

UNIDAD 8 – Parte 1

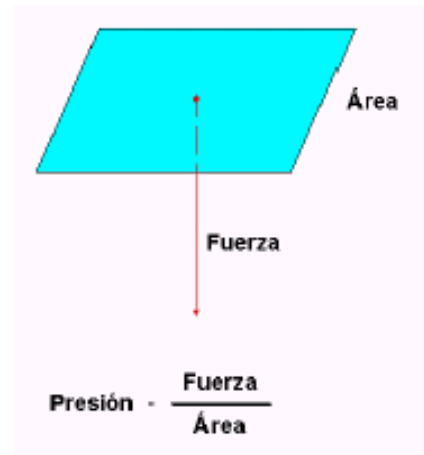
# MEDICIÓN Y TRANSMISIÓN DE PRESIÓN



# INTRODUCCION

## 1 - DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA

- Se define como Presión la relación entre una Fuerza distribuida, y el Área sobre el cual se aplica dicha Fuerza



### Unidad de presión:

La Unidad de Presión es una unidad derivada en el Sistema Internacional. Es una unidad derivada de las unidades fundamentales de masa (kg), longitud (m) y tiempo (s).

## INTRODUCCION

La presión es una fuerza por unidad de superficie y puede expresarse en unidades tales como pascal, bar, atmósferas, kilogramos por centímetro cuadrado y psi (libras por pulgada cuadrada). En el Sistema Internacional (S.I.) está normalizada en pascal.

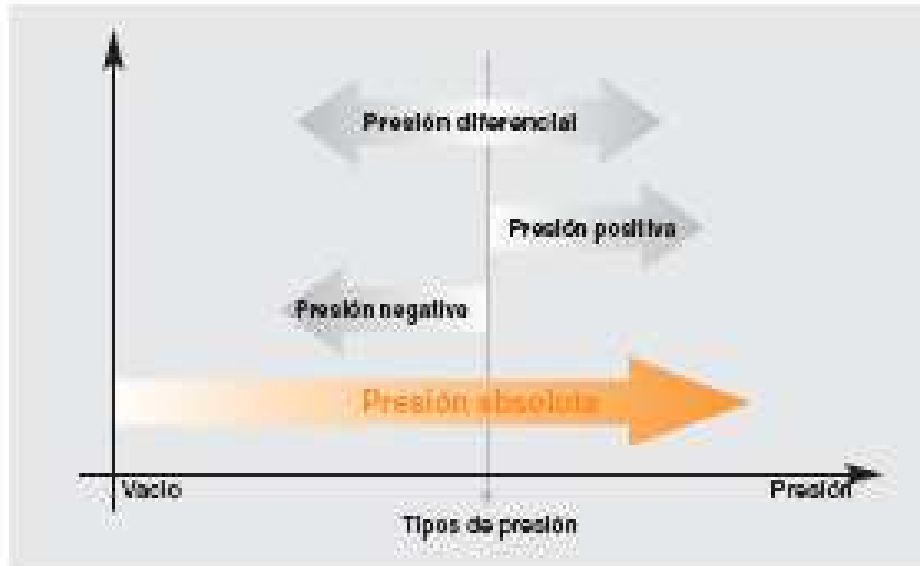
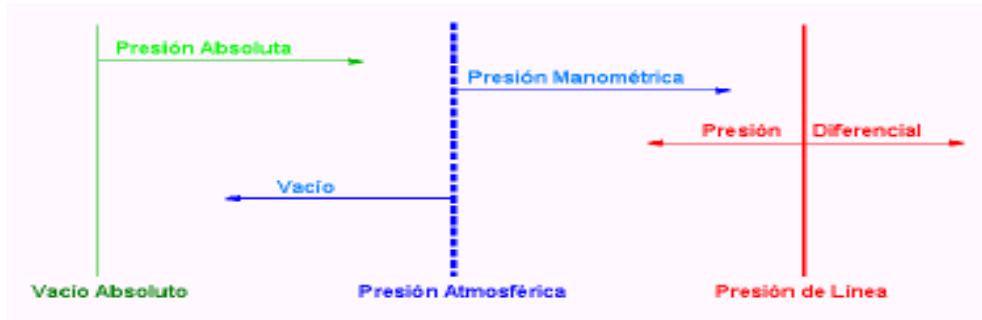
Como el pascal es una unidad muy pequeña, se emplean también el kilopascal ( $1 \text{ kPa} = 10^{-2} \text{ bar}$ ), el megapascal ( $1 \text{ MPa} = 10 \text{ bar}$ ) y el gigapascal ( $1 \text{ GPa} = 10000 \text{ bar}$ ). En la industria se utiliza también el bar ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ kg/cm}^2$ ) y el  $\text{kg/cm}^2$ , si bien esta última unidad, a pesar de su uso todavía muy extendido, se emplea cada vez con menos frecuencia.

