

Nível

Nível é a altura do conteúdo de um reservatório que pode ser sólido ou líquido. Trata-se de uma das principais variáveis utilizadas em controle de processos contínuos, pois através de sua medição torna-se possível:

- a) Avaliar o volume estocado de materiais em tanques de armazenamento.
- b) Balanço de materiais de processos contínuos onde existam volumes líquidos ou sólidos de acumulação temporária, reações, mistura, etc.
- c) Segurança e controle de alguns processos onde o nível do produto não pode ultrapassar determinados limites.

Métodos de Medição de Nível de Líquido

Os três tipos básicos de medição de nível são:

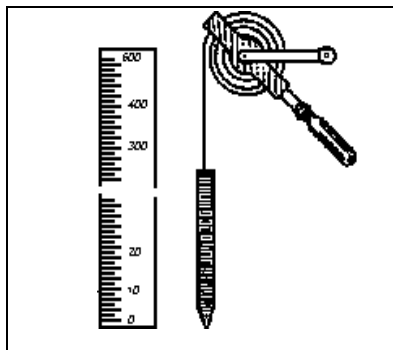
- a) direto
- b) indireto
- c) descontínuo

Medição Direta

É a medição que tomamos como referência a posição do plano superior da substância medida. Neste tipo de medição podemos utilizar réguas ou gabaritos, visores de nível, bóia ou flutuador.

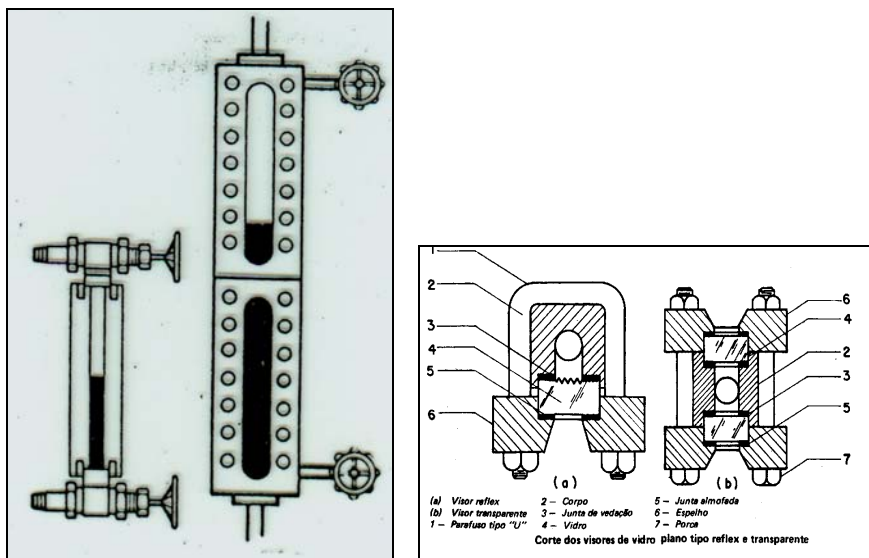
Régua ou Gabarito

Consiste em uma régua graduada a qual tem um comprimento conveniente para ser introduzida dentro do reservatório a ser medido.

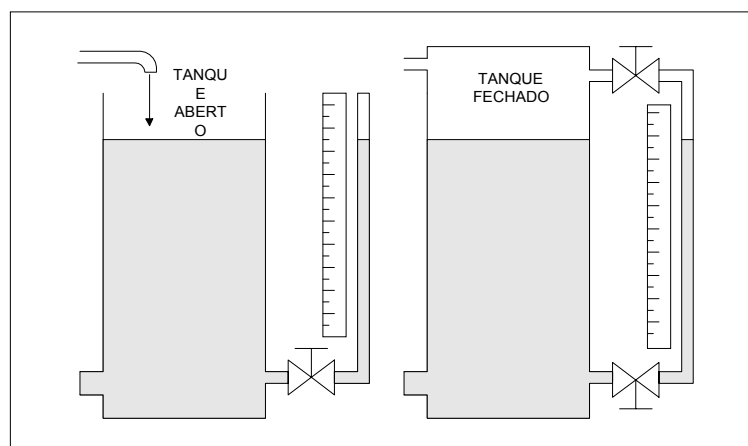


A determinação do nível se efetuará através da leitura direta do comprimento molhado na régua pelo líquido.

