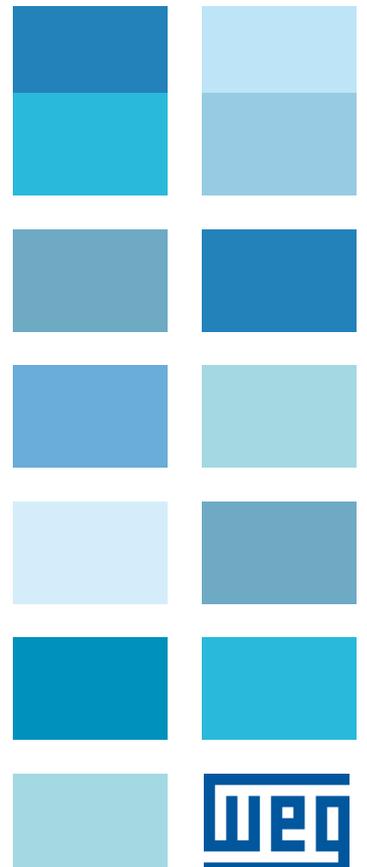


# ADL300

## Manual do Usuário e de Segurança

Idioma: Português



## Sumário

1	Instruções de segurança e informações de uso .....	3
1.1	Justificativas para a função de segurança integrada.....	3
1.2	Descrição da função Safe Torque Off.....	3
1.3	Recomendações de segurança.....	4
2	Análise e avaliação de riscos.....	7
3	Adesão às normativas de segurança STO .....	8
4	Descrição do sistema de segurança .....	9
4.1	Funcionalidade e arquitetura do dispositivo.....	9
4.2	Especificações da função de segurança.....	10
4.3	Nível de integridade de segurança.....	13
4.4	Sistema de Reação a Falha de Segurança.....	13
5	Orientação de instalação e comissionamento .....	15
5.1	Função de segurança integrada na família de drives ADL300.....	15
5.2	Conexões e uso da função "SAFE TORQUE OFF" .....	17
5.2.1	Sequência de controle.....	22
6	Requisitos de operação e manutenção .....	23
6.1	Operações.....	23
6.2	Manutenção.....	24
6.3	Testes operacionais.....	24
6.4	Solução de problemas .....	24
7	Aplicações de Elevadores .....	25
7.1	Projeto de Aplicação de Elevador usando 2 contadores para parada do carro.....	25
7.2	Projeto de Aplicação de Elevadores suportando parada do carro com um contator.....	27
7.3	Projeto de Aplicação de Elevador suportando parada do carro sem contator.....	29

Publicação doc.	Emitido por	Alterações do Doc.	Data Doc.
0.1	FNT	Primeira publicação	20/03/2012
0.2	FNT	Descrição sem contator	20/06/2012
1.0	FNT	Correções e sugestões de consultor externo	27/06/2012
1.1	FNT	Adicionado diagrama de contator único,	28/01/2013
1.2	BRI	Adicionado o código de manual, "prEN81-.." para "EN81-..", pág 3 adic. EN81-50.	26/05/2017
1.3	BRI	Pág. 7/28/29: EN81-20 5.9.2.5.3 d) para EN81-20 5.9.2.5.4 d)	1/12/2020
1.4	BRI	Pág 31 texto removido	8/7/2022

---

# 1 Instruções de segurança e informações de uso

## 1.1 Justificativas para a função de segurança integrada

Como resultado da automação, demanda por aumento de produção e redução do esforço físico do operador, os sistemas de controle de máquinas e itens da planta desempenham um papel cada vez maior na obtenção da segurança geral. Esses sistemas de controle empregam cada vez mais dispositivos e sistemas elétricos/eletrônicos/programáveis complexos.

Entre esses dispositivos e sistemas, destacam-se os sistemas de acionamento de energia elétrica (power drive systems - PDS) de velocidade ajustável que são adequados para uso em aplicações relacionadas à segurança (PDS-SR).

As proteções eletrônicas são integradas ao drive para executar a função de segurança e minimizar ou eliminar perigos devido a erros funcionais no uso de máquinas.

A função de segurança integrada substitui os componentes de segurança externos. A função integrada STO pode ser usada como alternativa aos contadores do motor para controlar partidas inesperadas do motor, se a avaliação de risco permitir. De acordo com o item anterior, o uso da função de segurança integrada depende da aplicação e das normas aplicáveis.

Toda a parte relacionada à segurança do sistema de controle, usando a função de segurança integrada do drive, deve funcionar adequadamente em condição de uso normal ou indevido. Deve estar livre de problemas e atingir um estado seguro.

Para verificar esses requisitos, todo o sistema de controle relacionado à segurança deve ser analisado por meio de FMECA, árvore de falhas, etc.

## 1.2 Descrição da função Safe Torque Off

A função de segurança, "Safe Torque off" (STO), é uma função de segurança usada para interromper a saída de energia e corrente para o motor a fim de evitar movimentos e tensões inesperadas. **A família de drives ADL300 possui a função "Safe Torque Off" como um recurso integrado.**

Esta função não desliga a máquina da alimentação elétrica. Deve-se enfatizar que os drives equipados com segurança são apenas um componente em um sistema de controle de segurança, enquanto STO é uma função de nível de sistema. Peças e componentes do sistema devem ser escolhidos, aplicados e integrados adequadamente para atingir o nível desejado de segurança operacional.

**ADL300 é uma família especializada de drives voltada para o Mercado de Elevadores.** Dessa forma, a função STO do ADL300 será utilizada principalmente para obter os recursos de segurança permitidos e descritos pelas normativas de classe C **EN81-1, EN81-20, EN81-50**. Especificamente, a função de segurança integrada permite a eliminação de um ou dois contadores e a implementação de:

- Parada segura do carro utilizando projeto com um contator
- Parada segura do carro utilizando projeto sem contator

A função STO é integrada na família de drives ADL300, ao passo que a capacidade de segurança também pode ser implementada externamente. Quando a Segurança é usada, a desconexão de energia entre o controlador do drive e o motor, necessária para alcançar uma "parada segura", é obtida sem o uso de contadores externos e/ou relés.

---

A função não deve ser confundida com "Seccionamento (isolamento) e desligamento da rede elétrica", seção 5.3 isolamento do sistema de alimentação de energia, exigido pela norma EN 60204-1.

A função de desligamento da rede elétrica só pode ser executada com o uso de dispositivos de seccionamento de isolamento apropriados.

As características da função de segurança são:

- ❖ Não devem ser possíveis movimentos inesperados do motor.
- ❖ A energia e a corrente do motor são desligadas com segurança.
- ❖ O drive não é desconectado do link DC, portanto, é possível efetuar um novo comando de partida em um curto espaço de tempo

### 1.3 Recomendações de segurança

As especificações e instruções fornecidas para dar suporte à segurança funcional são parte essencial da própria função. A compreensão e o conhecimento são requisitos obrigatórios para as pessoas envolvidas nas atividades de instalação e comissionamento.

Somente pessoal qualificado tem permissão para executar qualquer atividade durante os procedimentos de instalação e comissionamento.

#### **Pessoal qualificado**

Para os fins deste Manual de Instruções, "Pessoa qualificada" é aquela que está capacitada para executar a instalação, montagem, partida e operação do equipamento e lidar com os riscos envolvidos.

A pessoa qualificada deve ser:

- Treinada para prestar primeiros socorros
- Treinada no cuidado e uso adequado de equipamentos de proteção de acordo com os procedimentos de segurança estabelecidos
- Treinada e autorizada a energizar, desenergizar, limpar, aterrar e sinalizar circuitos e equipamentos de acordo com as práticas de segurança estabelecidas.

O Manual de Segurança complementa e integra os manuais de instruções da família de drives ADL5300. Ele contém informações de segurança adicionais em conformidade com a Diretiva de Máquinas para suporte ao uso de funções relacionadas à segurança do drive. O uso destas funções como parte do sistema de controle do maquinário só será possível após este documento ter sido cuidadosamente compreendido.



## **Atenção!**

A instalação e o comissionamento inadequados de peças relacionadas à segurança do sistema de controle podem causar um reinício descontrolado do drive. Isso pode causar morte, ferimentos graves e danos materiais significativos.

O sistema de controle da função de segurança só deve ser instalado e comissionado por pessoal qualificado.

---

A função de parada de emergência (de acordo com a EN60204) deve operar e colocar o PDS em estado seguro, independentemente do status operacional do drive. O sistema integrado de segurança não é afetado pelo status operacional das partes internas/externas não relacionadas à segurança.

O reset da função de segurança de parada de emergência não deve resultar no religamento descontrolado do motor. O PDS pode ser reiniciado somente quando a função STO não estiver mais ativa. Para estar em conformidade com a norma EN60204, o drive será reiniciado somente após a confirmação manual do operador.

Em circunstâncias em que existam influências externas (com cargas verticais, por exemplo), podem ser necessárias medidas adicionais (freios mecânicos, por exemplo) para evitar qualquer perigo.

Devem ser estabelecidos procedimentos para verificar periodicamente a função de segurança de acordo com o resultado da avaliação de risco e as instruções do item 6.2.

A função de segurança STO integrada é um sistema seguro de falha única (dentro do drive). Nenhuma falha isolada ou falha de componente pode causar uma perda do estado de segurança, induzindo o drive a produzir torque no motor.

A fiação e as conexões do sistema devem ser adequadamente implementadas e testadas para suportar a mesma tolerância a falhas (1) no nível do sistema.



## Atenção!

No caso de falha de dois IGBTs de saída no drive, quando Safe Torque Off foi ativado, o drive pode fornecer energia para até 180° de rotação em um motor de 2 polos antes que a produção de torque no motor seja interrompida.

No caso do motor de indução, nenhum movimento é possível mesmo quando ocorrem várias falhas (no estágio de potência do IGBT). Ou seja, nenhuma falha nos drivers do IGBT, na ausência de pulsos controlados vindos da regulagem, pode gerar corrente capaz de estabelecer campo girante.

Deve-se verificar se esta condição pode causar um movimento perigoso da máquina.



## Atenção!

Quando a função de segurança é ativada (motor incapaz de produzir torque), o link DC (barramento CC de alta tensão) do drive ainda está conectado à rede elétrica. Neste caso, o controle do drive é desativado e após o motor parar por inércia ou já parado, há alta tensão nos terminais do motor e do drive.

---

Para que o pessoal autorizado trabalhe em peças energizadas, o drive deve ser isolado eletricamente da rede elétrica (interruptor de rede) e deve haver um tempo adequado (mais de 5 minutos) para permitir que o link DC de alta tensão seja descarregado.

Isso é chamado de "Secionamento (isolamento) e desligamento da rede elétrica", isolamento do sistema de alimentação de energia, exigido pela norma EN 60204-1

A função de desligamento da rede elétrica só pode ser executada com o uso de dispositivos de seccionamento de isolamento apropriados.

