

Conceitos Básicos de Automação

Transdutores e Sensores II

MEC1610

ELEMENTOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

GIORGIO ANDRÉ BRITO OLIVEIRA

Sensores de Pressão

Sensores de Pressão

Pressão: força por unidade de área que um material exerce sobre o outro.

Unidades comuns: psi (lb/in²), kgf/cm² e Pa (N/m²).



Sensores de Pressão

Os sensores de pressão funcionam em duas etapas:

- Conversão de pressão em uma força ou deslocamento;
- Conversão de força ou deslocamento em sinal elétrico.



Sensores de Pressão

Tipos de medida de pressão:

- Pressão manométrica - diferença entre a pressão de interesse e a pressão ambiente;
- Pressão absoluta – diferença entre a pressão de interesse o vácuo absoluto;
- Pressão diferencial - diferença de pressão entre dois pontos distintos no circuito.



Manômetros

O manômetro é um aparelho que mede um diferencial de pressão, seja em relação à pressão atmosférica, ao vácuo absoluto ou à pressão de outro ponto do sistema.



Sensores de Pressão

MANÔMETRO DE BOURDON

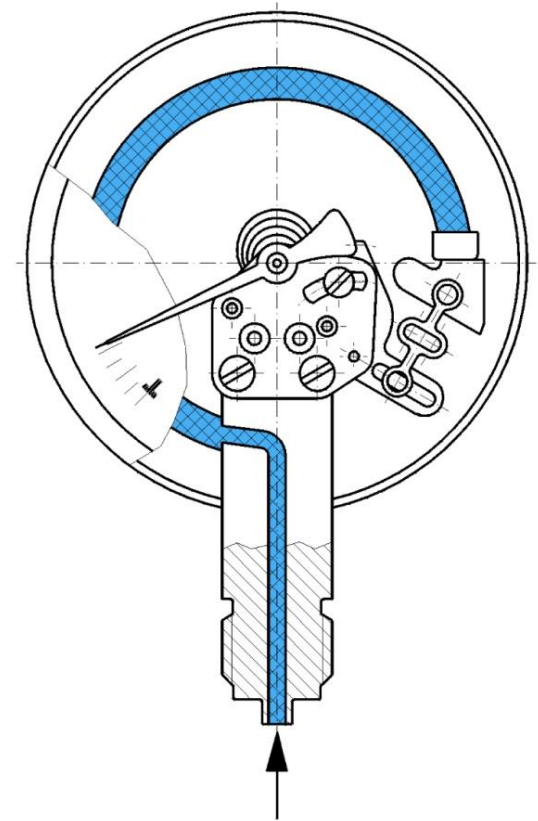
Manômetro de Bourdon

O manômetro de Bourdon consiste de uma escala calibrada em unidades de pressão e de um ponteiro ligado, através de um mecanismo, a um tubo oval, em forma de "C".



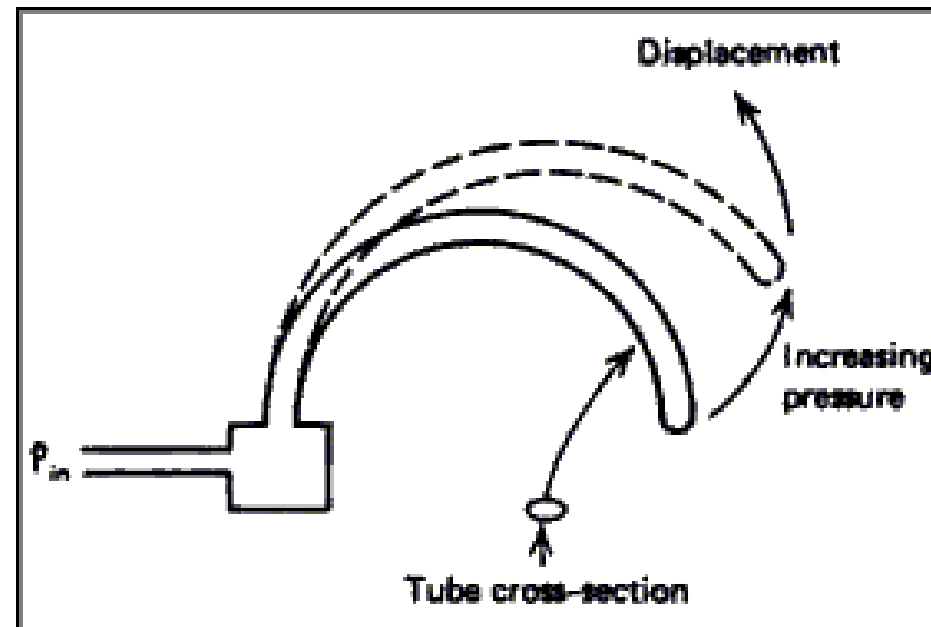
Manômetro de Bourdon

Esse tubo é ligado à pressão a ser medida.



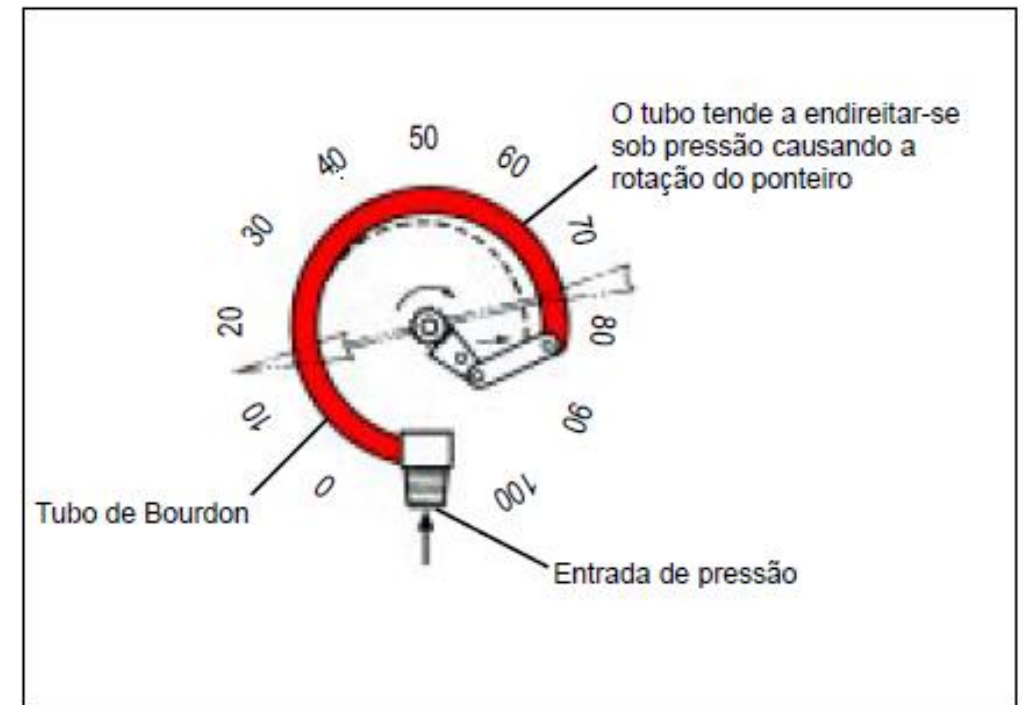
Manômetro de Bourdon

Conforme a pressão aumenta no sistema, o tubo de Bourdon tende a endireitar-se devido às diferenças nas áreas entre os diâmetros interno e externo do tubo.



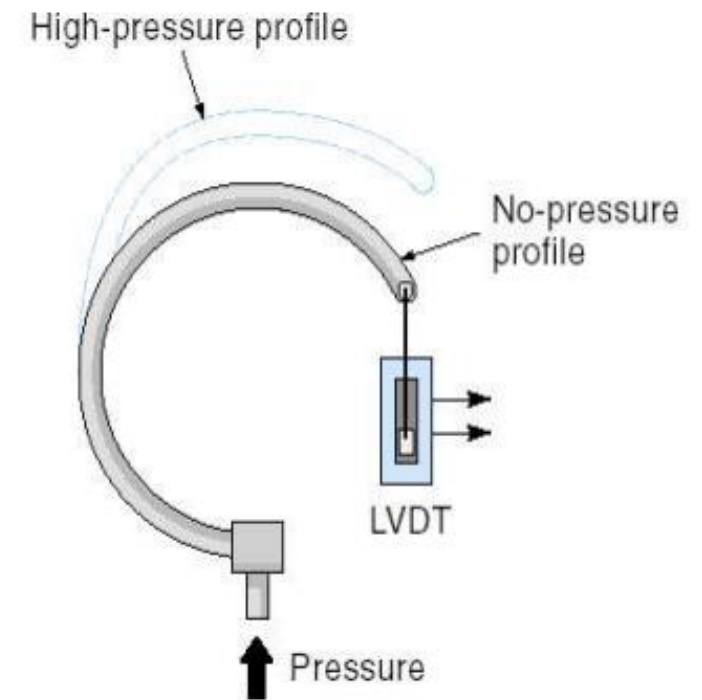
Manômetro de Bourdon

Esta ação de endireitamento provoca o movimento do ponteiro, proporcional ao movimento do tubo, que registra o valor da pressão no mostrador.



Manômetro de Bourdon

Os manômetros de Bourdon mais novos utilizam um sensor de posição, como um LVDT, para transformar o deslocamento em um sinal elétrico.



Manômetro de Bourdon

Os manômetros de Bourdon são instrumentos de boa precisão com valores variando entre 0,1 e 3% da escala total.

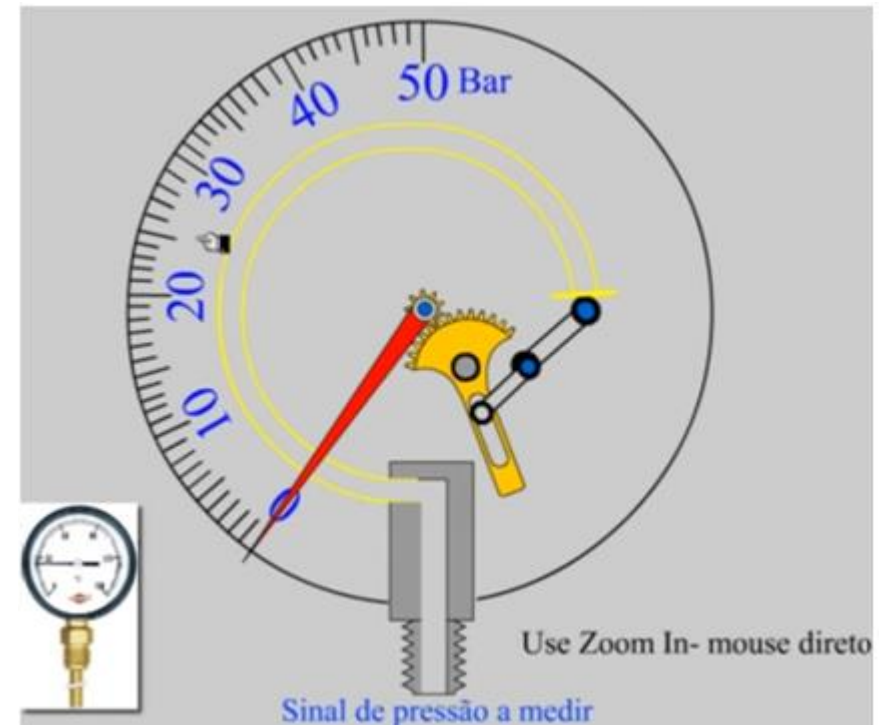
Estão disponíveis para pressões de 30 a 100.000 psi.

São usados geralmente para trabalhos de laboratórios ou em sistemas onde a determinação da pressão é de muita importância.

