

# **TÉCNICAS** **DE** **MEDICÃO DE PRESSÃO**



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

Como medir a pressão do vapor gerado por uma caldeira?

Photograph  
courtesy of  
BIB Cochrane



Eng. Marcelo Saraiva Coelho





# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

**TABELA PARA CONVERSÃO DE  
UNIDADES DE PRESSÃO**

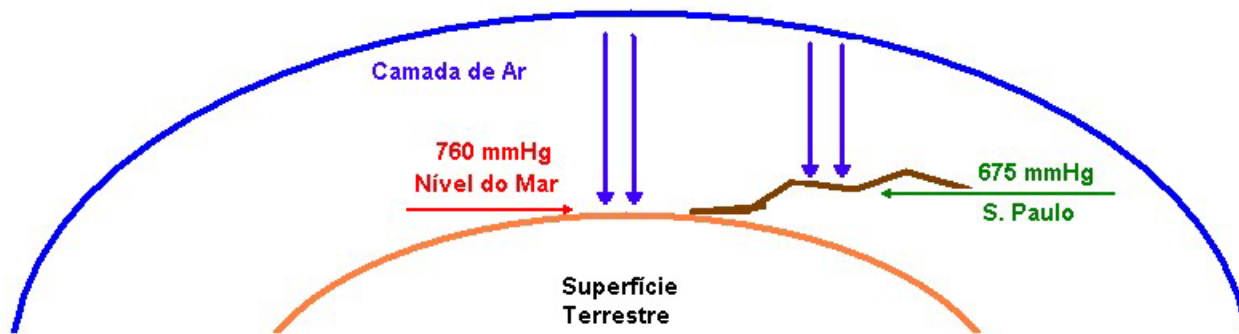
	Kgf/cm <sup>2</sup>	lbf/pol <sup>2</sup>	BAR	Pol Hg	Pol H <sub>2</sub> O	ATM	mmHg	mmH <sub>2</sub> O	kpa
Kgf/cm <sup>2</sup>	1	14,233	0,9807	28,96	393,83	0,9678	735,58	10003	98,0665
lbf/pol <sup>2</sup>	0,0703	1	0,0689	2,036	27,689	0,068	51,71	70329	6,895
BAR	1,0197	14,504	1	29,53	401,6	0,98692	750,06	10200	100
Pol Hg	0,0345	0,4911	0,03386	1	13,599	0,0334	25,399	345,40	3,3863
Pol H <sub>2</sub> O	0,002537	0,03609	0,00249	0,07348	1	0,002456	1,8665	25,399	0,24884
ATM	1,0332	14,696	1,0133	29,921	406,933	1	760,05	10335	101,325
mmHg	0,00135	0,019337	0,00133	0,03937	0,5354	0,001316	1	13,598	0,13332
mmH <sub>2</sub> O	0,000099	0,00142	0,00098	0,00289	0,03937	0,00009	0,07353	1	0,0098
Kpa	0,010197	0,14504	0,01	0,29539	4,0158	0,009869	7,50062	101,998	1

H<sub>2</sub>O à 60°F  
Hg à 32°F



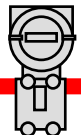
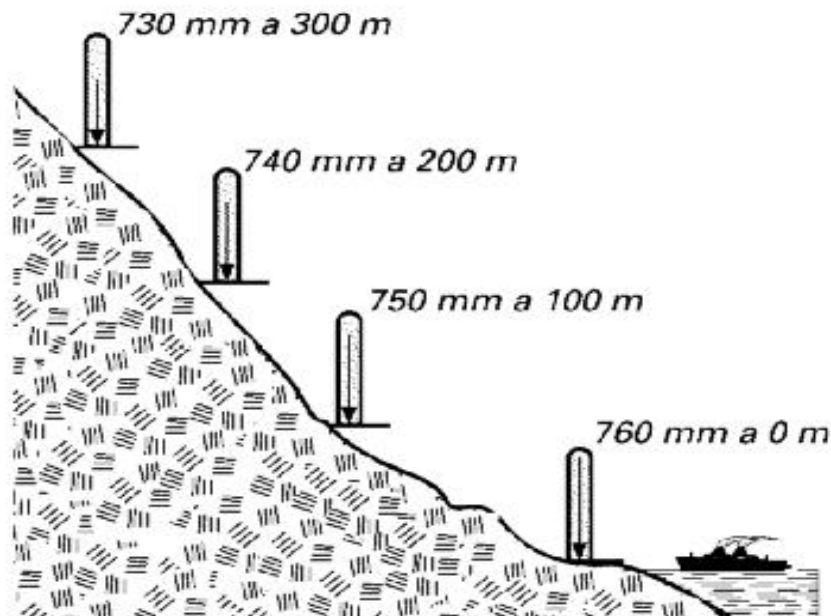
# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO



### PRESSÃO ATMOSFÉRICA

É a pressão exercida pela camada de ar sobre a superfície terrestre. Ao nível do mar esta pressão é aproximadamente de 760 mmHg.



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO



### PRESSÃO MANOMÉTRICA

É a pressão medida em relação à pressão atmosférica, tomada como unidade de referência.

Ela pode ser chamada de pressão relativa positiva ou pressão relativa negativa.

Importante: Ao se exprimir um valor de pressão manométrica podemos colocar após a unidade a letra "g" ou não, conforme mostra o exemplo:

$$3 \text{ Kgf/cm}^2 \text{ g} = 3 \text{ Kgf/cm}^2$$



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### PRESSÃO RELATIVA NEGATIVA OU VÁCUO

É quando um sistema tem pressão relativa menor que a pressão atmosférica.

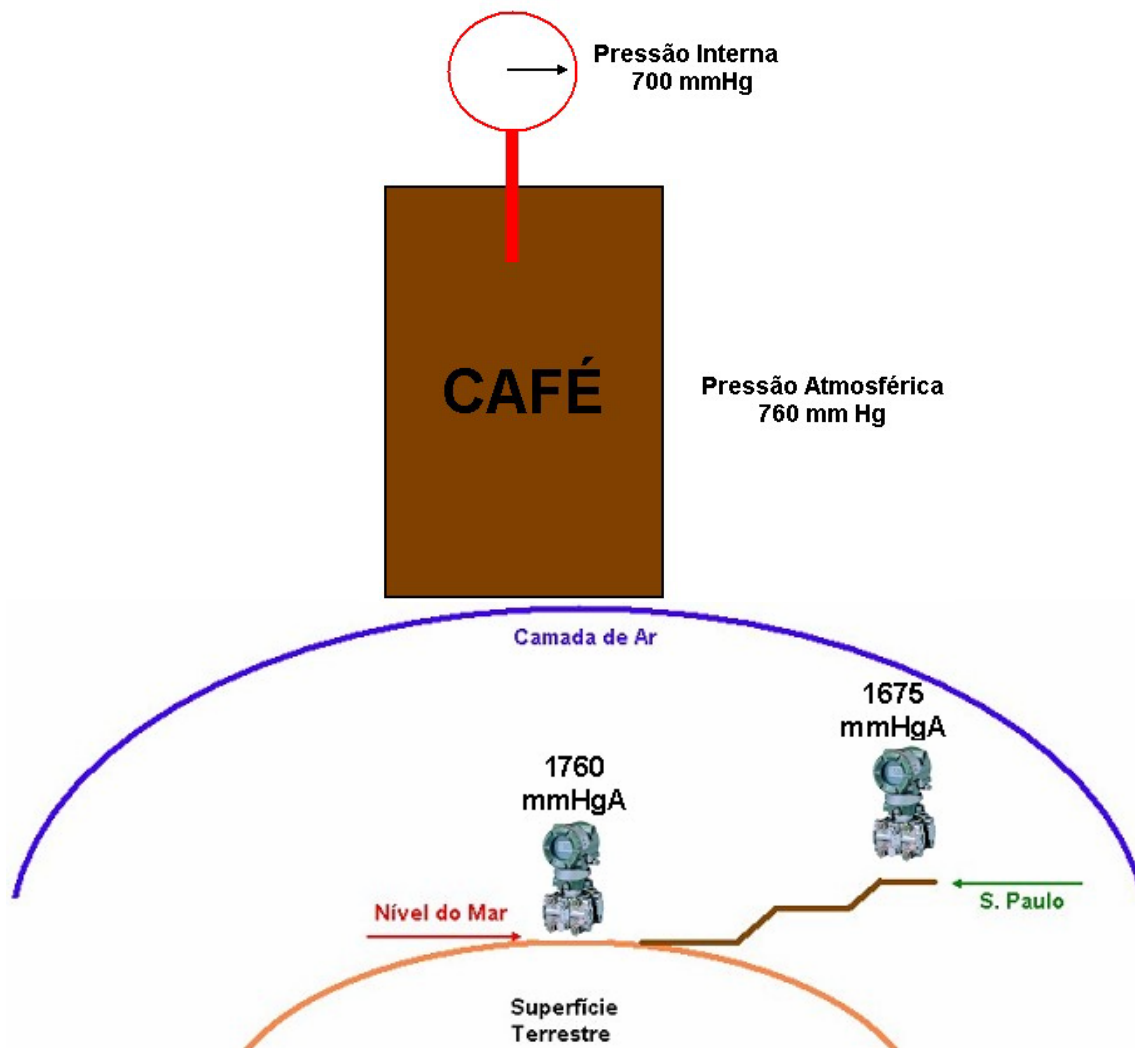
### PRESSÃO ABSOLUTA

É a soma da pressão relativa e atmosférica, também se diz que é medida a partir do vácuo absoluto.

Importante: Ao se exprimir um valor de pressão, determinar se a pressão é relativa ou absoluta.

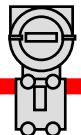
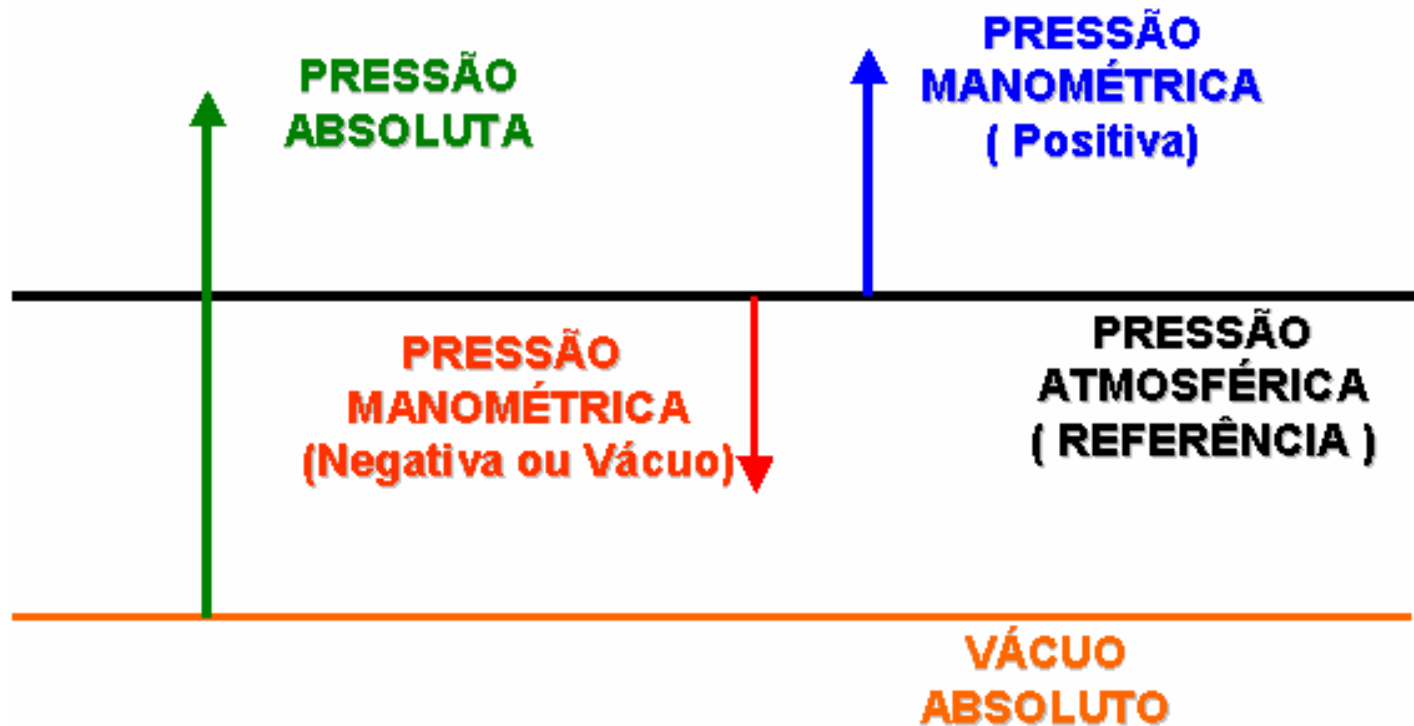
Exemplo :

- 3 Kgf/cm<sup>2</sup> ABS Pressão Absoluta
- 4 Kgf/cm<sup>2</sup> Pressão Relativa



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**





# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

### **PRESSÃO DIFERENCIAL**

É a diferença entre 2 pressões, sendo representada pelo símbolo  $\Delta P$  (delta P). Essa diferença de pressão normalmente é utilizada para medir vazão, nível, pressão, etc.



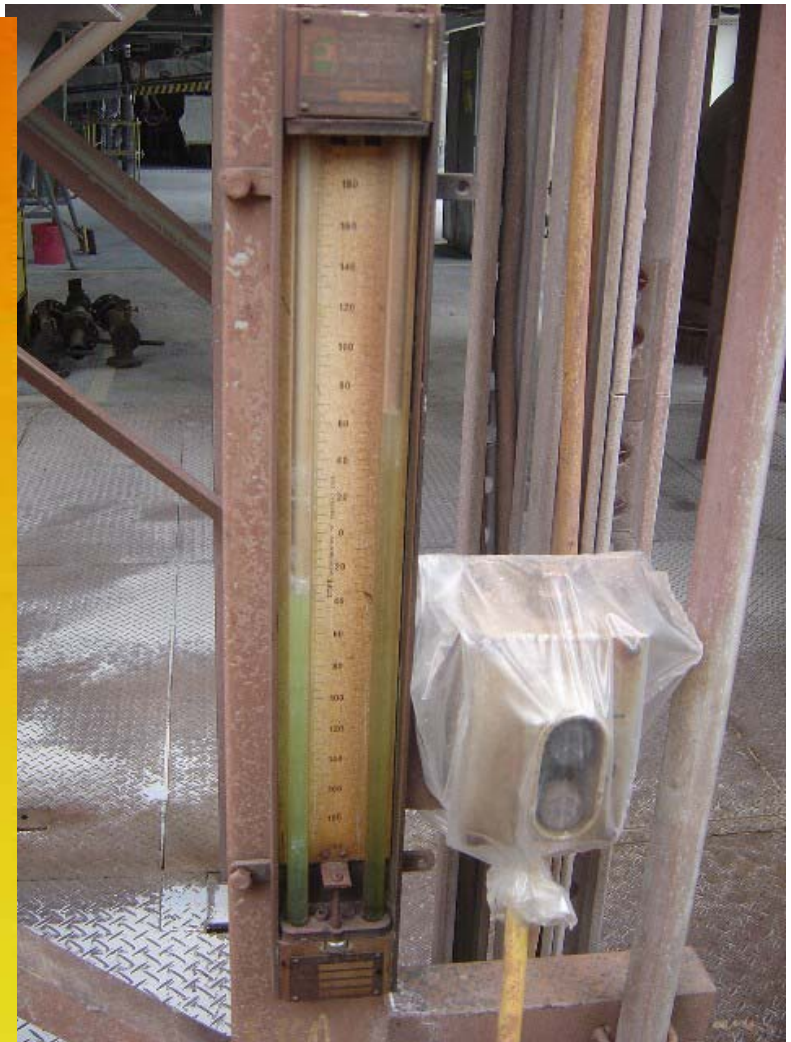
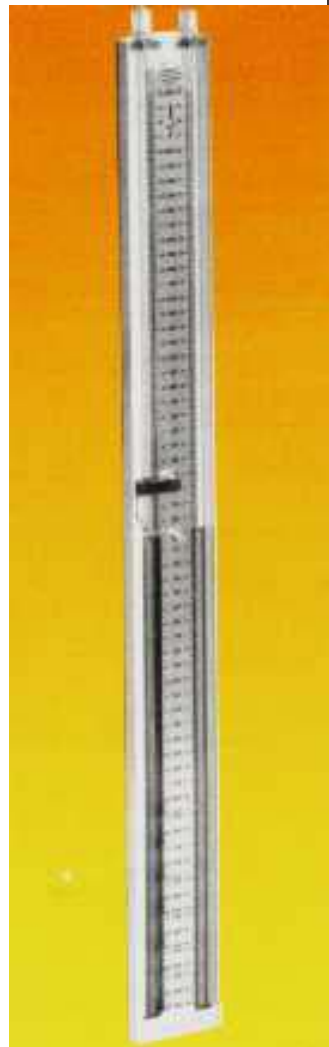
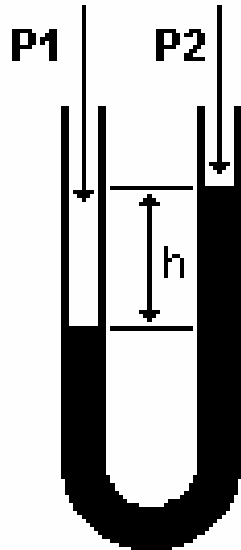


