

## Medição de Nível em Tanques Pressurizados Aplicação de Simetria de Selos

Muito usuários enfrentam dificuldades com a medição de nível em tanques pressurizados (pressão positiva ou negativa), principalmente para manter a linha de impulso responsável pela coluna de referência estável.

Vamos analisar aqui a aplicação em vasos utilizados para reduzir a quantidade de água em fluidos, principalmente quando utilizamos altas temperaturas e vácuo.

Ex.: Algumas das aplicações mais conhecidas nas Usinas de Açúcar, são as medições de nível em Evaporadores e Cozedores.

Mas aplicações semelhantes são utilizadas em outros processos, inclusive em aplicações em áreas com Atmosfera Explosiva.

- **Medições com transmissores de nível flangeados.**



**Fig 01**

Muitos utilizam transmissores de nível flangeados, como na figura 01.

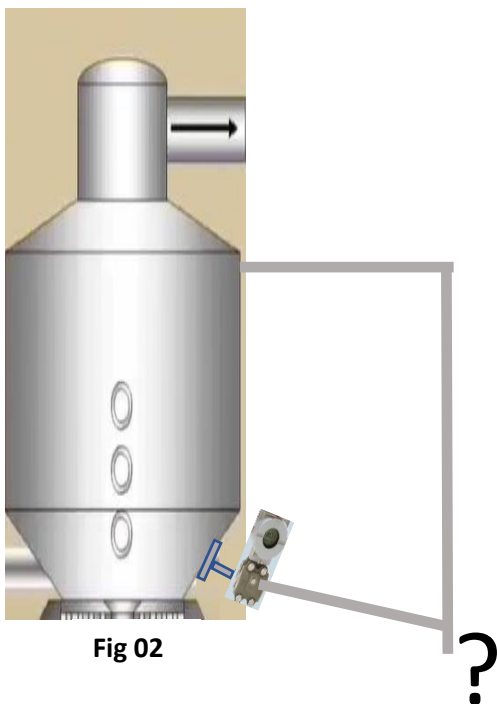
Mesmo com a utilização de flanges de 3", estes transmissores tem sua resposta com um efeito maior da temperatura do processo e também da temperatura ambiente.

Afinal estes instrumentos não são simétricos, ou seja: só tem flange e diafragma no lado H do instrumento, e não do lado L, o que aumenta o desequilíbrio e conseqüentemente um desvio maior pelas variações de temperatura ambiente e processo.

Outra dificuldade é que estes instrumentos ficam em locais de acesso mais restritos, normalmente locais muito quentes e dificilmente acessados pelo operador para verificar a indicação no display.

Os profissionais de manutenção também enfrentam as mesmas dificuldades de acesso.

- **Como manter a linha de referência selada?**



A maior dificuldade sem dúvida é a tomada de referência (lado LOW). Vejam fig 02 ao lado.

A opção nestes casos é deixar a coluna seca, pois se utilizarmos água, esta evapora e perdemos a referência.

O preenchimento com glicerina, muito usado em indústrias petroquímicas por exemplo, neste caso não deve ser utilizado pois em caso de falha na vedação, há o risco de a glicerina ser “sugada” da linha e contaminar o produto.

- **O que fazer com a referência?**

Bom, então utilizando tomadas secas?

A remoção de água no processo é feita em forma de vapor, este vapor pode condensar na linha de referência e novamente comprometer a medição.

As tentativas de soluções mais diferentes são utilizadas:

Uma válvula de retenção (as vezes uma pequena esfera ou mesmo uma pequena “portinha”) que mantem a linha fechada durante o vácuo. Quando há um aumento de coluna de condensado, esta válvula automaticamente purga o condensado.

