

REFERENCIA TÉCNICA

– Parte de seguridad –

MODELO

Nombre del producto: Servomotor AC

No. del producto: MINAS A6 Multi series

Editado el

29 de mayo de 2020

Revisado el

1 de Octubre de 2020

Industrial Device Solution Business Unit, Industrial Device Business Division,
Industrial Solutions Company, Panasonic Corporation

7-1-1 Morofuku, Daito-City, Osaka 574-0044, Japan

Teléfono: + (81) 72 871 1212

Fax: + (81) 72 870 3151

Las especificaciones en inglés las publica la Industrial Device Solution Business Unit, Panasonic Corporation.

La traducción a idiomas locales europeos se ofrece solo para conveniencia de los usuarios y no ha sido revisada oficialmente.

Industrial Device Solution Business Unit, Panasonic Corporation no se hace responsable ante cualquier inconveniente

que se genere por haberse utilizado solamente la versión traducida de las especificaciones.

Las especificaciones válidas son las del idioma inglés.

Industrial Device Solution Business Unit, Industrial Device Business Division, Industrial Solutions Company, Panasonic Corporation

Revisiones

[illegible]

Nota: El número de página (página) es el número de página actual al momento de la revisión.

Guía de integración de la parte de seguridad MINAS A6 Multi Series

Válida a partir de la

Versión del firmware: V 1.00, Rev. 0.05



◆ **NOTA**

- **En caso de perder el manual del usuario, póngase en contacto con el fabricante de inmediato**
- **Mantenga el manual a mano en todo momento**
- **Asegúrese de que el manual esté completo**
- **Adquiera este manual solo del editor original**

Sujeto a cambios técnicos

El contenido de nuestro documento ha sido corroborado cuidadosamente y corresponde a nuestra información actual.

Sin embargo, queremos destacar que este documento no siempre puede actualizarse a la par del desarrollo técnico de nuestros productos.

La información y especificaciones pueden variar en cualquier momento. Obtenga más información sobre la versión actual.

Tabla de contenidos

1. Información general.....	1-1
1.1 Identificación.....	1-2
1.2 Uso de este documento	1-3
1.3 Estructura de las instrucciones de seguridad.....	1-4
1.3.1 Significado de palabras de advertencia	1-4
1.3.2 Información de seguridad.....	1-4
1.4 Reclamación por defectos.....	1-5
1.5 Descargo de responsabilidad.....	1-5
1.6 Marcas registradas	1-5
1.7 Documentos relacionados.....	1-5
2. Información de seguridad	2-1
2.1 Información de seguridad.....	2-2
2.1.1 General.....	2-2
2.1.2 Grupo de destino	2-2
2.1.3 Uso adecuado	2-3
2.1.4 Transporte y almacenamiento.....	2-4
2.1.5 Montaje.....	2-4
2.1.6 Conexiones eléctricas	2-5
2.1.7 Descarga electrostática (ESD).....	2-6
2.1.8 Funcionamiento.....	2-6
2.2 Definiciones	2-7
3. Descripción de la parte de seguridad	3-1
3.1 Descripción de la parte de seguridad.....	3-2
3.2 Especificaciones mecánicas	3-3
3.2.1 Descripción general y posición de los enchufes	3-3
3.2.2 Etiqueta de identificación	3-4
3.2.3 Visualización de la información de seguridad.....	3-6
3.3 Especificaciones técnicas	3-7
3.4 Especificaciones del encoder.....	3-9

4.	Conexión de la parte de seguridad	4-1
4.1	Medidas de protección de la compatibilidad electromagnética (CEM)	4-2
4.2	Conexiones y cableado	4-3
4.2.1	Tensión de alimentación	4-3
4.2.1.1	Tensión de alimentación de E/S de 24V CC	4-3
4.2.2	Puesta a tierra	4-3
4.2.3	Asignación de los pines de los conectores	4-4
4.2.3.1	Conector USB (para seguridad) X8	4-4
4.2.3.2	Conectores de encoders	4-4
	Conector del 2do. encoder X10 (X10A, X10B)	4-5
4.2.3.3	Conector de E/S de seguridad X5	4-6
4.3	Conexión de entradas digitales seguras (SDI)	4-7
4.3.1	Control de las entradas digitales con nivel ALTO	4-8
4.3.2	Control de las entradas digitales con nivel BAJO	4-10
5.	Características de seguridad integradas	5-1
5.1	Características de seguridad integradas	5-2
5.2	Infraestructura de la tecnología de seguridad de la parte de seguridad	5-3
5.3	Interfaz del sensor	5-5
5.3.1	Especificaciones relacionadas a la seguridad y al cableado de las entradas digitales seguras (SDI)	5-5
5.3.1.1	Diagnóstico de entradas digitales seguras (SDI)	5-5
5.3.1.2	Circuitos de las salidas de datos de prueba (TDO)	5-7
5.3.1.3	Infraestructura de los elementos de entrada	5-8
5.3.2	Especificaciones relacionadas a la seguridad y cableado de los sensores de posición y velocidad	5-12
5.3.2.1	Esquema general relacionado con la seguridad	5-12
5.3.2.2	Medidas generales de diagnóstico para la interfaz del encoder	5-13
5.3.2.3	Tipos de encoder y sus combinaciones, datos característicos de diagnóstico .	5-15
5.3.2.4	Medidas de diagnóstico específicas en relación al tipo de encoder que se utiliza	5-15
5.3.2.5	Umrales de cierre relacionados con la seguridad y sistemas de encoder para la adquisición de posición y velocidad	5-16
5.3.2.6	Prueba relacionada con la seguridad de los tipos de encoder y sus combinaciones	5-18
5.3.2.7	Configuración del sensor	5-19
5.4	Interfaz del actuador	5-20
5.4.1	Especificaciones relacionadas con la seguridad y el cableado de las salidas digitales seguras (SDO)	5-20
5.4.1.1	Diagnósticos de las salidas digitales seguras (SDO)	5-20
5.4.1.2	Infraestructura de los elementos de salida	5-21

5.4.1.3	Descripción general de la cobertura de diagnóstico (DC) relacionada con las funciones de diagnóstico seleccionadas	5-22
5.4.2	Especificaciones relacionadas con la seguridad y el cableado de los controles de freno seguro (SBC)	5-22
5.4.2.1	Diagnóstico del control de freno seguro (SBC)	5-22
5.4.2.2	Infraestructura del control de freno seguro (SBC)	5-23
5.4.2.3	Descripción general de la cobertura de diagnóstico (DC) relacionada con las funciones de diagnóstico seleccionadas	5-24
5.4.3	Especificaciones relacionadas con la seguridad y el cableado para la “desconexión segura de par” (STO)	5-24
5.4.4	Carga capacitiva e inductiva permitida en salidas seguras	5-25

6. Puesta en marcha 6-1

6.1	Información general	6-2
6.2	Pasos para la puesta en marcha.....	6-3
6.3	Modos de operación	6-4
6.4	Reinicio de las funciones	6-5
6.4.1	Reinicio del tiempo	6-5
6.4.2	Comportamiento del reinicio	6-6

7. Configuración y parametrización 7-1

7.1	Configuración y parametrización.....	7-2
-----	--------------------------------------	-----

8. Validación 8-1

8.1	Validación	8-2
8.2	Validación de una máquina o equipo individual.....	8-3
8.2.1	Requisitos previos para el análisis y la validación de las medidas de seguridad en el control.....	8-3
8.2.1.1	Diseño de las funciones de seguridad	8-3
8.2.1.2	Esquema del programa y su implementación.....	8-4
8.2.2	Revisión teórica y análisis de las funciones de seguridad implementadas	8-4
8.2.2.1	Revisión del nivel de rendimiento según la norma DIN EN ISO 13849-1 y SIL según la norma DIN EN 61508	8-4
8.2.2.2	Revisión de la implementación correctamente diseñada de los componentes y sus funciones	8-5
8.2.2.3	Determinación y revisión de los tiempos de respuesta	8-5
8.2.3	Aplicación práctica de la validación después de la puesta en marcha satisfactoria	8-8
8.2.3.1	Informe de configuración.....	8-9
8.2.3.2	Bloqueo de la configuración.....	8-10

9. Mantenimiento.....	9-1
9.1 Notas sobre seguridad para el mantenimiento del dispositivo	9-2
9.2 Cambios en el tablero de la parte de seguridad	9-3
9.3 Intercambio de dispositivo.....	9-4
9.4 Eliminación	9-5
10. Directivas/Normas CE/UE	10-1
10.1 Directivas CE/UE	10-2
10.2 Normas	10-3
10.2.1 Normativa para la seguridad funcional	10-3
10.2.2 Normativa para CEM.....	10-3
10.2.3 Normativa para la seguridad eléctrica y los requisitos ambientales	10-3

1

Información general

1.1 Identificación

Parte de seguridad de MINAS A6 Multi Series

Elemento	Descripción
Versión del firmware	La versión del firmware se especifica mediante un número de serie y un código QR en la placa de identificación del dispositivo.
Versión del hardware	La versión del hardware se especifica mediante un número de serie y un código QR en la placa de identificación del dispositivo.




1.2 Uso de este documento

- Este documento forma parte del producto y contiene información relevante sobre la integración de la controladora del servomotor, su uso y servicio. La programación y parametrización se describen en la ayuda en línea del software PANATERM for Safety.
- Este documento está dirigido a todas las personas que participan en la planificación de la integración e instalación, así como también aquellas que llevan a cabo el montaje, la instalación, el uso y el servicio del producto.
- Esta documentación debe estar a disposición de todas esas personas para su lectura.
- Asegúrese de que los responsables del diseño, la integración, la aplicación y el uso, así como los que trabajan con el dispositivo bajo su propia responsabilidad, hayan leído y comprendido este documento en su totalidad.
- En el caso de necesitar alguna aclaración o más información, póngase en contacto con Panasonic Corporation.
- Queda prohibida toda copia, modificación, difusión y cualquier otro tipo de explotación, lo que incluye el uso de fragmentos o extractos, sin la expresa autorización de Panasonic Corporation.

1.3 Estructura de las instrucciones de seguridad

1.3.1 Significado de palabras de advertencia

Los siguientes símbolos y palabras de advertencia se utilizan en el presente documento: La combinación de un icono con una palabra de advertencia clasifica cada una de las respectivas instrucciones de seguridad. El símbolo puede variar según el tipo de peligro.


Símbolo	Palabra da advertencia	Explicación	
	Peligro	Muerte	Esta palabra de advertencia puede usarse ante la posible ocurrencia de muerte o daño corporal irreversible, como resultado del incumplimiento de esta advertencia.
	Advertencia	Lesión + daño a la propiedad	Esta palabra de advertencia indica un daño corporal y a la propiedad, lo que incluye un riesgo alto de daños físicos, accidentes y efectos para la salud.
	Precaución		Esta palabra de advertencia indica un peligro de daño a la propiedad. Además, existe un pequeño riesgo de lesiones.
	Cuidado	Daño a la propiedad	Esta palabra de advertencia avisa sobre interrupciones de funciones y daños a la controladora.
	Nota:	Prevención de daños	Estas palabras de advertencia señalan información y consejos útiles que pueden facilitar usos y funcionamientos.



1.3.2 Información de seguridad

La información de seguridad corresponde no solo a una acción específica sino a múltiples acciones para un mismo tema. Los iconos que se utilizan indican si existe un peligro general o específico.

Aquí podrá ver la estructura formal y la indicación de seguridad:

	Advertencia	← Palabra da advertencia
Breve descripción de la fuente de peligro <ul style="list-style-type: none"> • Tipo y peligro de la fuente. • Posibles consecuencias de fallos debido al incumplimiento de las indicaciones. 		

1.4 Reclamación por defectos

El cumplimiento de la siguiente documentación es el requisito previo para un uso sin interrupciones y la realización de cualquier posible reclamación por defectos. Por lo tanto, lea esta documentación antes de comenzar a planificar la integración o el trabajo con los dispositivos conectados.

Asegúrese de que la documentación sea legible y esté a disposición de todas las personas que participan en la planificación de la integración e instalación, así como de las que realizan el montaje, la instalación, el uso y el mantenimiento del producto y de aquellas personas que trabajan en los dispositivos bajo su propia responsabilidad.

1.5 Descargo de responsabilidad

La observancia y cumplimiento de la siguiente documentación y de los documentos de los productos relacionados de Panasonic Corporation es el requisito previo básico para un funcionamiento seguro y para obtener las cualidades indicadas y las especificaciones de rendimiento de los productos.

Panasonic Corporation no se hace responsable de lesiones personales, daños a la propiedad o pérdidas financieras que resulten del incumplimiento de esta documentación. En tales casos, se renuncia a todas las garantías por defectos.

1.6 Marcas registradas

Los nombres de los productos utilizados en esta documentación son marcas comerciales o registradas del propietario de la marca respectiva.

1.7 Documentos relacionados

Tenga en cuenta los siguientes documentos aplicables:

- Ayuda en línea de software PANATERM for Safety.
- Informe de configuración del software PANATERM for Safety. Sirve como certificado de prueba de validación.
- Especificaciones de referencia

Nombre del documento
REFERENCE SPECIFICATIONS - Power supply module and Driver module -
TECHNICAL REFERENCE - Function Specifications
TECHNICAL REFERENCE - PANATERM for Safety Programming Manual-

(Nota) Consulte nuestro sitio web para ver los documentos de referencia.

Use siempre la edición actual de los documentos y del software.

En caso de necesitar aclaraciones o más información, póngase en contacto con el editor.

2

Información de seguridad

2.1 Información de seguridad

Las siguientes instrucciones de seguridad fundamentales sirven para evitar lesiones personales y daños a la propiedad. El operador debe asegurarse de que estas instrucciones de seguridad fundamentales se cumplan y se respeten.

Asegúrese de que todas las personas responsables del diseño, la integración, la disposición y el funcionamiento, así como también aquellas personas que trabajan con el dispositivo bajo su propia responsabilidad, hayan leído y comprendido este manual en su totalidad.

En caso de necesitar aclaraciones o más información, póngase en contacto con Panasonic Corporation.

2.1.1 General

- Nunca instale o ponga en marcha productos dañados. Informe de cualquier daño a la empresa transportista de forma inmediata.
- El peligro de lesiones personales graves o de daños a la propiedad surge por quitas no autorizados de los armarios requerido, por un uso inapropiado y por una instalación o servicio inadecuado.
- Puede encontrar más detalles en la documentación.

