

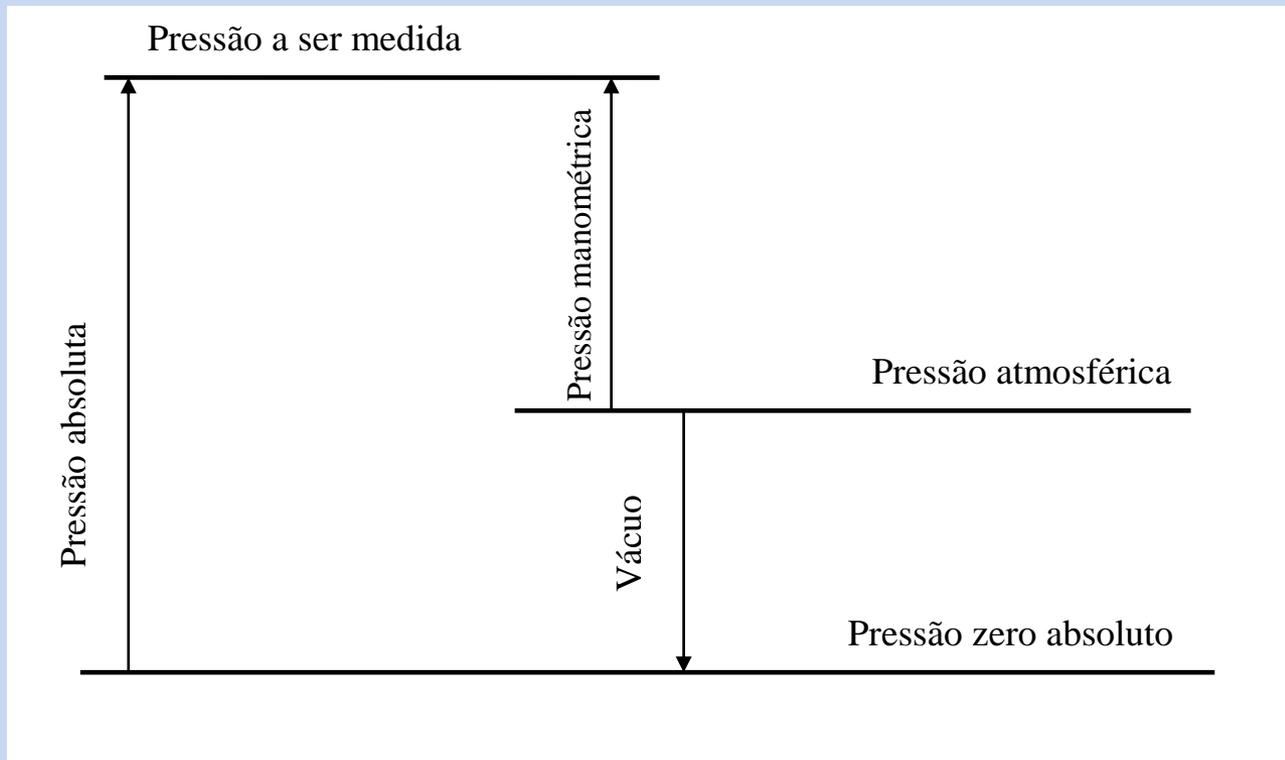
# Aula 3 – Instrumentos de Pressão

Prof. Gerônimo

# Instrumentos para medir Pressão

- As variáveis mais encontradas nas plantas de processos são: pressão, temperatura, vazão e nível.
- Estudando instrumentos de Pressão:
- Pressão é força por unidade de área:  
 $P = F/A$ .
- Unidades: kgf/cm<sup>2</sup>, psi, N/m<sup>2</sup> (Pa – Pascal).
- A pressão também pode ser representada por alturas de colunas líquidas, tais como: cmH<sub>2</sub>O, mmHg, INH<sub>2</sub>O, INHg.

- Referenciais para medir pressão.
- Pressão absoluta: é a pressão medida em relação à pressão zero absoluta, como, por exemplo, psia (libra por polegada quadrada absoluta).
- Pressão Manométrica: É a pressão medida em relação à pressão atmosférica, como, ex.: psig (libra por polegada quadrada manométrica)



- Pressão atmosférica: É a pressão exercida sobre os corpos na superfície da Terra como resultado do peso das camadas do ar da atmosfera. Ao nível do mar, a pressão equivale a 760 mmHg absolutos, 14,7 psia ou 1 bar.
- Vácuo: É a pressão absoluta menor do que a pressão atmosférica. O vácuo é uma pressão relativa negativa. O vácuo perfeito consiste no zero absoluto e indica ausência completa de pressão.

