Panametrics

Manual de Segurança de SIS

PanaFlow HT

Medidor de Vazão Líquido Ultrassônico



Panametrics

PanaFlow HT

Medidor de Vazão Líquido Ultrassônico

Manual de Segurança de SIS

PANA027C71 Rev. C

Set 2026

panametrics.com

Copyright 2026 por Panametrics LLC. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Este material contém uma ou mais marcas registradas da Panametrics LLC e/ou suas subsidiárias. Todos os nomes de produtos e empresas de terceiros são marcas comerciais de seus respectivos proprietários.

[esta página foi deixada em branco propositadamente]

Serviços

A Panametrics fornece aos clientes uma equipa de pessoal de apoio experiente pronta a responder a questões técnicas, bem como a outras necessidades de apoio remoto e no local. Para complementar a nossa vasta carteira de soluções líderes da indústria, oferecemos vários tipos de serviços de apoio flexíveis e escaláveis, incluindo: Formação, reparações de produtos, contratos de assistência e muito mais.

Visite https://panametrics.com/services para mais informações.

Convenções tipográficas

Nota: *Estes parágrafos fornecem informações que permitem uma compreensão mais profunda da situação, mas não são essenciais para o correto preenchimento das instruções.*

IMPORTANTE: Estes parágrafos fornecem informações que realçam as instruções essenciais para a configuração correta do equipamento. O não cumprimento cuidadoso destas instruções pode causar um desempenho não fiável.



CUIDADO! **Este símbolo indica um risco de ferimentos pessoais ligeiros e/ou danos no equipamento salvo se estas instruções forem seguidas à risca.**



AVISO! **Este símbolo indica um risco de ferimentos pessoais graves salvo se estas instruções forem seguidas à risca.**

Problemas de segurança



AVISO! **É da responsabilidade do utilizador seguir todas as regras do local de trabalho e os requisitos regulamentares aplicáveis.**



IMPORTANTE **Quaisquer instruções sobre ligação à terra e terminação de cabos neste manual são necessárias para a conformidade com as normas globais de EMC / RFI. Essa conformidade pode ser exigida pela legislação nacional de EMC / RFI.**

Normas de segurança locais

O utilizador deve assegurar-se de que utiliza todo o equipamento de acordo com os códigos, normas, regulamentos ou leis locais aplicáveis.

Qualificação do pessoal

Assegure-se que todo o pessoal dispõe de formação adequada para utilizar o equipamento.

Equipamento de segurança pessoal

Assegure-se de que os operadores e o pessoal de manutenção dispõem de todo o equipamento de segurança aplicável.

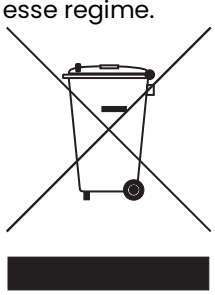
Operação não autorizada

Assegure-se de que o pessoal não autorizado não tem acesso ao funcionamento do equipamento.

Conformidade ambiental

Resíduos de equipamentos elétricos e eletrónicos

Este aparelho exigiu a extração e utilização de recursos naturais para a sua produção. Pode conter substâncias perigosas que podem afetar a saúde e o ambiente. Para evitar a dispersão destas substâncias no nosso ambiente e diminuir a pressão sobre os recursos naturais, encorajamo-lo a utilizar um regime de "recolha" adequado para a recuperação de recursos. Estes regimes reutilizarão ou reciclarão a maior parte dos materiais do seu equipamento em fim de vida útil de uma forma ambientalmente correta. O símbolo do caixote do lixo com rodas sob riscas cruzadas inscrito no produto convida-o a utilizar esse regime.



Se necessitar de mais informações sobre os sistemas de recolha, reutilização e reciclagem, contacte a sua administração local de resíduos.

Como parte do seu compromisso com o ambiente e com a Diretiva Europeia REEE 2012/19/UE, a Panametrics participa num programa de recolha para reciclagem.

Visite https://panametrics.com/health-safety-and-environment-hse para instruções de recolha e mais informações sobre esta iniciativa.

Capítulo 1. Introdução

1.1 Finalidade 1
1.2 Termos e abreviações 1
1.3 Sugestões de Leitura e Público-Alvo 2
1.4 Escopo 2
1.5 Referência 2
1.6 Características de Segurança Funcional do PanaFlow HT 3
1.6.1 Descrição do sistema 4
1.6.2 Função de Segurança 4
1.6.3 Características de Segurança Funcional 5
1.6.4 Configurações de Parâmetros de Integridade de Segurança 5
1.6.5 Especificações de Segurança Funcional 6
1.6.6 Prevenção de modificação não autorizada 6
1.7 Executivo de Segurança do Produto 6

Capítulo 2. Ferramentas de comunicação

2.1 Medição e configuração 7
2.2 Teste de prova 7

Capítulo 3. Instalação e comissionamento

3.1 Introdução 9
3.1.1 Função do usuário autorizado 9
3.1.2 Use no Sistema Instrumentado de Segurança 10
3.1.3 Modos de operação: Medição (Segurança) e Configuração (Não Segurança) 12
3.2 Configurações de Parâmetros de Integridade de Segurança 12
3.2.1 Configurando com visor/teclado ou HART 13
3.2.2 Configurando com o software Vitality PC 13
3.2.3 Lista de Parâmetros de Segurança 13
3.2.4 Parâmetros de segurança funcional operacional 19
3.2.5 Validação de Definição de Parâmetro 19
3.3 Testes de prova 20
3.3.1 Teste de prova no. 1 21
3.3.2 Teste de prova no. 2 22
3.3.3 Teste de prova no. 3 23
3.4 Análise de Risco e Perigo a Ser Executada pelo Cliente 23

Capítulo 4. Fase de manutenção

4.1 Restrições de Usuário 25
4.2 Reparo e troca 25
4.3 Modificações e rastreabilidade 26
4.3.1 Finalidade 26
4.3.2 Componentes rastreáveis 26
4.4 Atualização de firmware 26

Capítulo 5. Fase de decomissionamento

5.1 Objetivos 27
5.2 Análise de risco e perigo a ser executada pelo cliente 27
5.3 Descarte 27

Apêndice A. Códigos de Integridade da Segurança Funcional

A.1 Tabela de condições do código de integridade 29
A.2 Tabela de sequências de erro de vazão 31

Apêndice B. Glossário

[esta página foi deixada em branco propositadamente]

Capítulo 1. Introdução

1.1 Finalidade

O objetivo do Manual de Segurança é definir os aspectos de Segurança Funcional do Medidor de Vazão Ultrassônico PanaFlow HT.

1.2 Termos e abreviações

Segurança - Ausência de risco inaceitável de ferimento.

Segurança funcional - A capacidade de um sistema executar as ações necessárias para atingir ou manter um estado de segurança definido para o equipamento/maquinário/máquina/aparato sob controle do sistema.

Segurança básica - O equipamento deve ser projetado e manufaturado de forma que proteja contra risco de danos a pessoas por choque elétrico e demais riscos e contra o risco de provocar incêndio e explosões. A proteção deve ser eficaz sob todas as condições da operação nominal e sob uma única condição de falha.

Avaliação de segurança - A investigação para chegar a um julgamento - baseado em provas - da segurança de sistemas relacionados à segurança.

Observação: *Outras definições de termos usados por técnicas de segurança e medições, e a descrição de sistemas relacionados de segurança são fornecidas no IEC 61508-4.*

E/E/PE - os elementos elétricos e/ou eletrônicos e/ou eletrônicos programáveis de um SIF. Em resumo, esses elementos são os componentes eletrônicos de Segurança Funcional.

FMEDA - Modos de falha, efeitos e análise de diagnóstico

HART - Highway Addressable Remote Transducer

PFD_{AVG} - Probabilidade Média de Falha sob Demanda

SIF - um único conjunto específico de ações e o equipamento correspondente necessários para identificar um único risco e agir para retornar um sistema a um estado seguro. Um Sistema Instrumentado de Segurança (Safety Instrumented System - SIS) é composto por vários SIFs individuais.

SIL - Safety Integrity Level (Nível de Integridade de Segurança), nível específico (um dos quatro possíveis) para definir os requisitos de integridade de segurança das funções de segurança a serem alocadas aos sistemas de segurança E/E/PE, em que a Integridade da Segurança Nível 4 corresponde ao maior nível de integridade de segurança e a Integridade de Segurança Nível 1 corresponde ao menor nível.

SIS - Safety Instrumented System – Implementação de uma ou mais Funções Instrumentadas de Segurança. Um SIS é composto por uma combinação de sensores, solucionadores lógicos e elementos finais.

1.3 Sugestões de Leitura e Público-Alvo

Este manual é direcionado para o Engenheiro de Segurança que trabalha no local do cliente. O manual proporcionará também uma fonte de referência útil a todos os outros profissionais que trabalham com o medidor de vazão.

Para os usuários que não estejam familiarizados com a terminologia e os conceitos de Segurança Funcional, recomendamos iniciar pelo Glossário no final deste manual. Depois de familiarizado com os conceitos de Segurança Funcional, aconselhamos que o usuário consulte a seção do manual relacionada à fase do ciclo de vida do Medidor de Vazão. As principais seções são Instalação e Comissionamento, Manutenção e Decomissionamento.

1.4 Escopo

Este manual aborda os seguintes aspectos da Segurança Funcional do PanaFlow HT:

- Especificações de Segurança Funcional do PanaFlow HT
- Instalação e comissionamento
- Manutenção, teste de prova, serviço e reparo
- Decomissionamento
- Informações de contato

1.5 Referência

Os seguintes documentos são citados como referência neste manual.

