

ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS II – JOMAR TEODORO GONTIJO

MEDIÇÃO DE NÍVEL

Aline de Oliveira Gomes¹ (aliine.gomees@outlook.com);

Bárbara Diniz Alvel¹ (barbaradiniz.20@hotmail.com);

Cíntya Tiradentes da Silva¹ (cintyastiradentes@hotmail.com);

Daniela Rodrigues Resende¹ (danoka.resende@gmail.com);

Fabíola Gomides¹ (fabiolagomides@gmail.com);

Flávia Gontijo Cunha¹ (flavinthagontijo.c@hotmail.com);

Francielli Alves Barbosa¹ (franalvesbarbosa2015@hotmail.com);

Letícia Bettoni Siqueira¹ (leticialbs@hotmail.com).

¹Graduando Engenharia de Produção da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) –
Unidade Divinópolis

RESUMO

A necessidade de se manter no mercado atual exige cada vez mais que indústrias procurem por recursos para um diferencial, o medidor de nível é um método adotado por empresas que buscam maior controle de seu processo, a partir dele é possível mensurar valores exatos de substâncias através de técnicas que foram se desenvolvendo no decorrer dos anos. O presente estudo relata a importância e as aplicações dos medidores de nível dentro do ramo industrial, assim como os conceitos dos medidores descontínuos, diretos e indiretos. A medição de nível pode ser realizada de diferentes formas, através de sensores dotados de alta tecnologia ou ainda por técnicas simples, porém de grande exatidão, têm a capacidade de mensurar substâncias líquidas ou sólidas através dos níveis que são indicados por cada método de medição.

Palavras-chave: *Medidores de Nível, Controle do Processo, Medidor Direto e Indireto.*

ABSTRAT

The need to maintain the current market increasingly requires industries look for resources for a differential, the level meter is a method adopted by companies seeking greater control of its process, as it is possible to measure substances exact values through techniques that have been developed over the years. This study reports the importance and applications of the level

meters in the industrial sector, as well as the concepts of discrete meters, direct and indirect. Level measurement can be performed in different ways, through sensors equipped with high-technology or by simple techniques, however great accuracy, have the ability to measure liquid or solid substances through levels that are displayed by each measuring method.

Keywords: *Level Meters, Process Control , Direct and Indirect Meter.*

1 INTRODUÇÃO

A constante evolução tecnológica nos últimos anos fez com que cada vez mais empresas busquem por técnicas que aumentem a confiança em seu processo, a medição de nível é um método de controle utilizado principalmente para fins operacionais e de custos. Este procedimento de medição é utilizado para informar a altura de um composto seja ele líquido ou sólido, e ainda uma mistura entre eles.

Através da medição de nível é possível controlar as principais variáveis de um processo contínuo, como avaliar o volume de estoque e manter a segurança de sistemas onde o nível do produto não pode ultrapassar determinados limites, assim como o inventário de uma empresa, por meio da realização de balanços dos materiais utilizados.

Para aprimorar as técnicas de medição de nível foram desenvolvidos diversos instrumentos com alta exatidão e desempenho, sendo também possível obter no mercado simples visores para leituras, registro ou controle automático.

O presente artigo tem o objetivo de expor o conceito dos medidores de nível assim como seus tipos e aplicações, além de evidenciar como o mesmo é uma ferramenta essencial para o controle da produção, demonstrando os benefícios que a organização alcança ao adotar este meio.

2 CONCEITO

Por definição, nível é a altura do conteúdo de um tanque de armazenamento ou reservatório. Através do mesmo é possível avaliar o volume estocado de produto, determinando e controlando a quantidade de material em um processo, seja ele físico ou químico. Existe ainda a condição de monitoração e administração visando o controle operacional, custo e proteção ambiental.

Entre os tipos de medição de nível podemos destacar a medição direta que consiste em avaliar a grandeza por medir por comparação direta com o auxílio de instrumentos aparelhos e máquinas de medir. Entre as formas de fazer esse tipo de medição estão à medição visual (gabaritos, réguas, visores de nível, boias, flutuadores e também através da reflexão de ondas ultrassônicas pela superfície do produto).

A medição indireta é o tipo de medição que se faz para determinar o nível em função de uma segunda variável. Para realiza-la são relacionadas grandezas como, pressão

(manômetros de tubo U, níveis de diafragma), empuxo (nível de deslocador), e propriedades elétricas (níveis capacitivos, detector de nível condutivo e etc.).

Além da medição direta e indireta temos a medição descontínua onde se tem somente a indicação apenas do nível quando atinge determinados pontos. Existe também a medição de nível dos sólidos, geralmente em forma de pó ou grãos, em altos-fornos, silos, entre outros. Esse tipo de medição é comumente feita por dispositivos eletromecânicos, onde é colocada uma sonda sobre a carga ou conteúdo, dessa forma o cabo da sonda movimentada um transdutor eletromecânico, que envia um sinal para um indicador de escala graduada para nível.

