

TÉCNICAS **DE** **MEDICAÇÃO DE NÍVEL**



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

Método de Medição Direta

É a medição em que tomamos como referência a posição do plano superior da substância medida. Pode ser realizada:

- pela observação visual direta, através de comparação com uma escala graduada;
- pela determinação da posição de um detetor, como uma bóia, sobre a superfície do produto que se deseja medir;
 - pelo contato de eletrodos com a superfície livre do nível a ser medido;
- pela interrupção de um feixe de luz enviado para uma célula fotoelétrica, pela interposição entre o emissor e a célula do produto cujo nível se deseja medir;
- pela reflexão de ondas de rádio ou sônicas na superfície livre do produto.

Método da Medição Indireta

É o tipo de medição que se faz para determinar o nível em função de uma segunda variável.

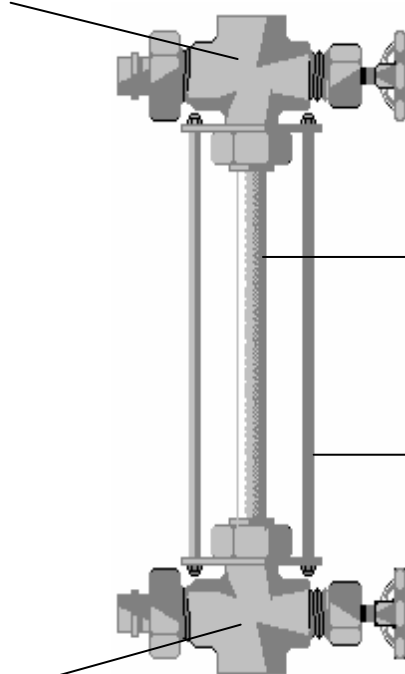
MEDIÇÃO DIRETA	MEDIÇÃO INDIRETA
<ul style="list-style-type: none">- Réguas ou Gabaritos- Visores de Nível- Bóia ou Flutuador	<ul style="list-style-type: none">- Displace (empuxo)- Pressão diferencial (diafragma)- Borbulhador- Capacitância eletrostática- Ultra-sônico- Por pesagem- Por raio gama



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

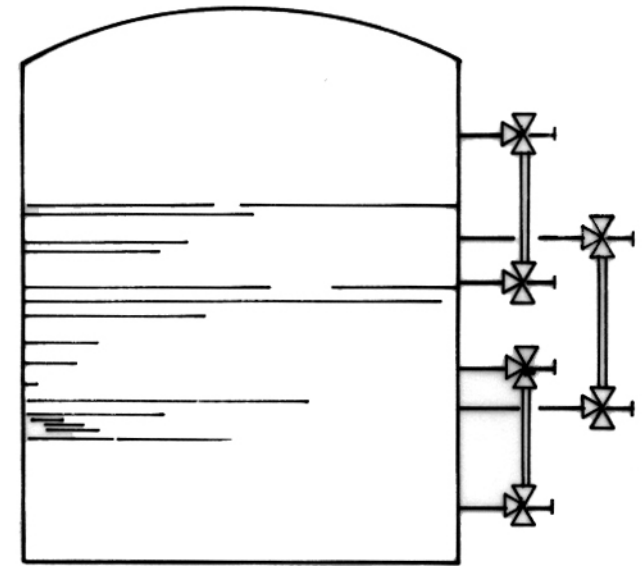
Bloco
metálico



Tubo de
vidro reto

Haste
protetora

Bloco
metálico



VISOR DE NÍVEL TUBULAR

Normalmente é constituído por um tubo de vidro reto, com espessura adequada a cada aplicação. É conectado a blocos metálicos.

O comprimento e o diâmetro do tubo dependem das condições a que o visor será submetido.

Para proteger o tubo de vidro de eventuais choques mecânicos são montadas, hastes protetoras metálicas ou tubos e chapas plásticas envolvendo o tubo de vidro.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

VISOR DE VIDRO PLANO REFLEX

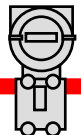
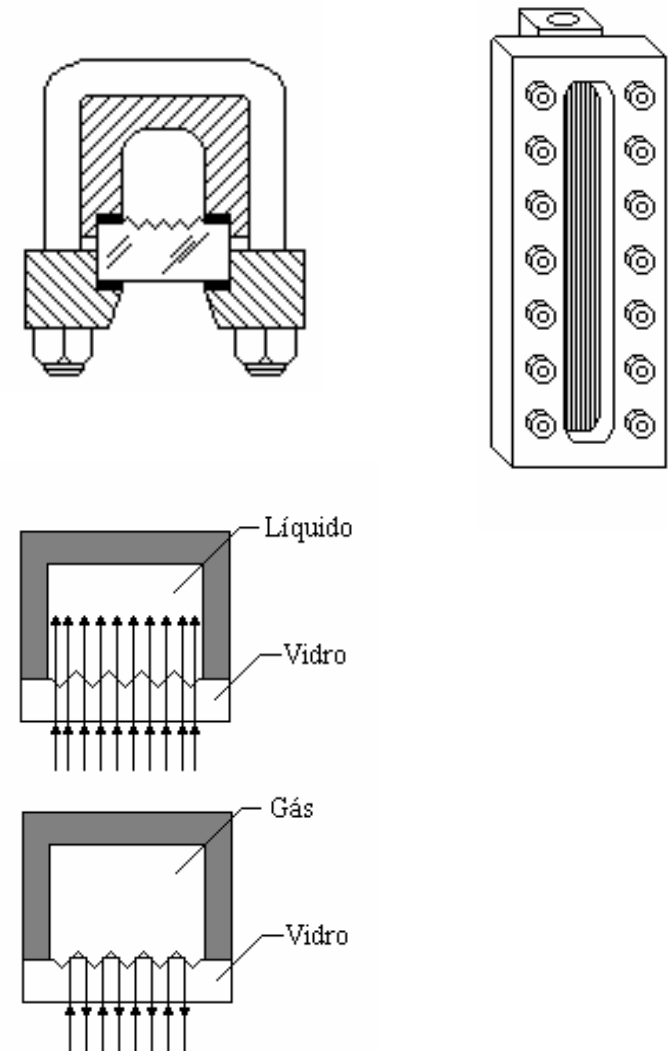
Este tipo de visor possui um vidro com rachuras prismáticas na face que fica em contato com o líquido que se deseja medir. Seu funcionamento é baseado na lei ótica da reflexão total da luz. A superfície interna do vidro é composta de prismas normais no sentido longitudinal do visor. Os raios de luz normais à face do visor atingem a superfície do prisma com um ângulo de 45° , sofrendo reflexão total pois o ângulo crítico é ultrapassado (para a superfície vidro-ar o ângulo crítico é de 42°).

Nesta condição, o visor apresenta uma cor prata brilhante.

Na região do visor onde existir líquido não ocorrerá reflexão total pois o ângulo crítico não é ultrapassado (para a superfície vidro-água é de 62°). Desta forma, o visor apresentará uma cor escura.

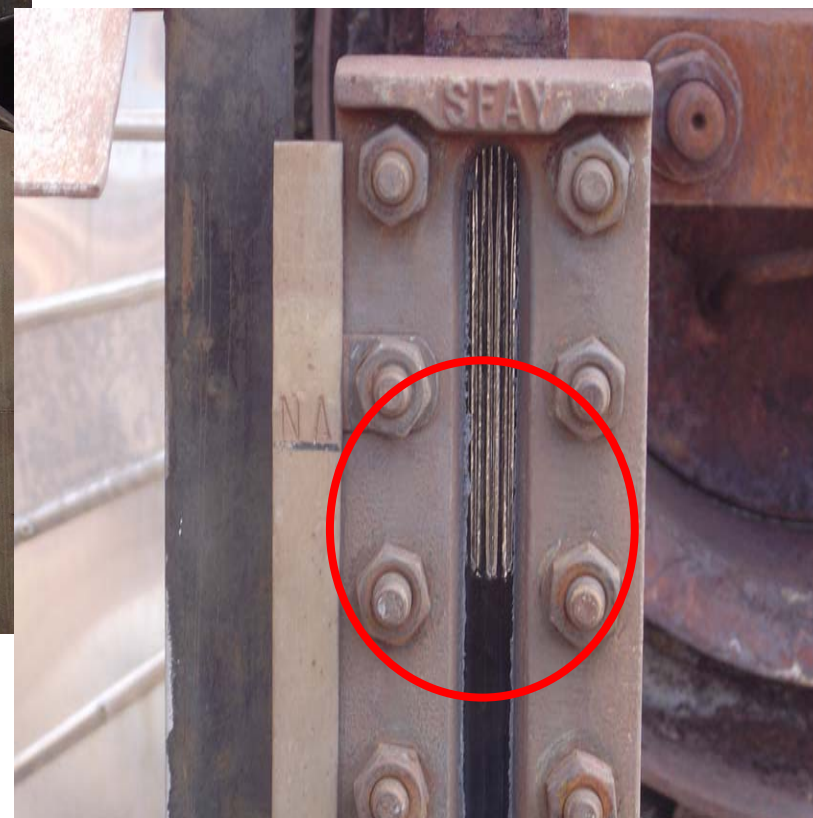
Os visores de nível plano reflex não devem ser utilizados nas seguintes aplicações:

- Fluidos corrosivos ao vidro
- Fluidos viscosos
- Iluminação insuficiente no local de instalação
- Detecção da interface de dois líquidos não miscíveis