**Tablas de conversiones de Unidades de Presión**

Unit	mm Hg	in. Hg	in H2O	ft H2O	lb/in <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	Atmos	kPa
1mm Hg	1	0.0394	0.5352	0.0447	0.01934	0.00136	0.0013	
1 in. Hg	25.4	1	13.5951	1.1330	0.49115	0.03453	0.0334	3.386
1 in H2O	1.86827	0.0736	1	0.0833	0.03613	0.00254	0.0025	0.249
1 ft H2O	22.4192	0.8827	12	1	0.43352	0.030479	0.0295	2.989
1 lb/in <sup>2</sup>	51.7149	2.0360	27.6807	2.3067	1	0.07031	0.0681	6.895
1 kg/cm <sup>2</sup>	735.559	28.959	393.7117	32.8093	14.2233	1	0.9678	98.07
Atmos.	760.456	29.92	406.5	33.898	14.70	1.033	1	101.3
kPa	7.50064	0.2953	4.0146	0.3346	0.14504	0.0102	0.0099	1

# INTRODUCCION

## DIFERENTES TIPOS DE MEDICIÓN DE PRESIÓN



## INTRODUCCION

La presión absoluta se mide con relación al cero absoluto de presión. La presión atmosférica es la presión ejercida por la atmósfera terrestre medida mediante un barómetro. A nivel del mar, esta presión es próxima a 760 mm (29,9 pulgadas) de mercurio absolutos o 14,7 psi (libras por pulgada cuadrada absolutas) y estos valores definen la presión ejercida por la atmósfera estándar.

La presión relativa (manométrica o gauge en inglés) es la determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica del lugar donde se efectúa la medición. Hay que señalar que al aumentar o disminuir la presión atmosférica, disminuye o aumenta respectivamente la presión leída, si bien el lo es despreciable al medir presiones elevadas.

Para aclarar los conceptos anteriores y además aprovechar para introducirnos en los distintos modos de sensar las presiones, diremos que la presión se detecta esencialmente mediante elementos sensores mecánicos neumáticos, electromecánicos y electrónicos.

Aunque todos los elementos sensores de presión realmente responden a un cambio de presión diferencial a través de ellos, **los transductores** pueden ser diseñados para medir, tanto presiones absolutas, manométricas, como diferenciales, dependiendo de la presión de referencia mantenida o admitida por el elemento del lado de referencia.

## TIPO DE SENSORES y TRANSDUCTORES

### a,. Sensores mecánicos

Se dividen en:

- 1) elementos de medida directa
- 2) elementos elásticos

### b.- Transductores

b.1. Sensores Capacitivos

b.2. Sensores Resistivos

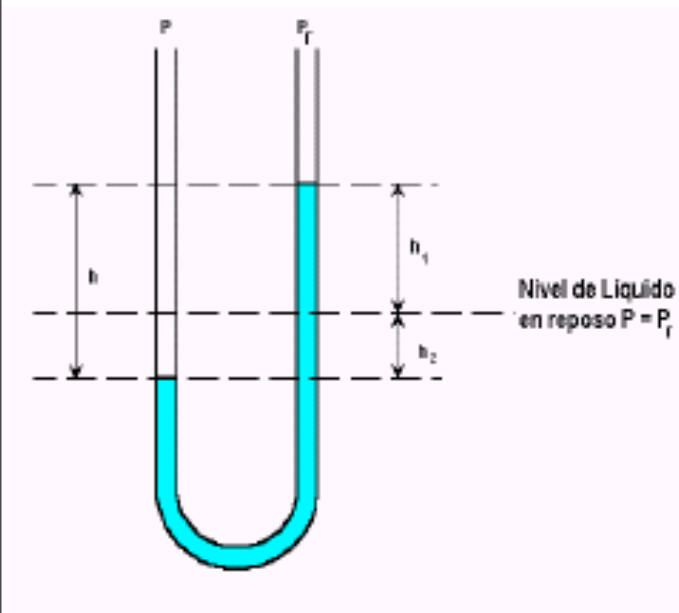
b.3. Sensores Magnéticos

b.4. Galgas extensiométricas (Strain Gage)