Visores de Nível



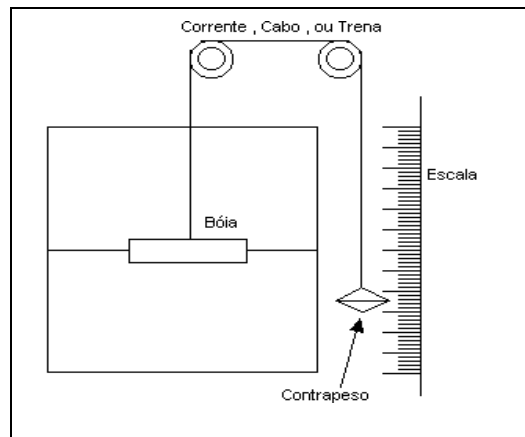
Este medidor usa o princípio dos vasos comunicantes, o nível é observado por um visor de vidro especial, podendo haver uma escala graduada acompanhando o visor.



Esta medição é feita em tanques abertos e tanques fechados.

Bóia ou Flutuador

Consiste numa bóia presa a um cabo que tem sua extremidade ligada a um contrapeso. No contrapeso está fixo um ponteiro que indicará diretamente o nível em uma escala. Esta medição é normalmente encontrada em tanques abertos.



Medição de Nível Indireta

Neste tipo de medição o nível é medido indiretamente em função de grandezas físicas como : pressão, empuxo , radiação e propriedades elétricas.

Medição de Nível por Pressão Hidrostática (pressão diferencial)

Neste tipo de medição usamos a pressão exercida pela altura da coluna líquida, para medirmos indiretamente o nível, como mostra abaixo o Teorema de Stevin:

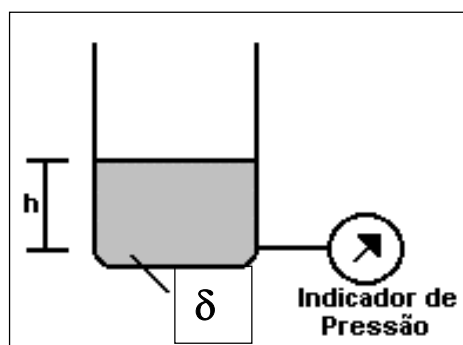
$$P = \gamma \cdot h$$

Onde:

P = Pressão em mm H₂O ou polegada H₂O

h = nível em mm ou em polegadas

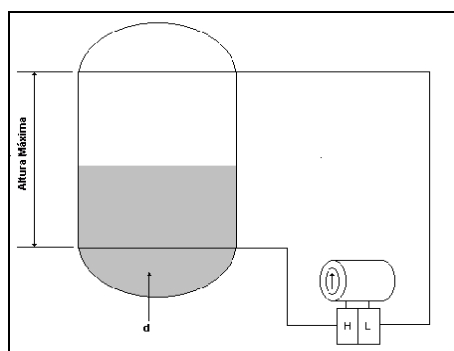
γ = densidade relativa do líquido na temperatura ambiente.



Essa técnica permite que a medição seja feita independente do formato do tanque seja ele aberto ou pressurizado.

Medição por Pressão Diferencial em Tanques Pressurizados.

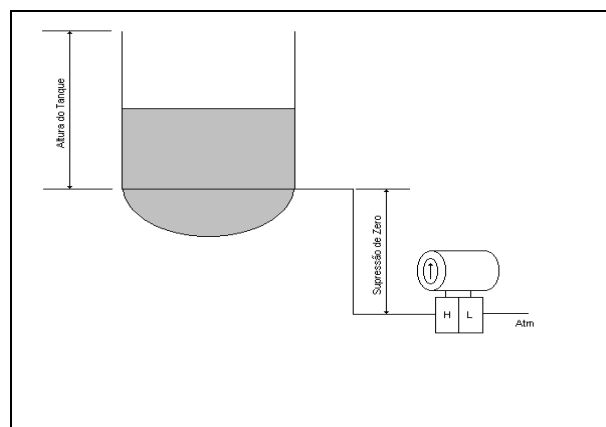
Neste tipo de medição, a tubulação de impulso da parte de baixo do tanque é conectada à câmara de alta pressão do transmissor de nível. A pressão atuante na câmara de alta é a soma da pressão exercida sob a superfície do líquido e a pressão exercida pela coluna de líquido no fundo do reservatório. A câmara de baixa pressão do transmissor de nível, é conectada na tubulação de impulso da parte de cima do tanque onde mede somente a pressão exercida sob a superfície do líquido.



