

Lección 7

Acondicionamiento de señal

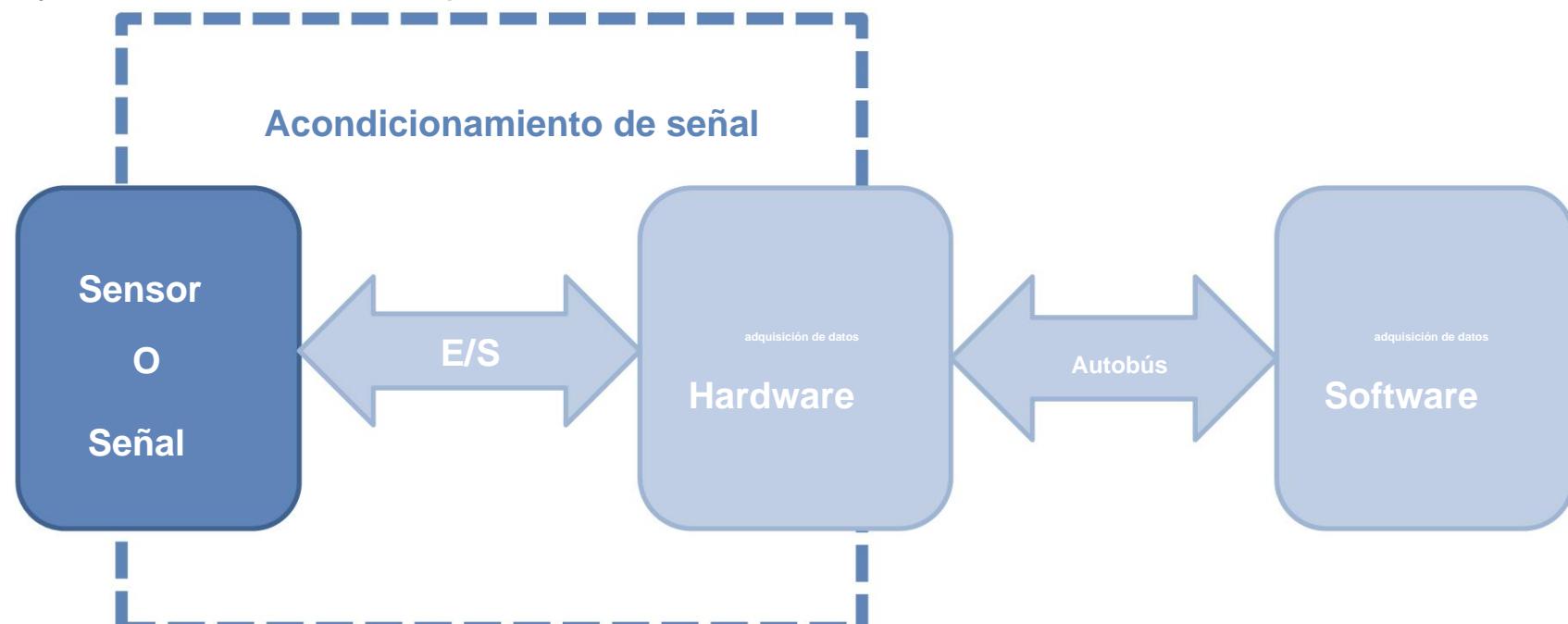
TEMAS

- A. Descripción general del acondicionamiento de señales
- B. Sistemas de acondicionamiento de señales
- C. Acondicionamiento de señales para mediciones de voltaje
- D. Mediciones de temperatura
- E. Mediciones de tensión, presión, carga y torsión
- F. Mediciones de sonido y vibraciones

Descripción general del acondicionamiento de señales

Los sensores y las señales a veces requieren acondicionamiento de señales antes de que puedan medirse correctamente.

✓ Diferentes sensores requieren diferentes acondicionamientos de señal



Instrumentos Nacionales

Sistemas de acondicionamiento de señales

	Recuento de canales de bajo a medio	Conteo alto de canales
Integrado Acondicionamiento de señal	 CompactDAQ	 PXI (SC expreso, DSA)
Interfaz Acondicionamiento de señal	 SCXI	

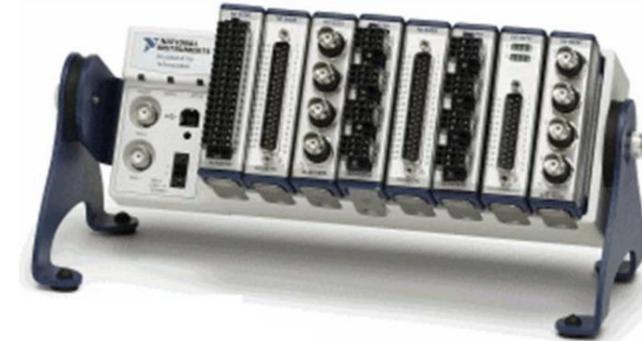


ni.com/entrenamiento

CompactDAQ: integrado, bajo a medio

Número de canales

- Conectores, acondicionamiento de señales y DAQ integrado en chasis y módulos
- Ideal para sistemas de medición portátiles
- Módulos intercambiables en caliente
- Precisión de hasta 24 bits
- Tasas de entrada de hasta 500kS/s para analógico
- Dispositivos multiplataforma
 - ÿ CompactRIO
 - ÿ CompactDAQ
 - ÿ funda USB



PXI Express – Alto Conteo de Canales Integrado

- Acondicionamiento de señal integrado para puente, termopar, vibración, etc.
- Ancho de banda dedicado por dispositivo
- Resolución de hasta 24 bits
- Ajustes de filtro y ganancia programables
- Certificados de calibración rastreables por NIST
- >500 canales por chasis
- Sincronización de dispositivos y múltiples chasis utilizando la plataforma PXI



SCXI: front-end, alto número de canales



- Plataforma de acondicionamiento de señales de front-end para dispositivos DAQ multifunción
- Multiplexor, matriz y conmutación de propósito general
- Amplia gama de opciones de acondicionamiento analógico y digital
- Solución reconfigurable de escritorio, montaje en bastidor y portátil
- Varias opciones de chasis; ideal para sistemas de alto número de canales

Acondicionamiento de señales para medidas de tensión

- Amplificación •

Atenuación

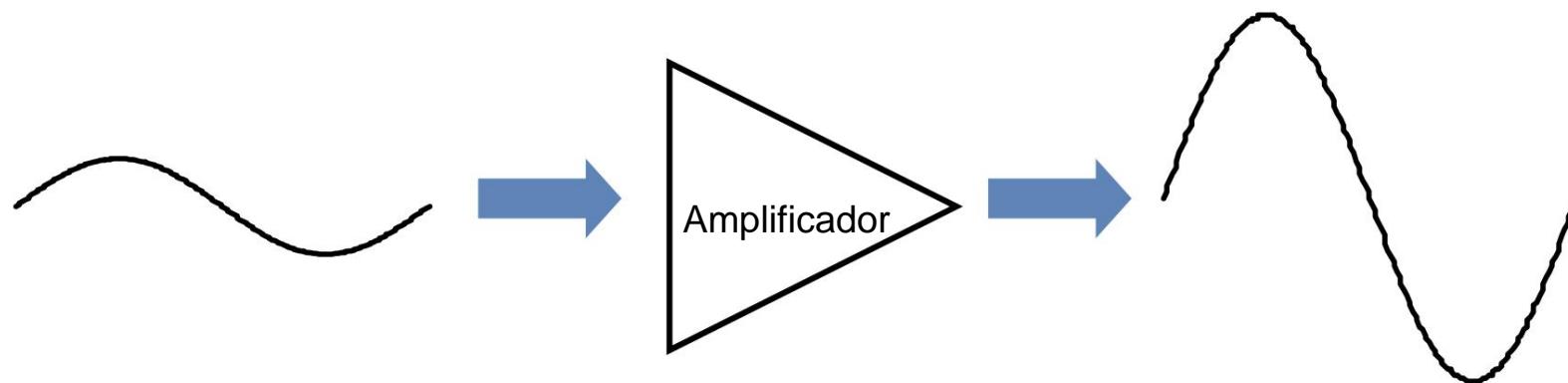
- Aislamiento
- Filtrado



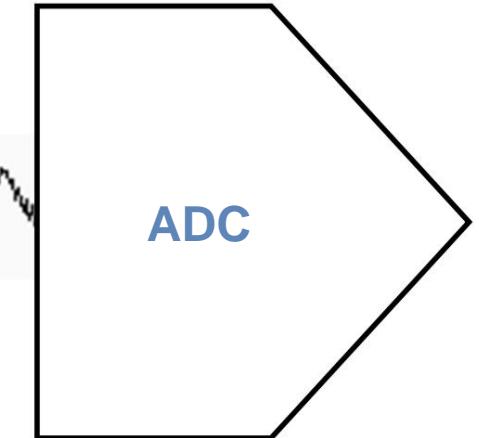
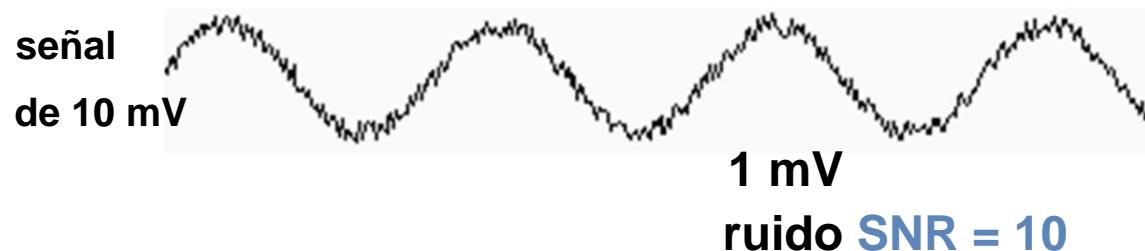
ni.com/entrenamiento

Amplificación

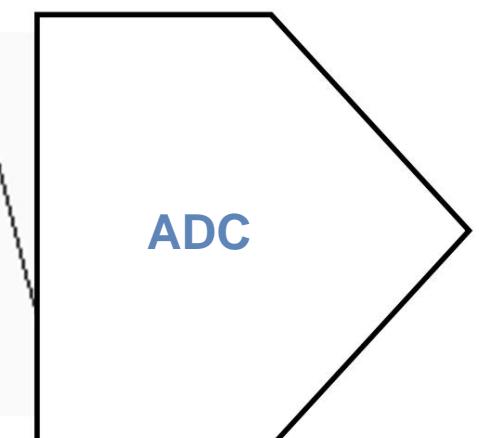
- Se usa en señales de bajo nivel • Maximiza el uso del rango del convertidor analógico a digital (ADC) y aumenta la precisión • Aumenta la relación señal-ruido (SNR)



Amplificación

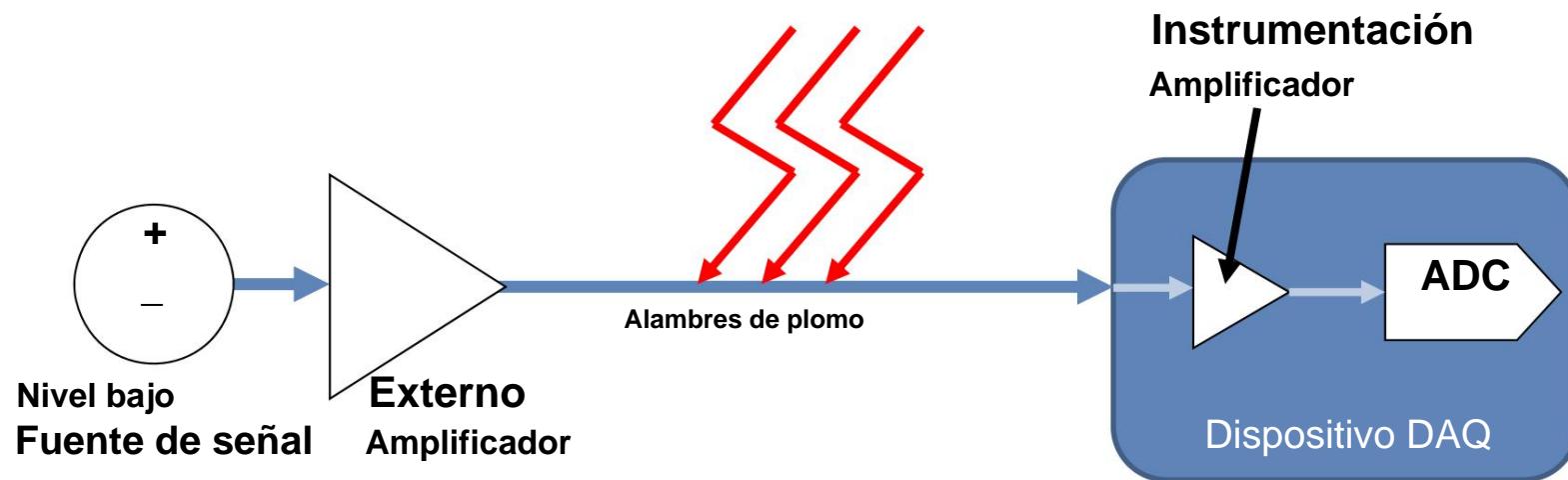


Aumente la relación señal-ruido (SNR) con amplificador



Amplificación

- Amplificar los voltajes de bajo nivel cerca de la fuente de la señal para reducir los efectos del ruido
- Configure el mínimo y el máximo en la programación de DAQmx para que el dispositivo DAQ seleccione automáticamente la amplificación adecuada para utilizar mejor la resolución del dispositivo DAQ