b.5. Transductores piezoeléctricos

## ELEMENTOS DE MEDIDA DIRECTA

### Principios de Medición Columna Líquida



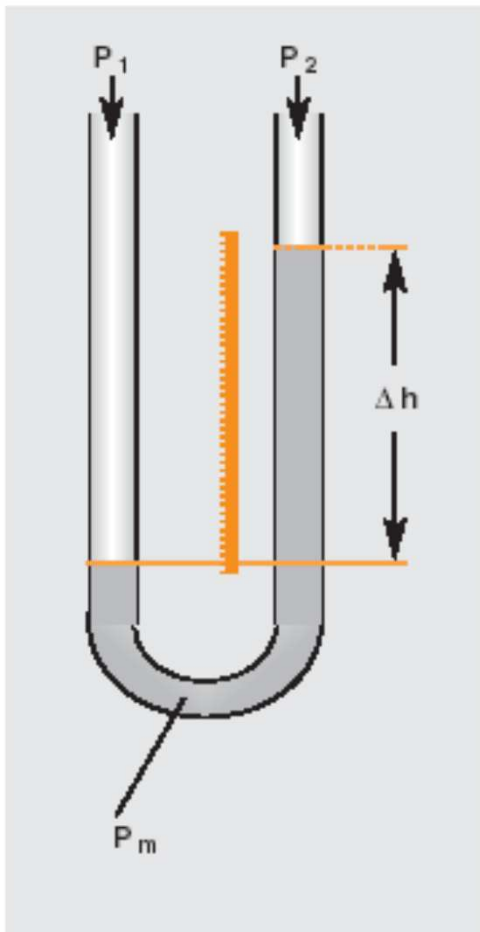
- $P = \rho (h_1 + h_2) g$
- Usado para medición de Presión absoluta, manométrica y diferencial
- La dificultad de leer 2 alturas condujo a la evolución del diseño.



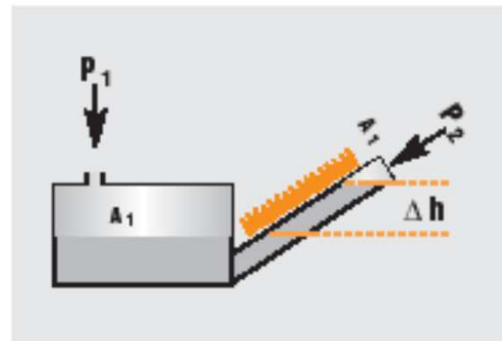
# ELEMENTOS DE MEDIDA DIRECTA

Algunos ejemplos de manómetros de columna.