Supressão de Zero

Para maior facilidade de manutenção e acesso ao instrumento, muitas vezes o transmissor é instalado abaixo do tanque. Outras vezes a falta de plataforma fixadora em torno de um tanque elevado resulta na instalação de um instrumento em um plano situado em nível inferior à tomada de alta pressão.

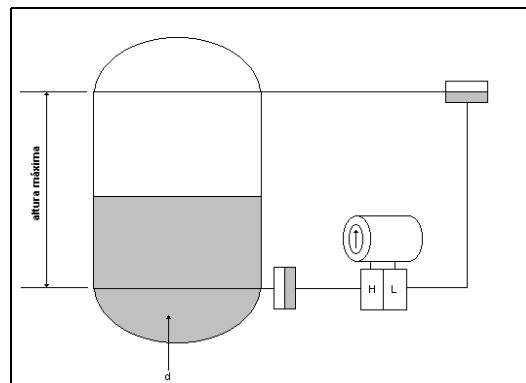
Em ambos os casos, uma coluna líquida se formará com a altura do líquido dentro da tomada de impulso, se o problema não for contornado, o transmissor indicaria um nível superior ao real.



Elevação de Zero

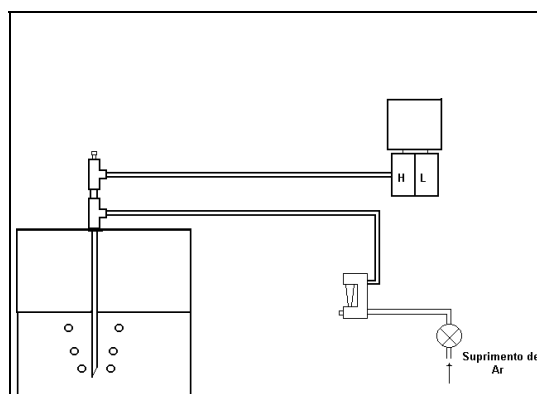
Quando o fluido do processo possuir alta viscosidade, ou quando o fluido se condensa nas tubulações de impulso, ou ainda no caso do fluido ser corrosivo, devemos utilizar um sistema de selagem nas tubulações de impulso, das câmaras de baixa e alta pressão do transmissor de nível. Selam-se então ambas as tubulações de impulso, bem como as câmaras do instrumento.

Na figura abaixo, apresenta-se um sistema de medição de nível com selagem, no qual deve ser feita a elevação, que consiste em anular-se a pressão da coluna líquida na tubulação de impulso da câmara de baixa pressão do transmissor de nível.



Medição de Nível com Borbulhador

Com o sistema de borbulhador podemos detectar o nível de líquidos viscosos, corrosivos, bem como de quaisquer líquidos à distância.



Neste sistema necessitamos de um suprimento de ar ou gás e uma pressão ligeiramente superior à máxima pressão hidrostática exercida pelo líquido. Este valor normalmente é ajustado para aproximadamente 20% a mais que a máxima pressão

hidrostática exercida pelo líquido. O sistema borbulhador engloba uma válvula agulha, um recipiente com líquido na qual o ar ou gás passará pelo mesmo e um indicador de pressão.

Ajustamos a vazão de ar ou gás até que se observe a formação de bolhas em pequenas quantidades. Um tubo levará esta vazão de ar ou gás até o fundo do vaso a qual queremos medir seu nível, teremos então um borbulhamento bem sensível de ar ou gás no líquido o qual queremos medir o nível. Na tubulação pela qual fluirá o ar ou gás, instalamos um indicador de pressão que indicará um valor equivalente a pressão devido ao peso da coluna líquida. Nota-se que teremos condições de instalar o medidor a distância.

Medição de Nível por Empuxo

Baseia-se no princípio de Arquimedes: “Todo o corpo mergulhado em um fluido sofre a ação de uma força vertical dirigida de baixo para cima igual ao peso do volume do fluido deslocado.”

A esta força exercida pelo fluido do corpo nele submerso ou flutuante chamamos de empuxo.

$$E = V \cdot \gamma$$

onde:

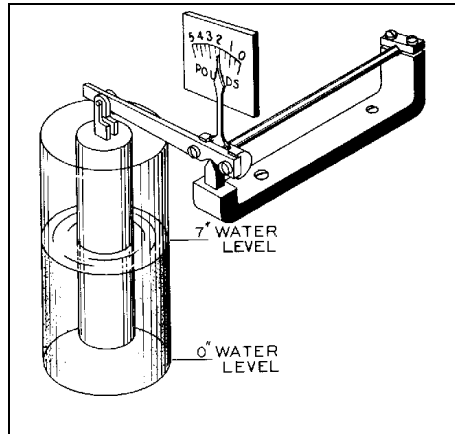
E = empuxo

V = volume deslocado

γ = peso específico do líquido

Baseado no princípio de Arquimedes usa-se um deslocador (displacer) que sofre o empuxo do nível de um líquido, transmitindo para um indicador este movimento, por meio de um tubo de torque.