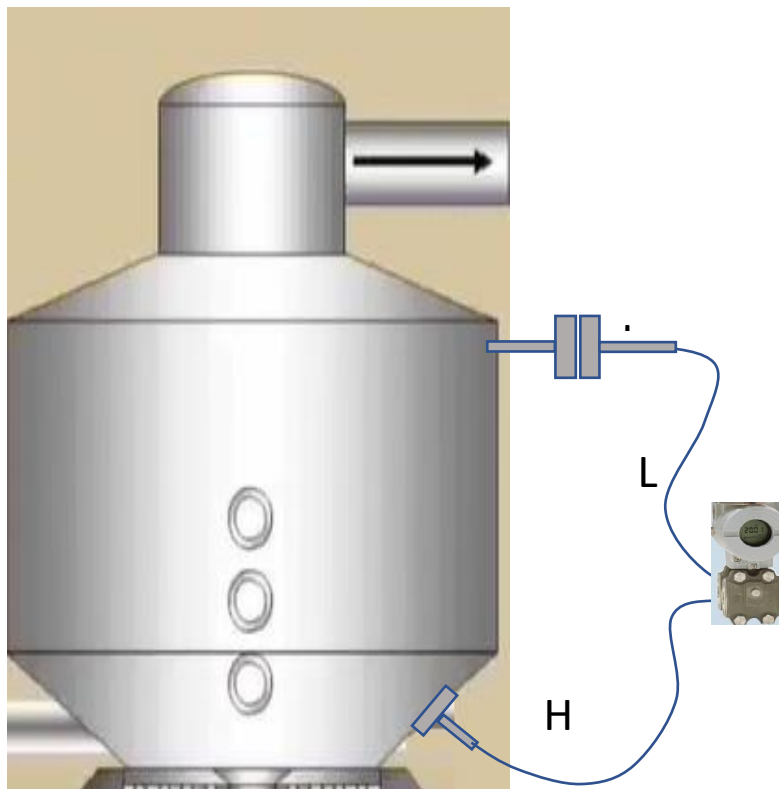
Mas muitas vezes o condensado vem com açúcar (ou outros produtos) e então estas válvulas começam a travar.

A solução de manter um pote de condensado abaixo do transmissor também não é confiável, pois dependerá de operações manuais de diariamente operador ou mesmo instrumentista drenar manualmente estes potes.

Já cheguei a ver uma solução de usinas de açúcar mais antigas, que quando os cozedores ou os evaporadores eram montados em níveis mais elevados, traziam a coluna de referência até no mínimo 10 metros abaixo do transmissor e mergulhava a tubulação em pequenos tanques com água.

Quando o vácuo ocorria, nunca era o suficiente para vencer os 10 metros de coluna de água, e o condensado sempre descia até o tanque. Engenhoso mas necessitavam sempre manter o tanquinho com água, além de que risco de contaminação era exagerado

- Medição de nível com simetria de selos remotos



**Fig 03**

A solução que apresentamos é a utilização de apenas 1 transmissor de pressão diferencial (fig 03), com faixa que normalmente não necessita ser maiores que 5000 ou 6000 mmH<sub>2</sub>O.

Este transmissor será montado com simetria de selos, com 02 flanges idênticos e idêntico comprimento de capilar (normalmente máximo de 3 ou 4 metros). A simetria mecânica ajudará a reduzir consideravelmente os desvios causados por variações de temperatura ambiente e processo.

O selo H deverá ser montado onde originariamente montavam o transmissor de nível, embaixo do vaso (por exemplo cozedor).

Importante:

Sendo selo totalmente mecânico não haverá parte eletrônica nestas regiões que normalmente são expostas a altas temperaturas. Vide figura 04.

O Selo L será montado na parte superior do vaso.



**Fig 04**



**Fig 05**

Um ponto importante, utilizaremos apenas 1 célula eletrônica diferencial e apenas 1 transmissor diferencial.

E este transmissor poderá ser montado no nível intermediário do vaso, normalmente a plataforma onde os operadores trabalham, facilitando uma leitura local do nível além de facilitar o trabalho do instrumentista.

- **Medição com dois sensores de pressão**

Existe a possibilidade de leitura usando dois transmissores de pressão.

