este tipo de codificación, cuando el valor del bit es 1, la señal cambia de estado luego de que el reloj lo indica. Cuando el valor del bit es 0, la señal no cambia de estado.
- **OLE** : Vinculación e incrustación de objetos
- **OPC** : OLE para control de procesos
- **OPC**: (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos.
- **OSI**: El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (*OSI, Open System Interconnection*) fue el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización lanzado en 1984. Es decir,

fue un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

- **PAC** : Controlador de automatización programable
- **PCI** : Conexión de componentes periféricos
- **PCI**: Evolución del estandar ISA de 16 bits, el bus PCI (Peripheral Component Interconnection) se emplea para la conexión de tarjetas de expansión en la placa base del sistema. Existen dos estándares definidos: El PCI 2.1 de 33 Mhz, más común y usado en la enorme mayoría de placas base; y el PCI-X o PCI64 que transmite información a 66 Mhz y que se emplea en las placas base de entornos profesionales (workstations y servers). En ambos casos, se tratan de buses unidireccionales.
- **PCI**: *Peripheral Component Interconnect* (PCI, "Interconexión de Componentes Periféricos") consiste en un bus de ordenador estándar para conectar dispositivos periféricos directamente a su placa base.
- **PCMCIA**: PCMCIA es la abreviatura de *Personal Computer Memory Card International Association*, asociación de la industria de fabricantes de hardware para computadoras portátiles
- **PEAP**: El Protocolo de autenticación extensible protegido (PEAP) es un nuevo miembro de la familia de protocolos de Protocolo de autenticación extensible (EAP).
- **PGA**: GANANCIA DE AMPLIFICADOR PROGRAMABLE.

- **PLC** : Controlador lógico programable
- **PLC**: controlador lógico programable (PLC) O controlador programable es un computadora digital utilizados para automatización de electromecánicos los procesos, tales como el control de la maquinaria en la fábrica de las líneas de montaje.
- **PMD** : Dispositivo personal de medición
- **PRECISIÓN**: se refiere a la variación en los resultados, entre una serie de medidas iguales.
- **PSK**: Transmitir por desplazamiento en fase es otra forma de modulación angular, modulación digital de amplitud constante.
- **PUERTO USB**: Cada host soporta solo un bus, cada conector en el bus representa un puerto USB por lo tanto sobre el bus puede haber un varios conectores, pero solo existe una ruta y solo un dispositivo puede transmitir información a un tiempo.
- **PXI** : Extensión para instrumentación PCI
- **PXI**: es la plataforma abierta basada en PC para pruebas, medidas y control
- **RADIUS**: (acrónimo en inglés de *Remote Authentication Dial-In User Server*). Es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP. Utiliza el puerto 1813 UDP para establecer sus conexiones.

- **RANGO:** Valores máximo y mínimo entre los que el sensor, instrumento o dispositivo funcionan bajo unas especificaciones.
- **RESOLUCIÓN:** es el incremento mínimo necesario para obtener un cambio en la salida.
- **RON:** es la resistencia en conducción del interruptor.
- **RSE:** *Referenced Single-Ended* Conexión referenciado sencillo.
- **RTD:** sensores de temperatura resistivos.
- **RTDs.:** (*Resistance Temperature Detector*); Un sensor de temperatura mediante una resistencia de platino.
- **S/H:** Circuitos de captura y mantenimiento (S/H:Sample and Hold).
- **SAD:** Sistema de Adquisición de Datos.
- **SCC:** Acondicionamiento de Señales Portátil
- **SCSI:** Small Computers System Interface (Sistema de Interfaz para Pequeñas Computadoras), es una interfaz estándar para la transferencia de datos entre distintos dispositivos del bus de la computadora.
- **SCXI:** plataforma de alto rendimiento para acondicionamiento de señales y conmutación de sistemas de medida y automatización
- **SENSIBILIDAD:** término utilizado para describir el mínimo cambio en la especie censada que el instrumento puede detectar. Su definición es similar

a la definición de ganancia pero se refiere, más bien, a la posibilidad de discriminar dos valores muy cercanos entre sí.

- **SENSORES ACTIVOS:** requieren de una fuente externa de excitación o alimentación para efectuar su función.
- **SENSORES PASIVOS:** no requiere de una fuente externa de alimentación.
- **SISTEMA:** Conjunto organizado de dispositivos que interactúan entre sí ofreciendo prestaciones más completas y de más alto nivel. Una vez que las señales eléctricas se transformaron en digitales, se envían a través del bus de datos a la memoria del PC. Una vez los datos están en memoria pueden procesarse con una aplicación adecuada, archivarlas en el disco duro, visualizarlas en la pantalla, etc...
- **TAD:** Tarjetas de Adquisición de Datos (TAD).
- **TCP :** Protocolo de control
- **TCP/IP:** Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP); es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos.
- **TEOREMA DE NYQUIST:** Al muestrear una señal, la frecuencia de muestreo debe ser mayor que dos veces el ancho de banda de la señal de entrada, para poder reconstruir la señal original de forma exacta a partir de sus muestras. En caso contrario, aparecerá el fenómeno del aliasing que se

produce al infra-muestrear. Si la señal sufre aliasing, es imposible recuperar el original. Velocidad de muestreo recomendada:

