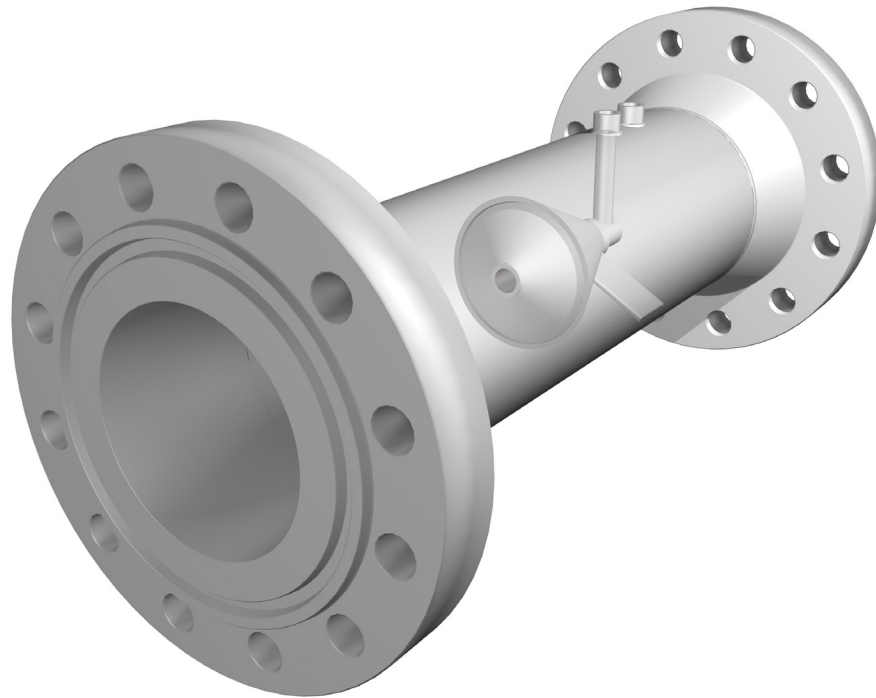


**Tecnologia  
Avançada  
de Medidor  
de Vazão  
por Pressão  
Diferencial**



# MANUAL DE INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

O Manual de Instalação, Operação e Manutenção do ExactSteam V-Cone também está disponível nos idiomas mostrados abaixo no site da McCrometer na página do produto ExactSteam V-Cone.

[www.mccrometer.com](http://www.mccrometer.com)

24509-15 V-Cone IOM Manual (English)  
24508-87 V-Cone IOM Manual (French)  
24509-23 V-Cone IOM Manual (Spanish)

Copyright © 1992-2017 McCrometer, Inc. Nenhum material impresso deve ser alterado ou modificado sem a permissão da McCrometer. Quaisquer dados e instruções técnicas publicados estão sujeitos a alterações sem aviso prévio. Entre em contato com seu representante McCrometer para obter instruções e dados técnicos atualizados.



3255 WEST STETSON AVENUE • HEMET, CALIFORNIA 92545 USA  
TEL: 951-652-6811 • 800-220-2279 • FAX: 951-652-3078

[www.mccrometer.com](http://www.mccrometer.com)  
Printed In The U.S.A.

Lit. # 24519-23 Rev. 4.3 / 8-31-17

# Contents

<b>1.0 GERAL</b> .....	<b>1</b>	4.20 Instalações em Tubulação Vertical: Fluxo Ascendente	17
1.1 Introdução .....	1	4.21 Instalações em Tubulação Vertical: Gás .....	17
1.2 Princípios de Funcionamento .....	1	4.22 Instalações em Tubulação Vertical: Líquidos .....	18
1.3 Remodelamento do Perfil de Velocidade .....	1	4.23 Instalações de Tubulação Vertical: Vapores Condensados, i. e., Vapor D'Água .....	19
<b>2.0 CARACTERÍSTICAS</b> .....	<b>2</b>	4.24 Instalação Compensada de Calibração .....	19
2.1 Alta Exatidão .....	2	4.25 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Geral .	19
2.2 Repetibilidade .....	2	4.26 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Gás 20	
2.3 Rangeabilidade .....	3	4.27 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Líquidos .....	21
2.4 Requisitos de Instalação .....	3	4.28 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Vapores Condensados, i. e., Vapor D'Água .....	22
2.5 Desempenho de Longo Prazo .....	3	4.29 Suporte de Blocos Manifolds e Transmissores Duplos	23
2.6 Estabilidade de Sinal .....	3	4.30 Reinicialização dos Transmissores de Pressão DP Depois da Instalação para Aplicações de Fluxo de Vapor D'Água .....	24
2.7 Baixa Perda de Carga Permanente .....	4	4.31 Reinicialização dos Transmissores de Pressão DP Depois da Instalação de Aplicações de Líquidos à Temperatura Ambiente .....	24
2.8 Ajuste .....	4	4.32 Reinicialização dos Transmissores de Pressão DP Depois da Instalação para Aplicações de Gás .....	25
2.9 Sem Áreas de Estagnação .....	4	4.33 Zeroing Low Range Transmitters .....	25
2.10 Mistura .....	4	4.34 Medição de Pressão Diferencial .....	26
2.11 Modelos de V-Cone .....	4	4.35 Medição de Pressão e Temperatura .....	26
<b>3.0 O SISTEMA DE MEDIÇÃO DE FLUXO DE V-CONE</b> ...	<b>5</b>	<b>5.0 DIMENSÕES</b> .....	<b>27</b>
3.1 Dados de Aplicação .....	5	5.1 Dimensões Face a Face .....	27
3.2 Cálculos da Vazão .....	5	<b>6.0 OPÇÕES DE MODELO</b> .....	<b>28</b>
3.3 Cálculo de Líquido Simplificado .....	7	6.1 Wafer-Cone® Padrão do Modelo .....	28
3.4 Ajuste de Aplicação .....	8	6.2 Padrão de Modelo de V-Cone de Tubo de Precisão ..	28
3.5 Calibração .....	8	6.3 Modelos Especiais de V-Cone .....	29
3.6 Materiais de Construção .....	8	6.4 Materiais de V-Cone .....	29
3.7 Válvula Manifold .....	8	<b>7.0 MANUTENÇÃO</b> .....	<b>30</b>
3.8 Instrumentação Secundária e Terciária .....	9	7.1 Manutenção Periódica .....	30
3.9 Plaqueta do Medido .....	9	<b>8.0 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS</b> .....	<b>30</b>
<b>4.0 INSTALAÇÃO</b> .....	<b>10</b>	8.1 Solução de Problemas de um Sistema de V-Cone No Local .....	30
4.1 Escopo .....	10	<b>9.0 LITERATURA DE V-CONE</b> .....	<b>34</b>
4.2 Segurança .....	10	9.1 Tabelas de configuração de vários modelos de V-Cones	34
4.3 Retirada da Embalagem .....	10	<b>10.0 APÊNDICES</b> .....	<b>35</b>
4.4 Orientação .....	10	10.1 Guia de Instalação do V-Cone: Requisitos Mínimos de Trecho Reto da Tubulação à Montante e à Jusante ..	35
4.5 Especificação da Tubulação .....	11	<b>GARANTIA DO FABRICANTE</b> .....	<b>37</b>
4.6 Requisitos da Tubulação .....	11		
4.7 Válvulas (Blocos) de Isolamento .....	11		
4.8 Válvula Manifold .....	12		
4.9 Instalação .....	12		
4.10 Tomadas de Pressão .....	13		
4.11 Selos Remotos ou Selos Químicos .....	13		
4.12 Linha de Impulso: Geral .....	13		
4.13 Linha de Impulso: Aplicações de Processo .....	13		
4.14 Linha de Impulso: Aplicações de Vapor D'Água .....	13		
4.15 Isolamento .....	14		
4.16 Instalações de Tubulação Horizontal: Gás .....	15		
4.17 Instalações de Tubulação Horizontal: Líquidos .....	16		
4.18 Instalações de Tubulação Horizontal: Vapores Condensados .....	16		
4.19 Instalações em Tubulação Vertical: Geral .....	17		

# 1.0

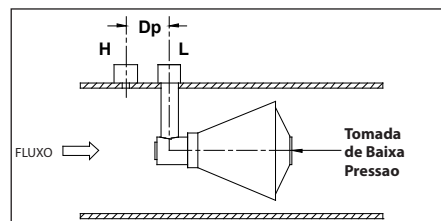
## Geral

### 1.1 Introdução

O medidor de vazão V-Cone® da McCrometer é uma tecnologia patenteada que mede o fluxo com precisão em uma ampla gama de números de Reynolds, sob todos os tipos de condições e para uma ampla variedade de fluidos. Esse equipamento opera seguindo o mesmo princípio físico de outros medidores de vazão por pressão diferencial, usando o teorema da conservação de energia do fluxo de um fluido em um tubo. As características do excelente desempenho do V-Cone, entretanto, são resultado de seu desenho único. Ele é desenhado com um cone localizado na parte central do interior de um tubo. O cone interage com a vazão do fluido, remodelando o perfil de velocidade do fluxo e criando uma região de baixa pressão imediatamente à sua jusante. A diferença de pressão, exibida entre a pressão de linha estática e a baixa pressão criada à jusante do cone, pode ser medida por meio de duas tomadas de detecção de pressão. Uma tomada está localizada um pouco acima da entrada do cone, a outra, na face de saída do próprio cone. A diferença de pressão pode ser então incorporada em uma derivação da equação de Bernoulli para determinar a razão da vazão do fluido. A posição central do cone na linha otimiza o perfil de velocidade da vazão no ponto de medição, garantindo alta precisão e medição confiável da vazão, independentemente da condição de entrada do fluxo do medidor.

### 1.2 Princípios de Funcionamento

O V-Cone é um medidor de vazão por pressão diferencial. As teorias básicas que fundamentam os medidores de vazão por pressão diferencial existem há mais de um século. Entre essas teorias, a principal é teorema de Bernoulli, que trata da conservação da energia em um tubo fechado. Nesse teorema, afirma-se que para uma vazão constante, a pressão em um tubo é inversamente proporcional ao quadrado da velocidade no tubo. Simplificando, a pressão diminui à medida que a velocidade aumenta. Por exemplo, ao se aproximar do medidor de V-Cone, o fluido terá uma pressão  $P_1$ . Conforme a velocidade do fluido aumenta na área reduzida do V-Cone, a pressão cai para  $P_2$ , como mostrado na Figura 1. Tanto a  $P_1$  como a  $P_2$  são medidas nas tomadas do V-Cone, usando uma variedade de transdutores de pressão diferencial. O DP criado pelo V-Cone aumentará e diminuirá exponencialmente com a velocidade do fluxo. Conforme a restrição começa a ocupar uma área maior da seção transversal do tubo, será criada uma maior pressão diferencial nas mesmas vazões. A razão beta é igual à área da vazão na seção transversal mais larga do cone (convertido em um diâmetro equivalente) dividida pelo diâmetro interno do medidor (consulte 3.2.1).



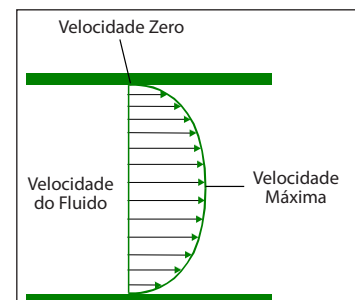
**Figure 1. Tomadas de Baixa e de Alta**

### 1.3 Remodelamento do Perfil de Velocidade

O V-Cone é semelhante a outros medidores de pressão diferencial (DP) no que diz respeito às equações de fluxo usadas. A geometria do V-Cone, entretanto, é bastante diferente dos medidores por DP tradicionais. O V-Cone restringe o fluxo, ao posicionar um cone no centro do tubo.

Isso faz com que o fluxo no centro do tubo passe ao redor do cone. Essa geometria apresenta muitas vantagens em relação aos medidores por DP concêntricos tradicionais. O formato real do cone foi avaliado e testado continuamente por mais de dez anos para oferecer o melhor desempenho em diferentes circunstâncias.

É necessário entender a ideia de um perfil da vazão em um tubo para entender o desempenho do V-Cone. Se a vazão em um tubo longo não estiver sujeito a obstruções ou distúrbios, é uma vazão bem desenvolvida. Se houvesse uma linha passando pelo diâmetro dessa vazão bem desenvolvida, a velocidade a cada ponto dessa linha seria diferente. A velocidade seria zero na parede do tubo, máxima no centro do tubo e, novamente, zero na parede oposta. Isso se deve à fricção nas paredes

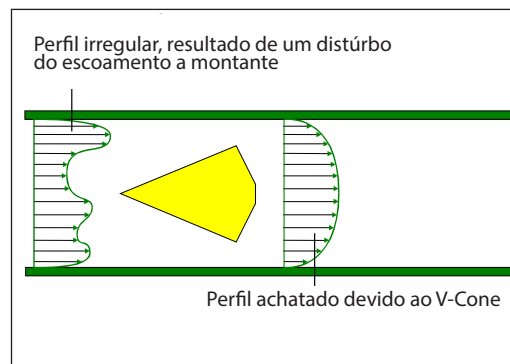


**Figure 2. Perfil de Velocidade**

do tubo que deixa o fluido mais lento à medida que passa pela parede dos tubos. Uma vez que o cone é suspenso no centro do tubo, o cone interage diretamente com o “núcleo de alta velocidade” da vazão. O cone força o núcleo de alta velocidade a se misturar com as vazões de baixa velocidade próximos das paredes dos tubos. Outros medidores por DP têm aberturas localizadas no centro do tubo e não interagem com esse núcleo de alta velocidade. Essa é uma importante vantagem em relação às vazões baixas no V-Cone. À medida que a vazão decresce, o V-Cone continua a interagir com a maior velocidade no tubo. Outros medidores por DP perdem seu sinal de DP útil onde o V-Cone ainda pode produzir sinal.

Raramente o perfil da vazão no tubo nas instalações reais é ideal. Há muitas instalações em que existe um fluxômetro em uma vazão que não é bem desenvolvida. Praticamente qualquer alteração na tubulação, como cotovelos, válvulas, reduções, expansões, bombas e Ts, pode interferir em uma vazão bem desenvolvida. A tentativa de medir um fluxo com distúrbios pode criar erros substanciais para outras tecnologias. O V-Cone supera esse problema remodelando a entrada do perfil de velocidade do cone. Esse é um benefício derivado do formato com contornos do cone e da posição na linha. À medida que a vazão se aproxima do cone, o perfil da vazão se “achata”, adquirindo o formato de um perfil bem desenvolvido.

O V-Cone pode achatar o perfil da vazão em condições extremas, como um cotovelo simples ou cotovelos duplos fora do plano, posicionados próximo à entrada do medidor. Isso significa que à medida que perfis de vazão diferentes se aproximem do cone, sempre haverá um perfil de vazão previsível no cone. Isso garante a medição precisa mesmo em condições que não sejam ideais.



**Figure 3. Perfil de Velocidade Achatado**

## 2.0 Características

### 2.1 Alta Exatidão

O elemento primário do V-Cone pode ter exatidão de  $\pm 0,5\%$  na leitura e o Wafer-Cone® pode ter exatidão de  $\pm 1\%$ . O nível de exatidão depende, de certa maneira, dos parâmetros de aplicação e instrumentação secundária.

*As afirmações de exatidão em percentual da vazão real significam que a incerteza da medida está dentro do valor percentual dado dentro da faixa determinada do medidor de vazão.*

### 2.2 Repetibilidade

Os elementos primários do V-Cone e o Wafer-Cone têm uma repetibilidade excelente de  $\pm 0,1\%$  ou melhor.

*A Repetibilidade é a capacidade de um medidor de vazão repetir sua exatidão para um determinado fluxo.*

### 2.3 Rangeabilidade

A rangeabilidade do V-Cone pode ir além do que fazem os medidores por DP tradicionais. A rangeabilidade típica de um V-Cone é de 10 para 1. Rangeabilidades maiores podem ser alcançadas. Vazões com números de Reynolds menores que 8000 produzirão um sinal linear. Variações de número de Reynolds menores podem ser medidas e repetidas aplicando-se um ajuste de curva para o DP medido, derivado da calibração relacionada à variação de número de Reynolds específica.

### 2.4 Requisitos de Instalação

Uma vez que o V-Cone é capaz de achatar o perfil de velocidade, ele pode se manter em funcionamento muito mais perto dos distúrbios de entrada do que outros medidores por DP. A instalação recomendada para o V-Cone é de zero a três diâmetros de tubulação à montante, e zero a um diâmetro de tubulação à jusante. Esse pode ser um grande benefício para os usuários com tamanhos de linha maiores e mais caros ou usuários que têm comprimentos de tubulação menores. A McCrometer realizou testes de desempenho à jusante do V-Cone de um cotovelo simples de 90° e dois cotovelos acoplados de 90° fora do plano. Esses testes mostram que o V-Cone pode ser instalado próximo a cotovelos simples ou próximos a cotovelos duplos fora do plano sem comprometer a precisão.

