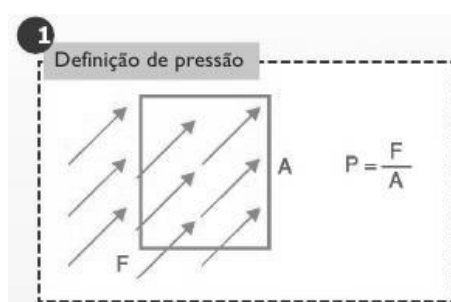


SENSORES DE PRESSÃO

Introdução

Pressão

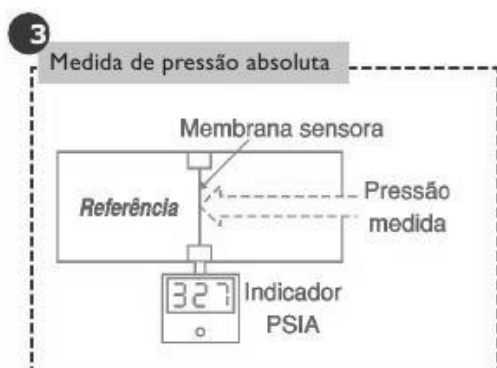
Definimos pressão como a força exercida por um fluido, por unidade de área.



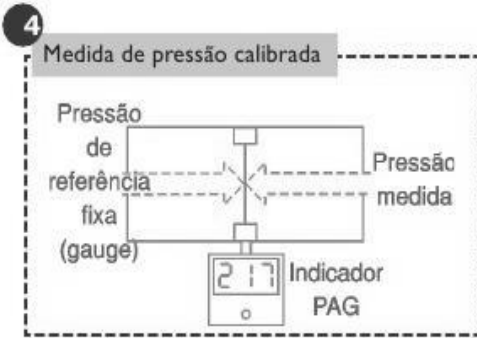
A unidade de pressão no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o pascal, definido como 1 newton por metro quadrado ou 1 N/m^2 . No entanto, existem outras unidades que podem ser usadas em alguns casos, como libras por polegada quadrada (PSI), atmosferas (atm), bar, polegadas de mercúrio (in Hg) e milímetros de mercúrio (mm Hg).

A medida de pressão pode ser tanto estática como dinâmica. Quando não existe movimento do fluido cuja pressão está sendo medida, no interior de um reservatório, por exemplo, a medida da pressão é estática. Quando o fluido está em movimento a medida é dinâmica.

A medida de uma pressão também pode ser considerada como função do modo como ela é realizada. Assim, existem três tipos de medidas de pressão possíveis: absoluta, calibrada e diferencial. A pressão absoluta, conforme exibida na **figura 3** é medida em relação ao vácuo como referência. Também é denominada PAA (Pascals Absolute) ou PSIA (*Pounds per Square Inch Absolute* – Libras por Polegada Quadrada Absoluta).

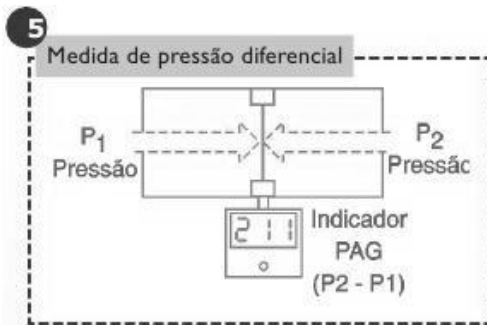


A medida da pressão calibrada (*Gauge*) é feita em relação ao ambiente ou a uma pressão de referência, veja a **figura 4**.



Essa pressão também é abreviada por PAG (*Pascals Gauge*) ou ainda PSIG (*Pounds per Square Inch Gauge* ou *Libras por Polegada Quadrada Calibrada*). Finalmente, temos a medida da pressão diferencial ou relativa, que é feita conforme indica a **figura 5**

.m³



Diferentemente da pressão calibrada que é tomada em relação a pressão atmosférica ambiente, essa medida é feita tomando-se uma outra pressão como referência. Também é chamada PAD (*Pascal Differential*) ou PSID (*Pounds per Square Inch Differential* – *Libras por Polegada Quadrada Diferencial*).