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro tipo Coluna em "U"

O tubo em "U" é um dos medidores de pressão mais simples entre os medidores para baixa pressão. É constituído por um tubo de material transparente (geralmente vidro) recurvado em forma de U e fixado sobre uma escala graduada



$$P1 - P2 = \rho * h$$



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro tipo Coluna Reta Vertical

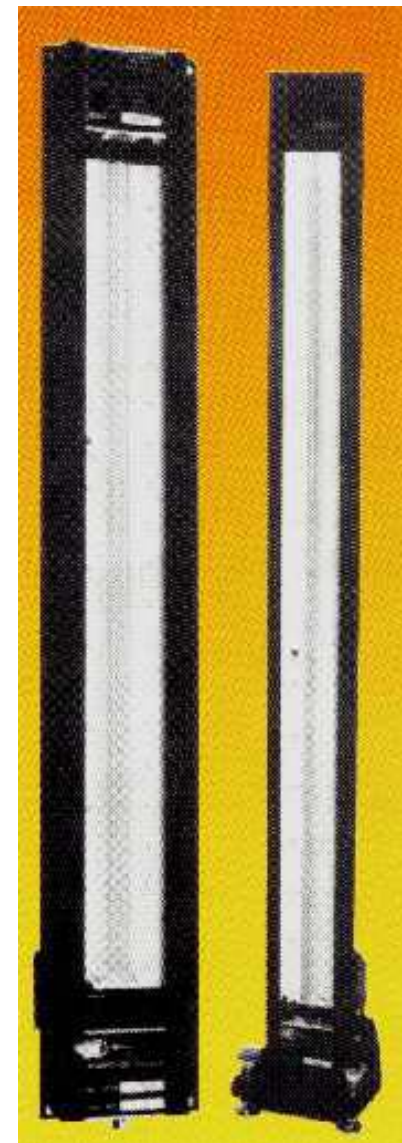
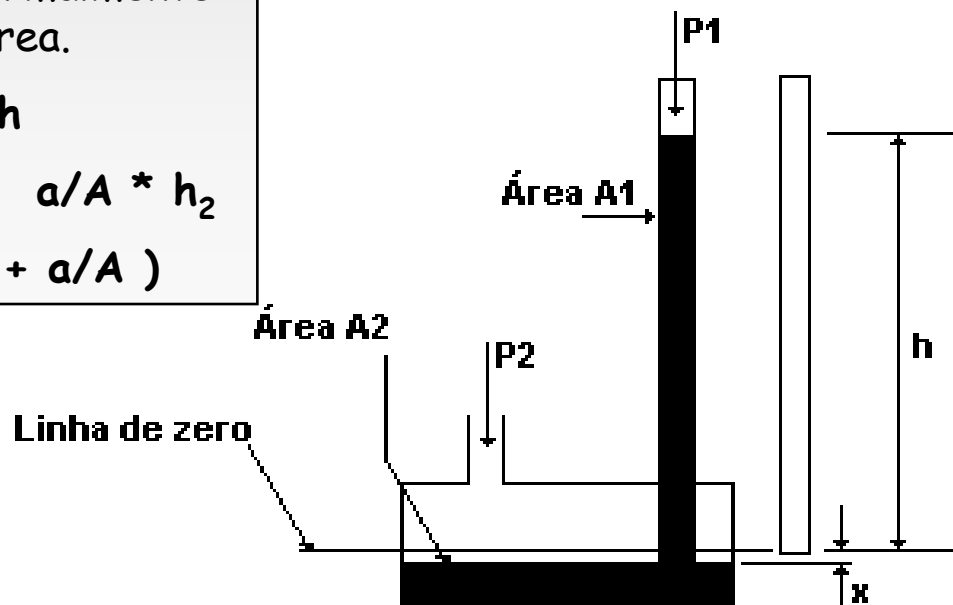
O emprego deste manômetro é idêntico ao do tubo em "U".

Nesse manômetro as áreas dos ramos da coluna são diferentes, sendo a pressão maior aplicada normalmente no lado da maior área.

$$P_1 - P_2 = \rho * h$$

$$A * h_1 = a * h_2 \therefore h_1 = a/A * h_2$$

$$P_1 - P_2 = \rho * h_2 * (1 + a/A)$$



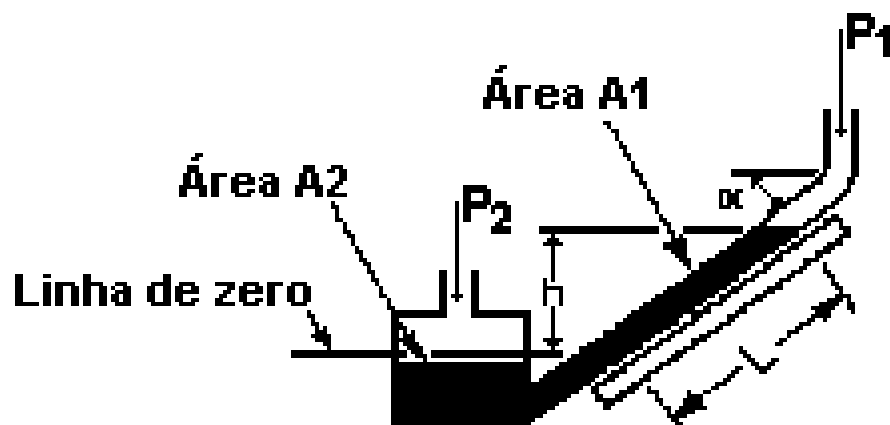
# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro tipo Coluna Inclinada

Este Manômetro é utilizado para medir baixas pressões na ordem de 50 mmH<sub>2</sub>O. Sua construção é feita inclinando um tubo reto de pequeno diâmetro, de modo a medir com boa precisão pressões em função do deslocamento do líquido dentro do tubo. A vantagem adicional é a de expandir a escala de leitura o que é muitas vezes conveniente para medições de pequenas pressões com boa precisão ( $\pm 0,02$  mmH<sub>2</sub>O).

$$P_1 - P_2 = \rho * L * (a/A + \text{sen}\alpha)$$



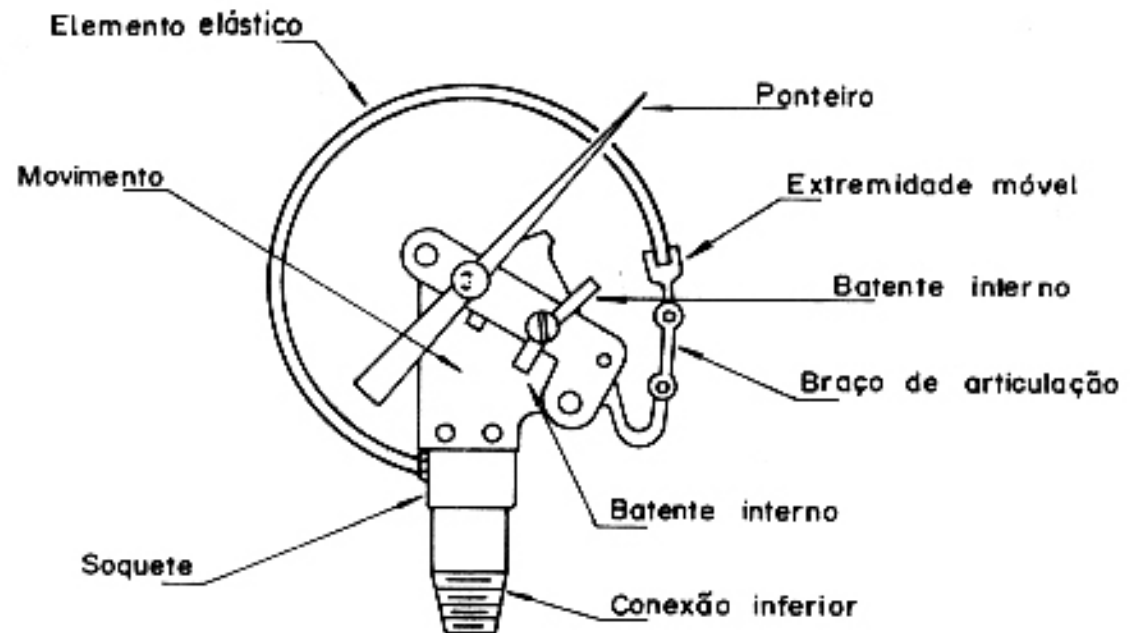
# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro Tubo Bourdon

O Tubo de Bourdon consiste em um tubo com seção oval, que poderá estar disposto em forma de "C", espiral ou helicoidal, tem uma de sua 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 de engrenagens é transmitido a um ponteiro que irá indicar uma medida de pressão em uma escala graduada.





# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

MEDIÇÃO  
DE  
PRESSÃO  
NO  
TUBULÃO  
SUPERIOR  
DA  
CALDEIRA



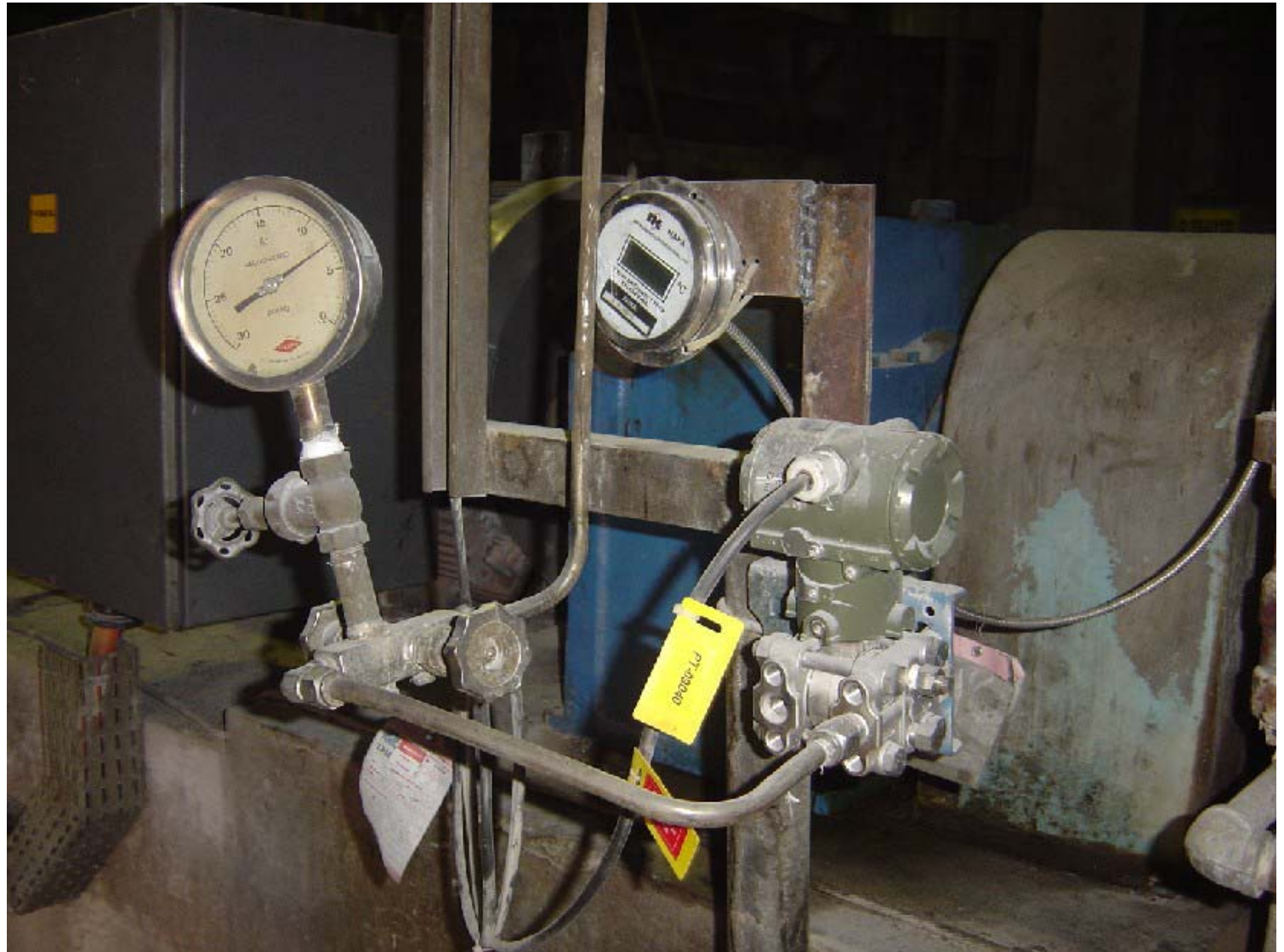
Eng. Marcelo Saraiva Coelho



# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

MEDIÇÃO  
DE VÁCUO



Eng. Marcelo Saraiva Coelho





# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

INSTALAÇÃO DE  
MEDIDOR DE  
PRESSÃO



Eng. Marcelo Saraiva Coelho





# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

MANUTENÇÃO em Manômetro  
Tubo Bourdon



Eng. Marcelo Saraiva Coelho

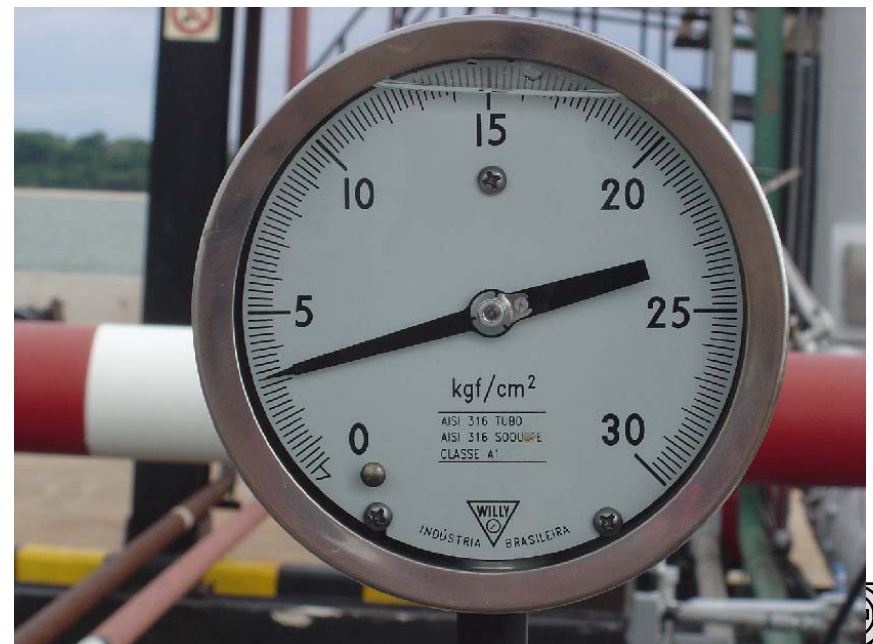


# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

### **Manômetro Tubo Bourdon**

ELEMENTO RECEPÇÃO DE PRESSÃO	APLICAÇÃO / RESTRIÇÃO	FAIXA DE PRESSÃO (MÁX)
Tubo de Bourdon	Não apropriado para micropressão	~ 1000 kgf/cm <sup>2</sup>
Diafragma	Baixa pressão	~ 3 kgf/cm <sup>2</sup>
Fole	Baixa e média pressão	~ 10 kgf/cm <sup>2</sup>
Cápsula	Micropressão	~ 300 mmH <sub>2</sub> O