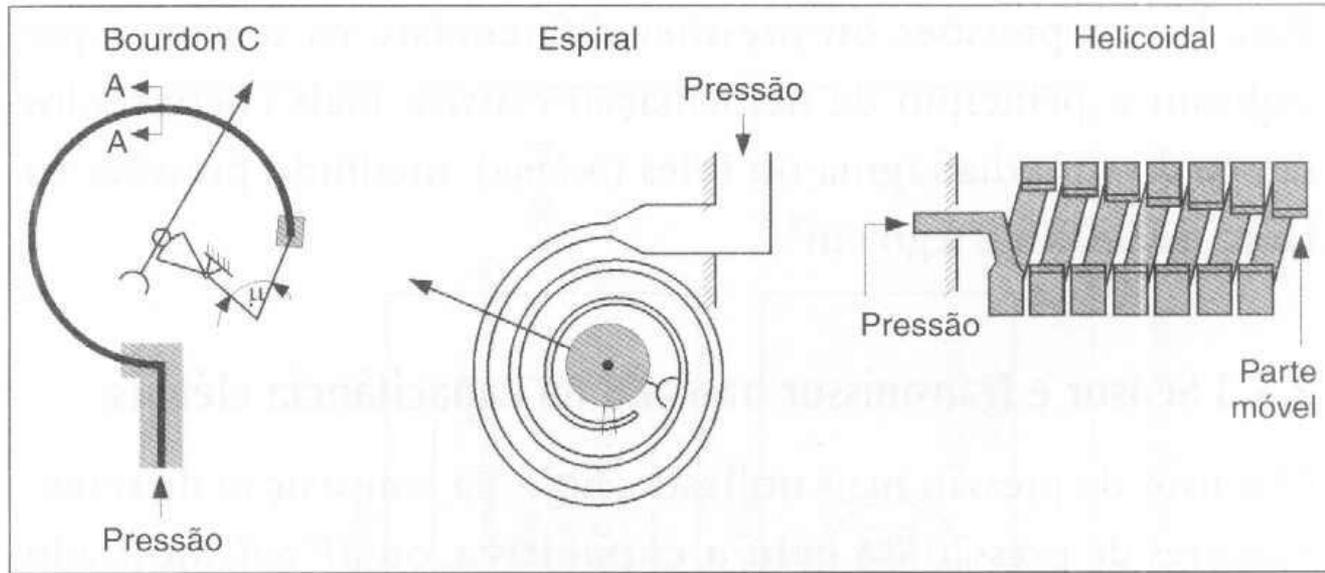
# Sensores e medidores baseados na deformação elástica dos materiais

- Existem sensores de pressão que utilizam a propriedade de deformação elástica dos materiais quando submetidos a uma força mecânica. Os sensores baseados neste princípio são os tubos Bourdon, e suas variações, em forma de espiral e hélice, para pressões altas, foles e diafragma para pressões baixas.
- Na atualidade, os instrumentos que utilizam estes princípios são os indicadores locais (campo) de pressão, chamados de **manômetros**.



# Sensores e medidores baseados na deformação elástica dos materiais

- Princípio de funcionamento do Tubo de Bourdon em C:
- A pressão aplicada ao tubo sendo superior à pressão externa tende a retificar a curvatura do tubo. Como uma das extremidades do tubo é fixa, a outra extremidade se movimenta, sendo aproveitada para a indicação através de um mecanismo (engrenagens) ligado a um ponteiro.
- Faixa de pressão para utilização:
- Tipo Bourdon C – 1 kgf/cm<sup>2</sup> de vácuo até 2000 kgf/cm<sup>2</sup> (manométrico)
- Tipo espiral – 14 a 6000 kgf/cm<sup>2</sup>
- Tipo helicoidal – até 300 kgf/cm<sup>2</sup>
- Incerteza: 0,5 a 1% da escala.
- 
- Material do tubo Bourdon – petróleo e ind. Alimentício Inox AISI -316.



