

## NI Developer Zone

**Tipo de Documento:** Tutorial

**Soportado por NI:** Sí

**Fecha de Publicación:** 07-feb-2008

# Tutorial: Acondicionamiento de Señales

## Visión General

Los sistemas de adquisición de datos (DAQ) basados en PC son usados en un amplio rango de aplicaciones en los laboratorios, en el campo y en el piso de una planta de manufactura. Típicamente, los dispositivos DAQ son instrumentos de propósito general diseñados para medir señales de voltaje. El problema es que la mayoría de los sensores y transductores generan señales que debe acondicionar antes de que un dispositivo DAQ pueda adquirir con precisión la señal. Este procesamiento al frente, conocido como acondicionamiento de señal, incluye funciones como amplificación, filtrado, aislamiento eléctrico y multiplexaje. Además, existen otros sensores que requieren de excitación de voltaje o corriente, completar una configuración de puente, linealización o amplificación para que puedan operar de manera correcta.

## Sistemas de Adquisición de Datos

La mayoría de los sistemas DAQ basados en PC incluyen algún tipo de acondicionamiento de señal además del dispositivo DAQ y la PC, como lo muestra la Figura 1.

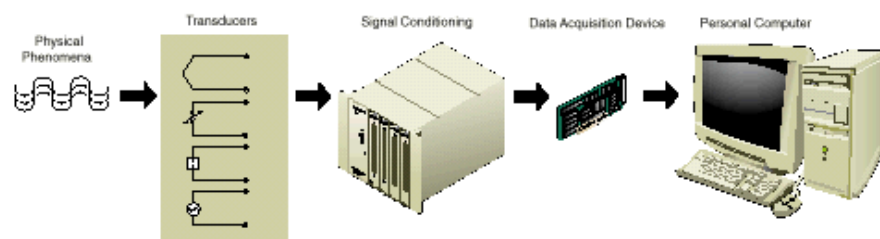


Figura 1. El acondicionamiento de señales es un componente importante en un sistema de adquisición de datos

A lo largo de este documento explicaremos algunos de los sensores más comunes disponibles en el mercado, así como los diferentes productos que se pueden utilizar para realizar este tipo de mediciones.

## Transductores

Los transductores son dispositivos que convierten un fenómeno físico, como temperatura, carga, presión o luz a otro. Los transductores más comunes convierten estas características físicas en señales eléctricas como voltaje y resistencia. Las características de los transductores definen muchos de los requerimientos del acondicionamiento de señales necesario en un sistema DAQ. La Tabla 1 muestra un resumen de las características básicas y el acondicionamiento requerido para los transductores más comunes.

Sensor	Características Eléctricas	Requerimientos de Acondicionamiento de Señales
Termopar	Salida de bajo voltaje Baja sensibilidad Salida no lineal	Sensor de temperatura de referencia (para compensación de unión fría) Alta amplificación Linealización
RTD	Baja resistencia (típicamente 100 ohms) Baja sensibilidad Salida no lineal	Excitación de corriente Configuración de 3 o 4 cables Linealización
Galga extensiométrico	Baja resistencia Baja sensibilidad	Excitación de voltaje o corriente Alta amplificación

	Salida no lineal	Configuración de puente Linealización Calibración
Salida de corriente	Salida de 4 a 20 mA	Resistencia de precisión
Termistor	Dispositivo resistivo Alta resistencia y sensibilidad Salida no lineal	Excitación de voltaje o corriente con resistencia de referencia Linealización
Acelerómetros activos	Alto nivel de salida de voltaje o corriente Salida lineal	Alimentación de energía Amplificación moderada
LVDTs	Salida de voltaje de AC	Excitación de AC Desmodulación Linealización

Tabla 1. Características Eléctricas y Requerimientos Básicos de Acondicionamiento de Señales para los Transductores más Comunes

### Termopares o Termocuplas

El transductor más utilizado para medir temperatura es el termopar o la termocupla. Aunque el termopar es económico, resistente y puede operar en un amplio rango de temperaturas, el termopar requiere de un acondicionamiento de señal especial.

