

Calibração de Transmissores HART®

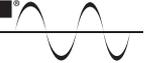
Nota de aplicação

Introdução

Nas unidades fabris de processamento atuais, a maioria dos instrumentos de campo mais recentes são instrumentos digitais *inteligentes*. *Inteligente* designa um instrumento baseado em microprocessador com funcionalidades extras e compensação digital, compatível com vários tipos de sensores ou múltiplas variáveis. Esses instrumentos geralmente oferecem maior precisão, estabilidade de longo prazo e confiabilidade do que os instrumentos analógicos convencionais.

A classe mais comum de instrumentos inteligentes incorpora o protocolo HART, com mais de cinco milhões de instrumentos HART em uso em 100 mil unidades fabris em todo o mundo. HART, um acrônimo para Highway Addressable Remote Transducer (Transdutor Remoto Endereçável de Via Larga), é um padrão da indústria que define o protocolo de comunicação entre dispositivos de campo inteligentes e um sistema de controle empregando fiação de 4 a 20 mA tradicional.

Dois capacidades são necessárias para fazer a manutenção correta de instrumentos HART: precisão de fonte e medição analógica e capacidade de comunicação digital. Até recentemente, isso exigia duas ferramentas separadas, um calibrador e um comunicador. Hoje, as capacidades dessas duas ferramentas estão disponíveis em um único calibrador de processos de documentação HART, que pode ajudá-lo a fazer uma manutenção rápida e eficiente de instrumentos HART.

HART 
COMMUNICATION PROTOCOL



A calibração HART é necessária!

Um equívoco comum é presumir que a precisão e a estabilidade dos instrumentos HART eliminam a necessidade de calibração. Outro equívoco é que a calibração pode ser realizada usando apenas um comunicador HART para redefinir o intervalo de instrumentos de campo. Um terceiro equívoco é que o sistema de controle pode calibrar remotamente instrumentos inteligentes. *Nada disso é verdade.* Todos os instrumentos apresentam desvio. Redefinir o intervalo usando apenas um comunicador não é calibração. É necessário um calibrador ou padrão de precisão. A verificação regular do desempenho com um calibrador rastreável a padrões nacionais é necessária devido a:

1. Mudanças no desempenho dos instrumentos eletrônicos ao longo do tempo resultantes da exposição dos componentes eletrônicos e do elemento sensor primário à temperatura, umidade, poluentes, vibração e outros fatores ambientais em campo.
2. Normas de segurança do trabalho, segurança do consumidor e proteção ambiental.
3. Programas de qualidade, como ISO 9000, para todos os instrumentos que afetam a qualidade do produto.
4. Requisitos comerciais, como pesos, medidas e transferência de custódia.

A calibração periódica também é prudente porque as verificações de desempenho frequentemente descobrem problemas que não são causados diretamente pela instrumentação, como linhas de pressão solidificadas ou congeladas, instalação de um tipo de termopar incorreto ou outros erros e falhas.

Um procedimento de calibração consiste em um teste de verificação (As Found, como encontrado), ajuste para o intervalo de tolerância aceitável se necessário e uma verificação final (As Left, como deixado) caso um ajuste tenha sido feito. Dados da calibração são coletados e usados para preencher um relatório de calibração, documentando o desempenho do instrumento ao longo do tempo.

Todos os instrumentos, mesmo instrumentos HART, devem ser calibrados regularmente com base em um cronograma de manutenção preventiva. O intervalo de calibração deve ser suficientemente curto para garantir que um instrumento nunca apresente desvios além da faixa de tolerância, mas suficientemente longo para evitar calibrações desnecessárias. Alternativamente, o intervalo pode ser determinado por requisitos de processos críticos; por exemplo, calibração antes de cada lote.

Como calibrar corretamente um instrumento HART?

Para calibrar um instrumento HART de maneira coerente com sua aplicação, é extremamente útil compreender a estrutura funcional de um transmissor HART típico. O artigo no Apêndice A, escrito por Kenneth L. Holladay, do Southwest Research Institute, descreve um instrumento HART típico e define práticas de calibração corretas e incorretas. Publicado originalmente no *Intech*, em maio de 1996, esse artigo é reproduzido com autorização do autor.

Observação: Se você não estiver familiarizado com calibração HART ou precisar de uma revisão, este é um excelente momento para parar e ler o artigo no Apêndice A. Ele aborda os conceitos básicos dos instrumentos HART e as questões essenciais para a sua manutenção.

Os instrumentos HART consistem em três seções distintas (ver a Figura 1). A calibração HART correta pode envolver o ajuste do sensor, da saída ou de ambos. Ajustar os valores de intervalo (LRV e URV) sem um calibrador não é calibração. Ajustar a saída ignorando a seção de entrada não é uma calibração adequada. *Ajustar os valores de intervalo com um calibrador pode ser uma alternativa prática para a calibração de instrumentos operados em modo analógico de 4 a 20 mA, contanto que PV e PVAO não sejam usadas para controle de processos.*

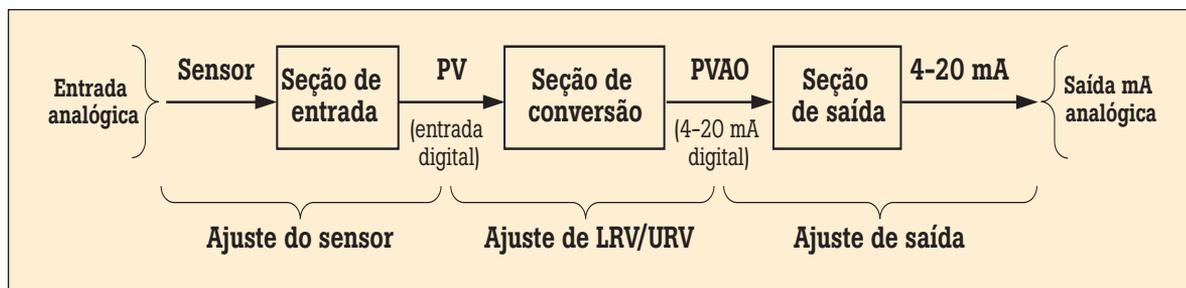


Figura 1.



Figura 2.

Nova ferramenta acelera a calibração

Atualmente, a manutenção de instrumentos está sendo transferida da oficina para o campo. Isso reduz interrupções do processo e evita o tempo e a despesa da devolução de instrumentos à oficina. Comunicadores e calibradores portáteis são frequentemente usados juntos para

concluir as calibrações de campo. No entanto, o desejo de carregar menos equipamentos e executar a manutenção em campo gerou a necessidade de uma nova classe de ferramentas de calibração.

O novo calibrador de processos de documentação 754 da Fluke é a primeira ferramenta poderosa, mas de fácil utilização para calibração de instrumentos HART

em campo. Basta pressionar uma única tecla para entrar no modo HART e exibir as informações HART essenciais na tela ativa do dispositivo, mostrada na Figura 2. Funcionalidades HART adicionais são acessadas com apenas mais algumas teclas, como mostra a árvore de menus na Figura 3.