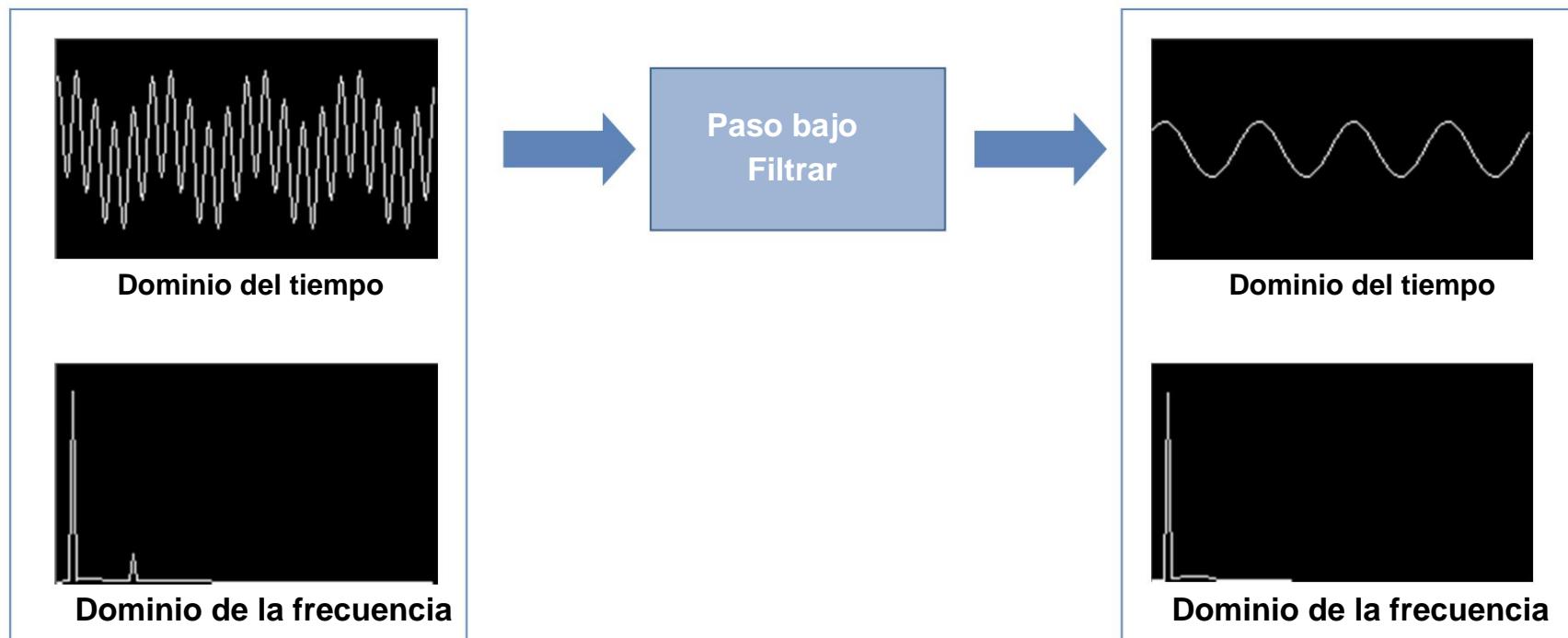


Atenuación

- Disminuye la amplitud de la señal de entrada para ajustarse al rango del dispositivo DAQ
- Necesario cuando los voltajes de la señal de entrada están más allá del rango del dispositivo DAQ



Filtración



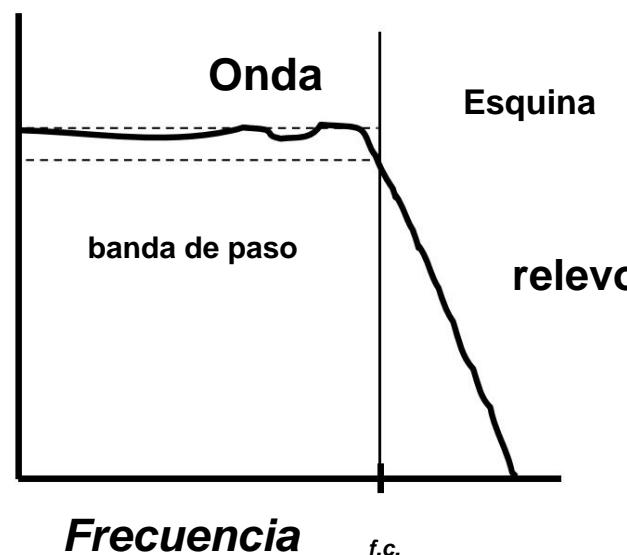
Elimina el ruido

Bloquea frecuencias no deseadas

Filtración



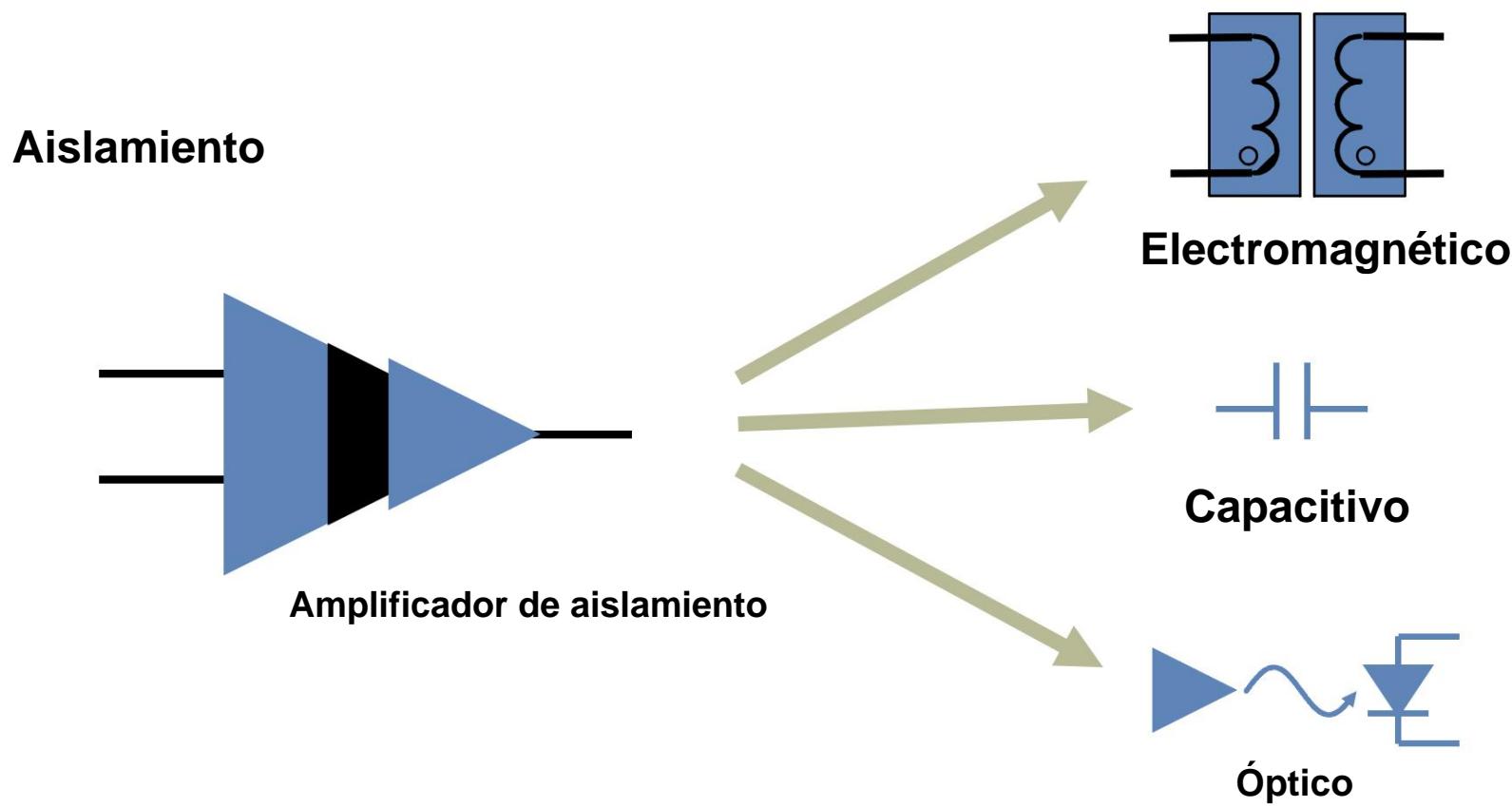
Diagrama de Bode



- Banda de paso: frecuencias que el filtro deja pasar
- Rizo: el efecto del filtro en la amplitud de la señal
- Esquina: frecuencia en la que el filtro comienza a bloquear la señal
- Reducción: con qué precisión el filtro corta las frecuencias no deseadas

Filtrado – Ejemplos

- Eliminar/rechazar el ruido no deseado dentro de cierta frecuencia rango
 - ÿ Ruido de 50/60 Hz rechazado por filtro de paso bajo de 4 Hz
 - ÿ Algunos dispositivos DAQ tienen filtros programables incorporados
- Evite el ruido causado por el aliasing de frecuencias más altas
 - ÿ Implemente un filtro anti-aliasing con un filtro de paso bajo para eliminar los componentes de frecuencia superiores a la mitad de la frecuencia de muestreo (Teorema de Nyquist)



Pasa la señal desde su fuente al dispositivo de medición sin una conexión física • Bloquea las señales altas de modo común • Rompe los bucles de tierra • Protege su instrumentación

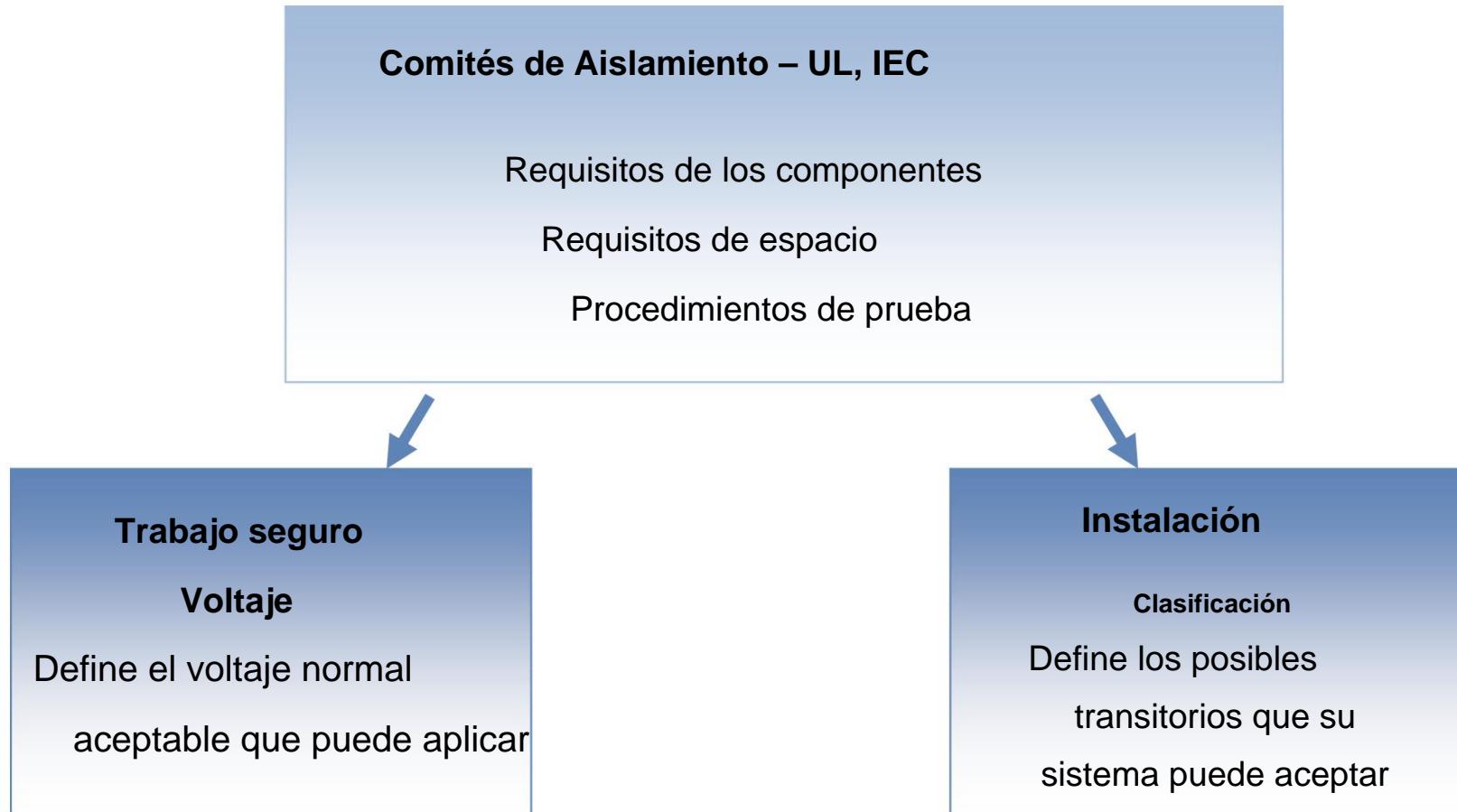
Aislamiento – Tensión de referencia/modo común

- Señales flotantes: referencia a su instrumentación •
- Voltaje de modo común: puede dañar su amplificador •
- Bucles de tierra: causados por múltiples puntos de referencia

