TRANSMISSOR DE PRESSÃO HART®
MONTAGEM DIRETA *APT11-H*

Série Atta

Cód. Doc.: CT157852 Revisão: D

Descrição do Equipamento

O APT11 HART é um transmissor para medida de pressão absoluta, manométrica e nível com tecnologia HART® e integra a família de equipamentos de campo da Altus.

O transmissor possui sensor de silício piezoresistivo inteligente, microprocessado, que proporciona uma operação segura, assim como um excelente desempenho em campo. Possui compensações de pressão e temperatura integradas, proporcionando alto desempenho e estabilidade de operação.

O transmissor deve ser alimentado por uma tensão de 12 a 45 Vcc, a fim de gerar um canal de corrente 4-20 mA (conforme a norma NAMUR NE43), proporcional à medição realizada.

Sua configuração utiliza o protocolo de comunicação HART® 7, já consagrado como o mais utilizado em todo o mundo da automação industrial para configuração, calibração, monitoração e diagnósticos, e pode ser realizada pelo usuário com a utilização de um configurador HART® ou ferramentas baseadas em EDDL® ou FDT/DTM®. Além disso, os principais parâmetros podem ser configurados via ajuste local, utilizando a chave magnética.

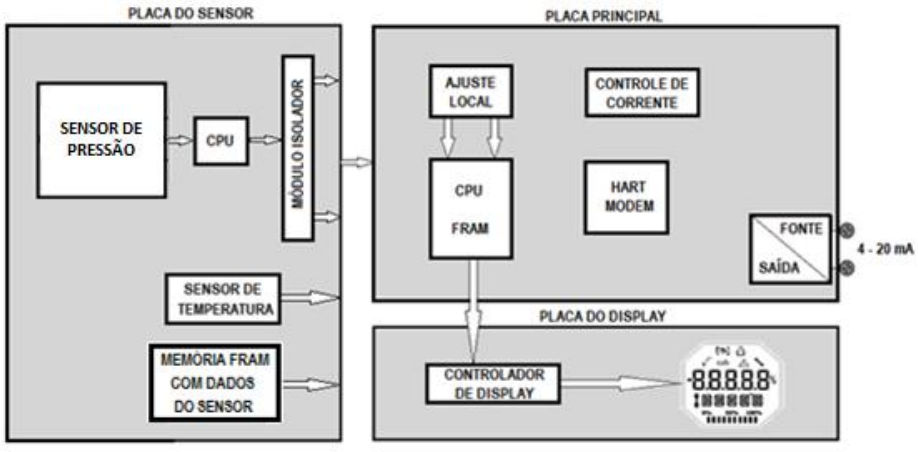
O transmissor de pressão inteligente APT11 HART é calibrado em fábrica antes do envio a clientes. Se necessário recalibrar este transmissor em campo, certifique-se de utilizar um calibrador pelo menos três vezes mais preciso do que as especificações. Para garantir o uso correto e eficiente do transmissor, leia este manual antes da instalação.

ATENÇÃO:
É extremamente importante que todas as instruções de segurança, instalação e operação contidas neste manual sejam seguidas fielmente. O fabricante não se responsabiliza por danos ou mau funcionamento causados por uso impróprio deste equipamento.
Deve-se seguir rigorosamente as normas e boas práticas relativas à instalação, garantindo corretos aterramento, isolação de ruídos e boa qualidade de cabos e conexões, a fim de proporcionar o melhor desempenho e durabilidade ao equipamento.
Atenção redobrada deve ser considerada em relação a instalações em áreas classificadas e perigosas, quando aplicáveis.

ATENÇÃO:
Medidas de segurança:
Designar apenas pessoas qualificadas, treinadas e familiarizadas com o processo e os equipamentos;
Instalar o equipamento apenas em áreas compatíveis com o seu funcionamento, com as devidas conexões e proteções;
Utilizar os devidos equipamentos de segurança para qualquer manuseio do equipamento em campo;
Desligar a energia da área antes da instalação do equipamento

Diagrama de Blocos

A modularização dos componentes do transmissor está descrita no diagrama de blocos a seguir.



A placa principal controla as principais funções do transmissor de pressão. Nela estão o Modem HART e o microcontrolador (CPU). A placa do sensor é responsável pela leitura dos valores de pressão, assim como da temperatura e de seu processamento junto à CPU principal.

O bloco modem HART® faz a interface dos sinais do microcontrolador com a linha HART® ao qual o transmissor se conecta.

A placa do display possui o bloco controlador que faz a interface entre o LCD e a CPU, adaptando as mensagens a serem exibidas.

Por fim, o bloco microcontrolador pode ser relacionado ao cérebro do transmissor, onde acontecem todos os controles de tempos, máquina de estado HART®, diagnósticos, além das rotinas comuns aos transmissores, como configuração, calibração e geração do valor de saída digital para a corrente, proporcional à variável PV.

Vantagens do Sensor Piezoresistivo

As vantagens do transdutor de pressão utilizando a tecnologia semicondutora, comparada a outras formas medidoras de resistência por pressão, estão a seguir.

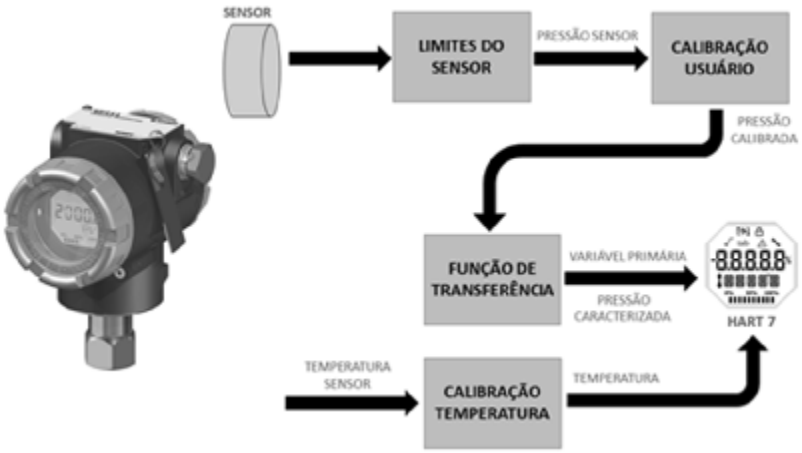
- Maior sensibilidade
- Maior linearidade
- Baixa histerese em pressão e temperatura
- Maior confiabilidade na passivação do nitrito de silício
- Resposta mais rápida
- Alta estabilidade no ciclo de carga, como resultado da ausência de fadiga
- Compacto
- Menor custo

Princípio de Funcionamento

A figura abaixo esquematiza o modelo de blocos para o transmissor. O circuito da placa principal do APT11 HART recebe as leituras do sensor de pressão e temperatura vindas da placa analógica do sensor.

O sinal de pressão normalizado é calculado aplicando-se o polinômio de compensação de fábrica sobre a leitura de pressão. A partir deste valor, utilizando a faixa do sensor, calcula-se a pressão na unidade do usuário (configurável) com as calibrações pertinentes de zero, pressão máxima e pressão mínima.

Estando de acordo com a faixa do sensor, o usuário poderá escolher a forma de tratamento do valor de pressão: Linear ou Tabela. Com a opção de tabela, tem-se a possibilidade de montar uma curva personalizada de até 16 pontos, principalmente utilizada com a caracterização de volumes em tanques.



O APT11 HART fornece a leitura de pressão como variável primária e a temperatura ambiente como variável secundária. O usuário poderá configurar unidade, faixa de trabalho, limites e alarmes de pressão.

Instalação

ATENÇÃO:
Recomendações:
Ao levar o equipamento para o local de instalação, transfira-o na embalagem original.
Desembale o equipamento no local da instalação para evitar danos durante o transporte.

ATENÇÃO:
Recomendações:
O modelo e as especificações do equipamento estão indicados na plaqueta de identificação, localizada na parte superior do invólucro. Verifique se as especificações e o modelo fornecidos estão de acordo com o que foi especificado para a sua aplicação e seus requisitos. Esteja atento aos limites máximo e mínimo das especificações e faixa do sensor. Após a instalação em campo, veja o tópico sobre Calibração.

ATENÇÃO:
Armazenamento:
As seguintes precauções devem ser observadas ao armazenar o equipamento, especialmente por um longo período:

(1) Selecione uma área de armazenamento que atenda às seguintes condições:
● Sem exposição direta a chuva, água, neve ou luz do sol.
● Sem exposição a vibrações e choques.
●Temperatura e umidade normais (cerca de 20°C / 70°F, 65% UR).

No entanto, também pode ser armazenado sob temperatura e umidade nos seguintes intervalos:

● Temperatura ambiente: -40°C a 85°C (sem LCD)* ou -30°C a 80°C (com LCD)
● Umidade Relativa: 5% a 98% UR (a 40°C)

(2) Quando da armazenagem do equipamento, utilizar a embalagem original (ou similar) de fábrica.

(3) Se estiver armazenando um equipamento Altus que já tenha sido utilizado, limpe bem todas as partes úmidas e conexões em contato com o processo. Mantenha as tampas e conexões fechadas e protegidas adequadamente com o que foi especificado para a sua aplicação e seus requisitos. Ao instalar ou armazenar o transmissor de nível deve-se proteger o diafragma contra contatos que possam arranhar ou perfurar sua superfície.

* Uso geral somente. Para versões à prova de explosão, siga as exigências de certificação do produto.

ATENÇÃO:
Instalação:
Feche as tampas do equipamento corretamente e garanta a montagem correta dos prensa-cabos, evitando folgas entre o cabo e o prensa-cabos que possam favorecer a entrada de umidade.
Feche as conexões sem uso adequadamente, impedindo a entrada de umidade que pode gerar baixa isolação e danos aos circuitos eletrônicos.
Em situações de umidade, os danos causados ao equipamento NÃO serão cobertos pela garantia.

