

# Detecção de Pressão

Bruno Canalli Zaguetto  
Caio de Pauli Cordeiro  
Marina dos Reis Martins  
Renan D'Orazio Bucco

# Introdução

- Medir e controlar a pressão são processos essenciais hoje em dia, para diversas aplicações!

# Pressão

- Relação entre força e área
- mmHg, mH<sub>2</sub>O, psi, kgf/cm<sup>2</sup>, Pascal, bar, mbar...
- Atmosférica
- Absoluta
- Manométrica
- Diferencial

# Sensores de Pressão

O sensor é um dispositivo que pode converter uma forma de energia em outra. Essa conversão é usada para efetuar medidas indiretas ou diretas de grandezas ou quantidades físicas.

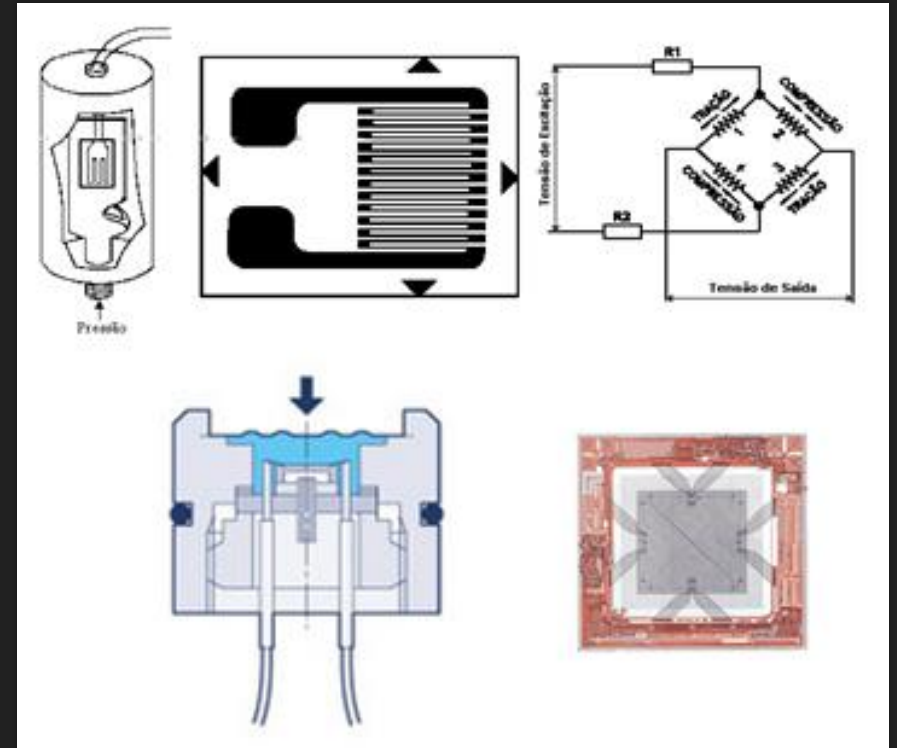
São frequentes os sensores que convertem a quantidade da grandeza medida em uma saída elétrica, sob forma de corrente ou tensão, ou variação de outro parâmetro elétrico, o que é muito conveniente devido às facilidades e vantagens que a eletricidade apresenta.

# Tipos de Sensores

- Piezo-resistivo (Strain Gage)
- Piezo-elétrico
- Ressonante
- Capacitância Variável (Capacitivos)
- Ótico
- Outros

