



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

DCA0124 - AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

---

## Sensores e Válvulas

---

1<sup>ª</sup> LISTA DE TAREFAS: SENSORES E VÁLVULAS

*Discentes:*

Eric Calasans  
Gabriel Cavalheiro  
Kaíke Castro  
Rejane Nobre

*Docente:*

Louelson Costa

Natal - RN  
2020

# Sumário

## 1 Introdução

## 2 Objetivo

## 3 Apresentando os Sensores Discretos

- 3.1 Sensores Discretos de Contato Mecânico . . . . .
- 3.2 Sensores Discretos de Proximidade . . . . .

## 4 Sensores de Saída PNP e NPN

- 4.1 Transistor . . . . .
- 4.2 Sensores PNP . . . . .
- 4.3 Sensores NPN . . . . .

## 5 Sensores Analógicos

- 5.1 Sensores de Pressão . . . . .
- 5.2 Sensores de Vazão ou Fluxo . . . . .
- 5.3 Sensores de Temperatura . . . . .
- 5.4 Sensores de Nível . . . . .

## 6 Válvulas de Controle

- 6.1 Válvula Globo . . . . .
- 6.2 Válvula Esfera . . . . .
- 6.3 Válvula Borboleta . . . . .
- 6.4 Válvula Gaveta . . . . .

## 7 Conclusão

# 1 Introdução

Sensores e Válvulas são elementos básicos presente em praticamente qualquer Instalação Industrial. Sendo peças fundamentais, o presente trabalho visa explorar e apresentar alguns dos exemplos mais comuns desse vasto campo e aprimorar o conhecimento dos alunos na área da Automação Industrial.

## 2 Objetivo

Estudar e compreender o funcionamento e aplicação de Sensores e Válvulas comumente aplicados em resoluções de problemas da área da Automação Industrial.

## 3 Apresentando os Sensores Discretos

Sensores são dispositivos amplamente utilizados na automação industrial por sua versatilidade e, geralmente, pela praticidade. Os Sensores Discretos, mais especificamente, são utilizados para monitorar a ocorrência, ou não, de determinado evento; ou seja, sua saída é binária, limitada a "1" ou "0", "on" ou "off". Os Sensores Discretos podem ser classificados em dois sub-grupos: os Sensores Discretos de Contato Mecânico e os Sensores Discretos de Proximidade, sua resposta base é a mesma, mas a forma como eles interagem com os objetos monitorados se diferenciam claramente.

### 3.1 Sensores Discretos de Contato Mecânico

Nos Sensores Discretos de Contato Mecânico há a necessidade de uma força física, "contato", entre o sensor e o objeto a ser registrado. De forma geral, estes dispositivos são preparados para suportar o impacto mecânico necessário ao registro do objeto.

- Chaves Eletromecânicas: utilizada para a detecção de um evento a partir do toque, como botões de comando e chaves de fim-de-curso;
- Chaves de Nível: usada para detecção do nível de um líquido;
- Chaves de Temperatura: tem como função detectar vazão de um fluido;
- Chaves de Vazão utilizada para medir temperatura de um fluido;
- Chaves de Pressão: usada para medir a pressão de um fluido;

### 3.2 Sensores Discretos de Proximidade

Diferente dos Sensores Discretos de Contato Mecânico, os Sensores Discretos de Proximidade não dependem de um "contato", mas sim da proximidade entre o objeto e o sensor. Como não estão expostos a impactos mecânicos, esses sensores não são preparados para impactos mecânicos.

- Indutivo: capaz de detecta alterações em um campo eletromagnético, seu uso é próprio para *detecção* de aproximação objetos *metálicos*;
- Capacitivo: capaz de detecta alterações em um campo eletrostático, seu uso é próprio para detecção de *aproximação* ou *presença* de objetos *metálicos* e *não-metálicos*;
- Ultrassônico: usa a emissão e recepção de ondas acústicas ultrassônicas entre um objeto e um receptor, é próprio para objetos de grandes proporções e apresenta dificuldade para identificar objetos pequenos devido a falta de reflexão da onda acústica;
- Fotoelétrico: detecta variações de luz infravermelha (invisível ao ser humano) emitida por um transmissor e recebida pelo sensor;
- Magnético – Efeito Hall: detecta alterações de campo magnético, fechando ou abrindo os contatos em seu interior.

