Guia de operação

Segurança funcional da série iC7

Módulos de sistema refrigerados a líquido e a ar

Explore our solutions
drives.danfoss.com

Conteúdo

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Danfoss Drives Oy © 2025.05

1 Introdução

1.1 Objetivo do Guia de Operação

Este Guia de Operação fornece informações sobre os recursos de segurança funcional dos iC7módulos de sistema e conversores montados em painel e é direcionado a usuários já familiarizados com a Danfoss iC7 série . Destina-se a ser um complemento aos guias específicos do drive.

O guia inclui instruções sobre como verificar se os recursos de segurança funcional integrados estão ativos e sobre como configurar os recursos de segurança.

1.2 Recursos adicionais

Recursos adicionais estão disponíveis para ajudar a entender melhor os recursos e a instalar e operar com segurança os iC7 produtos:

- Guias de segurança, que fornecem informações de segurança importantes relacionadas à instalação de drives iC7.
- guias de instalação, que abrangem a instalação mecânica e elétrica de drives ou opções de extensão funcional.
- Guias de operação, que inclui instruções para opcionais de controle e outros componentes do drive.
- Guias de aplicação, que fornecem instruções sobre como configurar o drive para um uso final específico. Os guias de aplicação para pacotes de software de aplicação também fornecem uma visão geral dos parâmetros e faixas de valores para operar os drives, exemplos de configuração com programações do parâmetro recomendadas e etapas de resolução de problemas.
- *Informações úteis sobre conversores de frequência*, disponíveis para download em www.danfoss.com.
- Outras publicações, desenhos e guias complementares estão disponíveis em www.danfoss.com.

As versões mais recentes dos Danfoss guias de produto estão disponíveis para download em www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/.

1.3 Abreviações

Tabela 1: Abreviações relacionadas à Segurança Funcional

Abreviações	Referência	Descrição
FIT	–	Falha no tempo. 1 FIT corresponde a uma falha por 1E9 horas de operação.
HFT	EN IEC 61508-4	Tolerância a falhas de hardware: HFT = n significa que n+1 falhas poderiam causar uma perda da função de segurança.
PFH	EN IEC 61508-4	Probabilidade de falhas perigosas por hora. Considere esse valor se o dispositivo de segurança for operado em alta demanda ou no modo de operação contínua, em que a frequência das demandas de operação feitas em um sistema relacionado à segurança for maior que 1 por ano.
PFD	EN IEC 61508-4	Probabilidade média de falha sob demanda; valor empregado para operação de baixa demanda.
PL	EN ISO 13849-1	Nível discreto usado para especificar a capacidade de peças relacionadas à segurança de sistemas de controle executarem uma função de segurança em condições previsíveis. Níveis divididos de "a" até "e".
PLr	EN ISO 13849-1	Nível de desempenho exigido (o nível de desempenho exigido para uma determinada função de segurança).
SIL	EN IEC 61508-4	Nível da Integridade de Segurança

Tabela 1: Abreviações relacionadas à Segurança Funcional - (continuação)

Abreviações	Referência	Descrição
STO	EN IEC 61800-5-2	Safe Torque Off
SS1	EN IEC 61800-5-2	Parada segura 1

1.4 Marcas registradas

PROFIBUS® and PROFINET® are registered trademarks of PROFIBUS and PROFINET International (PI).

PROFIdrive® é uma marca registrada licenciada pela PROFIBUS e PROFINET International (PI).

PROFIsafe® é uma marca registrada licenciada pela PROFIBUS e PROFINET International (PI).

1.5 Histórico de versões

O guia é revisado e atualizado regularmente. Todas as sugestões de melhoria são bem-vindas.

O idioma original deste guia é o inglês.

Tabela 2: Histórico de versões

Versão	Observações	Versões de hardware e software
AQ477043679710, versão 0203	Atualizações relativas a testes funcionais.	• 136B4311 (Unidade de segurança avançada): Placa versão 0.4.2 (revisão B) ou posterior, firmware versão 4.8.0 ou posterior. • 139Z9478 (Placa de interface de segurança): Placa versão 0.03.01 (revisão C) ou posterior, firmware versão 4.8.0 ou posterior • 139Z9493 (Placa do driver): revisão H ou posterior. • 139Z9617 (Placa do driver): revisão B ou posterior. • 70CVB02084 (Placa do driver): revisão F.1 ou posterior. • 139Z9562 (Placa de medição): revisão E ou posterior. • 70CVB02078 (Placa de medição): revisão F ou posterior.
AQ477043679710, versão 0202	Atualizações menores relativas ao Safe Torque Off.	
AQ477043679710, versão 0201	Adicionadas informações sobre unidades de potência conectadas em paralelo e PROFIsafe. Atualizações menores em 3.2 Descrição do Sistema de Segurança Funcional, 3.3.6 Feedback do STO, 6.1 Instalação para módulos de sistema com +BEF2, 9.1 Visão geral dos testes funcionais, 11.1 Normas e desempenho de segurança funcional e 11.2.1 Entradas digitais, saídas e tensões auxiliares.	
AQ477043679710, versão 0102	Primeira versão. As informações nesta versão são válidas para módulos de sistema refrigerados a ar iC7-Automation, módulos de sistema refrigerados a líquido iC7-Hybrid e módulo de sistemas refrigerados a líquido iC7-Marine.	• 136B4311 (Unidade de segurança avançada): Placa versão 0.4.2 (revisão B) ou posterior, firmware versão 3.1.0 ou posterior. • 139Z9478 (Placa de interface de segurança): Placa versão 0.03.01 (revisão C) ou posterior, firmware versão 3.1.0 ou posterior • 139Z9493 (Placa do driver): revisão H ou posterior. • 139Z9617 (Placa do driver): revisão B ou posterior. • 70CVB02084 (Placa do driver): revisão F.1 ou posterior. • 139Z9562 (Placa de medição): revisão E ou posterior. • 70CVB02078 (Placa de medição): revisão F ou posterior.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

2 Segurança

2.1 Símbolos de segurança

Os símbolos a seguir são usados na documentação da Danfoss.

⚠ PERIGO

Indica uma situação perigosa que, se não for prevenida, resultará em morte ou ferimentos graves.

⚠ ADVERTÊNCIA

Indica uma situação perigosa que, se não for prevenida, poderá resultar em morte ou ferimentos graves.

⚠ CUIDADO

Indica uma situação perigosa que, se não for prevenida, poderá resultar em ferimentos leves ou moderados.

AVISO

Indica informações consideradas importantes, mas não relacionadas a riscos (por exemplo, mensagens relacionadas a danos materiais).

O guia também inclui símbolos de advertência ISO relacionados a superfícies quentes e risco de queimaduras, alta tensão e choque elétrico, e referências às instruções.

	Símbolo de advertência ISO para superfícies quentes e risco de queimaduras
	Símbolo de advertência ISO para alta tensão e choque elétrico
	Símbolo de ação ISO para referências às instruções

2.2 Pessoal Qualificado para Trabalho com Segurança Funcional

Somente pessoal qualificado pode instalar, configurar, colocar em funcionamento, manter e retirar de funcionamento recursos e funções de segurança funcional. O pessoal qualificado para trabalhar com recursos de segurança funcional são engenheiros elétricos qualificados ou pessoas que receberam treinamento de engenheiros elétricos qualificados e têm experiência adequada para operar dispositivos, sistemas, fábricas e máquinas de acordo com as normas e diretrizes gerais da tecnologia de segurança.

Além disso, eles devem:

- Estar familiarizados com os regulamentos básicos com relação à saúde e à segurança/prevenção de acidentes.
- Ler e compreender as diretrizes de segurança fornecidas neste guia.
- Possuem bom conhecimento das normas gerais e específicas aplicáveis à determinada aplicação.

Instaladores e integradores de sistemas que incorporam sistemas de drive de potência (relacionados à segurança) são responsáveis por:

- Análise de risco e de perigo da aplicação.
- A segurança geral da aplicação.
- Identificar as funções de segurança necessárias e atribuir SIL ou PL a cada uma das funções, outros subsistemas e a validade dos sinais e comandos deles.

- Projetar sistemas de controle adequados relacionados à segurança, tais como hardware, software, parametrização.

2.3 Considerações gerais sobre segurança

Ao instalar ou operar o conversor de frequência, preste atenção às informações de segurança fornecidas nas instruções. Para obter mais informações sobre diretrizes de segurança para instalação, consulte o guia de segurança específico do produto que é incluído no envio do drive. Para obter mais informações sobre diretrizes de segurança para operar o drive, consulte os guias específicos do produto.

AVISO

TESTE DE COMISSIONAMENTO

Após instalar as funções de segurança, realize um teste de comissionamento.

É necessário um teste de comissionamento bem-sucedido após a instalação inicial e após cada modificação da instalação ou aplicação envolvendo a segurança funcional.

Se o teste de comissionamento falhar, a operação segura não pode ser garantida.

⚠ ADVERTÊNCIA

RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO

A função de segurança STO não fornece segurança elétrica. A função STO por si não é suficiente para implementar a função Emergency-Off conforme definido pela IEC 60204-1:2018. Utillizar a função STO para implementar a função Emergency-Off pode resultar em morte ou lesões.

- A função Emergency-Off exige medidas de isolamento elétrico como, por exemplo, desligar a rede elétrica por meio de um contator adicional.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

3 Segurança funcional do iC7

3.1 Opcionais de segurança funcional

O opcional de segurança funcional +BEF2 inclui a função de segurança Safe Torque Off (STO) e parada segura 1 temporizada (SS1-t). Os drives com +BEF2 também incluem uma unidade de seguraça avançada, que permite configurar os parâmetros de segurança funcional usando o MyDrive® Insight.

3.2 Descrição do Sistema de Segurança Funcional

Utiliza-se uma unidade de segurança avançada adicional para implementar funções de segurança de acordo com a norma EN IEC 61800-5-2 em módulos de sistema iC7 com +BEF2.

A unidade de segurança avançada lida com a E/S segura e o monitoramento das funções de segurança ativa. A unidade de segurança avançada não lida com os controles do conversor de frequência. O conversor de frequência pode ser controlado, por exemplo, com a aplicação do drive ou o sistema de controle de processo externo.

A unidade de segurança avançada pode ser controlada com as E/S digitais e via fieldbus seguro, quando aplicável.

Figura 1 e Figura 2 descrevem a arquitetura do sistema de drives com as unidades de segurança funcional. As áreas cinza na ilustração indicam que o componente está relacionado à segurança funcional. Linhas pontilhadas indicam comunicação de canal preto e linhas sólidas indicam conexões de fibra óptica.

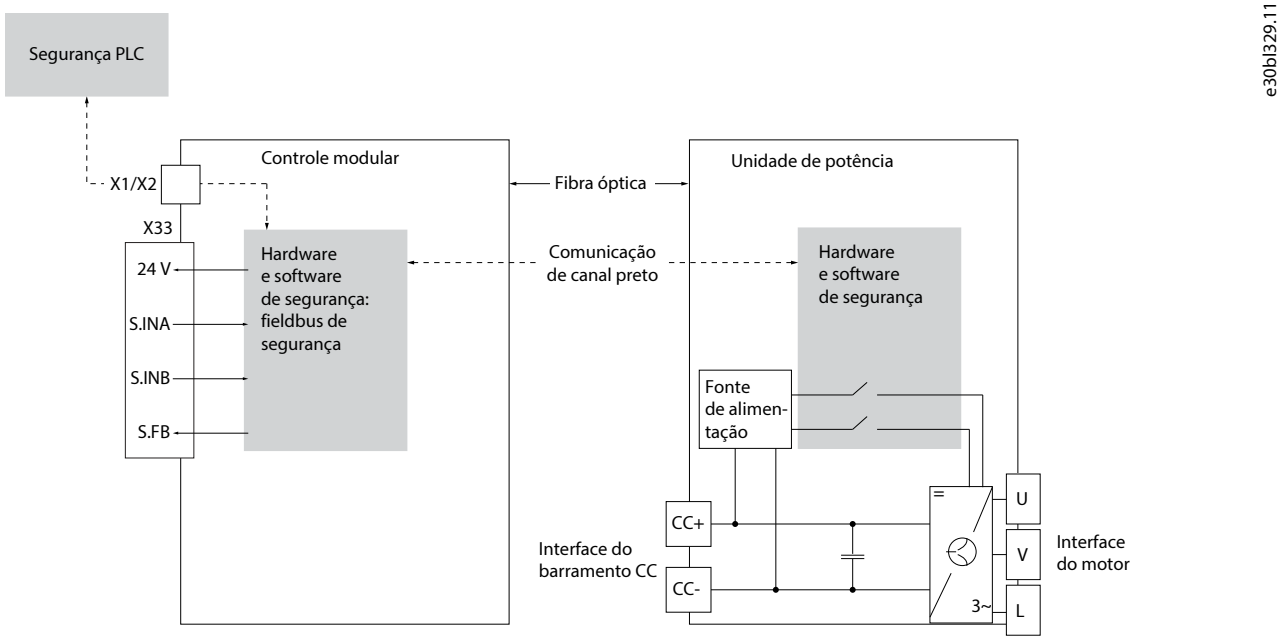


Figura 1: Arquitetura do sistema de segurança funcional do iC7 com uma única unidade de potência e fieldbus de segurança

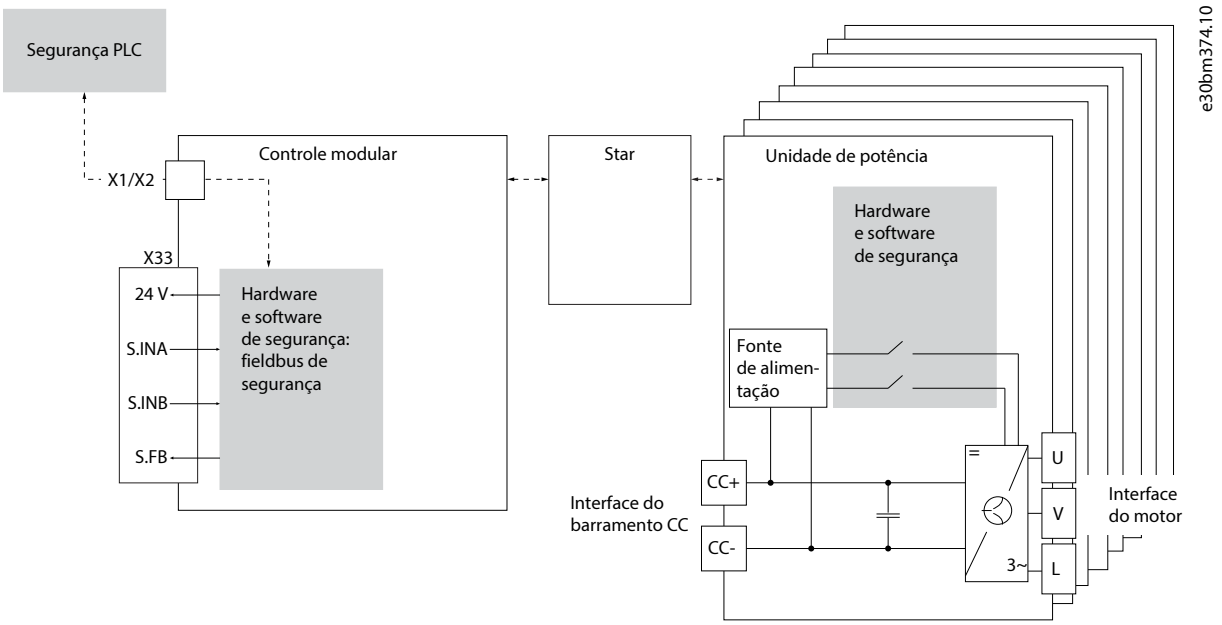


Figura 2: Arquitetura do sistema de segurança funcional do iC7 com unidades de potência paralelas e fieldbus de segurança

3.3 Módulo de sistema com funções de segurança diferentes

3.3.1 Visão geral

Os módulos de sistema com STO e SS1-t (+BEF2) fornecem as seguintes funções de segurança:

- Safe Torque Off (STO).
- Parada Segura 1 temporizada (SS1-t): o motor desacelera dentro de um tempo de desaceleração especificado. O STO é ativado no final de um tempo de desaceleração.