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



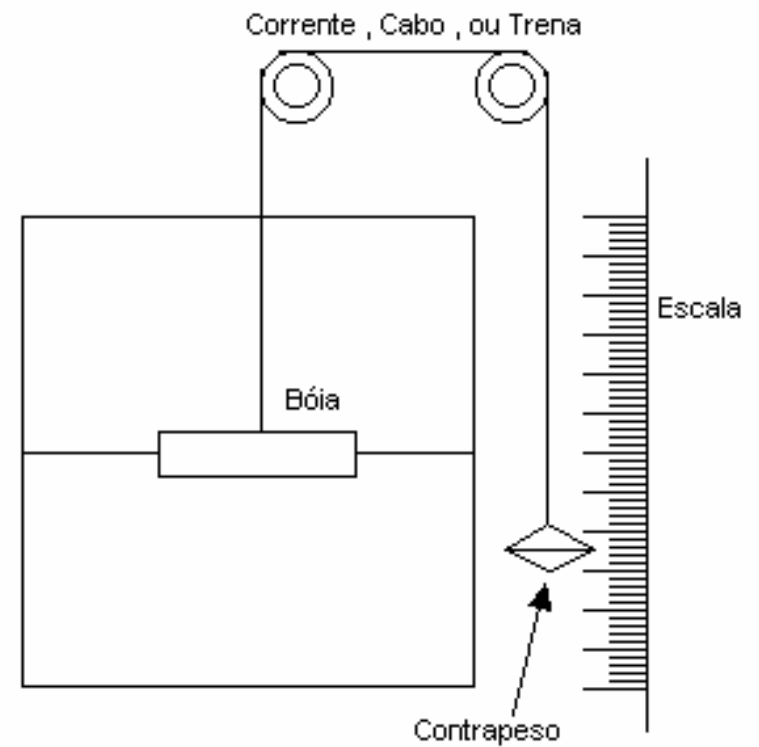
Eng. Marcelo Saraiva Coelho



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

BÓIA OU FLUTUADOR



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

BÓIA OU FLUTUADOR



Eng. Marcelo Saraiva Coelho

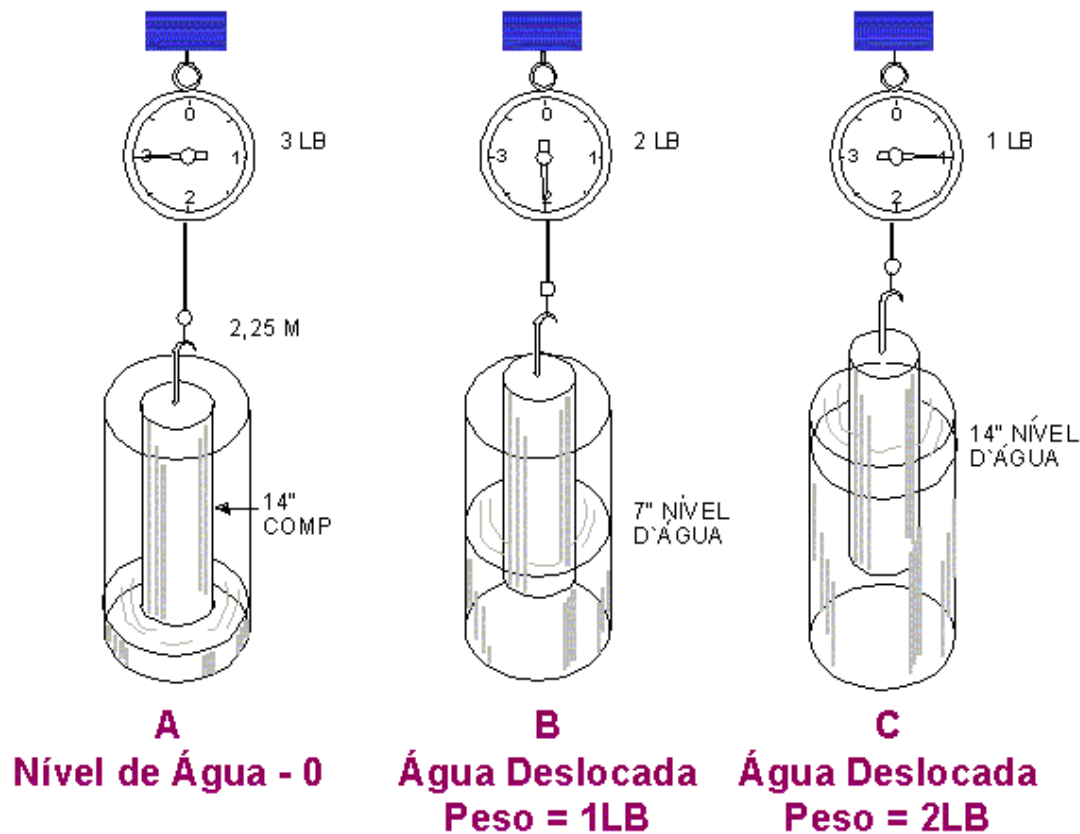


PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

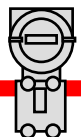
Variação do Pap. no Medidor Contínuo

$$P_{ap.} = W - E$$



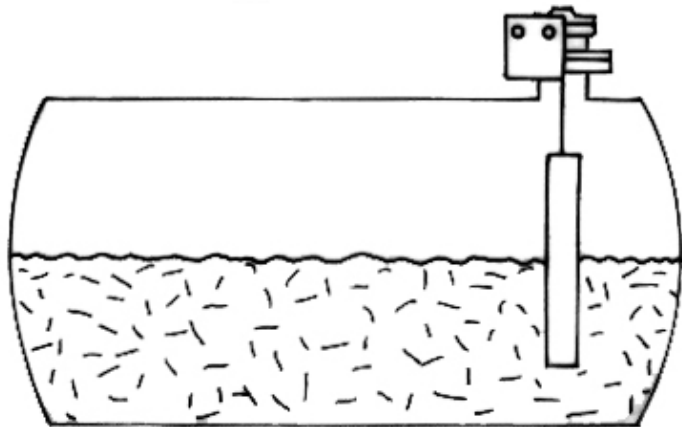
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR EMPUXO

O deslocador, comumente utilizado como sensor de transmissores de nível tem a forma de um cilindro oco, fabricado de materiais como aço inox 304 ou 316, monel, hastelloy, teflon sólido etc. A escolha do material do deslocador é determinada, principalmente, pela temperatura e corrosividade do fluido cujo nível se deseja medir. Se necessário, são depositados contrapesos granulados no interior do cilindro, a fim de ajustar o peso do deslocador.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

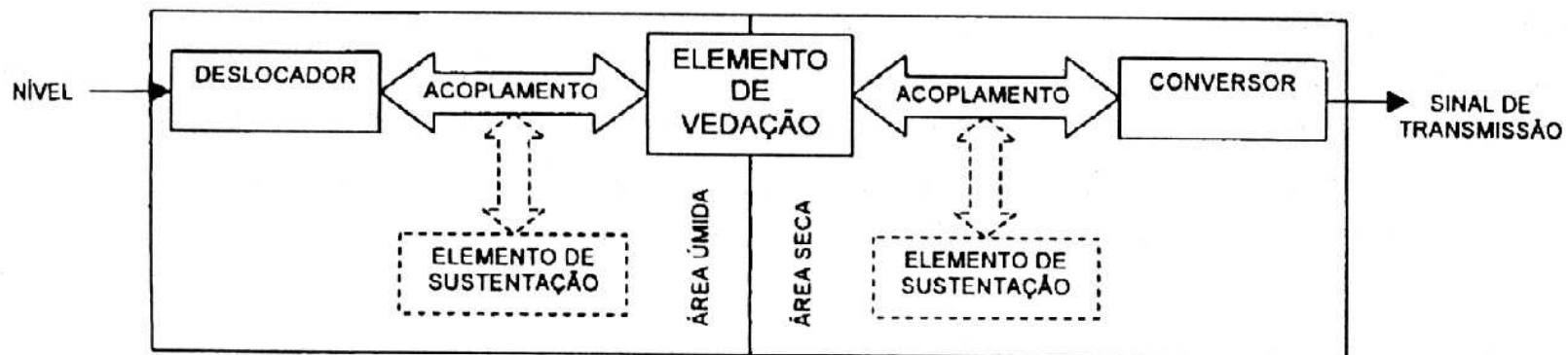


Eng. Marcelo Saraiva Coelho



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



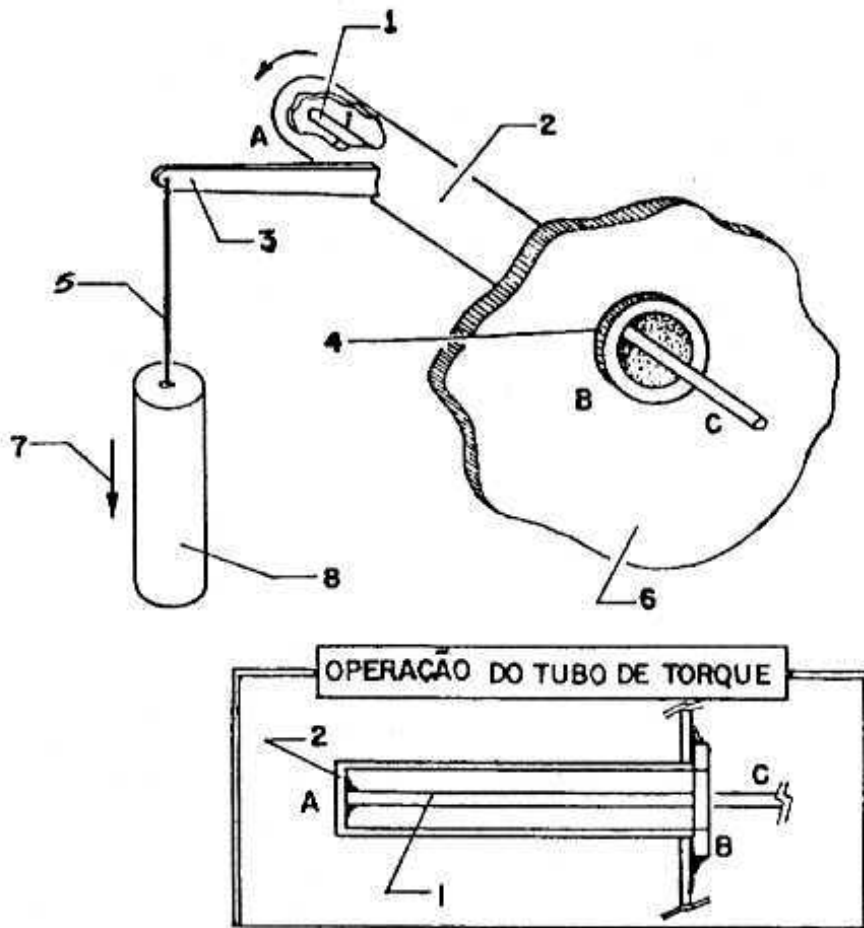
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR EMPUXO