**FIGURA 2.4** Sensores tipo Bourdon no formato C, espiral e helicoidal

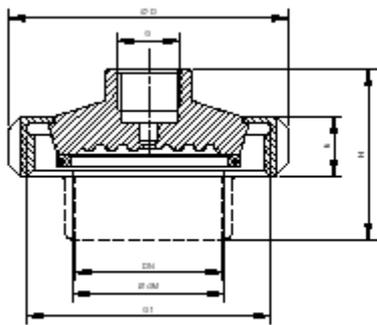
Vantagens: Baixo custo (compra ou manutenção), funcionamento simples, fácil instalação e fabrica-se no Brasil.

Desvantagens: Indicação da variável somente no campo, com selos é muito sensível a choques.

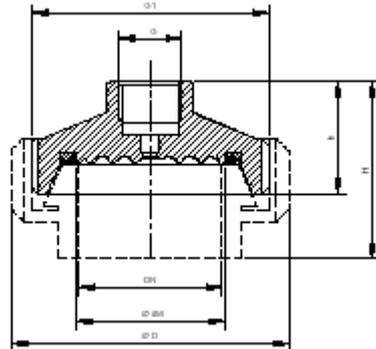


Medidor de pressão (manômetro)

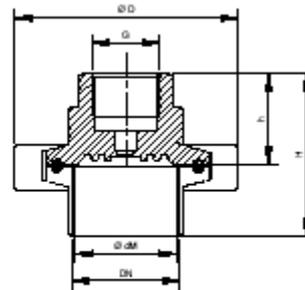
De forma a isolar o fluído do processo para não ter contato com o tubo C (não entrar no tubo), utilizam-se selos sanitários com glicerina ou silicone para transmitir a pressão.



Com Porca



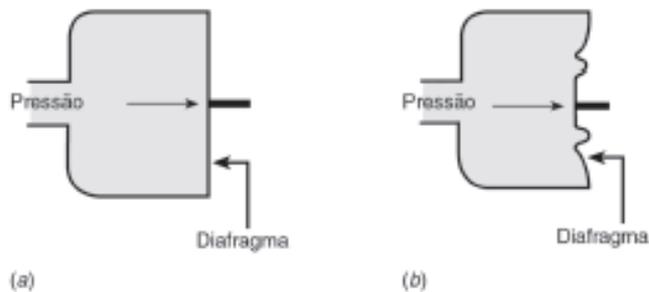
Rosca Macho



Conexão Tipo  
Clamp

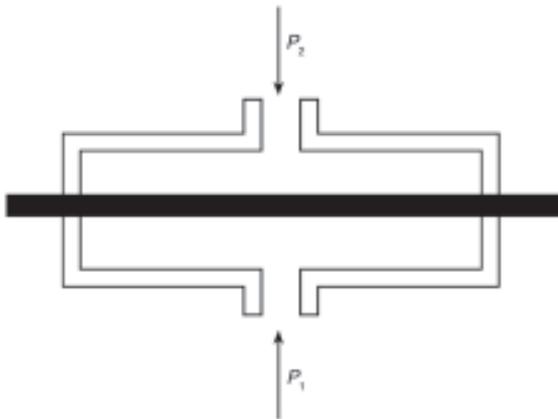
Tipos de conexões

Para baixas pressões ou pressões diferenciais utilizam-se diafragma ou foles. Faixa de 0,07 a 2 kgf/cm<sup>2</sup>.



(a) (b)  
Figura 12.9 Tipos de diafragma utilizados na medição de pressão: (a) liso e (b) com superfície ondulada.

O princípio de funcionamento baseia-se na deformação elástica de membranas pela ação da diferença de pressão entre dois pontos quaisquer ou entre a pressão a ser medida e a pressão atmosférica local.



(a)