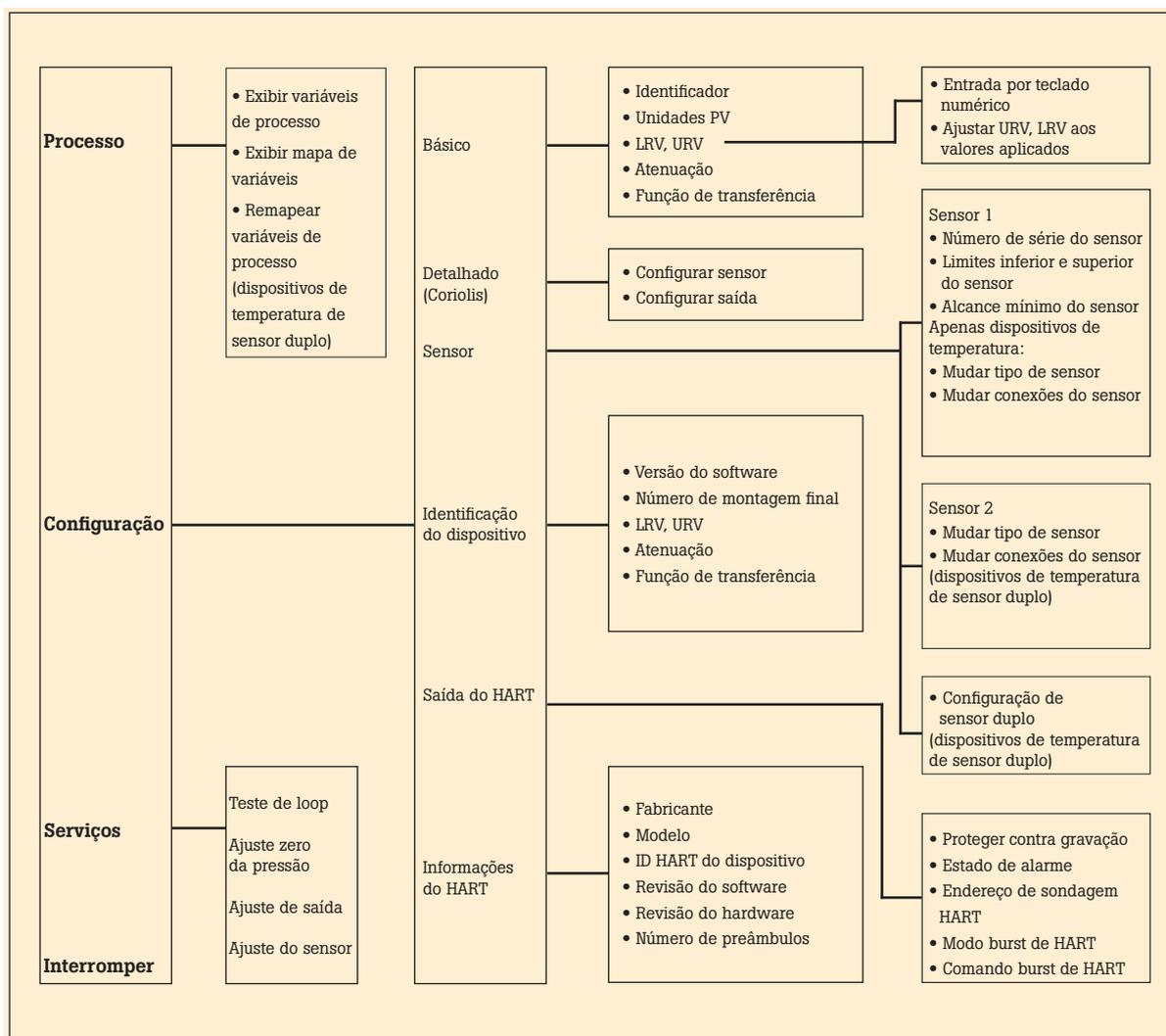


Figura 3.

Nenhum comunicador é necessário!

O 754 dispensa uma caixa externa ou comunicador para a calibragem e a manutenção diárias do HART. Reconhece os modelos mais usados de transmissores HART, com mais comandos específicos de dispositivos reconhecidos do que qualquer outro calibrador HART de campo.

- Interrogar dispositivos HART para determinar o tipo, fabricante, modelo, ID, PV e PVAO
- Executar ajuste automático dos sensores e da saída HART em dispositivos selecionados
- Ajustar a faixa, a atenuação e outros parâmetros básicos da configuração de processos
- Ler e gravar os campos de identificação e mensagem HART para refazer a rotulagem de transmissores inteligentes
- Clonar transmissores adicionais com dados de configuração básica HART

Suporte versátil ao protocolo HART

Com 64 MB de memória, o 754 oferece suporte a um conjunto substancial de instruções HART:

- **Comandos universais** — fornecem funções que são implementadas em todos os dispositivos de campo, como leitura do fabricante e tipo do dispositivo, da variável primária (PV) ou da saída de corrente e porcentagem de alcance
- **Comandos de práticas comuns** — oferecem funções comuns a muitos, mas não todos, dispositivos de campo, como leitura de múltiplas variáveis, definição do tempo de atenuação ou realização de teste de loop
- **Comandos específicos de dispositivos** — fornecem funções que são exclusivas de um determinado dispositivo de campo, como ajuste do sensor. A versão 754 oferece suporte aos seguintes dispositivos:

Modos de operação HART reconhecidos

- Para operação **Ponto a Ponto**, o modo mais usado, conecta o 754 a um único dispositivo HART em um loop de 4 a 20 mA.
- No modo **Multiponto**, vários instrumentos HART podem ser agrupados no mesmo barramento. O 754 pesquisa cada um, identifica os endereços em uso e permite selecionar o instrumento para calibração e operações correlatas.
- No **Modo de Rajada**, o instrumento HART transmite rajadas de dados sem esperar pela interrogação de uma unidade mestre. O 754 pode tirar os transmissores do modo de rajada para teste ou calibração e depois restaurar o modo de rajada.

O comunicador ainda tem alguma função?

O comissionamento de um instrumento HART ou a modificação de variáveis HART não reconhecidas pelo 754 requerem o uso de um comunicador. O 754 é projetado para executar a grande maioria das operações cotidianas que normalmente são realizadas com um comunicador separado. A capacidade HART do 754 é comparável à do comunicador HART modelo 475, com a exceção do intérprete DD. Embora permita que um comunicador comum leia bibliotecas de conjuntos de comandos a partir de qualquer fornecedor HART, o intérprete DD oferece capacidades muito além daquelas que geralmente são necessárias para a manutenção diária de um instrumento HART.

Aplicações de calibração HART

Os exemplos a seguir demonstram como o 754 torna a calibração HART uma operação eficiente. O 754 permite conexão fácil usando seu cabo HART, acesso rápido aos dados HART mais importantes, ramificação automática para opções de ajuste apropriadas, preenchimento automático de modelos de teste e *recuperação* e *envio* automáticos de leituras analógicas durante o ajuste.

Fabricante	Instrumentos de pressão	Instrumentos de temperatura	Instrumentos de Coriolis
ABB/Kent-Taylor	600T	658T ¹	
ABB/Hartmann & Braun	Contrans P, ¹ Série AS 800		
Endress & Hauser	CERABAR S, CERABAR M, DELTABAR S	TMT 122 ¹ , TMT 182 ¹ , TMT 162 ¹	
Foxboro Eckardt		TI/RTT20	
Foxboro/Invensys	I/A Pressure		
Fuji	FCX FCXAZ	FRC	
Honeywell	ST3000	STT25T ¹ , STT25H ¹	
Micro Motion			2000 2000 IS 9701 9712 9739
Moore Products		344 ¹	
Rosemount	1151 2088 3001C 3051, 3051S	3044C 644 3144 3244, 3144P	
Siemens	SITRANS P DS SITRANS P ES		
SMAR	LD301	TT301 ¹	
Viatran	I/A Pressure		
Wika	UNITRANS	T32H ¹	
Yokogawa	EJA	YTA 110, 310 e 320	

Tabela 1:

¹O ajuste fino de sensor não é permitido

Exemplo 1

Calibração de um Transmissor de Pressão HART Rosemount 3051

Conexões básicas

Este exemplo presume que o transmissor esteja isolado do processo e não esteja conectado eletricamente a uma alimentação de loop. Faça as conexões básicas ao 3051 de acordo com o diagrama na Figura 4. Um resistor de 250 ohms separado não é necessário, porque o 754 incorpora um resistor em série com a alimentação de loop através de suas tomadas mA. O 3051 neste exemplo está configurado para unidades psi (lb/pol²).

Procedimento

1. Ligue o calibrador Fluke 754. Pressione a tecla **HART** vermelha, seguida da tecla de função Loop Power (potência de loop), e o 754 exibirá as informações HART básicas do 3051 (Figura 5).