As área de aplicações para esse tipo de sensor é muito extensa, alguns exemplos são: detecção de posição de objetos, contagem de peças, velocidade de rotação, detecção de nível, detecção de formas

## 4 Sensores de Saída PNP e NPN

As siglas PNP(positivo-negativo-positivo) e NPN(negativo-positivo-negativo) representam junções de materiais que formam os transistores. Por isso mesmo antes de falar sobre os sensores é importante começarmos falando sobre os transistores.

### 4.1 Transistor

O transistor é um dispositivo fundamental para os aparelhos eletrônicos modernos. É composto de material semicondutor com pelo menos três terminais para conexão a um circuito externo. A maioria dos transistores é feita de silício puro ou germânio, mas alguns outros materiais semicondutores também podem ser usados. Existem várias funções para ele, porém é mais utilizado como um interruptor de um sinal elétrico ou para amplificar um sinal. O primeiro dispositivo praticamente implementado foi um transistor de contato pontual inventado em 1947. Graças aos processos de automação industrial, hoje em dia grandes empresas produzem bilhões de transistores anualmente, alcançando custos surpreendentemente baixos por transistor.

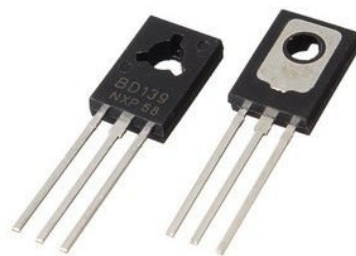


Figura 1: Transistor

### 4.2 Sensores PNP

Um sensor com saída PNP é comumente chamado de fonte ou “sourcing” pois quando o mesmo detecta um objeto, ele fornecerá para a carga o polo positivo (+12V, +24V, etc). Na maior parte dos países ocidentais o padrão é o transistor PNP, conseqüentemente eles são mais comuns de se encontrar, se comparados com o NPN. Basicamente a maioria dos sensores que procurarmos em lojas comuns serão PNP, por exemplo o sensor de alta temperatura PST1030GX50E6.

### 4.3 Sensores NPN

Uma saída NPN é comumente chamada de saída “sinking”. Assim, quando o sensor detecta um objeto, o retorno fornecerá o polo negativo (0 V) para a carga que por sua vez precisará do ponto positivo para que a corrente possa fluir por ela. Transistores NPN são mais comuns em países orientais. Exemplos desses sensores podem ser: Sensor indutivo de proximidade LJ12A3-4-Z/BX ou até mesmo o sensor que foi citado anteriormente, também tem seu modelo em NPN PST1030GX50E26.

## 5 Sensores Analógicos

### 5.1 Sensores de Pressão

Antes de se falar dos diversos sensores utilizados para medir a pressão é necessário conhecer os seguintes tipos de pressões a serem medidas[1]:

- **Pressão barométrica ou atmosférica** - é a pressão medida em relação ao vácuo absoluto. O aparelho utilizado é o **barômetro**;
- **Pressão manométrica** - é a diferença de pressão entre o ponto de pressão a ser medido e a pressão barométrica.
- **Pressão diferencial** - diferença de pressão entre dois pontos que não sejam a pressão atmosférica;
- **Vácuo** - qualquer pressão abaixo da pressão barométrica;
- **Vácuo absoluto** - ausência total de pressão.

Pode-se medir a pressão através de dispositivos mecânicos, que se baseiam nos seguintes princípios:

- **tubos de vidro contendo um fluido**, onde a pressão é medida através da altura da coluna líquida;

