

MEDIDOR DE VAZÃO TIPO TURBINA

INTRODUÇÃO

O medidor de vazão tipo turbina possui hoje uma tecnologia consagrada nas diversas aplicações para medição de vazão para líquidos e gases, principalmente onde são requeridos precisão, confiabilidade e robustez, como também a melhor relação custo-benefício.

As características principais são:

- utilização em processos industriais, laboratórios, contabilização e transferência de custódia.
- exatidão melhor do que 0,5% para líquidos e 1% para gases.
- vazões de 0,08 a 2.800 m³/h para líquidos e de 0,5 a 20.000 m³/h para gases.
- conexões para processo tipo flangeadas, rosqueadas ou sanitárias.
- tempo de resposta baixo, ideal para processos de bateladas.

PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO

O medidor de vazão tipo turbina consiste basicamente de um rotor, montado entre buchas em um eixo, que gira a uma velocidade proporcional à velocidade do fluido dentro do corpo do medidor.

Um sensor eletromagnético (pick-up) detecta a velocidade de giro do rotor gerando um trem de pulsos que serão transmitidos para um indicador eletrônico que fornecerá uma leitura em vazão instantânea e totalização nas unidades de engenharia ou transmitindo um sinal analógico de 4 a 20 mA.

APLICAÇÕES TÍPICAS

- Venda, contabilização ou apropriação de matéria-prima ou produto final. Transferência de custódia.
- Bateladas em processos industriais.
- Processos de mistura de líquidos ou gases.
- Automatização em processos e envazamento.
- Medição de consumo de combustíveis líquidos ou gasosos.

ÁREA DE APLICAÇÃO

O medidor de vazão tipo turbina é bastante versátil. Hoje, ele é aplicado em medição de consumo de combustíveis em foguetes, nas indústrias químicas, petroquímicas, farmacêuticas, refinarias, papelarias, saneamento básico, tratamento e distribuição de água, alimentícia, geradoras de energia elétrica, distribuidoras de combustíveis, postos de abastecimentos de gás veicular, etc.



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Tipo de Produto

Linearidade
Repetitividade
Diâmetro nominal
Sinal de saída:
Conexão com o processo
Temperatura de operação
Pressão de operação
Materiais

Líquidos

melhor do que $\pm 0,5\%$ FE
 $\pm 0,05\%$
de 1/4" a 12"
pulso ou 4 a 20 mA (opcional)
flangeada, rosqueada e sanitária
-30° a 200° C, acima sob consulta
até 300 bar, dependendo do modelo
mancais: buchas de carbeto de tungstênio
rolamentos tipo esfera blindados em AI440C
corpo: AISI304, AISI316, PVC, aço carbono, outros
flanges: AISI304, AISI316, PVC, aço carbono, outros
rotor: 17.4 PH, AISI430, níquel
internos: AISI304, AISI316, outros
24 VCC, 50 mA, com pré-amplificador
alumínio fundido, IP 65 ou NEMA 7

Gases

melhor do que $\pm 1\%$ FE
 $\pm 0,1\%$
de 1/4" a 12"
pulso ou 4 a 20 mA (opcional)
flangeada, rosqueada e sanitária
-30° a 200° C, acima sob consulta
até 300 bar, dependendo do modelo
mancais: rolamentos tipo esfera blindados em AI440C
corpo: AISI304, AISI316, PVC, aço carbono, outros
flanges: AISI304, AISI316, PVC, aço carbono, outros
rotor: 17.4 PH, AISI430, níquel
internos: AISI304, AISI316, outros
24 VCC, 50 mA, com pré-amplificador
alumínio fundido, IP 65 ou NEMA 7

Alimentação
Invólucro

SELEÇÃO DO MANCAL

O mancal é uma escolha importante, quando tratar de gás o mancal tipo rolamento é o indicado. O material de fabricação do rolamento é o aço inox 440C. Para líquidos, a escolha deve ser baseada levando-se em consideração a precisão necessária, a durabilidade, a compatibilidade química e o custo. Para líquidos não lubrificantes o tipo bucha é o mais indicado. O material empregado para fabricação da bucha é normalmente carbeto de tungstênio, que apresenta uma durabilidade e compatibilidade a corrosão excelente para maioria dos produtos. Para líquidos lubrificantes a escolha certa é o tipo rolamento, pois além de serem mais econômicos, são também mais precisos. A vida de um mancal depende da velocidade de trabalho, sendo que a experiência mostra que o tempo de vida é inversamente proporcional ao quadrado da velocidade. Portanto, para prolongar a vida do seu medidor especificar a faixa de trabalho entre 20 a 40% do range nominal do medidor.

