

Instrumentação Industrial – Nível

2.ª Parte

2. MEDIÇÃO CONTÍNUA DO NÍVEL

- 2.1. Transmissor de Pressão Diferencial;
- 2.2. Transmissor Hidrostático de Membrana;
- 2.3. Transmissor de nível Capacitivo;
- 2.4. Transmissor de nível Ultra-Sónico;
- 2.5. Transmissor de nível por Radar.

2.1. Transmissor de Pressão Diferencial

Da equação fundamental da hidrostática conclui-se que dois pontos quaisquer no seio de um fluido homogéneo e em repouso é igual ao produto do peso específico do fluido pela distância na vertical entre os dois pontos considerados:

$$\Delta P = h \times \rho$$

- ΔP – Pressão diferencial líquido;
- h – Distância na vertical entre dois pontos no seio de um fluido;
- ρ – Peso específico do líquido.

O Transmissor de pressão diferencial é muito utilizado na medição de nível de líquidos em reservatórios fechados (Figura 8), sendo a *tomada de pressão alta* efetuada junto ao fundo do tanque e a *tomada de pressão baixa* junto ao topo, em contacto com a fase gasosa. Neste tipo de instalação é preciso ter o cuidado de garantir que a tomada de pressão ligada ao topo do reservatório não acumula líquido, o que poderá originar erros de medida grosseiros.

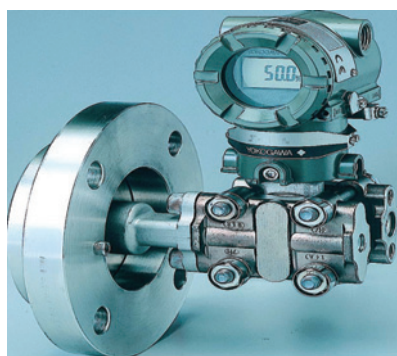


Figura 8. Transmissor de pressão diferencial de acoplamento direto para medição de nível de líquidos em reservatórios abertos ou fechados.



Figura 9. Transdutor de pressão diferencial com diafragmas estendidos mediante dois capilares.

Um método utilizado para compensar este tipo de erros consiste em encher a tomada baixa do transdutor com líquido do reservatório, e efetuar a compensação da variação de pressão originada por esta coluna líquida adicional. Neste caso a pressão na tomada baixa será superior à pressão na tomada alta.

No entanto, o método mais eficaz utilizado para impedir a entrada de condensados na entrada de baixa pressão do transdutor, consiste na utilização de um transdutor de pressão diferencial com diafragmas estendidos mediante dois capilares conetados na parte superior e inferior do reservatório (Figura 9). É importante que os dois diafragmas estejam à mesma temperatura para evitar erros na medida que existiriam devido às diferentes dilatações do fluido do tubo capilar. Também como no método de encher a tomada baixa com líquido do reservatório, existe o problema de ajuste de zero.

Na Figura 10 conclui-se que o peso específico do líquido capilar da entrada de

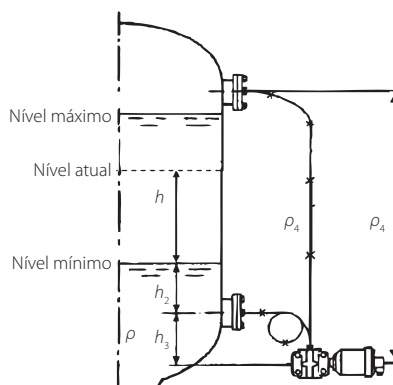


Figura 10. Transmissor de pressão diferencial para medição de nível num reservatório fechado.

baixa pressão, ρ_v , é bastante importante. Independentemente do seu percurso correspondente à altura h_4 . Tem-se assim para a pressão diferencial do transdutor, P_d

$$P_d = \rho \times h + \rho \times h_2 + \rho_0 \times h_3 - \rho_0 \times h_4$$

Como se pretende que h seja proporcional a P_d sem *offset* (isto é, $P_d = \rho \times h$) deverá ser introduzido um ajuste de zero ρ_v

$$P_0 = \rho \times h_2 + \rho_0 \times h_3 - \rho_0 \times h_4$$

Os instrumentos de pressão diferencial têm uma exatidão máxima de $\pm 0,1\%$ e a sua aplicação tem as seguintes vantagens: não existem partes móveis dentro do reservatório, são de fácil limpeza, são precisos e fiáveis, admitem temperaturas no fluido até 120°C e não são dependentes das flutuações de pressão. Todavia, em reservatórios fechados existe o inconveniente de uma possível condensação de vapores na entrada de baixa pressão do transdutor. Também tem o inconveniente de ser dependente da variação da densidade do fluido por variação da temperatura. Se a temperatura do líquido variar e o seu valor for desconhecido, a leitura do nível será afetada por um erro desconhecido, caso contrário pode ser feita a devida correção.

A assinalar que o material do diafragma deve ser adequado para resistir à corrosão do fluido (existem materiais de aço inoxidável 316, tântalo, inoxidável revestido de Teflon).

