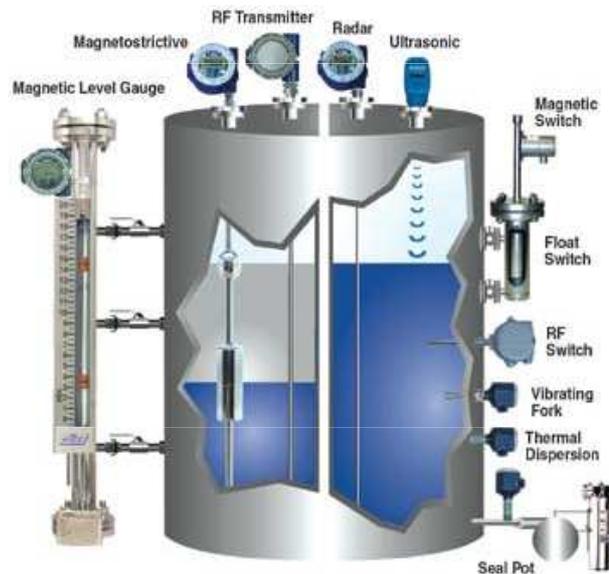


Sistemas de Medição de Nível

custo

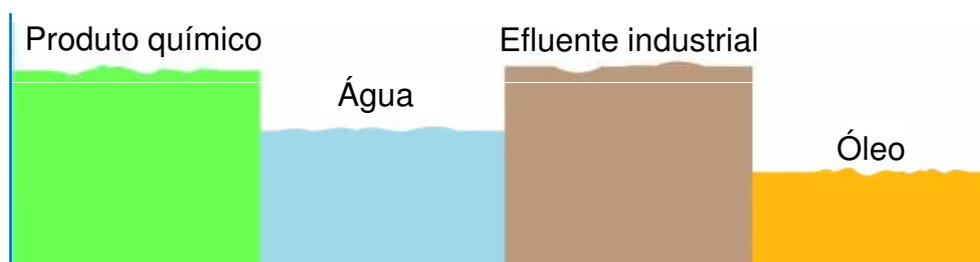


Profª Ninoska Bojorge

INTRODUÇÃO

- Definição: Nível é a altura do conteúdo de um reservatório que pode ser sólido ou líquido.

Os sensores de nível medem ou detectam a presença de líquido/sólido mantido em recipientes



INTRODUÇÃO

- Muitos processos industriais exigem a medição exata da altura do fluido líquido ou sólido (pó, granulados, etc,) dentro de um reservatório.
- Alguns reservatórios de processos possuem uma combinação de fluidos estratificados, naturalmente separados em camadas diferentes, em virtude de densidades diferentes, em que a altura do ponto de interface entre as camadas dos líquido é de interesse.
- Existe uma grande variedade de tecnologias para medir o nível de substâncias em um reservatório, cada um baseado em diferentes princípios da física. Esta aula explora as principais tecnologias de medição de nível de uso atual.

Aplicações

- O nível é uma variável importante na indústria não somente para a operação do próprio processo, mas também para fins de cálculo de custo e de inventário:
 - Avaliar o volume estocado de materiais em tanques.
 - Balanço de materiais de processos contínuos onde existam volumes líquidos ou sólidos de acumulação temporária, reações, mistura, etc.



Aplicações

A medição do nível é importante para processos relacionados com:

- A proteção ambiental
- Segurança de uma fábrica
- Controle de inventário no processo de armazenamento ou de tanques para:
 - Identificação estoque de material
 - Prevenção de transbordamento
 - Prevenção da sobrecarga para os agitadores
 - Prevenção da subcarga para os agitadores
 - Controle do enchimento e esvaziamento de tanque operados em bateladas
 - Operação ótima do nível

Critérios de Seleção

Sensores de nível por Contato ou Sem contato

- **Métodos de contato** envolvem contato físico entre o dispositivo e os meios de comunicação,
- **Métodos Sem contato** medem o nível sem contato com o meio. Métodos sem contato são a melhor escolha para manutenção de meios corrosivos.

Critérios de Seleção

Meios:

Refere-se ao tipo de material que o sensor precisa medir. Sensores de nível pode ser responsável por medir uma grande variedade de meios em sistemas de nível de fluidos em muitas indústrias. Os dois tipos gerais de meios incluem materiais líquidos e sólidos.

- Meios líquidos:
 - Água (quente ou frio, limpo ou sujo, doce ou salgada)
 - Gasolina (combustíveis ou Diesel)
 - Fluido hidráulico
 - Fluidos altamente viscosos ou gomosos
- Materiais secos:
 - sólidos a granel
 - pós

Tipo de Tecnologia de Medição

Classificação dos métodos de medição de nível:

Sensores de nível estão disponíveis com várias tecnologias de diferentes modos de medidas. As escolhas incluem:

➤ Direto

➤ Indireto

Tipos de medição de nível

Medição Direta

É a medição que se faz tendo como referência a posição do plano superior da substância medida. Emprega-se métodos tais como:

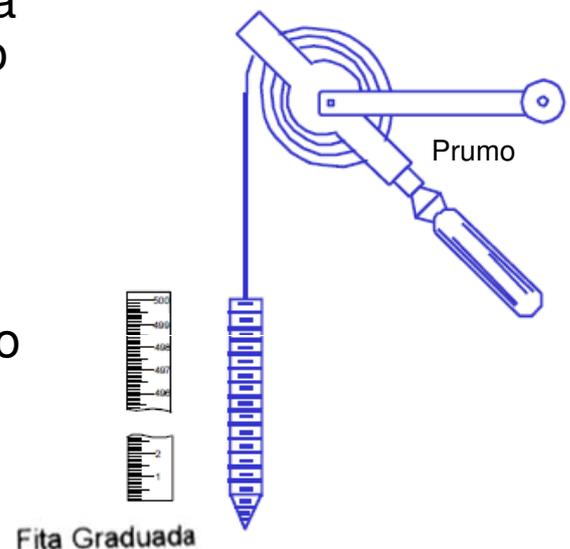
- ▶ Régua ou Gabaritos
- ▶ Visores de nível ou visores de vidro (Level Gauge)
- ▶ Bóia ou flutuador.

Medição Direta de Nível

a) Régua ou Gabarito

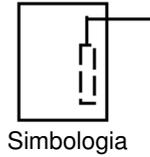
Consiste em uma régua graduada que tem o comprimento conveniente, para ser introduzido dentro do reservatório onde vai ser medido o nível.

A determinação do nível se efetua através da leitura direta do comprimento marcado na régua, pelo líquido.



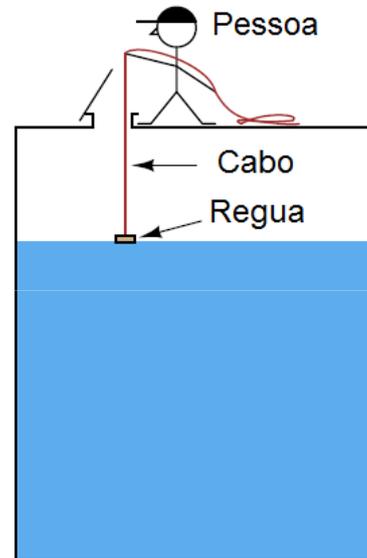
Medição Direta de Nível

a) Régua ou Gabarito (cont.)



São instrumentos simples e de baixo custo permitindo medidas instantâneas.

A graduação da régua deve ser feita a uma temperatura de referência, podendo estar graduada em unidades de comprimento, volume ou massa.



Medição Direta de Nível

b) Visores de Nível (tubo de vidro)

Aplica-se nestes instrumentos o princípio dos **vasos comunicantes**. Um tubo transparente é colocado a partir da base do reservatório até o seu ponto mais alto, permitindo a leitura precisa do nível do líquido, mesmo para altas pressões.

Os visores de nível se destinam:

- Monitoramento do nível de líquido ou
- Monitoramento da interface entre dois líquidos imiscíveis, em vasos, colunas, reatores, tanques, etc. submetidos ou não à pressão.

Medição Direta de Nível

b) Visores de Nível (tubo de vidro)

Devido às suas características construtivas, os visores de nível são de fácil manutenção e construídos de maneira a oferecer segurança na operação.

Tipo de visores:

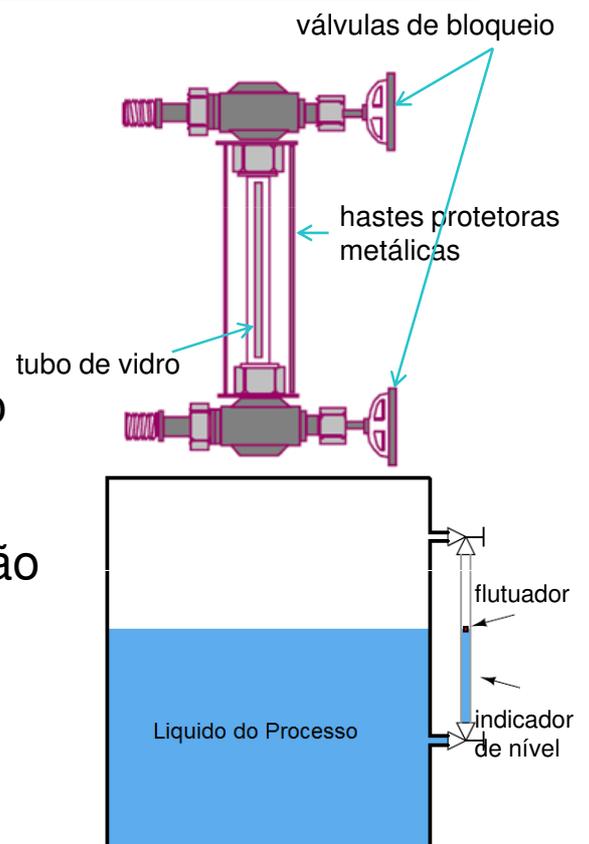
- tubular,
- vidro plano,
- magnéticos e
- especiais (uso em caldeiras).