SELEÇÃO DO PICK-UP

Existem dois tipos de pick-ups para utilização nos medidores de vazão tipo turbina: o pick-up magnético e o pick-up por portadora modulada ou também conhecido por tipo RF.

Pick-up Magnético

O pick-up magnético é o tipo padrão de fabricação da Incontrol. Existem dois tipos, um para temperatura até 100° C e outro para temperatura até 200° C. A rangeabilidade típica devido ao arraste magnético é de 20:1, um pouco menos para medidores menores, até 1", e um pouco maior para medidores maiores. A impedância típica deste tipo de pick-up é de 250 ohm. Ele gera uma tensão pico a pico em velocidades baixas para medidores menores, maior do que 20mV. Para medidores maiores em velocidades altas podem chegar a vários volts pico a pico.

Pick-up RF

O pick-up tipo RF da Incontrol é uma bobina ativa que trabalha em conjunto com um circuito condicionador montado próximo ao pick-up. O princípio de funcionamento é baseado na modulação de uma frequência alta pelo corte dado pelas pás do rotor do medidor. O papel do condicionador além de gerar essa frequência elevada é também de demodular, filtrar e amplificar o sinal, transmitindo um sinal quadrado apropriado de alto nível. A grande vantagem deste tipo de pick-up é a inexistência de arraste magnético observado no pick-up magnético. Como também o bom funcionamento em frequências bem mais baixas aumentando assim consideravelmente a rangeabilidade, chegando a 100:1.

CIRCUITO CONDICIONADOR DE SINAL

O circuito condicionador para o pick-up magnético é o circuito Pré-Amplificador modelo TVX que é alimentado

com 24 VCC, obtendo saída de pulsos em torno de 19 Vpp para uma carga de 10 kohm. A saída pode ser ajustada convenientemente dependendo do valor desejado.

O circuito condicionador para o pick-up RF é o circuito modelo TRF que também é alimentado com 24 VCC, porém a saída padrão é 5 Vpp para uma carga de 10 kohm. Neste caso também, a saída, sob encomenda, pode ser alterado para um valor desejado.

A Incontrol oferece também, um circuito condicionador que transmite sinal de 4 a 20 mA proporcional a vazão instantânea, ou seja o modelo é o TVXFI, com alimentação de 24 VCC e carga máxima de 500 ohm.

Todos os circuitos condicionadores são montados integralmente ao medidor de vazão.

ÁREAS CLASSIFICADAS

O medidor de vazão tipo turbina fabricado pela Incontrol possui a parte elétrica totalmente isolada mecanicamente do produto a ser medido. Podendo-se dizer que ele é inerentemente seguro, não havendo possibilidade de qualquer vazamento do produto para parte elétrica.

Os circuitos eletrônicos são condicionados em invólucros que atendem às especificações de prova de explosão, quando necessários, e à prova de tempo como padrão.

Para sistemas com segurança intrínseca há a necessidade de instalar barreiras de segurança intrínseca na área não classificada para alimentar e receber os sinais do medidor.

CALIBRAÇÃO

A calibração padrão realizada na Incontrol consta de 6 pontos, normalmente nos pontos: mínima vazão, 10%, 25%, 50%, 75% e 100%. Os fluidos de calibração são água, para tipo líquido e ar para tipo gás. Calibração com óleos também é possível para medidores de diâmetros até 2½", como também para maiores quantidades de pontos, porém com custo adicional.