---

## 2 Análise e avaliação de riscos

De acordo com a Diretiva de Máquinas 2006/42 EC, é obrigatório que o fabricante das máquinas realize uma análise de riscos para identificar os perigos relacionados à máquina.

A análise de riscos deve ser desenvolvida de acordo com a Norma EN 12100 - Segurança de Máquinas - Avaliação de riscos.

O procedimento de avaliação de riscos tem o objetivo de prevenir e identificar:

- ❖ grau de lesão
- ❖ frequência/duração da exposição ao risco
- ❖ possibilidade de afastamento

Para definir o nível de risco e obter uma classificação correta em relação à categoria de segurança, SIL (Nível de integridade de segurança), devem ser usadas e aplicadas as normas EN61800-5-2, IEC 61508 e EN ISO 13849-1.

Esses padrões fornecem informações e procedimentos de acordo com o princípio do projeto e a avaliação de risco para a parte relacionada à segurança dos sistemas de controle.

No caso da função de segurança STO, a avaliação de risco deve considerar o fato de que o motor para por inércia quando ela é ativada. Pode ser solicitado um freio mecânico em algumas aplicações. Dispositivos de travamento que impedem o acesso a partes perigosas também podem ser necessários para habilitar automaticamente a função STO.

A EN81-1, destinada à segurança em aplicações de elevadores, especifica as funções, o nível de integridade de segurança e a configuração a serem usadas para atingir determinadas funcionalidades em nível de sistema.

### Responsabilidade :

O **Fabricante** será responsável pela segurança do maquinário, em termos de:

- ❖ análise de risco de perigos provenientes de máquinas.
- ❖ implementação de medidas para minimizar ou eliminar eventuais riscos.
- ❖ documentação do risco residual.
- ❖ elaboração da documentação de todo o maquinário.

O **Usuário/Operador** é responsável pela segurança relativa à aplicação e ao uso.

### Implementação e seleção da função de segurança de acordo com a aplicação. Integração da função de segurança STO:

- ❖ Análise e avaliação de riscos de acordo com a norma EN 12100.
- ❖ Redução de riscos através do projeto da máquina.
- ❖ Redução de riscos por equipamentos de proteção.
- ❖ Identificação dos requisitos de segurança.
- ❖ SIL, Seleção de categoria.

---

### **3 Adesão às normativas de segurança STO**

A função de segurança integrada “Safe Torque Off” atende aos seguintes requisitos de normas:

- ❖ nível de integridade de segurança SIL3 de acordo com as normas EN 61508 e EN61800-5-2

A função Safe Torque Off pode ser utilizada especificamente para o Mercado de Elevadores para permitir:

- Operação com contator único para parada do Carro EN81-1 item 12.7.3 b)
- Operação sem contator para parada do Carro EN81-1 e EN81-20 item 5.9.2.5.4 d)

Em caso de ativação ou detecção de falha, a função de segurança STO evita a produção de torque no motor, o que eventualmente poderia causar movimentos mecânicos.

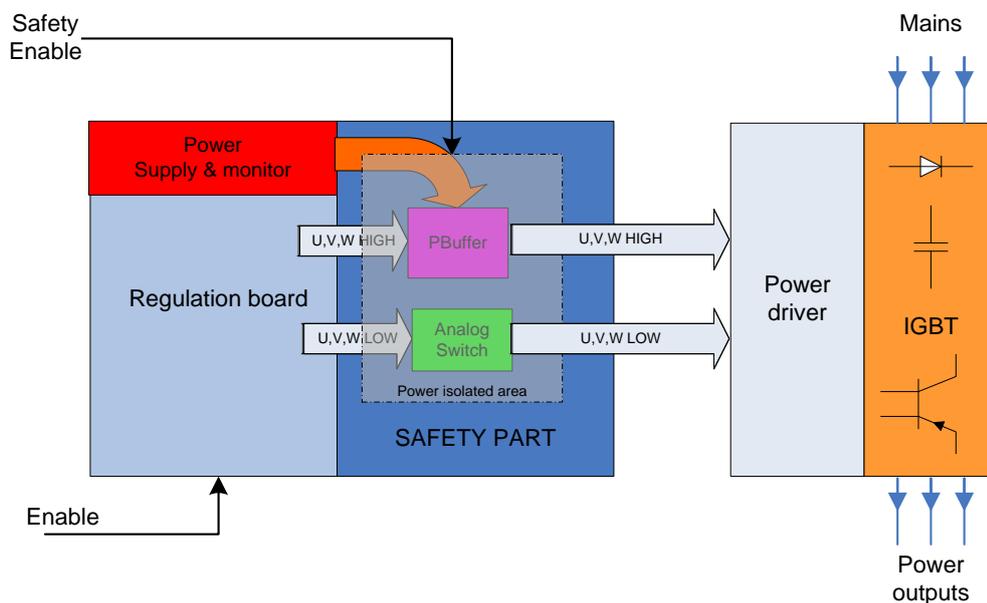
## 4 Descrição do sistema de segurança

A função de segurança Safe Torque Off está integrada à família de drives ADL300 e é gerenciada por meio de dois sinais de habilitação "ENABLE" e "SAFETY ENABLE".

### 4.1 Funcionalidade e arquitetura do dispositivo

O sistema aqui examinado é o Power Drive Systems (PDS), também chamado de Inversor. Um PDS é um dispositivo de alimentação conectado de um lado à rede elétrica (sistema trifásico) e do outro lado às linhas de alimentação do motor. Motor e outros dispositivos relacionados às funcionalidades do sistema (relés, cabos). O PDS faz com que o motor se mova de acordo com as configurações definidas pelo operador.

Do ponto de vista elétrico, o PDS leva a energia da rede elétrica para as linhas do motor. Este documento é referente à família de inversores denominada ADL300. Do ponto de vista da segurança e da funcionalidade principal, todos os dispositivos da família podem ser modelados, conforme representado na Figura 1.



*Figura 1 diagrama de blocos de PDS ADL300.*

Todos os PDS ADL300 são dispositivos PD integrados com diferentes potências, dimensões e invólucros. No entanto, do ponto de vista funcional e elétrico, todos os dispositivos são compostos pelas mesmas quatro partes fundamentais:

1. Placa de regulação
2. Placa do driver
3. Módulo de potência IGBT
4. Parte de segurança

A seguir, uma breve descrição das quatro partes:

- **Placa de regulação:** existe como uma PCI separada, a principal finalidade dessa placa é gerar pulsos PWM coordenados que vão para os gates IGBT. Os pulsos PWM são controlados e gerados pelo software de acordo com as configurações para

proporcionar determinadas opções de tensão, corrente, velocidade do motor, aceleração do motor etc.

Os pulsos PWM podem ser cancelados diretamente na placa de regulagem por meio de um sinal de inibição de PWM que atua diretamente no gerador de PWM do hardware. É claro que o software integrado vê o sinal de habilitação quando é ativado e interrompe a geração (software). Um estágio de alimentação, que fornece tensões para todos os circuitos digitais e para a placa EXP-SFTY-ADV, está incluído nessa placa.

- **Parte de segurança:** existe uma ilha isolada integrada à placa de regulagem. Essa parte recebe os sinais PWM de saída provenientes da regulagem e, de acordo com seu sinal ENABLE (SAFETY ENABLE), faz com que os pulsos passem/não passem no conector de saída que vai para o driver IGBT.
- **Driver IGBT:** existe como uma PCI separada. O driver IGBT é o sistema de interface entre os sinais provenientes da parte de segurança e da parte de potência. Esta subsistema compreende uma ilha de isolamento óptico, uma parte de condicionamento, conectada à rede elétrica que aciona os gates IGBT.
- **Módulo IGBT:** IGBT é o módulo de potência real que compreende dissipador de calor, ventiladores, blindagem elétrica, fios de energia elétrica.

Do ponto de vista do operador, o sistema é gerenciado por meio de uma interface semelhante a um PC remoto conectado ao PDs ou usando uma HMI integrada. O operador bidirecional pode definir/alterar parâmetros que modificam as funções do sistema de acordo: velocidade, torque, posição, aceleração etc. Todas as funções são traduzidas e implementadas por meio de uma sequência de comando de gate diferente que chega aos gates IGBT.

## 4.2 Especificações da função de segurança

A função de segurança "Safe Torque Off" usada na família ADL300 garante que os drives desabilitem com segurança os movimentos do motor, retirando o torque do motor.

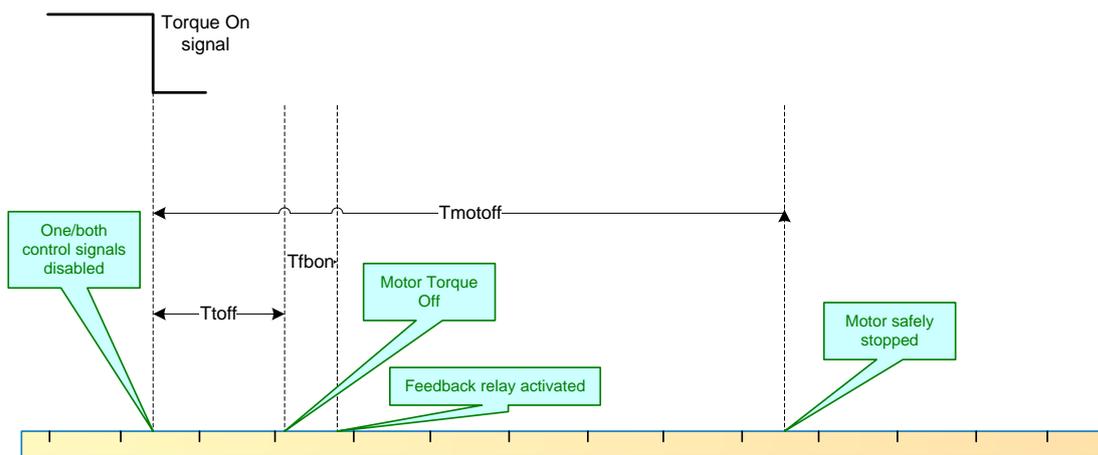
A função STO fica ativa sempre que os sinais **ENABLE** ou **SAFETY ENABLE** são desativados (tensão zero aplicada, fios abertos e sem condução de corrente). Por outro lado, a função STO é desabilitada (drive habilitado) quando ambos os sinais de habilitação são ativados (24 VCC aplicados). O diagrama lógico funcional é mostrado na Tabela 1.

ENABLE	SAFETY ENABLE	STO STATUS
Desabilitado (aberto/0v)	Desabilitado (aberto/0v)	Habilitado (Torque off)
Habilitado (24v)	Desabilitado (aberto/0v)	Habilitado (Torque off) <i>[Bloco de intertravamento de segurança]</i>
Desabilitado (aberto/0v)	Habilitado (24v)	Habilitado (Torque off)
Habilitado (24v)	Habilitado (24v)	Desabilitado (drive operando)

*Tabela 1 Tabela Funcional Estática para a Função Safe Torque Off.*

Embora a função STO seja ativada quando um dos sinais mencionados é desativado, o Nível de Integridade de Segurança STO não pode ser garantido enquanto ambos os sinais não forem desativados.