2.1.2 Grupo de destino

- Las personas que participen en el diseño e integración de los dispositivos de los módulos, así como también en su utilización en las aplicaciones, deben contar con las cualificaciones necesarias. Este requisito consiste por lo general en una educación universitaria o técnica para sistemas eléctricos y electrónicos en combinación con un conocimiento especializado de las leyes, reglamentos, normas y directrices para la protección de las personas y los bienes en el manejo de máquinas y sistemas.
- Todos los trabajos de instalación, puesta en marcha, solución de problemas y mantenimiento deben llevarse a cabo por un profesional electricista especializado (véase IEC 60364 y CENELEC HD 384 o DIN VDE 0100 y IEC 60664 o DIN VDE 0110 y las normativas nacionales para la prevención de accidentes).
- El personal electricista especializado al que se refieren estas instrucciones de seguridad fundamentales son personas que están familiarizadas con la instalación, el montaje, la puesta en marcha, la programación, la parametrización y el funcionamiento del producto y que tienen las correspondientes cualificaciones para realizar los trabajos. Además, deben estar familiarizados con las normas y leyes de seguridad aplicables, especialmente con los requisitos de la norma EN ISO 13849-1 y las demás normas, directrices y leyes mencionadas en la presente documentación.
- Las personas mencionadas anteriormente deben tener autorización interna expresa para operar, programar, parametrizar, etiquetar y poner a tierra todos los dispositivos, sistemas y circuitos, conforme a las normas de la tecnología de seguridad.
- Todos los trabajos en las restantes áreas de transporte, almacenamiento, operación y eliminación deben llevarse a cabo por personas debidamente capacitadas.

En el siguiente cuadro se explica cada una de las competencias individuales de los grupos de destino.

Grupo de destino	Cualificación	Conocimiento
Instalador	Educación técnica (escuela técnica, diploma de ingeniero o experiencia de trabajo equivalente)	<ul style="list-style-type: none"> • Los principios de funcionamiento del controlador lógico programable (PLC) • Normas de seguridad • La aplicación • Instalación y validación de los controles de seguridad • Instalación de la estructura del sistema apropiada para la compatibilidad electromagnética (CEM)
Ensamblador eléctrico	Educación técnica en electricidad (según las normas educativas de la industria)	<ul style="list-style-type: none"> • Normas de seguridad • Directrices para el cableado • Diagramas de circuitos • Establecimiento adecuado de las conexiones eléctricas
Comisionado	Educación técnica (escuela técnica, diploma de ingeniero o experiencia de trabajo equivalente)	<ul style="list-style-type: none"> • Normas de seguridad • Principios de funcionamiento de la máquina o del sistema • Funciones fundamentales de la aplicación • Análisis y solución de problemas del sistema • Opciones de ajuste de los controles • Validación de los controles de seguridad
Técnico de servicio	Educación técnica (escuela técnica, diploma de ingeniero o experiencia de trabajo equivalente)	<ul style="list-style-type: none"> • Los principios de funcionamiento del controlador lógico programable (PLC) • Normas de seguridad • Principios de funcionamiento de la máquina o del sistema • Opciones de diagnósticos • Análisis y solución de problemas por fallos del sistema

2.1.3 Uso adecuado

La parte de seguridad es un control de seguridad programable para la fabricación de funciones de seguridad, la supervisión de seguridad y el cierre de la controladora. Se desarrolló como una expansión de seguridad de MINAS A6 Multi Series y puede implementarse para lo siguiente:

- Procesamiento lógico para el nivel de rendimiento e (PL e) según EN ISO 13849-1 así como para el nivel integrado de seguridad (SIL) 3 según EN 61508.
- Control de seguridad libremente programable con programación orientada a la función.
- Evaluación segura y no relacionada con la seguridad de los datos de posición de diferentes encoders/combinaciones de encoders de hasta 2 ejes.
- Provisión de funciones de monitoreo seguro (SMF) parametrizables para el monitoreo y cierre de los módulos controladores en el dispositivo.
- Provisión de una interfaz apropiada para la programación de las funciones de seguridad (SF) en el dispositivo (PANATERM for Safety).
- Control de 4 salidas de seguridad (2 salidas digitales de seguridad [SDO], 2 controles de freno seguros [SBC]).
- Importación y procesamiento de 4 entradas digitales de seguridad agrupadas.
- Importación y procesamiento de 1 entrada digital de seguridad no agrupada.

La parte de seguridad solo puede utilizarse para los casos de uso descritos en el detalle técnico y de conformidad con el marco técnico establecido.

La parte de seguridad solo puede utilizarse con dispositivos de terceros recomendados o permitidos.

La parte de seguridad fue desarrollada, completada, probada y documentada según las pautas y normas aplicables. Por lo tanto, si se siguen las directrices e instrucciones de seguridad establecidas, el producto no supone ningún peligro para la propiedad o las personas en circunstancias normales.

No está permitido el uso de la parte de seguridad para su instalación en máquinas hasta que se determine que la máquina cumple las leyes y directrices locales. Cuando corresponda, se deberá seguir la Directiva para Máquinas 2006/42/EG así como la Directiva CEM 2014/30/UE.

Los protocolos de prueba de CEM EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-6, EN 61000-6-2 y EN 61800-3 se consideran fundamentales. También se debe cumplir con la EN 60204-1.



La parte de seguridad es un componente de seguridad de acuerdo con el Anexo IV de la Directiva para Máquinas de la CE 2006/42/EG. Se han desarrollado, diseñado y fabricado conforme a la Directiva mencionada y la Directiva CEM de la CE 2014/30/UE.



◆ NOTE

- **La parte de seguridad es un producto incompleto según la Directiva para Máquinas y se combina, por lo general, con un componente de control para usos no relacionados con la seguridad.**
- **El producto no puede utilizarse sin una medida de seguridad adicional que debe considerarse y llevarse a cabo por el integrador del producto. Deben respetarse las instrucciones de seguridad de este documento.**



Precaución

Directiva para Máquinas

Cuando corresponda, se deberá cumplir con la Directiva para Máquinas 2006/42/EG así como la Directiva CEM 2014/30/UE.

Los datos técnicos y las especificaciones para las condiciones de conexión se pueden encontrar en la etiqueta y en esta documentación, y deberán seguirse según lo indicado.

2.1.4 Transporte y almacenamiento

Siga las instrucciones para el transporte, almacenamiento y correcta manipulación.

Se deberán tener en cuenta las condiciones climáticas de acuerdo con lo establecido en el capítulo “3.3 Especificaciones técnicas”.

2.1.5 Montaje

El montaje, la instalación y la refrigeración de la parte de seguridad debe determinarse de acuerdo con las condiciones ambientales y operacionales, de conformidad con los valores y datos de seguridad que se indican a continuación.

Los dispositivos deben preservarse de una exposición no permitida. Especialmente durante el transporte y la manipulación, los componentes no se deben doblar ni deben modificarse los espacios de aislamiento. Se debe evitar tocar los componentes electrónicos y los contactos.

Este producto contiene componentes sensibles a la electricidad estática que pueden ser fácilmente dañados por una manipulación inadecuada. Los componentes eléctricos no deben ni dañarse ni destruirse (en ciertas circunstancias esto podría causar lesiones corporales).



Advertencia

Ubicación adecuada

- Las siguientes zonas de uso están expresamente prohibidas para este producto:
 - Uso en zonas con riesgo de explosión o incendio
 - Uso en sitios de actividades de minería
 - Uso al aire libre
 - Uso en espacios húmedos o con riesgo de ser rociados con agua
 - Uso en ambientes con aire fuertemente contaminado

- Uso en ambientes con aceites, ácidos, gases, vapores, polvos, rayos, y otros productos dañinos
- Uso en implementaciones no estacionarias si con ello podrían superarse los rangos de seguridad mecánica

Se deberán utilizar otros productos para estos fines

- La norma EN ISO 13849 y otras normas de seguridad funcional se tomaron en cuenta en el desarrollo de la parte de seguridad.

Cuidado

¡Con la destrucción de la parte de seguridad o del sistema de control a causa de un mal manejo!

La parte de seguridad no debe ser removida aunque el suministro de voltaje esté apagado. De lo contrario, la parte de seguridad puede quedar destruida o las condiciones de señal no definidas pueden provocar daños en el sistema de control.



◆ **NOTA**

- **Se solicita que se nos informe inmediatamente de todos los incidentes potencialmente peligrosos que surjan en relación con la tecnología de seguridad de Panasonic Corporation. Se solicita además que los productos seguros que hayan fallado debido a un defecto y no se consideren reparables se envíen a Panasonic Corporation para su análisis.**
- **Panasonic Corporation no se hace responsable de los daños consecuentes que surjan por:**
 - Incumplimiento de las normas y directrices
 - Modificaciones no autorizadas
 - Uso inapropiado
 - Incumplimiento de las instrucciones impartidas mediante este documento

2.1.6 Conexiones eléctricas

Cuando se trabaje en dispositivos bajo tensión, se deben observar las normas nacionales de prevención de accidentes aplicables (por ejemplo, BGV A3).

La instalación eléctrica debe llevarse a cabo de acuerdo con las normas aplicables (por ejemplo, secciones transversales de cable, protección y conexiones a tierra). Se incluyen instrucciones adicionales en la documentación.

Las instrucciones para una instalación apropiada para la compatibilidad electromagnética (CEM), como el apantallamiento, la puesta a tierra, el uso de filtros y la disposición de los cables, se encuentran en la documentación (Especificaciones de referencia) de la serie múltiple MINAS A6. Es responsabilidad del fabricante del equipo o máquina mantenerse dentro de los valores de seguridad requeridos por la legislación de CEM.

Las medidas de protección y los dispositivos deben cumplir las normas aplicables (por ejemplo, EN 60204-1).

Advertencia

Peligro de lesiones personales por descarga eléctrica

Alimentar el dispositivo exclusivamente con fuentes de tensión que tengan una tensión extra baja de seguridad (por ejemplo, SELV o PELV según la norma EN 61131-2)

Si se utiliza una fuente de tensión SELV, puede convertirse en PELV a través de la infraestructura del componente y las conexiones (puesta a tierra).

Los circuitos de seguridad de tensión extra baja siempre deben aislarse de manera segura de los circuitos de tensión peligrosa.



Peligro de incendio por fallo de los componentes

Asegúrense de que finalmente se utilice una protección adecuada para la alimentación de corriente de 24V CC del sistema de control. (Encontrará información sobre este punto en la sección de Tensión de alimentación).

2.1.7 Descarga electrostática (ESD)

Los componentes electrónicos están por lo general en peligro debido a las descargas electrostáticas (ESD).

La descarga electrostática puede surgir por cualquier actividad móvil.

La ESD puede surgir de cualquier contacto.

La mayoría de las descargas son tan pequeñas que no se perciben. Sin embargo, pueden poner en peligro o destruir componentes electrónicos que no estén protegidos. Por lo tanto, en general, la manipulación de los componentes electrónicos expuestos se permite solamente bajo una protección eficaz contra la ESD.

Al manipular aparatos electrónicos abiertos o expuestos, observe las siguientes medidas de ESD:

- Tocar los aparatos electrónicos expuestos únicamente cuando sea absolutamente necesario. Manipular los componentes expuestos solo por el borde de la placa.
- Usar las muñequeras antiestáticas de ESD.
- Usar documentos de trabajo antiestáticos.
- Hacer conexiones conductivas entre el dispositivo/sistema, los documentos, la muñequera y la conexión a tierra.
- Usar ropa de trabajo de lana en lugar de materiales sintéticos.
- Mantener la zona de trabajo libre de materiales altamente aislantes (por ejemplo, espuma de poliestireno, plásticos, nylon, etc.).
- Mantener los dispositivos en el embalaje original y no retirarlos hasta justo antes de la instalación.
- Utilizar también la protección ESD con los componentes defectuosos.



Descarga electrostática

Destrucción de los componentes eléctricos. Bajo riesgo de lesiones personales.

Siga las notas sobre la ESD.

2.1.8 Funcionamiento

El equipo en el que se utilice este producto debe estar provisto en cada caso de aparatos de vigilancia y protección adicionales de acuerdo con las normas de seguridad aplicables, por ejemplo, las leyes relativas a los equipos técnicos de trabajo y las reglamentaciones de prevención de accidentes.

El hecho de que los LED y otros indicadores estén apagados no es un indicador suficiente de que el dispositivo esté desconectado de la corriente y que no se encuentre bajo tensión.

Las características de seguridad internas del dispositivo pueden provocar la parada del motor. La resolución de la causa de la interrupción, o un restablecimiento, puede hacer que la controladora se inicie de nuevo por sí mismo. Si esto no es aceptable por razones de seguridad para la máquina que se está manejando, desconecte el dispositivo de la alimentación antes de la resolución del problema.

2.2 Definiciones

El término "seguro" tal como se utiliza en el presente documento se refiere a la clasificación como una función segura sobre la base de la norma EN ISO 13849-1.

El término "no seguro" se refiere a las funciones e interfaces de datos que no cumplen, o no cumplen en su totalidad con los requisitos de las normas anteriormente mencionadas.

El software "PANATERM para seguridad" es una interfaz de programación para este producto.

La descripción "Función/funciones de monitorización segura" (SMF) se utiliza en referencia a las funciones de monitorización y de *muting* (suspensión temporal de la función relacionada con la seguridad) previamente definidas en sus funciones, que solo el usuario parametriza pero que no pueden ser modificadas en su modo de funcionamiento.

3

Descripción de la parte de seguridad

3.1 Descripción de la parte de seguridad

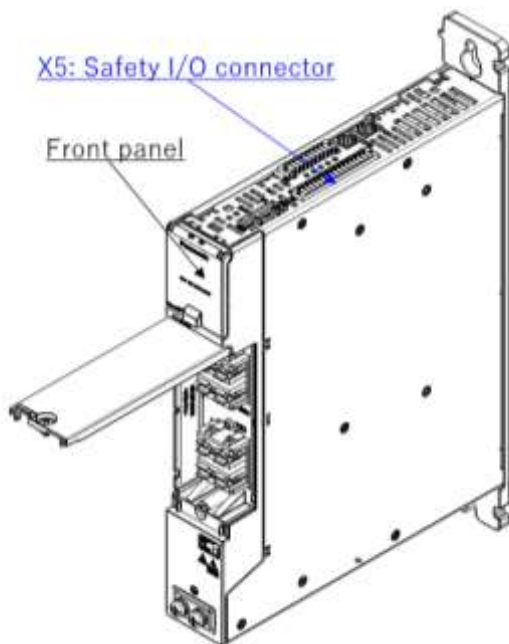
Este producto es un control de seguridad programable para la creación de cierres de seguridad y funciones de seguridad. Se desarrolló como una expansión de seguridad de la serie múltiple MINAS A6. El componente tiene las siguientes especificaciones básicas:

- Procesamiento lógico para el nivel de rendimiento e (PL e) según EN ISO 13849-1 así como para el nivel integrado de seguridad (SIL) 3 según EN 61508.
- Control de seguridad libremente programable con programación orientada a la función.
- Evaluación segura y no relacionada con la seguridad de los datos de posición de diferentes encoders/combinaciones de encoders de hasta 2 ejes.
- Provisión de funciones de monitoreo seguro (SMF) parametrizables para el monitoreo y cierre de los módulos controladores en el dispositivo.
- Provisión de una interfaz apropiada para la programación de las funciones de seguridad (SF) en el dispositivo (PANATERM for Safety).
- Control de 4 salidas de seguridad (2 salidas digitales de seguridad [SDO], 2 controles de freno seguros [SBC]).
- Importación y procesamiento de 4 entradas digitales de seguridad agrupadas.
- Importación y procesamiento de 1 entrada digital segura no agrupada.