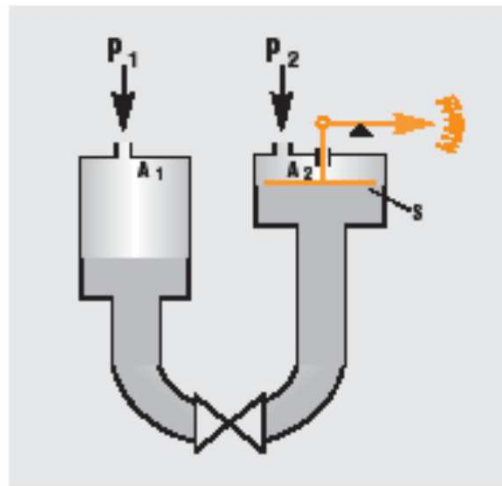
Manómetro de columna



Manómetro columna inclinada



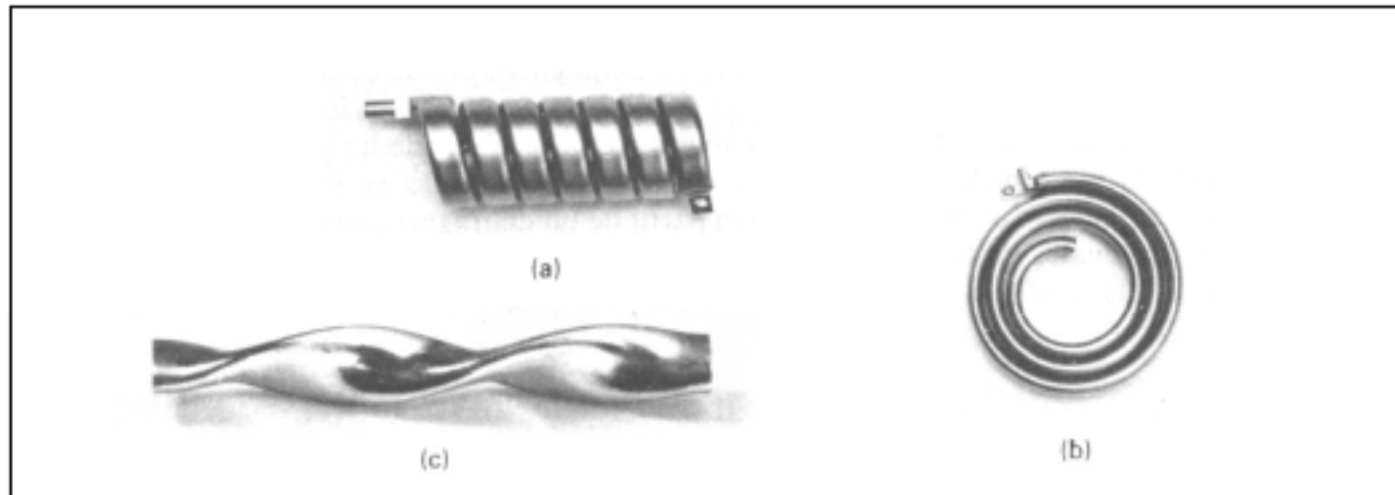
Manómetro flotador



## ELEMENTOS ELÁSTICOS

**El tubo de Bourdon:** Es un tubo curvado o trenzado, de sección oval o elíptica, que tiene un extremo cerrado (funda). Cuando se aplica una presión en el extremo libre, el tubo tiende a ponerse recto. Esto provoca una deformación angular del extremo cerrado en el caso de un tubo trenzado y una deformación curvilínea del extremo cerrado (*trayectoria*) en los tubos curvados. El tubo de Bourdon se llama así por su inventor el francés Eugene Bourdon, que lo inventó en 1849.

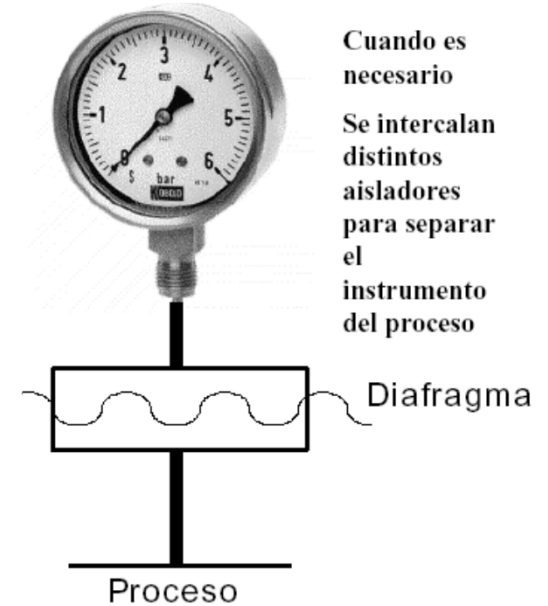
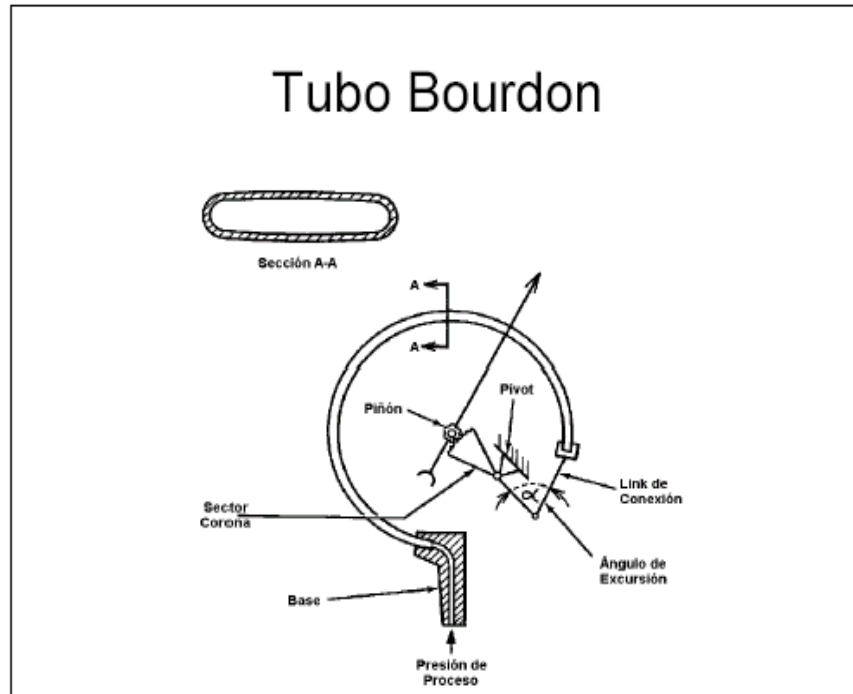
<https://youtu.be/CEk8y7gY2qU>



**Tubos de bourdon: a) helicoidal, b) espiral c) trenzado**

El material empleado normalmente en el tubo Bourdon es de acero inoxidable, aleación de cobre o aleaciones especiales como hastelloy y monel.