Neste caso utilizamos a subtração eletrônica ou digital de suas medições, obtendo assim a leitura de nível. Esta subtração pode ser feita em PLCs, controladores, sistemas FF ou Profibus, ou mesmo em unidades eletrônicas dedicadas.

O primeiro ponto a ser analisado é o custo, pois esta solução pode ser mais cara pois serão utilizados dois transmissores e não apenas um. Os custos de dois flanges e dois diafragmas continuará existindo.

Estas soluções são popularmente e erroneamente chamada de “selo eletrônico”.

Na realidade deveria ser chamado de “capilar eletrônico” ou algo assim, pois os selos com flanges e diafragmas e consequentemente todos os seus erros de desvio de temperatura continuam existindo.

Então o “selo eletrônico” não elimina o erro do efeito de variações de temperaturas nos diafragmas e flanges, além de que para a medição de vácuo com certeza deverão utilizar sensores de faixas maiores que os usados com selos mecânicos.

Sendo dois instrumentos, afetará duplamente a exatidão.

Esta solução é interessante para tanques muito altos e que necessitem longos trechos de capilar com óleo. Mas como a maioria dos vasos de cozedores ou evaporadores utilizam poucos metros, esta solução perde parcialmente seu interesse.

No caso do selo mecânico, o desvio de medição com temperatura ambiente afetando os capilares chega a ser muito pequena se comparada com a somatória de erros em dois sensores de maior faixa de pressão.

Lembrando que nesta solução será necessária a utilização de 2 sensores (aumentando as chances de falha) e com células de medição de pressão mais elevadas que os normais 5000 mmH<sub>2</sub>O que podem ser utilizadas com o uso de apenas um sensor.

Outra dificuldade pode ser o controle metrológico, dependendo do procedimento usado.

No caso de 1 transmissor diferencial, a calibração é feita normalmente como sendo um transmissor diferencial. Mas o uso de 2 sensores e ambos afetando a leitura, deve ser analisado com critérios qual será o método de calibração a ser controlado e qual o erro a ser considerado.





Outro ponto que o selo mecânico tem vantagem:

Na maioria dos instrumentos de “selo eletrônico”, a parte eletrônica que faz a diferença matemática fica na parte inferior do vaso, muitas vezes em intenso calor que além de afetar sua vida útil, novamente dificulta a leitura pelos operadores e serviço dos instrumentistas.

- **Comparativo**

A tabela abaixo fazemos um comparativo da aplicação de medição com simetria de selos e a aplicação de dois sensores separados, em especial o “capilar eletrônico”.

Efeitos/condições	01 sensor com simetria de selos		02 sensores (subtração eletrônica)	Observações
Custo	Um sensor e os dois flanges	←	Dois sensores e os dois flanges	Ambas as soluções necessitam de dois flanges e dois diafragmas. E as mesmas conexões mecânicas ao sensor.  Utilização de simetria de selos, teremos o custo de apenas um e não dois sensores.
Efeito da temperatura no diafragma superior	Existente	↔	Existente	Considerando flanges de dimensões similares, o efeito será o mesmo.
Efeito da temperatura no flange superior	Existente	↔	Existente	Considerando flanges de dimensões similares, o efeito será o mesmo.
Efeito da temperatura no diafragma inferior	Existente	↔	Existente	Considerando flanges de dimensões similares, o efeito será o mesmo.
Efeito da temperatura no flange inferior	Existente	↔	Existente	Considerando flanges de dimensões similares, o efeito será o mesmo.
Efeito da temperatura nos capilares	Existente, mas apenas se houver variação significativa de temperatura ambiente entre o capilar superior e o inferior.	→	Existente limitado a conexão do flange aos sensores.	O “capilar eletrônico” também tem capilares conectando os dois flanges aos dois sensores.  A quantidade de uniões mecânicas será a mesma tanto nos selos simétricos como nos dois sensores.  A utilização de cabo elétrico conectando a leitura de pressão de referência (sensor superior) removerá apenas o desvio causado por diferentes variações de temperatura ambiente entre o capilar inferior e o superior.  Lembrando que os capilares estarão no mesmo ambiente.  Na medição com sensores independentes continuará havendo os mesmos desvios devido a variações de temperatura, principalmente do processo, nos diafragmas e também nos flanges.  Para medições de nível abaixo de 10 metros, o uso de simetria de selos pode diminuir os desvios por efeito de temperatura a valores menores que 0,5%.
Número de sensores	01	←	02	Tendo um numero maior de sensores, aumentam variáveis como falhas, erros, etc.
MTBF (índice de possíveis falhas)	Menor	←	Maior	Considerando que o uso de simetria de selos utilizaremos apenas 1 em vez de 2 sensores, a possibilidade média de falhas também cai pela metade.