Para recomendações de instalação específicas, consulte os apêndices.

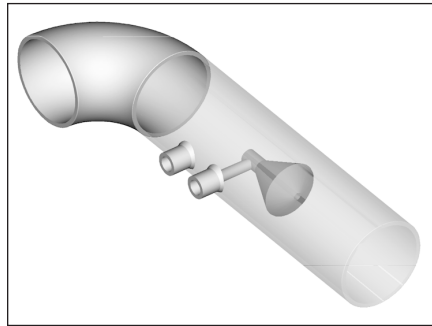


Figure 4. SiCotovelo Único e V-Cone

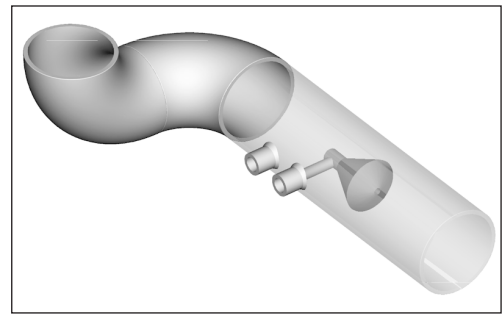


Figure 5. Cotovelo Duplo e V-Cone

### 2.5 Desempenho de Longo Prazo

O formato com contornos do cone restringe o fluxo sem causar impactos na vazão devido à superfície áspera. Uma camada protetora se forma ao longo do cone e direciona o fluido para longe da margem do beta. Isso significa que a margem do beta não estará sujeita ao desgaste comum causado por fluidos impuros, como acontece com uma placa de orifício. A razão beta vai se manter então inalterada e a calibração de um medidor será precisa por um período muito maior.

### 2.6 Estabilidade de Sinal

Todo medidor por DP tem um “salto de sinal”. Isso significa que mesmo em um fluxo estável, o sinal gerado pelo elemento primário irá flutuar em certa medida. Em uma placa de orifício típica, os vórtices que se formam logo após a placa são longos. Esses longos vórtices criam uma grande amplitude e baixo sinal de frequência da placa de orifício. Isso pode causar distúrbios na leitura do DP feita pelo medidor. O V-Cone forma vórtices muito curtos à medida que o fluxo passa pelo cone. Esses vórtices curtos criam amplitude baixa e sinal de frequência alto. Isso se traduz em um sinal com alta estabilidade a partir do V-Cone. Sinais representativos de um V-Cone e de uma placa de orifício típica são mostrados na figura 6.

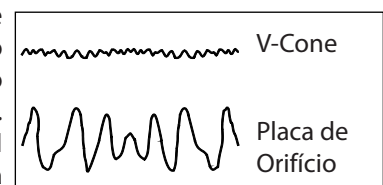


Figure 6. Estabilidade de Sinal

## 2.7 Baixa Perda de Carga Permanente

Sem o impacto de uma superfície áspera, a perda de carga permanente é menor do que a de um típico medidor de placa de orifício. Além disso, a estabilidade do sinal de um V-Cone permite que o sinal por DP integral recomendado seja menor para o V-Cone do que para outros medidores por DP. Isso diminuirá a perda de carga permanente.

## 2.8 Ajuste

A geometria única do V-Cone permite uma ampla gama de razões beta. As razões beta padrão variam entre 0,45, 0,55, 0,65, 0,75 e 0,80.

## 2.9 Sem Áreas de Estagnação

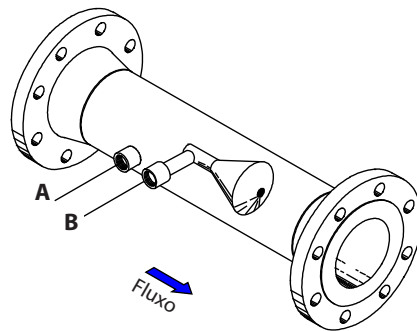
O design de “varredura” do cone não permite que existam áreas de estagnação onde resíduos, condensação ou partículas de fluidos poderiam se acumular.

## 2.10 Mistura

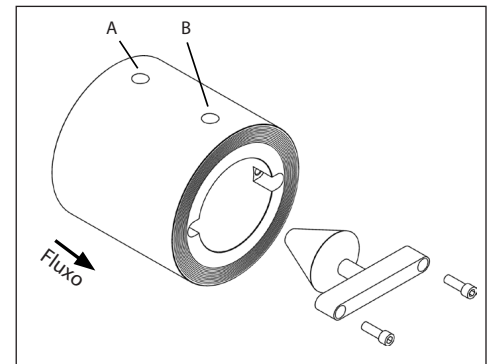
Os vórtices curtos descritos na seção 2.6 misturam o fluido perfeitamente logo na saída do cone, em sua jusante. O V-Cone é atualmente usado como um misturador estático em muitas aplicações em que é necessário haver mistura completa e instantânea.

## 2.11 Modelos de V-Cone

A McCrometer oferece dois tipos de elementos primários de V-Cone: o V-Cone de tubo de precisão e o Wafer-Cone. Os V-Cones de tubo de precisão variam em tamanho de linha de ½” a 150” ou mais, e os Wafer-Cones variam de 1” a 6”.



**Figure 8. V-Cone de Tubo de Precisão**



**Figure 7. Wafer-Cone**

## 3.0

### O Sistema de Medição de Fluxo de V-Cone

#### 3.1 Dados de Aplicação

O cliente deve oferecer parâmetros de aplicação para que o medidor de vazão V-Cone apropriado seja selecionado. A McCrometer tem uma extensa base de dados de desempenho de medidores de propriedades de fluidos que pode ser utilizada para fins de ajuste.

#### 3.2 Cálculos da Vazão

##### Nomenclatura

Símbolo	Descrição	Unidades Inglesas	Unidades Métricas
$\alpha$	Expansão Térmica $\alpha$ do Material ou $\alpha_{coner}$ $\alpha_{tubo}$ (alfa)	$^{\circ}\text{R}^{-1}$	$^{\circ}\text{R}^{-1}$
$\beta$	Razão Beta	-	-
$C_D$	Coefficiente do Fluxômetro	-	-
$d$	Diâmetro Externo do Cone	in	mm
$D$	Diâmetro Interno do Tubo	in	mm
$\Delta P$	Pressão Diferencial (DP)	inWC	mbar
$\Delta P_{\text{máx}}$	Pressão Diferencial Máxima no Ajuste	Consultar nota 4	Consultar nota 4
$F_a$	Fator de Expansão Térmica do Material	-	-
$k$	Expoente Isentrópico Gás	-	-
$k_1$	Constante de Fluxo	$\frac{\sqrt{\text{lbm} \cdot \text{ft}^3}}{\text{s}^2 \cdot \text{inWC}}$	$\frac{\sqrt{\text{kg} \cdot \text{m}^3}}{\text{s}^2 \cdot \text{mbar}}$
$k_2$	Constante de Fluxo de Líquido Simplificado	Consultar nota 4	Consultar nota 4
$\mu$	Viscosidade	cP	cP
$P$	Pressão de Operação	psiA	barA
$P_b$	Pressão de Base	psiA	barA
$Q$	Vazão do Volume Atual	ACFS	$\text{m}^3/\text{s}$
$Q_{\text{máx}}$	Vazão Máxima no Ajuste	Consultar nota 4	Consultar nota 4
$Q_{\text{STD}}$	Vazão de Volume de Gás Padrão	SCFS	$\text{Nm}^3/\text{s}$
$Re$	Número de Reynolds	-	-
$\rho$	Densidade do Fluido ( $\rho$ )	$\text{lbm}/\text{ft}^3$	$\text{kg}/\text{m}^3$
$\rho_{\text{água}}$	Densidade da Água	62.3663 $\text{lbm}/\text{ft}^3$	999.012 $\text{kg}/\text{m}^3$
$S_g$	Gravidade Específica do Gás	-	-
$S_L$	Gravidade Específica do Líquido	-	-
$T$	Temperatura de Operação	$^{\circ}\text{R}$	K
$T_b$	Temperatura de Base	$^{\circ}\text{R}$	K
$T_d$	Desvio da Temperatura Padrão ( $^{\circ}\text{R}$ )	$T_d = T - 527.67$	$T_d = T - 527.67$
$U_1$	Conversão de Unidade	0.0360912 psiA/inWC	0.001 barA/mbar
$U_2$	Conversão de Unidade	144 $\text{in}^2/\text{ft}^2$	1,000,000 $\text{mm}^2/\text{m}^2$
$U_3$	Conversão de Unidade	167.213 $\text{lbm}/\text{s}^2 \text{ft inWC}$	100 $\text{kg}/\text{m}^2 \text{mbar}$
$U_4$	Conversão de Unidade	124.0137 cP ft s / lbm	1
$U_5$	Conversão de Unidade	2.6988 $^{\circ}\text{R lbm} / \text{ft}^3 \text{psiA}$	348.338 K $\text{kg} / \text{m}^3 \text{barA}$
$v$	Velocidade	ft/s	m/s
$Y$	Fator de Expansão do Gás	-	-
$Z$	Compressibilidade do Gás	-	-
$Z_b$	Compressibilidade do Gás de Base	-	-

## Cálculos Gerais da Vazão

3.2.1	Razão Beta do V-Cone	$\beta = \sqrt{1 - \frac{d^2}{D^2}}$	$\beta$ do relatório de ajuste
3.2.2	Constante de Fluxo	$k_1 = \frac{\pi \cdot \sqrt{2 \cdot U_3}}{4 \cdot U_2} \cdot \frac{D^2 \cdot \beta^2}{\sqrt{1 - \beta^4}}$	
3.2.3	Fator de Expansão Térmica do Material	$F_a = 1 + 2 \cdot \alpha \cdot T_d$	Consultar nota 1
3.2.4	Fator de Expansão Térmica do Material Se o cone e o tubo da linha principal forem feitos de materiais diferentes.	$F_a = \frac{D^2 - d^2}{[(1 - \alpha_{pipe} \cdot T_d) \cdot D]^2 - [(1 - \alpha_{cone} \cdot T_d) \cdot d]^2}$	Consultar nota 1
3.2.5	Velocidade da Tubulação	$v = \frac{4 \cdot U_2 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$	
3.2.6	Número de Reynolds	$Re = U_4 \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\mu}$	Número sem dimensionamento, que pode ser usado para calibração métrica correlata de diferentes fluidos.
3.2.7	Fator de Expansão de Gás do V-Cone	$Y = 1 - (0.649 + 0.696 \cdot \beta^4) \frac{U_1 \cdot \Delta P}{k \cdot P}$	Para Líquidos Y = 1
3.2.8	Fator de Expansão de Gás Wafer	$Y = 1 - (0.755 + 6.78 \cdot \beta^8) \frac{U_1 \cdot \Delta P}{k \cdot P}$	Para Líquidos Y = 1
3.2.9	Densidade do Líquido	$\rho = \rho_{água} \cdot S_L$	
3.2.10	Densidade do Gás	$\rho = U_5 \frac{S_g \cdot P}{Z \cdot T}$	
3.2.11	Vazão do Volume Atual	$Q = F_a \cdot C_D \cdot Y \cdot k_1 \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$	Consultar notas 2, 3 e 5
3.2.12	Vazão do Volume de Gás Padrão	$Q_{STD} = Q \cdot \left( \frac{P \cdot T_b \cdot Z_b}{P_b \cdot T \cdot Z} \right)$	Converte o fluxo atual para o fluxo padrão em condições de base

## 3.3 Cálculo de Líquido Simplificado

3.3.1	Constante de Vazão de Líquido Simplificado	$k_2 = \frac{Q_{\max}}{\sqrt{\Delta P_{\max}}}$	Consultar nota 4
3.3.2	Vazão do Líquido Simplificado	$Q = k_2 \sqrt{\Delta P}$	Consultar nota 4

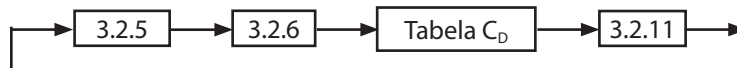
Notas:

1. Expansão Térmica do Material - as equações de expansão térmica corrigem os dados com base nas mudanças de dimensão que ocorrem à medida que a temperatura de operação varia em relação à temperatura de base de 68° F (consulte 3.2.3 e 3.2.4)O fator  $F_a$  pode ser excluído da equação de fluxo se a temperatura de operação for:

$< 100^\circ$  Fahrenheit ,  $< 559.67^\circ$  Rankine ,  $< 37.78^\circ$  Celsius,  $< 310.93$  K.

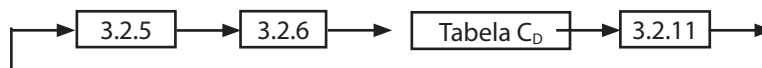
Se o fator  $F_a$  é significativo e a temperatura de operação é estável, então um valor constante de  $F_a$  pode ser usado. Se o fator  $F_a$  é significativo e a temperatura varia, então um fator  $F_a$  deve ser calculado antes de cada cálculo de fluxo.

2. Coeficiente de Descarga – Coeficientes de descarga podem ser implementados nas equações de fluxos por meio de métodos diferentes. Métodos típicos são média  $C_D$ , tabela de consulta  $C_D$  ou dados adaptos  $C_D$ . Se uma tabela de consulta  $C_D$  ou dados adaptados forem usados, cálculos adicionais devem ser feitos com base no número de Reynolds (consulte os processos de exemplo 3d e 5b).
3. Líquidos – Processos de Cálculo Típicos
  - a. Dados:  $D, \beta, \rho, C_D$ , e entrada de  $\Delta P$   
Calcule: 3.2.2, 3.2.11
  - b. Dados:  $D, \beta, \rho, C_D$ , e entrada de  $\Delta P, T$   
Calcule: 3.2.2, 3.2.3 ou 3.2.4, se necessário, 3.2.11
  - c. Dados:  $D, \beta, S_r, C_D$ , e entrada de  $\Delta P, T$   
Calcule: 3.2.2, 3.2.3 ou 3.2.4, se necessário, 3.2.9, 3.2.11
  - d. Dados:  $D, \beta, \mu, \rho, C_D$  da tabela, e entrada de  $\Delta P$   
Calcule: inicialmente definido como  $C_D = 0.8$ , 3.2.2, 3.2.3 ou 3.2.4 se necessário, 3.2.11



Repetir até que a diferença da vazão em relação ao último cálculo seja de <0,01%.

4. Cálculo de Líquido Simplificado - O cálculo de líquido simplificado pode ser usado se a temperatura de operação for estável e o  $C_D$  for constante. A constante da vazão simplificada ( $k_2$ ) pode ser calculada a partir da equação 3.3.1, usando a planilha de ajuste de aplicação de V-Cone. A vazão pode ser calculada usando a equação 3.3.2. Unidades de medida serão as mesmas que as listadas na planilha de ajuste de aplicação de V-Cone.
5. Gases e Vapores D'Água – Processo de Cálculo Típico:
  - a. Dados:  $D, \beta, \mu, S_g, Z, k, C_D$ , e entradas de  $\Delta P, P, T$   
Calcule: 3.2.2, 3.2.3 ou 3.2.4, se necessário, 3.2.7 ou 3.2.8, 3.2.10, 3.2.11
  - b. Dados:  $D, \beta, \mu, S_g, Z, k$ , tabela  $C_D$  e entradas de  $\Delta P, P, T$   
Calcule: inicialmente definido como  $C_D=0.8$ , 3.2.2, 3.2.3 ou 3.2.4 se necessário, 3.2.7 ou 3.2.8, 3.2.10, 3.2.11



Repetir até que a diferença da vazão em relação ao último cálculo seja de <0,01%.

- Propriedades do Fluido - Propriedades de fluido como viscosidade, compressibilidade e expoente isentrópico variam com temperatura e, de certa maneira, com pressão. A viscosidade nos cálculos acima pode afetar o valor  $C_D$  selecionado, a compressibilidade afeta diretamente a densidade, e o expoente isentrópico afeta o fator  $Y$ , embora em menor grau. A indústria de instrumentação usa várias abordagens diferentes para calcular a vazão. A engenharia de aplicação da McCrometer e o cliente devem determinar que propriedades de fluido são calculadas a cada conjunto de condições de vazão e que propriedades são constantes.

### 3.4 Ajuste de Aplicação

Cada V-Cone é desenhado para uma aplicação específica. Antes da fabricação, cada V-Cone terá um "dimensionamento" completo de acordo com os parâmetros físicos da aplicação. O dimensionamento gerado por computador usa os dados da aplicação como base para prever o desempenho do V-Cone. O DP de escala completa, variação de fluxos de trabalho, exatidão esperada e perda de carga prevista são determinadas pelo processo de dimensionamento.