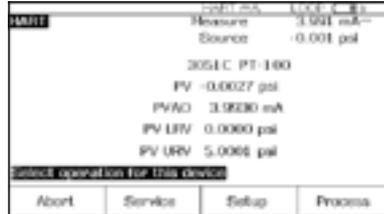


Figura 5.

2. Pressione novamente a tecla **HART** e você será solicitado a selecionar a configuração do 754 (Figura 6). A seleção de MEAS mA, SOURCE psi configurará o calibrador para medir a saída analógica de mA e a pressão que está sendo aplicada simultaneamente à entrada do transmissor e ao módulo de pressão. (A seleção de MEAS PV, SOURCE psi configurará o 754 para avaliar a saída digital de PV do transmissor.) Pressione **ENTER** para selecionar.



Figura 6.

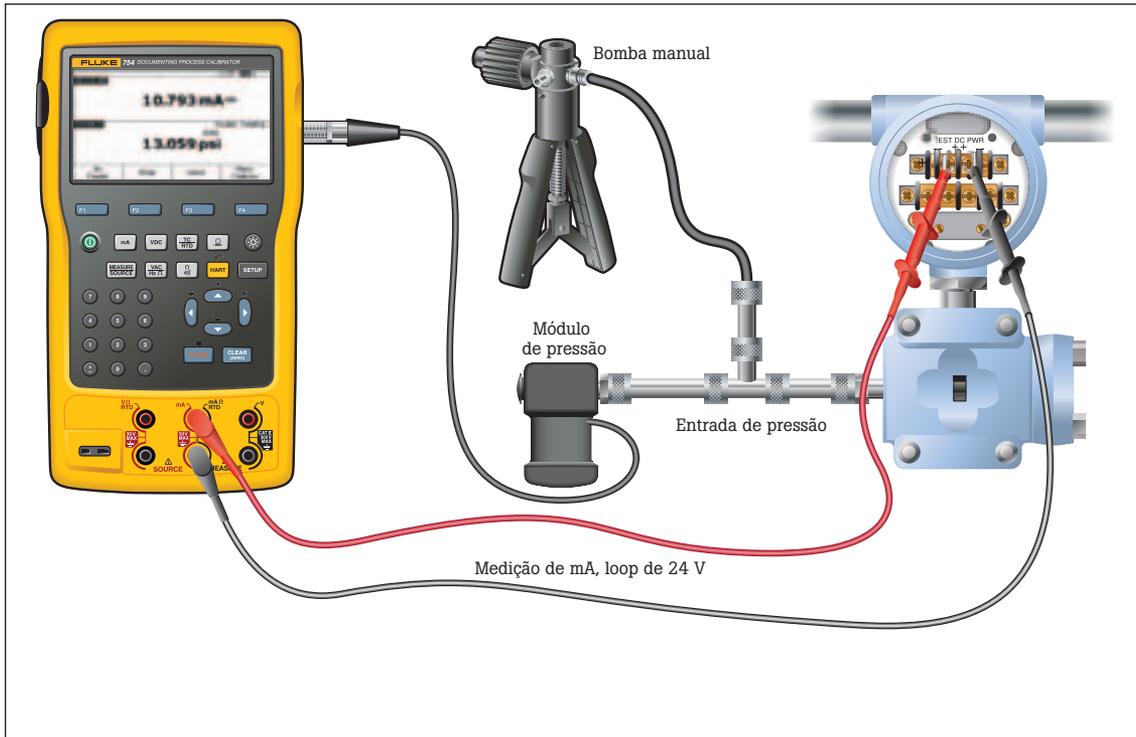


Figura 4

3. Ventile a linha de pressão e pressione **CLEAR** para zerar o módulo de pressão. Pressione a tecla de função **As Found** e depois **ENTER** para selecionar **Instrument** e realizar uma calibração dos transmissores termopar. (Se o 3051 estiver configurado para saída de raiz quadrada, selecione o **Instrumento** $\sqrt{\quad}$.) Observe que o modelo de calibração é preenchido automaticamente, com a exceção da tolerância. Preencha a tolerância de teste apropriada e pressione **Done** (Concluído).

4. Pressione a tecla de função **Manual Test** para iniciar a calibração. Aplique as pressões de entrada seguindo as instruções da tela SOURCE (FONTE). Pressione a tecla de função **Accept Point** (Aceitar Ponto) quando a pressão correta for aplicada a cada ponto. Quando o teste é concluído, a tabela de resumo de erros é exibida (Figura 7). Os erros de teste que excedam a tolerância são realçados. Quando terminar de examinar a tabela, pressione a tecla de função **Done**. Pressione **Done** novamente para aceitar ou **ENTER** para mudar os campos de identificador, número de série ou ID.

SOURCE	HEADLINE	TOLERANCE
0.000 psi	-4.19E mA--	0.05
2.500 psi	12.140 mA--	0.05
5.000 psi	20.198 mA--	0.05

Figura 7.

5. Se o teste **As Found** falhar (ou seja, se houver erros realçados na tabela de resumo de erros), será necessário fazer ajustes. Pressione a tecla de função **Adjust** (Ajustar). Selecione **Sensor Trim** (Ajuste do Sensor) e pressione **ENTER**. (Não selecione **Pressure Zero Trim** [Ajuste de Zero de Pressão]. É o mesmo que ajustar o ponto inferior do sensor em zero, o que é útil para transmissores de pressão que não oferecem ajuste de sensor.) A tela do 754 deve ser semelhante à da Figura 8.

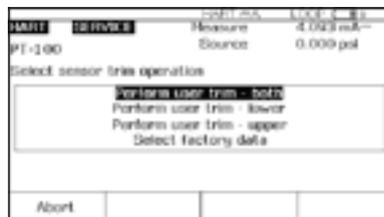


Figura 8.

6. Selecione **Perform user trim - both** (Realizar ajuste de usuário - ambos) e pressione **ENTER**. Zere o módulo de pressão (ventilado para a atmosfera) pressionando **CLEAR**. Pressione a tecla de função **Continue**. Você será solicitado a fornecer o valor de ajuste inferior (Lower Trim). Para melhores resultados, aplique a pressão LRV e pressione **Fetch** (Buscar) para carregar o valor que está sendo medido pelo módulo de pressão. Pressione **Trim** (Ajustar). Em seguida, pressione **Continue** a fim de avançar para o ajuste superior (Upper Trim). Como antes, aplique a pressão URV, pressione **Fetch** e pressione **Trim**. Caso o 3051 seja usado com a saída digital de PV, salte para a etapa 8 e realize o teste **As Left**. Se a saída analógica de 4 a 20 mA é usada no processo, prossiga para a etapa 7.

7. Selecione **Output Trim** (Ajuste de Saída) e pressione **ENTER**. O valor da variável primária (PVAO) está no canto superior direito da tela. Geralmente é um sinal de 4 mA. O valor de mA, medido constantemente pelo Fluke 754, está no centro da tela. Pressione a tecla de função **Fetch** para carregar o valor de mA medido. Pressione **Send** para enviar o valor para o 3051 a fim de ajustar a seção de saída para o valor de 4 mA. Pressione **Continue** para o ajuste de 20 mA e repita esta etapa.

8. Quando concluir o ajuste de saída, pressione a tecla de função **Done** e prossiga com o teste de verificação **As Left** (Como Deixado). Pressione a tecla de função **As Left**. Pressione **Done** e depois **Manual Test**. Aplique as pressões solicitadas e pressione **Accept Point** quando as leituras forem estáveis. Ao concluir, uma tabela de resumo de erros é exibida. Se nenhum dos erros estiver realçado (Figura 9), o 3051 passou no teste de calibração. Se houver erros realçados, o teste falhou e ajustes adicionais são necessários. Volte à etapa 5 do ajuste do 3051.

SOURCE	HEADLINE	TOLERANCE
-0.002 psi	-4.000 mA--	0.04
2.500 psi	12.000 mA--	0.01
5.000 psi	20.000 mA--	0.05

Figura 9.