- Padrão de Segurança Funcional IEC-61508
- *Manual do Usuário,* disponível no website da Panametrics: www.Panametrics-mcs.com

1.6 Características de Segurança Funcional do PanaFlow HT

O PanaFlow HT consistem em uma série de sensores ultrassônicos (transdutores) e eletrônicos XMT900 que acionam os transdutores, calculam a taxa de vazão, e transmitem essa taxa para o Sistema Instrumentado de Segurança (SIS) na Saída do SIL.

A Saída do SIL (saída A) inclui o sinal de segurança funcional (um nível de saída 4 – 20 mA) e um sinal de HART não seguro. Apenas o nível de saída de 4 – 20 mA faz parte da cadeia de segurança.

De uma perspectiva de Segurança Funcional, o PanaFlow HT consiste em três partes:

- Conjunto de segurança de sensor e chicote de cabo
- A unidade de medição, que inclui o circuito de medição de vazão
- O circuito de saída, que conduz o sinal 4-20 mA

A distribuição de erros para a Segurança Funcional é dividida conforme mostrado na *Tabela 1* abaixo.

Tabela 1: Probabilidade de falha por hora e Falha nas tolerâncias de tempo dos componentes da cadeia de segurança

Componentes	**Sensor US**	**Conjunto de chicotes de cabo**	**Unidades de medição**	**Circuito de saída**
Margem PFH [h-1] para cada componente	**2.415E-07**	**3.5E-09**	**5.25E-08**	**5.25E-08**
Margem dto [FIT] para cada componente	**241,5**	**3,5**	**52,5**	**52,5**

A *Tabela 1* acima lista as *Características de Segurança Funcional* dos componentes do sistema PanaFlow HT. A tabela mostra uma divisão da margem de risco do sistema de medição.

A cadeia de segurança do PanaFlow HT é composta por quatro componentes: o sensor ultrassônico (Sensor US), o conjunto de chicotes de cabo, a unidade de medição (um circuito dentro do gabinete eletrônico) e o circuito de saída (outro circuito dentro dos componentes eletrônicos).

A linha inferior da *Tabela 1* acima mostra a margem do FIT para cada um dos componentes de segurança funcional do PanaFlow HT. Posteriormente, nesta seção, mostraremos o valor do FIT medido para cada componente, para verificar se ele atende a esses valores de meta.

Figura 1 na página 4 identifica a localização física dos componentes da cadeia de segurança do PanaFlow HT.

1.6.1 Descrição do sistema

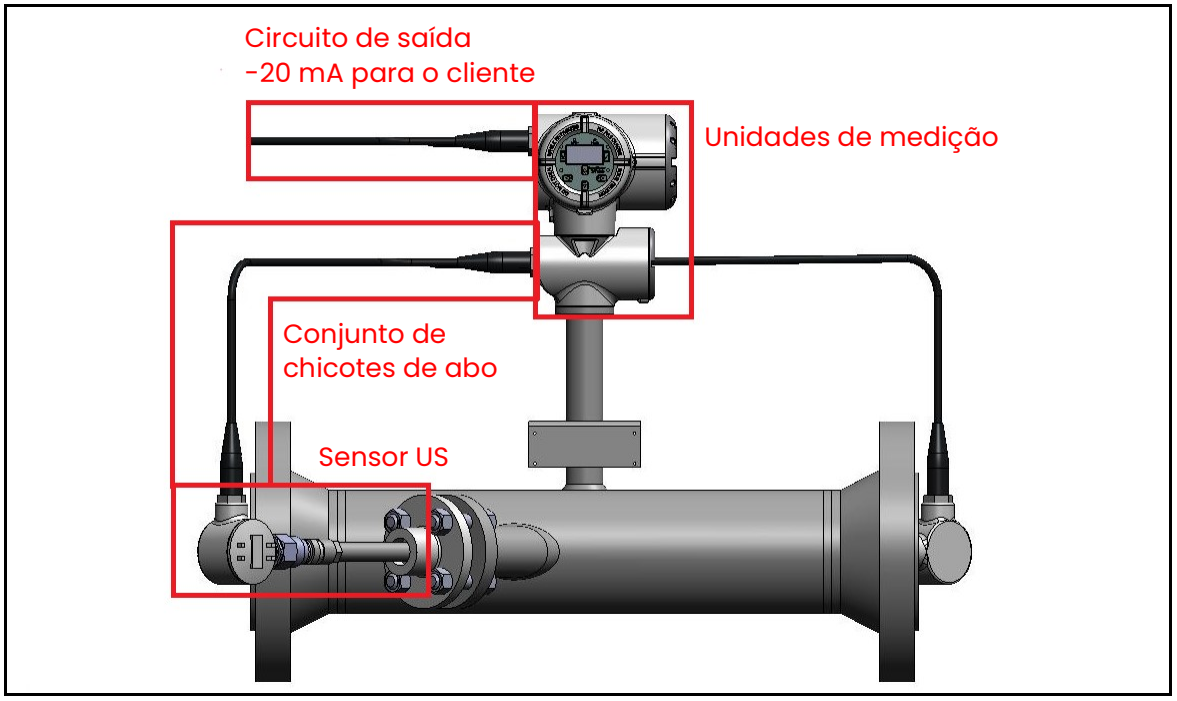


Figura 1: Cadeia de Segurança Funcional

1.6.2 Função de Segurança

A Função de Segurança do PanaFlow HT é a taxa de vazão volumétrica ou de massa. Um *Usuário Autorizado* pode selecionar que função usar. Veja o Capítulo 3 para detalhes e o Capítulo 3 do *Manual de Usuário* para instruções do programa.

Quando a medição é realizada apropriadamente, a saída do SIL (Saída A) será mantida a uma faixa de 4-20 mA para indicar ao SIS que há uma medição válida.

Um erro de Segurança Funcional é indicado se o instrumento calcular uma taxa de vazão incorreta devido a erros de medição de vazão ou falhas do sistema. O instrumento reagirá a uma falha definindo a Saída do SIL (Saída A) para o estado Risco Detectado e emitindo uma mensagem de erro na Interface de Usuário e no registro de integridade do Modbus. Essas ações alertarão o SIS de que o instrumento pode não realizar uma medição de vazão confiável. O instrumento realizará essas ações em até um minuto após a detecção de uma falha. O instrumento apaga o estado Risco Detectado, veja a *Seção "4.1" na página 25* para obter instruções.

Um usuário autorizado pode configurar a corrente de saída de Risco Detectado (Saída A) como Fogo Baixo (3,6 mA) ou Fogo Alto (21,0 mA). Consulte a *Seção "3.2.3" na página 13* ou detalhes e a *Seção 3.8.2* do *Manual do Usuário* para instruções de programação.

A função de segurança é garantida quando o componente eletrônico opera dentro de limites ambientais específicos. Consulte a *Seção "1.6.3" na página 5* quanto às características de segurança funcional do instrumento.

1.6.3 Características de Segurança Funcional

As características relacionadas à Segurança Funcional do PanaFlow HT são as seguintes:

Tabela 2: Critérios de design

SIL Nível de Integridade de Segurança	2		**Vida útil do produto**	20 anos
HFT Tolerância a falhas do hardware	0		**Intervalo de teste de prova**	1 ano
Tipo dos elementos relacionados à segurança	Tipo B		**MTTR Tempo médio para recuperação**	24 H
Modo de demanda	Baixo		**Tempo de reação da função de segurança**	1 min

Tabela 3: Resultados quantitativos para componentes

	λ_{sd} [FIT]	λ_{su} [FIT]	λ_{dd} [FIT]	λ_{du} [FIT]	SFF [%]	CC
Unidades de medição	174,39	52,49	17,05	3,98	98,40%	81%
Circuito de saída	223,70	8,72	230,59	2,33	99,50%	99%
Sensor US (1 canal)	0,00	0,00	247,86	22,54	92%	92%
Sensor US (2 canais)	0,00	0,00	495,72	45,08	92%	92%
Conjunto de chicotes de cabo	4,68	0,52	4,68	0,52	95,00%	90%

Tabela 4: Características do Sistema

	λ_{sd} [FIT]	λ_{su} [FIT]	λ_{dd} [FIT]	λ_{du} [FIT]	SFF [%]	CC	PFH_{1oo1} [h^{-1}]
Sistema total (1 canal)	402,77	61,73	501,18	29,37	97,1%	93,5%	2.93E-08
Sistema total (2 canais)	402,77	61,73	749,04	51,91	95,9%	93,5%	5.19E-08

Observação: *O Critério De Design Tempo Médio Para Recuperação De 24 Horas Requer Que O Cliente Adquira Um Conjunto Sobressalente De Eletrônicos, Sensores E Cabos Ou Um Plano De Serviço Especial Para Assegurar Que Possamos Trocar Um Sistema Com Defeito Em 24 Horas. Se O Cliente Optar Por Outra Estratégia De Tempo Médio Para Recuperação, As Características Do Sistema Terão Que Ser Recalculadas Pelo Engenheiro De Segurança No Local Do Cliente.*

1.6.4 Configurações de Parâmetros de Integridade de Segurança

Determinados parâmetros programáveis precisam ser definidos antes da operação para manter a integridade de segurança projetada: Esses parâmetros são descritos na Seção 3.2.3.