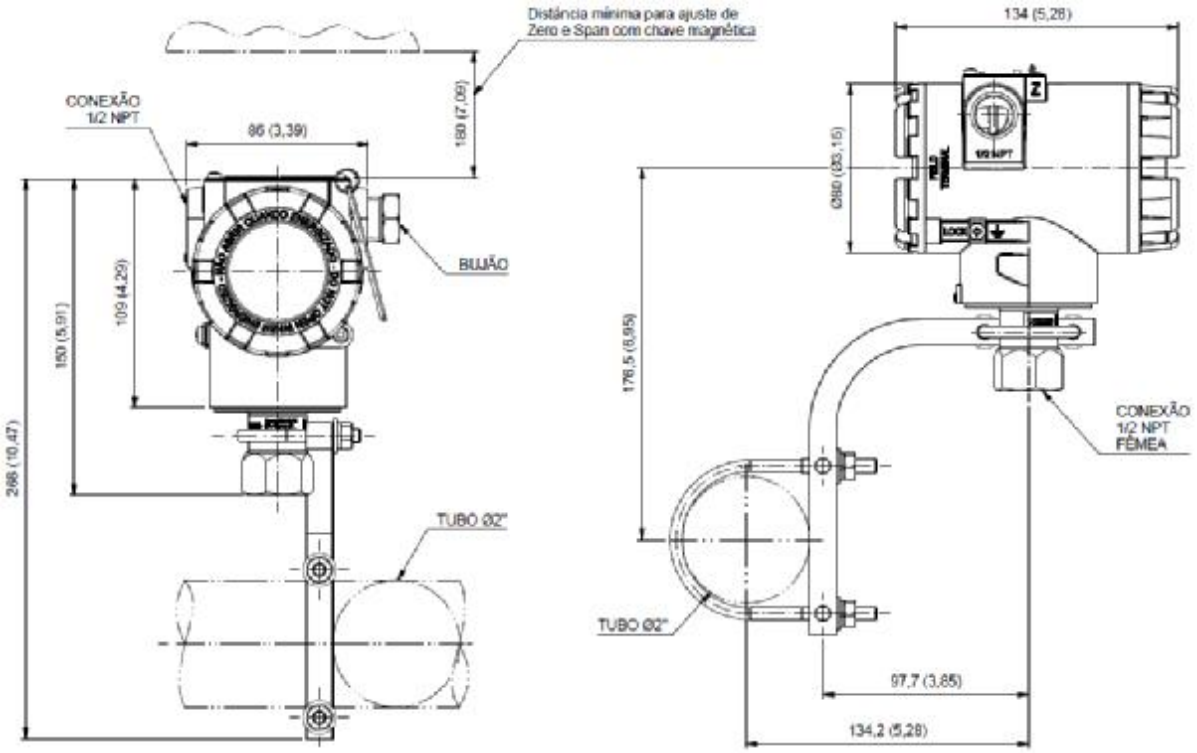
Montagem Mecânica

O transmissor APT11 HART foi projetado para instalação em campo e, portanto, suporta exposição a intempéries, tendo bom desempenho com variações de temperatura, umidade e vibração.

Sua carcaça tem grau de proteção IP67, sendo imune à entrada de água em seu circuito eletrônico e borneira, desde que o prensa cabo ou o eletroduto da conexão elétrica esteja corretamente montado e vedado com selante não endurecível. As tampas também devem estar bem fechadas para evitar a entrada de umidade, já que as roscas da carcaça não são protegidas por pintura.

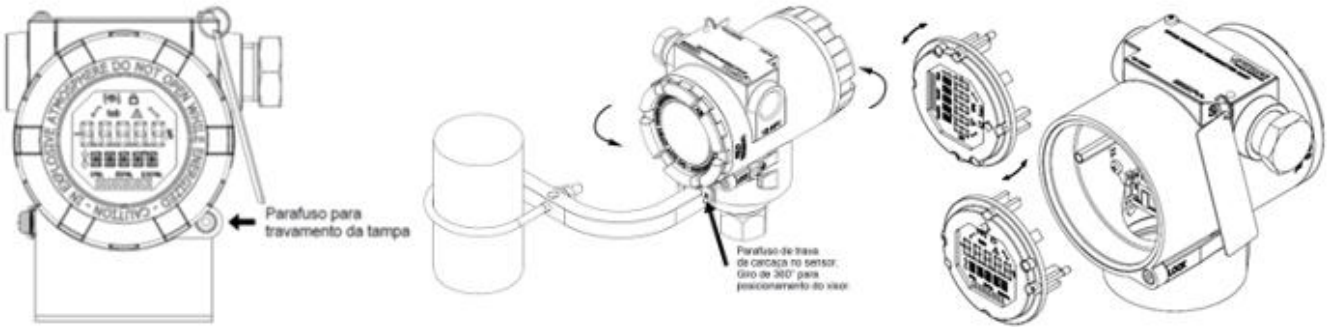
O circuito eletrônico é revestido com um verniz à prova de umidade, mas exposições constantes a umidade ou meios corrosivos podem comprometer sua proteção e danificar os componentes eletrônicos.

A figura abaixo mostra o desenho dimensional e a montagem do APT11 com suporte em tubo de 2” ou diretamente na tubulação.



Para que não haja risco das tampas do APT11 se soltarem involuntariamente devido a vibrações, por exemplo, elas podem ser travadas através de parafuso.

O APT11 é um equipamento de campo que pode ser instalado diretamente na tubulação do processo ou através de um suporte em um tubo de 2” fixado através de um grampo U. Para o melhor posicionamento do LCD o equipamento pode girar 4 x 90°, conforme mostra a figura abaixo.



O display de cristal líquido LCD do APT11 pode ser rotacionado 4 x 90° para que a indicação fique o mais adequada possível para facilitar a visualização do usuário. A figura acima ilustra as possibilidades de rotação do LCD do APT11.

ATENÇÃO:
O transmissor de pressão APT11 foi projetado para suportar condições ambientais severas. Contudo, para garantir uma operação estável e precisa por longo tempo, as seguintes precauções devem ser observadas ao selecionar um local de instalação.

Temperatura Ambiente

O APT11 possui um algoritmo intrínseco para compensação das variações de temperatura. No processo produtivo, cada transmissor é submetido a vários ciclos de temperatura e um polinômio é criado, a fim de minimizar a variação de temperatura, garantindo alto desempenho das medições de pressão em qualquer temperatura. Porém, recomenda-se evitar locais sujeitos a grandes variações de temperatura ou gradiente de temperatura. Se o local for exposto ao calor radiante, providencie isolamento térmico ou ventilação adequada. Deve-se evitar também instalações onde o fluido de processo possa congelar dentro da câmara do transmissor, o que poderia causar danos permanentes à célula capacitiva.

Condições da Atmosfera

Evite instalar o transmissor em uma atmosfera corrosiva. Caso seja necessário, providenciar medidas adequadas para prevenir ou minimizar intrusão/estagnação de água da chuva ou condensações que possam se acumular por meio da entrada elétrica. Além disso, devem ser tomadas as precauções adequadas em relação a corrosão, devido a condensação ou umidade na borneira do equipamento. Inspecione-o regularmente, verificando o fechamento adequado de suas tampas. As tampas devem ser completamente fechadas manualmente até que o anel o'ring seja comprimido, garantindo a vedação completa. Evite utilizar ferramentas nesta operação. Procure não retirar as tampas da carcaça no campo, pois cada abertura introduz mais umidade aos circuitos.

Choque e Vibração

Selecione um local de instalação sujeito a choques e vibrações mínimos. Embora o transmissor seja projetado para ser relativamente resistente e insensível a vibrações, recomenda-se seguir as boas práticas de engenharia. Devem ser evitadas montagens próximas a bombas, turbinas ou outros equipamentos que gerem vibração excessiva. Caso a presença de vibração seja inevitável, instale o transmissor em uma base sólida, utilizando mangueiras flexíveis que não transmitam a vibração.

Instalação de Transmissores com Certificação à Prova de Explosão

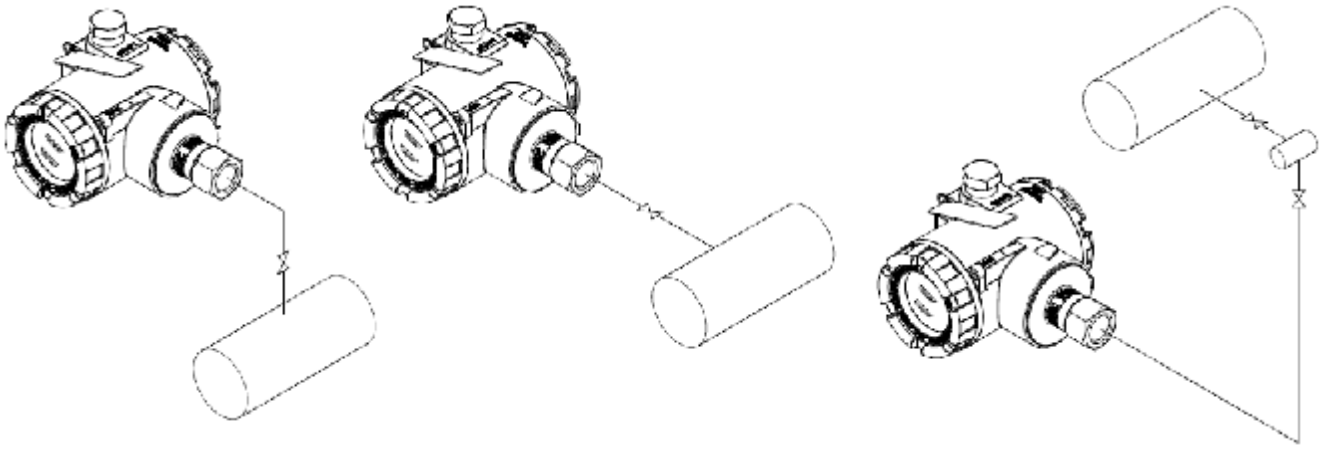
Os transmissores com esta certificação devem ser instalados em áreas de risco de acordo com a classificação da área para a qual são certificados. As instalações feitas em áreas classificadas devem seguir as recomendações da norma NBR/IEC60079-14.

