



Prof. Jesse

CEFET-RJ / UFF - PPGIO

Instrumentação e Ótica Aplicada

Instrumentação para Processos Físicos e Biológicos



1. Introdução à instrumentação científica
2. Parâmetros físicos fundamentais
3. Detetores de radiação
4. Espectroscopia
5. Análise de dados e software dedicado
6. Sensores e transmissores de sinais
7. Eletrônica para detecção
8. Ruído e blindagem
9. Sistemas de aquisição de dados e uso de rede
10. Compartilhamento e processamento de dados



- 7 - Balbinot, A.; Brusamarello, V.J. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**. Vols. 1 e 2. LTC. Rio de Janeiro. 2006
- 11 - Werneck, M. M. **Transdutores e interfaces**, Livros Técnicos e Científicos Editora, 240 pp., 1996.
- 12 - Garrett, P. H. **Advanced Instrumentation and Computer I/O Design: Real-Time System Computer Interface Engineering**, IEEE Press Marketing, Nova Iorque, p. 1-178, 1994.
- 13 - Doebelin, E. O. **Measurement Systems: application and design**, McGraw-Hill International Book Company, edição internacional, Singapura, 867 pp., 1983.
- 14 - Neuman, M. R., Liu, C., Mendelson, Y., Buck, R. P. e Geddes, L. A. **Biomedical Sensors**. In: Bronzino, J. D. *The Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press, Inc., p. 725-800, 1995.
- 15 - Brown, B. H., Smallwood, R. H., Barber, D. C., Lawford, P. V. e Hose, D. R. **Medical Physics and Biomedical Engineering**, Institute of Physics Publishing, Bristol, 736 pp., 1999.
- 19 – Dias, Carlos Alberto. **Técnicas avançadas de instrumentação e controle de processos industriais, ênfase em petróleo e gás**. Ed. Technical Books Livraria. 2012.
- 20 – Bega, Egídio Alberto. **Instrumentação industrial**. 3ª ed. Ed. Interciência. 2011.
- 21 – Soloman, Sabrie. **Sensores e sistemas de controle na indústria**. 2ª ed. Ed. GEN-LTC. 2012.
- 25 – Serway, R. A. e Jewett Jr, J. W. – **Física para Cientistas e Engenheiros vol. 4 – Luz, Óptica e Física Moderna** – 8ª ed. – Ed. Cengage Learning – 2013



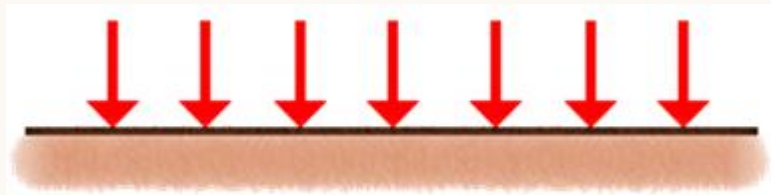
A Medida de pressão é o mais importante padrão de medida, pois as medidas de vazão, nível etc. podem ser feitas utilizando-se esse princípio.

Pressão é definida como uma força atuando em uma unidade de área.

onde: P = Pressão
 F = Força
 A = Área

$$P \equiv \frac{F}{A}$$

$$1 \text{ Pa} \equiv 1 \text{ N/m}^2$$

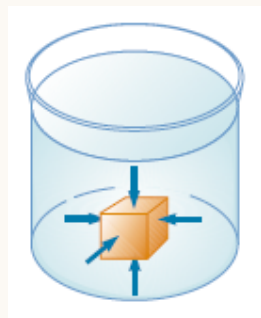
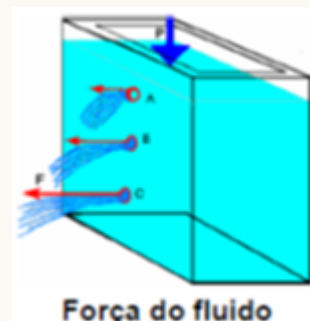
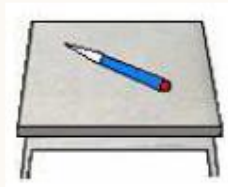


A figura abaixo apresenta um exemplo de medição de pressão com um manômetro.



Exemplos: nas figuras a seguir podemos observar a pressão ou a força exercida.

Pressão do lápis sobre a mesa

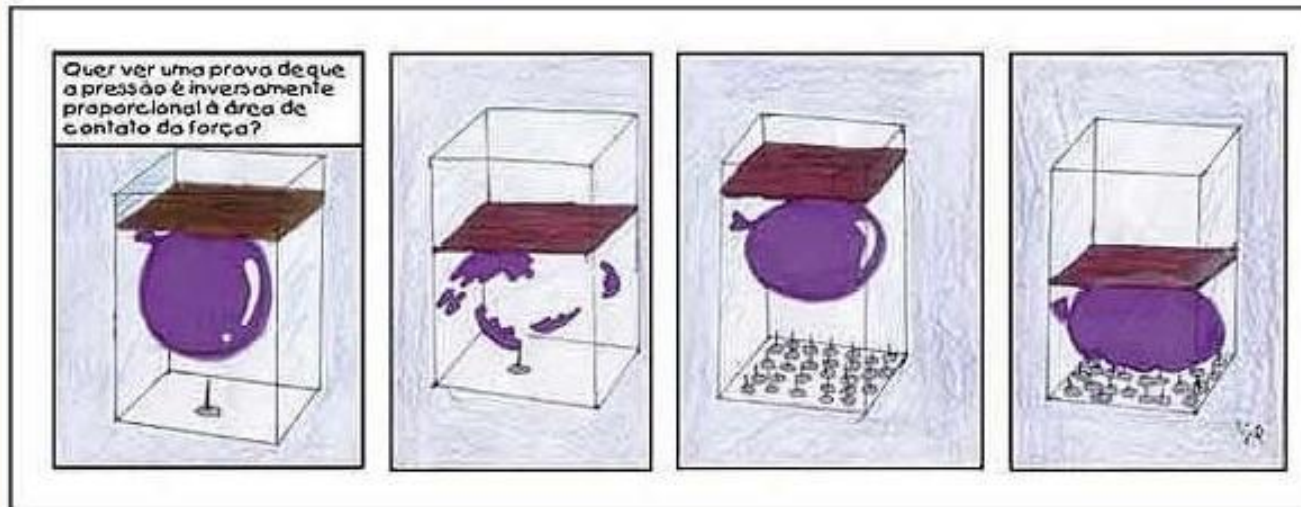
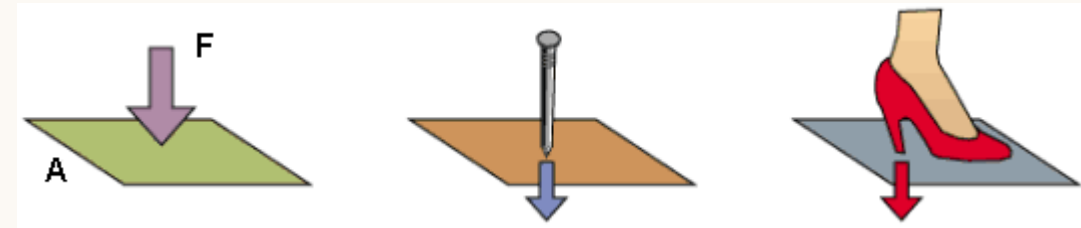
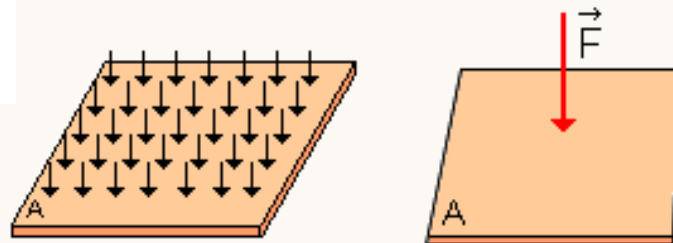


Com esse entendimento, podemos dizer de forma simples que

a **pressão** é uma quantidade derivada da unidade de força;
e **Pressão** é uma *força* exercida sobre uma dada *área*.



$$P \equiv \frac{F}{A}$$



Já podemos desconfiar porque a faca afiada corta e a cega não.



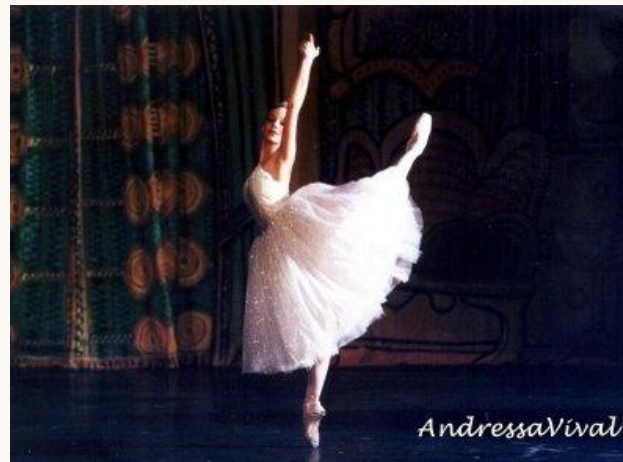
Uma mulher elegante, via de regra, sabe andar muito bem com sapatos de salto-alto. Também muito frequentemente, as mulheres sentem dores por causa dos calçados.

De acordo com estudo feito pela ortopedista **Cibele Réssio**, da **Unifesp**, dentre as usuárias de salto-alto:

- 20% sentem dor a partir do momento que calça os sapatos
- 40% sentem dor apenas duas horas após o início uso
- 30% sentem dor apenas quatro horas após o início do uso
- 10% não sentem dor mesmo após quatro horas de uso

Isso leva a uma conclusão:

O corpo não foi "desenvolvido" para aguentar muito tempo com o peso distribuído de maneira desigual.





| UNIDADES | SIMBOLOGIA | RELAÇÕES |
|---------------------------|-------------------|---|
| Newton por metro quadrado | N/m^2 | |
| Pascal | Pa | $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ |
| Bar | bar | $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$ |
| Kilograma força | kgf/cm^2 | $1 \text{ kgf/cm}^2 = 14,2 \text{ libra/pol}^2$ |

Obs.: **libra/pol²** = pouds per square inch (**psi**)

| | | |
|------------------------|------|---|
| Atmosfera | atm | $1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ atm} \equiv 1 \text{ kgf/cm}^2$ $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$ |
| Milímetro de mercúrio | mmHg | $1 \text{ mmHg} = 133 \text{ N/m}^2$ |
| Centímetro de mercúrio | cmHg | $1 \text{ cmHg} = 1333 \text{ N/m}^2$ |

Variação da PRESSÃO com a profundidade em um líquido:

$$P \equiv \frac{F}{A}$$

$$\sum F_y = PA - P_0A - Mg = 0$$

$$PA - P_0A - \rho Ahg = 0$$

$$PA - P_0A = \rho Ahg$$

$$P = P_0 + \rho gh$$

$$P_0 = 1.00 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

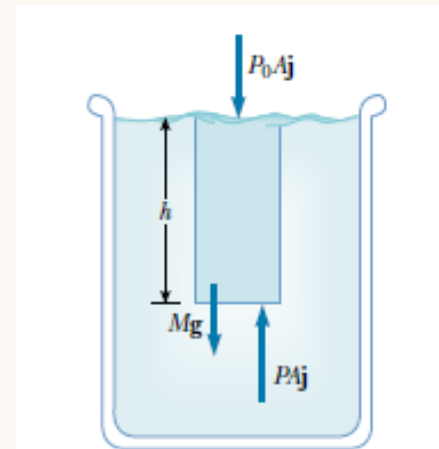
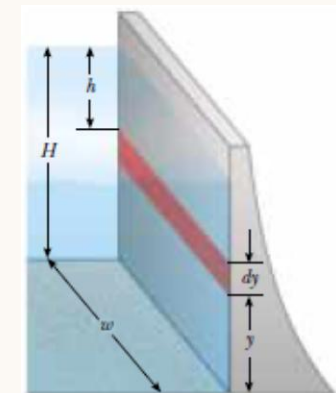
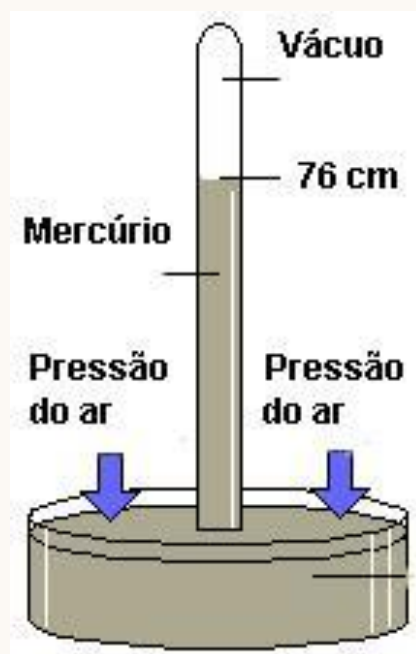


Figure 15.4 How pressure varies with depth in a fluid. The net force exerted on the volume of water within the darker region must be zero.