A medição de nível seja a mesma direta, indireta ou descontínua é amplamente utilizada nas aplicações industriais. Dessa forma a medição é extremamente necessária em qualquer segmento e porte de indústria, pois o mercado tem exigido cada vez mais processos exatos, aperfeiçoados, que haja controle e segurança tanto dos materiais quanto dos equipamentos, com o objetivo de haver uma alta exatidão e desempenho.

3 MEDIDORES DIRETOS

3.1 Visores de nível

Os visores de nível se destinam exclusivamente à monitoração do nível de líquido ou da interface entre dois líquidos imiscíveis, em vasos, colunas, reatores, tanques, etc. submetidos ou não à pressão. Eles são constituídos por tubos de vidro que utilizam o princípio dos vasos comunicantes para funcionarem. Sendo assim um tubo de vidro especial, transparente, é colocado a partir da base do reservatório até o seu ponto mais alto, o que permite a leitura precisa do nível do líquido (escala graduada), mesmo para altas pressões (tanques fechados), o comprimento e diâmetro do tubo dependem das condições que o visor será submetido. Os visores de nível são de fácil manutenção, são baratos e proporcionam segurança na operação, mas também requerem limpeza periodicamente e em casos onde a pressão e temperatura são muito altas sua utilização é impossibilitada. Para atender as mais variadas aplicações em diversos processos existem atualmente os visores do tipo tubular, de vidro plano, magnéticos e os especiais para uso em caldeiras.

3.1.1 Visores tipo tubular

Estes visores são normalmente constituídos por tubos de vidro retos com paredes de espessuras adequadas a cada aplicação e são conectados por blocos metálicos. 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 (acima de 2 bar) e altas temperaturas (até 100° C).

Para proteção do tubo de vidro contra eventuais choques externos, são fornecidas hastes protetoras metálicas colocadas em torno do tubo de vidro ou com tubos ou chapas plástica envolvendo o mesmo. Também não se recomenda o seu uso com líquidos tóxicos, inflamáveis ou corrosivos, visto que a fragilidade destes instrumentos aumenta a possibilidade

de perda de produto contido no equipamento. É importante 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.

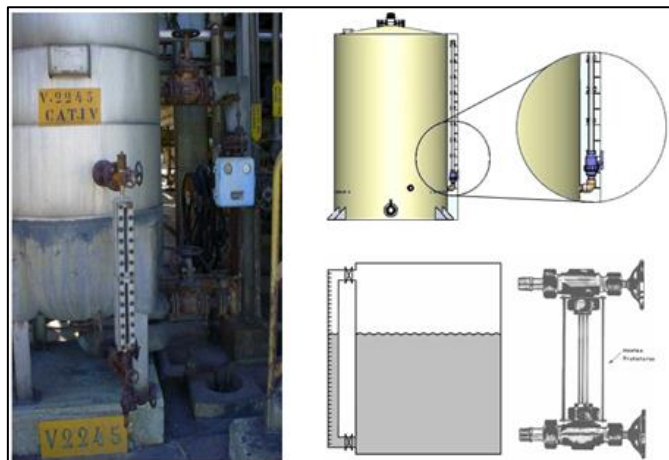


Figura 01 – Visores tubulares
Fonte: SENAI, 1999

3.1.2 Visores de vidro plano

Os visores de vidros planos representam 90% das aplicações de visores de nível e foram desenvolvidos para substituir os visores tubulares visto que os mesmos apresentam uma falta de segurança em aplicações com pressões elevadas. Eles são compostos de um ou mais módulos onde se fixam barras planas de vidro que são conhecidos como seções dos visores, cada seção apresenta uma altura variando de 100 a 350 mm e, dependendo do desnível a ser medido, os visores podem ser compostos de várias seções, mas é recomendável que cada visor tenha, no máximo, quatro seções.

Os visores de vidro plano podem ser divididos em refletivos (reflex) ou transparentes conforme abaixo:

3.1.2.1 Visor plano refletivo (reflex):

Esse tipo de visor possui um vidro com ranhuras prismáticas na face de contato com o líquido cujo nível se deseja medir. Para o visor funcionar baseia-se na lei ótica da reflexão total da luz, onde 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-se para o observador uma cor prata brilhante. Na região do visor onde existe líquido, não ocorre a reflexão total, pois o

ângulo não é ultrapassado (para a superfície vidro-água é de 62°). Consequentemente, é possível ver a superfície que se apresenta na cor negra.

Os visores reflex não devem ser utilizados nas seguintes aplicações:

- Fluidos corrosivos ao vidro;
- Fluidos viscosos, pois um agarramento do fluido sobre o vidro torna ineficaz a ação dos prismas;
- Iluminação insuficiente no local de instalação;
- Detecção da interface de dois líquidos não miscíveis, caso em que o visor ficaria escurecido por igual na região onde qualquer dos dois líquidos não miscíveis estivesse presente.