Sempre que a função STO for habilitada, o PDS não fornecerá mais torque ao motor, o que significa que o motor irá parar com segurança. A sequência de eventos de tempo que faz com que o motor pare depende da inércia do motor, conforme mostrado na Figura 1. A função STO especifica apenas os tempos em que o torque não é mais aplicado ao motor (Ttoff) e o tempo decorrido antes da ativação do feedback do sinal (Tfbk).



*Figura 2 Diagrama de eventos de tempo para a função STO.*

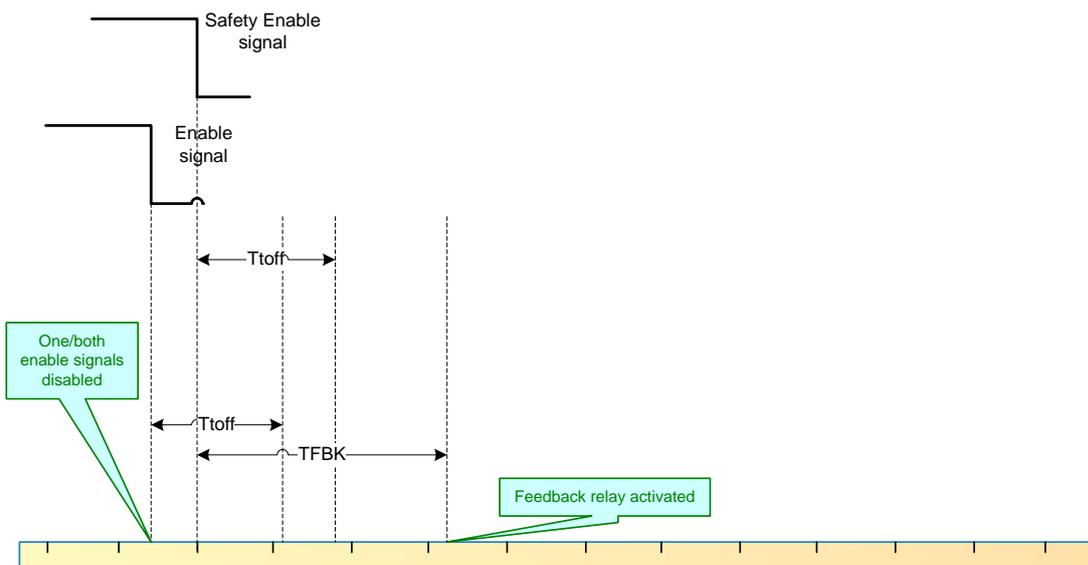
- $T_{toff}$  tempo entre a desabilitação do sinal de controle e a ativação da função STO
- $T_{fbon}$  tempo entre a ativação da função STO e a mudança de estado do sinal de feedback
- $T_{motoff}$  tempo entre a ativação da função STO e a parada do motor: depende da inércia do motor/carga

Nome	Descrição	Retardo máx. [ms]
<b><i>Ttoff</i></b>	Tempo entre a desativação do sinal <b>ENABLE/SAFETY ENABLE</b> e a ativação do canal de segurança (o mesmo para <b>ENABLE</b> e <b>SAFETY ENABLE</b> )	14
<b><i>Tfbk</i></b>	Tempo entre a mudança de status de <b>SAFETY ENABLE</b> e <b>SAFETY FEEDBACK</b>	20
<b><i>Tton</i></b>	Tempo entre a ativação do sinal <b>ENABLE</b> e a ativação do drive (Drive Ativo)	8
<b><i>Tiblk</i></b>	Caso <b>SAFETY ENABLE</b> seja emitido antes de <b>ENABLE</b> , tempo máximo permitido antes que o sistema entre no interbloco	8

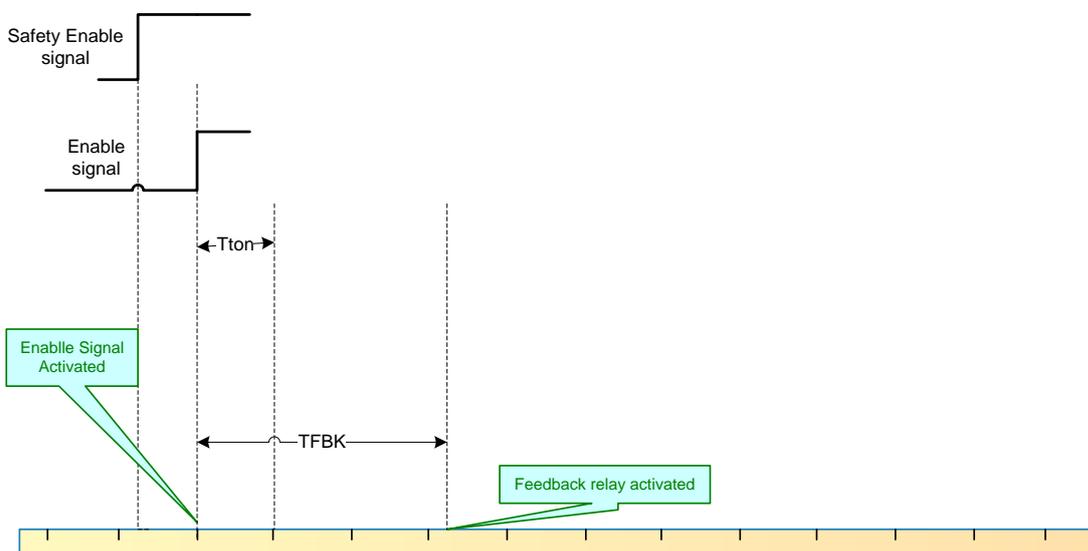
*Tabela 2 Tempos de intervenção de segurança.*

Observando a evolução dinâmica dos sinais Enable ao longo do tempo, a configuração de entrada permitida é menor do que as destacadas na Tabela 1: para evitar que os pulsos pwm sejam aplicados repentinamente, o sinal **ENABLE** sempre seguirá o **SAFETY ENABLE** ou, pelo menos, será aplicado antes de 4 ms dentro dele. Se **ENABLE** vier antes de **SAFETY ENABLE**, o drive ADL entrará no bloco de intertravamento e será necessário desabilitar e emitir **ENABLE** alto novamente para reativar o ADL.

As figuras a seguir descrevem a dinâmica da função STO.



*Figura 3 Visualização dinâmica da ativação da Função de Segurança STO.*



*Figura 4 Visualização dinâmica da desativação da Função de Segurança STO.*

---

## 4.3 Nível de integridade de segurança

A função STO fornece dois canais/caminhos de segurança independentes. Uma falha em um canal não deve interferir na operação do outro canal.

A arquitetura de segurança foi projetada para ser tolerante a falhas com uma tolerância a falhas de 1. Isso significa que qualquer que seja a falha que ocorra no sistema, a segurança ainda está garantida.

Cada canal será ativado/desativado por uma entrada diferente. As entradas são separadas com segurança e distantes umas das outras para garantir o isolamento elétrico e funcional.

As entradas serão chamadas respectivamente:

- **ENABLE**
- **SAFETY ENABLE**

Um limite de probabilidade de falha aleatória por hora (PFH) deve ser calculado em um período de 20 anos (tempo da missão). A PFH é menor que  $1 \times 10^{-9}$ . A classificação do Nível de Integridade de Segurança é SIL3, de acordo com as normas EN61800-5-2/EN61508.

## 4.4 Sistema de Reação a Falha de Segurança

Mecanismos de hardware nos circuitos de Regulagem e Segurança foram estabelecidos para detectar e reagir a uma detecção de falha.

Os sinais **DRIVE OK** e **SAFETY OK** são fornecidos para emitir alarmes de falha para dispositivos externos de monitoramento.

O comportamento normal desses sinais está descrito no Manual do Usuário do ADL300:

- Os sinais SAFETY OK são conectados internamente a um relé fixo controlado por hardware que diagnostica e identifica falhas no circuito de segurança. O comportamento do relé SAFETY OK está descrito na Tabela 4. A ativação de um alarme em um sinal SAFETY OK significa que o status do sinal de feedback não está em conformidade com o comportamento descrito na Tabela 4.
- O comportamento do relé DRIVE OK é configurável por software. A configuração padrão atua de modo que o relé seja fechado se o drive ADL300 estiver pronto para receber um sinal ENABLE. *A configuração DRIVE OK deve ser obrigatoriamente alterada para **Monitor de Entradas Digitais para o sinal ENABLE** no caso de aplicações sem contator (item 7.2 Projeto de Aplicação de Elevador suportando parada do carro sem contator.).*

Caso o hardware/software na placa de Regulagem detecte algumas falhas, ele ativará um Alarme de Falha de Segurança, impedindo que o drive reinicie novamente até que o alarme seja manualmente eliminado por pessoal qualificado.

Para tornar as falhas mais evidentes e levar o sistema a um estado seguro independentemente do dispositivo de monitoramento externo, a função de segurança foi projetada para que a maioria das falhas detectadas realmente bloqueie o ADL300 quando o drive está sendo operado normalmente. Todas as falhas detectadas devem gerar problemas de alarme por meio de sinais de feedback.

A placa de regulagem executa todas as verificações de integridade possíveis a qualquer momento antes de começar a gerar pulsos PWM:

- Verificação do sinal ENABLE
- Verificação do sinal SAFETY ENABLE
- Verificação de consistência do sinal SAFETY OK

Se alguma das verificações anteriores falhar, o ADL300 não irá gerar pulsos PWM. Somente pessoal qualificado, após a execução de todos os procedimentos de manutenção necessários, está autorizado a remover o alarme no menu de alarmes do drive.

Os sinais de feedback são concebidos para reagir à detecção de falhas em um tempo não superior a 10 ms.

Nome do terminal	Nome do sinal	Descrição da Função	Limites elétricos e faixa
<b>EN+</b>	+SAFETY ENABLE	+24v para desabilitar a função de segurança	(ENTRADA) +12...+35v em relação a EN-
<b>EN-</b>	-SAFETY ENABLE	0v COM para desabilitar a função de segurança	(ENTRADA) 0v
<b>OK1</b>	SAFETY OK1	Contato normalmente fechado para feedback de Segurança (contato 1)	Corrente CC máxima de 250mA
<b>OK2</b>	SAFETY OK2	Contato normalmente fechado para feedback de Segurança (contato 2)	Corrente CC máxima de 250mA

Tabela 3 Descrição dos Sinais no Conector de Segurança.