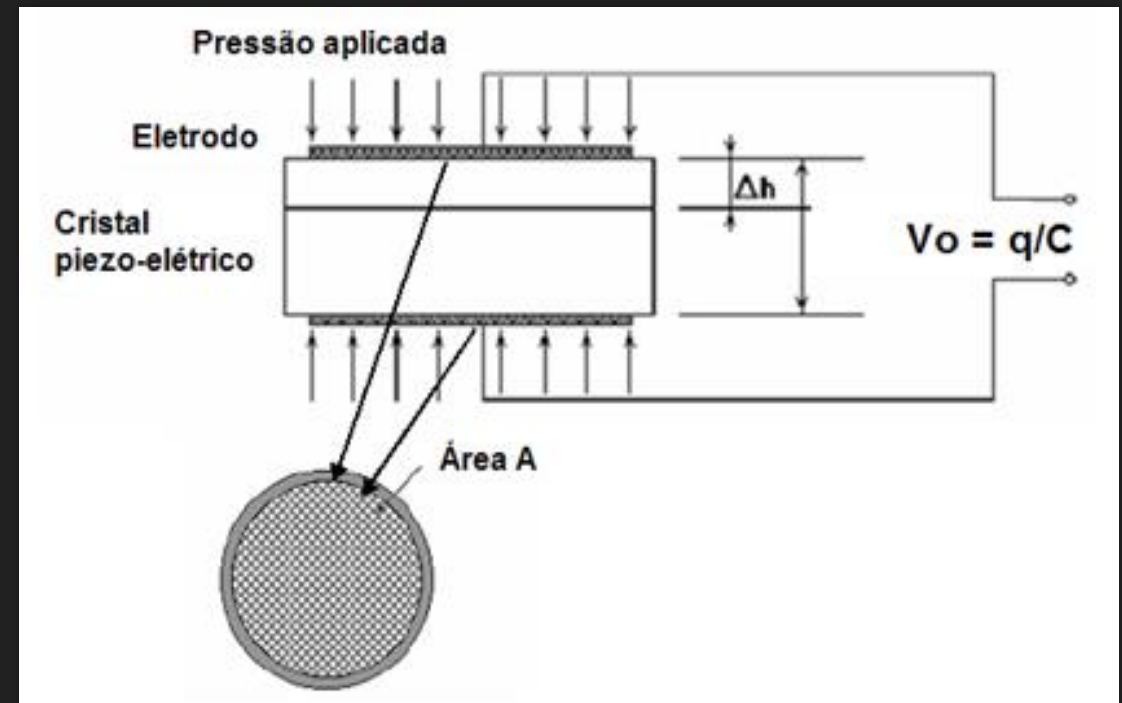
# Piezo-resistivo ou Strain Gage

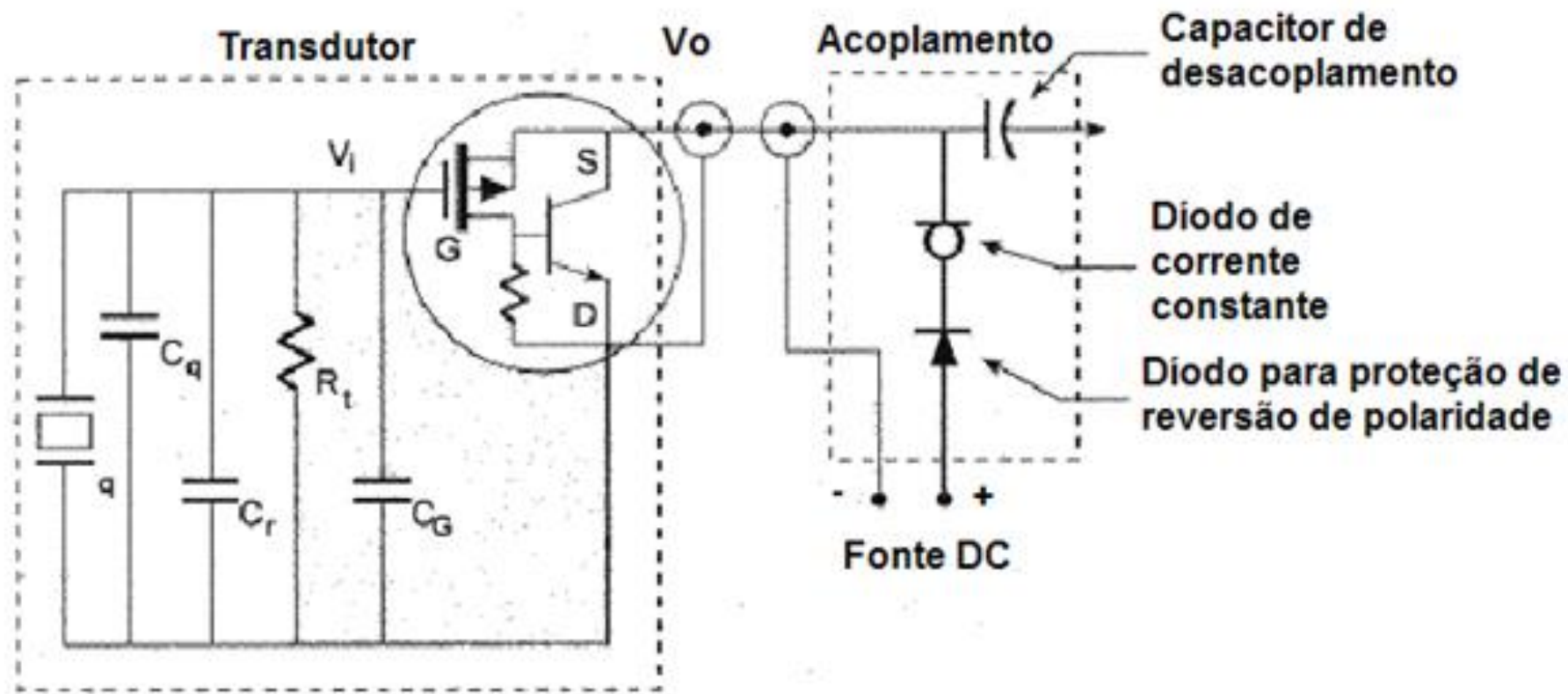
- A piezo-resistividade refere-se à mudança da resistência elétrica com a deformação como resultado da pressão aplicada.
- Desvantagens: faixa limitante de temperatura de operação, aplicável em ranges baixos de pressão por gerarem um sinal muito baixo de excitação, muito instável.



# Piezo-elétrico

- O material piezo-elétrico acumula cargas elétricas em certas áreas de sua estrutura cristalina, quando sofrem uma deformação física, por ação de uma pressão.
- Tem a desvantagem de requerer um circuito de alta impedância e um amplificador de alto ganho, sendo susceptível a ruídos.







# Ressonantes

- Possuem em geral o princípio da tecnologia que é conhecida como “vibrating wire”. Uma mola de fio magnético é anexada ao diafragma que ao ser submetido a um campo magnético e ser percorrido por uma corrente elétrica entra em oscilação. A frequência de oscilação é proporcional ao quadrado da tensão (expansão/compressão) do fio.
- O sensor é formado por uma cápsula de silício colocada em um diafragma que vibra ao se aplicar um diferencial de pressão e, a frequência de vibração depende da pressão aplicada.

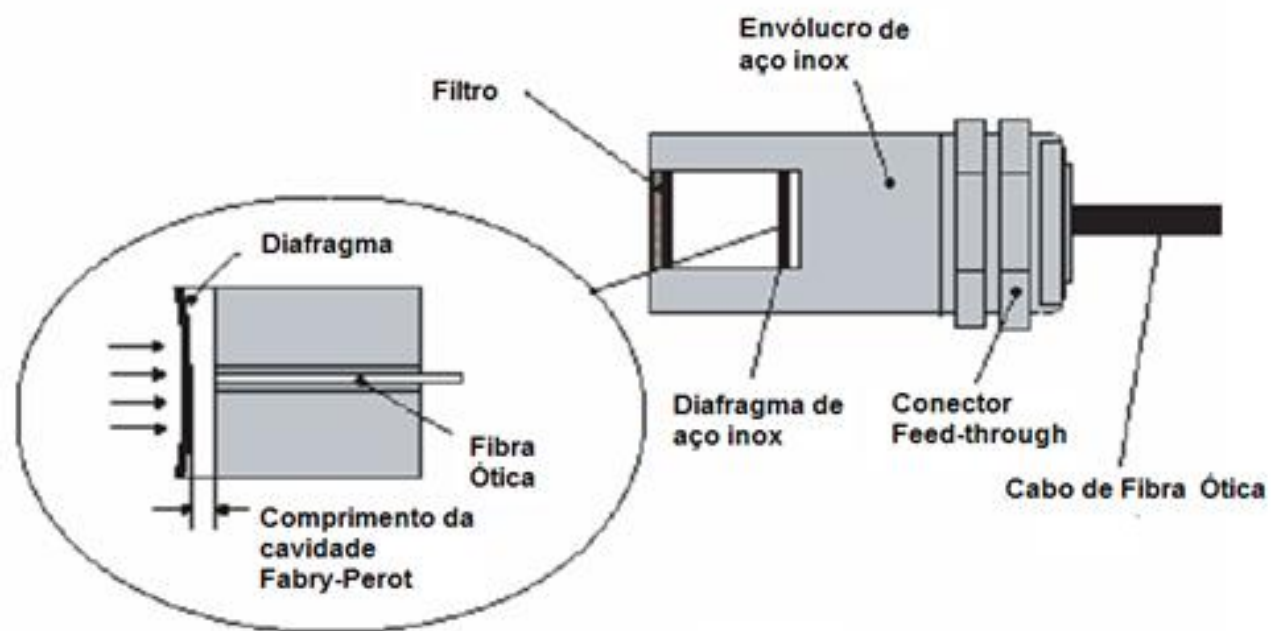
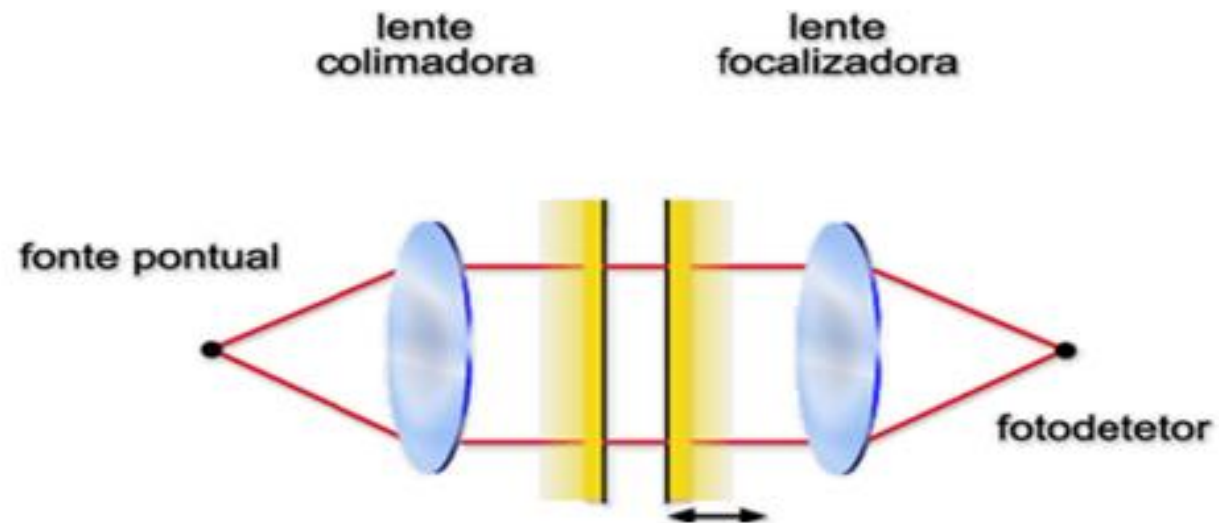
# Capacitivos