1.6.5 Especificações de Segurança Funcional

Observe que o PanaFlow HT foi projetado para atender às seguintes especificações de *Segurança Funcional*:

- Precisão de segurança - O PanaFlow HT tem um limite de erro de precisão em medição de +/-0,5% da medição de vazão. A precisão de segurança do sistema é de +/-2%. Isso significa que se o instrumento detectar uma condição de erro que poderia levar a uma imprecisão de 2% ou mais, a saída do SIL entra em estado Risco Detectado.
- Tempo de Resposta de Diagnóstico - O instrumento deve responder a uma condição de falha em 60 segundos.
- Tempo de inicialização - O instrumento deve começar a fazer medições em até 10 minutos após ter sido ligado.
- Dados de Confiabilidade e Limite de Vida Útil - O instrumento foi projetado para uma vida útil de 20 anos.
- Limite ambiental para eletrônicos:
  - Temperatura de armazenamento -40° a +70°C
  - Faixa de temperatura ambiental: -40° a +60°C
  - Umidade relativa de 10% a 90% (sem condensação)
- Limites de aplicação - A faixa de temperatura de fluído válida é -200°C a 600°C, fluídos condutores acústicos.

1.6.6 Prevenção de modificação não autorizada

Durante a instalação e o comissionamento, o pessoal não autorizado não deve ser capaz de modificar determinadas partes do sistema. Essas modificações poderiam resultar em uma falha perigosa do sistema. Por esse motivo, uma senha de usuário SIL é necessária para acessar esses parâmetros. Essa senha deve ser protegida contra disseminação sem garantia.

1.7 Executivo de Segurança do Produto

Qualquer falha que seja detectada e que comprometa a segurança funcional deve ser reportada ao Executivo de Segurança do Produto na Panametrics. Entre em contato com o Atendimento ao Cliente Panametrics ou o Suporte Técnico da Panametrics. As informações de contato são fornecidas no verso deste manual.

Capítulo 2. Ferramentas de comunicação

2.1 Medição e configuração

Os dados de medição podem ser coletados a partir do PanaFlow HT e os dados de configuração podem ser programados no PanaFlow HT, usando as ferramentas de comunicação a seguir:

- Software Vitality PC da Panametrics
- O LCD/teclado no transmissor
- Um dispositivo de campo HART (como o DPI 620)

2.2 Teste de prova

As instruções de teste de prova neste manual foram projetadas para uso com o software Vitality PC ou o LCD/Teclado no medidor de vazão, com a última revisão de firmware.

Consulte o *Manual do Usuário* para informações sobre como conectar o software Vitality PC ao medidor de vazão.

[esta página foi deixada em branco propositadamente]

Capítulo 3. Instalação e comissionamento

Antes de usar o medidor de vazão como parte de um SIS, o PanaFlow HT deve ser instalado e fornecido com programação inicial. Essas atividades de Instalação e Comissionamento devem ser executadas por pessoal de manutenção treinado ou por um Usuário Autorizado que tenha recebido treinamento em instalação e comissionamento da Panametrics.

3.1 Introdução

A instalação refere-se à instalação física do PanaFlow HT em uma tubulação e uma conexão física ao SIS. O comissionamento é realizado em três etapas:

- O ajuste de parâmetros programáveis para atender a condições específicas da aplicação
- Armazenamento desse conjunto de dados no Conjunto de Dados Comissionado para recuperação posterior conforme necessário
- Armazenamento de dados para rastreabilidade

Depois que o Conjunto de Dados Comissionados tiver sido estabelecido, o operador salvará os mesmos conjuntos de dados junto como o conjunto de Dados Ativos, que é usado pelo Medidor de Vazão para fazer as medições. Todas as alterações nos valores programados depois da data de comissionamento serão efetuadas no Conjunto de Dados Ativos, mantendo o Conjunto de Dados Comissionados inalterado. Se em qualquer ponto ocorrer um erro no Conjunto de Dados Ativo, o Usuário Autorizado pode reverter o Conjunto de Dados Ativos para o Conjunto de Dados Comissionados, que colocará o Medidor de Vazão em uma condição de operação conhecida. Da mesma forma, o Funcionário de Manutenção pode substituir o Conjunto de Dados Comissionados pelo Conjunto de Dados de Fábrica se houver algum problema de comissionamento. Como a integridade da Saída do SIL é muito crítica, o Medidor de Vazão mantém todos os três conjuntos de dados na memória como backup, como medida preventiva em caso de erro.

3.1.1 Função do usuário autorizado

Um Usuário Autorizado é responsável por proteger a segurança das peças SIS que estiverem fora do escopo do PanaFlow HT. O Usuário Autorizado deve ter permissão para retirar o PanaFlow HT do estado DD e cabe a ele a responsabilidade de evitar que o SIS interprete erradamente essa leitura. A Panametrics deve garantir que o instrumento atue de forma previsível e controlada. Para limpar o estado Risco Detectado, consulte a *Seção "4.1" na página 25* para instruções.

3.1.2 Use no Sistema Instrumentado de Segurança

O medidor de vazão foi projetado para fazer medições de vazão como uma entrada em um Sistema Instrumentado de Segurança (SIS) maior.

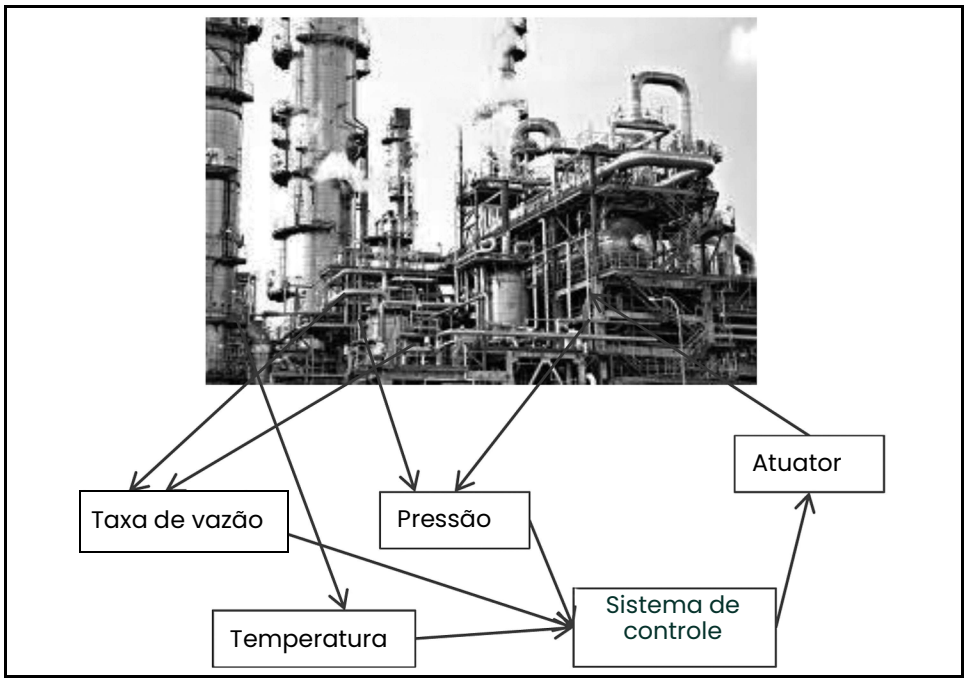


Figura 2: Componentes do Sistema Instrumentado de Segurança (SIS)

O sistema mantém um estado seguro monitorando várias condições e usando atuadores para manter o processo seguro. A meta do SIS não é a eficiência ou a produtividade, mas apenas evitar os riscos.

Um único PanaFlow HT é projetado para o nível de segurança SIL-2, mas dois sistemas redundantes podem ser utilizados em conjunto para atingir uma medição SIL-3, se utilizados no mesmo ponto de medição de vazão. A configuração PF9-R2H é projetada para atingir essa taxa SIL-3 em um único sistema.

O nível de segurança SIL-2 e SIL-3 para este produto foi determinado por projeto, não simplesmente por registros comprovados em uso. Observe que as taxas de falha das fontes de alimentação externas e de outros componentes externos não estão incluídas nos cálculos de taxas de falhas.

Cada PanaFlow HT fornece uma saída analógica de SIL, que também carrega as comunicações HART. Apenas o nível mA da saída SIL é classificada para segurança funcional. O sinal HART tem como objetivo fornecer informações de diagnóstico e capacidade de programação, mas suas medições não atendem aos requisitos de SIL.