3.2 Especificaciones mecánicas

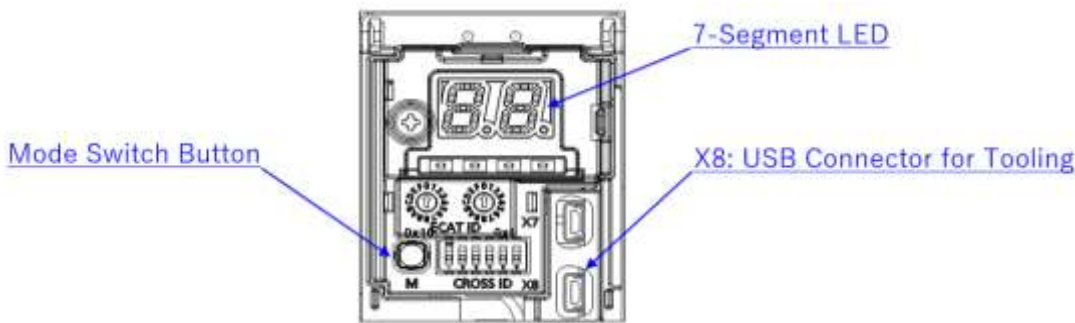
3.2.1 Descripción general y posición de los enchufes

■ Visión general en 3D



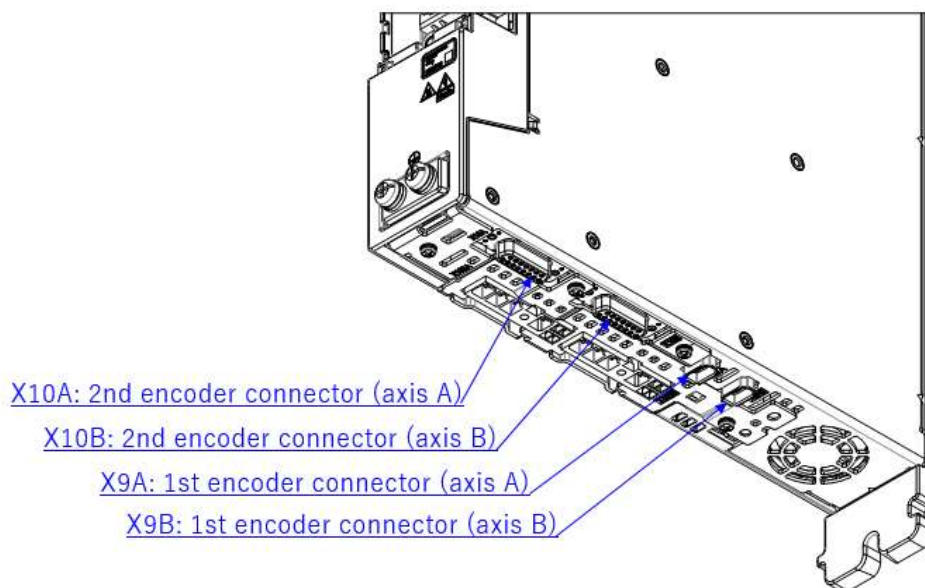
Safety I/O connector	Conector de seguridad de E/S
Front panel	Panel frontal

■ Vista interior del panel frontal



7-Segment LED	Visualizador LED de 7 segmentos
Mode Switch Button	Botón de cambio de modo
USB Connector for Tooling	Conector USB para herramientas

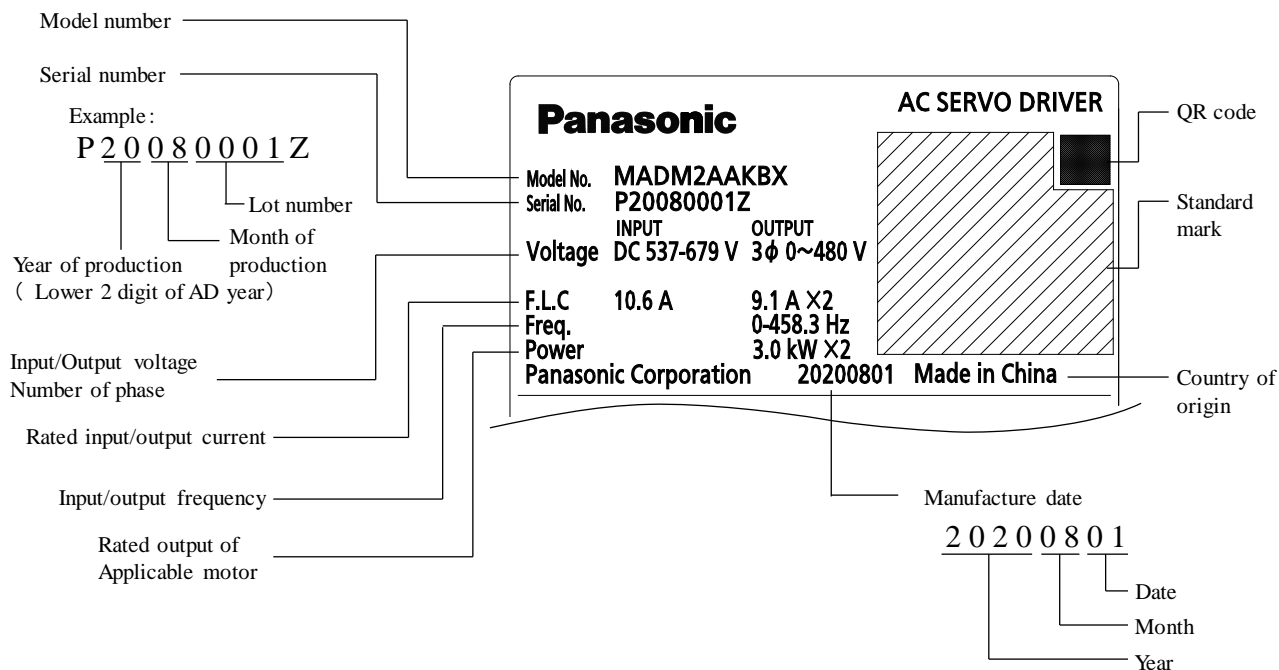
■ Vista inferior



2nd encoder connector (axis A)	Conector del 2do. encoder (eje A)
2nd encoder connector (axis B)	Conector del 2do. encoder (eje B)
1st encoder connector (axis A)	1er conector del encoder (eje A)
1st encoder connector (axis B)	1er conector del encoder (eje B)

3.2.2 Etiqueta de identificación

■ Etiqueta de la controladora



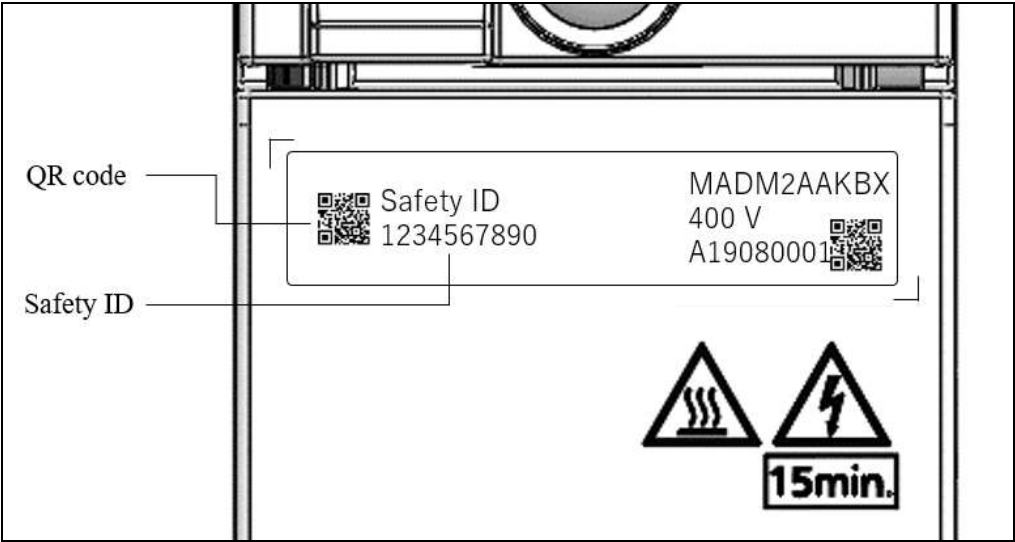
Model number	Número de modelo
Serial number	Número de serie
Example:	Ejemplo:
Lot number	Número de lote
Month of manufacture	Mes de fabricación
Year of production (Lower 2 digit of AD year)	Año de producción (12 dígitos inferiores al año AD)
Input/output voltage	Tensión de entrada y salida

Number of phase	Número de fase
Rated input/output current	Corriente nominal de entrada/salida
Input/output frequency	Frecuencia de entrada/salida
Rated output of applicable motor	Potencia nominal de motor aplicable
QR code	Código QR
Standard mark	Marca estándar
Country of origin	País de origen
Manufacture date	Fecha de fabricación
Date	Fecha
Month	Mes
Year	Año



◆ **NOTA**

- Las versiones de firmware y hardware están indicadas con el código QR.



Etiqueta de identificación de seguridad

QR code	Código QR
Safety ID	Identificación de seguridad

3.2.3 Visualización de la información de seguridad

La visualización LED de 7 segmentos del panel frontal tiene un modo de visualización de información de seguridad.

▼ Referencia

Para obtener detalles de las otras modalidades de visualización, consulte la Especificación funcional (SX-DSV03455).

Al pulsar el botón de conmutación de modo durante 3 segundos, puede cambiar entre el modo de visualización de la información del controlador y el modo de visualización de la información de seguridad.

En el modo de visualización de información de seguridad se muestra diversa información sobre la parte de seguridad de la controladora.

Al pulsar el botón de conmutación de modos durante 1 segundo, pueden cambiar los siguientes cuatro contenidos de visualización.

Alarma del eje A y alarma del eje B

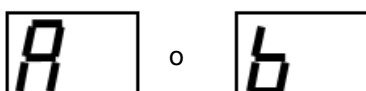
La visualización se repite en el siguiente orden:

Modo de visualización (unos 2[s]) → nombre del eje (unos 2[s]) → número de alarma

Modo de visualización



Nombre del eje



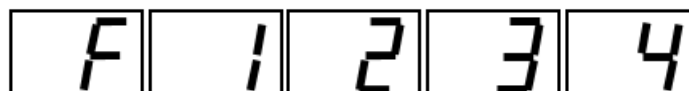
Cuando el estado de seguridad es normal, el número de alarma muestra "4" durante unos 2[s].

Cuando se produce un error/alarma de seguridad, el código de error/código de alarma muestra un dígito a la vez, seguido de un alfabeto de un dígito (F / A / E) que indica el tipo de error/alarma.

Normal



Código de error/código de alarma



▼ Referencia

Para la visualización del número de alarma, consulte también el documento técnico del Manual de programación PANATERM for Safety (SX-DSV03508).

3.3 Especificaciones técnicas

■ Especificaciones relacionadas con la seguridad

Elemento	Descripción
Nivel de integridad de seguridad (SIL) máximo alcanzable según EN 61508	SIL 3
Nivel de rendimiento (PL) máximo alcanzable según EN ISO 13849	Nivel de rendimiento e (PL e)
PFH / MTTFd / DCavg / Arquitectura	<p>Modelo del sistema que no depende del encoder (Principales funciones de seguridad: funciones de seguridad, STO, SBC) $PFH = 2.2 \times 10^{-8}$ [1/h] MTTFd = 172 [años] : Alto Cobertura de diagnóstico medio (DC avg) = 97 [%] Alto</p> <p>Modelo de sistema con un único encoder que no es de seguridad (Principales funciones de seguridad, SS1, SLS, SSR, SSM) $PFH = 4.6 \times 10^{-8}$ [1/h] MTTFd = 109 [años] : Alto Cobertura de diagnóstico medio (DC avg) = 96 [%] Alto</p> <p>Modelo de sistema con encoders dobles que no son de seguridad (Principales funciones de seguridad, SS1, SLS, SSR, SSM, SS2, SOS, SLI, SDI, SLA, SAR) $PFH = 2.2 \times 10^{-8}$ [1/h] MTTFd = 94 [años] : Alto Cobertura de diagnóstico medio (DC avg) = 98 [%] Alto</p>
Intervalo de ensayo de prueba	20 años = ciclo de vida máximo
Tiempo de ocurrencia del segundo fallo o fallo múltiple	> 30 min

■ Interfaces de entrada y salida

Elemento	Descripción						
Entradas digitales seguras (agrupadas)	4						
Entradas digitales seguras (no agrupadas)	1						
Salidas digitales seguras	<table border="1"> <tr> <td>SDO (salida digital segura)</td><td>2x H/H</td></tr> <tr> <td>SBC (control de freno seguro)</td><td>2x H/L</td></tr> <tr> <td>STO (desconexión segura de par)</td><td>2x H/H/H/H</td></tr> </table>	SDO (salida digital segura)	2x H/H	SBC (control de freno seguro)	2x H/L	STO (desconexión segura de par)	2x H/H/H/H
SDO (salida digital segura)	2x H/H						
SBC (control de freno seguro)	2x H/L						
STO (desconexión segura de par)	2x H/H/H/H						
Salidas de pulsos	2						
Tipo de conexión	Terminal						
Largo máximo del cable de conexión	20m						

■ Interfaces del encoder (ejes A y B)

Elemento	Descripción
1er. encoder	Panasonic A6
2do. encoder	ABZ SSI (interfaz sincrónica en serie) EnDat 2.2 (no seguro) Protocolo en serie de Panasonic

■ Datos sobre electricidad

Elemento		Descripción
Alimentación de entrada y salida		24V CC $\pm 20\%$ Tipo SELV/PELV
Tensión de alimentación del encoder (La tensión se genera de forma interna por la parte de seguridad, dependiendo de la configuración)		5V CC -5% +10% 8V CC -5% +10% 10V CC -5% +10%
Valores de entrada digitales		DC 24 VDC; Tipo 2 según EN61131-2
Valores de salida digital	SDO (salida digital segura)	24V CC, 75mA (Combinación alta/alta) 24V CC, 1500 mA
	SBC (control de freno seguro)	

■ Datos ambientales

Elemento		Descripción
Temperatura	Humedad	Cumple con la norma EN 61800-2, IEC 60721-3-2 Clase 2K3 (Temperatura -25 °C a +70°C)
	Almacenamiento	Cumple con la norma EN 61800-2, IEC 60721-3-2 Clase 1K3 (Temperatura -20 °C a +65 °C)
	Funcionamiento	Cumple con la norma EN 61800-2, IEC 60721-3-2 Clase 3K3 (Temperatura de +0°C a 40°C sin congelación)
Humedad		20 a 85% RH (Operación/almacenamiento, sin condensación)
Clase climática		3K3 EN 60721-3
Altitud		1000m
Vibración		5,88m/s ² o menor, 10 a 60Hz
Clase de protección		I
Categoría de sobretensión		III
Grado de polución		II o I
Grado de protección		IP20 de acuerdo con EN 60529 Conectores IP00
CEM		IEC 61800-3: 2018 IEC 61800-5-2:2017 EN 61000-6-2:2019
Resistencia a las vibraciones		Cumple con la norma EN 61800-5-1 y la IEC 60068-2-6

3.4 Especificaciones del encoder

Las interfaces de los encoders pueden configurarse como ABZ, SSI, EnDat 2.2, Protocolo en serie de Panasonic y Panasonic A6.