O deslocador é o componente sobre o qual age o nível, que representa a variável primária de medição. Portanto, o deslocador desempenha a função de sensor, convertendo as variações de nível em variações de empuxo. Uma vez que o deslocador é "mais pesado" que o líquido cujo nível é o objeto da medição, sua sustentação deve ser garantida por um outro componente. Este segundo componente é o elemento de sustentação, que provê uma suspensão elástica do deslocador, permitindo a movimentação deste sensor em resposta às variações de nível. O terceiro componente do transmissor tem a função de converter a informação de nível oriunda do deslocador em um meio de transmissão adequado, como a corrente elétrica na versão eletrônica. A comunicação entre o deslocador e o conversor é realizada através do quarto componente aqui apresentado, o acoplamento. O quinto componente, denominado elemento de vedação, bloqueia a passagem de qualquer fluido que possa penetrar no compartimento do conversor



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



Medição de Nível por Empuxo

- 1 - Eixo de transmissão de rotação
(soldado na extremidade fechada do tubo de torque)
- 2 - Tubo de torque
- 3 - Braço de torque
- 4 - Extremidade do tubo de torque soldada ao corpo do instrumento
- 5 - Haste do deslocador
- 6 - Corpo do instrumento
- 7 - Movimento do deslocador quando o nível desce
- 8 - Deslocador

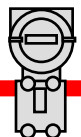
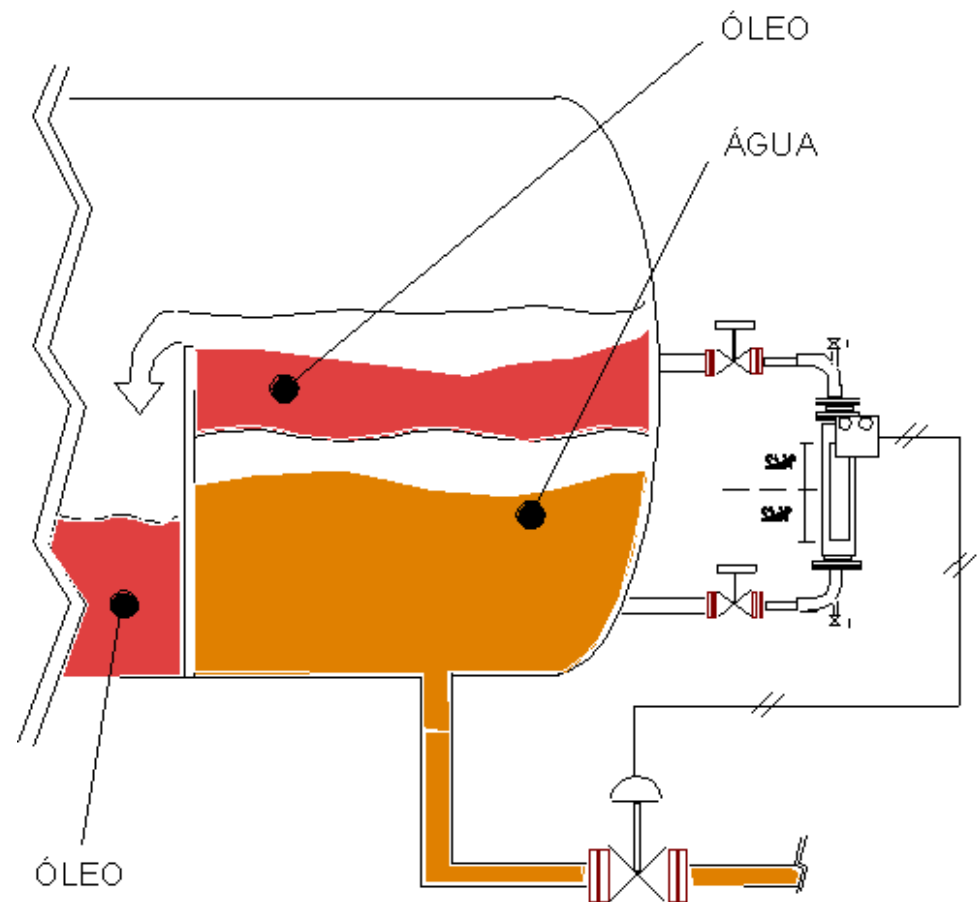


PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

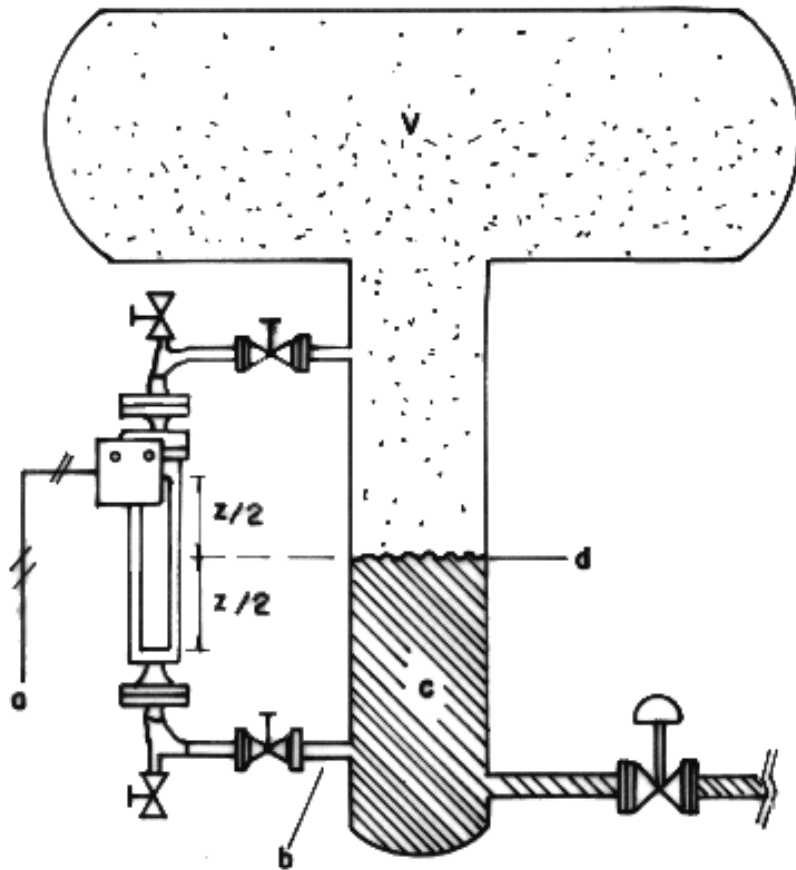
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR EMPUXO

Na figura está representada uma montagem para medição de interface. Trata-se de um separador de óleo/água saído de plataforma marítima de extração de petróleo. Em termos simplificados, o petróleo, juntamente com a água, é acumulado num dos dois compartimentos do separador, a fim de permitir que o óleo sobrenade a água por diferença de densidade. Separado, o óleo flui para o outro compartimento do separador, a partir do qual será enviado a outras bases através de bombas de expedição e oleoduto marítimo. Neste exemplo, a interface é mantida em níveis seguros por um controlador



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



MEDIÇÃO DE NÍVEL POR EMPUXO

A figura ilustra a montagem de um instrumento do tipo deslocar em um vaso de distribuição de vapor, de uma planta industrial. Tais vasos possuem uma conformação especial, denominada bota, destinada a coletar o condensado, cujo nível deve ser mantido sob controle. Para isso, neste exemplo utiliza-se um controlador com transmissor autocontido, provido de câmara para o deslocador. O nível no interior da câmara do deslocador acompanha o nível na bota, devido às tomadas de equalização que interligam os dois compartimentos, através das duas válvulas de bloqueio. O emprego dessas válvulas visa permitir a retirada ou manutenção da câmara, sem a necessidade de parar/despressurizar o vaso.

- a - Para válvula de extração de condensado
- b - Tomada de equalização
- c - condensado
- d - Meio de range
- v - Vapor



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

TRANSMISSOR DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL

Estes instrumentos, quando utilizados em medição de nível, medem diferenciais de pressão que são provocados pela coluna líquida presente nos equipamentos cujo nível se deseja medir.

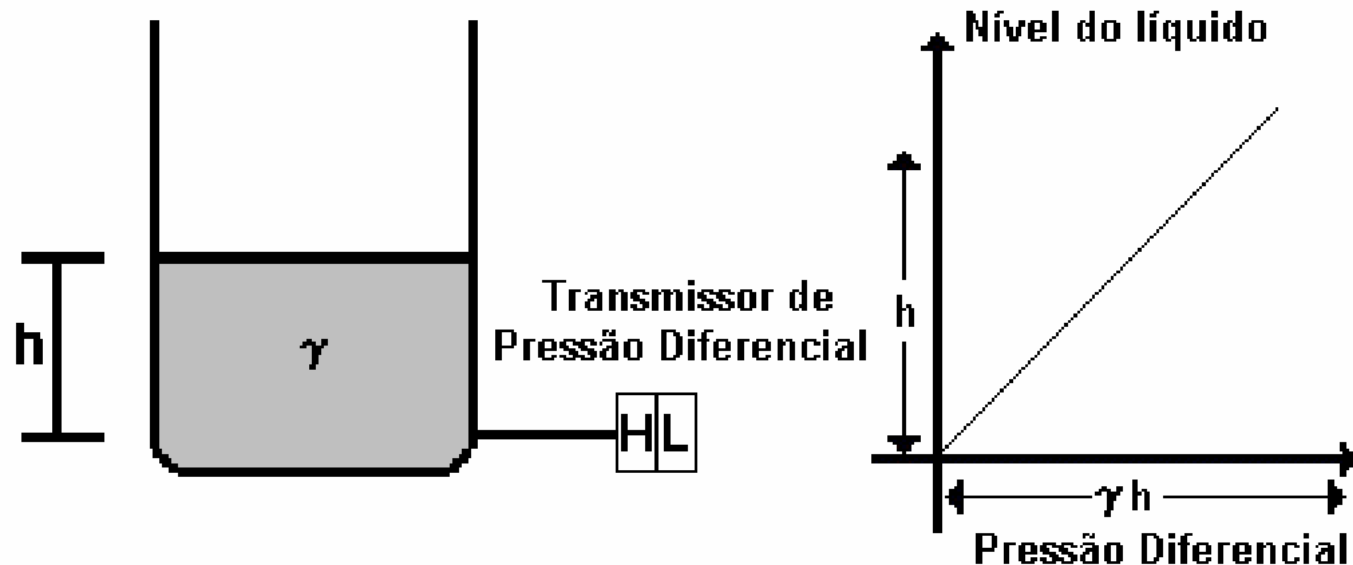
A - Para tanque aberto com transmissor nivelado com a tomada de impulso

O lado de alta pressão do transmissor de pressão diferencial é ligado pela tomada da parte inferior do tanque e o lado de baixa pressão é aberto para a atmosfera.