Efeitos/condições	01 sensor com simetria de selos		02 sensores (subtração eletrônica)	Observações
Desvios devido pressão estática.	Praticamente nulo, pois o desvio será apenas do único sensor.		Teremos dois sensores e qualquer comportamento diferente afetará a medição com pressão estática.	<p>No caso da simetria de selos, a pressão estática irá afetar apenas o único sensor existente. Este desvio é muito pequeno e compensável.</p> <p>Já a utilização de subtração entre dois sensores, os desvios em cada sensor provocados por linearidade, histerese, repetibilidade, etc, terão um efeito prejudicial adicional.</p> <p>Erros de span também apresentarão erros muito maiores nas medições.</p>
Montagem Mecânica	Conforme o local, será mais trabalhoso		Menos trabalhoso	<p>Como os selos já são fabricados conectados ao transmissor, na montagem deve se tomar cuidados adicionais.</p> <p>O uso de dois sensores e cabo elétrico permite que montem os sensores mecanicamente independentes e o cabo ser conectado após a montagem mecânica.</p>
Montagem Elétrica	Apenas 1 conexão elétrica		3 conexões elétrica no mínimo.	<p>No caso da simetria de selos, apenas a alimentação do único transmissor será necessária.</p> <p>No caso de dois sensores, a menos que os transmissores já estejam preparados com conectores externos especiais, serão necessárias três conexões internas.</p>
Robustez da conexão entre os flanges	Capilar mecanicamente resistente		Cabo elétrico, com proteção mecânica adicional necessária	<p>Os capilares usados em transmissor com simetria de selos, além de serem robustos ainda são protegidos por armadura em aço inox.</p> <p>No caso de dois sensores, deve haver um cuidado adicional de proteção mecânica ao cabo elétrico conectando ambos os sensores.</p>
Desvios devido faixa dos sensores	Pequeno		Mais elevado, principalmente com pressões estáticas mais elevadas.	<p>O simples uso de dois sensores ao invés de apenas um já aumenta o cálculo de incerteza.</p> <p>No caso de simetria de selos, a faixa do sensor será considerada apenas de acordo com a pressão diferencial da coluna do fluido a ser medido, independente da pressão estática.</p> <p>No caso de dois sensores, ambos deverão medir inclusive a pressão estática, muitas vezes necessitando de faixas muito maiores e consequentemente maiores incertezas na medida.</p>