- São baseados em transdutores onde a pressão aplicada a diafragmas sensores faz com que se tenha uma variação da capacitância entre os mesmos e um diafragma central.
- Possuem respostas lineares e praticamente insensíveis a variações de temperatura, sendo os mais indicados em instrumentação e controle de processos.



# Óticos

- Os Sensores de pressão são construídos com o emprego de uma membrana móvel numa das extremidade da fibra.
- Vantagens: alta sensibilidade, tamanho reduzido, flexibilidade e resistência, baixo peso, longa vida útil, longa distância de transmissão, baixa reatividade química do material, ideal para operar em ambientes com risco de explosão e intrinsecamente seguros, isolamento elétrico, entre outras.

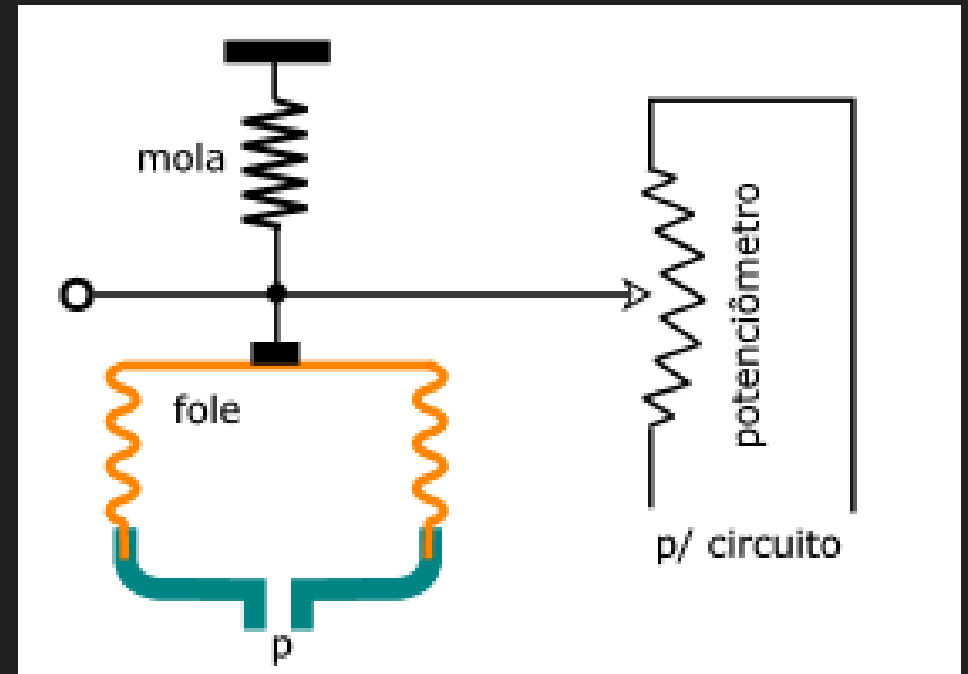


# Transdutores

- Os transdutores de pressão convertem os valores em grandezas que são usadas, local ou remotamente, para leitura e/ou controle de processos.
- Tipo de Transdutores:
  - Potenciométricos
  - Capacitivos
  - Deformação (Strain Gage)
  - Óticos
  - Indutivos
  - Piezoelétricos
  - Ressonante

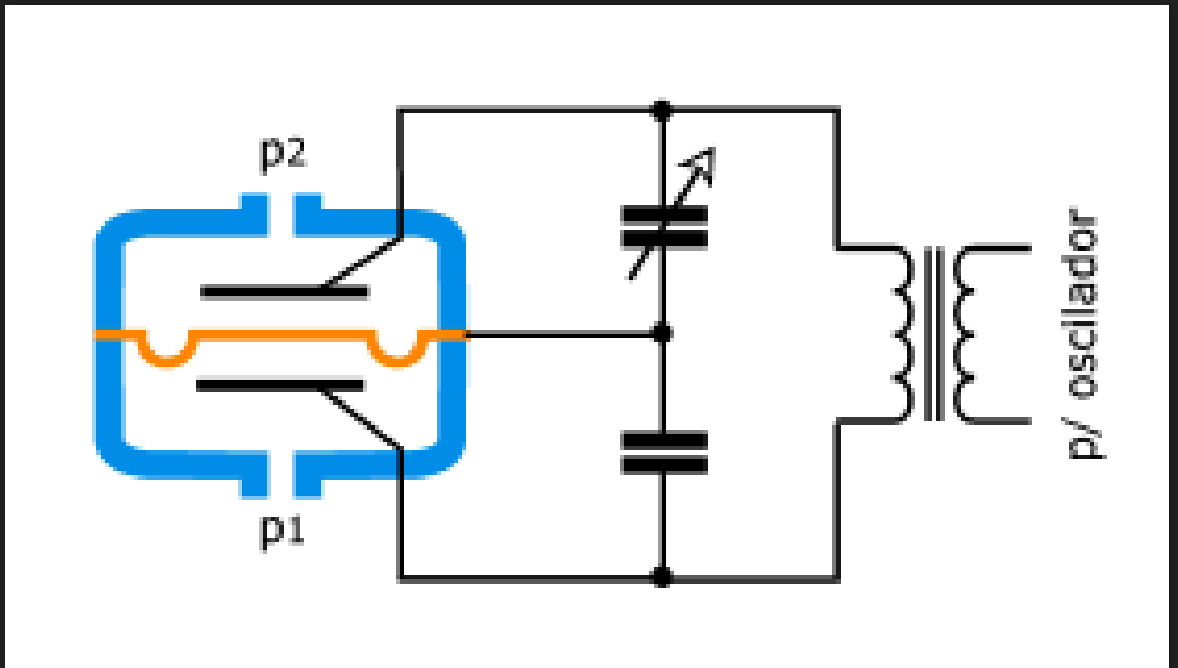
# Potenciométricos

- São simples e operam conforme esquema da figura ao lado. Um fole aciona um potenciômetro que converte os valores de pressão em valores de resistência elétrica.
- São de baixo custo, podem operar sob diversas condições, o sinal pode ter intensidade boa, dispensando ampliações.
- Em geral, são usados para pressões de 0,035 a 70 MPa. Precisão na faixa de 0,5 a 1% do fundo de escala sem considerar as variações de temperatura.