O medidor deve ter um dispositivo de ajuste para densidade do líquido cujo nível estamos medindo, pois o empuxo varia com a densidade.



Através dessa técnica podemos medir nível de interface entre dois líquidos não miscíveis.

Na indústria muitas vezes temos que medir o nível da interface em um tanque contendo 2 líquidos diferentes. Este fato ocorre em torres de destilação, torres de lavagem, decantadores etc.

Um dos métodos mais utilizados para a medição da interface é através da variação do empuxo conforme citaremos a seguir.

Consideremos um flutuador de forma cilíndrica mergulhado em 2 líquidos com pesos específicos diferentes γ_1 e γ_2 .

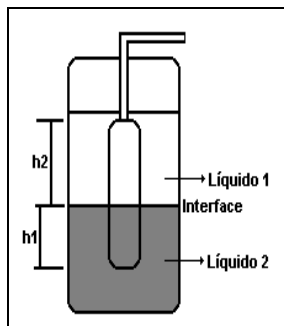
Desta forma, podemos considerar que o empuxo aplicado no flutuador, será a soma dos empuxos E_1 e E_2 aplicados no cilindro, pelos líquidos de pesos específicos γ_1 e γ_2 , respectivamente. O empuxo será dado pôr:

$$E_t = E_1 + E_2$$

onde:

$$E_1 = V_1 \cdot \gamma_1 \quad \text{e} \quad E_2 = V_2 \cdot \gamma_2$$

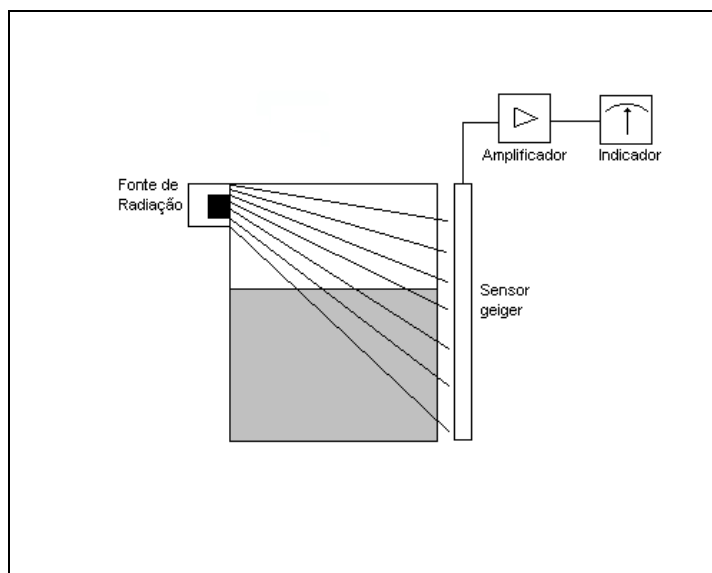
Assim para diferentes valores de altura de interface, teremos diferentes variações de empuxo.



Medição de Nível por Radiação

Os medidores que utilizam radiações nucleares se distinguem pelo fato de serem completamente isentos do contato com os produtos que estão sendo medidos. Além disso, dispensando sondas ou outras técnicas que mantêm contato com sólidos ou líquidos tornando-se possível, em qualquer momento, realizar a manutenção desses medidores, sem a interferência ou mesmo a paralisação do processo.

Dessa forma os medidores que utilizam radiações podem ser usados para indicação e controle de materiais de manuseio extremamente difícil e corrosivos, abrasivos, muito quentes, sob pressões elevadas ou de alta viscosidade.