Visto que a pressão estática do líquido é diretamente proporcional ao peso do líquido, este pode ser obtido pela medida do primeiro.

Neste caso, o medidor de pressão pode ser usado em vez do transmissor de pressão diferencial.

O transmissor de pressão diferencial é usualmente montado em uma posição que corresponde o nível baixo de medição.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

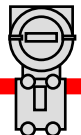
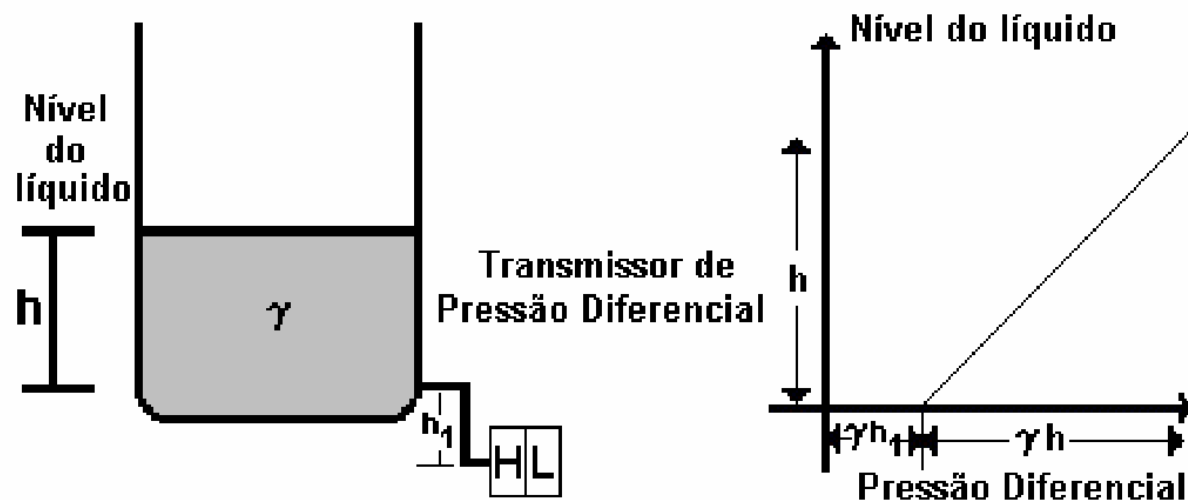
INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

TRANSMISSOR DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL

B - Para tanque aberto com transmissor abaixo da tomada de impulso

O lado de alta pressão do transmissor de pressão diferencial é ligado pela tomada da parte inferior do tanque e o lado de baixa pressão é aberto para a atmosfera.

O transmissor de pressão diferencial é usualmente montado em uma posição que corresponde o nível baixo de medição. Se isto é difícil, ele pode ser montado como mostra a figura. Neste caso a supressão é necessário desde que a pressão adicional já esteja na parte baixa do nível do líquido.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

TRANSMISSOR DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL TIPO FLANGE

Característica Física Nominais

Faixa: 250/1250 mm H₂O até 5000/25000 mm H₂O

Sinal de saída: 4 ~ 20 mA

Alimentação: 24 Vcc (eletr.)

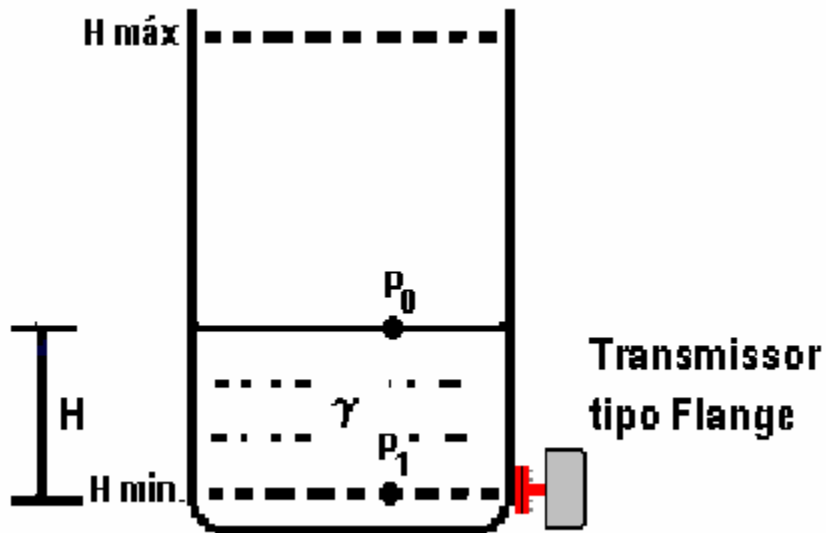
Pressão de Projeto: Max 400 Kgf/cm²

Limites de Temperatura (ambiente e processo): - 40° a + 120°C

Precisão: apresenta valores de ordem de $\pm 0,1\%$ da faixa (span), incluindo efeitos

conjuntos de linearidade, histerese e repetibilidade.

Conexão do processo: $\frac{1}{4}$ " NPT ou $\frac{1}{2}$ " NPT.



Materiais

Apesar de existir o recurso da utilização de sistemas de selagem para proteger seus internos contra fluidos corrosivos, o transmissor pode apresentar uma série de combinação de materiais para as partes que têm contato com fluido: Aço Inoxidável 316 e 316L, Hastelloy C, Monel, Tântalo, Duranickel. Também podem ser fornecidos com preparação especial dos internos para operações com oxigênio e hidrogênio. Os corpos (câmara de pressão) são geralmente de aço inoxidável forjado ou de aço carbono forjado (niquelado ou cadmiado). O invólucro da eletrônica é normalmente de liga de alumínio alto impacto.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



TRANSMISSOR DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL TIPO FLANGE MATERIAIS

Apesar de existir o recurso da utilização de sistemas de selagem para proteger seus internos contra fluidos corrosivos, o transmissor pode apresentar uma série de combinação de materiais para as partes que têm contato com fluido: Aço Inoxidável 316 e 316L, Hastelloy C, Monel, Tântalo, Duranickel. Também podem ser fornecidos com preparação especial dos internos para operações com oxigênio e hidrogênio. Os corpos (câmara de pressão) são geralmente de aço inoxidável forjado ou de aço carbono forjado (niquelado ou cadmiado). O invólucro da eletrônica é normalmente de liga de alumínio alto impacto.



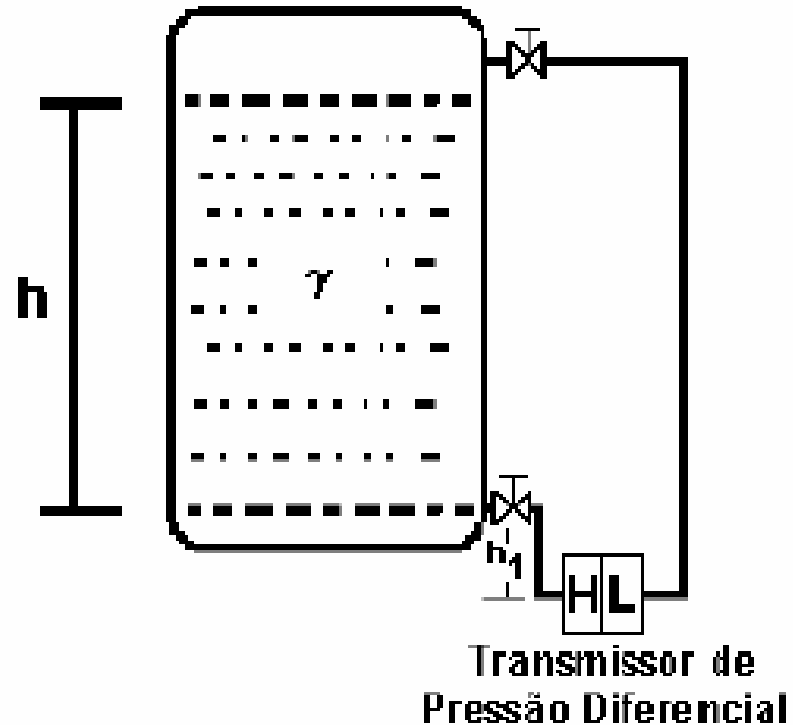
PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

TRANSMISSOR DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL

C - Para Tanque Fechado com transmissor abaixo da tomada de impulso

No tanque fechado se a pressão dentro do tanque é diferente da pressão atmosférica, os lados de alta e baixa pressão são conectados individualmente por tubos na parte baixa e alta do tanque respectivamente para obter pressão diferencial proporcional ao nível líquido



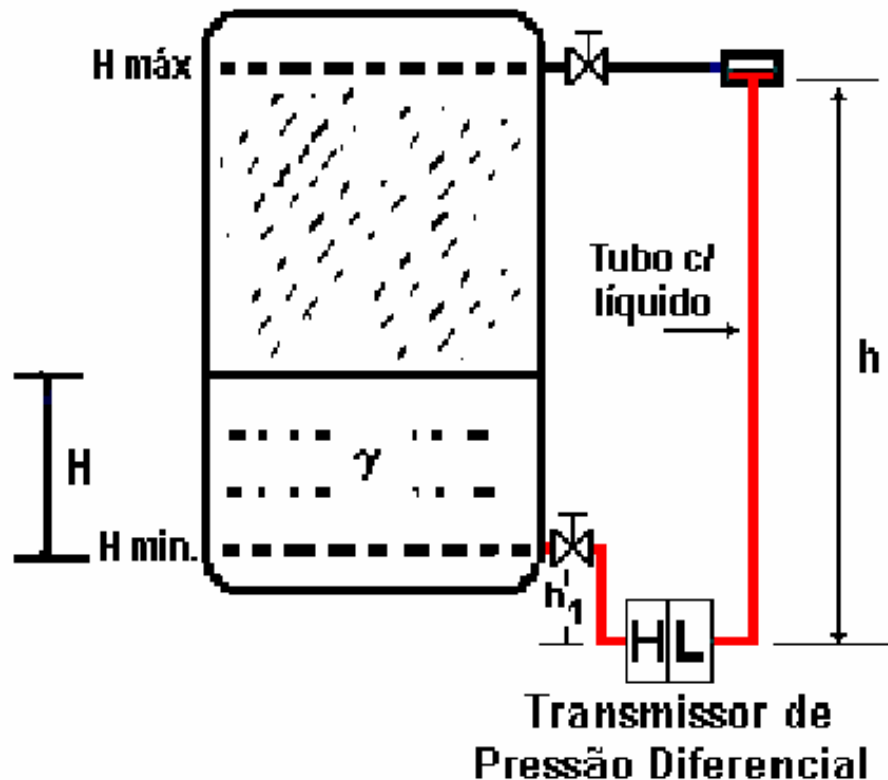
PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

TRANSMISSOR DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL

D - Para tanque fechado com vapor

Quando se necessita medir nível em tanque fechado contendo vapor, se faz necessário preencher a tomada de alta pressão com um líquido (normalmente água) para evitar que se forme uma coluna de água nesta tomada, devido à existência de condensado que se acumularia nela e provocaria medição falsa. Neste caso, deve-se fazer a correção do efeito desta coluna.

