



# Manual de celdas de carga

Descripción técnica y guía de selección



**PCB LOAD & TORQUE**  
A PCB PIEZOTRONICS DIV.

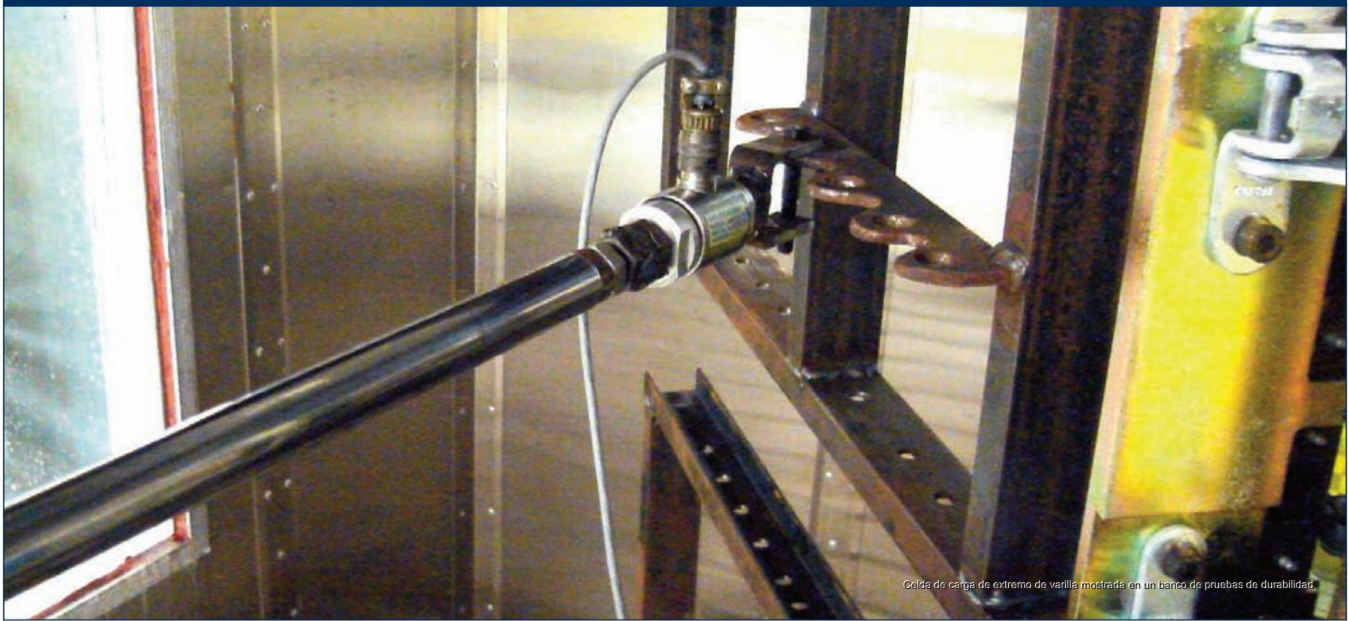


# Manual de celdas de carga

## Contenido

Introducción . ...	Guía de aplicación: Cómo elegir la celda de carga adecuada . . .10
Descripción general de la tecnología de celdas de carga . ...	Celdas de carga de extremo de varilla . ...
Fundamentos de galgas extensométricas . ...	Celdas de carga tipo S . ...
Puente de Wheatstone . ...	Celdas de carga tipo bote . ...
Definición del eje . ...	Celdas de carga de perfil bajo . ...
Salida / Sensibilidad . ...	Celdas de carga de doble puente . ...
Anatomía de la celda de carga . ...	Cuadro de selección de aplicaciones . ...
	Análisis de errores . ...
Red de cizallamiento . ...	Calibración de derivación de una celda de carga de galgas extensométricas . . . . .14
Clasificación de celdas de carga . ...	Glosario de términos . ...
Uso general . ...	
Solicitud especial . ...	





Celda de carga de extremo de varilla mostrada en un banco de pruebas de durabilidad.

## Introducción

Este manual está destinado a ser una guía para ingenieros de pruebas, gerentes de laboratorio y técnicos de pruebas que utilizan celdas de carga para pruebas y mediciones. aplicaciones para pruebas dinamométricas, pruebas hidráulicas y pruebas de suspensión y transmisión, por nombrar algunas.

Esta guía proporcionará una descripción general de la tecnología de galgas extensométricas y la anatomía de las celdas de carga, incluida una descripción de los diferentes tipos de carga. células y brindan instrucciones sobre cómo seleccionar la celda de carga adecuada para una aplicación.

## Aplicaciones típicas

- n Pruebas de materiales
- n Pruebas del ciclo de vida de los componentes
- n Pruebas estructurales
- n Aplicaciones de prensa
- n Pruebas completas de durabilidad del vehículo
- n Brazo de torsión
- n Pesaje
- n Control de calidad





## Descripción general de Célula de carga Tecnología



Una celda de carga es un dispositivo que convierte una fuerza o carga en una salida medible. Las celdas de carga pueden venir en múltiples estilos, incluidos hidráulicos, neumáticos, de galgas extensométricas, piezoeléctricas y de capacitancia, pero el alcance de este manual serán las celdas de carga de galgas extensométricas. Las celdas de carga de galgas extensométricas son las más comunes y se definen como un dispositivo que convierte una fuerza o carga en una señal eléctrica equivalente o digitalizada. valor de carga.

Las celdas de carga de galgas extensométricas están diseñadas para medir con precisión un peso estático o una carga cuasidinámica o fuerza. La fuerza aplicada se traduce en voltaje por el cambio de resistencia en las galgas extensométricas, que están íntimamente unidos a la estructura del transductor. La magnitud del cambio en la resistencia... se correlaciona con la deformación en la estructura del transductor y, por lo tanto, con la carga aplicada (ver Figura 1).

Las celdas de carga de uso general incluyen perfil bajo, tipo cartucho, extremo de varilla, tipo S, perfil bajo con clasificación de fatiga y Celdas de carga de doble puente. Se utilizan generalmente en la industria automotriz, aeroespacial, industrial y de procesos.

Aplicaciones de control.