SAFETY ENABLE+/-	CONTATOS SAFETY OK
Aberto/0v	<b>Fechados</b>
+24vCC	<b>Abertos</b>

Tabela 4 Status do contato do relé de feedback como função da entrada de habilitação.

---

## 5 Orientação de instalação e comissionamento

A função de segurança integrada STO deve ser considerada como parte do sistema de controle relacionado à segurança de uma máquina. Somente análise e avaliação de riscos da máquina, conforme o item 2, pode verificar a adequação do sistema de controle de segurança.

A análise e avaliação de riscos deve ser desenvolvida com pleno conhecimento das características e limites do STO.

A instalação e o comissionamento devem ser realizados apenas por pessoal qualificado e totalmente ciente dos riscos gerais e específicos envolvidos nas operações (consulte o item 1).

De um modo geral, a instalação que sustenta os mais altos níveis de integridade requer alguns princípios básicos:

- Ambos os sinais de habilitação devem ser usados com redundância total de fiação para manter a tolerância a falhas igual ou superior a 1
- Ambos os sinais de feedback devem ser usados para maximizar a capacidade de detecção de falhas
- Princípio dinâmico explorado para todos os sinais
- Todos os dispositivos usados para auxiliar/monitorar/acionar sinais relacionados à segurança devem exigir um nível de integridade de segurança compatível

Os operadores devem colocar a máquina em operação somente depois que os testes funcionais e de segurança tiverem sido totalmente realizados para verificar a conformidade em relação à análise de risco.

### 5.1 Função de segurança integrada na família de drives ADL300

A família de drives ADL300 suporta a função STO como uma função integrada padrão testada em cada unidade enviada de fábricas autorizadas.

Os usuários devem entender e aceitar que a função de segurança não pode ser acessada, modificada ou mantida fora da condição aqui descrita. Somente instalações de produção autorizadas podem acessar a função de segurança integrada para garantir a integridade de segurança.

#### **ADL300V-SWWW-PPP-(X)-CC-(O)**

Onde:

- V: Versão da Regulagem, [A]= Advanced, [B] = Basic
- S: tamanho mecânico do dispositivo [1],[2]...[5]
- WWW: Potência de saída (kW)
- PPP: codificação da unidade de frenagem/ HMI [KBL] = HMI e unidade de frenagem
- X: [F] = filtro EMI interno
- CC: Tipo de fonte de alimentação [4] = 400vCa trifásico, [2T] = 200vCa trifásico, [2M] = 200vCa monofásico
- O: Recursos opcionais, C= CAN

Exemplo:

- ADL300A-2110-KBL-4 = ADL300 Advanced, tamanho 2, potência 11kW, fonte de alimentação 400vCA, HMI, unidade de frenagem, sem filtro, sem CAN

- ADL300B-2110-KBL-F-4-C =ADL300 Basic, tamanho 2, potência 11kW, fonte de alimentação 400vCA, HMI, unidade de frenagem, com filtro, com CAN

Todos os aparelhos são equipados com etiquetas de identificação, como segue:

### Targhetta di identificazione

<u>Numero di serie</u>	Type: AFE200-3220-K0X-4 S/N: 09012345
<u>Modello inverter</u>	Inp: 400Vac -15% + 500Vac +5% 50/60 Hz 3ph
<u>Ingresso (tensione di alimentazione)</u>	40A@400Vac 36A@480Vac
<u>Uscita (tensione, potenza, corrente, sovraccarico CT e sovraccarico VT)</u>	Out: 650Vdc-780Vdc
	28kW 43A@650Vdc 39A@780Vdc Ovid.150%-60s
	42kW 64A@650Vdc 57A@780Vdc Ovid.110%-60s
<u>Approvazioni</u>	

## 5.2 Conexões e uso da função “SAFE TORQUE OFF”

A função “SAFE TORQUE OFF” deve ser usada para evitar a partida inesperada do motor parado. Caso o motor esteja funcionando, a condição de parada deve ser alcançada com frenagem controlada, antes que a função “SAFE TORQUE OFF” seja ativada.

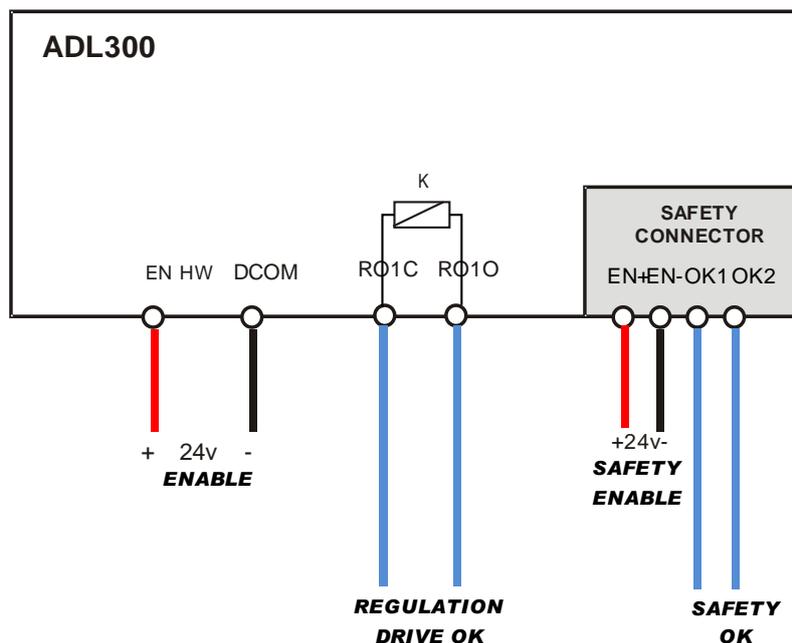
A função de segurança interrompe a alimentação e a corrente nas saídas do drive e faz o motor parar por inércia. O motor deve ser parado por meio de uma função dedicada.

O uso correto da função "SAFE TORQUE OFF" deve ser feito usando dois sinais relacionados à segurança e os comandos e a sequência normais de PARTIDA do drive:

- **ENABLE**
- **SAFETY ENABLE**

Em todos os casos em que se exige um maior nível de SIL na aplicação, deve-se usar o sistema de feedback. Dois sinais de feedback são permitidos para detecção de falha do sistema, conforme descrito no item 4.4 Sistema de Reação a Falha de Segurança.

A seguir está um diagrama simplificado que mostra todas as conexões elétricas necessárias para usar a função de segurança STO.

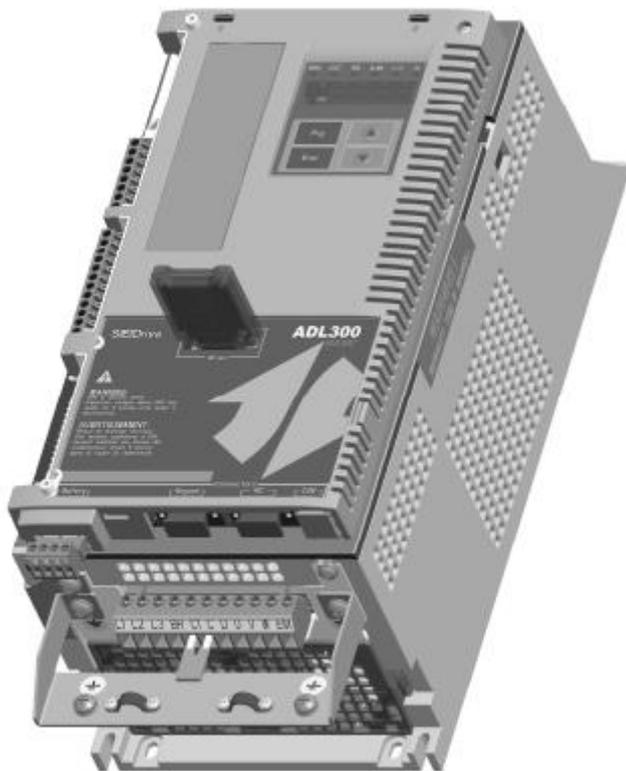


*Figura 5 Diagrama de ligação simplificado para a função STO.*

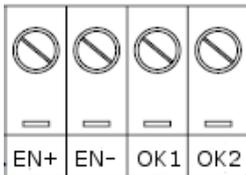
Dois conjuntos de conectores de interface são usados nos drives ADL300.

- 1.Regulation Enable e Feedback Drive OK
- 2.Conector Dedicado de Segurança

O sistema de segurança é ativado por meio de conexões dedicadas localizadas na parte inferior do invólucro do ADL300, compostas de conector de entrada de 4 polos localizado na placa de segurança.



O layout do conector de segurança é mostrado na Figura 6



*Figura 6 Layout do Conector de Segurança*

Tabela 3 é uma descrição dos sinais no conector de segurança.

Nome do terminal	Nome do sinal	Descrição da Função	Limites elétricos e faixa
<b>EN+</b>	+SAFETY ENABLE	+24v para desabilitar a função de segurança	(ENTRADA) +12...+35v em relação a EN-
<b>EN-</b>	-SAFETY ENABLE	0v COM para desabilitar a função de segurança	(ENTRADA) 0v
<b>OK1</b>	SAFETY OK1	Contato normalmente fechado para feedback de Segurança (contato 1)	Corrente CC máxima de 250mA
<b>OK2</b>	SAFETY OK2	Contato normalmente fechado para feedback de Segurança (contato 2)	Corrente CC máxima de 250mA

*Tabela 5 Descrição dos Sinais no Conector de Segurança.*

Com relação aos sinais de Regulagem, a interface é mais complexa devido ao número de configurações disponíveis para o ADL300:

- ADL300 Basic, o sinal ENABLE é fixo na interface da placa de controle, como mostrado na Figura 8 e Tabela 6.
- ADL300 Advanced, os sinais ENABLE e de feedback são posicionados na placa de expansão ADL-IO. As placas opcionais ADL-I/O estão listadas no Anexo A.2 do manual do Usuário de Especificações e Instalação. A Figura 10 e a Tabela 7 mostram um exemplo de configuração do ADL300 e a descrição dos pinos relacionados à segurança.