- **TKIP: (Temporal Key Integrity Protocol)** es también llamado hashing de clave WEP WPA, incluye mecanismos del estándar emergente 802.11i para mejorar el cifrado de datos inalámbricos. WPA tiene TKIP, que utiliza el mismo algoritmo que WEP, pero construye claves en una forma diferente.
- **TLS: Transport Layer Security -Seguridad de la Capa de Transporte- (TLS)**, su sucesor, son protocolos criptográficos que proporcionan comunicaciones seguras por una red, comúnmente Internet.
- **UCP: Unidad central de proceso o UCP** (conocida por sus siglas en inglés, CPU), circuito microscópico que interpreta y ejecuta instrucciones; la CPU se ocupa del control y el proceso de datos en las computadoras. Generalmente, la CPU es un microprocesador fabricado en un chip, un único trozo de silicio que contiene millones de componentes electrónicos.
- **UDP: User Datagram Protocol (UDP)** es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.
- **USB: El USB o Universal Serial Bus** puede conectar los periféricos como ratón, teclados, escáneres, cámaras digitales, teléfonos celulares,

reproductores multimedia, impresoras, discos duros externos, tarjetas de sonido, sistemas de adquisición de datos y componentes de red. Para dispositivos multimedia como escáneres y cámaras digitales, el USB se ha convertido en el método estándar de conexión. El estándar USB 1.0 permitía una transferencia de 1.5 Mb/s (187kB/s); este estándar se vio más adelante revisado por el 1.1 que permitía 12 Mb/s (1.5 MB/s). La revisión actual, la 2.0, soporta 480 Mb/s (60 MB/s) y al futura 3.0 soportará 4.8 Gb/s (600 MB/s).

- **VESA:** Video Electronics Standards Association (Asociación para estándares electrónicos y de video) es una asociación internacional de fabricantes de electrónica. Fue fundada por NEC en los años 80 del siglo XX, con el objetivo inicial de desarrollar pantallas de vídeo con una resolución común de 800x600 píxeles.
- **VME:** sistemas utilizados consisten en arquitecturas abiertas sobre buses; Versa Module Europa) es un flexible sistema abierto de bus que hace uso de la norma Eurocard. Fue introducido por Motorola, Phillips, Thompson, y Mostek en 1981. Bus VME estaba destinado a ser un entorno flexible de apoyo a una variedad de tareas intensivas de computación, y se ha convertido en un protocolo muy popular en la industria informática. Es definido por el estándar IEEE 1014-1987.

- **WEP:** Wired Equivalent Privacy o "Privacidad Equivalente a Cableado", es el sistema de cifrado incluido en el estándar IEEE 802.11 como protocolo para redes Wireless que permite cifrar la información que se transmite.
- **WIFI:** Wireless Fidelity, es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables.
- **WPA:** es la abreviatura de Wifi Protect Access, y consiste en un mecanismo de control de acceso a una red inalámbrica, pensado con la idea de eliminar las debilidades de WEP.



## ANEXO A

### ESTÁNDARES

#### ESTÁNDAR IEEE 802.11 o WIFI

Define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana (MAN).

En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b y de la g, sin embargo ya se ha realizado el primer borrador del estándar 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen un primer borrador del estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables).

El estándar 802.11n hace uso de ambas bandas, 2,4 GHz y 5 GHz. Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g pueden sufrir interferencias por parte de hornos microondas, teléfonos inalámbricos y otros equipos que utilicen la misma banda de 2,4 Ghz.

#### ESTÁNDAR IEEE 802.11b

La revisión 802.11b del estándar original fue ratificada en 1999. 802.11b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s y utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA (Múltiple acceso por detección de portadora evitando colisiones) como

método de acceso definido en el estándar original. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbit/s sobre TCP y 7.1 Mbit/s sobre UDP.

Aunque también utiliza una técnica de ensanchado de espectro basada en DSSS, en realidad la extensión 802.11b introduce CCK (Complementary Code Keying) para llegar a velocidades de 5,5 y 11 Mbps (tasa física de bit). El estándar también admite el uso de PBCC (Packet Binary Convolutional Coding) como opcional. Los dispositivos 802.11b deben mantener la compatibilidad con el anterior equipamiento DSSS especificado a la norma original IEEE 802.11 con velocidades de bit de 1 y 2 Mbps.

### **ESTÁNDAR IEEE 802.11g**

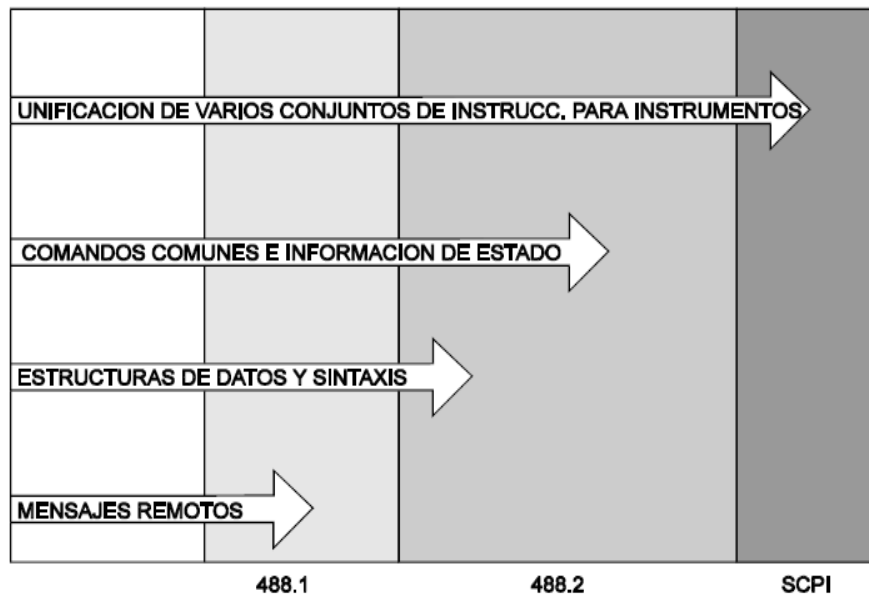
En junio de 2003, se ratificó un tercer estándar de modulación: 802.11g. Que es la evolución del estándar 802.11b, Este utiliza la banda de 2.4 Ghz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, que en promedio es de 22.0 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Sin embargo, en redes bajo el estándar g la presencia de nodos bajo el estándar b reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Los equipos que trabajan bajo el estándar 802.11g llegaron al mercado muy rápidamente, incluso antes de su ratificación que fue dada aprox. el 20 de junio del 2003. Esto se debió en parte a que para construir equipos bajo este nuevo estándar se podían adaptar los ya diseñados para el estándar b.