Un termopar opera bajo el principio de que una unión de metales no similares genera un voltaje que varía con la temperatura. Medir este voltaje representa un reto al ingeniero de mediciones, ya que al conectar el cable del termopar al cable que lo conecta al dispositivo de medición se crea una unión termoeléctrica adicional conocida como unión fría. Debido al mismo principio que permite funcionar a un termopar, esta unión fría crea además su propia diferencia de voltaje. Por lo tanto, el voltaje medido,  $V_{MES}$  incluye el voltaje del termopar y los voltajes de unión fría ( $V_{CJ}$ ) (Vea Figura 2). El método para compensar estos voltajes de unión fría no deseados es conocido como compensación de unión fría.

La mayoría de los productos de acondicionamiento de señal de National Instruments compensan las uniones frías usando un sensor adicional, como un termistor o sensor IC. Este sensor es colocado en el conector de señales o bloque terminal para medir la temperatura ambiente en la unión fría directamente. El software después puede calcular la compensación apropiada para los voltajes termoeléctricos indeseados.

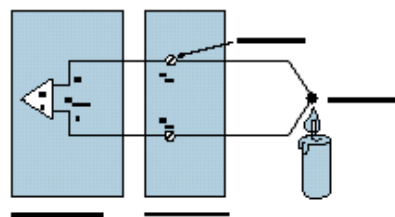


Figura 2. La conexión del cable de un termopar al sistema de medición crea una unión termoeléctrica adicional, llamada unión fría; esta debe de ser compensada con acondicionamiento de señal.

La sensibilidad y el ruido ambiental son otros factores importantes a considerar cuando se mide de termopares. Las salidas de los termopares son muy pequeñas y cambian de 7 a 50  $\mu V$  por cada grado ( $1^\circ C$ ) de cambio en temperatura haciendo a las señales muy susceptibles a los efectos de ruido eléctrico. Es por esto que los acondicionadores de termopares incluyen filtros de ruido paso bajo para suprimir el ruido de 50 y 60 Hz. Además incluyen amplificadores de instrumentación de alta ganancia para aumentar el nivel de la señal. Amplificar la señal del termopar también incrementa la resolución o sensibilidad de la medición. Por ejemplo, un dispositivo típico DAQ con un rango de entrada del ADC de  $\pm 10 V$  y una ganancia en tarjeta de 50 tiene una resolución de 98  $\mu V$ . Esto corresponde a aproximadamente  $2^\circ C$  para un termopar tipo J o K. Al añadir un acondicionamiento de señal con una ganancia adicional de 100, la resolución incrementa a 1  $\mu V$ , lo cual corresponde a una fracción de un grado Celsius.

### RTDs

Otro popular sensor de temperatura es el resistance-temperature detector (RTD), el cual es conocido por su estabilidad y precisión en un amplio rango de temperatura. El tipo de RTD más utilizado está hecho de platino y cuenta con una resistencia nominal de 100 ohms a  $0^\circ C$ . Debido a que el RTD es un dispositivo resistivo, se debe de pasar corriente a través del RTD para producir un voltaje que el dispositivo DAQ pueda leer. Con resistencias relativamente bajas (100 ohms) que cambian muy poco con la temperatura (menos de  $0.4^\circ C$ ), los RTDs requieren de acondicionamiento de señal con fuentes de excitación de corriente altamente precisas, amplificadores de alta ganancia y conectores para mediciones de 4 y 3 hilos. Por ejemplo, una medición de RTD de 2 hilos como la que se muestra en la Figura 3a, incluye errores de caída de voltaje causados por la corriente de excitación pasando por la punta resistiva  $R_L$ .

Estos errores, los cuales pueden ser significativos se eliminan usando un RTD de 4 hilos, como el de la Figura 3b. La configuración de 4 hilos usa un segundo par de cables para pasar la corriente de excitación. De esta manera una corriente casi insignificante fluye a través de los cables del sensor y así el error de punta resistiva es muy pequeño.