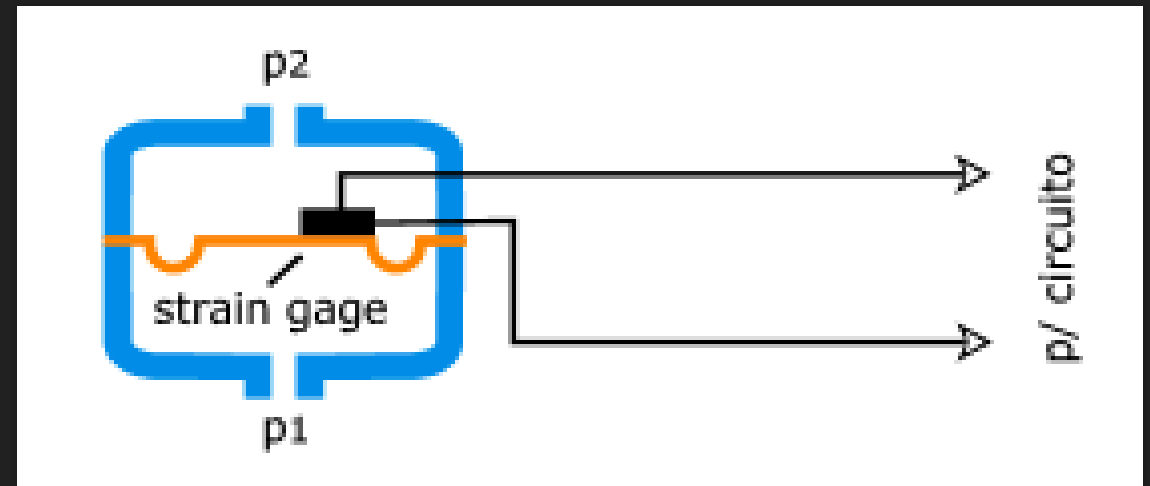
# Capacitivos

- O deslocamento do diafragma devido à variação de pressão resulta em aumento da capacitância de um e diminuição de outro. E um circuito oscilador pode detectar essa variação.
- Usados para pressões desde vácuo até cerca de 70 MPa. Diferenças a partir de aproximadamente 2,5 Pa. Precisão de até 0,01 % do fundo de escala. Boa estabilidade térmica.



# Deformação (Strain Gage)

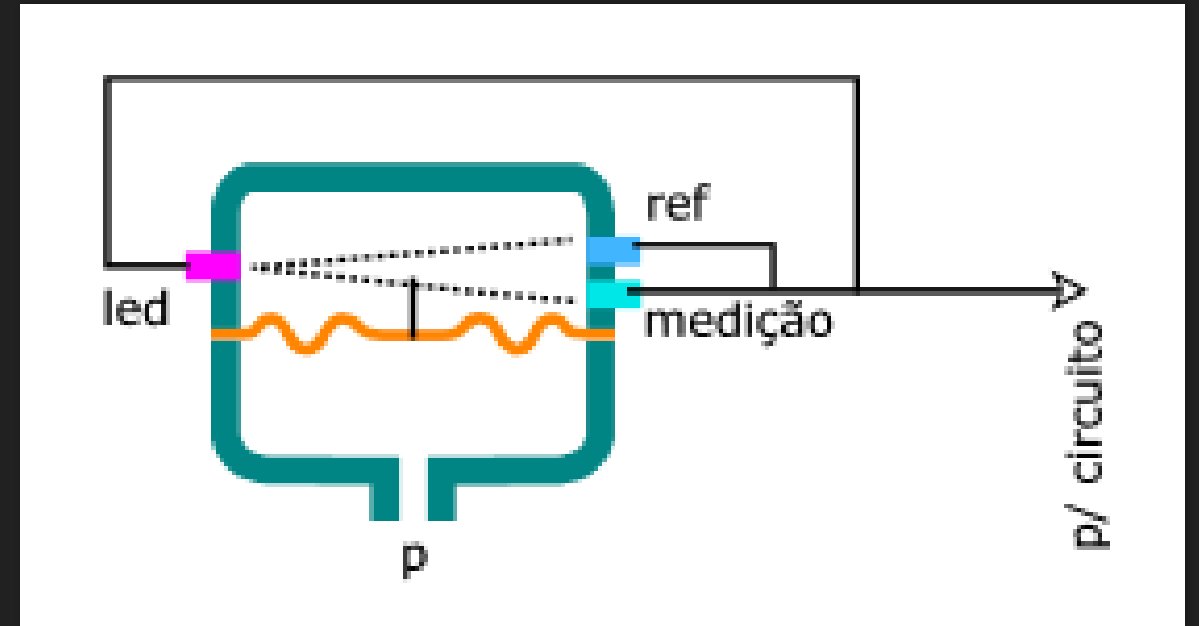
- O transdutor de deformação usa um sensor tipo "strain gage" para indicar a deformação do diafragma provocada pela pressão.
- Precisão até aproximadamente 0,25% do fundo de escala. Há tipos para as mais diversas faixas de pressões (0,001 a 1400 MPa).