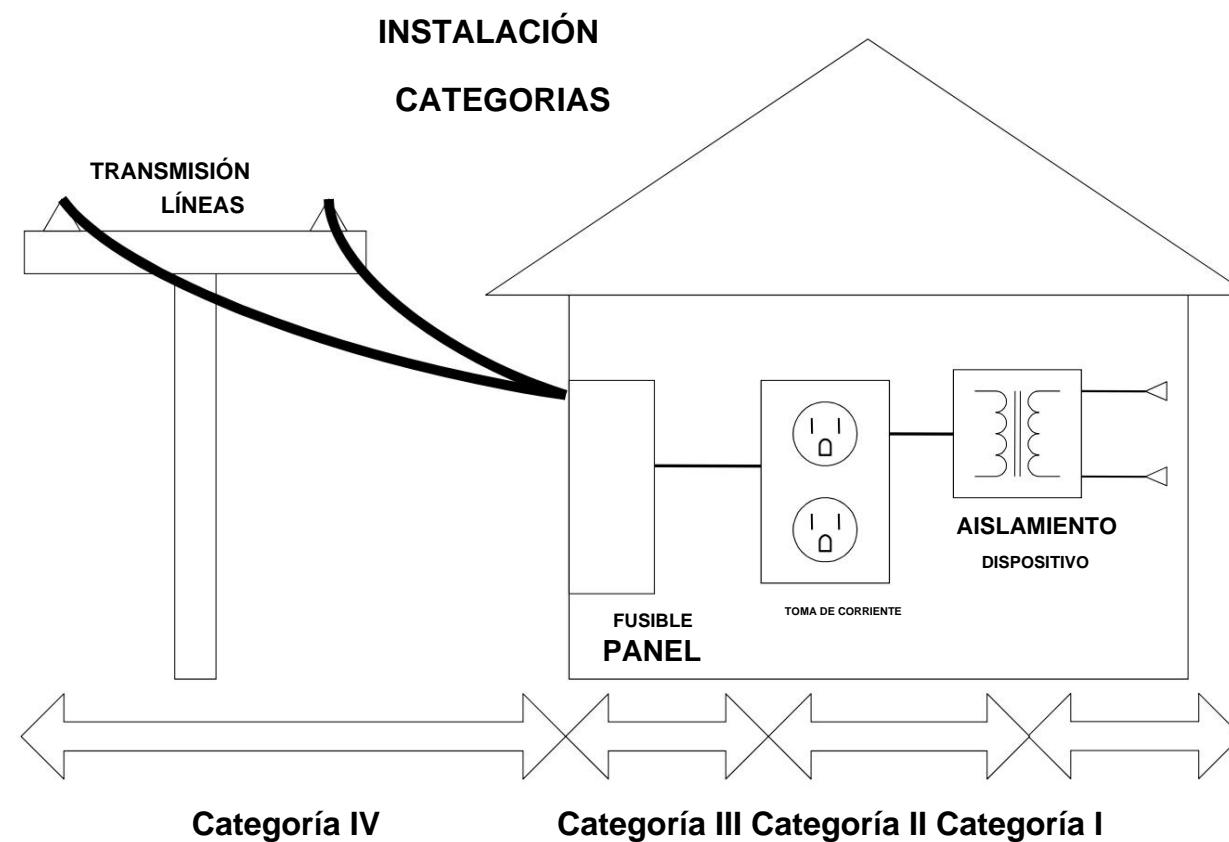


ni.com/entrenamiento

Especificaciones de aislamiento



Clasificaciones de instalación



Mediciones de sensor más comunes

- Temperatura •

Deformación, presión, carga y torsión

- ÿ Mediciones basadas en puentes • Sonido y vibraciones

ÿ Mediciones estrechamente relacionadas



ni.com/entrenamiento

Mediciones del sensor de temperatura

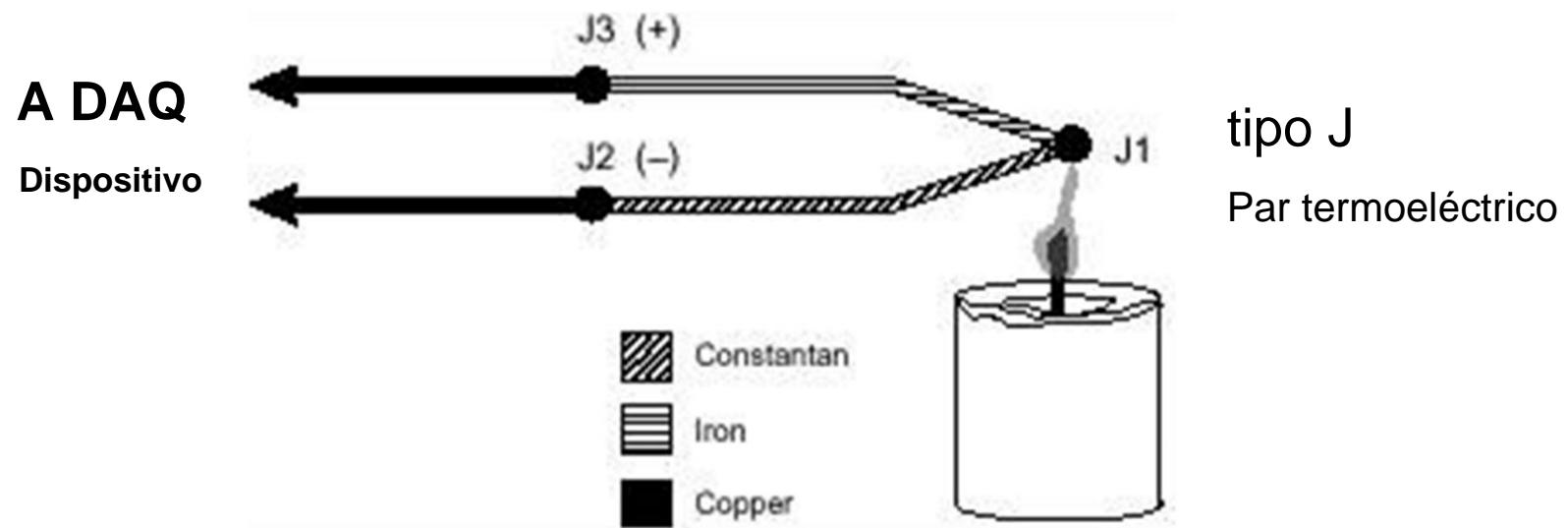
Sensores de temperatura

- Termopar • Detectores de temperatura de resistencia (RTD) • Termistor (resistencias térmicamente sensibles)



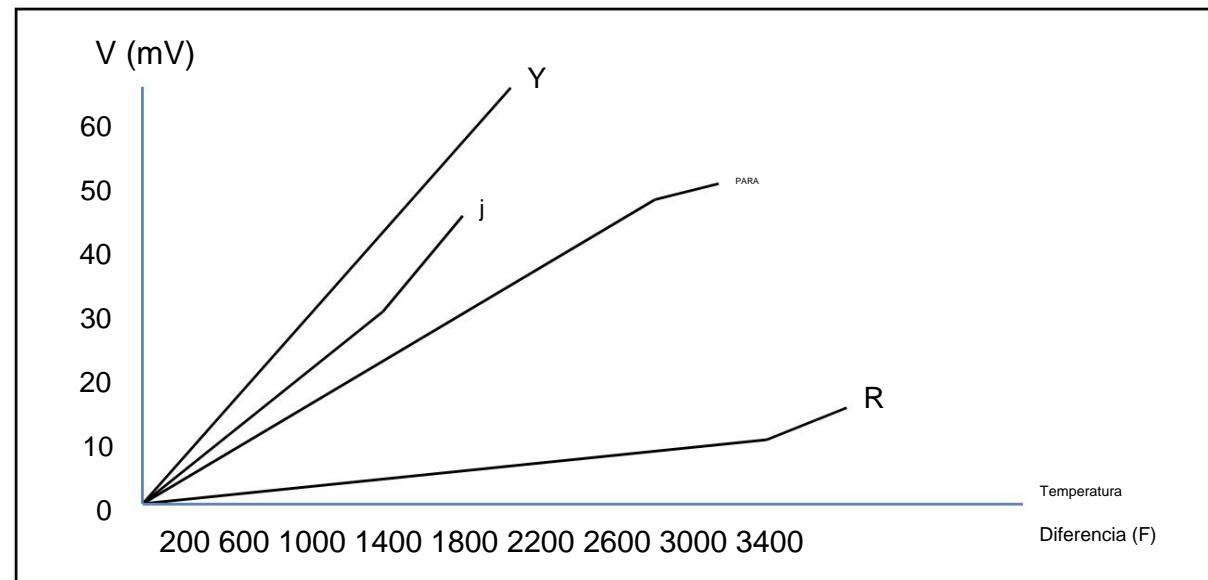
ni.com/entrenamiento

Construcción de termopar



- 2 alambres de *diferentes metales* trenzados y unidos entre sí
 - J1: unión “caliente”, THJ
 - J2 y J3: empalmes “fríos”, TCJ

Salida de termopar



- La señal de voltaje de un termopar es proporcional a la temperatura en la unión caliente
- La relación entre voltaje y temperatura no es lineal en grandes rangos de temperatura

Códigos de color de termopar

Escribe	Material		Codigo de color		Rango general de la chaqueta (°C)			
Par termoeléctrico Calificación	Positivo Cable	Negativo Cable	Positivo Cable	Negativo Cable	Extensión	En general Chaqueta	mínimo	máximo
j	Pianchar	Constantán	blanco	rojo	Negro	marrón	0	750
para	cromo	alumel	Amarillo	rojo	Amarillo	Marrón -200 1250		
T	Cobre	Constantán	Azul	rojo	Azul	Marrón -200 350		
Y	cromo	Constantán	Púrpura	rojo	Púrpura	Marrón -200 900		

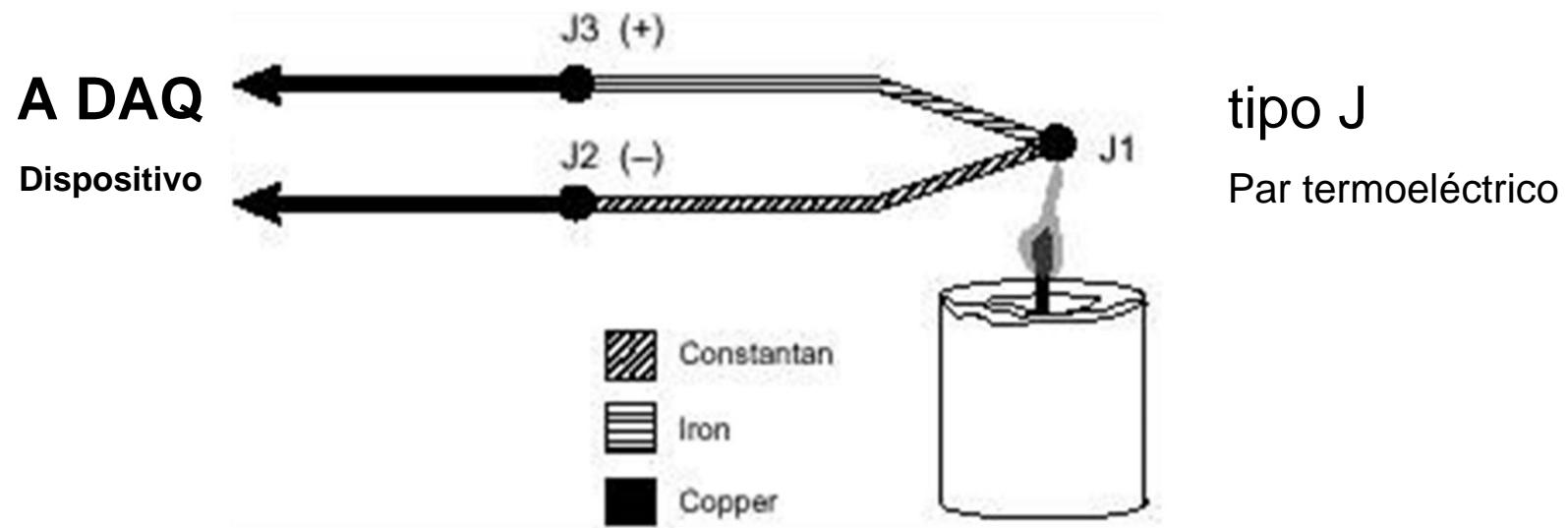
Nota: A diferencia de la mayoría de los cables, el cable rojo de los termopares es negativo.



ni.com/entrenamiento

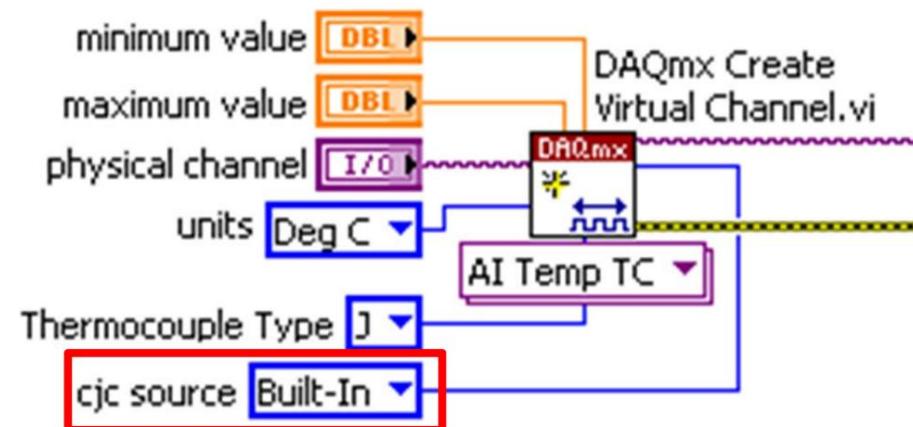
Operación de termopar

- Debido al “Efecto Seebeck”, metales diferentes en contacto producen un voltaje (mV) proporcional a la diferencia de temperatura entre las uniones caliente (J1) y fría (J2, J3)



Acondicionamiento de señal de compensación de unión fría

- El acondicionamiento de señales CJC considera y corrige el voltaje agregado en las uniones frías
- Algunos dispositivos NI DAQ usan un sensor de lectura directa en la unión de referencia
 - ÿ El sensor de lectura directa mide la temperatura de la unión de referencia
 - ÿ El software agrega el valor de voltaje apropiado al voltaje medido para cancelar el voltaje de unión fría



ni.com/entrenamiento

Acondicionamiento de señal adicional para termopares

- Filtrado

- ÿ Los termopares emiten señales de bajo voltaje (mV), lo que los hace susceptibles al ruido

- ÿ Utilice un filtro de paso bajo para eliminar el ruido de la línea de alimentación de 60 Hz, etc.