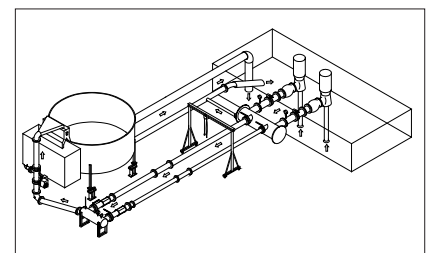
### 3.5 Calibração

A McCrometer tem 4 linhas de teste de V-Cone e pode calibrar medidores de 1/2" a 48" com um alto grau de exatidão.

Linhas de teste:

Localização	Tipo	Faixa de Tamanho	Varição de Fluxo	Fluido
Hemet, CA	Gravimétrico	1/2" a 3"	195 GPM	Água
Hemet, CA	Gravimétrico	3" a 16"	3100 GPM	Água
Hemet, CA	Padrão de Transferência	1/2" a 2"	150 SCFM	Ar
Porterville, CA	Volumétrico	16" a 48"	40.000 GPM	Água

A McCrometer recomenda a calibração de todos os medidores V-Cone. A precisão ótima é atingida quando uma calibração de toda a variação de fluxos é realizada. Em aplicações de número de Reynolds alto, pode ser necessária uma calibração de gás externa. Como alternativa, a McCrometer desenvolveu um método proprietário para extrapolar de forma precisa os dados de calibração de fluxo. Em casos, em que o medidor não pode ser calibrado, a McCrometer pode estimar um  $C_f$  de medidor com base em dados de mais de 20 anos.



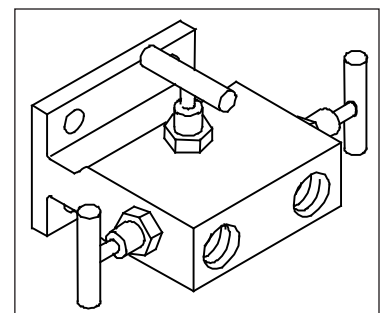
**Figure 9. Instalações de Calibração 40k Gravimétrica**

### 3.6 Materiais de Construção

Todos os materiais usados nos medidores de vazão V-Cone são certificados. Materiais fornecidos à McCrometer incluem um relatório de teste de material certificado (CMTR) do fabricante de material original. Os relatórios de teste incluem a composição de material e as classificações de material aplicáveis. Sob solicitação, cópias de relatórios de teste de material podem ser fornecidas aos clientes. Consulte a seção 6 para materiais de construção típicos. Os Wafer-Cones podem ser adquiridos com MTRs. A exigência de MTRs deve ser especificada no momento da encomenda.

### 3.7 Válvula Manifold

A McCrometer recomenda um manifold de três ou cinco válvulas como parte de um sistema de medição de vazão V-Cone. Manifolds permitem calibrações de transmissor em linha, isolamento de transmissor das linhas de transmissão sem depressurizar a linha, e depuração alinhada de linhas de transmissão.



**Figure 10. Manifold**

## 3.8 Instrumentação Secundária e Terciária

O transmissor de pressão diferencial mede o sinal de pressão diferencial do elemento primário. Uma vez que o sinal é medido, o transmissor gera um sinal eletrônico que é interpretado por um monitor de vazão ou outro sistema de controle de processo. Para fluidos compressíveis, são necessárias medição de pressão de linha e temperatura para uma medição de vazão precisa. A McCrometer oferece os seguintes instrumentos de medição de vazão: transmissores de pressão diferencial, computadores de vazão e sensores de temperatura e pressão para medição de vazão mássica.

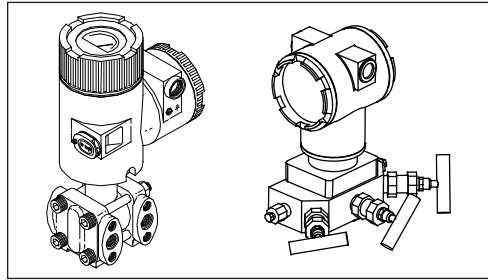


Figure 12. Trans. por DP com válvula de Manifold Típico

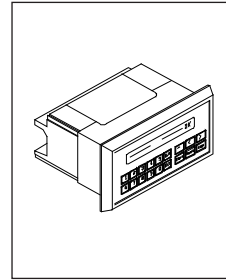


Figure 13. Computador de Fluxo

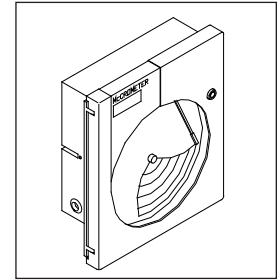


Figure 14. Registrador Gráfico

## 3.9 Plaqueta do Medido

Cada V-Cone traz plaquetas de informação fixadas no corpo do tubo. Abaixo estão exemplos da plaqueta padrão e da plaqueta que mostra a Certificação PED.

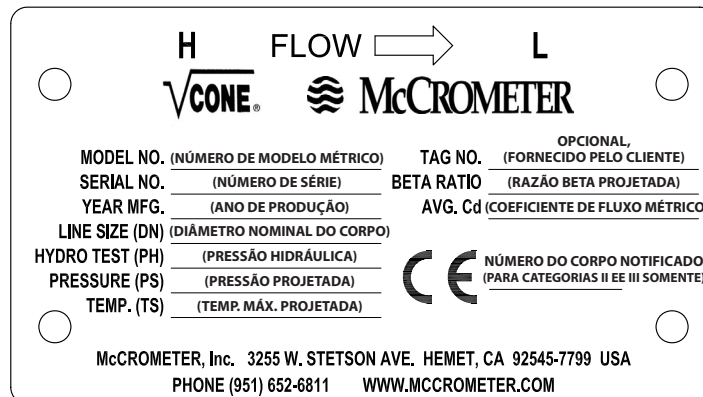
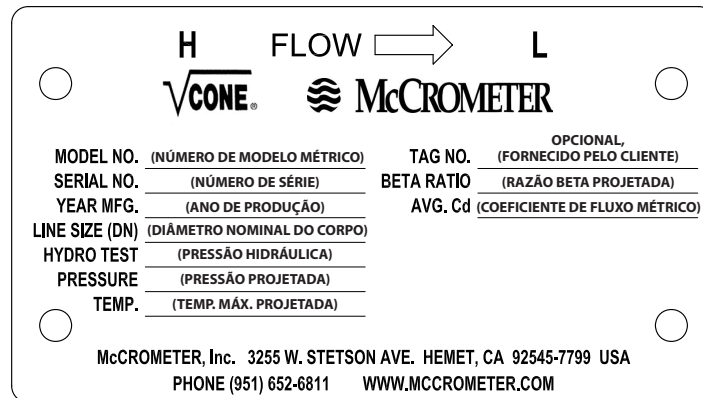


Figure 11. Exemplos de tags de informações

# 4.0

## Instalação



### 4.1 Escopo

Essa seção fornece recomendações para conexões de tubo de impulso que permitem que a pressão diferencial gerada pelo V-Cone seja transmitida para um dispositivo secundário, normalmente um Transmissor de pressão diferencial. Os métodos de conexão são projetados para minimizar erros no sinal de pressão.

### 4.2 Segurança

O sinal de pressão diferencial deve ser transmitido de uma maneira segura, por meio de tubulação, encanamento ou manifolds, para um dispositivo secundário. O fluido entre o dispositivo primário e o secundário deve ser mantido em segurança. A contenção segura do fluido requer aderência estrita aos padrões e códigos aplicáveis, seleção de materiais apropriados, incluindo vedações, e metodologia de fabricação aceitável.



**CUIDADO!** Ao instalar as linhas de impulso nas tomadas de baixa e alta pressão, **NUNCA** use metais desiguais, uma vez que isso pode causar a corrosão e a ruptura da linha de impulso, além de graves danos físicos ou morte.

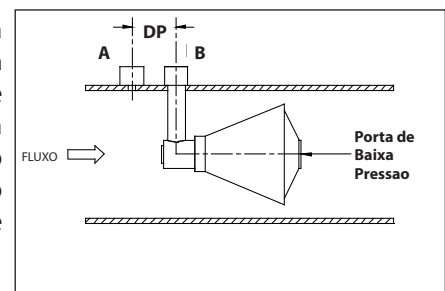
- Qualquer pessoa que estiver instalando, inspecionando ou fazendo a manutenção de um medidor de vazão McCrometer deve conhecer as configurações de tubulação e sistemas pressurizados.
- Os canais de baixa e alta pressão e/ou canais de instrumentação opcionais devem ser ajustados com plugues protetores de plástico com rosca. Esses plugues devem ser removidos antes da pressurização do sistema. Caso isso não seja feito.
- Antes de ajustar ou remover qualquer medidor, tenha certeza de que o sistema foi despressurizado completamente. Nunca tente remover um medidor que esteja sob pressão!
- Tenha cuidado ao levantar medidores. Os medidores podem causar sérios danos físicos se forem levantados de maneira errada ou se caírem.
- Use apenas ferramentas apropriadas e necessárias ao realizar operações em um medidor.
- Projeta adequadamente todas as conexões antes de iniciar o sistema. Mantenha uma distância segura e prudente do medidor durante a inicialização do sistema.
- Os medidores usados em serviços de óleo e gás ou inflamáveis exigem uma conexão de fio terra para interromper qualquer descarga de elétrica estática.

### 4.3 Retirada da Embalagem

A McCrometer testa e inspeciona todos os produtos durante a fabricação e antes do envio. Contudo, é necessário inspecionar o medidor e os acessórios ao retirá-los da embalagem para detectar qualquer dano que possa ter ocorrido durante o envio. Se houver alguma questão em relação à documentação ou ao medidor de vazão, entre em contato com seu representante da McCrometer.

### 4.4 Orientação

Uma etiqueta de fluxo é colocada em cada V-Cone para mostrar a direção do fluxo através do medidor. Na maioria dos tamanhos de linha, a linha central das tomadas de pressão está localizada a uma distância de 2,12". A tomada de alta pressão está na entrada. A tomada de baixa pressão está na saída. Por favor, consulte a figura 15. Essa informação é necessária ao conectar o dispositivo de medição de pressão diferencial.



**Figure 15. Canais de Baixa e de Alta**

#### 4.5 Especificação da Tubulação

A tubulação, tubing manifold instalados entre os elementos primários e secundários deve cumprir os padrões, regulamentos e normas locais. Uma especificação da tubulação de processo incluirá a especificação para a válvula de isolamento (ou válvula de fechamento) mais próxima ao elemento primário. A especificação para a tubulação ou encanamento entre essa válvula de isolamento e o dispositivo secundário, incluindo quaisquer válvulas adicionais, pode ser diferente da especificação de tubulação para as válvulas primárias de isolamento. Essas diferenças, geralmente, são justificadas pelo tamanho e temperatura menores nas linhas de impulso. Um teste hidrostático ou pneumático aprovado pode ser necessário para os sistemas de tubulação para provar a integridade das partes do sistema que contêm pressão.

Normalmente, a quebra (mudança) na especificação de tubulação entre o lado do processo (primário) e o lado do instrumento (secundário) é na válvula de isolamento do processo no fim da conexão secundária. Se houver flanges, a quebra de especificação ocorrerá na face conjugada do flange lateral secundário.

#### 4.6 Requisitos da Tubulação

A montante da tubulação sem obstruções, o trecho reto de um V-Cone é de zero a três diâmetros. A jusante recomendada da tubulação de um V-Cone é de zero a um diâmetro. "Diâmetro", aqui, se refere ao tamanho nominal do tubo da tubulação.

A McCrometer, junto com instalações de teste independentes, testou o V-Cone em inúmeras configurações de tubulação comuns. Esses testes provaram que o V-Cone está dentro das especificações de precisão até mesmo quando é acoplado próxima a cotovelos simples de 90° ou cotovelos duplos de 90° fora do plano. O V-Cone também pode ser usado em linhas um pouco maiores do que o tubo do medidor.

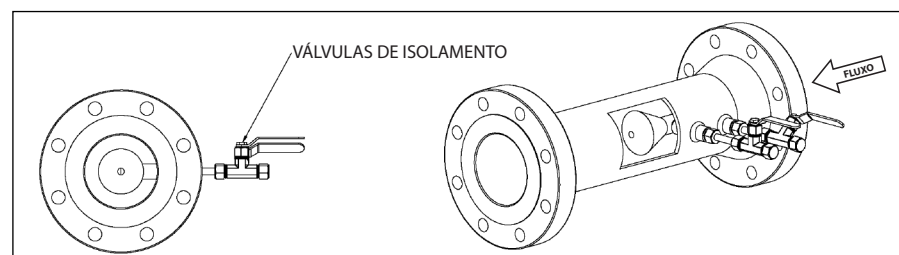
Nas aplicações em que o tubo do medidor é maior do que a linha adjacente, tal como a tubulação de cimento alinhada, o usuário deve consultar a fábrica para obter os requisitos de instalação adicionais.

#### 4.7 Válvulas (Blocos) de Isolamento

Para oferecer o melhor acesso de manutenção à tubulação de impulso e dos elementos secundários, recomenda-se que as válvulas de bloqueios sejam instaladas ao lado das tomadas de pressão do V-Cone. Se as linhas de impulso puderem ser preenchidas por líquido, as válvulas de bloqueios devem ser dispostas de forma a não impedir o movimento do fluido e a estabilidade adequada e pode ser necessário instalar essas válvulas em linhas oblíquas. Ao especificar as válvulas de isolamento, inclua o seguinte entre as considerações práticas:

- a. A válvula deve ser classificada para a pressão de operação do tubo
- b. Escolha com cuidado a válvula e o invólucro, em especial nos casos de fluidos corrosivos e perigosos e com gases como oxigênio
- c. Devem ser escolhidas válvulas que não afetem a transmissão do sinal de pressão, em especial quando o sinal está sujeito a qualquer grau de flutuação.

Válvulas esféricas e válvulas de gaveta são recomendadas para essa aplicação. Válvulas de fechamento tipo globo não são recomendadas para linhas de transmissão de DP.



**Figure 16. Válvulas (Blocos) de Isolamento**

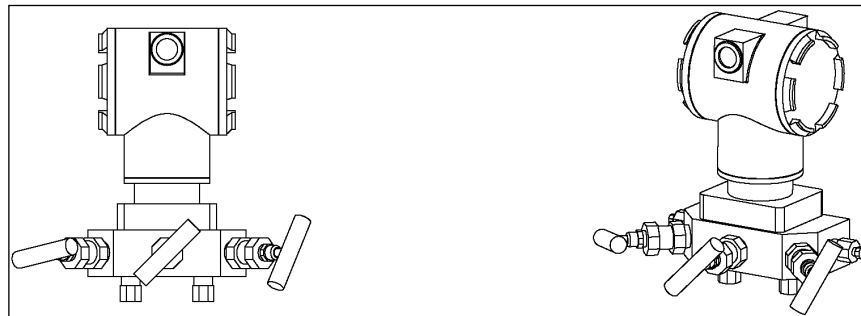
#### 4.8 Válvula Manifold

Válvulas manifolds geralmente são instaladas para permitir que se opere, calibre e solucione problemas de um dispositivo secundário, sem removê-lo. Uma configuração típica de válvula manifold é mostrada na Figura 18.

Esses manifolds são usados:

- Para isolar o dispositivo secundário das linhas de impulso
- Para abrir a passagem (atalho) entre os lados de alta e baixa pressão do dispositivo secundário. O zero (nenhum sinal de fluxo) do dispositivo secundário pode ser ajustado na pressão de operação com uma válvula de fechamento fechada e a(s) válvula(s) de atalho aberta(s).
- Para drenar ou dar vazão ao dispositivo secundário e/ou à tubulação de impulso para a atmosfera.
- Um manifold de 5 vias pode ser usado para fornecer conexão entre o dispositivo secundário e um "peso morto" ou outro calibrador de referência para permitir uma calibração "in situ" do dispositivo de pressão diferencial.

Válvulas manifolds podem reduzir custo e economizar espaço ao integrar as válvulas e conexões necessárias em um só conjunto. Válvulas manifold devem ser instalados na orientação especificada pelo fabricante para evitar possíveis erros causados por bolsas de gás ou líquidos aprisionados no corpo.



**Figure 17. Um Bloco Manifold de 3 vias montado com um Transmissor de DP**

#### 4.9 Instalação

O projeto mais indicado minimizará a distância entre os dispositivos secundário e primário, ao mesmo tempo em que ainda oferece a refrigeração necessária para a proteção do dispositivo secundário nas aplicações, como as de vapor d'água. A tubulação de conexão é frequentemente chamada de "linhas de impulso", "linhas de detecção", linhas de medição, "tubulação de instrumento" ou "tubulação de DP".

O projeto completo para a instalação de um medidor de vazão, incluindo os elementos secundários, deve levar em consideração a calibração e solução de problemas com instrumentos. O acesso a linhas de impulso, válvulas, válvula manifold e dispositivo secundário será necessário. Instalações que oferecem esse acesso não devem comprometer a precisão da medição ao adicionar, de forma excessiva, longas linhas de impulso e ajustes numerosas.