A pressão **P**, a uma profundidade **h**, abaixo da superfície de um líquido aberto à atmosfera é maior que a atmosférica por uma quantidade **ρgh** .

$$P_0 = 1.00 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$





3.3.2 Escala de Pressão

As medidas de pressão estendem-se desde valores muito baixos, que são considerados vácuos, até milhares de toneladas. A figura a seguir, mostra a relação de diversos tipos de pressão e as respectivas faixas de medição (escalas).

São três as escalas para a medição da pressão:

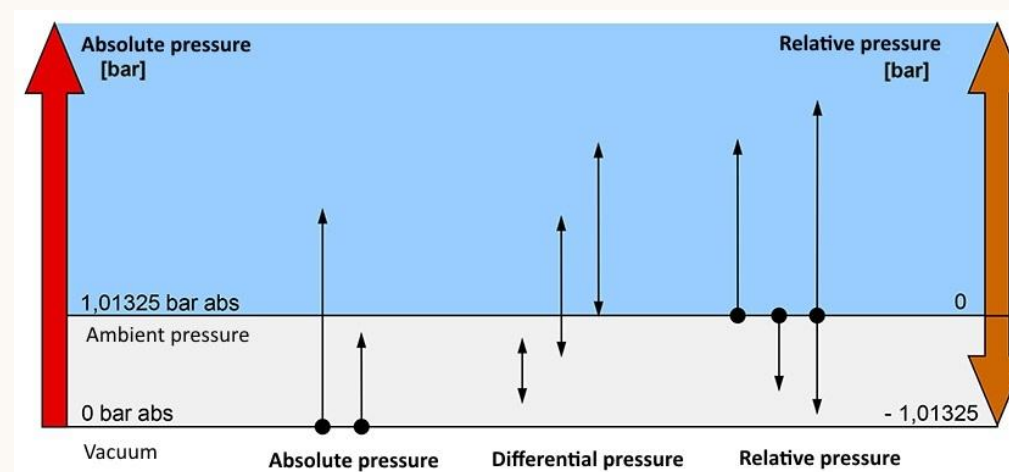
1. **Escala de pressão manométrica**, onde o ponto zero é a pressão atmosférica;
2. **Escala de pressão absoluta**, onde o ponto zero corresponde ao ponto zero absoluto; e
3. **Escala de vácuo**, onde se ponto zero corresponde ao ponto de pressão atmosférica e o ponto máximo no ponto do zero absoluto. Ou seja, a escala de vácuo é usada para indicar pressão manométrica negativa.

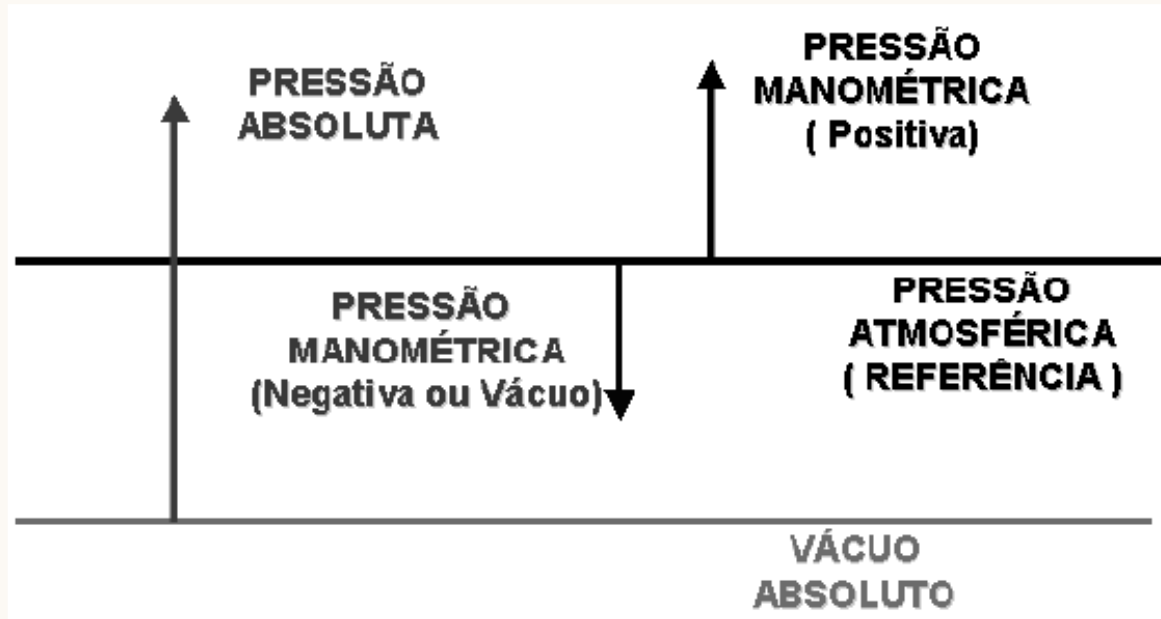
A diferença entre a escala de pressão manométrica e a escala absoluta é a localização do ponto zero.



Fig. 3.11 - Escalas de pressão e instrumento de medição

As medidas de pressão estendem-se desde valores muito baixos, que são considerados vácuos, até milhares de toneladas. A seguir, serão definidas as principais escalas de pressão





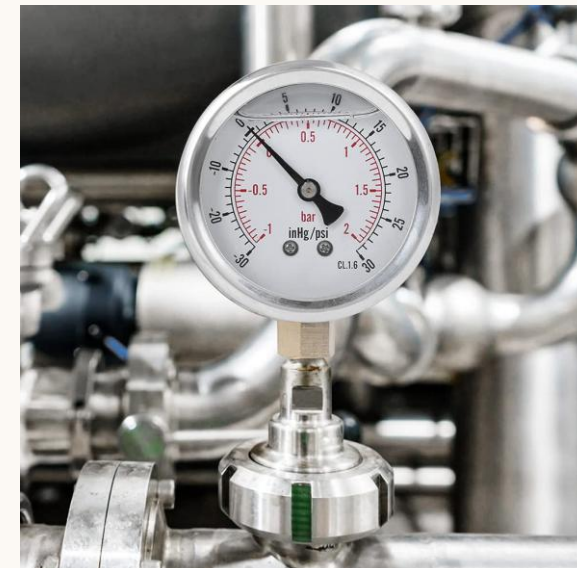
Manômetro

Barômetro

Vacuômetro

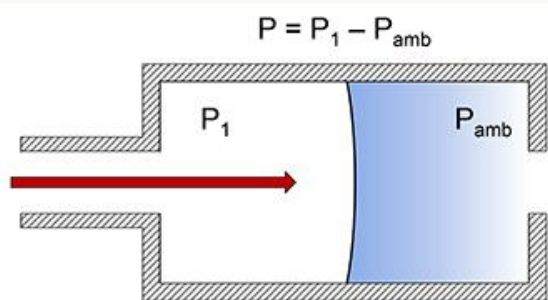


Manovacuômetro

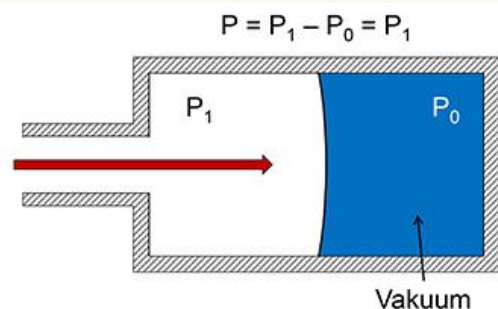


Pressão Diferencial

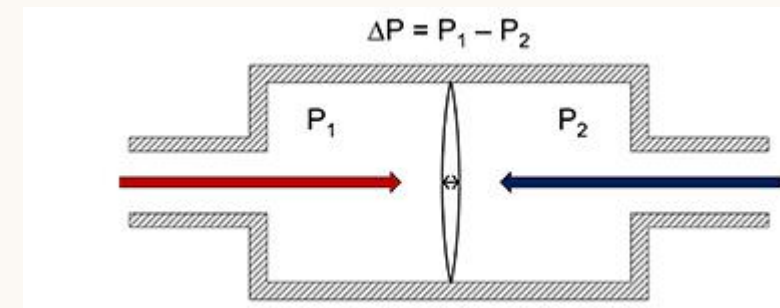
É a diferença entre duas pressões, sendo representada pelo símbolo ΔP (delta P). Essa diferença de pressão também é utilizada para medir vazão, e nível.



Pressão relativa
(manométrica)



Pressão absoluta

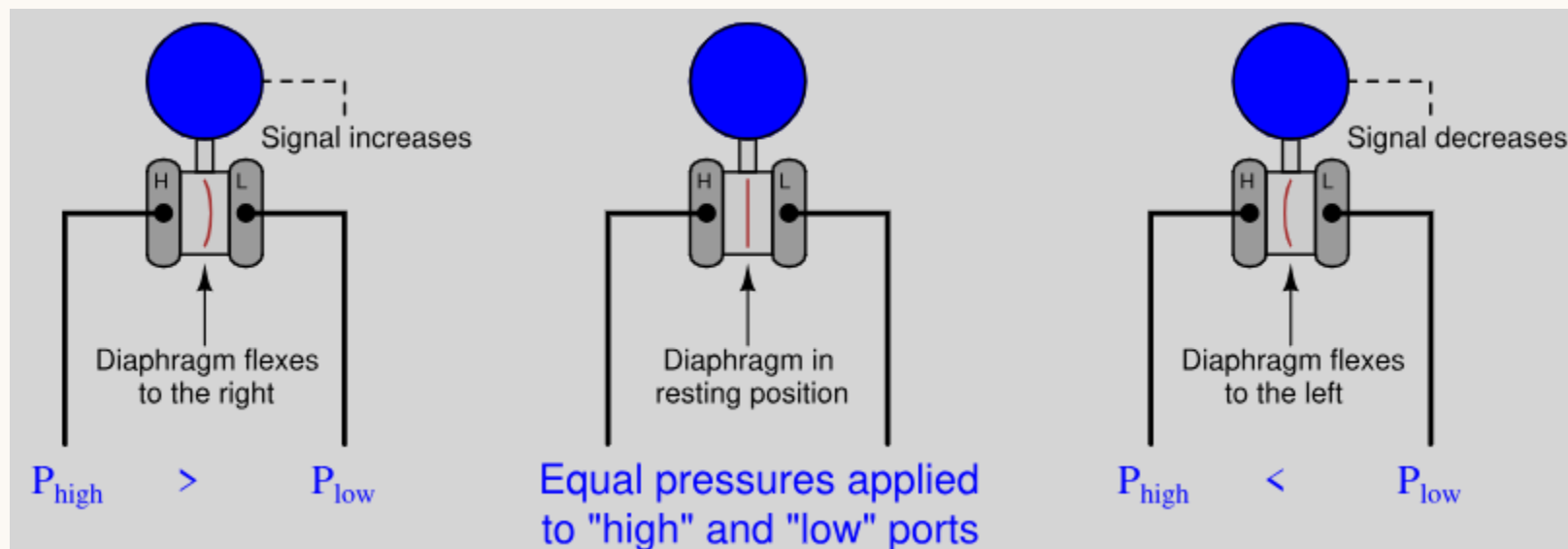


Pressão diferencial

Pressão Diferencial

É a diferença entre duas pressões, sendo representada pelo símbolo ΔP (delta P). Essa diferença de pressão também é utilizada para medir vazão, e nível.