Manômetro de Bourdon

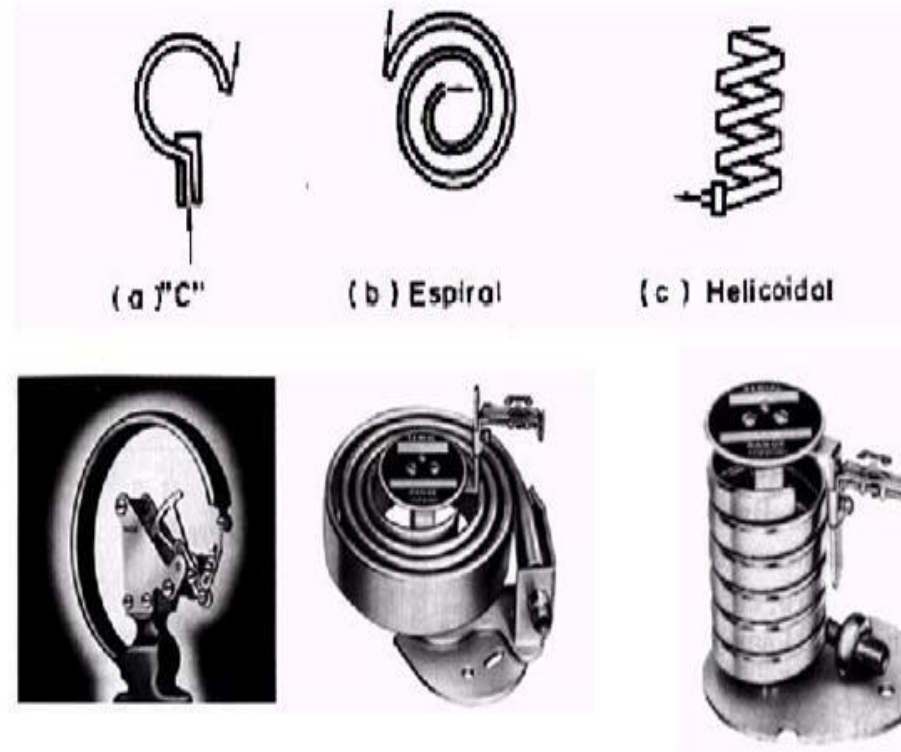
Metrologia - Manômetro - Fulltreina

- <https://www.youtube.com/watch?v=vB05eclkYEQ>



Manômetro de Bourdon

Tipos de manômetros de Bourdon



Sensores de Pressão

SENSORES FOLE

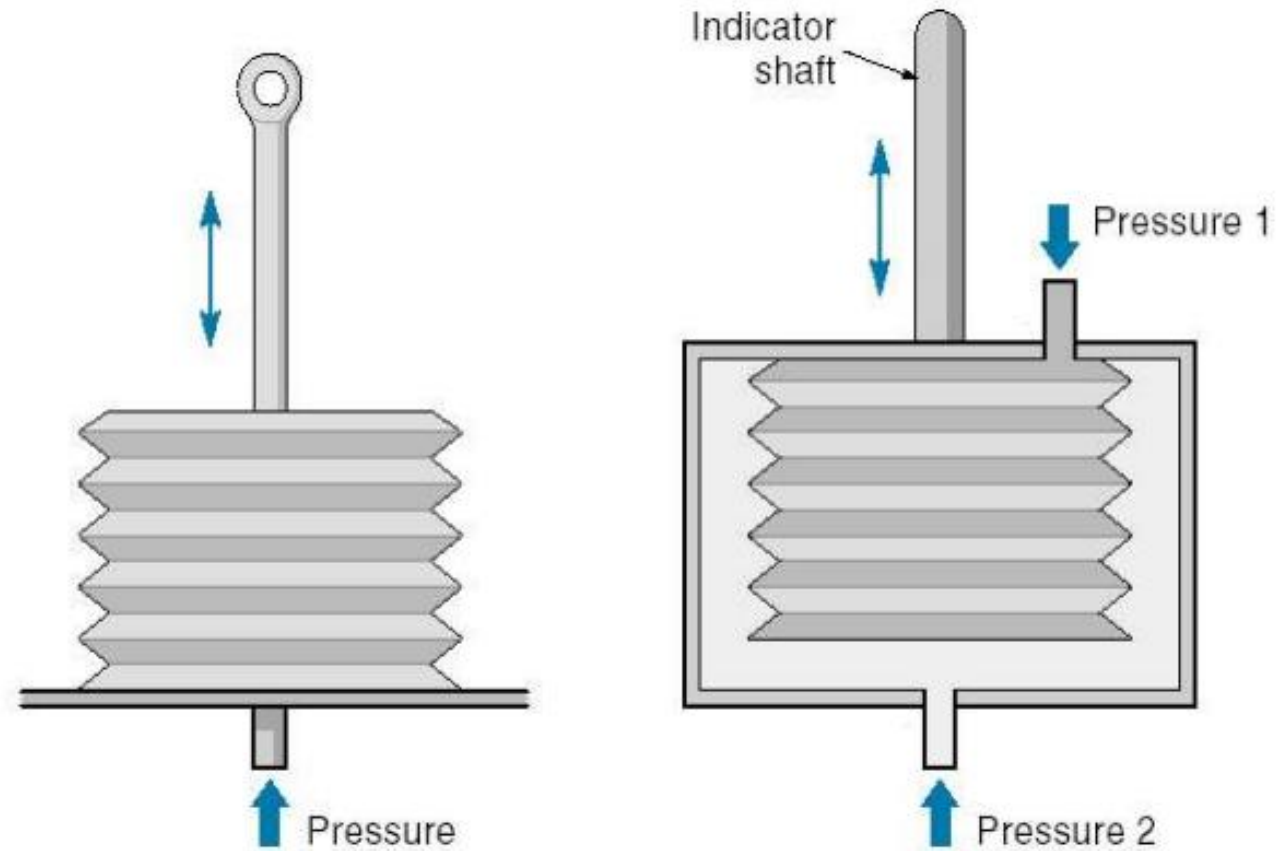
Sensores Fole (Bellow)

Esse medidor de pressão utiliza foles de metal para transformar pressão em um movimento linear.

Pode-se também obter um medidor de pressão diferencial se o fole for posicionado dentro de um recipiente fechado (canister).

São mais sensíveis que o tubo de Bourdon nas pressões de 0 a 30 psi.

Sensores Fole (Bellow)



Sensores de Pressão

SENSORES DE PRESSÃO A SEMICONDUTOR

Sensores de Pressão a Semicondutor

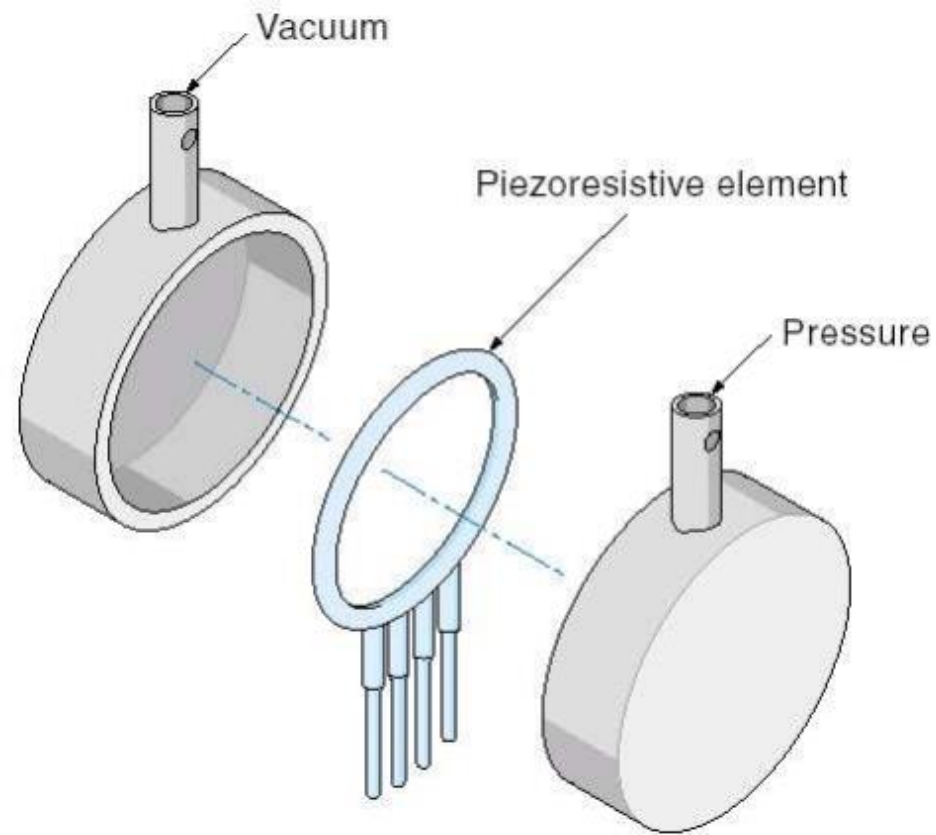
Assim como uma série de sensores, utilizam a propriedade piezoelétrica do silício.

A pressão é exercida sobre uma placa de silício que gera uma diferença de potencial proporcional àquela.

Não há partes móveis - vantagem.

Aplicável para pressões nas faixas de 0-1,5 psi a 0-5000 psi.

Sensores de Pressão a Semicondutor

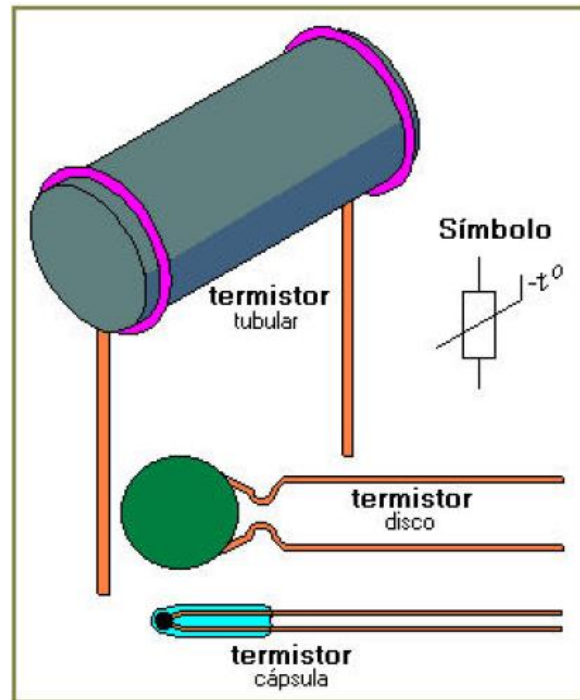


Sensores de Temperatura

TERMISTORES

Termistores

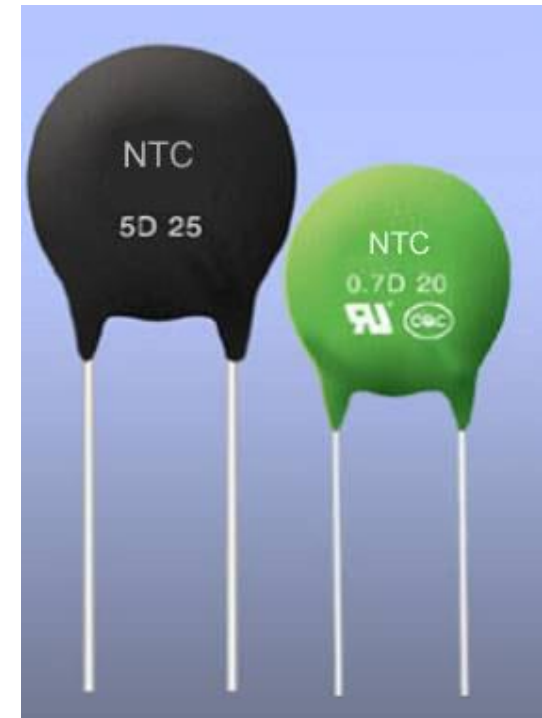
Os termistores são componentes eletrônicos sensíveis à temperatura, ou seja, variam a sua resistência elétrica com a temperatura.



Termistores

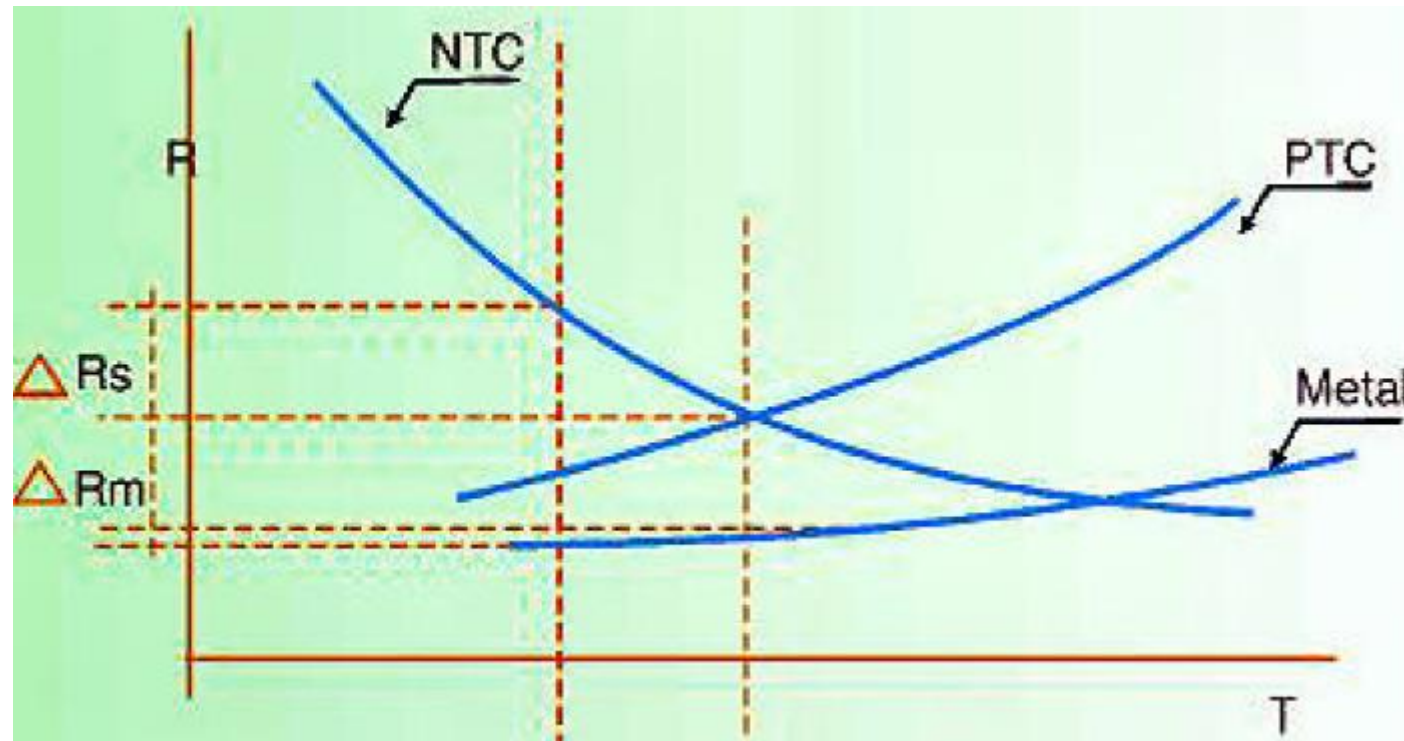
Existem dois tipos:

- PTC (Positive Temperature Coefficient)
- NTC (Negative Temperature Coefficient)



Termistores

O NTC diminui sua resistência com o aumento da temperatura e o PTC aumenta sua resistência com o aumento da temperatura.



Termistores

A variação de resistência de um metal qualquer (ΔR_m) é significativamente menor do que a de um NTC (ΔR_s) e, por sua vez, o PTC tem um comportamento intermediário a esses.

Termistores

O PTC é usado quando mudanças drásticas de temperatura devem ser detectadas tais como:

- Proteção de sobrecarga;
- Proteção contra superaquecimento.

O NTC é usado quando se necessita detectar variações contínuas de temperatura, tais como:

- Medições de temperatura;
- Variações de temperatura da ordem de $0,001^{\circ}\text{C}$;
- Controle de temperatura.