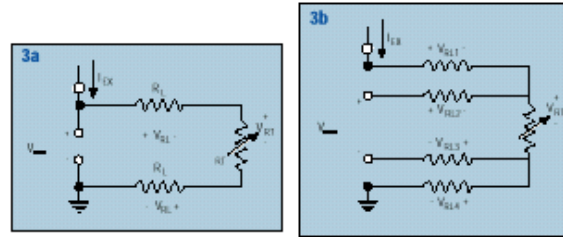


Figura 3. Errores causados por la resistencia de punta  $R_L$ , se pueden minimizar usando un RTD de cuatro hilos.

### Galgas Extensiométricas

La galga extensiométrica es un dispositivo comúnmente usado en pruebas y mediciones mecánicas. La galga más común, la galga extensiométrica de resistencia, consiste de una matriz de bobinas o cable muy fino el cual varía su resistencia linealmente dependiendo de la carga aplicada al dispositivo. Cuando usted usa una galga extensiométrica, usted pega la galga directamente al dispositivo bajo prueba, aplica fuerza y mide la carga detectando los cambios en resistencia. Las galgas extensiométricas también son usadas en sensores que detectan fuerza, aceleración, presión y vibración.

Ya que las mediciones de carga requieren detectar cambios muy pequeños de resistencia, el circuito de puente Wheatstone se usa predominantemente. El circuito de puente Wheatstone consiste de cuatro elementos resistivos con excitación de voltaje aplicada en las puntas del puente. Las galgas extensiométricas pueden ocupar uno, dos o cuatro brazos del puente, completando con resistencias fijas los brazos del puente que sobran. La Figura 4 muestra una configuración con una galga de medio puente, que consiste de dos elementos de carga  $R_G1$  y  $R_G2$ , en combinación con dos resistencias fijas  $R_1$  y  $R_2$ .

Con una fuente de voltaje  $V_{EXC}$  alimentando el puente, el sistema de medición mide el voltaje  $V_{MEAS}$  a través del puente. En el estado donde no hay carga aplicada, cuando la relación de  $R_G1$  a  $R_G2$  es igual a la relación de  $R_1$  y  $R_2$ , el voltaje medido en  $V_{MEAS}$  es 0 V. A esta condición se le conoce como puente balanceado. A medida que se aplica carga a las galgas, el valor de sus resistencias cambia, causando un cambio en el voltaje  $V_{MEAS}$ . Los productos de acondicionamiento para galgas extensiométricas cuentan con fuentes de excitación de voltaje, amplificadores de ganancia y provisiones de resistores precisos y estables para completar los puentes (vea Figura 5). Debido a que muy rara vez los puentes de galgas son balanceados perfectamente, algunos acondicionadores de señales usan eliminación del desfase, un proceso en el cual usted puede ajustar la relación de resistencias y remover el voltaje de desfase inicial. De manera alterna, usted puede medir el voltaje de desfase inicial y usar esta medición en sus rutinas de conversiones para compensar por la condición inicial.

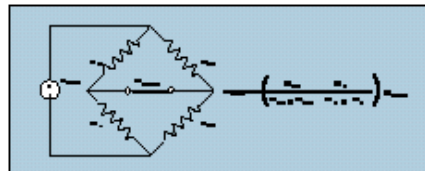


Figura 4. Las galgas extensiométricas son medidas en configuraciones de puente Wheatstone

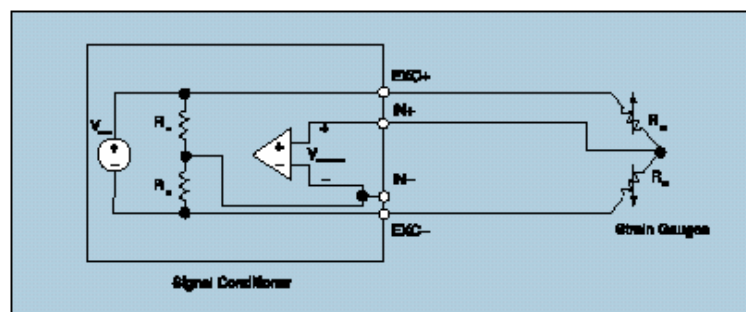


Figura 5. Conexión de un circuito de galgas de medio puente

### LVDTs

El transformador lineal de voltaje diferencial (LVDT) es un dispositivo comúnmente usado para medir desplazamiento lineal. Todos los LVDTs consisten de una bobina estacionaria y un centro libre (vea Figura 6). La bobina cuenta con una bobina primaria y dos bobinas secundarias. El centro es un rodillo altamente magnético y es más pequeño en diámetro que el rodillo que lo detiene para asegurar de que no habrá contacto con las bobinas. Así el rodillo interno se puede mover de un lado a otro libremente sin fricción o desgaste.