DP - Cell
(pressão diferencial)



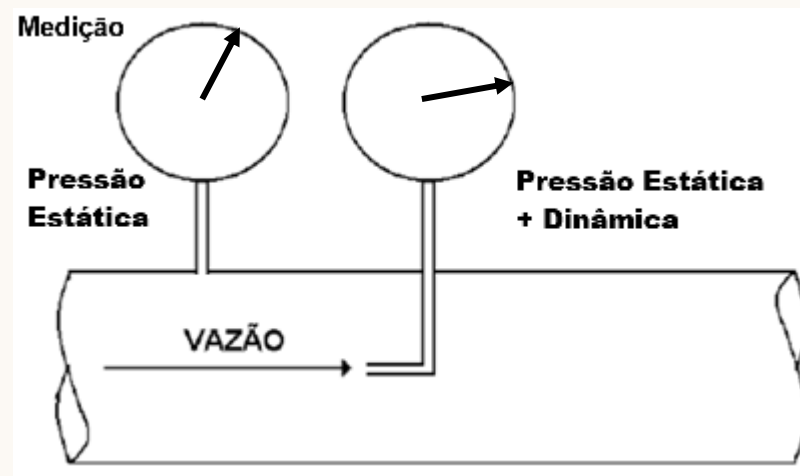
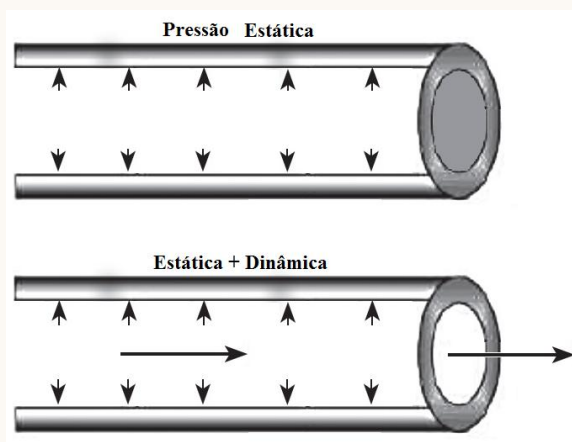


Pressão Estática

É o peso exercido por um líquido em repouso, ou que esteja fluindo perpendicularmente à tomada de impulso, por unidade de área exercida.

Pressão Dinâmica ou Cinética

É a pressão exercida por um fluido em movimento. Ela é medida montando o elemento primário de tal forma que receba o impacto do fluido.



3.3.4 Manômetro de Coluna Líquida.

Equilibrando-se uma força ou uma pressão desconhecida contra uma força conhecida, podem ser feitas medidas de pressão com manômetros de coluna líquida, de diafragma flácido, de campânula e de pistão. São os mais simples e mais baratos medidores de pressão.

A expressão empregada para calcular o valor da pressão é: $P = P_{atm} - h$

O funcionamento do manômetro de coluna líquida baseia-se no princípio de que:



“a pressão hidrostática exercida por um líquido na parte inferior de uma coluna é diretamente proporcional à altura do líquido da coluna”.

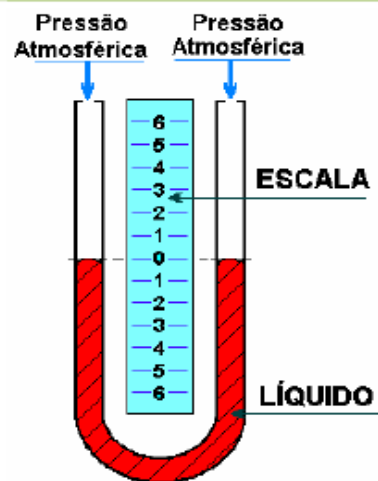


Fig. 3.17 - Manômetro de tubo em U

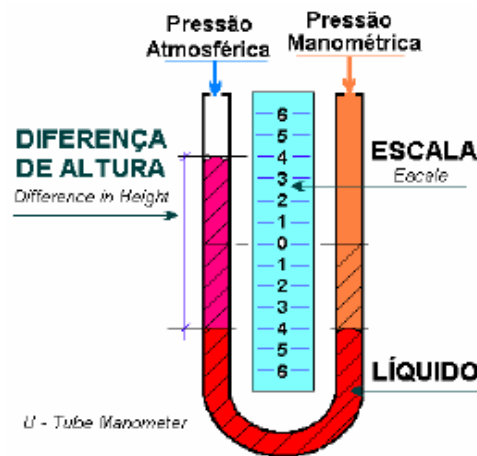
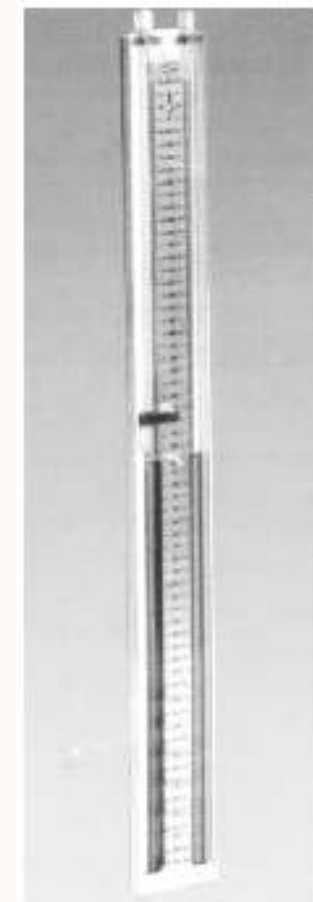


Fig. 3.18 - Manômetro de tubo em U – medição de pressão diferencial



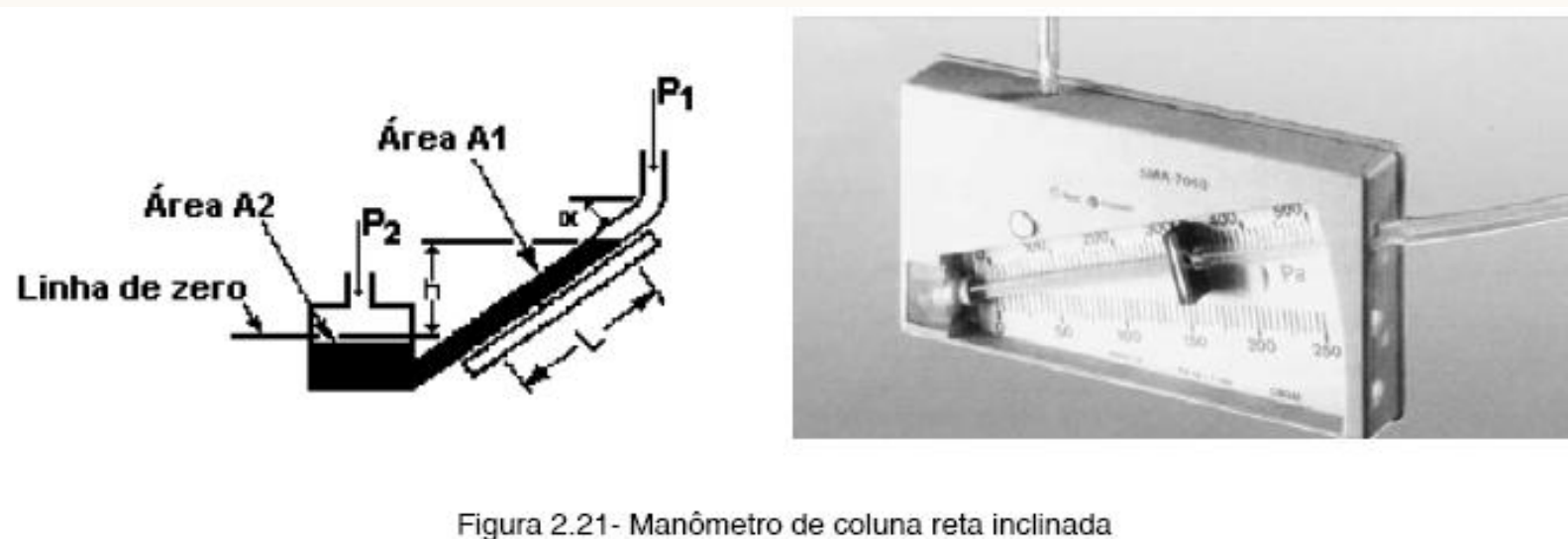


Figura 2.21- Manômetro de coluna reta inclinada

3.3.6 Barômetro

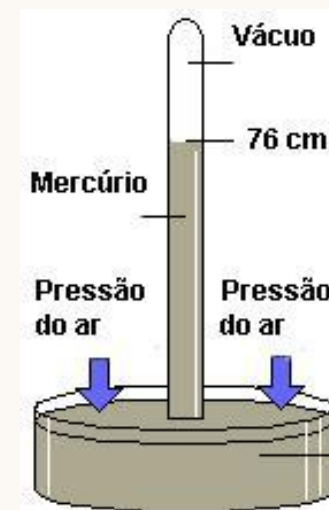
O barômetro é um tipo especial de manômetro que permite medir a pressão atmosférica, por isso é muito empregado na meteorologia.



Quem pela primeira vez empregou um dispositivo para medir a pressão atmosférica foi **Torricelli** e seu instrumento é conhecido como **Tubo de Torricelli**

Além de medir a pressão atmosférica, o barômetro também serve indiretamente, para:

- Previsão do tempo** – Ao nível do mar, a pressão atmosférica no mesmo instante, geralmente, não tem o mesmo valor nos diferentes lugares. Por outro lado, a observação da indicação de um barômetro mostra que **“num dado lugar, a pressão atmosférica varia mais ou menos rapidamente de uma hora para outra.”** Em geral verificam-se certas coincidências entre os períodos de altas pressões e o bom tempo, de um lado, e de baixas pressões e mau tempo de outro lado. Além disso, as variações de pressão, altas ou baixas, precedem freqüentemente de algumas horas as variações do tempo.





3.3.7 Manômetros por Deformação Elástica (Mecânicos)

São três os principais tipos desses medidores:

- a) diafragma não metálico e metálico;
- b) fole; e
- c) mola Bourdon.

Os manômetros mecânicos de maior aplicação na indústria fazem uso das deformações quantitativas de uma membrana elástica baseada no princípio da **Lei de Hooke**, a qual estabelece que:



“As deformações são diretamente proporcionais às tensões que as produzem”,
ou seja, a deflexão do elemento elástico e o movimento resultante são proporcionais à pressão aplicada.



3.3.7.1 Manômetro de Diafragma

O manômetro de diafragma é o melhor exemplo de medição de pressão por equilíbrio de força. São instrumentos sensíveis, usados em processos de baixa pressão não excedendo os 15 psi.

O diafragma pode ser liso, ondulado ou misto (normalmente é ondulado uma vez que assim aumenta o desvio sem reduzir a resistência).

O diafragma consiste num disco flexível, com área relativamente grande e com boa qualidade de vedação, instalado de tal maneira que sobre uma de suas superfícies possa ser aplicada a pressão do sinal da variável, a ser medida. A outra superfície fica submetida à pressão de referência (pressão atmosférica, vácuo, etc.).