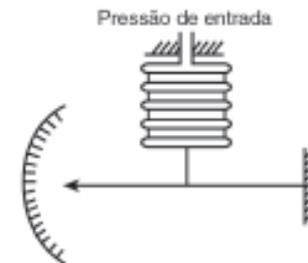
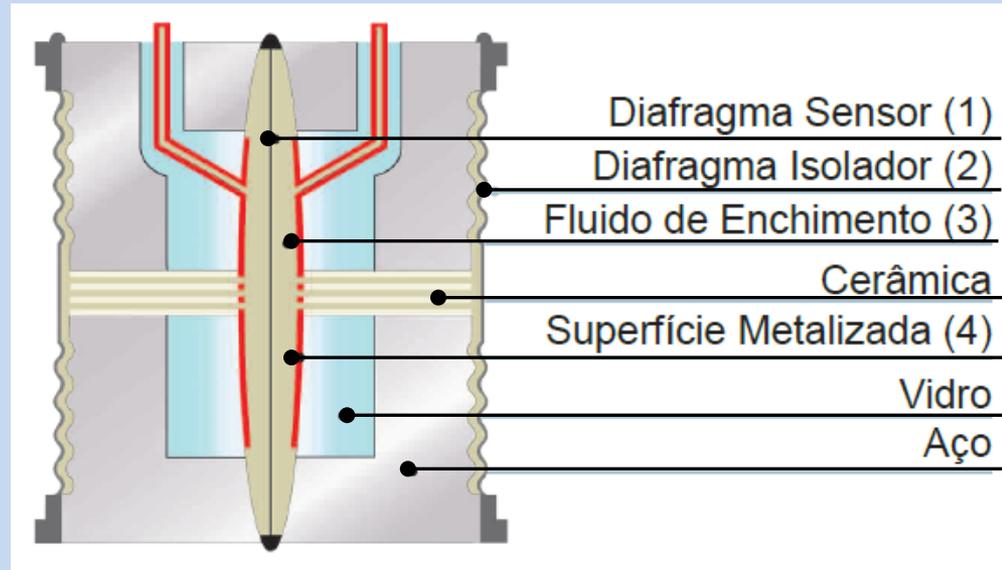
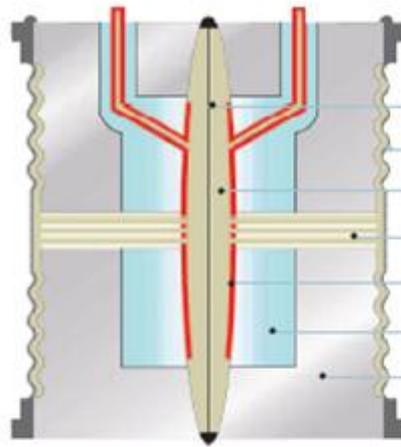


Figura 12.11 Esquema de um fole acoplado a um mecanismo de visualização.

# Sensor e Transmissor Baseado na Capacitância Elétrica

- O sensor de pressão mais utilizado, hoje, na construção de transmissores é a ***célula capacitiva***, ou dP cell.
- Ela é composta por uma câmara de alta e outra de baixa pressão que se movem o diafragma central fazendo variar a capacitância diferencial formada pelo diafragma e as duas placas metálicas isoladas por óleo. A variação desta capacitância em alguns pico-farads é aproveitada, então para a construção do transmissor de pressão.





- Diafragma Sensor (1)
- Diafragma Isolador (2)
- Fluido de Enchimento (3)
- Cerâmica
- Superfície Metalizada (4)
- Vidro
- Aço