Cuando un voltaje AC se aplica a la bobina principal un voltaje es inducido en cada una de las bobinas secundarias a través del centro magnético. La posición del centro determina qué tanto la señal de excitación se acopla a cada bobina secundaria. Cuando el centro está en el medio, los voltajes de las bobinas secundarias son iguales y están 180 grados fuera de fase, resultado que no haya señal. A medida que el centro se mueve hacia la izquierda, la bobina del centro se acopla más a la bobina de la izquierda. De esta manera se crea una señal de salida en fase con la señal de excitación. Igualmente a medida que el centro viaja hacia la derecha, la bobina principal se acopla más a la derecha creando una señal de salida 180 grados fuera de fase con el voltaje de excitación.

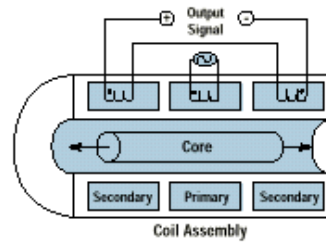


Figura 6. Sección interna de un LVDT

### Acelerómetros

Los acelerómetros son dispositivos usados para medir aceleración y vibración (vea Figura 7). El dispositivo consiste de una masa conocida pegada a un elemento piezoeléctrico. A medida que el acelerómetro se mueve, la masa aplica fuerza al cristal generando una carga. Al leer esta carga se puede determinar la aceleración. Los acelerómetros son direccionales, esto quiere decir que sólo miden aceleración en un eje. Para monitorear aceleración en tres dimensiones, use un acelerómetro multieje.

Existen acelerómetros de dos tipos, pasivos y activos. Los acelerómetros pasivos envían la carga generada por el elemento piezoeléctrico. Ya que la señal es muy pequeña, los acelerómetros pasivos requieren de un amplificador para amplificar la señal. Los acelerómetros activos incluyen circuitería interna para convertir la carga del acelerómetro a una señal de voltaje, pero requieren de una fuente constante de corriente para alimentar el circuito.

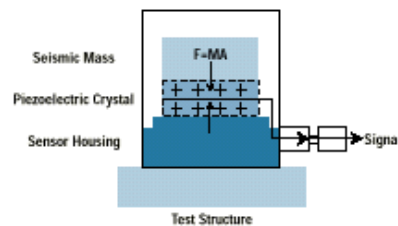


Figura 7. Acelerómetro

### Señales de corriente

Muchos de los dispositivos y transmisores que se usan en aplicaciones de control y monitoreo de procesos generan una señal de corriente, normalmente de 0 a 20 mA o de 4 a 20 mA. Las señales de corriente se usan porque son menos propensas a los errores causados por ruido o caídas de voltaje en cables que son muy largos. Los acondicionadores de señal convierten las señales de corriente a señales de voltaje al pasar la corriente a través de una resistencia de precisión (Vea Figura 8). El voltaje que resulta ( $V_{MEAS} = I \cdot R$ ) después puede ser digitalizado.

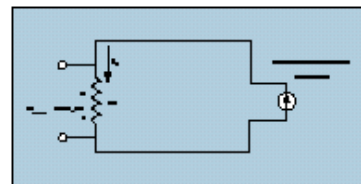


Figura 8. Las señales de corriente de 0 a 20 mA o 4 a 20mA se convierten en señales de voltaje pasando por un resistor de alta precisión.

y precios en variando utilizar pueden se que plataformas productos diferentes existen sensores, con trabajar poder>

### SCXI

SCXI es un sistema frontal de acondicionamiento de señales y conmutación para un gran número de canales con capacidad de conectividad por USB así como para diferentes dispositivos de medición, incluyendo tarjetas insertables de adquisición de datos y multímetros digitales. Un sistema SCXI consiste de un chasis robusto en el cual se insertan módulos de acondicionamiento de señales que amplifican, filtran, aíslan, y multiplexean señales analógicas de termopares u otros transductores. SCXI está diseñado para sistemas grandes de mediciones o sistemas que requieren de adquisición a alta velocidad.