EFEITO DA VISCOSIDADE NA PRECISÃO

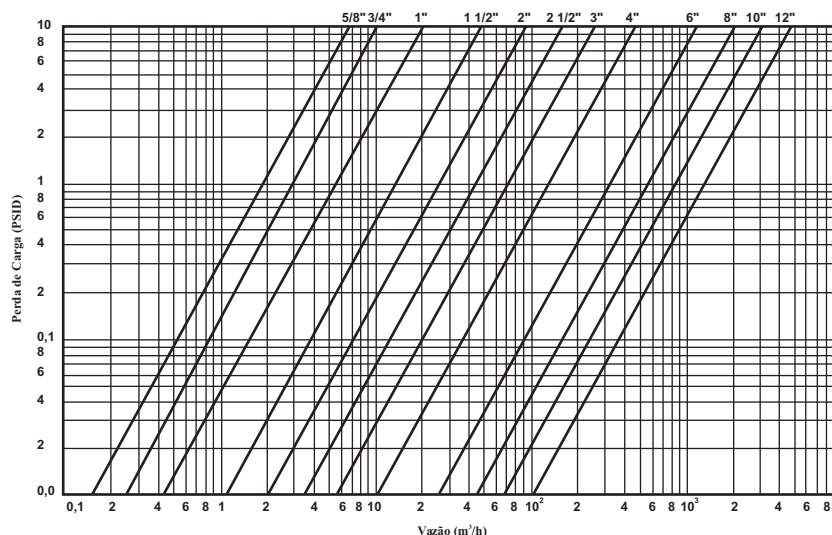
A viscosidade do fluido causa uma não-linearidade nos medidores de vazão tipo turbina. Normalmente, o efeito é maior nas baixas vazões alterando ligeiramente para vazões maiores do que 50%. Porém, o que se observa é que se a viscosidade permanece constante em um líquido, a repetitividade do medidor turbina também permanece. Portanto, em se levantado a curva de vazão para um determinado produto, é perfeitamente possível o ajuste da linearidade, ou seja obter a dependência do fator K com a viscosidade dentro de um range de trabalho e linearizá-lo com a ajuda da eletrônica. O computador universal de vazão, modelo MEV3000, da Incontrol, realiza esta função, tornando o medidor de vazão tipo turbina um dos melhores medidores de vazão para aplicação também em produtos viscosos.