O sistema de medição por raios gama consiste em uma emissão de raios gama montado verticalmente na lateral do tanque do outro lado do tanque teremos um câmara de ionização que transforma a radiação Gama recebida em um sinal elétrico

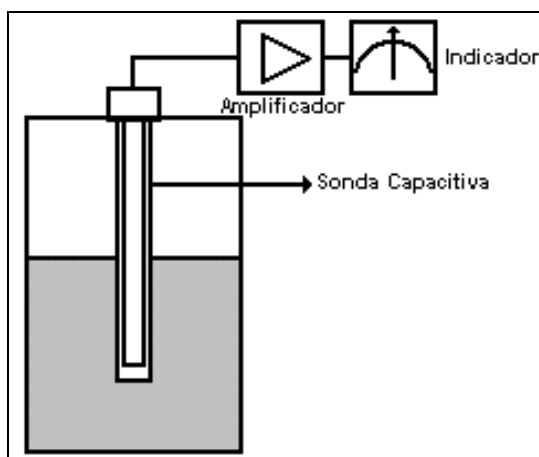
de corrente contínua. Como a transmissão dos raios é inversamente proporcional a altura do líquido do tanque, a radiação captada pelo receptor é inversamente proporcional ao nível do líquido do tanque, já que o material bloquearia parte da energia emitida.

Medição de Nível por Capacitância

A capacitância é uma grandeza elétrica que existe entre 2 superfícies condutoras isoladas entre si.

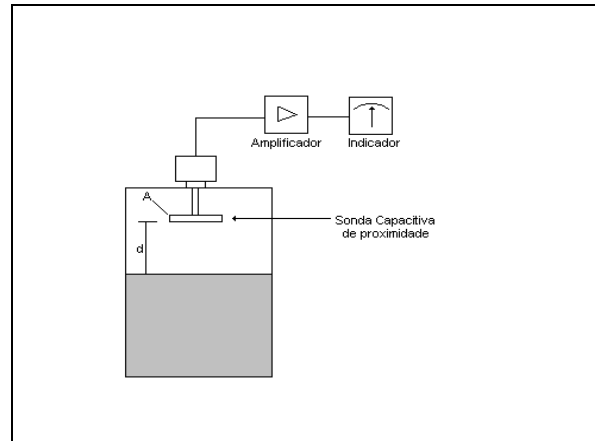
O medidor de nível capacitivo mede as capacidades do capacitor formado pelo eletrodo submerso no líquido em relação as paredes do tanque. A capacidade do conjunto depende do nível do líquido.

O elemento sensor, geralmente é uma haste ou cabo flexível de metal. Em líquidos não condutores se empregam um eletrodo normal, em fluídos condutores o eletrodo é isolado normalmente com teflon. A medida que o nível do tanque for aumentando o valor da capacitância aumenta progressivamente a medida que o dielétrico ar é substituído pelo dielétrico líquido a medir.



A capacitância é convertida por um circuito eletrônico numa corrente elétrica sendo este sinal indicado em um medidor.

A medição de nível por capacitância também pode ser feita sem contato , através de sondas de proximidade . A sonda consiste de um disco compondo uma das placas do capacitor . A outra placa é a própria superfície do produto ou a base do tanque.



Medição de Nível por Ultra Som

O ultra-som é uma onda sonora, cuja frequência de oscilação é maior que aquela sensível pelo ouvido humano, isto é, acima de 20 KHz.

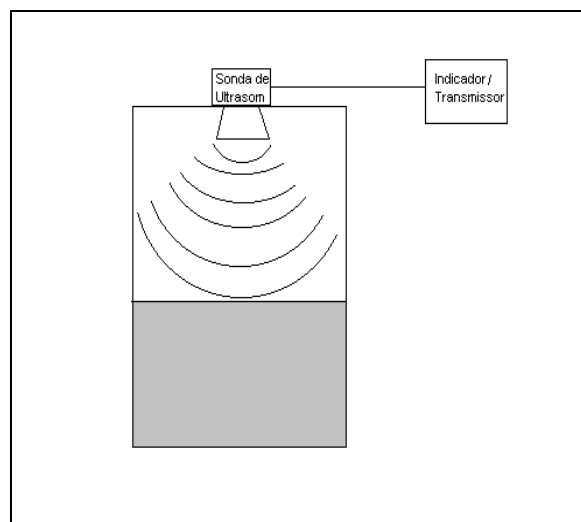
A geração ocorre quando uma força externa excita as moléculas de um meio elástico, esta excitação é transferida de molécula a molécula do meio, com uma velocidade que depende da elasticidade e inércia das moléculas. A propagação do ultra-som depende portanto, do meio (sólido, líquido ou gasoso).

Assim sendo, a velocidade do som é a base para a medição através da técnica de eco, usada nos dispositivos ultra-sônicos.

As ondas de ultra-som são geradas e captadas pela excitação elétrica de materiais piezoelétricos.