## ELEMENTOS ELÁSTICOS



Los tubos de Bourdon multivuelta tienden a ser sensibles a las vibraciones; cuando en el ambiente existan vibraciones, se deben utilizar amortiguadores, utilizando amortiguación viscosa proporcionada por un fluido como el aceite de silicona. El aceite rellena una cavidad que contiene al tubo. Los efectos térmicos de la amortiguación y los aparentes cambios en la presión de referencia pueden ser contrarrestados con el uso de fuelles de expansión.

El tubo de Bourdon se usa esencialmente para medir presiones manométricas.

<https://youtu.be/fWVyF60rNpQ>

## ELEMENTOS ELÁSTICOS

### SELLOS QUÍMICOS

Si el fluido, cuya presión se pretende medir es corrosivo o viscoso o bien condensa o se evapora, o bien se congela o se solidifica , es necesario utilizar sistemas de sello que aíslen el instrumento del proceso, estos consisten en encapsulados que contienen un diafragma, un lado del mismo va a procesos y en el otro hay una mezcla compuesta de 50 % de glicerina y 50 % de agua, que va al instrumento.

Frecuentemente se usan diafragmas de aislamiento, para prevenir la incompatibilidad de tener fluidos de entrada en contacto con el elemento sensor; el volumen existente entre el elemento sensor y el diafragma de aislamiento se rellena con un líquido incompresible, como puede ser aceite de silicona (fluido de transferencia), para transferir la fuerza ocasionada por la presión desde la membrana hasta el elemento sensor.



# TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

Un **transductor de presión**, a veces llamado transmisor de **presión**, es un **transductor** que convierte **presión** en una señal eléctrica analógica.

Normalmente los transductores de presión utilizan un elemento primario (sensor) con características elásticas, combinado con un transductor eléctrico. Este transductor eléctrico genera una señal eléctrica proporcional equivalente a la presión.

El elemento primario, puede ser:

1. 1(un) tubo Bourdon
2. 1(un) diafragma
3. 1(un) fuelle
4. 1(un) espiral
5. Combinación de los anteriores.

A través de un sistema de transmisión mecánica convierten la presión en una fuerza, o en un desplazamiento.

Los elementos electromecánicos de presión se clasifican según el principio de funcionamiento en diferentes tipos:

- Capacitivos
- Resistivos
- Magnéticos
- Extensiométricos
- Piezoeléctricos

# CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSDUCTORES DE PRESIÓN

Las características que debe cumplir un transductor de presión son:

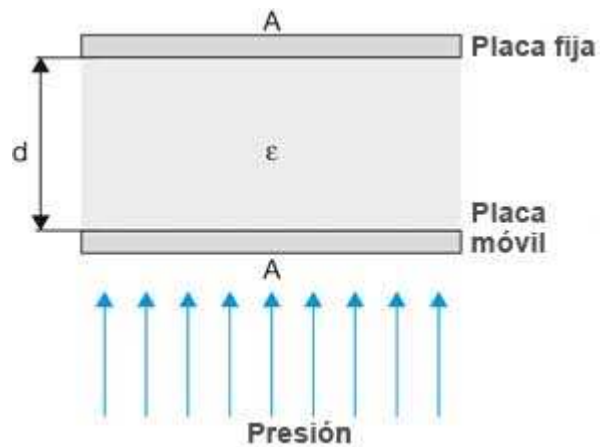
1. Debe tener un Rango de medida: Esto es, la magnitud medida en el que puede aplicarse el transductor.
2. Debe tener Precisión: Que es el error de medida máximo esperado.
3. *Offset* o desviación de cero: Es el valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula.
4. Debe tener Linealidad, poca histéresis.
5. Debe tener Resolución: Esto es la mínima variación de la magnitud de entrada que puede detectarse a la salida.
6. Debe tener Rapidez de respuesta: Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
7. No debe tener derivas: Son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
8. Debe tener buena Repetitividad: Es el error esperado al repetir varias veces la misma medida.
9. Debe se apto para medir distintos tipos de fluidos (gases, líquidos, etc.)  
Nota: Cuando los fluidos son corrosivos, el sensor debe estar aislado del medio a medir (sellos químicos)

# TRANSDUCTORES CAPACITIVOS

El principio de la medición capacitiva se realiza mediante un cuerpo base cuya membrana metálica, con recubrimiento metálico, constituye una de las placas del condensador.