incontrol[®]
intelligent control

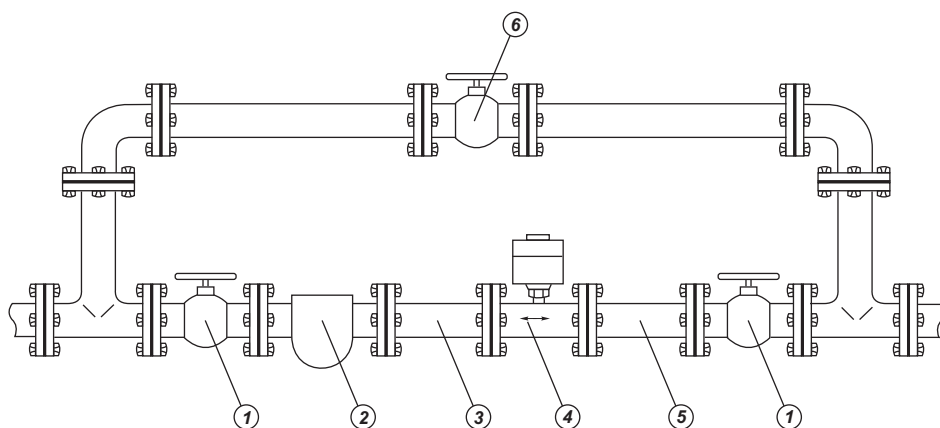
FAIXAS DE VAZÃO PARA LÍQUIDOS

MODELO BÁSICO	DIÂMETRO NOMINAL (polegada)	FAIXA DE MEDIÇÃO	
		(litro/min)	(m ³ /h)
VTL006	1/4"	1,3 a 13,2	0,08 a 0,80
VTL009	3/8"	2,8 a 28,4	0,17 a 1,70
VTL012	1/2"	4,7 a 36	0,28 a 2,16
VTL015	5/8"	6,7 a 60	0,40 a 3,60
VTL019	3/4"	10 a 110	0,60 a 6,60
VTL025	1"	17 a 227	1,00 a 13,6
VTL038	1 1/2"	33 a 492	2,00 a 29,5
VTL050	2"	63 a 852	3,80 a 51,1
VTL063	2 1/2"	95 a 1513	5,70 a 90,8
VTL075	3"	150 a 2460	9,00 a 147
VTL100	4"	282 a 4732	16,9 a 284
VTL150	6"	757 a 10.977	45,4 a 659
VTL200	8"	1.248 a 19.682	74,9 a 1.181
VTL250	10"	2.460 a 30.280	147 a 1.817
VTL300	12"	5.298 a 45.417	318 a 2.725

CURVAS DE PERDA DE CARGA PARA LÍQUIDOS



INSTALAÇÃO TÍPICA DO MEDIDOR DE VAZÃO



- 1 - Válvula de bloqueio
- 2 - Filtro
- 3 - Trecho reto na montante (> 10 DN)
- 4 - Medidor de vazão
- 5 - Trecho reto na jusante (> 5 DN)
- 6 - Válvula bypass

Recomendação de Filtro

Medidor	Mesh
1/4" a 1/2"	100
5/8" a 1"	80
1 1/2" a 3"	40
4" a 12"	20

FAIXAS DE VAZÃO PARA GASES

MODELO BÁSICO	DIÂMETRO NOMINAL (polegada)	FAIXA DE MEDIÇÃO (m ³ /h) real
VTG006	¼"	0,51 a 5,94
VTG009	3/8"	1,02 a 8,49
VTG012	½"	1,70 a 17,0
VTG015	5/8"	2,50 a 25,0
VTG019	¾"	3,40 a 34,0
VTG025	1"	4,20 a 81,5
VTG038	1½"	8,50 a 203,9
VTG050	2"	17,0 a 339,8
VTG063	2½"	25,5 a 849,6
VTG075	3"	34,0 a 1.019
VTG100	4"	51,0 a 1.869
VTG150	6"	85,0 a 5.097
VTG200	8"	170,0 a 8.156
VTG250	10"	254,9 a 12.744
VTG300	12"	340,0 a 20.390

MASSA ESPECÍFICA DOS GASES

GÁS	SÍMBOLO QUÍMICO	MASSA ESPECÍFICA (kg/m ³)
Acetileno	C2H2	1,00665
Ar	mist	1,11802
Amônia	NH3	0,65797
Argônio	Ar	1,53763
Dióxido de carbono	CO2	1,69807
Dióxido de enxofre	SO2	2,56020
Etano	C2H6	1,16174
Gás natural	mist	0,66223
Hélio	He	0,15390
Hidrogênio	H2	0,07762
Metano	CH4	0,62734
Monóxido de carbono	CO	1,07743
Nitrogênio	N2	1,07743
Oxigênio	O2	1,22895

Condições Normais: T=0°C, P=1 atm
mist=mistura de gases

SELEÇÃO DO MEDIDOR DE VAZÃO PARA GÁS

Para selecionar o medidor deve-se observar qual a faixa de vazão de operação do seu processo e escolher o tamanho do medidor cuja faixa nominal de vazão englobe a faixa do seu processo.

O medidor de vazão tipo turbina mede sempre a vazão volumétrica real. A obtenção da vazão volumétrica normal e vazão mássica são obtidas através de cálculos, uma vez conhecidas a temperatura e a pressão de operação. As unidades de engenharia mais comumente empregadas são m³/h, para vazão volumétrica real, e m³/h para vazão volumétrica normalizada.

A Incontrol pode fornecer, juntamente com o medidor de vazão, o computador de vazão série MEV3000, para realizar leituras de vazão instantânea e totalização volumétricas (normalizadas, assim como vazão e totalização mássicas).