Efeitos/condições	01 sensor com simetria de selos		02 sensores (subtração eletrônica)	Observações
Calibração	Simples, similar a um transmissor de pressão diferencial.		Mais complexa	<p>A calibração do transmissor com simetria de selos é feita como um transmissor diferencial normal, aplicando pressão apenas ao flange do lado H, já que o efeito de pressão estática é praticamente inexistente.</p> <p>No caso de dois sensores, será necessária a calibração dos dois sensores e, de acordo com os critérios de metrologia adotados no usuário, sabendo que a pressão estática interfere bem mais no uso deste princípio, possivelmente a necessidade de dois geradores de pressão.</p>
Calibração em campo	Mais simples		Mais complexo	<p>No caso de apenas um sensor com simetria de selos, a calibração e simulação em campo poderá ser bem simples. Com uma válvula no selo superior, é possível isolá-lo e abrir para a atmosfera. Assim só é necessária a aplicação de pressão ao selo inferior.</p> <p>O uso de 2 sensores, conforme a instalação, poderá ser necessária a aplicação de pressão em ambos os sensores.</p>
Configuração	Simples		Mais complexa	<p>No caso do uso de selos simétricos, apenas a coluna hidrostática do nível a ser medido será utilizada.</p> <p>No caso de dois sensores será necessário incluir a pressão estática nos cálculos, além de que se forem utilizados sensores de faixas diferentes, cálculos adicionais deverão ser efetuados para a adequação.</p>
Preocupação com umidade na conexão elétrica	Apenas uma conexão elétrica		Três conexões elétricas	<p>Se o fornecedor do sistema com dois sensores não fornecer uma conexão externa confiável, haverá três pontos possíveis de entrada de umidade na conexão elétrica.</p> <p>A inspeção visual preventiva da borneira elétrica é simples, pois é possível montar o transmissor em local de fácil acesso.</p> <p>No caso do uso de dois sensores, as conexões possivelmente ficarão em locais de difícil acesso, devido a temperatura ambiente ou mesmo pelo acesso em altura.</p>



Efeitos/condições	01 sensor com simetria de selos		02 sensores (subtração eletrônica)	Observações
Proteção da carcaça	Pode ser montada em caixas protetoras		Dificuldade em montar em caixas protetoras	<p>Em algumas instalações, o usuário utiliza caixas de proteção (muitas vezes de acrílico) para a proteção das carcaças dos transmissores.</p> <p>No caso de simetria de selos, o instrumento ficará livre para ser montado dentro de caixas.</p> <p>Já no caso de dois sensores, eles estão integrados aos flanges, o que muitas vezes impossibilita a montagem em caixa protetora.</p>
Temperatura máxima do processo	Limitada pelo fluido de enchimento		Limitada pelos componentes eletrônicos próximos ao processo	<p>O uso de selos simétricos permite a utilização em temperaturas de processo muito mais elevadas, pois a temperatura será limitada apenas pelo fluido de enchimento.</p> <p>Os componentes eletrônicos ficarão afastados da temperatura do processo.</p>
Efeito da temperatura do processo nos componentes eletrônicos	Longe da fonte de calor		Próximo da fonte de calor	<p>No sensor com simetria de selos, o compartimento com os circuitos eletrônicos estará montado em situação de temperatura ambiente bem menor, aumentando a vida útil dos componentes.</p> <p>No caso de dois sensores, estes estarão conectados próximos ao flange. A temperatura do processo aquece o flange e este irradiará parte do calor do processo para os componentes, podendo diminuir sua vida útil e até mesmo sua performance.</p>
Instalações Intrinsecamente Seguras	Seguro		Depende da temperatura do processo	<p>Pelo mesmo motivo descrito acima, a existência de temperaturas elevadas no processo poderá inviabilizar o uso de dois sensores flangeados em instalações intrinsecamente segura.</p>
Instalações a Prova de Explosão	Simples		Cuidado triplicado	<p>A opção de instalação Exd com apenas um transmissor e simetria de selos, permite que só seja observada a única conexão elétrica, podendo ser usado prensa cabos Exd ou unidade seladora.</p> <p>No caso do uso de dois sensores, todas as três conexões devem respeitar as normas, aumentando o custo da montagem.</p> <p>Outro ponto a favor do transmissor com simetria de selos, é que o transmissor pode ser montado facilmente em caixas protetoras. O uso de dois sensores flangeados já dificulta esta montagem.</p> <p>Lembrando que a integridade física das carcaças e principalmente a pintura são fundamentais em áreas classificadas.</p>

- **Dúvidas?**

Não hesitem em nos contatar para qualquer apoio necessário,

**Luís Henrique L. de Camargo**

**Nova SMAR S/A**  
Gerente de Inteligência de Produtos  
Smar – Gerência Operacional