Termistores

O sensor de temperatura do motor nos sistemas de injeção eletrônica é do tipo NTC, assim como o sensor de temperatura do ar admitido.



Sensor NTC da temperatura
do óleo



Sensor NTC da
temperatura da água

Termistores

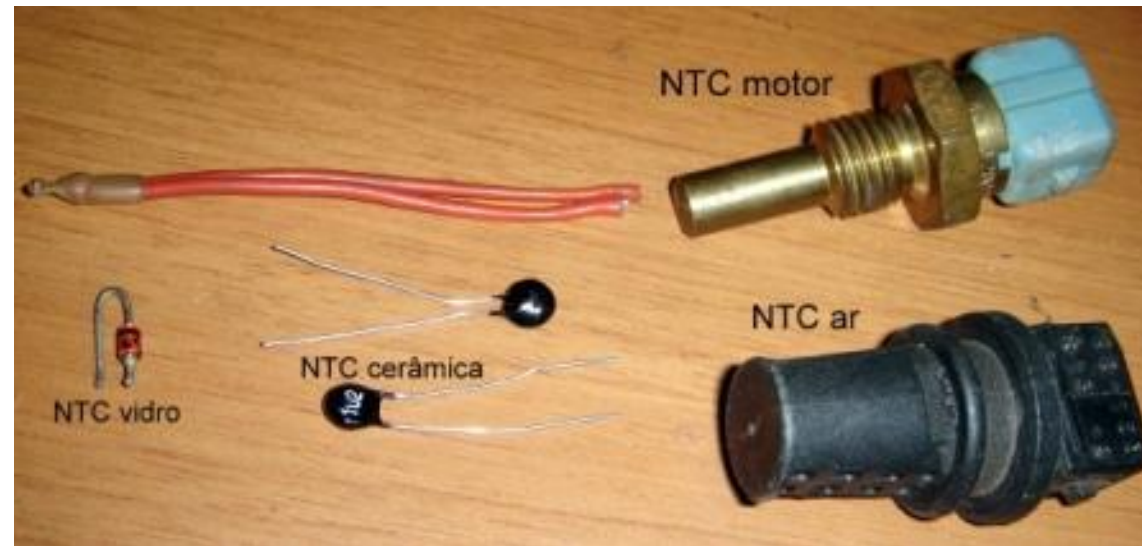
O sensor de temperatura do motor nos sistemas de injeção eletrônica é do tipo NTC, assim como o sensor de temperatura do ar admitido.



Sensor NTC da temperatura
do ar admitido

Termistores

O sensor de temperatura do motor nos sistemas de injeção eletrônica é do tipo NTC, assim como o sensor de temperatura do ar admitido.



Termistores

Estes componentes são construídos a partir de misturas de cerâmicas de óxidos semicondutores, tais como titanato de bário (BaTiO_3) para os PTCs, e óxidos de magnésio, níquel, cobalto, cobre, ferro e titânio para os NTCs.

Os termistores apresentam baixo custo e alta sensibilidade, mas sua precisão é baixa e trabalham com temperaturas máximas da ordem de 300°C .

Sensores de Temperatura

TERMORRESISTÊNCIAS

Termorresistências (RTD)

Termorresistência (RTD - *Resistance Temperature Detector*) também é um instrumento que permite conhecer a temperatura do meio ambiente baseando-se no princípio de variação da resistência ôhmica em função da temperatura.

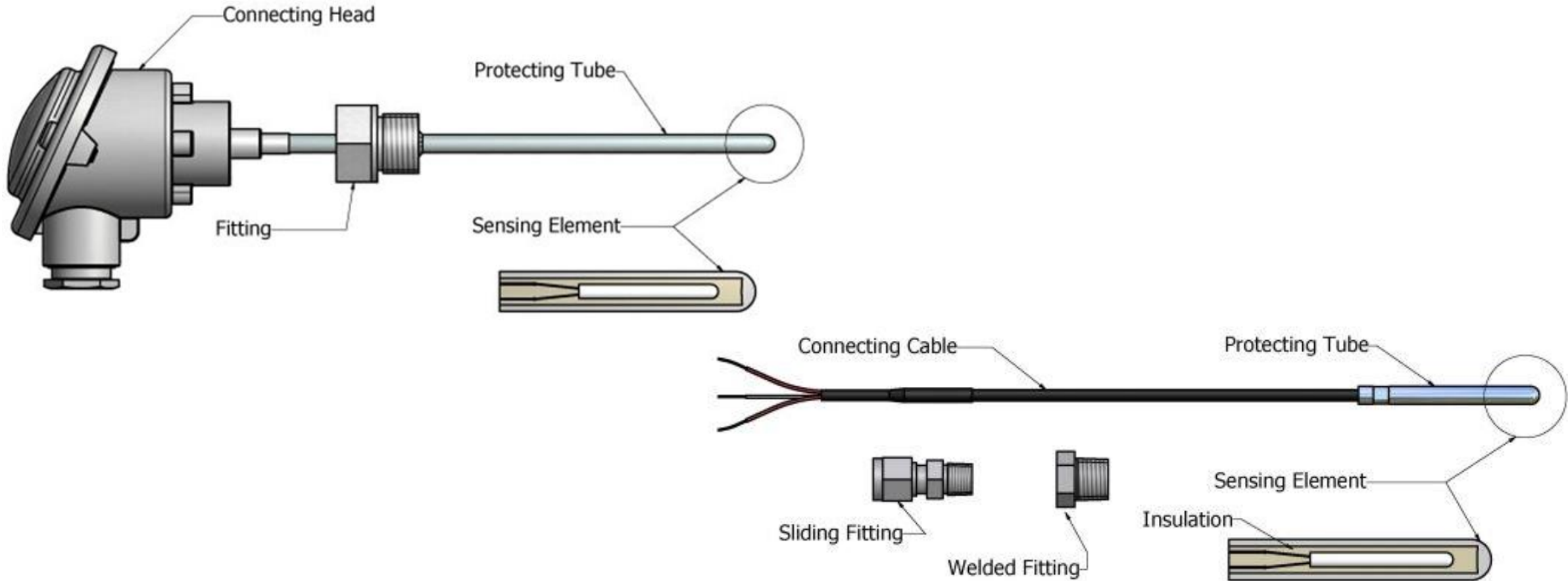
Sua resistência aumenta com o aumento da temperatura.

Termorresistências (RTD)

Seu elemento sensor consiste de uma resistência em forma de fio de platina de alta pureza, de níquel ou de cobre (menos usado), encapsulado em um bulbo de cerâmica ou vidro.



Termorresistências (RTD)



Termorresistências (RTD)



Termorresistências (RTD)

Por norma, quando se fala de uma termorresistência ela é identificada pelo material que a constitui e pela resistência que apresenta a 0°C.

Por exemplo, uma Pt-100 será uma termorresistência de platina que a 0°C apresenta uma resistência de 100 Ω .

Termorresistências (RTD)

PT100



Termorresistências (RTD)

As termorresistências são usadas principalmente em:

- Refrigeração de alimentos e compostos químicos;
- Fornos de fusão (produção de metais e ligas);
- Destilação fracionada (produção de bebidas e derivados de petróleo);
- Usinas nucleares;
- Aquecedores e refrigeradores domésticos (fornos elétricos e microondas, freezers e geladeiras).

Sensores de Temperatura

TERMOPARES

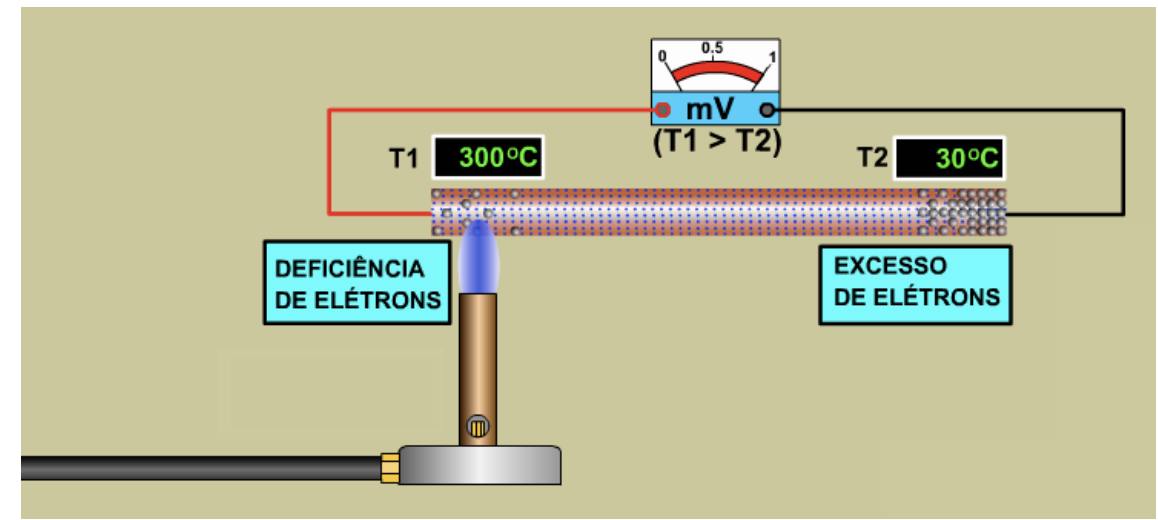
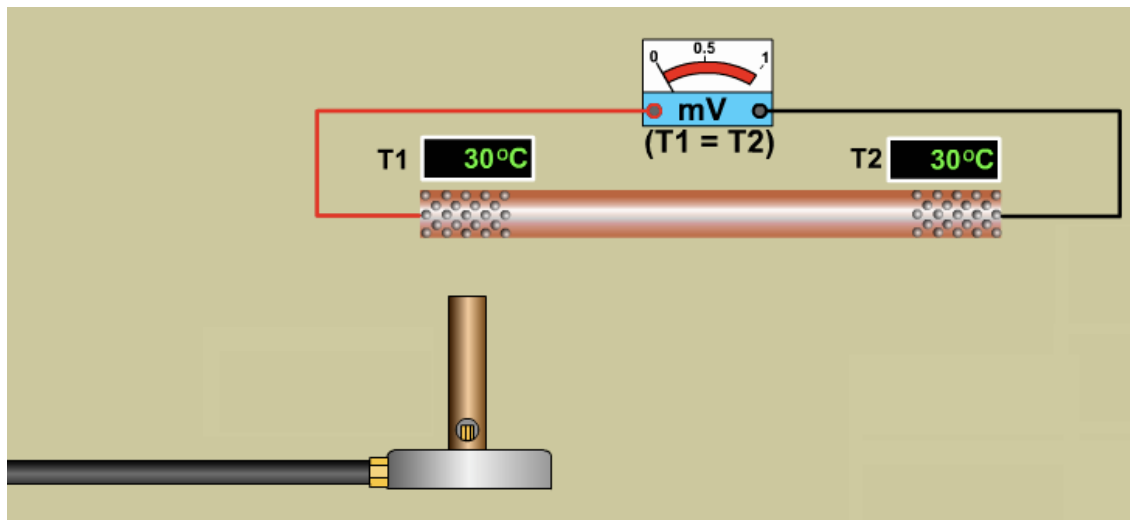
Termopares

Quando um condutor metálico é submetido a uma diferença de temperatura entre suas extremidades, surge uma força eletromotriz (f.e.m) através dele.

- Seu valor usualmente não excede a ordem de grandeza dos milivolts.

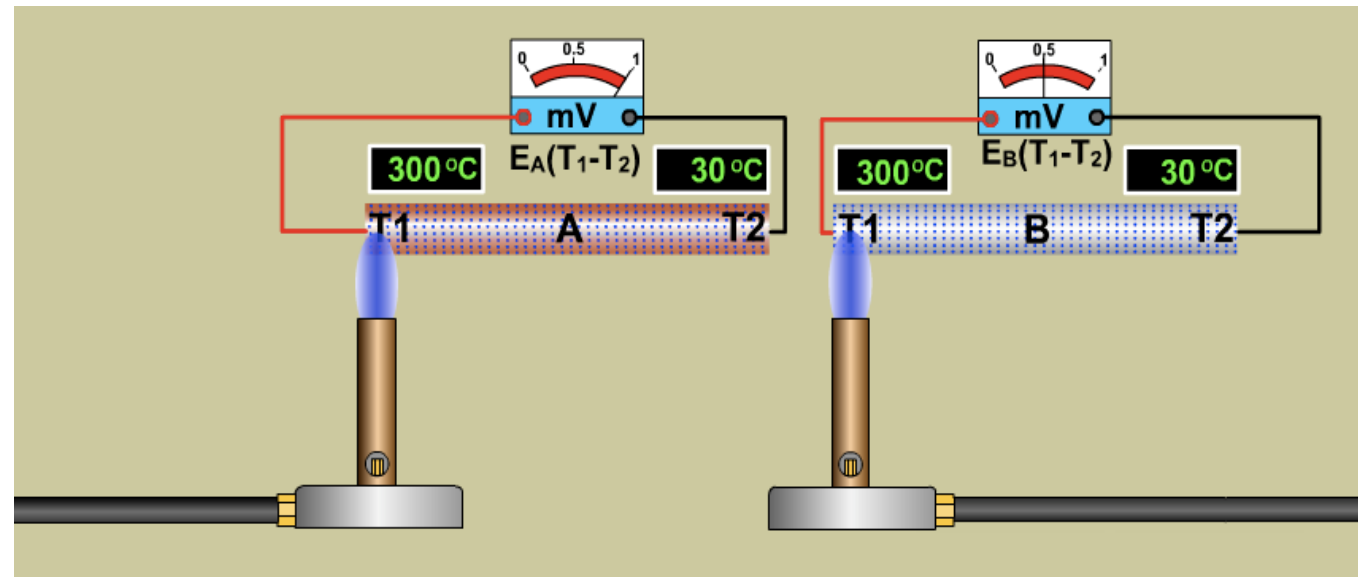
Isso ocorre em decorrência da redistribuição dos elétrons no condutor quando os mesmos são submetidos a um gradiente de temperatura.