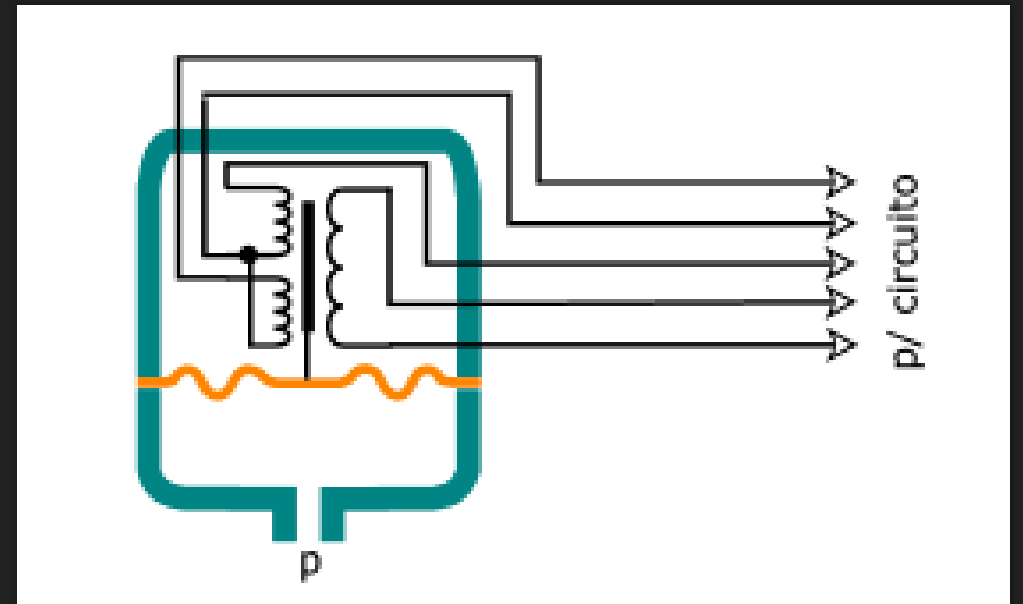
# Óticos

- Nos transdutores óticos, um anteparo conectado ao diafragma aumenta ou diminui a intensidade de luz, emitida por uma fonte (led), que um fotodiodo recebe. E um circuito eletrônico completa o dispositivo.
- Têm boa precisão e elevada estabilidade térmica. São compactos e requerem pouca manutenção. Precisão cerca de 0,1% do fundo de escala. Pressões de 0,035 a 400 MPa.



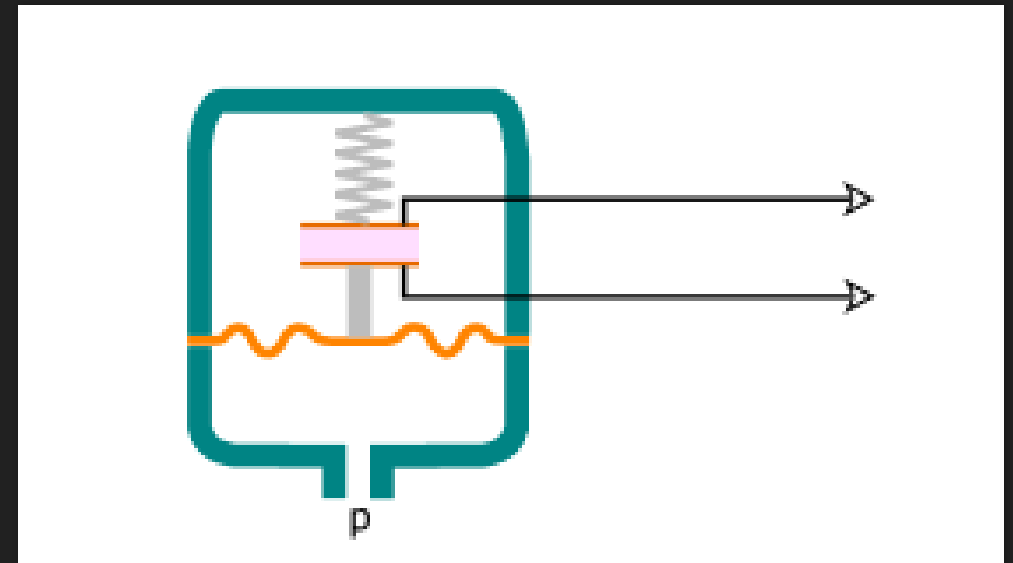
# Indutivo

- Uma configuração para transdutor indutivo é o núcleo de um transformador que se move de acordo com a pressão sobre o diafragma. Supondo uma situação inicial simétrica, se uma tensão alternada é aplicada no primário, a tensão de saída será nula porque os secundários estão ligados em oposição.
- A estabilidade térmica é boa, mas são sensíveis a campos magnéticos e a vibrações. Pressões nas faixas de 0,2 a 70 MPa.



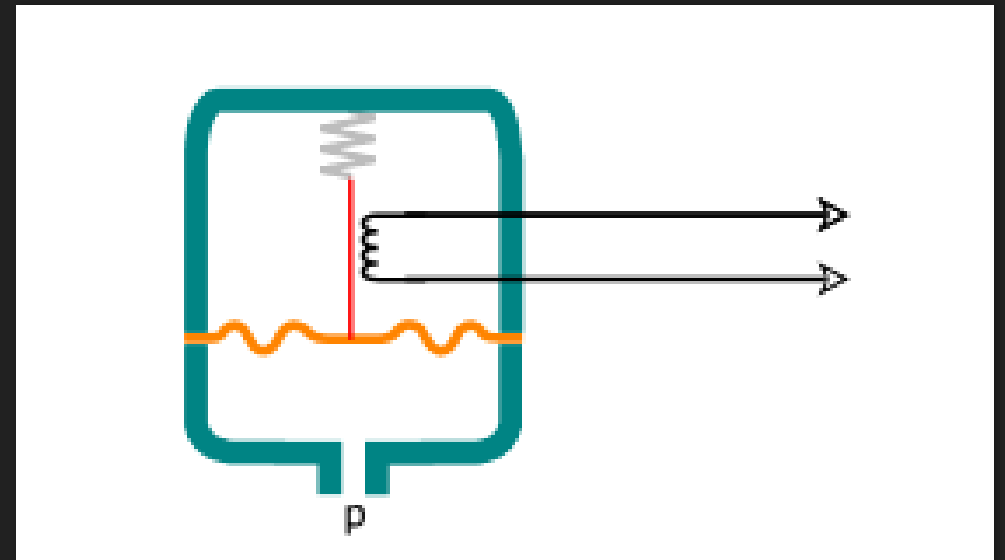
# Piezoelétricos

- Se o circuito processa apenas a tensão gerada devido ao efeito piezoelétrico, o dispositivo registra apenas variações de pressão, pois a tensão cai rapidamente em condições estáticas.
- São sensíveis a variações de temperatura e a instalação requer cuidados especiais.



# Ressonante

- Nos transdutores de fio ressonante, um fio metálico, com uma extremidade presa no diafragma, é mantido sob tensão pelo efeito de uma mola.
- Um deslocamento do diafragma varia a tensão no fio e, por consequência, sua frequência de ressonância. Uma bobina próxima e um circuito apropriado detectam a variação e a convertem em sinal elétrico.
- Têm alguma sensibilidade à variações de temperatura, à vibrações e a choques. A saída não é linear e deve ser compensada pelo circuito.