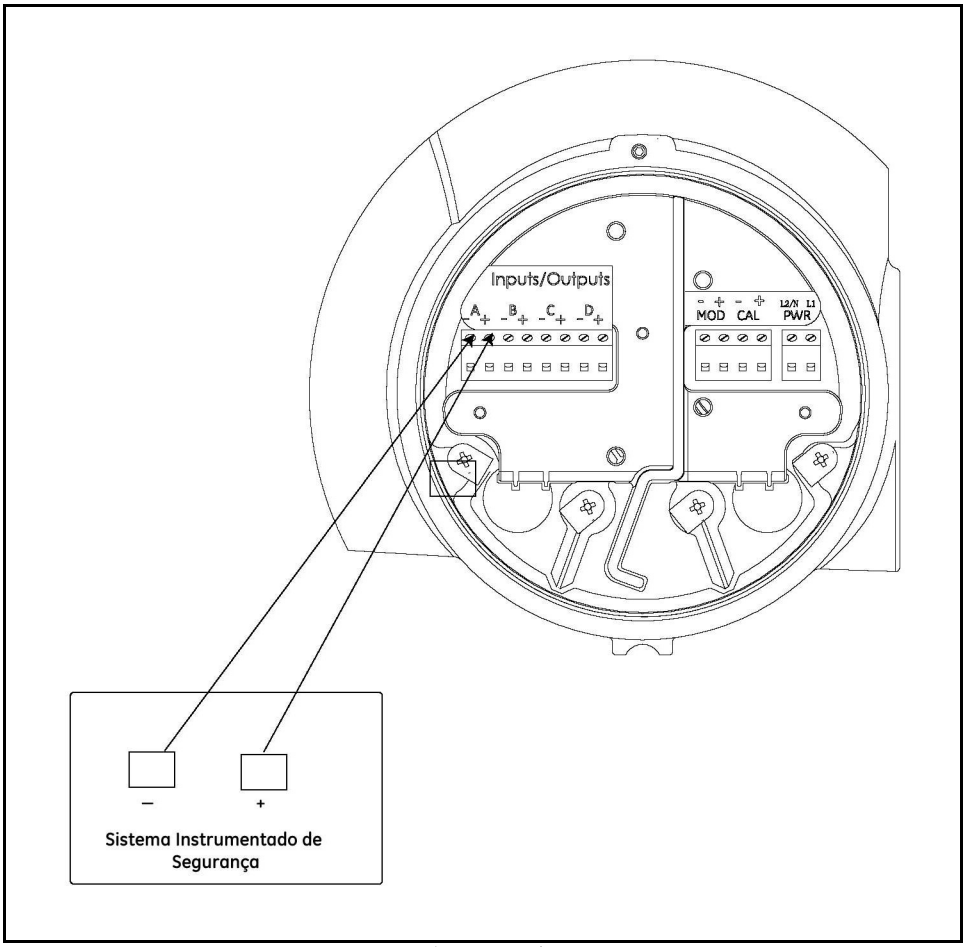


Figura 3: Saída Analógica do SIL

A saída analógica do SIL deve ser utilizada como uma entrada para um SIS de cliente, fornecendo uma medição de vazão de segurança funcional ao sistema de segurança geral. Essa medição pode ser combinada com outras entradas de medição pelo Usuário Autorizado no nível SIS. É responsabilidade do Usuário Autorizado solucionar problemas decorrentes de inserir variáveis que não sejam de segurança em uma configuração segura onde as variáveis não sejam totalmente cobertas por um caminho de segurança certificada SIL. O PanaFlow HT não é responsável pela integridade do SIS além da medição do fluxo que ele fornece.

O PanaFlow HT fornece várias conexões de entrada/saída. Apenas o valor 4-20 mA da saída A é classificado como SIL. O sinal HART da saída A não é funcionalmente seguro e não é uma entrada para o SIS.

3.1.3 Modos de operação: Medição (Segurança) e Configuração (Não Segurança)

O PanaFlow HT tem dois modos operacionais. O modo padrão é a Medição, durante a qual a unidade de medição dentro do eletrônico XMT900 fará medições da vazão com base em uma interrogação ultrassônica do fluído no joelho da conexão. O segundo modo, Configuração, é direcionado apenas para alterar os parâmetros programados e é uma condição temporária.

O Modo de Medição é o modo operacional seguro. Nesse modo, o XMT900 fará medições de vazão e fornecerá um valor de Saída de SIL. Se o cálculo de vazão passar por todos os testes internos e tiver sido verificado quando à precisão, a saída de SIL refletirá a medição de vazão. Se o XMT900 detectar a possibilidade de que a medição de vazão possa não estar precisa, a saída de SIL irá para o estado Risco Detectado para que o SIS não use o valor de medição de vazão potencialmente errônea. O instrumento permanecerá no estado Risco Detectado até um Usuário Autorizado intervir.

O Modo de Configuração não é de segurança, já que o instrumento não está fazendo cálculos de vazão neste modo e, uma alteração dos parâmetros poderia produzir uma medição de vazão não precisa. Um Usuário Autorizado pode colocar o instrumento no Modo de Configuração inserindo uma senha no menu do programa. Ao entrar nesse modo, a saída SIL vai para o estado Risco Detectado como precaução. Uma alteração dos parâmetros programados poderia afetar a precisão da Saída de SIL; portanto, a saída entra no estado Risco Detectado, notificando o SIS de que ele não está fornecendo uma medição de vazão Funcionalmente Segura. A linha de erro no LCD indicará o Modo de Config S1.

3.2 Configurações de Parâmetros de Integridade de Segurança

O processo de configuração deve garantir a validade e a integridade dos dados dos parâmetros de segurança. Essa seção detalha o processo de configuração e os requisitos de usuário para configurar o medidor de vazão para atender aos requisitos de Segurança Funcional.

Observação: *Siga atentamente as instruções no Manual do Usuário ao alterar os parâmetros que requerem uma senha de Usuário SIL. A entrada de parâmetros incorretos pode resultar em problemas de medição.*

Os parâmetros de segurança são compostos por praticamente todos os itens no Conjunto de Dados. Sendo assim, alguns dos parâmetros foram definidos pelo pessoal de Fábrica, e não são acessíveis para o Usuário Final. Outro grupo de parâmetros é acessível apenas por uma senha de serviço e, geralmente, é alterado apenas durante o comissionamento. O conjunto final de Parâmetros de Segurança pode ser acessado pelo Usuário Autorizado através da senha de usuário do SIL, mas deve ser alterado apenas com extrema cautela.

A alteração de parâmetros requer que o Usuário Autorizado coloque o medidor de vazão no modo de Configuração. Isso fará a saída de SIL entrar no estado DD. Dessa forma, as alterações nos parâmetros podem ocorrer depois que o Usuário Autorizado tiver desconectado o medidor de vazão do SIS.

Também observe que o Usuário Autorizado tem permissão para definir a saída de SIL para qualquer valor entre 0 e 22 mA durante a Configuração, para calibrar a saída de SIL para o DCS. Esse é outro motivo pelo qual o Usuário Autorizado deve definir o SIS para ignorar essa saída de SIL antes de entrar no modo de Configuração.

3.2.1 Configurando com visor/teclado ou HART

Ao usar o visor/teclado ou as comunicações HART, cada parâmetro é alterado nessa sequência:

1. A interface de comunicação exibe o valor programado atualmente.
2. O usuário autorizado altera o valor.
3. A interface de comunicação lê o valor da memória e exibe o valor “como programado”.
4. O Usuário Autorizado aceita ou rejeita o valor que está na memória. Para aceitar o valor, basta mover para o próximo parâmetro. Para rejeitar a alteração, retorne à etapa 2 e altere o parâmetro novamente.
5. Depois de fazer alterações de parâmetros, o Usuário Autorizado exibirá o Modo de Configuração. A etapa final no mapa do menu é Salvar Alterações?. Nesta etapa, o Usuário Autorizado pode selecionar Salvar como Ativo ou Não. Dessa forma, o conjunto inteiro de alterações pode ser descarregado se necessário.

3.2.2 Configurando com o software Vitality PC

Quando o software Vitality PC for utilizado para configurar parâmetros, o processo é ligeiramente diferente.

1. O software Vitality PC exibe o valor programado atualmente em uma coluna.
2. O Usuário Autorizado define um novo valor em uma coluna separada.
3. O software Vitality PC lê o valor da memória e exibe o valor como programado em uma terceira coluna.

Dessa forma, o Usuário Autorizado pode ver todos os três valores de uma só vez, e verificar, a cada etapa, a precisão do valor alterado antes de salvar o conjunto de dados.

3.2.3 Lista de Parâmetros de Segurança

As tabelas a seguir indicam que parâmetros precisam ser definidos para manter a integridade de segurança projetada. As tabelas também listam a razão para cada parâmetro. A categoria indica quem pode definir os parâmetros (Nível de Acesso) e sob que condições.

- **Categoria 1:** Definido pelo Usuário Autorizado antes da operação
- **Categoria 2:**Definido pelo Usuário Autorizado se a medição desejada for volumetricamente padronizada
- **Categoria 3:** Definição de fábrica, mas pode ser alterada pelo Usuário Autorizado
- **Categoria 4:** Definições de fábrica que podem ser alteradas pelo Pessoal de Manutenção Qualificado
- **Categoria 5:** Definição de fábrica, mas pode ser alterada pelo Engenheiro de Serviço Panametrics
- **Categoria 6:** Definição de fábrica durante a calibração e não deve ser alterada
- **Categoria 7:** Definição de fábrica que não deve ser alterada

Categoria 1: Deve ser definida pelo Usuário Autorizado antes da operação como parte de um sistema SIL

Tipo de Unidade Volumétrica	Necessário apenas se o usuário quiser usar um tipo de unidade Volumétrica diferente de m^3/seg, o tipo de unidade padrão.
Seleção de Saída A Analógica (saída de SIL e HART)	Padrão é a vazão volumétrica real. Se não for a medição SIL desejada, ele pode ser definido para Vazão de Massa. Para especificar se a saída de mA deve representar a Vazão Volumétrica Real ou a Vazão por Massa.
Ponto de ajuste elevado como inserido no sistema	Determina a medição de vazão que corresponde a 20 mA na saída SIL. Afeta a escala do valor 4-20 mA.
Ponto de ajuste mínimo como inserido no sistema	Determina a medição de vazão que corresponde a 4 mA na saída SIL. Afeta a escala do valor 4-20 mA.
Seleção para disparo mínimo/disparo máximo durante a falha	Para especificar se a saída mA deve ser máxima (>22 mA) ou mínima (<3,6 mA) na detecção de um erro interno.
Densidade estática	Exigido apenas se a Vazão Volumétrica Padrão ou a Vazão em Massa serão medidas. A Vazão em Massa é igual à Vazão Volumétrica multiplicada por Densidade
Viscosidade cinemática	Necessário apenas se a Correção de Reynolds de Composto estiver definida para "Ligada". O instrumento usa este valor para determinar o número Reynolds de fluído.

Categoria 2: É preciso ser definido pelo Usuário Autorizado se o Volumétrico Tipo de Unidade for a Vazão Volumétrica Padrão ou se a Vazão por Massa for usada

Densidade de Referência para cálculo volumétrico padrão	Necessário apenas para medição da Vazão volumétrica padrão. A Vazão Volumétrica Padrão é igual à Vazão Volumétrica Real multiplicada pela relação entre a Densidade Real e a Densidade de Referência.