As duas funções de segurança são projetadas e aprovadas de maneira adequada para os requisitos de:

- Categoria 3 na EN ISO 13849-1
- Nível de desempenho "e" na EN ISO 13849-1
- SIL 3 na IEC 61508 e EN 61800-5-2

Os módulos de sistema são equipados com uma entrada de canal duplo e isolado galvanicamente, e um sinal de feedback de STO para fins de diagnóstico.

Uma função de segurança está ativa se 1 ou ambas as entradas de segurança não estiverem conectadas a um sinal de +24 V. O drive não consegue entrar no estado RUN. Para obter mais informações, consulte Tabela 23.

As entradas e saídas de controle são isoladas galvanicamente pela tensão de alimentação (PELV) e outros terminais de alta tensão, a menos que especificado de outra forma.

3.3.2 Safe Torque Off (STO)

AVISO

- Selecione e aplique os componentes no sistema de controle de segurança de forma correta para obter o nível de segurança operacional necessário. Antes de integrar e usar o STO em uma instalação, execute uma análise de risco completa na instalação para determinar se a funcionalidade STO e os níveis de segurança são apropriados e suficientes.

A função Safe Torque Off (STO) é um componente de um sistema de controle de segurança. O STO impede a unidade de gerar a tensão necessária para girar o motor. Se não especificado ou configurado de outra forma, o STO é definido como um estado seguro.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Os drives iC7 estão disponíveis com:

- Safe Torque Off (STO), conforme definido pela EN IEC 61800-5-2:2017
- Categoria de parada 0, conforme definido na EN IEC 60204-1:2018.

A função STO está disponível para drives e conversores de potência iC7 com segurança funcional com o código adicional +BEF2. As revisões específicas do hardware estão listadas no apêndice do certificado de segurança funcional.

3.3.3 Ativação do STO

A função STO é ativada por um dos seguintes motivos:

- Uma solicitação externa.
- Uma violação de outra função de segurança.
- Uma falha detectada pelo diagnóstico interno.

A função Parada Segura 1 (SS1-t) ativa a função STO quando um atraso de tempo específico da aplicação tiver passado (monitoramento de tempo).

Use a função STO para parar o drive em uma situação em que uma função de segurança é necessária. No modo de operação normal, quando o STO não é necessário, use a função de parada padrão.

3.3.4 Configurando o Comportamento de Reinicialização e Reconhecimento

As funções de segurança podem ser programadas para exigir um reconhecimento de eventos relacionados à segurança. Esses eventos incluem a energização do dispositivo ou o desengate de uma função de segurança.

As opções de configuração são:

- ***Reinício direto***: A transição para o estado operacional não requer nenhuma ação.
- ***Reconhecimento não seguro necessário***: É necessário o reconhecimento através de uma entrada não segura selecionada.
- ***Reconhecimento seguro necessário***: É necessário o reconhecimento através de uma entrada segura selecionada ou do fieldbus seguro.

> IMPORTANTE: Se o problema persistir e o dispositivo permanecer no modo de erro, entre em contato com Danfoss.

AVISO

A prevenção padrão de reinício acidental após a desativação do STO não atende a um requisito SIL 2 ou SIL 3. Isso se aplica ao configurar a reinicialização manual usando o parâmetro ***7.3.1 Resposta de Safe Torque Off***.

- Se uma reinicialização não intencional for crítica para a instalação, ela deve ser controlada pelo uso do STO, tanto após a ativação do STO quanto em cenários normais de inicialização, por exemplo, após um ciclo de energização normal.
- Se o reconhecimento do STO for parte da função de segurança, o reconhecimento da inicialização manual deve ser programado por um parâmetro de segurança funcional geral. Consulte 4.2 Parâmetros gerais de segurança funcional para obter mais informações sobre o parâmetro ***Reconhecer inicialização manual***.

⚠ CUIDADO

O comportamento de reinicialização padrão é programado para manual (parâmetro ***7.3.1 Resposta de Safe Torque Off*** = ***Falha***).

Como o conversor sempre inicia em um estado seguro, o reconhecimento da liberação do STO também é necessário após a energização do dispositivo.

- Isso pode ser evitado selecionando a nova partida automática, que limpa o estado seguro após a inicialização ser concluída (parâmetro ***7.3.1 Resposta de Safe Torque Off*** = ***Advertência***). Antes de comutar para Automático, certifique-se de que os requisitos da EN ISO 12100:2011 parágrafo 6.3.3.2.5 sejam atendidos. Alternativamente, o reconhecimento de inicialização manual pode ser programado por um parâmetro de segurança funcional geral. Consulte 4.2 Parâmetros gerais de segurança funcional para obter mais informações.

1. Remova a solicitação de STO.

   Dependendo da configuração, isso pode ser feito reaplicando a alimentação de 24 V CC às entradas seguras ou removendo a solicitação de STO através do fieldbus seguro.

2. Envie um sinal de reset via fieldbus, E/S digital ou painel de controle.

   Programe a função STO para ***Advertência***, programando o valor do parâmetro ***7.3.1 Resposta de Safe Torque Off*** do valor padrão ***Falha*** (reset manual) para ***Advertência*** (reset automático). ***Advertência*** significa que o STO terminou e a operação normal será retomada, quando a tensão de 24 V CC for aplicada às entradas seguras. Nenhum sinal de reinicialização é necessário.

3.3.5 Propriedades de entrada de segurança

Para adaptação flexível ao sistema de segurança, as entradas seguras contêm as seguintes propriedades:

- **Isolação galvânica dos terminais**: Os blocos de terminais de E/S de segurança funcional na placa de controle têm entradas separadas e isoladas galvanicamente para permitir, por exemplo, a troca das polaridades dos terminais de entrada seguros, como mostrado em Figura 11 e Figura 13.
- **Filtragem de pulso de teste**: Vários módulos de controle testam suas saídas seguras utilizando o padrão de pulso de teste (testes on/off) para identificar falhas devido a curto-circuito ou circuito cruzado. Ao interconectar a entrada segura do drive com uma saída segura do módulo de controle, o drive responde aos sinais de teste. Uma mudança de sinal durante um padrão de pulso de teste é configurada com o parâmetro ***Tempo de sinal estável*** (faixa de 1 a 5000 ms). Os pulsos de teste do comprimento configurado no parâmetro ***Tempo de sinal estável*** são ignorados nas linhas de entrada segura. Também é possível filtrar pulsos curtos, o que pode resultar na ativação incorreta de funções de segurança.

  Consulte 4.2 Parâmetros gerais de segurança funcional para obter mais informações sobre o parâmetro ***Tempo de Sinal Estável)***.

AVISO

- O tempo de sinal estável estende o tempo de resposta da função de segurança. A função de segurança é ativada após o tempo de resposta expirar.
- Se o sinal para a entrada de segurança não estiver estável, o drive responde com uma falha.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

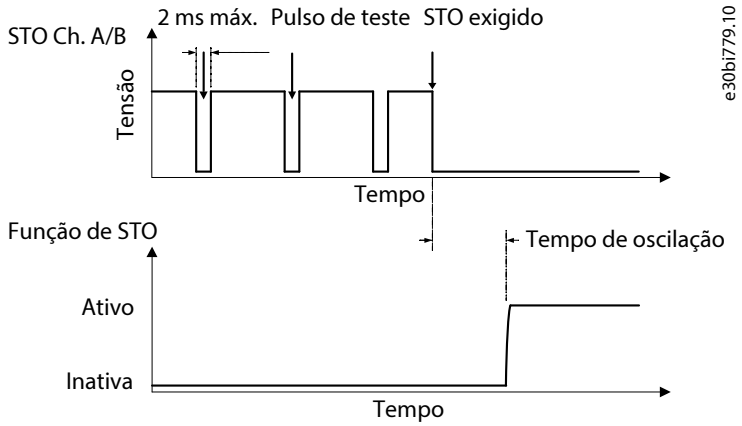


Figura 3: Filtragem de pulso de teste

- **Tolerância de entrada assíncrona**: Os sinais de entrada nos terminais de entrada não são sempre síncronos. Se a discrepância entre os 2 sinais for maior que 500 ms, o drive indica uma falha de E/S como descrito em Tabela 23. Esse recurso não atrasa a ativação da função de segurança.

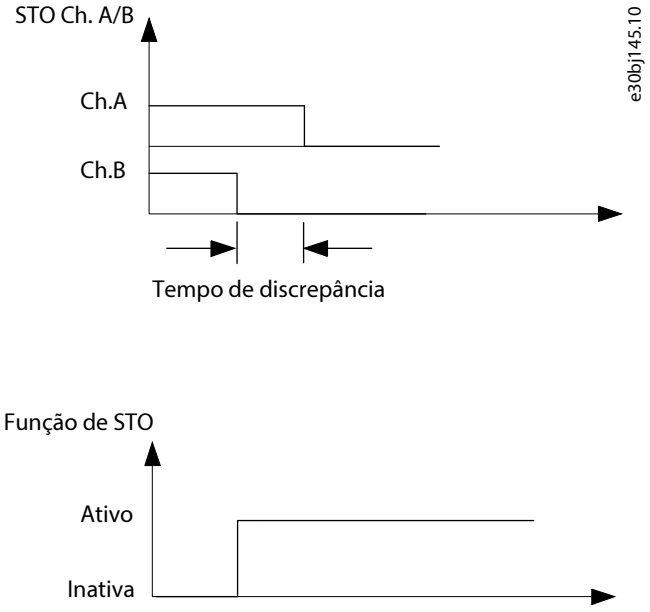


Figura 4: Tempo de discrepância

3.3.6 Feedback do STO

O feedback do STO é um sinal de feedback de canal único que pode ser usado para informações de status. Ele pode ajudar a alcançar uma melhor capacidade de segurança no nível do sistema, por exemplo, em casos de remodelação, onde é necessário feedback de diagnóstico para o sistema de segurança.

⚠ CUIDADO

O sinal de feedback não foi projetado para ser parte da função de segurança e não tem um nível da integridade de segurança.

Tabela 3: Instâncias de feedback do STO para sistemas com unidade de controle modular

Estado	Estado de feedback[1]	Informações adicionais
Função padrão	Desenergizado	O motor está funcionando e nenhuma função de segurança está ativa. O feedback do STO está desenergizado.
O estado STO é alcançado	Energizado	O STO é solicitado e um estado seguro é alcançado. O estado STO é alcançado e a conexão a todas as unidades de potência é estabelecida. A saída do STO está desenergizada.
Configuração necessária	Desenergizado	As entradas seguras devem ter uma configuração validada para garantir que todas as unidades de potência tenham atingido um estado de entrada segura. As unidades de potência conectadas fazem parte da configuração e, sem uma configuração validada, a entrada segura não pode presumir que haja uma conexão estabelecida com todas as unidades de potência.
Atualização de software	Desenergizado	Durante a atualização do software, o estado da saída segura não é confiável. A saída do STO está desenergizada.
Bootloader e inicialização	Desenergizado	O bootloader não se comunica e não conhece o estado da saída do STO nas unidades de potência. Na inicialização, a comunicação ainda não foi estabelecida e o cartão de entrada segura não conhece o estado da saída segura nas unidades de potência.
Falha interna	Desenergizado	Indica um problema grave, por exemplo, no circuito do STO. Não se pode presumir que a E/S de segurança saiba que todas as saídas de STO estão desenergizadas.
Falha interna fatal	Desenergizado	Acionado quando ocorrer uma falha interna fatal, por exemplo, uma falha de CPU ou RAM. A operação não pode ser garantida e não se pode assumir que as saídas seguras possam ser desenergizadas.