**NOTA: A tubulação de impulso deve ser mantida no menor tamanho possível para medições precisas.** Tubulações mais longas e complexas podem aumentar a incertezas e oferecer mais oportunidades de bloqueio; Linhas bloqueadas levam à perda de controle e podem criar situações perigosas. Uma boa prática de projeto permitirá drenagem natural dos líquidos e ventilação dos gases das linhas de impulso.

**NOTA: Como uma regra geral, os líquidos descem e os gases sobem. Isso determina a orientação da tubulação.**

Qualquer diferença na elevação entre as tomadas de pressão do dispositivo primário e o dispositivo secundário resultará em uma diferença de pressão entre os dois finais das linhas de impulso devido à pressão hidrostática da coluna de líquido nas linhas de impulso. As linhas de impulso devem ser instaladas de maneira que a pressão hidrostática nas duas linhas de impulso seja idêntica. Se os fluidos nas duas linhas não tiverem a mesma densidade, uma diferença de pressão é gerada. Diferenças de densidade ocorrerão se houver uma diferença de temperatura entre os fluidos das duas linhas de impulso. Recomenda-se, se possível, que as duas linhas de impulso sejam fixadas em conjunto, e se forem isoladas, que sejam isoladas em conjunto. Fluidos não idênticos nas duas linhas de impulso podem aumentar as diferenças de densidade e devem ser evitados.

#### **4.10 Tomadas de Pressão**

A tomada de pressão é parte do dispositivo primário. A pressão de linha, necessária para o cálculo da vazão, é medida a partir da tomada de pressão de entrada.

#### **4.11 Selos Remotos ou Selos Químicos**

Em ambientes muito sujos, selos de diafragma de barreira física preenchidos, chamados de selos remotos ou químicos, podem ser usados. A deflexão do diafragma exige forças adicionais que devem ser consideradas no processo de calibração. Na maioria dos medidores de DP, diafragmas acrescentam incerteza significativa à leitura do medidor.

Os erros podem ser reduzidos com diafragmas mais largos e bem projetados. Para garantir uma sensibilidade de medição, os diafragmas têm, normalmente, 3" ou 4" (80 ou 100 mm) de diâmetro. Recomenda-se que as linhas de impulso ou tubos capilares que levam a selos remotos tenham o mesmo comprimento e sejam dispostos de maneira a reduzir a exposição a diferentes temperaturas.

#### **4.12 Linha de Impulso: Geral**

O diâmetro necessário das linhas de impulso depende das condições de operação. O furo deve ser maior que 1/4" (6 mm) e, preferencialmente, ter, no mínimo, 3/8" (10 mm). Preferencialmente, o diâmetro interno não deve exceder 1" (25 mm). Para aplicações de vapor d'água, deve-se usar 3,8" (10 mm) a 1" (25 mm). A maioria das tubulações de instrumentos é de 316 SS, mas para aplicações em alto mar, o aço duplex é o material mais indicado para evitar a corrosão da tubulação devido à névoa salina.

**Nota:** Em todos os casos, compatibilidade química com o ambiente e o meio de processo é uma regra.

#### **4.13 Linha de Impulso: Aplicações de Processo**

Na maioria das aplicações de controle de processo, a confiabilidade é uma preocupação principal. Se a pressão e as linhas de impulso são bloqueadas, o sinal de DP é perdido. Isso pode resultar numa perda de controle cara e perigosa. Alta confiabilidade é necessária para sinais de fluxo usados no gerenciamento da segurança de processos. Recomenda-se um D.I. mínimo de 5/8" (16 mm) para aplicações industriais. Alguns usuários especificam 3/4" (18 mm) como D.I. mínimo. Para altas temperaturas na operação de vapor condensado, especifica-se 1" (25 mm) para permitir o fluxo ininterrupto do condensado. Em tubulações pequenas e com fluidos limpos, é possível usar tamanhos menores de maneira apropriada. Em todas as configurações, a recomendação é usar linhas de impulso de aço inox.

#### **4.14 Linha de Impulso: Aplicações de Vapor D'Água**

As temperaturas do vapor d'água podem ser maiores do que 1500° F (815° C), que é muito maior do que a temperatura que pode ser tolerada por um transmissor de DP padrão. O transdutor de pressão diferencial pode tolerar apenas uma temperatura de aproximadamente 200° F (93° C). Para isolar o transdutor das temperaturas muito altas, as técnicas comuns envolvem a instalação de um

reservatório de condensando na linha ou a existência de uma perna de DP longa para permitir que a perna seja resfriada antes do transmissor. Em todas as configurações, a recomendação é usar linhas de impulso de aço inox.

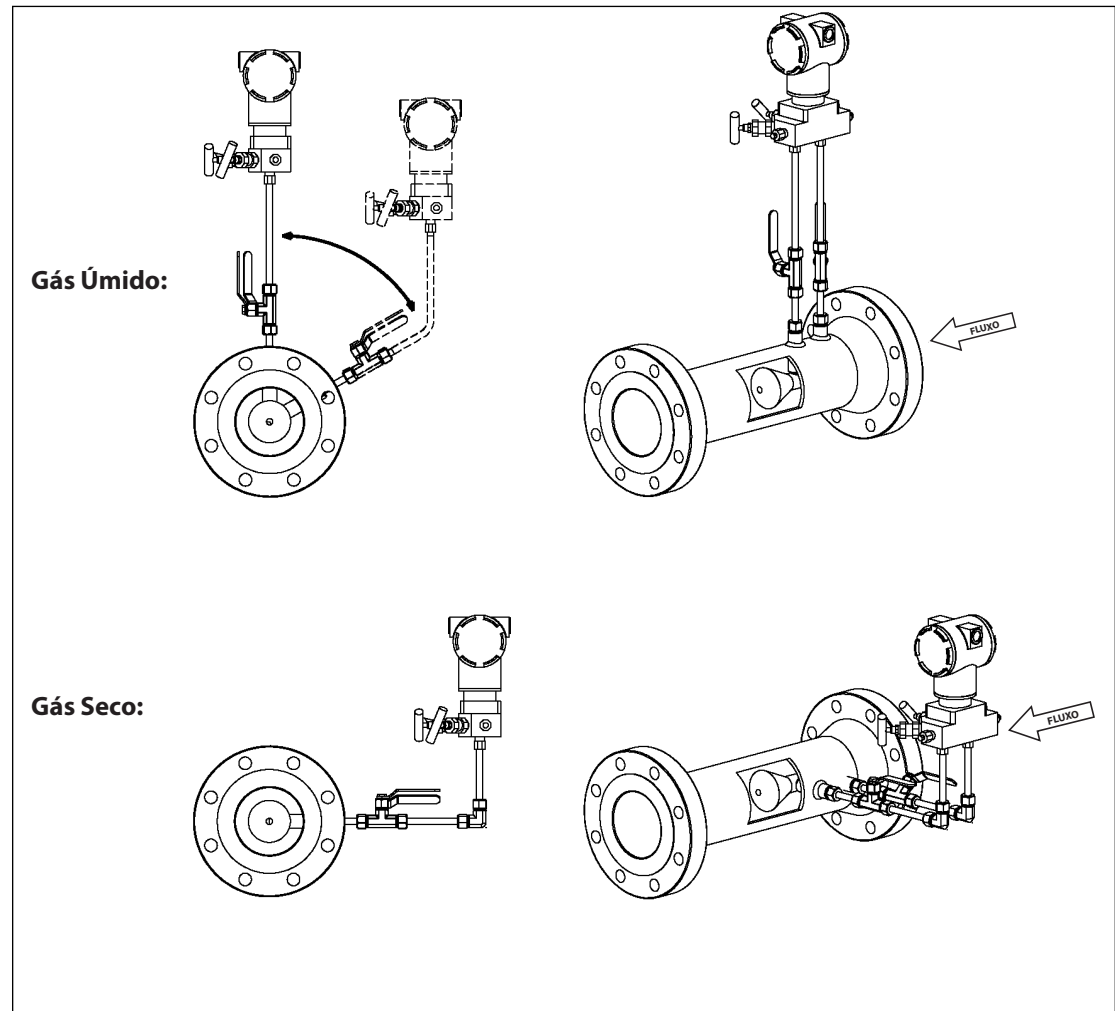
**Para garantir que o transmissor de DP não seja exposto a temperaturas excessivas, a linha de impulso deve ter um comprimento que faça com que a temperatura no transdutor seja menor que 200° F (93° C). Uma diretriz para obter essa configuração é trabalhar com a seguinte base: a temperatura diminui em 100° F (38° C) a cada pé (305 mm) da tubulação de impulso. Entretanto, o operador deve garantir que, para um determinado conjunto de condições locais, a temperatura necessária no transmissor seja atingida.**

#### **4.15 Isolamento**

Algumas linhas quentes ou muito frias exigem isolamento térmico para proteção de pessoal. Também pode ser necessário isolar e “aquecer eletricamente” as linhas de impulso para evitar congelamento ou condensação indesejada. A quantidade de calor usada não deve ser o suficiente para evaporar os líquidos de maneira indesejada nas linhas preenchidas por líquido ou para evitar a condensação dos vapores condensáveis. É aconselhável agrupar as linhas de impulso de maneira que essas linhas tenham aproximadamente a mesma temperatura. Ter um transmissor de DP em um compartimento em que a temperatura é controlada por instrumento é uma boa prática para medição precisa em um ambiente exposto a grandes variações de temperatura como uma plataforma em alto mar ou uma instalação no deserto.

**4.16 Instalações de Tubulação Horizontal: Gás**

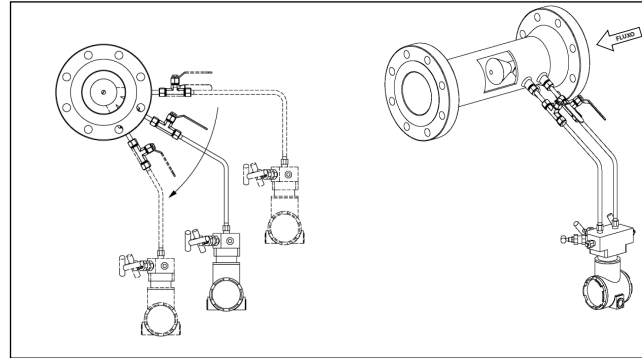
As tomadas de pressão no dispositivo primário devem estar entre a linha central horizontal e parte superior do tubo (entre a posição das 3 e das 12 horas ou entre a posição das 9 e das 12 horas) a menos que o fluido mensurado seja um vapor, que normalmente condensa no sistema secundário (consulte a seção 4.19). Contudo, se o fluido for um "gás leve", i. e., um gás que contém pequenas quantidades de líquidos, as tomadas devem estar na vertical, se possível para permitir que os líquidos sejam drenados fora do dispositivo secundário. Para os gases, as linhas de conexão do dispositivo primário ao secundário devem ser inclinadas para cima. A inclinação recomendada para a autodrenagem é de no mínimo 30°.



**Figure 18. Instalação de Tubulação Horizontal para Aplicação em Gás**

#### 4.17 Instalações de Tubulação Horizontal: Líquidos

As tomadas de pressão devem estar entre a linha central horizontal e 60° abaixo da linha central (entre a posição das 3 e das 5 horas ou entre a posição das 7 e das 9 horas). Tomadas no ponto morto inferior podem acumular sólidos, se essas substâncias estiverem presentes no líquido. Tomadas acima da linha central acumularão ar ou gases não condensados. Em nenhum dos casos, as tomadas devem estar a mais de 60° do plano horizontal.



**Figure 19. Instalação de Tubulação Horizontal para Aplicação em Líquido**

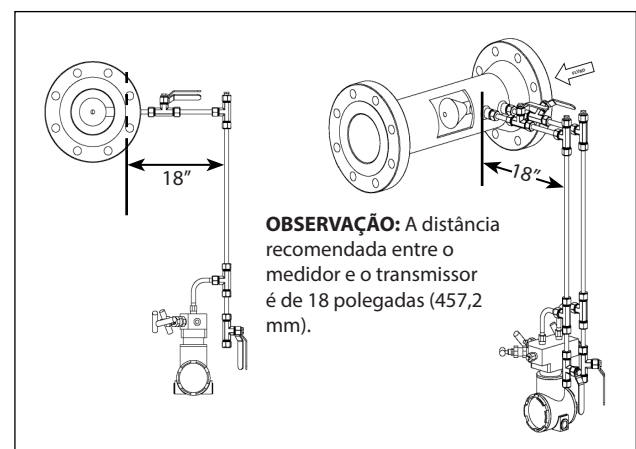
#### 4.18 Instalações de Tubulação Horizontal: Vapores Condensados

Essa é a aplicação mais difícil de tubulação de DP e exige muito cuidado durante a instalação. Os vapores podem estar a uma temperatura muito alta, o que pode danificar o transmissor. Além disso, dependendo da temperatura e da pressão, pode-se estar na fase líquida ou gasosa. Dessa maneira, a tubulação de DP deve ser orientada de tal maneira que possa ser operada na presença de gás ou líquido.

As tomadas de pressão devem estar na linha central horizontal (na posição das 3 ou das 9 horas) do dispositivo primário. Nas operações de vapor quente condensado, tal como vapor d'água, o fluido nas linhas de impulso é líquido condensado a partir de vapor. Nesse caso, as tomadas de pressão devem estar na horizontal com as linhas de impulso orientadas na direção do transmissor de DP, assim como na Figura 20.

Há o perigo de que o dispositivo secundário, durante a inicialização, possa ser exposto à temperatura do vapor antes que as linhas sejam preenchidas com líquido condensado e esfriem. Nesse caso, é prudente ter uma conexão tê com plugue na linha de impulso para permitir que essa linha e o dispositivo secundário sejam preenchidos com líquido (água, no caso de operações com vapor d'água) antes da inicialização (consulte a Figura 20).

Sistemas criogênicos (de temperatura muito baixa) podem exigir projetos especiais, que não são considerados aqui. Os líquidos nas linhas isolarão o dispositivo secundário das temperaturas dos fluidos primários. A diferença de temperatura deve ser considerável em uma pequena distância de 100 mm (4") a 200 mm (8").



**Figure 20. Instalação de Tubulação Horizontal para Aplicação em Vapor Condensado (p. ex., Vapor D'Água)**

#### 4.19 Instalações em Tubulação Vertical: Geral

No caso de tubulações verticais, geralmente, não há problemas em relação à posição radial das tomadas de pressão. Com o V-Cone, deve-se tomar cuidado com a disposição dos tubos para fluxo vertical ascendente e fluxo vertical descendente. Nesta seção, o fluxo vertical ascendente e o fluxo vertical descendente serão separados.

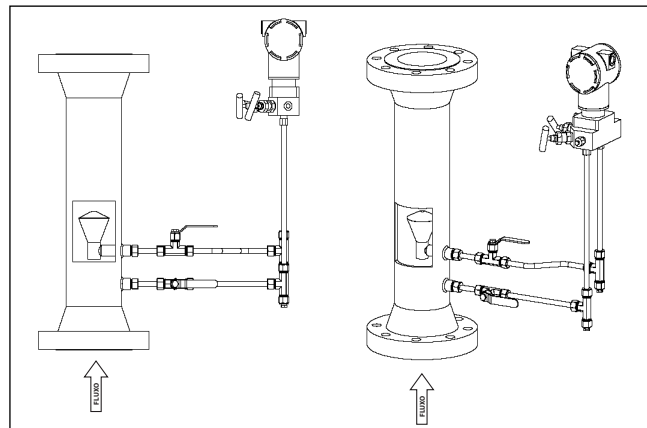
**Nota:** Em geral, é mais difícil dispor a tubulação de impulso nos sistemas de tubulação vertical para evitar gás aprisionado nas linhas de DP de líquido ou líquido aprisionado nas linhas de DP de gás.

#### 4.20 Instalações em Tubulação Vertical: Fluxo Ascendente

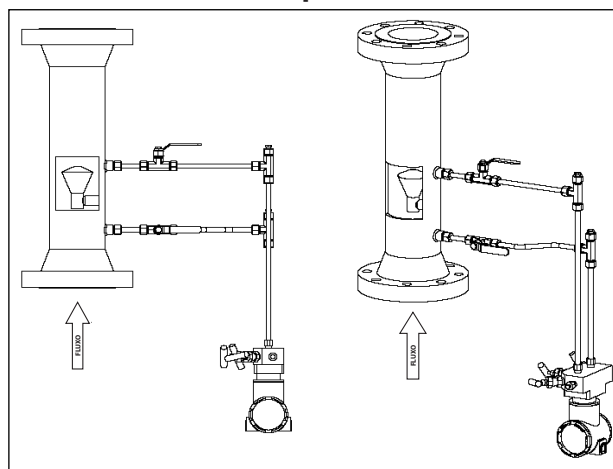
Nessa orientação, deve-se tomar extremo cuidado para garantir que não se formem bolsas na tomada de saída, de maneira que não haja aprisionamento de gás uma aplicação em líquido, nem de líquido em uma aplicação de gás. Em aplicações em que haja sujeira ou umidade, como as de vapor d'água, é necessário instalar tomadas de parede no Medidor de V-Cone em um fluxo vertical ascendente.