Las celdas de carga de uso general son adecuadas para una amplia rango de medición rutinaria de fuerza estática. Aplicaciones, incluyendo pesaje y pruebas estructurales. y máquinas de ensayo de materiales. Versiones con clasificación de fatiga. Están diseñados para máquinas de prueba de fatiga y Aplicaciones donde hay cargas cíclicas elevadas. Se debe utilizar una celda de carga de alta calidad con clasificación de fatiga. compensado para minimizar los efectos de la temperatura y cambios de presión barométrica, así como aplicados Cargas extrañas. También debe ser resistente a la fatiga. fallo durante unos 100 millones de ciclos totalmente invertidos.

$$\text{Strain} = \frac{l}{L} = \frac{\text{deformation}}{\text{original size}}$$

### Fundamentos de las galgas extensométricas

Cuando se aplica una carga a un objeto, este se deformará en cierta medida. La cantidad de La deformación que experimenta el objeto se basa en el tamaño y el material del objeto, así como en el tamaño. de la carga aplicada. La relación entre la deformación del objeto y su tamaño original es conocida como tensión.

Las galgas extensométricas son resistencias que cambian su resistencia. proporcionales a la carga a medida que se deforman. consisten en un patrón de lámina resistiva montada sobre una material de soporte (ver Figura 2). Los extensómetros que son Adherido correctamente a un objeto se deformará a medida que el objeto cuando se aplica una carga. A medida que el calibre se estira, Su resistencia aumenta y, a medida que se comprime, su La resistencia disminuye. La cantidad de cambio en La resistencia indica la magnitud de la deformación.

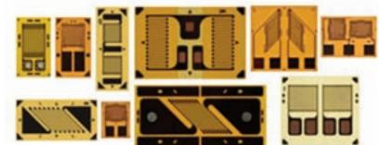


Figura 2: Galgas extensométricas



Puente de Wheatstone

Muchas celdas de carga utilizan medidores de tensión en un Wheatstone de cuatro brazos. Configuración de puente, que actúa como un sumador y restador. red eléctrica. El puente de Wheatstone permite compensación de los efectos de la temperatura, así como la cancelación de señales causadas por fuerzas externas. Estos circuitos constan de un Puente completo de cuatro brazos con al menos un extensómetro de precisión por brazo. Se requiere una excitación regulada de CC o CA rms de 5 a 20 voltios Alimentar el puente.

Una versión simplificada de una celda de carga de galgas extensométricas que utiliza el El puente de Wheatstone se muestra en la Figura 3. El puente de Wheatstone El puente se muestra en la Figura 4. Los medidores de tensión utilizados en el Todos los puentes de Wheatstone tienen el mismo valor de resistencia, lo que crea un puente equilibrado cuando no se aplica carga. Cuando se aplica una carga Cuando se aplica a la celda de carga, las galgas extensométricas se deforman, lo que cambia su resistencia, creando un puente desequilibrado, provocando una Voltaje de salida que es proporcional a la carga aplicada.

La carga aplicada a la celda de carga en la Figura 3 provoca la tensión calibres (T1 y T2) para estirar y los calibres de compresión (C1 y C2) para comprimir. Se enviará entonces un voltaje de salida a través del cables conductores de señal (+S y -S) a un acondicionador de señal para transformar la tensión de salida en un valor de fuerza (Lb, N, kg, etc.).

Factores como la temperatura, la longitud del cable utilizado para completar El circuito y la ubicación del medidor tienen un efecto en la resistencia. en el puente, creando un error en los valores medidos. En células de carga de precisión, estos efectos se compensan añadiendo resistencia al puente.

Muchas celdas de carga siguen un código de cableado establecido por la Autoridad Occidental. Comité Regional de Galgas Extensiométricas revisado en mayo de 1960. El El código se ilustra en la Tabla 1.

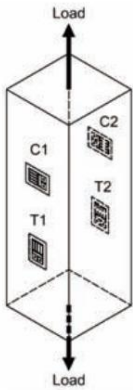


Figura 3: Modelo de celda de carga de galgas extensométricas

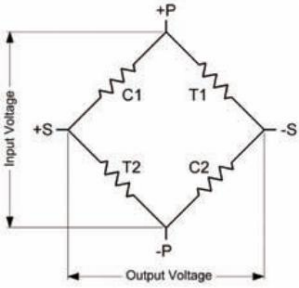


Figura 4: Puente de Wheatstone

Alfiler	Descripción	Color del cable
A	+ Excitación (+P)	Rojo
B	+ Señal (+S)	Verde
do	- Señal (-S)	Blanco
D	- Excitación (-P)	Negro

Tabla 1: Código de cableado regional occidental





## Descripción general de

## Célula de carga

## Tecnología

### Salida y sensibilidad

La salida de una celda de carga de galgas extensométricas se expresa en términos de mV/V. Por lo tanto, la salida de una celda de carga se denomina radiométrico, donde la salida es directamente proporcional a la entrada. Por ejemplo, una celda.

Una celda con una salida de 2 mV/V con una excitación de 10 voltios aplicada da como resultado una salida bruta de 20 mV en la capacidad definida de la celda de carga dada. La mayoría de los fabricantes especifican salidas de celda de carga entre 1.0 y 5.0 mV/V, que depende del factor de calibre y de la tensión de operación (psi) de la estructura de la celda de carga, Aunque lo más común es 2 mV/V.

La calidad de la señal de la celda de carga resultante depende de varios factores, entre ellos:

1. Una excitación bien regulada (normalmente 10 voltios)
2. Cable de calidad con dos pares trenzados blindados y un drenaje.
3. Amplificador de grado de instrumentación

En la mayoría de los casos se requiere un acondicionador de señal de galga extensométrica para proporcionar la excitación de regulación y Acondicionar/amplificar la señal a un valor utilizable de +/- 5 o +/- 10 voltios. Existe una amplia gama de configuraciones. Disponible incluidos modelos con pantalla escalable incorporada.

La sensibilidad en términos de mV/unidades de ingeniería (como libras o Newtons) no es utilizada por la celda de carga. fabricantes debido a la naturaleza radiométrica de las celdas de carga de galgas extensométricas. Sin embargo, a menudo es útil para... El usuario final puede expresar la salida de una celda de carga en términos de sensibilidad. Esto se puede calcular fácilmente con base en sobre la salida y la capacidad de la celda de carga.