■ ABZ

Elemento	Descripción
Tensión de alimentación	5 V CC ± 5 %
Capa física	TTL 5V CC
Señal de medición A/B	Trazado con desfase de 90 grados
Máxima frecuencia de los relojes de entrada	500kHz
Largo máximo del cable	20m
Tipo de conexión	D-SUB 15 polos

■ SSI (interfaz sincrónica en serie)

Elemento	Descripción
Tensión de alimentación	5 V CC ± 5 % 8 V CC ± 5 % 10 V CC ± 5 %
Interfaz de datos	Interfaz sincrónica en serie (SSI)
Longitud de terminal	12 a 32 Bit (configurable)
Longitud de datos	12 a 32 Bit (configurable)
Formato de datos	Código binario y código Gray
Capa física	Compatible con RS-422
Modo de operación	Modo maestro
Velocidad del reloj	Configurable: 125, 250, 500, 1000, 2000 kHz
Largo máximo del cable	20m
Tipo de conexión	D-SUB 15 polos

■ EnDat 2.2

Elemento	Descripción
Tensión de alimentación	5 V CC ± 5 % 8 V CC ± 5 % 10 V CC ± 5 %
Interfaz de datos	Cable RS485 digital (dúplex medio)
Tipos de encoder	LC415FS, EQI1131FS SSI ROQ425 (no seguro)
Protocolo del encoder	Protocolo de EnDat 2.2
Ciclo de sondeo EnDat Master, seguro	1ms
Ciclo de sondeo EnDat Master, no seguro	62.5 μ s
Tiempo de reacción de la función de seguridad parcial	4ms
Largo máximo del cable	20 m
Frecuencia de reloj	4MHz
Largo máximo del cable	20m
Tipo de conexión	D-SUB 15 polos

■ Panasonic A6

Elemento	Descripción
Tensión de alimentación	5V CC ± 5 %
Protocolo del encoder	Protocolo de Panasonic
Resolución por revolución	23 Bit
Resolución multivuelta	16 Bit
Largo máximo del cable	50 m

■ **Protocolo en serie de Panasonic**

Elemento	Descripción
Tensión de alimentación	5V CC $\pm 5\%$
Protocolo del encoder	Protocolo de Panasonic
Datos posicionales absolutos	48 Bit
Largo máximo del cable	20 m
Tipo de conexión	SUB-D 15 polos

4

Conexión de la parte de seguridad

4.1 Medidas de protección de la compatibilidad electromagnética (CEM)

Se debe asegurar el mantenimiento de las especificaciones ambientales y de la CEM tales como las medidas de protección, y, asimismo, asegurar el mantenimiento de los componentes electrónicos circundantes en relación con el componente y su entorno.

Además, en las instrucciones de funcionamiento e instalación de todo el esquema, se deben tener en cuenta la instalación y el cableado adecuados para la CEM.

■ Se debe prestar especial atención a lo siguiente:

Debido a que la parte de seguridad está destinada a un uso industrial, las normas de compatibilidad electromagnética EN 61800-3 y EN 61326-3-1 son aplicables y fundamentales. Se asume que la compatibilidad electromagnética del sistema completo está garantizada mediante la aplicación de precauciones convencionales adecuadas. Las siguientes medidas garantizan el uso adecuado de la parte de seguridad:

- Colocar los cables de señal y los cables de los convertidores en conductos de cable separados. La distancia entre los conductos de cables debe ser de al menos 10mm.
- Solo deben utilizarse cables apantallados de alimentación del motor cerca de la controladora.
- Realice la instalación adecuada de los convertidores de la CEM cerca de la parte de seguridad. Tenga en cuenta especialmente el trazado de los cables y la calidad del apantallamiento de los cables de alimentación del motor, así como la conexión de los resistores de frenado.
- Todas las protecciones alrededor de la parte de seguridad deben estar equipadas con un elemento supresor apropiado.
- Utilice cables apantallados para el cableado de control relativo a la seguridad.
- Debe colocar el apantallamiento de la tensión de alimentación del encoder a ambos lados de la carcasa.



◆ NOTA

- Se debe verificar el funcionamiento del componente, en vista de las influencias de la CEM de los componentes circundantes del esquema general, mediante pruebas adecuadas en el marco de la certificación del esquema general.
- En las instrucciones de funcionamiento e instalación del esquema general, figuran las instrucciones para la instalación y el cableado apropiados para la CEM.

4.2 Conexiones y cableado



Cuidado

Un mal manejo puede llegar a dañar la controladora.

Corte la tensión de alimentación y desenchufe cualquiera de los cables de la interfaz antes del montaje, instalación y trabajos de mantenimiento.

■ Especificaciones de los cables

El tipo, el diámetro y el material de los cables conectados se determinan en la hoja de datos específica del fabricante de los enchufes que se utilizan, los reglamentos de instalación nacionales e internacionales, el tipo y el tamaño de la protección de los cables y los componentes que se van a conectar.

En el caso de los cables trenzados, se recomienda el uso de terminaciones de cables.

4.2.1 Tensión de alimentación

4.2.1.1 Tensión de alimentación de E/S de 24V CC



Advertencia

Pérdida de la función de seguridad o riesgo de lesiones personales debido a un voltaje excesivo

Alimentar el dispositivo exclusivamente con fuentes de tensión que tengan una tensión extra baja de seguridad (por ejemplo, SELV o PELV según la norma EN 61131-2)

Si se utiliza una fuente de tensión SELV, puede convertirse en PELV a través de la infraestructura del componente y las conexiones (puesta a tierra).

Los circuitos de seguridad de tensión extra baja siempre deben aislarse de manera segura de los circuitos de tensión peligrosa.



Cuidado

Para la tensión de alimentación de E/S de 24V CC, asegúrese de que en caso de fallo no pueda surgir una tensión superior a 60V.

La parte de seguridad requiere una tensión de alimentación de entrada/salida de 24V CC.

Nominal	Tolerancia	
	Mínimo	Máximo
24V CC	19.2V CC	28.8V CC

(Nota) Las tolerancias mínimas y máximas de la tensión de alimentación de entrada/salida de 24V CC deben respetarse estrictamente.

4.2.2 Puesta a tierra

Este producto requiere una puesta a tierra apropiada para un funcionamiento seguro.

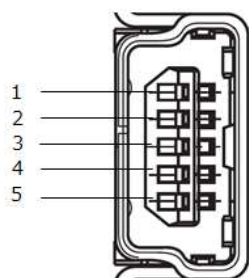
Los terminales de anclaje de rosca para la puesta a tierra se encuentran en la carcasa de la controladora.

Una vez que se hayan completado los procedimientos de instalación, debe realizarse la prueba de la función del conductor protector con los componentes conectados de acuerdo con las respectivas normas nacionales.

4.2.3 Asignación de los pines de los conectores

4.2.3.1 Conector USB (para seguridad) X8

■ Asignación de los pines del terminal



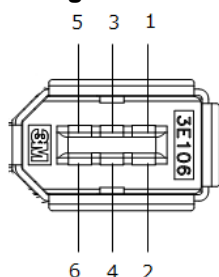
Número de pin	Símbolo	Polaridad	Descripción
1	VBUS	-	VBUS
2	D-	IN/OUT	Terminal de señal USB
3	D+	IN/OUT	Terminal de señal USB
4	-	-	Para el fabricante
5	GND	-	Señal a tierra

(Nota) El tipo de conector es USB mini-B

4.2.3.2 Conectores de encoders

Conector del 1er. encoder X9 (X9A, X9B)

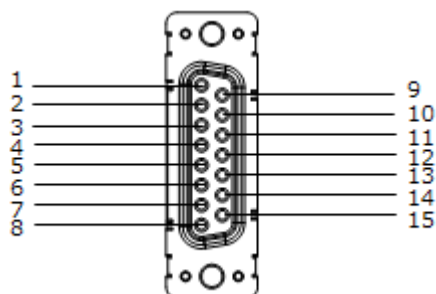
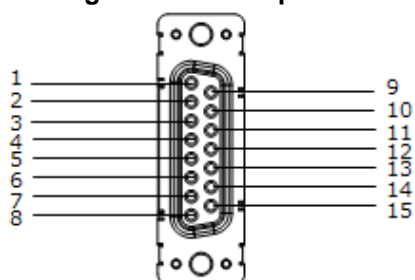
■ Asignación de los pines del terminal



Número de pin	Símbolo	Polaridad	Descripción
1	E5V	-	Salida de corriente del 1er. encoder
2	E0V	-	Señal a tierra del 1er. encoder
3	-	-	-
4	-	-	-
5	/PS	IN/OUT	Señal de entrada/salida no invertida del 1er. encoder
6	/PS	IN/OUT	Entrada/salida de la señal de reloj invertida del 1er. encoder
Carcasa	FG	-	Terminal de tierra

Conector del 2do. encoder X10 (X10A, X10B)

■ Asignación de los pines del terminal



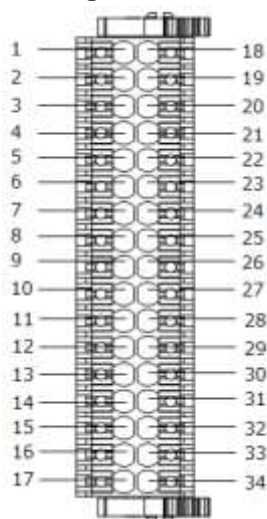
Número de pin	Símbolo	Polaridad	Descripción
1	EX5V	-	Salida de corriente del 2do. encoder (Panasonic/ABZ)
2	EX0V	-	Señal a tierra del 2do. encoder
3	EXPS	IN/OUT	Señal en serie de entrada/salida no invertida
4	/EXPS	IN/OUT	Señal en serie de entrada/salida invertida
5	EXA	IN	Fase A de la señal de entrada no invertida
6	/EXA	IN	Fase A de la señal de entrada invertida
7	EXB	IN	Fase B de la señal de entrada no invertida
8	/EXB	IN	Fase B de la señal de entrada invertida
9	EXZ	IN	Fase Z de la señal de entrada no invertida
10	/EXZ	IN	Fase Z de la señal de entrada invertida
11	DATA	IN/OUT	Señal en serie de entrada/salida de datos no invertida (EnDat 2.2/SSI)
12	/DATA	IN/OUT	Señal en serie de la entrada/salida de datos invertida (EnDat 2.2/SSI)
13	CLK	OUT	Señal de entrada/salida de reloj no invertida (EnDat 2.2/SSI)
14	/CLK	OUT	Entrada/salida de la señal de reloj invertida (EnDat 2.2/SSI)
15	EVDD	-	Salida de potencia del 2do. encoder (EnDat 2.2/SSI)

(Nota 1) El conector X10A es para el eje A, y el conector X10B es para el eje B.

(Nota 2) La asignación de los pines del terminal es común a los ejes A y B.