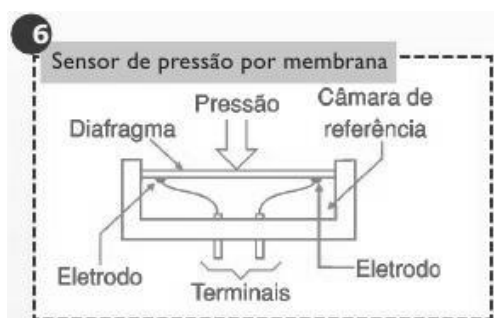
Os sensores

A pressão é uma grandeza analógica, existindo uma infinidade de tipos de sensores que podem convertê-la no movimento de uma agulha numa escala, em uma tensão elétrica, uma corrente elétrica, ou em outra grandeza que possa ser observada.

Os três principais tipos de sensores que são usados nas aplicações práticas são os seguintes:

a) Membrana

Os mais comuns de todos os sensores são os de membrana com configuração em ponte de Wheatstone. A construção de um sensor desse tipo é vista na **figura 6**.



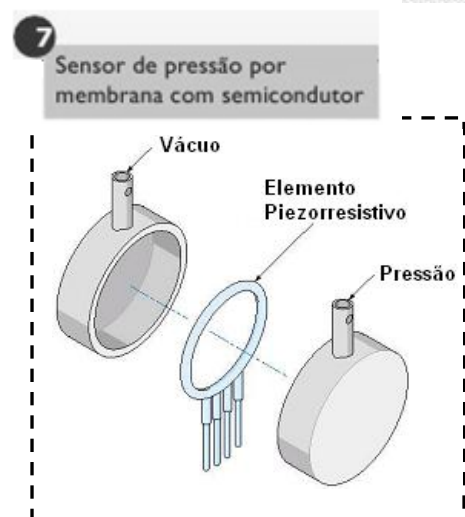
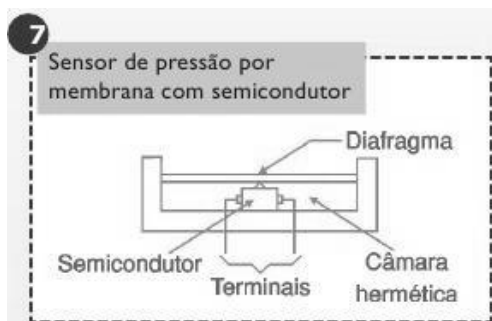
Quando uma pressão é aplicada ao diafragma, ele se deforma com uma conseqüente alteração de sua resistência elétrica. Essa resistência pode, então, ser medida por um circuito externo.

O primeiro é o de liga onde uma folha de metal forma uma liga com o diafragma, sendo sua resistência medida quando a pressão atua sobre o conjunto. Dentre as vantagens desse tipo de

sensor, temos a rápida resposta e a capacidade de operar numa faixa muito ampla de temperaturas.

No **segundo** tipo, os sensores são do tipo pulverizado. Eles são fabricados pulverizando-se uma camada de vidro no diafragma e sobre ela colocando-se uma película de filme metálico. Esses sensores são ideais para ambientes rudes.

O **terceiro** tipo é o que tem por base um semicondutor. Sensores sensíveis à pressão com materiais semicondutores podem ser elaborados, conforme mostra a **figura 7**.



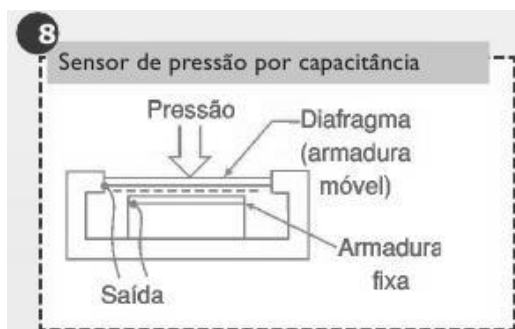
Nele, uma membrana pressiona um material semicondutor que altera suas características de condução conforme a pressão aplicada. Normalmente esses sensores já incluem um circuito integrado que processa seus sinais, sendo por isso muito simples de usar.