Exemplo 2

Calibração de um Transmissor de Temperatura HART Rosemount 3144

Conexões básicas

Este exemplo presume que o transmissor esteja isolado do processo e não esteja conectado eletricamente a uma alimentação de loop. Faça as conexões básicas ao 3144 de acordo com o diagrama na Figura 10. Um resistor de 250 ohms separado não é necessário, porque o 754 incorpora um resistor em série com a alimentação de loop através de suas tomadas mA. Neste exemplo, o 3144 está configurado para um sensor de termopar do tipo K com um alcance de 0 a 300°C.

Procedimento

1. Ligue o calibrador Fluke 754. Pressione a tecla **HART** vermelha seguida da tecla de função **Power Loop** (Potência de Loop). Pressione **ENTER** para ignorar as telas de advertência e o 754 exibirá as informações HART básicas do 3144 (Figura 11).

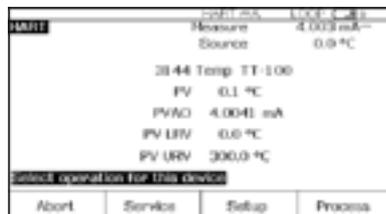


Figura 11.

2. Pressione novamente a tecla **HART** e você será solicitado a selecionar a configuração do 754 (Figura 12). A seleção de **MEAS mA, SOURCE T/C typ K** configura o calibrador para medir a saída analógica de mA do transmissor e fornecer o estímulo de temperatura correto na entrada do 3144. (A seleção de **MEAS PV, SOURCE T/C typ K** configura o 754 para avaliar a saída digital de PV do transmissor.) Pressione **ENTER** para selecionar.

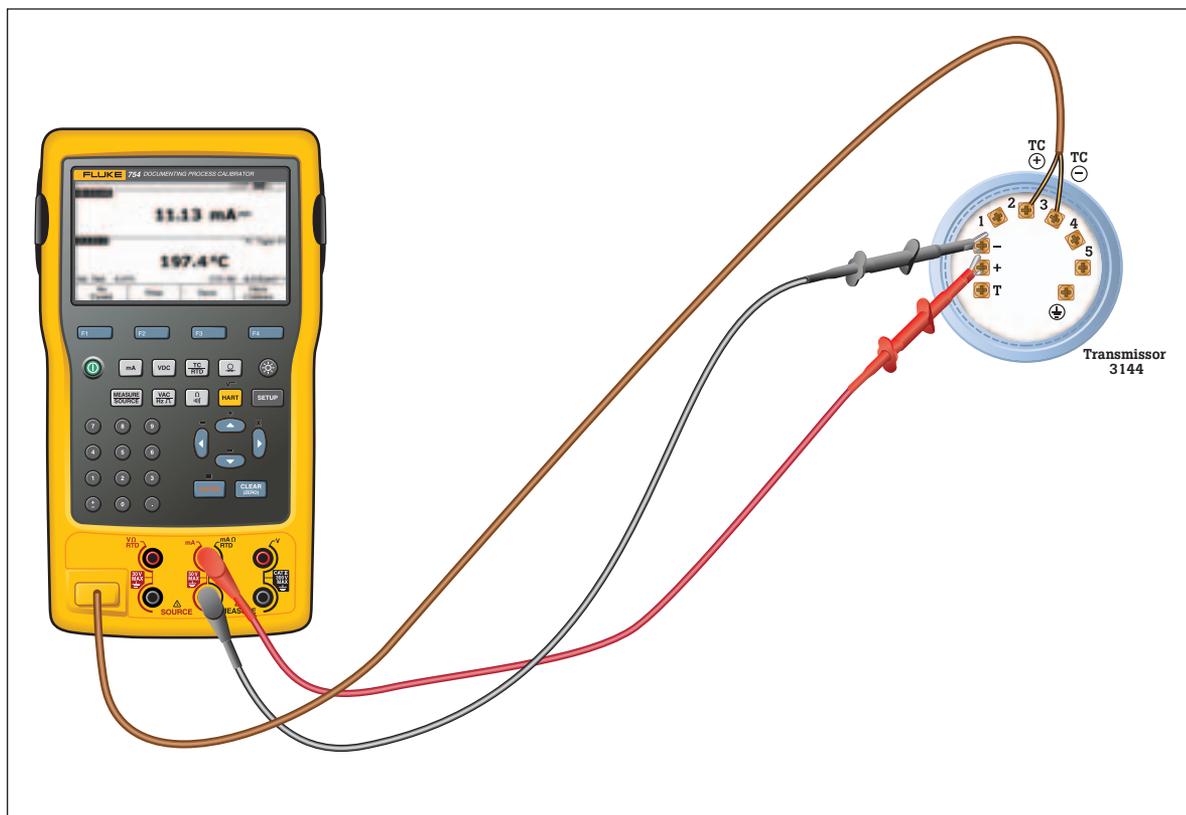


Figura 10.

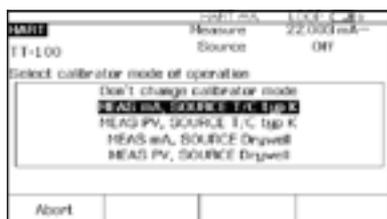


Figura 12.

3. Pressione a tecla de função **As Found** e depois **ENTER** para selecionar **Instrument** e realizar uma calibração dos transmissores termopar. Observe que o modelo de calibração é preenchido automaticamente, com a exceção da tolerância. Preencha a tolerância de teste apropriada e pressione a tecla de função **Done** (Concluído).

4. Pressione a tecla de função **Auto** (Automático) para iniciar a calibração. Quando o teste é concluído, uma tabela de resumo de erros é exibida (Figura 13). Os erros de teste que excedam a tolerância são realçados. Quando terminar de examinar a tabela, pressione a tecla de função **Done**. Pressione **Done** novamente para aceitar ou **ENTER** para mudar os campos de identificador, número de série ou ID.

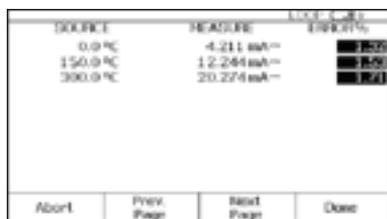


Figura 13.

5. Se o teste **As Found** falhar (ou seja, se houver erros realçados na tabela de resumo de erros), será necessário fazer ajustes. Pressione a tecla de função **Adjust** (Ajustar). Selecione **Sensor Trim** (Ajuste do Sensor) e pressione **ENTER**. Selecione **Perform user trim – both** (Realizar ajuste de usuário – ambos) e pressione **ENTER**. A tela do 754 deve ser semelhante à da Figura 14.

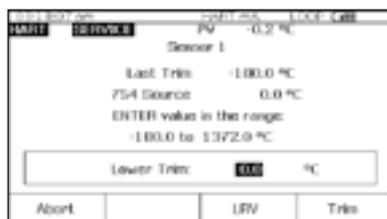


Figura 14.

6. Para melhores resultados, pressione **LRV** para aplicar o LRV como valor de ajuste inferior (Lower Trim). Pressione **Trim** (Ajustar) e depois **Continue** para avançar para o ajuste superior (Upper Trim). Pressione **URV**, **Trim** e depois **Done**. Caso o 3144 seja usado com a saída digital de PV, salte para a etapa 8 e realize o teste **As Left**. Se a saída analógica de 4 a 20 mA for usada no processo, prossiga para a etapa 7.

7. Selecione **Output Trim** (Ajuste de Saída) e pressione **ENTER**. O valor da variável primária (PVAO) está no canto superior direito da tela. (Figura 5). Geralmente é um sinal de 4 mA. O valor de mA, medido constantemente pelo Fluke 754, está no centro da tela. Pressione a tecla de função **Fetch** para carregar o valor de mA medido. Pressione **Send** para enviar o valor para o 3144 a fim de ajustar a seção de saída para o valor de 4 mA. Pressione **Continue** para o ajuste de 20 mA e repita esta etapa.