Acessibilidade

Sempre selecione um local que forneça fácil acesso ao transmissor para manutenção e/ou calibração. Se for o caso, rotacione o LCD para adequada visualização.

Alguns exemplos de montagens, mostrando a localização do transmissor em relação à tomada, são apresentados na figura a seguir. A localização da tomada de pressão e a posição relativa do transmissor são indicadas na tabela.

Fluido do Processo	Localização das Tomadas	Localização do APT11 HART em relação à Tomada
Gás	Superior ou Lateral	Acima
Liquido	Lateral	Abaixo ou no mesmo nível
Vapor	Lateral	Abaixo usando-se câmara de condensação



Diretrizes Gerais da Tubulação

Ao medir fluidos que contenham sólidos em suspensão, instale válvulas em intervalos regulares para purgar a tubulação;

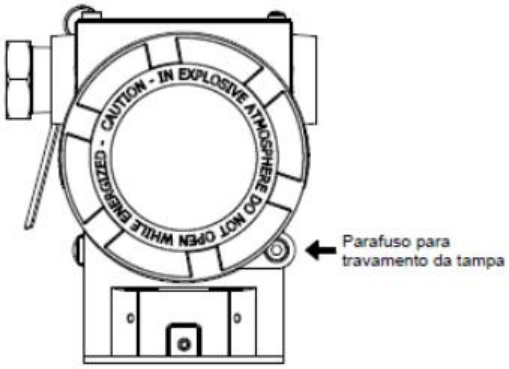
Efetue a purga de todas as linhas em instalações novas, com ar comprimido ou vapor, e lave-as com fluidos do processo (quando possível) antes de conectar estas linhas para medição do transmissor;

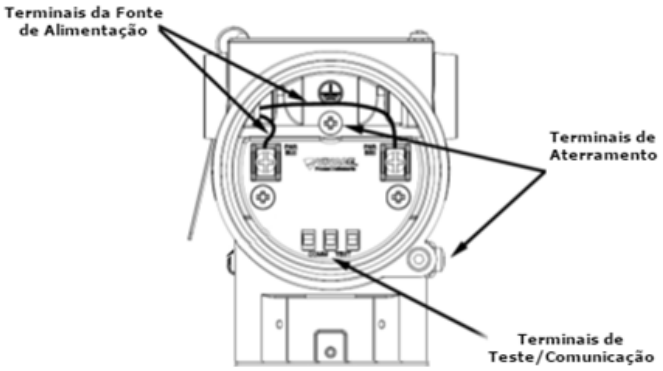
Verifique se as válvulas nas linhas de purga estão bem fechadas após o procedimento inicial de purga e após cada procedimento de manutenção posterior.

> ATENÇÃO
> Para líquidos, condensados, vapores e gases úmidos as linhas de impulso devem estar inclinadas à razão de 1:10 para evitar acúmulo de bolhas.

Ligação Elétrica

Para acessar a borneira é necessário remover a tampa traseira do APT11. Para tanto, solte o parafuso de trava da tampa (veja figura da esquerda) girando-o no sentido horário.





Na figura da direita são mostrados os terminais de alimentação (PWR BUS), os terminais de aterramento (um interno e outro externo), além dos terminais de comunicação e testes do APT11 HART. Para alimentar o equipamento recomenda-se utilizar cabos tipo par trançado 22 AWG. Na lista abaixo estão descritas as funções dos terminais do APT11 HART.

Descrição dos Terminais:

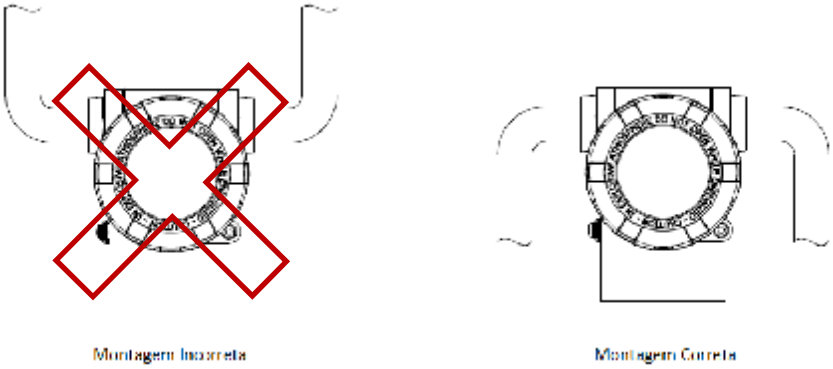
- Terminais de Alimentação: PWR BUS - 24 Vcc sem polaridade (12 a 45 Vcc)
- Terminais de Aterramento: 1 interno e 1 externo
- Terminais de Teste: TEST - Medição loop 4-20 mA sem abertura do circuito
- Terminais de Comunicação: COMM - Comunicação HART® com configurador

> ATENÇÃO:
> Todos os cabos usados para conexão do APT11 HART à rede HART® deverão ser shieldados para evitar interferências e ruídos.

> ATENÇÃO:
> É extremamente importante que se aterre o equipamento para completa proteção eletromagnética, além de garantir o correto desempenho do transmissor na rede HART®.

Os eletrodutos por onde passam os cabos de alimentação do equipamento devem ser montados de forma a evitar a entrada de água em sua borneira. As roscas dos eletrodutos devem ser vedadas de acordo com as normas requeridas pela área. A conexão elétrica não utilizada deve ser vedada com bujão e vedante adequado.

A figura abaixo mostra a forma correta de instalação do eletroduto, de forma a evitar a entrada de água ou outro produto que possa causar danos ao equipamento.

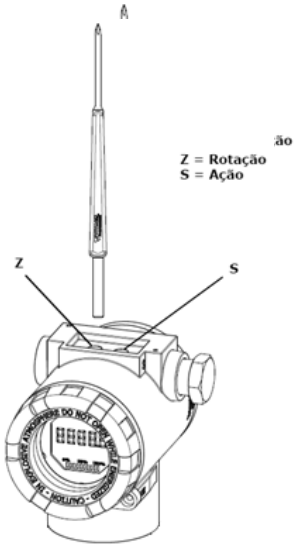


Montagem Incorreta Montagem Correta

Configuração

A configuração do transmissor APT11 HART pode ser realizada com um programador HART® ou com ferramentas baseadas em EDDL e FDT/DTM. Pode-se utilizar um tablet, celular com tecnologia Android, programadores HART® ou PC via ferramentas FDT/DTM. Outra forma de configurar o APT11 HART é através do ajuste local utilizando a chave magnética Altus.

Configuração Local



A configuração local do equipamento é realizada por meio da atuação da chave magnética Altus nos orifícios Z e S, localizados no topo da carcaça, sob a plaqueta de identificação. O orifício marcado com a letra Z inicia a configuração local e alterna o campo a ser configurado. Já o orifício marcado com a letra S é responsável por alterar e salvar o valor do campo selecionado. O salvamento ao modificar-se o valor no LCD é automático.

A figura à esquerda mostra os orifícios Z e S para configuração local, gravados na carcaça e suas funções pela atuação da chave magnética.

Insira a chave no orifício Zero (Z). O ícone de uma chave fixa será exibido, indicando que o equipamento reconheceu a chave magnética. Permaneça com a chave inserida até que a mensagem “LOCAL ADJST” seja exibida e remova a chave por 3 segundos.

Insira novamente a chave em Z. Com isto, o usuário poderá navegar pelos parâmetros do ajuste local.

Na tabela abaixo estão indicadas as ações realizadas pela chave magnética quando inserida nos orifícios Z e S.

Orifício	Ação
Z	Navega entre as funções da árvore de configuração
S	Atua na função selecionada

Parâmetros onde o ícone de duas setas no eixo vertical aparece ativo permitem a atuação pelo usuário, ao colocar a chave magnética no orifício Span (S). Caso possua configuração pré-definida, as opções serão rotacionadas no display, enquanto a chave magnética permanecer no orifício Span (S).

No caso de um parâmetro numérico, este campo entrará em modo de edição e o ponto decimal começará a piscar, se deslocando para a esquerda. Ao inserir a chave em Z, o dígito menos significativo (à direita) começará a piscar, indicando que está pronto para edição. Ao inserir a chave em S, o usuário poderá incrementar este dígito, variando de 0 a 9.

Após a edição do dígito menos significativo, o usuário deverá inserir a chave em Z para que o próximo dígito (à esquerda) comece a piscar, permitindo sua edição. O usuário poderá editar cada dígito independentemente, até que o dígito mais significativo (5º digito à esquerda) seja preenchido. Após a edição do 5º dígito, pode-se atuar no sinal do valor numérico com a chave em S.

Durante cada etapa, se o usuário retirar a chave magnética dos orifícios de ajuste local, a edição será finalizada e o valor configurado será salvo no equipamento.