CIRCUITO RESSONANTE  
DADOS DO SENSOR: MEMÓRIA

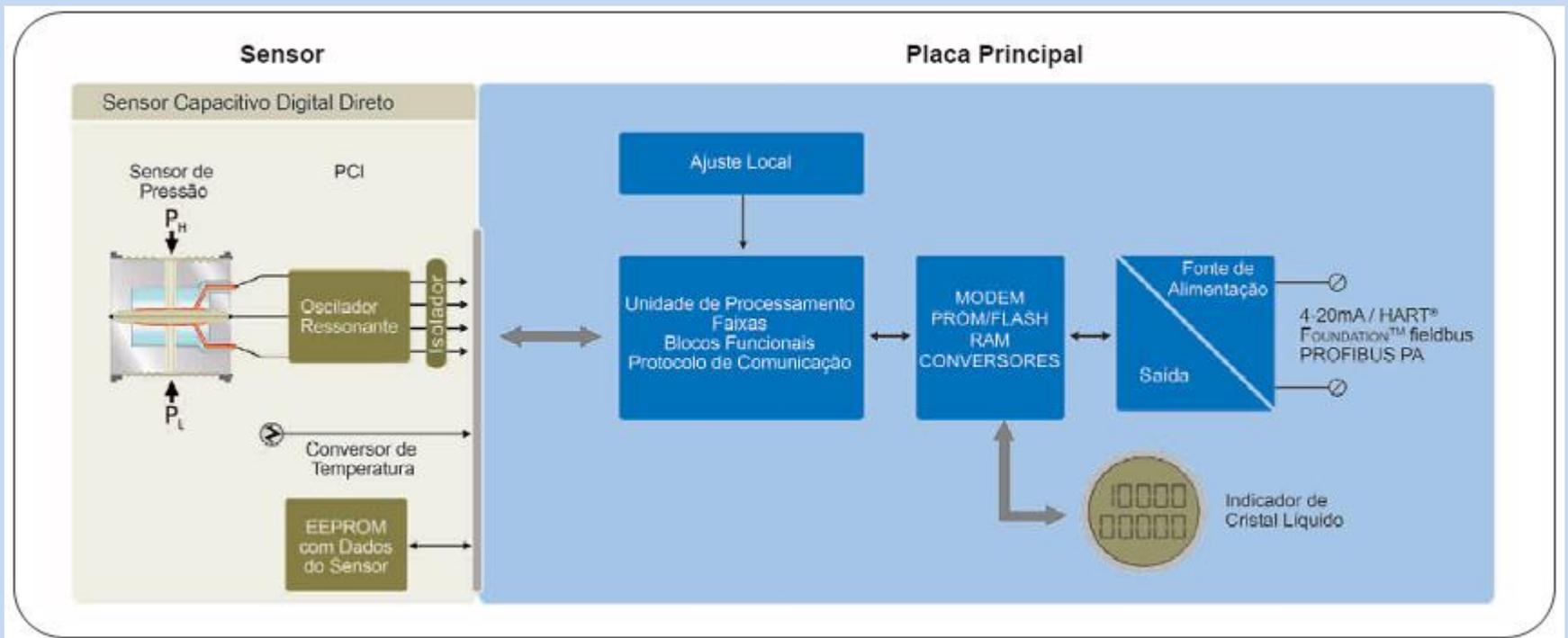
SENSOR CAPACITIVO



Sensor de pressão capacitivo Smar



Medidor de pressão capacitivo (marca Smar)



Através da modulação e demodulação de uma onda pelos circuitos eletrônicos, obtém-se o sinal desejado na saída do transmissor. O sinal de saída, que tradicionalmente era modulado entre a 20 mA, atualmente tende a padrão utilizado para comunicação digital, o Fieldbus. Nestes transmissores, a variação de frequência é proporcional à variação da capacitância da célula capacitiva e o sinal é convertido diretamente em sinal digital, evitando-se imprecisões de uma conversão analógica/digital.

Por serem instrumentos digitais micro processados, também é possível fazer uma compensação de temperatura e se utilizar uma tabela EEPROM contendo os dados de calibração do sensor, conferindo maior precisão ao instrumento.

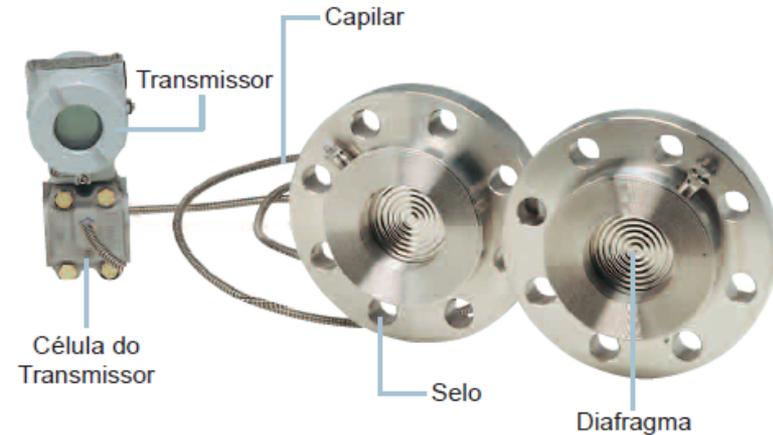
# O Selo Remoto

## Características Básicas

O selo remoto é composto por:

- Uma conexão com diafragma e uma conexão capilar com fluido de enchimento.
- O fluido de enchimento é responsável por levar a pressão medida no fluido do processo ao sensor do transmissor.
- A conexão capilar conecta o diafragma do selo ao transmissor.

No transmissor com selo remoto, o conjunto diafragma remoto e capilar de transmissão é conectado à Célula Capacitiva do Transmissor.