A continuación se muestran algunos ejemplos:

1. Una celda de carga con capacidad de 1000 libras con una salida de 2 mV/V y una excitación de 10 voltios:  
(2 mV/V x 10)/1.000) o 0,02 mV/lb.
2. Una celda de carga con capacidad de 1000 libras utilizada con un acondicionador de señal escalado para 10 voltios  
(10 000 mV) salida a 1000 libras: (10 000 mV/1000) o 10 mV/libra

El valor de un acondicionador de señal de galgas extensométricas se vuelve muy claro cuando se considera la diferencia entre una sensibilidad de 0,02 mV/libra o 10 mV/libra. Con un acondicionador de señal, puede seleccionar

La mayor sensibilidad. Por lo tanto, la mayoría de los fabricantes de celdas de carga ofrecen una gama completa de señales. acondicionadores para obtener los mejores resultados de medición.

### Definición de eje

La mayoría de las celdas de carga cumplen con los estándares Axis y Sense.

Definiciones de la nomenclatura NAS-938 (Estándar Aeroespacial Nacional  
- Eje y Movimiento de Máquinas)

Recomendaciones del Extensómetro Regional Occidental  
comité. Estos ejes se definen en términos de un "Derecho  
Sistema de coordenadas ortogonales "handed". Un signo (+)  
Indica fuerza en una dirección que produce un (+)  
voltaje de señal y generalmente define una fuerza de tracción.

El eje principal de rotación o eje de simetría radial  
de una celda de carga es el eje z, como se define en la Figura 5.

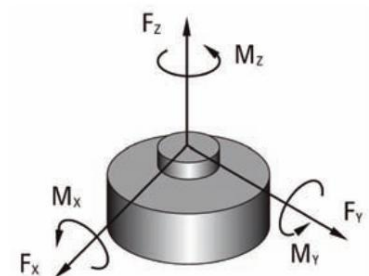


Figura 5: "Diestro"  
Sistema de coordenadas ortogonales



#### Anatomía de la celda de carga.

El componente mecánico más crítico en cualquier sensor basado en galgas extensométricas es el "elemento de resorte". En términos generales, el elemento de resorte actúa como reacción a la fuerza, carga o peso aplicado, dirigiéndolo en una trayectoria de deformación uniforme y calculada para una medición precisa mediante la galga extensométrica adherida. Tres diseños estructurales comunes en la industria son la flexión de vigas, la columna y el esfuerzo cortante.

#### Los elementos de resorte

del sensor **de viga de flexión** que emplean este diseño estructural son los más comunes. Esto se debe a que la viga de flexión suele ser un elemento estructural de alta deformación y baja fuerza que ofrece dos superficies iguales y opuestas para la colocación de la galga extensométrica. Este diseño se utiliza generalmente en celdas de carga de menor capacidad (véase la Figura 6).

#### Columna. La

celda de carga de tipo columna es el tipo más antiguo de transductor de galgas extensométricas (véase la Figura 7). Aunque su diseño es simple, el elemento de resorte de columna requiere diversas consideraciones de diseño y aplicación. La columna debe ser lo suficientemente larga con respecto a su sección transversal para que se aplique una trayectoria de deformación uniforme a la galga extensométrica. Al utilizar este tipo de sensor, el usuario final debe tener cuidado con los efectos de segundo orden, ya que la celda de carga de columna es susceptible a los efectos de la carga fuera del eje. Al utilizar estas celdas de carga en aplicaciones donde se necesita minimizar la sensibilidad a la carga lateral, es recomendable encontrar un modelo con un diseño esférico interno que permita un mayor grado de carga fuera del eje.

#### Las celdas de carga

de alma **cortante** suelen ser vigas en voladizo. Este diseño minimiza la deflexión de la carga. En estas condiciones, la deformación superficial en la parte superior de la viga sería demasiado baja para generar una salida eléctrica adecuada del extensómetro. Sin embargo, si los extensómetros se colocan a los lados de la viga en el eje neutro, donde la tensión de flexión es cero, el estado de tensión en el lado de la viga es de corte puro, actuando en dirección vertical y horizontal (véase la Figura 8).

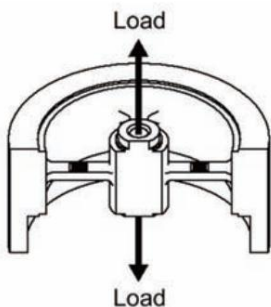


Figura 6: Célula de carga de viga de flexión



Figura 7: Celda de carga de columna

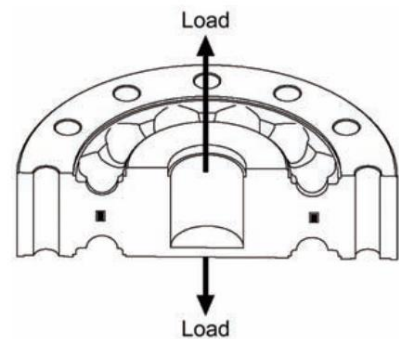


Figura 8: Celda de carga de banda de corte



## Célula de carga

### Clasificación



La mayoría de las celdas de carga se clasifican como de uso general, resistentes a la fatiga o para aplicaciones especiales. En ocasiones, los proveedores de celdas de carga también colaborarán con usted para crear soluciones personalizadas para necesidades de aplicaciones específicas que los productos estándar más comunes no pueden satisfacer.

#### La celda de carga de propósito

**general**, como su nombre indica, está diseñada para ser utilitaria. Estas celdas de carga versátiles se utilizan comúnmente para referencias de calibración, aplicaciones manuales y aplicaciones que requieren ciclos más lentos. Dentro del mercado de celdas de carga de propósito general, existen varias categorías: de precisión, universales y básculas, por nombrar algunas. Estos tipos de celdas de carga se suelen seleccionar por ser las más económicas.