4.2.3.3 Conector de E/S de seguridad X5

■ Asignación de los pines del terminal



No. de pin	Símbolo	Polaridad	Descripción
1	FG	-	Terminal de tierra
2	BRKO1-	OUT	Salida de freno de seguridad 1-
3	BRKO1+	OUT	Salida de freno de seguridad 1+
4	SDO2A	OUT	Salida de seguridad 2A
5	SDO1A	OUT	Salida de seguridad 1A
6	NC	-	*NO conectar
7	NC	-	*NO conectar
8	NC	-	*NO conectar
9	NC	-	*NO conectar
10	PULSA	OUT	Salida de pulso de diagnóstico
11	Entrada digital de seguridad (SDIN)	IN	Entrada digital de seguridad no agrupada
12	SDI4A	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 4A
13	SDI3A	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 3A
14	SDI2A	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 2A
15	SDI1A	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 1A
16	COMA	-	Entrada común de seguridad A
17	EX24V	-	Alimentación de corriente externa +24V para seguridad
18	FG	-	Terminal de tierra
19	BRKO2-	OUT	Salida de freno de seguridad 2-
20	BRKO2+	OUT	Salida de freno de seguridad 2+
21	SDO2B	OUT	Salida de freno de seguridad 2B
22	SDO1B	OUT	Salida de freno de seguridad 1B
23	NC	-	*NO conectar
23	NC	-	*NO conectar
24	NC	-	*NO conectar
25	NC	-	*NO conectar
26	NC	-	*NO conectar
27	PULSB	OUT	Salida de pulso de diagnóstico
28	GND	-	Señal a tierra
29	SDI4B	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 4B
30	SDI3B	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 3B
31	SDI2B	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 2B
32	SDI1B	IN	Entrada digital de seguridad agrupada 1B
33	COMB	-	Entrada común de seguridad B
34	EXGND	-	Señal a tierra externa

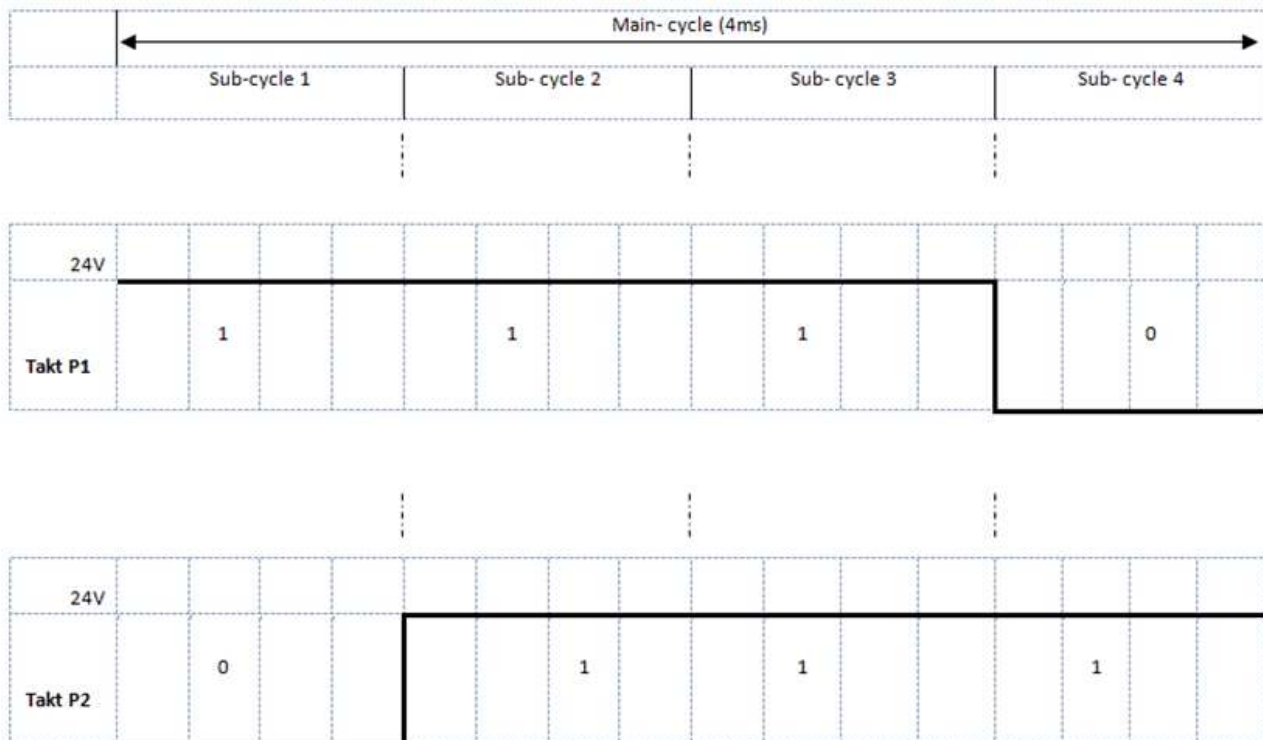
4.3 Conexión de entradas digitales seguras (SDI)

La parte de seguridad tiene 4 entradas digitales seguras agrupadas y 1 no agrupada. Las entradas agrupadas (SDI1A/SDI1B, SDI2A/SDI2B, SDI3A/SDI3B y SDI4A/SDI4B) deben utilizarse de forma redundante y son adecuadas para la conexión de señales de doble canal con y sin pulso y para la conexión cruzada. La entrada no agrupada SDIN1 puede utilizarse de forma individual y es adecuada para la conexión a señales de un solo canal con y sin reloj y conexión cruzada.

Las señales conectadas deben tener un nivel "alto" de 24V CC (CC +11V... CC +30V) y un nivel "bajo" de (CC -3V... CC +5V, Tipo 2 según EN61131-2). En su interior, las entradas están provistas de filtros de entrada.

Una función de diagnóstico interna del dispositivo comprueba cíclicamente el correcto funcionamiento de las entradas, incluido el filtro de entrada. Un fallo detectado pone la parte de seguridad en una condición de alarma. Al mismo tiempo, todas las salidas de la parte de seguridad se vuelven pasivas.

Además de las entradas de señal, la parte de seguridad proporciona dos salidas de reloj P1 y P2. Las salidas de reloj conmutan salidas de 24V CC.



Main-cycle	Ciclo principal
Sub-cycle	Subciclo
Takt	Takt (reloj)

Las salidas del reloj tienen como objetivo exclusivo la vigilancia de las entradas digitales y no pueden usarse para ninguna otra función en la aplicación.

Las salidas del reloj están especificadas para una corriente máxima de 250mA.

Además, las salidas del dispositivo de conmutación de señal de salida (OSSD) permitidas pueden conectarse a las entradas digitales sin restricción.

Cada entrada de la parte de seguridad puede configurarse de forma independiente para las siguientes fuentes de señales:

- La entrada se asigna al reloj P1
- La entrada se asigna al reloj P2
- La entrada se asigna a una tensión continua 24V CC



NOTA

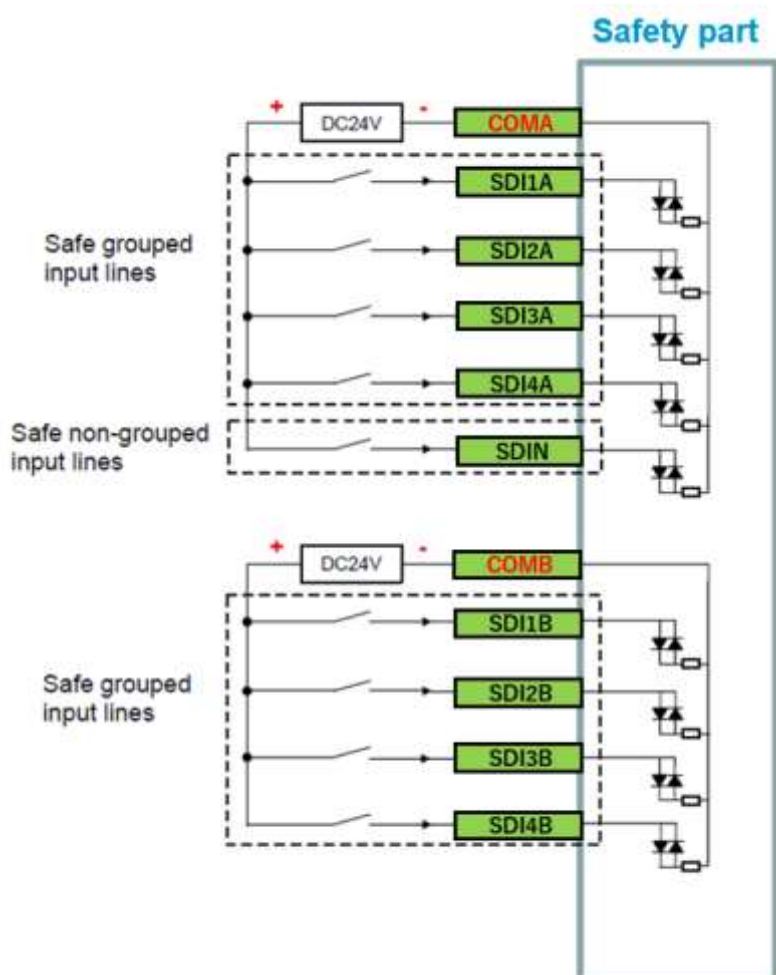
- Para el uso de un solo canal de las entradas, el nivel de seguridad alcanzable se limita a SIL 2 y PL d si la función de seguridad se requiere a intervalos regulares.
- El uso seguro de las entradas solo está previsto en relación con las salidas de los pulsos.
- Si las salidas de reloj no se utilizan, deberán emplearse medidas externas (en especial para un tendido de cables adecuado) a fin de evitar un cortocircuito en el cableado externo entre las distintas entradas y con la tensión de alimentación de la parte de seguridad.

4.3.1 Control de las entradas digitales con nivel ALTO

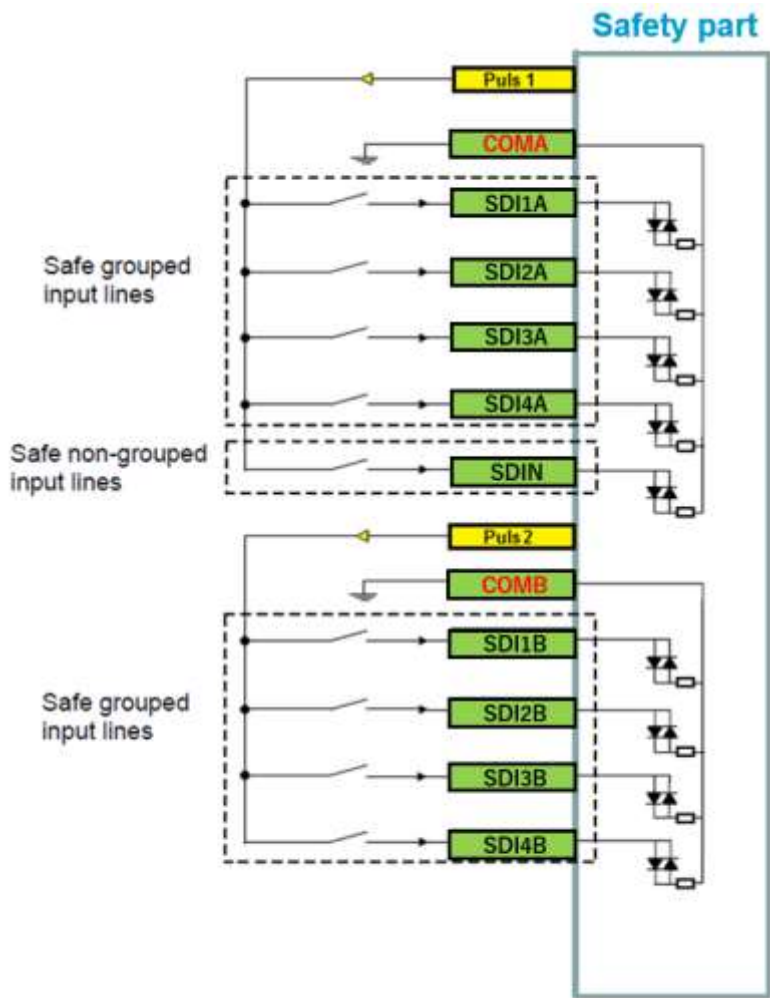
La parte de seguridad puede controlarse tanto con un nivel ALTO (24V/P1/P2), como con un nivel BAJO (0V). Para el control de las entradas de la parte de seguridad con nivel ALTO (24V/P1/P2), la señal 0V (GNDSUIN) se conecta al conector "común".

Las señales conectadas a las entradas digitales deben tener un nivel "Alto" de CC 24V (DC +11V CC +30V) y un nivel "bajo" de (CC -3V CC +5V, Tipo 2 según EN61131-2).

Conexión *sinking* (a tierra) (CC 24V)



Safety part	Parte de seguridad
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas
Safe non-grouped input lines	Líneas de entrada seguras no agrupadas
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas

Conexión *sourcing* (de fuente de voltaje) (Puls 1/Puls 2)

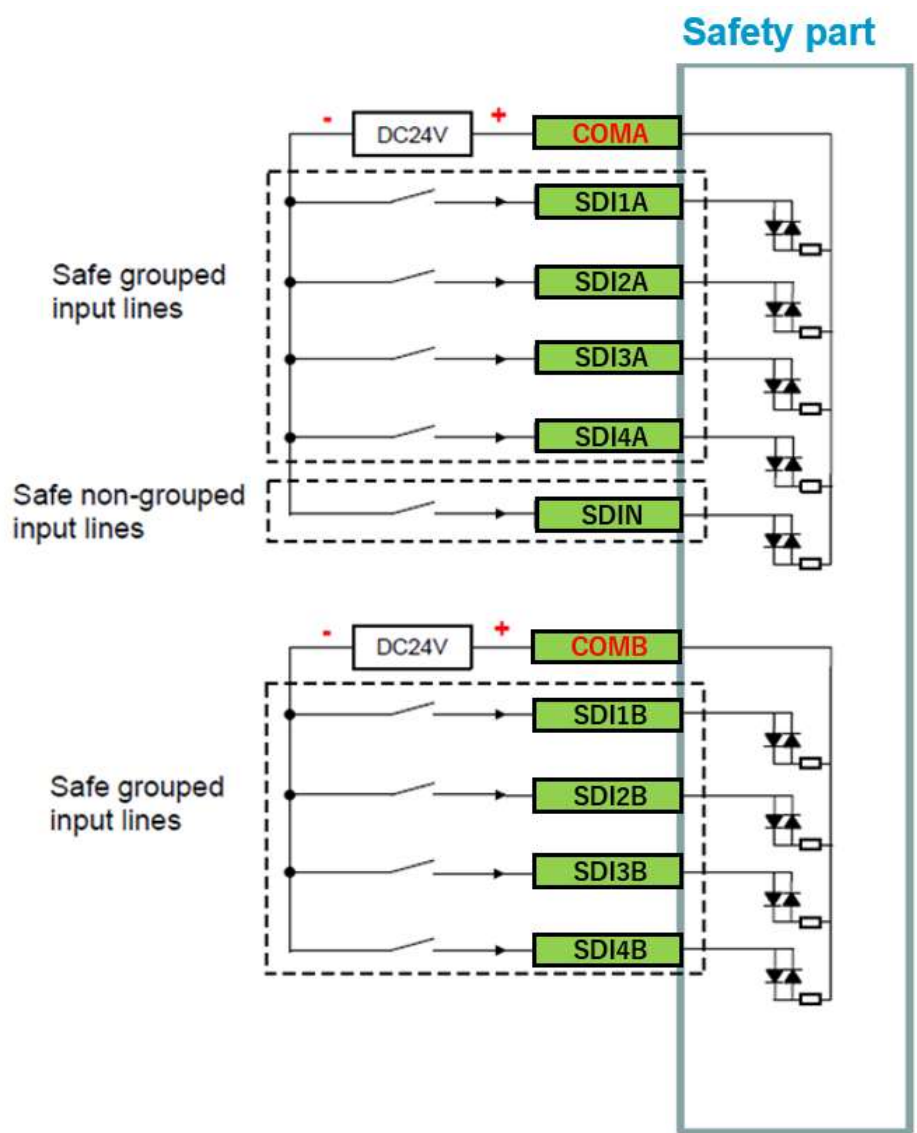
Safety part	Parte de seguridad
Puls 1	Puls 1
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas
Safe non-grouped input lines	Líneas de entrada seguras no agrupadas
Puls 2	Puls 2
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas

4.3.2 Control de las entradas digitales con nivel BAJO

Para el control de las entradas de la parte de seguridad con nivel BAJO (0V), la señal 24V P1 o P2 se conecta al conector "común".