**Modelo com Flange Fixo**



**Modelo com Flange Solto**

Medidores de pressão Smar

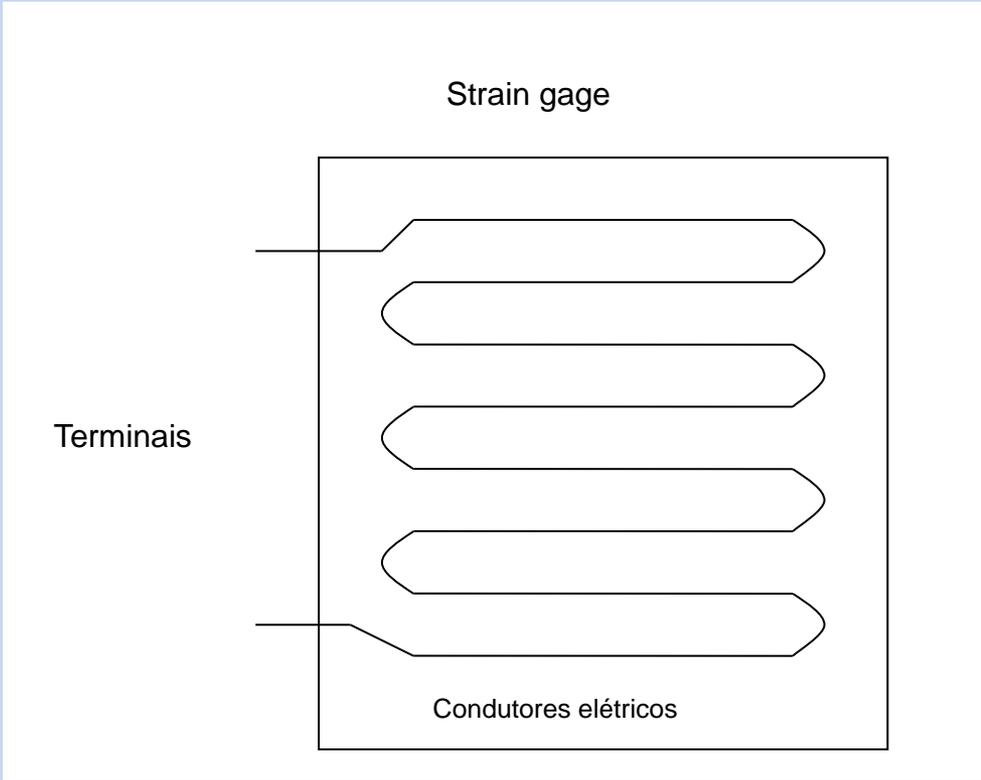
- Aplicação:
- O sensor é montado com transmissores de pressão manométricos e diferenciais. Quando utilizado em aplicações alimentícias, as conexões são sanitárias.
- Os modelos de nível também são utilizados.
  
- As aplicações típicas do selo remoto com o transmissor são:
  - ❑ • Para fluido do processo corrosivo;
  - ❑ • Fluido do processo viscoso ou com sólidos em suspensão;
  - ❑ • Fluido do processo com possibilidade de sedimentar-se, cristalizar-se ou solidificar-se;
  - ❑ • Processos que exijam facilidade de limpeza, etc.



Medidores de pressão Piezoelétricos

## **Sensor baseado em condutores elétricos distendidos (Strain gage) - Piezorresistivo**

- Estes sensores estão baseados no princípio da variação da resistência elétrica de um condutor elétrico com o aumento do seu comprimento. A variação do comprimento do condutor é obtida pelo aumento da pressão em seu corpo. Para que isso seja possível, são construídos sensores muito delgados, com técnicas de filmes finos e semicondutores, dispondo-se os condutores de forma a se ter um grande comprimento. A resistência elétrica obtida é introduzida em uma ponte de Wheststone, onde sua variação é aproveitada para a obtenção do sinal proporcional à pressão que se que medir. Sensores deste tipo se aplicam células de carga ou em transmissores de pressão para medição de grandes pressões manométricas.



Sensor strain gages

## **Exercícios:**

1. Descreva o princípio de funcionamento dos sensores de pressão, manômetros, tubo Bourdon C.
2. Qual a função do selo sanitário e dos sifões nos manômetros. Explique as vantagens.
3. Descreva o princípio de funcionamento dos sensores baseados na capacitância elétrica (célula capacitiva)
4. Descreva o princípio de funcionamento dos sensores de pressão baseados em condutores elétricos distendidos (Strain gage).
5. Compare as vantagens e desvantagens dos sensores de pressão tipo Tubo de Bourdon C e célula capacitiva.