**Eng. Marcelo Saraiva Coelho**



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

### **Fatores de Erro em Bourdon**

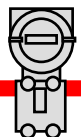
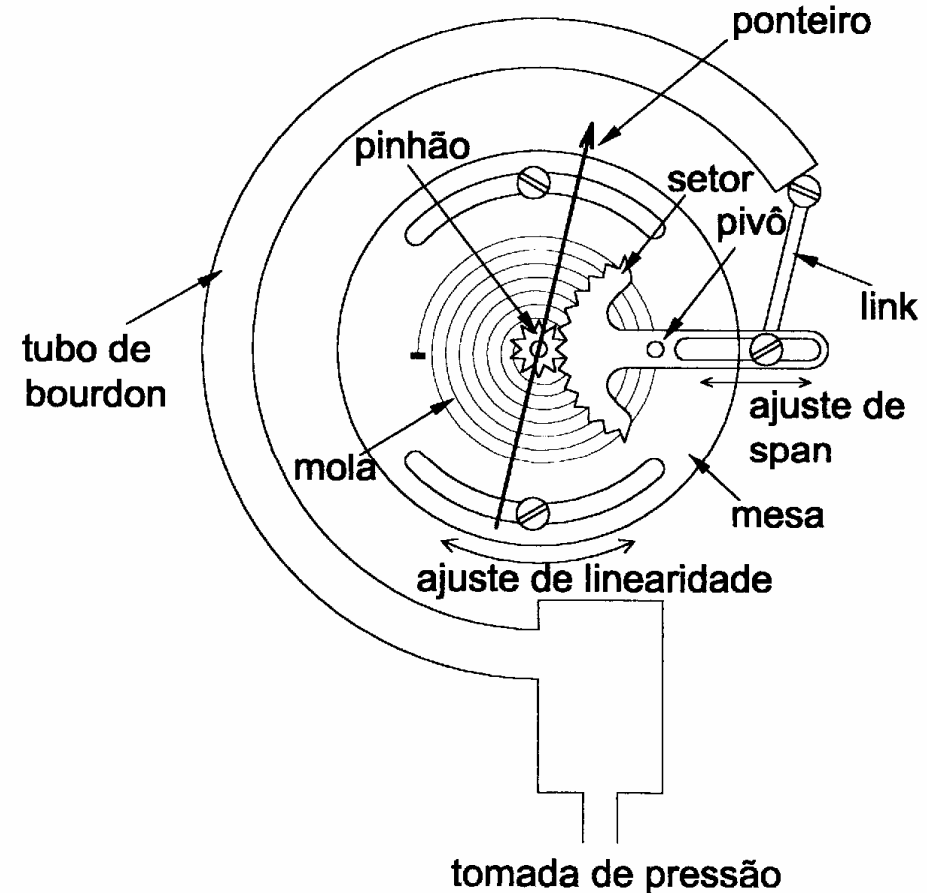
#### **Temperatura**

As variações de temperatura ambiente são responsáveis pela variação na deflexão do tubo de bourdon. A maioria dos materiais tem seu módulo de elasticidade diminuído com a temperatura. O NI-SPAN é uma exceção pois possui módulo de elasticidade constante.

Existe, portanto há possibilidade de, para uma mesma pressão, o bourdon apresentar diferentes deflexões pela simples variação da temperatura ambiente. A correção deste erro é feita através de um bimetálico acoplado ao mecanismo.

#### **Pressão Atmosférica**

O bourdon pode apresentar erro com a mudança da pressão atmosférica, principalmente quando ocorre a variação da temperatura ambiente.



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

**Manômetro Tubo  
Bourdon**



### **Manômetro, Manovacuômetro e Vacuômetro Série Petroquímica com Contatos Elétricos Magnéticos e ou Indutivos Exx.**

Aplicação, tomada de pressão e ou vácuo em linhas de ar, água, gases com necessidade de intretavamentos elétricos de bombas ou pontos de alarmes, etc., em locais com boa necessidade de precisão. Caixa em Aço Inox 316 com internos Aço Inox 316.

#### **Classe de Precisão**

1% do F.E. Conf. DIN 16005.

**Eng. Marcelo Saraiva Coelho**



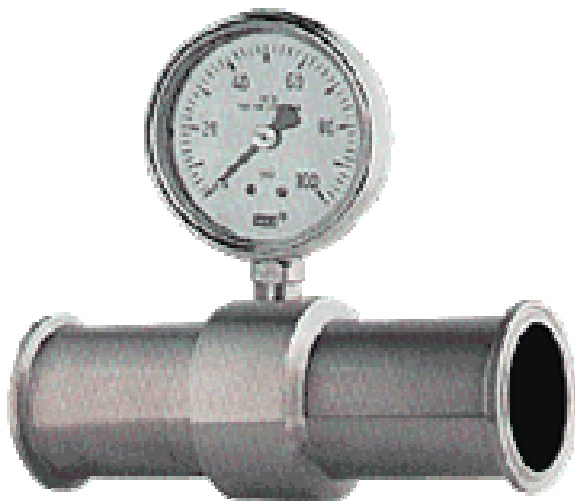
# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro Tubo Bourdon

#### **Selos Sanitário - Tipo Diafragma em Linha**

Aplicação em indústria Alimentícia e Química.  
Instalação em linha, preso por abraçadeira Tri-clamp  
e/ou porcas padrão SMS, IDF ou RJT.  
Selo especial não apresenta pontos de incrustação  
para materiais diversos e também não apresenta  
restrição na passagem dos produtos não  
apresentando perda de carga na linha.



#### **Selo Sanitário - Tipo Diafragma**

Aplicação em indústria Alimentícia  
normalizado "A3" disponível com  
abraçadeira Tri-clamp, Porcas padrão  
SMS, IDF ou RJT





# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**



### **Manômetro e Vacuômetro** **Série Manômetro de teste**

Aplicação, tomada de pressão e ou vácuo em bancada de aferição/calibração de elementos de pressão e ou vácuo com alta precisão utilizado como elemento padrão em calibrações.

Caixa em Aço Carbono com internos em liga de cobre.

### **Classe de Precisão**

0,1% do F.E. Conf. DIN, ANSI ou ABNT.

Fornecido com certificação de calibração rastreado

**Eng. Marcelo Saraiva Coelho**





# ***INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO***

## ***INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO***

### **Aplicação dos Manômetros Elásticos (Tubo de Bourdon)**

Para assegurar um longo período de trabalho é necessário observar os seguintes itens:

- Não ultrapassar  $2 / 3$  do valor máximo (quando a pressão medida for constante);
- Não ultrapassar  $1 / 2$  do valor máximo (quando a pressão medida for variável);
- O instrumento deve ser equipado com válvula de bloqueio de 3 (três) vias;
- Quando o elemento for submetido a pressões pulsantes, o mesmo deve ser protegido por um amortecedor de pulsação. Esse amortecedor pode ser uma válvula agulha, servindo também como bloqueio (possibilitando a retirada do instrumento sem parar o processo);
- O elemento não deve ser submetido a uma temperatura que não permita o toque da mão sobre a caixa do medidor, evitando desgaste prematuro do elemento e demais componentes do medidor, além de garantir a confiabilidade da calibração feita à temperatura ambiente. Para resolver este problema é utilizado um tubo sifão entre o medidor e o processo;







# ***INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO***

## ***INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO***

### **Aplicação dos Manômetros Elásticos (Tubo de Bourdon)**

- O elemento deve ser isolado de fluidos corrosivos, com sólidos em suspensão, ou com possibilidade de cristalização e solidificação. Para isolar o elemento destes tipos de processos é utilizado um selo;
- Quando o processo estiver sujeito a sobrecarga, deve-se proteger o elemento com um limitador de sobrecarga;
- Devem ser tomadas precauções especiais quando se trata de medição de petróleo e oxigênio. Para a indústria de petróleo, o tubo de bourdon não deverá ser soldado com estanho. Para medidas com oxigênio, o elemento deve estar livre de óleo, graxas e outras gorduras, pois existe o risco de explosão. A calibração do instrumento pode ser feita com álcool, água ou óleo de silicone. É recomendável que seja gravado na escala do instrumento: **Petróleo e Oxigênio**.

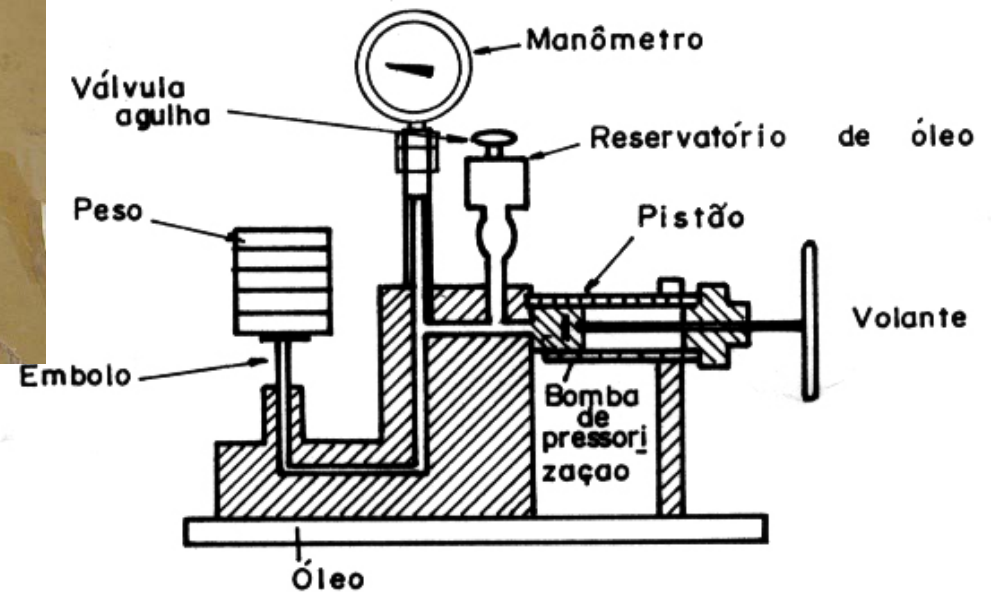


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO



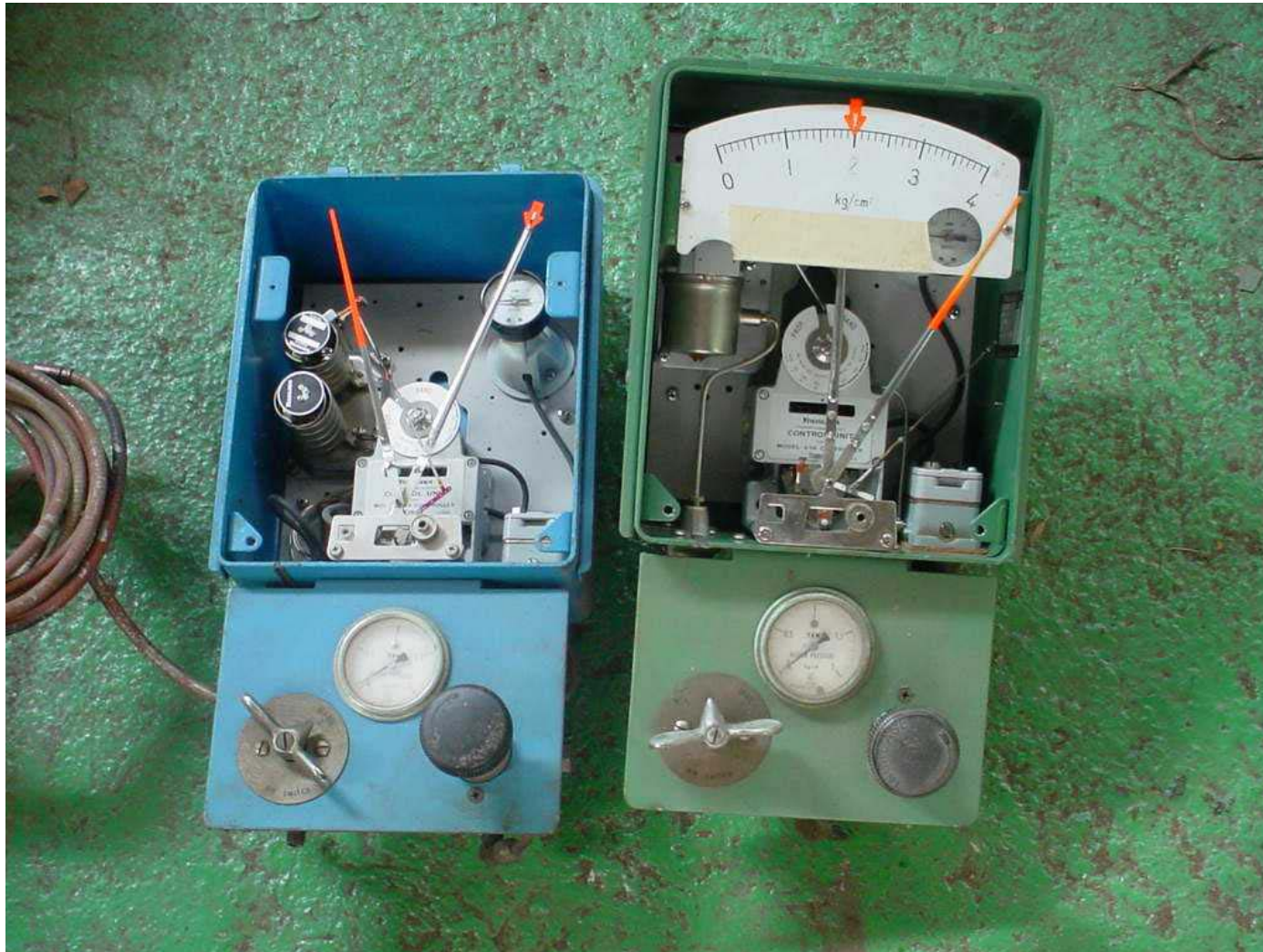
Máquina para calibração de instrumentos de pressão



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

Manômetro Tubo Bourdon



Eng. Marcelo Saraiva Coelho





# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	COEFICIENTE DE ELASTICIDADE	FAIXA DE UTILIZAÇÃO
Bronze	Cu 60 ~ 71 e Zn	$1.1 \times 10^8 \text{ kgf/cm}^2$	~ 50 kgf/cm <sup>2</sup>
Alumibras	Cu 76, Zn 22, Al12	$1.1 \times 10^4$	~ 50
Aço Inox	Ni 10 ~ 14, Cr 16 ~ 18 e Fe	$1.8 \times 10^4$	~ 700
Bronze Fosforoso	Cu 92, Sn 8, P 0.03	$1.4 \times 10^4$	~ 50
Cobre berílio	Be 1 ~ 2, Co 0,35 e Cu	$1.3 \times 10^4$	~ 700
Liga de Aço	Cr 0.9 ~ 1.2, Mo 0.15 ~ 30 e Fe	$2.1 \times 10^4$	700 ~