A característica marcante dos materiais piezoelétricos é produção de uma frequência quando aplicamos uma tensão elétrica. Assim sendo, eles podem ser usados como gerador de ultra-som, compondo, portanto, os transmissores.

Inversamente, quando se aplica uma força em um material piezoelétrico, ou seja quando ele recebe um sinal de frequência, resulta o aparecimento de uma tensão elétrica no seu terminal. Nesta modalidade, o material piezoelétrico é usado como receptor do ultra-som.



Os dispositivos do tipo ultra-sônico podem ser usados tanto na detecção contínua de nível como na descontínua.

Os dispositivos destinados a detecção contínua de nível caracterizam-se, principalmente, pelo tipo de instalação, ou seja, os transdutores podem encontrar-se totalmente submersos no produto, ou instalados no topo do equipamento sem contato com o produto.

Medição de Nível por Radar

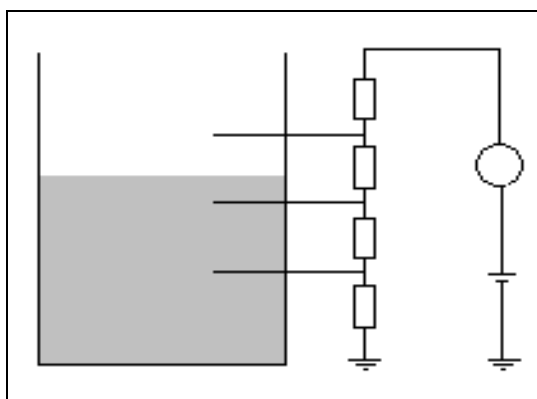
Possui uma antena cônica que emite impulsos eletromagnéticos de alta frequência à superfície a ser detectada. A distância entre a antena e a superfície a ser medida será então calculada em função do tempo de atraso entre a emissão e a recepção do sinal.

Essa técnica pode ser aplicada com sucesso na medição de nível de líquidos e sólidos em geral. A grande vantagem deste tipo de medidor em relação ao ultrassônico é a imunidade à efeitos provocados por gases, pó, e espuma entre a superfície e o detetor, porém possui um custo relativo alto.

Medição de Nível Descontínua

Estes medidores são empregados para fornecer indicação apenas quando o nível atinge certos pontos desejados como por exemplo em sistemas de alarme e segurança de nível alto ou baixo.

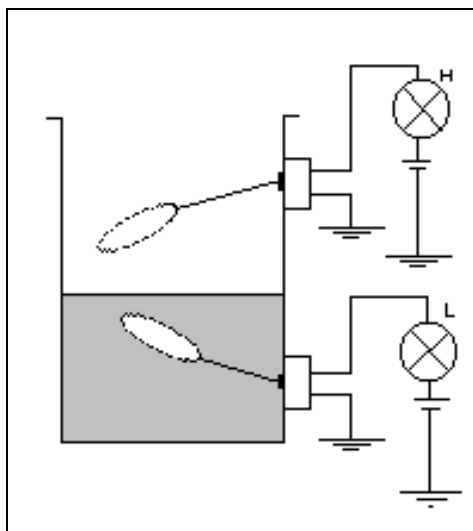
Medição de nível descontínua por condutividade



Nos líquidos que conduzem eletricidade, podemos mergulhar eletrodos metálicos de comprimento diferente. Quando houver condução entre os eletrodos teremos a indicação de que o nível atingiu a altura do último eletrodo alcançado pelo líquido.

Medição de Nível descontínua por bóia

Diversas técnicas podem ser utilizadas para medição descontínua, desde simples bóia acoplada a contatos elétricos a sensores eletrônicos do tipo capacitivo ou ultrassônico, onde diferenciam-se entre si pela sensibilidade, tipo de fluido, características operacionais instalação e custo.



Medição de Nível de Sólidos

É necessário medir o nível dos sólidos, geralmente em forma de pó ou grãos, em silos, alto-fornos etc., pelos mesmos motivos da medição de nível dos líquidos.

Esta medição é comumente feita por dispositivos eletromecânicos, onde é colocada uma sonda sobre a carga ou conteúdo. O cabo da sonda movimenta um transdutor eletromecânico, que envia um sinal para um indicador, cuja a escala é graduada para nível. Essa técnica apesar de simples tem como desvantagem a grande incidência de manutenção tornando-a inviável em muitos casos.

Outros medidores como os radioativos, capacitivos, ultrassônicos, radares e sistemas de pesagem com células de carga podem ser utilizados com bastante eficiência e precisão apesar de possuírem em alguns casos o custo elevado.