Actualmente se venden equipos con esta especificación, con potencias de hasta medio vatio, que permite hacer comunicaciones de hasta 50 km con antenas parabólicas apropiadas.

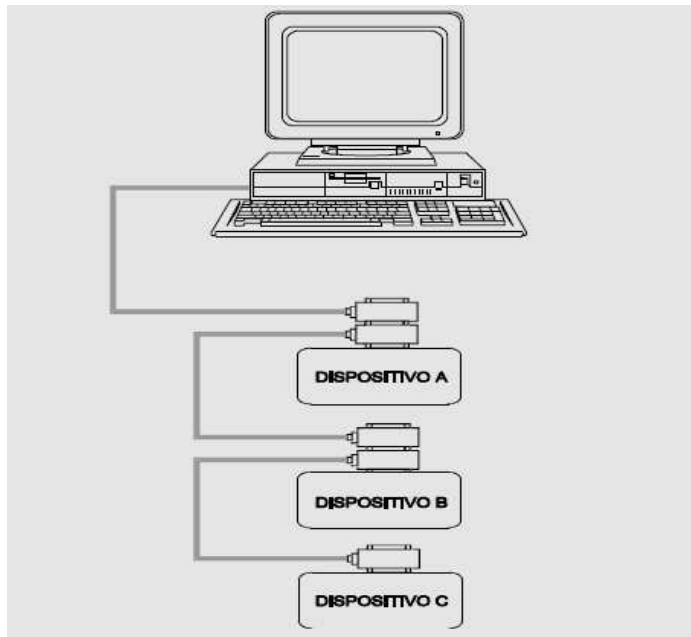
### **EI ESTANDAR IEEE 488.2 Y SCPI**

En 1987 el estándar IEEE 488.2 eliminó las ambigüedades del IEEE 488.1, al definir los formatos de datos, el protocolo de intercambio de mensajes entre controlador e instrumento, las secuencias de control y la información de estado, entre otros requerimientos a los que todo instrumento IEEE 488.2 debe ajustarse. Este bus ha supuesto un avance notable en el campo de la adquisición de datos por lo que a compatibilidad, fiabilidad y simplicidad de programación se refiere. En la figura 3.11 podemos observar gráficamente lo que ha supuesto cada interface para la unificación de criterios y la facilidad de uso en el campo del control de instrumentos programables mediante bus GPIB.

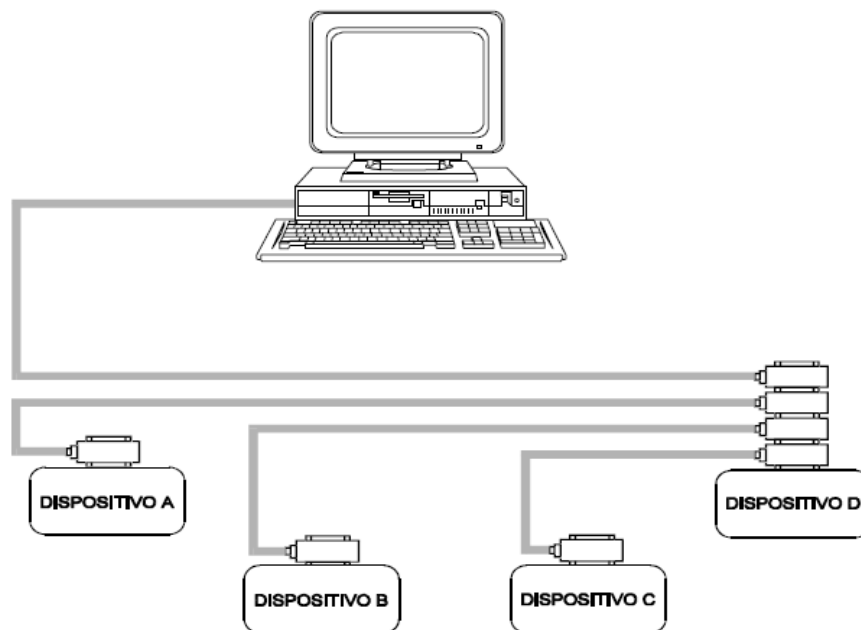


**Figura A.1: Evolución de los estándares de la instrumentación GPIB**

La interface GPIB va asociada a sistemas de interconexión de instrumentos cuyo intercambio de información sea de naturaleza digital. El número máximo de equipos interconectables es 15 y la longitud máxima de transmisión sobre cables de interconexión es de 20 metros, con un límite de 4 metros entre dos dispositivos cualesquiera (excepto cuando se utilicen técnicas especiales de amplificación de bus). La velocidad máxima de transmisión de datos, en cualquiera de las líneas que forman el bus, es de 1 Mbyte/s. La conexión de los equipos al bus GPIB se hace mediante una topología de bus de línea compartida, es decir, compartiendo las líneas de la señal. Así, respetando lo anterior, podemos encontrarnos con una configuración lineal (figura 3.12) o una configuración en estrella (figura 3.13) o una combinación de ambas.



**Figura A.2: Configuración lineal para bus**



**Figura A.3: Configuración en estrella para bus GPIB**

Obsérvese como para cada uno de los dispositivos hay un elemento distribuidor de señal, el cual permite que todos los dispositivos puedan acceder a todas las líneas del bus, independientemente de los demás y de la topología utilizada.