2.2. Transmissor Hidrostático de Membrana

O transmissor de membrana (Figura 11) imerso na água é fixo ao reservatório, ou poço de água, por um cabo que para além dos fios elétricos inclui um tubo estanque que transfere à membrana, que existe no interior do transmissor, uma pressão atmosférica.

A força exercida pela coluna de líquido sobre a área da membrana comprime o ar interno a uma pressão igual é exercida



Mínimo espaço com máxima precisão na detecção

Série PA/ PH18:
detectores fotoelétricos
compactos de elevada
fiabilidade para ambientes
adversos

Com microprocessador integrado a gama PA/PH18 garante um sistema de detecção e de filtragem avançado, que permite soluções personalizadas, seguras e flexíveis.

Além disso, estes sensores podem suportar pressões de água até 100 bar assim como agentes de limpeza, em conformidade com ECOLAB, IP67, IP69.

- Velocidade de detecção: 500 imp/seg
- Tensão de alimentação: 10-30 VDC
- Corrente de carga: 100 mA
- Versões NPN ou PNP com saídas NA e NF.

pela coluna de líquido. Assim o nível do líquido é a diferença desta pressão e a pressão atmosférica.

Este transmissor tem o inconveniente do volume de ar interno ser relativamente grande, pelo que o sistema está limitado a distâncias inferiores a 15 metros devido à compressibilidade do ar. É também um instrumento delicado, uma vez que qualquer pequena fuga de ar contido no diafragma destruiria a calibração do instrumento. Relativamente às vantagens, este transmissor pode ser utilizado em todo o tipo de líquidos, é independente do depósito e das flutuações do líquido.



Figura 11. Transmissor hidrostático de membrana.

2.3. Transmissor de nível Capacitivo

O Transmissor de nível capacitivo (Figura 12) consiste num condensador formado por um eléctrodo e o reservatório (metálico) como armaduras, sendo o produto armazenado o dielétrico. Se o respetivo produto é condutor, o eléctrodo é isolado a Teflon que se comporta como dielétrico. Quanto à capacitância do transmissor esta aumenta à medida que o nível do produto armazenado aumenta.



Figura 12. Transmissor de nível capacitivo.

Relativamente às vantagens, os transmissores de nível capacitivos são simples, robustos e económicos e podem ser utilizados em líquidos ou sólidos, para medição contínua do nível como para a deteção do valor limite.

2.4. Transmissor de nível Ultra-Sónico

O sistema ultra-sónico de medição de nível baseia-se na emissão de um impulso ultra sónico (20 kHz) dirigido a uma superfície refletora (superfície do líquido ou sólido a medir) e na receção do respetivo eco. O tempo decorrido entre a emissão e receção depende do nível do tanque (Figura 13).

Estes dispositivos podem incluir funções de eliminação de ecos produzidos por elementos internos do tanque, como funções de compensação de temperatura do ar (por exemplo se a temperatura ambiente mudar de 0° C a 70° C o erro na medida é de 12%).

A condensação de água na membrana pode alterar a frequência do ultra-sónico, reduzir a potência de transmissão e a sensibilidade. E em casos extremos bloquear a transmissão dos impulsos. Nestes casos o sistema mais indicado é o de radar porque não é afetado pelas alterações da temperatura nem pelos vapores presentes no reservatório. Estes transmissores por não estarem em contacto podem ser uma solução em meios agressivos, abrasivos e viscosos. Tem o inconveniente de ser sensíveis à densidade dos fluidos e de dar sinais erróneos quando a superfície do nível do líquido não é nítida como é caso do líquido com espuma, já que produzem falsos ecos nos ultra-sónicos.



Figura 13. Transmissor de nível ultra-sónico.

2.5. Transmissor de nível por Radar

O sistema de radar de micro-ondas baseia-se na emissão contínua de uma onda eletromagnética modulada a frequências acima dos 10 GHz (a técnica tem o nome de FMCW – Frequency Modulated Continuous Wave) e na deteção da diferença da frequência entre o sinal emitido e o eco recebido.

A diferença destas frequências é proporcional ao tempo gasto pelos sinais de transmissão e retorno, isto é, ao valor do nível do produto.

O transmissor de nível por radar, ao contrário do transmissor ultra-sónico, não depende da temperatura, nem das variações de densidade que podem existir no líquido. Estes sistemas aplicam-se sobretudo para detetar objectos móveis e realizar medições rápidas.

Quanto ao sistema FCMW baseia-se num sinal linear modulado (típico 1 GHz) em forma de triângulo ou serra. E aplicam-se para medir a distância de um objeto estático.

O sistema de medida de nível por radar é adequado para asfaltos, parafinas e produtos muito densos e viscosos, que não sejam homogéneos e sofram estratificações.

O transmissor instala-se no teto do reservatório ou esfera, a uma altura que seja apropriada para a manutenção ou a inspeção. Nos tetos flutuantes instalam-se na parte fixa do reservatório; e nas esferas é obrigatório colocar um tubo tranquilizador e um tubo guia-ondas, concêntricos.

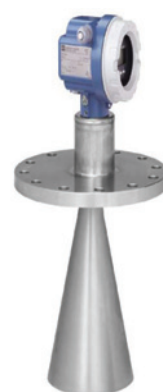


Figura 14. Transmissor de nível por radar.