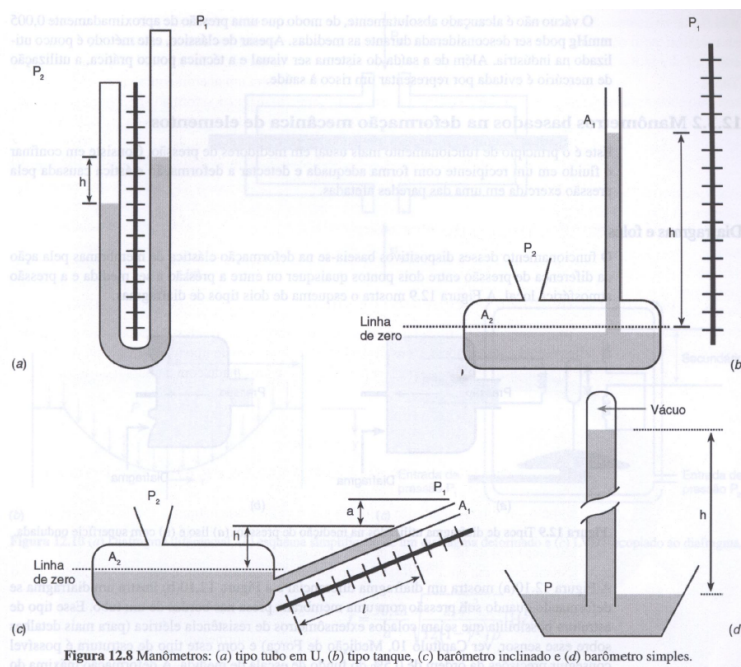


Figura 12.8 Manômetros: (a) tipo tubo em U, (b) tipo tanque, (c) barômetro inclinado e (d) barômetro simples.

Figura 2: Tubos de vidro

- **diafragmas e foles**, onde se verifica a deformidade dessas estruturas através da diferença de pressão entre dois pontos;



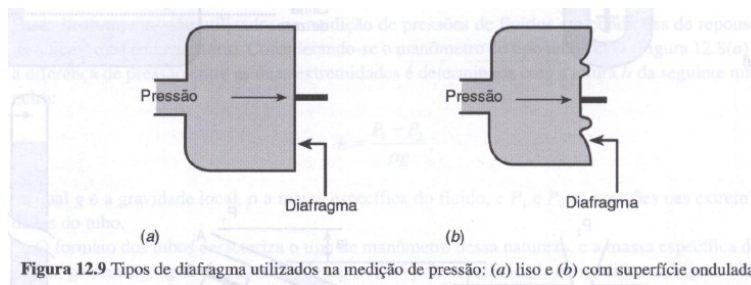


Figura 3: Diafragmas e foles

- **tubos de torção ou rotação**, onde a pressão é medida proporcionalmente a um movimento de torção ou rotação. Esses tubos são conhecidos como **tubos de Bourdon**.

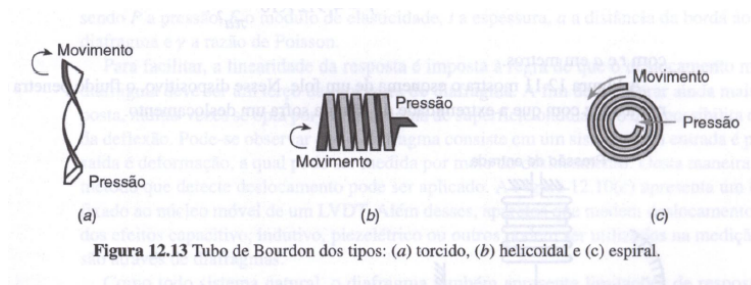


Figura 4: Tubos de Bourdon

Quando se trata de sensores de pressão que trabalham com variáveis elétricas tem-se os seguintes tipos:

- **Sensores capacitivos** - um capacitor de placas paralelas é utilizado como sensor de pressão onde, em uma das placas é utilizado um material de metal ou silício que sofre deformação quando submetido à pressão. Assim, ao sofrer deformação, a capacitância varia de acordo com a distância entre as placas e isso é traduzido em um sinal elétrico;