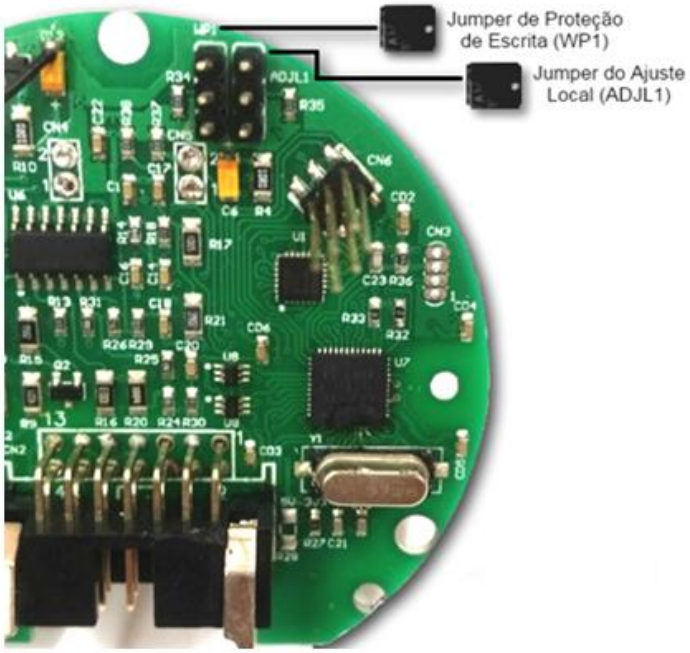
Caso o valor editado não seja um valor aceitável, o parâmetro retornará ao último valor válido antes da edição. Dependendo do parâmetro, valores de atuações podem ser mostrados no campo numérico ou alfanumérico, de forma a melhor exibir as opções ao usuário.

Sem a chave magnética inserida em Z ou S, o equipamento deixará o modo de ajuste local após alguns segundos e o modo de monitoração será novamente exibido.

ATENÇÃO:
Caso o usuário necessite da restauração completa de fábrica do transmissor (incluindo calibrações da corrente e do sensor), deverá inserir duas chaves magnéticas (uma em cada orifício - Z e S) no ajuste local e reiniciar o equipamento, aguardando a contagem numérica até a exibição da palavra "donE" no display. A partir daí, basta reconfigurar o transmissor com os valores desejados para a aplicação.

Jumpers do Ajuste Local e Proteção de Escrita

A figura abaixo mostra a posição dos jumpers na placa principal para habilitar/desabilitar a proteção de escrita e o ajuste local.



WP1	Proteção de Escrita
	Habilitada
	Desabilitada

ADJL1	Ajuste Local
	Habilitado
	Desabilitado

ATENÇÃO:
A condição padrão dos jumpers é a proteção de escrita DESABILITADA e o ajuste local HABILITADO.

Display de Cristal Líquido LCD

As principais informações relativas ao equipamento são disponibilizadas no display de cristal líquido (LCD). A figura abaixo mostra o LCD com todos os seus campos de indicação. O campo numérico é utilizado principalmente para indicar os valores das variáveis monitoradas. O alfanumérico indica a variável atualmente monitorada, unidades ou mensagens auxiliares. Os significados de cada um dos ícones estão descritos na tabela abaixo:

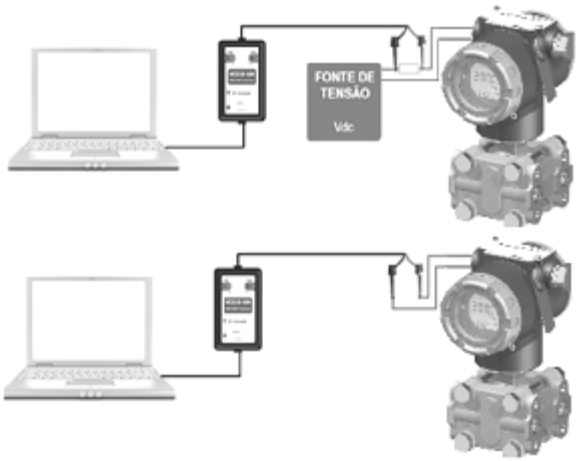
Símbolo	Descrição
	Envio de comunicação.
	Recepção de comunicação.
	Proteção de escrita ativada.
√	Função de raiz quadrada ativada.
tab	Tabela de caracterização ativada.
⚠	Ocorrência de diagnóstico.
	Manutenção recomendada.
	Incrementa valores na configuração local.
	Decrementa valores na configuração local.
°	Símbolo de grau para unidades de temperatura.
0% 50% 100%	Gráfico de barras para indicar faixa da variável medida.

Programador HART®

A configuração do equipamento pode ser realizada por meio de um programador compatível com a tecnologia HART®. A Altus oferece as interfaces ACI10 HART® (USB ou Bluetooth) como solução para identificação, configuração e monitoração dos equipamentos da linha HART®.

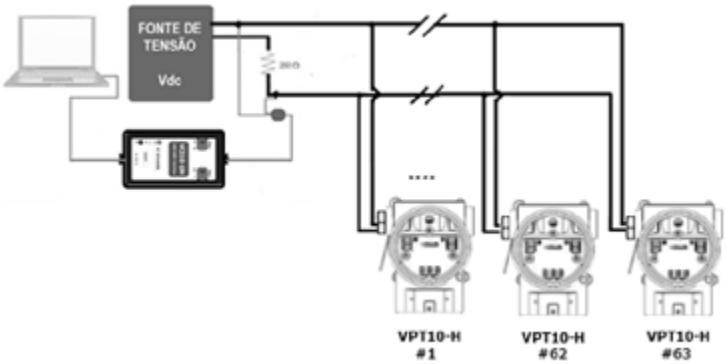
As figuras abaixo exemplificam o uso da interface USB HART ACI10-UH com um computador pessoal que possua um software configurador HART® instalado.

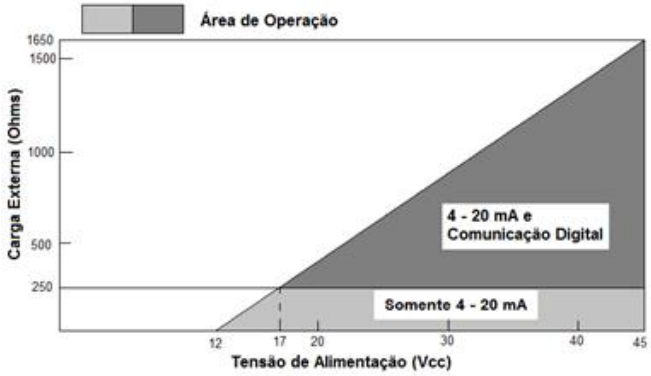
No desenho superior da figura abaixo a interface está instalada em série com a fonte de alimentação do equipamento. A interface necessita de um resistor de 250 Ω para possibilitar a comunicação HART® sobre a corrente de 4-20 mA, quando alimentado externamente.



No desenho inferior da figura acima, a interface está sendo usada também para alimentar o transmissor, não necessitando do resistor de comunicação.

A figura abaixo mostra a configuração de montagem do transmissor chamada de multidrop. Note que no máximo 63 transmissores podem ser conectados na mesma linha e que deverão ser conectados em paralelo

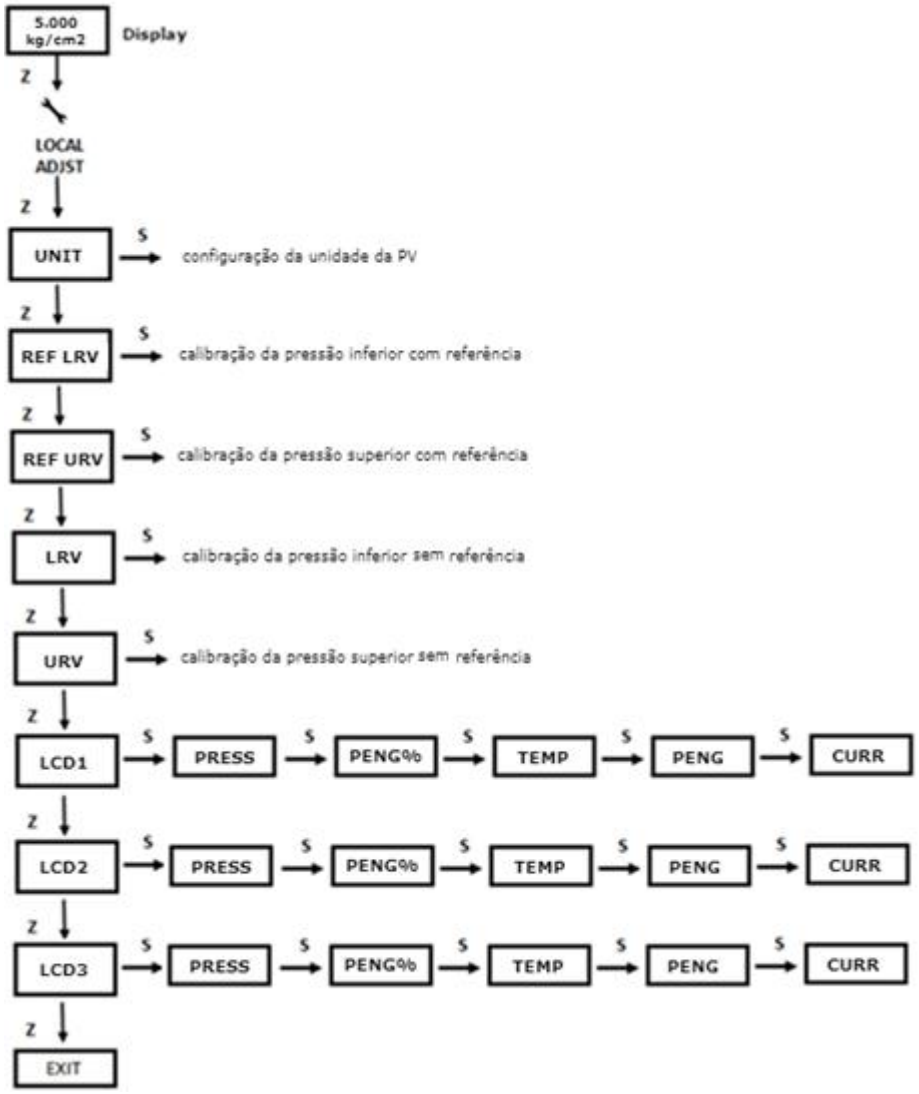




ATENÇÃO
Quando muitos transmissores são conectados na mesma linha é necessário calcular a queda de tensão através do resistor de 250 Ω e verificar se a voltagem da fonte de alimentação é suficiente.