Categoria 3: Definido na fábrica, mas pode ser alterado pelo Usuário Autorizado para aplicações difíceis

Tempo de resposta	Define o quanto a medição de vazão final é extremamente úmida. Um tempo de resposta longo fornece um valor de saída uniforme, mas uma resposta mais lenta a alterações bruscas da taxa de vazão. Um tempo de resposta curto é mais preciso para alterações bruscas de vazão, mas muito instável na saída.
Corte zero	Não crítico. Vazão próxima de zero, o erro na medição é considerável. Resulta em uma medição extremamente variável. Usamos o Corte zero para forçar taxas abaixo de uma determinada taxa de vazão para zero, fornecendo medições estáveis em vazão mínima.

Categoria 4: Definições de fábrica críticas que devem ser alteradas apenas por Pessoal de Manutenção Qualificado

Limite de aceleração	Define o valor aceitável da alteração de velocidade a partir de medições de vazão sequenciais. Todas as alterações no fluxo que excedam este valor devem ser consideradas um erro de processamento de sinal. Isso determina se um estado de Risco Detectado deve ser disparado. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.
Limite máximo do discriminador de amplitude	Define a faixa superior de medição do discriminador da amplitude interna que define o nível de amplificação de sinais. Isso determina se um estado de Risco Detectado deve ser disparado. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.
Limite mínimo do discriminador de amplitude	Define a faixa inferior de medição do discriminador de amplitude interna que define o nível de amplificação de sinais. Isso determina se um estado de Risco Detectado deve ser disparado. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.
Pico de correlação Limite mínimo	Determina a amplitude mínima do pico de sinais de correlação cruzada para uma medição de processamento de sinais aceitável. Isso determina se um estado de Risco Detectado deve ser disparado. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.
Limite Máximo de Velocidade - usado para cálculo de limite máximo volumétrico	Define o limite máximo para uma medição de velocidade aceitável. Uma medição que ultrapasse este valor deve ser considerada um erro de processamento de sinais visto que isso não é fisicamente explicável. Isso determina se um estado de Risco Detectado deve ser disparado. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.
Limite Mínimo de Velocidade - usado para cálculo do limite mínimo volumétrico	Define o limite máximo para uma medição de velocidade aceitável para vazão na direção inversa. Uma medição que ultrapasse este valor deve ser considerada um erro de processamento de sinais visto que isso não é fisicamente explicável. Isso determina se um estado de Risco Detectado deve ser disparado. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.

Categoria 5: Definido na fábrica, mas pode ser alterado pelo Usuário Autorizado se o aplicativo exigir definições especiais

Ch_x Errors Allowed	Define o número de erros que devem ser compilados nas 16 leituras anteriores para disparar uma condição de erro geral e disparar a saída de SIL para o estado Risco Detectado. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.
Ch_x Max Peak%	Define o limite máximo do valor “percentual do pico” de autoajuste usado para detectar a chegada do sinal ultrassônico. É usado no cálculo da taxa de vazão. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.
Ch_x Min Peak%	Define o limite mínimo do valor “percentual de pico” de autoajuste usado para detectar a chegada do sinal ultrassônico. É usado no cálculo da taxa de vazão. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.
Ch_x Pct of Peak	Define o ponto de partida do valor “percentual do pico” de autoajuste usado para detectar a chegada do sinal ultrassônico. É usado no cálculo da taxa de vazão. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.
Ch_x Seleção de Correção Reynolds	Determina se a correção de Reynolds deve ser aplicada à leitura de fluxo para cada canal de medição do transdutor. É usado no cálculo da taxa de vazão. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.

Categoria 6: Definida na Fábrica durante a Calibração e não deve ser modificada a menos que o aplicativo exija definições especiais

Fator de calibração	Fator de correção geral aplicado à medição da vazão. É usado no cálculo da taxa de vazão. Define a Calibração e não deve ser alterada.
MultiK Active	Necessário apenas se o operador quiser usar uma tabela de fatores de correção para calibrar a leitura de velocidade de vazão. O operador terá que entrar em uma tabela de fatores de correção em várias leituras de vazão ou uma tabela de fatores de correção em várias leituras do número de Reynolds.
MultiK Pairs	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. Define o número de entradas de tabela, de 2 a 6.
MultiK Type	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. Define se os fatores de correção (fatores k) serão aplicados, baseados na leitura de velocidade ou a leitura do número de Reynolds.
MultiK VelRey_1	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O primeiro valor "x" na tabela, que será a menor velocidade ou menor número de Reynolds para usar a correção.
MultiK VelRey_1	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O primeiro valor "y" na tabela, que será o fator de correção (fator k) para a velocidade mínima ou o menor número de Reynolds. Esse fator k será multiplicado pela velocidade indicada pelo valor x correspondente, ou a velocidade que leva ao Número de Reynolds para o valor x correspondente.
MultiK VelRey_2	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O segundo valor "x" na tabela, que será a próxima maior velocidade ou o próximo maior número de Reynolds a usar para correção.
MultiK VelRey_2	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. Segundo valor "y" na tabela, que será o fator de correção (fator k) para o valor x correspondente ou a velocidade que leva ao Número de Reynolds para o valor X correspondente.
MultiK VelRey_3	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O terceiro valor "x" na tabela, que será a próxima maior velocidade ou o próximo maior número de Reynolds a usar para correção.
MultiK VelRey_3	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. Terceiro valor "y" na tabela, que será o fator de correção (fator k) para o valor x correspondente ou a velocidade que leva ao Número de Reynolds para o valor X correspondente.
MultiK VelRey_4	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O quarto valor "x" na tabela, que será a próxima maior velocidade ou o próximo maior número de Reynolds a usar para correção.
MultiK VelRey_4	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. Quarto valor "y" na tabela, que será o fator de correção (fator k) para o valor x correspondente ou a velocidade que leva ao Número de Reynolds para o valor X correspondente.
MultiK VelRey_5	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O quinto valor "x" na tabela, que será a próxima maior velocidade ou o próximo maior número de Reynolds a usar para correção.
MultiK VelRey_5	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. Quinto valor "y" na tabela, que será o fator de correção (fator k) para o valor x correspondente ou a velocidade que leva ao Número de Reynolds para o valor X correspondente.
MultiK VelRey_6	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O último valor "x" na tabela, que será a próxima maior velocidade ou o próximo maior número de Reynolds a usar para correção.
MultiK VelRey_6	Necessário apenas para a tabela do Fator de Correção. O último valor "y" na tabela, que será o fator de correção (fator k) para o valor x correspondente ou a velocidade que leva ao Número de Reynolds para o valor X correspondente.

Categoria 7: Definições críticas de fábrica que não devem ser alteradas

Ch_x Axial Length L	Define o comprimento axial do caminho de cada transdutor. Usado no cálculo da taxa de vazão.
Ch_x Chord Wt factor	Necessário se a Configuração do Caminho Composto tiver mais de um caminho. Define o fator de peso ao calcular a taxa de vazão volumétrica geral da taxa de vazão de cada caminho do transdutor. É usado no cálculo da taxa de vazão.
Ch_x Path Length P	Define o comprimento do caminho de cada transdutor. Usado no cálculo da taxa de vazão.
Ch_x Time Buffer Offset	Determina o tempo de espera no buffer do transdutor. É usado no cálculo da taxa de vazão. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.
Active TW	Determina se é necessário ou não ajustar o valor Tw do transdutor quando o ambiente de medição é alterado. O Tw é o tempo na cunha ou o atraso no buffer do transdutor. Para fluídos que passam por alterações extremas de temperatura, o valor Tw pode precisar ser recalculado já que o próprio buffer altera o comprimento e a velocidade do som em resposta ao aquecimento ou resfriamento. É usado no cálculo da taxa de vazão. A definição de Fábrica não deve ser alterada, a menos que ocorram problemas no aplicativo.
Configuração do caminho	Define o número de pares de transdutor montado na célula de vazão e a disposição desses caminhos. Essas informações são críticas para determinar o algorítmo de medição de vazão, visto que isso define como combinar as medições de caminho individuais para criar uma taxa de vazão geral.
Diâmetro interno da tubulação	Define a área transversal do fluído. Usado para calcular a taxa de vazão volumétrica do perfil de velocidade da vazão.
Diâmetro externo da tubulação	Exigido apenas se o Diâmetro Interno da Tubulação não for definido diretamente. Neste caso, o Diâmetro Interno da Tubulação será calculado a partir do Diâmetro Externo da Tubulação e da Espessura da Parede da Tubulação.
Espessura da parede da tubulação	Exigido apenas se o Diâmetro Interno da Tubulação não for definido diretamente. Neste caso, o Diâmetro Interno da Tubulação será calculado a partir do Diâmetro Externo da Tubulação e da Espessura da Parede da Tubulação.
Correção de Reynolds	Usado em alguns caminhos, dependendo da Configuração de Caminho, para corrigir a leitura da velocidade média da vazão. Use o número de Reynolds do fluído e a velocidade média de vazão para determinar o perfil de vazão e, em seguida, use esse número para corrigir a velocidade da vazão transversal.
Ch_x Delta T Offset	Define um fator de correção aplicado ao cálculo de delta-t. É usado no cálculo da taxa de vazão. Pode ser utilizado para testar ou solucionar problemas, para simular uma taxa de vazão quando não há vazão, mas deve ser definido novamente para a correção apropriada para a vazão zero na medição de vazão real. Crítico para estar certo de que ele produza uma leitura de vazão zero na vazão zero. A definição de Fábrica deve ser alterada apenas por um representante Qualificado da Manutenção.