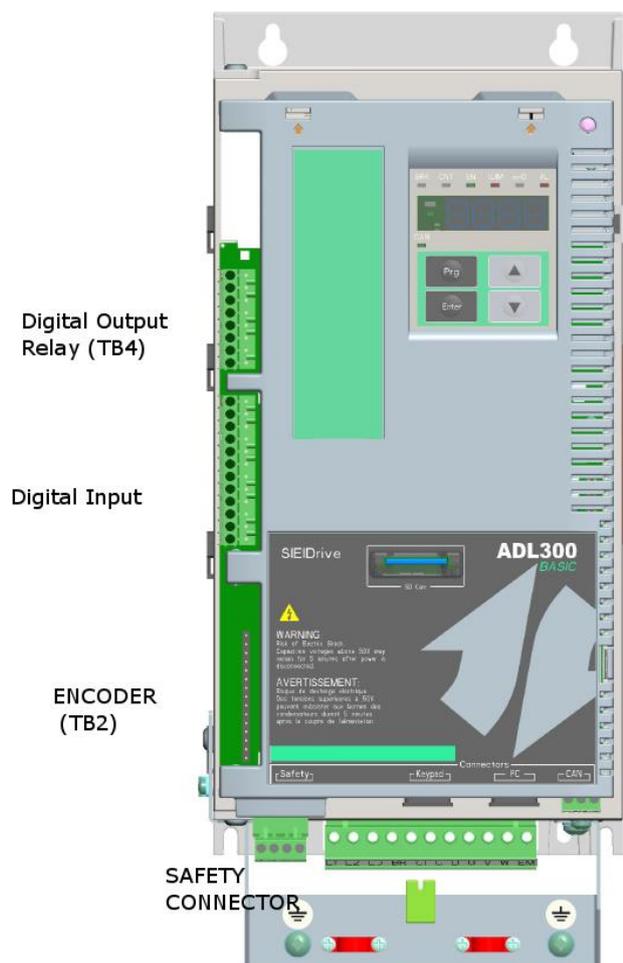


Figura 7 Layout do Conector Fixo para ADL300.

TB4	Nome	Descrição
1	RO4O	Dig Out 4
2	RO4C	Dig Out 4
3	RO3O	Dig Out 3
4	RO3C	Dig Out 3
5	RO2O	Dig Out 2
6	RO2C	Dig Out 2
7	RO1O	Dig Out 1
8	RO1C	Dig Out 1

TB3	Nome	Descrição
1	DI 8	Dig In 8
2	DI 7	Dig In 7
3	DI 6	Dig In 6
4	DI 5	Dig In 5
5	DI 4	Dig In 4
6	DI 3	Dig In 3
7	DI 2	Dig In 2
8	DI 1	Dig In 1
9	EN HW	ENABLE
10	DICOM	
11	0V	Fonte de alimentação 0v
12	24V	Fonte de alimentação

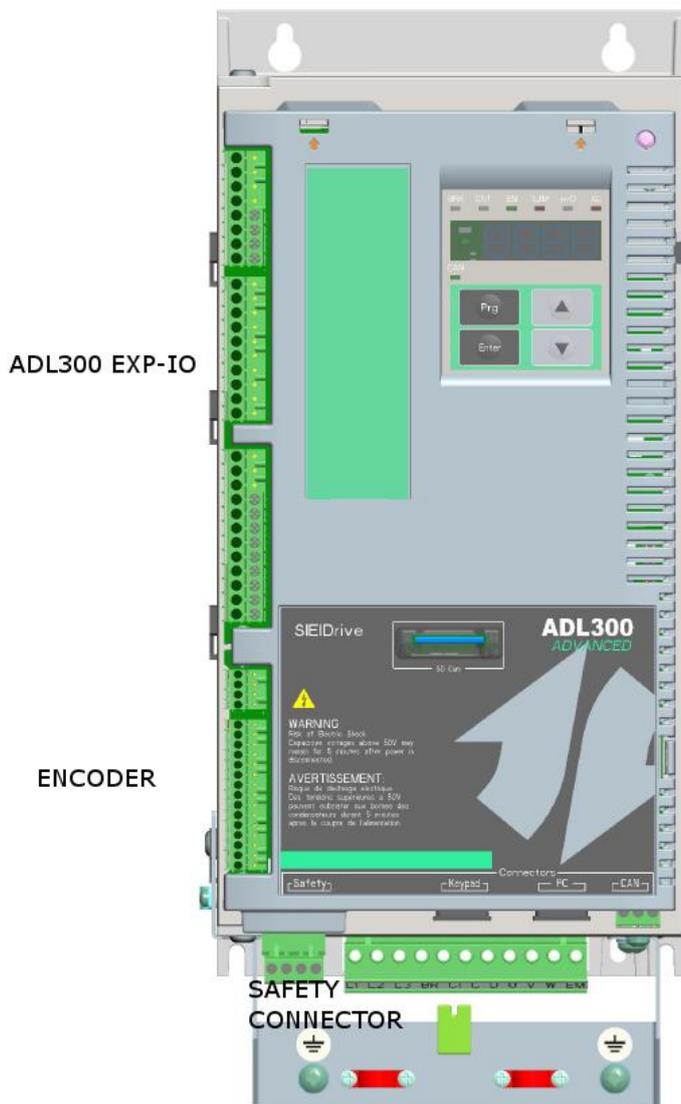
TB2	Nome	Descrição
1	DI F2	
2	DI F1	
3	DI CM	
4	COS-	
5	COS+	
6	SIN-	
7	SIN+	
8	Z-	
9	Z+	
10	B-	
11	B+	
12	A-	
13	A+	
14	0VE	
15	+VE	

Figura 8 Pinagem Padrão para ADL300 Basic

Descrição do conector de regulação referente aos sinais relacionados à função de segurança para o ADL300 Basic.

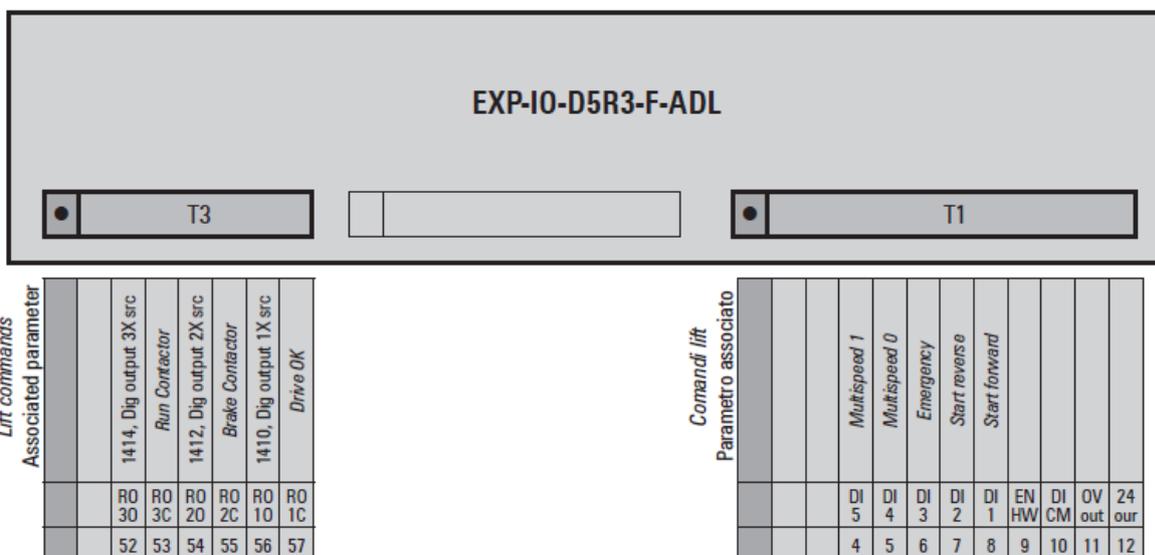
Nome do pino	Função
TB3 9 - EN HW	Sinal Drive ENABLE. Deve-se aplicar 24v CC
TB3 11 - DCOM	COM para sinal ENABLE.
TB4 7- RO 1O	Relé de feedback de DRIVE OK
TB4 8- RO 1C	COM para relé de feedback de DRIVE OK

*Tabela 6 Pinagem do conector referente à função relacionada à segurança no ADL300 Basic.*



*Figura 9 ADL300 com configuração de placa opcional.*

A figura a seguir mostra os nomes e posições dos pinos relacionados à segurança na placa EXP-IO-D5R3. O sinal ENABLE sempre usa o nome EN HW.



*Figura 10 Um exemplo para configuração de IO de regulagem: EXP-IO-D5R3.*

Descrição do conector de regulagem referente aos sinais relacionados à função de segurança para o ADL300 Advanced.

Nome do pino	Função
<b>9 - EN HW</b>	Sinal Drive ENABLE. Deve-se aplicar 24v CC
<b>11 - 0v</b>	COM para sinal ENABLE.
<b>56- RO 10</b>	Relé de feedback de DRIVE OK
<b>57- RO 1C</b>	COM para relé de feedback de DRIVE OK

*Tabela 7 Pinagem do conector referente à função relacionada à segurança no ADL300 EXP-IO-D5R3.*

São fornecidas duas entradas de sinal para habilitar/desabilitar a função STO no ADL300. Ambas as entradas são controladas de modo que:

- A função STO é habilitada (ADL300 desabilitado) quando uma das entradas não está excitada (tensão não aplicada na entrada).
- Ambas as entradas devem ser devidamente excitadas (energizadas) para que a função STO seja desabilitada e o ADL300 opere normalmente. A Tabela 1 especifica o comportamento da função STO.

O sistema também fornece 2 sinais de feedback, que devem ser usados de acordo com o manual e o guia de instalação para aumentar o nível de integridade de segurança do sistema. Um sinal de feedback é baseado em um relé de contato aberto (DRIVE OK). O outro sinal de é um relé normalmente fechado isolado opticamente SAFETY OK que comuta de acordo com a Tabela 4.

Se algum dos sinais de feedback não estiver de acordo com o comportamento previsto, uma falha detectada deve ser assumida e as contramedidas aplicadas.

---

## Níveis elétricos

Os sinais de entrada **ENABLE** e **SAFETY ENABLE** estão em conformidade com as seguintes características elétricas:

Tensão de excitação nominal	24v
Tensão de excitação mín	18v
Tensão de excitação máx	36v
Corrente máxima de estado estável (25°C)	30mA
Condição de desabilitação	Circuito aberto
Corrente máxima de pico de in-rush	50mA

Tabela 8 Níveis elétricos **ENABLE-SAFETY ENABLE**.

As características do relé de feedback de SAFETY OK e DRIVE OK são mostradas em

Tensão nominal de saída	24v
Tensão Máxima	125v
Tensão Máxima de Isolamento	400v
Corrente máx (25°C)	350mA CC 250mArm CA

Tabela 9 Características do relé **SAFETY OK**.

### 5.2.1 Sequência de controle

O uso normal da função de segurança STO deve seguir uma sequência predefinida para habilitar e desabilitar a função de segurança.