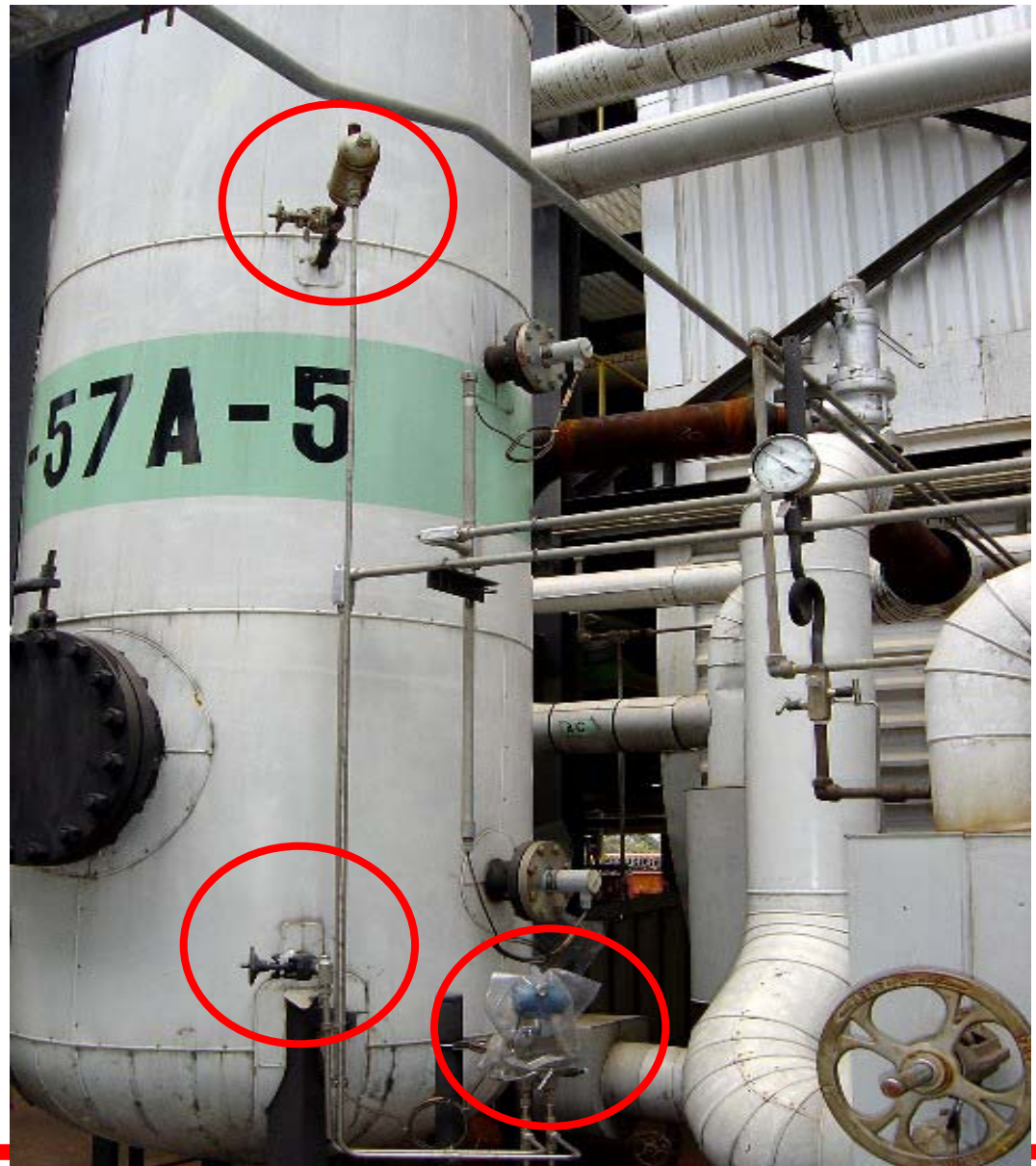


PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

**TRANSMISSOR DE NÍVEL POR
PRESSÃO DIFERENCIAL**

MEDIÇÃO DE NÍVEL NO TANQUE
FECHADO E PRESSURIZADO E
COM POTE DE SELAGEM



Eng. Marcelo Saraiva Coelho



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

**TRANSMISSOR DE
PRESSÃO
DIFERENCIAL COM
SELO REMOTO**

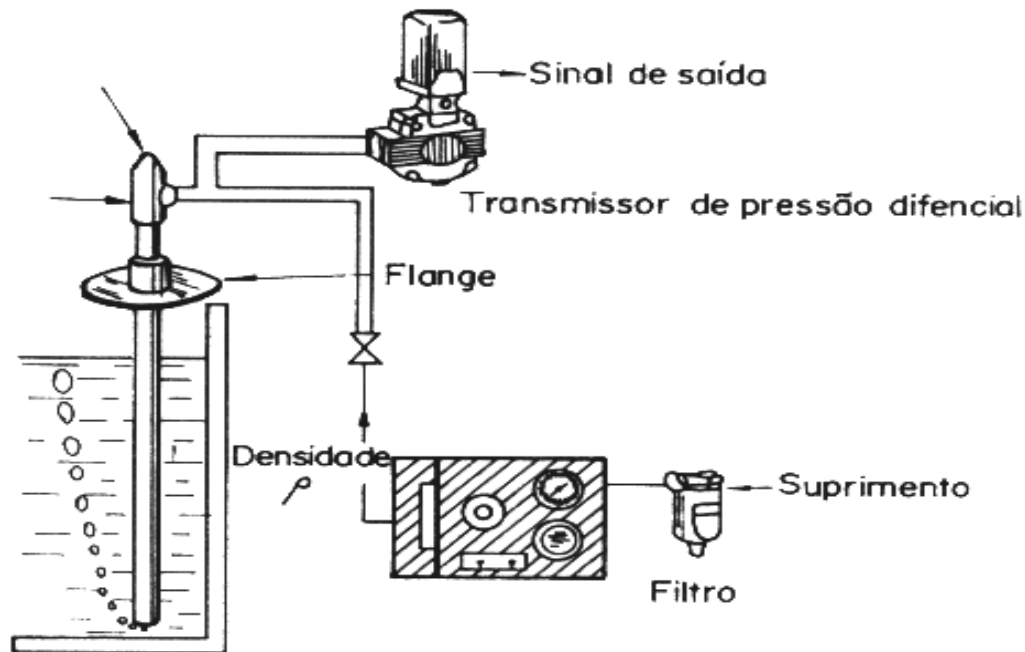


Eng. Marcelo Saraiva Coelho



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



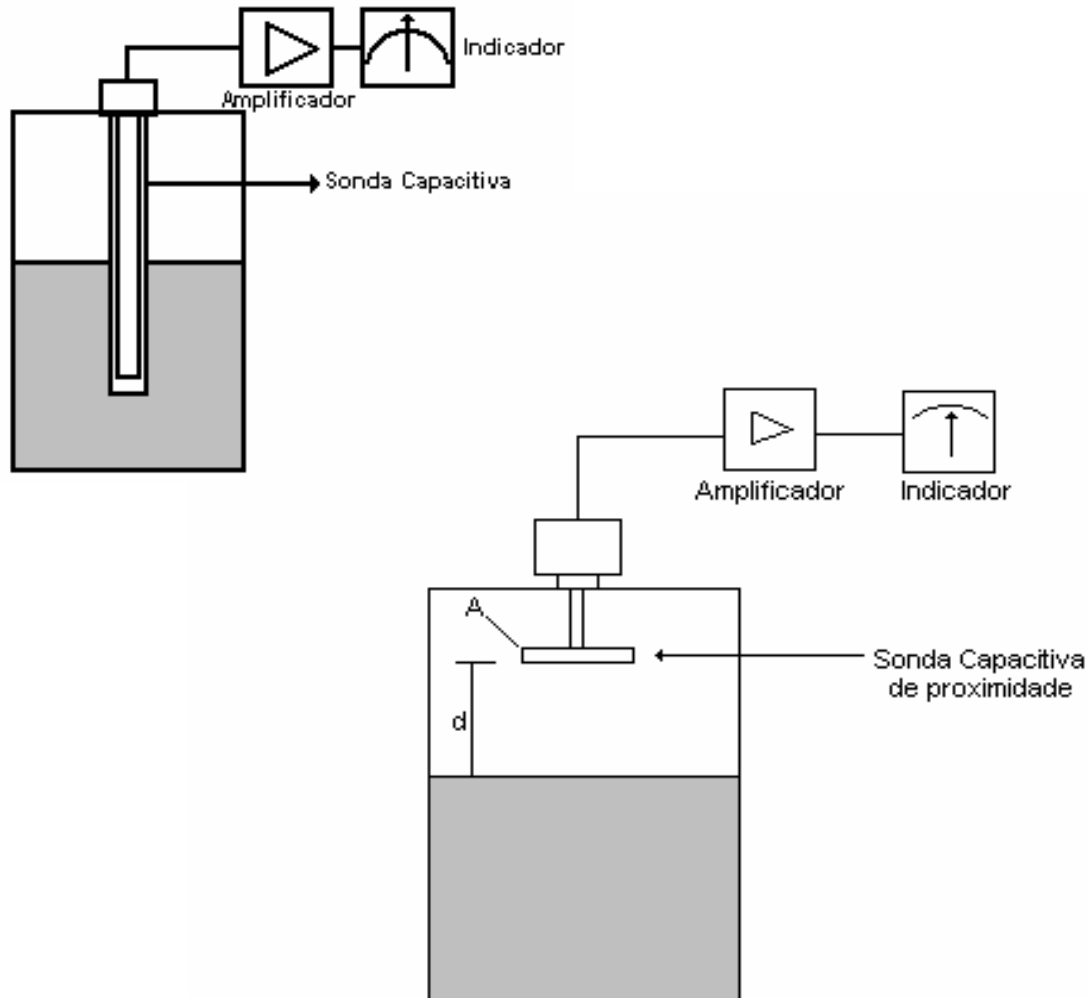
MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PRESSÃO DIFERENCIAL (BORBULHADOR)