3.2.4 Parâmetros de segurança funcional operacional

Existem quatro limites de vazão relacionados à segurança funcional que o Operador pode optar por definir:

- Limite funcional mínimo (LFL)
- Limite de advertência mínimo (LWL)
- Limite de advertência máxima (UWL)
- Limite funcional máximo (UFL)

Elas permitem que um Operador defina limites máximo e mínimo para uma vazão segura funcional além dos quais o SIS não é seguro. Além disso, o Operador pode definir níveis de advertência para indicar que a taxa de vazão esteja se aproximando de um dos limites de vazão de segurança funcional.

Se usadas, as definições seguiriam normalmente o padrão: **LDL < LFL < LWL < UWL < UFL < UDL. A tabela da** Categoria 8 abaixo inclui uma explicação detalhada esses parâmetros.

Categoria 8: Definições de segurança funcional opcional

LFL = Limite Funcional Mínimo	Um cliente pode optar por definir este limite de taxa de vazão para indicar uma taxa de vazão que esteja muito baixa na direção de avanço ou muito alta na direção inversa para ser salva para o SIS. Se a taxa de vazão medida cair abaixo do LFL, a saída de SIL iria para o nível selecionado para o estado Risco Detectado (Disparo Mínimo ou Disparo Máximo). Por padrão, o LFL é definido para o limite de design mínimo (LDL) do sistema do medidor de vazão.
UFL = Limite Funcional Máximo	Um cliente pode optar por definir este limite de taxa de vazão para indicar uma taxa de vazão de avanço que seja muito elevada para ser considerada segura para o SIS. Se a taxa de vazão medida exceder o LFL, a saída SIL irá para o nível selecionado para o estado Risco Detectado (Disparo Mínimo ou Disparo Máximo). Por padrão, o UFL é definido para o limite de design máximo (UDL) do sistema do medidor de vazão.
LWL = Limite de Advertência Inferior	Se um cliente usar o recurso LFL, ele também pode optar por receber uma advertência antes que a taxa de vazão se aproxime do limite funcional mínimo. Sendo assim, o cliente definiria um valor LWL, de certa forma superior ao valor LFL. Se a taxa de vazão for inferior ao nível LWL, o medidor de vazão Genesis fornece uma mensagem de advertência no LCD (também recuperado pelo software Vitality PC, o HART ou a conexão Modbus). No entanto, se a taxa de vazão medida estiver entre o LWL e o LFL, a saída de SIL continua a medir a vazão. Isso pode permitir que um operador reaja ao valor de taxa de vazão decrescente antes que ele atinja o limite funcional mínimo.
UWL = Limite de Advertência Superior	Análogo ao LWL, é usado para avisar o operador de que a taxa de vazão está aumentando em direção ao Limite Funcional Máximo.
LDL = Limite de Design Mínimo	Por padrão, nossos cálculos de vazão estão garantidos até este limite mínimo. Para o PanaFlow HT, a taxa de vazão mínima projetada pela Panametrics é de -40 pés/seg (-12,5 m/seg).
UDL = Limite de Design Máximo	Por padrão, nossos cálculos de vazão estão garantidos até este limite superior. Para o PanaFlow HT, a taxa de vazão máxima projetada pela Panametrics é de -40 pés/seg (12,5 m/seg).

3.2.5 Validação de Definição de Parâmetro

O usuário deve ter que executar uma validação do subsistema após uma alteração dos parâmetros do sistema.

3.3 Testes de prova

O objetivo do teste de prova é detectar erros dentro do medidor de vazão que não seriam detectados pelo diagnóstico de rotina do instrumento. A principal preocupação é um erro indetectado que possa impedir que a Saída de Segurança execute a sua função pretendida.

A frequência do teste de prova ou o intervalo de teste de prova devem ser de um ano ou menos para manter a integridade de segurança exigida da Saída de Segurança.

As pessoas que executam o teste de prova do Medidor de Vazão devem ser treinadas em operações de SIS, incluindo procedimentos de bypass, manutenção do medidor de vazão e gerenciamento de procedimentos de alterações da empresa. Os testes podem ser executados através do LCD/teclado ou do software Vitality PC. Os testes também podem ser executados via HART, exceto conforme observado abaixo. Consulte o *Manual do Usuário* para informações sobre como conectar o HART ou o software Vitality PC ao medidor de vazão.

Os resultados do testes de prova devem ser documentados, e esta documentação deve fazer parte de um sistema de gerenciamento de segurança da planta. Qualquer falha que seja detectada e que comprometa a segurança funcional deve ser reportada ao Executivo de Segurança do Produto na Panametrics. A *Tabela 5* abaixo descreve as opções de teste de prova.

Tabela 5: Opções de teste de prova

Teste de prova no. 1	Teste mín a máx. da saída do loop	CD de 1 canal	CD de 2 canais
	Verificar configuração	94,9%	91,0%
Teste de prova no. 2	Teste mín para máx. de saída do loop		
	Verificar configuração		
	Teste de chave de saída do SIL	95,6%	91,6%
	Verificação da medição de temperatura interna		
	Teste de Watchdog		
Teste de prova no. 3	Todos os testes acima, e:	97,7%	95,8%
	Calibração com base no padrão principal		

Observação: *Exceto como observado nas tabelas nas seguintes páginas, o Operador deve fazer o login no nível de acesso de Usuário do SIL para executar esses testes.*

3.3.1 Teste de prova no. 1

O teste de prova a seguir é recomendado para todos medidores de vazão:

Passo	Ação
1	Ignora eletricamente o PLC de segurança usando uma função de substituição de manutenção ou executa outra ação apropriada para evitar um disparo falso, seguindo os procedimentos de Gerenciamento de Alterações.
2	Defina a Saída de SIL para ir para o Nível de Falha especificado para Força Máxima (≥21 mA), e verifique se a corrente mA atinge esse valor. • Usando o Vitality: CAL-TRIM-TEST>SIL Analógico A> Percentual > 106% • Usando o HART: Configuração de dispositivo > Serviço HART:Usuário de SIL > Teste de SIL > Saída de SIL Mín Máx > Disparo Máximo • Usando LCD/Teclado: Teste de SIL > Saída de SIL Mín. Máx > Disparo Máximo Ele testa problemas de conformidade de tensão, como uma baixa voltagem de fonte de alimentação em loop ou uma maior resistência da fiação. Ele também testa outras falhas possíveis
3	Defina a Saída de SIL para o Nível de Falha especificado para Força Mínima (≤3,6 mA), e verifique se a corrente mA atinge esse valor. • Usando o Vitality: CAL-TRIM-TEST>SIL Analógico A> Percentual > -2,5% • Usando o HART: Configuração de dispositivo > Serviço HART:Usuário SIL > Teste SIL > Saída de SIL Mín Máx > Disparo Mínimo • Usando LCD/Teclado: Teste de SIL > Saída SIL Mín. Máx > Disparo Mínimo Isso testa possíveis falhas relacionadas à corrente inerte.
4	Verifique todos os parâmetros de configuração críticos para a segurança. Veja a Lista de Parâmetros de Segurança que inicia na *página 13*.
5	Restaure o loop para a operação completa.
6	Garanta que nenhum alarme ou advertência estejam presentes no transmissor. • Usando o Vitality: verifique se há mensagens na Janela de Erros • Usando o HART: Corrente de loop PV (Verifique se a corrente está na faixa de 4,00 mA a 20,00 mA) • Usando LCD/Teclado: observe se há mensagens de erro depois de retornar ao modo de Medição
7	Remova o bypass do PLC de segurança ou restaure, de outra forma, a operação normal.

3.3.2 Teste de prova no. 2

O Teste de Prova no.2 incorpora todas as etapas de Teste de Prova 1 e inclui também testes adicionais.

Passo	Ação
1	Ignora eletricamente o PLC de segurança usando uma função de substituição de manutenção ou executa outra ação apropriada para evitar um disparo falso, seguindo os procedimentos de Gerenciamento de Alterações.
2	Defina a Saída de SIL para ir para o Nível de Falha especificado para Força Máxima (≥21,0 mA), e verifique se a corrente mA atinge esse valor. • Usando o Vitality: CAL-TRIM-TEST>SIL Analógico A> Percentual > 106% • Usando o HART: Configuração de dispositivo > Serviço HART:Usuário SIL > Teste SIL > Saída SIL Mín Máx > Disparo Máximo • Usando LCD/Teclado: Teste de SIL > Saída de SIL Mín. Máx > Disparo Máximo Ele testa problemas de conformidade de tensão, como uma baixa voltagem de fonte de alimentação em loop ou uma maior resistência da fiação. Ele também testa outras falhas possíveis.
3	Defina a Saída de SIL para o Nível de Falha especificado para Força Mínima (≤3,6 mA), e verifique se a corrente mA atinge esse valor. • Usando o Vitality: CAL-TRIM-TEST>SIL Analógico A> Percentual > -2,5% • Usando o HART: Configuração de dispositivo > Serviço HART:Usuário SIL > Teste SIL > Saída SIL Mín Máx > Disparo Mínimo • Usando LCD/Teclado: Teste de SIL > Saída SIL Mín. Máx. > Disparo Mínimo Isso testa possíveis falhas relacionadas à corrente inerte.
4	Teste a Chave de Saída SIL para verificar se o circuito pode forçar a Saída SIL em caso de uma falha de hardware. Teste o valor mA de saída SIL com um amperímetro ou DCS. Registre o valor padrão. • Usando o Vitality: CAL-TRIM-TEST>Teste sob demanda> Teste de chave > ABRIR / FECHAR • Usando o HART: Este teste não pode ser conduzido através do HART • Usando LCD/Teclado: Testes do SIL > Chave Analógica de Saída SIL > Chave aberta, chave fechada Verifique se a Saída de SIL chega a 3,2 mA ou menos durante o estado “Chave aberta”. “Chave fechada” deve colocar a Saída de SIL de volta em linha, no valor padrão.
5	Leia o valor de temperatura do sensor interno, compare-o à temperatura ambiente e verifique se é uma leitura aceitável. A leitura do sensor deve estar 10-15 graus C acima da temperatura ambiente e ser inferior a 70°C. • MONITOR > Temperatura operacional da corrente (Nota: Nível de usuário do SIL não é necessário) • Usando o HART: Configuração do dispositivo > Serviço HART: usuário SIL > Teste SIL > Temperatura da placa • Usando LCD/Teclado: Testes SIL > Temperatura na placa
Observação: Esta tabela continua na próxima página.	