#### **DESABILITAÇÃO DA FUNÇÃO SAFETY**

O drive está parado, ambos os sinais de habilitação estão desabilitados. Para desabilitar a função STO corretamente, aplica-se a seguinte sequência de ações:

1. Os sinais **SAFETY OK** e **DRIVE OK** são verificados quanto à coerência
2. Sinal **SAFETY ENABLE** emitido em nível alto (24v aplicado)
3. **ENABLE** é emitido em nível alto (24v aplicado)
4. Os sinais de FEEDBACK, DriveOK e SAFETY DISABLED são verificados quanto à coerência
5. O comando START agora pode ser emitido para dar partida no motor e fornecer energia

#### **HABILITAÇÃO DA FUNÇÃO DE SEGURANÇA**

O drive está funcionando e alimentando um motor, ambos os sinais de habilitação estão habilitados. Para ativar a função EXP-SFTY-ADV corretamente, a seguinte sequência de ações é aplicada:

1. O comando **STOP** é emitido para parar o motor e a geração de energia
2. **ENABLE** emitido em nível baixo
3. Finalmente, o sinal **SAFETY ENABLE** é emitido em nível baixo

Se **ENABLE** e **SAFETY ENABLE** forem vinculados (tanto elétrica quanto logicamente), deve-se garantir que não sejam provocados retardos superiores a 4ms. No caso de SAFETY ENABLE ser emitido em nível alto antes de ENABLE, o drive entrará no modo interbloco e permitirá que o motor dê a partida antes que ENABLE seja corretamente colocado em nível baixo e alto novamente.

## 6 Requisitos de operação e manutenção

### 6.1 Operações

As operações devem estar em conformidade com as precauções elétricas e faixas até agora exigidas e explicadas. A seguir, uma tabela com as precauções de acionamento elétrico mais importantes a serem observadas:

Sinais	Restrições de segurança elétrica
<b>SAFETY ENABLE+, SAFETY ENABLE-</b>	A tensão não deve exceder 35v e não deve ser aplicada invertida
<b>SAFETY OK1, SAFETY OK2</b>	A tensão não deve exceder 125v. A corrente não deve exceder 250mA
<b>Entrada ENABLE HW_EN, DCOM</b>	A tensão não deve exceder 35v e não deve ser aplicada invertida
<b>DRIVE OK-C, DRIVE OK-O</b>	A tensão não deve exceder 125v. A corrente não deve exceder 250mA
<b>Entradas Digitais</b>	A tensão não deve exceder 35v em nenhum dos pinos
<b>Entradas do encoder</b>	A tensão não deve exceder 12v em nenhum dos pinos
<b>+24v, 0v24</b>	A tensão de alimentação de 24vCC não deve exceder 35vCC. Não deve ser aplicada invertida. Não deve ser uma tensão CA.

O PDS deve ser operado apenas de acordo com as condições ambientais especificadas no manual do dispositivo aqui descrito.

Modelo	Operação instalado para uso estacionário	Armazenamento na embalagem de proteção	Transporte na embalagem de proteção
<b>Altitude Máx do Local de Instalação</b>	Até 2000m		
<b>Temperatura do Ar</b>	-10...50 °C	-25...55°C (classe 1k4 EN50178)	-25...55°C (classe 2k3 EN50178)
<b>Umidade Relativa</b>	5...85% (Classe 3k3 conforme EN50178)	5...95% (Classe 1k3 conforme EN50178)	5...95% (Classe 1k3 conforme EN50178)
	Condensação ou formação de gelo não são permitidas.		
<b>Níveis de Contaminação</b> (IEN 60721-3-3)	Poeira condutiva não é permitida.		
	<b>Placas sem revestimento:</b> Gases químicos: n.a. Partículas sólidas: não condutoras  <b>Placas com revestimento:</b> Gases químicos: n.a. Partículas sólidas: não condutoras	<b>Placas sem revestimento:</b> Gases químicos: n.a. Partículas sólidas: não condutoras  <b>Placas com revestimento:</b> Gases químicos: n.a. Partículas sólidas: EN 60068-2-52: teste Kb, solução de sal 5%, duração do teste 24 h	
<b>Pressão Atmosférica</b>	86 a 106 Kpa (classe 3K3 conforme EN50178)	86 a 106 Kpa (classe 1K4 conforme EN50178)	70 a 106 Kpa (classe 2K3 conforme EN50178)
<b>Vibração</b> (EN 60068-2-6) (EN 60068-2-34)	Seno 10...150 Hz 2g Aleatória 5...200 0,005g <sup>2</sup> Hz	n.a.	n.a.
<b>Choque</b> (EN 60068-2-29)	Não permitido	n.a.	n.a.
<b>Queda Livre</b>	n.a.	250 mm	250 mm
<b>Aprovações</b>	CE		
<b>Grau de poluição</b>	Grau de poluição 2 ou melhor (livre de luz solar direta, vibração, poeira, gases corrosivos ou inflamáveis, nevoeiro, vapor de óleo e pingos de água; evitar ambiente salino)		
<b>Grau de proteção</b>	IP20 IP54 para gabinete com dissipador de calor montado externamente (tipos de tamanho 1007 e 3150)		

Quaisquer diferenças em relação às condições operacionais exigidas podem sobrecarregar o dispositivo e diminuir a integridade da segurança do sistema.

## 6.2 Manutenção

A vida útil esperada do sistema é de 20 anos ou 10 milhões de operações. Se um dos dois parâmetros for excedido, o drive deverá ser devolvido ao fabricante.

Se houver mau funcionamento/falha, deve-se chamar os usuários/pessoal de apoio para informar imediatamente a assistência e tomar as medidas adequadas para resolver o problema.

Não é necessário fazer manutenção periódica ou programada.

## 6.3 Testes operacionais

O pessoal qualificado deve verificar periodicamente o drive como uma unidade de caixa preta. O pessoal de apoio deve verificar as tabelas de entrada e saída em relação às especificações acima. O teste periódico verificará se:

- O torque do motor é desativado quando **ENABLE** ou **SAFETY ENABLE** são ativados
- O sinal de feedback é controlado adequadamente como funções das entradas **ENABLE/SAFETY ENABLE**.

O teste periódico deve ser realizado pelo menos uma vez por ANO.

## 6.4 Solução de problemas

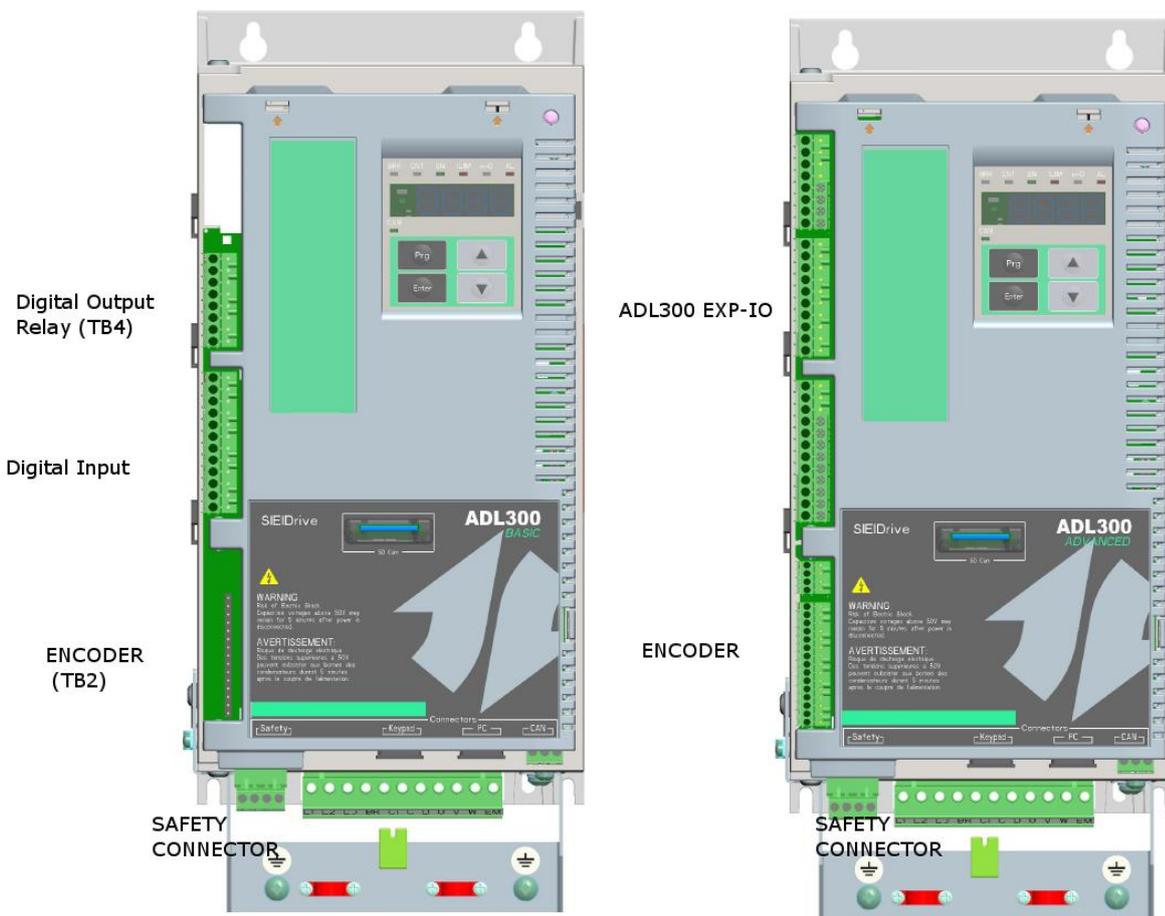
A seguir está uma tabela de solução de problemas para uso em caso de mau funcionamento ou dúvidas sobre a funcionalidade de segurança.

Efeito	Possíveis causas	Ação
O drive está ligado, mas não funciona	Nível elétrico ausente ou invertido em <b>ENABLE</b>	Verifique o sinal ENABLE, para contatos da versão basic 9=+24vCC, 10=COM
	Nível elétrico ausente ou invertido em <b>SAFETY ENABLE</b>	Verifique o conector, contatos 1=+24vCC, 2=COM
	<b>SAFETY OK</b> não funciona	Verifique o alarme de falha de segurança. Em caso de ativação entre em contato com a Assistência Técnica da WEG
	O drive não foi conectado corretamente.	Verifique a configuração do ADL300. Consulte o manual do usuário do ADL300.
O sinal de feedback de regulagem (DRIVE OK) não muda de status de acordo com a tabela 1.	O drive não foi conectado corretamente.	Verifique o sinal ENABLE, para contatos da versão basic 9=+24vCC, 10=COM
O sinal de feedback de segurança (SAFETY OK) não muda de status	O sinal Safety Enable não ativa os circuitos de SEGURANÇA	Verifique o nível elétrico e a capacidade atual do sinal SAFETY ENABLE.
O sinal de feedback de segurança (SAFETY OK) não muda de status de acordo com a Tabela 4	A parte de segurança pode ter falhado	O pessoal qualificado pode avaliar a integridade do ADL300

## 7 Aplicações de Elevadores

A seguir estão alguns exemplos de aplicação destinados especificamente ao mercado de elevadores que mostram como implementar funções de segurança de acordo com a norma EN81-1 usando o ADL300 com função integrada de segurança.