- Amplificación

- ÿ Mejore el rendimiento del ruido al amplificar las señales de bajo voltaje cerca de la fuente de la señal

- Aislamiento

- ÿ Termopares comúnmente montados/soldados directamente a un material conductor (es decir, acero, agua) que los hace susceptibles al ruido de modo común y bucles de tierra



ni.com/entrenamiento

Ejercicio 7-1: Medición de termopar

Para leer la temperatura de un termopar con el NI 9219.

META

Ejercicio 7-1: Medición de termopar

- ¿Cómo compensan el VI y el NI 9219 los voltajes agregados en las uniones frías?

DISCUSIÓN

Sensores de temperatura activos y pasivos

Los termopares son sensores de temperatura pasivos.

- No requiere excitación

Los RTD y los termistores son sensores de temperatura activos

- Requieren excitación de corriente o voltaje

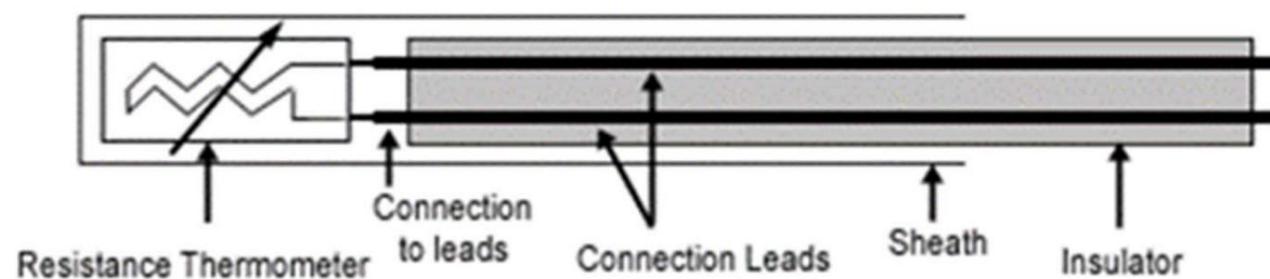
Excitación : un sensor que requiere
excitación debe recibir voltaje o corriente de
una fuente externa



ni.com/entrenamiento

Detectores de temperatura de resistencia (RTD)

- Operar según el principio de los cambios en la resistencia eléctrica de los metales puros
- Caracterizado por un cambio lineal positivo en la resistencia con la temperatura



Arquitectura física de un RTD

Termistores

Termistores (resistencias térmicamente sensibles)

- ÿ Similar a los RTD en que son resistencias eléctricas cuya resistencia cambia con la temperatura
- ÿ Fabricado con material semiconductor de óxido de metal encapsulado en una perla de vidrio o epoxi



ni.com/entrenamiento

Variedades de alambre

Los RTD y los termistores vienen en las siguientes variedades de cables •

Dos cables

- Tres hilos
- Cuatro hilos

Cada uno requiere un cableado diferente al dispositivo DAQ



ni.com/entrenamiento

Acondicionamiento de señal adicional para RTD y Termistores

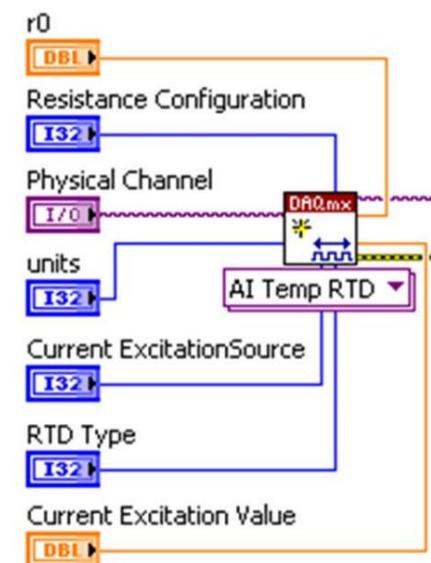
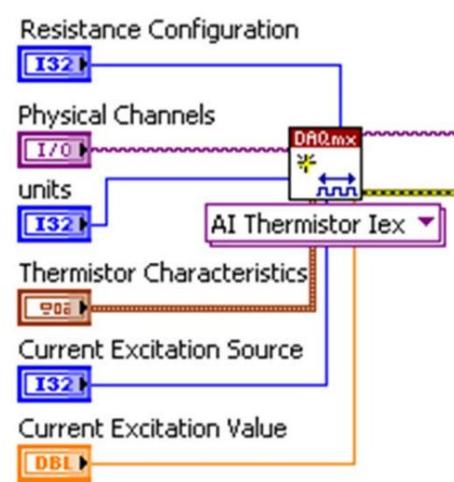
- Filtro de paso bajo
 - ÿ Ambos sensores emiten señales de bajo voltaje (mV)
 - ÿ Utilice un filtro de paso bajo para eliminar el ruido de la línea de alimentación de 60 Hz, etc.
- Amplificación
 - ÿ Mejore el rendimiento del ruido al amplificar las señales de bajo voltaje cerca de la fuente de la señal



ni.com/entrenamiento

Ejemplo de RTD y termistor

Use DAQmx Create Virtual Channel para configurar los parámetros de RTD y termistor

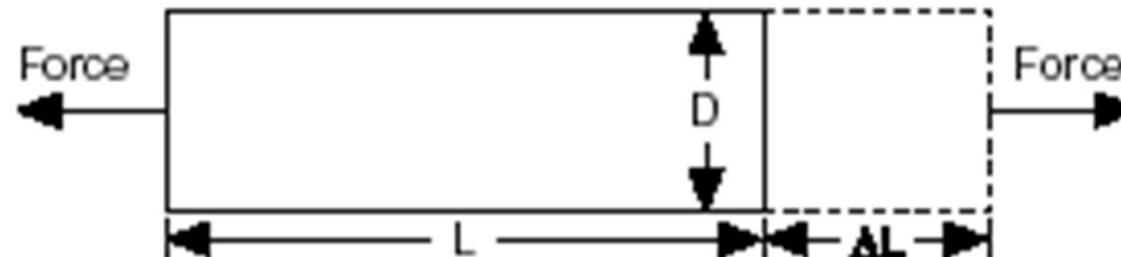


Comparación de sensores de temperatura

	Par termoeléctrico	IDT	termistor
Temperatura Rango	-267°C a 2316°C	-260°C a 850°C	-100°C a 500°C
Exactitud	Bien	Mejor	Bien
linealidad	Mejor	Mejor	Bien
Sensibilidad	Bien	Mejor	Mejor

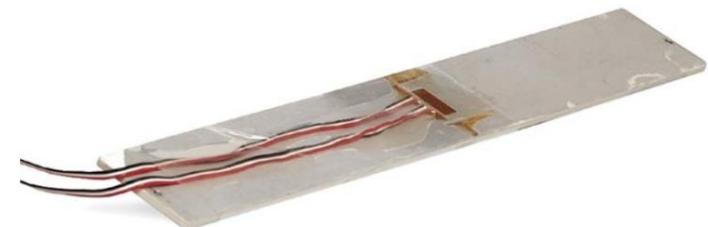
E. Mediciones de tensión, presión, carga y torsión

- La deformación es la cantidad de deformación de un cuerpo debido a una fuerza aplicada
- La deformación (ϵ) se define como el cambio fraccional de longitud como se muestra a continuación

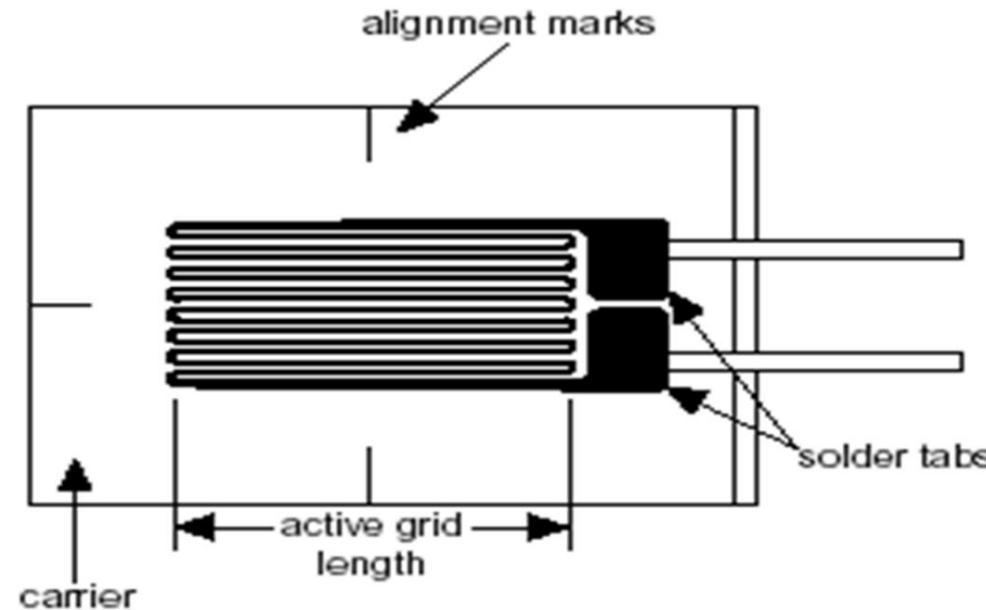


$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Construcción de galgas extensiométricas



- Los medidores de tensión miden la tensión • Un alambre delgado o una hoja de metal en un patrón en zigzag se sujeta a un "transportador"



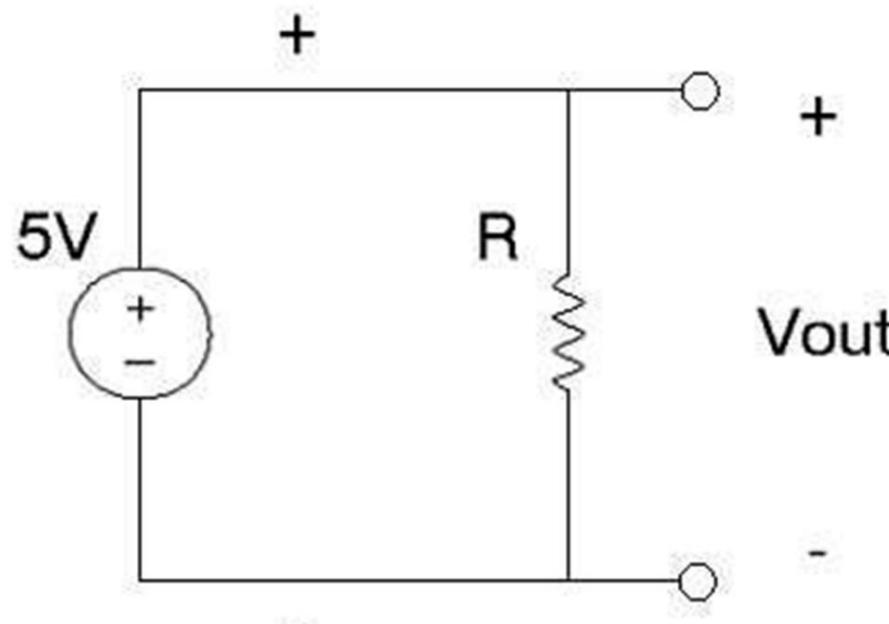
Deformación: factor de calibre

- El parámetro fundamental de la galga extensiométrica es su sensibilidad a tensión
- Expresado como el factor de calibre (GF) •

El factor de calibre se define como la relación entre el cambio fraccionario en la resistencia eléctrica y el cambio fraccionario en la longitud (deformación)

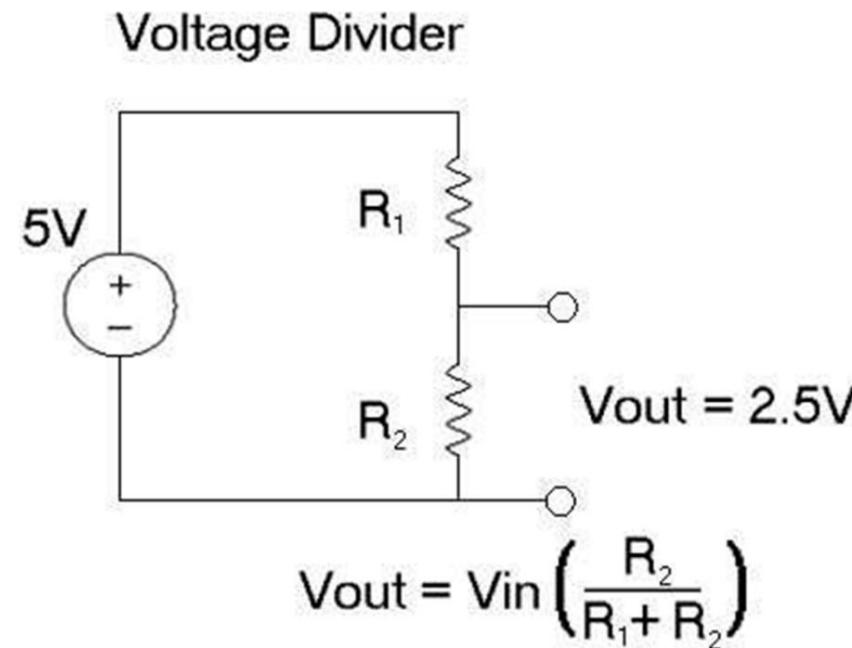
$$\text{novia} = \frac{\ddot{\text{y}} R / R}{\ddot{\text{y}} I / I} = \frac{\ddot{\text{y}} R / R}{\text{mi}}$$