3.1.2.2 Visor plano transparente

Nesse tipo de visor existem dois vidros localizados um na parte posterior do visor e outro na parte anterior e sobre cada um deles é colocado um espelho. Os dois vidros vão permitir a transparência do visor à luz. O raio luminoso entrará por um dos vidros e será absorvido parcial ou totalmente pelo fluido no interior do visor. A parte com vapor absorverá menos luz que a com líquido, proporcionando assim um contraste ao observador. Para melhorar a visibilidade, pode-se dotar o visor de lâmpadas, localizadas na parte posterior.

Este tipo de visor é utilizado em aplicações com fluidos coloridos, viscosos ou corrosivos ao vidro, também, à supervisão da interface entre dois líquidos e são usados ainda quando o fluido no interior do visor for corrosivo ao vidro (como por exemplo, a água de caldeira a pressões superiores a 30 bar), nesse caso é necessário instalar um material transparente protetor (geralmente mica) entre o vidro e a junta de vedação, o qual deve ser selecionado criteriosamente para não prejudicar a visibilidade do instrumento.

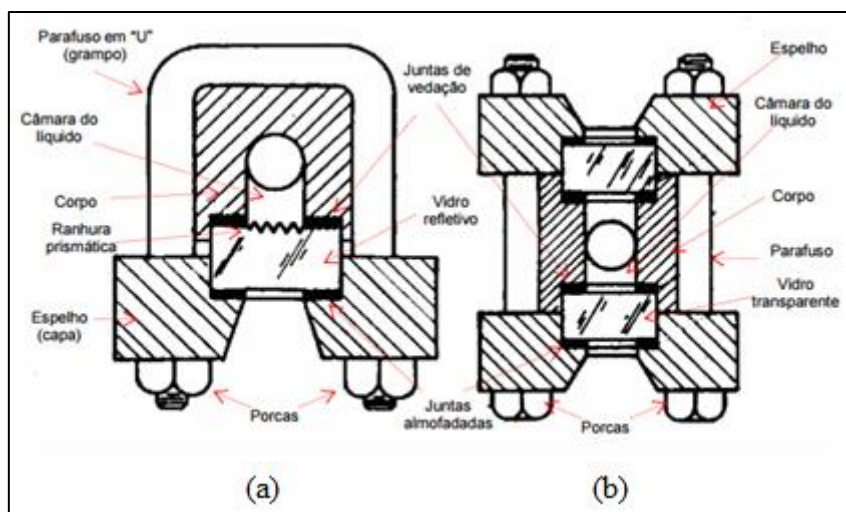


Figura 02 – Vidro reflex e vidro transparente
Fonte: SENAI, 1999

3.1.3 Visor magnético

Os visores magnéticos de nível são instrumentos que indicam o nível de forma contínua, precisa e econômica. Esses visores podem ser fabricados por diversos materiais o que permite a utilização em diversos líquidos na aplicação industrial, mesmo que sejam incrustantes ou contaminados.

A indicação contínua de nível é obtida através de sensores magnéticos (linear) e resistores de precisão hermeticamente selados no interior da haste, assim uma bóia magnética quando deslocada pela haste aciona os sensores e causa uma variação de resistência elétrica que é convertida e pode ser visualizada por meio de indicador digital.

3.1.4 Medição por sensores de contato

A medição por sensores de contato é um sistema de barreira de ar aplicado basicamente para controle de nível mínimo e máximo, que age como uma chave de nível. Trata-se de um circuito eletropneumático dotado de um sensor que, ao ser alimentado por uma pressão emite por meio desse sensor em direção ao fluido, um fluxo de ar a uma determinada pressão (0,1 a 0,15 bar). Esse sensor é normalmente alojado em um tubo de imersão. Quando o sensor está inativo, o ar de alimentação escapa pelo tubo de imersão. Assim que o fluido atinge o nível da extremidade inferior do tubo de imersão, fechando-o, aparece na saída do sensor um sinal cuja pressão é proporcional a altura do fluido, até o valor da pressão de alimentação. A pressão do sinal subsistirá enquanto o fluido mantiver a abertura fechada.

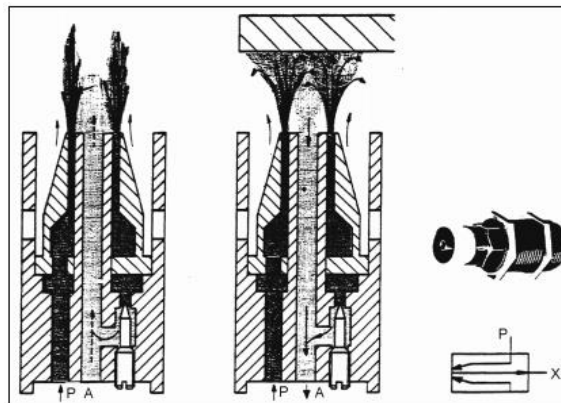


Figura 03 – Sensores de contato
Fonte: SENAI, 1999

3.1.5 Medição por unidade de grade

A medição por unidade de grade é um sistema mecânico que determina o nível somente de sólidos pela transmissão do momento de torção. O sistema possui anéis metálicos,