### 7.1 Projeto de Aplicação de Elevador usando 2 contatores para parada do carro

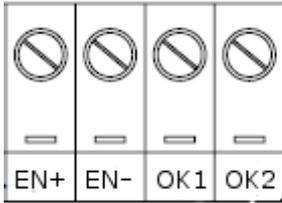


*Figura 11 Posição do conector de segurança nas versões ADL300 Advanced e Basic.*

No caso de dois contatores externos usados para desconectar a fiação do motor, nenhum recurso de segurança do ADL300 é usado. É importante que o pessoal de instalação lembre-se de ignorar o recurso de segurança integrado.

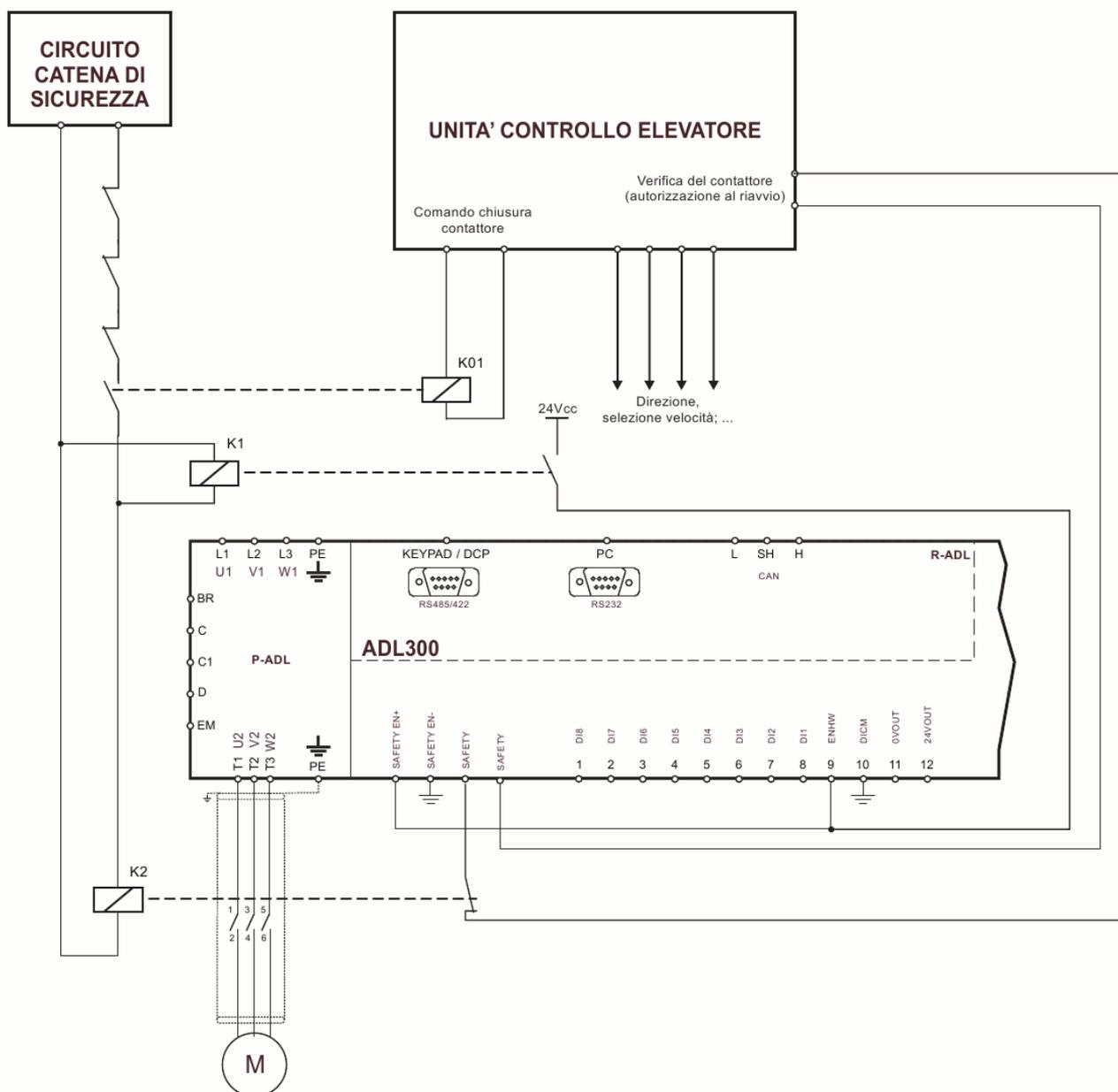
O recurso integrado é desabilitado alimentando o conector de segurança no ADL300 Basic/Advanced da seguinte forma:

- aplique 24vCC aos contatos de habilitação 1 e 2 do conector de segurança.



<b>EN+</b>	+ SAFETY ENABLE	+24v para desabilitar a função de segurança
<b>EN-</b>	-SAFETY ENABLE	0v COM para desabilitar a função de segurança

## 7.2 Projeto de Aplicação de Elevadores suportando parada do carro com um contator



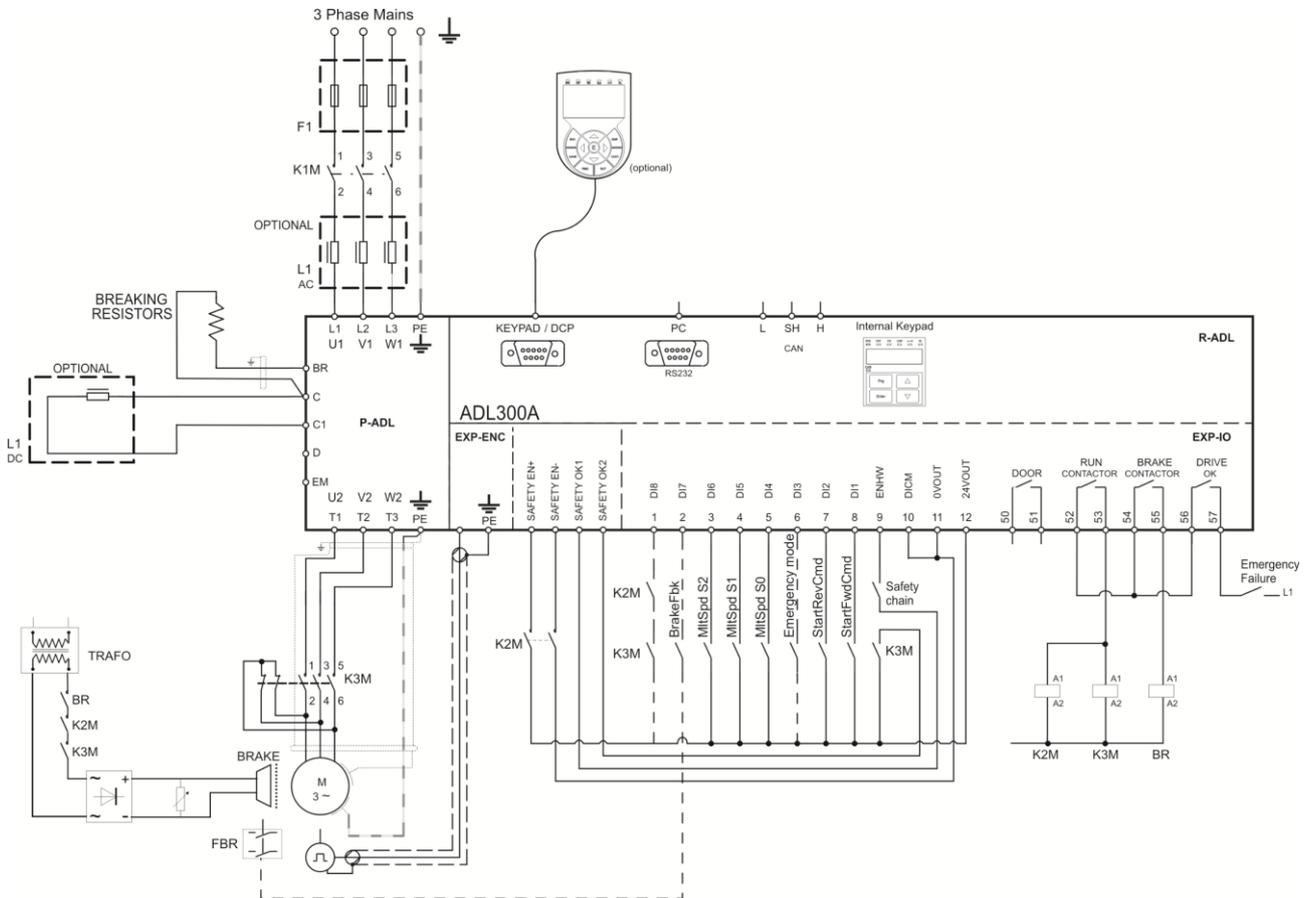
*Figura 12 Projeto de referência do sistema de elevadores do ADL300 para usar um único contator no motor.*

A Figura 12 é um projeto de referência de Elevadores a ser usado para implementar um Sistema de Elevadores de acordo com a norma EN81-1 12.7.3 b) usando um contator e função integrada de segurança em vez de 2 contatores.

Os requisitos para atender ao projeto de referência e à norma EN81 12.7.3 b) são:

1. A UNIDADE DE CONTROLE DO SISTEMA deve usar um contator e a função integrada de segurança do ADL300 como meios para parar a cabina.
2. A UNIDADE DE CONTROLE DE SEGURANÇA monitorará os relés DRIVE OK e SAFETY OK.
3. O ADL300 deve ser habilitado usando os sinais ENABLE e SAFETY ENABLE

4. Sempre que o motor parar, o relé SAFETY OK deverá ser monitorado pela UNIDADE DE CONTROLE DO SISTEMA. No caso de ser encontrado um status inesperado do relé SAFETY OK, a UNIDADE DE CONTROLE DO SISTEMA não emitirá um reinício (K1, K2 permanecem abertos) até que a condição seja resolvida.



*Figura 13 Projeto de referência específico do ADL300 para usar um único contator no motor.*

A Figura 13 é um caso de projeto mais específico do ADL300 usando um único contator e motores CA.

De acordo com as prescrições anteriores, pode-se notar que:

1. A unidade de controle do sistema usa o contator K3M e o mecanismo integrado de segurança do ADL300
2. A unidade de controle do Sistema ainda será responsável pelo controle do K2M e do K3M que, por sua vez, atuam nos comandos SAFETY ENABLE e ENABLE.
3. O relé SAFETY OK é monitorado por meio de uma conexão em série com ENABLE (ENHW).
4. DRIVE OK é monitorado por meio de uma conexão em série no comando principal L1.