Tensión: fundamentos del circuito



**La caída de
voltaje a través
de la resistencia
es igual al voltaje
generado (5V)**

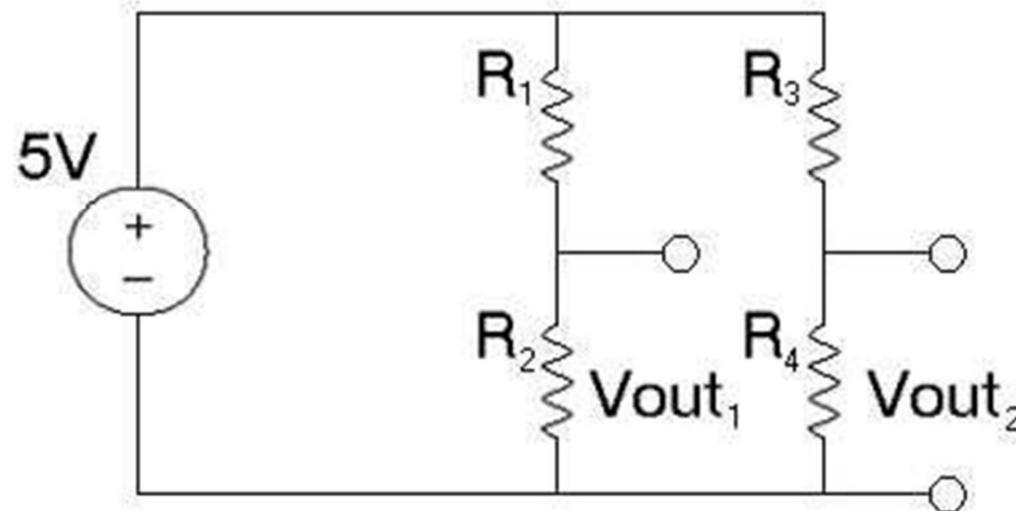
Tensión: fundamentos del circuito



Si $R_1 = R_2$, el voltaje se reduce por igual en las resistencias (2,5 V en cada una)

Tensión: fundamentos del circuito

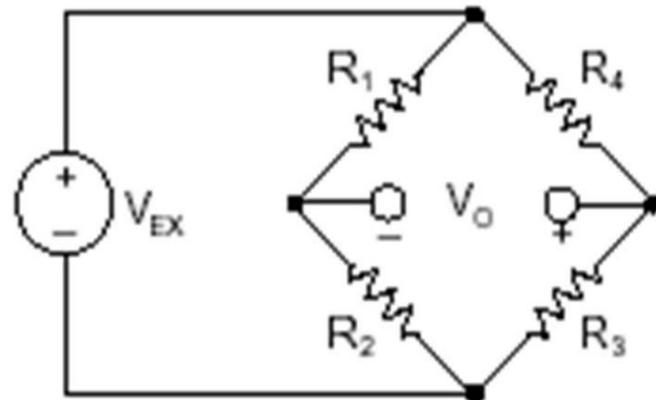
Voltage Dividers in Parallel



Si todas las resistencias son iguales, el voltaje se reduce por igual entre ellas (2,50 V en cada una)

Tensión: fundamentos del circuito

Puente de Wheatstone



$$V_O = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_4} V_{EX}$$

Si todas las resistencias son iguales, no se lee voltaje.

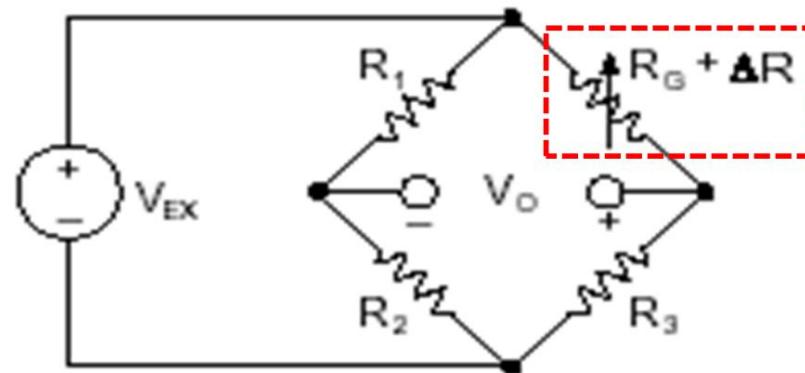
Si una o más resistencias cambian, se devuelve el voltaje.

El puente de Wheatstone mide pequeños cambios en la resistencia

Tensión: fundamentos del circuito

Si reemplaza una resistencia con una galga extensiométrica activa en el Puente de Wheatstone, cualquier cambio en la resistencia de la galga extensiométrica desequilibrará el puente

Galga extensiométrica de un cuarto de puente



$$\frac{V_o}{V_{EX}} = -\frac{GF \cdot \varepsilon}{4} \left(\frac{1}{1 + GF \cdot \frac{\varepsilon}{2}} \right)$$

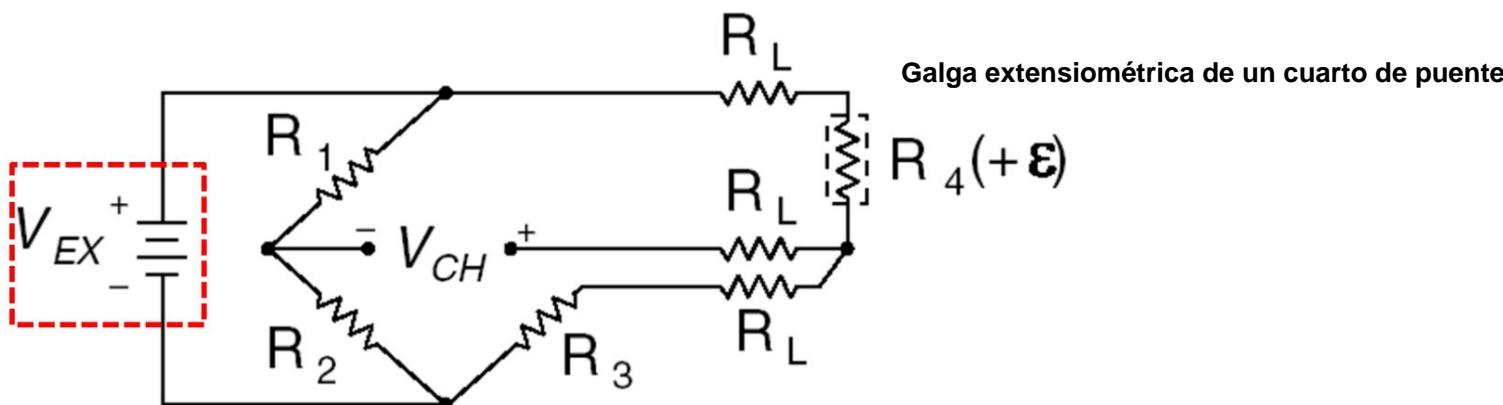
Acondicionamiento de señal requerido para galgas extensiométricas

- Excitación

↳ Las galgas extensiométricas requieren niveles de excitación de tensión de entre 2,5 V y 10 V

- Finalización del puente

↳ Debe completar Wheatstone Bridge en el dispositivo DAQ



Terminología de puentes

Puente Configuración	# de activos Elementos	# de activos elementos fuera bloque de terminales
Cuarto de puente	1	1
Medio puente	2	2
puente completo	4	4

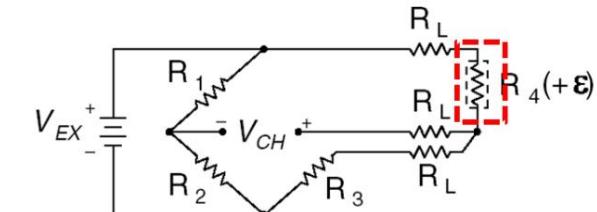
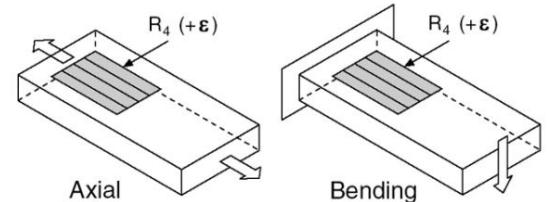
La alineación y el cableado de los elementos activos pueden mejorar o minimizar ciertas tensiones



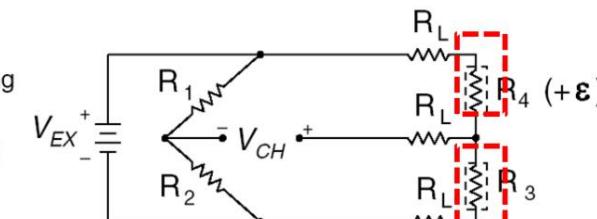
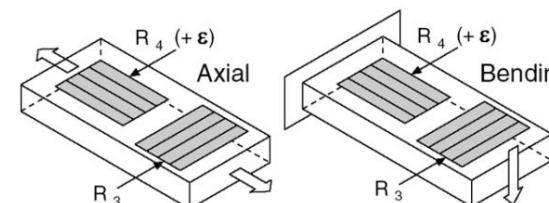
ni.com/entrenamiento

Finalización del puente

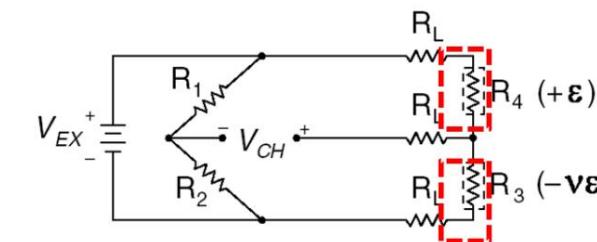
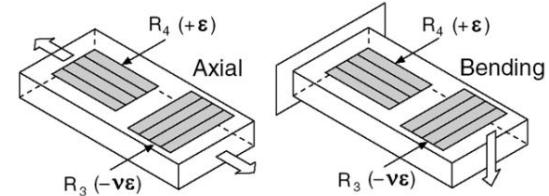
- Cuarto de Puente I



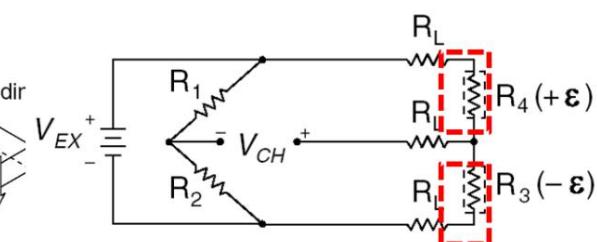
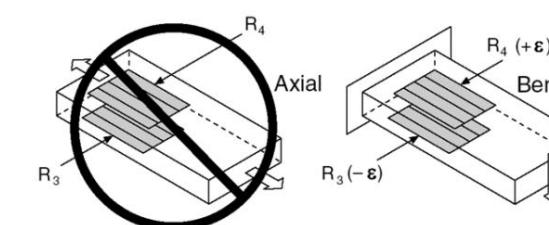
- Cuarto de Puente II



- Medio Puente I

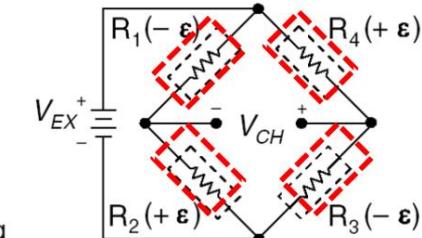
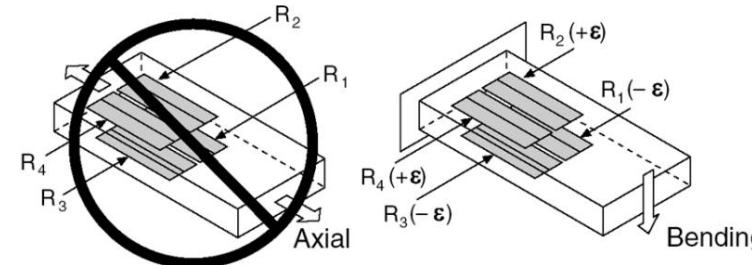


- Medio puente II

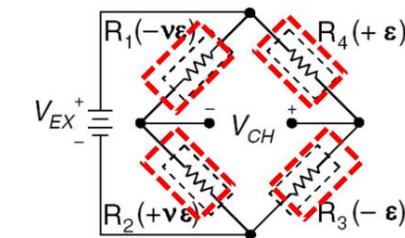
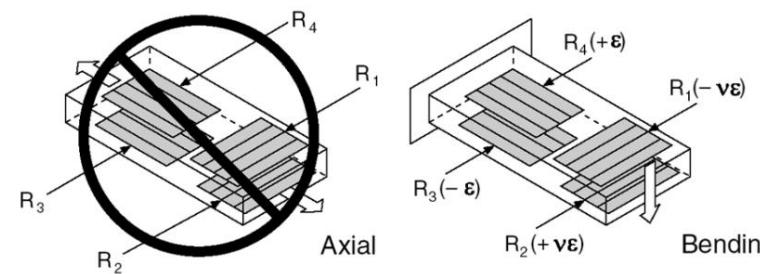


Finalización del puente (continuación)