Medição Direta de Nível

b1) Visores de Vidro Tubular

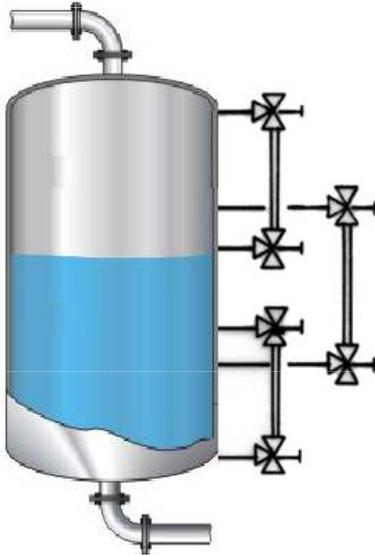
Estes visores são normalmente fabricados com tubos de vidro retos com paredes de espessuras adequada a cada aplicação.

O comprimento e o diâmetro do tubo irão depender das condições a que estará submetido o visor, porém convém observar que os mesmos não suportam altas pressões e temperaturas.



Medição Direta de Nível

b1) Visores de Vidro Tubular



Esquema de visor com sobreposição das faixas visíveis

Não recomendado para:

Líquidos tóxicos, inflamáveis ou corrosivos.

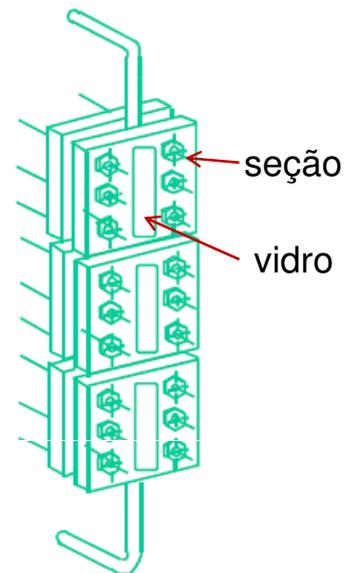
Recomenda-se que o comprimento do tubo não exceda os 750 mm.

Caso seja necessário cobrir faixas de variação de nível maiores, recomenda-se usar dois ou mais visores com sobreposição de faixas visíveis.

Medição Direta de Nível

b1) Visores de Vidro Plano

- Atualmente, os visores planos representam cerca de 90% das aplicações de visores de nível em plantas industriais.
- São compostos de um ou vários módulos onde se fixam barras planas de vidro. Estes módulos são conhecidos como seções dos visores.



Visor de vidro plano com três seções

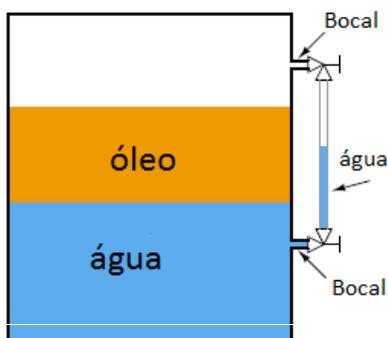
Medição Direta de Nível

b1) Visores de Vidro Plano



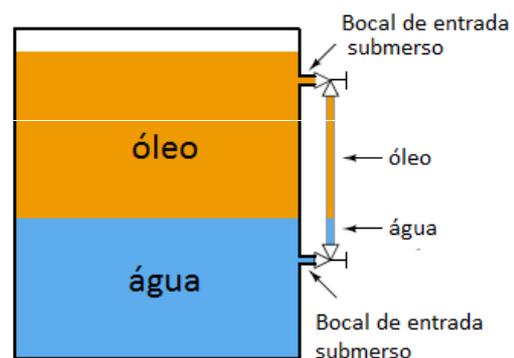
Medição Direta de Nível

Problema de Interface



registra incorretamente

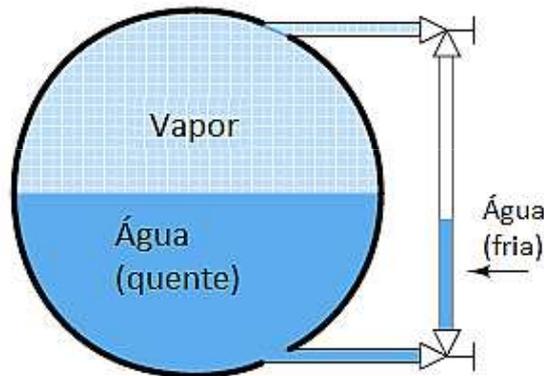
A única maneira de garantir a adequada indicação de nível de duas partes de interface líquida em um visor de vidro é manter as duas portas (bicos) submersas:



Medição Direta de Nível

Problema de temperatura

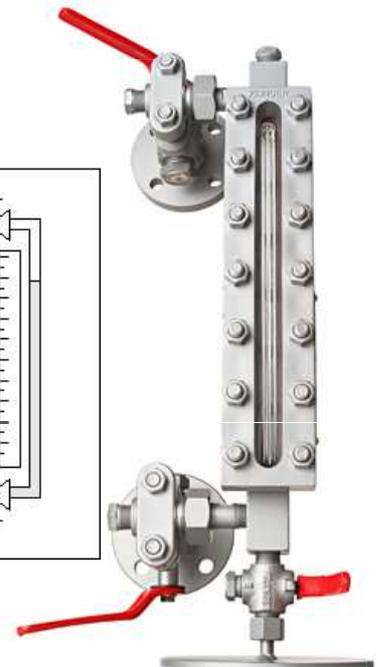
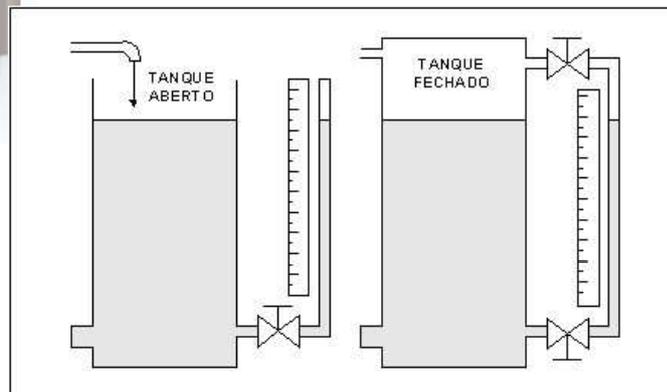
Outro cenário problemático para indicadores de nível é, quando o líquido no interior do recipiente é substancialmente mais quente do que o líquido no medidor, fazendo com que as densidades sejam diferentes. Isto é frequentemente observado em indicadores de nível de caldeira, onde a água no interior do visor de vidro esfria substancialmente em relação a temperatura no interior do tambor da caldeira:



Indicadores de nível transparente



Exemplos de visores transparentes

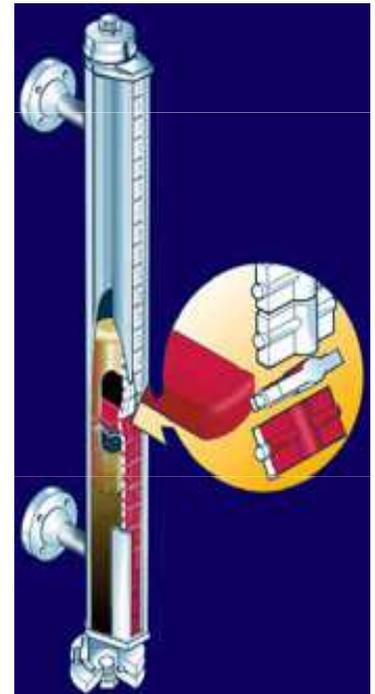


Medição Direta de Nível

c) – Indicadores Magnéticos de nível

Características Gerais

Os transmissores de nível tipo bóia magnética são instrumentos projetados para fornecerem indicação do nível de forma **contínua**, precisa e **econômica**, para líquidos mesmo incrustantes ou contaminados. A variedade de materiais nas quais pode ser construído permite a sua utilização para a medição dos mais diversos líquidos de aplicação industrial, mesmo em severas condições de vapor e/ou névoa.



As cores branco e vermelho representam nível ar e líquido, respectivamente.