Fig. 3.25 - Diafragma metálico

Caixa de diafragma

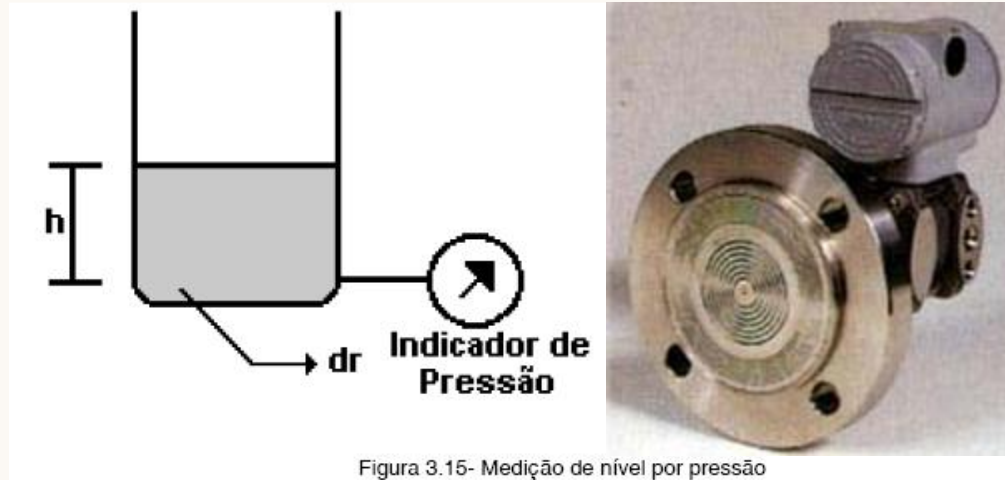
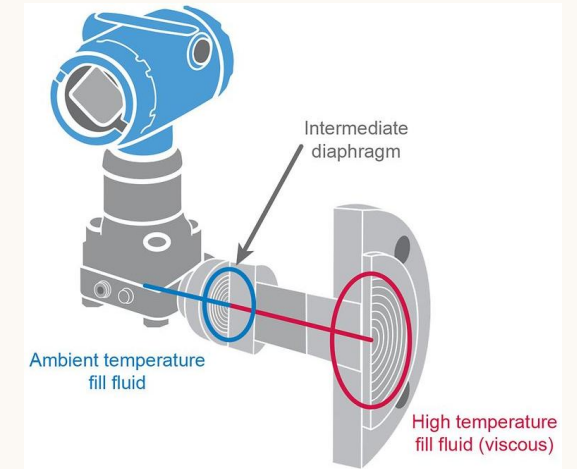


Figura 3.15- Medição de nível por pressão





Os diafragmas utilizados são geralmente metálicos, e a flexibilidade é conseguida por meio de ondulações concêntricas em seu perfil. Os diafragmas podem ser montados isoladamente (figura 3.27) ou em conjunto com outros diafragmas (figura 3.28).

Na montagem em conjunto, montam-se dois diafragmas “*boca com boca*” e aplica-se a pressão no interior da câmara formada. Dessa maneira, consegue-se maior amplitude de movimento.

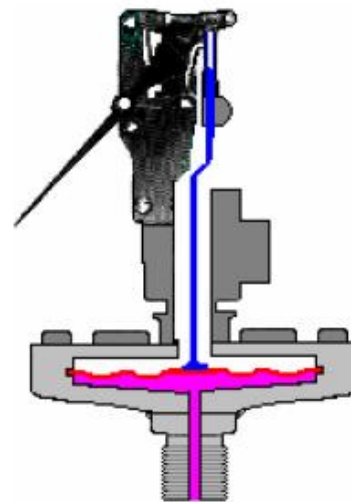


Fig. 3.27 - Manômetro de diafragma simples.

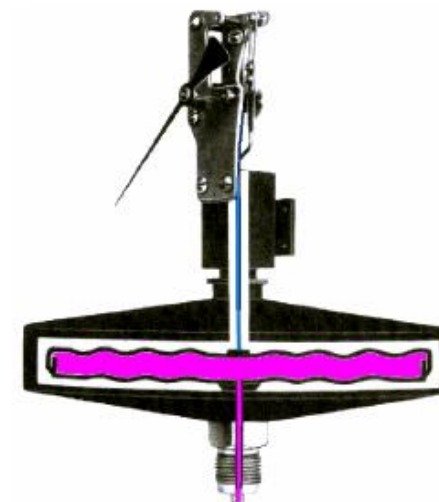


Fig. 3.28 - Manômetro de diafragma duplo (cortesia Haenni).

Manômetro de Fole

O fole é também muito empregado na medição de pressão. Ele é basicamente um cilindro metálico, corrugado ou sanfonado.

Quando uma pressão é aplicada no interior do fole, provoca sua distensão, e como ela tem que vencer a flexibilidade do material e a força de oposição da mola, o deslocamento é proporcional à pressão aplicada à parte interna, conforme a Figura 2.18.

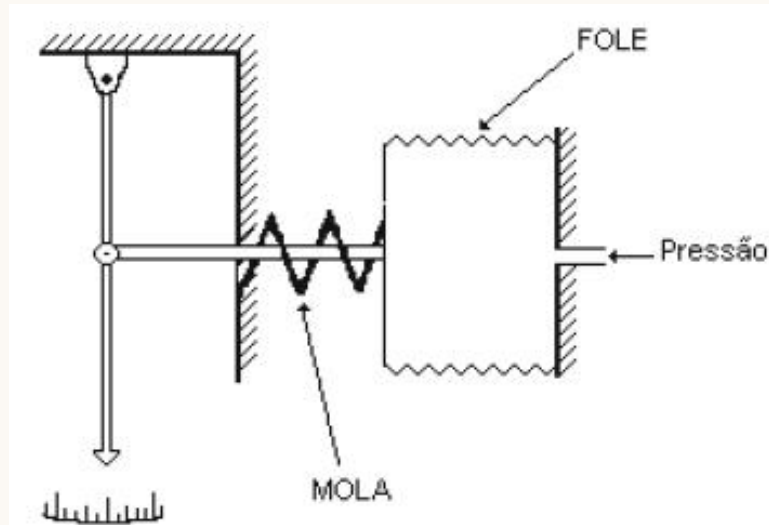
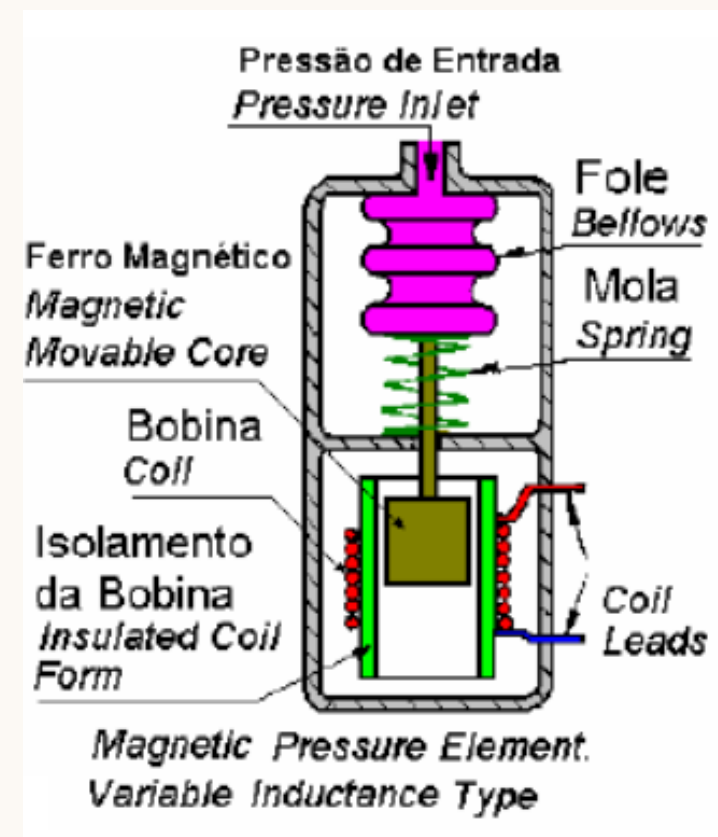
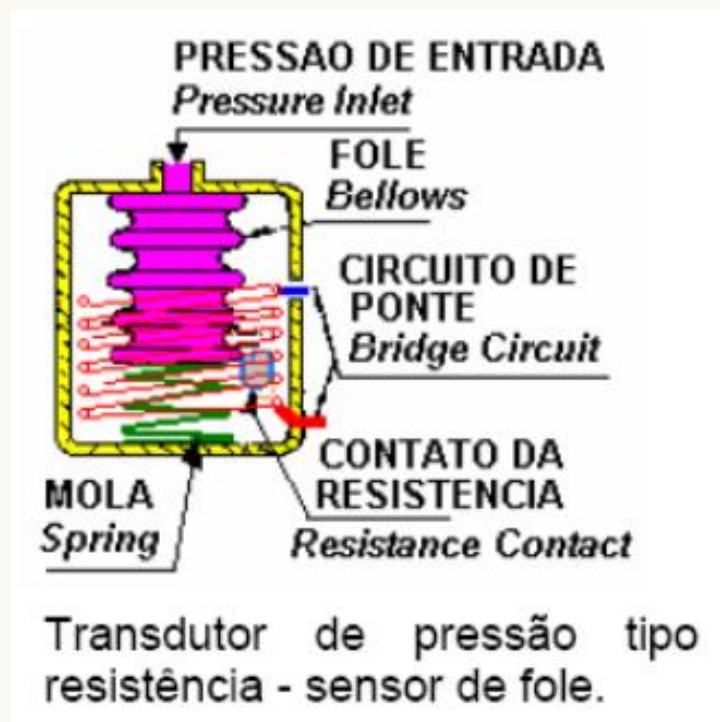
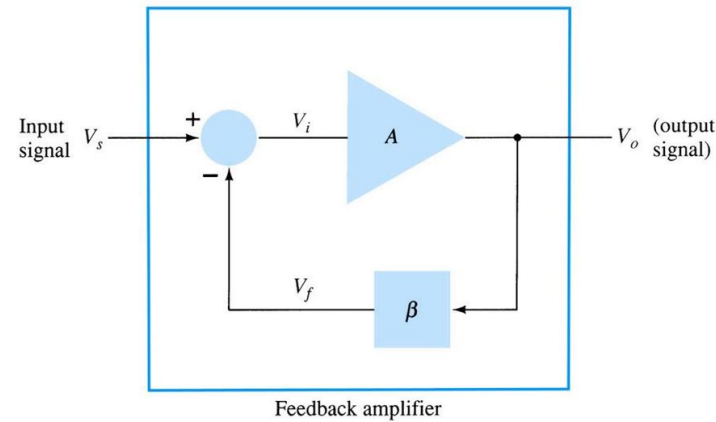


Figura 2.18– Tipo fole



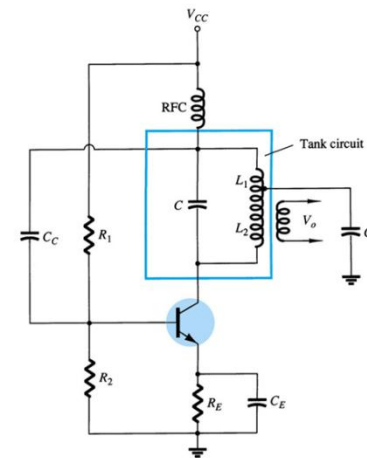
SENSORES DE PRESSÃO - OSCILADORES

Simple block diagram of feedback amplifier.