*1) **Energizado**: STO_FB+ ⇨ circuito STO_FB- fechado = fluxo de corrente = "0" lógico com configuração do driver do lado baixo. **Desenergizado**: STO_FB+ ⇨ circuito STO_FB- aberto = sem fluxo de corrente = "1" lógico com configuração do driver do lado baixo.*

Danfoss Drives Oy © 2025.05

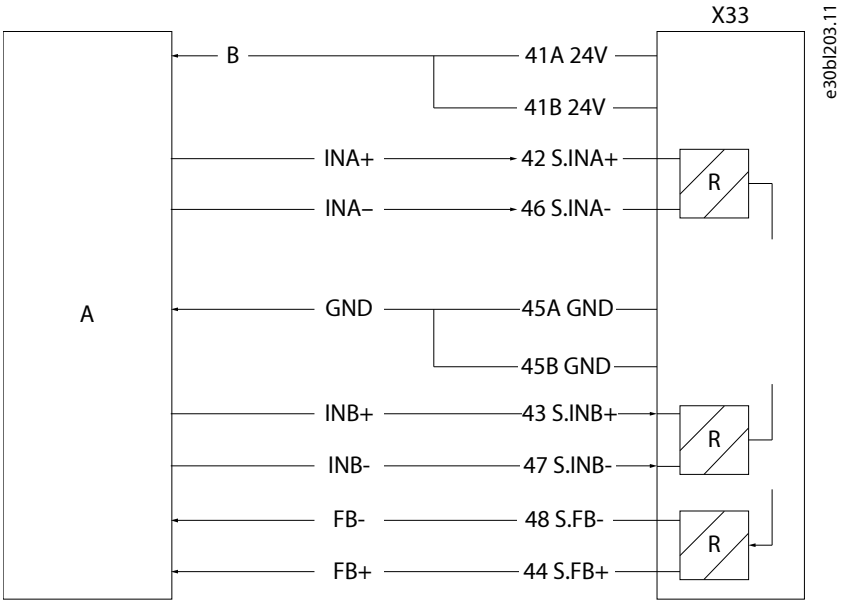


Figura 5: Exemplo de feedback do STO com um dispositivo de segurança externo para módulos de sistema

A	Dispositivo de segurança externo	B	Alimentação

Também pode ser usado como uma saída digital para fornecer um sinal de status. Neste caso, a carga pode ser uma entrada digital de um PLC.

O STO e o feedback do STO são ativados quando 1 ou ambos os canais de entrada seguros estão desenergizados.

No exemplo em Figura 6, o feedback do STO funciona de forma semelhante a um contator.

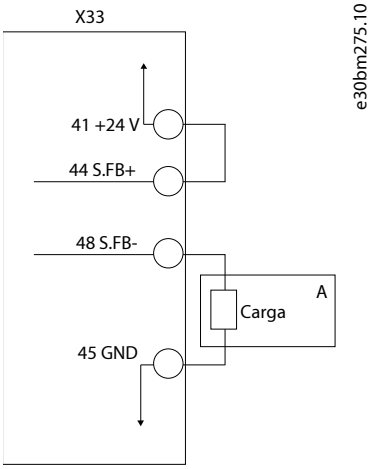


Figura 6: Exemplo de Feedback do STO, Feedback do STO como Contator

A	Dispositivo de segurança externo

4 Parâmetros para funções de segurança

4.1 Visão geral

A configuração de segurança funcional é feita no MyDrive® Insight, em *Setup e Serviço* > *Segurança funcional* > *Configuração de segurança*. Alterar parâmetros relacionados à segurança funcional requer fazer login como administrador.

Parâmetros relacionados ao software de aplicação, por exemplo, comportamento de reinício automático/manual após a desativação do STO, estão incluídos no grupo do parâmetro ***Segurança funcional***. Os valores padrão de fábrica e outros valores predefinidos não são válidos para aplicações de segurança como essa, e todos os valores de parâmetros devem ser verificados para garantir que a configuração seja adequada para a aplicação. Para obter mais informações sobre a configuração de parâmetros, consulte a documentação do software de aplicação.

> IMPORTANTE: Após a inicialização e a modificação da configuração ou dos parâmetros de segurança funcional, um teste de comissionamento deve ser realizado para verificar-se a funcionalidade das funções de segurança individuais. Para obter mais informações, consulte 8.4 Teste de comissionamento da função de segurança STO e 8.5 Teste de comissionamento da função de segurança Parada segura 1 temporizada (SS1-t).

A configuração dos recursos de segurança funcional deve ser feita de acordo com a instalação e fiação do sistema de segurança e consiste nas seguintes etapas:

1. Configuração de parâmetros gerais
2. Configuração de falha
3. Pareamento do módulo de sistema
4. Configuração de STO
5. Configuração do SS1-t
6. Salvar no dispositivo
7. Verificar parâmetros
8. Validação da configuração
9. Gerar um relatório de comissionamento

> IMPORTANTE: O dispositivo não suporta Parametrização em Funcionamento (PiR) para parâmetros relacionados à segurança funcional. Para garantir a segurança, esses parâmetros só podem ser alterados quando o drive estiver parado. Parâmetros não relacionados à segurança funcional podem ser ajustados sem parar o drive.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

4.2 Parâmetros gerais de segurança funcional

Tabela 4: Parâmetros gerais de segurança funcional

Nome do parâmetro[1]	Seleções	Valor padrão	Descrição
Tempo de sinal estável (A)	1–5000 ms	10	Atraso até que uma mudança de sinal para ***Baixo*** seja detectada estável. Este parâmetro especifica um atraso além do tempo especificado para a interpretação do sinal de entrada no drive.
Confirmar entrada para falha de E/S (B)	Não selecionado Entrada Segura (X33)	Não selecionado	Especifica a entrada digital segura, que pode ser associada ao reconhecimento das falhas de E/S.
Borda de acionamento para reconhecimento de falha d e E/S (C)	Borda de subida Borda de descida	Borda de subida	Especifica a borda para o reconhecimento das falhas de E/S.
Comportamento de reinicialização para liberação de falha de E/S (D)	Reconhecimento não seguro necessário Reconhecimento seguro necessário	Reconhecimento não seguro necessário	Especifica o comportamento de reinício para falha de E/S.
Confirmar entrada para inicialização (E)	Não selecionado Entrada Segura (X33)	Não selecionado	Especifica a entrada digital segura, que pode ser associada ao reconhecimento da inicialização.
Borda de acionamento para confirmação de inicialização (F)	Borda de subida Borda de descida	Borda de subida	Especifica a borda para o reconhecimento das falhas de E/S.
Reconhecimento de inicialização manual (G)	Reinício direto Reconhecimento não seguro necessário Reconhecimento seguro necessário	Reinício direto	Especifica o comportamento de reinicialização para o reconhecimento de inicialização.

1) Os parâmetros são identificados com letras na seção Configuração de segurança no MyDrive® Insight. A letra aparece entre parênteses após o nome de cada parâmetro nesta tabela.

4.3 Configuração de falha

Tabela 5: Parâmetros de configuração da falha

Nome do parâmetro[1]	Seleções	Valor padrão	Descrição
Mapeamento de falha de E/S (A)	STO Primeira instância de SS1	STO	Mapeamento da instância de falha para E/S.

1) Os parâmetros são identificados com letras na seção Configuração de segurança no MyDrive® Insight. A letra aparece entre parênteses após o nome de cada parâmetro nesta tabela.

4.4 Fieldbus seguro

Tabela 6: Parâmetros de fieldbus seguro

Nome do parâmetro[1]	Seleções	Valor padrão	Descrição
Endereço do Fieldbus Seguro (A)	1–65535	1	O endereço do dispositivo no subsistema do fieldbus seguro.
Configuração segura do fieldbus (B)	VERDADEIRO/FALSO (Caixa de seleção ***Ativada*** não marcada/marcada).	FALSO (Caixa de seleção ***Ativada*** não marcada.)	Especifica se o fieldbus seguro está ativado.

1) Os parâmetros são identificados com letras na seção Configuração de segurança no MyDrive® Insight. A letra aparece entre parênteses após o nome de cada parâmetro nesta tabela.

4.5 Emparelhamento das unidades de controle e das unidades de potência

Pré-requisitos:

As unidades de controle e as unidades de potência devem ser emparelhadas para tornar o sistema totalmente funcional. O emparelhamento das unidades estabelece uma comunicação interna segura entre as unidades. O emparelhamento pode precisar ser feito antes de iniciar a parametrização. Por padrão, o emparelhamento das unidades para novos drives é feito na fábrica.

AVISO

Uma redefinição de fábrica também reinicializa o emparelhamento.

- Após realizar uma redefinição de fábrica, as unidades de controle e as unidades de potência devem ser emparelhadas novamente para tornar o sistema totalmente funcional.

O pareamento é feito no MyDrive® Insight.

1. No MyDrive® Insight, navegue para *Setup e serviço* > *Segurança funcional* > *Configuração de segurança* > *Emparelhamento do módulo de sistema*.
2. Selecione *Emparelhar tudo* para emparelhar uma única unidade ou várias unidades.

A tela de emparelhamento mostra as unidades de controle e as unidades de potência conectadas a um módulo de sistema.

4.6 Safe Torque Off (STO)

A função de segurança Safe Torque Off (STO) permite que a saída do drive seja desativada, para que ele não possa gerar torque para o eixo do motor.

O STO corresponde a uma parada não controlada em conformidade com a categoria de parada 0 da IEC 60204-1. Os eventos que podem ativar a função STO são:

- Uma solicitação externa.
- Uma violação de outra função de segurança.
- Uma falha detectada pelo diagnóstico interno.

AVISO

O drive sempre inicia em um estado seguro, que é apagado automaticamente após a conclusão da inicialização.

- Quando o parâmetro ***Comportamento de reinicialização para liberação do STO*** estiver configurado para exigir um reconhecimento, o reconhecimento é necessário também quando o dispositivo for energizado e não somente quando uma função de segurança for desativada.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Tabela 7: Parâmetros do STO

Nome do parâmetro[1]	Seleções	Valor padrão	Descrição
Configuração de ativação (A)	Desenergizado (função sempre ligada)	Entrada Segura (X33)	Especifica a entrada digital segura, que pode ser associada à ativação da função de segurança.
	Entrada Segura (X33)		
	Energizado (função sempre desligada)		
Comportamento de reinicialização para liberação do STO (B)	Reinício direto	Reinício direto	Especifica o comportamento de reinicialização do STO.
	Reconhecimento não seguro necessário		
	Reconhecimento seguro necessário		
Atribuição de entrada digital para confirmação de reinicialização do STO (C)	Não selecionado	Não selecionado	Especifica a entrada digital segura, que pode ser associada ao reconhecimento de reinicialização do STO.
	Entrada Segura (X33)		
Borda de acionamento para confirmação de reinicialização do STO (D)	Borda de subida	Borda de subida	Especifica a alteração na entrada digital segura, que está associada ao reconhecimento de reinicialização do STO.
	Borda de descida		

1) Os parâmetros são identificados com letras na seção Configuração de segurança no MyDrive® Insight. A letra aparece entre parênteses após o nome de cada parâmetro nesta tabela.

4.7 Parada Segura 1 Temporizada (SS1-t)

A função de segurança de parada segura 1 temporizada (SS1-t) aciona a desaceleração até a velocidade 0 de maneira controlada e ativa a função de segurança Safe Torque Off (STO) após um tempo especificado.

Os recursos da função de segurança são:

- A função de segurança Parada Segura 1 corresponde a uma parada de categoria 1 (frenagem controlada) de acordo com a EN IEC 60204-1.
- O motor fica sem torque e remove movimentos perigosos.

A função SS1-t opera com o modo de monitoramento de tempo e ativa a função STO quando um atraso de tempo específico da aplicação tiver passado.

É possível configurar 2 instâncias separadas da função SS1 com conjuntos de parâmetros individuais.

AVISO

- Lembre-se de configurar os parâmetros ***7.4.1 Resposta da Parada Segura 1*** e ***7.4.3 Rampa de Desaceleração Segura*** no grupo do parâmetro ***7.4 SS1 SS2***.
- Com as configurações padrão dos parâmetros no grupo ***7.4 SS1 SS2***, o STO é ativado após o ***tempo máximo*** do temporizador expirar sem qualquer desaceleração da rampa do motor ao ativar a função SS1.

Os parâmetros são identificados com letras na seção *Configuração de segurança* no MyDrive® Insight. A letra aparece entre parênteses após o nome de cada parâmetro em Tabela 8.

Tabela 8: Parâmetros SS1

Nome do parâmetro	Seleções	Valor padrão	Descrição
SS1 Instância 1			
Configuração de ativação (A)	Desenergizado (função sempre ligada) Entrada Segura (X33) Energizado (função sempre desligada)	Energizado (função sempre ligada)	Especifica a entrada digital segura, que pode ser associada à ativação da função de segurança.
Tempo Máximo (B)	2–3600000 ms	2 ms	O tempo máximo do procedimento de parada.
Atraso antes do monitoramento (C)[1]	1–60000 ms	1 ms	O tempo para ignorar a desaceleração após a ativação de SS1.
Atraso para detectar estado limitado (D)[1]	1–60000 ms	1 ms	O tempo em que a velocidade deve estar dentro dos limites antes de ativar o estado final (ativação antecipada).
Limite de desaceleração (E)[1]	1/500 revoluções/(s*s)	0	O limite de desaceleração. a_SS1 = 0 significa "Sem monitoramento de desaceleração".
Limite para a Velocidade (F)[1]	2^-16 revoluções/s	1	O limite dentro da velocidade é aceito como 0.
SS1 Instância 2			
Configuração de ativação (A)	Desenergizado (função sempre ligada) Entrada Segura (X33) Energizado (função sempre desligada)	Energizado (função sempre desligada)	Especifica a entrada digital segura, que pode ser associada à ativação da função de segurança.
Tempo Máximo (B)	2–3600000 ms	2 ms	O tempo máximo do procedimento de parada.
Atraso antes do monitoramento (C)[1]	1–60000 ms	1 ms	O tempo para ignorar a desaceleração após a ativação de SS1.
Atraso para detectar estado limitado (D)[1]	1–60000 ms	1 ms	O tempo em que a velocidade deve estar dentro dos limites antes de ativar o estado final (ativação antecipada).
Limite de desaceleração (E)[1]	1/500 revoluções/(s*s)	0	O limite de desaceleração. a_SS1 = 0 significa "Sem monitoramento de desaceleração".
Limite para a Velocidade (F)[1]	2^-16 revoluções/s	1	O limite dentro da velocidade é aceito como 0.

1) Parâmetros C-F não podem ser configurados para SS1-t.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

⚠ CUIDADO

A função de atraso SS1 não monitora a parada do drive. O tempo pertinente para a segurança permite que o drive pare antes que o Safe Torque Off seja ativado e garante que o sistema seja detido antes que o Safe Torque Off seja ativado.

Se ocorrer uma falha, o drive não para. Parada por inércia após o atraso de tempo, independentemente da velocidade do drive.