ligados por hastes, formando um dispositivo cilíndrico vertical onde as forças são transmitidas por intermédio de um tubo torque a um relé pneumático para transmissão a um instrumento de leitura ou a um controlador. De acordo com Heizen, 2011 quando a grade encontra-se toda expandida (nível do sólido abaixo da grade), a força peso F atuante na extremidade do braço de alavanca é máxima, ou seja, momento de torção máximo. Conforme o nível de sólidos aumenta no recipiente, os anéis metálicos da grade passam a repousar sobre o sólido, diminuindo assim a força peso atuante na alavanca. Assim, o momento de torção diminui proporcionalmente à elevação do nível de sólidos no recipiente. Esse mecanismo também pode ser instrumentado com straingauges e pode operar em temperaturas até 960°C e pressão de 130 atm. É indicada para nível de sólido-granular em silos, unidade de cozimento por contato contínuo, e em unidade de processamento petroquímico como a hipersorção e hiperformação.

3.2 Régua fita ou gabarito

É baseada em uma régua graduada que tem o comprimento pertinente para ser incorporado no reservatório onde será medido o nível e a determinação do nível é através do comprimento marcado pelo líquido na régua. Uma régua graduada com comprimento adequado é introduzida no reservatório, normalmente através de um mecanismo de prumo. A graduação da régua é feita a uma temperatura de referência, sendo em unidades de comprimento, volume ou massa. É um mecanismo simples e de baixo custo que fornece medidas instantâneas.

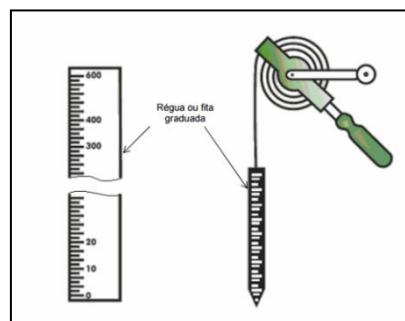


Figura 04 – Régua de comando

Fonte: <http://www.professores.uff.br/controldeprocessos-eq/>

3.3 Bóia

É um instrumento simples, com baixo custo e grande facilidade de instalação e normalmente é encontrado em tanques abertos e reservatórios. As bóias são utilizadas no controle e detecção de nível de líquido, consiste em uma 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.

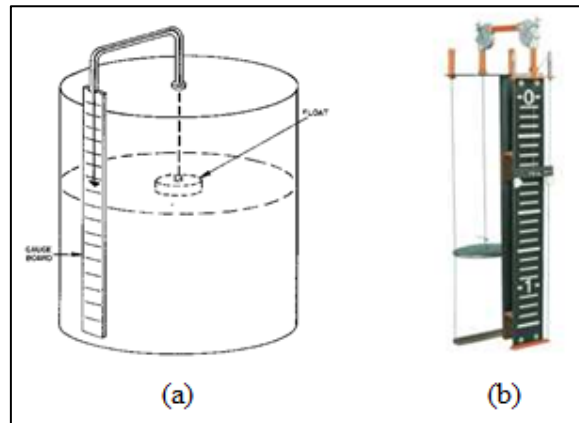


Figura 05 – (a) Esquema de uma bóia
(b) Bóia

Fonte: Unicamp, 2007

3.3.1 Bóia interna

Neste medidor, um dispositivo esférico é colocado para flutuar no tanque, e seu movimento vertical é convertido por uma alavanca e sua rotação produz uma indicação direta ou aciona um dispositivo magnético. O medidor de níveis com flutuador interno é usualmente utilizado em tanques abertos e deve-se ter o cuidado para assegurar que não ocorram vazamentos quando estes são usados com pressão ou em tanque de vácuo. A bóia tipo esférico é normalmente usado quando grande resistência à pressão é desejada. A bóia é desenhada de modo que a linha de centro da esfera coincida com o nível da superfície do líquido, proporcionando uma máxima sensibilidade na mudança de nível.

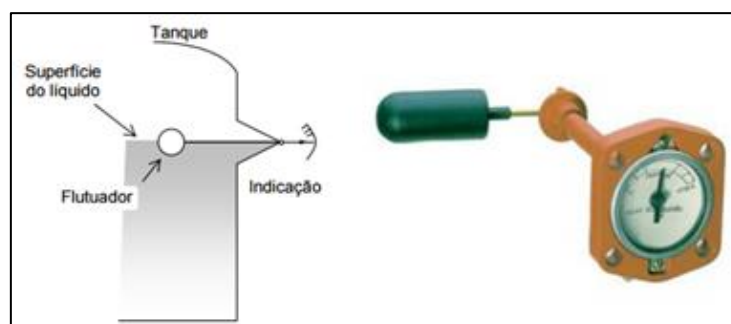


Figura 06 – Bóia interna
Fonte: Unicamp, 2007

3.3.2 Bóia externa

Com este medidor pode-se obter o nível em tanques sob pressão ou vácuo, medir nível de interface entre dois líquidos de densidade diferentes e medir nível de líquidos corrosivos. A bóia externa é colocada em uma câmara montada do lado de fora do tanque. À medida que o nível varia, a bóia movimentada-se verticalmente e, por sua vez, transmite esta variação ao elemento indicador através de um sistema de alavancas. Sua vantagem sobre o sistema com a bóia interna está no fato deste ser menos afetado por oscilações na superfície do líquido contido no tanque ou por sua vaporização.