#### 4.21 Instalações em Tubulação Vertical: Gás

No caso de gases não condensados secos e limpos, em que há garantia de que nenhum líquido ou sujeira pode preencher o cone, é possível usar tomadas padrão. A posição do transmissor não é crítica. As linhas de transmissão podem ir diretamente para fora do transmissor, ou para a horizontal e então para cima ou para baixo em direção.



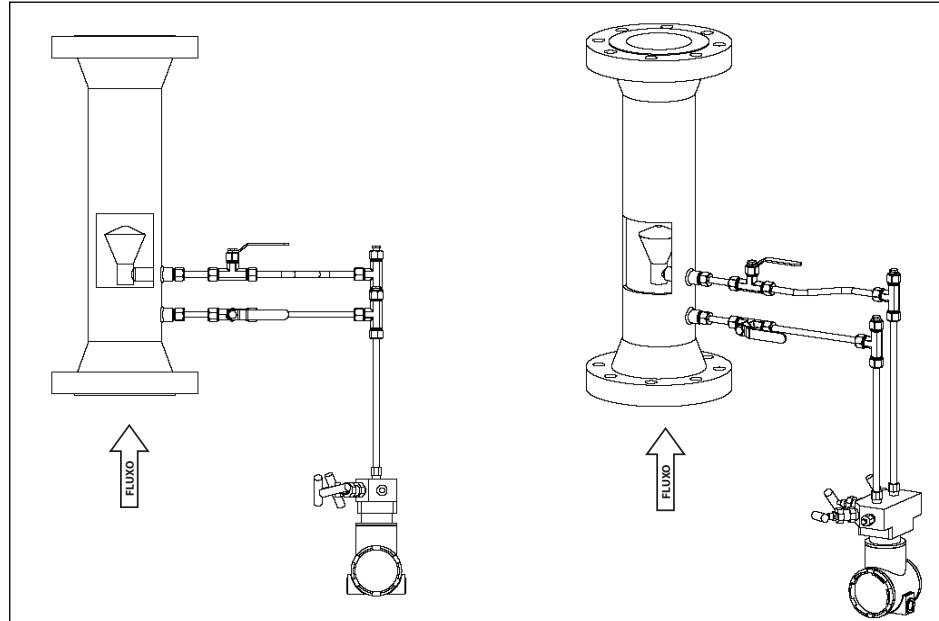
**Figure 21. Instalação de Tubulação Vertical Ascendente para Aplicações de Gás Seco Limpo**



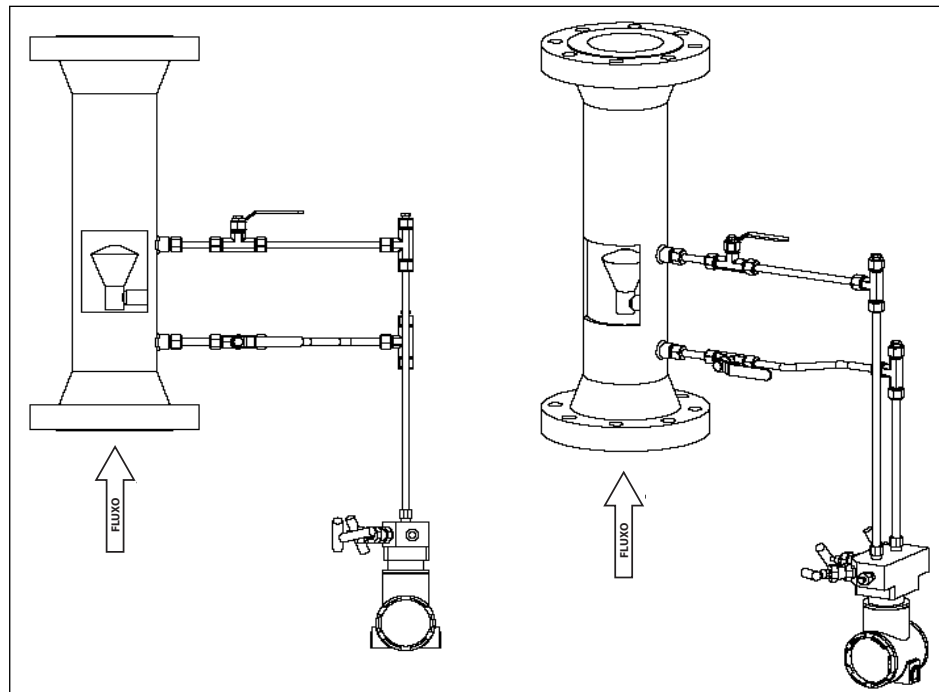
**Figure 22. Instalação de Tubulação Vertical Ascendente para Aplicações de Gás Úmido ou Sujo**

## 4.22 Instalações em Tubulação Vertical: Líquidos

Na maioria das aplicações de processo, deve-se assumir que pode haver gás ou vapor associados a um líquido, mesmo se o líquido for água. Consequentemente, a tubulação deve permitir que o gás se eleve, retornando ao meio fluido. A tubulação de DP deve ser trazida para fora horizontalmente pela menor distância possível e então para baixo na direção do transmissor, que deve estar abaixo de ambas tomadas. Nota: tomadas de parede elevem ser usadas para líquidos sujos. As tomadas padrão devem ser usadas apenas com líquidos limpos.



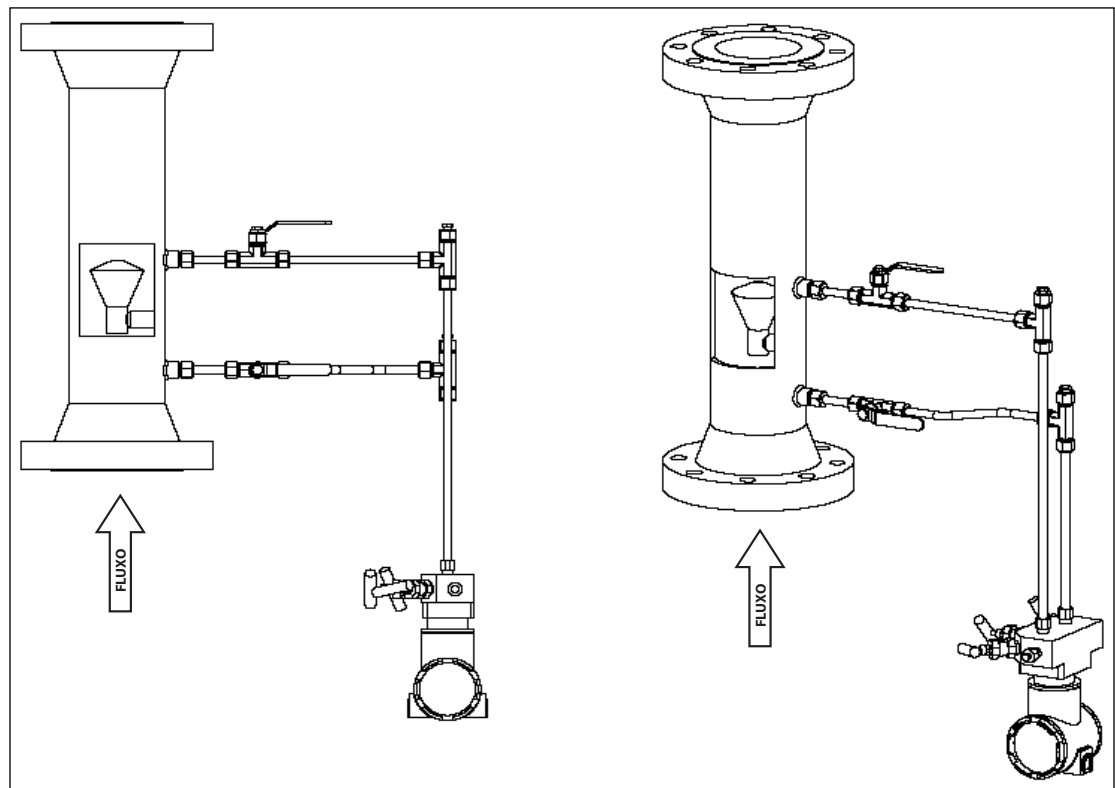
**Figure 23. Instalação de Tubulação Vertical Ascendente para Aplicações de Líquido Limpo**



**Figure 24. Instalação de Tubulação Vertical Ascendente para Aplicações de Líquido Sujo**

#### 4.23 Instalações de Tubulação Vertical: Vapores Condensados, i. e., Vapor D'Água

Com vapores condensados, é extremamente recomendado usar tomadas de parede. Isso evita que haja condensação resultante de acúmulo no cone ou evaporação e mudança de DP. As linhas de impulso são levadas horizontalmente a um "T". Essa distância deve ser de no mínimo 18" para um vapor d'água saturado; e para vapor superaquecido, a distância deve ser o suficiente para reduzir a temperatura abaixo da temperatura de saturação. O "T" permite que um plugue seja instalado na parte superior no caso de preenchimento de líquidos para evitar superaquecimento da célula de DP. O bloco manifold será posicionado diretamente abaixo a uma distância compatível para que o transmissor de DP seja mantido a uma temperatura de operação segura.



**Figure 25. Instalação de Tubulação Vertical Ascendente para Aplicação de Vapor Condensado (p. ex., Vapor D'Água)**

#### 4.24 Instalação Compensada de Calibração

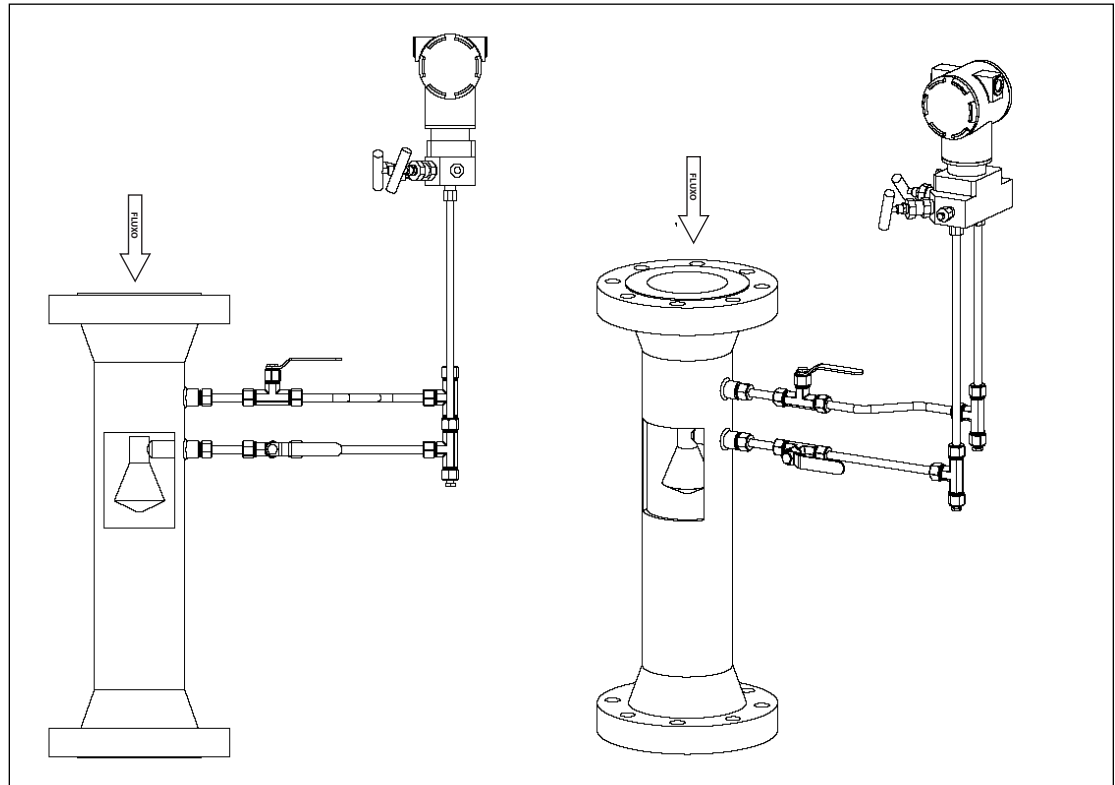
As duas linhas de impulso deixo a tubulação horizontalmente e então seguem para baixo na direção do dispositivo secundário. O zero do dispositivo secundário deve ser ajustado para justificar a diferença de nível das duas linhas de impulso e o líquido contido. As pernas verticais devem ser preenchidas completamente de forma manual. Não deixe o processo preencher essas pernas.

#### 4.25 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Geral

Nessa orientação, deve-se tomar muito cuidado para garantir que não se formem bolsas na tomada de saída, de maneira que não haja aprisionamento de gás em uma aplicação de líquido, nem de líquido em uma aplicação de gás. Em alguns casos, é necessário instalar tomadas de paredes em um medidor de V-Cone em fluxo vertical descendente.

**4.26 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Gás**

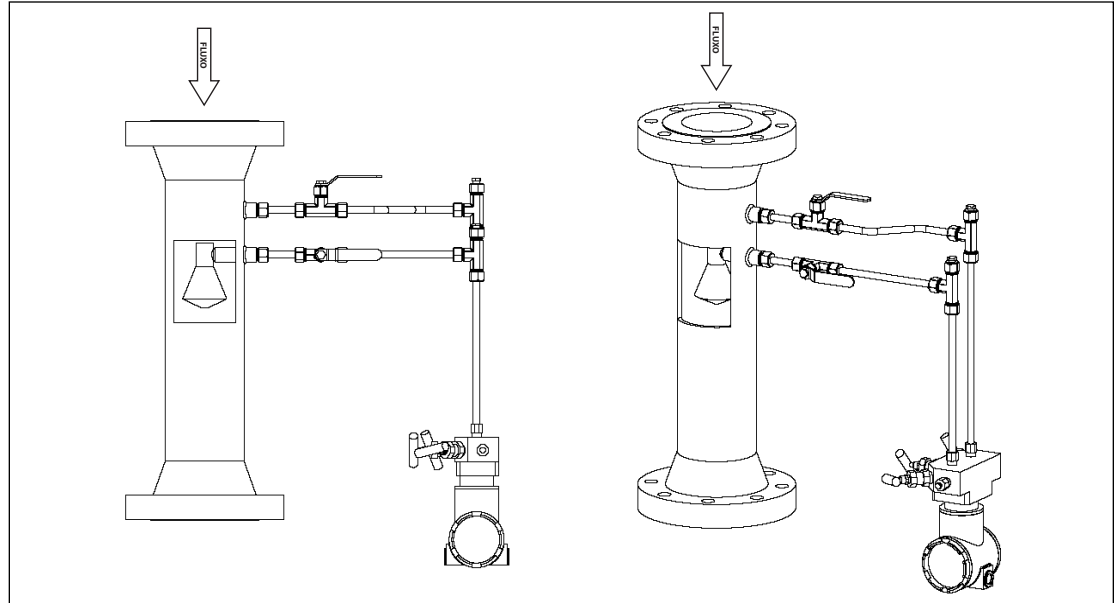
No caso de gases não condensados secos, em que não há chance de formação de condensação nas linhas de transmissão, posicione as linhas de transmissão horizontalmente e então para cima na direção do transmissor.



**Figure 26. Instalação de Tubulação Horizontal Ascendente para Aplicações em Gás Seco**

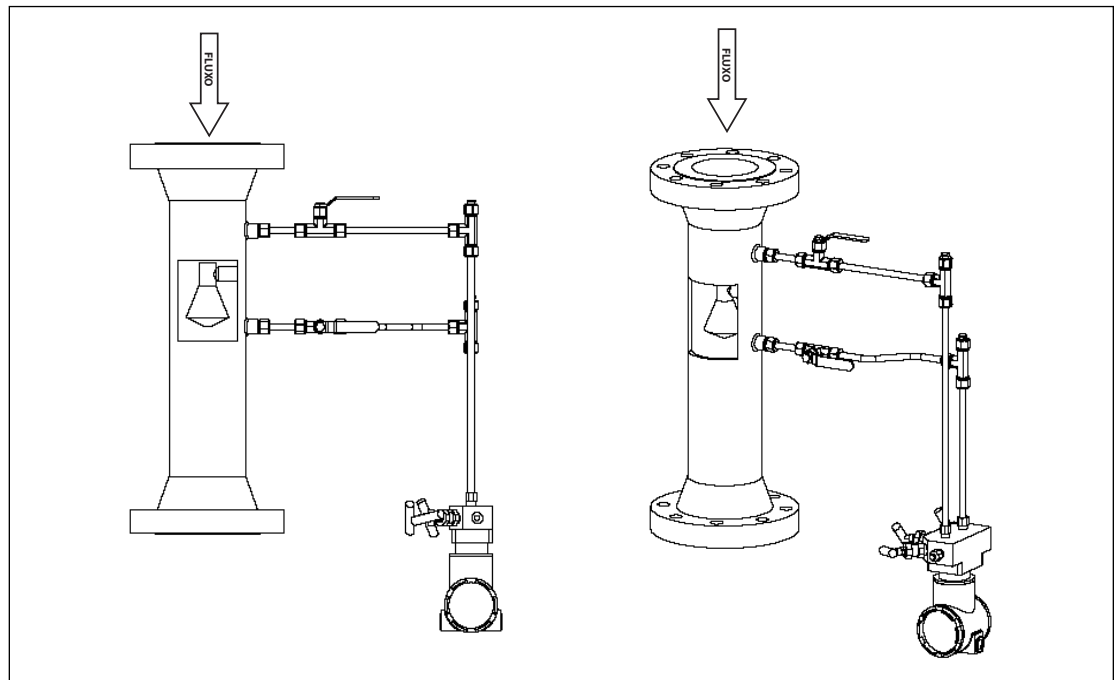
## 4.27 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Líquidos

Tomadas padrão não são recomendadas para líquidos mesmo que pequenas quantidades de gás estejam presentes. Tomadas de parede devem ser usadas nesse tipo de aplicação.