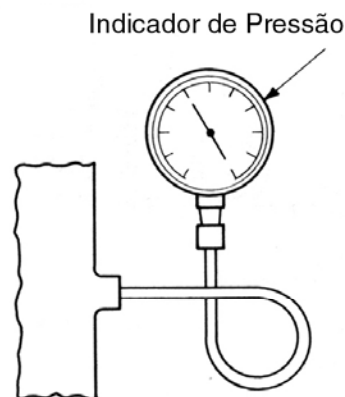
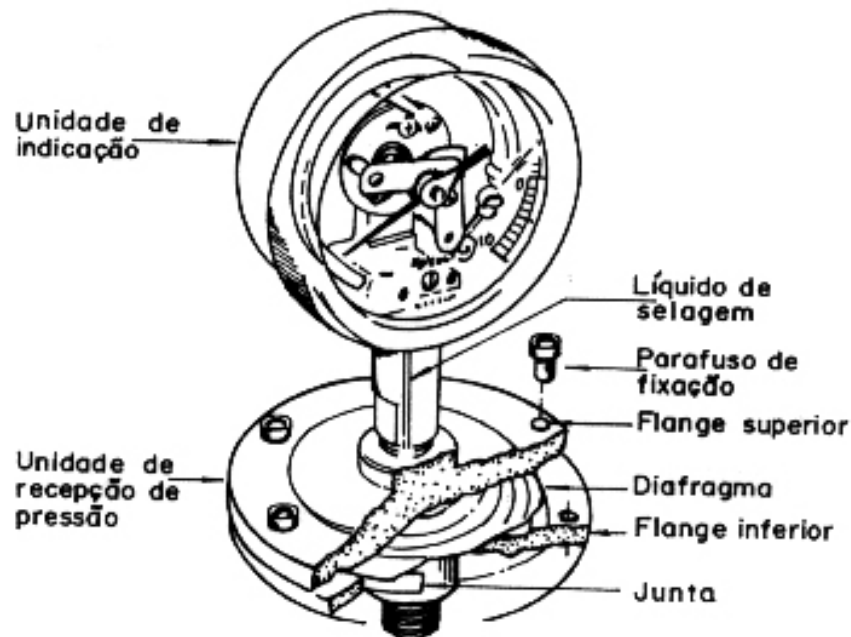
CLASSE	EXATIDÃO	
A4	0,10 % da faixa	
A3	0,25 % da faixa	
A2	0,50 % da faixa	
A1	1,00 % da faixa	
A	1,00 % na faixa de 25 a 75 %	2 % no restante da faixa
B	2,00 % na faixa de 25 a 75 %	3 % no restante da faixa
C	3,00 % na faixa de 25 a 75 %	4 % no restante da faixa
D	4,00 % na faixa de 25 a 75 %	5 % no restante da faixa



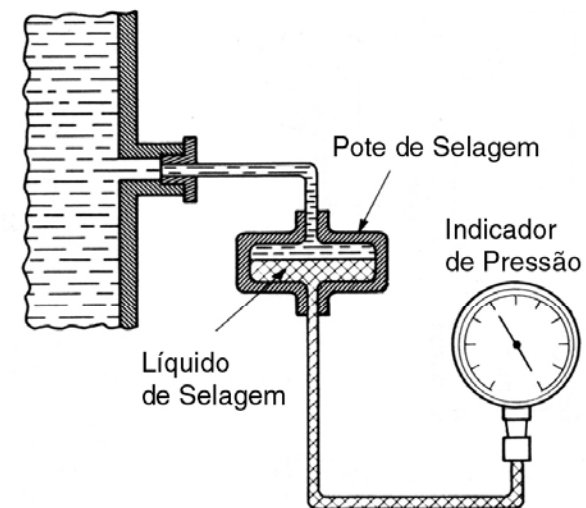


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO



Selo por Sifão



Selo por reservatório de líquido

### SELO PARA MANÔMETRO

Em processos industriais que manipulam fluidos corrosivos, viscosos, tóxicos, sujeitos à alta temperatura e/ou radioativos, a medição de pressão com manômetro tipo elástico se torna impraticável pois o Bourdon não é adequado para essa aplicação, seja em função dos efeitos da deformação proveniente da temperatura, seja pela dificuldade de escoamento de fluidos viscosos ou seja pelo ataque químico de fluidos corrosivos. Nesse caso, a solução é recorrer a utilização de algum tipo de isolamento para impedir o contato direto do fluido do processo com o Bourdon. Existem basicamente dois tipos de isolamento, (que tecnicamente é chamado de selagem), utilizada. Um com selagem líquida, utilizando um fluido líquido inerte em contato com o Bourdon e que não se mistura com o fluido do processo.



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

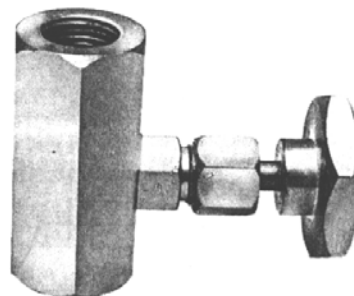
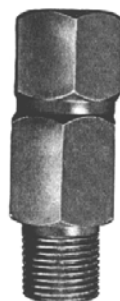
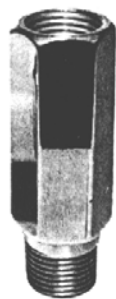
## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

Os amortecedores de pulsação tem por finalidade restringir a passagem do fluido do processo até um ponto ideal em que a frequência de pulsação se torne nula ou quase nula.

Esse acessório é instalado em conjunto com o manômetro com objetivo de estabilizar ou diminuir as oscilações do ponteiro em função do sinal pulsante. Esta estabilização do ponteiro possibilita a leitura da pressão e também aumenta a vida útil do instrumento.



Os sifões são utilizados, além de selo, para "isolar" o calor das linhas de vapor d'água ou líquidos muito quentes, cuja temperatura supera o limite previsto para o instrumento de pressão. O líquido que fica retido na curva do tubo-sifão esfria e é essa porção de líquido que irá ter contato com o sensor elástico do instrumento, não permitindo que a alta temperatura do processo atinja diretamente o mesmo.



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

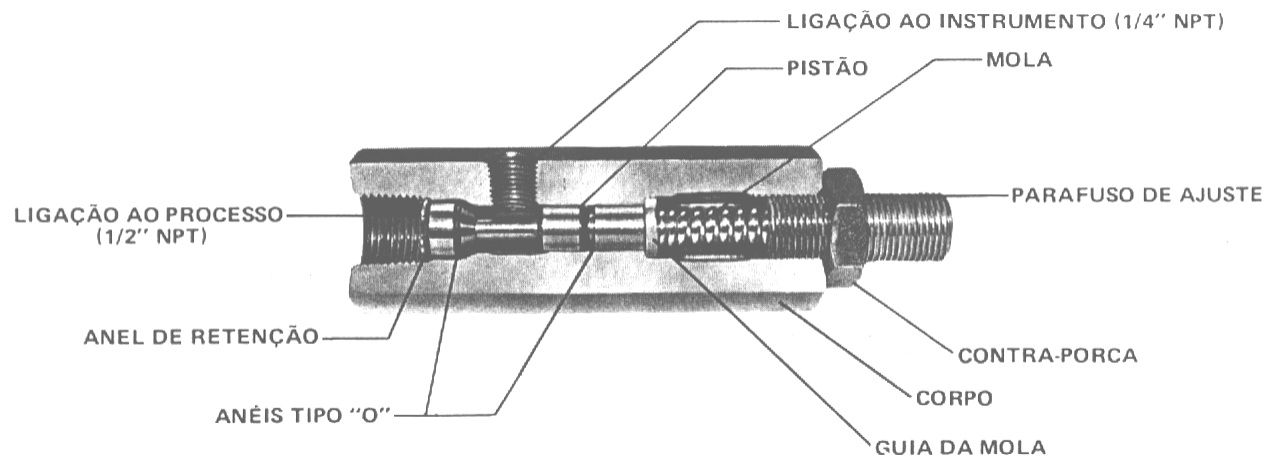
## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### SUPRESSOR DE PRESSÃO

Esse acessório tem por finalidade proteger os manômetros de pressões que ultrapassem ocasionalmente, as condições normais de operação. Ele é recomendável nesses casos para evitar ruptura do elemento de pressão.

Seu bloqueio está relacionado com a velocidade do incremento de pressão. Seu ponto de ajuste deve ser atingido de modo que com incremento lento de pressão seu bloqueio se dê entre 80 a 120% do valor da escala. Nesta condição, o bloqueio se dará em qualquer valor inferior a 80% no caso de incrementos rápidos de pressão.

Para manômetros com escala inferior a 3 kgf/cm<sup>2</sup> seu bloqueio poderá situar-se em até 130% do valor da escala





# ***INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO***

## ***INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO***



Planilha do  
Microsoft Excel

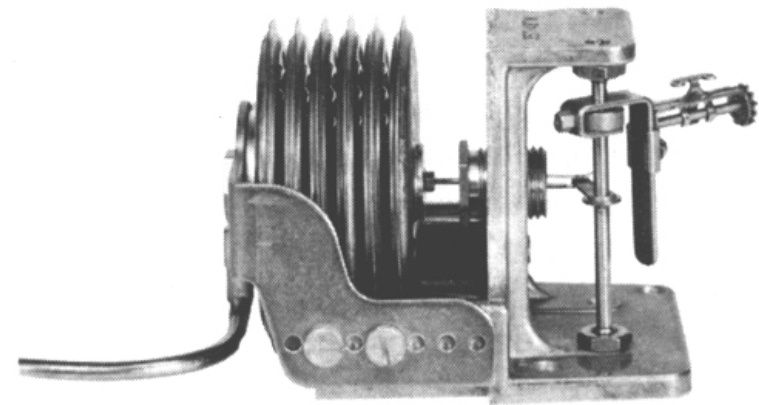
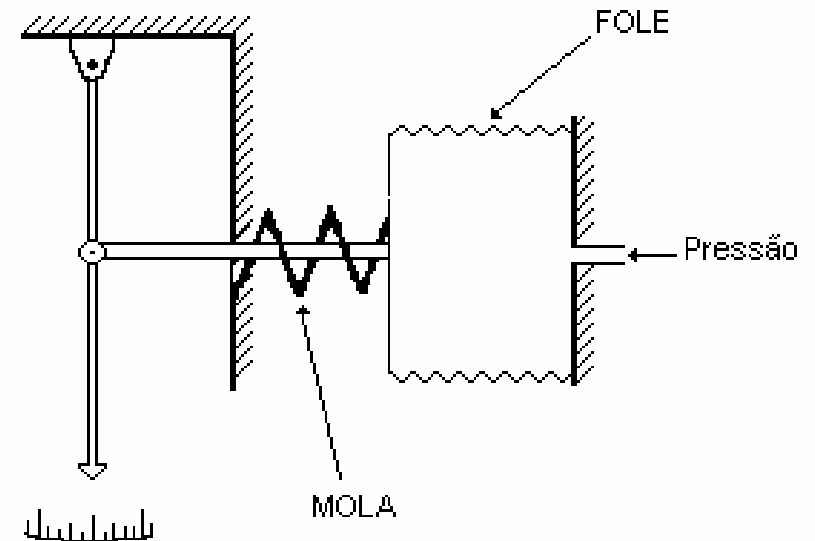


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro tipo Fole

Fole é um dispositivo que possui ruga no círculo exterior e que tem a possibilidade de expandir-se e contrair-se em função de pressões aplicadas no sentido do eixo. Como a resistência à pressão é limitada, é usada para baixa pressão

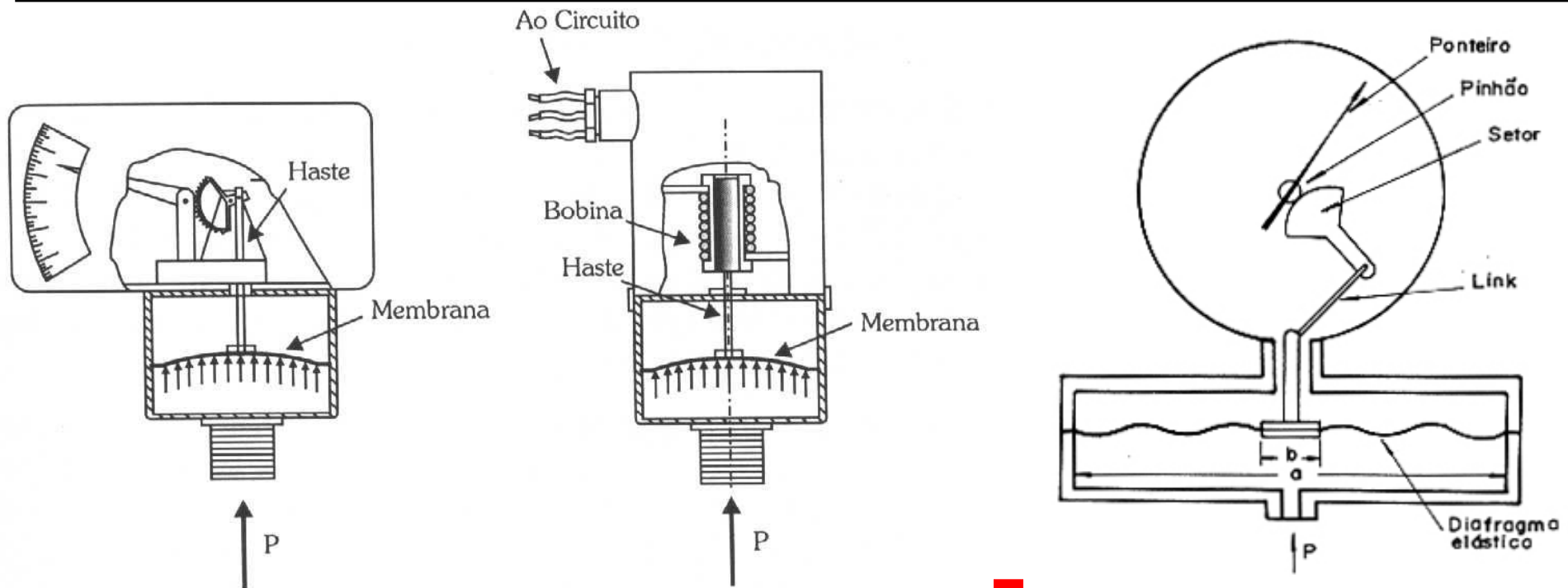


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### Manômetro tipo Diafragma

Diafragma é um disco circular utilizado para medir pressões, geralmente de pequena amplitude, bem como, para separar o fluido medido do mecanismo interno. É uma membrana fina de material elástico, metálico ou não. No manômetro tipo diafragma esta membrana fica sempre oposta a uma mola. Ao aplicar-se uma pressão no diafragma haverá um deslocamento do mesmo até um ponto onde a força da mola se equilibrará com a força elástica do diafragma. Este deslocamento resultante é transmitido a um sistema com indicação (ponteiro) que mostra a medição efetuada