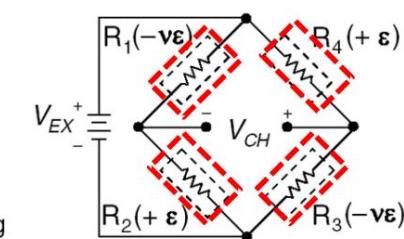
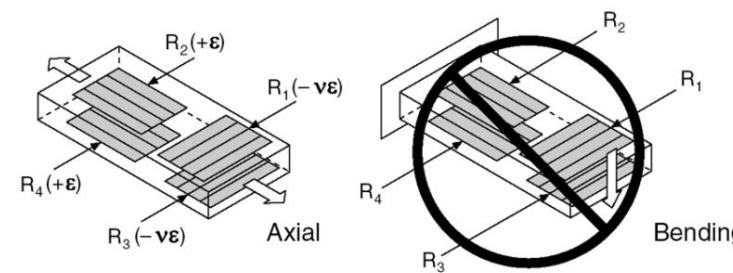
- Puente completo I



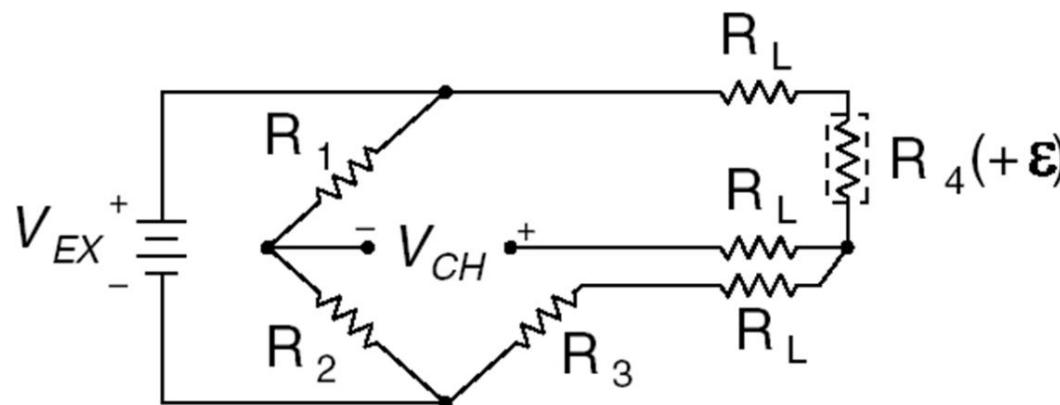
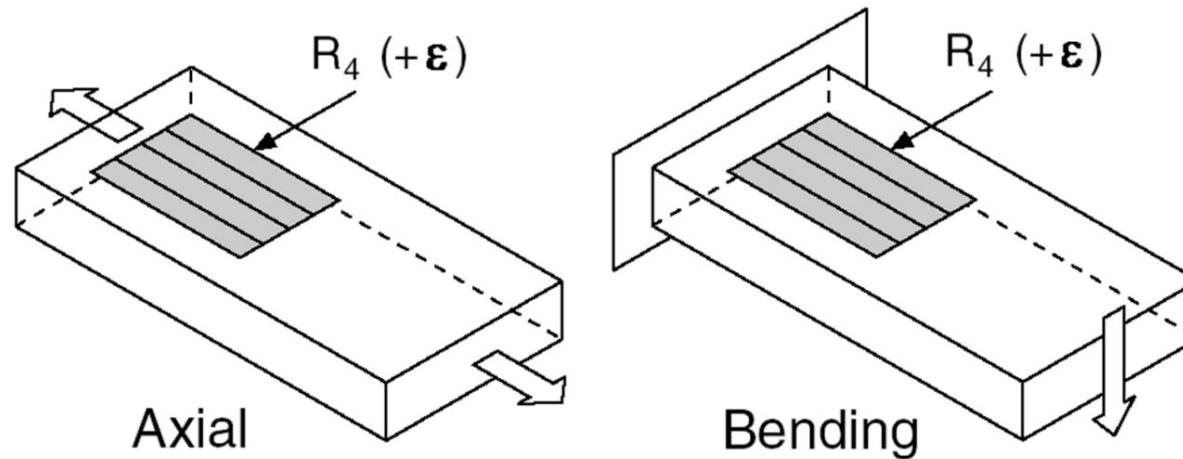
- Puente completo II



- Puente completo III

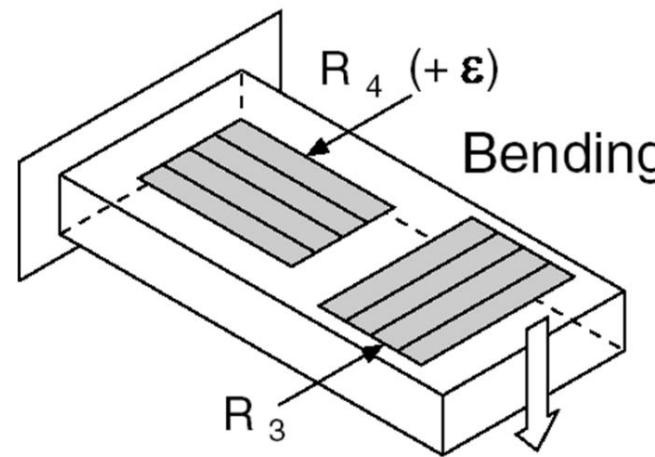
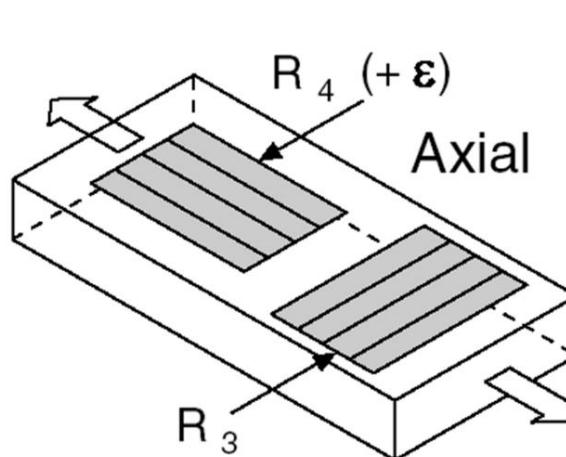


Cuarto de Puente I

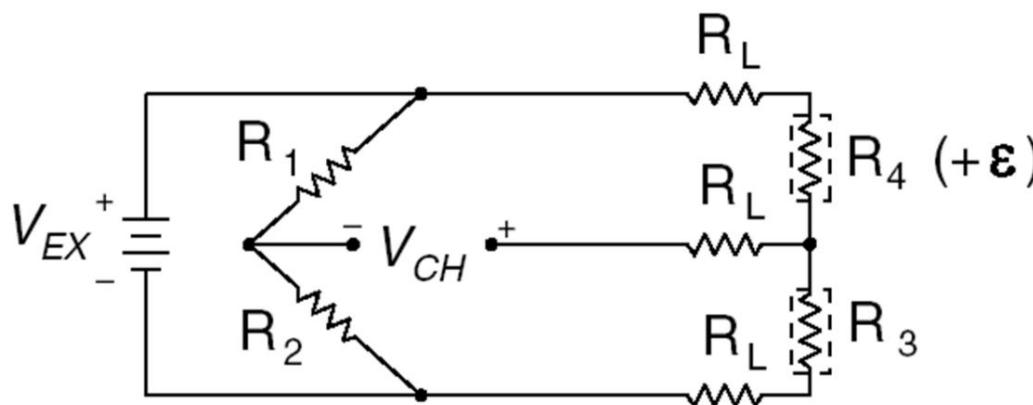


El único elemento activo
está montado en la dirección
principal de la tensión axial
o de flexión.

Cuarto de Puente II

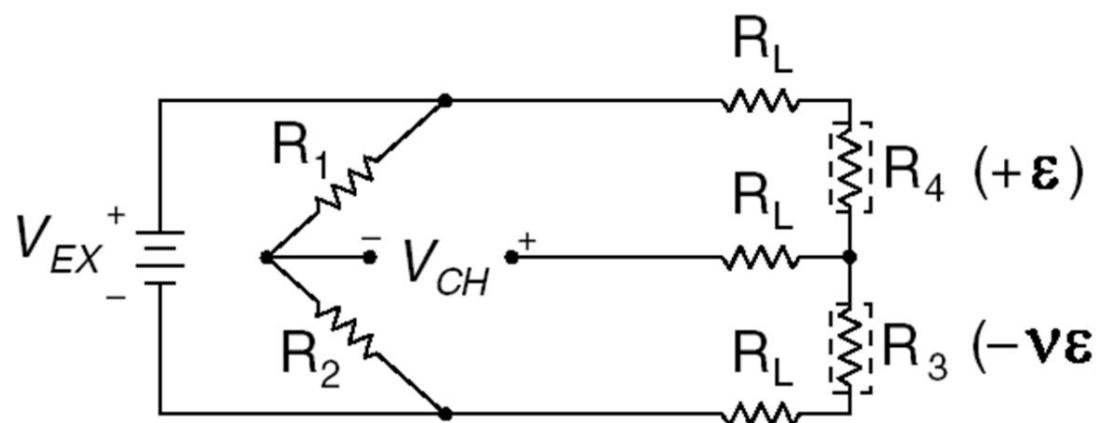
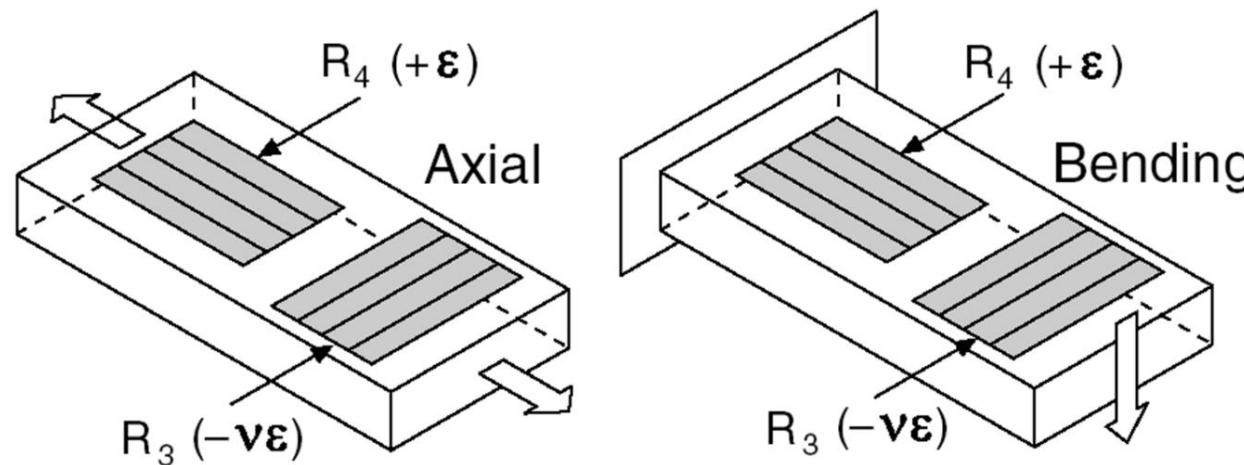


R_4 está montado
en la dirección de
la deformación axial –
medidas
tracción exterior (+ $\ddot{\gamma}$)

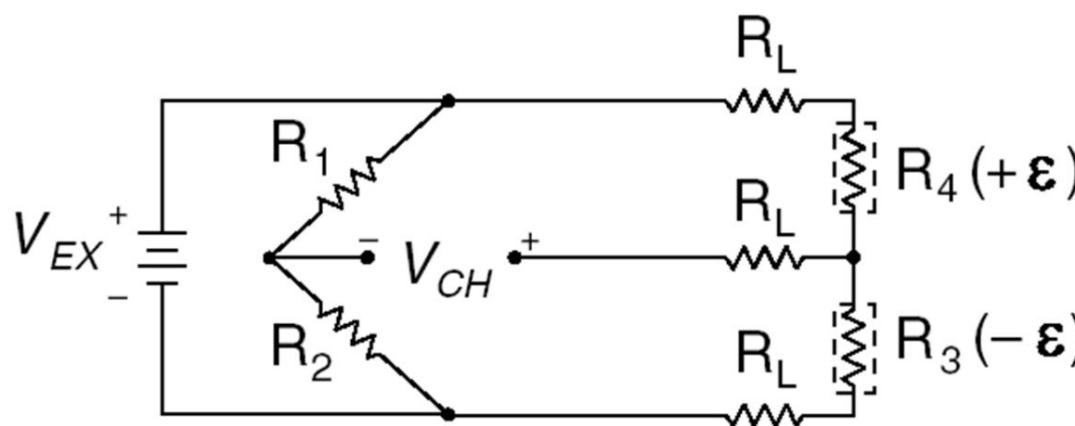
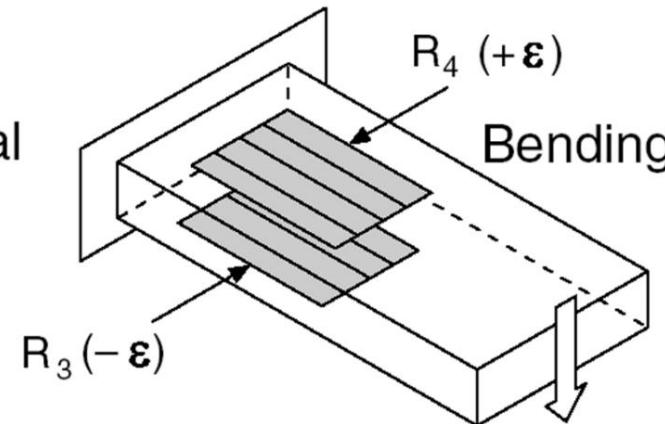
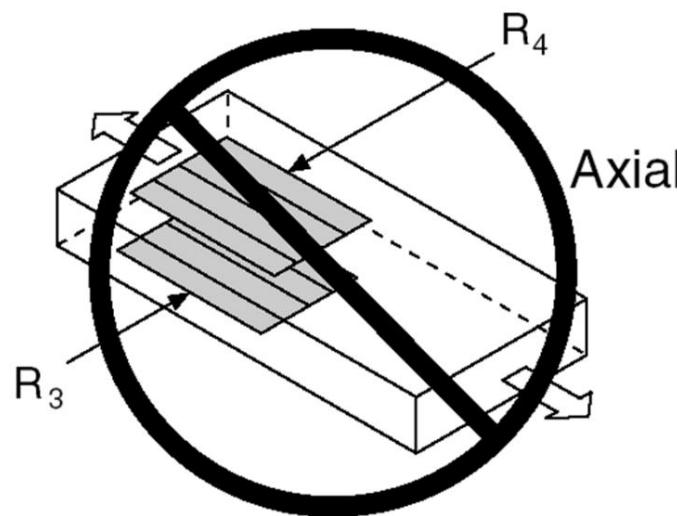