Árvore de Programação do Ajuste Local

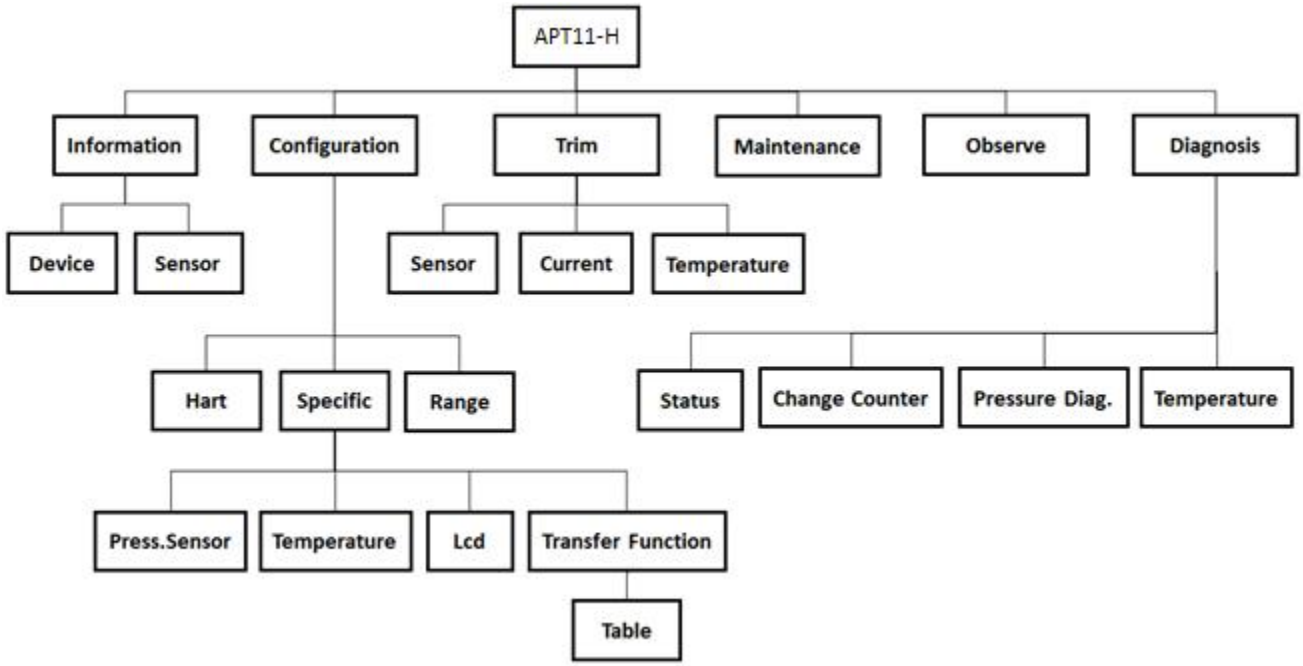
A figura a seguir mostra os campos disponíveis para configuração local e a sequência na qual são disponibilizados pela atuação da chave magnética nos orifícios Z e S.



Árvore de Programação com Configurador HART®

A árvore de programação é uma estrutura em forma de árvore com um menu de todos os recursos de software disponíveis, como mostrado na figura abaixo.

Para configurar o transmissor de forma online certifique-se que ele está corretamente instalado, com a adequada tensão de alimentação e o mínimo de 250 Ω de impedância na linha, necessária para comunicação.



Information

As principais informações sobre o transmissor podem ser acessadas aqui.

Device – As principais informação do equipamento são encontradas aqui, como: Tag, Descrição, Endereço, Fabricante, Device Type, Device Profile, HART® Revision, Versão de Software e Código de Pedido.

Sensor – Aqui encontram-se as principais informações do sensor de pressão: Número de Série, Fabricante, Tipo de Sensor, Modelo, Faixa, características dos materiais e fluidos de construção, Selo Remoto, Polinômio de Linearização, Range Superior, Range Inferior e Unidade de Medição.

Configuration

Configuração das variáveis de comunicação, funcionamento do sensor e leitura de temperatura.

Hart – Neste diretório configura-se os parâmetros de endereço, modo de corrente, número de preâmbulos e proteção de escrita, todos relativos à comunicação HART.

Specific – Neste diretório configura-se o funcionamento geral do transmissor e dos sensores de pressão e de temperatura, tais como: Unidade de Pressão, Unidade de Vazão, Unidades Especiais, Damping, Cutoff de Zero, Modo de Totalização, Unidade de Temperatura, Variáveis do Display LCD com Ponto Decimal, Função de Transferência, Pontos da Curva de Caracterização e Cutoff da Raiz Quadrada.

Range – Neste diretório configura-se a Falha de Segurança e a Faixa de Trabalho do usuário, seja para pressão ou vazão, de acordo com o configurado no parâmetro “Função de Transferência” (URV e LRV).

Trim

Ajustes do sensor de pressão (calibração dos pontos inferior e superior, além do ponto de zero), da corrente de saída (4 mA e 20 mA) e do sensor de temperatura.

Maintenance

Estabele o modo de corrente fixa para testes, reinicia o equipamento por software, restaura as configurações de fábrica padrões do transmissor ou salva/restaura na/da memória do sensor as configurações realizadas pelo usuário.

Observe

Monitoração dos valores da corrente de saída, PV% (Pressão ou Vazão, em porcentagem), PV (Pressão ou Vazão), SV (Temperatura) e TV (Pressão).

Diagnosis

Configuração e visualização dos diagnósticos disponibilizados pelo equipamento.

Status Geral do Equipamento – Informa se existe algum problema ou alerta relacionado à comunicação ou ao estado geral do sensor e valores calculados. Para mais detalhes, veja a seção 3.9 deste manual.

- Alerta de Sobrepressão
- Erro na Comunicação com o Sensor
- Sensor Não Inicializado
- Sensor Fadigado
- Falha na Capacitâncias Lidas
- Sensor Incompatível
- Alerta de Limite de Totalização
- Mau Funcionamento
- Corrente Fixa
- PV Fora do Limite de Operação
- Temperatura Fora do Limite de Operação
- Corrente Saturada

Contador de Alterações – Informa os contadores de alterações para cada um dos seguintes parâmetros do transmissor. Também é possível zerar os contadores neste diretório.

- Damping
- PV Range
- Pressure Unit
- Trim de Corrente
- Trim de Pressão
- Totalização
- Endereço de Comunicação HART
- Falha de Segurança
- Função de Transferência
- Proteção de Escrita por Software
- Variáveis do Display LCD
- Pontos da Curva de Caracterização
- Unidade de Temperatura
- Cutoff da Raiz Quadrada
- Cutoff de Zero

Diagnósticos de Pressão – Configura e informa os diagnósticos de Totalização da Vazão (habilita/desabilita), Máxima e Mínima Pressões Aplicadas e Contador de Sobrepressões.

Temperatura – Informa os valores de temperatura máxima e mínima registrados pelo transmissor durante seu funcionamento, de acordo com a calibração do usuário.

Configurações

O APT11 HART permite que o usuário o configure de forma flexível, alterando o tempo de atualização da pressão (damping) ou caracterizando a medição para saída em corrente (tabela do usuário).

Esta seção é destinada ao detalhamento de cada uma destas funções disponíveis ao usuário.

Damping

É um filtro eletrônico para a leitura de Pressão, que altera o tempo de resposta do transmissor para suavizar as variações nas leituras de saída causadas por variações rápidas na entrada. O valor do damping pode ser configurado entre 0 e 60 segundos e seu valor apropriado deve ser baseado no tempo de resposta do processo, na estabilidade do sinal de saída e outros requisitos do sistema.

O valor escolhido para o damping afeta o tempo de resposta do transmissor. Quando este valor está ajustado para zero, a função damping estará desabilitada e a saída do transmissor reagirá imediatamente às mudanças em sua entrada, portanto o tempo de resposta será o menor possível.

O aumento do valor do damping acarreta aumento no tempo de resposta do transmissor. No momento em que a constante de tempo de amortecimento é definida, a saída do transmissor irá para 63% do valor da mudança na entrada e o transmissor continuará se aproximando do valor da entrada de acordo com a equação do damping.

> ATENÇÃO:
> O valor default para o damping é 0 segundos.

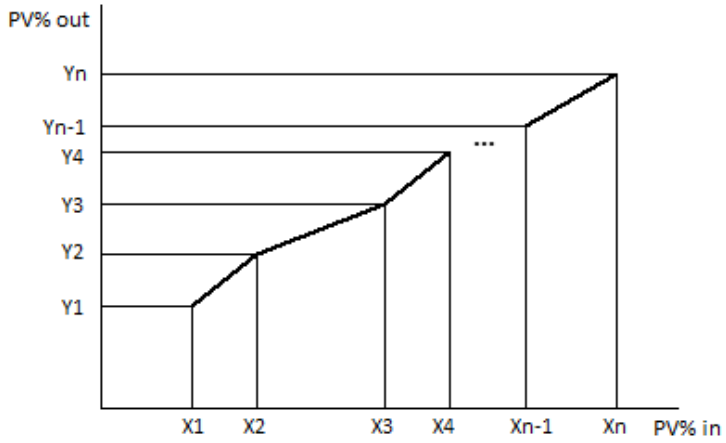
Tabela de Usuário – Curva de Caracterização

Utilizada em medições de nível, volume ou qualquer outra medição que exija uma saída personalizada. O APT11 HART possui tabela de usuário com 16 pontos com entrada e saída em porcentagem (em função da PV%, em porcentagem da Faixa de Trabalho específica).

