

**Autor:**

Andreas Borchard  
Gerente de Produto  
Produtos Mecânicos  
Instrumentação Industrial

**Adaptação BR:**

Renato Mana  
Gerente de Produção, Engenharia e Manutenção

**Um relacionamento de três vias**

Sobre os fatores que afetam as medições mecânicas de temperatura

*Como instrumentos de medição autônomos para monitoramento de temperatura local, os termômetros com mostrador são indispensáveis. No entanto, quando se trata de escolher o modelo ideal para executar essa função em uma aplicação específica, não há uma resposta fácil. Três fatores determinam o tempo de resposta e a exatidão da indicação: o tipo de termômetro, o ponto de medição e as condições do meio a ser medido.*

Cada medição de temperatura segue a lei do equilíbrio térmico, segundo a qual o objeto que está sendo medido, o termômetro e o ambiente estão todos relacionados entre si. Dentro desse relacionamento, eles se esforçam para alcançar um equilíbrio pela transferência de calor. O termômetro absorve o calor do objeto medido de acordo com este princípio. Ele se adapta à temperatura do objeto e é capaz de apresentá-lo dessa maneira. Com termômetros mecânicos, este processo é baseado na expansão de um sólido (bimetálico), um líquido termométrico ou um gás. A magnitude da mudança de temperatura é indicada no display/mostrador como uma função da expansão.

Se fosse possível descartar completamente o ambiente como uma variável de perturbação, isso corresponderia à medida de temperatura ideal. No entanto, como isso é inviável de acordo com as leis da termodinâmica, existem três fatores que devem ser sempre considerados na escolha de uma solução de medição de temperatura:

**Fator nº. 1: O termômetro**

Três tipos de termômetros com mostrador são geralmente usados em aplicações industriais: bimetálicos, de expansão ou acionados a gás. Os termômetros bimetálicos são principalmente adequados para indicação simples no local, por exemplo, nos sistemas de aquecimento de tubulações, caldeiras ou tanques de água quente. O sensor consiste em duas tiras de metal, permanentemente unidas, cada metal com um coeficiente de expansão térmica diferente. As tiras podem ser enroladas de forma helicoidal ou espiral. Qualquer variação de temperatura faz com que o tubo gire um eixo de ponteiro.

O sistema de medição de um termômetro de expansão ou acionado por gás é baseado em uma sonda de temperatura, um tubo capilar e um tubo Bourdon, que juntos formam uma unidade (abrigada em um invólucro). Os termômetros de expansão são preenchidos com um líquido termométrico, como xilol ou óleo de silicone, enquanto os tipos acionados a gás são preenchidos com um gás inerte, por exemplo, nitrogênio ou hélio. Qualquer variação de temperatura provoca uma alteração na pressão interna do sistema de medição, levando a uma deflexão do tubo de Bourdon. Esta deflexão é transmitida diretamente para o eixo indicador com termômetros de expansão ou para o ponteiro por meio de um movimento no caso de termômetros acionados a gás.

Ambos os tipos de instrumentos são particularmente adequados para aplicações onde o ponto de medição precisa ser separado da indicação, por exemplo, para compressores, vasos ou tanques, bem como estações de transferência de calor em engenharia de aquecimento. Ambos os termômetros podem ser combinados com um sinal de saída elétrica ou uma função de comutação, para permitir que eles também executem tarefas de controle e regulação.

O intervalo de escala e o tempo de resposta são critérios-chave ao selecionar um termômetro mecânico. Existem termômetros bimetalícos para faixas de temperatura de  $-100\text{ °C}$  a  $+600\text{ °C}$ , termômetros de expansão de  $-50\text{ °C}$  a  $+400\text{ °C}$  e termômetros ativados por gás de  $-200\text{ °C}$  a  $+700\text{ °C}$ . As precisões dentro dessas faixas de temperatura estão de acordo com as Classes 1 e 2 de acordo com a EN 13190.

O tempo de resposta do termômetro varia dependendo da faixa de temperatura, bem como do meio que está sendo medido e sua velocidade de fluxo. O meio líquido resulta em uma mudança de temperatura mais rápida do que o meio gasoso. Os termômetros de expansão, por exemplo, têm um tempo de resposta de 10 a 20 segundos (água), 30 a 50 segundos (óleo) ou 90 a 110 segundos (ar) a 63% da variação de temperatura. Termômetros bimetalícos exibem uma resposta semelhante. Os termômetros acionados a gás respondem com mais sensibilidade porque seus gases de enchimento têm uma capacidade térmica mais baixa do que os líquidos de enchimento de um termômetro de expansão.

## **Fator nº. 2: O ponto de medição**

A primeira condição que qualquer ponto de medição deve satisfazer é a boa acessibilidade. Os pontos de medição invasivos devem estar sempre localizados em seções de tubulação com um fluxo adequado, para garantir a transferência de calor ideal para o sensor. A profundidade de inserção depende do intervalo de temperatura e do diâmetro do tubo. Pelo menos dois terços da haste devem se estender ao meio para que a tira bimetalíca, ou o gás ou líquido, se expanda conforme necessário e reduza a dissipação de calor ao mínimo. Se o sensor for instalado contra o fluxo, isso também é propício para a transferência de calor.