Neste tipo de medição, um tubo é inserido no líquido em um vaso. Uma das pontas devidamente preparada é submersa no líquido cujo nível se deseja medir e através da ponta superior é fornecido ar ou gás inerte permanentemente. O princípio no qual se baseia este tipo de medição é que será necessário uma pressão de ar igual à coluna líquida existente no vaso, para que o ar vença este obstáculo e consiga escapar pela extremidade inferior do tubo. Na medição é necessário que se possa saber se a pressão exercida pela coluna de líquido está sendo vencida ou não, e isto se torna possível com o escape das bolhas de ar pela ponta imersa no tubo. Isto representa um pequeno valor adicional na pressão de ar, desprezível, desde que o borbulhamento não seja intenso. A medida se faz através de um instrumento receptor que pode ser um manômetro ou qualquer outro instrumento transmissor de pressão. A figura mostra um esquema deste tipo de medidor.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



MEDIÇÃO DE NÍVEL POR CAPACITÂNCIA

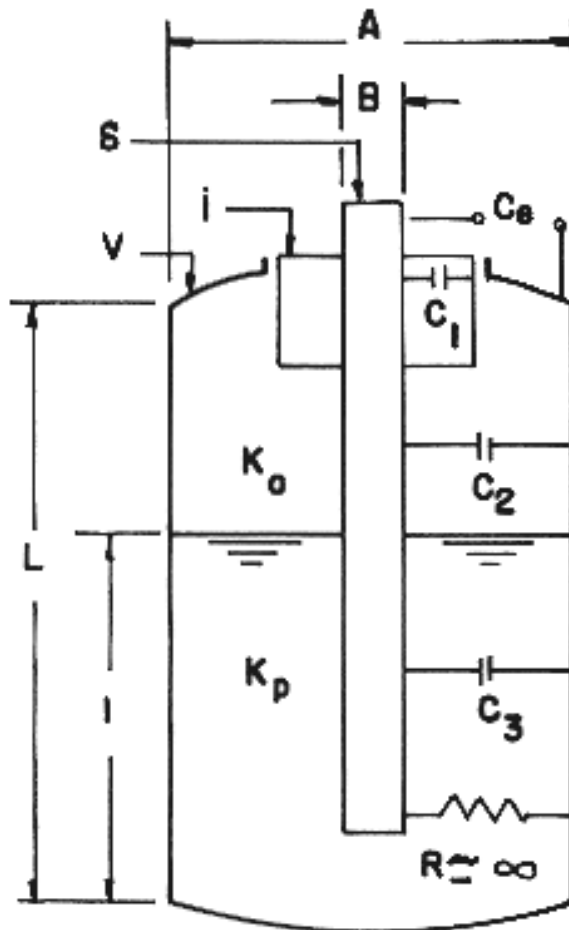
O medidor por capacitância consiste de uma sonda vertical inserida no vaso no qual se deseja monitorar o nível. A sonda pode ser isolada ou não e serve como uma das placas do capacitor. A outra placa é formada pelas paredes do vaso e o fluido comporta-se como dielétrico. A capacitância é medida através de um circuito em ponte AC, excitado por um oscilador de alta frequência (500 kHz a 1,5 MHz). Ao variar o nível no interior do vaso, altera-se as proporções entre o líquido e o vapor. Como a constante dielétrica da maioria dos líquidos é maior que a dos vapores as variações de nível se traduzem em variações (quase) lineares de capacitância.

Consequentemente, as sondas capacitivas também podem ser utilizadas para detectar a interface de líquidos com constantes dielétricas (K) distintas.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

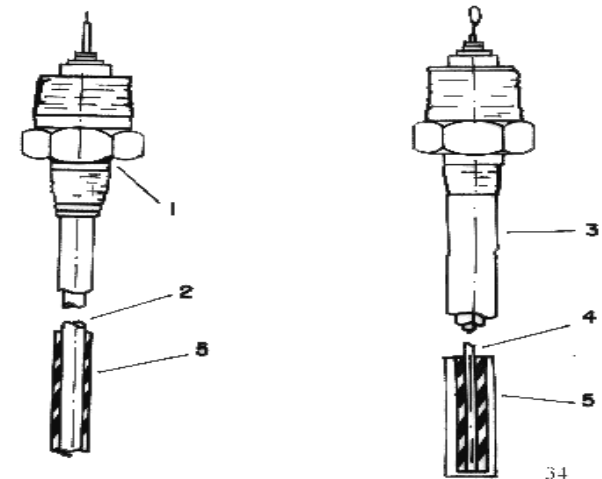
INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



MEDIÇÃO DE NÍVEL POR CAPACITÂNCIA

A figura ilustra a instalação de uma sonda capacitiva para medição do nível de um líquido isolante em um vaso com paredes condutoras. É mostrado, também, o circuito elétrico equivalente. No circuito, C_1 representa a capacitância parasita apresentada, pelo isolador da sonda e é constante. As capacitâncias C_2 e C_3 representam os efeitos das constantes dielétricas das fases de vapor e líquido, respectivamente. O valor do resistor R deve ser muito elevado (tendendo ao infinito) e representa a resistência efetiva entre a sonda e as paredes do vaso. As condições de pressão e temperatura determinam o tipo de isolador da sonda enquanto que as condições do fluido (corrosivo ou não) determinam o seu revestimento.

- 1 - Cabeçote
- 2 - Sonda
- 3 - Placa externa
- 4 - Placa interna
- 5 - Revestimento



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



**MEDIÇÃO DE NÍVEL
POR CAPACITÂNCIA**



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

MEDIÇÃO DE NÍVEL POR ULTRASSOM

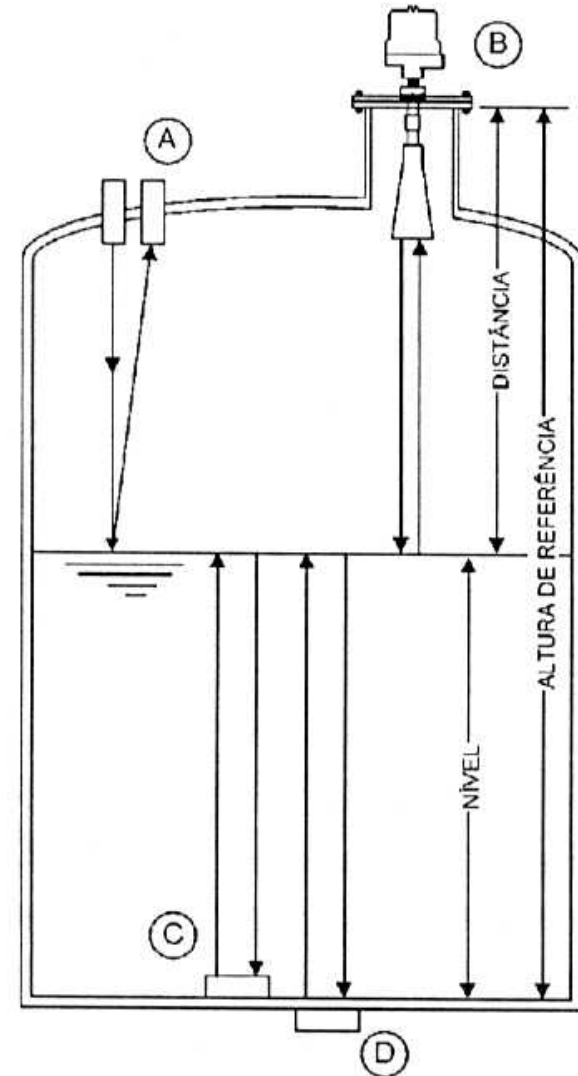
O princípio de operação dos dispositivos do tipo ultra-sônico baseia-se na reflexão da onda gerada pelo transdutor, quando encontra a interface com o produto cujo nível se deseja medir ou, mais precisamente, no lapso de tempo gasto pela onda desde o instante em que ela é gerada até o instante em que ela retorna ao transdutor, depois de refletir-se na interface; é a chamada técnica do ECO. Como o som se propaga com velocidade constante e conhecida em um determinado meio (usualmente o meio de propagação utilizado é o ar) e em uma determinada temperatura, o tempo entre a emissão e a recepção da onda refletida (ECO), será proporcional à distância entre o sensor e o objeto que ocasionou a reflexão. Assim, pode-se escrever que:

$$\text{Distância} = \text{Velocidade} \cdot \text{Tempo}$$

Onde:

Velocidade = velocidade de propagação da onda ultra-sônica em um determinado meio;

Tempo = metade do tempo decorrido entre a emissão e a recepção da onda refletida (ECO).