Figura 15.

8. Quando concluir o ajuste de saída, pressione a tecla de função **Done** e prossiga com o teste de verificação **As Left** (Como Deixado). Pressione a tecla de função **As Left**. Pressione **Done** e depois **Auto Test** (Teste Automático). Ao concluir, uma tabela de resumo de erros é exibida. Se houver erros realçados, o teste falhou e ajustes adicionais são necessários. Volte à etapa 5 do ajuste do 3144.

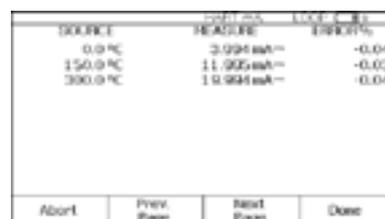


Figura 16.

Exemplo 3

Calibração de instrumentos HART usando comandos universais

O 754 oferece suporte à maioria dos transmissores HART em operação ativa — *ver a Tabela 1* — por meio do suporte ao ajuste de sensor empregando comandos específicos de dispositivo que são exclusivos de um determinado instrumento. Mas como calibrar instrumentos que não têm suporte no 754?

A resposta curta é que o 754 oferece suporte a um conjunto substancial de comandos HART *universais*, bem como aos comandos HART de *prática comum*. O 754 pode se comunicar com praticamente qualquer instrumento HART e, na maioria dos casos, pode concluir um procedimento de calibração (com a exceção do ajuste do sensor em instrumentos sem suporte).

Este exemplo é aplicável a instrumentos usados em modo analógico (4 a 20 mA). Caso o instrumento seja operado em modo digital — ou seja, *sua PV é a variável de saída utilizada para controle* — só é necessário calibrar a seção de entrada. O ajuste exigirá um ajuste de sensor (ver a Figura 17), o que significa que para instrumentos sem suporte no 754, será necessário usar um 754 (para executar os testes *As Found* e *As Left* e registrar os resultados) e um comunicador (para realizar o ajuste do sensor).

Para instrumentos usados em modo analógico — ou seja, *em que a saída analógica de 4 a 20 mA é usada para controle* — o 754 poderá ser usado na calibração. Depois de realizar o teste *As Found* e determinar que um ajuste é necessário, este exemplo executa primeiramente um ajuste de saída para colocar o instrumento dentro da tolerância. Quando isso falha, o exemplo executa um ajuste dos valores do intervalo inferior e superior (LRV e URV) para compensar o erro na seção de entrada.

Observação: O Apêndice A explica que esses ajustes não constituem uma calibração HART adequada. Embora isso seja verdade, esses ajustes são uma alternativa prática para calibração de instrumentos utilizados em modo analógico de 4 a 20 mA quando as correções de erros não são grandes.

Como determinar se o transmissor está em modo digital ou analógico?

O transmissor está em modo digital se seu endereço de sondagem HART está definido entre 1 e 15.

Um endereço 0 (zero) define o modo de saída analógico de 4 a 20 mA. O 754 conecta-se automaticamente a um dispositivo no endereço 0; se o dispositivo não é encontrado em 0, o 754 começa a sondar os endereços de 1 a 15. O 754 também exibe um endereço não-zero com as informações HART básicas.

Conexões básicas

Este exemplo presume que o transmissor esteja isolado do processo e não esteja conectado eletricamente a uma alimentação de loop. Faça as conexões básicas ao transmissor de acordo com o diagrama na Figura 18. Um resistor de 250 ohms em separado não é necessário, porque o 754 incorpora um resistor em série com a alimentação de loop de 24 V através de suas tomadas mA. Este exemplo pressupõe um transmissor de termopar do tipo K com uma faixa de entrada de 0 a 100°C, saída de 4 a 20 mA e tolerância de teste de 0,25%.

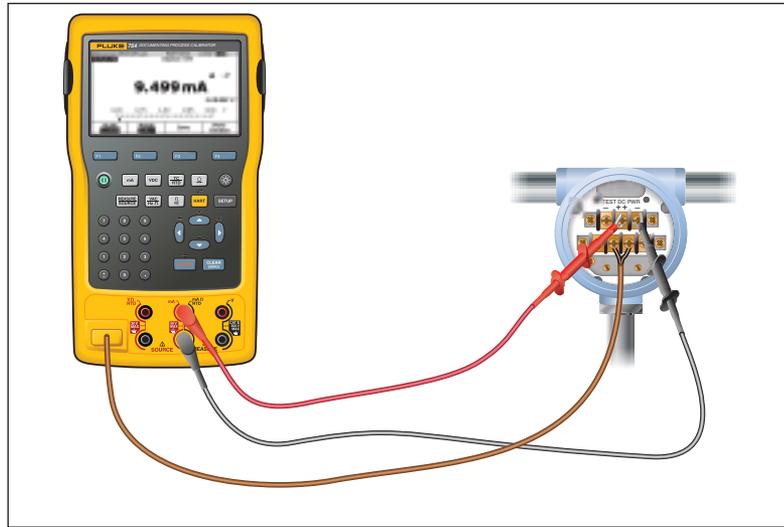


Figura 18.

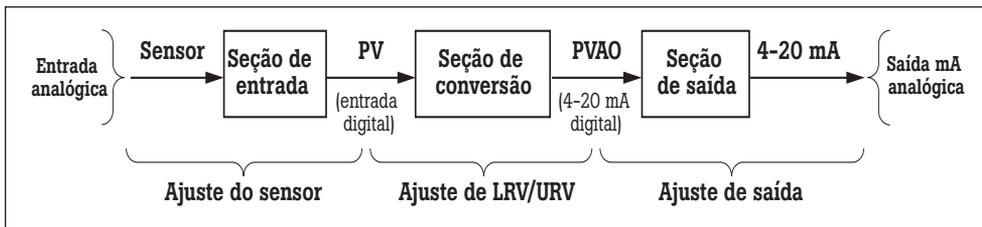


Figura 17.

Procedimento

1. Ligue o calibrador Fluke 754. Pressione a tecla **HART** e a tecla de função **Loop Power** (Potência de Loop), caso a potência de loop ainda não esteja sendo fornecida. Pressione **ENTER** até que todos os avisos do dispositivo sejam apagados e as informações HART básicas seja exibidas (Figura 19).

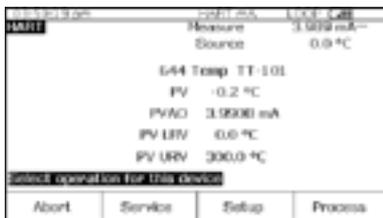


Figura 19.

2. Pressione novamente a tecla **HART** e você será solicitado a selecionar a configuração do 754 (Figura 20). Mova o cursor para **MEAS mA, SOURCE T/C typ K** (ou meça a mA se a configuração da fonte não for oferecida) e pressione **ENTER**. (Se estivesse verificando a saída digital de PV em vez da saída de mA, ou seja, se o transmissor tivesse um endereço diferente de zero na sondagem HART, você selecionaria **MEAS PV, SOURCE T/C typ K** (ou mediria a PV se a configuração da fonte não fosse oferecida).)

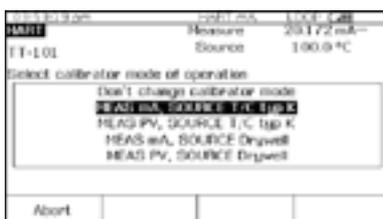


Figura 20.