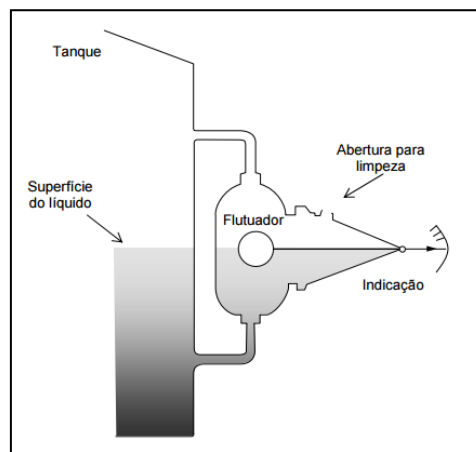


Figura 07 – Bóia externa
Fonte: Unicamp, 2007

3.4 Contato de eletrodo

Esses instrumentos só podem ser usados para líquidos condutores de eletricidade. Consistem em duas ou mais hastes metálicas, de diferentes comprimentos, que são mergulhadas no líquido e alimentadas por uma fonte de tensão elétrica. À medida que o nível aumenta mais hastes vão sendo curto circuitadas. Obtém-se, assim, um conjunto de chaves de nível. Essa construção pode ser substituída por uma haste única que funcione como um potenciômetro: medindo-se a corrente que circula nessa haste, obtém-se uma medição contínua do nível.

Medidores desse tipo também estão em contato direto com o fluido, e por isso este deve estar limpo e não ser corrosivo, e a temperatura não podem ser muito elevados. A viscosidade também não pode ser muito grande. Pode trabalhar a pressões elevadas sem problemas. A construção é robusta e suporta bem a vibração e o turbilhonamento do fluido. É utilizado para medição de fluido condutivo



Figura 08 – Contato de eletrodo
Fonte: <http://www.ebah.com.br/>

4 MEDIDORES INDIRETOS

4.1 Medição de nível por pressão diferencial

Neste tipo de medição usa-se a pressão exercida pela altura da coluna líquida, para medir indiretamente o nível do mesmo.

A medição de nível para efeito de controle de processo pode ser feita simplesmente medindo-se a diferença de pressão entre a parte superior e inferior do vaso onde se encontra o fluido, utilizando-se, para isto, um transmissor de pressão diferencial.

Segundo a Lei de Stevin (1548 - 1620): Em um fluido homogêneo e incompressível em equilíbrio sob a ação da gravidade, a pressão cresce linearmente com a profundidade; a diferença de pressão entre dois pontos é igual ao produto do peso específico do fluido pela diferença de nível entre os pontos considerados.

Essa técnica permite que a medição seja feita independente do formato do tanque, seja ele aberto ou pressurizado. Normalmente os transmissores de pressão utilizados são instalados no campo e as tomadas de pressão Hi e Low são conectadas diretamente ao tanque. Neste tipo de medição deve-se analisar cuidadosamente os cálculos, ajustes e calibrações, o efeito das colunas líquidas nas tomadas do transmissor. Outro detalhe é se o tanque é aberto ou fechado.

As vantagens deste sistema são que ele é muito econômico e de fácil instalação, sua verificação é em tempo real e é possível realizar manutenções.

Mas existem também algumas desvantagens como a impossibilidade de medir sólidos, apenas fluidos limpos podem ser medidos e a variação da densidade pode acarretar em erros.

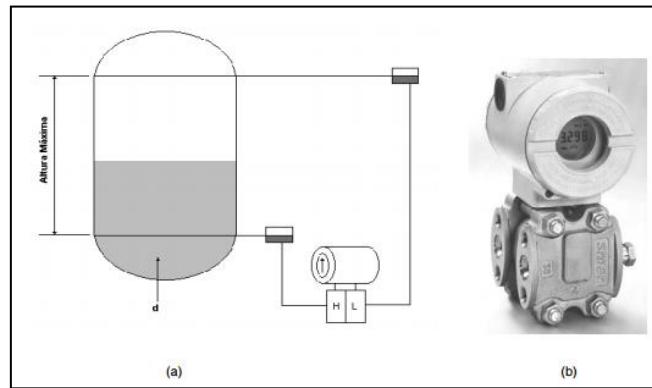


Figura 09 - (a) Medição de nível por pressão diferencial em tanques fechados e pressurizados
(b) Transmissor de pressão diferencial Smar
Fonte: <http://academico.riogrande.ifrs.edu.br/>