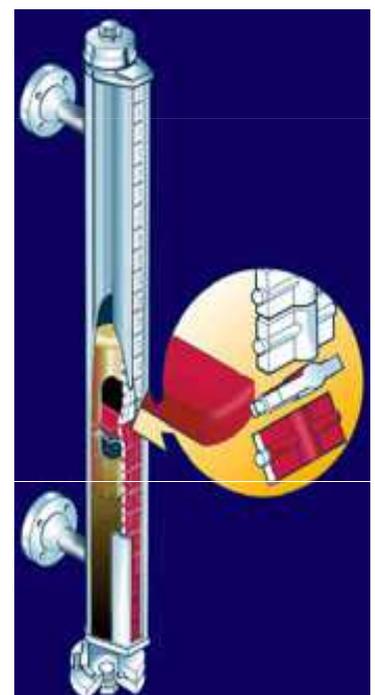
Medição Direta de Nível

c) – Indicadores Magnéticos de nível

Princípio de Funcionamento:

A indicação contínua de nível é obtida através de um sensor linear (utilizando-se de sensores magnéticos) e resistores de precisão hermeticamente selados no interior da haste.

Uma **bóia magnética desloca-se** pela haste, aciona os sensores, causando uma **variação de resistência elétrica** que é processada pela unidade eletrônica e convertida em sinal de 4 a 20mA. Este sinal analógico pode ser utilizado diretamente pela malha de controle ou visualizado através de um indicador de nível digital



As cores branco e vermelho representam nível ar e líquido, respectivamente.

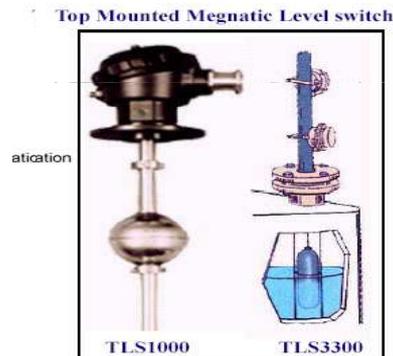
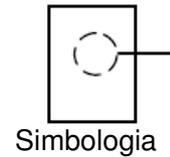
Medição Direta de Nível

d) – Medidor de Nível com flutuador

A maioria dos detectores de tipo flutuante utiliza o princípio da **perda de peso**, de um corpo flutuante para indicar o nível do fluido.

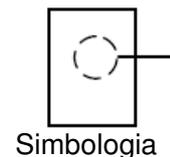
O flutuador é seleccionado de tal modo que é **mais leve do que o fluido**.

À medida que o nível do fluido aumenta o flutuador sobe. Isto é detectado pela montagem electrónica para indicar o nível.



Medição Direta de Nível

d) – Medidor de Nível com flutuador



Vantagens

- ▶ Técnicas simples e comprovada
- ▶ Altura do tanque ilimitado
- ▶ Uma melhor precisão (dependendo do tipo de flutuador)
- ▶ Baixo custo capital e de manutenção

Desvantagens

- Sujeitos ao desgaste, a corrosão, falha mecânica
- Ficar travado devido ao entupimento, deposição e/ou acumulação de material.

Outro tipos de medição de Nível

Medição Indireta

É o tipo de medição indiretamente que se faz para determinar o nível em função de grandezas físicas como:

- ▶ Pressão (Cabeça de pressão)
- ▶ Empuxo
- ▶ Atenuação da radiação
- ▶ Mudança de capacitância
- ▶ Fotoelétrico
- ▶ Etc.

Tipos de Medição Indireta de Nível

Medição Indireta:

Pressão

- Níveis por borbulhadores
- Por manômetros de tubo em U
- Níveis por Diafragma
- Por células de pressão diferencial

Elétricos

- Sensores capacitivos
- Detector condutivo
- Sensores radioativos
- Sensores ultrassônicos
- Detector de nível por lâminas vibrantes

Medição Indireta de Nível

Fórmulas:

A pressão é muitas vezes usado como um método indireto de medir níveis de líquidos. A pressão aumenta com o aumento da profundidade em um fluido. A pressão diferencial é determinada pela eq.:

$$\Delta P = \gamma \Delta h$$

onde

Δp = mudança na pressão

γ = peso específico

Δh = profundidade

Observe que as unidades devem ser consistentes, ou seja, libras e pés, ou N e metro.

Medição Indireta de Nível

Fórmulas:

Empuxo é um método indireto utilizado para medir níveis de líquidos. O nível é determinado utilizando a flutuação de um objeto parcialmente imerso num líquido. O empuxo F_B ou força ascendente sobre um corpo de um líquido pode ser calculada a partir da equação

$$F_B = \gamma \times \text{área} \times h$$

em que a área é a área da secção transversal do objeto, e h é a profundidade de imersão do objeto.

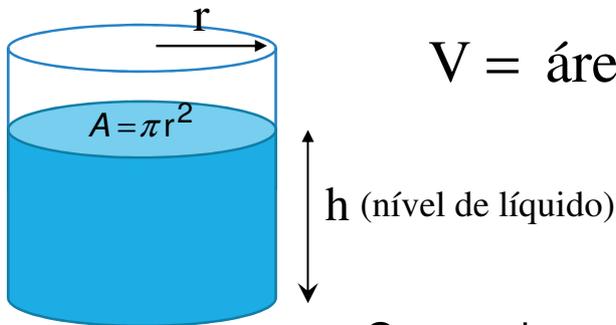
O nível de líquido é então calculado a partir do peso de um corpo de um líquido W_L , que é igual ao seu peso no ar ($W_A - B$), a partir do qual se obtenha h

Medição Indireta de Nível

Fórmulas:

$$h = \frac{W_A - W_L}{\gamma \times \text{area}}$$

$$V = \text{área} \times h = \pi r^2 \times h$$



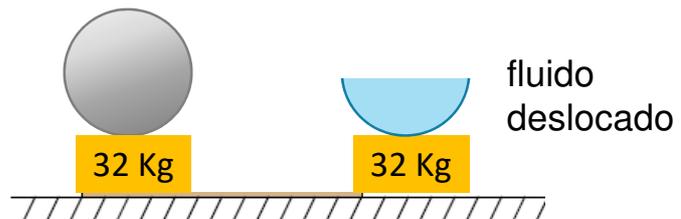
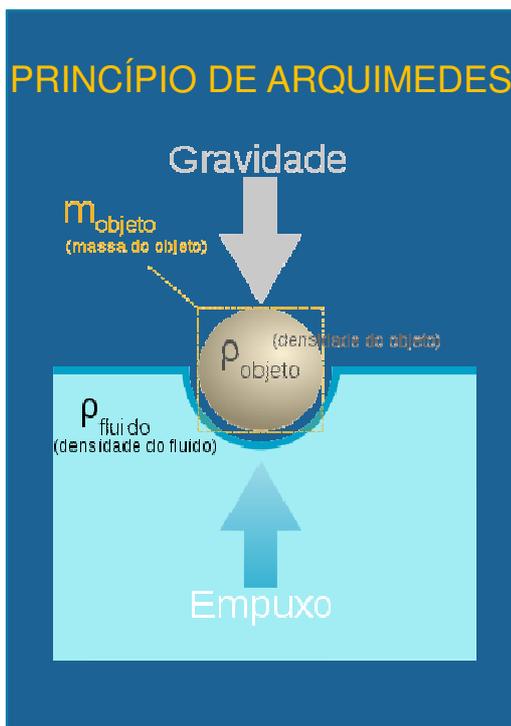
O peso de material W no recipiente é dado por:

$$W = \gamma \times V$$

↑
Peso específico

Medição Indireta de Nível

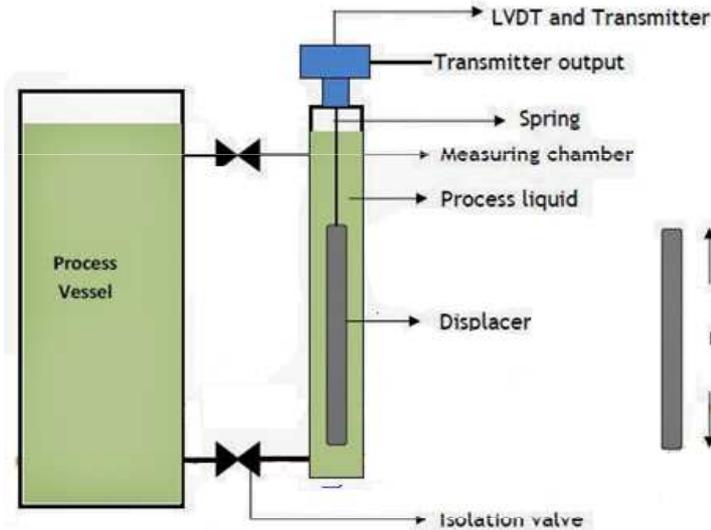
Força de Impulsão ou empuxo



- Força de empuxo é igual ao peso do volume de fluido deslocado.
- No caso de um instrumento de nível à base da imersão de um deslocador, geralmente significa que é relacionado através do volume do elemento de deslocamento volumétrico submerso no líquido.
- Basta calcular o volume do corpo imerso, tal como se explica a continuação.

sensor de nível por deslocamento da boia

Força de Impulsão ou empuxo



- volume da boia (se é cilíndrico):

$$V = \pi r^2 L$$

r : raio da área transversal do cilindro;

L : comprimento do cilindro.