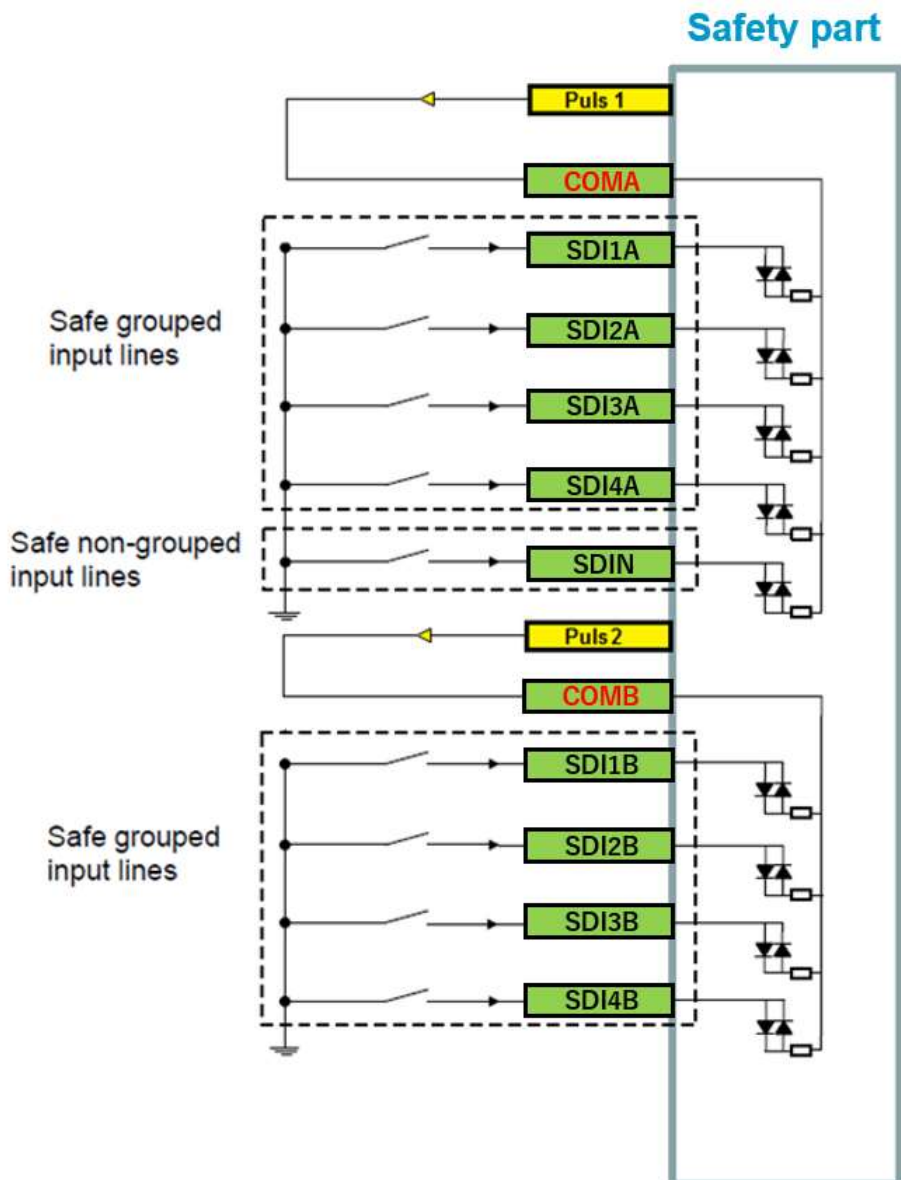
Las señales conectadas la conector común deben tener un nivel "Alto" de CC 24V (DC +11V CC +30V) y un nivel "bajo" de (CC -3V CC +5V, Tipo 2 según EN61131-2).

Conexión *sinking* (a tierra) (CC 24V)



Safety part	Parte de seguridad
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas
Safe non-grouped input lines	Líneas de entrada seguras no agrupadas
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas

Conexión *sinking* (a tierra) (Puls 1/Puls 2)



Safety part	Parte de seguridad
Puls 1	Puls 1
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas
Safe non-grouped input lines	Líneas de entrada seguras no agrupadas
Puls 2	Puls 2
Safe grouped input lines	Líneas de entrada seguras agrupadas

5

Características de seguridad integradas

5.1 Características de seguridad integradas

La siguiente tecnología de seguridad descrita para este producto cumple con los requisitos que figuran a continuación:

- Nivel de rendimiento e de acuerdo con EN ISO 13849-1
- SIL 3 de acuerdo con IEC 61508

Para un diseño de seguridad completo de una pieza entera del equipo que utiliza este producto, el usuario debe preparar una documentación adicional que no se discute en este documento.

Determine los requisitos aplicables de los estándares subyacentes.



◆ **NOTA**

- **Se ha llevado a cabo una prueba de tipo UE. Se puede solicitar una copia del certificado de prueba de tipo UE a Panasonic Corporation.**

El siguiente capítulo describe la infraestructura y la estructura fundamental del control de seguridad de la parte de seguridad.

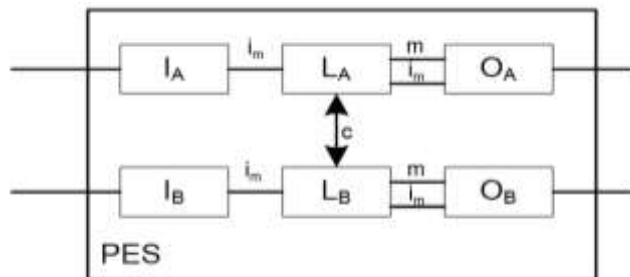
Se describen las opciones de conexión mediante las cuales la parte de seguridad puede conectarse con los sensores.

En relación con estas y con los diagnósticos utilizados, según la norma EN ISO 13849-1 se puede determinar una categoría de seguridad y un nivel de rendimiento (PL) máximo alcanzable.

5.2 Infraestructura de la tecnología de seguridad de la parte de seguridad

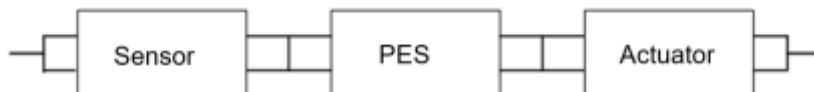
El armado interior de este producto cuenta con dos canales independientes con comparación de resultados en cada lado. En cada uno de los canales se utilizan mecanismos de diagnóstico sofisticados para el reconocimiento de fallos.

El esquema corresponde según su infraestructura y funcionalidad a la categoría 4 de EN ISO 13849-1.



Sistema electrónico programable (PES)	: Sistema electrónico programable
I _A	: Entrada canal A
I _B	: Entrada canal B
L _A	: Lógica canal A
L _B	: Lógica canal B
O _A	: Salida canal A
O _B	: Salida canal B
c	: Comparación cruzada
m	: vigilancia
i _m	: medios de conexión

El esquema general está conformado de la siguiente manera:



Sensor	Sensor
PES	Sistema electrónico programable
Actuator	Actuator

Doble lectura de la información de entrada (a través de un sensor o entrada digital) y diagnósticos por comparación cruzada.

Las características específicas de cada componente (sensor, actuador) se pueden encontrar en sus respectivos datos técnicos.

Para la prueba de seguridad del sistema general se pueden utilizar las características de seguridad proporcionadas por la parte de seguridad de los componentes del sistema electrónico programable (PES) (véase el capítulo "3.3 Especificaciones técnicas").



♦ NOTA

- Cuando se utilizan varios sensores para diferentes funciones, estos deberán considerarse como conexiones en serie al realizar una prueba de seguridad del sistema general. Sobre este tema, véase el informe BGIA 02/2008 "Seguridad funcional de los controles de las máquinas - Aplicación de la norma EN ISO 13849".
- Con respecto a la exclusión de fallos pertinente, la norma EN ISO 13849-2 figura en las tablas de la sección D del anexo.
- Los ejemplos descritos en este manual y su infraestructura característica son relevantes para la asignación de una categoría según las establecidas por EN ISO 13849-1. El nivel

de rendimiento máximo posible resultante según la EN ISO 13849-1 depende de los siguientes factores de los componentes externos:

- **Estructura (simple o redundante)**
- **Medidas contra fallos de causa frecuente (CCF)**
- **Cobertura de diagnóstico (DCavg)**
- **Tiempo medio hasta la aparición de un fallo (peligroso) (MTTFd) de un canal.**

5.3 Interfaz del sensor

5.3.1 Especificaciones relacionadas a la seguridad y al cableado de las entradas digitales seguras (SDI)

La parte de seguridad cuenta con canales de procesamiento de señales redundantes completos para cada entrada segura.

Además, se implementan medidas para cada uno a fin de obtener los valores más altos posibles de cobertura de diagnóstico (DC). La categoría de seguridad máxima posible y el nivel de rendimiento se determinan según la EN ISO 13849-1.

5.3.1.1 Diagnóstico de entradas digitales seguras (SDI)

La parte de seguridad proporciona funciones de diagnóstico expansivo para el subsistema de entrada.

Estas se llevan a cabo de forma continua y opcional (comparación cruzada, prueba de circuito cruzado, sensor de 2 o más canales con vigilancia de tiempo, prueba de inicio).

Las interrupciones de los cables de los sensores conducen a una condición segura (concepto de seguridad probado según EN ISO 13849-2)

Funciones de diagnóstico internas

Elemento	Descripción
Comparación cruzada	Las entradas seguras de la parte de seguridad están dispuestas internamente en canales dobles. El estado de las señales de entrada se cruza continuamente. Solo en el caso de una señal Alta en ambos subsistemas de entrada, la entrada digital segura (SDI) se evalúa como "Alta", o, caso contrario, como "Baja".
Prueba dinámica de los umbrales	Los umbrales de reconocimiento del nivel Alto se prueban de forma cíclica a un ritmo elevado. Si no se alcanza el umbral definido, la parte de seguridad entra en modo seguro (alarma de módulo).
Prueba dinámica de la capacidad de conmutación.	La capacidad de conmutación del componente de entrada a nivel bajo se prueba para todas las entradas seguras a un ritmo elevado. En caso de problemas, la parte de seguridad cambia a un modo seguro (alarma del módulo).

Diagnósticos parametrizables de circuitos externos

Elemento	Descripción
Pruebas de fallo cruzados (Nota)	La parte de seguridad tiene dos salidas de datos de prueba (TDO) cada uno de los cuales tiene una firma de identificación. En el uso de la prueba de fallos cruzada los elementos de conmutación de los controladores digitales deben ser provistos mediante las salidas de datos de prueba de la parte de seguridad. Por consiguiente, la firma se marca con el nivel de señal Alto de los sensores y se prueba por la parte de seguridad. A través de la prueba de la firma, los fallos cruzados en el cableado externo pueden reconocerse al nivel de señal Alto y de las entradas digitales seguras (SDI) circundantes con varias salidas de datos de prueba (TDO). Cuando se utilizan las entradas redundantes, se recomienda variar las salidas de datos de prueba digitales (TDO).

Nota

Las pruebas de fallos cruzados no reconocen:

- Un cortocircuito de cables en el contacto de un sensor
- Un cortocircuito directo entre las salidas de datos de prueba digitales (TDO) y las entradas digitales seguras (SDI)

Elemento	Descripción
Iniciar la prueba luego de activar este producto	Cada vez que se activa este producto se debe realizar una prueba del sensor en el nivel de señal bajo (= estado seguro definido), por ejemplo, la activación del botón OFF (apagado) de emergencia de un dispositivo de bloqueo después de que el equipo se ponga en marcha. [Ventaja] Reconocimiento de los fallos que se producen durante una interrupción del funcionamiento.
Comparación de contactos multipolares sin vigilancia de tiempo.	Cuando los sensores redundantes se utilizan en más de una entrada digital segura (SDI), todos los sensores deben ajustarse a una configuración predeterminada para que el resultado de la entrada se evalúe como Alto.
Comparación de contactos multipolares con vigilancia de tiempo.	La misma prueba que la anterior, pero con una vigilancia adicional de las señales de entrada para la correspondencia de los contextos de niveles definidos dentro de una ventana de tiempo de 3 segundos. Si surge alguna discrepancia en una ventana > 3, el control de seguridad entra en el modo seguro. [Ventaja] Es posible un reconocimiento inmediato de un contacto defectuoso, con un aumento de cobertura de diagnóstico (DC).
Pruebas con soporte manual	Además, es posible forzar pruebas regulares en la aplicación, que por ejemplo pueden requerir interacciones manuales por parte del usuario. Por ejemplo, se pueden utilizar temporizadores para vigilar el cambio de una señal, lo que solo se logra mediante una prueba manual en la que, cuando el temporizador llega a su fin, la máquina se apaga de manera automática. Estas pruebas forzadas por el controlador ("muestreo de dinamización forzado") pueden usarse adicionalmente en la evaluación de la cobertura de diagnóstico (DC). Un ejemplo de esto es que la puerta de protección se abre al menos una vez por turno para probar la funcionalidad del sensor. De no poder abrirse la puerta de protección en este tiempo, el temporizador finaliza y la parte de seguridad pasa al modo seguro.

Para la prueba de seguridad del sistema general, se puede utilizar el siguiente diagnóstico para los sensores de entrada:

○: Puede usarse, x: No puede usarse

Elemento de entrada característico	Pruebas parametrizadas y de funcionamiento				Cobertura de diagnóstico (DC) [porcentaje]	Definición de la medida	Notación
	Prueba de fallos cruzados	Con vigilancia de tiempo	Prueba de inicio	Prueba cíclica en funcionamiento			
Un solo canal	-	-	○	○	>60	Impulso de prueba cíclica a través de una modificación dinámica de las señales de entrada.	Se debe proporcionar una velocidad de prueba lo suficientemente alta.
	x	-	-	-	90	Impulso de prueba cíclica a través de una modificación dinámica de las señales de entrada.	Solo es efectivo si la asignación del pulso está activa.
	x	-	○	○	90 a 99	Impulso de prueba cíclica a través de una modificación dinámica de las señales de entrada.	La DC depende de la frecuencia de la prueba de inicio o bien de la prueba cíclica. Cobertura de diagnóstico (DC) = 90 Prueba solo en intervalos > a 4 semanas. Cobertura de diagnóstico (DC) = 99 Prueba por lo menos una vez al día y una demanda 100 veces mayor.