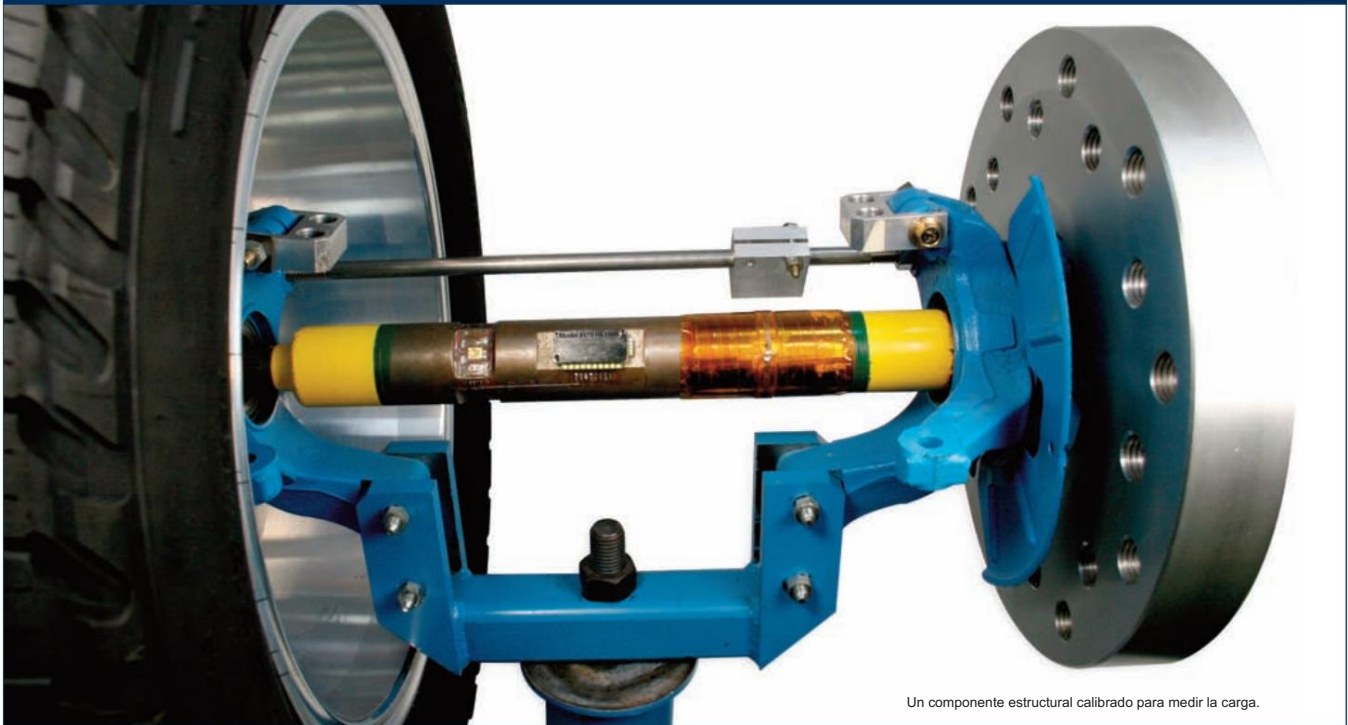
#### Celdas de carga con clasificación de fatiga.

Las celdas de carga con clasificación de fatiga están diseñadas para máquinas de ensayos de durabilidad y fatiga de componentes con cargas altamente cíclicas. Estas robustas celdas de carga son extremadamente resistentes a la flexión externa y a las fuerzas de carga lateral. Se utilizan para ensayos de materiales, pruebas de ciclo de vida de componentes y ensayos estructurales. La mayoría de los proveedores garantizan estas celdas de carga por 100 millones de ciclos.



Fotografía cortesía de Dynamic Testing





Un componente estructural calibrado para medir la carga.

#### Aplicaciones especiales. Las

células de carga para aplicaciones especiales están diseñadas para una tarea de medición de fuerza muy específica. Pueden ser monoaxiales o multiaxiales. Existe una amplia gama de células de carga para aplicaciones especiales, especialmente para el mercado automotriz, como:

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| n Esfuerzo del pedal n    | n Remolque deslizante      |
| Barrera de choque n       | n Columna de dirección n   |
| Impacto del parachoques n | Simulador de carretera     |
| Prueba de neumáticos      | n Abrazadera para caballos |
| n Freno de mano           |                            |



Célula de carga de esfuerzo de pedal

#### Soluciones personalizadas. Las

celdas de carga de uso general son bastante versátiles, pero a menudo los ingenieros de pruebas tienen necesidades de aplicación únicas que no se satisfacen con los modelos y especificaciones estándar de la industria. Algunas empresas crean soluciones personalizadas, como la instrumentación de pernos suministrados por el cliente para mediciones de carga de empuje, o la "transducción", que consiste en medir la carga en un componente estructural de un sistema (por ejemplo, ejes de transmisión que utilizan telemetría para la recopilación inalámbrica de datos).





# Solicitud Guía: Elegir lo correcto

## Célula de carga para el trabajo



Existen muchos tipos diferentes de celdas de carga en el mercado, diseñadas para usos específicos. A continuación, se presenta una descripción general de los diferentes tipos y sus aplicaciones específicas.

### Células de carga de extremo de varilla

**varilla** ¿Necesita realizar pruebas de carga en áreas pequeñas dentro del vehículo?

Las celdas de carga de extremo de varilla son una buena opción para pruebas de durabilidad y confiabilidad, mediciones de carga en vehículos, bancos de prueba y aplicaciones de pesaje y prueba en línea, especialmente para pruebas en espacios pequeños, como en línea con barras de acoplamiento de vehículos y casos en los que se necesita minimizar la sensibilidad a la carga lateral.



Figura 11: Celdas de carga de extremo de varilla

### Celdas de carga tipo S. Las

celdas de carga tipo S son sensores de galgas extensométricas de montaje lateral que se utilizan para pesaje y medición de fuerza en general. Es recomendable seleccionar una celda con un cable integral largo con alivio de tensión y conductores flexibles pelados y estañados para la interfaz eléctrica. Estas celdas de carga se utilizan comúnmente para pruebas de rendimiento estructural ligero en sistemas automotrices como puertas, capós y maleteros, y para pruebas de ciclo de vida en componentes como bisagras, pestillos y manijas, bujes y resortes, y respaldos de asientos.

Son una buena opción cuando necesita una celda de carga de alto rendimiento y bajo costo.



Figura 12: Celdas de carga tipo S

### Celdas de carga tipo canister. Las

celdas de carga tipo canister se utilizan generalmente para pesaje, control de calidad, dinamómetros, fuerzas táctiles y máquinas de prueba estática de materiales. Las celdas de carga tipo canister tienen una masa baja (menos de una libra) y una capacidad baja (de 25 a 300 libras). Además, incluyen una base de montaje integrada y la misma rosca en ambos lados, lo que facilita su instalación. Este tipo de celda de carga se utiliza para aplicaciones como abrir y cerrar puertas de automóviles, probar componentes de automóviles, puertas de maleteros y bancos de prueba de interruptores.



Figura 13: Celdas de carga tipo contenedor



#### Celdas de carga de perfil bajo. Las

celdas de carga de perfil bajo, a veces denominadas "celdas de carga tipo panqueque", incluyen modelos con clasificación de fatiga y de uso general. Generalmente se ofrecen en una amplia gama de capacidades y en diferentes empaques/tamaños mecánicos. Las celdas de carga de perfil bajo presentan un diseño estructural avanzado que las hace extremadamente duraderas y precisas.