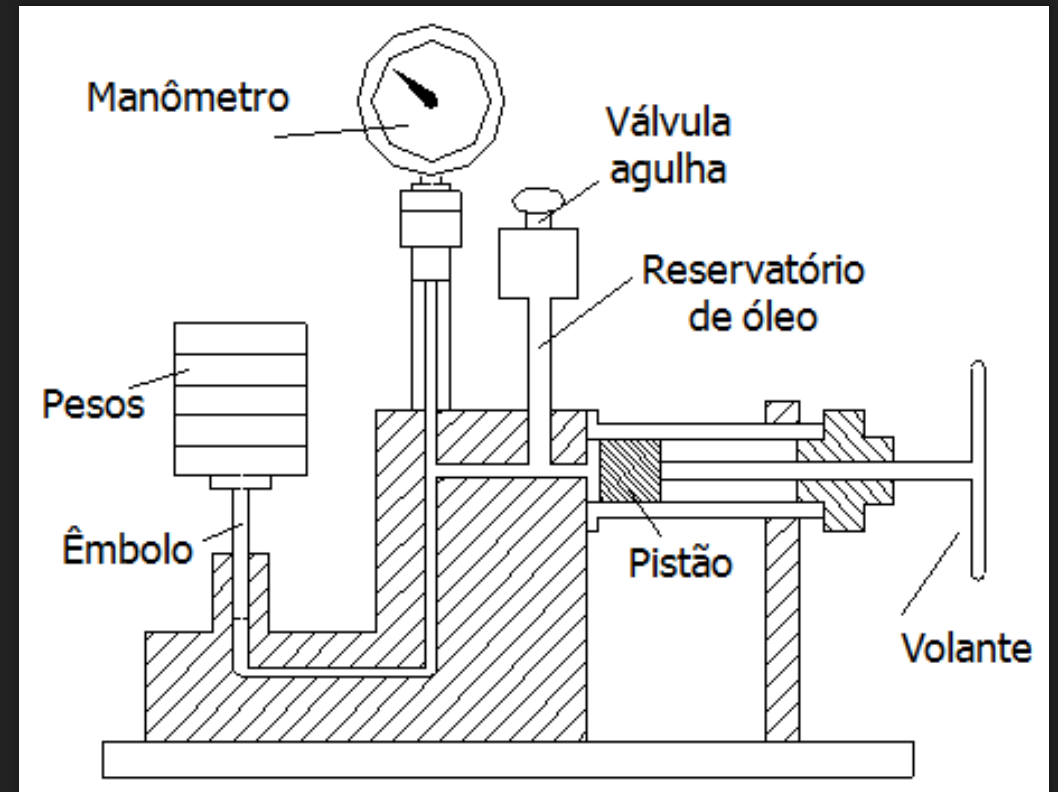


# Manômetros

- Existem três tipos de medidores de pressão:
  - Peso morto
  - Coluna líquida
  - Deformação elástica

# Manômetro de Peso Morto

- A pressão é obtida pela colocação de massas padronizadas sobre um pistão de área também conhecida.
- Para uma determinada força-peso sobre o pistão pode-se calcular a pressão exercida.

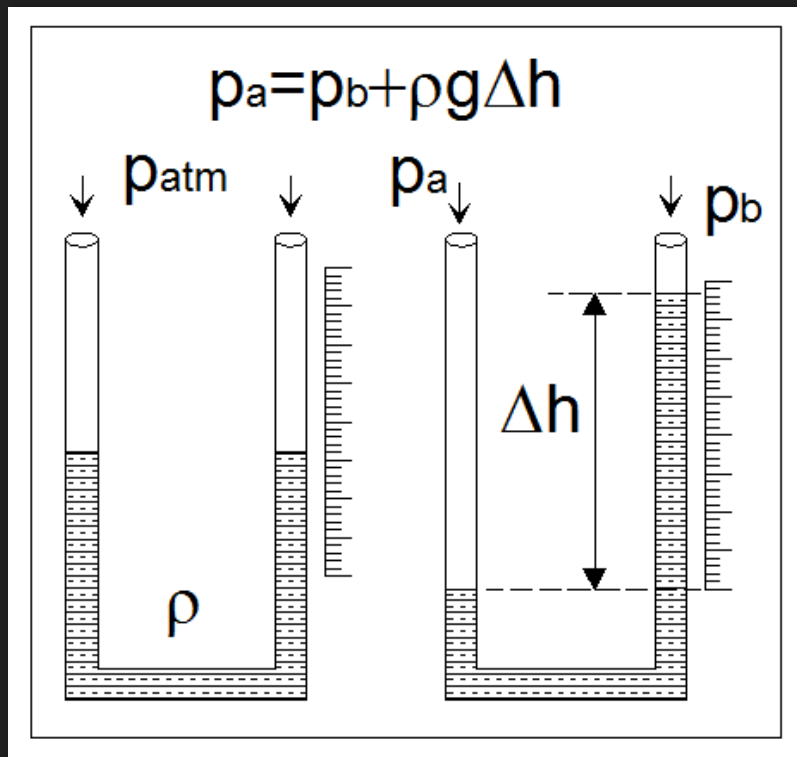


# Manômetro de coluna líquida

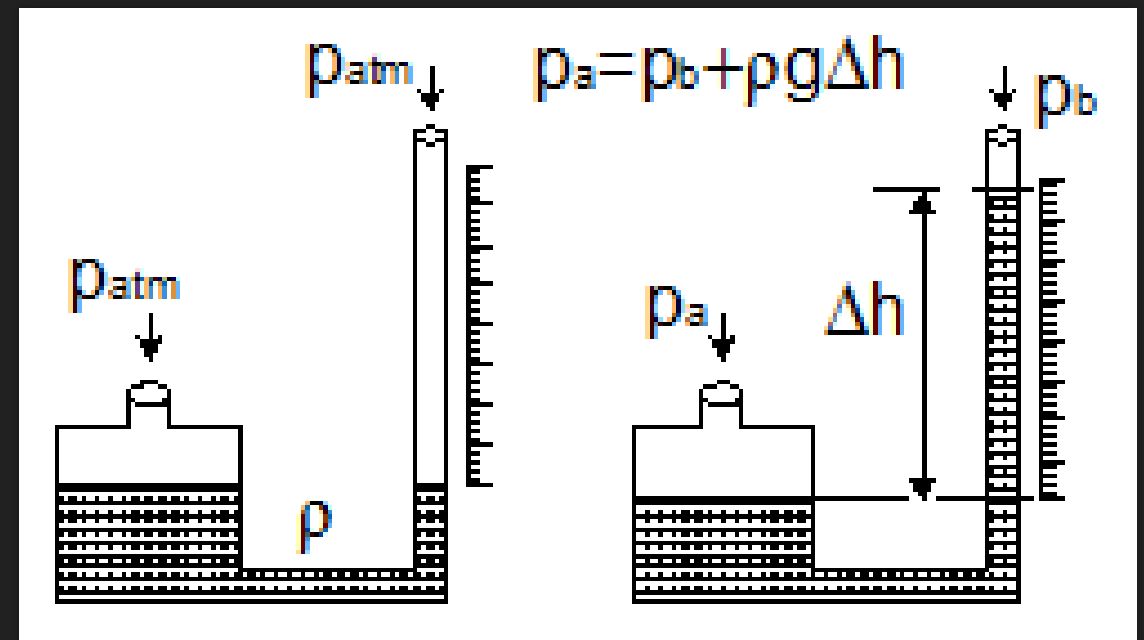
- Os manômetros de coluna líquida, outrora largamente utilizados, estão sendo progressivamente abandonados, principalmente devido ao fato de normalmente necessitar de um líquido manométrico mais denso que a água, como é o caso do mercúrio metálico. Este líquido pode vazar para o interior da tubulação, provocando contaminações.
- Outro problema é a grande dificuldade de adaptar sistemas de leitura remota e saídas para registradores e processadores. Entretanto, os manômetros de coluna possuem uma grande vantagem: não necessitam calibração, desde que possa se garantir a densidade do líquido manométrico e a exatidão da escala que mede a altura da coluna.
- Ainda hoje os manômetros de coluna líquida são utilizados frequentemente como padrões práticos para calibração de transdutores de pressão. As faixas de medição de pressão podem ser bastante extensas uma vez que o fluido manométrico (mercúrio, óleo ou água) pode ser mudado de acordo com a pressão ou depressão a serem medidas.