3. Se a fonte não tiver sido configurada na etapa anterior, pressione o botão Measure/Source (Medição/Fonte) e configure a fonte para um termopar do tipo K. Pressione Measure/Source até chegar à tela dupla. Pressione a tecla de função **As Found** e **ENTER** para selecionar a calibração de **Instrumento**. Mova o cursor até **Tolerance** e insira a tolerância de teste apropriada (0,25 % neste exemplo). Verifique se 0% e 100% do valor da fonte são os valores **nominais** de operação adequados para o transmissor (0,0°C e 100,0°C neste exemplo, como mostra a Figura 21). Se os valores inferior (0%) e superior (100%) do intervalo (LRV e URV) tiverem sido modificados anteriormente para fins de calibração, você terá que inserir os valores nominais. Por exemplo, se uma calibração anterior tiver modificado o URV para 100,2°C, você deverá digitar manualmente o valor nominal de 100,0°C como o valor de **100%**. A inserção dos valores de zero nominal e alcance assegura que os erros serão calculados corretamente.

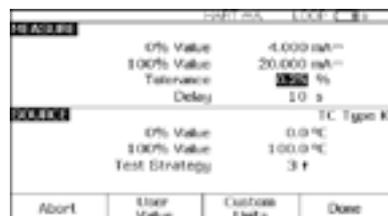


Figura 21.

4. Pressione **Done** e depois **Auto Test** (Teste Automático). Quando o teste é concluído, uma tabela de resumo de erros é exibida (Figura 22). Os erros de teste que excedam a tolerância são realçados. Se o teste tiver sido bem-sucedido – ou seja, se nenhum erro estiver realçado – nenhum ajuste será necessário.

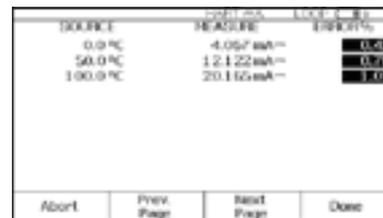


Figura 22.

Se houver erros realçados, será necessário fazer correções executando um ajuste da saída. Pressione **Done** (Concluído) para sair da tela de resultados, edite os campos de identificador, número de série e ID conforme necessário e pressione **Done** novamente.

5. Pressione a tecla de função **Adjust** (Ajustar), Seleccione **Output Trim** (Ajuste de Saída) e pressione **ENTER**. O valor da variável primária (PVAO) está no canto superior direito da tela (Figura 23). Geralmente é um sinal de 4 mA. O valor de mA, medido em tempo real pelo Fluke 754, está no centro da tela. Pressione a tecla de função **Fetch** para carregar o valor de mA medido. Pressione a tecla de função **Send** para enviar o valor para o transmissor a fim de ajustar a seção de saída para o valor de 4 mA. Pressione **Continue** para acessar o ajuste de 20 mA e repita esta etapa.



Figura 23.

6. Agora o teste As Left (Como Deixado). Pressione **As Left**, **Done** e depois **Auto Test** (Teste Automático). Ao concluir, a tabela de resumo de erros é exibida. Se houver erros realçados, o teste falhou e ajustes adicionais são necessários.

Observação: Se o erro de falha for substancial, talvez seja necessário ajustar o sensor com um comunicador. Frequentemente, porém, é possível realizar o ajuste com um 754 modificando o LRV (valor inferior do intervalo) e o URV (valor superior do intervalo) de modo a compensar o erro na seção de entrada.

7. No caso de um transmissor de pressão que tenha botões de ajuste de zero e alcance incorporados, a calibração é fácil. Simplesmente aplique uma fonte calibrada nos valores LRV e URV e pressione os respectivos botões de zero e alcance no transmissor. Em seguida, verifique o estado do transmissor concluindo o teste As Left da etapa 6. Muitos transmissores HART não têm ajustes físicos e precisam de um comunicador ou um *Fluke 754* para ajustar os valores de LRV e URV. Nesses casos, siga para a etapa 8.

8. A tabela de resumo de erros (exibida na etapa 6) fornece os dados necessários para fazer mudanças em LRV e URV. Anote os valores de LRV e URV (neste exemplo, 0 e 100°C). Pressione a tecla de função **Done** três vezes para restaurar o 754 à tela Measure/Source normal, exibindo a tecla de função **As Left**.

9. Pressione o botão MEASURE/SOURCE duas (2) vezes, insira o valor de LRV (neste exemplo, 0°C) usando o teclado numérico do 754 e pressione ENTER.

10. Pressione  e depois a tecla de função **Setup** (Configuração). Selecione **Basic** (Básica) no menu e pressione  para exibir os parâmetros de configuração básicos mostrados na Figura 24. Mova o cursor para **Lower Range Value** (Valor Inferior do Intervalo) e pressione . Mova o cursor para **Apply Values** (Aplicar Valores) e pressione . Pressione  para selecionar 4 mA. Pressione a tecla de função Continue e, em seguida, pressione "qualquer tecla" e depois a tecla de função Set (Definir). Pressione "qualquer tecla" e as teclas de função Done e Abort até sair da tela de fonte. Usando o teclado numérico do 754, digite o valor de URV (100°C neste exemplo) registrado na etapa 8 e pressione .

11. Repita a etapa 10, mas selecione 20 mA depois de selecionar "Apply Values" em vez de 4 mA.

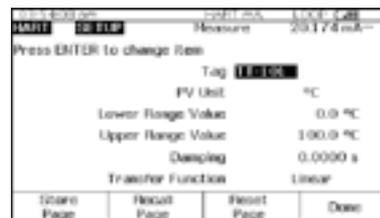


Figura 24.

12. Agora pressione **Done** e depois pressione **Abort** (Interromper) três vezes. Execute um novo teste As Found pressionando **As Found**. (Lembre-se de verificar se os valores originais de zero e alcance nominais são mostrados como o valor de 0% e o valor de 100%.) Pressione **Done** e depois **Auto Test** (Teste Automático). Ao concluir, a tabela de resumo de erros é exibida. Se houver erros realçados, o teste falhou. Repita o procedimento ou ajuste a seção do sensor com um comunicador.

Observação: Se encontrar qualquer dificuldade com estes exemplos, você pode ligar para 1-800-44-FLUKE a fim de obter assistência (1-800-443-5853).

Apêndice A

Calibração de transmissores HART

Por Kenneth L. Holladay, P.E.

Calibração de um instrumento convencional

Para um instrumento convencional de 4 a 20 mA, um teste de múltiplos pontos que estimule a entrada e meça a saída é suficiente para caracterizar a precisão geral do transmissor. O ajuste de calibração normal envolve a configuração apenas do valor zero e do valor de alcance, uma vez que só existe efetivamente uma única operação regulável entre a entrada e a saída, como é ilustrado a seguir.

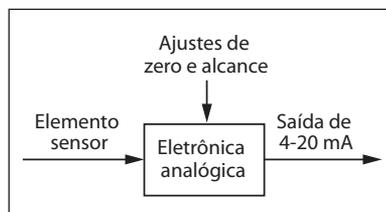


Figura A1. Diagrama de blocos de um transmissor convencional.

Esse procedimento geralmente é designado como uma Calibração de Zero e Alcance. Se a relação entre as faixas de entrada e de saída do instrumento não for linear, será necessário conhecer a função de transferência para poder calcular os resultados esperados para cada valor de entrada. Sem conhecer os valores de saída esperados, não é possível calcular os erros de desempenho.

Calibração de um instrumento HART

Para um instrumento HART, um teste de múltiplos pontos entre entrada e saída não fornece uma representação precisa da operação do transmissor. Exatamente como em um transmissor convencional, o processo de medição começa com uma tecnologia que converte uma quantidade física em um sinal elétrico. No entanto, a semelhança termina aí. Em vez de um caminho puramente mecânico ou elétrico entre a entrada

e o sinal de saída resultante de 4 a 20 mA, um transmissor HART tem um microprocessador que manipula os dados de entrada. Como é mostrado na Figura A2, geralmente há três seções de cálculo envolvidas, cada uma das quais pode ser testada e ajustada individualmente.

Imediatamente antes da primeira caixa, o microprocessador do instrumento mede alguma propriedade elétrica que é afetada pela variável de interesse do processo. O valor medido pode ser milivolts, capacitância, resistência, indutância, frequência ou alguma outra propriedade. No entanto, para que possa ser usado pelo microprocessador, ele deve ser transformado em uma contagem digital por um conversor analógico-digital (A/D).