Elemento de entrada característico	Pruebas parametrizadas y de funcionamiento				Cobertura de diagnóstico (DC) [porcentaje]	Definición de la medida	Notación
	Prueba de fallos cruzados	Con vigilancia de tiempo	Prueba de inicio	Prueba cíclica en funcionamiento			
Doble canal	-	-	-	-	90	Comparación cruzada de las señales de entrada con una prueba dinámica, si los fallos cruzados no pueden detectarse (en caso de entradas y salidas múltiples).	En la resolución de problemas es posible un cortocircuito de hasta un grado de DC = 99.
	-	-	○	○	90 a 99	Impulso de prueba cíclica a través de una modificación dinámica de las señales de entrada.	La DC depende de la frecuencia de la prueba de inicio o bien de la prueba cíclica.
	x	-	-	-	99	Comparación cruzada de las señales de entrada con resultados inmediatos e intermedios en la lógica (L), así como la temporización y la ejecución del programa lógico, la vigilancia y la detección de fallos estáticos y cortocircuitos (con múltiples entradas y salidas).	Solo es efectivo si la asignación del pulso está activa.
	-	x	-	-	99	Comprobación de plausibilidad, por ejemplo, uso de contactos de cierre y apertura = comparación de señales no equivalentes de los elementos de entrada.	Solo es eficaz en relación con la función de la vigilancia activa del tiempo para el elemento de entrada.

5.3.1.2 Circuitos de las salidas de datos de prueba (TDO)

Además de las entradas binarias SDIx la parte de seguridad también tiene dos salidas de datos de prueba (salidas de reloj) TDOx disponibles. Las salidas de datos son salidas de conmutación de 24V CC que solo están destinadas al monitoreo de las entradas binarias.

Las salidas de datos no se utilizan para otras funciones dentro de la aplicación.

Las salidas de datos solo pueden ser sometidas a una corriente neta de 250mA.



♦ NOTA

Sin el uso de pulsos, las entradas binarias pueden ser cableadas de la siguiente manera:

- Con un solo canal, se pueden construir estructuras de sensores autocontrolados hasta la Categoría 2 y alcanzar de esta manera el nivel de rendimiento correspondiente según la norma EN ISO 13849-1.
- Con los sensores de canal dual y una prueba de funcionalidad en un plazo de 24 horas, se pueden construir estructuras hasta la categoría 3 y alcanzar de este modo el nivel de rendimiento correspondiente según la norma EN ISO 13849-1.
- Con los sensores de canal dual y una prueba de funcionalidad en un plazo de 24 horas, se pueden construir estructuras hasta la categoría 4 y alcanzar de esta manera el nivel de rendimiento correspondiente según la norma EN ISO 13849-1.

- **Asegurarse de que se utilicen medidas externas (especialmente un tendido de cables adecuado) para evitar un cortocircuito en el cableado externo entre las distintas entradas y con la tensión de alimentación de la parte de seguridad.**

Cada entrada binaria de la opción de la parte de seguridad puede configurarse individualmente para las siguientes fuentes de señal:

- La entrada binaria se asigna a Pulse TDO1
- La entrada binaria se asigna a Pulse TDO2
- La entrada binaria se asigna a un voltaje continuo de 24V CC



◆ **NOTA**

- **Se recomienda una asignación de pulso alternado para las entradas.**

5.3.1.3 Infraestructura de los elementos de entrada

En este capítulo se describe la infraestructura interna de las entradas. Las entradas digitales seguras están dispuestas de forma totalmente redundante a excepción de las terminales de entrada.



◆ **NOTA**

- **Para una evaluación de seguridad del "Sistema de sensor" se deben utilizar los datos del fabricante (MTTFD, números FIT, etc.).**
- **Los valores de DC indicados en la tabla deben utilizarse de forma moderada y mantenerse las condiciones límite (véase el cuadro de "Notas").**
- **La resolución de problemas está permitida de acuerdo con las normas aplicables. Las condiciones límite establecidas deben mantenerse de forma permanente.**
- **En caso de que se necesiten varios sistemas de sensores para el correcto funcionamiento de una única función de seguridad, los valores de sus componentes deben combinarse de manera adecuada, según el procedimiento seleccionado.**

Para reconocer un fallo cruzado en las señales en cuestión, las tensiones de pulso internas del dispositivo pueden interconectarse con las entradas binarias.

Las entradas binarias se pueden utilizar de forma individual o combinadas en grupos, según el nivel de rendimiento requerido. Para ello, la interfaz del software PANATERM for Safety dispone de varios elementos de entrada ya preparados (véase el manual de programación, capítulo "Módulos de entrada").

La parte de seguridad tiene rutas de procesamiento de señales completamente separadas para cada entrada digital segura (SDI).

Las entradas digitales están dispuestas de forma totalmente redundante, excepto los terminales de entrada electromecánicos. A continuación se enumeran los detalles para la clasificación, la cobertura de diagnóstico (DC), el nivel de rendimiento (PL) y el nivel de integridad de seguridad (SIL) obtenible.

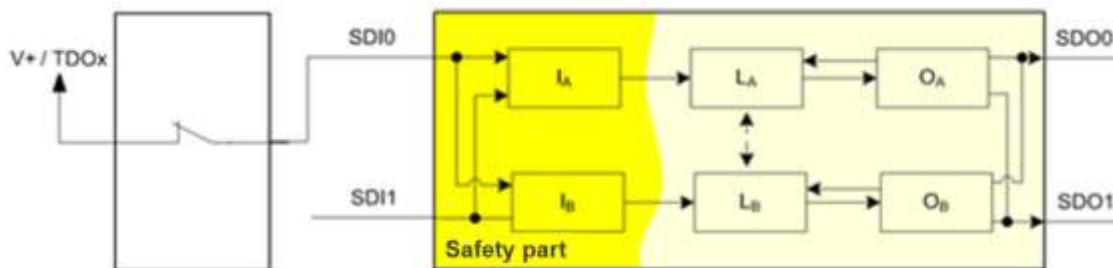
La parte de seguridad proporciona funciones de diagnóstico expansivas para el subsistema de entrada, con el fin de obtener los valores más altos posibles de cobertura de diagnóstico (DC) = nivel de cobertura de diagnóstico). Estas se llevan a cabo de forma continua y opcional (supervisión de fallos cruzados con reconocimiento de pulsos). Para la evaluación de la seguridad del sistema general se pueden utilizar los valores de la cobertura de diagnóstico (DC) del sistema de sensores de entrada que figura en el capítulo "Valores de diagnóstico".



◆ NOTA

- En los siguientes ejemplos de conmutación se asume que los elementos de conmutación utilizados se seleccionan de acuerdo con los niveles de rendimiento deseados según la norma EN ISO 13849-1 y que disponen de la correspondiente autorización de seguridad para el caso de uso específico.

Sensor de 1 solo canal y uso de 1 entrada digital segura (SDI)



Safety part	Parte de seguridad
-------------	--------------------

Cuando se utiliza un sensor de un solo canal con pulsaciones, se detectan los siguientes fallos:

- Cortocircuito en la tensión de alimentación de 24V CC
- Cortocircuito en tensión de alimentación de 0V CC
- Roturas de cable (interrupción de energía en estado seguro)

Sin embargo, hay que tener cuidado y verificar si hay un cortocircuito entre las conexiones de los dos sensores ya que pudo no haberse detectado.

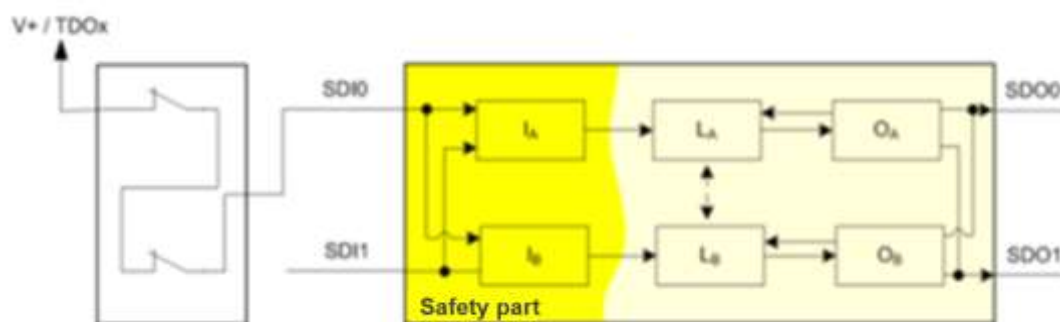
Dado que el elemento de conmutación/sensor es de un solo canal, la exclusión de fallos es necesaria en caso de que se produzca un fallo. Esto es posible cuando se utilizan interruptores de desconexión positiva con un accionamiento limitado correcto.

El equivalente a esto es un circuito en serie de 2 elementos de conmutación con la correspondiente exclusión de un doble fallo. Esto puede llevarse a cabo, por ejemplo, con las salidas seguras de un dispositivo electrónico de vigilancia (cortina de luz, alfombra de seguridad) con cierre interno de doble canal.



◆ NOTA

- Se puede alcanzar el nivel de rendimiento d (PL d) o superior según EN ISO 13849-1 si se puede descartar un cortocircuito entre una entrada y la salida de pulso asociada, así como un cortocircuito entre las conexiones del sensor. Se debe tener en cuenta que el interruptor normalmente debe estar cerrado en caso de fallo según la norma EN 60947-5-1. Además, el sensor debe activarse a intervalos regulares y la función de seguridad debe estar activada. Se pueden alcanzar las exclusiones de fallos de acuerdo con EN ISO 13849-2. Para el uso de un solo canal de las entradas, el nivel de seguridad alcanzable se limita a SIL 2 y PL d si la función de seguridad se requiere a intervalos regulares.
- Una conexión en serie de 2 elementos de conmutación con exclusión de fallos dobles requiere una prueba de idoneidad según el nivel de seguridad deseado para este elemento. Se deben tener en cuenta las normas aplicables de la Directiva para Máquinas de la CE 2006/42/CE.
- Para sensores de un solo canal, un uso de seguridad de las entradas solo está previsto en relación con las salidas de pulsos.

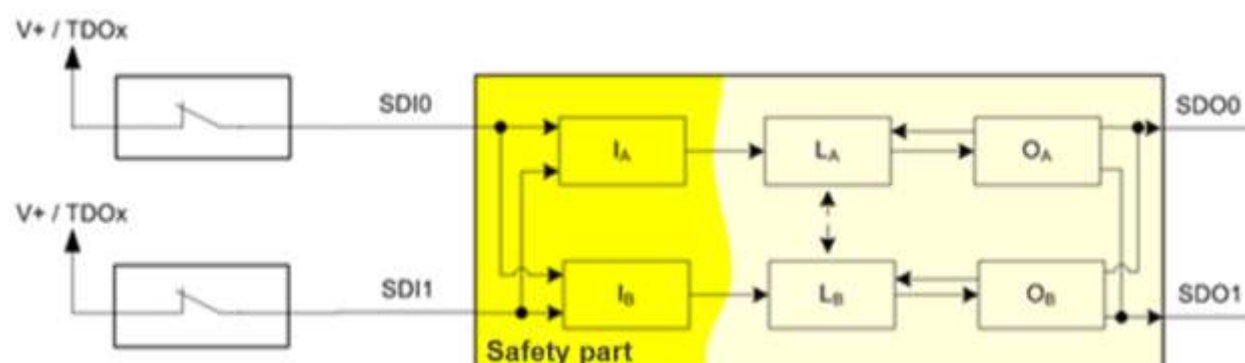
Sensor de dos canal en serie y uso de 1 entrada digital segura (SDI)

Safety part	Parte de seguridad
-------------	--------------------

Elementos de entrada de dos canales en conexión en serie (Categoría 4, tolerancia de fallos 1) de rango bajo a medio de cobertura de diagnóstico (DC) mediante un procesamiento de señal en dos canales y un diagnóstico a través de una prueba cíclica.

**♦ NOTA**

- La exclusión de fallos es necesaria con este cableado de un solo canal, lo que puede provocar un fallo de ambos contactos del sensor.
- Exclusión de un cortocircuito entre ambos contactos del sensor.
- Exclusión de fallo mecánico de un actuador común a ambos contactos del sensor. Por lo tanto, algunas normas de productos requieren expresamente, por ejemplo, para las puertas de protección, el uso de mecanismos de bloqueo independientes.

2 sensores/sensores de dos canales y uso de 2 entradas digitales seguras (SDI)

Safety part	Parte de seguridad
-------------	--------------------

Los fallos se detectan como mínimo por demanda. La cobertura de diagnóstico (DC) es media y puede cambiarse a un nivel superior a través del uso de una prueba cíclica (inicio de prueba, pruebas de funcionamiento/de organización) en base a la frecuencia de las pruebas.

Se detectan los siguientes fallos:

- Cortocircuito el suministro de tensión de 24V CC
- Cortocircuito en el suministro de tensión de 0V CC
- Todas las conexiones cruzadas
- Roturas de cable (interrupción de energía en estado seguro)

Para las aplicaciones de seguridad, solo pueden utilizarse los contactos normalmente cerrados.

El nivel de rendimiento d (PL d) según EN ISO 13849-1, puede alcanzarse mediante el uso de sensores/interruptores de conmutación con exclusión de fallos por no abrir los contactos del interruptor. Esto es posible cuando se utilizan interruptores de desconexión positiva con un accionamiento limitado correcto. Se permite el uso de sensores con contactos de salida automonitorizados.