Su principal ventaja es que cumplen con los estándares de la industria, por lo que generalmente se pueden usar celdas de carga de un fabricante indistintamente con las de otro. Estas celdas también son conocidas por su capacidad para manejar cargas externas debido a desalineaciones sin fallas mecánicas. Las celdas de carga de perfil bajo son muy tolerantes a errores generales de instalación (como desalineaciones, cargas de flexión o momentos y cargas de corte).

Este tipo de celda de carga suele ofrecer dos opciones de instalación: con base y sin base. Para un funcionamiento lineal y predecible, el diámetro exterior de la celda de carga debe atornillarse a una superficie plana y rígida. Para garantizar su correcto montaje en aplicaciones donde no existe una superficie plana y rígida, incluyen una base instalada de fábrica que proporciona un práctico punto de fijación roscado para facilitar su instalación y uso en tensión y compresión. Para un rendimiento, repetibilidad y precisión óptimos, es recomendable seleccionar una celda con base incluida e instalada de forma permanente.



Estos tipos de celdas de carga se utilizan para una amplia gama de aplicaciones generales de medición de fuerza, incluido el pesaje, el uso de dinamómetros y las máquinas de prueba de materiales estáticos.

#### Células de carga de doble puente

Las celdas de carga de doble puente son celdas con clasificación de fatiga que incluyen una salida dual que ofrece redundancia de sensores y la capacidad de proporcionar retroalimentación de control desde un sensor mientras el otro se utiliza para la adquisición de datos. Otras características incluyen baja deflexión, alta precisión y repetibilidad, compensación térmica y compensación de momento. Las celdas de carga de doble puente se utilizan con mayor frecuencia en pruebas aeroespaciales y de defensa, donde una salida controla el banco de pruebas/proceso y la otra para el registro de datos.







# Solicitud Selección

Al decidir qué tipo de celda de carga necesita, tenga en cuenta las siguientes preguntas de aplicación para ayudarlo a seleccionar la correcta.



Al decidir qué tipo de celda de carga necesita, tenga en cuenta las siguientes preguntas de aplicación para ayudarlo a seleccionar la correcta.

Determinar la capacidad requerida:

n ¿Cuál es la carga máxima esperada? n

¿Cuál es la carga mínima esperada? n

¿Cuál es la carga típica esperada? n

¿Cuál es la dinámica del sistema (respuesta de frecuencia, requisitos de voltaje, tipo de conector, etc.)?

n ¿Cuáles son las cargas extrañas máximas a las que estará sometida la celda de carga?

¿Cómo se integrará la celda de carga en el sistema?

n ¿Cuáles son las restricciones físicas (altura, diámetro, roscas de montaje, etc.)? n ¿La celda de carga estará en la trayectoria de carga principal o verá las fuerzas indirectamente?

¿En qué tipo de entorno funcionará la celda de carga? n ¿Cuál será la temperatura máxima? n ¿Cuál será la temperatura mínima? n ¿Habrá algún contaminante presente (agua, aceite, suciedad, polvo, etc.)?

¿Qué precisión se requiere? n

¿Cuál es la especificación de no linealidad requerida? n

¿Cuál es la especificación de histéresis requerida? n

¿Cuál es la especificación de repetibilidad requerida? n

¿Qué especificación de diafonía se requiere (si la hay) (para celdas de carga multieje)?

n ¿Cuál será la humedad? n

¿Habrá algún contaminante presente (agua, aceite, suciedad, polvo, etc.)?

Consulte el glosario para obtener la definición de los términos anteriores.



## Análisis de errores

La información de precisión de las celdas de carga generalmente se informa en términos de errores individuales. Estos errores incluyen, entre otros:

- n No linealidad
- n Efecto de la temperatura en el desequilibrio cero
- n Histéresis
- n Efecto de la temperatura en la salida
- n No repetibilidad

Consulte el glosario para obtener la definición de los términos anteriores.

Las celdas de carga generalmente están diseñadas y fabricadas para minimizar estos errores a niveles estándar de la industria. A continuación se muestra un resumen de los estándares de desempeño por industria.

Requisitos típicos de rendimiento de celdas de carga por mercado				
Parámetro	Industrial	Pruebas y mediciones automotrices Aeroespacial y defensa		
No linealidad	0,25 % a 1 %	0,1 a 1 %	0,05% a 0,25%	0,04% a 0,06%
Histéresis	0,25% a 1%	0,1 a 1 %	0,05% a 0,25%	0,04% a 0,06%
Repetibilidad	0,1% a 0,5% 0,05% a 0,1%		0,05% a 0,02%	0,02% a 0,01%

El cliente puede combinar estos errores individuales para establecer el error máximo posible para la medición o simplemente examinar el error individual aplicable. Si la temperatura es estable durante la prueba, se pueden ignorar los errores relacionados con la temperatura. Si el sensor se utiliza para aumentar solo la medición de carga, entonces el error de histéresis puede ignorarse. Si la medición de carga está cerca a plena capacidad, se puede ignorar el error de linealidad. Si existe la capacidad para corregir los datos mediante un ajuste lineal o una tabla de consulta, se puede minimizar el error en la medición.

A menudo se pasa por alto el error debido a la presencia de fuerzas y momentos flectores no medidos. Aunque los sensores de medición de un solo eje están diseñados y contruidos para soportar estas cargas extrañas, los errores debidos a ellas están presentes. El ingeniero de medición puede diseñar el configurado para eliminar o minimizar estas cargas extrañas, sin embargo, si estas cargas están presentes, los errores debidos a ellos deben ser considerados.

Un método típico aceptado por la industria para combinar errores individuales es la suma de los cuadrados de las raíces, que supone que los errores individuales no ocurren simultáneamente.

**Nota:** Las figuras 9 y 10 muestran datos de gráficos exagerados para explicar mejor gráficamente la celda de carga. En la práctica, los errores de la celda de carga aparecerán mucho más cerca de la línea proyectada desde cero hasta la nominal. Salida para cumplir con las normas industriales y específicas. Para conocer las definiciones de estos errores, consulte la Sección Glosario de términos al final de este documento.