Termopares



Termopares

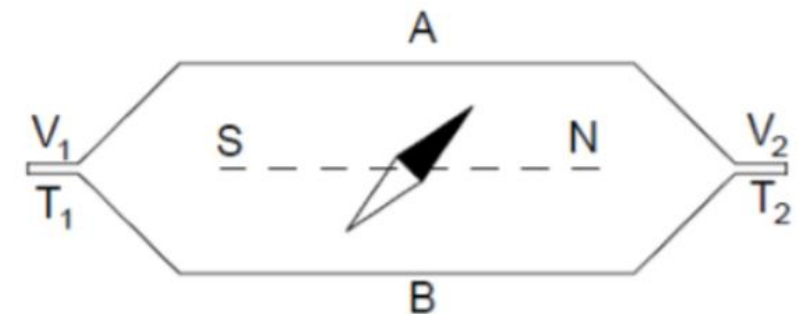
O Valor da força eletromotriz depende da natureza do material e do gradiente de temperatura entre suas extremidades.



Termopares

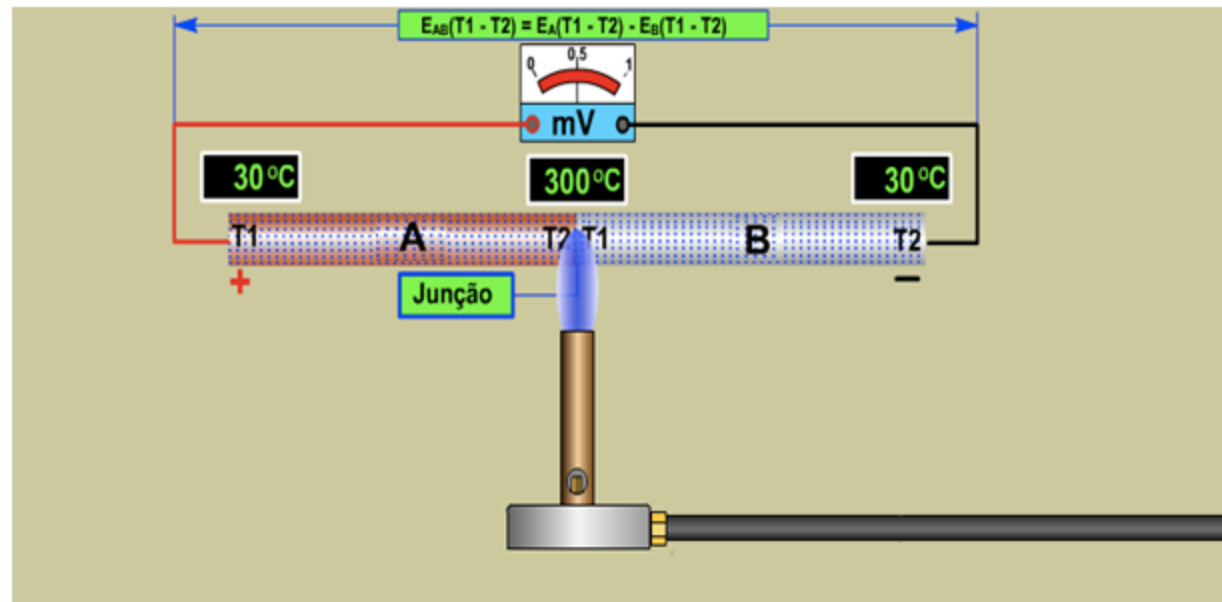
Quando dois metais são unidos em uma das extremidades mede-se uma força eletromotriz entre as extremidades separadas cujo valor corresponde à diferença entre os valores da f.e.m que surge em cada um dos metais.

Este efeito é conhecido como efeito Seebeck.



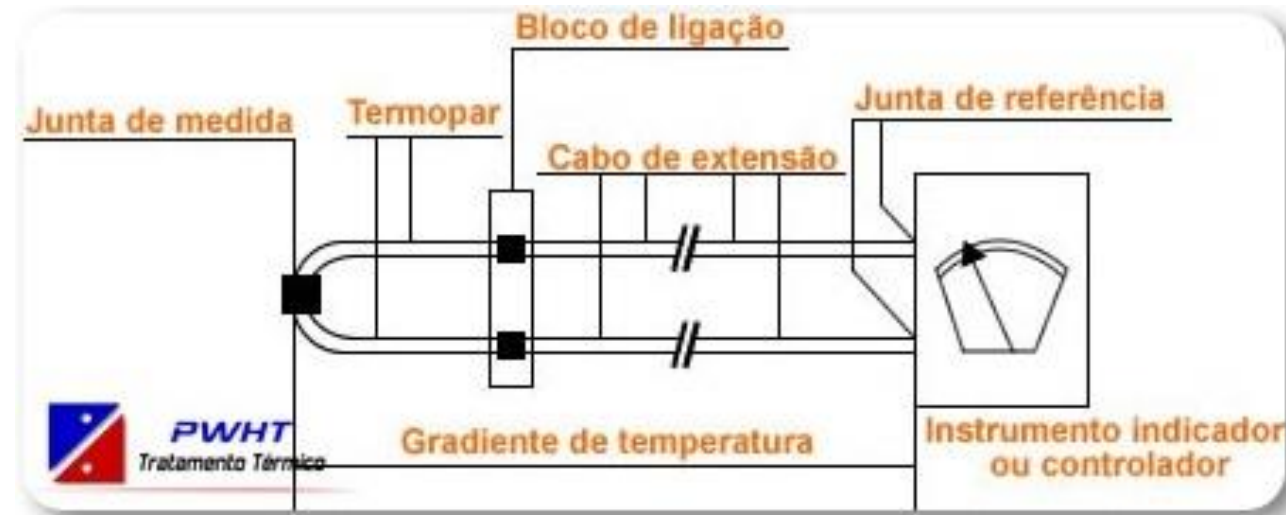
Termopares

Essa configuração corresponde ao sensor de temperatura conhecido como termopar ou par termoelétrico.



Termopares

Na configuração de um termopar a extremidade em que se faz a união dos termoelementos é denominada junta de medição (ou junta quente), enquanto a outra é denominada junta de referência.

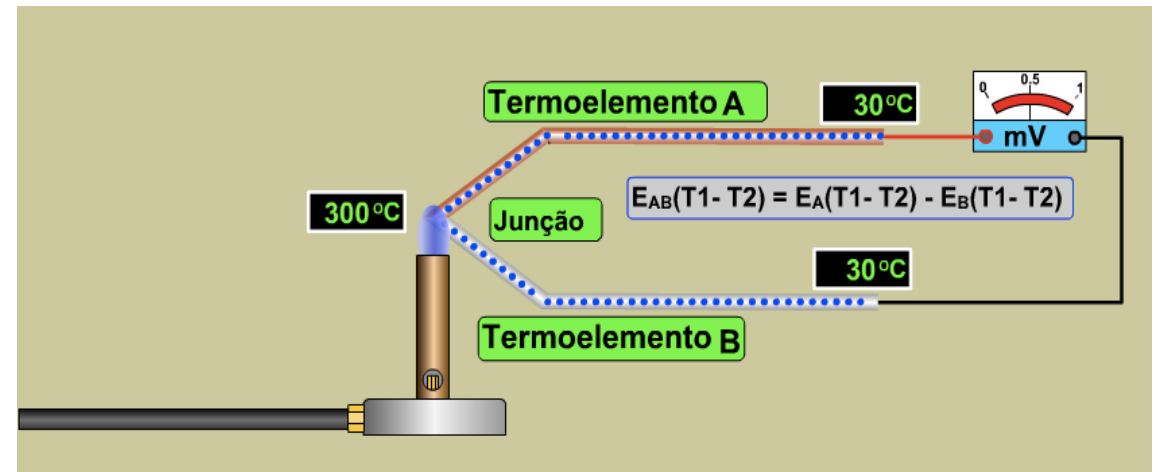
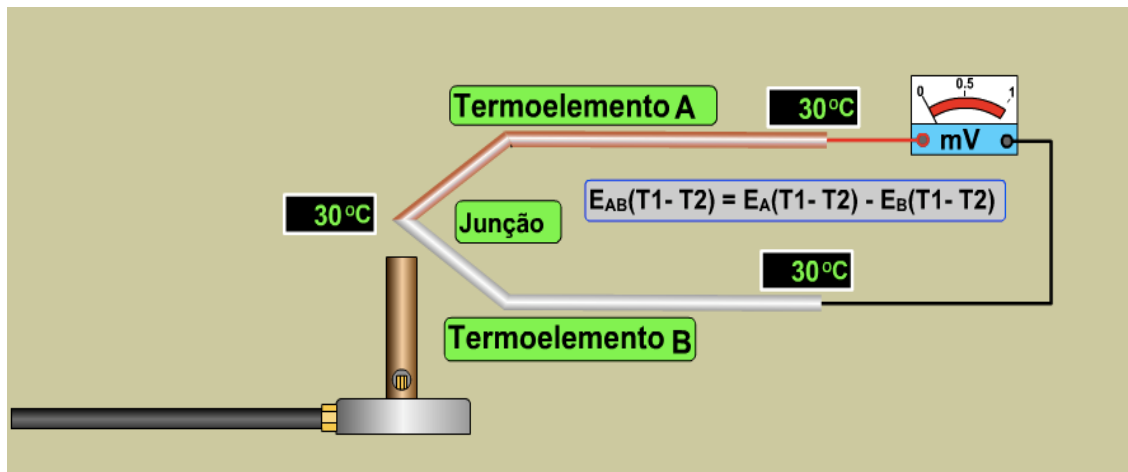


Termopares

Pode-se acoplar esse termopar a um termômetro digital, capaz de converter um sinal elétrico de entrada em um valor de temperatura associado.