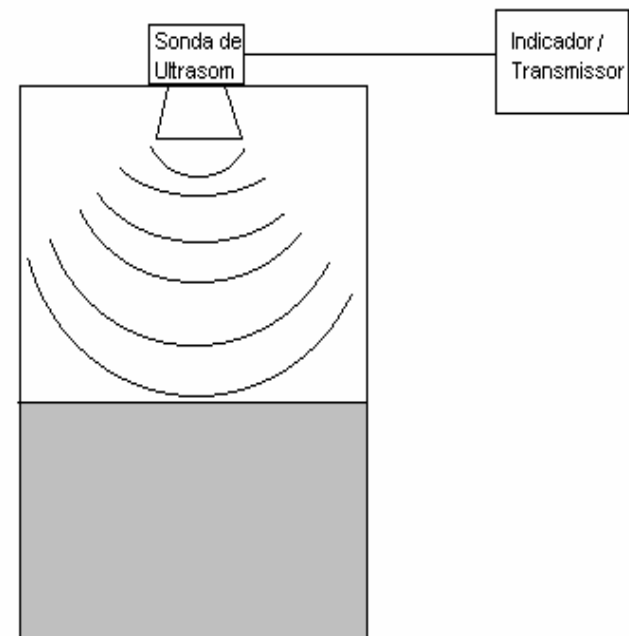
PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

MEDIÇÃO DE NÍVEL POR ULTRASSOM

Como as ondas de som produzidas pelos medidores do tipo ultrassônico são transmitidas mecanicamente pela expansão do meio material, a transmissão das ondas requer um meio para transmissão, conseqüentemente, variações no meio podem afetar a velocidade de propagação e afetar a medição do nível. Variações na temperatura do meio também afetam a velocidade de propagação do som, por isso, a maioria dos transdutores incorpora um sensor de temperatura que corrige a velocidade do som, em função da temperatura do meio de propagação.

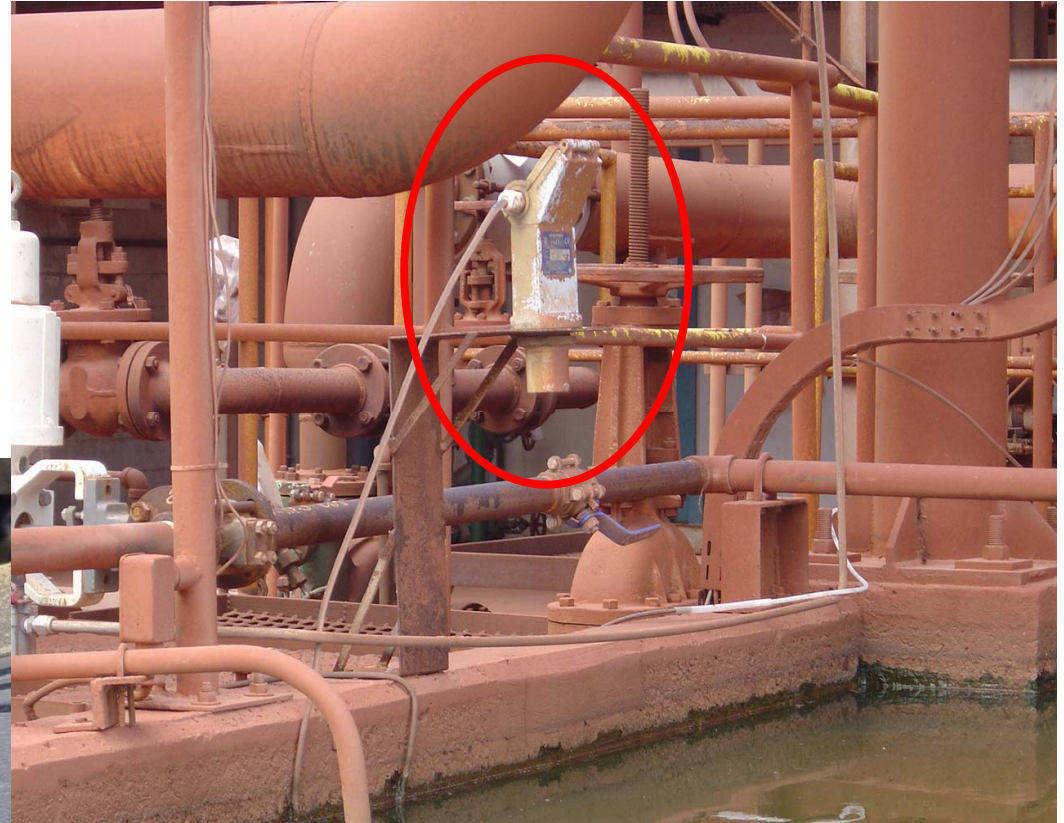
Presença de espuma, poeira, vapor, névoa, neblina, turbulência do líquido e bloqueio do sinal pela presença de interferências são alguns dos fatores que afetam a medição de nível e que se ocorrerem, devem ser devidamente compensados ou, se possível, eliminados.



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

*MEDIÇÃO DE NÍVEL
POR ULTRASSOMX*



Eng. Marcelo Saraiva Coelho



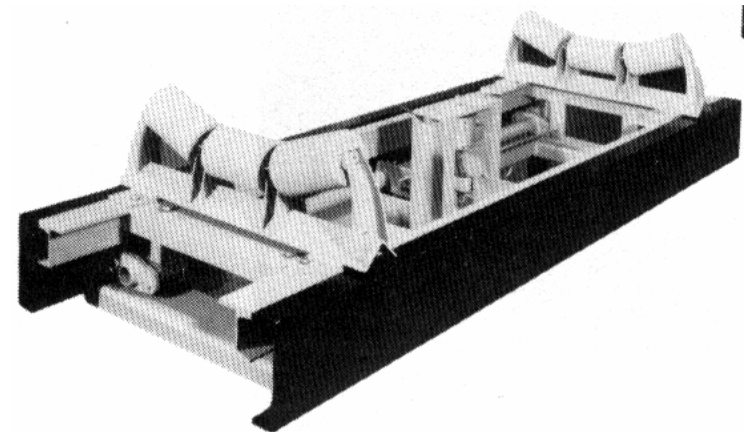
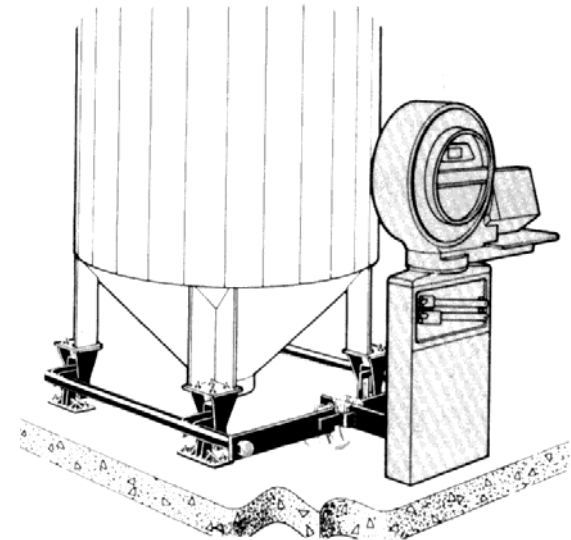
PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PESAGEM

A medição de nível por pesagem consiste basicamente na instalação de células de cargas nas bases de sustentação do silo cujo nível se deseja medir.

Célula de carga é um sensor constituído por fitas extensiométricas (STRAIN-GAUGES) fixados adequadamente em um bloco de aço especial com dimensões calculadas para apresentar uma deformação elástica e linear quando submetido a uma força. Essa deformação é detectada pelas fitas extensiométricas através da variação de sua resistência elétrica.

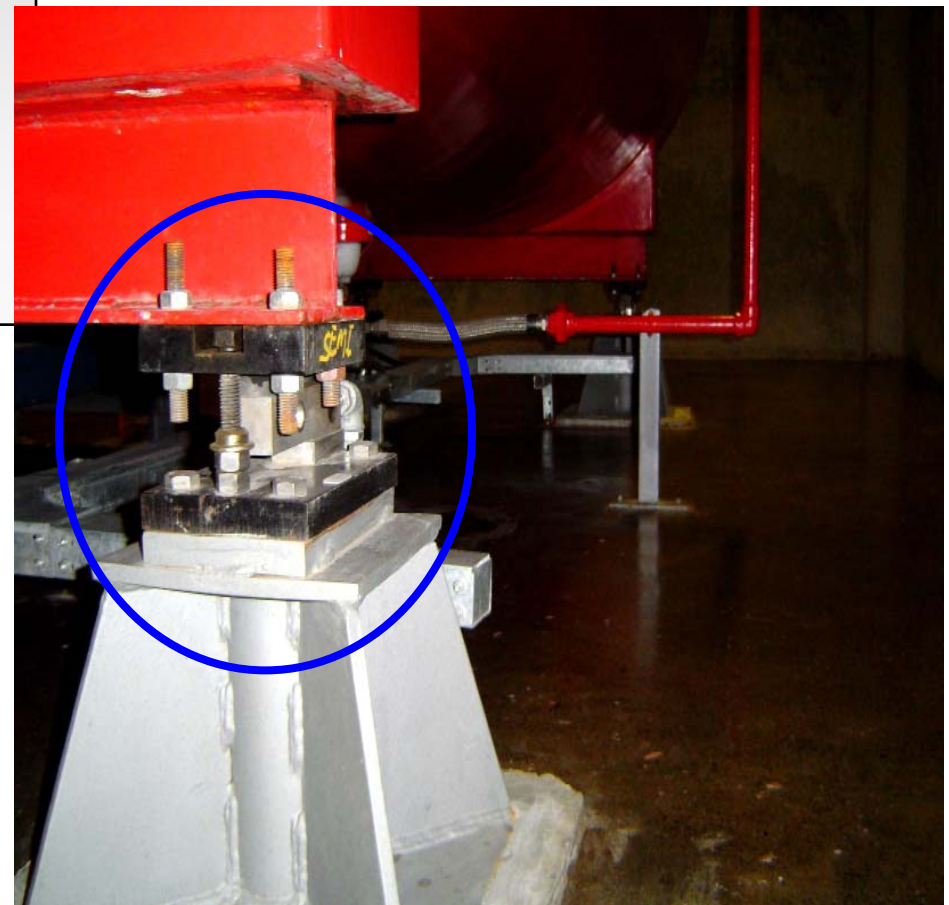
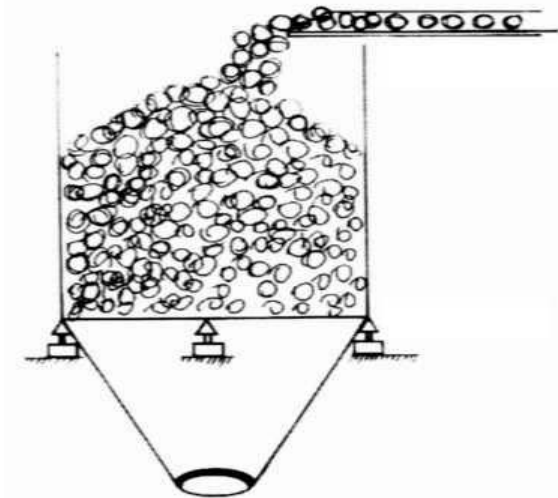


PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

MEDIÇÃO DE NÍVEL POR PESAGEM

As células de carga podem ser instaladas sob os pontos de apoio da estrutura do silo, de tal forma que o seu peso é nelas aplicado. Para estas aplicações é necessário que as células de carga sejam imunes a esforços laterais. Para isto seus encostos para a carga são constituídos de apoios especiais do tipo côncavo ou esférico. O número de células de carga varia em função da forma de silo, sendo que a solução que apresenta melhor precisão é apoiar o silo em três células dispostas defasadas de 120° em relação à projeção do seu centro de simetria.