Pressão - resistência elétrica – tensão elétrica.

Pressões típicas nas faixas de 0-1,5 psi a 0-5000 psi.

b) Capacitância

Na **figura 8** temos um sensor de pressão que se baseia na alteração da capacitância entre um diafragma que se deforma, e uma placa fixa no seu interior.

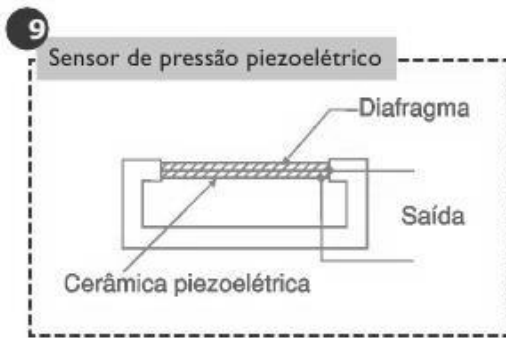


Com o aumento da pressão aplicada ao diafragma a armadura móvel que ele representa se aproxima da armadura fixa e, com isso, a capacitância do sensor aumenta.

Se bem que eles sejam sensíveis, tenham uma resposta linear e estável, eles também são sensíveis à alta temperatura além de exigirem circuitos mais complexos para processar o sinal que fornecem, ou seja, a capacitância.

c) Piezoelétricos

Na **figura 9** temos um sensor de pressão piezoelétrico em corte.



Uma membrana faz contato através de uma agulha com um cristal piezoelétrico. Quando muda a pressão da agulha sobre o cristal ele se deforma, gerando uma tensão elétrica que se manifesta na sua saída. Essa tensão é proporcional à pressão da agulha sobre o elemento sensível sensor.

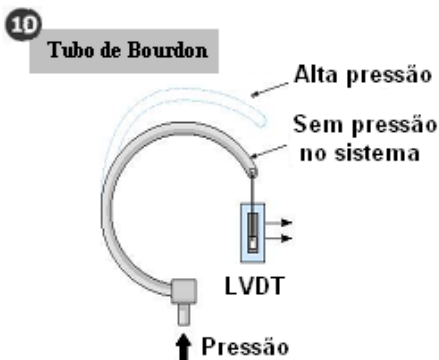
Tubo de Bourdon

O tubo de Bourdon, Figura 10, é um medidor de pressão, cujo movimento é proporcional à pressão aplicada.

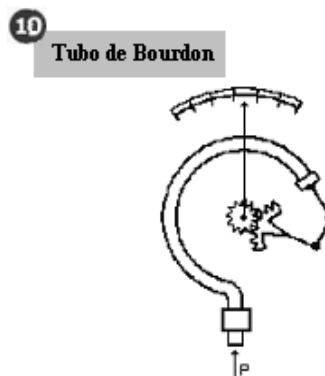
Consiste geralmente de um tubo com seção oval, disposto na forma de arco de circunferência tendo uma extremidade fechada, estando a outra aberta à pressão a ser medida. Com a pressão agindo em seu interior, o tubo tende a tomar uma seção circular resultando um movimento em sua extremidade fechada. Esse movimento através da engrenagem é transmitido a um ponteiro que vai indicar uma medida de pressão.

Disponível para pressões de 30 a 100.000 psi.

Uso típico: medida de pressão gauge de vapor d'água e água.



Neste tipo de medidor um sensor de posição, como um LVDT, transforma o deslocamento num sinal elétrico.



Neste tipo de medidor o movimento, através da engrenagem, é transmitido a um ponteiro que vai indicar uma medida de pressão.