4.2 Medição de nível com borbulhador

O sistema **Borbulhador** consiste em um tubo inserido dentro do tanque onde queremos medir o nível. Este tubo está conectado a uma **reguladora** ajustada para uma pressão ligeiramente maior que a pressão da coluna líquida (referente a coluna de tanque cheio) exercida na extremidade inferior do **Tubo Borbulhador**. Esta coluna líquida faz uma obstrução do ar que flui pelo Tubo e faz equilibrar a pressão dentro do tubo para um valor igual ao da coluna líquida. Assim temos uma pressão dentro do Tubo proporcional ao nível dentro do tanque, sendo que o excesso de pressão "borbulha" para a atmosfera. Temos um indicador desta pressão instalado na linha de ar do Borbulhador convenientemente Ajustado para indicar o nível dentro do tanque através da variação da pressão da coluna líquida.

As principais vantagens do borbulhador são a sua localização flexível, a elevação praticamente ilimitada e o facto de poder ser usado para líquidos corrosivos, líquidos a elevadas temperaturas e líquidos com sólidos em suspensão.

Como desvantagens tem o facto de ser necessário assegurar uma pressão de ar constante e um caudal constante pequeno, a possibilidade dos sólidos obstruírem os tubos de ligação e de haver contaminação de líquidos, a impossibilidade de utilização em tanques pressurizados e requerer sistemas para purga de ar.

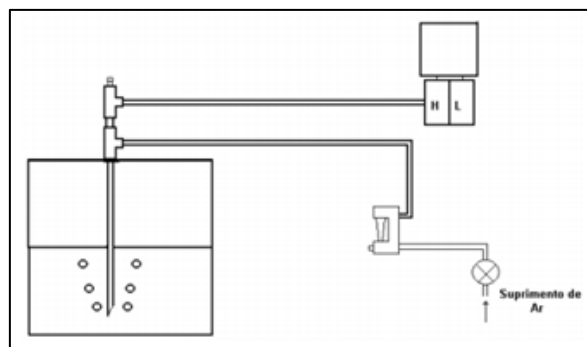


Figura 10 - Medição de nível com borbulhador.
Fonte: <http://academico.riogrande.ifrs.edu.br/>

4.3 Medição de nível por empuxo

O princípio de Arquimedes diz: “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.”.

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 está sendo medido, pois o empuxo varia com a densidade.

Aplicação muito comum é medição de nível de tanques que contêm dois líquidos com diferentes densidades e que não se misturam. O medidor tipo Empuxo indicará o nível dessa interface, isso é comum em Torres de destilação, Torres de lavagem, decantadores, etc.

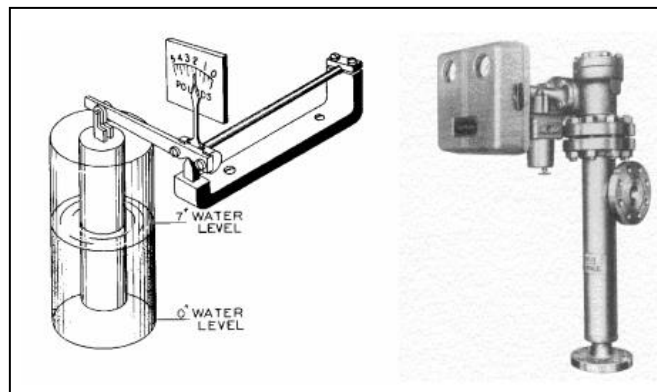


Figura 11 - Medição de nível por empuxo
Fonte: <http://academico.riogrande.ifrs.edu.br/>

4.4 Medição de nível com raios gamas

A medição de nível com raios gamas, também chamada por radiação, utiliza uma fonte de emissão de raio gama (δ) instalada verticalmente na parede superior do tanque ou silo como pode ser observado na figura 01. Segundo SENAI (1999), essa fonte normalmente é césio 137 e é alojada em uma cápsula blindada com chumbo ou ferro fundido e aço inox. No lado oposto da fonte no tanque é colocado um detector, que é uma câmara de ionização ou cintilação contendo gás inerte pressurizado (normalmente argônio) que transforma os raios recebidos em sinal elétrico de corrente contínua. Essa corrente é diretamente proporcional à intensidade de radiação e inversamente proporcional ao nível do produto no tanque ou silo, tendo - se assim a medida de nível do produto interno.

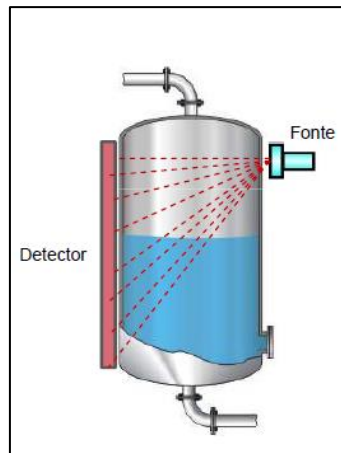


Figura 12 – Esquema do medidor de nível com raios gamas
Fonte: BOJORGE, 2014

Este sistema pode ser aplicado para a medição de materiais de manuseios complexos, corrosivos, tóxicos, abrasivos, com alta viscosidade, sob pressões elevadas, etc.