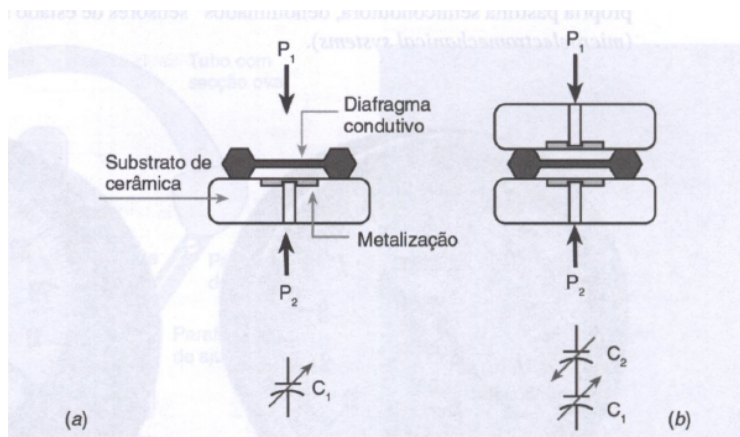


Figura 5: Sensor capacitivo

- **Sensores piezoelétricos** - geram diferença de potencial quando submetidos à deformação mecânica(ocorre desalinhamento da estrutura atômica gerando dipolos elétricos) e retornam

ao estado eletricamente neutro quando em repouso. Este tipo de sensor é mais utilizado para medições de pressões dinâmicas, como em motores de explosão(cilindros de carros);

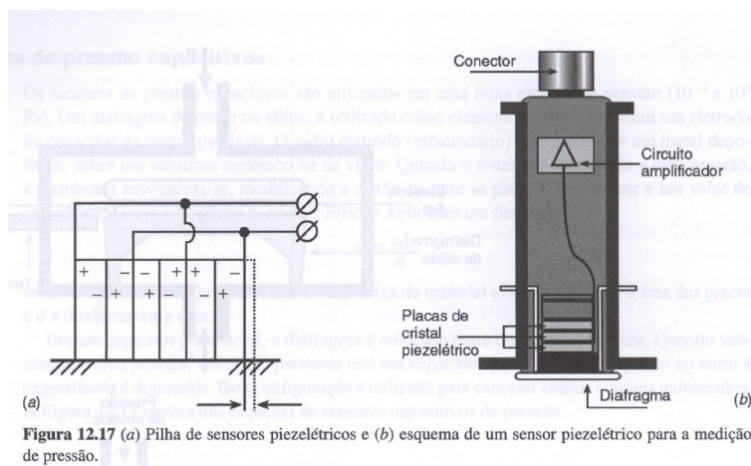


Figura 6: Sensor piezoelétrico

- **Sensores piezorresistivos** - variam a resistência elétrica quando submetidos à deformação mecânica. São conhecidos como **extensômetros** e são bastante utilizados na fabricação de células de carga.

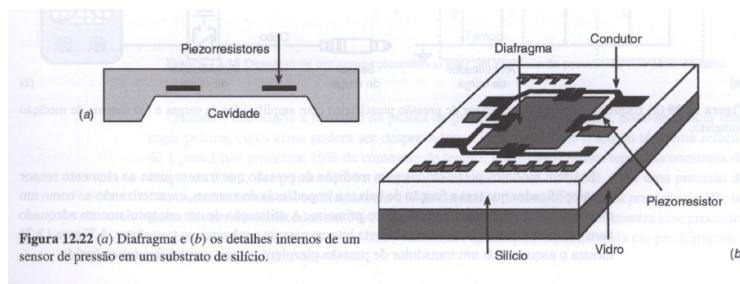


Figura 7: Sensor piezorresistivo

## 5.2 Sensores de Vazão ou Fluxo

A **vazão** ou **fluxo**, em se tratando de fluidos(líquido ou gás), é a quantidade de matéria, volume ou massa que escoar por uma determinada seção de tubulação ou conduto por unidade de tempo. Em processos industriais que envolvam fluidos é essencial esse tipo de medição para garantir a qualidade dos processos[1].

Os principais métodos de medição de vazão são:

- **Por pressão diferencial** - baseado na obstrução da passagem do fluido: a vazão é calculada através da queda de pressão no fluido ocasionada pela obstrução. Os representantes dessa categoria são: placa de orifício, tubo de Venturi, tubo de Pitot e medidor tipo bocal;
- **Por área variável** - também conhecido como **rotâmetro**, consiste num tubo de vidro devidamente graduado, com um elemento flutuante em seu interior. A altura do elemento é influenciada pelo fluxo do fluido no interior do tubo e denota sua medida;

- **Por eletromagnetismo** - um condutor, movendo-se perpendicularmente a um campo magnético induz uma tensão que é proporcional à velocidade do fluido;
- **Por ultrassom** - baseiam-se no tempo percorrido por uma onda sonora no fluido entre dois transdutores colocados a uma distância fixa ou no efeito Doppler (variação na frequência de uma onda de acordo com o movimento de sua fonte).