A Figura abaixo apresenta detalhes de um manômetro tipo Bourdon.



Foles de Metal

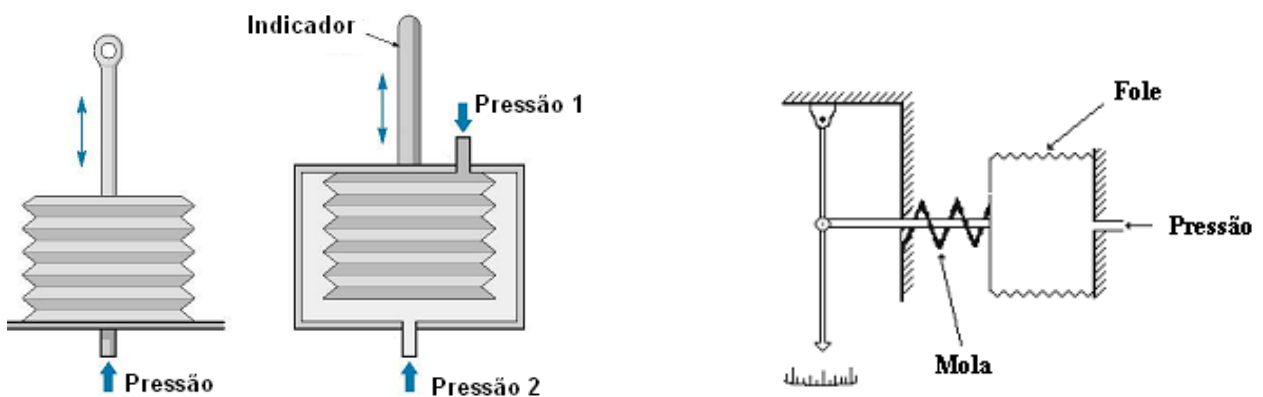
O fole de metal é também muito empregado na medição de pressão e transforma pressão em um movimento linear. Ele é basicamente um cilindro metálico, corrugado ou sanfonado.

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 as **figuras 11 e 12**.

Mais sensível que o tubo de Bourdon nas pressões de 0 a 30 psi.

11

Foles de metal

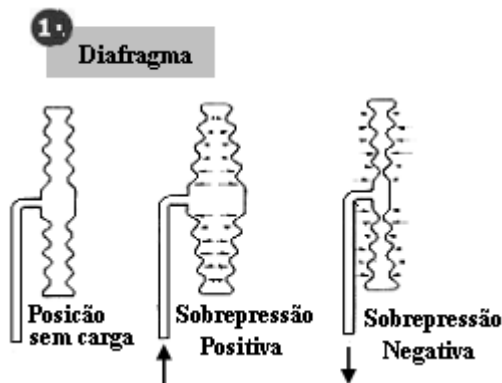


Medidor de pressão diferencial: fole dentro de recipiente (canister).

Membrana ou Diafragma

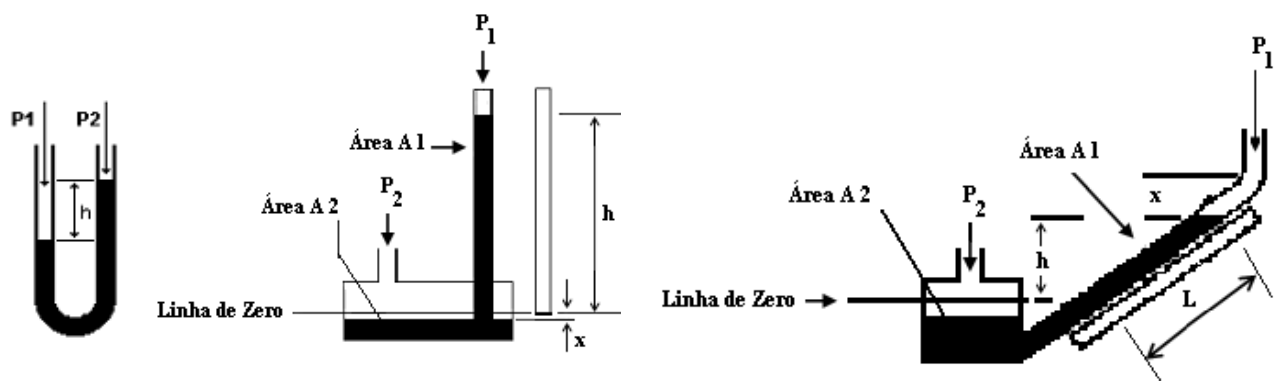
É constituído pôr um disco de material elástico (metálico ou não), fixo pela borda. Uma haste fixa ao centro do disco está ligada a um mecanismo de indicação. Quando uma pressão é aplicada, a membrana se desloca e esse deslocamento é proporcional à pressão aplicada.