O uso do atraso SS1 pode resultar na rotação do motor quando o Safe Torque Off estiver ativado.

- A análise de risco da máquina deve indicar que esse comportamento pode ser tolerado.
- Um bloqueio pode ser necessário.

4.8 Salvar no dispositivo

Após configurar os parâmetros de segurança para a aplicação, salve-os no dispositivo.

1. No MyDrive® Insight, navegue até *Setup e Serviço* > *Segurança funcional* > *Configuração de segurança* > *Salvar no dispositivo*.
2. Clique em *Aceitar*.

   Os parâmetros são verificados e o status é atualizado de ***Pronto*** para ***Verificar***.

4.9 Validação e geração de um relatório de comissionamento

Para drives com o opcional de segurança funcional +BEF2, um relatório de comissionamento pode ser gerado usando o MyDrive® Insight. O relatório de comissionamento descreve os valores programados para os parâmetros relacionados à segurança no drive.

1. No MyDrive® Insight, vá para *Dispositivo* > *Setup e serviço* > *Segurança funcional* > *Validar relatório*.
2. Acesse *Dispositivo* > *Setup e serviço* > *Segurança funcional* > *Relatório de comissionamento* para ver o relatório de comissionamento.

   Após o comissionamento de todas as função de segurança, clique no ícone de download no canto superior direito para baixar o relatório como um arquivo PDF. Recomenda-se salvar uma cópia do relatório de comissionamento em um local externo.
3. Armazene os relatórios de teste de aceitação no livro de registros da máquina.

   O relatório deve incluir:
   - Uma descrição da aplicação de segurança.
   - Uma descrição e revisões dos componentes de segurança usados na aplicação de segurança.
   - Uma lista de todas as funções de segurança usadas na aplicação de segurança.
   - Uma lista de todos os parâmetros relacionados à segurança e seus valores. Também é recomendável listar parâmetros e valores não relacionados à segurança.
   - Documentação das atividades de inicialização, com referências a relatórios de falhas e resolução das falha.
   - Os resultados do teste para cada função de segurança, todos os valores dos parâmetros de segurança, incluindo o valor CRC da configuração de segurança, as datas dos testes e a confirmação pelo pessoal de teste.
4. Validar o relatório de comissionamento.
   a. Verifique se as informações de hardware e configuração estão corretas e se as versões de software dos componentes e subsistemas relacionados à segurança estão corretas.
   b. Verifique se as informações do módulo colocado em funcionamento correspondem às informações no plano de comissionamento e no relatório de comissionamento.

IMPORTANTE: Após cada alteração ou manutenção do sistema, novos relatórios de teste de aceitação devem ser armazenados no livro de registros da máquina.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

5 Fieldbus seguro

5.1 PROFIsafe

O PROFIsafe é um protocolo de segurança adicional sobre um sistema de transmissão padrão (PROFINET/PROFIBUS). O PROFIsafe emprega várias tecnologias para garantir a validade e o status da comunicação do fieldbus, tornando-o confiável para uso com dispositivos de segurança.

Essas medições incluem:

- Numeração consecutiva.
- Monitoramento do tempo do watchdog com confirmação.
- Nome de código de acordo com a relação de comunicação.
- Verificação de redundância cíclica para integridade de dados.

A comunicação sobre os sistemas de transmissão não seguros é chamada de "canal preto".

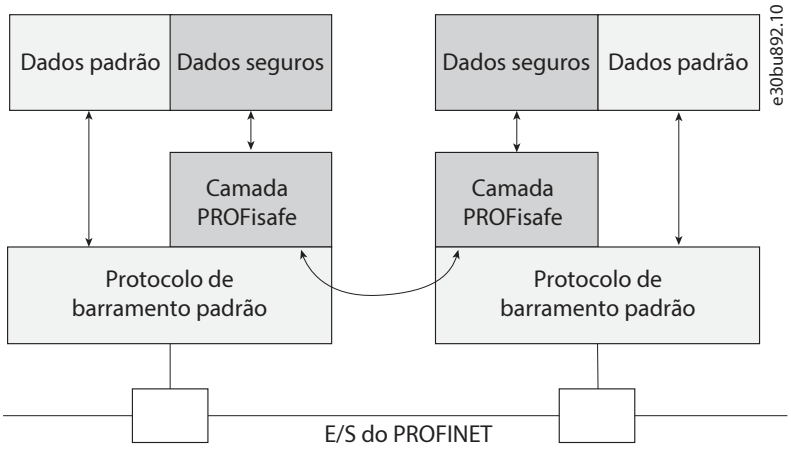


Figura 7: Comunicação do PROFIsafe

5.2 Sistema PROFIsafe

O drive pode se comunicar com o PLC de segurança via PROFINET. Os dados trocados incluem dados relacionados à segurança e dados de processo não seguros. Para dados relacionados à segurança, ele passa pelo chassi PROFIsafe e corresponde ao formato PROFIdrive.

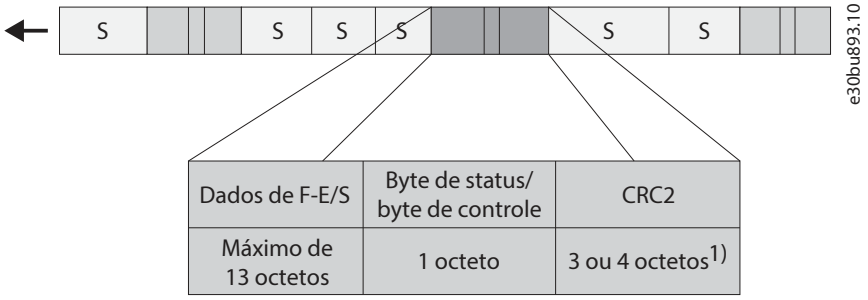
O drive suporta PROFIsafe V2.4 e V2.6. A V2.6 é compatível com a V2.4. Para oferecer máxima flexibilidade e conveniência, o arquivo GSD contém 2 módulos. Selecione um dos seguintes módulos de acordo com o requisito para programar a comunicação entre o PLC e o drive:

- Telegrama padrão 30 (PROFIsafe 2.4): Soma de verificação CRC de 3 octetos
- Telegrama padrão 30 (PROFIsafe 2.6.1): Soma de verificação CRC de 4 octetos

5.3 Chassi PROFIsafe

O chassi PROFIsafe, que é trocado entre o PLC de segurança (host F) e o seguidor de segurança (dispositivo F), inclui:

- Dados de E/S de segurança (E/S F), que são usados para controlar o processo de segurança do drive.
- Um byte de status/controle, que é usado para a comunicação PROFIsafe.
- Uma assinatura CRC, que garante a validade do chassi.



1) O PROFIsafe V2.4 corresponde a 3 octetos, e o PROFIsafe V2.6 corresponde a 4 octetos.

Figura 8: Estrutura do chassi PROFIsafe (S = chassi padrão)

Para indicar, monitorar e programar o status de segurança do dispositivo F, consulte as descrições de bytes de status e controle em Tabela 9 e Tabela 10.

Para obter mais detalhes, consulte *PROFIsafe - Perfil para Tecnologia de Segurança no PROFIBUS DP e na Especificação Técnica de E/S do PROFINET*.

Tabela 9: Descrição do byte de status do PROFIsafe

Bit	Sinal	Descrição
0	iPar_OK	Não utilizado.
1	Device_Fault	Falha no dispositivo F
2	CE_CRC	Falha de comunicação: CRC
3	WD_timeout	Falha de comunicação: timeout do watchdog
4	FV_activated	Valores à prova de falhas (FV) ativados.
5	Toggle_d	Bit de alternância (dispositivo F)
6	Cons_nr_R	O número sequencial foi reinicializado.
7	–	Reservado

Tabela 10: Descrição do byte de controle do PROFIsafe

Bit	Sinal	Descrição
0	iPar_EN	Não utilizado.
1	OA_Req	Reconhecimento do operador
2	R_cons_nr	Redefinir número sequencial
3	–	Reservado
4	Activate_FV	Valores à prova de falhas (FV) a serem ativados.
5	Toggle_h	Bit de Alternância (host F)
6	–	Reservado
7	–	Reservado

Danfoss Drives Oy © 2025.05

5.4 Parametrização para PROFIsafe

Ao usar o PROFIsafe, o protocolo requer que parâmetros de segurança específicos (parâmetros F) sejam enviados do host F para o dispositivo F. Esses valores dos parâmetros devem ser programados para o drive via MyDrive® Insight e para o host F por meio de sua ferramenta de configuração. Durante a inicialização, os valores no host F são transmitidos para o drive, e o drive verifica os valores em relação aos valores no drive. Os valores configurados para o host F e o dispositivo F devem ser os mesmos para que a comunicação de segurança inicie.

A camada de segurança começa sempre que o canal de comunicação (PROFINET) estiver se comunicando ciclicamente. Uma inicialização sem sucesso do protocolo PROFIsafe não afeta a comunicação cíclica PROFINET. A comunicação cíclica PROFINET pode ser usada para ler informações de diagnóstico se a parametrização PROFIsafe falhar.

Tabela 11: Configurações no PLC de segurança

Valor	Descrição
Endereço de origem F	Endereço PROFIsafe do PLC.
Endereço de destino F	O valor deve ser o mesmo que o endereço de destino F no conversor de frequência.
F_WD_Time	O valor deve ser o mesmo que o F_WD_Time no conversor de frequência.
Telegrama de segurança e dados de E/S F do telegrama de segurança	O valor deve ser o mesmo que o telegrama de segurança no drive. Os dados de E/S F devem ser mapeados conforme descrito nas tabelas em 5.8 Palavra de controle PROFIsafe e 5.9 Status Word PROFIsafe.

Os seguintes parâmetros relacionados ao PROFIsafe não podem ser editados no drive. Eles devem ter o mesmo valor na comunicação do PLC de segurança para o chip do gateway no drive através do PROFIsafe. Os valores na tabela a seguir são definidos no arquivo de descrição GSD do fieldbus, que é fornecido para o chip de gateway no drive pela Danfoss, e não devem ser modificados.

IMPORTANTE: O drive tem Tipo 1 de F-Address-Check, o que significa que somente F_DestAdd é verificado pelo drive.

IMPORTANTE: Execute um teste de comissionamento para garantir a correção do iParameter do drive.

Tabela 12: Parâmetros F não editáveis

Parâmetro	Valor	Unidade	Descrição
Verificação iPar F	0 = NoCheck	–	Verificação iPar específica do fabricante.
Comprimento CRC F	0 = 3 bytes ou 4 bytes CRC[1]	–	Comprimento da assinatura CRC2.
ID do bloco F	1 = CRC iPar F dentro do bloco do parâmetro F	–	Identificação do tipo de bloco de parâmetros.
Versão Par F	1 = Modo V2	–	Nº da versão dos parâmetros F.
F SIL	8 = SIL 3	–	Nível SIL empregado do dispositivo F.

1) Depende da versão do PROFIsafe: V2.4, CRC de 3 bytes; V2.6, CRC de 4 bytes.

5.5 Hora do Watchdog PROFIsafe

Use o tempo do watchdog do parâmetro F (F_WD_Time) para determinar um tempo do watchdog para a comunicação entre o host F e o dispositivo F.

O tempo mínimo do watchdog tem 4 partes:

- DAT = Hora de Reconhecimento do Dispositivo. O dispositivo F recebe um chassi, processa-o e prepara um novo chassi para enviar.
- Barramento = o tempo de transferência do chassi do conversor de frequência para o host F.
- HAT = Hora de Reconhecimento do Host. O host F recebe um chassi, processa-o e gera um novo chassi.
- Barramento = o tempo de transferência do chassi do host F para o conversor de frequência.

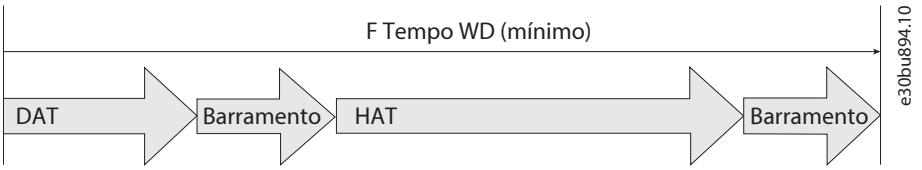


Figura 9: Hora do Watchdog PROFIsafe

Às vezes, é difícil determinar o tempo de transferência do barramento que é usado para calcular o tempo do watchdog. Para obter mais informações sobre os tempos de ciclo, consulte os guias do usuário do fieldbus específico. O F_WD_Time pode ser calculado através da seguinte fórmula: $F\_WD\_Time = DAT + HAT + 2xBT$

Tabela 13: Partes do Tempo do Watchdog

Símbolo	Nome	Descrição
DAT	Hora de Reconhecimento do Dispositivo	60 ms para o sistema de conversor de frequência completo.
HAT	Hora de Reconhecimento do Host	Específico da aplicação.
BT	Tempo de ciclo do barramento	O tempo de ciclo do barramento.

O parâmetro F F_WD_Time deve ter um valor ligeiramente maior que a soma de DAT, HAT e 2 vezes o tempo de transferência do barramento. Recomenda-se não exceder o valor calculado em mais de 30%. Configurar um tempo de watchdog mais curto não afeta a segurança de um sistema, mas pode causar uma falha e o desarme do conversor de frequência.

Por exemplo, se HAT for 4 ms e o tempo de ciclo do PROFINET for 4 ms, F_WD_Time deve ser programado para:

$F\_WD\_Time = (DAT + HAT + 2xBT) x 1.3 = (60ms + 4ms + 2x4ms) x 1.3 = 94ms$

NOTA: Se houver interferência eletromagnética extrema, os sistemas de comunicação usam mecanismos de repetição para aumentar a robustez do sistema. Antes de configurar o F_WD_Time, recomenda-se encontrar o número de tentativas de cada conexão e ajustar o tempo mínimo do watchdog, se necessário.

5.6 Tempo de Resposta da Função de Segurança (SFRT) PROFIsafe

O PROFIsafe especifica um tempo de resposta da função de segurança (SFRT), durante o qual o sistema de segurança deve reagir a uma falha no sistema. O SFRT inclui todos os atrasos individuais, incluindo os tempos de transferência de barramento. Todos esses elementos têm atrasos mínimo e máximo, e o atraso real provavelmente estará em algum lugar entre esses valores. Por motivos de segurança, cada ciclo de comunicação tem seu próprio tempo de watchdog $WDTime_i$ após o qual o estado seguro é ativado se ocorrer uma falha nesse ciclo de comunicação.