Termopares



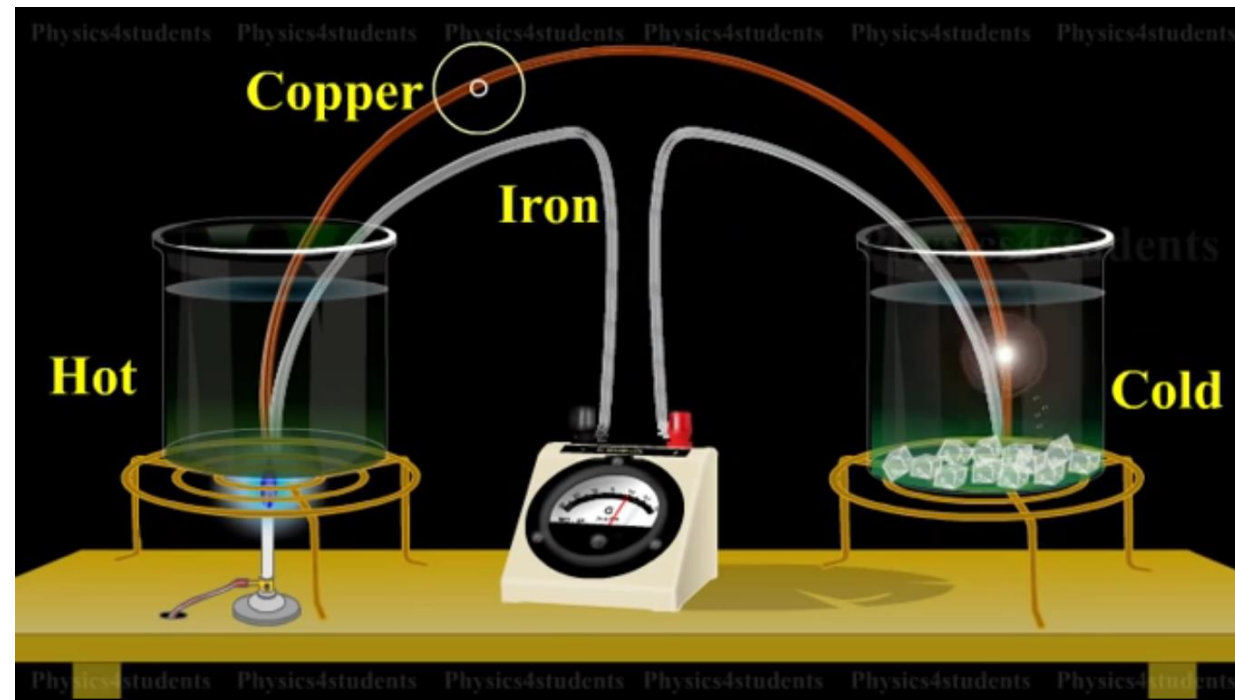
Termopares



Termopares

Efeito Seebeck

- <https://www.youtube.com/watch?v=yK2DwMTja1Q>



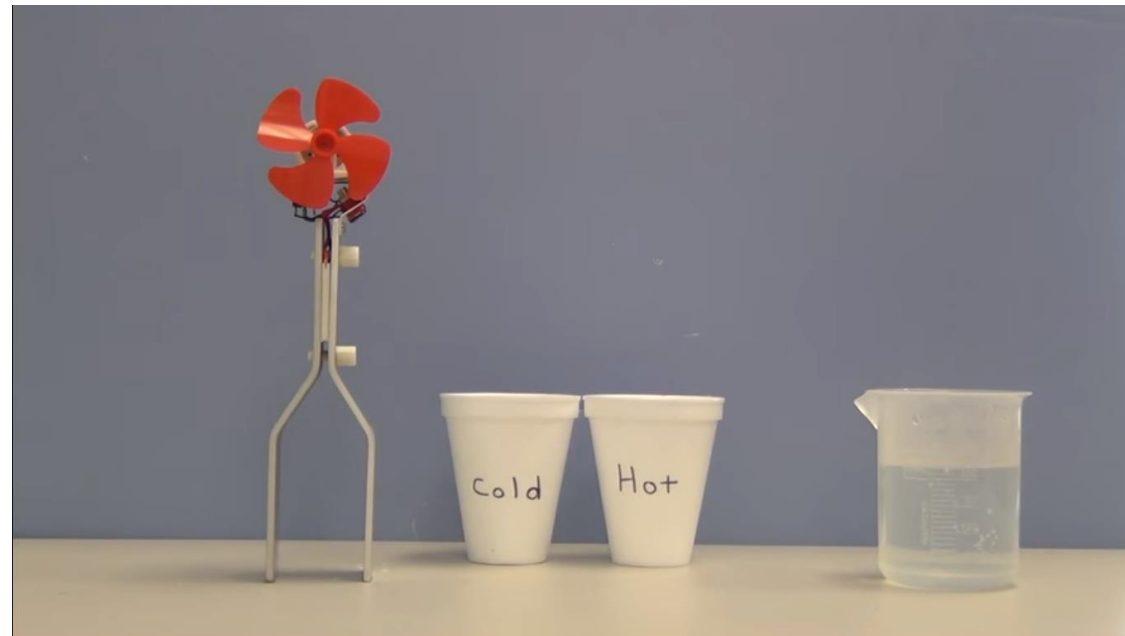
Termopares

Tipo	Elemento Positivo	Elemento Negativo	Faixa de Temperatura Usual	Características	Restrições
T	Cobre (+)	Constantan (-)	-184 a 370°C	Podem ser usados em atmosferas oxidantes, redutores, inertes e no vácuo. Adequados para medições abaixo de zero grau.	1) Oxidação do cobre acima de 310°C.
J	Ferro (+)	Constantan (-)	0 a 760°C	Podem ser usados em atmosferas oxidantes, redutores, inertes e no vácuo. Não devem ser usados em atmosferas sulfurosas e não se recomenda o uso em temperaturas abaixo de zero grau. Apresenta baixo custo.	1) Limite máximo de utilização em atmosfera oxidante de 760°C devido à rápida oxidação do ferro. 2) Utilizar tubo de proteção acima de 480°C.
E	Níquel Cromo (+)	Cobre Níquel (+)	0 a 870°C	Podem ser usados em atmosferas oxidantes e inertes. Em ambientes redutores ou vácuo perdem suas características termoeletrônicas. Adequado para o uso em temperaturas abaixo de zero grau.	1) Baixa estabilidade em atmosfera redutora.
K	Chromel (+)	Alumel (+)	0 a 1200°C	Recomendável em atmosferas oxidantes ou inertes. Ocasionalmente podem ser usados abaixo de zero grau. Não devem ser utilizados em atmosferas sulfurosas. Seu uso no vácuo é por curto período de tempo.	1) Vulnerável em atmosfera sulfurosa e gases como SO ₂ e H ₂ S requerendo substancial proteção quando utilizado nessas condições.
S	Platina 90% 10% Ródio (+)	Platina 100% (-)	0 a 1600°C	Recomendável em atmosferas oxidantes ou inertes. Não devem ser usados abaixo de zero grau no vácuo, em atmosferas redutoras ou atmosferas com vapores metálicos. Apresenta boa precisão em temperaturas elevadas.	1) Vulnerável a contaminação em atmosferas que não sejam oxidantes. 2) Para altas temperaturas, utilizar isoladores e tubos de proteção de alta alumina.
R	Platina 87% 13% Ródio (+)	Platina 100% (-)	0 a 1600°C	Recomendável em atmosferas oxidantes ou inertes. Não devem ser usados abaixo de zero grau no vácuo, em atmosferas redutoras ou atmosferas com vapores metálicos. Apresenta boa precisão em temperaturas elevadas.	1) Vulnerável a contaminação em atmosferas que não sejam oxidantes. 2) Para altas temperaturas, utilizar isoladores e tubos de proteção de alta alumina.
B	Platina 70% 30% Ródio (+)	Platina 94% 6% Ródio (-)	870 a 1795°C	Recomendável em atmosferas oxidantes ou inertes. Não devem ser usados no vácuo, em atmosferas com vapores metálicos. Mais adequados para altas temperaturas que os tipo S/R.	1) Vulnerável a contaminação em atmosferas que não sejam oxidantes. 2) Utilizar isoladores e tubos de proteção de alta alumina.
N	Nicrosil (+)	Nisil (-)	0 a 1260°C	Excelente resistência à oxidação até 1200°C. Curva FEM x temp. similar ao tipo K, porém possui menor potência termoeletrônica. Apresenta maior estabilidade e menor drift x tempo.	1) Melhor desempenho na forma de termopar de isolamento mineral.

Termopares

Demonstração do efeito Seebeck

- https://www.youtube.com/watch?v=eG_PLY6C2bU



Sensores de Vazão

Sensores de Vazão

Vazão Volumétrica: é a quantidade de volume de um fluido que escoa por um duto em unidade de tempo considerada.

Vazão Mássica: é a quantidade de massa de um fluido que escoa por um duto em unidade de tempo considerada.



Sensores de Vazão

Usualmente o material, gás ou líquido, do qual se deseja saber a vazão está fluindo em um tubo ou um canal aberto.



Sensores de Vazão

SENSORES DE VAZÃO DE PRESSÃO DIFERENCIAL

Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

Os sensores de vazão de pressão diferencial são aqueles que se baseiam uma diferença de pressão entre dois pontos (um antes e um após uma restrição ao escoamento).

Essa pressão diferencial pode ser produzida por vários tipos de elementos colocados na tubulação de forma tal que o fluido passe através deles.

Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

A função destes elementos é aumentar localmente a velocidade do fluido através de uma diminuição da área da seção transversal do tubo.

- Isso promove uma queda de pressão.

Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

Sabe-se que existe uma relação entre a pressão e a velocidade de um fluido em movimento.

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gz_2$$

Esse efeito de redução na pressão é a base para a determinação da vazão por esses sensores

Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

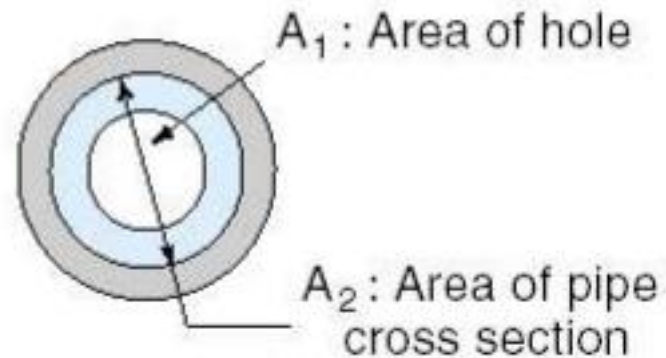
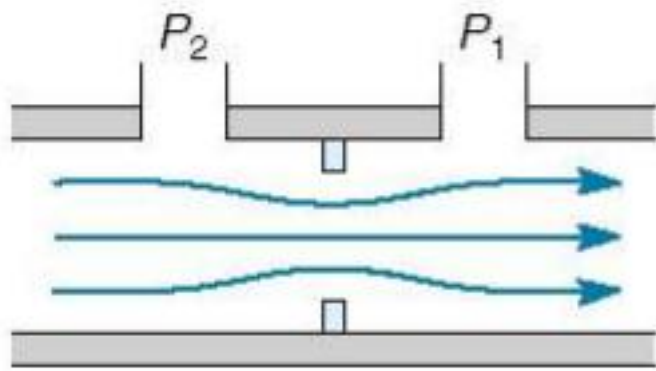
Equação simplificada:

$$\dot{V} = A \sqrt{\frac{2g}{\rho} (P_2 - P_1)}$$

- \dot{V} : vazão volumétrica [m³/s]
- A : área do orifício [m²]
- ρ : densidade do fluido [kg/m³]
- $P_2 - P_1$: pressão diferencial
- g : aceleração local da gravidade [m/s²]

Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

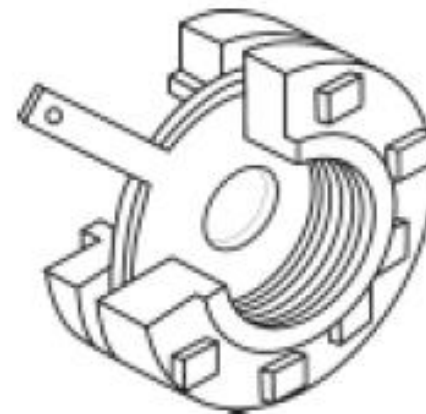
O sensor de vazão desse tipo que apresenta maior simplicidade e aplicabilidade é a Placa de Orifício.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

Consiste em uma placa precisamente perfurada, e instalada perpendicularmente ao eixo de tubulação.

Costumeiramente, são fabricadas com aço inox, monel, latão, etc., dependendo do fluido de trabalho.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

Vantagens

- Instalação fácil;
- Construção simples;
- Econômica;
- Manutenção e troca simples.

Desvantagens

- Alta perda de carga;
- Baixa rangeabilidade.

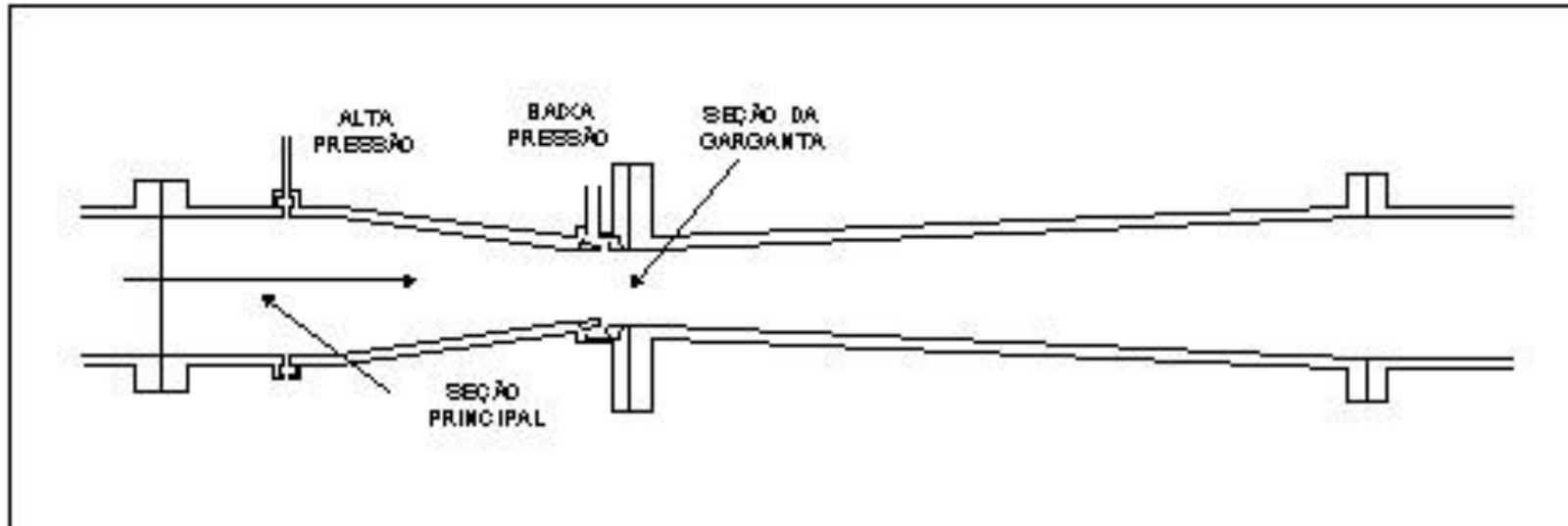
Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

Um Tubo de Venturi apresenta uma restrição gradual em um tubo e está usualmente instalado entre dois flanges.



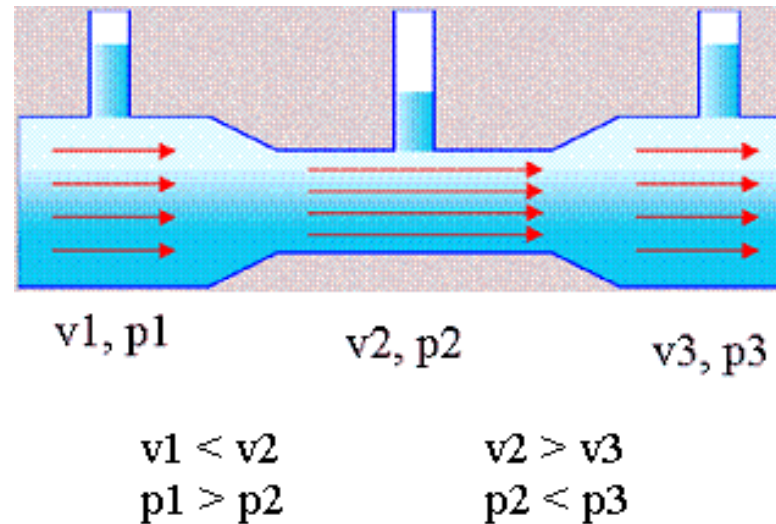
Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

Seu propósito é acelerar o fluido e temporariamente diminuir sua pressão estática.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

A recuperação de pressão em um tubo Venturi é bastante eficiente, sendo seu uso recomendado quando se deseja um maior restabelecimento de pressão e onde o fluido medido carrega sólidos em suspensão.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

O Venturi produz um diferencial menor que uma placa de orifício para uma mesma vazão e diâmetro igual à sua garganta.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

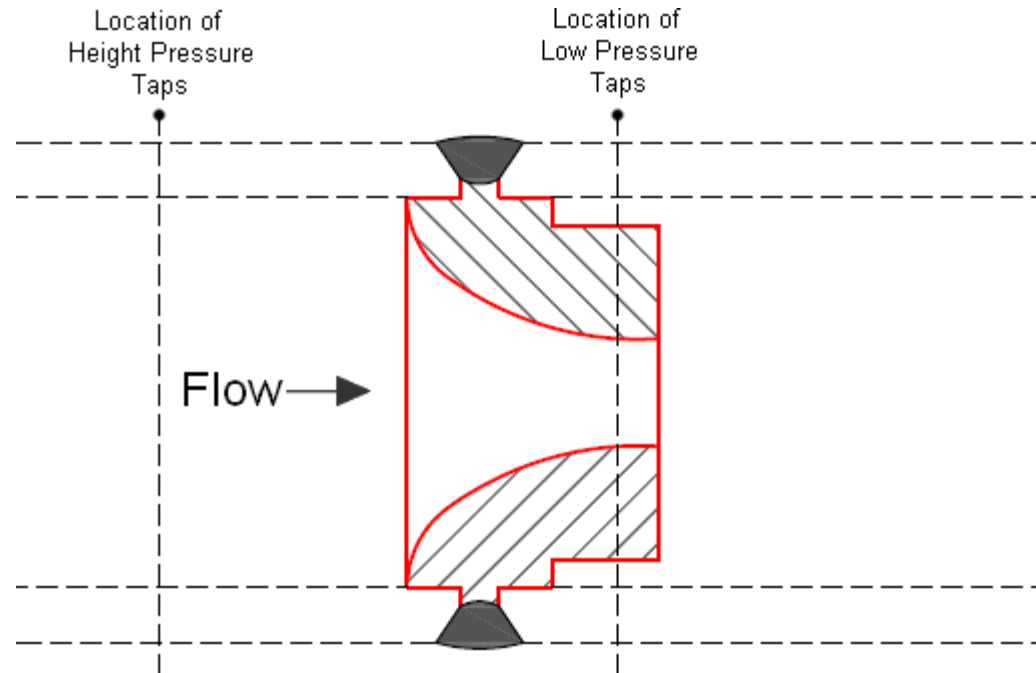
O Bocal de Vazão (*Flow nozzle*) é, em muitos aspectos, um meio termo entre a placa de orifício e o tubo Venturi.