- Força de empuxo,

$$F_{\text{Buoyant}} = \rho \cdot V \cdot g$$

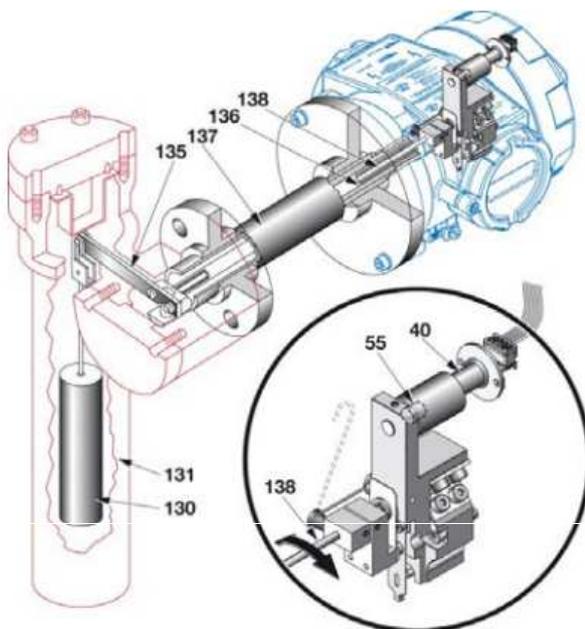
ρ : densidade fluido do processo;

g : gravidade.

Fonte:

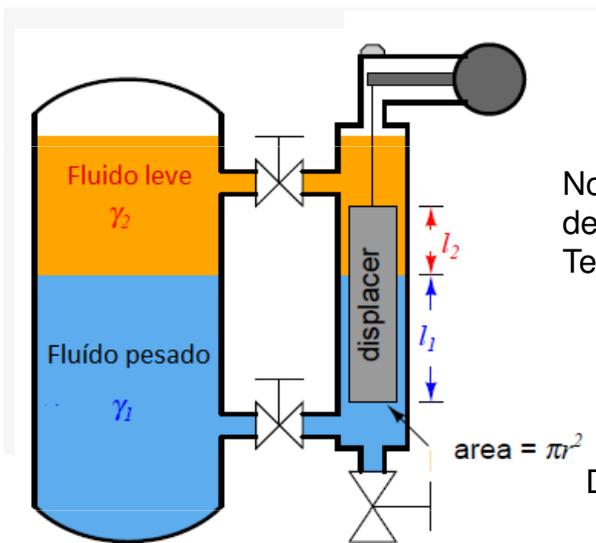
<http://www.instrumentationtoolbox.com/2013/03/operating-principle-of-displacer-level.html#axzz4f8GjXlbn>

sensor de nível por deslocamento da boia



PARTS REFERENCES

40	Non contact Sensor	135	Torque arm
55	Magnet	136	Torque tube
130	Displacer	137	Torque tube housing
131	Displacer chamber	138	Torque rod



No caso de um único fluido

$$F_{\text{Buoyant}} = \rho \cdot V \cdot g$$

No caso de fluidos estratificados, em virtude de densidades diferentes, dando lugar p/ interfaces. Tem-se:

$$F_{\text{Buoyant}} = \rho_1 \cdot g \cdot \pi r^2 L_1 + \rho_2 \cdot g \cdot \pi r^2 L_2$$

$$F_{\text{Buoyant}} = \pi r^2 (\rho_1 \cdot g L_1 + \rho_2 \cdot g L_2)$$

De modo, que

$$F_{\text{Buoyant}}(\text{LRV}) = \pi r^2 (\rho_2 \cdot g L)$$

$$F_{\text{Buoyant}}(\text{URV}) = \pi r^2 (\rho_1 \cdot g L)$$

Medição Indireta de Nível

Fórmulas:

Capacitância: é uma grandeza elétrica que existe em duas superfícies condutoras isoladas entre si. Sondas capacitivas podem ser utilizadas em líquidos não condutores e sólidos em fluxo livre para a medição de nível. Muitos materiais, quando colocados entre as placas de um capacitor, a capacitância aumenta por um fator μ , chamada de constante dielétrica do material. ($\mu_{\text{ar}} = 1$; $\mu_{\text{agua}} = 80$).

A capacitância (C_d) é dada por:

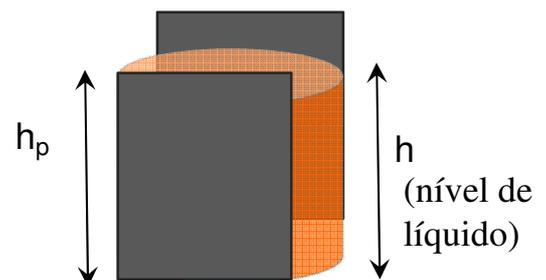
$$C_d = C_a \mu \frac{h}{h_p} + C_a$$

C_a = capacitância sem líquido

μ = constante dielétrica do líquido entre as placas

h_p = altura das placas

h = profundidade ou do nível do líquido entre as placas



Medição Indireta de Nível

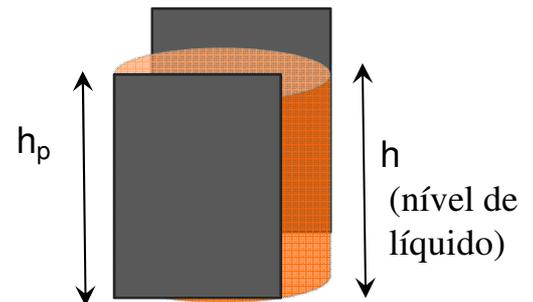
Fórmulas:

Capacitância:

$$h = \frac{(C_d - C_a)}{\mu C_a} h_p$$

TABLE 6.1 Dielectric Constant of Some Common Liquids

Liquid	Dielectric constant
Water	80 @ 20°C
	88 @ 0°C
Glycerol	42.5 @ 25°C
	47.2 @ 0°C
Acetone	20.7 @ 25°C
Alcohol (Ethyl)	24.7 @ 25°C
Gasoline	2.0 @ 20°C
Kerosene	1.8 @ 20°C



Medição Indireta de Nível

Capacitância:

Uma sonda capacitiva 30 plg de comprimento tem uma capacitância de 22 pF no ar. Quando parcialmente imerso na água, com uma constante dielétrica de 80 a capacitância é de 1,1 nF. Qual é o comprimento da sonda imersa na água?

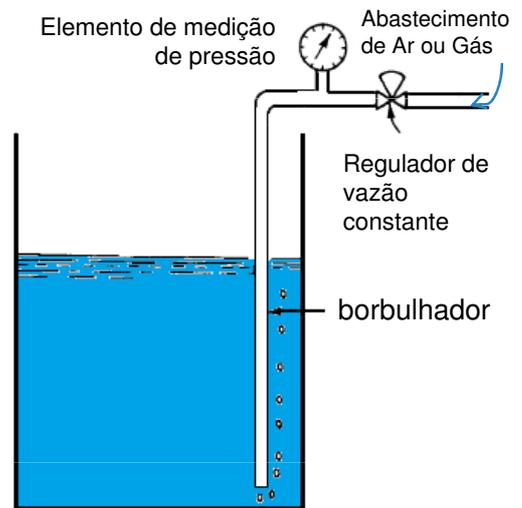
$$h = \frac{(C_d - C_a)}{\mu C_a} h_p$$

$$h = \frac{(1,1 \times 10^3 \text{ pF} - 22 \text{ pF}) \cdot 30 \text{ plg}}{80 \cdot 22 \text{ pF}} = 18,4 \text{ plg}$$

Medidor de Nível por Borbulhador

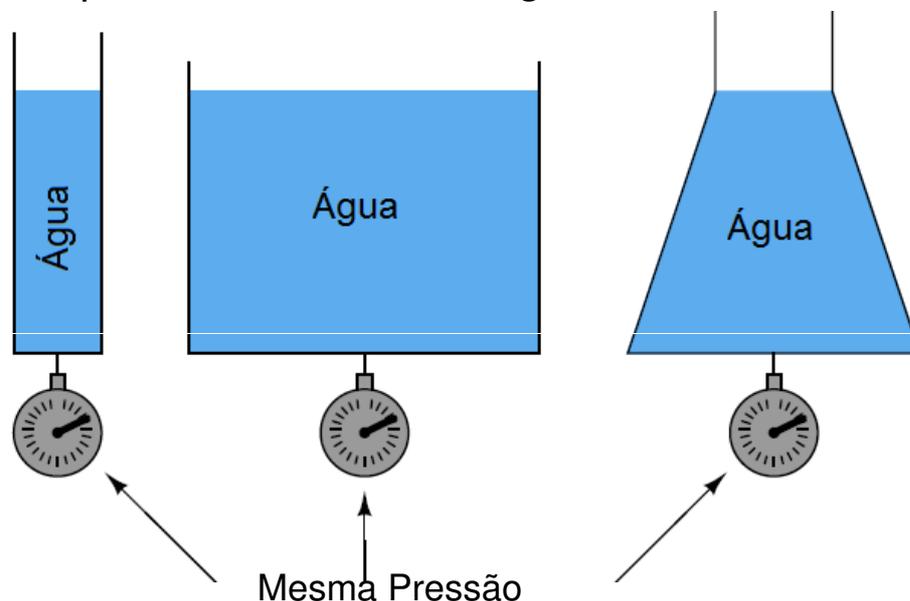
Se faz passar por um tubo submerso no depósito até o nível mais mínimo, uma pequena vazão de ar, até produzir uma corrente contínua de bolhas.