O tempo de resposta da função de segurança é calculado usando a seguinte fórmula: $SFRT = \sum_{i=1}^{n} WCDT_i + \max_{i=1,2..,n} (WDTime_i - WCDT_i)$

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Tabela 14: Componentes no Cálculo do Tempo de Resposta da Função de Segurança

Abreviações	Definição
SFRT	Tempo de Resposta da Função de Segurança
$WCDT_i$	Tempo de atraso do pior cenário da entidade i
$WDTime_i$	Tempo do Watchdog da entidade i. Consulte 5.5 Hora do Watchdog PROFIsafe.

A adição dos tempos de atraso do pior cenário aos componentes do sistema de segurança dá o tempo de atraso total do pior cenário, conforme indicado em Tabela 15.

Tabela 15: Parâmetros de tempo

Dispositivo	Tempo de atraso no pior cenário	Tempo do watchdog
O sistema de conversor de frequência completo	120 ms	Recomendado 250 ms ou mais

5.7 PROFIdrive no PROFIsafe

O drive suporta o telegrama padrão PROFIsafe 30. As seções a seguir descrevem o PROFIdrive no telegrama padrão PROFIsafe de 30 bits. Em um programa PLC, enderece as funções de segurança usando bits e não bytes.

O byte 0 é específico do PROFIdrive no PROFIsafe e o byte 1 é específico do fornecedor.

5.8 Palavra de controle PROFIsafe

Tabela 16: Palavra de controle PROFIsafe

Byte	Bit	Nome	Informações adicionais
Byte 0	0	STO	–
	1	SS1_INSTANCE_1	–
	2–6	Não suportado	Bits que não são suportados são programados para 0.
	7	INTERNAL_EVENT_ACK	–
Byte 1	0	ACK_SAFETY	–
	1–7	Não suportado	Bits que não são suportados são programados para 0.

- Byte 0 Bit 0, STO
  - Bit 0,0=0, Safe Torque Off (zero ativo).
  - Bit 0,0=1, Sem Safe Torque Off.
- Byte 0 Bit 1, SS1_INSTANCE_1
  - Bit 0,1=0, parada segura 1 (zero ativo).
  - Bit 0,1=1, Sem parada segura 1.
- Byte 0 Bit 7, INTERNAL_EVENT_ACK
  - Quando esse valor de bit muda de 1 para 0 (borda 1→0), um reconhecimento é dado ao buffer de falha de segurança. As entradas de falha no buffer de falhas de segurança são movidas para a última situação de falha confirmada. Falhas, que ainda estão presentes ou não podem ser reconhecidas, aparecem novamente na situação de falha real. Para obter mais informações, consulte a descrição do perfil do PROFIdrive em www.profibus.com.

- Byte 1 Bit 0, ACK_SAFETY
  - Reconhecer função de segurança (1 → 0) para STO

5.9 Status Word PROFIsafe

Tabela 17: Status Word PROFIsafe

Byte	Bit	Nome	Informações adicionais
Byte 0	0	POWER_REMOVED	Se o STO for acionado, por exemplo, pela DI segura ou pelo temporizador SS1 expirado, esse bit também indica "ativo".
	1	SS1_INSTANCE_1	Se SS1 for acionado, por exemplo, pela DI segura, esse bit também indica "ativo".
	2–6	Não suportado	Bits que não são suportados são programados para 0.
	7	INTERNAL_EVENT	–
Byte 1	0	SAFETY_EVENT	–
	1-2	Não suportado	Bits que não são suportados são programados para 0.
	3	SAFE_INPUT	Estado dos terminais X33 para Entrada Segura
	4–7	Não suportado	Bits que não são suportados são programados para 0.

- Byte 0 Bit 0, STO
  - Bit 0,0=0, Safe Torque Off inativo.
  - Bit 0,0=1, Safe Torque Off ativo (um ativo).
- Byte 0 Bit 1, SS1_INSTANCE_1
  - Bit 0,1=0, parada segura 1 instância 1 inativa.
  - Bit 0,1=1, parada segura 1 instância 1 (um ativo).
- Byte 0 Bit 7, INTERNAL_EVENT
  - Bit 0,7=0, nenhuma falha de segurança.
  - Bit 0,7=1, falha de segurança presente.
- Byte 1 Bit 0 SAFETY_EVENT
  - 1: Uma função de segurança não reconhecida está ativa (STO). Os nós de segurança no drive esperam um reconhecimento via ACK_SAFETY ou entrada segura local.
  - 0: Reconhecimento não necessário.
- Byte 1 Bit 3 SAFE_INPUT
  - 1: Entrada Segura Local no estado solicitado.
  - 0: A Entrada Segura Local não está no estado solicitado.

5.10 Suporte PROFIenergy

Este dispositivo suporta a versão 1.3 do PROFIenergy, permitindo que ele participe do gerenciamento de eficiência energética para casos de uso do drive de motor. O gerenciamento é tipicamente coordenado pelo PLC de todo o sistema.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

6 Instalação

6.1 Instalação para módulos de sistema com +BEF2

Pré-requisitos:

Para conexão do motor, conexão de rede elétrica CA e fiação de controle, siga as instruções de instalação segura nos documentos enviados com o drive.

Toda a fiação relacionada à segurança funcional deve ser feita no bloco de terminais X33. Consulte Figura 10 para saber a localização dos terminais.

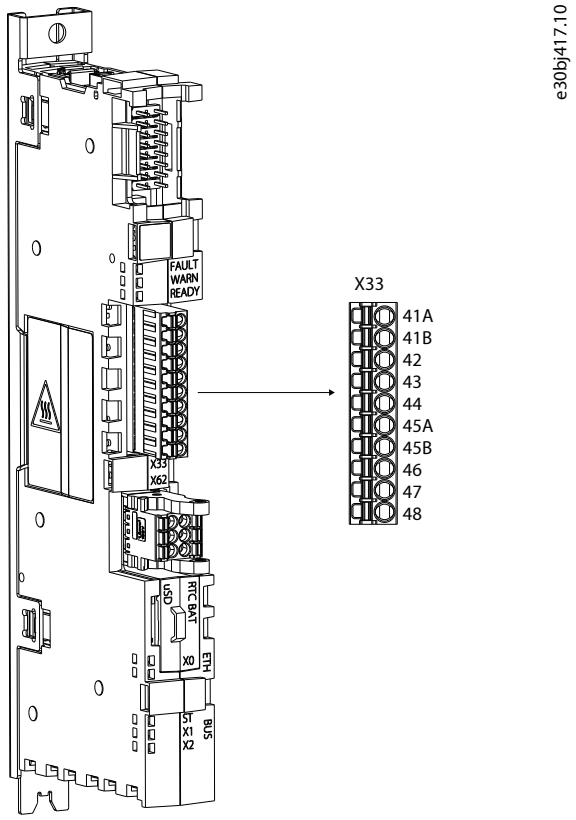


Figura 10: Terminais de segurança funcional na unidade de controle modular

Tabela 18: Funções de segurança funcional do terminal de E/S (X33) nos módulos de sistema

Numeração	Nome do terminal	Função
41A[(1)]	24 V	+ Saída 24 V CC
41B[(1)]	24 V	+ Saída 24 V CC
42	S.INA+	+ Canal seguro de entrada A
43	S.INB+	+ Canal seguro de entrada B
44	S.FB+	+ Feedback do STO
45A[(1)]	GND	0 V/GND
45B[(1)]	GND	0 V/GND
46	S.INA-	- Canal seguro de entrada A

Tabela 18: Funções de segurança funcional do terminal de E/S (X33) nos módulos de sistema - (continuação)

Numeração	Nome do terminal	Função
47	S.INB-	- Canal seguro de entrada B
48	S.FB-	- Feedback do STO

1) Os terminais 41A, 41B, 45A e 45B têm pinos duplos para facilitar as conexões.

Devido à isolação galvânica das entradas seguras, várias conexões e diferentes polaridades são possíveis na fiação.

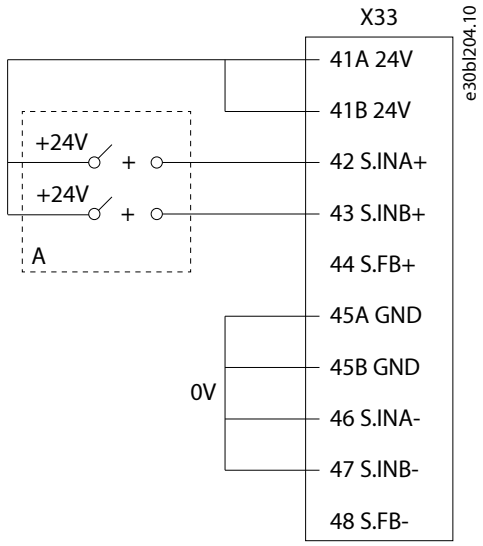
Consulte Figura 11 e Figura 13 para exemplo de ligação.

São suportados setups com o mesmo nível de tensão em ambos os canais (+24 V), bem como setups com diferentes níveis de tensão (+24 V e GND).

AVISO

PERIGO DE NÍVEL DE TENSÃO

- Para evitar empilhamento e desvio de tensões para um nível perigoso, interligue o GND PELV do drive e o dispositivo de segurança externo.



A Atuador de segurança

Figura 11: Exemplo de ligação do STO para módulos de sistema com +BEF2 usando a mesma polaridade

Danfoss Drives Oy © 2025.05

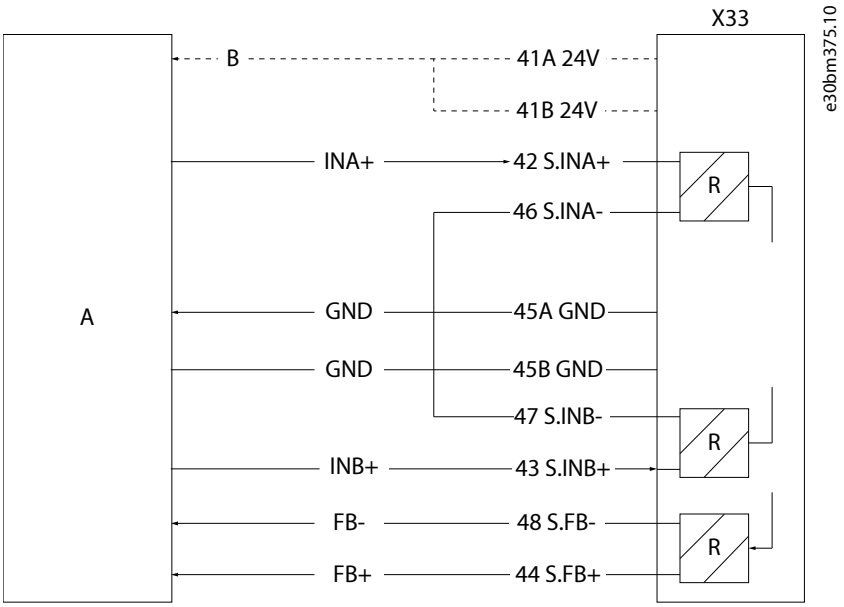


Figura 12: Exemplo de ligação do dispositivo de segurança externo para módulos de sistema com +BEF2 usando a mesma polaridade

A	Dispositivo de segurança externo	B	Fonte de alimentação (opcional)

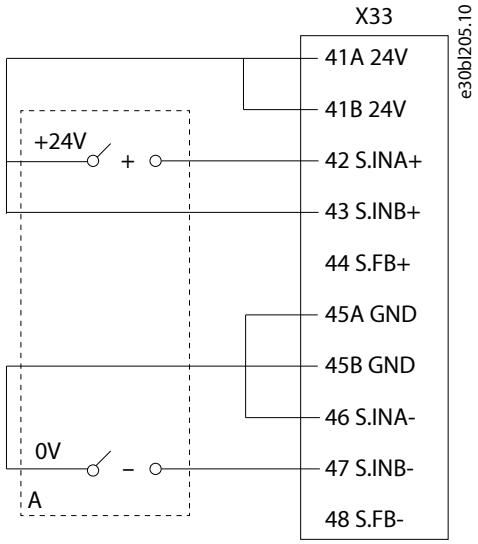


Figura 13: Exemplo de ligação do STO para módulos de sistema com +BEF2 usando diferentes polaridades

A	Atuador de segurança

AVISO

SINAIS DO INTERRUPTOR S.INA OU S.INB

Ao comutar o sinal S.INA- ou S.INB-, é essencial realizar testes periódicos para garantir a conformidade com a EN IEC 61800-5-2. Essa prática é crucial para evitar o acúmulo de falha de suspensão potencial dentro da entrada de segurança.

- Para manter a integridade do sistema de segurança, é necessário testar periodicamente as entradas de segurança, solicitando-as:

  É necessário que o PL e ou o SIL 3 realize um teste funcional a cada 3 meses para detectar qualquer falha ou mau funcionamento da entrada de segurança.

  É necessário que o PL d ou o SIL 2 realize um teste funcional a cada 12 meses para detectar qualquer falha ou mau funcionamento da entrada de segurança.
- Realize os testes seguindo a sequência de teste de comissionamento. Para as instruções, consulte 8.4 Teste de comissionamento da função de segurança STO e 8.5 Teste de comissionamento da função de segurança Parada segura 1 temporizada (SS1-t). Consulte 10.4 Lista de eventos para resolver qualquer falha ou advertência que ocorra durante o teste.
- Se os sinais S.INA ou S.INB estiverem sempre conectados ao potencial GND e não forem comutados, esse teste periódico não é exigido pelo drive.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

7 Ferramentas de configuração

7.1 Visão geral

O MyDrive® Insight é uma ferramenta de software independente de plataforma para comissionamento, engenharia e monitoramento de drives. O MyDrive® Insight também é usado para configurar os parâmetros do drive.

O MyDrive® Insight é a única ferramenta para programar as funções e recursos padrão relacionados à segurança dos drives iC7. As funções de segurança avançadas e os fieldbuses seguros requerem o MyDrive® Insight.