O perfil de entrada é projetado de forma a guiar o escoamento até atingir a seção estrangulada do elemento de medição.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

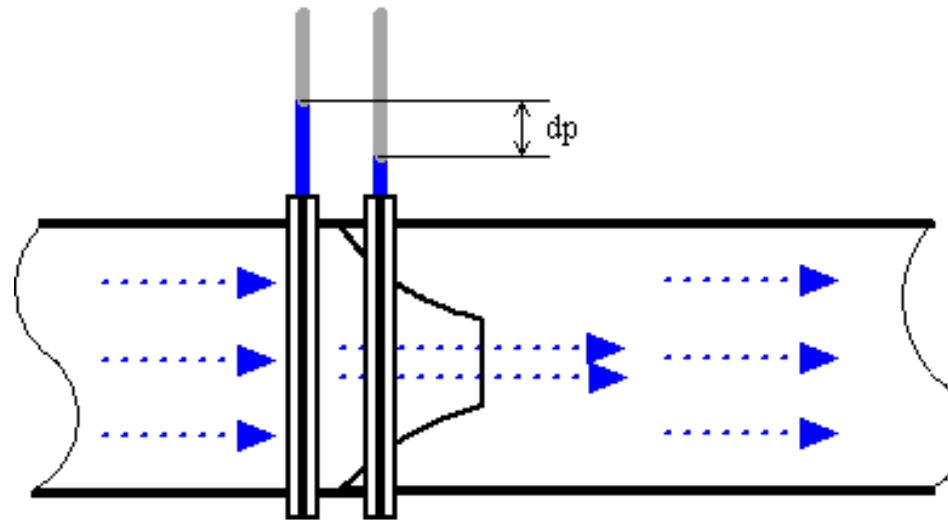
Seu principal uso é em medição de vapor com alta velocidade.



Sensores de Vazão de Pressão Diferencial

O perfil de entrada é projetado de forma a guiar o escoamento até atingir a seção estrangulada do elemento de medição.

Seu principal uso é em medição de vapor com alta velocidade.



www.EngineeringToolBox.com

Sensores de Vazão

TUBO DE PITOT

Tubo de Pitot

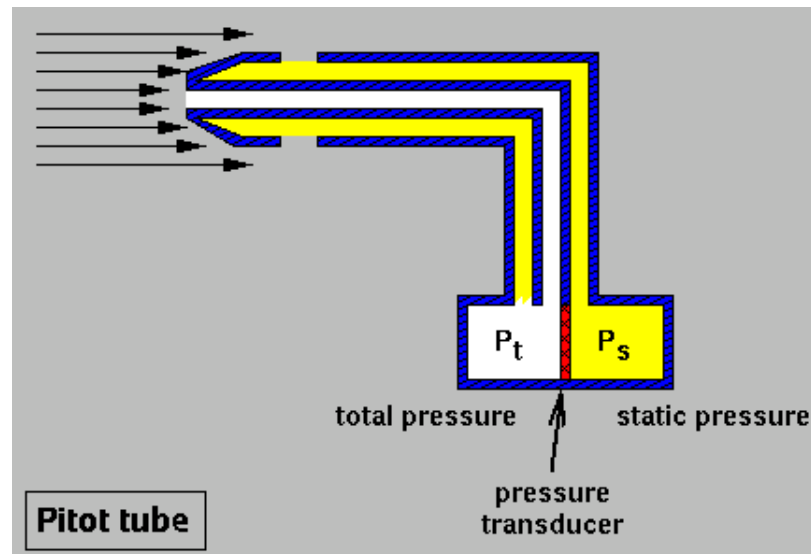
O tubo de Pitot é um dispositivo para medição de vazão através de medições de pressão total e estática em escoamentos internos e externos.



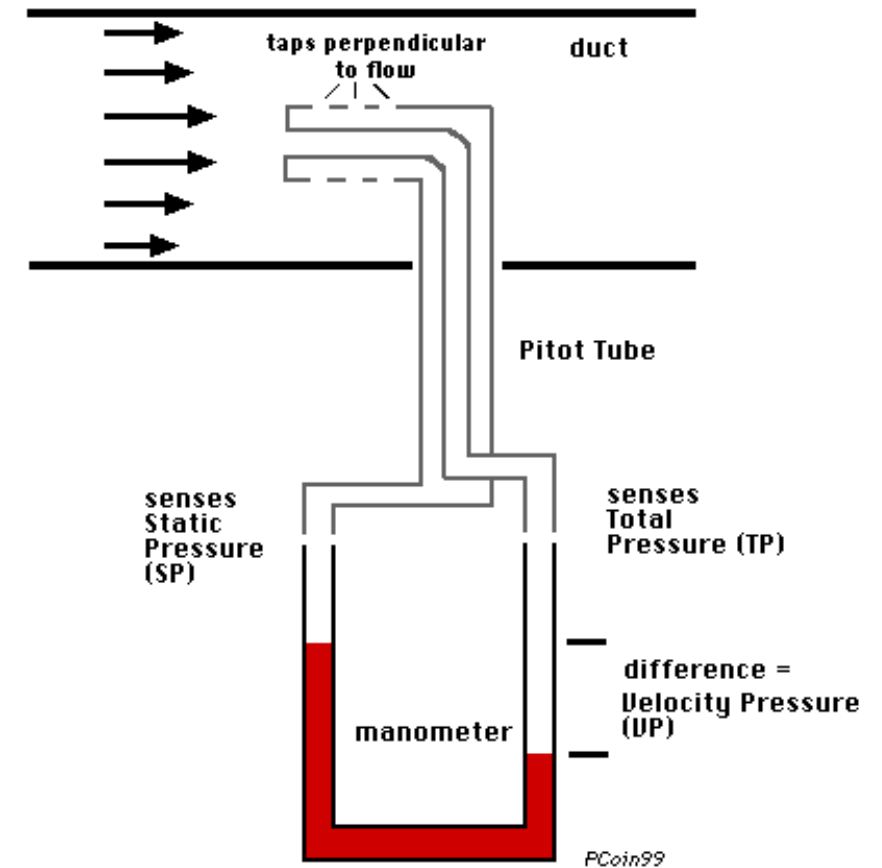
Tubo de Pitot

Ele é composto por dois tubos:

- O primeiro fica de frente para o escoamento e mede a pressão total (ou de estagnação).
- O segundo abre-se perpendicularmente ao escoamento e mede a pressão estática.



Tubo de Pitot



Tubo de Pitot

A diferença entre pressão total e a pressão estática da linha resulta na pressão dinâmica, que é proporcional ao quadrado da velocidade.

$$P_{din} = P_{tot} - P_{estática} = \rho \frac{V^2}{2}$$

Tubo de Pitot

O tubo Pitot é usualmente empregado em aeronaves e indicadores de velocidade marítima.



Tubo de Pitot

O tubo Pitot é usualmente empregado em aeronaves e indicadores de velocidade marítima.



Sensores de Vazão

SENSORES DE DESLOCAMENTO POSITIVO

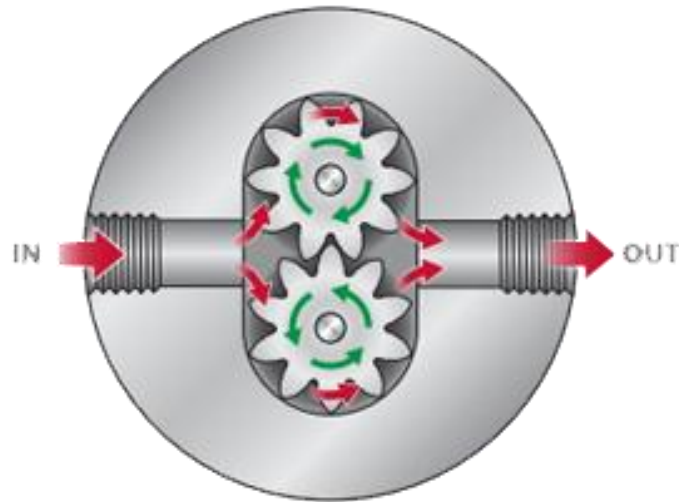
Sensores de Deslocamento Positivo

Os medidores de deslocamento positivo são os mais utilizados para medições de vazões de gases.



Sensores de Deslocamento Positivo

Estes dispositivos possuem dois rotores com movimentos opostos com a posição relativamente fixa internamente, a uma estrutura cilíndrica.



Sensores de Deslocamento Positivo

Estes dispositivos possuem dois rotores com movimentos opostos com a posição relativamente fixa internamente, a uma estrutura cilíndrica.



Sensores de Deslocamento Positivo

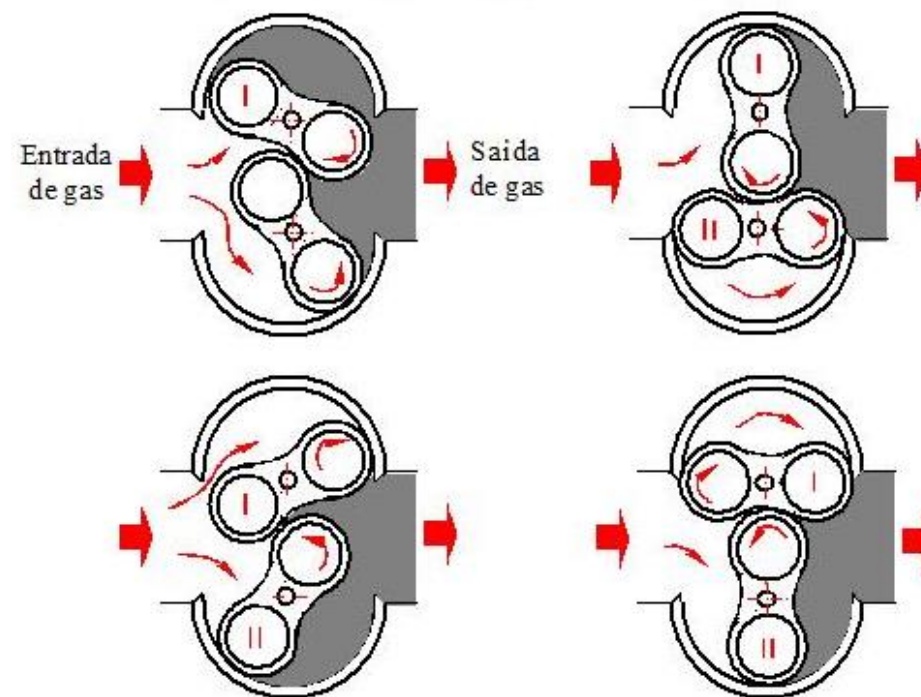
A câmara de medição é formada pela parede do cilindro e a superfície da metade do rotor.

Estando o rotor na posição vertical um determinado volume de gás ficará retido no compartimento de medição.

Como o rotor gira devido a pequena diferença de pressão entre a entrada e saída, o volume medido do gás é descarregado na base do medidor.

Sensores de Deslocamento Positivo

Esta ação sucede-se 4 vezes em uma movimentação completa com os rotores em deslocamentos opostos e a uma velocidade proporcional ao volume do gás deslocado.



Sensores de Deslocamento Positivo

Dessa forma, a vazão pode ser determinada através da medição da velocidade angular dos rotores.

Isso pode ser feito por um sensor mecânico ou digital, sendo o digital preferível devido à possibilidade de transmitir o sinal à um elemento de processamento de sinal.