Na primeira caixa, o microprocessador deve recorrer a algum tipo de equação ou tabela para relacionar o valor de contagem bruto da medição elétrica com a propriedade real (PV) de interesse, como temperatura, pressão ou fluxo. A forma inicial dessa tabela geralmente é estabelecida pelo fabricante, mas a maioria dos instrumentos HART inclui comandos para realizar ajustes em campo. Isso costuma ser designado como ajuste do sensor. A saída da primeira caixa é uma representação digital da variável de processo. Quando você lê a variável de processo usando um comunicador, esse é o valor mostrado.

A segunda caixa é estritamente uma conversão matemática da variável de processo para a representação equivalente em miliampères. Os valores de intervalo do instrumento (relacionados aos valores de zero e alcance) são usados em conjunto com a função de transferência para calcular esse valor. Embora uma função de transferência linear seja a mais comum, os transmissores de pressão frequentemente têm uma opção de raiz quadrada. Outros instrumentos especiais podem implementar transformações matemáticas comuns ou tabelas de pontos intermediários definidas pelo usuário. A saída do segundo bloco é uma representação digital da saída desejada do instrumento. Quando você lê a corrente de loop usando um comunicador, esse é o valor mostrado. Muitos instrumentos HART oferecem suporte a um comando que coloca o instrumento em um modo de teste com saída fixa. Isso substitui a saída normal do segundo bloco por um valor de saída especificado.

A terceira caixa é a seção de saída, onde o valor de saída calculado é convertido em um valor de contagem que pode ser carregado em um conversor digital-analógico. Isso produz o sinal elétrico analógico real. Mais uma vez, o microprocessador deve recorrer a alguns fatores internos de calibração para obter a saída correta. O ajuste desses fatores geralmente é designado como ajuste de loop de corrente ou ajuste de 4 a 20 mA.

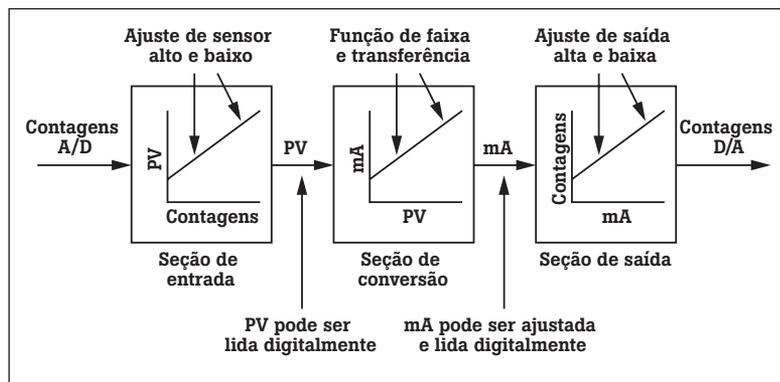


Figura A2. Diagrama de blocos do transmissor HART.

Requisitos de calibração HART

Com base nesta análise, pode-se perceber por que um procedimento de calibração adequado para um instrumento HART é significativamente diferente do que é empregado com um instrumento convencional. Os requisitos de calibração específicos dependem da aplicação.

Se a aplicação usa a representação digital da variável de processo para monitoramento ou controle, a seção de entrada do sensor deve ser testada e ajustada explicitamente. Observe que essa leitura é completamente independente da saída de miliampères e não tem qualquer relação com as configurações de zero ou alcance. A PV lida por comunicação HART continua a ser precisa mesmo quando está fora do intervalo de saída atribuído. Por exemplo, um Rosemount 3051c com intervalo 2 possui limites de sensor de -250 a +250 polegadas de água. Se você definir o intervalo para 0 a 100 polegadas de água e aplicar uma pressão de 150 polegadas de água, a saída analógica será saturada imediatamente acima de 20 miliampères. No entanto, um comunicador ainda poderá ler a pressão correta.

Se a saída de loop de corrente não for usada (ou seja, se o transmissor for usado exclusivamente como um dispositivo digital), será necessário calibrar apenas a seção de entrada. Se a aplicação usar a saída de miliampères, a seção de saída deverá ser testada e calibrada explicitamente. Note que essa calibração é independente da seção de entrada e, novamente, não tem qualquer relação com as configurações de zero e alcance.

Calibração da seção de entrada

A mesma técnica básica de teste e ajuste de múltiplos pontos é empregada, mas com uma nova definição de saída. Para executar o teste, use um calibrador para medir a entrada aplicada, mas leia a saída associada (PV) com um comunicador. Os cálculos de erros são mais simples, pois

sempre há uma relação linear entre a entrada e a saída e ambas são registradas nas mesmas unidades de engenharia. Em geral, a precisão desejada para esse teste será a precisão especificada pelo fabricante.

Se o teste não for bem-sucedido, siga o procedimento recomendado pelo fabricante para ajustar a seção de entrada. Isso pode ser designado como "ajuste do sensor" e geralmente envolve um ou dois pontos de ajuste. Os transmissores de pressão geralmente têm também um ajuste de zero, em que o cálculo de entrada é ajustado para ler exatamente zero (não um intervalo baixo). Não confunda um ajuste com qualquer forma de redefinição do intervalo ou qualquer procedimento que envolva o uso de botões de zero e alcance.

Calibração da seção de saída

Novamente, a mesma técnica básica de teste e ajuste de múltiplos pontos é empregada, mas com uma nova definição de entrada. Para executar o teste, use um comunicador para colocar o transmissor em um modo de saída de corrente fixa. O valor de entrada para o teste é o valor de mA que você determinou ao transmissor que gerasse. O valor de saída é obtido usando um calibrador para medir a corrente resultante. Este teste também implica uma relação linear entre entrada e saída, e ambas são registradas nas mesmas unidades de engenharia (miliampères). A precisão desejada para esse teste também deve refletir as especificações de precisão do fabricante.

Se o teste não for bem-sucedido, siga o procedimento recomendado pelo fabricante para ajustar a seção de saída. Isso pode ser chamado de ajuste de 4 a 20 mA, ajuste de loop de corrente ou ajuste D/A. O procedimento da ajuste deve exigir dois pontos de ajuste próximos ou imediatamente fora de 4 e 20 mA. Não confunda isso com qualquer forma de redefinição do intervalo ou qualquer procedimento que envolva o uso de botões de zero e alcance.

Teste do desempenho geral

Depois que as seções de entrada e saída são calibradas, um transmissor HART deve funcionar corretamente. O bloco central na Figura A2 envolve apenas cálculos. É por isso que você pode alterar o intervalo, as unidades e a função de transferência sem afetar necessariamente a calibração. Observe também que, mesmo que tenha uma função de transferência incomum, o instrumento só opera na conversão do valor de entrada para um valor de saída em miliampères e, portanto, não está envolvido no teste ou calibração das seções de entrada e saída.

Caso deseje validar o desempenho geral de um transmissor HART, execute um teste de zero e alcance exatamente como faria com um instrumento convencional. Como veremos a seguir, porém, passar nesse teste não indica necessariamente que o transmissor está funcionando corretamente.

Efeito da atenuação no desempenho do teste

Muitos instrumentos HART oferecem suporte a um parâmetro chamado atenuação. Se não for definido como zero, ele pode ter um efeito adverso sobre os testes e ajustes. A atenuação induz um retardo entre uma alteração na entrada de instrumento e a detecção dessa alteração no valor digital da leitura de entrada do instrumento e no valor de saída correspondente do instrumento. Esse retardo induzido pela atenuação pode exceder o tempo de estabilização usado no teste ou calibração. O tempo de estabilização é a quantidade de tempo que o teste ou calibração espera entre a definição da entrada e a leitura da saída resultante. É aconselhável ajustar o valor de atenuação do instrumento para zero antes de realizar testes ou ajustes. Após a calibração, lembre-se de restaurar a constante de atenuação ao valor exigido.