O usuário deve configurar ao menos dois pontos da tabela. Os pontos definirão a curva de caracterização a ser utilizada para cálculo da PV% a ser convertida em 4-20 mA.

Recomenda-se selecionar os pontos distribuídos igualmente em cima da faixa desejada ou em cima de uma parte da faixa onde uma melhor precisão é requerida. A tabela deve ser monótona crescente, ou seja, todos os pontos na ordem crescente de x, como no exemplo da figura abaixo.

Para medições de volume, massa ou nível, o usuário poderá selecionar as unidades especiais, com sua respectiva faixa de trabalho, acessando o menu “Special Unit”, dentro do diretório “Pressure Sensor”.



Calibrações

O APT11 HART permite que o usuário calibre diversas variáveis, de acordo com seus próprios padrões de medição, para adequar-se perfeitamente ao processo. A seguir estão descritas as variáveis passíveis de calibração, com seus respectivos procedimentos.

Para qualquer procedimento de calibração, pode-se utilizar a opção Restore no menu “Maintenance”, que restaura os dados do sensor, inclusive as calibrações de fábrica, caso ocorra algum problema durante o processo.

Pressão

Permite ao usuário ajustar os valores máximo e mínimo a serem utilizados no processo, de acordo com o valor de referência do gerador de pressão utilizado na calibração. Aplicando-se o valor de pressão inferior, o usuário deverá executar o trim inferior de pressão (ou trim de zero, caso deseje calibrar com zero de pressão). Posteriormente, aplicando-se o valor de pressão superior, o usuário deverá executar o trim superior de pressão.

> ATENÇÃO:
> Para a calibração de pressão, o span mínimo (diferença entre pressão superior e pressão inferior, de acordo com a faixa do sensor) deverá ser respeitado. Caso contrário, o transmissor não aceitará os novos valores de calibração, mantendo a calibração anterior.

Com estas duas calibrações, o transmissor passa a ter suas referências de pressão para a medição com máxima precisão oferecida. O valor da pressão em porcentagem (%) será calculado utilizando a faixa de trabalho configurada pelo usuário nos parâmetros descritos previamente na seção 3.6.

> ATENÇÃO:
> O transmissor de pressão inteligente APT11 é calibrado em fábrica antes do envio ao cliente. Se necessário recalibrar este transmissor em campo, certifique-se de usar um calibrador pelo menos três vezes mais preciso do que as especificações.

> ATENÇÃO:
> Após a instalação, é recomendado o ajuste de zero do transmissor, já que o ponto zero pode mudar devido à posição de montagem e ao sensor.

Ajuste do Zero de Pressão

Aplique pressão zero de entrada no transmissor antes de iniciar a calibração de ajuste zero e aguarde até que a leitura de zero se estabilize, realizando a calibração em seguida. Vale lembrar que, caso o transmissor de pressão seja do tipo absoluto, deve-se utilizar uma fonte de pressão de zero absoluto. Se o modelo for diferencial, aplique a mesma pressão nos lados de alta e baixa pressão e, finalmente, caso seja o modelo manométrico, abra a válvula instalada para a pressão atmosférica.

Temperatura

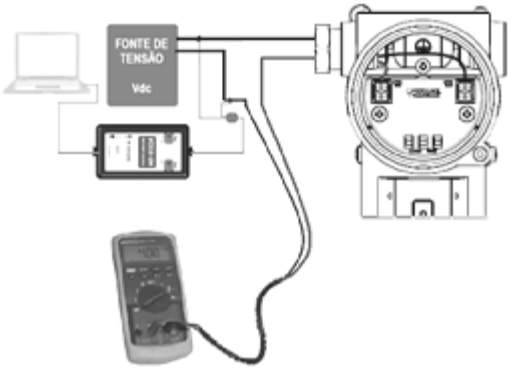
A calibração de temperatura é a mais simples oferecida pelo transmissor, onde o usuário apenas envia o valor da temperatura ambiente medida por algum termômetro externo. O transmissor automaticamente ajusta a medição interna de temperatura baseada no valor enviado pelo usuário.

Este processo pode ser repetido por quantas vezes o usuário julgar necessário, até que a temperatura esteja perfeitamente calibrada.

Corrente

A calibração de corrente é comum para todos os transmissores e também ao protocolo HART®, que oferece comandos e rotinas padrões para esta funcionalidade. Geralmente os softwares de configuração e calibração oferecem métodos que automaticamente fixam a corrente de saída em 4 mA e 20 mA, de acordo com o ponto de calibração a ser executado (zero ou span, respectivamente).

Após a geração da corrente fixa pelo transmissor, com um amperímetro conectado em série (veja figura ao lado), o usuário poderá verificar a real corrente gerada e enviá-la por meio de comandos HART® ao equipamento, que executará a calibração interna e passará a gerar a corrente corrigida, permitindo que o usuário veja a nova corrente no amperímetro conectado, automaticamente. Este processo pode ser repetido por quantas vezes o usuário julgar necessário, até que a corrente esteja perfeitamente calibrada em ambas as extremidades (4 mA e 20 mA).



Diagnósticos

O APT11 HART possui diversos diagnósticos com o intuito de auxiliar a manutenção preditiva do transmissor, minimizando os problemas no processo.

Configurando-se os parâmetros de acordo com a aplicação específica, o usuário poderá contar com uma série de indicadores que o auxiliarão na decisão de executar as devidas manutenções no sistema.

Além disso, oferece também status de sensores e medições a fim de alarmar o usuário sobre eventuais anormalidades no comportamento do sistema. Estes alarmes indicam falhas comuns aos equipamentos do protocolo HART® ou específicas do transmissor de pressão, como descritos a seguir.

Status

Alarmes Comuns HART®

Alarmes definidos pela norma de comunicação de forma geral para todos os equipamentos.

Alarme	Descrição
PV OUT OF LIMITS	O valor da variável primária está fora dos limites normais (-1,25% e 103,125%).
NON-PV OUT OF LIMITS	Uma variável diferente da primária possui valor fora da faixa normal. No caso do APT11 HART esta variável é a temperatura e seus limites são -40°C e 85°C.
LOOP CURRENT SATURATED	O valor da corrente está saturado, acima ou abaixo dos limites.
LOOP CURRENT FIXED	A corrente de saída se encontra em modo fixo.
MORE STATUS AVAILABLE	Indica que alarmes específicos do equipamento estão ativos.
COLD START	Houve uma reinicialização do equipamento.
CONFIGURATION CHANGED	Algum parâmetro do equipamento foi configurado.
DEVICE MALFUNCTION	Alguma variável importante do transmissor está com mau funcionamento. Veja as possíveis causas no item Alarmes Críticos, a seguir.

Abaixo figuras de indicação de erro específico e indicação de saturação de medição, respectivamente:

Alarmes Críticos

Na ocorrência destes alarmes, os ícones de manutenção e alerta de diagnósticos serão exibidos no display LCD.

Alarme	Descrição
INCOMPATIBLE SENSOR	O sensor de pressão conectado ao transmissor não é compatível com os modelos suportados pelo APT11.
SENSOR NOT CONNECTED	O sensor de pressão não está corretamente conectado ao transmissor. Verifique a polaridade do conector ou se este não está danificado
SENSOR NOT INITIALIZED	O sensor de pressão não está corretamente inicializado com os parâmetros de fábrica, o que fatalmente ocasionará medições incorretas do processo

Alarmes Específicos

Alarmes não que indicam falha ou problema em alguma função relacionada ao sensor de pressão.

Alarme	Descrição
OVERPRESSURE ALERT	A pressão aplicada ao transmissor extrapola o valor seguro permitido.
SENSOR CHECKSUM ERROR	As leituras de CL e CH não estão sendo executadas com sucesso.
SENSOR STRESSED	O número de sobrepressões extrapolou o limite recomendado pelo fabricante.
TOTALIZATION LIMIT ALARM	O valor da totalização extrapolou o limite configurado pelo usuário.

ATENÇÃO:
Quando em falha na comunicação com o sensor, o valor de pressão será indicado como Nan (Not-a-Number) na comunicação e "-E-" no campo numérico do display.

ATENÇÃO:
Quando a medição estiver saturada* (acima de 103,125% do URV ou abaixo de -1,25% do LRV), o display indicará "SAT" no campo alfanumérico, o ícone de alerta será aceso e os status "Loop Current Saturated" e "PV Out of Limits" ficarão ativos na comunicação HART.

Configuração FDT/DTM

Ferramentas baseadas em FDT/DTM (Ex. PACTware®, FieldCare®) podem ser utilizadas para informação, configuração, monitoração e visualização de diagnósticos de equipamentos com a tecnologia HART®. A Altus disponibiliza em seu website (www.altus.com.br) os DTMs de todos os seus equipamentos da linha com o protocolo HART®.

PACTware® é um software de propriedade da PACTware Consortium e pode ser encontrado no site: http://www.vega.com/en/home_br/Downloads

A figura a seguir mostra a tela de configuração do APT11 HART no DTM, utilizando a interface ACI10-UH da Altus com o PACTware®. Note que o diretório com os menus disponíveis para o DTM (OnLine Parameterize) segue o formato da árvore de configuração exibida anteriormente.