**Figure 27. Instalação em Tubulação Vertical Descendente para Aplicações em Líquido sem Arraste de Ar/Gás**

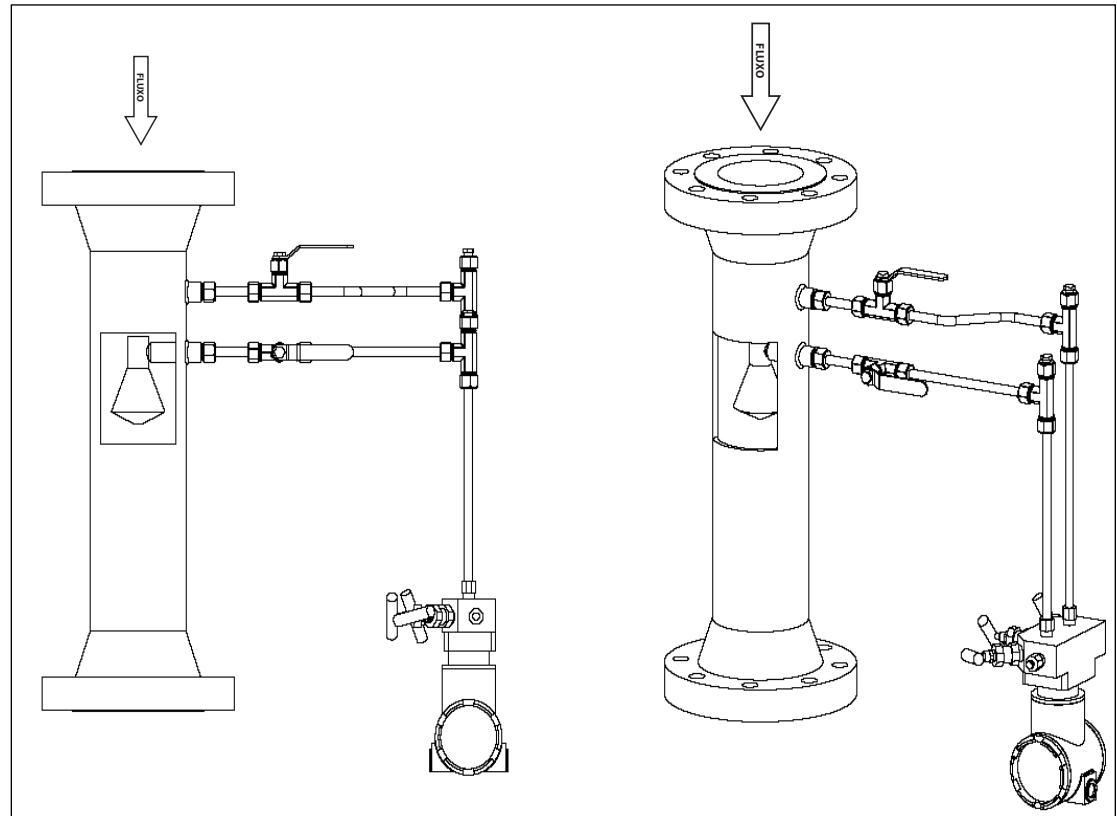
**NOTA: Esta configuração NÃO é recomendada em aplicações onde haja QUALQUER arraste de gás**



**Figure 28. Instalação em Tubulação Vertical Descendente com Tomadas de Parede para Aplicações de Líquido com Arraste de Ar/Gás**

#### 4.28 Instalações da Tubulação Vertical Descendente: Vapores Condensados, i. e., Vapor D'Água

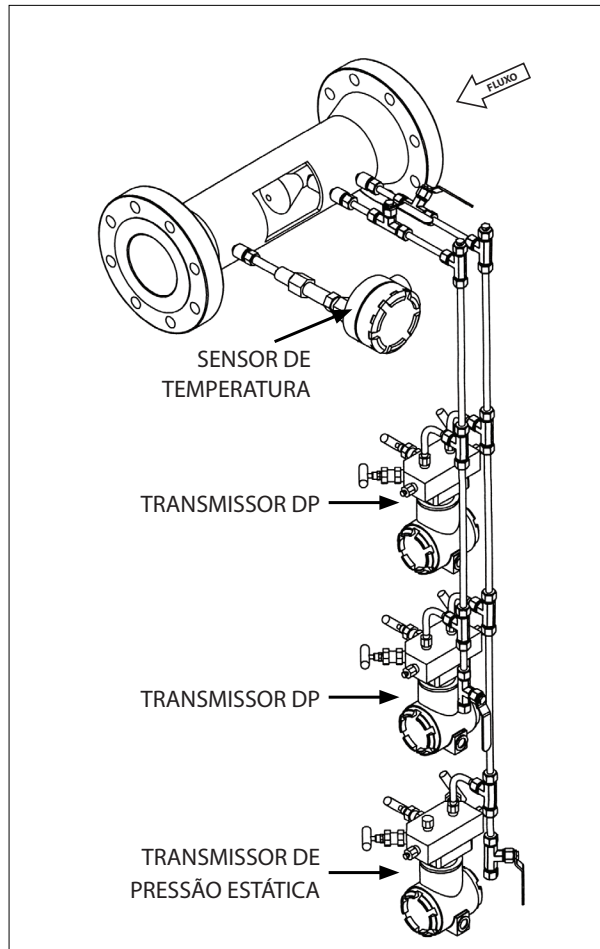
As linhas de impulso superiores são levadas horizontalmente a uma peça em "T". A peça em "T" permite que um plugue seja instalado na parte superior no caso de preenchimento de líquidos para evitar superaquecimento da célula do Transmissor de DP. A temperatura na peça em "T" deve ser menor do que o ponto de saturação. O bloco manifold será posicionado diretamente abaixo a uma distância compatível para que o transmissor de DP seja mantido a uma temperatura de operação segura.



**Figure 29. Instalação de Tubulação Vertical Descendente para Aplicação de Vapor Condensado (p. ex., Vapor D'Água)**

#### 4.29 Suporte de Blocos Manifolds e Transmissores Duplos

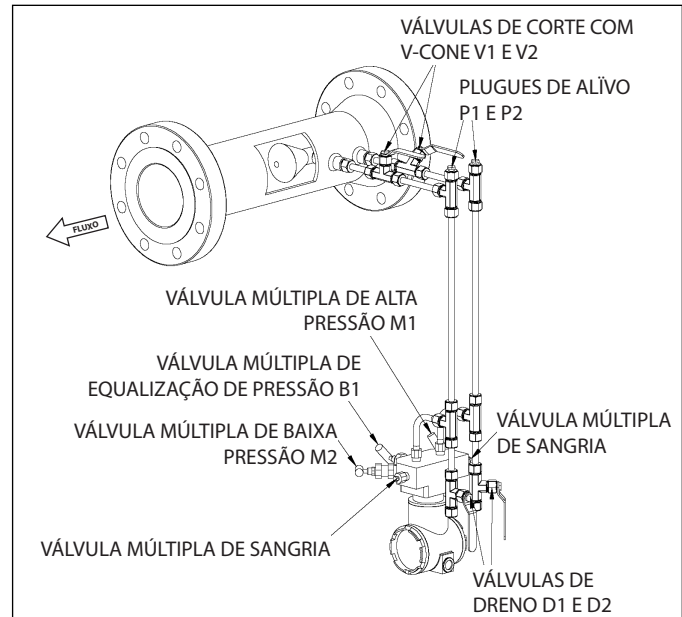
Quando a DP gerada cobre uma ampla gama, dois transmissores de alcances diferentes podem ser necessários para se obter uma medição muito precisa. O esquema abaixo ilustra como isso seria feito no caso de uma tubulação de DP que venha de cima. A unidade completa poderia ser invertida para instalações em que o transmissor precisa ser montado acima do medidor de V-Cone. Cada transmissor precisa ser suportado. Uma prática comum é fixar os transmissores em um tubo de 2" (50mm) com braçadeiras de montagem.



**Figure 30. Técnica de Montagem dos Transmissores Duplos de DP**

### 4.30 Reinicialização dos Transmissores de Pressão DP Depois da Instalação para Aplicações de Fluxo de Vapor D'Água

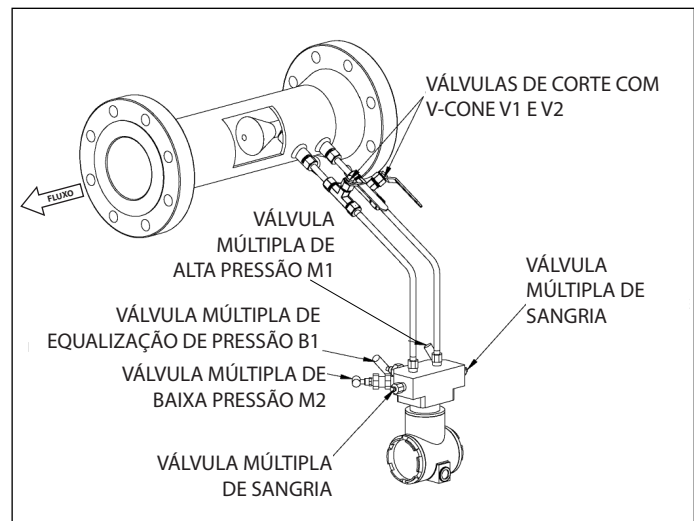
1. Feche as válvulas de fechamento de V-Cone (V1 e V2) de baixa e alta pressão.
2. Remova os plugues de ventilação P1 e P2.
3. Preencha as linhas de impulso derramando água limpa/ solução de glicol em P1 e P2.
4. Com as linhas de impulso preenchidas, ajuste o transmissor para leitura zero.
5. Ajuste a DP do transmissor para zero.
6. Recoloque e aperte os plugues de ventilação P1 e P2 e lentamente abra a as válvulas de bloqueio V1 e V2 (alta e baixa) do V-Cone.
7. Espere até que o excesso de líquido de impulso seja drenado para o V-Cone e até que o sistema se estabilize. Isso pode levar alguns minutos. Verifique se não há vazamentos nos componentes das linhas de impulso e nas conexões.



**Figure 31. Calibração do Transmissor para Aplicação de Vapor**

### 4.31 Reinicialização dos Transmissores de Pressão DP Depois da Instalação de Aplicações de Líquidos à Temperatura Ambiente

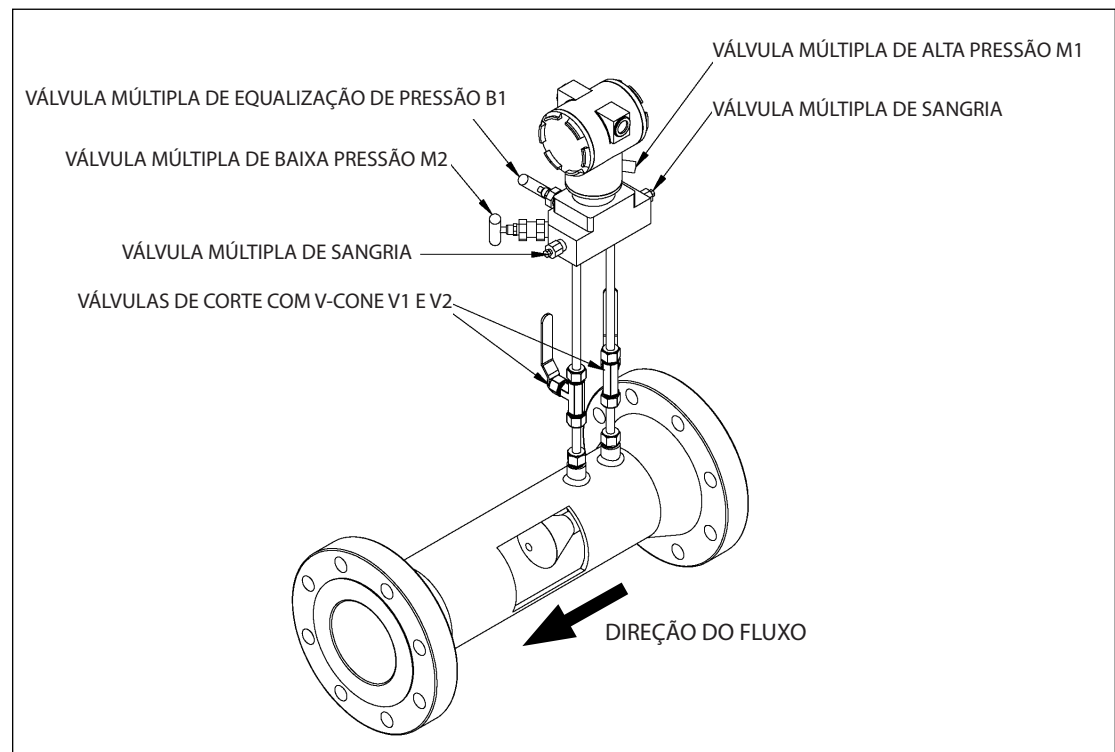
1. Para remover qualquer ar das linhas, abra as válvulas de sangria do manifold até que haja um fluxo de líquido contínuo sem ar. Depois, feche as válvulas de sangria.
2. Feche as válvulas M1 e M2 do manifold.
3. Abra a válvula de equalização B1 do manifold.
4. Zere o transmissor de DP.
5. Feche a válvula de equalização B1 do manifold. e abra as válvulas M1 e M2 do manifold.



**Figure 32. Calibração do Transmissor para Aplicação em Líquido**

### 4.32 Reinicialização dos Transmissores de Pressão DP Depois da Instalação para Aplicações de Gás

1. Para remover qualquer líquido nas linhas, abra as válvulas múltiplas de sangria até que haja um fluxo de gás contínuo sem líquido. Depois, feche as válvulas de sangria.
  2. Feche as múltiplas válvulas M1 e M2.
  3. Abra a válvula múltipla de equalização B1.
  4. Reinicialize o transmissor de DP.
  5. Feche a válvula múltipla de equalização B1 e abra as válvulas múltiplas M1 e M2.
- O sistema agora está operacional com os transmissores de DP reinicializados para a pressão de linha.



**Figure 33. Calibração do Transmissor para Aplicação em Gás**

### 4.33 Zeroing Low Range Transmitters

When zeroing low range transmitters (example 25"), you may need to zero more than the transmitter will allow. Some transmitters will not let you zero more than 10% of full scale. With vertical steam meters you may have to zero 8" to 15". If you can't zero, you must re-range your transmitter. Example: The required span is 0 to 17". With the cold legs full and open to atmosphere, your transmitters shows a negative DP (-10").

- Span the transmitter with 4 mA equal to the value above (-10").
- Span the transmitter with 20mA equal to the original span 17" less the negative offset (example:  $17" - 10 = +7"$ )
- This will give you a 4 to 20mA signal equal to 0 to 17".

#### 4.34 Medição de Pressão Diferencial

Com a tecnologia atual, a pressão diferencial é normalmente medida com um transmissor de pressão diferencial. Esses transmissores podem registrar a pressão diferencial de forma simples e fornecer um sinal 4-20mA para um computador de fluxo ou sistema DCS.

A McCrometer não tem nenhuma preferência em relação ao fabricante do transdutor de pressão diferencial. Contudo, a McCrometer trabalhou com fornecedores de transdutores que produzem dispositivos inteligentes que precisam de algoritmos de V-Cone para gerar uma taxa de vazão ao invés de uma saída de pressão diferencial. Esse tipo de cooperação aconteceu com a Foxboro e a Rosemount.