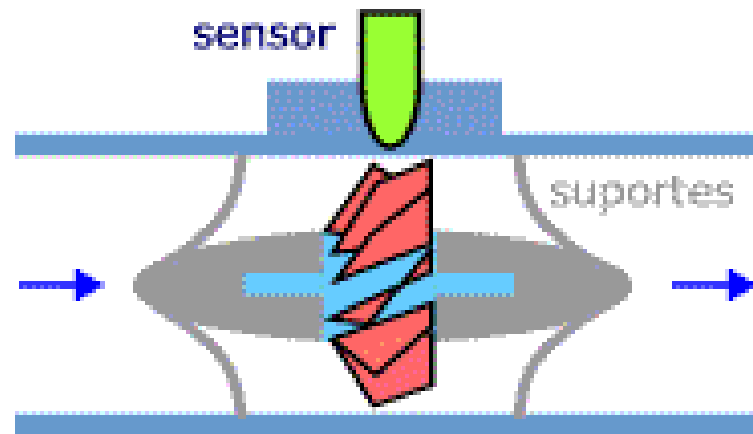
Sensores de Vazão

SENSORES TIPO TURBINA

Sensores Tipo Turbina

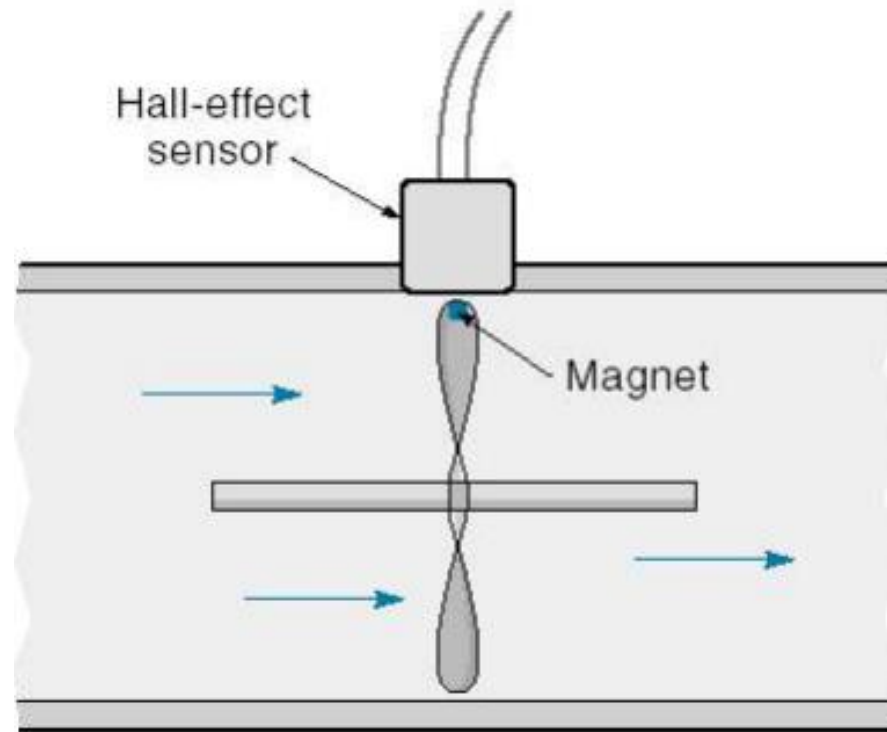
Este sensor é constituído, basicamente, por um rotor montado axialmente dentro da tubulação.

O rotor é provido de pás que o fazem girar quando um fluido passa dentro da tubulação.



Sensores Tipo Turbina

Um sensor de rotação por efeito Hall é montado fora da trajetória do fluido.

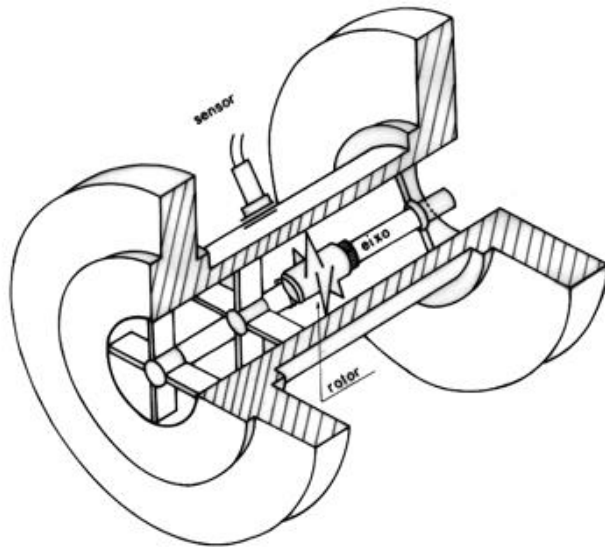


Sensores Tipo Turbina

Quando este se movimenta através do tubo, o rotor gira a uma velocidade determinada pela velocidade do fluido e pelo ângulo das lâminas do rotor.

A medida que cada lâmina passa diante da bobina e do ímã, ocorre uma variação da relutância do circuito magnético e do fluxo magnético total a que está submetida a bobina.

Sensores Tipo Turbina

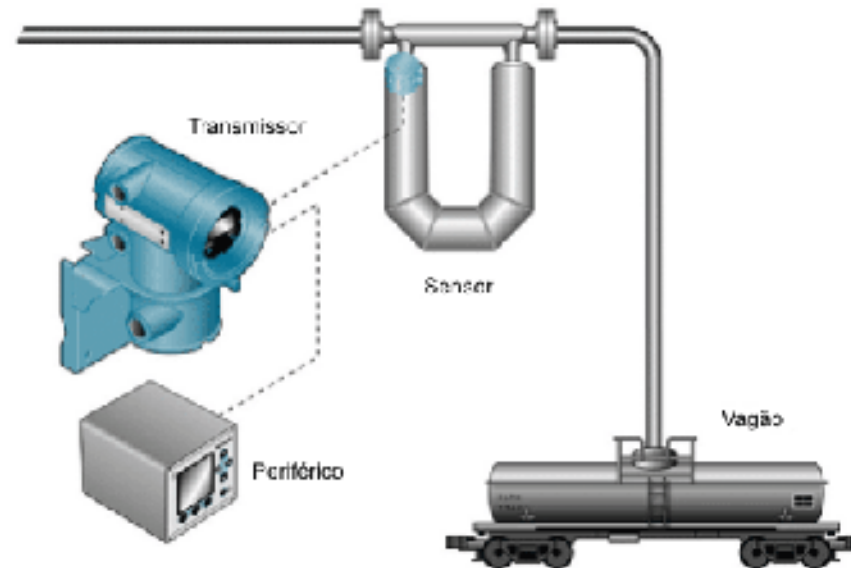


Sensores de Vazão

SENSORES POR EFEITO CORIOLIS

Sensores por Efeito Coriolis

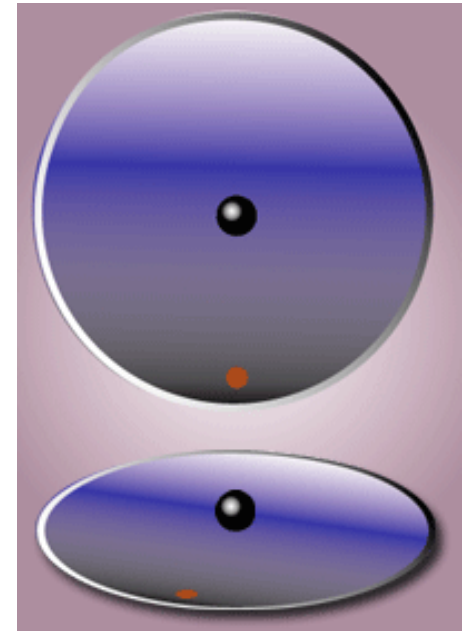
Este é um instrumento de grande sucesso no momento, pois tem grande aplicabilidade desde a indústria alimentícia, farmacêutica, química, papel, petróleo, entre outras.



Sensores por Efeito Coriolis

Esses medidores exploram o efeito da força de Coriolis, que é uma força inercial que atua sobre um corpo em movimento em um referencial não-inercial rotativo. O valor dessa força, considerando um referencial rotativo, é dado por:

$$F = 2m\vec{\omega} \times \vec{v}$$



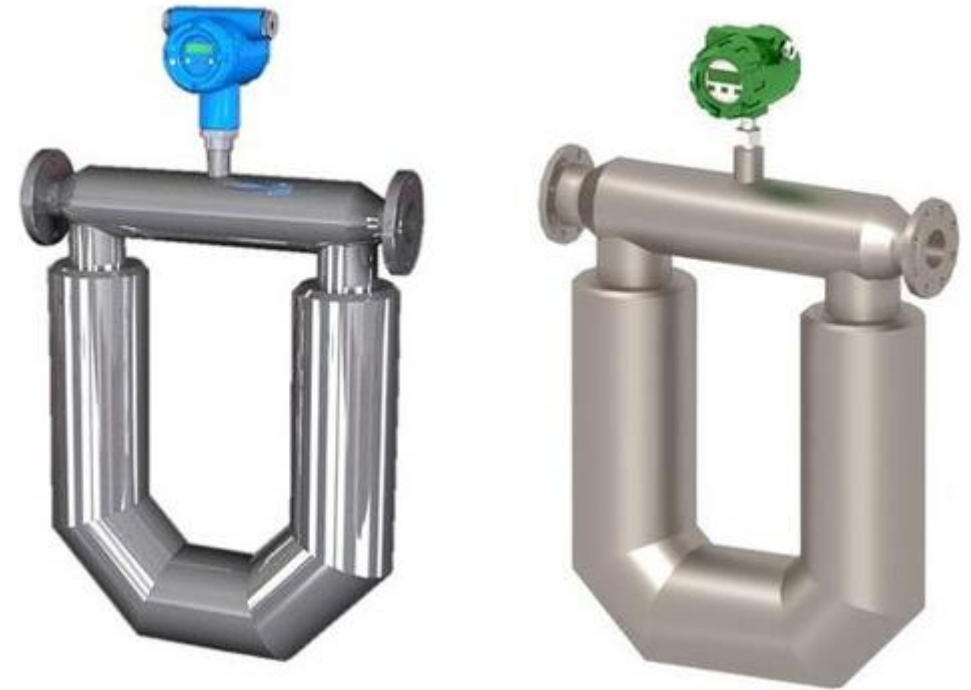
Sensores por Efeito Coriolis

Sua medição independe das variáveis de processos, densidade, viscosidade, condutibilidade, pressão, temperatura e perfil do fluido.

Este sensor de vazão utiliza um fenômeno físico que envolve a inércia e a aceleração centrípeta.

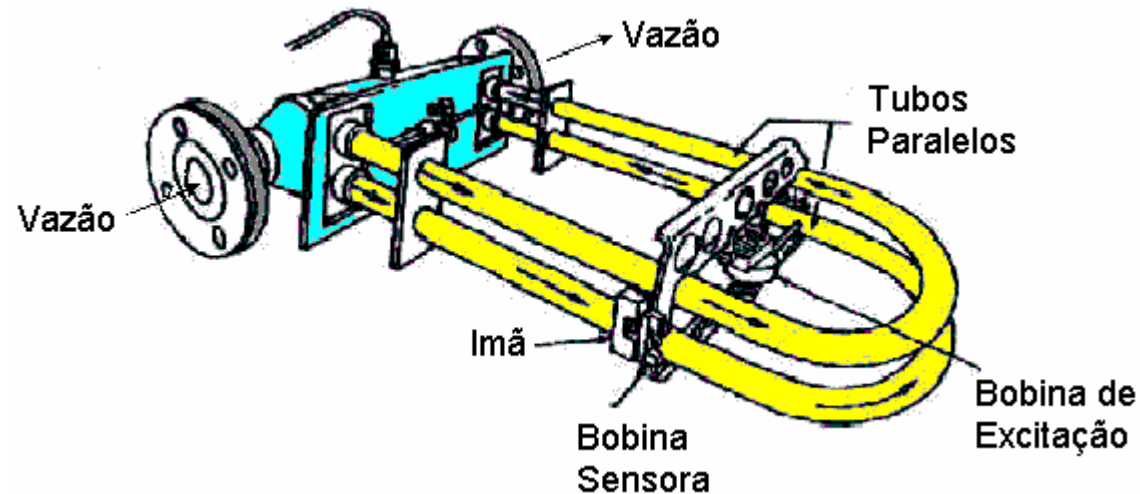
Sensores por Efeito Coriolis

A vazão de uma tubulação é dividida em duas por dois tubos paralelos que possuem forma de "U" , e ao fim destes tubos a vazão volta a ser conduzida por um único tubo.



Sensores por Efeito Coriolis

Próximo da parte inferior de cada "U" existem eletroímãs que fazem os dois tubos oscilarem em suas frequências naturais de vibração e cuja a amplitude não ultrapassa alguns milímetros.



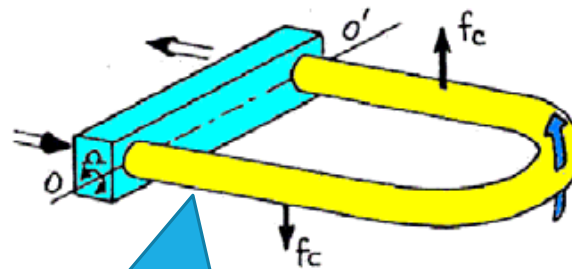
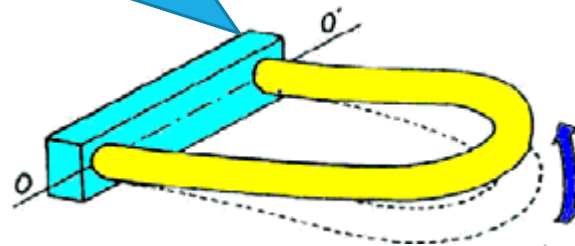
Sensores por Efeito Coriolis

Com o passar do fluido pelos tubos, em função desta oscilação surge uma torção nos tubos cuja defasagem permite a medição da vazão mássica.

Esta defasagem é medida por sensores magnéticos instalados nas partes retas dos tubos em “U”.