# Manômetro de coluna líquida

Tubo em U



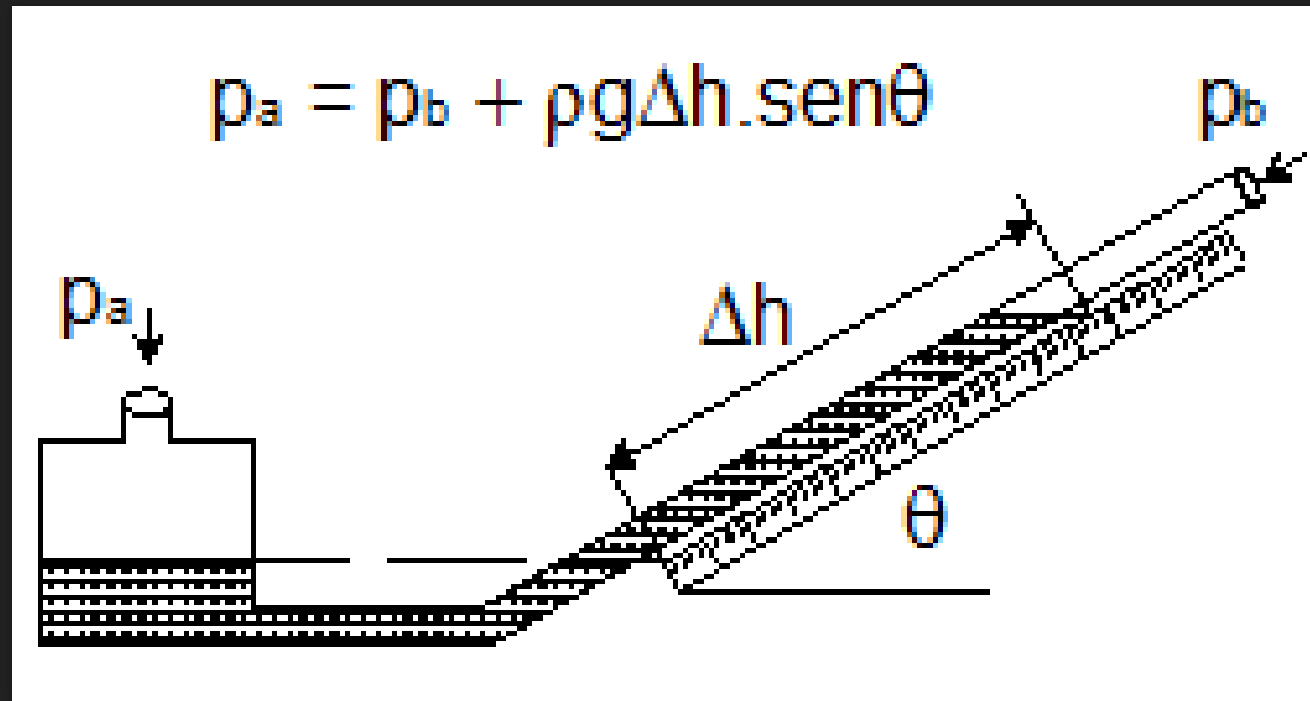
Colunas de áreas diferentes





# Manômetro de coluna líquida

Coluna inclinada



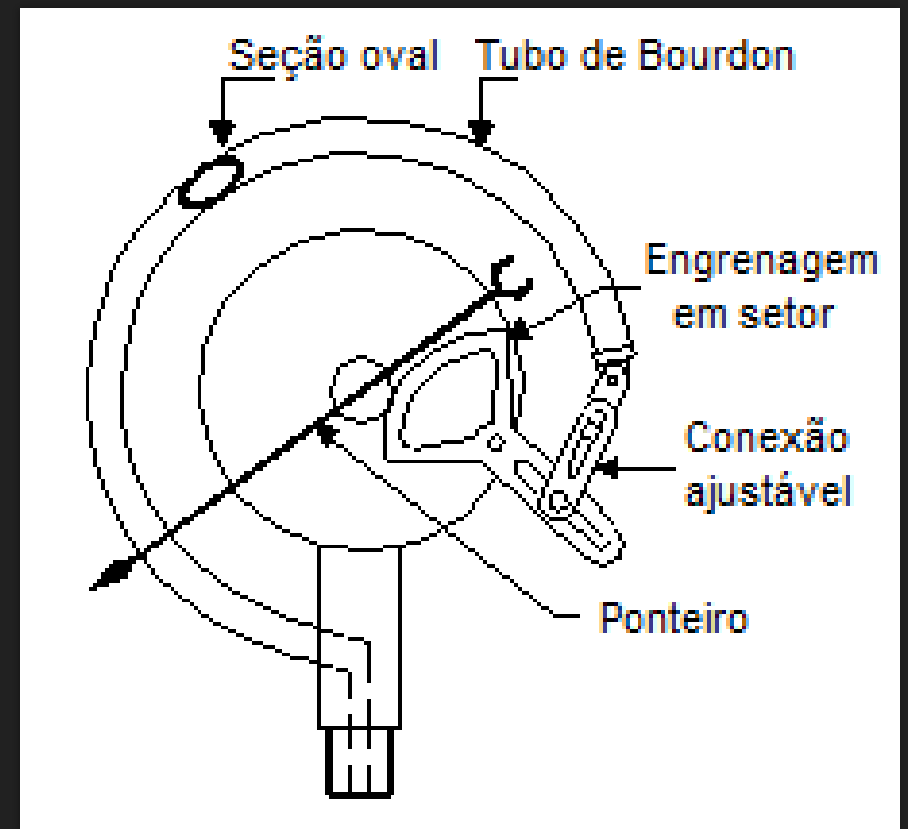
# Medição por deformação elástica

- Os instrumentos que medem a pressão por deformação elástica utilizam a deformação de um elemento sob pressão para mover um ponteiro, normalmente através de engrenagens intermediárias para amplificação da deformação. O tipo mais comum é o manômetro de Bourdon.