### 5.3 Sensores de Temperatura

Os dispositivos mais utilizados para realizar a medida de temperatura são:

- **Termopares** - consistem da junção de dois metais diferentes que produz uma tensão proporcional a uma diferença de temperatura. São utilizados nas medidas de temperatura de fornos, turbinas de gás, motores a diesel, entre outros;
- **Termorresistores** - variam sua resistência elétrica proporcionalmente à temperatura. São feitos de cerâmica ou polímero;
- **Detectores de Temperatura de Resistência** - funcionam da mesma forma dos termorresistores porém são feitos de metal puro;
- **Termopares infravermelhos** - detectam a temperatura através da leitura da emissão térmica do objeto, sem necessidade de contato físico com o mesmo.[2]

### 5.4 Sensores de Nível

Entende-se por **nível** a altura de preenchimento de um fluido ou qualquer outro tipo de material que esteja dentro de algum recipiente, contada a partir do fundo deste até a superfície. Como exemplos têm-se: medição de nível de grãos em um silo, água em reservatórios, nível de combustível em um tanque, nível de barragens e lagoas[1].

A medição de nível pode ser feita por métodos **diretos** e **indiretos**. Os métodos diretos são:

- **Indicadores e visores de nível** - consistem de réguas graduadas que são introduzidas dentro do recipiente até tocar no fundo do mesmo, quando então é feita a leitura na superfície do recipiente. Também podem ser utilizadas varetas molhadas que, da mesma forma que as réguas, são introduzidas no recipiente mas o que se observa é a marca deixada ao ser retirada;

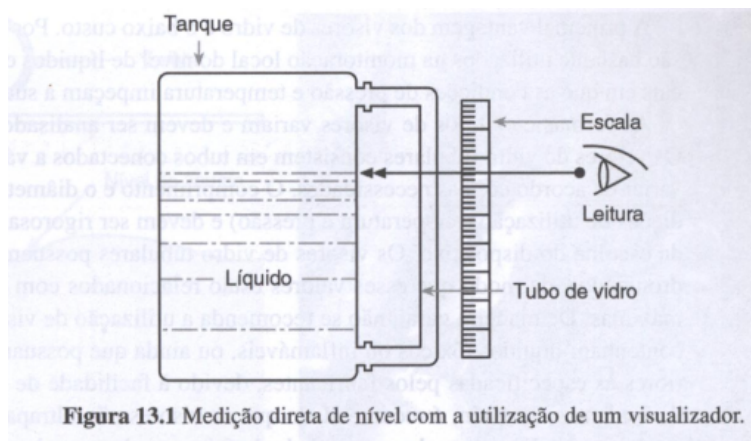


Figura 8: Régua de nível

- **Flutuadores ou bóias** - elementos com massa específica menor que o fluido a ser medido são acoplados a dispositivos com graduação onde o nível é detectado proporcionalmente à posição do flutuador;

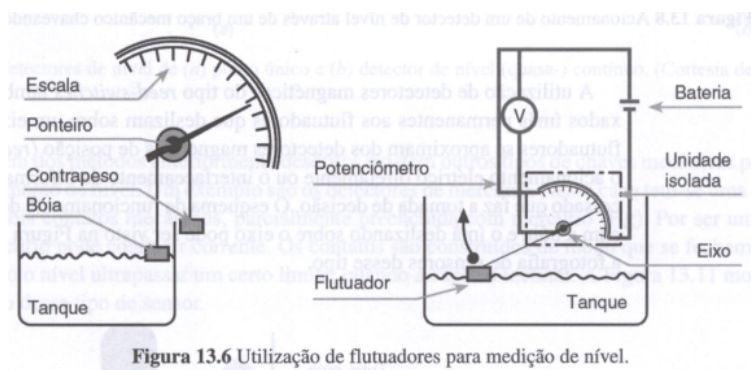


Figura 9: Flutuadores

- **Indicador de nível magnético** - um flutuador contendo um ímã encontra-se numa coluna líquida comunicante com o recipiente a qual contém um indicador externo atraído pelo ímã: quando o nível altera o flutuador e o indicador externo deslocam-se conjuntamente.