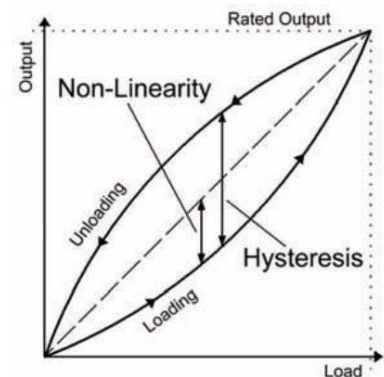


Figura 14: No linealidad e histéresis

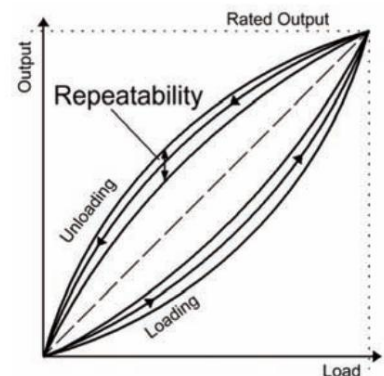


Figura 15: Repetibilidad



## Derivación

## Calibración de un

## galga extensométrica

## Célula de carga

La calibración por derivación es el desequilibrio eléctrico conocido de un puente de galgas extensométricas mediante una resistencia fija colocada, o "derivada", a lo largo de una pata del puente. El puente de Wheatstone utilizado en las celdas de carga de galgas extensométricas se calibra típicamente en campo mediante la técnica de calibración por derivación (véase la Figura 15).

La calibración

de **derivación** es un método para verificar periódicamente la ganancia o el intervalo de un acondicionador de señal, que se utiliza junto con un transductor basado en galgas extensométricas, sin exponerlo a valores físicos de entrada conocidos y trazables. De ser necesario, se pueden realizar ajustes al acondicionador de señal para garantizar resultados de medición precisos.

Un puente de galgas extensométricas está en equilibrio cuando la estructura mecánica que lo aloja no está sometida a carga ni tensión. Al cargarse o tensarse la estructura (diafragma, viga de flexión, viga de corte, columna, etc.), el puente de Wheatstone se desequilibra, lo que genera una señal de salida proporcional a la carga aplicada.

La calibración en derivación estimula la entrada mecánica de un transductor desequilibrando el puente con una resistencia fija colocada transversal o paralelamente a una de sus patas. Para la calibración en derivación de tensión, la resistencia en derivación (RST) se deriva a través de las patas de excitación positiva (+P) y señal positiva (+S) del puente. Para la calibración en derivación de compresión, la resistencia en derivación (RSC) se deriva a través de las patas de excitación negativa (-P) y señal positiva (+S) del puente.

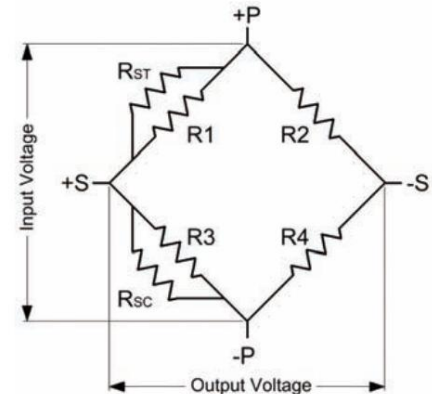


Figura 16: Un circuito de puente de Wheatstone que muestra la ubicación para conectar la resistencia de derivación adecuada con el fin de simular una entrada de tensión o compresión.

## Método

Aquí se presentan instrucciones paso a paso para la calibración de derivación de una celda de carga de galgas extensométricas.

1. Conecte el transductor a un acondicionador de señal de galga extensométrica adecuado y deje pasar suficiente tiempo para que el sistema se estabilice.
2. Aplique una entrada (o carga) mecánica trazable NIST a escala completa al transductor.
3. Ajuste los controles de ganancia o alcance del acondicionador de señal, según sea necesario, para obtener una señal de salida eléctrica de escala completa y/o una pantalla numérica que represente la cantidad de entrada mecánica aplicada.
4. Retire la entrada mecánica (o carga).
5. Coloque una resistencia de calibración de derivación a través de una pata apropiada del puente de Wheatstone (como se explicó anteriormente).
6. Registre el valor de la señal de salida del acondicionador de señal y/o la pantalla numérica.  
Este valor es el valor de calibración de la derivación o carga equivalente.
7. Es importante tener en cuenta que el valor de calibración de la derivación es específico para la resistencia de derivación particular usado. Este valor y la resistencia particular ahora se corresponden con el transductor y forman la base de la calibración de derivación transferible.

## Resumen

La calibración de derivación se acepta en toda la industria como método de calibración periódica de un acondicionador de señal y un transductor entre calibraciones de valores de entrada mecánicos conocidos, aplicados y trazables. Por consiguiente, la mayoría de los fabricantes de transductores de galgas extensométricas recopilan y suministran datos de calibración de derivación, junto con una resistencia de calibración de derivación, como característica estándar.





# Glosario de términos

**Precisión:** Se expresa como una tolerancia límite, que define la desviación promedio entre la salida real y la salida teórica.

En aplicaciones prácticas de transductores, los errores potenciales de no linealidad, histéresis, no repetibilidad y efectos de temperatura normalmente no ocurren simultáneamente, ni son necesariamente aditivos.

Por lo tanto, la precisión se calcula con base en el valor eficaz de los errores potenciales, suponiendo una variación de temperatura de  $\pm 10^{\circ}\text{F}$  ( $\pm 5,5^{\circ}\text{C}$ ), la carga nominal máxima aplicada y una configuración y calibración adecuadas. No se incluyen los posibles errores de lectura, la diafonía ni los efectos de fluencia.

**Condiciones ambientales:** Las condiciones (humedad, presión, temperatura, etc.) del medio que rodea al transductor.

**Temperatura ambiente:** La temperatura del medio que rodea a los transductores.

**Calibración:** La comparación de la salida del transductor con cargas de prueba estándar.

**Curva de calibración:** un registro (gráfico) de la comparación de la salida del transductor con cargas de prueba estándar.

**Error combinado:** (no linealidad e histéresis) la desviación máxima de una línea recta trazada entre las salidas originales sin carga y con carga nominal, expresada como un porcentaje de la salida nominal y medida en cargas crecientes y decrecientes.

**Compensación:** La utilización de dispositivos, materiales o procesos complementarios para minimizar las fuentes conocidas de error.

**Fluencia:** El cambio en la salida del transductor que ocurre con el tiempo, bajo carga y con todas las condiciones ambientales y otras variables permaneciendo constantes.

**Nota:** Generalmente se mide con la carga nominal aplicada y se expresa como un porcentaje de la salida nominal durante un período de tiempo específico.