Cinterion TC65iT

Terminal Série (RS232) GSM/GPRS, com μ c ARM, I/O e programação em JAVA™

Cinterion MC52/55iT

Terminal Série (RS232) GSM/GPRS



Cinterion BGS2T

Terminal Série (RS232 ou RS485) GSM/GPRS, com várias opções de fixação



Virtual Access GW2000

Router 3G, Dual SIM

Perle IOLAN DS1

Portas Série RS232/422/485 sobre redes TCP/IP



Bluegiga Bluetooth Access Servers AX4™

Difusão de mensagens/Comunicação Bluetooth por ligações em redes TCP/IP



Sierra Wireless GX400

Intelligent Gateways (Serial, Ethernet, USB, GPS)



Supertex inc.



Approved Distributor



Amphenol



A face de emissão das ondas eletromagnéticas tem o menor diâmetro possível de forma a evitar o maior número de obstáculos no interior do reservatório (aquecedores, bainhas, escada, agitadores, entre outros) (Figura 14).

Em aplicações com produtos corrosivos, tóxicos, pressurizados, e outros, existe a possibilidade dos equipamentos de medida por radar serem montados no processo através de “janelas”, ficando completamente isolados do interior do recipiente. O equipamento consegue filtrar medidas de nível com constantes dielétricas próximas de 1 para evitar as medidas sobre espumas ou medidas sobre uma capa, que se forma como uma nata, que não permite o radar seguir o nível do líquido. O sistema permite, também, a deteção de obstáculos e a possibilidade da filtração dos mesmos. As desvantagens passam pela dificuldade de funcionar com materiais de constante dielétrica menor de 2.5, devido à inca-

pacidade de obter um sinal de retorno no receptor. E trabalhar com faces de grande divergência.

3. ÁREAS DE APLICAÇÃO

Um bom conhecimento das condições do processo é essencial para a escolha acertada do equipamento de medição e para determinar quais as diretivas ou normas legais aplicáveis. O medidor para manter as suas características iniciais deve ser independente das alterações, como a **pressão** ou **temperatura**. A presença de **vapor** ou acumulação de **sedimentos** na superfície do instrumento pode afetar o seu funcionamento.

Quanto à possibilidade de corrosão, **reações químicas** adversas, deve-se ter em conta em todos os dispositivos que estejam em contacto com os materiais do processo, uma vez que estes fenómenos afetam tanto o funcionamento do dispositivo de medida como a sua dura-

bilidade. Nas aplicações existem outros parâmetros que determinam o melhor transmissor para uma determinada aplicação. O **tipo de material** – se é sólido ou líquido; polvoroso ou granulado grosso; transparente ou opaco; se contém materiais abrasivos; se forma espumas, e outros – e a **forma do depósito**.

4. SISTEMA

O sistema de medida consiste no transmissor de medida selecionado e nos equipamentos condicionadores de sinal.

A descrição dos diferentes sistemas de medida para cada transmissor de medida está na sua folha de características técnicas.

Um fator a ter em conta é a necessidade de calibração do instrumento. A função de auto-calibração e auto-diagnóstico é especialmente interessante quando o controlo é remoto. 📡

Tabela comparativa das características técnicas dos transmissores de nível para líquidos.

Medidor de nível	Campo de medida (metros)	Exatidão em % em toda a escala	Pressão Max. Bar	Temperatura max. Fluido ° C	Desvantagens	Vantagens
Flutuador	0-10	±1-2%	400	250	Sensível à sujidade e turbulências do líquido	Simple, independente da natureza do líquido
Hidrostático	0-25	1%	Atmosférico	60	Reservatórios abertos	Independente das flutuações e da natureza do líquido
Pressão Diferencial	0-10	±0,15% a ±0,5%	150	200	Sensível à densidade do líquido	Sem partes móveis e exatidão elevada
Conduutivo	Ilimitado	-	80	200	O líquido tem de ser condutor	Económico e sem partes móveis
Capacitivo	0-6	±1%	80 a 250	200 a 400	A necessidade de isolar o eléctrodo	Simple e robusto
Ultra-sónico	0-8	±1%	400	200	Sensível à densidade	Qualquer tipo de líquidos
Radar	0-30	±2,5 mm	-	-	Sensível à constante dielétrica	Qualquer tipo de líquidos e espumas

Tabela comparativa das características técnicas dos transmissores de nível para sólidos.

Tipo	Deteção		Contínuo	Exatidão em % em toda a escala	Temperaturas máximas de funcionamento ° C	Reservatórios	
	Max.	Min.				Abertos	Fechados
Giratório	Sim	Sim	Não	25 mm	60	Sim	Não
Forquilhas Vibrantes	Sim	Sim	Não	±1%	60	Sim	Sim
Capacitivo	Sim	Sim	Sim	15 mm	150	Sim	Sim
Pressão Diferencial	-	-	Sim	-	300	Sim	Sim
Ultra-sónico	Sim	Sim	Sim	±0,5 - 1%	150	Sim	Sim
Radar	Sim	Sim	Sim	±2 mm	150	Sim	Sim