**Nota: É absolutamente essencial que o transdutor de DP abranja o medidor de V-Cone específico. Cada medidor produzirá uma variação de pressão diferencial e o transdutor deve cobrir essa variação. P. ex, um V-Cone com fluxomáximo, produzindo 230 polegadas de coluna d'água, usaria um transdutor de DP de 250 ou 300 polegadas e seria o suficiente para 230 polegadas. O transdutor de DP também deve ser selecionado no que diz respeito à pressão e temperatura de funcionamento da aplicação de medição. Também é necessário que o transdutor de DP abranja, de forma precisa, as variações mais baixas de DP produzidas. Transdutores de DP são notoriamente imprecisos em relação aos limites inferiores da variação. Para variações de fluxos acima de 10:1, recomenda-se transmissores cumulativos. Transmissores cumulativos são um sistema com dois transmissores em que um transmissor mede as DPs baixas e o outro, as DPs altas.**

#### 4.35 Medição de Pressão e Temperatura

No cálculo de medição de fluxo para todos os dispositivos de DP, é necessário incluir a temperatura e a pressão medidas à montante do medidor. Para medição precisa de temperatura para placas de orifício (que são muito suscetíveis aos distúrbios de entrada de itens como poços termométricos), tem sido necessária a instalação do poço termométrico à jusante e a realização de correções nas condições de entrada. No caso dos medidores de V-Cone, que são sempre calibrados e sofrem influência muito pequena de distúrbios de entrada, o poço termométrico pode ser localizado à montante do cone e o medidor pode ser calibrado com o poço termométrico na posição. Nem todos os usuários medem a temperatura por meio de um poço termométrico e para condições de temperatura estáveis, há uma tendência crescente de instalar um par termoelétrico ou medidor de temperatura no exterior da tubulação de montante e isolar essa entrada.

# 5.0

## Dimensões

### 5.1 Dimensões Face a Face

Consulte as planilhas de configuração de V-Cone para obter dados técnicos mais completos.

Tamanho	Chanfrado Rosqueado Plano		ANSI 150.300 Sobreposto JIS 10K DIN 2576 ANSI 125		Sobreposto ANSI 600-900		Pesçoço soldável ANSI 150		Pesçoço soldável ANSI 300		Pesçoço soldável ANSI 600	
	polegada	polegada	mm	polegada	mm	polegada	mm	polegada	mm	polegada	mm	polegada
½	7.75	197	8	203	8	203	11.38	289.1	11.75	298.5	12.25	311.2
¾	7.75	197	8	203	8	203	11.75	298.5	12.13	308.1	12.63	320.8
1	7.75	197	8	203	8	203	12.00	304.8	12.50	317.5	13.00	330.2
1½	9.75	248	10	254	12	305	14.38	365.3	14.88	378.0	15.50	393.7
2	11.63	295	12	305	14	356	16.38	416.1	16.88	428.8	17.63	447.8
2½	11.50	292	12	305	14	356	16.75	425.5	17.25	438.2	18.00	457.2
3	13.50	343	14	356	16	406	18.75	476.3	19.50	495.3	20.25	514.4
4	15.50	394	16	406	18	457	21.25	539.8	22.00	558.8	23.75	603.3
5	21.50	546	22	559	26	660						
6	21.50	546	22	559	26	660	28.25	717.6	29.00	736.6	31.00	787.4
8	25.25	641	26	660	30	762	33.00	838.2	33.75	857.3	36.00	914.4
10	27.25	692	28	711	34	864	35.00	889.0	36.25	920.8	39.50	1003
12	29.25	743	30	762	36	914	38.00	965.2	39.25	997.0	41.75	1060
14	29	737	30	762	34	864	38.75	984.3	40.00	1016	42.25	1073
16	29	737	30	762	34	864	38.75	984.3	40.25	1022	43.25	1099
18	31	787	32	813	36	914	41.75	1061	43.25	1099	45.75	1162
20	35	889	36	914	40	1016	46.13	1171	47.50	1207	50.25	1276
24	47	1194	48	1219	54	1372	58.75	1492	60.00	1524	63.25	1607
30	59	1500	60	1524								
36	59	1500	60	1524								
48	71	1803	72	1829								
60	71	1803	72	1829								

Size	Weld Neck ANSI 900		Wafer ANSI		Wafer DIN, JIS	
	inch	mm	inch	mm	inch	mm
½	12.88	327.2	2.25	57.2	2.36	60
¾	13.63	346.2	2.25	57.2	2.36	60
1	13.88	352.6	2.25	57.2	2.36	60
1½	16.50	419.1	3	76.2	3.15	80
2	19.88	505.0	3.38	85.9	3.35	85
2½	20.00	508.0	4	101.6	3.94	100
3	21.75	552.5	4.75	120.7	4.72	120
4	24.75	628.7	6	152.4	5.91	150
6	32.75	831.9	9.5	241.3	9.45	240
8	38.25	971.6				
10	42.00	1067				
12	45.25	1149				
14	46.00	1168				
16	46.25	1175				
18	49.25	1251				
20	54.75	1391				
24	70.25	1784				

# 6.0

## Opções de Modelo

### 6.1 Wafer-Cone® Padrão do Modelo

Exemplos:

Modelo	Descrição
VH01-A1SN3	Wafer-Cone tamanho de linha 1", S316, Tipo ANSI, Canais 1/8" NPT, Face dentada
VH01-A2SN3	Wafer-Cone tamanho de linha 25 mm, S316, Tipo DIN 2633, Canais 1/8" NPT, Face dentada

Tamanho			Materiais		Tipo de Corpo		Furo		Canais		Tipo de Face	
<b>VH</b>	<b>01</b>	1"	<b>A</b>	<b>S316L</b>	<b>1</b>	ANSI CL 150 a 2500	<b>S</b>	<b>Padrão</b>	<b>N</b>	<b>NPT</b>	<b>1</b>	O-Ring
	<b>0C</b>	1½"	<b>X</b>	Outros Mat. †	<b>2</b>	DIN 2633	<b>X</b>	Outro	<b>J</b>	RC	<b>2</b>	O-Ring
	<b>02</b>	2"			<b>3</b>	DIN 2635			<b>X</b>	Outro	<b>3</b>	<b>Dentada</b>
	<b>0D</b>	2½"			<b>4</b>	JIS 10K					<b>X</b>	Outro
	<b>03</b>	3"			<b>X</b>	Outro tipo						
	<b>04</b>	4"										
	<b>05</b>	5"										
	<b>06</b>	6"										

NOTAS:

- Itens em negrito na tabela acima são de construção padrão.
- Combinações de dois materiais diferentes também podem ser especificadas.

### 6.2 Padrão de Modelo de V-Cone de Tubo de Precisão

Exemplos:

Modelo	Descrição
VS06QE04N	V-Cone 6" S304 S40 W/ ANSI CL 300 Flanges
VB24SD00N	V-Cone 24" Aço carbono revestido com extremidades chanfradas

Materiais continuados na próxima página.

Tipo de Flange		Tamanho de Linha		Materiais		Programa	
Código	Descrição	Código	Desc.	Código	Descrição	Código	Desc.
VS	(Encaixado)	0A	0.5"	U	(Tubo e flange CS, S304/L Cone, suportes & Acopl, prep. final deve ser especific.)	D	Std
VW	(RF WN)	0B	0.75"	W	(Tubo, flange e Acopl CS, S304/L Cone, suportes, prep. final deve ser especific.)	E	S40
VR	(ANSI RTJ WN)	01	1"	F	(Tubo, flange e Acopl CS, S316/L Cone, suportes, prep. final deve ser especific.)	F	S80
VB	(Chanfrado)	0C	1.5"	G	(Tubo, flange e Acopl LTCS, S316/L Cone, suportes, prep. final deve ser especific.)	J	S100
VT	(NPT)	02	2"	S	(Tubo, flange e Acopl CS, S304/L Cone, suportes, Revestimento de epóxi azul)	K	S120
VP	(Extremidade plana)	0D	2.5"	Q	(Tudo S304/L)	L	S140
VC	(DIN SO)	03	3"	A	(Tudo S316/L)	G	S160
VD	(DIN WN)	04	4"	Y	(Tudo S304H)	H	XXS
VJ	(JIS SO)	05	5"	Z	(Tudo S316H)	P	XS
VN	(JIS WN)	06	6"	N	(S304 Corpo, cone, suportes e conexões, flanges CS pintados de HT prata)	Q	S60
VG	(Hub)	08	8"	D	(Duplex S31803)	R	S30
		10	10"	J	(Super Duplex S32760)		
		12	12"	H	(Todo de Hast C276)		
		Até 120"		k	(Corpo CS Cone e Suportes C276)		
				C	(P11 Cromo-Molib S316/L Cone e Suportes)		
				P	(P22 Cromo-Molib S316/L Cone e Suportes)		
				O	(Corpo X52/F52, S316/L Cone e Suportes)		
				R	(Corpo X60/F60, S316/L Cone e Suportes)		
				M	(Todo de Monel 400)		
				I	(Todo de Inconel 625)		
				T	(Todo de Titânio)		

**6.2 Padrão de Modelo de V-Cone de Tubo de Precisão (continuação)**

Flange & Class	
Código	Descrição
00	VP Terminações Suaves
01	VB Terminações Biseladas
02	VT Terminações Roscadas
03	VS SO ANSI CL 150 RF
04	VS SO ANSI CL 300 RF
05	VS SO ANSI CL 600 RF
06	VS SO ANSI CL 900 RF
07	VS SO ANSI CL 1500 RF
13	VC SO DIN 2576 PN10 FF
14	VW WN ANSI CL 150 RF
15	VW WN ANSI CL 300 RF
16	VW WN ANSI CL 600 RF
17	VW WN ANSI CL 900 RF
18	VW WN ANSI CL 1500 RF
19	VR WN ANSI CL 150 RTJ
20	VR WN ANSI CL 300 RTJ
21	VR WN ANSI CL 600 RTJ
22	VR WN ANSI CL 900 RTJ
23	VR WN ANSI CL 1500 RTJ
24	VD WN DIN 2633 PN16 RF
25	VD WN DIN 2635 PN40 RF
26	VJ SO JIS 10K
27	VJ SO JIS 20K
28	VN WN JIS 16K
29	VN WN JIS 20K
32	VR WN ANSI CL 2500 RTJ
33	VS AWWA SO FF CL B
34	VS AWWA SO FF CL D
35	VS AWWA SO FF CL E
36	VS AWWA SO FF CL F
37	VD WN DIN 2637 PN100 RF
39	tipo de hub VG
40	SO ANSI CL 150 FF
44	Extremidades ranhuradas Victaulic VP
45	VW WN B16.47 A 150# RF (MSS SP-44 150#)
46	VW WN B16.47 B 150# RF (API-605 150#)
48	SO DIN 2666 PN25 FF
49	VW WN ANSI CL 2500 RF
50	VW WN B16.47 A 300# RF (MSS SP-44 300#)
51	VW WN B16.47 B 300# RF (API-605 300#)
52	VR WN API 6A 10000# 6BX RTJ
53	VR WN API 6A 5000# 6BX RTJ

Conexões de Processo (Opções Padrão)	
Código	Descrição
N	1/2" 3000# NPT Acopl
S	1/2" 3000# Soc Acopl
F	Futebol Flanges
J	1/2" RC 3000#
J2	1/2" 15A 3000#
J3	1/4" RC 3000#
v	Válvula de isolamento 1/2" NPT Saída 800#

OU

Conexões de Processo (Opções Não Padronizadas)			
Tipo Flangeado (em linha)			
Selecione Um Código De Cada Coluna			
Código	Tipo de conexão	Código	Classificação
A	1/2" Flg. Tomada	A	ANSI 150# RF S80 Bore
B	3/4" Flg. Tomada	B	ANSI 300# RF S80
1	1" Flg. Tomada	C	ANSI 600# RF S160
C	1,5" Flg. Tomada	D	ANSI 900# RF S160
2	2" Flg. Tomada	E	ANSI 1500# RF XXS
		F	ANSI 2500# RF XXS
		G	ANSI 600# RTJ S160
		H	ANSI 900# RTJ S160
		I	ANSI 1500# RTJ XXS
		J	ANSI 2500# RTJ XXS

OU

Conexões de Processo (Opções Não Padronizadas)			
Tipo de Acoplamento/Colar (em linha)			
Selecione Um Código De Cada Coluna			
Código	Tipo de conexão	Código	Classificação
N	NPT Acopl/colar	2	1/4" Acopl 3000#
S	Soc Acopl/colar	3	1/2" Acopl 6000#
		4	3/4" Acopl 3000#
		5	1" Acopl 3000#
		6	1/2" colar 3000
		7	1/2" colar 6000#
		8	1/4" Acopl 6000#
		9	3/4" Acopl 6000#
		Z	3/4" colar 6000#
		Y	3/4" colar 3000#

**6.3 Modelos Especiais de V-Cone**

Série {tamanho} – {número fixado serialmente, começando com 01}

Exemplos:

VW06-02

VS12-05

**6.4 Materiais de V-Cone**

‡ Entres os materiais de produção podem estar inclusos:

S304 / S304L	MONEL K400/K500
S316 / S316L	S321H
HASTELLOY C-276	INCONEL 625
DUPLEX 2205	
CHROMEMOLY P22/P11	
AÇOS CARBONO A350, A333, API5L, A106B, A53B	

Combinações de dois materiais diferentes também podem ser especificadas.

# 7.0 Manutenção

## 7.1 Manutenção Periódica

Se o medidor for instalado corretamente, não serão necessárias manutenção periódica ou nova calibração. Em condições de processo extremas, inspecione periodicamente o V-Cone em busca de danos físicos significantes. Calibre e mantenha a instrumentação secundária e terciária de acordo com as instruções do fabricante.

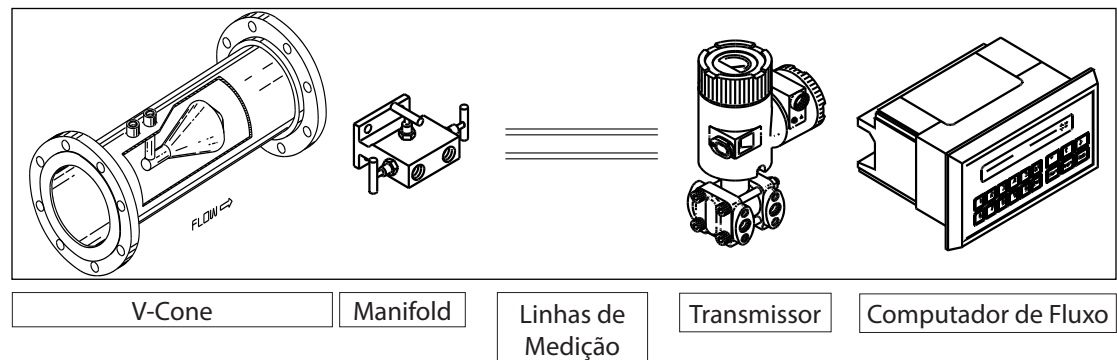
# 8.0 Solução de Problemas

## 8.1 Solução de Problemas de um Sistema de V-Cone No Local

Esse guia procura ajuda você a resolver problemas relacionados ao sistema de V-Cone. Enquanto você avança, tenha em mente alguns pontos:

1. A maioria dos V-Cones são dispositivos calibrados. Já há fluxo passando pelo medidor. É possível detectar durante a calibração, se falta um cone ou se há vazamento dentro do medidor.
2. Um medidor de fluxo exige um sistema. Não assuma que existe um problema com o elemento primário só porque se trata de um *sistema de V-Cone*. A maior parte dos problemas ocorre no transmissor de DP ou no computador de fluxo.
3. Esse guia tem como base um sistema simples composto por medidor, manifold, transmissor de DP e computador de fluxo. Os sistemas podem ser muito mais complexos com transmissores de temperatura e pressão, bem como com sistemas de controle digital de escala completa. Não limite sua avaliação somente a estas sugestões.
4. Se você detectar um problema ou solução que não foi listado nesse guia, entre em contato com um Engenheiro de aplicação de V-Cone da McCrometer: 1-951-652-6811.

Esse guia separa o sistema de medição de fluxo em áreas. Essas áreas são identificadas com rótulos no diagrama abaixo:



**Figure 34. Áreas do sistema**

Durante o processo de solução de problemas, faça uma avaliação preliminar dos sintomas do problema e consulte a seguinte tabela:

SINTOMA	ÁREA	POSSÍVEL PROBLEMA / SOLUÇÃO
Nenhum sinal (0 mA)	Transmissor	Não há energia para o transmissor.
	Transmissor	Os cabos do transmissor não estão ligados corretamente. Realiza a verificação de continuidade dos cabos.
Sinal negativo (< 0 mA)	Transmissor	Os cabos do transmissor estão invertidos.