A pressão requerida para produzir a vazão contínua de bolhas é uma medida da coluna de líquido.



Medidor de nível por Pressão Hidrostática

Uma coluna vertical de fluido exerce uma pressão devido ao peso da coluna. A relação entre a altura da coluna, e a pressão do fluido na parte inferior da coluna é constante para qualquer fluido específico (densidade), independentemente da largura ou forma do reservatório.



Medidor de nível por pressão hidrostática

Por tanto, o Nível pode ser inferido a partir da a pressão exercida pela altura da coluna líquida do líquido dentro do tanque.

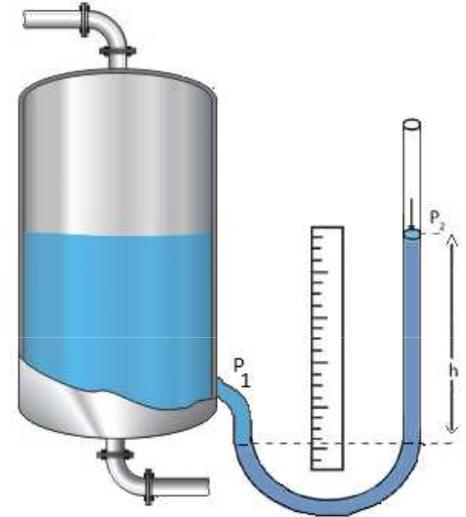
Baseia-se no Teorema de Stevin:

$$P = \gamma h$$

P = Pressão em mm H₂O ou polegada H₂O

h:= nível em mm ou em polegadas

γ = densidade relativa do líquido na temperatura ambiente ou peso específico .



A 4°C a água pura tem uma densidade (peso ou massa) de cerca de 1 g/cm³, 1 g/ml, 1 kg/litro, 1000 kg/m³ ouu 62.4 lb/.ft³

Medidor de nível por pressão hidrostática

Exemplo: a pressão gerada por uma coluna de óleo de 12 pés de elevação tendo um peso específico (γ) de 40 lb/ft³ é:

$$P = \gamma h$$

$$P = \left(\frac{12 \text{ ft}}{1} \right) \left(\frac{40 \text{ lb}}{\text{ft}^3} \right)$$

$$P = \frac{480 \text{ lb}}{\text{ft}^2}$$

∴

$$P = \left(\frac{480 \text{ lb}}{\text{ft}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2} \right)$$

$$P = \frac{3.33 \text{ lb}}{\text{in}^2} = 3.33 \text{ PSI}$$

Medidor de nível por pressão hidrostática

O nível do líquido é proporcional à pressão no fundo do tanque. Se colocam medidores de pressão para medir a pressão do recipiente e a pressão no fundo do recipiente.

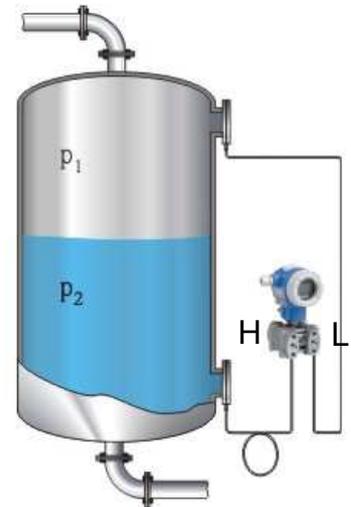
$$P_{(\text{fundo})} - P_{(\text{superfície})} = \rho * g * h$$

ρ = densidade do líquido

$g = 9.8066 \text{ m/s}^2 = 32.174 \text{ ft/s}^2$

Fator de conversão :

$g_c = 9,80 \text{ kg.m/kgf.s}^2 = 32,174 \text{ lb.ft/lbf.s}^2$.



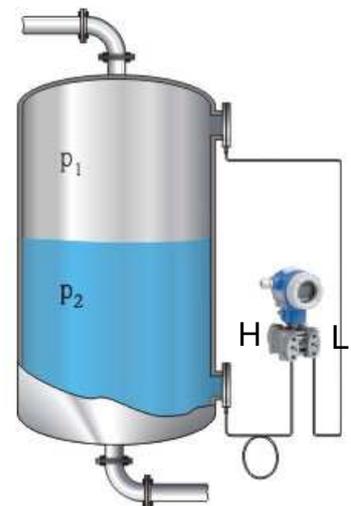
Medidor de nível por Pressão hidrostática

Vantagens

- Econômico e fácil de instalar
- Verificação Online e manutenção possível

Desvantagens

- Não é possível medir nível de sólidos
- Apenas fluido limpo pode ser medido
- Variação de densidade dá erro



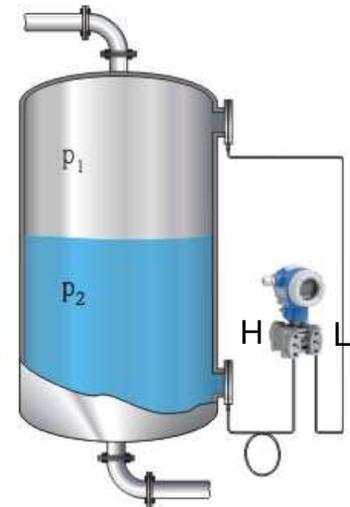
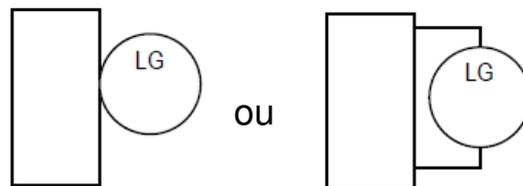
Medidor de nível por Pressão hidrostática

Supressão 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, deve-se 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.

Simbologia:

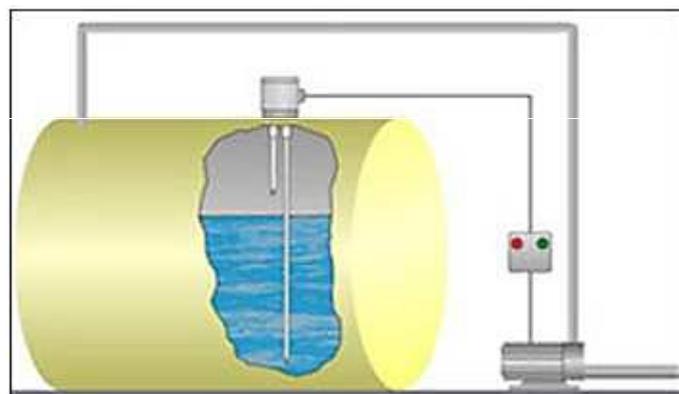


Medidor de nível por Transdutor Condutivo

Os sensores são utilizados para detecção de nível de **líquidos condutores**, tais como água e líquidos altamente corrosivos.

Empregam baixa tensão, fonte de alimentação de corrente limitada aplicada através de eletrodos separados.

Sensores de alta tensão são projetados para operar em meios menos condutores (maior resistência).



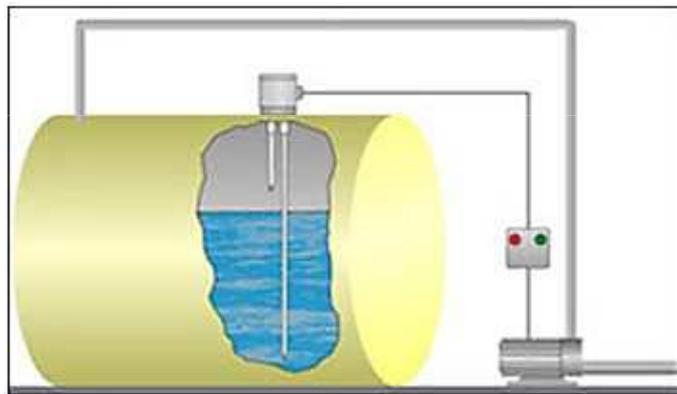
Medidor de nível por Transdutor Condutivo

Estes sensores são muito seguros, devido à utilização de baixas tensões e correntes.

São de fácil instalação, não apresentam partes móveis e portanto, praticamente não necessitam de manutenção constante.

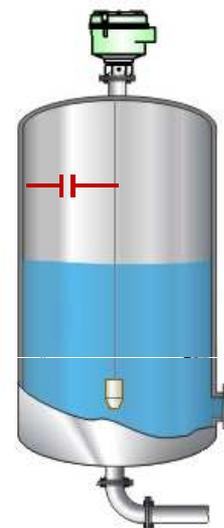
Disponíveis em duas versões:

- haste rígida e
- flexível.



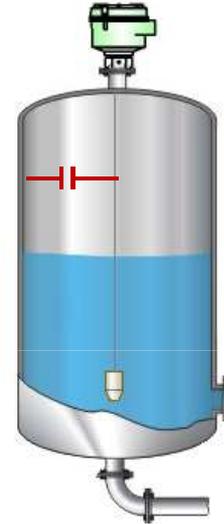
Medidor de nível por Transdutor Capacitativo

- Consiste em uma haste isolada ou algum eletrodo similar.
- O sensor é instalado em paralelo a uma parede vertical de um tanque feito de material condutor.
- À medida que o espaço entre a parede e o eletrodo é preenchido pelo material retido pelo tanque, a capacitância cresce na proporção do nível do material. Para instalações em tanques não-condutores, um segundo eletrodo é necessário.