El GPIB viene a ser un bus de ordenador excepto en el sentido de que éste último dispone de sus tarjetas interconectadas por medio de una placa madre o backplane. En cambio, GPIB consta de dispositivos interconectados vía cable. Los dispositivos GPIB pueden ser de tres tipos:

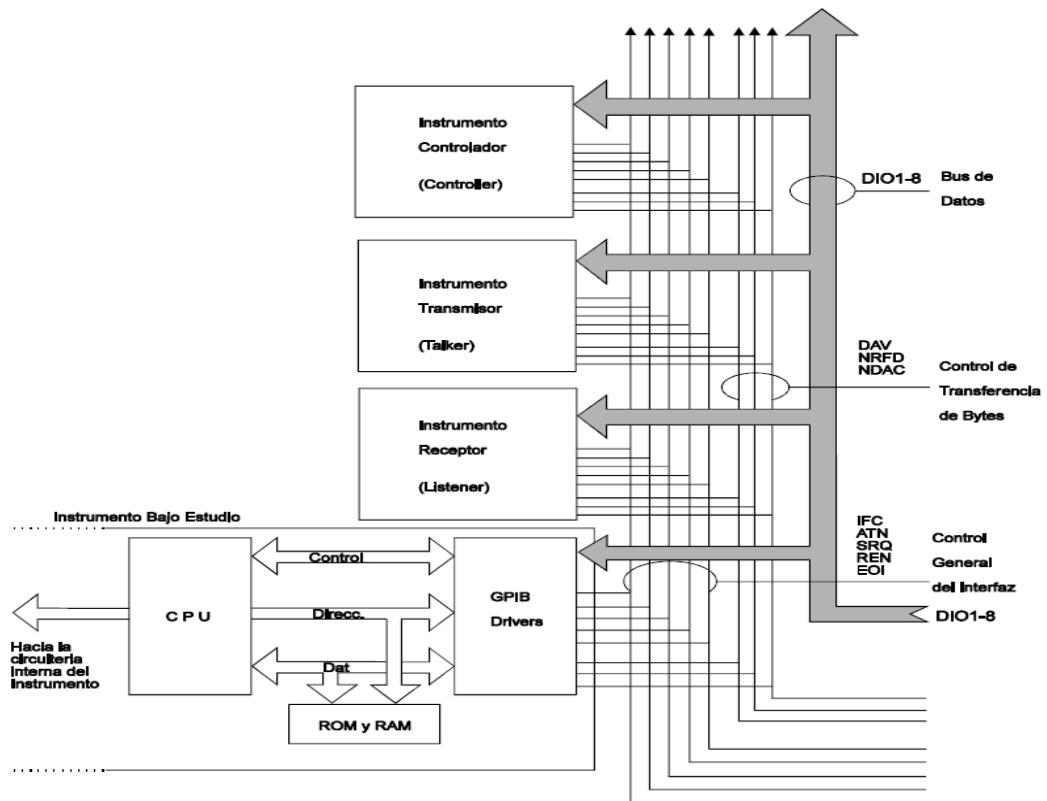
**LISTENER (Escucha, receptor):** Equipo capaz de recibir datos a través del bus cuando se le direcciona. Puede haber hasta catorce escuchas activos simultáneamente. Algunos dispositivos que pueden actuar como listeners son: impresoras, equipos o dispositivos de visualización, fuentes de alimentación, generadores de señal, etc.

**TALKER (Habla, transmisor):** Equipo capaz de transmitir datos a través del bus cuando se le direcciona. Únicamente puede haber un talker activo en el interface en todo momento. Algunos dispositivos que pueden actuar como talkers son: voltímetros, contadores, osciloscopios, analizadores de espectros, etc.

**CONTROLLER (Controlador):** Dispositivo capaz de determinar o especificar la función que va a realizar cada equipo (talker o listener) en una transferencia de información en la que interviene él mismo. El controlador es una especie de centro de conmutación que controla toda la red de comunicación y cuyo papel podría asimilarse al de una CPU o, quizás más descriptivo, al de una centralita telefónica. Cuando el controlador detecta que un dispositivo quiere enviar datos o mensajes,

realiza la conexión entre ese talker y el listener correspondiente. Después de que el mensaje ha sido transmitido, el controller, normalmente, desactiva (deja de direccionar) ambos dispositivos.

#### Líneas del bus GPIB



**Figura A.3: Conexión mediante GIPB. Detalles de la línea del bus**

#### **EL ESTÁNDAR VXI**

Una alternativa interesante al GPIB, como gran estándar entre los sistemas de instrumentación, es su coetáneo (al igual que el IEEE 488.2 también fue presentado oficialmente en 1987) conocido por VXI.

Básicamente, la interface VXI se presenta como una plataforma que a priori combina lo mejor de los sistemas basados en tarjetas de adquisición de datos (velocidad) y de

los sistemas GPIB (facilidad de uso, entre otros) incorporando nuevos alicientes tales como menor coste que GPIB, menor tamaño, mayor precisión en la temporización y sincronización, utilización de un backplane (placa madre) basado en el bus de Motorola VME (cuyos 32 bits proporcionan mayor ancho de banda que GPIB y TAD sobre bus PC/AT), así como mayor facilidad de programación.

A tenor de las ventajas mencionadas, no ha de sorprender que algunos estudios de mercado estimen que en la actualidad el 50% de los sistemas de instrumentación utilizan VXI. La definición del bus VXI fue realizada a partir de la creación de un consorcio que integra a 10 de los fabricantes líderes en instrumentación (National Instruments, Tektronix y Hewlett- Packard, entre otros).

Si bien las aplicaciones impulsoras del VXI han sido el test y la medida (mediante instrumentos como voltímetros o generadores de funciones), los entornos de adquisición de datos y control aún han de experimentar la consagración definitiva. La clara competencia del bus GPIB no ha permitido al VXI hacer valer de forma clara sus ventajas, a pesar de posibilitar una migración sin traumas desde el estándar GPIB. La arquitectura multiprocesador, modular y fácilmente reconfigurable, permite etiquetar al VXI como un super instrumento programable con herramientas estilo GPIB, con velocidades de transferencia elevadas y capacidad de memoria compartida, de forma que facilita la adquisición y procesado de múltiples canales en tiempo real.