La deformación de la membrana, inducida por la presión, reduce la distancia entre las dos placas con el efecto de un aumento de la capacidad, manteniendo igual la superficie y la constante dieléctrica.

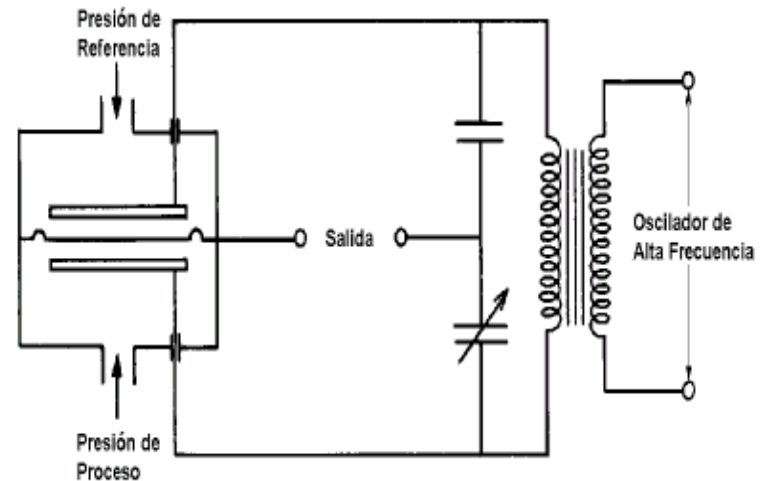
Este sistema permite la medición de presión con elevada sensibilidad y por lo tanto la medición de rangos muy bajos hasta unos pocos milibar.



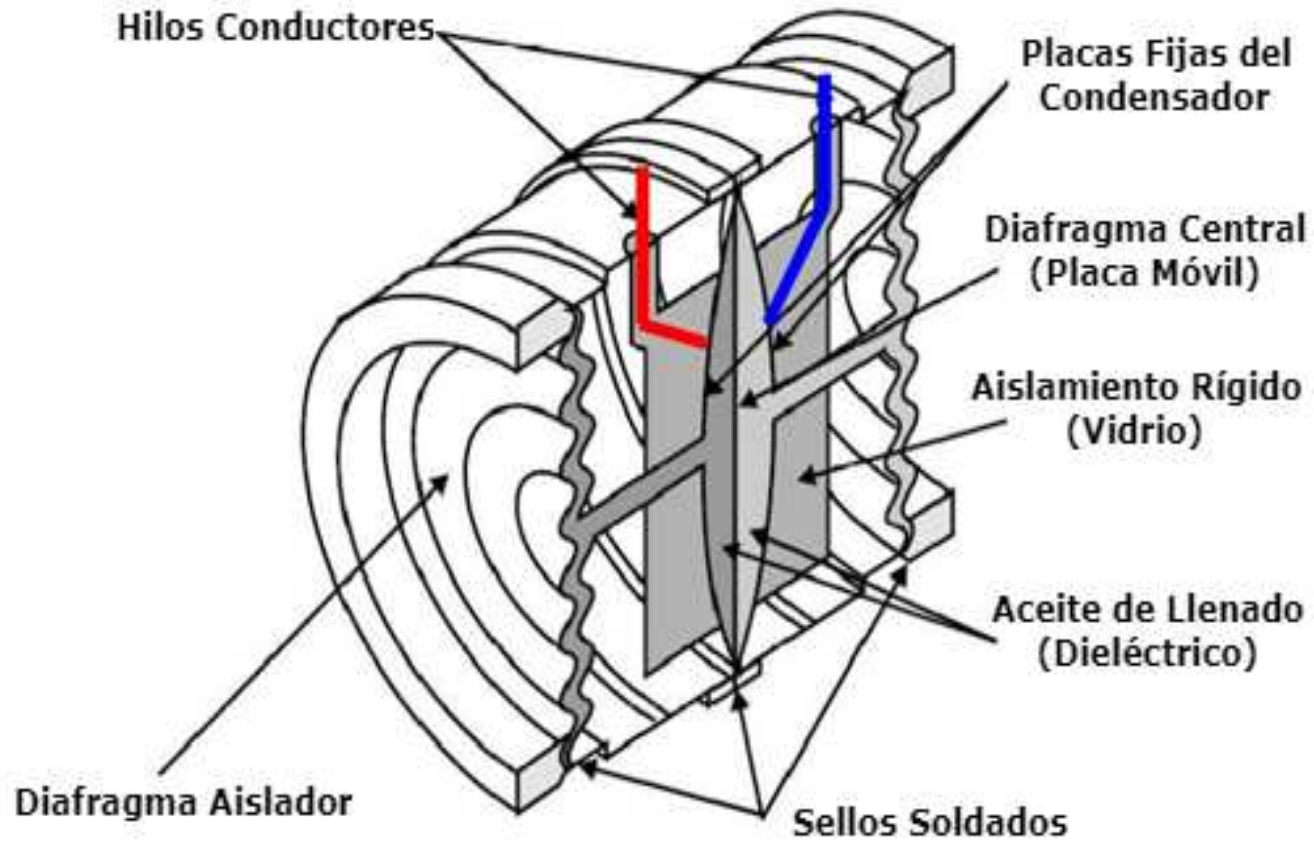
$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