Este tipo de medidor indireto possui algumas vantagens como ser uma técnica não invasiva (já que não tem o contato direto com o produto medido), a manutenção sem interferência ou paralização no processo, alto nível de confiabilidade, etc. E têm como desvantagens os custos mais elevados, a necessidade de licenciamento para a utilização de uma fonte de radiação, maiores cuidados devido o trabalho com materiais radioativos e mão de obra mais qualificada para garantir o funcionamento previsto com segurança, entre outros.

4.5 Medição de nível capacitivo

O medidor de nível capacitivo consiste na instalação de uma sonda paralela às paredes de um tanque feito de material condutor com a presença de um fluido dielétrico. 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 (BOJORGE, 2014).

A variação do nível no interior do tanque altera as proporções entre o líquido e os vapores existentes. Como geralmente a constante dielétrica dos líquidos é maior que a dos vapores, as variações de nível se traduzem em variações lineares de capacitância que são lidas por um circuito eletrônico responsável por converter este sinal em corrente elétrica transmitindo assim o nível. Esse sistema pode ser visto na figura 02 abaixo.

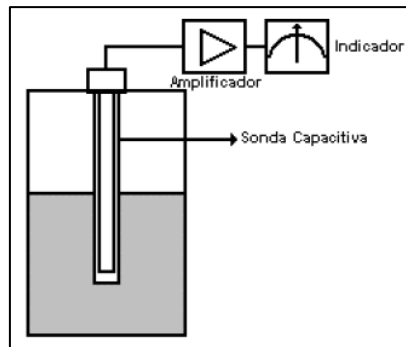


Figura 13 – Sistema do medidor de nível capacitivo
Fonte: PUC, 2016

A medição de nível por capacitância também pode ser realizada sem contato, utilizando sondas de proximidade. O processo é feito basicamente da mesma forma, porém essa sonda consiste em um disco compondo uma das placas do capacitor e a outra placa é a própria superfície do produto ou a base do tanque, como pode ser visto na figura 03 abaixo.

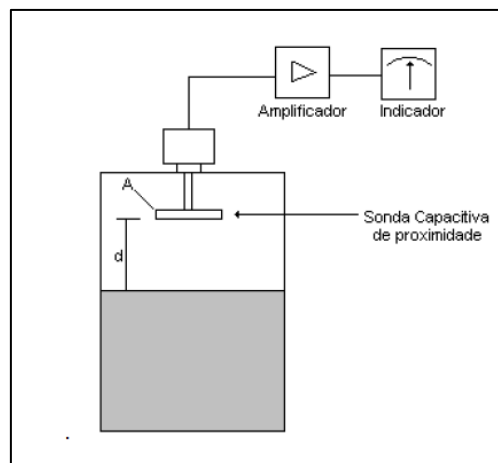


Figura 14 – Sonda de proximidade
Fonte: PUC, 2016

Este medidor pode ser aplicado em diversos tipos de líquidos como água, óleo, sólidos, meios pastosos, corrosivos entre outros. Ele possui como vantagens a instalação simples e econômica, estrutura resistente, opera em altas pressões e temperaturas, etc.

4.6 Medidor de nível por ultrassom

O ultrassom é uma onda sonora que tem sua propagação modificada dependendo do meio em que está situada. A velocidade do som é a base para a medição através da técnica de ECO, usada nos dispositivos ultrassônicos como este medidor.

Este medidor tem como princípio de operação a emissão de pulsos ultrassônicos gerados por cristais piezoelétricos de um sensor instalado no tanque que são refletidos pelo material que se deseja medir o nível.

Segundo Santos (2016), como o som se propaga com velocidade constante e conhecida em um determinado meio (geralmente o ar) e 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 esta reflexão indicando assim o nível desejado. Este sistema pode ser observado na figura 04 abaixo.

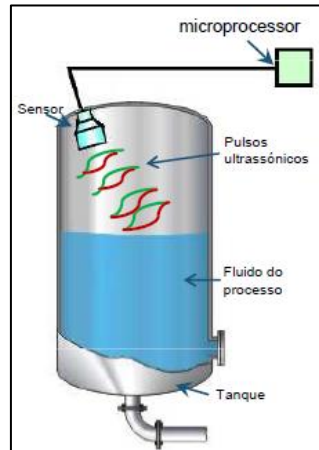


Figura 15 – Esquema do medidor de nível por ultrassom
Fonte: BOJORGE, 2014

Este sistema pode ser aplicado na medição contínua de líquidos ou sólidos armazenados em silos ou tanques. Ele tem como vantagens baixo custo, pode ser utilizado em recipientes abertos ou fechados, não tem contato com o produto, etc. Mas possui como desvantagens a influência de impurezas como poeira no processo de medição, produtos com temperatura alta modificam a velocidade de transmissão causando problemas de precisão, etc.