R_3 (maniquí) está montado
en estrecho contacto térmico
con el espécimen de
deformación, pero no unido a él –
compensa la
temperatura

Medio puente I



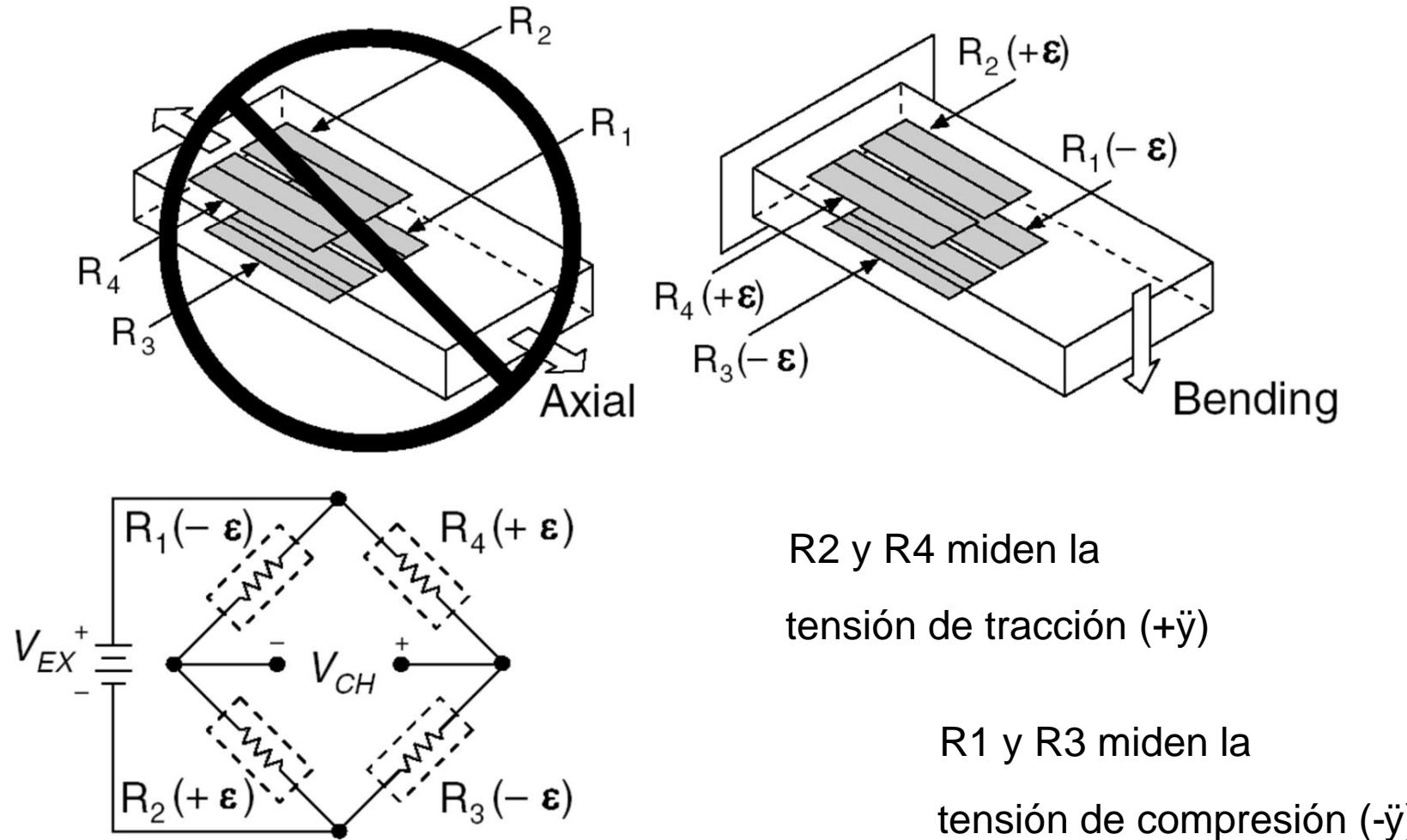
- R_4 está montado en la dirección de la deformación axial – mide la tensión de tracción ($+\ddot{\gamma}$)
- R_3 mide la compresión desde Efecto pez ($-\ddot{\gamma}\ddot{\gamma}$)

Medio puente II

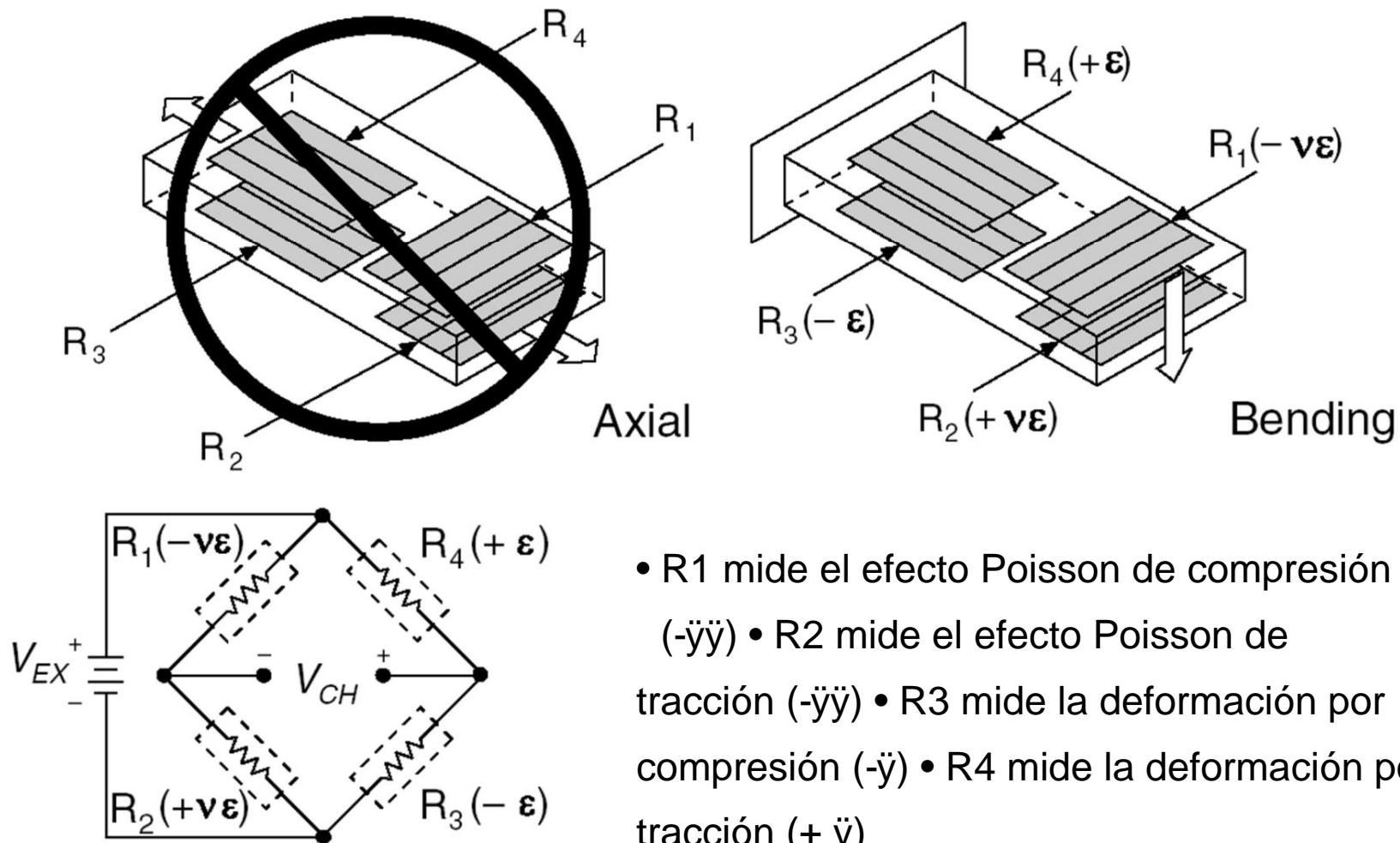
R_4 está montado en la parte superior: mide la tensión de tracción ($+\ddot{\gamma}$)

R_3 está montado en la parte inferior: mide la tensión de compresión ($-\ddot{\gamma}$)

Puente completo I

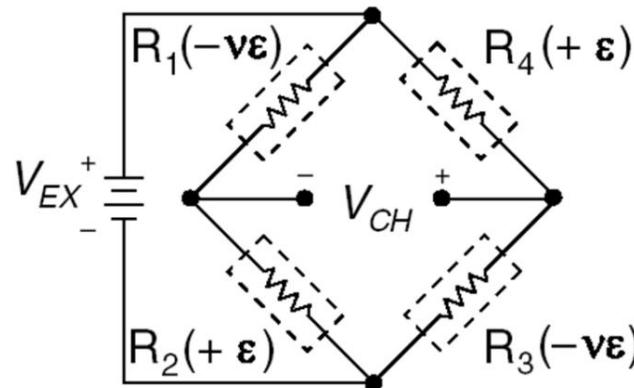
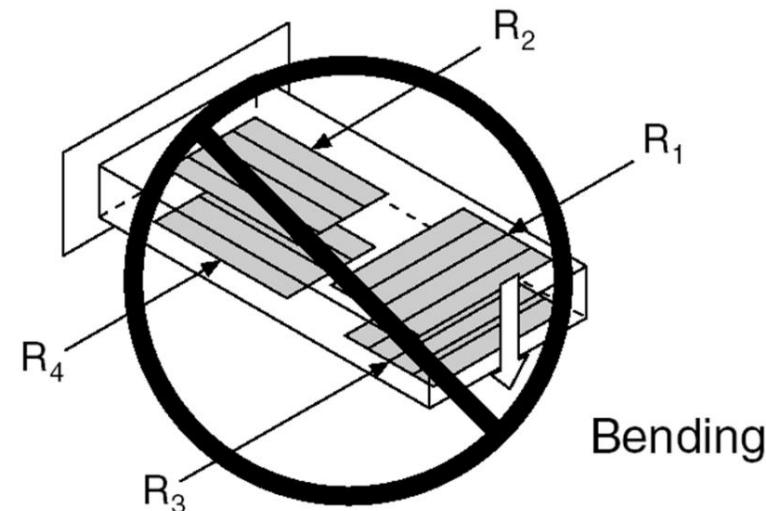
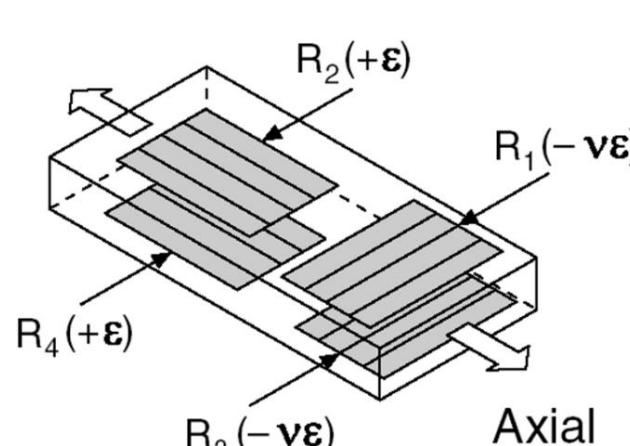


Puente completo II



- R₁ mide el efecto Poisson de compresión (-yy)
- R₂ mide el efecto Poisson de tracción (+yy)
- R₃ mide la deformación por compresión (-y)
- R₄ mide la deformación por tracción (+ y)

Puente completo III



- R₁ mide el efecto Poisson compresivo (-yy)
- R₂ mide la tensión de tracción (+ȳ)
- R₃ mide el efecto Poisson compresivo (-yȳ)
- R₄ mide la tensión de tracción (+ȳ)