Medidor de nível por Transdutor Capacitativo

- A capacitância pode ser lida por uma fonte ou por um circuito que converta linearmente capacitância em saída analógica ou digital.
- Nenhuma parte móvel está presente uma vez que a medição é totalmente baseada na **variação de capacitância** formada pelo conjunto haste (do instrumento), produto a medir e parede do tanque (ou uma haste auxiliar/referência).



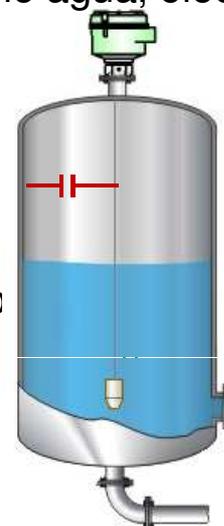
Medidor de nível por Transdutor Capacitativo

Aplicações :

- Monitoramento contínuo do nível de tanques, reservatórios ou silos,
- Vários tipos de líquidos condutivos ou não, tais como água, óleo, sólidos, meios pastosos, corrosivos entre outros.
- Sólidos como pós e granulados com constante dielétrica relativa > 2

Vantagens

- Longa duração e baixa necessidade de manutenção através da construção mecânica robusta
- Não possui partes móveis
- Estrutura compacta e resistente
- Instalação simples e econômica
- Opera em temperaturas e pressões altas



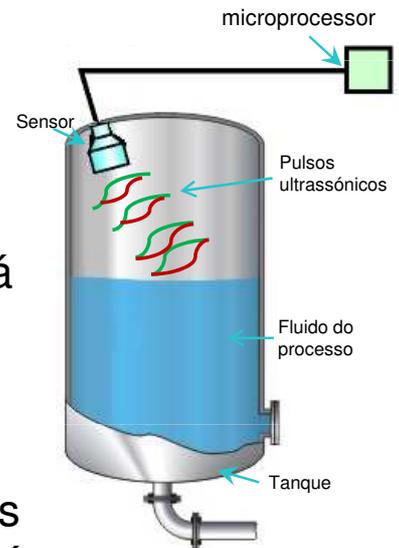
Sensor Ultrassónico

Medição de Nível por Ultrassom

Utilizado na medição contínua e precisa do nível de produtos líquidos ou sólidos armazenados em tanques, reservatórios ou silos.

Baseia-se na **emissão de pulsos ultrassônicos** de alta frequência por um sensor instalado no tanque/silo que são refletidos pelo material que está sendo monitorado.

O sensor utiliza **cristais piezoelétricos** de alto desempenho para gerar curtos impulsos de ultrassom, na forma de ondas sonoras. Estes pulsos são direcionados para um alvo específico, de onde é refletida de volta ao transdutor que atua como transmissor / receptor.



Sensor Ultrassónico

Medição de Nível por Ultrassom

O tempo de trânsito tomada para receber o impulso refletido é medido pelo dispositivo eletrônico

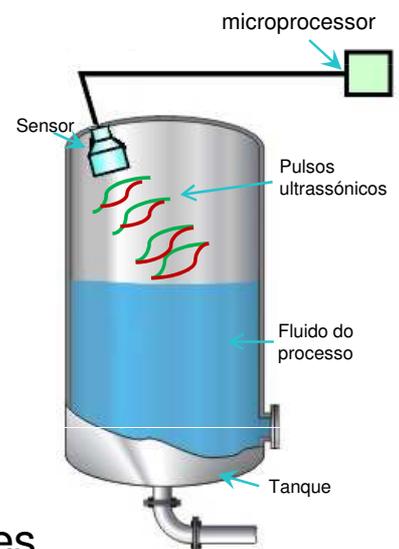
$$d = \text{Velocidade do som} * \text{tempo}$$

$$\text{Nível, } h = L - d$$

Diferentes opções de materiais para o transdutor (para compatibilidade química).

Diferentes saídas (relês, 4-20 mA a 2 ou 4 fios, RS485 ou Hart),

Diferentes versões para áreas classificadas, versões para montagem remota ou integral além de poderem efetuar a indicação de volume e funções de controle ou alarme de nível.



Sensor Ultrassónico

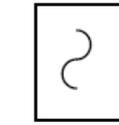
Medição de Nível por Ultrassom

Vantagens:

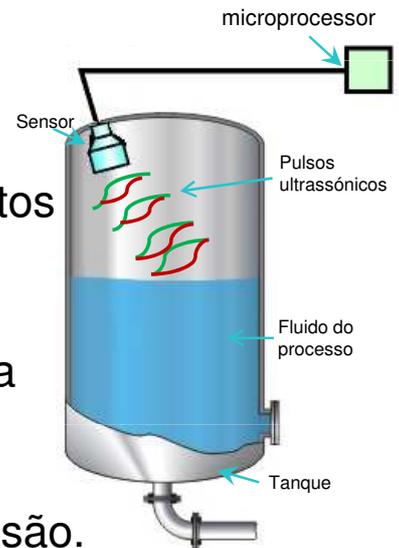
- baixo custo
- não-contato
- altamente fiável para a medição de sólidos e,
- pode ser utilizado sem quaisquer restrições abertos ou fechado.

Desvantagens:

- Se o silo é alimentado pneumaticamente, a poeira pode impedir um sinal de retorno para o sensor.
- Materiais de alta temperatura tb vai mudar a velocidade de transmissão → problemas de precisão.
- O eco material tb apresenta um desafio; superfícies inclinadas pode causar reflexo indireto levando a fraca e / ou ecos de divisão.



Simbologia

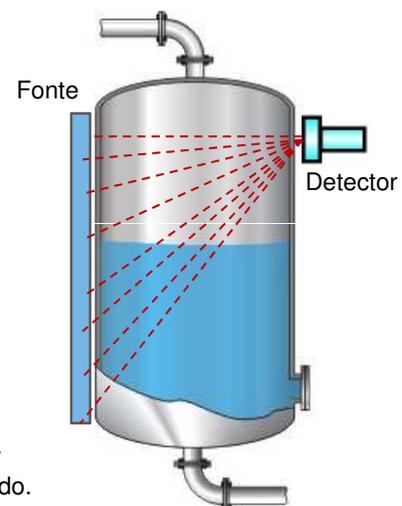


Transmissor por Radiação

Utiliza uma fonte que contém algum tipo de material radioativo como césio ou de cobalto localizado sobre um lado do recipiente enquanto do outro lado contém o detector eletrônico.

A radiação gama tem transmissibilidade muito menor através do material que o ar, assim atenuação indica a sua presença entre a fonte e o detector.

O conjunto é constituído por uma fonte radioativa que emite radiação e um detector que detecta a radiação atenuada e converte-o em uma percentagem de nível real

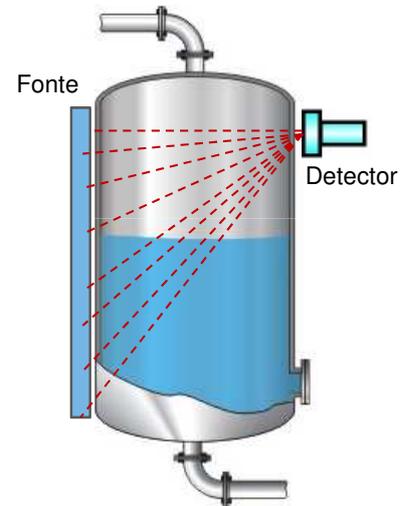


Para a medição contínua de nível, tanto a fonte como o módulo receptor devem estar alinhados para garantir o conteúdo completo do silo seja medido.

Transmissor por Radiação

Aplicação:

- Para fluidos de processo altamente corrosivos ou tóxicos onde penetrações para o vaso deve ser minimizado e onde os requisitos de tubulação fazem medição impraticável,
- Em processos onde as condições internas do reservatório são muito violentas para qualquer instrumento resistir (por exemplo, unidade de coqueificação retardada na indústria de refino de petróleo).