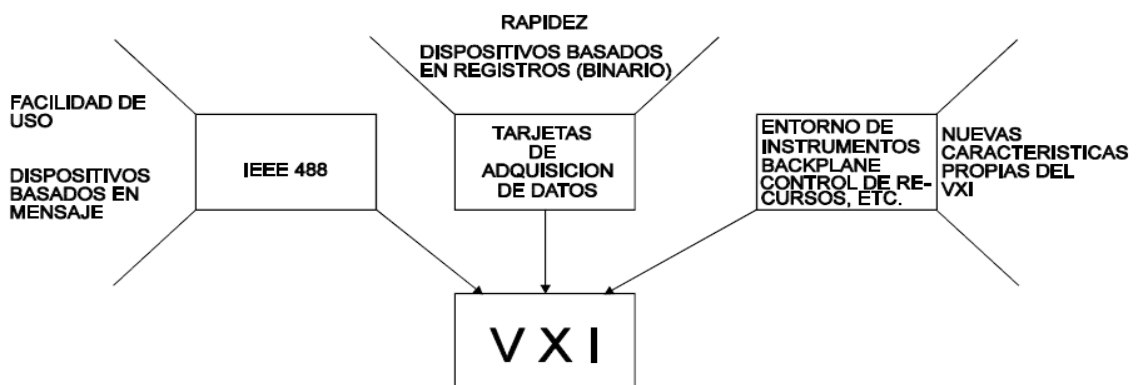
La configuración de un sistema VXI obedecería a una estructura similar a la que se mostró en la figura 3.7. (b), es decir, el VXI usa un chasis principal (rack de



expansión) con un máximo de 13 slots para albergar instrumentos modulares sobre tarjetas. Al estar soportadas todas las tarjetas-instrumentos en un backplane (placa madre) VME, también se pueden usar tarjetas o módulos VME en los sistemas VXI.

El ordenador en este caso, estará dotado de una placa a modo de *interface* que permitirá comunicarse con el rack que contiene las tarjetas VXI para seleccionar un instrumento, asignarle su función (emisor, receptor) o simplemente, conocer su estado.

En la figura 3.17 se ha esquematizado la unión de estándares y nuevas características que permiten considerar al VXI como el futuro en lo que a instrumentación programable se refiere.



**Figura A.4: La tecnología VXI combina lo mejor de otras tecnologías**

## ANEXO B

### SENSORES

#### DETECTOR DE DISTANCIA INFRARROJO (GP2D12)



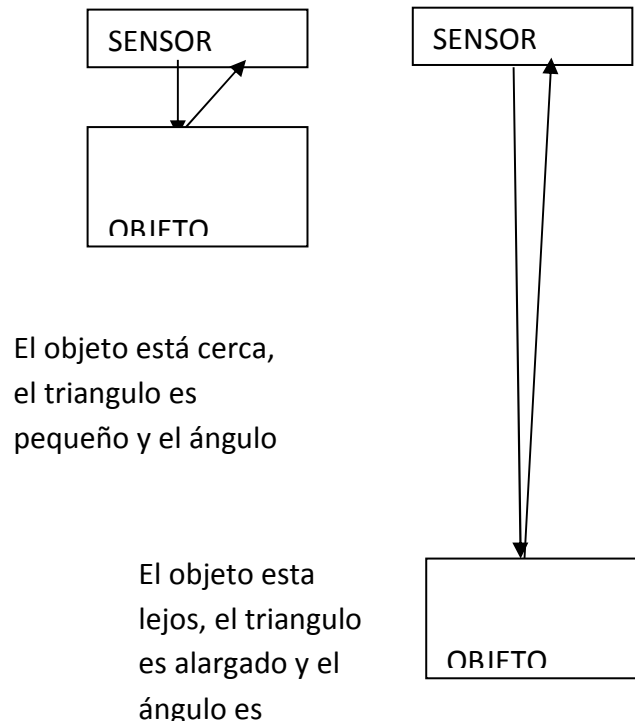
**Figura B.1: Sensor de distancia**

Este dispositivo emplea el método de triangulación utilizando un pequeño Sensor Detector de Posición (PSD) lineal para determinar la distancia o la presencia de los objetos dentro de su campo de visión. Básicamente su modo de funcionamiento consiste en la emisión de un pulso de luz infrarroja, que se transmite a través de su campo de visión que se refleja contra un objeto o que por el contrario no lo hace. Si no encuentra ningún obstáculo, el haz de luz no refleja y en la lectura que se hace indica que no hay ningún obstáculo.

En el caso de encontrar un obstáculo el haz de luz infrarroja se refleja y crea un triángulo formado por el emisor, el punto de reflexión (obstáculo) y el detector.

La información de la distancia se extrae midiendo el ángulo recibido. Si el ángulo es grande, entonces el objeto está cerca, por que el triángulo es ancho. Si el ángulo es

pequeño, entonces el objeto está lejos, por que el triangulo formado es estrecho. Por lo tanto, si el ángulo es pequeño, quiere decir que el objeto está lejos, porque el triangulo es largo y delgado. En la Figura podemos ver lo expuesto.