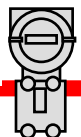
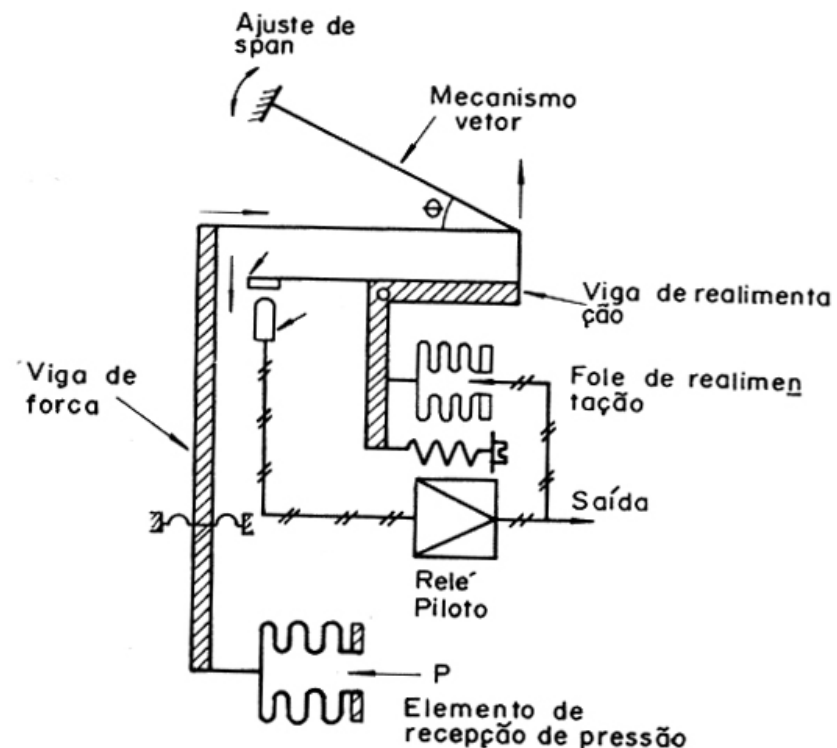
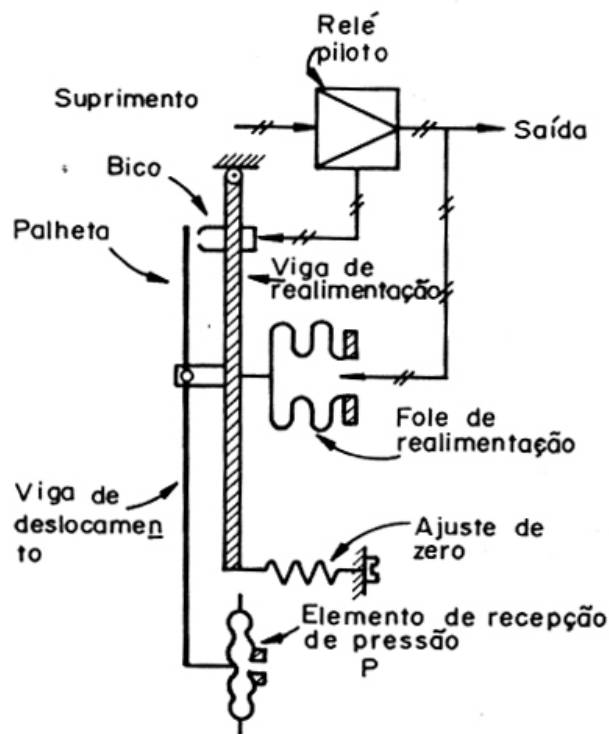


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSORES PNEUMÁTICOS

Esses transmissores, pioneiros na instrumentação, possui um elemento de transferencia que converte o sinal detectado pelo elemento receptor de pressão em um sinal de transmissão pneumático. A faixa padrão de transmissão (pelo sistema internacional) é de 20 a 100 kPa, porém na prática são usados outros padrões equivalentes de transmissão tais como 3 ~ 15 psi, 0,2 a 1,0 kgf/cm<sup>2</sup> e 0,2 a 1,0 bar.



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

### **TRANSMISSORES ELETRÔNICOS**

Os instrumentos de transmissão de sinal de pressão tem a função de enviar informações à distância das condições atuais de processo dessa variável. Essas informações são enviadas, de forma padronizada, através de diversos tipos de sinais e utilizando sempre um dos elementos sensores já estudado anteriormente (fole, diafragma, capsula, etc...) associados a conversores cuja finalidade principal é transformar as variações de pressão detectadas pelos elementos sensores em sinais padrões de transmissão.

Esses transmissores convertem o sinal de pressão detectado em sinal elétrico padronizado de 4 a 20 mA dc. Existem vários princípios físicos relacionados com a variações de pressão que podem ser utilizados como elemento de transferência. Os mais utilizados nos transmissores mais recentes são:

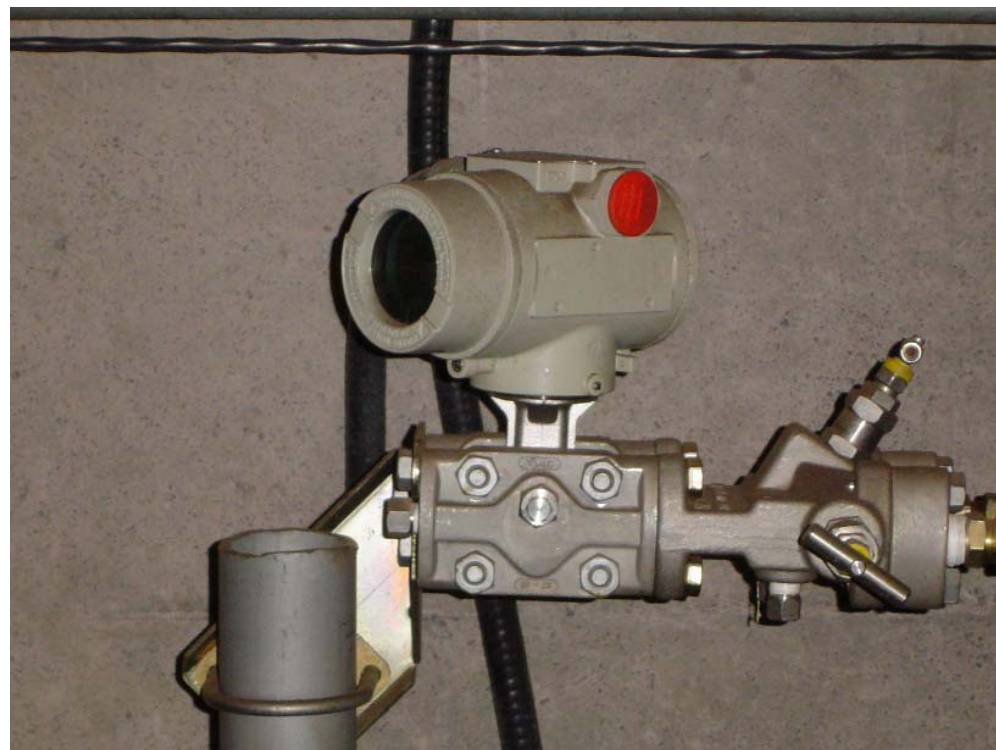
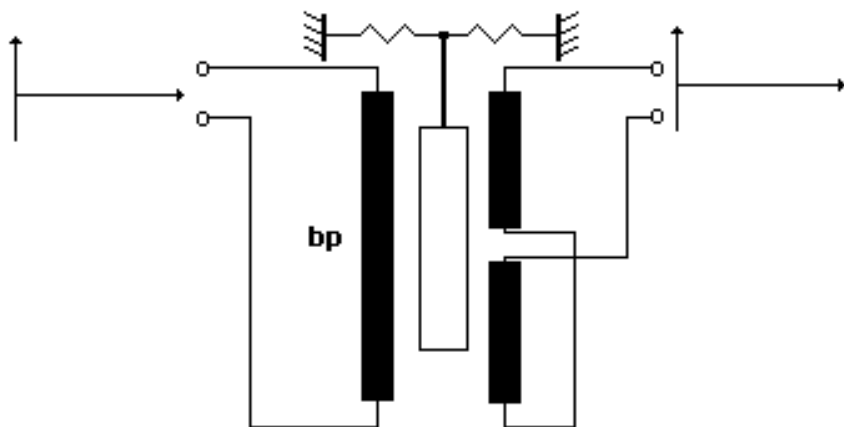
**CAPACITIVO, INDUTIVO, PIEZORESISTIVO e CÉLULA DE SILÍCIO RESSONANTE**



# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO INDUTIVO





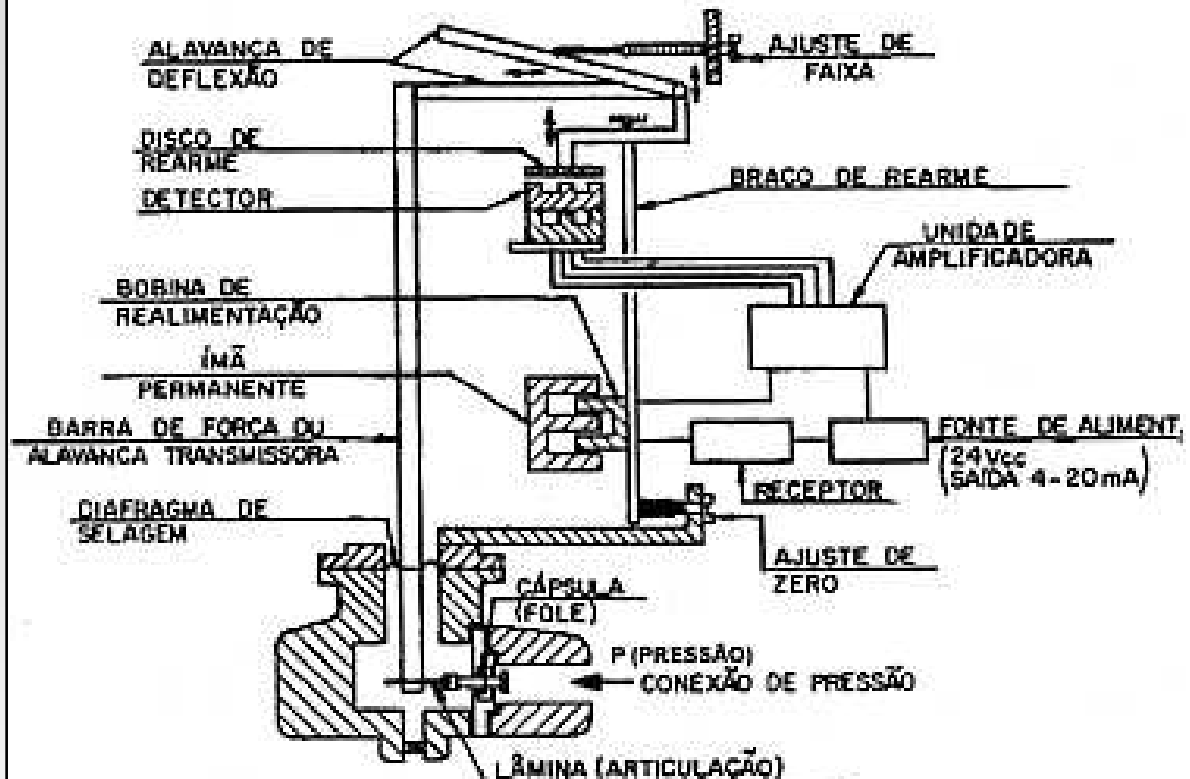
# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO INDUTIVO

A pressão do processo, aplicada no elemento metálico elástico (fole), movimenta/deforma-o; este movimento é transmitido à barra de força ou alavanca transmissora por intermédio da lâmina de articulação. A barra de força ou alavanca transmissora é acoplada ao diafragma de selagem que também funciona como seu ponto de apoio (pivô). Esta força é transmitida ao disco de rearme, através da alavanca de deflexão, aproximando o disco de rearme do detector.

Esta aproximação gera um aumento da indutância, com um conseqüente aumento no consumo de corrente e um aumento no sinal de saída do detector. Paralelamente à aproximação do disco de rearme, acontece o afastamento da bobina de realimentação do ímã permanente; ao mesmo tempo, o sinal de saída do detector é amplificado e retificado na unidade amplificadora, resultando no sinal de saída do transmissor (4 a 20 mA). Este sinal também é aplicado na bobina de realimentação, aumentando a força para equilíbrio do sistema.



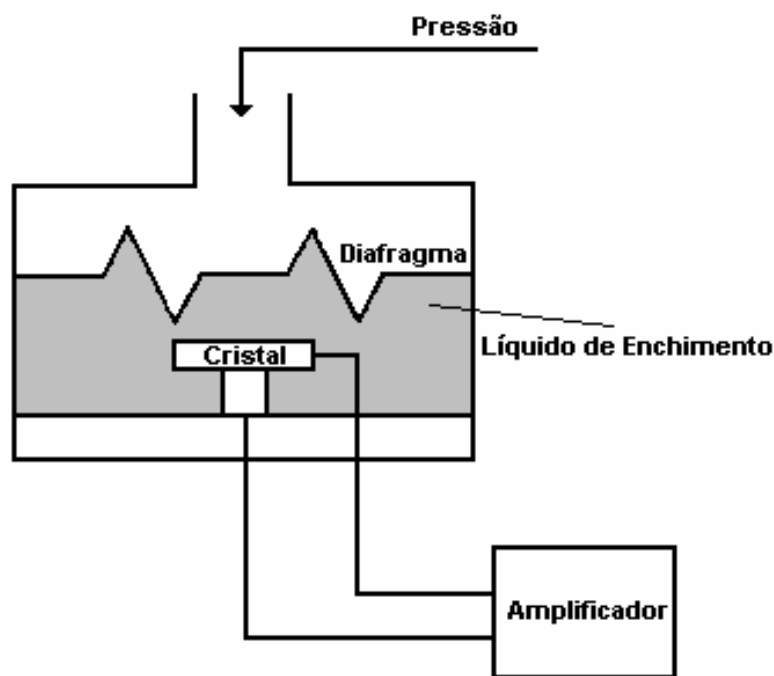
Esta força age sobre o braço de rearme, em sentido contrário à variação do sinal anterior, afastando o disco de rearme do detector; deste modo, o sistema atinge um novo equilíbrio, com o sinal de saída do transmissor ficando proporcional ao valor da pressão medida naquele momento. O sinal de saída do instrumento é transmitido para um receptor eletrônico de faixa compatível, seja para fins de indicação, registro ou controle.





# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO



### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO PIEZOELÉTRICO

A medição de pressão utilizando este tipo de sensor se baseia no fato dos cristais assimétricos ao sofrerem uma deformação elástica ao longo do seu eixo axial, produzirem internamente um potencial elétrico causando um fluxo de carga elétrica em um circuito externo.

A quantidade elétrica produzida é proporcional a pressão aplicada, sendo então essa relação linear o que facilita sua utilização. Outro fator importante para sua utilização está no fato de se utilizar o efeito piezoelétrico de semi-condutores, reduzindo assim o tamanho e peso do transmissor, sem perda de precisão.

Cristais de turmalina, cerâmica Policristalina Sintética, quartzo e quartzo cultivado podem ser utilizados na sua fabricação, porém o quartzo cultivado é o mais empregado por apresentar características ideais de elasticidade e linearidade.

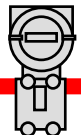
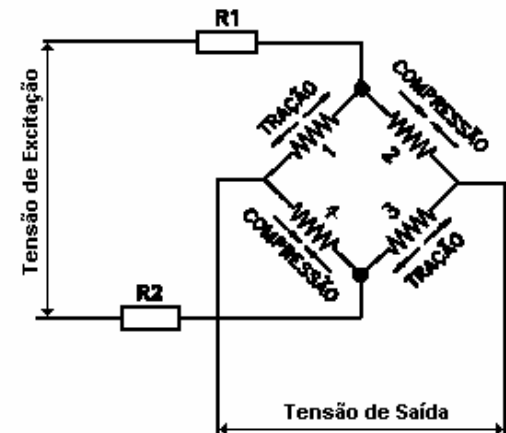
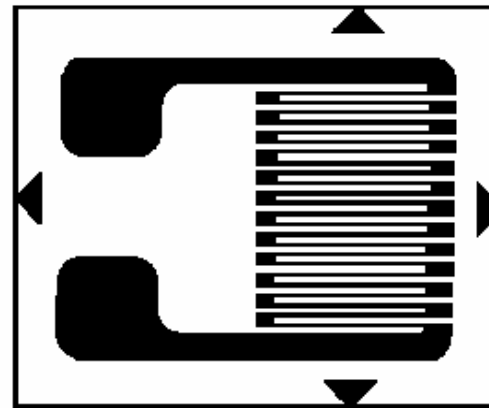
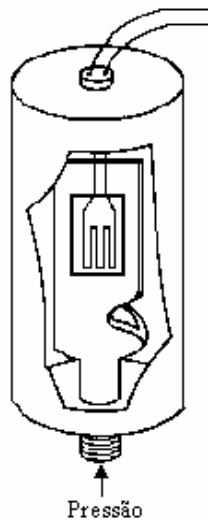


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO PIEZORESISTIVO.