Os seguintes dados são necessários para a especificação completa do medidor:

- Faixa de vazão do medidor desejado.
- Faixa de pressão de operação.
- Faixa de temperatura de operação.
- Descrição e dados físicos/químicos do gás.
- Diâmetro da linha.

APLICAÇÃO ONDE A TEMPERATURA E PRESSÃO SÃO CONSTANTES

Devemos calcular as vazões reais mínima e máxima na condição de operação, ou seja:

$$QR_{min} = \frac{T_R}{269,64 \times P_R} \times QN_{min}$$

$$QR_{max} = \frac{T_R}{269,64 \times P_R} \times QN_{max}$$

Onde,

T_R....temperatura real de operação (°C + 273,15) °K.
P_R....pressão real de operação, (bar + 1,013) bar (absoluto).

Q_N....vazão normal (Nm³/h).

Q_R....vazão real (m³/h).

Caso a vazão desejada seja em massa por unidade de tempo, devemos inicialmente calcular a massa específica do gás nas condições de operação, ou seja:

$$\text{Onde, } MER = \frac{269,64 \times P_R}{T_R} \times MEN$$

MER....massa específica real de operação.

MEN....massa específica nas condições normais de temperatura e pressão, (T=0°C, P=1 atm).

A tabela Massa Específica dos Gases acima, mostra a massa específica de alguns gases mais comuns, nas condições normais de temperatura e pressão.

A vazão em massa é dada por:

$$M_R = \frac{269,64 \times P_R}{T_R} \times M_{EN} \times Q_R$$

A unidade de engenharia mais empregada para vazão mássica é kg/h, porém outras unidades estão disponíveis nos indicadores/totalizadores MEV-3000 da Incontrol.

APLICAÇÃO ONDE A TEMPERATURA E PRESSÃO SÃO VARIÁVEIS

Utilizando a equação

$$Q_R = \frac{T_R}{269,64 \times P_R} \times Q_N$$

Determine a vazão real mínima utilizando a vazão normal mínima, temperatura real mínima e pressão real máxima. Determine a vazão real máxima utilizando a vazão normal máxima, temperatura real máxima e pressão real mínima. Entre na tabela **Faixa de Vazão para Gases** para determinar o tamanho do seu medidor de vazão, conforme as vazões mínima e máxima calculadas.

INSTALAÇÃO MECÂNICA

Conexão ao Processo

As conexões do medidor turbina podem ser flangeadas, rosqueadas ou apropriadas para uso sanitário. Entrar na tabela de codificação para a escolha da sua conexão.

Trecho Reto

Para obter uma melhor performance no funcionamento do medidor é importante que se evite turbilhonamento do fluido na tubulação. Os distúrbios são causados normalmente por bombas, válvulas, curvas, tês, sensores instalados na linha, etc. Para tanto, a linha deve manter um trecho reto de no mínimo 10 diâmetros nominais na montante e 5 diâmetros nominais na jusante.

Verificando a existência de turbilhonamento excessivo na entrada do medidor, deve-se instalar retificador de fluxo na linha, conforme padrões de especificações como o API-RP550 ou equivalente. A equipe de engenharia da Incontrol está apta para auxiliar na sua aplicação.

Partida

Na partida verificar existência de pulsações na linha devido a bombas, vibrações, excesso de velocidade ao ligar o sistema, toda a linha deve ser limpa criteriosamente para remover todo e qualquer indício de detritos como sobras de solda, rebarbas, fita teflon e outros sólidos, pois podem afetar no bom funcionamento do equipamento, ou mesmo, até danificá-lo.

Filtro

Quando houver a possibilidade de presença de partículas no fluido, deve-se instalar filtro na montante do medidor. Os filtros recomendados são: para medidores de ¼" a ½" filtro mesh 100 com tamanho máximo de partícula de 0,14mm, de 5/8" a 1" mesh 80 partícula de 0,18mm, de 1 ½" a 3" mesh 40 partícula de 0,38mm e de 4" a 12" mesh 20 partícula de 0,79mm.