Acondicionamiento de señal opcional para galgas extensiométricas

- Detección remota •

Anulación de compensación

- Calibración de derivación

- Amplificación •

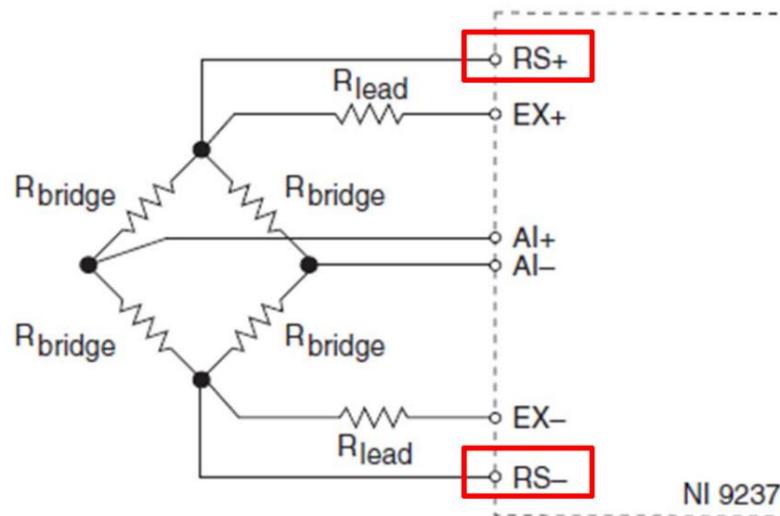
Filtrado



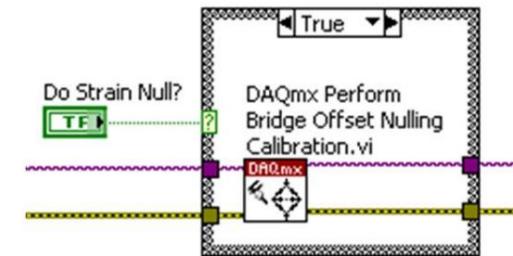
ni.com/entrenamiento

Sensores remotos

- Si el circuito de la galga extensométrica está lejos del acondicionador de señal y la fuente de excitación, podría introducir una fuente de error causada por una caída de voltaje de la resistencia en los cables de conexión.
- Utilice la detección remota para compensar este error



Anulación de compensación



Propósito •

Garantiza que se produzcan ~cero voltios en reposo (sin tensión)

Anulación de
compensación • Esencialmente una calibración
de compensación • Se puede realizar en HW o
SW • Compensa el desequilibrio inherente del puente • Se utilizan
potenciómetros gruesos y finos para realizar la anulación
en hardware

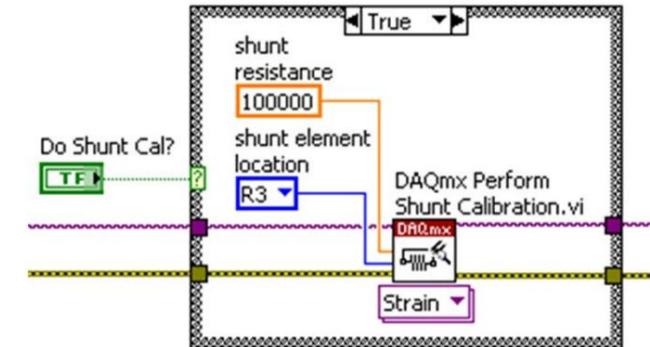
Calibración de derivación

Propósito •

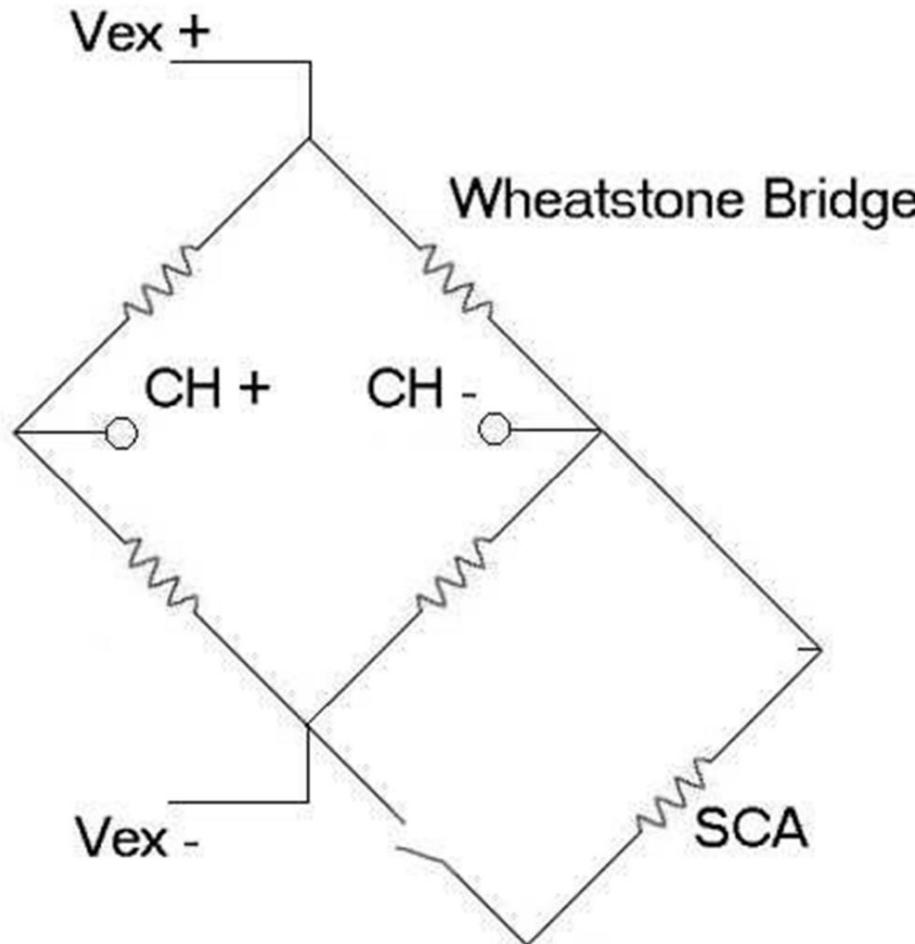
Verificar la salida de un sistema de medición de galgas extensiométricas en relación con alguna entrada mecánica predeterminada o tensión

Calibración de derivación

- Esencialmente, una calibración de ganancia. • Se introduce una resistencia conocida en el circuito y la tensión medida se compara con el valor esperado. • Se aplica un factor de corrección a todas las lecturas posteriores.



Círculo de calibración de derivación

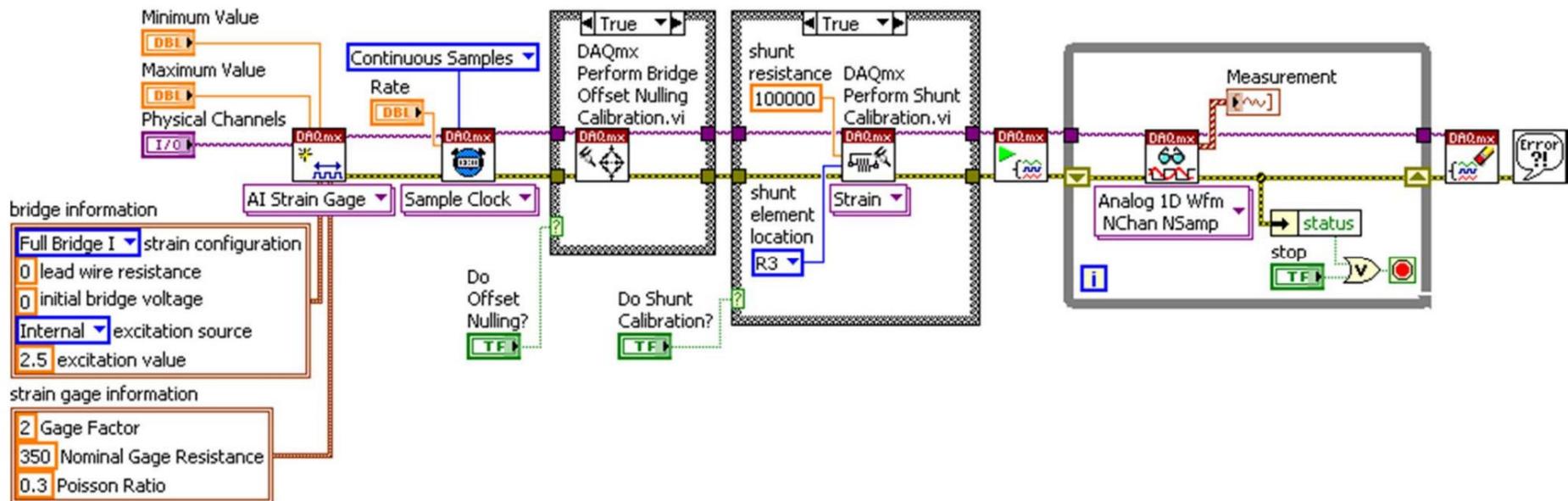


- La resistencia de derivación está en paralelo a una de las resistencias del puente
- El circuito de derivación se activa cuando el interruptor está cerrado (se realiza mediante programación)

Ejemplo de galga extensiométrica

- Configure la información del puente y la información de la galga extensiométrica.

Incluye opciones para la anulación de compensación y la calibración de derivación.



Carga, Presión, Torque



Las galgas extensiométricas también se utilizan en celdas de carga comunes, sensores de presión y sensores de par

- Célula de carga
 - ÿ Utiliza una serie de galgas extensiométricas para medir la deformación, en proporción a la fuerza, de un miembro estructural
- Sensor de presión
 - ÿ Utiliza galgas extensiométricas montadas en un diafragma para medir la deformación, en proporción a la presión, del diafragma
- Sensor de torque
 - ÿ Utiliza galgas extensiométricas fijadas a una barra de torsión para medir el esfuerzo cortante, en proporción al par, de la barra

Ejercicio 7-2: Medición de la deformación

Para adquirir datos de un medidor de tensión conectado al NI 9219 y aplicar la anulación de compensación para mediciones de tensión más precisas.

META

Ejercicio 7-2: Medición de la deformación

- ¿Cuáles son las posibles consecuencias de no realizar la compensación? anulando?

DISCUSIÓN

Mediciones de sonido y vibración

El sonido y la vibración están íntimamente relacionados.

- La vibración ocurre cuando una masa oscila mecánicamente alrededor de un punto de equilibrio
- El sonido consiste en ondas de presión generadas por la vibración estructuras Las ondas de presión también pueden inducir la vibración de las estructuras.

Ejemplos

- Turbina de energía eléctrica
- Superficie del ala del avión
- Instrumentos musicales



Mediciones de sonido y vibración

Amplia gama de aplicaciones, ejemplos comunes • Ensayos acústicos y de vibraciones

• Por ejemplo, ruido, vibración y aspereza •

Pruebas de audio

• Por ejemplo, medir el sonido de un altavoz de audio

• Monitoreo de máquinas,

• Por ejemplo, predicción de fallas en turbinas eléctricas



Mediciones de sonido y vibración

Sensor de sonido

- Los micrófonos miden el nivel de presión del sonido

Sensor de vibración

- Los acelerómetros miden la aceleración típicamente basados en la teoría piezoeléctrica

Los sensores de sonido y vibración miden oscilaciones • Teoría, medición y acondicionamiento de señal similares • Por lo general, tanto los micrófonos como los acelerómetros tienen un amplificador integrado para aumentar la señal antes de la adquisición



ni.com/entrenamiento

Acondicionamiento de señales de sonido y vibración

- Excitación (corriente) •

Acoplamiento de CA para eliminar la

compensación de CC • Configuración de ganancia flexible para

diferentes rangos de señal • Filtro de paso bajo para reducir el ruido y evitar el alias

Beneficios del hardware DAQ de sonido y vibración de NI •

Resolución de 24 bits para un rango dinámico mejorado • Cada

canal tiene su propio ADC para mediciones sincronizadas



ni.com/entrenamiento

Ejemplos de análisis de sonido y vibración

Sound and Vibration Measurement Suite contiene funciones y gráficos para análisis y visualización

- ÿ Calidad de sonido, análisis espectral, espectro de potencia de zoom y Respuesta frecuente
- ÿ Análisis de octava completa y fraccionaria conforme a ANSI e IEC
- ÿ Seguimiento y extracción de análisis de pedidos, incluido tacómetro Procesando
- ÿ Gráficas de cascada, cascada, eje central, órbita, bode y polar
- ÿ Compatibilidad con E/S de archivos en formato de archivo universal (UFF58)



ni.com/entrenamiento

Resumen—Cuestionario

1. Nombre 5 tipos de acondicionamiento de señales.



ni.com/entrenamiento

Resumen—Respuestas del cuestionario

1. Nombre 5 tipos de acondicionamiento de señales.

Compensación CJC

Finalización del puente

Anulación de compensación

Amplificación

Filtración

Aislamiento

...



ni.com/entrenamiento

Resumen—Cuestionario

2. La disposición de las galgas extensiométricas es intrascendente.

a)

Verdadero b) Falso



ni.com/entrenamiento

Resumen—Respuesta del cuestionario

2. La disposición de las galgas extensiométricas es intrascendente.

a)

Verdadero **b) Falso**



ni.com/entrenamiento

Resumen—Cuestionario

3. La anulación de compensación nunca es necesaria porque la mayoría

Las mediciones del puente de Wheatstone emiten exactamente 0 V cuando no se aplica tensión.

una verdad

b) Falso



ni.com/entrenamiento

Resumen—Respuesta del cuestionario

3. La anulación de compensación nunca es necesaria porque la mayoría

Las mediciones del puente de Wheatstone emiten exactamente 0 V cuando no se aplica tensión.

una verdad

b) Falso



ni.com/entrenamiento

Resumen—Cuestionario

4. ¿Cuál de los siguientes tipos de acondicionamiento de señales se puede aplicar a las mediciones de termopares? a) Compensación CJC b) Amplificación c) Excitación d) Filtrado e) Aislamiento



ni.com/entrenamiento

Resumen—Respuestas del cuestionario

4. ¿Cuál de los siguientes tipos de acondicionamiento de señales se puede aplicar a las mediciones de termopares? **a) Compensación CJC b) Amplificación c) Excitación d) Filtrado e) Aislamiento**