# Medição por deformação elástica

## Manômetro de Bourdon

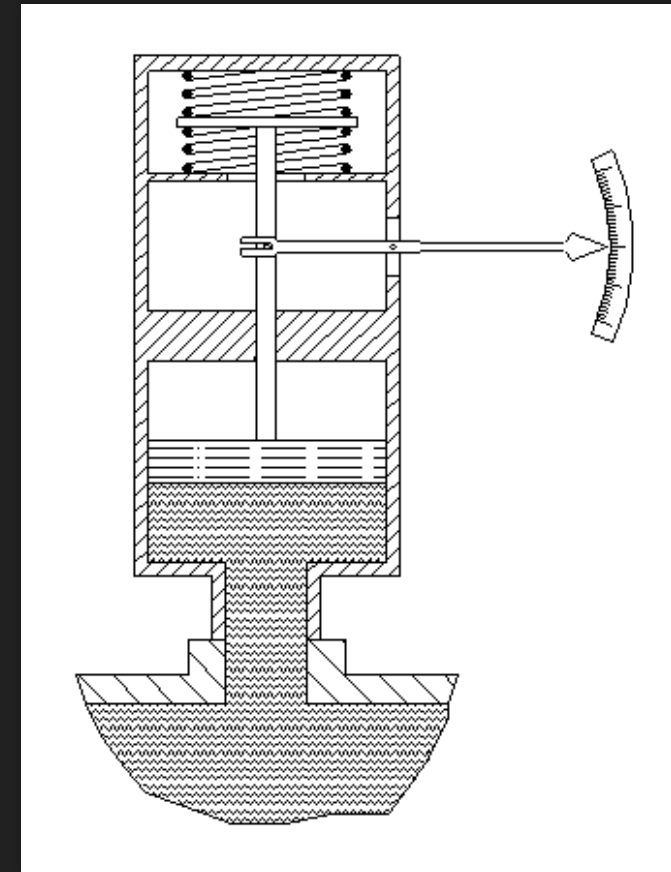
- A articulação e a engrenagem em setor transmitem a deformação do tubo de Bourdon à engrenagem central através de um movimento giratório de pequena dimensão.
- A engrenagem central amplifica o movimento giratório movimentando o ponteiro, e a escala relaciona a posição do ponteiro com a pressão manométrica.



# Medição por deformação elástica

## Manômetro de pistão com mola

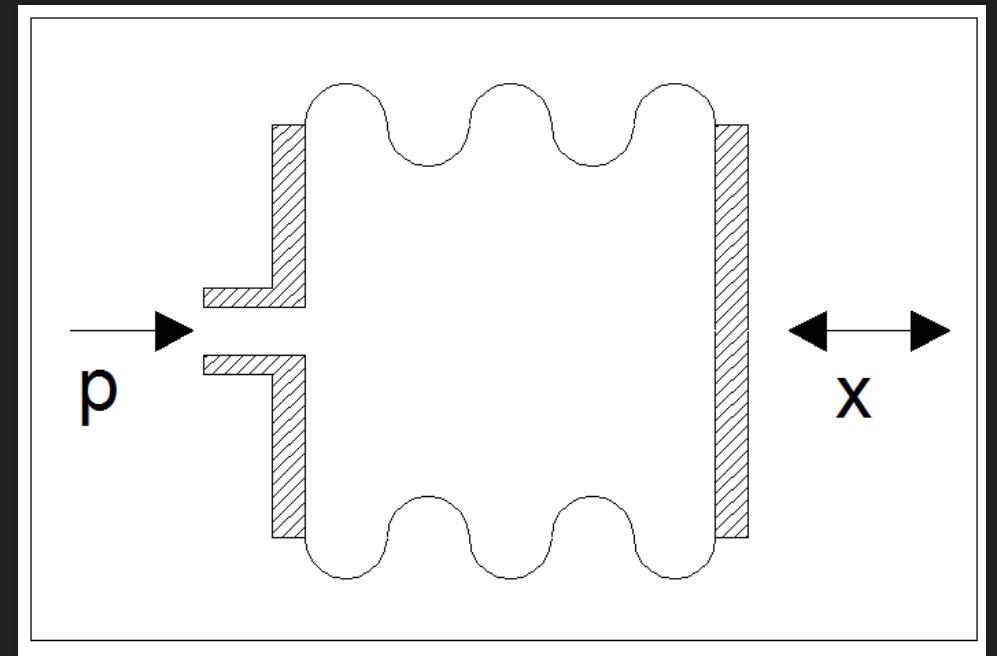
- Neste tipo, o pistão é mantido em uma das extremidades do cilindro por ação de uma mola e é forçado à outra extremidade por ação da pressão a ser medida.
- O movimento do pistão é transmitido a um ponteiro posicionado sobre uma escala.



# Medição por deformação elástica

## Manômetro tipo fole

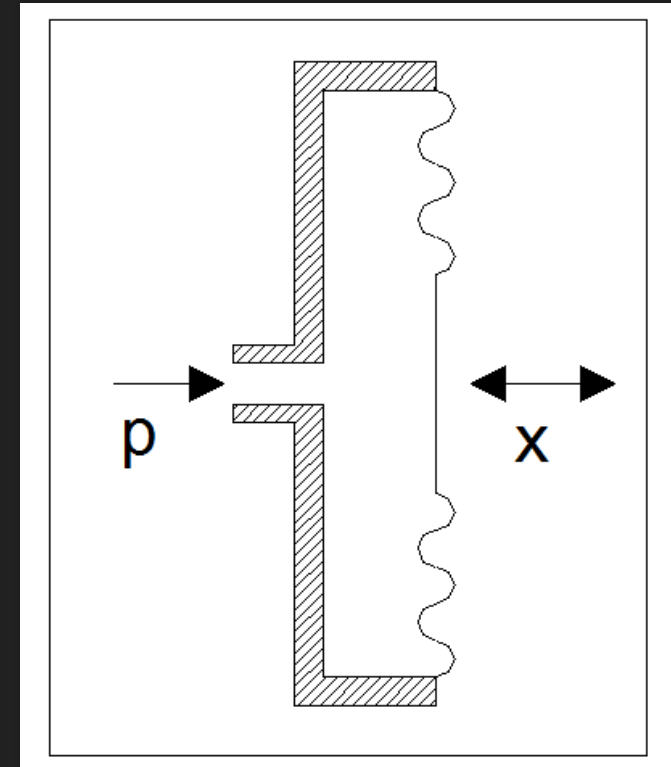
- Os foles são tubos de paredes corrugadas cujas dimensões se alteram no sentido de aumentar longitudinalmente quando a pressão interna é maior que a externa.
- Se a pressão interna diminui em relação à externa então o fole retorna à condição de repouso seja por ação de mola auxiliar ou pela elasticidade do próprio material do fole. Como a resistência à pressão é limitada, é usado para baixas pressões.



# Medição por deformação elástica

## Manômetro tipo diafragma

- A pressão aplicada produzirá a flexão do material enquanto seu retorno à posição de repouso será garantido por uma mola auxiliar no caso dos não metálicos ou pela elasticidade do metal que os compõe nos caso dos metálicos.



**Muito obrigado!**