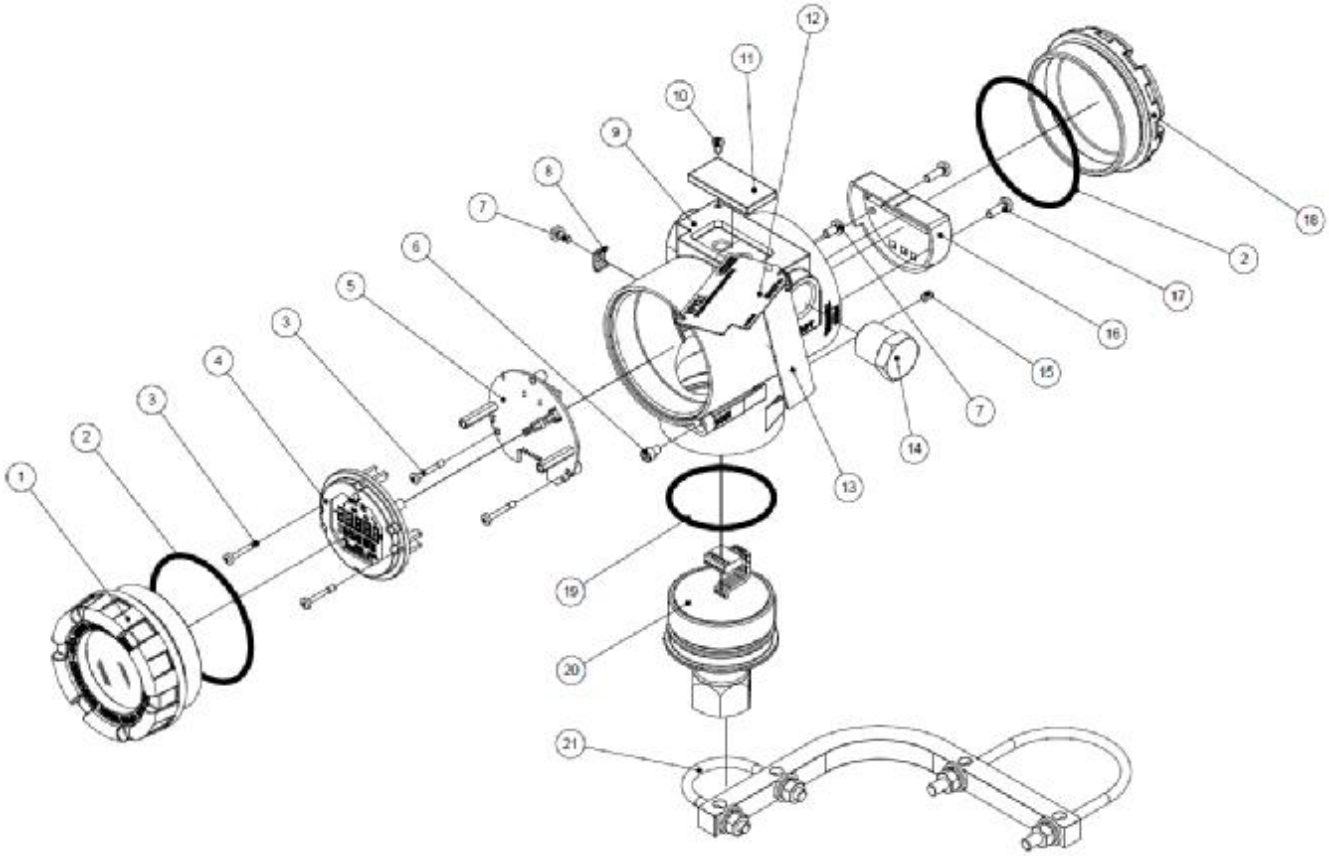
ATENÇÃO:
Para detalhamento completo de cada uma das funções disponibilizadas pelo transmissor via DTM, veja a seção da Árvore de Programação com Configurador HART.

Manutenção

O transmissor APT11, como todos os produtos da Altus, é rigorosamente avaliado e inspecionado antes de ser enviado ao cliente. No entanto, em caso de mau funcionamento pode ser feito um diagnóstico para verificar se o problema está localizado na instalação, na configuração do equipamento ou se existe problema no transmissor.

Procedimento de Montagem e Desmontagem

> ATENÇÃO:
> Antes de desmontar o equipamento, certifique-se de que esteja desligado!
> Não se deve dar manutenção nas placas eletrônicas sob pena da perda de garantia do equipamento.



A seguir estão os passos para a desmontagem do transmissor de pressão para manutenção e reparo das partes. Os valores entre parênteses indicam a parte identificada na vista explodida. Para a montagem do transmissor, basta seguir a sequência inversa dos passos da desmontagem.

- Remover a tampa traseira (18);
- Retirar a alimentação elétrica do transmissor, removendo todo o cabeamento pelos orifícios laterais;
- Remover a tampa frontal (1) e retirar os parafusos de fixação da placa eletrônica principal (3);
- Desconectar os cabos de alimentação e do sensor ligados à placa principal (5);
- Desrosquear o sensor (22) da carcaça (9);

> ATENÇÃO:
> A Altus não recomenda nenhum tipo de manutenção no sensor pelo usuário!

Códigos Sobressalentes

As tabelas e a figura a seguir relacionam os itens sobressalentes do transmissor que podem ser adquiridos diretamente da Altus.

APT11 HART - RELAÇÃO DAS PEÇAS SOBRESSALENTES		
DESCRIÇÃO	POSIÇÃO FIG. 4.1	CÓDIGO
TAMPA COM VISOR (inclui o´ring)	1	A2-10002
TAMPA SEM VISOR (inclui o´ring)	18	A2-10003
O´RING (tampas)	2	A1-10001
CARCAÇA COM BORNEIRA E FILTROS	9	A2-10016
DISPLAY (inclui parafusos)	4	A2-10006
PLACA PRINCIPAL (inclui parafusos e espaçadores)	5	A2-10062
PARAFUSOS DO DISPLAY E PLACA PRINCIPAL	3	A1-10002
CARENAGEM DA BORNEIRA (inclui parafusos)	16	A2-10019
PARAFUSO DA CARENAGEM DA BORNEIRA	17	A1-10003
TERMINAL TERRA EXTERNO (inclui parafuso)	8 e 7	A2-10010
BUJÃO DA CONEXÃO ELÉTRICA	14	A1-10005
SUPORTE DE FIXAÇÃO (inclui grampo U, parafusos, porcas e arruelas)	21	A2-10063
PARAFUSOS DE TRAVA DAS TAMPAS	6	A1-10006
BORRACHA DE PROTEÇÃO DO Z e S	11	A2-10015
PARAFUSO DA PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	10	A1-10007
PARAFUSO DE TRAVA DA CARCAÇA	15	A1-10008
SENSOR SILÍCIO PIEZORESISTIVO*	20	A2-10065
O´RING (sensor)	19	A1-10015
PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO	12	A2-10064
PLAQUETA DE TAG (inclui argola)	13	A2-10086

A2-10065 *Sensor de Pressão Piezoresistivo*

Classe de Exatidão	**S**	PADRÃO
	H	ALTA PERFORMANCE (VER NOTA 1)
Tipo de Sensor	**A**	ABSOLUTO
	G	GAGE
Faixa do Sensor	**1**	-6 a 6 kPa (-611,8 a 611,8 mmH_2O)
	2	-40 a 40 kPa (-4078,9 a 4078,9 mmH_2O)
	3	-100 a 250 kPa (-1 a 2,5 kgf/cm^2)
	4	-0,1 a 3 MPa (-1 a 30,6 kgf/cm^2)
	5	-0,1 a 10 MPa (-1 a 102 kgf/cm^2)
	6	-0,1 a 40 MPa (-1 a 407,9 kgf/cm^2)
Material do Diafragma	**I**	AÇO INOX 316L
	H	HASTELLOY C276

Exemplo de Código Sobressalente:

A2-10065	**-**	**S**	**G**	**1**	**I**

NOTA 1: Disponível apenas para o modelo Gage

Certificações

O APT11 HART foi projetado para atender às normas nacionais e internacionais de prova de explosão e segurança intrínseca. As certificaçãoes estão pendentes.

Características Técnicas

Identificação

O APT11 possui uma plaqueta de identificação fixada na parte superior da carcaça, especificando o modelo e número de série, como mostrado na figura abaixo. O sensor possui uma etiqueta de identificação própria, contendo dados de fabricação, como modelo, faixa de pressão e número de série, dentre outros.

Especificações Técnicas

Exatidão	Modelo Padrão: ± 0,075% Modelo Alta Performance: ± 0,05%
Protocolo de Comunicação	HART® 7
Tipo de Sensor	Sensor de silício piezoresistivo microprocessado, leitura digital e algoritmo de compensação de temperatura e pressão
Modelos / Faixas de Medição	G1 / -6 a 6 kPa (-611,8 a 611,8 mmH2O) G2 / -40 a 40 kPa (-4078,9 a 4078,9 mmH2O) G3 / -100 a 250 kPa (-1 a 2,5 kgf/cm2) G4 / -0,1 a 3 MPa (-1 a 30,6 kgf/cm2) G5 / -0,1 a 10 MPa (-1 a 102 kgf/cm2) G6 / -0,1 a 40 MPa (-1 a 407,9 kgf/cm2) A2 / 0 a 40 kPa (0 a 4078,9 mmH2O) A3 / 0 a 250 kPa (0 a 2,5 kgf/cm2) A4 / 0 a 3 MPa (0 a 30,6 kgf/cm2)
Estabilidade*	Modelo Padrão: ±0,2%*URL (5 anos) Modelo Alta Performance: ±0,2%*URL (15 anos)
Rangeabilidade	10:1 (G1) ou 100:1 (outros)
Tempo de Resposta	50 ms
Saída de Corrente	4-20 mA conforme NAMUR-NE43
Tipos de Saída	Linear e Tabela
Tensão de Alimentação	12 a 45 Vcc, sem polaridade, com protetor de transiente
Limites de Temperatura	Ambiente: -40 a 85°C Processo: -40 a 100°C Estocagem: -40 a 100°C
Limites de Umidade	0 a 100% RH (umidade relativa)
Configuração	Configuração remota através de ferramentas baseadas em EDDL, FDT/DTM, assim como plataforma Android. Configuração local através de chave magnética
Proteção de Escrita	Por hardware e software com ícone indicativo no display
Grau de Proteção	IP67
Montagem	Em campo, direto na tubulação ou com suporte em tubo Ø 2”
Material do Invólucro	Alumínio
Peso Aproximado com Suporte	2,5 Kg
Certificação em Área Classificada	Prova de Explosão e Intrinsecamente Seguro (pendentes)

*Para mudanças de temperatura de ±20 °C, umidade relativa 0-100%, pressão de linha de até 7 MPa (70 bar), instalação de acordo com boas práticas e montagem apropriada para processos onde átomos de hidrogênio possam ser gerados (migração de hidrogênio).