Passo	Ação
	Observação: Esta tabela é uma continuação da página anterior.
6	Execute o teste Watchdog para reiniciar o medidor de vazão. **Observação:** *O teste Watchdog redefinirá o Medidor de Vazão e perderá todos os parâmetros alterados.* • Usando o Vitality: CAL-TRIM-TEST>Teste sob demanda> Teste de chave > TESTE DE WATCHDOG • Usando o HART: Este teste não pode ser conduzido através do HART • Usando LCD/Teclado: Teste de SIL > Teste de Watchdog Aguarde aproximadamente 40 segundos para o medidor de vazão retornar à operação normal. Se o teste falhar, o LCD e o Log de Erro no Vitality mostrarão uma mensagem de erros.
7	Verifique todos os parâmetros de configuração críticos para a segurança. Veja a Lista de Parâmetros de Segurança que inicia em página 13.
8	Restaure o loop para a operação completa.
9	Garanta que nenhum alarme ou advertência estejam presentes no transmissor. • Usando o Vitality: verifique se há mensagens na Janela de Erros. • Usando o HART: Corrente de loop PV (Verifique se a corrente está na faixa de 4,00 mA a 20,00 mA) • Usando LCD/Teclado: observe se há mensagens de erro depois de retornar ao modo de Medição
10	Remova o bypass do PLC de segurança ou restaure, de outra forma, a operação normal.

3.3.3 Teste de prova no. 3

O teste de prova no. 3 envolve todas as etapas do Testes de prova no. 2, seguido por uma calibração do medidor de vazão com base em uma referência.

Observação: *Esse processo requer Nível de Acesso de Serviço. Ele deve ser executado por um Profissional de Manutenção da Panametrics ou um cliente qualificado.*

3.4 Análise de Risco e Perigo a Ser Executada pelo Cliente

O impacto do comissionamento em unidades e recursos operacionais adjacentes ou em outros serviços de campo deve ser avaliado antes da conclusão do comissionamento. Os procedimentos de segurança do cliente devem ditar o método apropriado para essa avaliação.

[esta página foi deixada em branco propositadamente]

Capítulo 4. Fase de manutenção

Quando o medidor de vazão tiver sido devidamente instalado e comissionado, ele está pronto para fornecer as medições de fluxo ao SIS. A partir deste ponto até o decomissionamento, o medidor de fluxo deve estar na fase de manutenção do seu ciclo de vida.

4.1 Restrições de Usuário

O estado Risco Detectado é definido devido a erros de medição de vazão ou falhas do sistema. Os erros de medição de vazão podem ser provocados por distorções temporárias no percurso dos sinais através de fluxo fluído. Se o Estado de Risco Detectado ocorre devido a erros na vazão, o medidor de vazão colocará a Saída de SIL no estado DD. O instrumento se recuperará de um erro de vazão sem intervenção de usuário quando as condições de vazão forem recuperadas. Além disso, o Estado de Risco Detectado ocorre devido a falhas do sistema. Neste caso, o medidor de vazão colocará a Saída de SIL no estado DD e ele continuará dessa forma até Intervenções do Usuário Autorizado. O estado DD pode ser apagado executando-se uma redefinição de um medidor de vazão. Existem dois métodos para eliminar o estado DD:

- Insira o menu Programa no nível de acesso de usuário do SIL. Em seguida, saia sem fazer alterações. O medidor de vazão executará uma redefinição de software.

  ou

- Desligue, aguarde um minuto e depois ligue novamente.

Apenas Pessoal Autorizado deve ter permissão para executar uma redefinição, conforme o Plano de Segurança local da instalação do cliente (veja o *"Apêndice A" na página 29* para detalhes).

4.2 Reparo e troca

Não há componentes substituíveis pelo usuário em montagens de circuito impresso e todos os outros componentes sobressalentes do medidor de vazão devem ser adquiridos na Panametrics. Qualquer falha que seja detectada e que comprometa a segurança funcional deve ser reportada ao Executivo de Segurança do Produto na Panametrics. Ao substituir os transdutores no medidor de vazão, siga os procedimentos da Panametrics. O usuário é responsável por minimizar o risco adequadamente para a Função Instrumentada de Segurança durante o reparo e a troca.

As atividades de reparo e substituição devem ser executadas por pessoal de manutenção devidamente treinado ou por clientes autorizados que tenham treinamento em manutenção. Isso garante a conformidade de segurança funcional e mantém o banco de dados de rastreabilidade da Panametrics atualizado.

4.3 Modificações e rastreabilidade

4.3.1 Finalidade

O processo de modificação envolve alterações em hardware ou software dos sistemas instalados.

Toda modificação no sistema deve ser documentada pelo Usuário Autorizado juntamente com as suas consequências no sistema.

4.3.2 Componentes rastreáveis

As modificações de hardware devem ser executadas por pessoal de manutenção devidamente treinado ou por clientes autorizados que tenham treinamento em manutenção. Qualquer alteração de hardware ou firmware em um sistema instalado deve ser refletida no banco de dados de rastreabilidade da Panametrics. Ou seja, se o hardware for alterado, o número de série e a versão do novo componente de hardware devem ser anotados no banco de dados. Se o firmware for alterado, a nova versão de firmware deve ser anotada no banco de dados. É vital manter o banco de dados atualizado em caso de reparo ou troca como observado em *"Restrições de Usuário" na página 25*.

Entre em contato com uma das *Centrais de Atendimento ao Cliente* listadas no verso para enviar atualizações para o banco de dados de rastreabilidade.

4.4 Atualização de firmware

No caso de atualizações de firmware, elas devem ser executadas na fábrica ou por um técnico de manutenção certificado da Panametrics. O usuário não precisará executar atualizações de firmware.

Capítulo 5. Fase de decomissionamento

Na conclusão do serviço, o medidor de vazão deve ser decomissionado (removido do serviço) por um usuário autorizado.

5.1 Objetivos

Antes do decomissionamento de qualquer sistema de segurança do serviço ativo, realize uma revisão adequada e obtenha a autorização necessária Além disso, mantenha as funções de segurança apropriadas durante as atividades de decomissionamento.

O gerenciamento de procedimentos de alteração deve ser implementado para todas as atividades de decomissionamento.

5.2 Análise de risco e perigo a ser executada pelo cliente

O impacto do decomissionamento em unidades e recursos operacionais adjacentes ou outros serviços de campo deve ser avaliado antes do decomissionamento.

5.3 Descarte

O descarte deve ser realizado em conformidade com uma *Diretiva de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Residuais* (Diretiva WEEE) no link a seguir: http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm.

Entre em contato com uma das *Centrais de Atendimento ao Cliente* listadas no verso para reportar um produto decomissionado.

[esta página foi deixada em branco propositadamente]

Apêndice A. Códigos de Integridade da Segurança Funcional

Neste apêndice, os códigos de integridade e as sequências de erro de vazão são definidos pelo XMT900. O operador pode acessar esses códigos através dos comandos Modbus.

Em alguns modos de erro, a saída do SIL entra em um estado DD, indicando um problema não específico. Para determinar o tipo do problema, envie um comando Modbus solicitando o registro de integridade para códigos de integridade ou o registro de erro para sequências de erro de vazão através do software Vitality PC. O código de integridade (veja a *Tabela 6* abaixo) ou a sequência de erro de vazão (veja a *Tabela 7 na página 31*) fornecem alguns detalhes sobre o problema.

A.1 Tabela de condições do código de integridade

Use esta tabela para localizar as ações sugeridas a serem realizadas para cada condição de erro do código de integridade.

Tabela 6: Condições do código de integridade

Código de erro	Valor HEX	Indicação	Nível de falha	Ação
S0	0x00000000	Sem erro	* Indicação*	Nenhuma ação necessária
S1	0x00000001	No modo configuração	* Indicação*	Nenhuma ação necessária
S2	0x00000002	Usuário inválido	* Aviso *	Insira a senha correta
S3	0x00000004	Solicitação inválida	* Aviso *	Solicite um parâmetro válido
S4	0x00000008	Faixa de parâmetros inválidos	* Aviso *	Use um valor válido para o parâmetro
S5	0x00000010	Parâmetro não suportado	* Aviso *	Defina um parâmetro válido
S6	0x00000020	Medição de vazão	* Erro *	Verificação de definições de parâmetros, transdutores
S7	0x00000040	Falha CRC de parâmetro persistente	* Falha *	Redefinição para configuração de dados comissionados
S8	0x00000080	Falha de teste da chave do multiplexador	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S9	0x00000100	Falha de teste de bits ADC	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção
S10	0x00000200	Falha de teste VGA	* Falha *	Verifique os transdutores e entre em contato com a Manutenção.
S11	0x00000400	Falha de frequência do relógio	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S12	0x00000800	Falha de teste na CPU	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S13	0x00001000	Falha de memória Flash invariável	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S14	0x00002000	Falha de memória SRAM invariável	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S15	0x00004000	Falha de memória variável	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S16	0x00008000	Falha CRC de configuração do FPGA	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S17	0x00010000	Falha de teste de temperatura	* Falha *	Reduza a temperatura ambiente.
S18	0x00020000	Falha no driver	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.