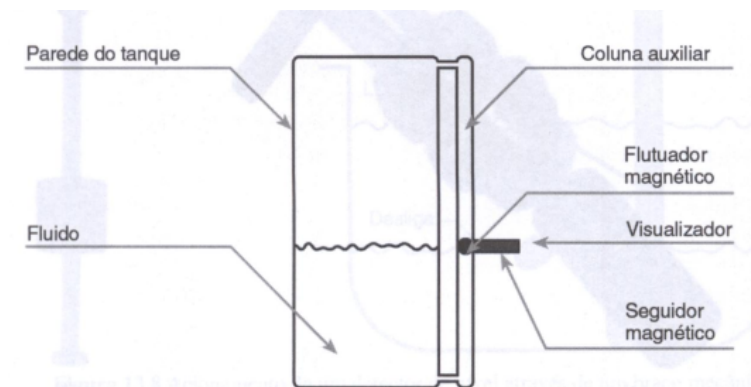


Figura 10: Flutuadores magnéticos

Como métodos indiretos têm-se:

- **Deslocador** - um corpo parcialmente imerso num fluido é utilizado para medir o nível de forma proporcional ao **empuxo** exercido sobre ele;
- **Hidrostático** - mede o nível do fluido através de sua relação proporcional com a **pressão hidrostática** no fundo do recipiente;
- **Pesagem** - uma célula de carga é colocada no fundo do recipiente e o nível do fluido é medido proporcionalmente ao peso exercido sobre esse dispositivo;
- **Método capacitivo** - mede o nível de um fluido através da variação da **constante dielétrica** de um capacitor que tem como eletrodos uma haste e a carcaça do reservatório;
- **Condutividade** - o nível é medido proporcional à **condutância elétrica** entre dois ou mais eletrodos espaçados no fluido;

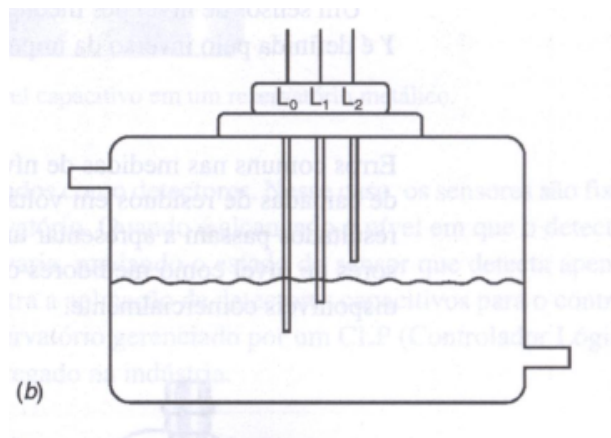


Figura 11: Medição por Condutividade Elétrica

- **Ultrassom** - um transdutor piezoelétrico colocado na parte superior de um reservatório envia um sinal ultrassônico e capta o eco do mesmo medindo o nível do fluido de forma proporcional ao tempo entre a transmissão e a recepção da onda sonora;

Outros métodos de medição indireta de nível são: por vibração, por radar, por radiação, sensores magnetorresistivos e laser.

## 6 Válvulas de Controle

As válvulas de controle auxiliam no atendimento de programações de produção, manter a qualidade do produto e melhorar a eficiência de uma planta. A parte crítica do circuito de controle envolvem válvulas em que manipulam tanto fluidos que fluem, como gás, vapor, água ou compostos químicos, quanto para compensar a perturbação da carga e mantêm a variável de processo regulada o mais próximo possível do ponto de ajuste desejado.

Na indústria alguns tipos de válvulas são mais utilizadas como Globo, Esfera, Borboleta e Gaveta.