Sensores por Efeito Coriolis

Medição por Coriolis
sem vazão no tubo



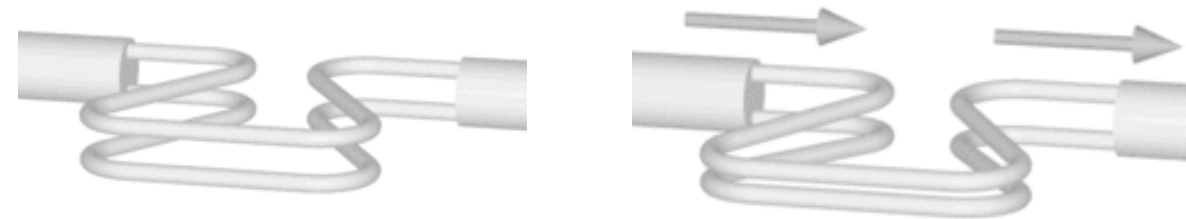
Medição por Coriolis
com vazão no tubo

Sensores por Efeito Coriolis



Medidor Rotativo

Medidor Vibratório



Funcionamento: <https://www.youtube.com/watch?v=omklEuJxm8U>

Sensores de Vazão

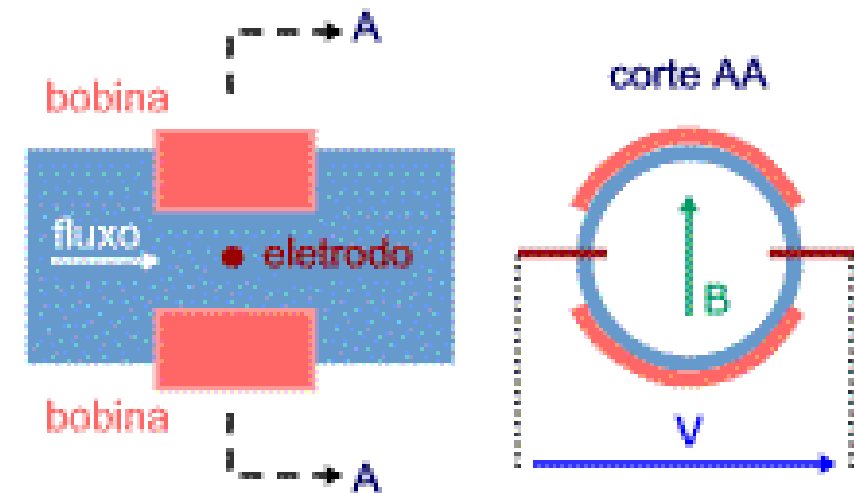
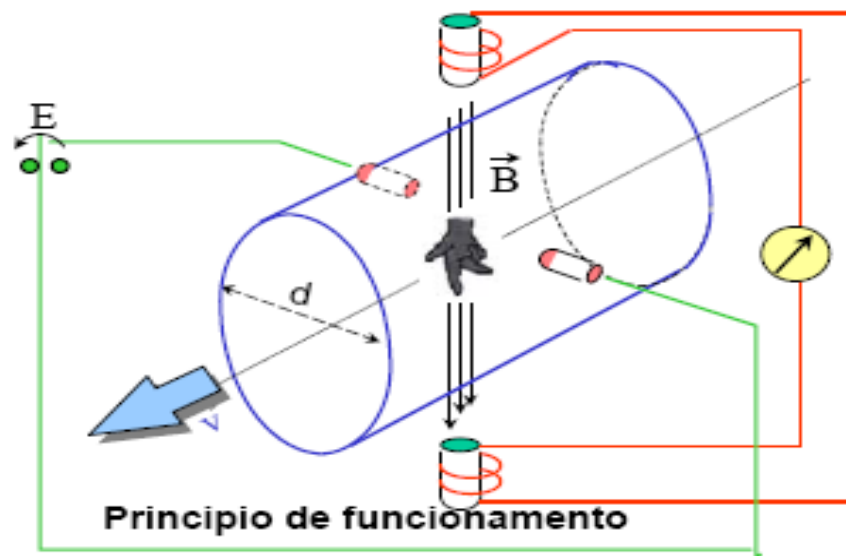
SENSORES DO TIPO ELETROMAGNÉTICO

Sensores do Tipo Eletromagnético

Princípio: Lei de Faraday

- “Quando um condutor se move com velocidade perpendicular a um campo magnético é induzida uma diferença de potencial nele”.
- $e = B \cdot L \cdot v$
 - Na qual:
 - e = tensão gerada (volts)
 - B = densidade de fluxo magnético (wb/m²)
 - L = distância dos eletrodos (m)
 - v = velocidade (m/s)

Sensores do Tipo Eletromagnético



Sensores do Tipo Eletromagnético

Relação Tensão gerada e Vazão

$$Q = v \cdot A \quad \text{ou} \quad Q = v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad \text{considerando} \quad v = \frac{e}{B \cdot L}$$

$$Q = \frac{e}{B \cdot L} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad \text{como } L = D, \text{ então:} \quad Q = \frac{e}{B \cdot D} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

simplificando:

$$Q = \frac{e}{B} \cdot \frac{\pi \cdot D}{4}$$

finalmente:

$$Q = \frac{\pi \cdot D \cdot e}{4 \cdot B}$$

Sensores do Tipo Eletromagnético

Sensores magnéticos são ideais para medição de produtos químicos altamente corrosivos, fluidos com sólidos em suspensão, lama, água, polpa de papel, etc.

Sua aplicação estende-se desde saneamento até indústrias químicas, papel e celulose, mineração e indústrias alimentícias.

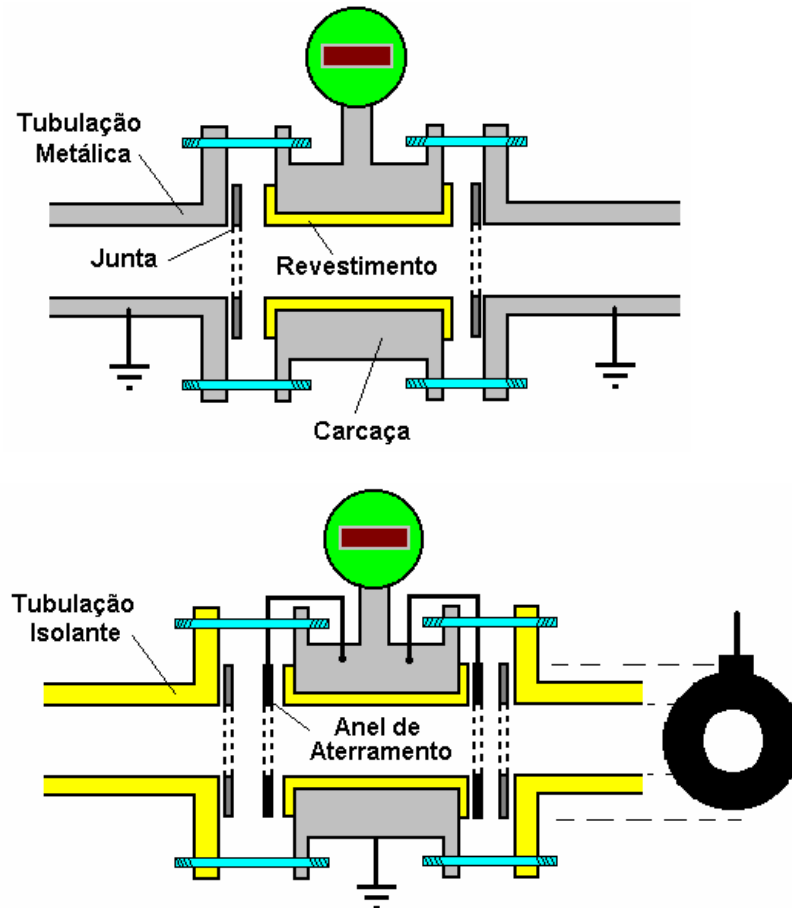
Sensores do Tipo Eletromagnético

A única restrição é que o fluido tem de ser eletricamente condutivo.

Tem, ainda, como limitação o fato de fluidos com propriedades magnéticas adicionarem um certo erro de medição.

Também é de suma importância que a parede interna da tubulação não conduza eletricidade.

Sensores do Tipo Eletromagnético



Sensores do Tipo Eletromagnético



Sensores de Nivel

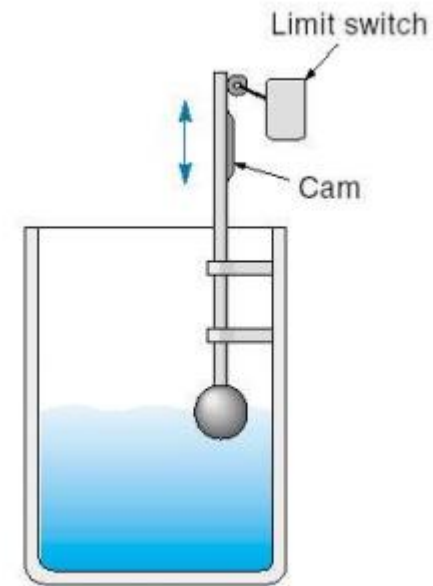
SENSORES DISCRETOS

Sensores de Nível Discretos

Detectam quando um líquido encontra-se em determinada altura.

Tecnologias mais empregadas:

- Bóia com chave de nível.

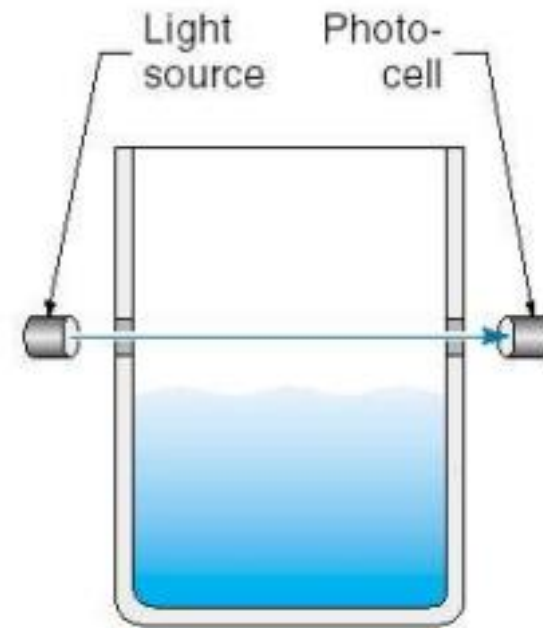


Sensores de Nível Discretos

Detectam quando um líquido encontra-se em uma certa altura.

Tecnologias mais empregadas:

- FOTOSSENSORES.

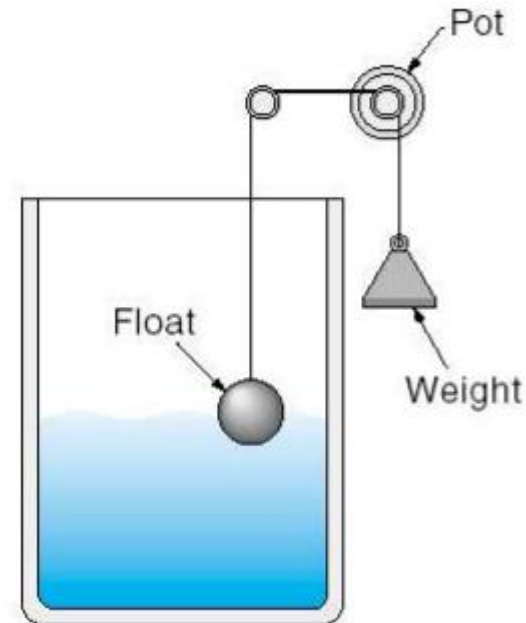


Sensores de Nível Contínuos

Fornecem um sinal proporcional ao nível líquido.

Tecnologias de medida:

- Bóia ligada a um sensor de posição.

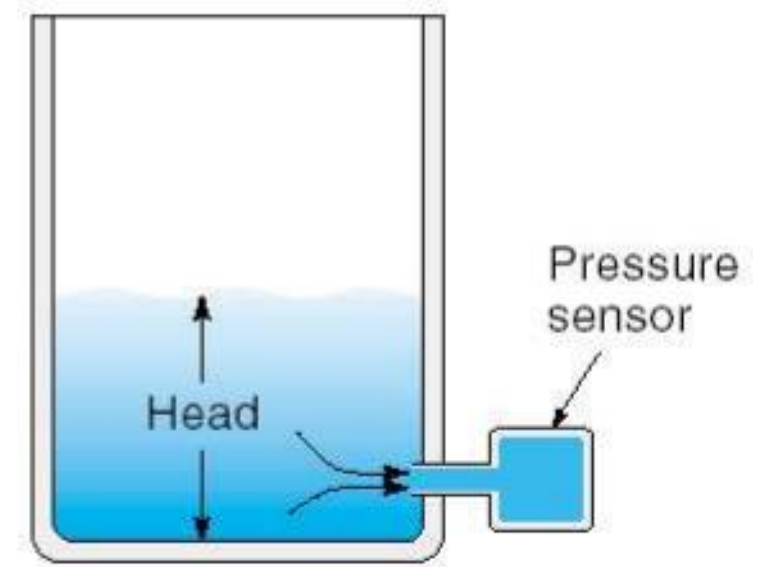


Sensores de Nível Contínuos

Fornecem um sinal proporcional ao nível líquido.

Tecnologias de medida:

- Medida de pressão hidrostática (proporcional ao nível).

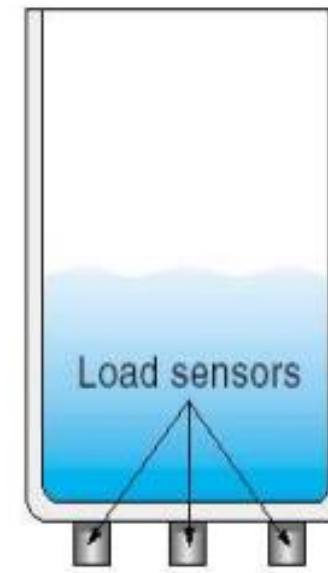


Sensores de Nível Contínuos

Fornecem um sinal proporcional ao nível líquido.

Tecnologias de medida:

- Monitoração do peso do líquido por células de carga.

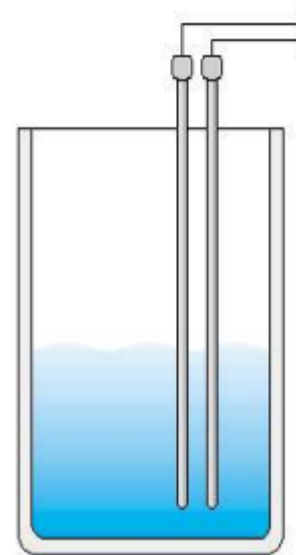


Sensores de Nível Contínuos

Fornecem um sinal proporcional ao nível líquido.

Tecnologias de medida:

- Eletrodos verticais imersos: o sinal de saída é uma resistência ou capacitância proporcional ao nível líquido.



Sensores de Nível Contínuos

Fornecem um sinal proporcional ao nível líquido.

Tecnologias de medida:

- Sensores de ultrasom.