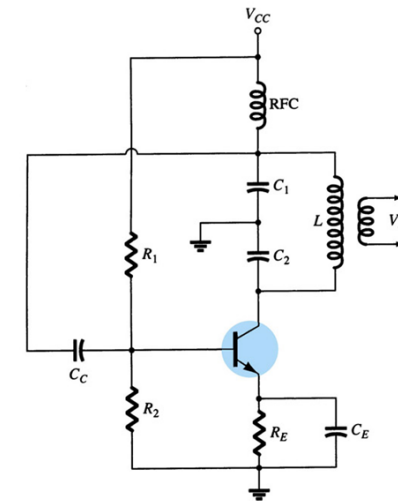


$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

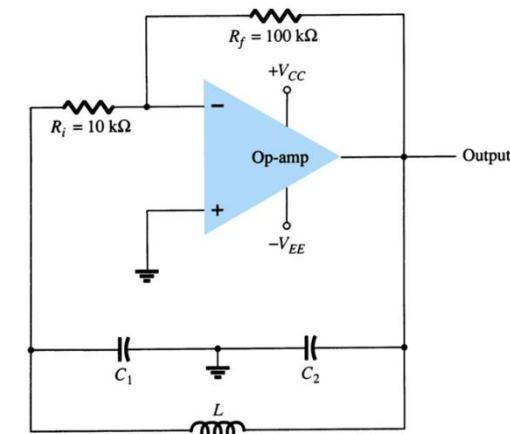
Transistor Hartley oscillator circuit.



Transistor Colpitts oscillator.



Op-amp Colpitts oscillator.



3.3.7.3 Manômetro de Bourdon



Esse dispositivo de medição de pressão foi patenteado pelo engenheiro francês **Eugène Bourdon**, em 1852.

Tubo Bourdon Formato "C":

O principal componente desse tipo de medidor é o **Tubo (Mola) Bourdon**. Esse tubo é fabricado pelo processo de deformação mecânica, em uma calandra, da seção original de um tubo metálico para uma forma achatada (oval) e do seu comprimento para um formato curvado conforme o original do tubo de Bourdon, formato de um "C", figura 3.33, ou outras menos usadas, que são derivações do tubo de Bourdon, como a forma de uma **espira** (ver termômetro de Bourdon), a forma **helicoidal** ou dispositivos similares. Uma das extremidades do tubo Bourdon é fechada e a outra é ligada ao local da pressão que se quer medir. Também pode ser utilizado como elemento sensor do transdutor de pressão elétrico.

Quanto à forma, o tubo de Bourdon pode se apresentar nas seguintes formas: tipo C, espiral e helicoidal, conforme Figura 2.14.

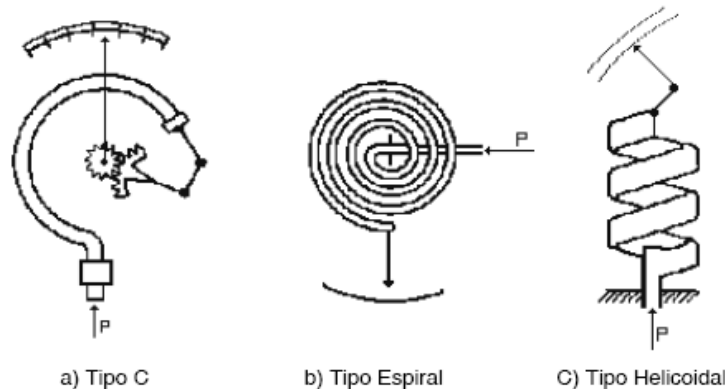


Figura 2.14– Tipos de tubos de Bourdon

Funcionamento: Se a pressão no interior do tubo for maior que a pressão exterior, haverá uma tendência de sua seção de forma achatada se aproximar da forma circular. Essa pequena deformação força a curvatura da “letra C” para fora, e o tubo faz um pequeno movimento no sentido de assumir uma forma mais reta. Se fixarmos uma das extremidades, a posição da outra extremidade passará a ser função da diferença entre as pressões internas e externas. Se a pressão externa for à pressão atmosférica, como acontece na maioria das aplicações, esse tubo comporta-se como um sensor de pressão manométrica.

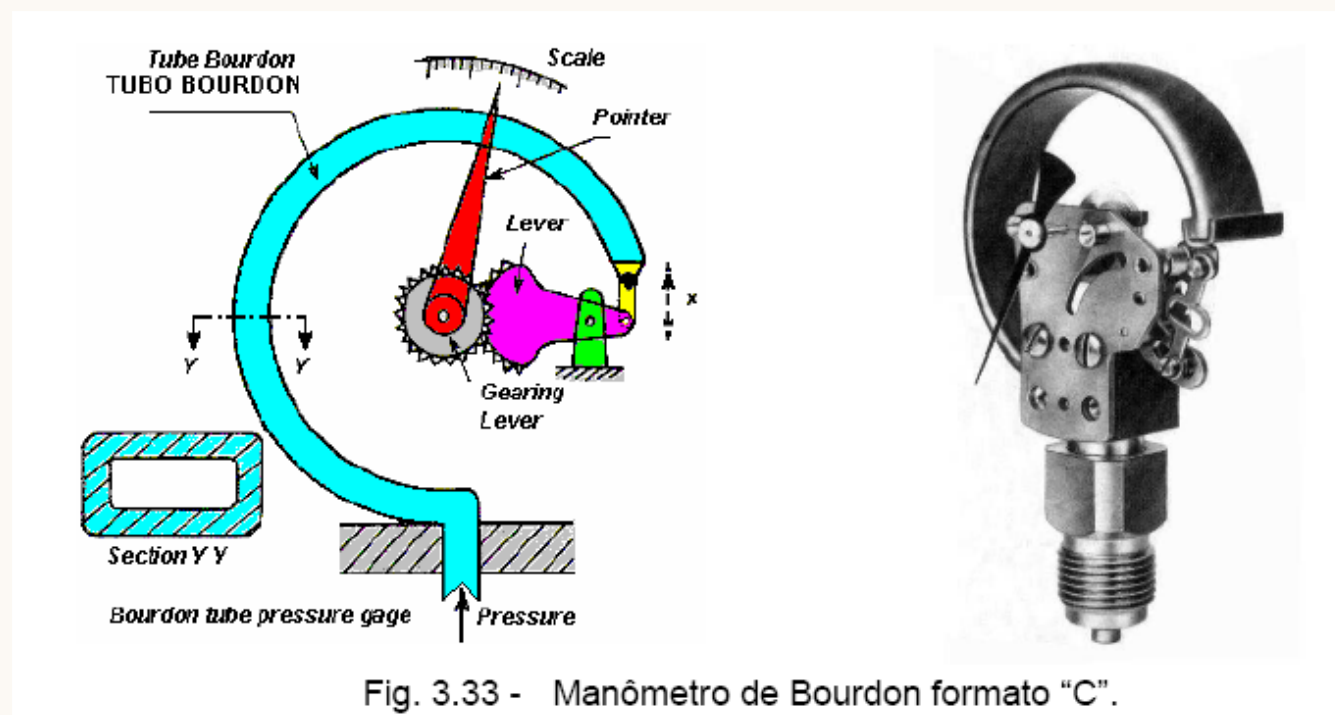


Fig. 3.33 - Manômetro de Bourdon formato “C”.



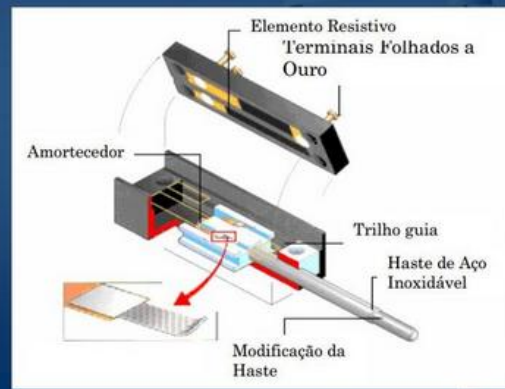
SENSORES DE PRESSÃO

POTENCIOMÉTRICOS

Transdutores Potenciométricos

→ Potenciômetros Lineares:

Respondem a posição linear do cursor



Transdutores Potenciométricos

→ Potenciômetros Rotativos:

Respondem a posição angular do cursor



Extensômetro ou Strain Gauge ou Piezoresistivo

3.3.8.1 Extensômetro

O **Extensômetro** de resistência elétrica é um transdutor cujo funcionamento se baseia no princípio de que:



“se uma peça de fio metálico é tracionada, não somente se torna mais longa e mais estreita, como também sua resistência elétrica aumenta.”

Quanto maior o esforço sofrido pelo fio, tanto maior o aumento da resistência. A informação na forma de uma variação de comprimento é convertida na forma de uma variação de resistência.

A figura a seguir mostra um tipo de calibre de tensão, feito de fio de metal. O elemento de resistência é montado sobre apoio de metal, de forma que, quando não é ligado à superfície de um metal, ficam isolados eletricamente do metal. Em uso, os calibres de tensão são ligados à superfície do componente para o qual se deseja a tensão de superfície.

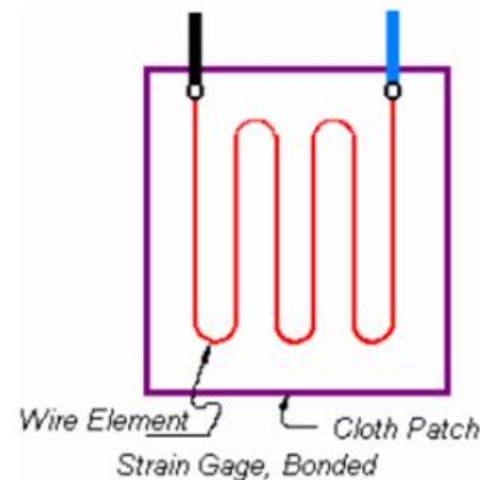


Fig. 3.36 - Medidor de tensão tipo fio de metal.

Strain

Tensão, deformação, esforço, força, distensão

Gauge (Gage)

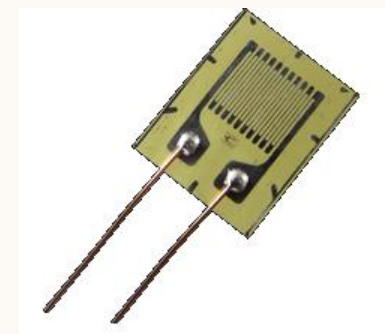
Calibre, indicador, bitola, medida, escala, critério, padrão

Observa-se que o fio, apesar de solidamente ligado a lâmina de base, precisa estar eletricamente isolado da mesma. Uma das extremidades da lâmina é fixada em um ponto de apoio rígido enquanto a outra extremidade será o ponto de aplicação de força. A Figura 2.26 apresenta a fixação do sensor strain gauge.