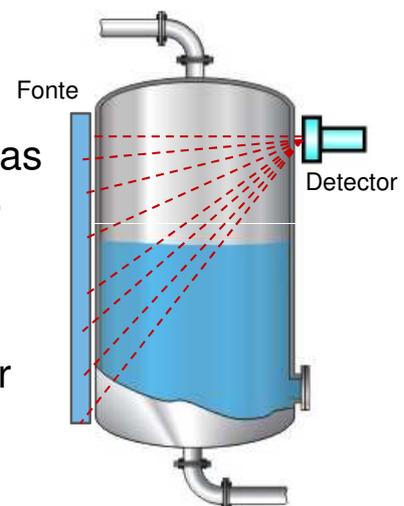


Transmissor por Radiação

Vantagens:

Baixo Custo de Manutenção e Alta Confiabilidade

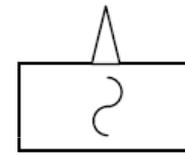
- **Técnica não invasiva**
Nenhuma exposição à corrosão, a alta pressão, ou condições abrasivas ou a processo de alta temperaturas
- **Sem partes móveis**
Detectores sem partes móveis evitam problemas de desgaste, corrosão ou falhas mecânicas no processo
- **Tecnologia comprovada**
Medidas por radiações nucleares provaram ser fiável ao longo do tempo em milhares de aplicações



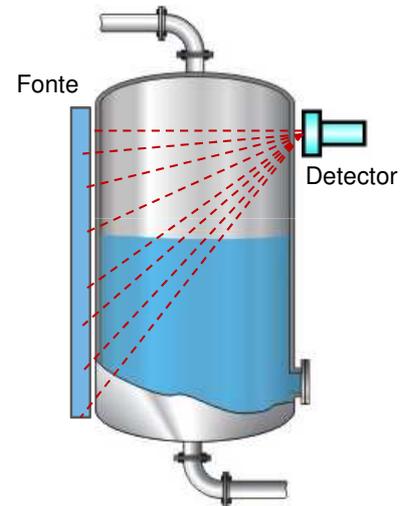
Transmissor por Radiação

Desvantagens:

- Normalmente são mais caro do que outros e podem ser proibitivos.
- Ao requer de uma fonte de radiação nuclear exige licenciamento, bem como um profissional conhecedor de segurança nuclear .
- A fonte irá se deteriorar ao longo do tempo e, eventualmente, precisar de eliminação e substituição, um processo muito rigoroso, caro e formal.

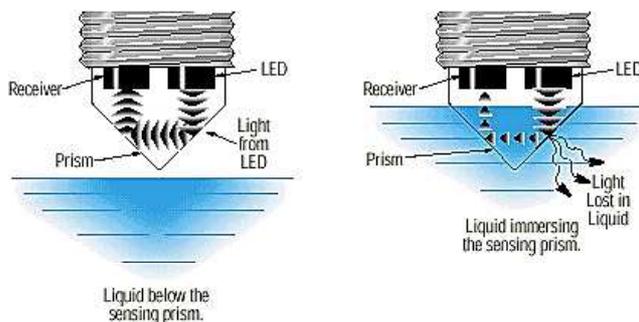


Simbologia



Transmissor óticos

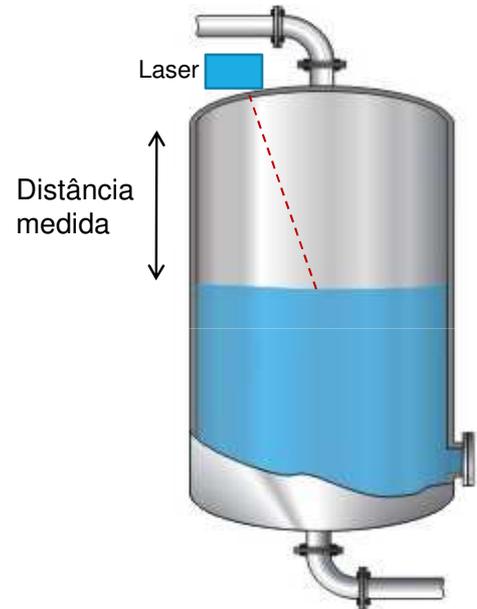
- Os sensores óticos usam a luz visível, infravermelho ou laser para detectar o nível de fluido. Baseiam-se na habilidades do material para transmissão da luz, reflexão ou de refração.
- Podem ser utilizados na detecção de nível por contato ou sem contato com o fluido.



- Nos sistemas por não-contato, a luz é destinada para baixo sobre a superfície do líquido e a luz refletida é detectada por uma célula fotoelétrica.
- Seu tempo de resposta é quase imediata e altamente preciso.

Transmissor óticos

- Pouco usados, talvez o fator mais limitativo, com medição a laser é a necessidade de se ter uma superfície suficientemente refletora para a luz do laser penetrar.
- Muitos fluidos não refletem o suficiente para que este seja uma técnica de medição prática, e na presença de poeira ou de vapores de espessura no espaço entre o laser e o líquido vai dispersar a luz, o enfraquecimento do sinal de luz e tornar o nível mais difícil de detectar.

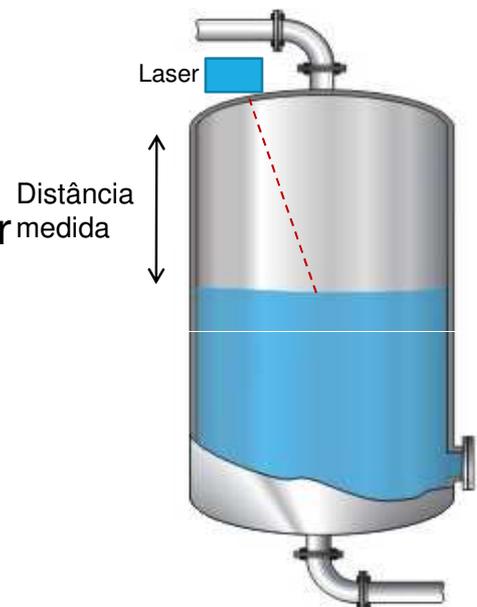


Transmissor óticos

No entanto, os lasers têm sido aplicados com grande sucesso na medição de distâncias entre os objetos.

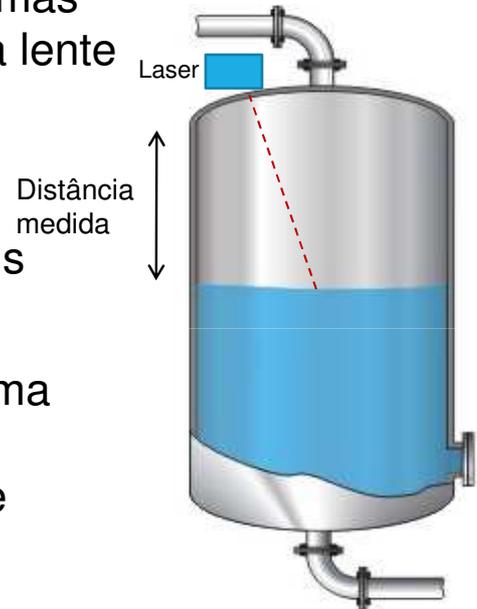
Aplicações desta tecnologia incluem controle de máquinas em movimento e de grande porte, onde alguns pontos de laser em um refletor móvel, e a eletrônica do laser calcula a distância para o refletor com base na quantidade de tempo que leva o laser para retornar

A mesma tecnologia são fitas métricas a laser para uso na construção civil



Transmissor óticos

- A tecnologia laser tem sido usada eficazmente para sólidos e fornecer medição do volume exato.
- A tecnologia ótica (laser) pode ser aplicada a aplicações de medição industrial de nível, mas deve ser tomado cuidado para assegurar a lente esteja limpa.
- Podem tb. ser utilizados para:
 - detectar os níveis de espuma ou materiais específicos
 - para determinar se um material atingiu uma viscosidade específica, a densidade, a opacidade, ou condição de condutividade térmica.



Transmissor óticos

Vantagens:

- Fiixa extremamente longa
- Taxas de atualização muito rápida.
- O feixe do laser é extremamente estreita, torna ideal para aplicações estreitas.

Desvantagem:

- Baixo desempenho em aplicações com ambiente de muito pó onde ou onde o las não penetra na superfície.



Medidores de nível em sólidos

Problema: definir o nível. Não tem porque existir uma superfície horizontal.

Se podem usar alguns dos sensores que se usam para os líquidos e outros especificamente projetados para sólidos.



Medidores de nível em sólidos

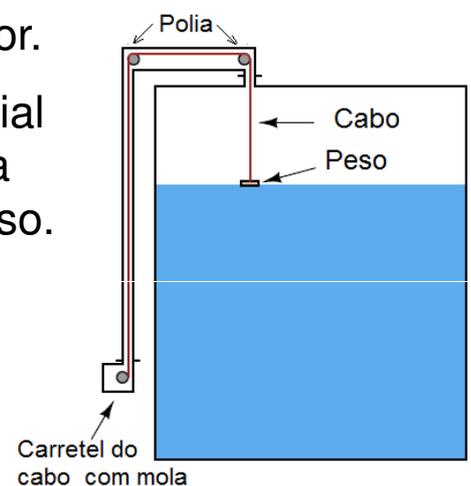
Palpador:

É um sondeio que se realiza periodicamente.

Constam de um cabo de medição com um peso em seu extremo, movido por um motor.

Ao bater o peso com a superfície do material se anula a rigidez do cabo, o que comuta a direção de giro do motor ascendendo o peso.

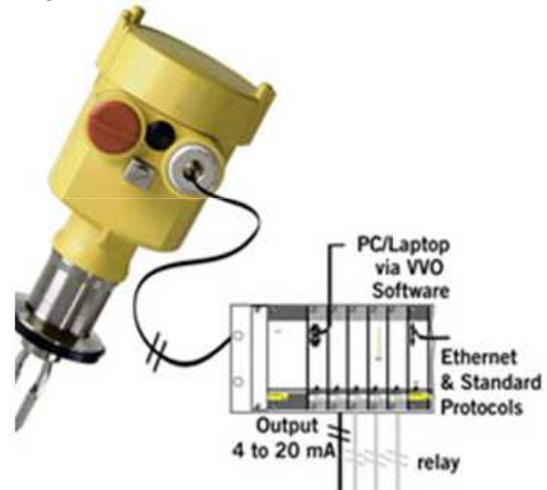
Durante o descenso se mede o cabo desenrolado o que indica o nível.