Tabela 6: Condições do código de integridade

Código de erro	Valor HEX	Indicação	Nível de falha	Ação
S19	0x00040000	Falha no Watchdog	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S20	0x00080000	Falha de retorno de leitura da saída analógica	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S21	0x00100000	Erro de estouro de pilha	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S22	0x00200000	Falha no Watchdog lado a lado ou em alternância	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S23	0x00400000	Erro de inicialização	* Falha *	Parâmetros de revisão
S24	0x00800000	Erro de hardware DSP	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S25	0x01000000	Exceção DSP	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S26	0x02000000	ISR padrão (exceção DSP)	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S27	0x04000000	ISR redefiniu DSP (exceção DSP)	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S28	0x08000000	Falha de software	* Falha *	Redefina o medidor de vazão e entre em contato com a Manutenção.
S29	0x10000000	Abertura de loop de saída SIL	* Falha *	Verifique a fiação de saída SIL, ligue a Chave de Saída Analógica do SIL para verificar se ela está funcionando corretamente e entre em contato com Manutenção.

A.2 Tabela de sequências de erro de vazão

Use esta tabela para localizar as ações sugeridas a serem tomadas para cada condição de erro de medição de vazão.

Tabela 7: Sequências de erro de vazão

Código de erro	Valor Hex	Indicação	Nível de falha	Ação
E1	0x00000200	SNR	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E2	0x00000100	Velocidade do som	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E3	0x00000080	Faixa de velocidade	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E4	0x00000040	Qualidade do sinal	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E5	0x00000020	Amplitude	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E6	0x00000010	Ignorar ciclo	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E15	0x00000008	ActiveTW	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E22	0x00000002	SingleChAccuracy	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E23	0x00000004	MultiChAccuracy	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E28	0x10000000	SIL	* Erro *	Nenhuma ação necessária
E29	0x00000001	Aviso de velocidade	* Aviso *	Nenhuma ação necessária
E31	0x40000000	Não calibrado	* Erro *	Calibre o medidor de vazão

[esta página foi deixada em branco propositadamente]

Apêndice B. Glossário

Níveis de acesso: Existem quatro níveis de acesso no medidor de vazão: Fábrica, Serviço, Usuário de SIL e Usuário Geral. Cada Conjunto de Dados tem parâmetros que incluem todos os quatro Níveis de Acesso.

Usuário autorizado: Um operador de um instrumento SIL que foi devidamente treinado em Segurança Funcional e, portanto, está autorizado a operar e fazer a manutenção do instrumento SIL. O acesso que é restrito a Usuários Autorizados pode ser controlado por proteção de senha ou outra forma de segurança.

Conjunto de dados: Um conjunto de parâmetros programáveis no medidor de vazão que controla a Função de Segurança. O medidor de vazão tem três conjuntos de dados completos. Há um Conjunto de Fábrica, um Conjunto Comissionado e um Conjunto Ativo. Cada Conjunto de Dados contém um conjunto idêntico de parâmetros, mas com valores programados diferentes. Cada Conjunto de Dados contém alguns parâmetros que são acessíveis apenas com uma Senha de Fábrica, alguns que são acessíveis com uma Senha de Serviço, outros que são acessíveis com uma senha de Usuário de SIL, e ainda outros acessíveis com uma senha de Usuário Geral.

Códigos de Integridade: O medidor de vazão pode fornecer vários Códigos de Integridade que indicam a natureza de um erro interno ou uma condição de advertência. Eles são acessíveis através do software Vitality PC. *Apêndice A*lista esses códigos em *Tabela 6 na página 29*.

Ciclo de vida: Um produto de Segurança Funcional tem três estágios básicos do Ciclo de Vida: Comissionamento, Manutenção e Decomissionamento. Cada estágio tem questões e ações de Segurança Funcional que estão descritas neste manual.

Teste de prova: O medidor de vazão tem muitos autotestes que são executados continuamente para garantir a integridade do valor de Saída Seguro. Mas há algumas funções que não podem ser testadas rotineiramente porque podem provocar uma condição de alarme, redefinição de instrumento, etc. Essas funções devem ser testadas periodicamente através de um processo chamado de Teste de Prova. Ele consiste em colocar o medidor de vazão fora de linha desconectando-o do SIS ou evitando, de outra forma, que o SIS use a Saída SIL em cálculos de segurança. O Usuário Autorizado executa determinados testes e grava os resultados conforme o Plano de Segurança do Cliente (fora do escopo deste manual). Por fim, o Usuário Autorizado coloca o medidor de vazão de volta online reconectando-o com o SIS.

Saída do SIL: O medidor de vazão tem uma Saída do SIL por conjunto de eletrônicos do computador de vazão XMT900 (veja a *Figura 4* abaixo). Essa é a saída do SIL/HART. A Saída do SIL fornece dois conjuntos de dados. O nível mA da saída indica o valor de Saída Segura. O sinal HART que é executado na saída fornece uma interface de comunicação HART que não está relacionada no SIL. Esse sinal HART pode ser utilizado para coletar dados de medição ou programar o instrumento, mas apenas o nível mA da Saída do SIL é Funcionalmente Seguro.

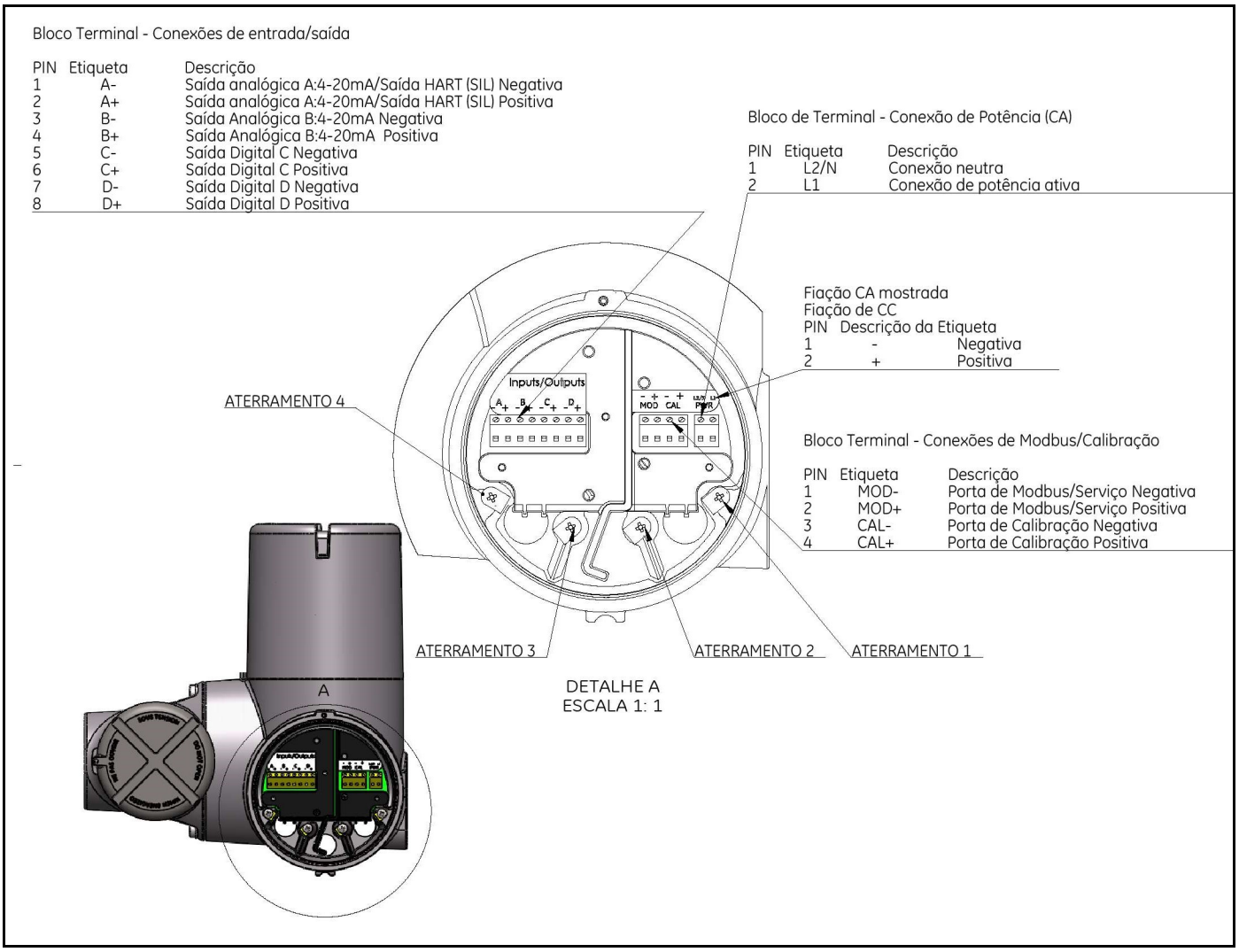


Figura 4: Saída do SIL

Digitalize aqui ou use o link abaixo para
Atendimento ao Cliente, Suporte Técnico,
ou Informações sobre o Serviço:
panametrics.com/support

Copyright 2026 por Panametrics LLC. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Este material contém uma ou mais marcas registradas da Panametrics LLC e/ou suas subsidiárias. Todos os nomes de produtos e empresas de terceiros são marcas comerciais de seus respectivos proprietários.

PANA027C71 PB C (09/2026)

Panametrics

panametrics.com