SINTOMA	ÁREA	POSSÍVEL PROBLEMA / SOLUÇÃO
Sinal baixo (<4 mA)	V-Cone	V-Cone instalado invertido, com as linhas do medidor afixadas como marcado. Nesse caso, a tomada de alta pressão deveria detectar uma pressão mais baixa do que a tomada de baixa pressão. Esse DP negativa determinaria o sinal abaixo de 4mA.
	Linhas de medição	Linhas de medição invertidas. O transmissor capta mais pressão no lado inferior do que no lado superior. Confira as marcas "H" e "L" no V-Cone e no transmissor.
	Transmissor	O transmissor não está funcionando corretamente. Alguns transmissores enviarão um sinal de mA específico em caso de mau funcionamento. Esse sinal pode ser definido com valores baixos, como 3,8 mA, ou valores altos, como 20,1 mA.
Sinal zero (4 mA)	V-Cone	O medidor foi danificado. Remova o medidor e inspecione-o visualmente.
	V-Cone	Não há fluxo na tubulação. Confira a localização de outros sistemas para verificar se há fluxo passando pelo medidor. Poderia haver pressão no medidor, mas ainda assim não haveria fluxo.
Sinal zero (4 mA)	Manifold	As linhas de medição / manifold estão fechadas ou bloqueadas. Certifique-se de as válvulas e linhas estão abertas. Abra as válvulas de vazão do transmissor para verificar a pressão nas linhas de medição se o fluido permitir fazer isso com segurança.
	Transmissor	O transmissor está no modo de verificação. Alguns transmissores permitem verificações do sistema, forçando o sinal para 4 ou 20 mA. Force a vazão no lado inferior do transmissor para garantir que o sinal corresponde às mudanças de pressão.
Sinal errado – alto ou baixo	V-Cone	Condições de processo não correspondem às condições reais. Entre em contato com a McCrometer ou com seu representante de vendas para fazer novos cálculos usando as condições de processo corretas.
	V-Cone	Medidor errado. Verifique os números de série nos medidores para garantir as especificações corretas. Algumas vezes, dois medidores estão trocados. Lembre-se de que cada V-Cone tem um coeficiente de fluxo único.
	Linhas de medição	Material estranho aprisionado nas linhas de medição. Sujeira e sedimentos podem assentar nas linhas de medição. Force a vazão das linhas de medição e procure por jatos de sólidos, gases ou líquidos, (qualquer coisa que <u>não</u> deveria estar ali), se o fluido permitir fazer isso com segurança. Se o fluido não for seguro, abra a válvula manifold central com alto DP por alguns minutos. Feche a válvula e compare o nível de sinal com o anterior. Em uma aplicação horizontal de líquido, instale o medidor com tomadas nas laterais do tubo (na posição de 3 ou 9 horas). Em uma aplicação horizontal de gás, a instalação deve ser nas laterais do tubo (posição de 12, 3 ou 9 horas).
	Computador de fluxo	Os cálculos de fluxo estão errados. Use um calibrador de loop e aplique 4, 12 ou 20 mA no computador / sistema. Cada um desses pontos deve corresponder às informações de tamanho do V-Cone.
	Computador de fluxo	O sinal de mA não é lido corretamente. Aplique uma corrente conhecida ao loop e leia o sinal bruto no computador. A maioria dos computadores permite que o usuário veja o sinal de mA diretamente.

SINTOMA	ÁREA	POSSÍVEL PROBLEMA / SOLUÇÃO
O sinal está muito alto	V-Cone	O V-Cone está instalado à montante. Procure uma seta de direção de fluxo no corpo do medidor, próximo às tomadas de pressão. Se não houver uma seta visível e o medidor for maior do que 2 polegadas, é possível determinar a direção do fluxo pela localização das tomadas de pressão. As tomadas de pressão estarão perto do lado de entrada. Em medidores com menos de 2 polegadas, será preciso remover as linhas de medição. Verifique a base de ambas as tomadas de pressão. Uma tomada será lisa na base, e a outra, na maior parte dos casos, de material com pescoço. A tomada lisa está no lado de entrada. Em um medidor que mede o fluxo à montante, o sinal de DP será aproximadamente 30% maior.
	V-Cone	O fluxo está indo na direção oposta da esperada. Algumas vezes, a suposição de uma direção do fluxo pode estar errada. Confronte com a leitura de outros sistemas. Em um medidor que mede o fluxo à montante, o sinal de DP será aproximadamente 30% maior.
	V-Cone	Tubulação parcialmente cheia (apenas para líquidos). Uma tubulação parcialmente cheia pode fazer com que o medidor leia um sinal muito alto. Isso pode acontecer até mesmo em sistemas pressurizados. <ul style="list-style-type: none"> <li>Em tubulações horizontais: Abra a tomada de pressão na parte superior do tubo se o fluido permitir fazer isso com segurança. A liberação de ar indicará tubulação parcialmente cheia.</li> <li>Em tubulações verticais: Fluxo vertical garante uma tubulação cheia. O fluxo descendente dificulta o diagnóstico de uma tubulação cheia.</li> </ul>
	V-Cone	Objeto estranho alojado no medidor. Isto aumentará a restrição do medidor e elevará do DP. Remova o medidor e inspecione-o visualmente.
O sinal está muito alto	Linhas de medição	Vazamento na linha de medição de baixa pressão. Realize uma verificação de vazamentos desde o medidor até o transmissor.
	Transmissor	Vazamento na válvula de vazão de baixa pressão. Realize uma verificação de vazamento na válvula.
	Transmissor	O ponto zero teve desvio positivo. Isso causará erros mais evidentes nas variações mais baixa do transmissor. Faça a verificação, fechando as válvulas de admissão laterais e abrindo as válvulas centrais. O leitor deve indicar zero (4mA). Calibre novamente, se necessário.
	Transmissor	O span do DP definido é muito baixo. Use um calibrador de pressão ou comunicador portátil para verificar o ponto do span.
	Transmissor / Computador de fluxo	O transmissor e o computador de fluxo são definidos para capturar a raiz quadrada do sinal. O sinal correto será de 20 mA. Esse erro positivo aumentará dramaticamente à medida que o sinal diminui, se afastando de 20 mA. Use um calibrador de loop para verificar o ponto de 12 mA.
	Computador de fluxo	Fluxo mínimo definido como 4 mA. Nossos cálculos assumem que 4 mA serão equivalentes a fluxo zero. Algumas vezes, o fluxo mínimo é definido como igual a 4 mA na página de dimensionamento. Esse erro será zero no fluxo máximo e aumentará à medida que o fluxo diminui. A quantidade de erros dependerá do ajuste zero.

SINTOMA	ÁREA	POSSÍVEL PROBLEMA / SOLUÇÃO
Sinal muito baixo	Manifold	O manifold está com vazão cruzada. A válvula central deve ser fechada. Para testar, feche as duas válvulas laterais e observe o sinal do transmissor. Se o sinal for zero (4 mA), a válvula central não está fechada completamente.
	Linhas de medição	Vazamento na linha de medição de alta pressão. Realize uma verificação de vazamentos desde o medidor até o transmissor.
	Transmissor	Vazamento na válvula de vazão de alta pressão. Realize uma verificação de vazamento na válvula.
	Transmissor	O ponto zero teve desvio negativo. Isso causará erros mais evidentes nas variações mais baixas do transmissor. Faça a verificação, fechando as válvulas manifolds laterais e abrindo as válvulas centrais. O leitor deve indicar zero (4mA). Calibre novamente, se necessário.
	Transmissor	O span do DP definido é muito alto. Use um calibrador de pressão ou comunicador portátil para verificar o ponto de span.
	Transmissor / Computador de fluxo	O transmissor e o computador de vazão não são definidos para capturar a raiz quadrada do sinal. O sinal correto será de 20 mA. Esse erro negativo aumentará dramaticamente à medida que o sinal diminui, se afastando de 20 mA. Use um calibrador de loop para verificar o ponto de 12 mA.
Sinal instável	V-Cone	Ocorrência de tubulação parcialmente cheia (apenas para líquidos). Intervalos com tubulação parcialmente cheia causarão leituras errôneas. Veja mais detalhes acima.
	Transmissor	A fonte de alimentação não fornece energia suficiente para criar um sinal. Verifique as especificações de alimentação do transmissor.
Tempo de resposta lento	Transmissor	Amortecimento.
Mudanças repentinas nas leituras	V-Cone	Objeto estranho alojado no medidor. Isso aumentará a restrição do medidor e elevará do DP. Remova o medidor e inspecione-o visualmente.
	Linhas de medição	Início de vazamentos.

**Equipamento Recomendado para Resolução de Problema de uma Instalação de V-Cone Local :**

1. Simulador de loop de 4 a 20 mA – altamente recomendado
2. Multímetro digital: com medições VDC, I, e  $\Omega$
3. Calibrador de pressão
4. Comunicador portátil para instrumentos inteligentes
5. Ferramentas manuais: Chave de fenda (+), chave de fenda (-), chave ajustável 12 polegadas, chave ajustável 4 polegadas

Seguem algumas sugestões de fabricantes de equipamentos e de seus produtos. Uma grande variedade de produtos está disponível. Nós não necessariamente aprovamos os produtos ou empresas que seguem. Escolha um produto que seja adequado às suas necessidades e recursos.

[www.fluke.com](http://www.fluke.com)



- 740 Calibradores de Processo com Documentação Série
- 718 Calibrador de Pressão
- 717 Calibrador de Pressão 30G
- 716 Calibrador de Pressão
- 715 Calibrador Volt/mA
- 714 Calibradores de Termopar
- 713 Calibrador de Pressão 30G/100G
- 712 Calibrador RTD
- 787 Process Meter (combinação de multímetro digital e calibrador de loop)
- 705 Calibrador de Loop

# 9.0

## Literatura de V-Cone

### 9.1 Tabelas de configuração de vários modelos de V-Cones

Tabelas de configuração:		Tabelas de configuração:	
VB Chanfrado	24509-29	VC Sobreposto DIN	24509-42
VP Plano (liso)	24509-30	VJ Sobreposto JIS	24509-44
VT Roscado	24509-31	VH Wafer-Cone	24509-51
VS Flange Sobreposto	24509-32,33,34	VR Pescoço soldável RTJ	24509-40,41
VW Pescoço soldável	24509-35,36	VQ Sobreposto RTJ	24509-38
VD Pescoço soldável DIN	24509-47		

### 10.1 Guia de Instalação do V-Cone: Requisitos Mínimos de Trecho Reto da Tubulação à Montante e à Jusante

**Tabela 1: Recomendações de Instalação do McCrometer**

Para Medição de Gás em Valores de Número de Reynolds (Re) Maiores que 200.000, e Para  $\beta$  maior que ou igual a 0,70 acrescente 1D

Varição de Tamanho	Obstrução	Montante	Jusante
Todos os Tamanhos	1 Cotovelo	1D	1D
	2 Cotovelos	1D	1D
	"Ts"	1D	1D
	Válvula Borboleta (válvula de controle)	Nenhuma Posição Preferida	Válvula Jusante 1D
	Válvula Borboleta (válvula de fechamento)	2D	1D
	Válvula Esférica de Porta Completa (fechamento)	1D	1D
	Trocador de Calor (depende do tipo)	1D	0D
	Expansor (0,67D a D) com comprimento maior que 2,5D	2D	1D
	Redutor (3D a D) com comprimento maior que 3,5D	0D	0D

Nota: O medidor e a tubulação adjacente devem ter IDs iguais.

**Tabela 2: Recomendações de Instalação do McCrometer**

Para Medição de Líquidos e Gases em Valores de Número de Reynolds (Re) Menores ou Iguais a 200.000, e Para  $\beta$  maior que ou igual a 0,70 acrescente 1D

Varição de Tamanho	Obstrução	Montante	Jusante
Todos os Tamanhos	1 Cotovelo	0D	0D
	2 Cotovelos	0D	0D
	"Ts"	0D	0D
	Válvula Borboleta (válvula de controle)	Nenhuma Posição Preferida	Válvula Jusante 1D
	Válvula Borboleta (válvula de fechamento)	2D	0D
	Válvula Esférica de Porta Completa (fechamento)	0D	0D
	Trocador de Calor (depende do tipo)	0D	0D
	Expansor (0,67D a D) com comprimento maior que 2,5D	2D	1D
	Redutor (3D a D) com comprimento maior que 3,5D	0D	0D

Nota: O medidor e a tubulação adjacente devem ter IDs iguais.

**Tabela 3: Recomendações de Instalação ISO, como mostrado na ISO 5167, Parte 5**

<b>Perturbação</b>	<b>Beta</b>	<b>Upstream (Medido da porta HP, Chave 2)</b>	<b>A jusante (medida a partir da chave 3 da borda beta)</b>
<b>Curvatura simples, 6.2.2</b>	$0.45 \leq \beta \leq 0.65$	<b>3D</b>	<b>2D</b>
	$0.65 \leq \beta \leq 0.75$	<b>6D</b>	<b>2D</b>
<b>2 curvas para fora do avião, 6.2.3</b>	$0.45 \leq \beta \leq 0.65$	<b>3D</b>	<b>2D</b>
	$0.65 \leq \beta \leq 0.75$	<b>6D</b>	<b>2D</b>
<b>Expansor concêntrico 0.75D a D, 6.2.4</b>	<b>Todos</b>	<b>3D</b>	<b>2D</b>
<b>Válvulas parcialmente fechadas, 6.2.5</b>	<b>Todos</b>	<b>10D</b>	<b>2D</b>
<b>Válvulas totalmente abertas, 6.2.5</b>	<b>Todos</b>	<b>0D</b>	<b>2D</b>

Nota: A medição a montante é tomada a partir da torneira de alta pressão, e não da flange a montante. A medição a jusante é tomada a partir do cone borda beta, não a flange downstream.

## **GARANTIA DO FABRICANTE**

Essa garantia é aplicável e se limita a clientes que compraram qualquer produto original da McCrometer. Medidores ou instrumentos com defeitos causados por material ou manufatura defeituosos serão reparados ou substituídos, à escolha da McCrometer, Inc., sem custo adicional, sendo a fábrica de Hemet, Califórnia, responsável pelos gastos de envio, dentro do período de um (1) ano a partir da data de entrega.

Reparos ou modificações feitos por terceiros, que não a McCrometer ou representantes autorizados, tornarão essa Garantia inválida e nula no caso de um exame da fábrica revelar que tal reparo ou modificação causou prejuízo ao medidor ou a instrumentos. Quaisquer desvios em relação à calibração de fábrica devem ser notificados por escrito à McCrometer, Inc., ou essa garantia se tornará inválida.

Em caso de reclamação sob essa Garantia, o solicitante é instruído a entrar em contato com a McCrometer, Inc. 3255 West Stetson Ave., Hemet, Califórnia 92545, e a fornecer a identificação e descrição do medidor ou instrumento, data de entrega e a natureza do problema.

A Garantia fornecida acima é uma garantia da McCrometer que diz respeito apenas a seus produtos ou a partes deles e substitui qualquer outra garantia concernente a distribuição, práticas de comercialização ou de outra forma, expressa ou implícita, incluindo, mas não se limitando a, qualquer garantia de adequação para propósitos particulares ou de possibilidade de comercialização sob o código comercial uniforme. Concorde-se que essa garantia é uma substituição e o comprador abre mão de todas as outras garantias e obrigações resultantes de leis ou outras fontes. O vendedor não deve se sujeitar a nenhuma outra obrigação ou responsabilidade ou ser responsável pelo comprador ou qualquer cliente do comprador, por lucros antecipados ou perdidos, danos consequentes ou incidentais, ou quaisquer outras perdas ou gastos causadas pela compra, instalação, reparo, uso ou uso incorreto pelo comprador ou por terceiros de seus produtos (incluindo qualquer peça reparada ou substituída); e o vendedor não autoriza qualquer pessoa a assumir, no lugar do vendedor, qualquer outra responsabilidade relacionada aos produtos ou suas partes. Essa Garantia não pode ser estendida, alterada ou mudada, exceto por uma instrução escrita, assinada pelo vendedor e pelo comprador.

Essa Garantia lhe dá direitos legais e também é possível ter outros direitos, que variam de um país para outro.

A McCrometer, Inc., reserva o direito de fazer melhorias ou reparos em componentes do produto que não estão dentro do período de garantia, à escolha e à despesa do fabricante, sem a obrigação de renovar a garantia expirada dos componentes ou de toda a unidade. Devido ao rápido avanço da tecnologia do design de medidores, a McCrometer, Inc., reserva o direito de fazer alterações no design e no material sem aviso prévio à comercialização.

Todas as vendas e todos os acordos relacionados à venda devem ser avaliados no local de negócio do fabricante em Hemet, Califórnia, e qualquer disputa resultante de qualquer venda ou acordo deve ser interpretada de acordo com as leis do estado da Califórnia.

## OTROS PRODUCTOS McCROMETER INCLUEM:

 Propeller Meter

Medidores de Fluxo  
de Hélice



Fluxômetros de Pressão  
Diferencial



Medidores de Fluxo  
Magnéticos



Sistemas de  
Monitoramento em Fio