Medidores de nível em sólidos

Vibratório

Em um sensor de nível de elemento vibratório, consiste de uma sonda em forma de diapásão que vibra a uns 80 Hz. Quando o material cobre o diapásão as vibrações se amortecem, o que produz a ativação de um interruptor. A atenuação das oscilações indica se o sólido/ líquido tiver atingido o nível medido. As oscilações são estimulados e detectada por meios electrónicos.



Vibratório



Medidores de nível em sólidos

- **MEMBRANA SENSITIVA:**

Membrana acoplada á parede do recipiente no ponto no que se quer detectar o nível. Ela transmite a pressão para um sensor interno através de uma membrana fina biológica ou de metal.

Quando o material chega à altura do interruptor, **pressiona** a membrana e se **ativa** um interruptor.

O nível medido pela membranas com base no princípio de que a **pressão é proporcional ao nível de líquido multiplicado pela gravidade específica**. Nestes dispositivos o nível é igual à pressão hidrostática (pressão) de medição dividida pela densidade do líquido

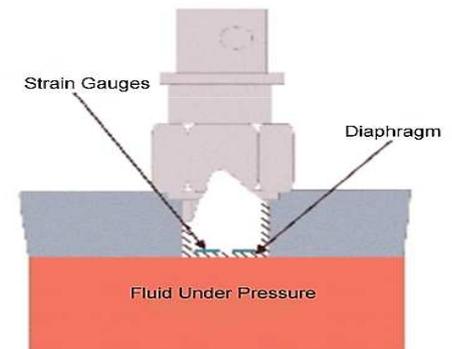
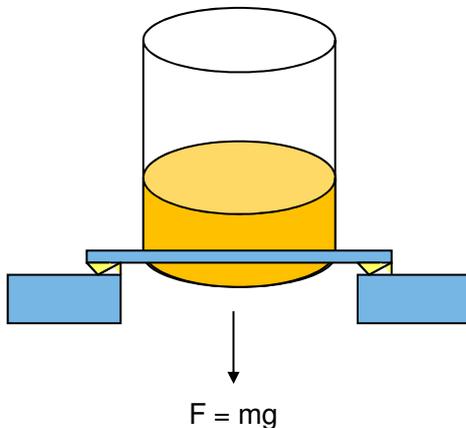


Image Credit: National Instruments

Medidores de nível em sólidos

- **PESO:**

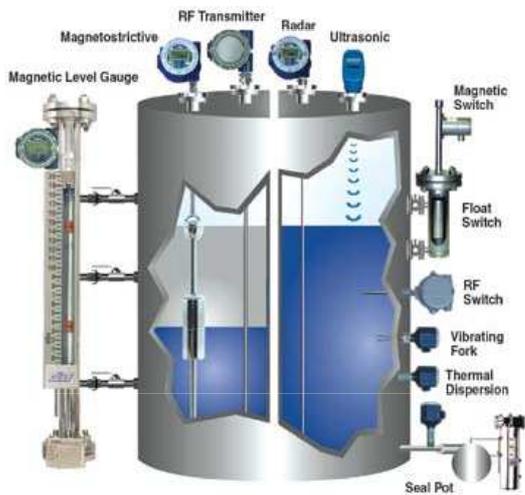
Se detecta o nível de material mediante o peso.



Como mudanças de peso do recipiente, as células de carga comprime-se ou se relaxa em uma escala microscópica, fazendo com que os medidores de tensão dentro de alterem a resistência. Estas pequenas alterações na resistência elétrica tornar-se uma indicação direta do peso vaso.



Vantagens e Desvantagens dos métodos



TIPO DE INSTRUMENTO	CHAVE DE NÍVEL	MEDIÇÃO CONTÍNUA																		
		INDICAÇÃO					TRANSMISSÃO/CONTROLE													
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5										
Visor de Nível	R					E	R	B					R							
Bóia/Flutuador	E		R	R		B		R	R				B		R	R				
Deslocador	E		B										E		B					
Pressão Hidros.	B	R	R	R		B	R	R					B	R	R					
Borbulhador	R		R			B	R	B	R				B	R	B	R				
Cél. Carga					R	B				R	B					B	B	R	B	
Ultra-Sônico	B	R		B	B											B	R		R	E
Radiação	B	B	E	R	E		E	R		B	E					B	R		B	R
Capacitivo	B	B	R		B		R	R	R		R					B	B	R		B
Condutividade	R				R	R														
Pás Rotativas						B														
Lâminas Vibrat.	B	B		E	B															
Detecção Térm.	B	R		R	R											B	R		R	R

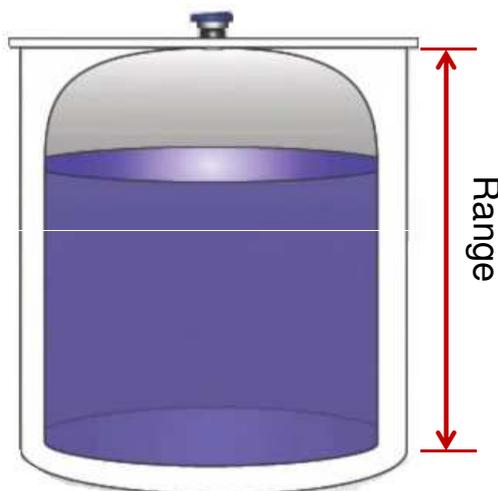
- 1 - Líquidos limpos
- 2 - Líquidos com espuma
- 3 - Interface
- 4 - Polpas
- 5 - Sólidos

- E - Excelente (sem restrições de uso)
- B - Bom (com restrições de uso)
- R - Regular (poucas aplicações)

Especificações para Sensores de nível

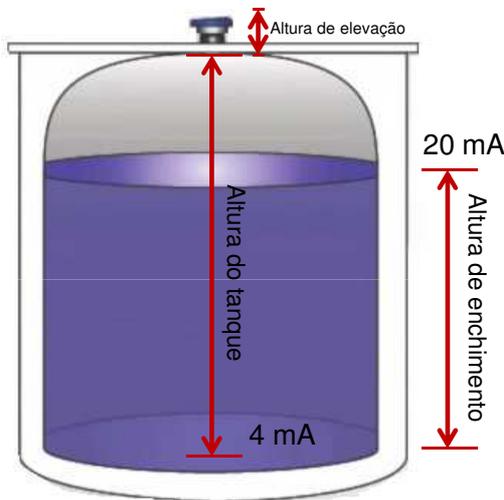
Range

Deve-se escolher a faixa de sensor pelo menos tão alto quanto os tanques, dobrando o alcance do sensor para adicionar uma margem contra temperaturas mais elevadas, efeitos de condensação e turbulência.



Especificações para Sensores de nível

Altura do tanque é definida como a distancia entre a face inferior do sensor instalado, até o fundo do tanque.

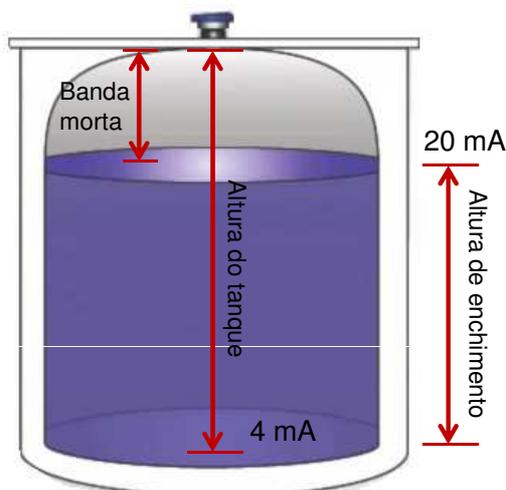


Altura de elevação é a distância a partir da face do transdutor para a parte superior do tanque

Altura de enchimento é definida como a distância do fundo do tanque, até à altura máxima desejada de líquido.

Especificações para Sensores de nível

- **Banda morta** é a distância mínima a partir da face do transdutor a partir da qual o sensor pode medir



Conclusão

- A medição de nível é uma medição amplamente utilizada nas aplicações industriais, com grande importância, muito simples em seus conceitos, mas que na prática requer artifícios e técnicas avançadas.
- Existe uma variedade de sistemas de medição de nível envolvendo líquidos, sólidos, vapor, gases; sendo que cada um possui suas vantagens e desvantagens. Com o avanço tecnológico e exigências dos processos com exatidão, variabilidade dos processos, otimização de matéria-prima, existem hoje no mercado equipamentos com alta exatidão e performance.

Referências

- www.smar.com.br
- CASSIOLATO, César – Medição de nível & nível de interface, Revista Controle & Instrumentação, Edição nº 110, 2005

Links relacionados:

- <http://www.engineeringtoolbox.com>
- http://www.youtube.com/watch?v=TrSBPHg8MHo&feature=player_embedded#
- <http://www.brooksinstrument.com/application-tools/application-notes/235-level-measurement.html>