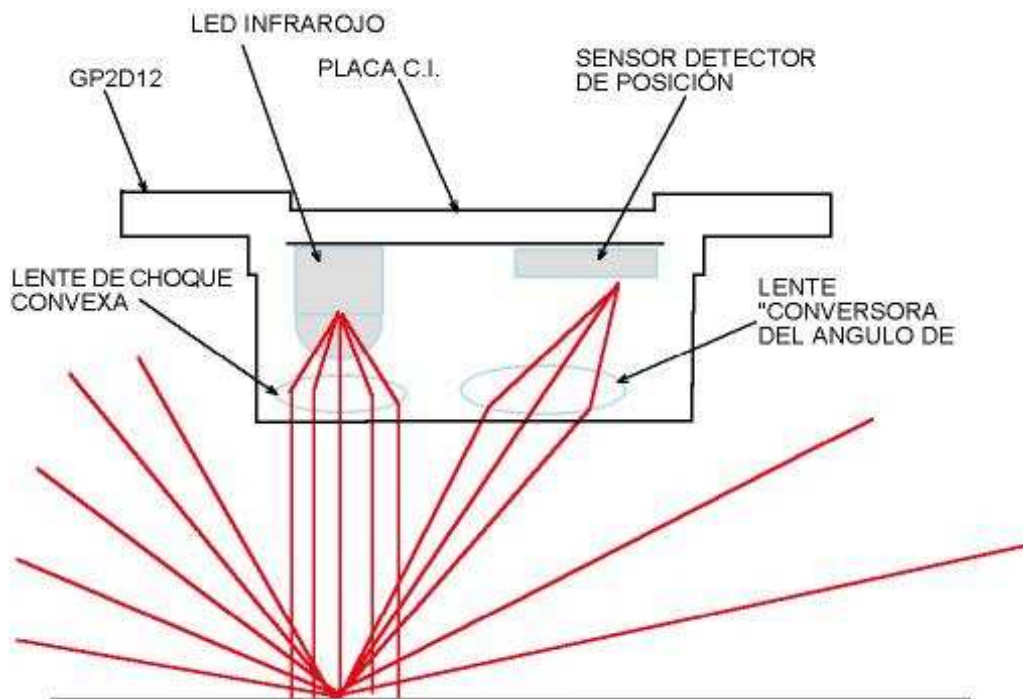


**Figura B.2: Concepto de medida por *triangulación***

En la Figura B.2 podemos ver como se lleva a cabo la triangulación en el sensor. El LED infrarrojo emite el haz de luz a través de una pequeña lente convergente que hace que el haz emisor llegue de forma paralela al objeto. Cuando la luz choca con un obstáculo, una cierta cantidad de luz se refleja, si el obstáculo fuera un espejo perfecto, todos los rayos del haz de luz pasarían, y sería imposible medir la distancia. Sin embargo, casi todas las sustancias tienen un grado bastante grande de rugosidad de la superficie que produce una dispersión hemisférica de la luz ( la llamada

reflexión no teórica). Alguno de estos haces de esta luz rebota hacia el sensor que es recibido por la lente.

La lente receptora también es una lente convexa, pero ahora sirve para un propósito diferente, Actúa para convertir el ángulo de posición. Si un objeto se pone en el plano focal de una lente convexa y los otros rayos de luz paralelos en otro lado, el rayo que pasa por el centro de la lente atraviesa inalterado o marca el lugar focal. Los rayos restantes también enfocan a este punto.



**Figur**

### **a B.3: Triangulación del GP1D1**

Puesto en el plano focal es un Sensor Detector de Posición (PSD). Éste dispositivo semiconductor entrega una salida cuya intensidad es proporcional a la posición respecto al centro (centro eficaz) de la luz que incide en él. En el caso del GP2D12,

los rendimientos de PSD la salida es proporcional a la posición del punto focal. Esta señal analógica tratada es la que se obtiene a la salida del sensor.

### **Características**

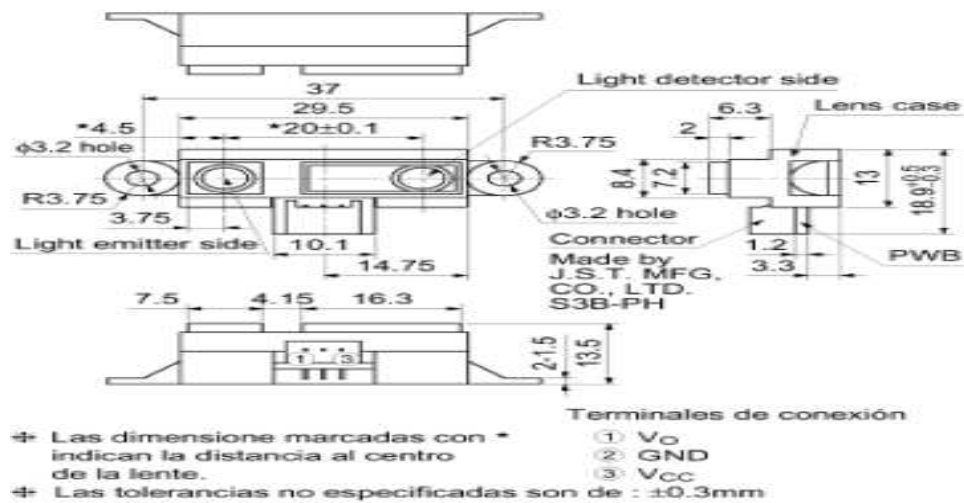
1. Menos influencia del color de los objetos reflexivos
2. Línea indicadora de distancia *output/distance* :

Tipo de salida indicadora de la distancia analógica (tensión analógico)  
para el GP2D12.

3. El circuito del mando externo es innecesario
4. Bajo costo

### **Aplicaciones:**

1. En Televisiones
2. En computadoras personales
3. En automóviles
4. En fotocopiadoras
5. Sensores en sanitarios
6. Sensores de cuerpo humano para los productos de consumo como los ventiladores eléctricos y los aires acondicionados
7. Sensores de garaje



**Figura B.4: Dimensiones y encapsulado**

### Valores máximos Absolutos

Para  $T_a = 25^\circ \text{C}$  y  $V_{CC} = 5\text{V}$

Parámetro	Símbolo	Rangos	Unidades
Tensión de alimentación	$V_{cc}$	- 0.3 a 7	V
Tensión en el terminal de salida	$V_o$	-0.3 a $V_{cc} + 0.3$	V
Temperatura de trabajo	$T_{opr}$	-10 a +60	$^\circ\text{C}$
Temperatura de almacenamiento	$T_{stg}$	-40 a +70	$^\circ\text{C}$

**Tabla B.1: Valores absolutos del sensor de infrarrojo**

### Condiciones de trabajo recomendadas

Parámetro	Símbolo	Rangos	Unidades
Tensión de alimentación de trabajo	$V_{cc}$	4.5 a +5.5	V