Montagem

A princípio o medidor pode ser montado em qualquer posição seja horizontalmente, em ângulo ou na vertical, o fluxo do produto deve estar direcionado no sentido de baixo para cima, para assegurar a condição de tubo cheio. Para todos os efeitos o medidor deve estar sempre cheio para realizar as medições. O medidor, como padrão, é calibrado no sentido horizontal, caso o medidor esteja montado verticalmente, isto pode ocasionar influência na performance do medidor nas faixas de vazão mais baixas.

INSTALAÇÃO ELÉTRICA

A interligação elétrica entre o medidor e o indicador deve ser feita através de cabo de dois ou quatro vias 20AWG com blindagem trançada. O cabo não deve ser instalado no mesmo conduto ou bandeja que leva a alimentação e nem próximo a fonte de campo eletromagnético tais como motores elétricos, transformadores de potência, máquinas de solda ou linha de potência e alta tensão ou ainda inversores de frequência. Essas fontes podem induzir surtos de transientes elétricos causando ruídos provocando sinais falsos.

A blindagem do cabo deve ser aterrada numa das pontas, de preferência no lado do indicador. O aterramento deve ser de boa qualidade, melhor do que 5 ohm.

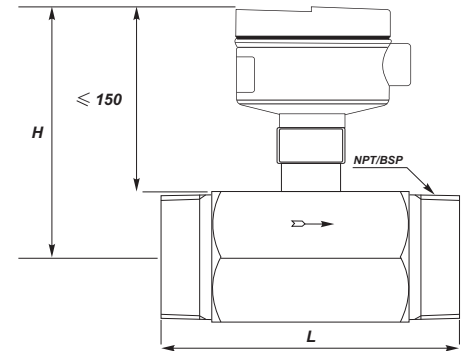
SELEÇÃO DE MATERIAS DE CONSTRUÇÃO

A escolha do material de construção do seu medidor de vazão deve ser guiada levando em consideração a resistência química à corrosão do material empregado em relação ao produto que vai ser medido. Basicamente, todas as partes, com exceção do pick-up, entram em contato direto com o produto. Portanto, cuidados especiais devem ser tomados quando tratar-se de produto químico corrosivo. Algumas particularidades devem ser levados em consideração, como o corpo que é normalmente fabricado com material não-magnético, porém para medidores maiores do que 4", e a pressão não é muito elevada, pode-se fabricar com material magnético realizando um inserto na parte de captação magnética com um material não-magnético. O rotor necessariamente deve ser fabricado em material magnético. As opções são: 17.4PH, AISI430, níquelado, níquel 200, ou ainda algumas outras opções. Entrar na tabela de codificação para especificar o material do rotor.