Para obter informações detalhadas sobre os recursos do MyDrive® Insight, consulte a ajuda online no MyDrive® Insight.

7.2 Segurança da configuração do sistema

Os drives iC7 são equipados com recursos de segurança obrigatórios e configuráveis que impedem o acesso não autorizado ao drive, garantem conectividade segura ao drive e protegem o drive contra modificações de software não autorizadas.

Para obter mais detalhes sobre os recursos de segurança incluídos no software de aplicação, consulte a documentação do software de aplicação.

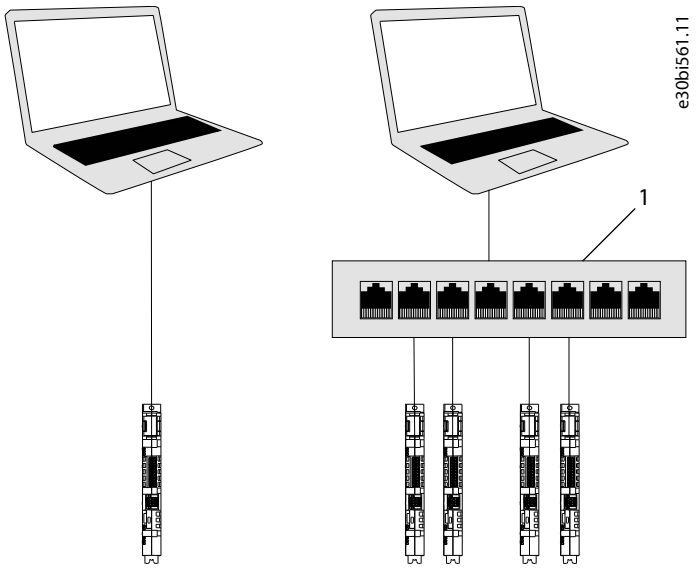
Os recursos de segurança configuráveis podem ser ajustados de acordo com os requisitos da aplicação. Os parâmetros relacionados à segurança são protegidos por senha.

7.3 Preparação para conexão com PC

Use estas instruções para conectar o conversor ou vários conversores a um PC com cabo RJ45.

1. Conecte um cabo RJ45 ao PC.

   Para conectar vários conversores ao mesmo tempo, utilize um switch Ethernet entre o PC e a unidade de controle.



1	Switch Ethernet

Figura 14: Conexão do conversor a um PC

2. Conecte o cabo proveniente do PC ou do interruptor Ethernet à porta Ethernet X0 na unidade de controle do conversor.
3. Consulte o guia de aplicação para obter informações sobre as próximas etapas.

7.4 MyDrive Insight

7.4.1 Instalação do MyDrive® Insight

1. Para instalar a ferramenta, vá para https://suite.mydrive.danfoss.com/content/tools.
2. Instale o MyDrive® Insight.

   Para obter mais informações sobre como usar a ferramenta, consulte a ajuda online no MyDrive® Insight.
3. Use o MyDrive® Insight para conectar o drive a um PC.

7.4.2 Backup e Restauração de Parâmetros

A funcionalidade de backup e restauração de parâmetros no MyDrive® Insight pode ser usada para fazer backup e restaurar todos ou parte dos parâmetros do drive.

1. Entre no MyDrive® Insight® como administrador.
2. Acesse *Dispositivo* > *Setup e Serviço* > *Parâmetros* > *Live*.
3. Clique em *Criar backup/Restaurar* na barra de menus.

O que Fazer Depois: Para obter mais informações, consulte a documentação do MyDrive® Insight.

7.4.3 Realizando uma redefinição de fábrica

A redefinição de fábrica pode ser realizada separadamente para cada grupo do parâmetro ou para todas as configurações.

1. No MyDrive® Insight, vá para *Dispositivo* > *Setup e Serviço* > *Restaurar* > *Selecione Restaurar conteúdo*.
   - Para redefinir todas as configurações, selecione *Todas as configurações*.
   - Para reinicializar somente as configurações de segurança funcional, selecione *Variáveis da Configuração de Segurança Funcional*.

Após realizar uma redefinição de fábrica, todos os parâmetros estão em um estado **Sem comissionamento** e seus valores são restaurados para o valor padrão. Uma redefinição de fábrica também redefine o nome de usuário e a senha para seus padrões. Os parâmetros devem ser configurados novamente ou, alternativamente, restaurados a partir de um backup.

AVISO

Após realizar uma redefinição de fábrica, todos os parâmetros devem ser verificados e programados novamente.

- Os parâmetros das funções de segurança que não são usados também devem ser verificados. Por exemplo, os parâmetros também devem ser verificados para funções SS1, mesmo se somente a função STO for usada e vice-versa.

7.4.4 Atualização de software

Pré-requisitos:

AVISO

- O drive não deve estar funcionando durante o processo de atualização.
- A atualização do software relacionado à segurança funcional requer acesso ao MyDrive® Insight com a conta de administrador padrão no drive.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Não faça o desligamento ou reinicie os dispositivos durante uma atualização de software. É altamente recomendável criar um backup dos parâmetros atuais antes de atualizar qualquer software, caso os parâmetros precisem ser restaurados após a atualização do software ser concluída. Para as instruções, consulte 7.4.2 Backup e Restauração de Parâmetros.

1. Entre no MyDrive® Insight como administrador.
2. No MyDrive® Insight, vá para *Dispositivo* > *Setup e Serviço* > *Atualização de software*.
3. Para atualizar o software, selecione o arquivo a ser atualizado no drive.
4. Caso pertinente, selecione *Permitir que os dispositivos reiniciem* para permitir que o dispositivo reinicie após a atualização ser concluída. Esta seleção é opcional.
5. Verifique a versão instalada, a versão disponível e o status.
6. Clique em *Atualizar*.
7. Verifique a mensagem de alerta e clique em *Sim/Não*.
8. Clique em *Concluído* para confirmar e concluir a atualização.
9. Verifique se a atualização do software foi bem-sucedida.
   a. Vá para *Informações do dispositivo* > *Informações estendidas do dispositivo* e verifique a versão do firmware.
   b. Execute o teste de comissionamento.

   > É necessário um teste de comissionamento após cada modificação da instalação de uma aplicação que envolva funções de segurança. Para obter mais informações, consulte 8.2 Teste de comissionamento.

O que Fazer Depois: Para obter mais informações, consulte a documentação MyDrive® Insight.

Resolução de problemas da atualização de software

1. Reinicie o dispositivo.
2. Verifique se o dispositivo está em estado normal e se não há erros.
3. Verifique a versão e a compatibilidade do pacote de software e tente atualizar o software novamente.

   > Se o problema persistir e o dispositivo permanecer no modo de erro, entre em contato com Danfoss.

8 Colocação em operação

8.1 Segurança no comissionamento

Durante o comissionamento ou recomissionamento do sistema, observe o seguinte:

- Proteja o local de acordo com os regulamentos, por exemplo, barreiras ou sinais de aviso. Somente pessoal qualificado pode realizar o comissionamento ou recomissionamento do sistema.
- Verifique a documentação do sistema de controle da máquina para obter informações e especificações detalhadas.
- Certifique-se de que nenhuma lesão pessoal ou dano material possa ocorrer durante o comissionamento ou recomissionamento, mesmo que a fábrica ou a máquina se mova acidentalmente.
- Antes de iniciar o comissionamento, leia todas as diretrizes e precauções de segurança na documentação específica do drive.
- Observe as leis e legislação aplicáveis ao operar um sistema sem segurança ou com segurança reduzida.
- Esteja ciente de que o relatório de comissionamento se concentra na segurança iC7 funcional e não é necessariamente suficiente para testar e documentar toda a função de segurança no sistema ou na máquina.

8.2 Teste de comissionamento

O teste de comissionamento para sistemas com funções de segurança é focado na validação da funcionalidade das funções de segurança configuradas no sistema de drive. O objetivo do teste é verificar a configuração adequada das funções de segurança definidas e examinar a resposta de funções de monitoramento específicas às entradas explícitas de valores fora dos limites de tolerância. Os testes devem cobrir todas as funções de segurança específicas do drive em execução no setup final.

É necessário um teste de comissionamento:

- Após a configuração de cada máquina
- Após quaisquer alterações na configuração de segurança do drive
- Após alterações na máquina (conforme normas e regulamentos aplicáveis)
- Após a troca do drive completa ou de qualquer hardware ou software relacionado à segurança.

Durante e após o comissionamento:

- Documente cada etapa individual do teste.
- Anote a soma de verificação da configuração de segurança do drive nos registros.
- Não libere o sistema a menos que ele tenha passado com sucesso por todas as etapas individuais do teste.
- Reinicie o drive e verifique se o motor funciona normalmente.

AVISO

TESTE DE COMISSIONAMENTO

Após instalar as funções de segurança, realize um teste de comissionamento.

É necessário um teste de comissionamento bem-sucedido após a instalação inicial e após cada modificação da instalação ou aplicação envolvendo a segurança funcional.

Se o teste de comissionamento falhar, a operação segura não pode ser garantida.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

8.3 Lista de verificação de comissionamento

O integrador do sistema/fabricante da máquina deve realizar um teste de comissionamento das iC7funções de segurança para verificar e documentar a correção da configuração de segurança. O integrador do sistema/fabricante da máquina comprova que testou a eficácia e a integridade das funções de segurança utilizadas. Os testes de comissionamento devem ser realizados com base na análise de risco. Todas as normas e regulamentações aplicáveis devem ser atendidas.

Antes do teste de comissionamento:

- Verifique se a máquina está devidamente conectada.
- Todos os equipamentos de segurança, como dispositivo de monitoramento de portas de proteção, barreiras de luz ou interruptores de parada de emergência estão conectados e prontos para operação.
- Todos os parâmetros do motor e parâmetros de comando estão programados corretamente no drive.

Tabela 19: Lista de verificação de comissionamento dos módulos de sistema

Tipo de verificação	Tarefa	Aprovado
Instalação mecânica	Verifique se as unidades foram instaladas de acordo com a documentação incluída no envio.	☐
	Verifique se as condições de operação estão dentro da faixa permitida.	☐
	Verifique se os materiais de embalagem e as ferramentas foram removidos da área de instalação.	☐
Instalação elétrica	Verifique se os fusíveis de alimentação (potência de entrada) apropriados estão instalados.	☐
	A fonte de alimentação de 24 V CC está corretamente conectada e protegida com alívio de tensão e a polaridade da conexão da tensão de alimentação está correta.	☐
	A fiação de E/S está adequadamente com braçadeira, marcada, apertada e protegida.	☐
Comissionamento de segurança funcional	Verifique se o sistema está em um estado operacional quando a função de segurança for necessária.	☐
	Certifique-se de que o método de reconhecimento tenha sido configurado adequadamente para a aplicação (por exemplo, reconhecimento manual ou automático).	☐
	Ative a função de segurança solicitando-a.	☐
	Verifique se o sistema funciona como desejado.	☐

8.4 Teste de comissionamento da função de segurança STO

Tabela 20: Teste de comissionamento para STO

Procedimento de teste		Aprovado
1	Ligue a INU.	☐
2	Certifique-se de que os outros parâmetros da função STO estejam configurados corretamente.	☐
3	Verifique se não há falhas de segurança presentes.	☐
4	Certifique-se de que o motor esteja funcionando corretamente.	☐
5	Remova a alimentação de tensão de 24 V CC dos terminais de entrada do STO por meio do dispositivo de segurança ao mesmo tempo em que o motor é acionado pelo módulo de sistema (ou seja, a alimentação de rede elétrica não é interrompida).	☐

Tabela 20: Teste de comissionamento para STO - (continuação)

Procedimento de teste		Aprovado
6	Certifique-se de que o STO do drive seja ativado imediatamente após a solicitação de STO.	☐
7	Se o feedback do STO for usado, verifique o estado do feedback do STO para verificar se o STO está ativado. Consulte Figura 5.	☐
8	Verifique se ocorre uma parada por inércia do motor. Pode levar um longo tempo até o motor parar.	☐
9	Se um painel de controle estiver montado, verifique se ***STO ativado*** é exibido no painel de controle.	☐
	Se o painel de controle não estiver montado, verifique se o ***STO ativado*** está listado no registro de eventos.	
10	Reaplique a tensão de 24 V CC nas entradas de STO.	☐
11	**Se a falha estiver configurada para reinicialização direta**: Ao desativar a falha, o motor fica operacional e funciona dentro da faixa de velocidade original. **Se o reconhecimento automático não for usado**: Defina um reconhecimento (por exemplo, com um botão de reconhecimento). O reconhecimento é configurado nos parâmetros de segurança.	☐
12	Verifique se não há erros indesejados no drive.	☐
13	Certifique-se de que o motor fique operacional e funcione dentro da faixa de velocidade original.	☐

8.5 Teste de comissionamento da função de segurança Parada segura 1 temporizada (SS1-t)

Tabela 21: Teste de comissionamento para aplicação STO usando parada segura 1 temporizada (SS1-t)

Procedimento de teste		Aprovado
1	Ligue a INU.	☐
2	Certifique-se de que os parâmetros da função SS1-t estejam configurados corretamente.	☐
3	Verifique se não há falhas de segurança presentes.	
4	Certifique-se de que o motor esteja funcionando corretamente.	☐
5	Solicite a função SS1-t desenergizando as entradas atribuídas a ela.	☐
6	Verifique se a desaceleração da rampa do motor está de acordo com o tempo máximo configurado. O tempo configurado também é mostrado no relatório de comissionamento.	☐
7	Se um painel de controle estiver montado, verifique se ***STO ativado*** é exibido no painel de controle.	☐
	Se o painel de controle não estiver montado, verifique se o ***STO ativado*** está listado no registro de eventos.	
8	Se o feedback do STO for usado, verifique o estado do feedback do STO para verificar se o STO está ativado. Consulte Figura 5.	☐
9	Energize as entradas atribuídas à função STO ou desative a solicitação de STO via fieldbus.	☐
10	**Se a falha estiver configurada para reinicialização direta**: Ao desativar a falha, o motor se torna operacional e funciona dentro da faixa de velocidade original. **Se o reconhecimento automático não for usado**: Defina um reconhecimento (por exemplo, com um botão de reconhecimento). O reconhecimento é configurado nos parâmetros de segurança.	☐
11	Certifique-se de que o motor fique operacional e funcione dentro da faixa de velocidade original.	☐

Danfoss Drives Oy © 2025.05

8.6 Validação e geração de um relatório de comissionamento

Para drives com o opcional de segurança funcional +BEF2, um relatório de comissionamento pode ser gerado usando o MyDrive® Insight. O relatório de comissionamento descreve os valores programados para os parâmetros relacionados à segurança no drive.