$C$  = capacidad condensador  
 $\epsilon$  = constante dieléctrica  
 $A$  = área efectiva de las placas  
 $d$  = distancia entre las placas

## Sensor Capacitivo



# TRANSDUCTORES CAPACITIVOS

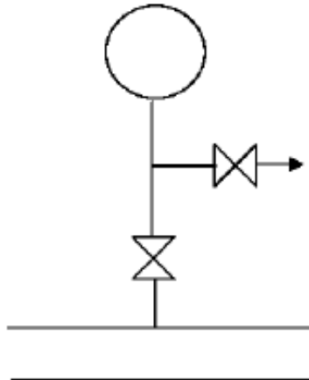




# TRANSMISORES DE PRESION DIFERENCIAL

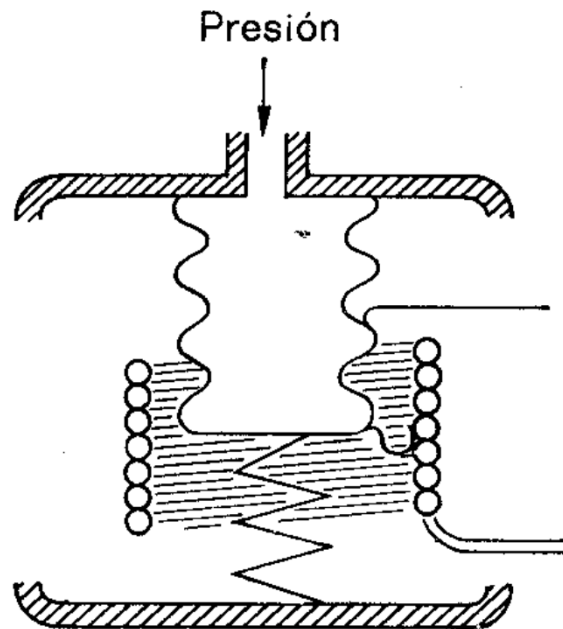


Manifold de dos válvulas



## SENSORES PRIMARIOS POR VARIACIÓN DE RESISTENCIA

Estos sensores se basan en la medida de la variación de la resistencia inducida por la deformación en función de la presión. Para ello se utiliza una membrana que se puede deformar de manera controlada en función de la presión. Esta membrana incorpora unos conductores eléctricos que se deforman, al igual que la membrana que los soporta, generando un aumento o reducción de la resistencia, cuyo valor es medido usando un puente Wheatstone.

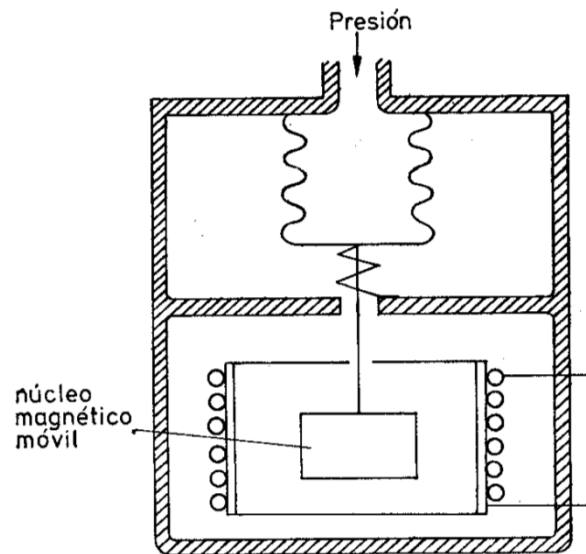


## SENSORES PRIMARIOS POR VARIACIÓN DE LA INDUCTANCIA

Los transmisores que usan estos tipos de sensores funcionan como sensores del tipo de variación de la Inductancia, que también usan un diafragma y una cavidad de presión.