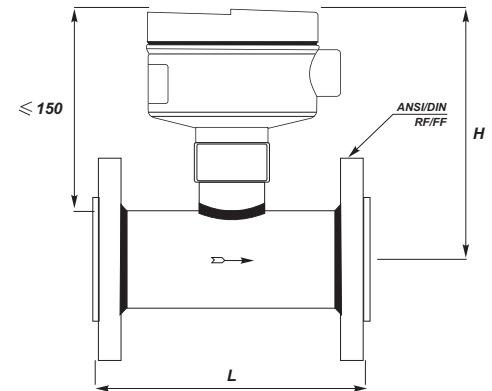
TABELA DE CODIFICAÇÃO

TABELA DE CODIFICAÇÃO DO MEDIDOR DE VAZÃO - TURBINA	
Modelo	VT Medidor de vazão tipo turbina
aplicação	L Líquido
	G Gás
Diâmetro nominal	006 1/4" (conexão ao processo de 1/2")
	009 3/8" (conexão ao processo de 1/2")
	012 1/2"
	015 5/8" (conexão ao processo de 3/4")
	019 3/4"
	025 1"
	038 1 1/2"
	050 2"
	063 2 1/2"
	075 3"
	100 4"
	150 6"
	200 8"
	250 10"
	300 12"
	Tipo de conexão ao processo
B Rosca BSP	
C Flange 150# ANSI RF	
D Flange 300# ANSI RF	
G Sanitária Tri clamp (M) (somente para medidores ≥ 2")	
H Sanitária SMS (M) (somente para medidores ≥ 2")	
I Sanitária RJT (M) (somente para medidores ≥ 2")	
E Especial	
Material do corpo / conexão	01 Aço carbono/aço carbono (somente para medidores ≥ 4")
	02 AISI 304/ AISI 304
	04 AISI316/ AISIS 316
	39 AISI 304/ aço carbono
	40 AISI 316/ aço carbono
Internos	02 AISI 304
	04 AISI 316
Material do rotor	07 AISI 420
	11 17.4 PH
	43 AISI 420 niquelado
	E Especial
Tipo de mancal	B Bucha de carbeto de tungstênio
	R Rolamento AISI 440 C
Pick-up	A Magnético até 100° C
	B Magnético até 200° C
	C RF até 100° C
	E Especial
Cabeçote	0 Sem cabeçote
	A Alumínio fundido pequeno IP 65 conexão elétrica 3/4" NPT
	B Alumínio fundido pequeno IP 65 conexão elétrica 1/2" NPT
	C Alumínio fundido grande IP 65 conexão elétrica 3/4" NPT
	F Alumínio fundido pequeno Exd Br II B IP 55 conexão elétrica 3/4" NPT
	H Alumínio fundido grande Exd Br II B IP 55 conexão elétrica 3/4" NPT
	K Indicação local IP 65 (no cabeçote) especificar MEV
	L Indicação e controle local IP 65 (no cabeçote) especificar MEV
M Indicação e controle local Exd Br II B IP 65 (no cabeçote) especificar MEV	
E Especial	
Pré amplificador conversor F / I (Frequência / Corrente)	0 Sem pré amplificador
	1 Com TVX (Pré Amplificador o sinal vai para MEV)
	2 Com TVX FI, saída de 4-20 mA Cabeçote (C ou H)
	3 Com TRF, saída de Pulsos
Dissipador de calor	0 Sem dissipador até 70°C
	1 Até 125°C
	2 Até 200°C

CONEXÃO ROSQUEADA



CONEXÃO FLANGEADA



DIMENSÕES

Conexão Flangeada

MODELO	DIÂMETRO NOMINAL (polegada)	FLANGE NORMA ANSI (polegada)	COMPRIMENTO (mm) (L)	ALTURA (mm) H ± 10	PESO (Kg)
VT □ 012	1/2"	1/2"	127,0	160	3,0
VT □ 015	5/8"	3/4"	139,7	160	3,5
VT □ 019	3/4"	3/4"	139,7	160	3,6
VT □ 025	1"	1"	139,7	160	4,2
VT □ 038	1.1/2"	1.1/2"	152,4	170	5,6
VT □ 050	2"	2"	152,4	175	9,2
VT □ 063	2.1/2"	2.1/2"	177,8	180	11,5
VT □ 075	3"	3"	254,0	190	13,8
VT □ 100	4"	4"	304,8	210	17,6
VT □ 150	6"	6"	355,6	230	26,6
VT □ 200	8"	8"	406,4	250	37,6
VT □ 250	10"	10"	508,0	280	65,5
VT □ 300	12"	12"	609,6	305	96,0

Conexão Rosqueada

MODELO	DIÂMETRO NOMINAL (polegada)	ROSCA (NPT, BSP)	COMPRIMENTO (mm) (L)	PRESSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO (kg/cm²)	ALTURA (mm) H ± 10	PESO (Kg)
VT □ 006	1/4"	1/2"	62,2	300	160	1,35
VT □ 009	3/8"	1/2"	62,2	300	160	1,40
VT □ 012	1/2"	1/2"	62,2	300	160	1,50
VT □ 015	5/8"	5/8"	69,9	300	160	1,60
VT □ 019	3/4"	3/4"	82,6	240	160	2,05
VT □ 025	1"	1"	88,9	240	165	2,50
VT □ 038	1.1/2"	1.1/2"	111,3	210	170	2,90
VT □ 050	2"	2"	120,7	170	180	3,80

incontrol[®]
intelligent control