**Tabla B.2: Voltaje al que trabaja**

## Características Electro-Ópticas

Parámetros		Símbolo	Condiciones	MIN.	TIP.	MAX.	Unidad
Rango de medida de distancia		DL	(*1) (*3)	10	-	80	cm
Tensión en el terminal de salida	<b>GP2D12</b>	VO	L=80 cm (*1)	0.25	0.4	0.55	V
Incremento de la tensión de salida	<b>GP2D12</b>	DVO	Cambio de salida de L=80 a 10 cm	1.75 V	2.0	2.25	V
Corriente media de dispersión		ICC	L = 80 cm (*1)	--	33	50	mA

**Tabla B.3: Característica electro-ópticas**

PARAMETROS	SIMBOLO	RANGO
Voltaje de alimentación	Vcc	4.5 a 5.5 V
Corriente	Icc	Max. 35mA
Rango de medición	L	10 a 80 cm
Tipo de salida	-	Salida análoga
Temperatura de operación	Topr	-10 a 60°C

**Tabla B.4: Parámetros**

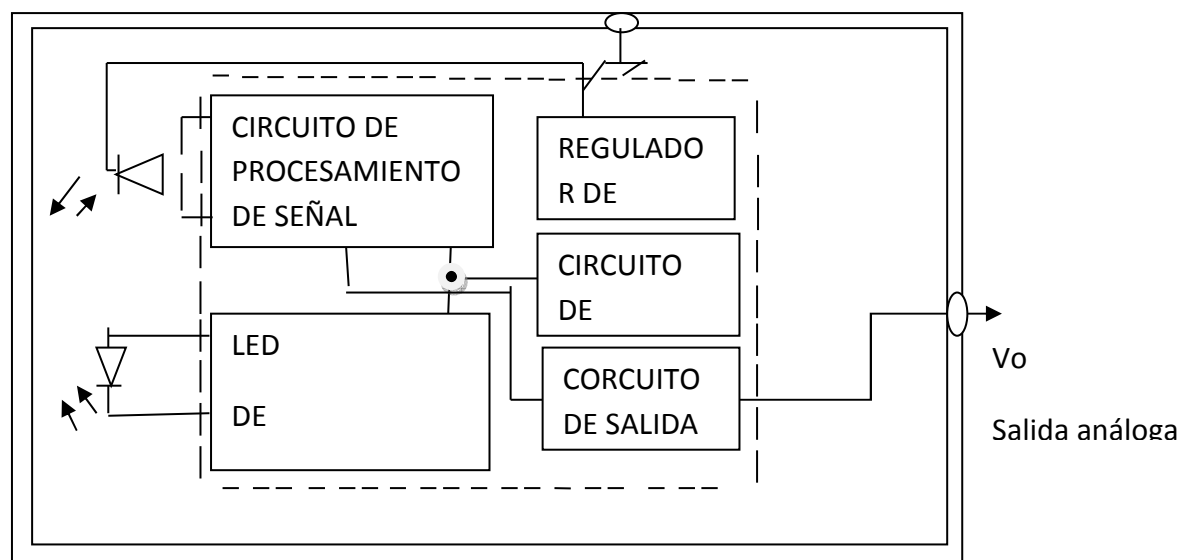
**Nota.-** L. Distancia del objeto reflexivo.

\*1 objeto reflexivo usando: Papel blanco (Para el color gris se usa la tarjeta R-27 de la Cía. Kodak S.A. · la cara blanca, la proporción reflexiva; 90%).

\*2 utilizamos el dispositivo después del ajuste siguiente: salida al cambiar la distancia

L  $24\text{cm} \pm 3\text{cm}$  debe medirse por el sensor.

\*3 rango de distancia que mide el sistema del sensor óptico



**Figura B.5: Diagrama de bloques del sensor**



## ACELEROMETRO DE DOS EJES

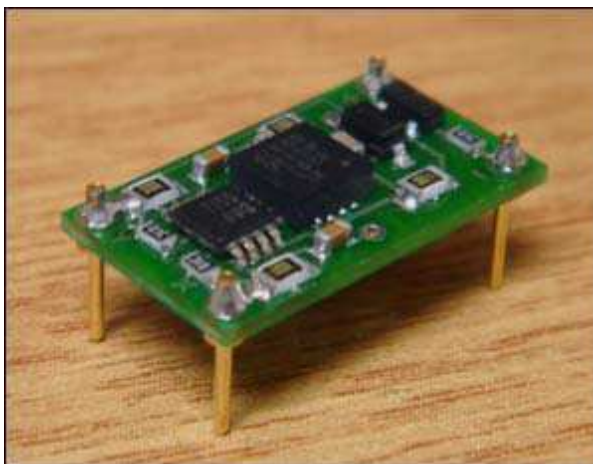


Figura B.6: acelerómetro de dos ejes

### Especificaciones de producto

**Modelo:** DE-ACCM2G

**Rendimiento:** De dos ejes  $\pm 2g$  de detección

750mV / g de sensibilidad a 5

Ancho de banda 500Hz

Con precisión unidades de hasta una carga de  $3k\Omega$

Protección contra cambios de voltaje de

**Características** 14v de protección contra sobretensiones

**de protección:** Protección de salida a corto

**Aplicaciones:** Movimiento, la inclinación y pendiente de medición

Detección de choque

## **Descripción del producto**

El DE-ACCM2G es un fuera de la plataforma de 2 ejes de 2G solución acelerómetro con salidas analógicas. Cuenta con amplificador operacional integrado de topes para la conexión directa a las entradas analógicas de un microcontrolador, o para manejar cargas más pesadas.

Para maximizar la facilidad de uso, que está diseñado para caber en el DIP-14 con factor de forma, haciendo que el DE-ACCM2G adecuado para breadboarding, perfboard, y la inserción en las tomas de chip estándar. Para mantener las cosas lo más simple posible, sólo hay 4 pines - dos por el poder, y dos para el X e Y las salidas analógicas.