Operações que NÃO são calibrações adequadas

Alteração do intervalo digital

Há um equívoco comum de que alterar o intervalo de um instrumento HART usando um comunicador calibra de alguma forma o instrumento. Lembre-se que uma calibração real exige um padrão de referência, geralmente na forma de um ou mais equipamentos de calibração, para fornecer uma entrada e medir a saída resultante. Portanto, como uma mudança de intervalo não faz referência a qualquer padrão de calibração externo, trata-se realmente de uma mudança de configuração, não uma calibração. Observe que, no diagrama de blocos do transmissor HART (Figura 2), a alteração do intervalo afeta apenas o segundo bloco. Ela não tem qualquer efeito sobre a variável de processo digital lida por um comunicador.

Ajustes de zero e alcance

O uso apenas de ajustes de zero e alcance para calibrar um transmissor HART (a prática padrão associada aos transmissores convencionais) frequentemente corrompe as leituras digitais internas. Talvez você tenha percebido isso se nunca usa um comunicador para ler o intervalo ou dados digitais de processo. Como é mostrado na Figura 2, há mais de uma saída a considerar. Os valores de PV digital e miliampères lidos por um comunicador também são saídas, assim como o loop de corrente analógico.

Considere o que acontece quando os botões externos de zero e alcance são usados para ajustar um instrumento HART. Suponha que um técnico do

instrumento instale e teste um transmissor de pressão diferencial que foi configurado na fábrica para um intervalo de 0 a 100 polegadas de água. O teste do transmissor revela que ele agora tem um desvio de zero de 1 polegada de água. Assim, com ambas as portas ventiladas (zero), sua saída é de 4,16 mA em vez de 4,00 mA e, ao aplicar 100 polegadas de água, a saída é de 20,16 mA em vez de 20,00 mA. Para corrigir isso, ele ventila ambas as portas e pressiona o botão de zero no transmissor. A saída vai a 4,00 mA e parece que o ajuste foi bem-sucedido.

No entanto, se agora ele verificar o transmissor com um comunicador, constatará que o intervalo é 1 a 101 polegadas de água e a PV é de 1 polegada de água em vez de 0. Os botões de zero e alcance mudaram o intervalo (o segundo bloco). Essa é a única ação que o instrumento pode aceitar nessas condições, já que não sabe o valor real da entrada de referência. Somente usando um comando digital que transmita o valor de referência o instrumento poderá fazer os ajustes internos apropriados.

A maneira correta de corrigir uma condição de desvio de zero é usar um ajuste de zero. Isso ajusta o bloco de entrada de instrumento de modo que a PV digital coincida com o padrão de calibração. Se você pretende usar os valores digitais de processo para análise de tendências, cálculos estatísticos ou rastreamento de manutenção, deve desativar os botões externos de zero e alcance e evitar completamente o seu uso.

Ajuste de corrente de loop

Outra prática observada entre técnicos de instrumentação é o uso de um comunicador portátil para ajustar o loop de corrente de modo que uma entrada precisa do instrumento coincida com algum dispositivo de exibição no loop. Se você estiver usando um comunicador modelo Rosemount, isso é um "ajuste de loop de corrente usando outra escala". Consulte novamente o exemplo do desvio de zero antes de pressionar o botão de zero. Suponha que exista também um indicador digital no loop que exiba 0,0 em 4 mA e 100,0 em 20 mA. Durante os testes, ele indica 1,0 com ambas as portas ventiladas e 101,0 com 100 polegadas de água aplicadas. Usando o comunicador, o técnico realiza um ajuste do loop de corrente de modo que o visor exiba a leitura correta em 0 e 100, basicamente corrigindo a saída para ter, respectivamente, 4 e 20 mA.

Embora também pareça ter sido bem-sucedido, esse procedimento tem um problema fundamental. Para começar, o comunicador mostrará que a leitura de PV ainda indica 1 e 101 polegadas de água nos pontos de teste e a leitura digital da saída de mA ainda indica 4,16 e 20,16 mA, embora a saída real seja de 4 e 20 mA. O problema de calibração na seção de entrada foi ocultado pela introdução de um erro de compensação na seção de saída, de modo que nenhuma das leituras digitais coincide com os padrões de calibração.

Publicado originalmente em *Intech*, maio de 1996, e também em *HART Book 8*, julho de 1998. Reproduzido com a permissão do autor.

Nota sobre a transferência dos resultados para o seu PC

Se estiver usando um 743/744 ou 753/754, você pode escolher um pacote de software de gerenciamento de instrumentação desta lista:

Fluke DPC/TRACK2™



AMS da Emerson Process Management, (anteriormente: Fisher-Rosemount).



PRM (Plant Resource Manager) da Yokogawa Electric Corporation.

Prime Technologies



On Time Support Process/Track

Todas as outras marcas comerciais são propriedade de seus respectivos titulares.

Informações para pedidos

Calibrador de Processos de Documentação FLUKE-753

Calibrador de Processos de Documentação-HART FLUKE-754

Accessórios originais: Três jogos de pontas de teste empilháveis, três jogos de sondas de teste TP220 com três jogos de garras jacaré com dentes estendidos, dois jogos de grampos de gancho AC280, bateria BP7240 de íon de lítio, carregador de baterias BC7240, bolsa flexível de campo C799, cabo de comunicação USB, guia de introdução, manual de instruções em CDROM, certificado de calibração com rastreabilidade NIST, versão de demonstração do software DPC/TRACK 2 que permite a transferência e a impressão de registros de calibração, garantia de três anos. O modelo Fluke-754 inclui um cabo de comunicação HART.

Software FLUKE-750SW DPC/TRACK 2

Inclui o software DPC/TRACK: mídia do software, manual de instruções, cabo USB.

Módulos de Pressão FLUKE-700 Pxx

Acompanham todos os Módulos de Pressão da Fluke: Adaptador(es) BP-ISO (exceto o P29 - P31), Folha de Instruções, relatório e dados de calibração com rastreabilidade NIST, um (1) ano de garantia.

Accessórios

- Fluke-700PMP** Bomba de pressão; 100 psi/7 bar
- Fluke 700LTP-1** Bomba de teste para baixa pressão
- Fluke-700PTP-1** Bomba de teste pneumática; 600 psi/40 bar
- Fluke-700HTP-1** Bomba de teste hidráulica; 10.000 psi/700 bar
- Fluke-700HTH-1** Tubo de teste hidráulico
- Fluke-700PRV-1** Kit de válvula reguladora de pressão para a HTP
- Fluke-700-IV** Shunt de corrente (para aplicações de mA/mA)
- Fluke-700PCK** Kit de calibração de pressão
- Fluke-700BCW** Leitor óptico de código de barras
- Fluke-700TC1** Kit de minificha TC, 9 tipos
- Fluke-700TC2** Kit de minificha TC, JKTERS
- Fluke-700TLK** Kit de cabos de teste de processos
- 754HCC** Cabo de comunicação com instrumentos inteligentes
- BC7240** Carregador de baterias
- BP7240** Bateria de íon de lítio
- C700** Mala rígida
- C781** Bolsa de transporte flexível
- C799** Bolsa flexível de campo



Fluke. Mantendo seu mundo funcionando.®

Fluke Corporation

PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, Holanda

Para obter mais informações, ligue para os seguintes números:

Nos EUA: (800) 443-5853 ou
Fax (425) 446-5116
Na Europa/Or. Médio/África: +31 (0) 40 2675 200 ou
Fax +31 (0) 40 2675 222
No Canadá: (800)-36-FLUKE ou
Fax (905) 890-6866
De outros países: +1 (425) 446-5500 ou
Fax +1 (425) 446-5116
Na Web: <http://www.fluke.com.br>

©2004-2011 Fluke Corporation.
As especificações estão sujeitas a alteração sem aviso prévio.
Impresso nos EUA. 11/2011 2491427H A-BRPT-N

A modificação deste documento não é permitida sem permissão por escrito da Fluke Corporation.