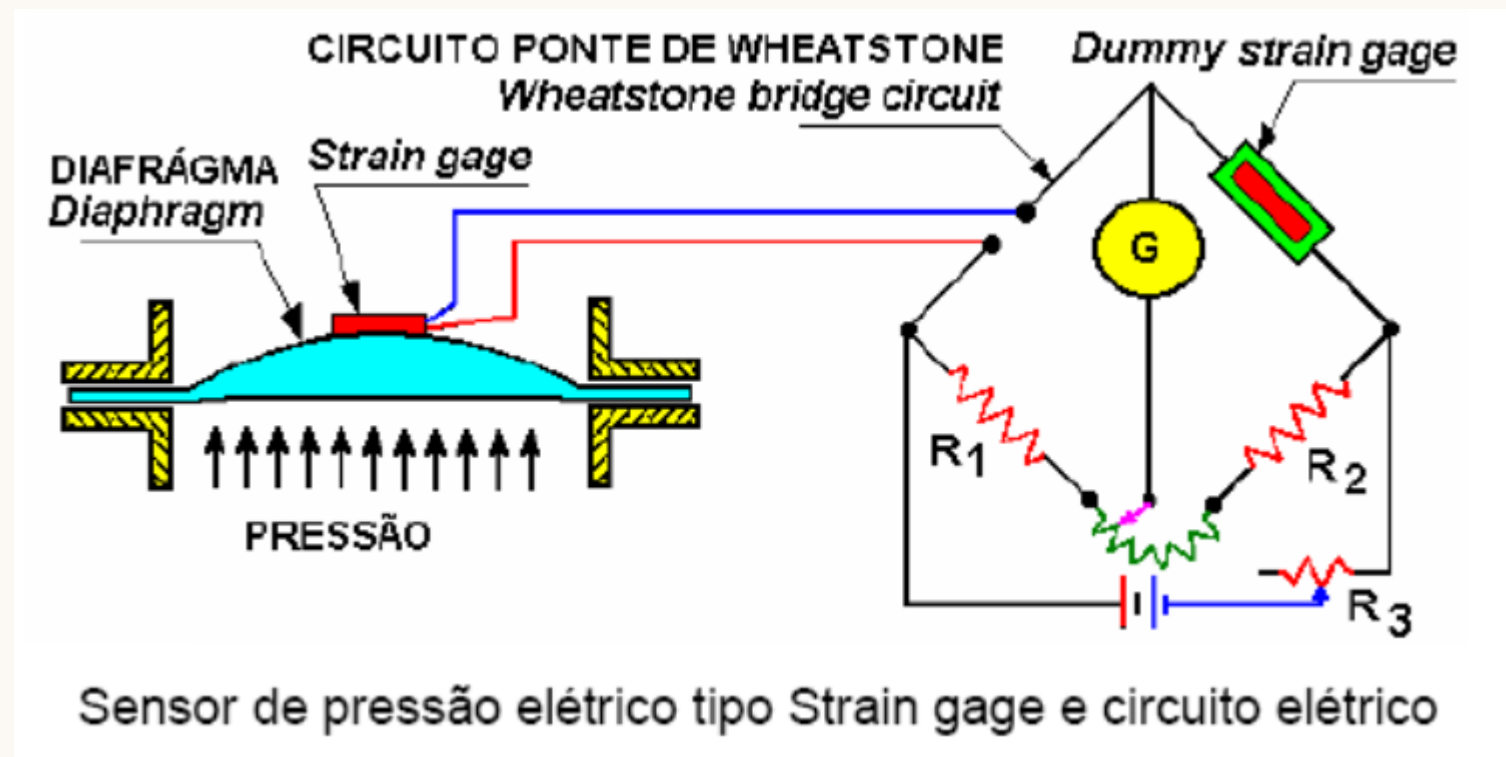
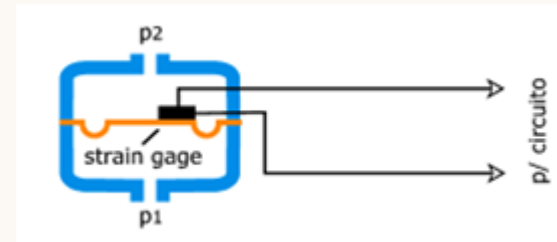
Figura 26– Fixação do sensor strain gauge

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$



SENSORES DE PRESSÃO

Strain Gauge





SENSORES DE PRESSÃO

Strain Gauge

VERY-HIGH-ACCURACY AMPLIFIED VOLTAGE OUTPUT TRANSDUCER
STANDARD AND METRIC MODELS

0 to 5 Vdc Output
 0-2 to 0-30,000 psi-Standard Models
 0-150 mbar to 0-400 bar-Metric Models

STANDARD
 PX01C0-075G5T
 shown smaller than actual size.

PX01/PXM01 Series

METRIC
 PXM01MC1-025BARG5T shown smaller than actual size. See custom configurations chart on next page for ordering details.

Cable style.

Twist-lock style.

NIST **CE** **RoHS**
 Standard

OMEGA's PX01/PXM01 Series pressure transducers are very high-accuracy, amplified voltage output units for industrial applications. Their all stainless steel construction and hermetically sealed case make them suitable for harsh environments. A broad temperature-compensated range of 15 to 71°C (60 to 160°F) and excellent temperature compensation make these transducers very stable with fluctuating temperatures.

SPECIFICATIONS

Excitation: 24 to 32 Vdc

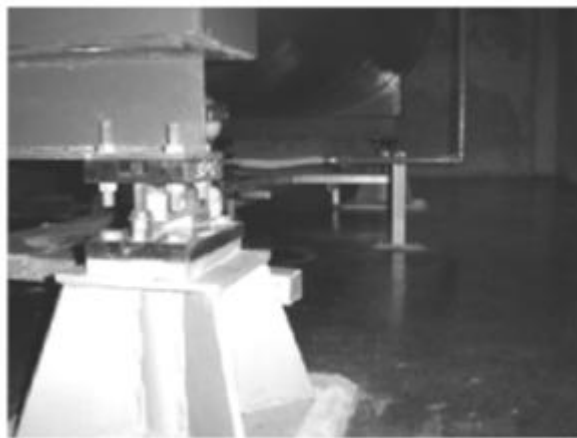
Output: 0 to 5 Vdc ± 0.03 Vdc



Sensing Element: 4-active-arm bridge, using thick-film strain gages in a hermetically sealed chamber (except gage units)



Célula de carga por Strain Gauge



Instalação da célula de carga



Indicação de peso do silo



Célula de carga por Strain Gauge

Mais recentemente foram desenvolvidas novas células de cargas, não sendo mais necessário cortar as estruturas dos silos. Estas são presas na estrutura do silo apenas com dois parafusos. As células de carga conseguem perceber a modificação da estrutura do material metálico a qual estão presas. A Figura 3.45 mostra o aspecto físico destas células de cargas e a Figura 46, uma aplicação.





2.8.5 Sensor tipo Piezoelétrico

Os elementos piezoelétricos são cristais (como o quartzo, a turmalina e o titanato) que acumulam cargas elétricas em certas áreas da estrutura cristalina quando sofrem uma deformação física, por ação de uma pressão. São elementos pequenos e de construção robusta. Seu sinal de resposta é linear com a variação de pressão, são capazes de fornecer sinais de altíssimas frequências, de milhões de ciclos por segundo.

O efeito piezoelétrico é um fenômeno reversível. Se for conectado a um potencial elétrico, resultará em uma correspondente alteração da forma cristalina. Este efeito é altamente estável e exato, por isso é utilizado em relógios de precisão.

A carga devida à alteração da forma é gerada sem energia auxiliar, uma vez que o quartzo é um elemento transmissor ativo. Esta carga é conectada a entrada de um amplificador, sendo indicada ou convertida em um sinal de saída, para tratamento posterior. A Figura 2.23 apresenta o sensor piezoelétrico.

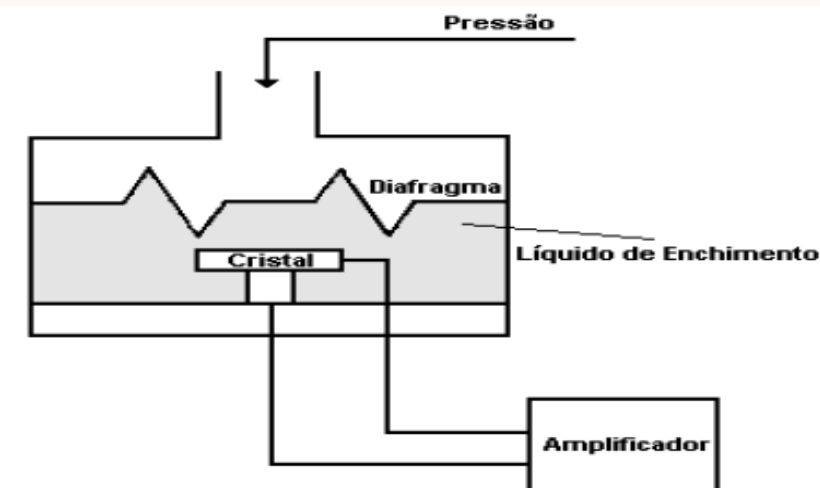
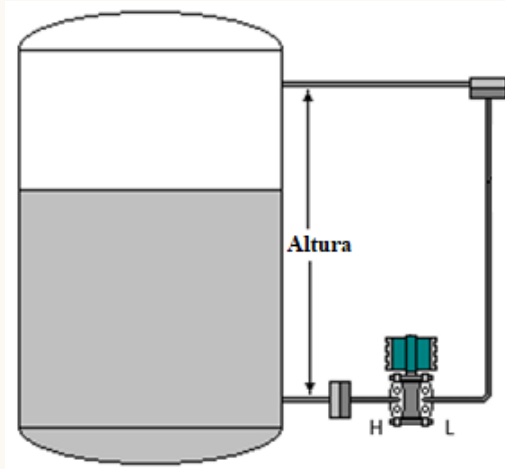


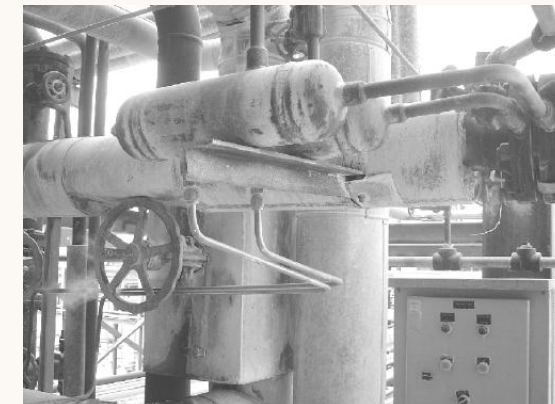
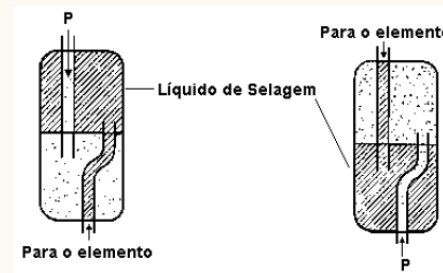
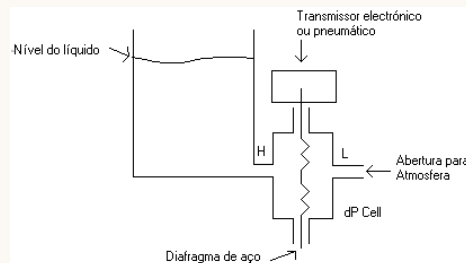
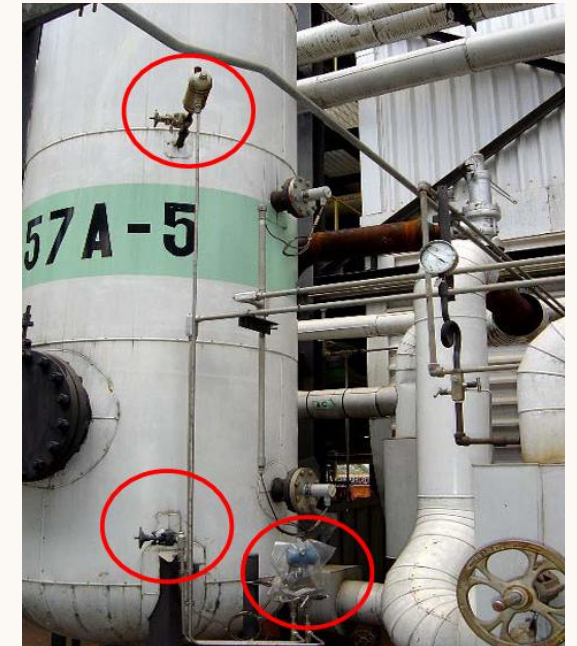
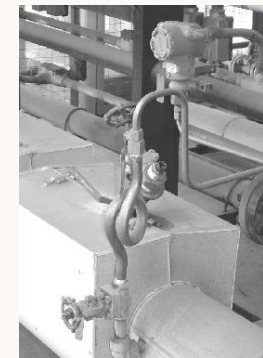
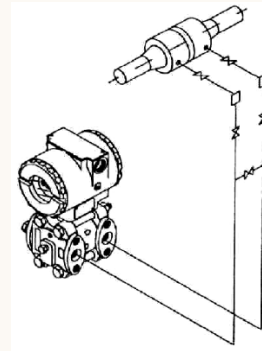
Figura 2.23– Sensores piezoelétricos