### 6.1 Válvula Globo

Uma válvula globo, Figura 12, reguladora usa movimentos lineares para mover um componente de fechamento para dentro e para fora de uma superfície da sede. Seu corpo se distingue por uma cavidade em forma de globo ao redor da região da porta e as válvulas são projetadas para regular a vazão do processo quando usadas com um conjunto de atuadores.

A aplicação é em vapor, gases, ar, petróleo, água e gás natural em condição de alta ou baixa pressão.

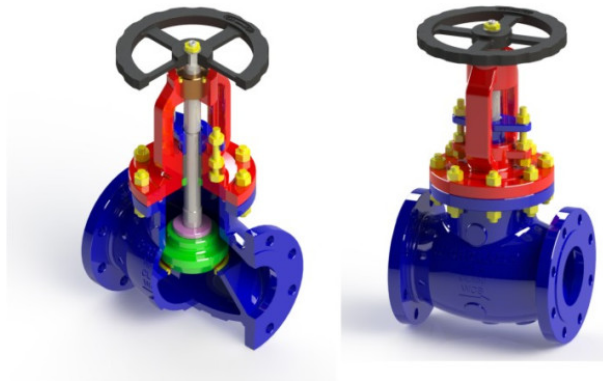


Figura 12: Válvula Globo

- **Vantagens:** Os corpos de válvula de sede única de estilo gaiola ou retentor também podem ser facilmente modificados ao trocar peças dos internos para alterar a característica de vazão ou fornecer uma capacidade de vazão reduzida, atenuação do ruído, ou redução/eliminação da cavitação.
- **Desvantagens:**  
Não admitem fluxos nos dois sentidos e perda de carga elevada.

### 6.2 Válvula Esfera

É uma válvula que utiliza uma esfera oca, perfurada e pivotante para controlar o fluxo de fluidos ou gases de uma abertura para outra dentro de uma tubulação. Monobloco, bipartida, tripartida. Passagem plena e passagem reduzida.



Devido sua alta resistência à corrosão e altas pressões, são muito usadas na indústria petrolífera mas as válvulas de esfera podem ser usadas em uma grande variedade de aplicações e mercados, como transmissão, dutos e armazenamento, processamento de gás, uso residencial, uso industrial e muito mais. As válvulas de esfera, Figura 13, fornecem proteção confiável contra vazamentos, o que é especialmente benéfico em aplicações de gás. As válvulas de esfera têm baixa queda de pressão e podem abrir e fechar rapidamente.

A aplicação é em indústrias que transportam produtos químicos ou gases potentes que exigem fechamento seguro e acelerado, como o gás natural.

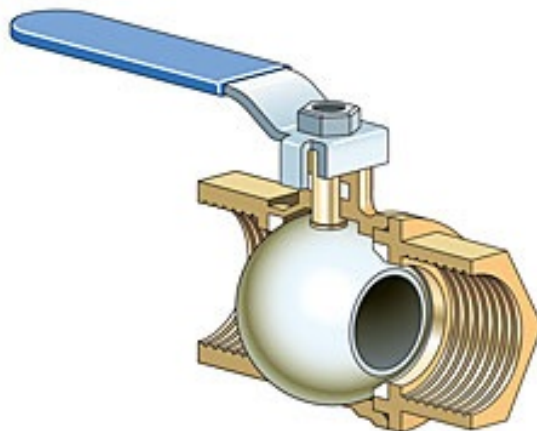


Figura 13: Válvula Esfera

- **Vantagens:** Fornece serviço à prova de bolhas; Rápido para abrir e fechar; Pode ser usado em aplicações limpas e de lama.
- **Desvantagens:** Eles não são adequados para aplicações de limitação sustentada;

### 6.3 Válvula Borboleta

A válvula borboleta é constituída de uma haste que adentra a sede circular da válvula e, uma vez no interior da sede, a haste assume a forma de disco, encaixando-se perfeitamente à sede. O nome válvula “borboleta” se deve ao fato do disco, ligado à haste, se assemelhar a uma borboleta quando descreve o seu movimento giratório.