**Recuperación de fluencia:** cambio en la salida sin carga que ocurre con el tiempo, después de retirar una carga que se ha aplicado durante un período de tiempo específico.

**Diafonía:** con un componente cargado a su capacidad máxima y el otro descargado, la salida del componente descargado no superará el porcentaje especificado de su capacidad total.

**Deflexión:** El cambio de longitud a lo largo del eje principal de la celda de carga entre condiciones de carga nominal y sin carga.

**Deriva:** Un cambio aleatorio en la salida bajo condiciones de carga constante.

**Error:** La diferencia algebraica entre el valor indicado y el valor verdadero de la carga que se está midiendo.

**Excitación eléctrica:** El voltaje o corriente aplicado a los terminales de entrada del transductor.

**Capacidad de fatiga:** Capacidad como porcentaje de la capacidad límite de carga nominal y basada en 100 X 106 ciclos (mínimo) desde cero hasta la capacidad de fatiga total y 50 X 106 ciclos (mínimo) desde la capacidad de fatiga total de tensión hasta la capacidad de fatiga total de carga de compresión.

**Escala completa:** El límite operativo superior diseñado de un transductor determinado en unidades de ingeniería (libras, gramos, kilogramos o Newtons)

**Histéresis:** La diferencia máxima entre las lecturas de salida del transductor para la misma carga aplicada, una lectura obtenida al aumentar la carga desde cero y la otra al disminuir la carga desde la carga nominal.

**Nota:** Generalmente se mide a la mitad de la potencia nominal y se expresa como porcentaje de la potencia nominal. Las mediciones deben realizarse lo más rápido posible para minimizar la fluencia.

**Resistencia de aislamiento:** la resistencia de CC medida entre el circuito del transductor y la estructura del transductor.

**Nota:** Normalmente medido a 50 voltios CC y bajo condiciones de prueba estándar.

**Frecuencia natural:** La frecuencia de oscilaciones libres en condiciones sin carga.

**Kip:** Unidad de fuerza no perteneciente al SI. Equivale a 1000 libras-fuerza.

**Capacidad de carga límite nominal:** Es la capacidad máxima normal de diseño de un transductor. La sensibilidad de salida del transductor se basa en esta capacidad, a menos que se especifique lo contrario.

**No linealidad:** La desviación máxima de la curva de calibración con respecto a una línea recta trazada entre la salida sin carga y la salida con carga nominal, expresada como un porcentaje de la salida nominal y medida solo con carga creciente.

**Salida:** Esta señal (voltaje, corriente, etc.) producida por el transductor.

**Nota:** Cuando la salida es directamente proporcional a la excitación, la señal debe expresarse en términos de voltios por voltio, voltios por amperio, etc., de excitación.

**Salida nominal:** la diferencia algebraica entre las salidas sin carga y con carga nominal.

**Clasificación de sobrecarga:** La carga máxima en porcentaje de la capacidad nominal, que se puede aplicar sin producir un cambio permanente en las características de rendimiento más allá de las especificadas.

**Eje principal:** El eje a lo largo del cual está diseñado el transductor para cargarse; normalmente su línea central geométrica.

**Capacidad nominal (carga nominal):** la carga axial máxima que el transductor está diseñado para medir dentro de sus especificaciones.

**Repetibilidad:** la diferencia máxima entre las lecturas de salida del transductor para cargas repetidas bajo condiciones ambientales y de carga idénticas.

**Resolución:** El cambio más pequeño en la entrada mecánica, que produce un cambio detectable en la señal de salida.

**Sensibilidad:** Relación entre el cambio en la salida y el cambio en la entrada mecánica.

**Calibración de derivación:** simulación eléctrica de la salida del transductor mediante la inserción de resistencias de derivación conocidas entre puntos apropiados dentro del circuito.

**Correlación de derivación a carga:** la diferencia en las lecturas de salida obtenidas a través de cargas aplicadas reales y simuladas eléctricamente.

**Condiciones de prueba estándar:** Las condiciones ambientales bajo las cuales se deben realizar las mediciones, cuando las mediciones en otras condiciones pueden generar discrepancias entre distintos observadores en diferentes momentos y lugares. Estas condiciones son las siguientes:  
Temperatura:  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $72^{\circ}\text{F} \pm 3,6^{\circ}\text{F}$ )

Humedad relativa: 90% o menos Presión  
barométrica: 28-32 pulgadas Hg

**Límites de carga extraña estática:** Los límites de carga extraña estática se calculan de modo que solo se pueda aplicar una carga extraña (FX o FY o MX o MY o MZ) simultáneamente con el 50 % del límite de carga nominal aplicado.

**Efecto de la temperatura en la salida:** el cambio en la salida debido a un cambio en la temperatura del transductor.

**Nota:** Generalmente se expresa como un porcentaje de la lectura de carga por cada grado Fahrenheit de cambio en la temperatura.

**Efecto de la temperatura en el equilibrio cero:** el cambio en el equilibrio cero debido a un cambio en la temperatura del transductor.

**Nota:** Generalmente se expresa como el cambio en el equilibrio cero en porcentaje de la salida nominal por grado Fahrenheit (cambio de temperatura).

**Rango de temperatura compensado:** el rango de temperatura en el que se compensa el transductor para mantener la salida nominal y el equilibrio cero dentro de los límites especificados.

**Rango de temperatura utilizable:** Los extremos de temperatura dentro de los cuales el transductor funcionará sin cambios adversos permanentes en ninguna de sus características de rendimiento.

**Resistencia terminal:** La resistencia del circuito transductor medida en terminales de puente adyacentes específicos a temperatura estándar, sin carga aplicada y con los terminales de excitación y salida en circuito abierto.

**Resistencia terminal, excitación:** La resistencia del circuito transductor medida en los terminales de excitación, a temperatura estándar, sin carga aplicada y con los terminales de salida en circuito abierto.

**Resistencia terminal, señal:** La resistencia del circuito transductor medida en los terminales de señal de salida, a temperatura estándar, sin carga aplicada y con los terminales de excitación en circuito abierto.

**Trazabilidad:** Proceso paso a paso del transductor mediante el cual se puede relacionar su calibración con los estándares primarios.

**Balance cero:** La señal de salida del transductor con excitación nominal y sin carga aplicada, generalmente expresada en porcentaje de la salida nominal.