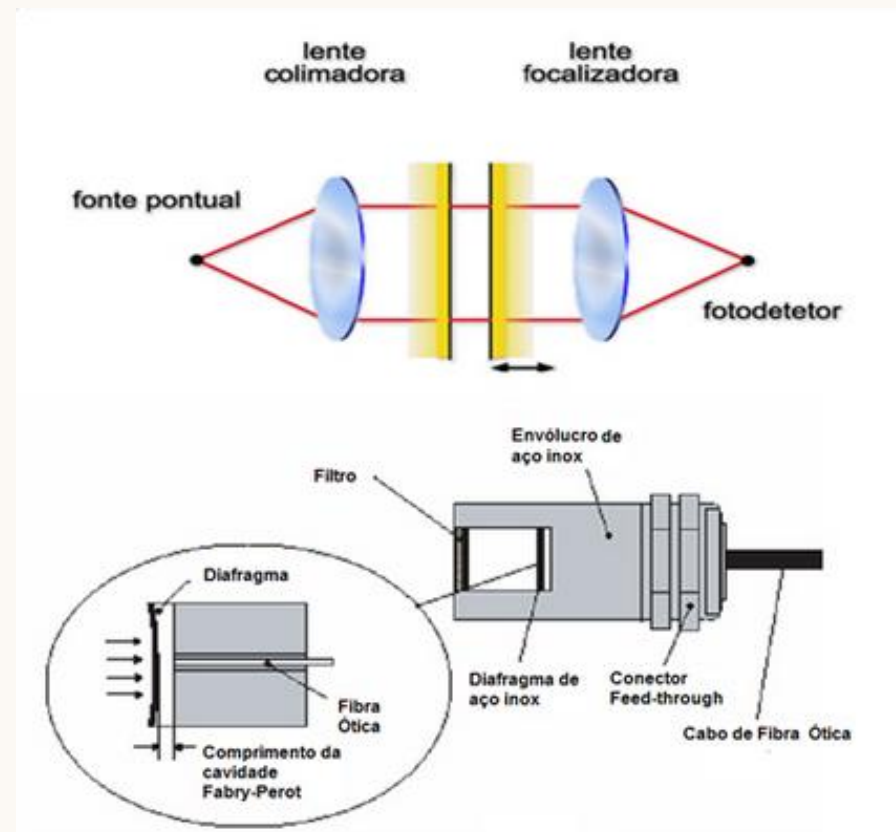
Pressão Diferencial



Obs.: Tubulação de impulso, pote de selagem e sifão.

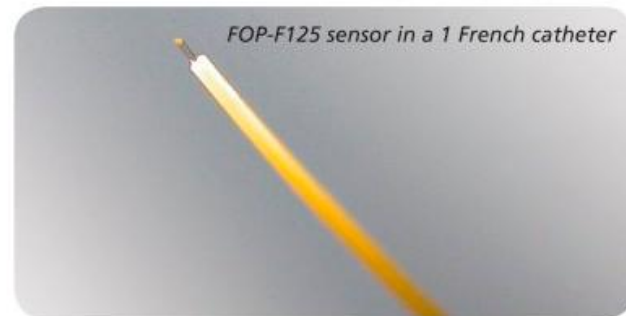


Sensor de Pressão a Fibra Ótica (FO) com Princípio de Fabry-Perot



Sensor de Pressão a Fibra Ótica (FO) com Princípio de Fabry-Perot

FOP-F125 Pressure Sensor



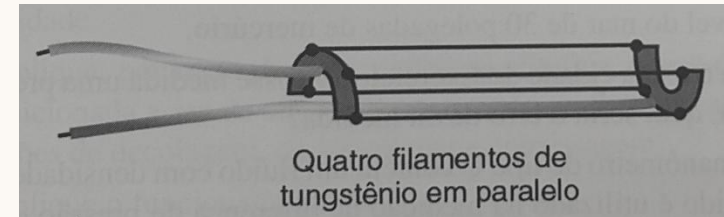
The FOP-F125 is the world's smallest pressure sensor. It has been especially designed and tested to fulfill the highest of medical performance requirements. Its applications range from human body fluid pressure measurements – for intervention in hospital critical care units – to animal testing in high EMI environments. This product is designed to target high volume application where it will be customized to suit OEM-specific needs.

Specifications

| | |
|------------------------------|---------------|
| Sensor diameter ¹ | 125 µm |
| Pressure range ² | ±300 mmHg |
| Accuracy [–25 to 125 mmHg] | ±5 mmHg |
| Accuracy [–300 to +300 mmHg] | ±8 mmHg |
| Resolution | <0.4 mmHg |
| Sensitivity thermal effect | 0.1% / °C |
| Zero thermal effect | 0.4 mmHg / °C |
| Proof pressure | 600 mmHg |
| Operating temperature | 10 – 50°C |

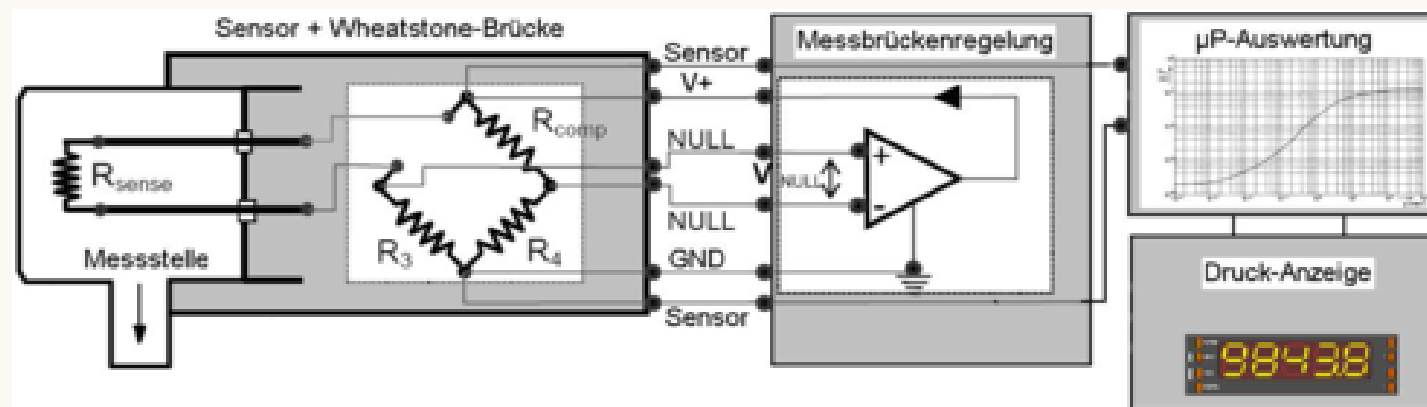
1. Tolerances of ±2 µm

2. Relative to atmospheric pressure



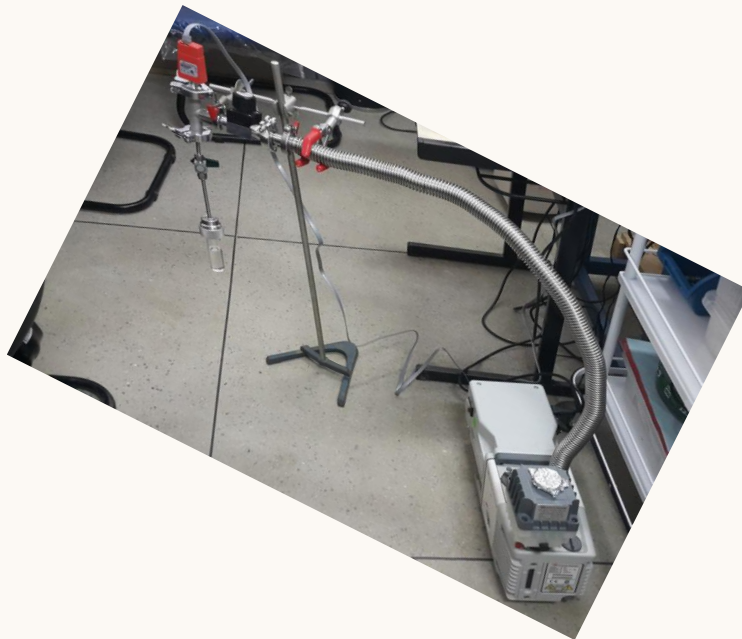
Medidor de condutividade térmica usado para realizar a medida de pressões de sistema no vácuo. Inventado por **Marcello Stefano Pirani**, pesquisador alemão, em 1906.

Dois filamentos (de platina) atuam como resistências em dois ramos de uma ponte de Wheatstone. Um filamento de referência imerso em uma pressão fixa e um filamento de medida exposto ao sistema de gás.





Usa a condutividade térmica dos gases como sendo um indicador de sua pressão, ou seja, é a dependência da pressão com habilidade que o gás possui em conduzir calor. A faixa de pressão vai desde a atmosférica até cerca de 10^{-3} a 10^{-4} mbar.





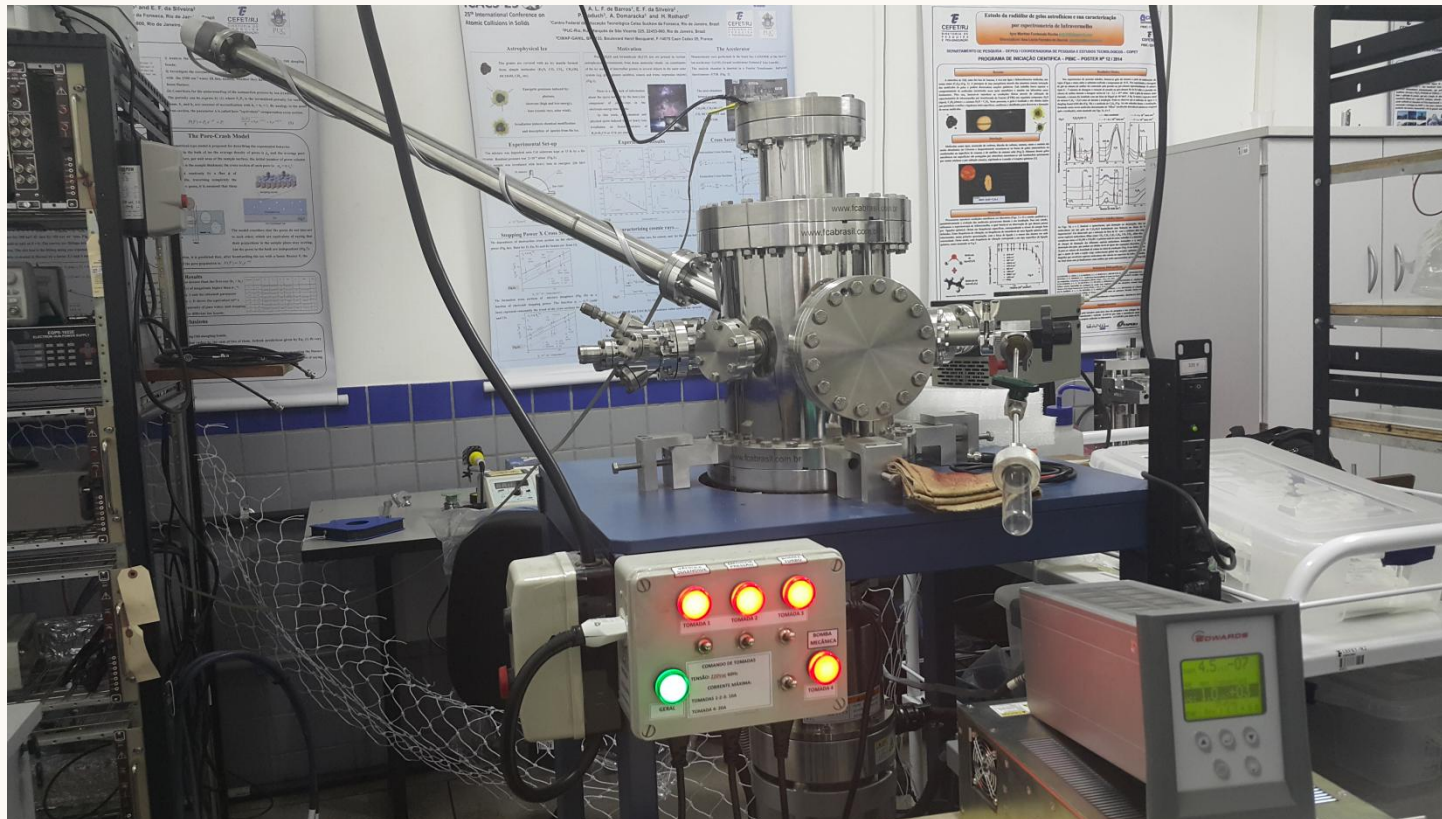
A corrente através da ponte aquece ambos os filamentos. Moléculas de gás atingem os filamentos aquecidos e absorvem parte do seu calor, variando a temperatura e assim variando a resistividade do filamento.