Este tipo de instrumento tem o funcionamento de seu transdutor baseado na variação de comprimento e diâmetro, e, portanto, na variação da resistência, que ocorre quando um fio de resistência sofre uma deformação elástica proveniente de uma tensão mecânica gerada por uma pressão. Neste tipo de instrumento, a pressão do processo atua no elemento mecânico elástico (diafragma) que se movimenta/deforma e, em consequência, movimenta a alavanca onde estão instalados os sensores strain gage, esticando-os ou comprimindo-os de acordo com a pressão do processo e a disposição que o fabricante tenha adotado para sua instalação.

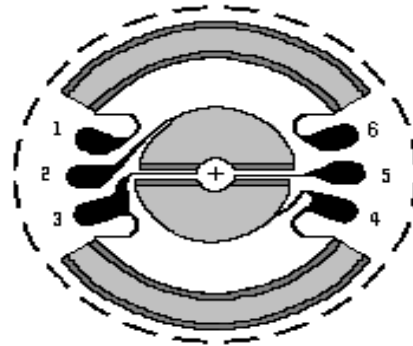


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

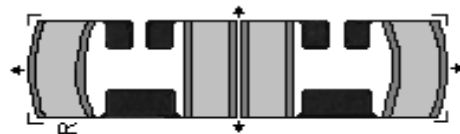
## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO PIEZORESISTIVO.

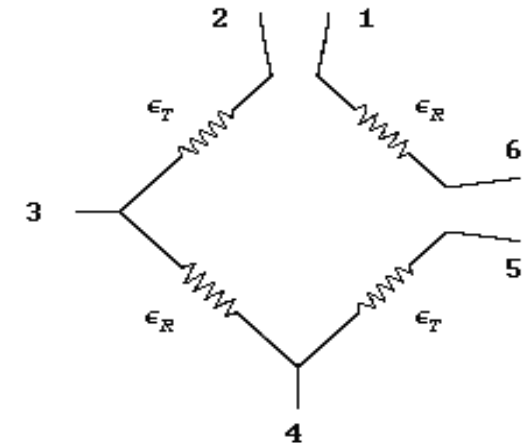
Os sensores strain gage podem ser colados diretamente na superfície do elemento elástico cuja deformação deve ser medida, ou podem ser instalados entre um quadro fixo e uma armadura que se moverá em função das variações de pressão e atuará deformando os sensores. O strain gage colado, além de apresentar grande estabilidade, é mais preciso e tem boa repetibilidade, por isto, esta é a forma mais utilizada industrialmente.



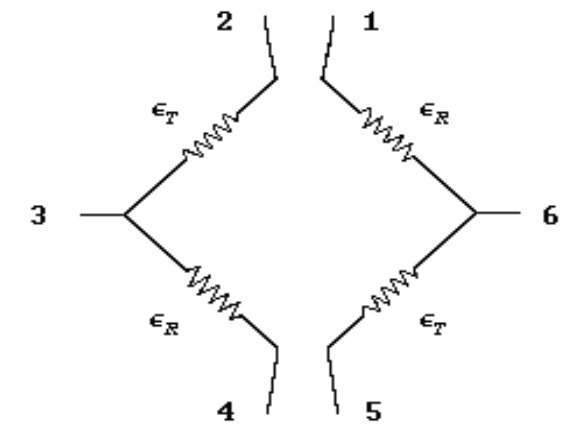
(a) Circular Pattern



(b) Linear Pattern



(a) Circular Pattern



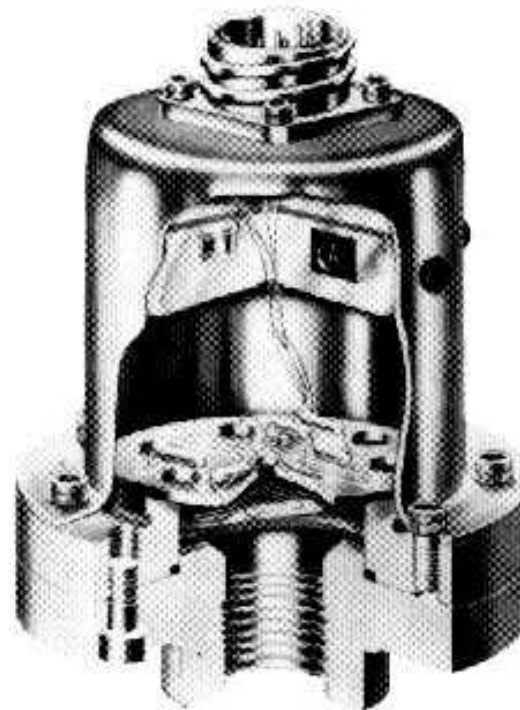
(b) Linear Pattern

# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

### **TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO PIEZORESISTIVO.**

Os sensores strain gage podem ser colados diretamente na superfície do elemento elástico cuja deformação deve ser medida, ou podem ser instalados entre um quadro fixo e uma armadura que se moverá em função das variações de pressão e atuará deformando os sensores. O strain gage colado, além de apresentar grande estabilidade, é mais preciso e tem boa repetibilidade, por isto, esta é a forma mais utilizada industrialmente.



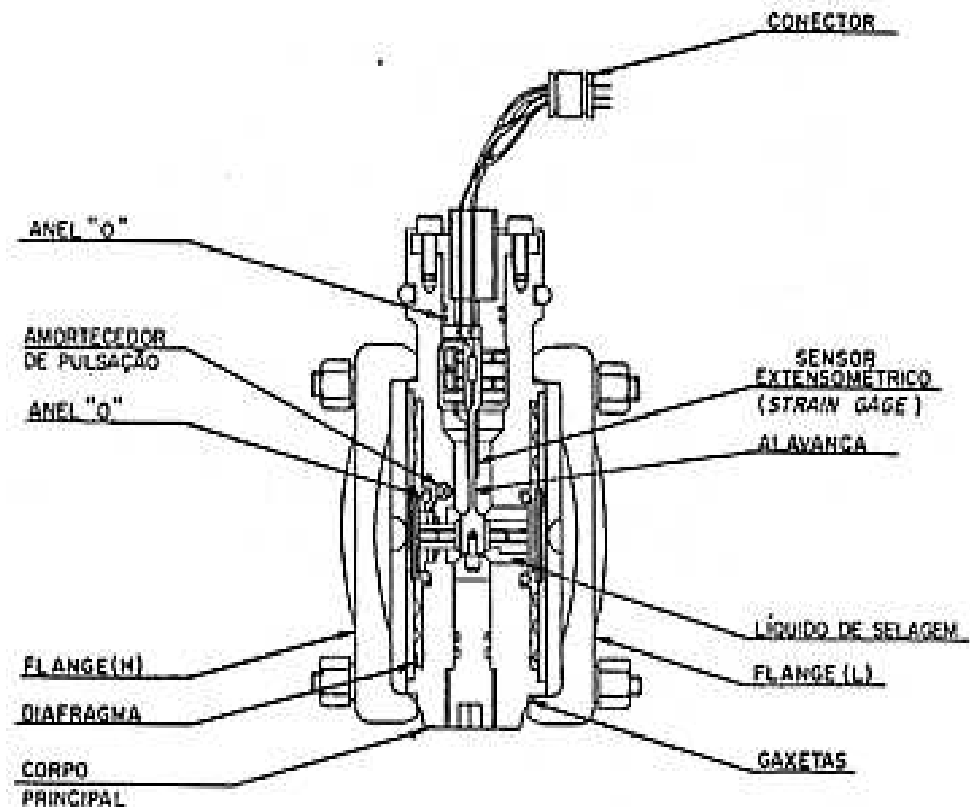


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO PIEZORESISTIVO.

Os strain gage (extensômetros) fazem parte de uma ponte de Wheatstone, na qual se aplica uma tensão, de forma que a pequena corrente que circula pelas resistências ocasione uma queda de tensão e a ponte se equilibre para estas condições. Neste sistema, qualquer variação na pressão do processo moverá o diafragma metálico, que, por sua vez, variará a posição da alavanca e, em consequência, variará a resistência dos sensores strain gage, desequilibrando a ponte e fazendo variar o sinal de saída do instrumento (4 a 20 mA<sub>cc</sub>). Na ponte com dois braços ativos, o elemento sensor que funciona como medidor fica montado na parte deformada do dispositivo, enquanto o elemento utilizado para comparação fica montado na parte não deformada. Com este arranjo, obtém-se a compensação da expansão térmica dos suportes e da modificação da resistência dos elementos, em consequência da alteração de temperatura.



Na ponte com quatro braços ativos, dois elementos sensores são montados de modo a serem tensionados pelo aumento de pressão e os outros dois são montados em compressão, ou sem qualquer tensão. Esta configuração aumenta a sensibilidade do transdutor e mantém a característica de compensação de temperatura.

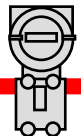
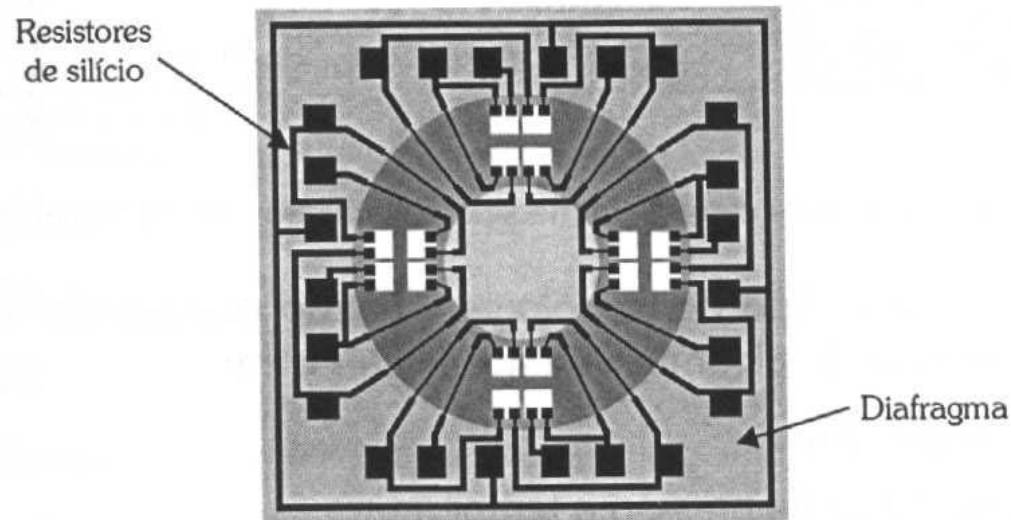


# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

### **TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO PIEZORESISTISTIVO.**

Além do sistema baseado no sensor extensométrico do tipo fio resistivo, foi desenvolvido mais recentemente um outro sistema que utiliza semicondutores no elemento ativo do sensor extensométrico. Neste caso, a cápsula sensora é fabricada como um circuito integrado por difusão de boro num substrato de silício. Esta tecnologia permite uma mecanização na fabricação dos sensores dos transmissores de pressão do tipo extensométrico e sua produção em série, dando-lhes maior precisão e aumentando sua confiabilidade.



# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

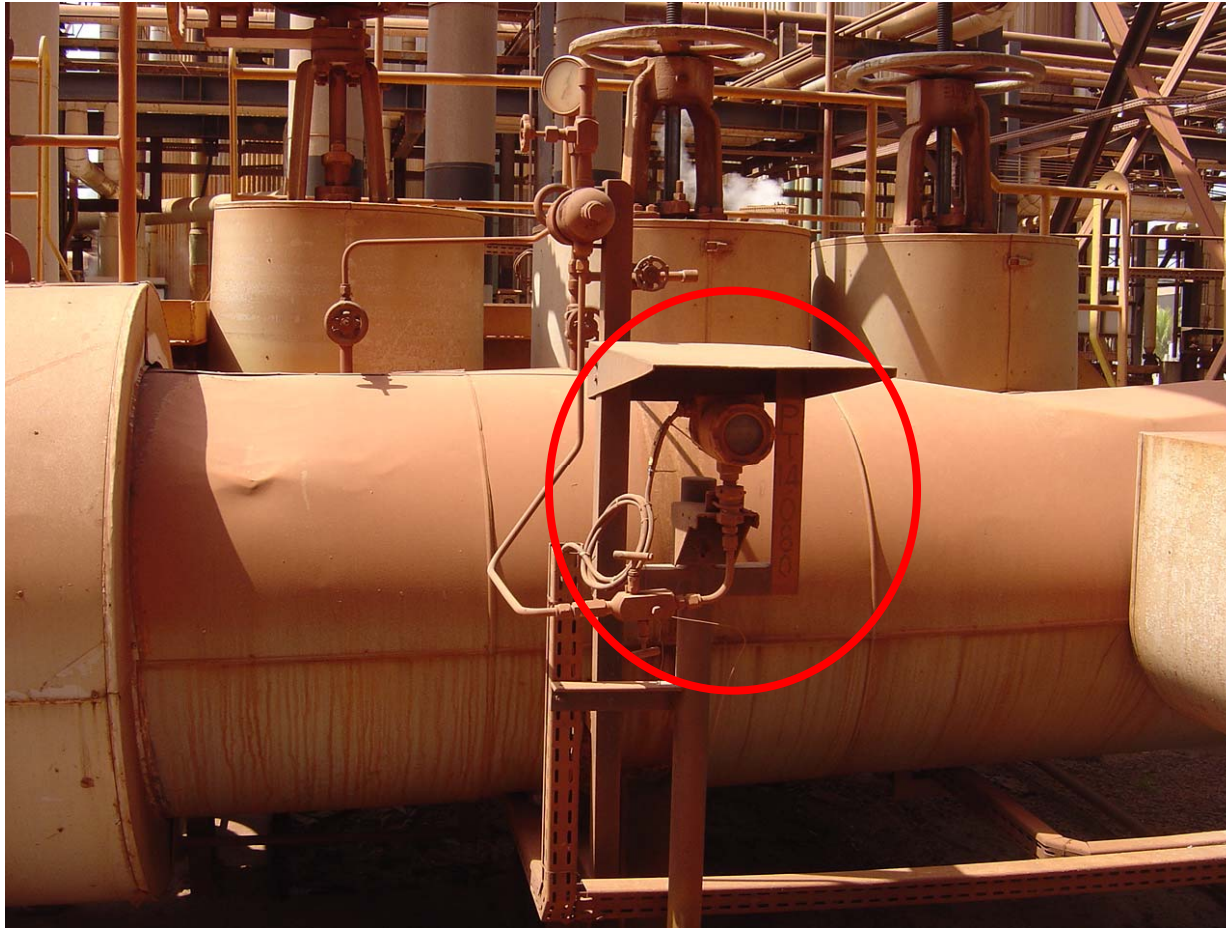
### **TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO CAPACITIVO**

Este tipo de instrumento tem seu funcionamento baseado na variação de capacitância que se introduz em um capacitor quando se desloca uma de suas placas em consequência de aplicação de pressão. Neste instrumento, a pressão de processo é transmitida através do movimento/deslocamento do elemento mecânico elástico (diafragma isolador), cujo interior é cheio de óleo ou silicone, para o diafragma sensor localizado no centro da célula. A pressão atmosférica de referência é transmitida da mesma maneira pelo segundo diafragma isolador para o outro lado do diafragma sensor. O deslocamento do diafragma sensor (o movimento máximo é da ordem de 0,004 polegada) é proporcional ao diferencial de pressão aplicado sobre ele e que, por sua vez, variará em função da pressão aplicada nos diafragmas isoladores.



# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*



MEDIÇÃO DE  
PRESSÃO NO  
COLETOR DE VAPOR





# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*

Photograph  
courtesy of  
BIB Cochrane



**CALDEIRA (GERADOR  
DE VAPOR)**

<http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/the-boiler-house/water-tube-boilers.asp>

Eng. Marcelo Saraiva Coelho

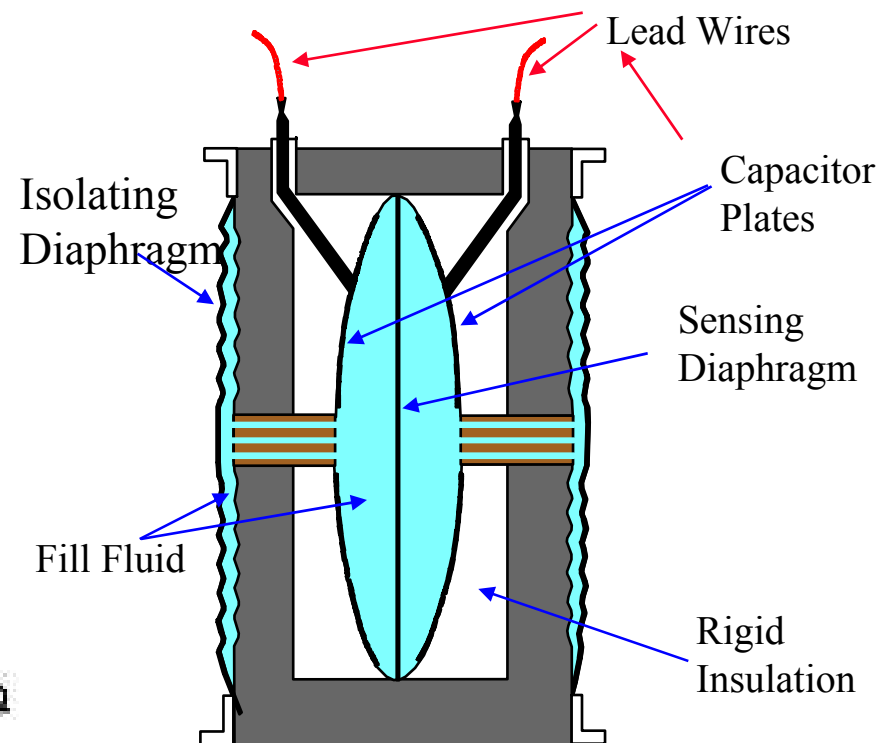
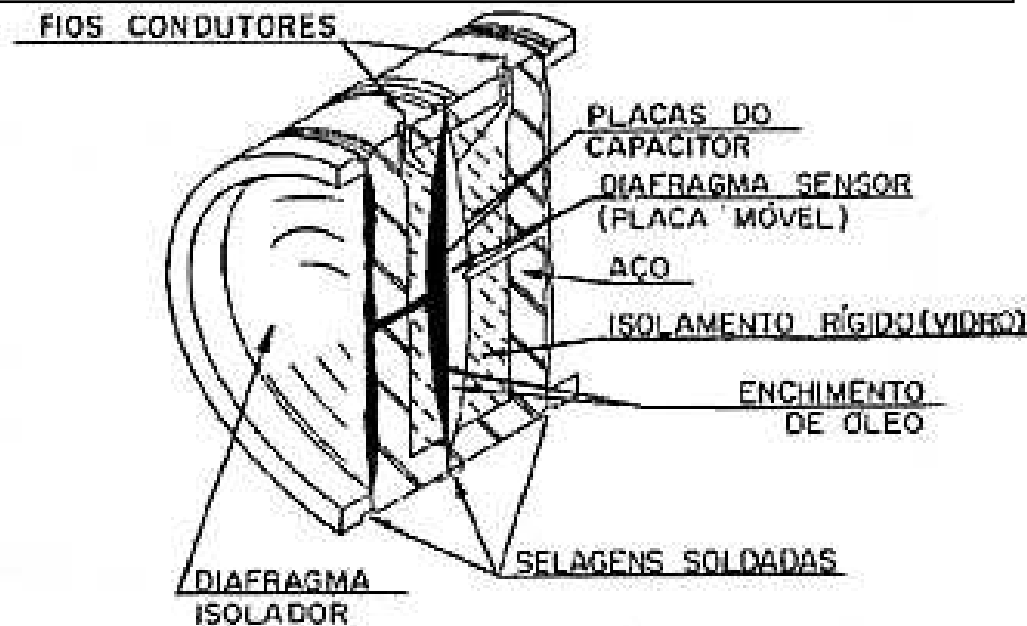


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO CAPACITIVO

A posição do diafragma sensor (placa móvel) é detectada pelas placas do capacitor colocadas nos dois lados do diafragma sensor. O valor da capacitância diferencial existente entre o diafragma sensor e as placas do capacitor (aproximadamente 150 pf) é convertido eletronicamente, resultando no sinal de saída do transmissor (4 a 20 mAcc), que é transmitido para um receptor eletrônico para fins de indicação, registro e/ou controle.



### CÉLULA CAPACITIVA CONVENCIONAL



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

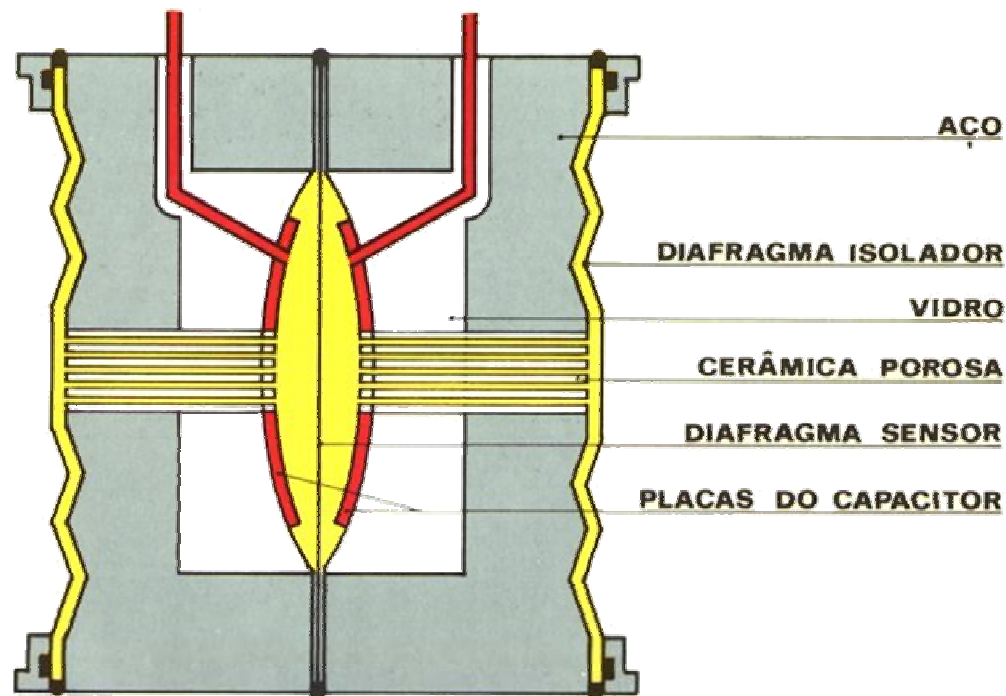
## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO CAPACITIVO

A principal característica dos sensores capacitivos é a completa eliminação dos sistemas de alavancas na transferência da força/deslocamento entre o processo e o sensor.

Este tipo de sensor resume-se na deformação de uma das armaduras do capacitor. Tal deformação altera o valor da capacitância total, que é medida por um circuito eletrônico.

Esta montagem, se por um lado elimina os problemas mecânicos das partes móveis, expõe a célula capacitiva às rudes condições do processo, principalmente à temperatura do processo. Esse inconveniente pode ser superado através de circuitos sensíveis à temperatura montados juntos ao sensor. Outra característica inerente à montagem é a falta de linearidade entre a capacitância e a distância das armaduras devido à deformação não linear, sendo necessário, portanto, uma compensação (linearização) a cargo do circuito eletrônico.



### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO CAPACITIVO

O sensor é formado pelos seguintes componentes :

- Armaduras fixas metalizadas sobre um isolante de vidro fundido

- Dielétrico formado pelo óleo de enchimento (silicone ou fluorlube)

- Armadura móvel (diafragma sensor)

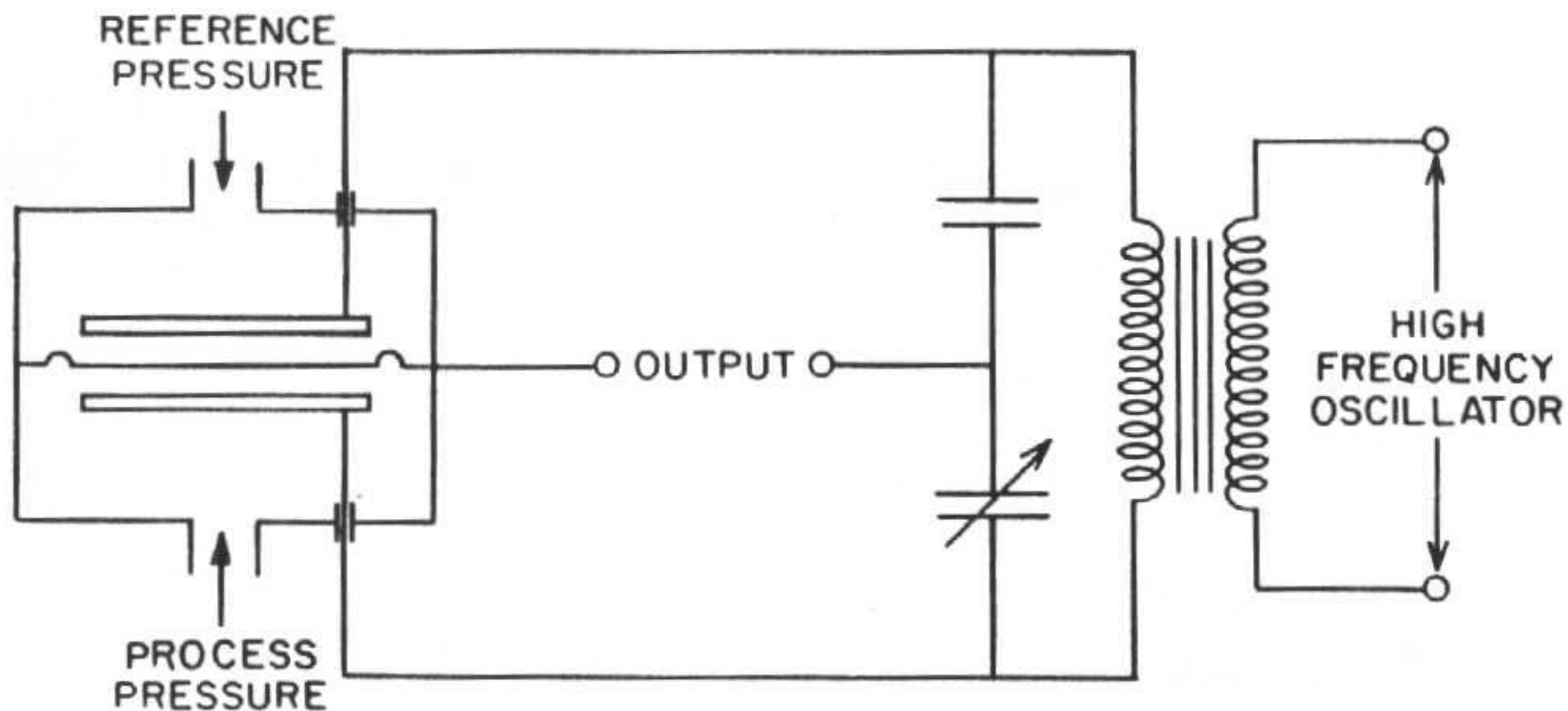


# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

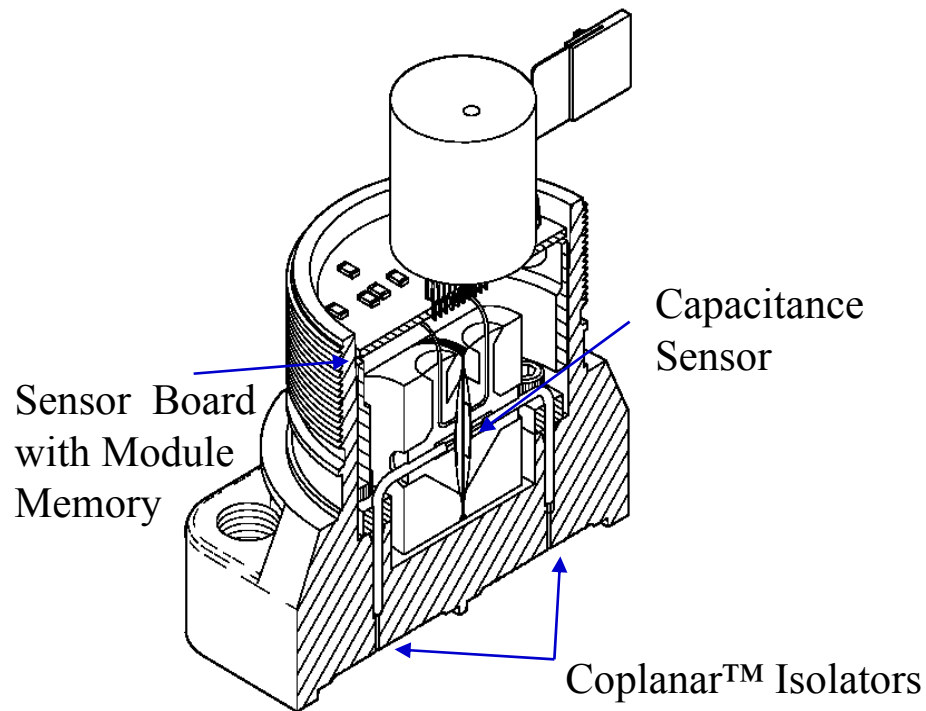
### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO CAPACITIVO

Uma diferença de pressão entre as câmaras de alta (High) e de baixa (Low) produz uma força no diafragma isolador, que é transmitida pelo líquido de enchimento. A força atinge a armadura flexível (diafragma sensor) provocando sua deformação alterando, portanto, o valor das capacitâncias formadas pelas armaduras fixas e a armadura móvel. Esta alteração é medida pelo circuito eletrônico que gera um sinal proporcional à variação de pressão aplicada à câmara da cápsula de pressão diferencial capacitiva