O diagrama geralmente é ondulado ou corrugado para aumentar sua área efetiva, conforme **figura 12**.



Coluna de Líquido

Consiste, basicamente, em um tubo de vidro contendo certa quantidade de líquido, fixado a uma base com uma escala graduada. As colunas podem ser basicamente de três tipos: coluna reta vertical, reta inclinada e em forma de “U”. A figura situada à esquerda apresenta o manômetro de tubo em “U”, a figura central representa o manômetro de coluna reta vertical e na figura situada à direita temos o manômetro de coluna reta inclinada.



Os líquidos mais utilizados nas colunas são: água (normalmente com um corante) e mercúrio. Quando se aplica uma pressão na coluna o líquido é deslocado, sendo que este deslocamento é proporcional a pressão aplicada, sendo a fórmula: $P_1 - P_2 = h \cdot \rho \cdot g$.

Sensor tipo Strain Gauge ou Piezoresistivo

O sensor consiste de um fio firmemente colado sobre uma lâmina de base, dobrando-se tão compacto quanto possível. Esta montagem denomina-se tira extensiométrica, como vemos na figura abaixo.

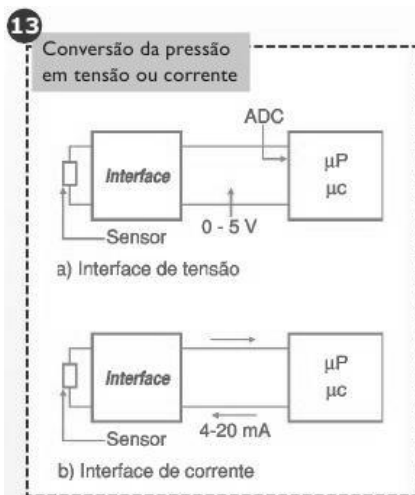


O fio, apesar de solidamente ligado a lâmina de base, precisa estar eletricamente isolado da mesma. Uma das extremidades da lâmina é fixada em um ponto de apoio rígido enquanto a outra extremidade será o ponto de aplicação de força. A Figura 2.26 apresenta a fixação do sensor strain gauge.

Interface

Além de proteger o próprio sensor, ao fazermos o seu interfaceamento com um circuito externo, precisamos tomar cuidados com a própria integridade do sinal e do circuito externo.

A pressão é uma grandeza linear e na maioria dos casos, o sensor a converte para outra grandeza linear como a tensão ou a corrente. Assim, conforme indica a **figura 13**, na maioria das aplicações temos a conversão linear numa faixa de 0 a 5 V para os dispositivos que operam com saída de tensão, e de 4 a 20 mA para os dispositivos que operam com saída de corrente.



A saída de corrente é especialmente interessante porque a precisão do sinal que se obtém no extremo de uma linha independe de sua resistência, o que não ocorre com a transmissão por tensão.

Nos sistemas modernos de controle e monitoramento de pressão, utiliza-se o computador, o que significa que os sinais na forma analógica precisam passar por um processamento adicional que consiste no hardware de aquisição de dados ou DAQ (*Data Acquisition*).