As válvulas borboleta, Figura 14, podem ser usadas para uma ampla gama de aplicações no fornecimento de água, tratamento de efluentes, proteção contra incêndios, suprimento de gás, nas indústrias químicas e petrolíferas, em sistemas de manuseio de combustível, geração de energia etc. Algumas das vantagens deste tipo de válvula são: sua construção simples, não ocupa muito espaço, peso leve e o custo mais baixo comparado a outros projetos de válvula.



Figura 14: Válvula Borboleta

- **Vantagens:** Possui um bom desempenho; O canal da sede da válvula possui uma grande área de fluxo efetiva e uma pequena resistência ao fluido quando totalmente aberta; Fácil instalação.
- **Desvantagens:** A pressão de uso e a faixa de temperatura de trabalho são pequenas; Não possui uma boa vedação.

## 6.4 Válvula Gaveta

A válvula gaveta, Figura 15, é utilizada dentro das linhas industriais, ela é especialmente desenvolvida inicialmente para trabalhar de forma totalmente aberta ou totalmente fechada. Caso utilize a válvula gaveta de forma parcialmente aberta, pode-se provocar uma enorme perda de carga no sistema em que está instalado, isso normalmente ocorre devido a forma de seu obturador, que possui um formato de cunha, assim impossibilita a passagem plena do fluido e gerando problemas de funcionalidades.

São empregadas como válvulas de bloqueio (on/off) em serviços de água, óleo ou gás (WOG) para fluidos sem sólidos em suspensão ou com poucos sólidos. Também não devem ser empregadas onde os fluidos transportados venham a se solidificar no interior das válvulas que é o caso de resinas, tintas e vernizes.

Pelo seu manuseio ser mais lento, comparada às demais válvulas, são empregadas em processos onde o processo de abertura e fechamento não são frequentes.



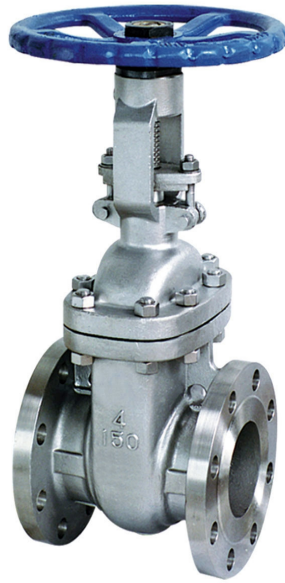


Figura 15: Válvula Gaveta

- **Vantagens:** A trajetória de circulação do fluido fica reta e desimpedida, com mínima perda de carga; Aplicação para amplas faixas de pressões e temperaturas; Permite o fluxo de fluido em dois sentidos.
- **Desvantagens:** Não é indicada para operações frequentes; Ocupa grande espaço devido ao movimento de translação do obturador.

## 7 Conclusão

O estudo de sensores e válvulas mostrou-se o quão importante são esses componentes na automação de indústrias dando a elas maior confiabilidade e rapidez nos processos. Os sensores discretos são versáteis e práticos em aplicações diretas entre nível lógico baixo e alto, já em relação aos sensores analógicos suas aplicações amplas nas mais variadas grandezas como pressão em um tanque de água, temperatura de uma caldeira, vazão em duto de combustível sendo assim esses sensores tem uma empregabilidade em diversos tipos de plantas industriais. Os sensores podem ser configuradas para ter saídas tipo PNP caso há uma detecção de uma informação sua saída tem nível lógico baixo ou NPN elevando o sinal de saída para alto sendo essa diferença entre a configuração dos sensores.

As válvulas são parte dito de atuação em uma planta industrial manipulando o controle de fluídos sendo para cessar ou abrir uma determinada tubulação. Atualmente há diversos tipos de válvulas para cada tipo de aplicação, mas algumas são mais empregadas como as tipo globo, esfera, borboleta e gaveta suas diferenças estão no formato e nos locais de aplicação. Desta forma, esses elementos de controle são bastantes úteis no dia a dia de qualquer indústria petrolíferas, produção de bebidas entre outras.

## Referências

- [1] V. J. BALBINOT, A; BRUSAMARELLO. *Instrumentação e Fundamentos de Medidas*, volume 2. LTC Editora, Rio de janeiro, 2007.
- [2] F. LAMB. *Automação Industrial na Prática*. Série Tekne. AMGH Editora, Porto Alegre, 2015.