Se a pressão do gás ao redor do filamento de medida não está idêntica à que está ao redor do filamento de referência, a ponte fica desbalanceada fornecendo um indicativo da medida da pressão.

Na maioria das aplicações usam a corrente necessária para balancear a ponte como uma medida da pressão.

SENSORES DE PRESSÃO

Sensor / Transdutor Pirani + Magnetron (Ionização)





SENSORES DE PRESSÃO

Sensor / Transdutor Pirani + Magnetron (Ionização)

Até 10^{-4} mbar a medida é feita no Pirani.

De 10^{-4} mbar até 10^{-9} mbar a medida é feita com o magnetron invertido (Ionização).

Em ambos os sistemas a medida é dependente da pressão e do tipo de gás. Logo, tem que ser calibrado para cada tipo de gás. Default: N_2 e ar seco.

O sistema é microprocessado.

Sinal de saída: 2 a 10 V

Sinal de pressão correspondente: 10^{-9} mbar a 10^{+3} mbar (1 atm)



SENSORES DE PRESSÃO

Sensor / Transdutor Pirani + Magnetron (Ionização)

São os mais sensíveis (pressões muito baixas ou alto vácuo).

Medem a pressão indiretamente medindo os íons produzidos quando um gás é bombardeado com elétrons. Quanto menos a densidade, menor o número de íons produzidos.

Os elétrons são gerados por emissão termoiônica por um catodo. Estes elétrons são atraídos por um potencial positivo e ao se chocarem com os átomos do gás geram íons positivos, que são atraídos por um potencial elétrico negativo aplicado a um eletrodo **coletor** ou **placa**.

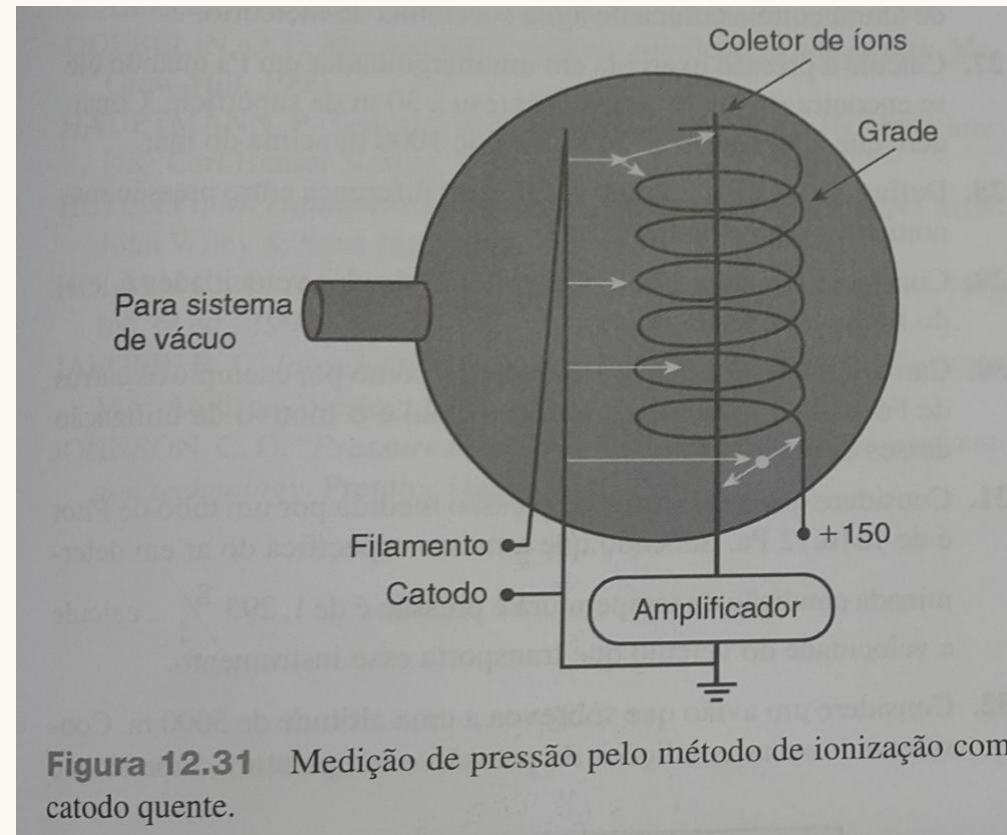
A corrente no coletor é proporcional à taxa de ionização, que é função da pressão. Esta corrente é medida por um picoamperímetro.



SENSORES DE PRESSÃO

Sensor / Transdutor Pirani + Magnetron (Ionização)

Catodo quente: os elétrons são produzidos por um catodo aquecido por um filamento.



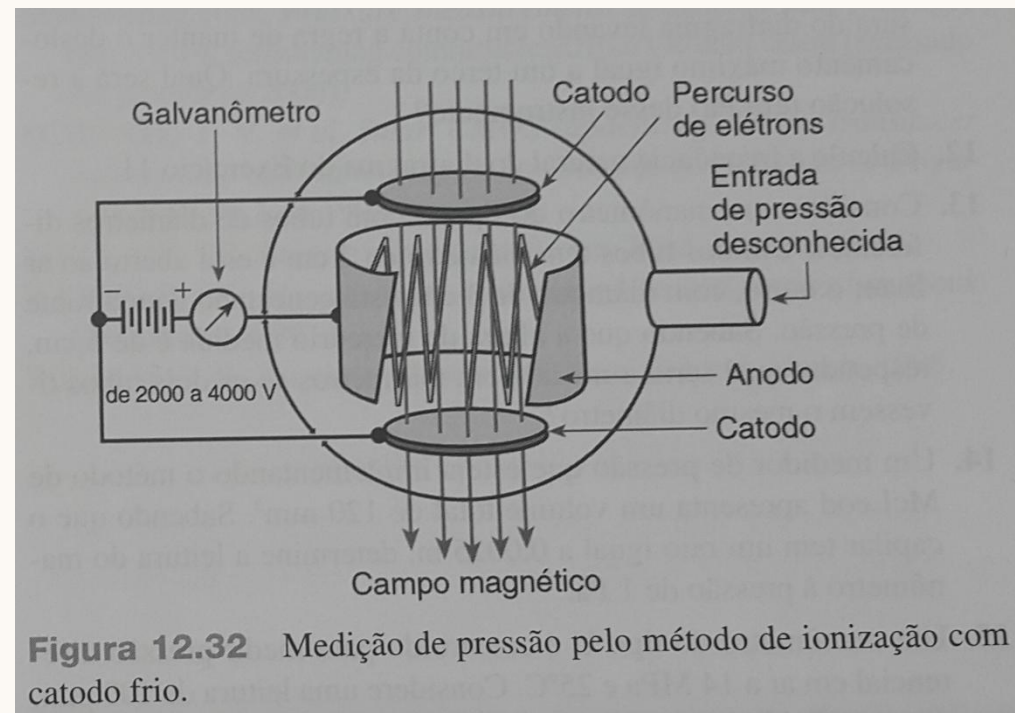


SENSORES DE PRESSÃO

Sensor / Transdutor Pirani + Magnetron (Ionização)

Catodo frio: os elétrons são produzidos por uma descarga de alta voltagem. Existem dois tipos, Penning Gauge (Frans Michel Penning) e Magnetron invertido (Redhead gauge).

Como a composição dos gases a baixa pressão pode ser imprevisível, deve-se usar junto com um espectrômetro de massa.



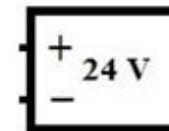
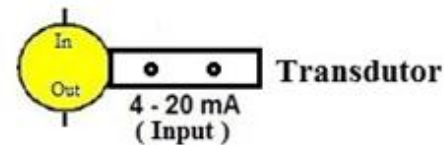
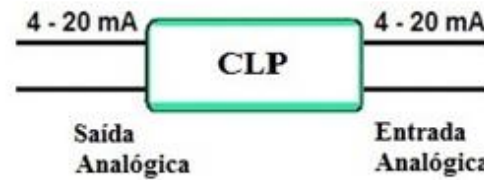
TRANSDUTOR / TRANSMISSOR

Um **transdutor** pode combinar o elemento primário de um medidor com um conversor mecânico/elétrico ou mecânico/pneumático e um fornecimento de potência.

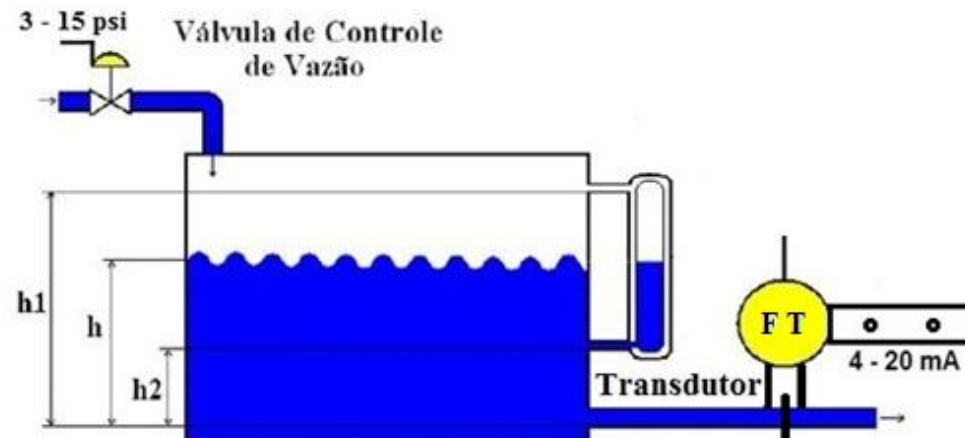
Um **transmissor** é um “pacote” padronizado (standardizado) de medição de pressão que consiste em três componentes básicos: um transdutor, seu fornecimento de potência e um condicionador/retransmissor de sinal que converte o sinal do transdutor numa saída (output) padronizada. Ele podem usar sinais pneumáticos (3-15 psig), elétricos (4-20mA) ou ainda eletrônicos digitais (1-5v).



TRANSDUTOR / TRANSMISSOR



Transdutor
Input: 4 - 20 mA
Out: 3 - 15 psi
Supply: 18 - 100 psi



TRANSDUTOR / TRANSMISSOR