### 7.3 Projeto de Aplicação de Elevador suportando parada do carro sem contator

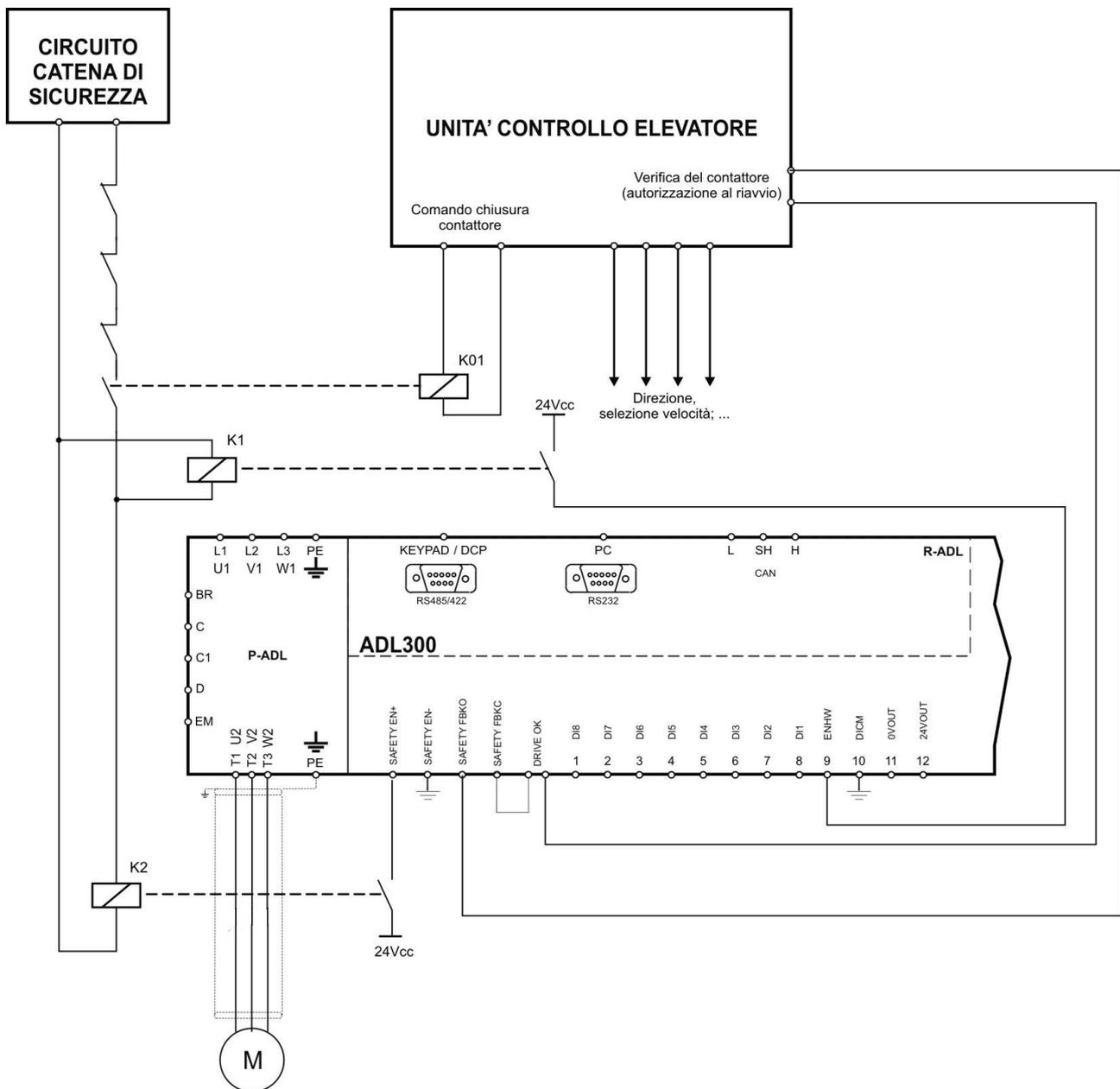


Figura 14 Projeto de referência do sistema de elevadores do ADL300 para usar no motor.

A Figura 14 é um projeto de referência de Elevadores a ser usado para implementar um Sistema de Elevadores de acordo com a norma EN81-20 5.9.2.5.4 d) sem uso de contadores e com função integrada de segurança STO (EN61800-5-2- SIL3) em vez de 2 contadores.

Para atender ao projeto sem contator, um dos relés deve ser obrigatoriamente configurado como Monitor de Entrada Digital de ENHW (invertido) para que seu status seja diretamente vinculado ao status do sinal ENABLE. Na Figura 14 o status DRIVE OK desempenha o papel de monitor ENHW invertido (a corrente flui em ambos os relés quando o carro está parado).

Em termos gerais, o sinal de feedback sempre deve ser monitorado pela UNIDADE DE CONTROLE DO SISTEMA, seja de modo independente em paralelo ou em série.

Os requisitos para atender ao projeto de referência e à norma EN81-20 5.9.2.5.4 d) são:

1. A UNIDADE DE CONTROLE DO SISTEMA (SCU) deve usar a função integrada de segurança STO do ADL300 como meio de parar a cabina. Duas fiações separadas e independentes devem ser usadas para ativar/desativar os sinais ENABLE e SAFETY ENABLE.
2. A SCU monitorará os relés DRIVE OK e SAFETY OK.
3. O ADL300 deve ser habilitado usando os sinais ENABLE e SAFETY ENABLE
4. Sempre que o Motor parar, o relé SAFETY OK e DRIVE OK devem ser monitorados pela SCU e mudar do estado aberto para o estado fechado. No caso de ser encontrado um status inesperado do relé (SAFETY OK, DRIVE OK), a SCU não emitirá um reinício (K1, K2 permanecem abertos) até que a condição seja eliminada.

O ADL300 registrará todas as condições inesperadas do relé. Os operadores que observarem condições inesperadas do relé deverão devolver a unidade ADL300 para revisão.

Fiações separadas são necessárias para que a tolerância a falhas de 1 seja suportada no nível do sistema.

Deve-se notar que qualquer dano nas fiações pode levar os condutores a:

- Curto-circuito
- Circuito aberto

Qualquer um dos casos acima impediria o fluxo de corrente nos condutores, ativando a função de Segurança. A mesma filosofia de projeto deve ser usada para condutores de feedback: a circulação de corrente nas fiações é a condição normal, de modo que qualquer dano emita um alarme e seja facilmente identificado.

A seguir está um caso de projeto específico do ADL300 sem contadores.

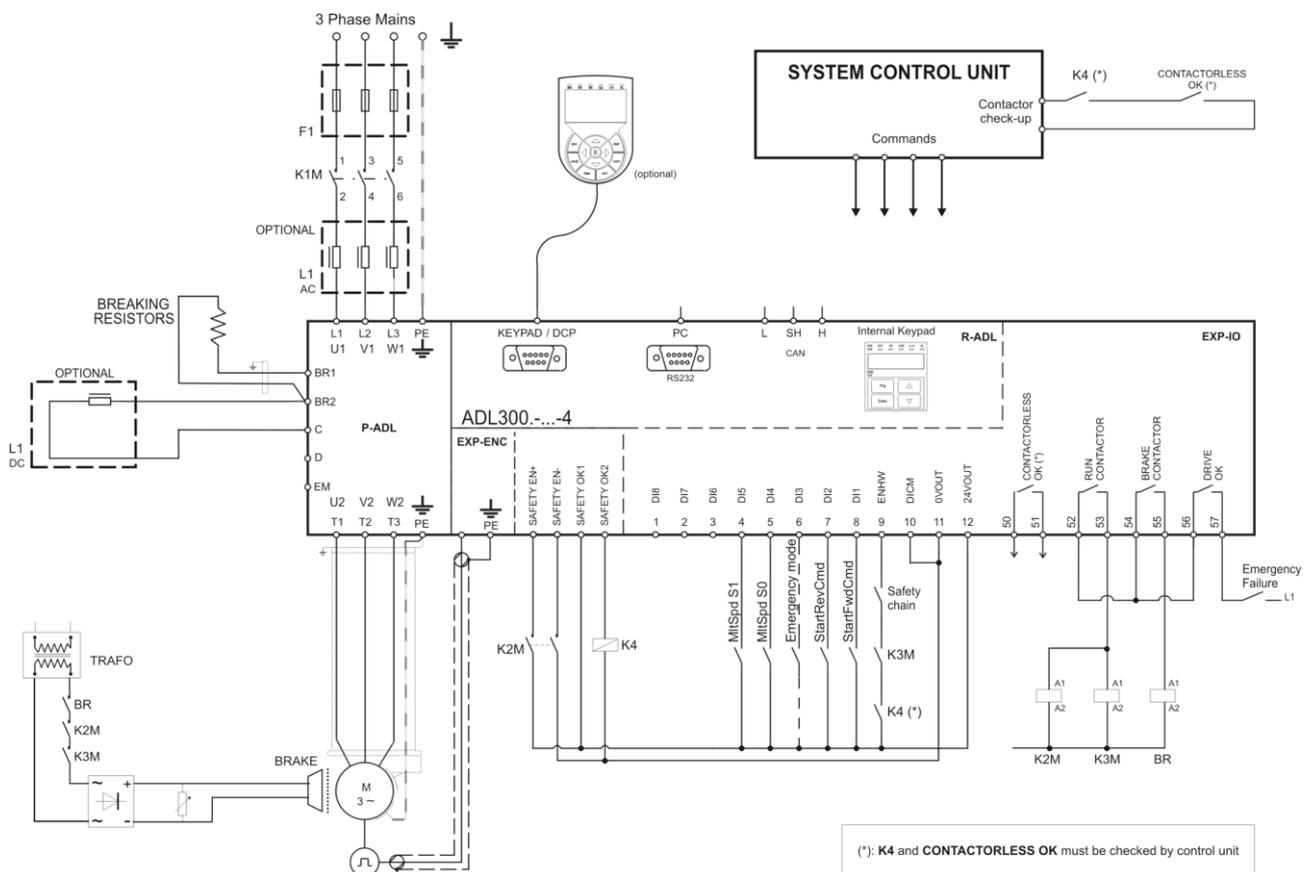


Figura 15 Caso de projeto de aplicação sem contator do ADL300

---

Com relação às instruções acima, podemos notar que:

1. A Unidade de Controle do Sistema usa os sinais ENABLE e SAFETY ENABLE por meio de dois relés diferentes (K2M, K3M)
2. A SCU monitora ambos os relés de feedback: SAFETY OK e CONTACTORLESS OK (que está configurado como Digital Inp Monitor ENHW)
3. Sempre que o motor parar, o relé SAFETY OK e CONTACTORLESS OK devem ser monitorados pela SCU e mudar do estado aberto para o estado fechado. Caso seja encontrado um status inesperado do relé (SAFETY OK, CONTACTORLESS OK), a SCU não emitirá um reinício (K2M, K3M, Falha de Emergência permanecem abertos) até que a condição seja eliminada.

---

**Manual do Usuário  
e de Segurança**

Série: ADL300

Revisão: 1.5

Data: 08-2023

Código: 1S9STOPT

WEG Automation Europe S.r.l.  
Via Giosuè Carducci, 24  
21040 Gerenzano (VA) · Itália