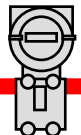


# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**



## **CÉLULA CAPACITIVA COPLANAR**

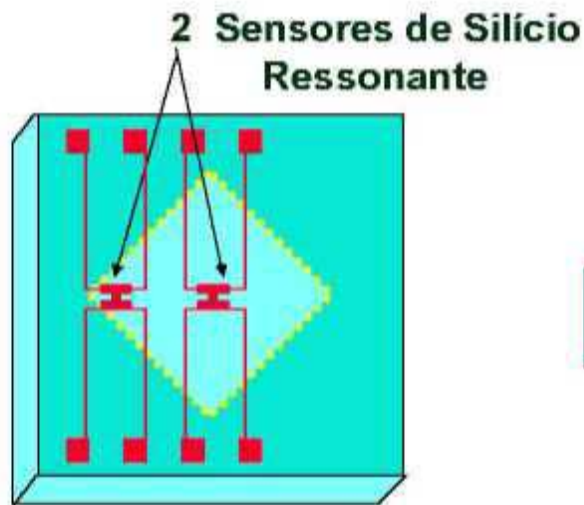




# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO SILÍCIO RESSONANTE



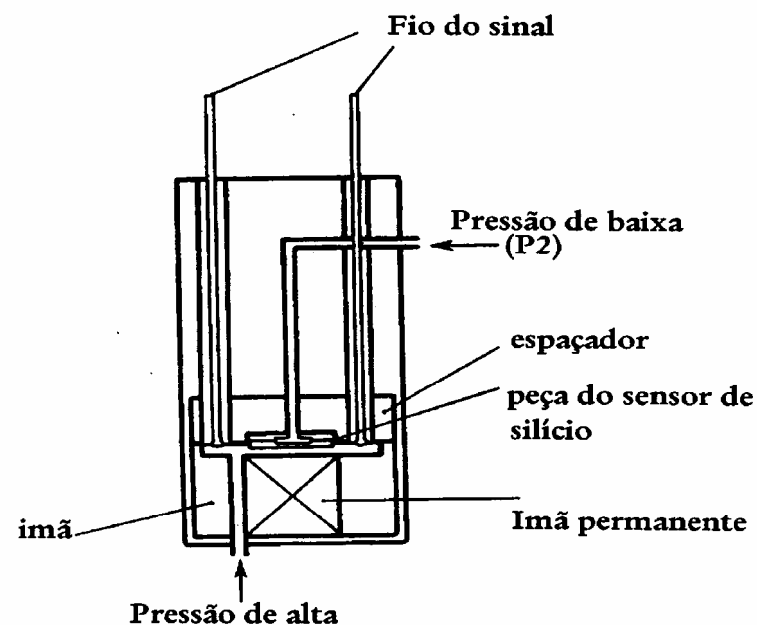
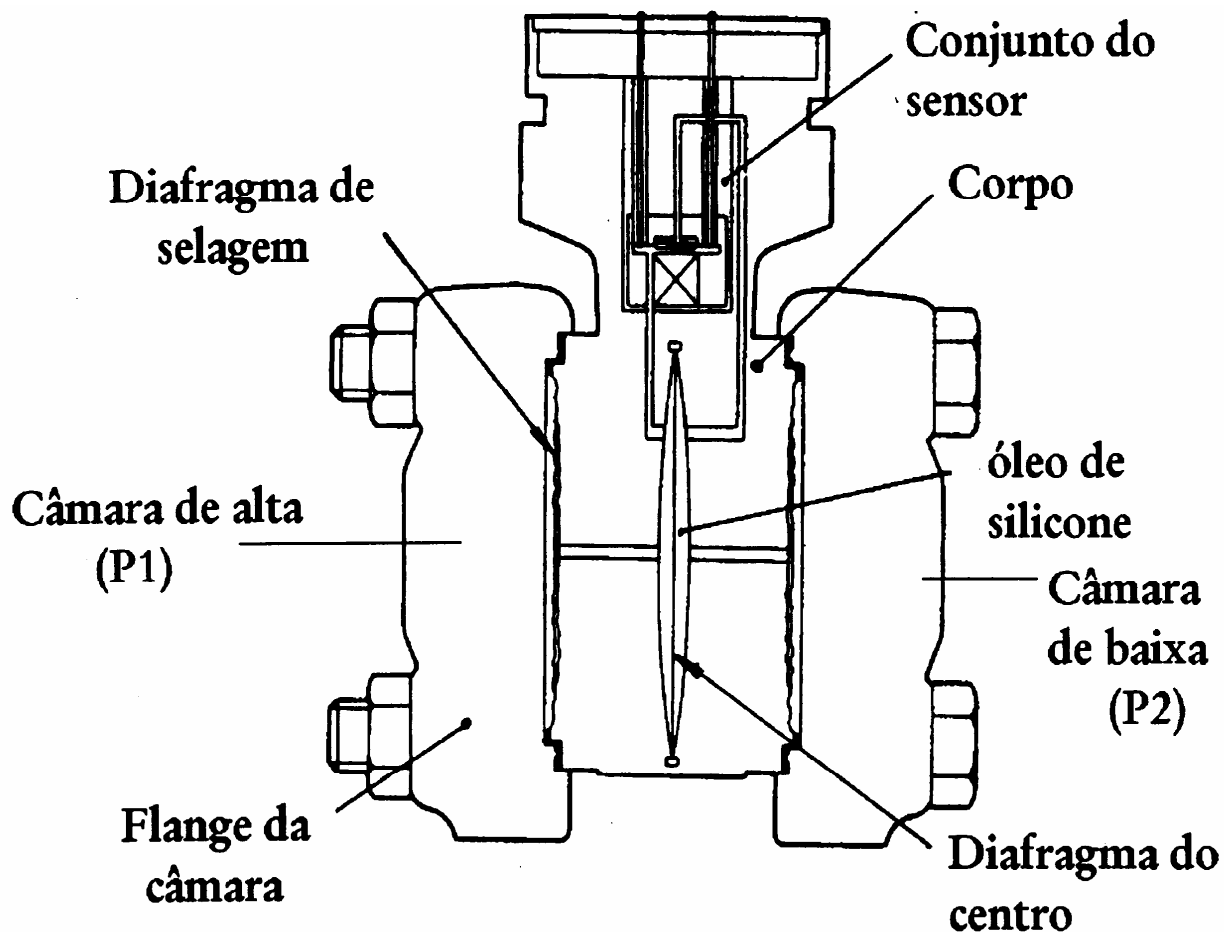
Ressonadores em formato de "H"



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

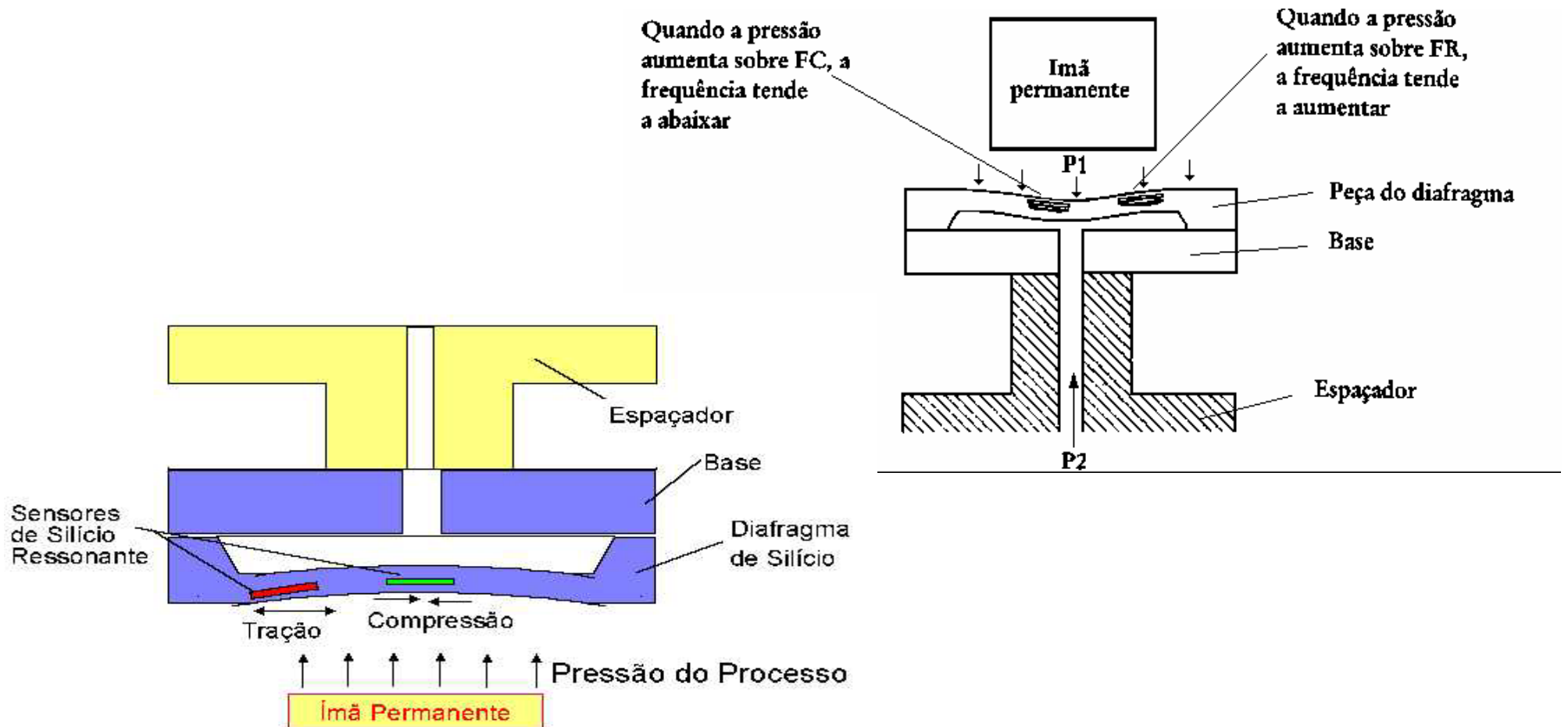
### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO SILÍCIO RESSONANTE



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

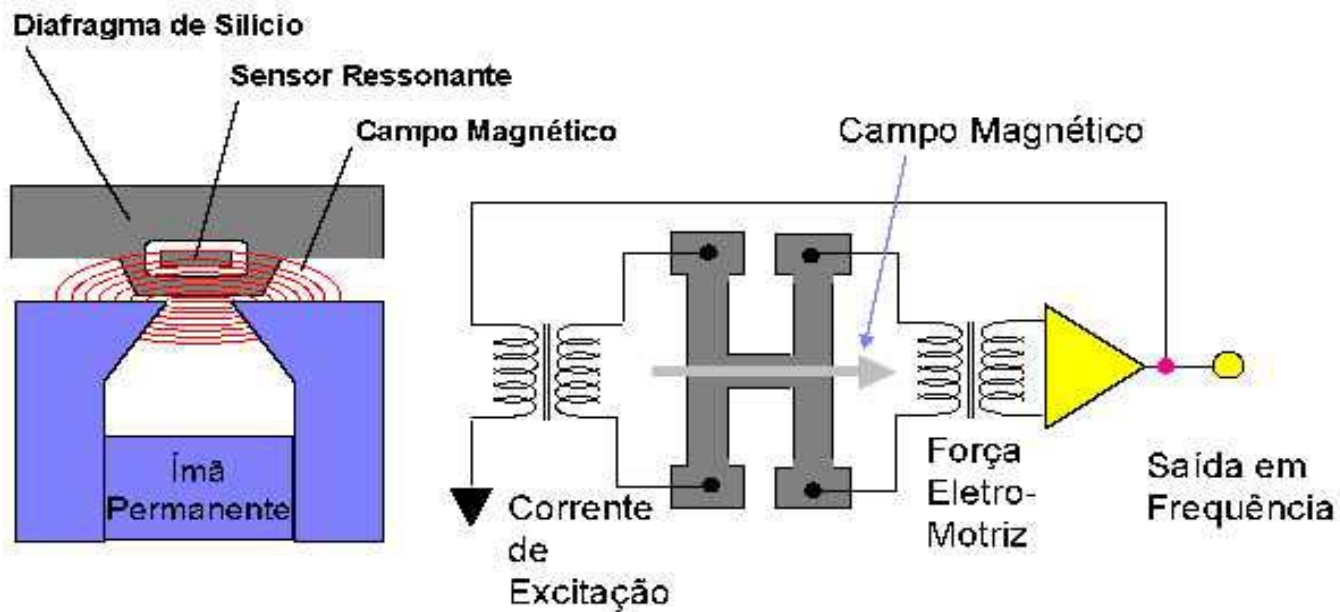
### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO SILÍCIO RESSONANTE



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO

### TRANSMISSOR ELETRÔNICO DE PRESSÃO TIPO SILÍCIO RESSONANTE



# INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

## INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO



### PRESSOSTATO

É constituído em geral por um sensor, um mecanismo de ajuste de set-point e uma chave de duas posições (aberto ou fechado). Como elemento sensor, pode-se utilizar qualquer um dos tipos já estudado, sendo o mais utilizado nas diversas aplicações o diafragma.

Como mecanismo de ajuste de set-point utiliza-se na maioria das aplicações uma mola com faixa de ajuste selecionada conforme pressão de trabalho e ajuste, e em oposição à pressão aplicada.

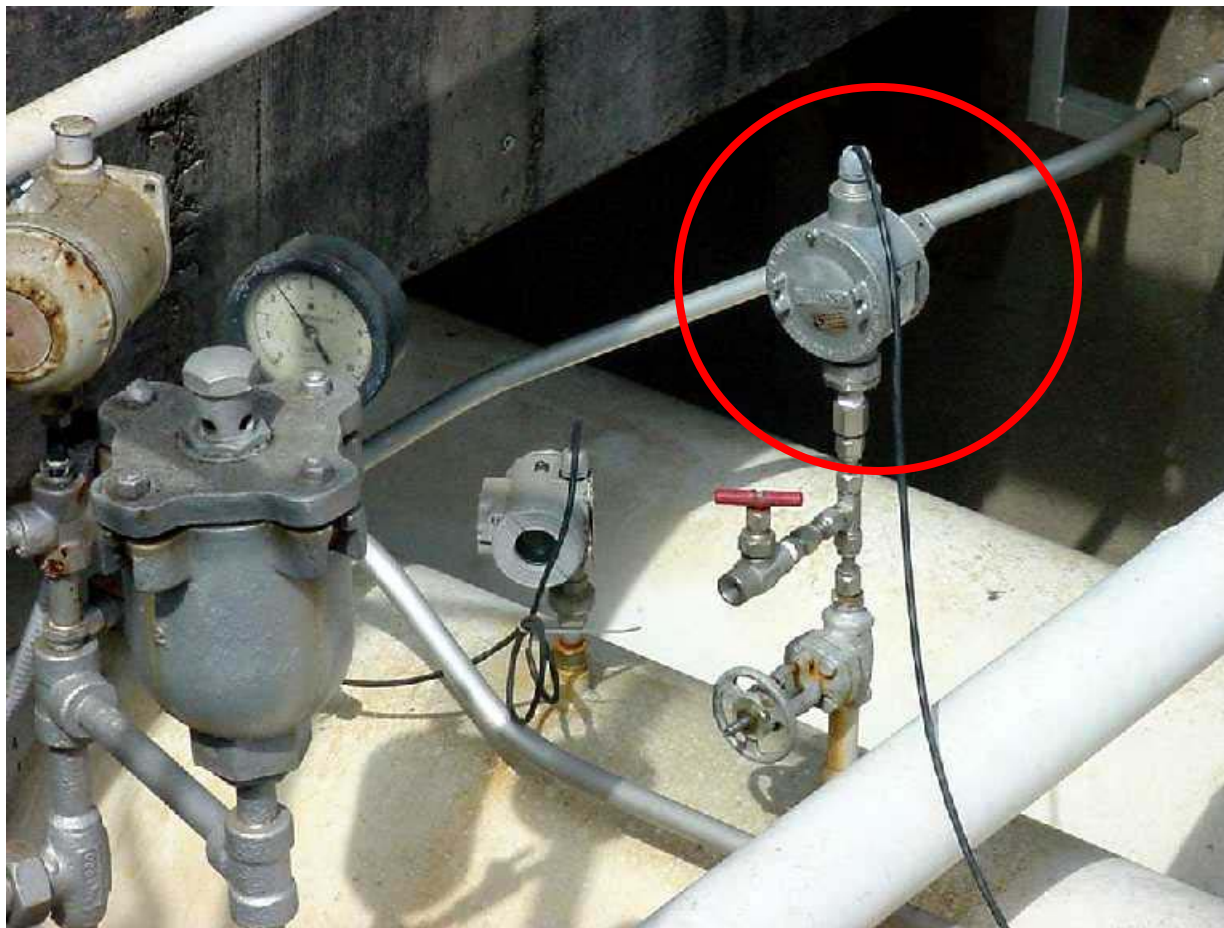
O mecanismo de mudança de estado mais utilizado é o micro interruptor, podendo ser utilizado também ampola de vidro com mercúrio fechando ou abrindo o contato que pode ser do tipo normal aberto ou normal fechado.





# **INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO**

## **INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO**



**INSTALAÇÃO DO  
PRESSOSTATO NA  
LINHA DE ÁGUA  
BRUTA**



# *INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO*

## *INSTRUMENTAÇÃO - PRESSÃO*



INSTALAÇÃO DO  
PRESSOSTATO NA  
LINHA DE ÁGUA  
BRUTA