Código de Pedido

APT11 *Transmissor de Pressão Montagem Direta*

Protocolo de Comunicação	H	HART
	P	PROFIBUS
Classe de Exatidão	S	PADRAO
	H	ALTA PERFORMANCE (VER NOTA 1)
Tipo de Sensor	A	ABSOLUTO
	G	GAGE
Faixa do Sensor	1	-6 a 6 kPa (-611,8 a 611,8 mmH_2O)
	2	-40 a 40 kPa (-4078,9 a 4078,9 mmH_2O)
	3	-100 a 250 kPa (-1 a 2,5 kgf/cm^2)
	4	-0,1 a 3 MPa (-1 a 30,6 kgf/cm^2)
	5	-0,1 a 10 MPa (-1 a 102 kgf/cm^2)
	6	-0,1 a 40 MPa (-1 a 407,9 kgf/cm^2)
Material do Diafragma	I	AÇO INOX 316L
	H	HASTELLOY C276
Fluido de Enchimento	S	SILICONE
	N	NEOBEE M20
Conexão ao Processo	0	½ - 14NPT FÊMEA
	1	½ - 14NPT MACHO
	2	M20 x 1,5 MACHO SELADO
	3	G ½ MACHO
	4	SANITÁRIA DN25 DIN32676
	5	SANITÁRIA DN40 DIN32676
	6	FLANGE INTEGRAL 2" x 150#
	7	FLANGE INTEGRAL 3" x 150#
	8	SELO REMOTO FLANGEADO 2" x 150#
	9	SANITARIO DN50 DIN32676
	A	FLANGE INTEGRAL 1.1/2" X 150#
Tipo de Certificação	0	SEM CERTIFICAÇÃO
	1	SEGURANÇA INTRÍNSECA
	2	PROVA DE EXPLOSÃO
Órgão Certificador	0	SEM CERTIFICAÇÃO
	1	INMETRO
Material da Carcaça	A	ALUMÍNIO
	I	INOX
Conexão Elétrica	1	½ – 14 NPT
Pintura	1	AZUL – RAL 5005
	2	AZUL – PADRÃO BR
Suporte de Fixação	0	SEM SUPORTE
	1	SUPORTE EM AÇO INOX 304
Placa de Identificação	P0	COM PLACA DE IDENTIFICAÇÃO
Certificado de Calibração	C0	RESTREAVEL RBC

Exemplo de Código do Pedido:

APT11 - H S - G 1 I S 0 - 0 0 - A 1 1 0 / P0 / C0

NOTA 1: Disponível apenas para o modelo Gage

Anexo I – Informações para Uso em Áreas Classificadas

> ATENÇÃO:
> Devem ser obedecidos os procedimentos de segurança apropriados para a instalação e operação de instalações elétricas de acordo com as normas de cada país em questão, assim como os decretos e diretivas sobre áreas classificadas, como segurança intrínseca, prova de explosão, segurança aumentada, entre outros.

No Brasil, este produto deve ser instalado em atendimento à norma de instalações elétricas para atmosferas explosivas (ABNT NBR IEC 60079-14).

As atividades de instalação, inspeção, manutenção, reparo, revisão e recuperação dos equipamentos são de responsabilidade dos usuários e devem ser realizadas de acordo com os requisitos das normas técnicas vigentes e com as recomendações da Altus. Se a área for classificada, utilize bujão certificado. As roscas dos eletrodutos devem ser vedadas conforme método de vedação requerido pela área classificada.

O produto citado neste manual, quando adquirido com certificado para áreas classificadas ou perigosas, perde sua certificação quando tem suas partes trocadas ou intercambiadas sem passar por testes funcionais e de aprovação pela Altus ou assistências técnicas autorizadas, que são as entidades jurídicas competentes para atestar que o equipamento, como um todo, atende às normas e diretivas aplicáveis.

Os certificados são distintos, de acordo com a aplicação e segurança exigida, e é de responsabilidade do usuário sua correta utilização.

Respeite sempre as instruções fornecidas neste Manual. A Altus não se responsabiliza por quaisquer perdas e/ou danos resultantes da utilização inadequada de seus equipamentos. É responsabilidade do usuário conhecer as normas aplicáveis e práticas seguras em seu país.

Explosões podem resultar em morte ou lesões graves, além de prejuízo financeiro. A instalação deste equipamento em atmosferas explosivas deve estar de acordo com as normas nacionais e com o tipo de proteção. Antes de fazer a instalação verifique e certifique-se que os parâmetros do certificado estão de acordo com a classificação da área em que ele será instalado.

Manutenção e Reparo de Equipamentos com Certificação

> ATENÇÃO:
> A modificação do equipamento ou troca de partes fornecidas por qualquer fornecedor não autorizado pela Altus é proibida e invalidará a certificação.

Plaqueta de Identificação com Certificação

O equipamento é marcado com opções de tipos de proteção. Somente o utilize de acordo com a classificação da área. Caso um equipamento tenha sido previamente instalado e/ou utilizado em área à prova de explosão, não o utilize em área com segurança intrínseca, já que os critérios de certificação são diferentes, podendo colocar a área em risco.

> ATENÇÃO:
> Quando o equipamento for utilizado como à prova de explosão “Ex d” ou por proteção por invólucro “Ex t”, não poderá ser utilizado como intrinsecamente seguro “Ex ia”.

Aplicações Segurança Intrínseca/Não Acendível

Em atmosferas explosivas com requisitos de segurança intrínseca ou não acendível, observe sempre os parâmetros de entrada do circuito e os procedimentos de instalação aplicáveis.

O equipamento certificado deve ser conectado a uma barreira de segurança intrínseca adequada. Verifique os parâmetros intrinsecamente seguros envolvendo a barreira, assim como o equipamento, cabos e conexões. O aterramento do barramento dos instrumentos associados deve ser isolado dos painéis e suportes das carcaças. O uso de cabo blindado é opcional e, quando utilizado, deve-se isolar a extremidade não aterrada do cabo. A capacitância e a indutância do cabo mais Ci e Li devem ser menores que Co e Lo do equipamento associado.

> ATENÇÃO:
> É recomendado não remover a tampa do invólucro quando energizado.

Aplicações à Prova de Explosão/Prova de Chamas

Utilize somente conectores, adaptadores e prensa cabos certificados à prova de explosão/prova de chamas. As entradas das conexões elétricas devem ser conectadas utilizando-se de conduites com unidades seladoras ou fechadas, com prensa cabo ou bujão metálicos certificados, no mínimo com IP66.

> ATENÇÃO:
> Não remova a tampa do invólucro quando energizado!

Invólucro/Carcaça

A tampa deve ser apertada com no mínimo 8 voltas de rosca completas para evitar a penetração de umidade ou gases corrosivos até que encoste no invólucro.

Deve-se apertar mais 1/3 de volta (120º) para garantir a vedação total. Trave as tampas utilizando o parafuso de travamento.

Observação

O número do certificado é finalizado pela letra “X” para indicar que:

- Durante a instalação do equipamento é de responsabilidade do usuário, utilizar cabo e prensa-cabo adequados. Para uma temperatura ambiente maior ou igual a 60°C, a resistência de aquecimento dos cabos utilizados deverá ser de, pelo menos, 20 K acima da temperatura ambiente.
- Modelos com invólucro fabricado em liga de alumínio, somente poderão ser instalados em “Zona 0”, se durante a instalação for excluído o risco de ocorrer impacto ou fricção entre o invólucro e peças de ferro/aço.
- Equipamentos com tipo de proteção Ex d aprovados para categoria Gb, não podem ter o sensor de pressão instalados em processos industriais classificadas como "Zona 0".
- As atividades de instalação, inspeção, manutenção, reparo, revisão e recuperação dos equipamentos são de responsabilidade dos usuários e devem ser executadas de acordo com os requisitos das normas técnicas vigentes e com as recomendações da Altus.
- Aplicações de invólucros com IP, devem exigir aplicação de vedante à prova d’água apropriado (vedante de silicone não endurecível é recomendado) em todas as roscas NPT.

Normas Aplicáveis

ABNT NBR IEC 60079-0:2013

Atmosferas explosivas - Parte 0: Equipamentos – Requisitos gerais

ABNT NBR IEC 60079-1:2016

Atmosferas explosivas - Parte 1: Proteção de equipamento por invólucro à prova de explosão “d”

ABNT NBR IEC 60079-7:2008

Atmosferas explosivas - Parte 7: Proteção de equipamentos por segurança aumentada “e”

ABNT NBR IEC 60079-11:2013

Atmosferas explosivas - Parte 11: Proteção de equipamento por segurança intrínseca "i"

ABNT NBR IEC 60079-18:2016

Atmosferas explosivas - Parte 18: Construção, ensaios e marcação do tipo de proteção para equipamentos elétricos encapsulados - “m”

ABNT NBR IEC 60079-26:2016

Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas - Parte 26: Equipamentos com nível de proteção de equipamento (EPL) Ga

ABNT NBR IEC 60079-31:2014

Atmosferas explosivas - Parte 31: Proteção de equipamentos contra ignição de poeira por invólucros “t”

ABNT NBR IEC 60529:2017

Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (Código IP).