Em condições operacionais adversas, caracterizadas por altas pressões, altas temperaturas do meio ou substâncias agressivas, o termômetro é geralmente combinado com um poço termométrico. Os poços termométricos têm uma vantagem adicional além de sua função de proteção: se o termômetro for substituído, o tubo permanecerá fechado, ou seja, não há necessidade de parar o meio para troca do sensor de temperatura.

Cada poço termométrico deve ter uma força específica de aplicação e ser insensível às mudanças de temperatura. Também não deve desenvolver gases nocivos. Há um preço a ser pago por essa proteção, no entanto: o termômetro tem um tempo de resposta mais longo. A parede do poço de proteção deve, portanto, ser projetada de tal forma que a transferência de calor não seja retardada mais do que o absolutamente necessário.

Com pontos de medição não invasivos, a temperatura não é registrada diretamente no meio. Para garantir um tempo de resposta ideal, o sensor deve, portanto, ter uma conexão de forma adequada à superfície do tubo. Como alternativa, em muitos casos, uma bainha de proteção é soldada ao tubo, no qual a haste padrão do termômetro é presa. Uma folga é inevitável aqui, levando à dissipação de calor e redução da precisão de medição. Este efeito só pode ser parcialmente compensado usando um composto térmico. Um design de sensor de ajuste de forma também é preferível, pois envolve menos esforço: apertar o instrumento de medição economiza tempo.

### **Fator nº. 3: As condições do ambiente**

De acordo com a EN 13190, a precisão de indicação de um termômetro com mostrador é determinada em uma temperatura ambiente constante definida e, o que é mais, de + 23 °C. Não há praticamente nenhum aplicativo em que essa condição seja atendida. Como qualquer fonte de calor ou frio na área em torno de um ponto de medição terá impacto na precisão da medição de temperatura, sua influência deve ser reduzida a um mínimo. Com as medições de superfície, portanto, todos os pontos de medição devem ser adequadamente isolados com espuma PU ou um material similar, independentemente do tipo de termômetro.

Com pontos de medição invasivos, por outro lado, a situação é bem menos direta. Os termômetros bimetálicos podem ser instalados sem qualquer precaução especial, porque seus sensores estão imersos no meio e, portanto, imunes aos efeitos ambientais. A imagem é completamente o oposto com termômetros de expansão ou acionados a gás. A linha de medição e o tubo desses instrumentos, ambos preenchidos com líquido ou gás, são expostos à temperatura ambiente. Cada variação de temperatura, portanto, causa um efeito de expansão aqui, de modo que o valor real medido é distorcido. No caso do tubo de Bourdon, a temperatura ambiente tem uma influência indireta através do invólucro. O erro de medição resultante é equivalente a 0,1% (termômetros de expansão) ou 0,05% (termômetros acionados a gás) da faixa da escala por diferença de Kelvin.

Quanto à influência na linha de medição, a regra é que, quanto mais longo o capilar, mais vulnerável é o termômetro. Com os termômetros de expansão, o erro médio por mudança de Kelvin na temperatura ambiente é de 0,03%

da faixa da escala por metro de linha. Com termômetros acionados a gás, esse desvio é quase insignificante devido à menor capacidade térmica, embora sujeita a uma condição: a relação entre o tubo de Bourdon e o volume capilar deve ser de pelo menos 1:30 em comparação com o volume da sonda.

Em todos os outros casos, a linha de medição deve ser isolada e o mais curta possível. Para restringir os erros de medição ao mínimo, ou mesmo eliminá-los completamente, os operadores podem expor a linha e a caixa a condições ambientais constantes e projetar o sistema de medição de acordo. Os efeitos térmicos ambientais também podem ser evitados pela compensação da temperatura ambiente: uma faixa bimetalica, que responde na direção oposta ao tubo de Bourdon, é fixada ao tubo para essa finalidade. Isso atenua a influência da temperatura ambiente e melhora a precisão da indicação.

Conclusão: Em vista dos diferentes fatores de influência, as medições de temperatura com um termômetro com mostrador são um aspecto que exige atenção cuidadosa. Portanto, aconselhamos os operadores a cooperar com um fabricante de instrumentos no estágio de planejamento, no interesse da máxima eficiência e dos erros mínimos.

Caracteres: 7.934

**Fig. 1**  
**Figura de aplicação:** Fonte: @fotolia.com / WIKAI



**Fig. 2**  
Sensor de temperatura WIKA  
*Fonte: WIKA*



**Fig. 3**  
Termômetro de expansão WIKA  
*Fonte: WIKA*



**Fig. 4**  
Termômetro bimetálico WIKA  
*Fonte: WIKA*



**Fig. 5**  
Limitador de temperatura de segurança WIKA  
*Fonte: WIKA*



**Contato:**  
WIKA do Brasil Indústria e Comércio Ltda.  
Thaís Mota  
Marketing Services  
Av. Ursula Wiegand  
18560-000 Iperó, SP - Brasil  
Tel. +55 15 3459-9765  
Fax +55 15 3266-1169  
thais.mota@wika.com

# Trade Article

[www.wika.com.br](http://www.wika.com.br)