Circuitería adicional garantiza que el producto no será dañado por las conexiones de energía invertida, o tensiones superiores a los índices recomendados.

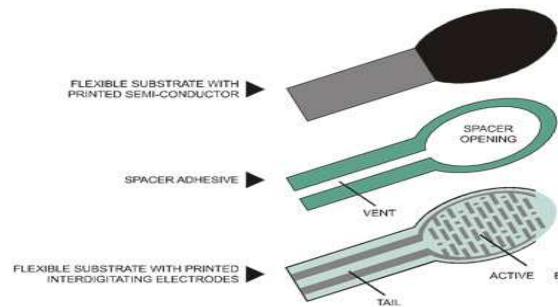
### **Medición de la aceleración e inclinación**

Las salidas de voltaje en el DE-ACCM2G corresponden a la aceleración que se vive en las direcciones X e Y. La salida es radiométrica, de modo que la sensibilidad de salida (en mV / g) dependerá del voltaje de alimentación.

Cuando se alimentan con 5V, la sensibilidad típica es de 750mV / g.

En 3V, sensibilidad típica es de 420mV / g. Aceleración de cero (0 g) se traducirá en una producción de  $V_{cc} / 2$ , independientemente del voltaje suministrado a la unidad.

## FSR



**Figura B.7: Sensor de fuerza**

La FSR es de 2 capas separadas por un espaciador. Cuando más se presiona, más de los puntos de contacto elemento activo de los semiconductores y que hace que la resistencia a bajar

FSRs son sensores que le permiten detectar la presión física, apretando y el peso. Son fáciles de usar y de bajo costo.

FSR son básicamente un resistor que cambia su valor de resistencia (en ohmios  $\Omega$ ) en función de la cantidad de su prensado

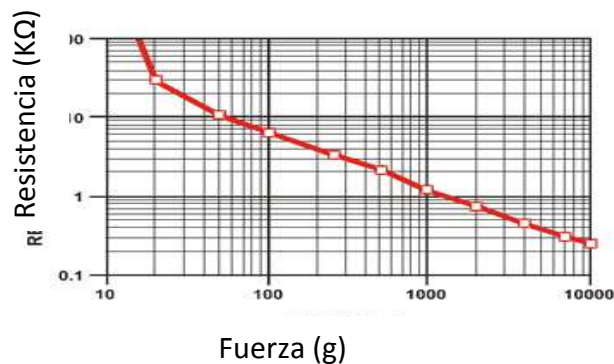
### **Características básicas**

**Tamaño:** Área activa de 1 / 2 "(12,5 mm) de diámetro por 0.02" de espesor  
**Rango de Fuerza:** 0 a 20 lb (0 a 100 Newtons) aplicado uniformemente a lo largo del 0.125 m<sup>2</sup> en la superficie de la zona

- **Fuente de alimentación:** Usa menos de 1 mA de corriente (depende de cualquier pullup / abajo resistencias utilizadas y la tensión de suministro)

## Medición de fuerza / presión del FSR

Como hemos dicho, los cambios en la resistencia de los FSR como más presión se aplica. Cuando no hay presión, el sensor se parece a una resistencia infinita (circuito abierto), a medida que aumenta la presión, la resistencia tiende a descender. Este gráfico indica aproximadamente la resistencia del sensor en mediciones de fuerza diferentes. La fuerza mide en Newtons.



**Figura B.8: Gráfica Resistencia vs Fuerza**

Es importante notar que el gráfico no es realmente *lineales* (Es un log / registro gráfico) y que en particular las mediciones de baja fuerza rápidamente va desde infinito a 100KΩ

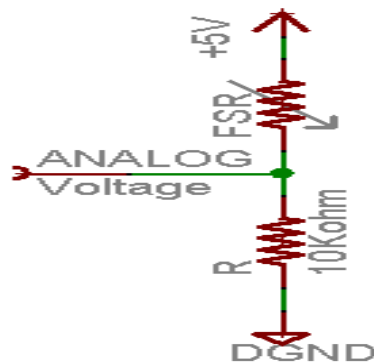
Para la comprobación del funcionamiento lo mas fácil es conectar un multímetro en las dos terminales del FSR ver como a medida que se preciona va variando la resistencia.

### Conexión con el FSR

Debido a que FSRs son básicamente resistencias, que no son polarizadas. FSRs son a menudo un polímero con seda material conductor. Eso significa que son de plástico y la ficha de conexión es un poco ondulado es un material delicado. La mejor manera de conectarse con ellos es simplemente conectarlos a una protoboard o usar una pinza de conector de tipo, como pinzas de cocodrilo

### Forma de conectar el FSR

Se debe conectar a una de sus terminales el voltaje de alimentación Vcc, y la otra terminal va conectada a una resistencia puesta a tierra.



**Figura B.9: Forma de conexión del sensor**

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **A practical guide to building I/O devices**

**EL BUS USB**

**GUÍA DEL DESARROLLADOR**

**JOHN HYDE WILEY**

- **Manual del usuario USB 6009**

- **Building distributed monitoring and control systems with labview**

**[HTTP://ZONE.NI.COM/DEVZONE/CONCEPTD.NSF/WEBMAIN/1](http://zone.nl.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/1)**

**5 Mayo 2009**

- **Data Adquisition Fundamentals**

- **[HTTP://ZONE.NI.COM/DEVZONE/CONCEPTD.NSF/WEBMAIN/1](http://zone.nl.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/1)**

15 Junio del 2009

- **Fine automation, “Controles especiales varios”**

**[HTTP://WWW.PROYTEK.COM/ISSA.HTM](http://www.proytek.com/issa.htm)**

15 Junio del 2009

- **Sensores y acondicionadores de señal**

**Escrito por : Ramón Pallás Areny**

**Editorial Marcombo**

**4ta. Edición**

- **Adquisición y distribución de señales**

**Escrito por : Ramón Pallás Areny**

**Marcombo ediciones técnicas**