4.7 Medição de nível por radar

O sinal de radar é emitido por uma antena, que reflete na superfície do produto, e retorna novamente depois de um intervalo de tempo que é proporcional a distância entre a antena e a superfície do produto (PUC, 2016). Este sistema pode ser considerado mais preciso do que o realizado pelo ultrassom, já que pode realizar a medição mesmo na presença de alguns fatores desfavoráveis, sendo essa a principal diferença entre os mesmos. A figura 05 abaixo mostra o esquema de funcionamento deste tipo de medição em um tanque com agitadores e espuma.

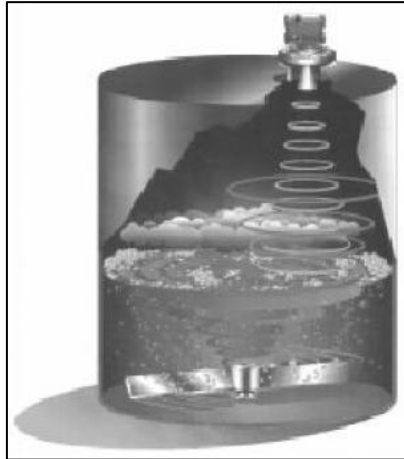


Figura 16 – Sistema do medidor de nível por radar
Fonte: PUC, 2016

Este tipo de medidor tem como vantagens a possibilidade de colocar a antena isolada do processo e o sinal do radar não ser afetado com mudanças no líquido e pela presença de poeira. Suas desvantagens são o alto custo e a deficiente reflexão em sólidos granulados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que é extremamente necessário o emprego de medidor de nível em processos industriais seja o mesmo do tipo direto, indireto ou descontínuo. Há uma variedade de modelos desse sistema, atendendo as mais variadas aplicações em diversos processos, portanto a medição pode ser realizada de formas distintas, o que torna mais fácil e prático a seleção apropriada para o processo fabril. Como todo processo cada tipo de medição de nível apresenta suas vantagens e desvantagens, cabendo assim à empresa determinar o mais adequado.

Dessa forma a medição de nível é extremamente necessária em qualquer segmento e porte de indústria, fortalecendo a aplicação da automação dentro das mesmas, de modo a envolver o emprego de sensores ou sistemas mecânicos para medir o nível de líquidos e sólidos, desde situações mais simples até as mais complexas, de maneira que traga como consequências processos produtivos com maior exatidão e segurança, pois o mercado tem exigido cada vez mais dos processos industriais.

6 REFERÊNCIAS

SENAI (Espírito Santo). **Instrumentação básica I: Pressão e nível**. 1999. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817066/157/Instrumentacaobasica1_pdf.pdf>. Acesso em: 03 set. 2016.

BOJORGE, Ninoska. **Sistemas de Medição de Nível**. Niterói: Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – Uff, 2014. Color. Disponível em: <<http://www.professores.uff.br/>>

controledeprocessos-eq/images/stories/Aula06_Instrument-NIVEL_1sem2014.pdf>. Acesso em: 03 set. 2016.

PUC. **Medição de nível.** Disponível em: <<https://aihcp.files.wordpress.com/2012/07/3-2-pc3b3s-pucpr-3-medic3a7c3a3o-de-nc3advel.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2016.

SANTOS, Michelle Mendes. **Medição de nível.** Disponível em: <http://www.cpdee.ufmg.br/~michelle/fabrai/index_arquivos/Instrumentos Nivel.pdf>. Acesso em: 03 set. 2016.

CASSIOLATO, César. **Medição de Nível: Introdução.** Disponível em: <<http://www.instrumatic.com.br/artigo/medicao-de-nivel>>. Acesso em: 06 set. 2016.

TEIXEIRA, Paulo Roberto Frade; STEBEL, Sergio Leandro; FARIA, Rubens Alexandre de. Encarregado de instrumentação: **Noções de instrumentação industrial.** Disponível em: <[http://academico.riogrande.ifrs.edu.br/~jose.eli/apostilas/PROMINP/Instrumentacao/Encarregado de Instrumentacao/Noções - Instrument Industrial \(encinstrument\) r1.pdf](http://academico.riogrande.ifrs.edu.br/~jose.eli/apostilas/PROMINP/Instrumentacao/Encarregado de Instrumentacao/Noções - Instrument Industrial (encinstrument) r1.pdf)>. Acesso em: 06 set. 2016.

GOIÁS, PUC. **Medição de Nível.** Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDo cente/admin/arquivosUpload/18219/material/Aula%20-%20Medi%C3%A7%C3%A3o%20de%20N%C3%ADvel.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2016.

EBAH. **Medidores de Nível.** Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAs7MAG/medidores-nivel?part=2>. Acesso em: 1 set.2016.

SÃO PAULO, UNICAMP. **Sensores de Nível e Capacidade.** Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~hermini/ES746/Aula%2007b.ppt>>. Acesso em: 7 set.2016.