Estos sistemas incluyen:

Arquitectura modular: seleccione su tecnología de medición.

Capacidad de expansión: expanda su sistema hasta a 3,072 canales.

Integración: combine diferente tipo de mediciones (E/S analógica, E/S digital, conmutación) en una sola plataforma.

### NI Compact FieldPoint

NI Compact FieldPoint es un sistema distribuido de medición modular para monitorizar o controlar señales en aplicaciones industriales. Un sistema Compact FieldPoint cuenta con un controlador de comunicación Ethernet o serial y capacidad de controlar múltiples módulos de medición. Cada módulo de medición puede medir o controlar 4, 8 o 16 canales, dependiendo del tipo de señal que se trate. NI Compact FieldPoint es parte de los diferentes Controladores de Automatización Programables (PACs) que National Instruments ofrece. Debido a su naturaleza distribuida y la capacidad de sus módulos de medición, Compact FieldPoint es ideal para implementar sistemas de automatización y control que requieren de mediciones analógicas a velocidades de muestreo medias o que requieren de algoritmos de control avanzados o personalizados.

Estos sistemas incluyen:

Arquitectura modular: seleccione su tecnología de medición para cada módulo.

Capacidad de expansión: conecte múltiples sistemas entre sí.

Integración: combine entradas y salidas analógicas, E/S digitales, así como conmutadores y relés en una sola plataforma.

Calificaciones industriales: rango de temperatura de -40 a 70 °C, módulos intercambiables en vivo, watchdogs y estados de inicio programables.

### NI CompactDAQ

NI CompactDAQ es un sistema de adquisición de datos y acondicionamiento de señales de tamaño pequeño (25 x 9 x 9 cm), modular, y de alta velocidad. NI CompactDAQ cuenta con conectividad por USB de alta velocidad a la PC o laptop y sus módulos son intercambiables en vivo. Al incorporar en su diseño la más reciente tecnología de semiconductores y componentes electrónicos, esta plataforma puede medir diferentes señales, tanto estáticas como dinámicas, analógicas o digitales, en un solo sistema. Además, los diferentes módulos de NI CompactDAQ están preparados para conectarse directamente a los sensores y señales eléctricas, por lo que no es necesario agregar bloques conectores o paneles de conexión.

Esta plataforma incluye:

Arquitectura modular: seleccione su tecnología de medición para cada módulo.

Integración: combine entradas y salidas analógicas, E/S digitales, así como conmutadores y relés en una sola plataforma.

Capacidad de expansión: expanda su sistema hasta a 256 canales de señales físicas, eléctricas, mecánicas, o acústicas.

Velocidad de muestreo: hasta 50 kM/s/canal de señales analógicas de entrada o 1 MHz en E/S digitales.

Puede encontrar más información sobre tecnologías de acondicionamiento visitando nuestra página web de [Acondicionamiento de Señales](#) o comunicándose a su [oficina local](#).

### Legal

Este tutorial (este "tutorial") fue desarrollado por National Instruments (NI). Aunque el soporte técnico para este tutorial sea proporcionado por National Instruments, el contenido de este tutorial puede no estar completamente verificado y probado y NI no garantiza su calidad, ni que NI continuará proporcionando soporte a este contenido en cada nueva revisión de productos y controladores relacionados. ESTE TUTORIAL ES PROPORCIONADO "COMO ES" SIN GARANTÍA DE NINGUN TIPO Y SUJETO A CIERTAS RESTRICCIONES QUE SE EXPONEN EN LOS TÉRMINOS DE USO EN NI.COM (<http://ni.com/legal/termsfuse/unitedstates/us/>).