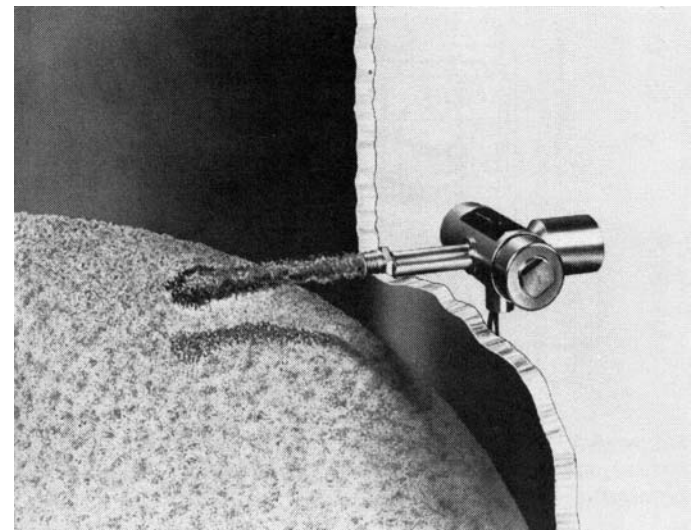
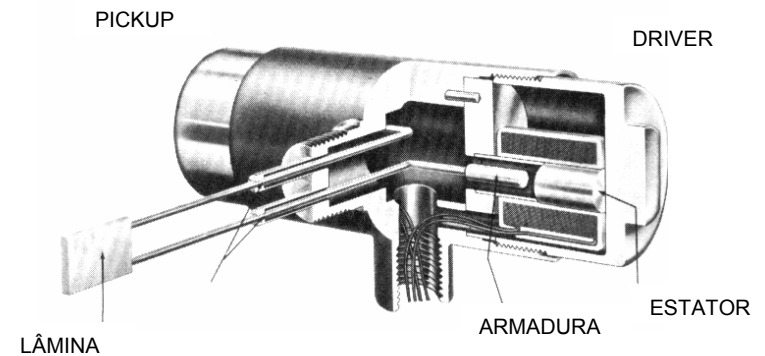
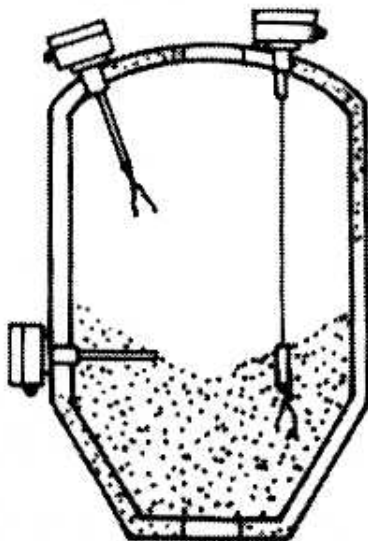
PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

CHAVES DE NÍVEL TIPO VIBRATÓRIA

"O princípio de operação da chave de nível do tipo lâmina vibratória baseia-se no amortecimento da vibração de uma haste singela ou de duas hastes em forma de diapasão".

Este amortecimento mecânico se faz por absorção de energia de vibração pela viscosidade de um líquido ou pela resistência de sólidos granulares ou em pó que entram em contato com a(s) haste(s).



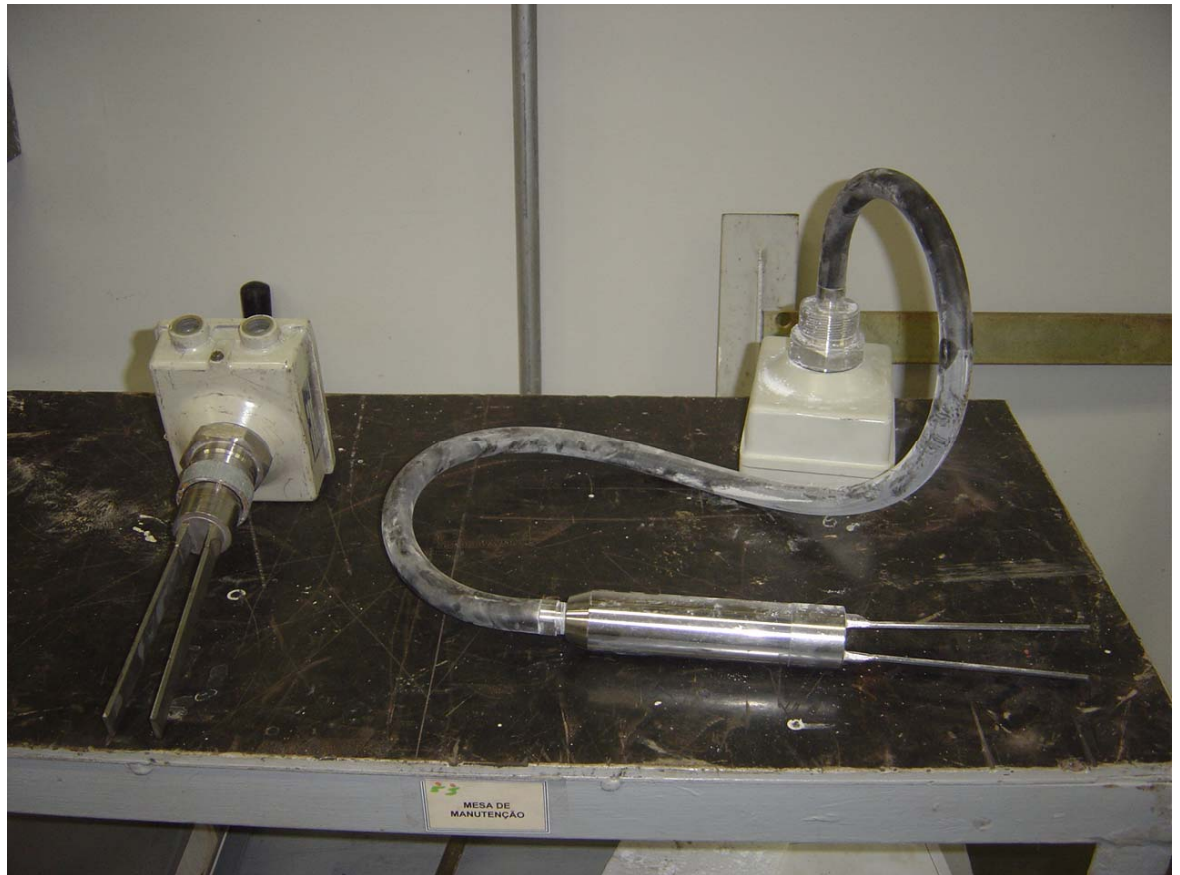
PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL

CHAVES DE NÍVEL TIPO VIBRATÓRIA

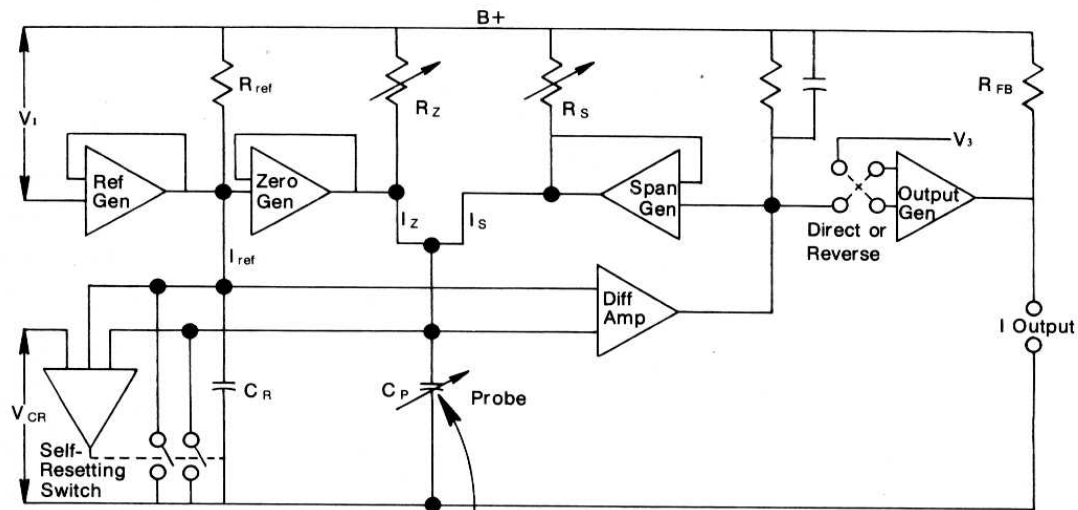
"O princípio de operação da chave de nível do tipo lâmina vibratória baseia-se no amortecimento da vibração de uma haste singela ou de duas hastes em forma de diapásão".

Este amortecimento mecânico se faz por absorção de energia de vibração pela viscosidade de um líquido ou pela resistência de sólidos granulares ou em pó que entram em contato com a(s) haste(s).



PROJETOS EM INSTRUMENTAÇÃO E AUTOMAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO - NÍVEL



CHAVES DE NÍVEL TIPO
CAPACITÂNCIA