1. No MyDrive® Insight, vá para *Dispositivo* > *Setup e serviço* > *Segurança funcional* > *Validar relatório*.
2. Acesse *Dispositivo* > *Setup e serviço* > *Segurança funcional* > *Relatório de comissionamento* para ver o relatório de comissionamento.

   Após o comissionamento de todas as função de segurança, clique no ícone de download no canto superior direito para baixar o relatório como um arquivo PDF. Recomenda-se salvar uma cópia do relatório de comissionamento em um local externo.

3. Armazene os relatórios de teste de aceitação no livro de registros da máquina.

   O relatório deve incluir:

   - Uma descrição da aplicação de segurança.
   - Uma descrição e revisões dos componentes de segurança usados na aplicação de segurança.
   - Uma lista de todas as funções de segurança usadas na aplicação de segurança.
   - Uma lista de todos os parâmetros relacionados à segurança e seus valores. Também é recomendável listar parâmetros e valores não relacionados à segurança.
   - Documentação das atividades de inicialização, com referências a relatórios de falhas e resolução das falha.
   - Os resultados do teste para cada função de segurança, todos os valores dos parâmetros de segurança, incluindo o valor CRC da configuração de segurança, as datas dos testes e a confirmação pelo pessoal de teste.

4. Validar o relatório de comissionamento.
   a. Verifique se as informações de hardware e configuração estão corretas e se as versões de software dos componentes e subsistemas relacionados à segurança estão corretas.
   b. Verifique se as informações do módulo colocado em funcionamento correspondem às informações no plano de comissionamento e no relatório de comissionamento.

   IMPORTANTE: Após cada alteração ou manutenção do sistema, novos relatórios de teste de aceitação devem ser armazenados no livro de registros da máquina.

9 Operação e manutenção

9.1 Visão geral dos testes funcionais

As funções de segurança no drive não requerem testes de prova programados. Dependendo da configuração das entradas de segurança, podem ser necessários testes periódicos para garantir que o drive esteja em conformidade com as normas pertinentes.

NOTA: O circuito de entrada de segurança somente diagnostica discrepâncias entre entradas redundantes. Portanto, qualquer teste de prova ou diagnóstico para o cabo de entrada de segurança de entrada deve ser levado em consideração. Consulte as normas e requisitos específicos da aplicação para testes funcionais e de prova programados.

AVISO

SINAIS DO INTERRUPTOR S.INA OU S.INB

Ao comutar o sinal S.INA- ou S.INB-, é essencial realizar testes periódicos para garantir a conformidade com a EN IEC 61800-5-2. Essa prática é crucial para evitar o acúmulo de falha de suspensão potencial dentro da entrada de segurança.

- Para manter a integridade do sistema de segurança, é necessário testar periodicamente as entradas de segurança, solicitando-as:

  É necessário que o PL e ou o SIL 3 realize um teste funcional a cada 3 meses para detectar qualquer falha ou mau funcionamento da entrada de segurança.

  É necessário que o PL d ou o SIL 2 realize um teste funcional a cada 12 meses para detectar qualquer falha ou mau funcionamento da entrada de segurança.
- Realize os testes seguindo a sequência de teste de comissionamento. Para as instruções, consulte 8.4 Teste de comissionamento da função de segurança STO e 8.5 Teste de comissionamento da função de segurança Parada segura 1 temporizada (SS1-t). Consulte 10.4 Lista de eventos para resolver qualquer falha ou advertência que ocorra durante o teste.
- Se os sinais S.INA ou S.INB estiverem sempre conectados ao potencial GND e não forem comutados, esse teste periódico não é exigido pelo drive.

O tempo de missão do sistema de segurança do drive é de 20 anos. Após 20 anos, toda a unidade deve ser substituída.

⚠ ADVERTÊNCIA

FALHA DE COMPONENTES EM FUNÇÕES RELACIONADAS À SEGURANÇA

Se ocorrer uma falha de componente em funções relacionadas à segurança, o drive deve ser substituído por pessoal autorizado.

- Não é permitido modificar ou reparar os circuitos de segurança de nenhuma maneira.

9.2 Diagnóstico

Os conversores iC7 incluem muitas funções de diagnóstico para garantir a integridade das funções de segurança. Os diagnósticos são, por exemplo, monitoramento de temperatura, monitoramento de tensão interna e monitoramento da função de segurança. O conversor emite códigos de falha relacionados à segurança funcional, se houver algum. Para códigos de falha relacionados à segurança, consulte 10.4 Lista de eventos.

O intervalo de teste de diagnóstico (DTI) depende da função de segurança e da função de diagnóstico. O DTI máximo e o Tempo de Reação de Falha (FRT) para cada função de segurança estão listados em 11.1 Normas e desempenho de segurança funcional.

Se o diagnóstico relacionado à segurança funcional detectar uma falha, as funções de segurança pertinentes são sempre definidas para um estado seguro.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Várias falhas de hardware não detectadas podem levar a um modo em que uma solicitação externa de STO não leva à desenergização do motor. Os valores de PFH/PFD indicados em 11.2.2 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a ar e conversor montado em painel e 11.2.3 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a líquido refletem a probabilidade dessa falha. Qualquer outra falha interna relacionada ao STO leva diretamente a uma ativação não solicitada da função STO ou afeta apenas 1 dos 2 canais redundantes do STO.

9.3 Instalação e manutenção em altitudes elevadas

Se o conversor for usado em altitudes elevadas, medidas adicionais devem ser tomadas para garantir a integridade do sistema de segurança. Como o sistema de segurança inclui controladores que são afetados pela radiação cósmica, deve-se levar em consideração que o flux de raios cósmicos é maior em altitudes elevadas. Quanto maior for o flux dos raios cósmicos, maior será o risco de Taxa de Erro Suave (SER) afetada aos controladores.

Para mitigar esse problema, o software do controlador do sistema de segurança deve ser atualizado em certos intervalos, dependendo da altitude da instalação. A atualização do software regrava a Memória Somente Leitura (ROM) do sistema de segurança. A Memória de Acesso Aleatório (RAM) é reinicializada a cada inicialização do drive. Essas ações reinicializam qualquer falha não detectada na memória que possa ser causada por raios cósmicos.

Como o SER afeta os valores de PFD e PFH do drive, o desempenho do sistema de segurança é afetado pela alta altitude. Os valores de PFD e PFH são fornecidos para diferentes altitudes e os valores fornecidos pressupõem que o software do sistema de segurança esteja atualizado de acordo com 11.2.2 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a ar e conversor montado em painel e 11.2.3 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a líquido e que todos os procedimentos de manutenção sejam seguidos em conformidade.

9.4 Substituição do drive

Se um defeito interno resultar em um defeito permanente, o drive deve ser substituído. Os módulos de sistema de segurança não podem ser reparados.

Após a substituição do drive com defeito, ele deve ser colocado em comissionamento. Consulte os guias específicos do produto para obter detalhes e instruções sobre o comissionamento do drive e também siga os procedimentos descritos no capítulo *Comissionamento*.

10 Resolução de problemas

10.1 LEDs de status

Tabela 22: LEDs de status

LED	Cor	Status	Significado
Pronto	Branco	Desligado	Verifique se: • O drive está desligado. • O conversor não está pronto.
		Intermitente	O drive está iniciando.
		Constante	Não há falha ativa e o drive está pronto para operar.
Warning	Laranja	Desligado	Não há avisos.
		Constante	O drive não está pronto para funcionar. Verifique se: • A configuração de segurança é necessária. • O STO ativo ou o reconhecimento de STO é necessário. • A falha de E/S ou a confirmação de falha de E/S é necessária. • A resposta do STO é configurada como falha (com aplicação).
Falha	Vermelho	Desligado	Não há falha ativa e o drive está pronto para funcionar.
		Constante	O drive está em um estado de falha. A condição de falha pode ter sido acionada por uma das seguintes razões: • Falha na unidade de potência e na conexão de controle • Erros de hardware ou software no drive

10.2 Instâncias da função STO e da saída de feedback do STO

Tabela 23: Instâncias de feedback do STO para sistemas com unidade de controle modular

Estado	Estado de feedback[1]	Informações adicionais
Função padrão	Desenergizado	O motor está funcionando e nenhuma função de segurança está ativa. O feedback do STO está desenergizado.
O estado STO é alcançado	Energizado	O STO é solicitado e um estado seguro é alcançado. O estado STO é alcançado e a conexão a todas as unidades de potência é estabelecida. A saída do STO está desenergizada.
Configuração necessária	Desenergizado	As entradas seguras devem ter uma configuração validada para garantir que todas as unidades de potência tenham atingido um estado de entrada segura. As unidades de potência conectadas fazem parte da configuração e, sem uma configuração validada, a entrada segura não pode presumir que haja uma conexão estabelecida com todas as unidades de potência.
Atualização de software	Desenergizado	Durante a atualização do software, o estado da saída segura não é confiável. A saída do STO está desenergizada.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Tabela 23: Instâncias de feedback do STO para sistemas com unidade de controle modular - (continuação)

Estado	Estado de feedback[1]	Informações adicionais
Bootloader e inicialização	Desenergizado	O bootloader não se comunica e não conhece o estado da saída do STO nas unidades de potência. Na inicialização, a comunicação ainda não foi estabelecida e o cartão de entrada segura não conhece o estado da saída segura nas unidades de potência.
Falha interna	Desenergizado	Indica um problema grave, por exemplo, no circuito do STO. Não se pode presumir que a E/S de segurança saiba que todas as saídas de STO estão desenergizadas.
Falha interna fatal	Desenergizado	Acionado quando ocorrer uma falha interna fatal, por exemplo, uma falha de CPU ou RAM. A operação não pode ser garantida e não se pode assumir que as saídas seguras possam ser desenergizadas.

*1) **Energizado:** STO_FB+ ⇨ circuito STO_FB- fechado = fluxo de corrente = "0" lógico com configuração do driver do lado baixo. **Desenergizado:** STO_FB+ ⇨ circuito STO_FB- aberto = sem fluxo de corrente = "1" lógico com configuração do driver do lado baixo.*

10.3 Recuperação de falha da função de segurança

Uma falha em um circuito de segurança pode levar ao estado seguro ou à ativação do estado à prova de falha. A ativação do STO é determinada pela lista de eventos no MyDrive® Insight e no painel de controle.

Com um estado à prova de falhas, o STO é ativado e um código de falha relevante é exibido. Reinicie a falha antes de executar a operação normal.

1. Verifique o motivo do evento no registro de eventos do MyDrive® Insight.
2. Consulte 10.4 Lista de eventos para obter instruções sobre como reparar a causa da falha.
3. Redefina a falha.
   - Se a falha estiver configurada para reinicialização direta: Ao desativar o botão de parada de emergência, o motor fica operacional e opera dentro da faixa de velocidade original.
   - Se o drive permanecer em um estado não operacional após a remoção da falha, verifique o registro de eventos no MyDrive® Insight.
   - Se for necessário um reconhecimento seguro ou não seguro, execute o reconhecimento por meio de um canal configurado enviando um sinal de reconhecimento por meio do fieldbus, E/S digital ou do painel de controle.

     O reconhecimento é configurado nos parâmetros de segurança.

Se uma falha no sistema de segurança ou uma função de segurança impedir a recuperação de falhas, entre em contato com um representante local da Danfoss. Forneça o relatório de comissionamento da configuração do parâmetro de segurança. Para obter mais informações, consulte a documentação MyDrive® Insight.

10.4 Lista de eventos

Tabela 24: Grupo 0x54FE

Número	Nome	Causa	Solução
4628	STO ativado.	Safe Torque Off foi ativado.	Se o STO for ativado acidentalmente, verifique o seguinte: • cabeamento de entrada • ativação externa • temporização do pulso de teste externo • parâmetros de segurança relevantes

Tabela 25: Grupo 0x61FF

Número	Nome	Causa	Solução
4608	Falha interna	Foi detectada uma falha interna no sistema de segurança.	Reinicie o sistema. Se o problema persistir, entre em contato com o atendimento ao cliente da Danfoss.
4609	Falha de E/S detectada	Uma falha de E/S foi detectada no sistema de segurança. Consulte os detalhes do evento para obter mais informações.	Verifique as conexões do circuito de E/S de segurança. Se um pulso de teste externo for usado, certifique-se de que o tempo esteja dentro da especificação. Consulte 3.3.5 Propriedades de entrada de segurança.
4611	SS1	Parada Segura 1, instância 1 foi ativada.	Se SS1 for ativado acidentalmente, verifique o seguinte: • cabeamento de entrada • ativação externa • temporização do pulso de teste externo • parâmetros de segurança relevantes
4612	SS1	Parada Segura 1, instância 2 foi ativada.	Se SS1 for ativado acidentalmente, verifique o seguinte: • cabeamento de entrada • ativação externa • temporização do pulso de teste externo • parâmetros de segurança relevantes
4613	Aviso detectado	Foi detectada uma falha não crítica. A operação pode continuar.	Verifique os registros de evento e as mensagens na interface do usuário para obter informações adicionais.
4614	Confirmação de inicialização necessária	É necessário confirmar a inicialização.	Dependendo da configuração, o reconhecimento pode ser dado através de: • Entrada segura • MyDrive® Insight • Interface de fieldbus • Painel de controle

Danfoss Drives Oy © 2025.05

Tabela 25: Grupo 0x61FF - (continuação)

Número	Nome	Causa	Solução
4615	Configuração incompatível	O sistema de segurança detectado é diferente do sistema de comissionamento.	O sistema de segurança detectado é diferente do sistema de comissionamento. Se uma unidade de potência for substituída, volte a colocar o sistema em funcionamento.
4616	Nenhum parâmetro de segurança válido disponível	Os parâmetros de segurança são inválidos ou não estão presentes no dispositivo.	Verifique a configuração de segurança no MyDrive® Insight. Certifique-se de que todas as etapas de configuração sejam verificadas e validadas com sucesso. É necessária a recomissionamento do módulo seguro.
4633	Atualização de software no módulo de segurança	A unidade de segurança avançada está em um estado de atualização do software.	O dispositivo permanece em um estado seguro até que a atualização do software seja concluída com sucesso.
4634	Redefinição de fábrica	Ação de redefinição de fábrica acionada pelo usuário.	Após a reinicialização de fábrica ter sido realizada, a configuração de segurança deve ser recriada.
4635	Configuração de segurança alterada	Ação de parametrização de segurança acionada pelo usuário.	A configuração de segurança foi alterada. Certifique-se de que a configuração esteja correta antes de continuar. Alterações importantes na configuração de segurança podem exigir reinicialização do sistema.
4636	Reconhecimento de falha de E/S necessário	Devido à configuração, o reconhecimento de E/S é necessário.	Se ativada, a função de segurança pode exigir um reconhecimento para continuar a operação após uma falha de sinal ter sido eliminada.
4637	Reconhecimento de STO necessário	Devido à configuração, o reconhecimento do STO é necessário.	Se ativada, a função de segurança pode exigir um reconhecimento para continuar a operação após uma condição de STO ter sido eliminada.
4650	Falha nas verificações de dependência do parâmetro	Falha na verificação dos parâmetros de segurança.	Certifique-se de que a configuração de segurança seja válida. Os erros possíveis podem estar relacionados a: • mapeamento do sinal de entrada • mapeamento do sinal de saída • parâmetros de tempo
4651	Verificação da faixa do parâmetro	O valor de um parâmetro está fora da faixa permitida. O ID da variável é fornecido como detalhe.	Certifique-se de que o valor da variável fornecida esteja programado na faixa permitida.