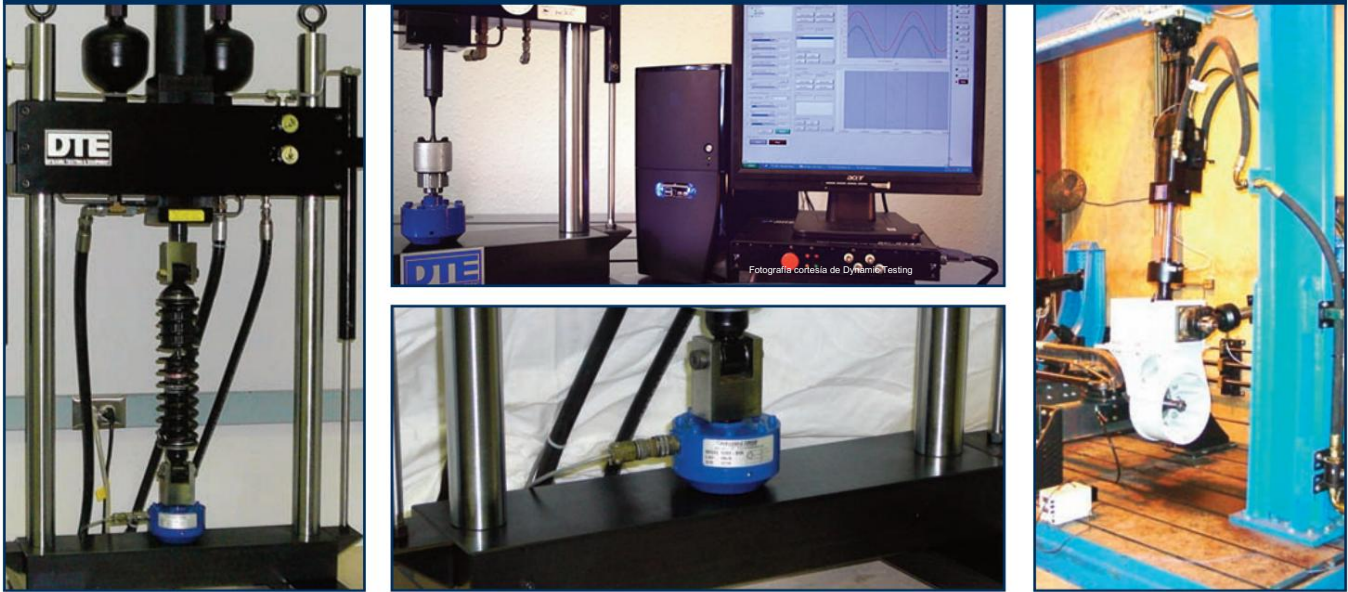
**Retorno a cero:** La diferencia en el equilibrio cero medida inmediatamente antes de la aplicación de la carga nominal de duración especificada y medida después de la eliminación de la carga y cuando la salida se ha estabilizado.

**Cambio cero, permanente:** un cambio permanente en la salida sin carga.

**Estabilidad cero:** grado en el cual el transductor mantiene su equilibrio cero con todas las condiciones ambientales y otras variables permaneciendo constantes.



## MANUAL DE CÉLULAS DE CARGA



La División de Carga y Torque de PCB, ubicada en Farmington Hills, Michigan, EE. UU., fabrica celdas de carga de precisión, transductores de torque y sistemas de telemetría de alta calidad. Además de sus productos de calidad, la división ofrece diversos servicios, como calibración acreditada por A2LA para torque, fuerza e instrumentación relacionada; un laboratorio de pruebas de sujetadores roscados acreditado por A2LA; y un completo y confiable sistema de medición de vibraciones personalizado. Los productos y servicios de Carga y Torque de PCB satisfacen las necesidades de prueba y medición de numerosas industrias, como la aeroespacial y de defensa, la automotriz, la de rehabilitación médica, la de pruebas de materiales, la textil, la de control de procesos, la robótica y la automatización, entre otras. La línea de productos RS Technologies de PCB incluye sistemas de prueba y sistemas de torque/ángulo/tensión para sujetadores roscados, ideales para su uso en las industrias automotriz, aeroespacial y de defensa, y de generación de energía, así como para el ensamblaje de productos por parte de fabricantes o procesadores de sujetadores roscados u otras empresas que utilizan sujetadores roscados para ensamblar sus productos. El equipo de expertos en Diseño, Ingeniería, Ventas y Atención al Cliente se apoya en sus amplios recursos de fabricación internos para ofrecer continuamente soluciones de detección nuevas y más beneficiosas. Desde productos en stock listos para enviar hasta piezas especiales personalizadas, PCB se enorgullece de respaldar todos sus productos con los servicios que los clientes más valoran, incluyendo soporte técnico 24 horas, una red de distribución global y el único compromiso de la industria con la satisfacción total del cliente. Para más información, visite [www.pcb.com](http://www.pcb.com).

## El líder mundial en sensores e instrumentación para todas sus aplicaciones



Llamada gratuita en EE. UU. 866-816-8892 Correo electrónico [aerosales@pcb.com](mailto:aerosales@pcb.com)



Llamada gratuita en EE. UU. 888-684-0014 Correo electrónico [automotivesales@pcb.com](mailto:automotivesales@pcb.com)



Llamada gratuita en EE. UU. 800-959-4464 Correo electrónico [imi@pcb.com](mailto:imi@pcb.com)



Llamada gratuita en EE. UU. 888-258-3222 Correo electrónico [sales@larsondavis.com](mailto:sales@larsondavis.com)



Llamada gratuita en EE. UU. 800-860-4867 Correo electrónico [info@modalshop.com](mailto:info@modalshop.com)



Llamada gratuita en EE. UU. 800-828-8840 Correo electrónico [info@pcb.com](mailto:info@pcb.com)

## PCB CARGA Y PAR

### DIV. DE PIEZOTRÓNICA DE PCB

24350 Indoplex Circle, Farmington Hills, MI 48335 EE. UU. Llamada gratuita en EE. UU. 866-684-7107

SensorLineSM disponible las 24 horas

716-684-0001 Fax 716-684-0987 Correo electrónico [ltinfo@pcb.com](mailto:ltinfo@pcb.com) Sitio web

[www.pcb.com](http://www.pcb.com) ISO 9001:2015 QMS certificado por DQS, Inc. en A2LA ACREDITADO según ISO 17025

Visite [www.pcb.com](http://www.pcb.com) para obtener una lista completa de oficinas de ventas globales