El diafragma se mueve hacia el lado de presión más baja y esta desviación se detecta como un cambio en la inductancia.

Finalmente, la parte del transmisor lo convierte en una señal de salida compatible. Otros sensores electromagnéticos miden el desplazamiento de un diafragma u objeto magnético por medio de cambios en el transformador diferencial variable lineal, conocido como efecto Hall.

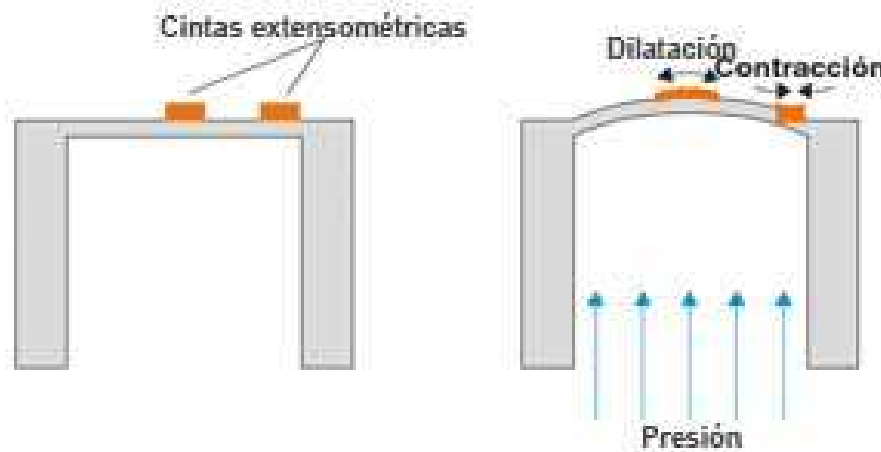


# SENSORES PIEZORESISTIVOS – CINTAS EXTENSIOMÉTRICAS

El principio de la medida con sensores piezoresistivos es similar al de los sensores resistivos. La diferencia reside en la utilización de semiconductores como cintas extensométricas en vez de metal y la deformación provoca en este caso una variación de la resistencia específica.

Los transductores de fuerza con galgas extensométricas contienen siempre un cuerpo elástico sobre el que se aplica la fuerza. La fuerza produce una pequeña deformación del cuerpo elástico. Las galgas extensométricas, instaladas en los puntos apropiados, sufren una elongación y un cambio de resistencia.

Habitualmente se encuentran cuatro cintas extensométricas en una membrana de las cuales unas están ubicadas en el área de dilatación, otras en el área del recalcado. La deformación de la membrana provoca la deformación de las cintas con el efecto de un aumento proporcional de la resistencia (dilatación) o de una reducción (recalcado). Para realizar una medición precisa se conecta las cintas a un puente Wheatstone. Para formar un puente de Wheatstone se requieren al menos cuatro galgas extensométricas. Cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de este puente de medición, la tensión de salida resultante es proporcional a la fuerza aplicada.



$$R = p \cdot \frac{l}{A}$$

$R$  = resistencia eléctrica  
 $p$  = resistencia específica  
 $l$  = longitud  
 $A$  = superficie de sección

# TRANSDUCTORES PIEZOELECTRICOS

El principio del efecto piezoeléctrico se basa en el hecho de que los cristales sometidos a una carga de compresión generan una señal eléctrica directamente proporcional a la fuerza aplicada.

El principio de los sensores piezoeléctricos se basa en un efecto físico que sucede en unos pocos cristales no conductivos como el cuarzo.

Cuando se comprime el cuarzo se produce una polarización eléctrica en superficies opuestas. La deslocalización de la estructura cristalina con carga eléctrica genera un momento dipolar que se refleja en una (aparente) carga de superficies. La intensidad de la carga es proporcional a la fuerza empleada por la presión y la polaridad depende de la dirección.

La tensión eléctrica generada por la carga de la superficie puede captarse y amplificarse. El efecto piezoeléctrico es apto únicamente para la medida de presiones dinámicas. En la práctica se limita el uso de sensores piezoeléctricos a aplicaciones especiales.