Tabela 25: Grupo 0x61FF - (continuação)

Número	Nome	Causa	Solução
4652	A etapa de parametrização falhou	Uma tentativa de alterar os parâmetros de segurança falhou.	Verifique se há alguma informação detalhada no MyDrive® Insight. Certifique-se de que a alteração do parâmetro de segurança solicitada seja válida. Verifique se o sistema de drives não tem nenhuma condição especial não relacionada, tal como atualização de software ou comissionamento do drive, ativa. Tente reiniciar o sistema de drive. Se o problema persistir, entre em contato com o atendimento ao cliente da Danfoss.
4730	Informações	Informações adicionais da unidade de segurança avançada. Ver detalhes.	O módulo de segurança levantou uma indicação que precisa ser informada ao usuário. Mais detalhes podem ser encontrados nos detalhes do evento no MyDrive® Insight.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

11 Especificações

11.1 Normas e desempenho de segurança funcional

Todas as funções de segurança nos módulos de sistema iC7 atendem aos requisitos das normas listadas neste capítulo.

Tabela 26: Normas e desempenho de segurança funcional

Diretiva ou Norma		Versão
Diretivas da União Europeia	Diretiva de maquinaria (2006/42/CE)	EN ISO 13849-1:2015
		EN IEC 61800-5-2:2007
	Diretiva EMC (2014/30/UE)	EN IEC 61800-3:2018 – segundo ambiente
		EN IEC 61326-3-1:2017
	Diretiva de baixa tensão (2014/35/UE)	EN IEC 61800-5-1:2017
Normas de segurança	Segurança da maquinaria	EN ISO 13849-1:2023, IEC 60204-1:2018
	Segurança funcional	IEC 61508-1:2010, IEC 61508-2:2010, EN IEC 61800-5-2:2017
Função de segurança		EN IEC 61800-5-2:2017 Safe Torque Off (STO)
		IEC 60204-1:2018 Categoria de parada 0
Desempenho de segurança	**IEC 61508:2010**	
	Nível da Integridade de Segurança	SIL 3
	Tolerância da falha de hardware (HFT)	1
	Classificação do subsistema	Tipo B
	Probabilidade média de falha perigosa sob demanda (PFDavg)[1]	Consulte 11.2.2 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a ar e conversor montado em painel e 11.2.3 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a líquido.
	Frequência média de falha perigosa por hora (1/h) (PFH)[1]	Consulte 11.2.2 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a ar e conversor montado em painel e 11.2.3 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a líquido.
	Intervalo do teste de prova (T1)	20 anos
	Tempo de missão (TM)	20 anos
	ISO 13849-1:2023	
	Categoria	Cat. 3
	Nível de Desempenho (PL)	PLe
Tempo de reação	Tempo de Reação de Falha (FRT)	< 200 ms
Tempo de resposta	Tempo de resposta (da entrada ao estado seguro)	< 100 ms
Diagnóstico	Intervalo de teste de diagnóstico (DTI)	60 s
Modo de operação		Demanda alta, demanda baixa

1) Os testes de prova só podem ser realizados em instalações Danfoss quando o drive for renovado.

11.2 Dados Técnicos

11.2.1 Entradas digitais, saídas e tensões auxiliares

Tabela 27: Entrada digital de 24 V para entrada segura para módulos de sistema (+BEF2)

Função	Dados
Tipo de entrada	Extremidade única/flutuante
Lógica	• **Ativo baixo**: A função STO é ativada devido a: ◆ Uma solicitação externa ◆ Uma violação de outra função de segurança ◆ Uma falha detectada pelo diagnóstico interno • **Ativo alto**: A função STO está inativa.
Nível de tensão	0–24 V CC
Nível de tensão, lógica 0 PNP	<5 V
Nível de tensão, lógica 1 PNP	>11 V
Tensão máxima na entrada funcional	30 V
Tensão máxima na entrada em estado seguro	60 V
Corrente de entrada	8 mA > I_c > 2 mA a 24 V
Resistência de entrada equivalente	3 kΩ < Ri < 12 kΩ a 24 V
Isolamento	Funcional
Protegido contra polaridade invertida	Sim
Estado desligado da corrente de entrada máxima	< 2 mA

Tabela 28: Saídas digitais de 24 V para feedback do STO

Função	Dados
Tipo de saída	Dissipador/origem
Características nominais de tensão	Coletor aberto de 24 V CC/60 V máximo
Corrente nominal	50 mA
Isolamento	Sim
Proteção de sobrecarga	Sim
Protegido contra polaridade invertida	Sim
Tensão de estado ligada	>17,4 V
Corrente de fuga no estado desligado	0,1 mA

Tabela 29: Tensões auxiliares

Função		Dados
Saída de 24 V, segurança funcional (X33)	Tensão de saída	24 V ±15%
	Carga máxima	100 mA

Danfoss Drives Oy © 2025.05

11.2.2 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a ar e conversor montado em painel

Os valores de PFH e PFD variam com base no tipo de drive, no número de unidades de potência paralelas, altitude de instalação e intervalo de atualização de software. Os cálculos pressupõem que o drive seja energizado pelo menos uma vez por ano. Se os valores fornecidos não forem adequados para a aplicação, entre em contato com Danfoss para obter suporte sobre cálculos específicos para a altitude de instalação e o intervalo de atualização de software necessário.

Tabela 30: Valores PHF e PFD para módulos de sistema refrigerados a ar e conversores montados em painel

Dados	Altitude	Intervalo de atualização do software /reset da ROM (anos)	Intervalo de reinicialização do drive/ reset da RAM (meses)	Unidades de potência							
				1	2	3	4	5	6	7	8
PFD	Nível do mar	20 [1]	12	5.52E-05	8.92E-05	1.23E-04	1.57E-04	1.91E-04	2.25E-04	2.59E-04	2.93E-04
	1000 m (3280 pés)	20[1]	12	6.09E-05	9.80E-05	1.35E-04	1.72E-04	2.09E-04	2.46E-04	2.83E-04	3.21E-04
	2000 m (6560 pés)	20[1]	12	7.51E-05	1.20E-04	1.64E-04	2.09E-04	2.53E-04	2.98E-04	3.42E-04	3.87E-04
	3000 m (9840 pés)	15	12	7.91E-05	1.26E-04	1.72E-04	2.19E-04	2.66E-04	3.12E-04	3.59E-04	4.06E-04
	4000 m (13120 pés)	10	12	7.41E-05	1.18E-04	1.62E-04	2.06E-04	2.50E-04	2.94E-04	3.38E-04	3.82E-04
PFH	Nível do mar	20[1]	12	1.49E-09	2.16E-09	2.83E-09	3.50E-09	4.17E-09	4.84E-09	5.51E-09	6.18E-09
	1000 m (3280 pés)	20[1]	12	1.61E-09	2.34E-09	3.08E-09	3.81E-09	4.55E-09	5.28E-09	6.01E-09	6.75E-09
	2000 m (6560 pés)	20[1]	12	1.91E-09	2.80E-09	3.69E-09	4.58E-09	5.47E-09	6.36E-09	7.26E-09	8.15E-09
	3000 m (9840 pés)	20[1]	12	2.38E-09	3.52E-09	4.66E-09	5.79E-09	6.93E-09	8.07E-09	9.20E-09	1.03E-08
	4000 m (13120 pés)	20[1]	12	3.02E-09	4.49E-09	5.97E-09	7.44E-09	8.91E-09	1.04E-08	1.19E-08	1.33E-08

1) Nenhuma atualização é necessária durante o tempo de missão do drive.

11.2.3 Dados de PFH e PFD para módulos de sistema refrigerados a líquido

Os valores de PFH e PFD variam com base no tipo de drive, no número de unidades de potência paralelas, altitude de instalação e intervalo de atualização de software. Os cálculos pressupõem que o drive seja energizado pelo menos uma vez por ano. Se os valores fornecidos não forem adequados para a aplicação, entre em contato com Danfoss para obter suporte sobre cálculos específicos para a altitude de instalação e o intervalo de atualização de software necessário.

Tabela 31: Valores PHF e PFD para módulos de sistema refrigerados a líquido

Dados	Altitude	Intervalo de atualização do software /reset da ROM (anos)	Intervalo de reinicialização do drive/ reset da RAM (meses)	Unidades de potência							
				1	2	3	4	5	6	7	8
PFD	Nível do mar	20 [1]	12	5,71E-05	1.00E-04	1.43E-04	1.86E-04	2.29E-04	2.72E-04	3.15E-04	3.58E-04
	1000 m (3280 pés)	20[1]	12	6.28E-05	1.09E-04	1.55E-04	2.01E-04	2.47E-04	2.93E-04	3.39E-04	3.85E-04
	2000 m (6560 pés)	20[1]	12	7.69E-05	1.30E-04	1.84E-04	2.38E-04	2.91E-04	3.45E-04	3.98E-04	4.52E-04
	3000 m (9840 pés)	15	12	8.10E-05	1.37E-04	1.92E-04	2.48E-04	3.03E-04	3.59E-04	4.15E-04	4.70E-04
	4000 m (13120 pés)	10	12	7.60E-05	1.29E-04	1.82E-04	2.35E-04	2.88E-04	3.41E-04	3.94E-04	4.47E-04
PFH	Nível do mar	20[1]	12	1.57E-09	2.59E-09	3.61E-09	4.63E-09	5.65E-09	6.67E-09	7.69E-09	8.71E-09
	1000 m (3280 pés)	20[1]	12	1.69E-09	2.77E-09	3.86E-09	4.94E-09	6.03E-09	7.11E-09	8.20E-09	9.28E-09
	2000 m (6560 pés)	20[1]	12	1.99E-09	3.23E-09	4.47E-09	5.71E-09	6.96E-09	8.20E-09	9.44E-09	1.07E-08
	3000 m (9840 pés)	20[1]	12	2.46E-09	3.95E-09	5.44E-09	6.92E-09	8.41E-09	9.90E-09	1.14E-08	1.29E-08
	4000 m (13120 pés)	20[1]	12	3.10E-09	4.92E-09	6.75E-09	8.57E-09	1.04E-08	1.22E-08	1.40E-08	1.59E-08

1) Nenhuma atualização é necessária durante o tempo de missão do drive.

Danfoss Drives Oy © 2025.05

11.3 Condições de operação

Tabela 32: Condições de operação para segurança funcional

Função	Dados
Temperatura operacional	De acordo com as especificações do conversor de frequência.
Temperatura de armazenagem	-40 °C...+80 °C (-40 °F...+176 °F)
Umidade do ar	De acordo com as especificações do conversor de frequência (sem condensação).
Altitude operacional	De acordo com as especificações do conversor de frequência.
Condições ambientais	O produto deve ser instalado em um ambiente correspondente à EN IEC 61800-5-1:2017 PD2 – sem condensação. Para ambientes de condensação PD2, o produto deve ser instalado em painel elétrico IP54/NEMA 12 de acordo com a EN IEC 60529 AMD 2:2013 ou similar.

11.4 Especificações de Cabo

Tabela 33: Dimensionamento do cabeamento para os conectores X31, X32

Tipo de fio	Seção transversal [mm^2 (AWG)]	Comprimento de decapagem [mm (pol.)]
Rígido	0,5–1,5 (24–16)	10 (0,4)
Flexível	0,5–1,5 (24–16)	10 (0,4)
Flexível com virola sem luva plástica	0,5–1,5 (24–16)	10 (0,4)
Flexível com virola com luva plástica	0,5 (24)	10 (0,4)

Danfoss Drives Oy
Runsorintie 7
FIN-65380 Vaasa
drives.danfoss.com

Quaisquer informações, incluindo mas não limitado a, informações sobre a seleção do produto, sua aplicação ou uso, design do produto, peso, dimensões, capacidade ou quaisquer outros dados técnicos em manuais do produto, descrições de catálogos, anúncios etc., sejam elas disponibilizadas por via escrita, oral, eletrônica, on-line ou download, devem ser consideradas informativas e serão vinculativas apenas quando houver referência explícita em uma cotação ou confirmação de pedido. A Danfoss não se responsabiliza por possíveis erros em catálogos, folhetos, vídeos e outros materiais. A Danfoss reserva o direito de alterar seus produtos sem aviso prévio. Isso também é aplicável aos produtos pedidos, mas não entregues, desde que essas alterações possam ser feitas sem alterações de forma, finalidade ou função do produto. Todas as marcas registradas contidas neste material são de propriedade da Danfoss A/S ou de empresas do grupo Danfoss. Danfoss e o logotipo da Danfoss são marcas registradas da Danfoss A/S. Todos os direitos reservados.

172K2965B
AQ477043679710pt-000203
Danfoss Drives Oy © 2025.05

1 7 2 Z 2 6 1 1