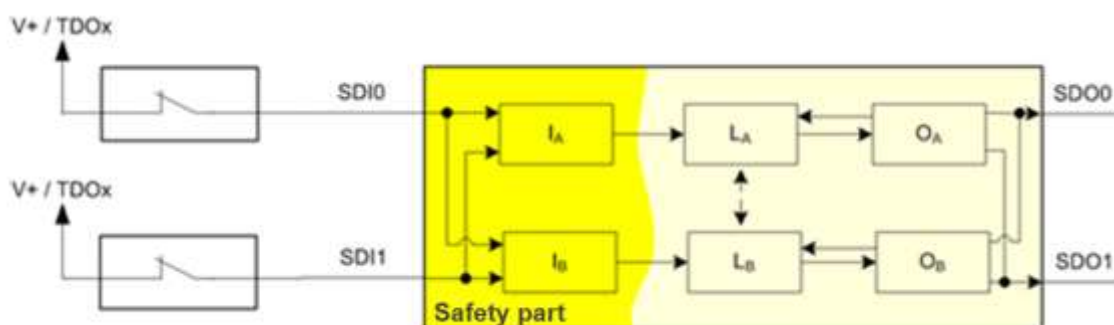
El nivel de rendimiento e (PL e) según EN ISO 13849-1 puede alcanzarse mediante el uso de sensores redundantes/elementos de entrada con un tiempo promedio hasta la aparición de un fallo peligroso (MTTFd) suficientemente alto en relación con una vigilancia del tiempo y plausibilidad, y una dinamización lo suficientemente alta de la condición de conmutación = prueba dinámica.



♦ **NOTA**

- El nivel de rendimiento d (PL d) o superior según EN ISO 13849-1 se consigue mediante el uso de elementos de conmutación/sensores con contactos normalmente cerrados y accionamiento positivo según EN 60947-5-1.
- Se pueden utilizar dispositivos cuyos elementos de conmutación puedan cumplir con la exclusión de fallos dobles para el nivel de seguridad deseado. Se deben tener en cuenta las normas aplicables de la Directiva para Máquinas de la CE 2006/42/CE.

2 sensores/sensores de dos canales y uso de 2 entradas digitales seguras (SDI) en combinación con la vigilancia de tiempo y los pulsos de prueba.



Safety part	Parte de seguridad
-------------	--------------------

Mediante el uso de dos señales de reloj independientes en un sensor homogéneo, se detectan todos los fallos cruzados, así como las conexiones a 24V CC y 0V CC.

Para las aplicaciones de seguridad, solo pueden utilizarse los contactos normalmente cerrados.

Es posible lograr un nivel de rendimiento d (PL d) o superior según EN ISO 13849-1 mediante el uso de elementos de conmutación/sensores con accionamiento positivo. Esto es posible cuando se utilizan interruptores de desconexión positiva con un accionamiento limitado correcto. Se permite el uso de sensores con contactos de salida automonitorizados.



♦ **NOTA**

- El nivel de rendimiento d (PL d) o superior según EN ISO 13849-1 se consigue mediante el uso de elementos de conmutación/sensores con accionamiento positivo.

- Si se utilizan dos sensores independientes con accionamiento independiente, se puede conseguir un nivel de rendimiento d (PL d) o superior según la norma EN ISO 13849-1.
- Con la utilización de elementos comunes en la cadena de accionamiento, se requiere una exclusión de fallos. Deben respetarse las restricciones y criterios correspondientes a EN ISO 13849-1.

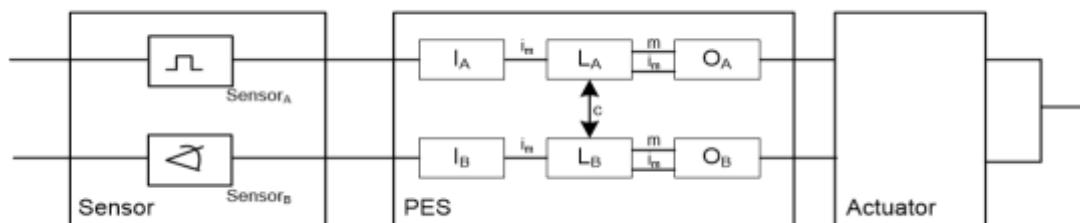
5.3.2 Especificaciones relacionadas a la seguridad y cableado de los sensores de posición y velocidad

5.3.2.1 Esquema general relacionado con la seguridad

La parte de seguridad tiene interfaces de encoder externo e interno para la conexión a los encoder incrementales, digitales y absolutos de uso generalizado en la industria.

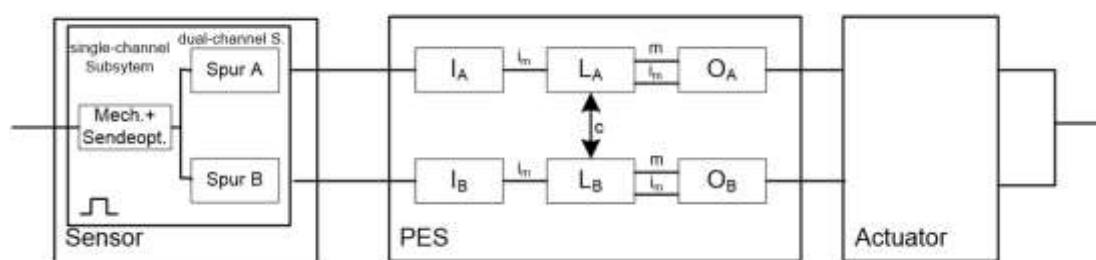
Según el tipo de encoder y su combinación, se pueden alcanzar varios niveles de seguridad. Para el subsistema correspondiente se obtiene el siguiente análisis del sistema:

- **Sistema de sensor de dos canales con procesamiento de señales por separado en doble canal, diagnóstico mediante comparación cruzada en el Sistema electrónico programable (PES).**



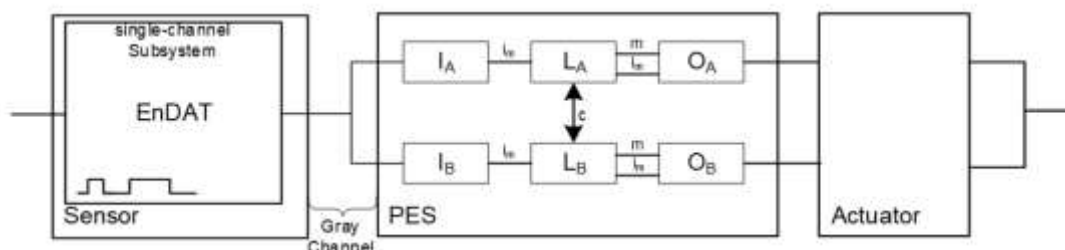
Sensor	Sensor
PES	Sistema electrónico programable (PES)
Actuator	Actuador

- **Sistema de sensor con un subsistema de un solo canal y otro de dos canales (por ejemplo, un encoder incremental). Diagnóstico mediante el procesamiento de señales por separado en dos canales y comparación cruzada en el Sistema Electrónico Programable (PES), así como otros diagnósticos específicos.**



single-channel subsystem	Subsistema de un solo canal
dual-channel S.	Sistema de doble canal.
Sensor	Sensor
PES	Sistema electrónico programable (PES)
Actuator	Actuador

- **Sistema de sensor con un subsistema de un solo canal (por ejemplo, el encoder EnDat 2.2 de Panasonic). Diagnóstico mediante el procesamiento de señales por separado en dos canales y comparación cruzada en el Sistema Electrónico Programable (PES), así como otros diagnósticos específicos.**



Single-channel Subsystem	Subsistema de un solo canal
Sensor	Sensor
Gray channel	Canal Gray
PES	Sistema electrónico programable (PES)
Actuator	Actuador



♦ NOTA

- Para una prueba de seguridad del "Sistema de sensor" se utilizarán los datos del fabricante (MTTFD-tiempo medio para fallo peligroso-, números FIT, etc.) y el grado de cobertura del diagnóstico (DC). En el caso de los encoder digitales seguros (EnDat 2.2, Panasonic), en la prueba del sistema del encoder se deberá aplicar el valor de probabilidad de fallos peligrosos por hora (PFH) del fabricante.

5.3.2.2 Medidas generales de diagnóstico para la interfaz del encoder

Para la detección de fallos en el sistema de sensores, se implementan una serie de medidas de diagnóstico en la parte de seguridad, según los tipos de encoder seleccionados y sus combinaciones. La activación surge de manera automática con la selección del tipo de codificador.

En principio, las medidas de diagnóstico pueden clasificarse según su tipo y eficacia:

Medidas	Cobertura de diagnóstico (DC) [porcentaje]	Notación	Uso
Comparación cruzada de las señales de entrada con resultados inmediatos e intermedios en la lógica (L), así como la temporización y la ejecución del programa lógico, la vigilancia y la detección de fallos estáticos y cortocircuitos (con múltiples entradas y salidas).	99	Se utiliza solo para: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de sensor de doble canal (dos sensores separados) • Subsistema de doble canales de los sensores de un solo canal • Diagnóstico para el subsistema de uno y dos canales de sistemas de sensores especialmente apropiados (encoder SEN/COS) • Funcionamiento dinámico/sin vigilancia de parada 	Vigilancia de sistema de sensor de doble canales y el subsistema de sensor correspondiente para el funcionamiento dinámico No es aplicable para la vigilancia de una parada
Comparación cruzada de señales de entrada sin prueba dinámica	80 a 95	La cobertura de diagnóstico (DC) depende de la frecuencia del estado dinámico, es decir, de la parada o del movimiento y de la calidad de las medidas de vigilancia. (80 a 90% para los encoder incrementales, 95% para los encoder SEN/COS y los encoder digitales)	Vigilancia del sistema de sensores de doble canal y el subsistema correspondiente para un funcionamiento no dinámico Para aplicarse en particular a una vigilancia de parada
Vigilancia de algunas de las características del sensor (tiempo de respuesta, rango de señales analógicas, por ejemplo, resistencia eléctrica,	60	Diagnósticos de características de sensores específicos	Vigilancia del subsistema de un solo canal de los sistemas de sensores de un solo canal

Características de seguridad integradas

capacitancia)			
---------------	--	--	--

5.3.2.3 Tipos de encoder y sus combinaciones, datos característicos de diagnóstico

Para SIL 3 EN 61508 y PL e según EN ISO 13849-1, se requieren dos sistemas de encoder independientes y desacoplados.

Encoder 1	Encoder 2	Dirección de seguridad	Velocidad de seguridad	Posición absoluta de seguridad	Exclusión de fallos	Cobertura de diagnóstico (DC) [porcentaje]		
						Subsistema de un solo canal	Subsistema dinámico de doble canal	Subsistema no dinámico de doble canal
NC (normalmente cerrado)	NC (normalmente cerrado)	-	-	-		-	-	-
Panasonic A6	NC (normalmente cerrado)	✓	✓	✓	Mecanismo de exclusión de fallos Fractura de eje. Requiere una conexión de tipo de bloqueo o fijación del eje del encoder.	90	99	90 a 95
Panasonic A6	Panasonic 3rd Party	✓	✓	✓		-	99	90 a 95
	ABZ	✓	✓	✓		-	99	90 a 95
	SSI (interfaz sincrónica en serie)	✓	✓	✓		-	99	90 a 95
	EnDat 2.2 (no seguro)	✓	✓	✓		-	99	90 a 95

5.3.2.4 Medidas de diagnóstico específicas en relación al tipo de encoder que se utiliza

	Tipo de encoder				
	Interfaz X10A/X10B				Interfaz X9A/X9B
	Panasonic 3rd Party	ABZ	SSI (interfaz sincrónica en serie)	EnDat 2.2 (no seguro)	Panasonic A6
Vigilancia de la tensión de alimentación	✓	✓	✓	✓	✓
Comprobación de plausibilidad para la señal de posición MPUA/MPUB	✓	✓	✓	✓	✓
Comprobación de plausibilidad para la señal de velocidad MPUA/MPUB	✓	✓	✓	✓	✓
Comparación de los valores sin procesar del encoder MPUA/MPUB	✓			✓	✓
Diagnóstico del encoder según el manual de seguridad correspondiente	✓			✓	✓
Control del nivel de diferencia					
Control de los cuadrantes permitidos					
Vigilancia de la señal de contador separada para las pistas A/B					
Vigilancia de la plausibilidad de SIN/COS					
Control del nivel de la señal de entrada					
Vigilancia de la frecuencia de clics			✓		

5.3.2.5 Umbrales de cierre relacionados con la seguridad y sistemas de encoder para la adquisición de posición y velocidad

Como medida básica, se realizan pruebas de plausibilidad con los valores reales de posición y velocidad de la parte de seguridad entre los dos canales de medición A y B que se comparan con los umbrales parametrizables.

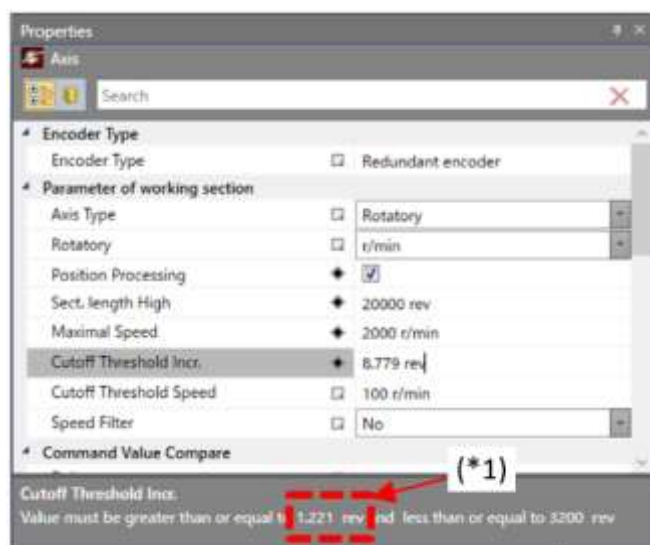
■ Incremento del umbral de corte (Cutoff Threshold Incr.)

El incremento del umbral de corte describe la variación de posición aceptable entre los dos canales de procesamiento A y B en las unidades del sistema de medición. El usuario debe ser muy cauteloso al manejar este parámetro y configurar un valor apropiado del incremento del umbral de corte a aplicarse. El rango de incremento de este umbral de corte toma en cuenta una pequeña desviación en la parte de seguridad y está definido en PANATERM for Safety. El pequeño desvío en la parte de seguridad proviene de la normalización de la posición debido a que se evita el uso del cálculo de flotación de la unidad central de proceso (CPU) y los tiempos de diagnóstico adicionales.

El desvío depende de la longitud de la sección Alta y de la resolución del encoder, entre otros, y su valor se muestra en el incremento del umbral de corte. El área de descripción se indica con un marco punteado (*1) en el diagrama que se muestra a continuación.

El usuario debe tomar en cuenta la desviación cuando establece el incremento del umbral de corte.

- Por ejemplo, cuando la desviación es de 1.221 impulsos por revolución y la desviación mecánica permitida es de 10 impulsos por revolución, entonces el incremento del umbral de corte puede ajustarse a 8.779 impulsos por revolución.



Valor de desviación del Incremento del umbral de corte.

Cutoff Threshold Incr.	Incremento del umbral de corte (Cutoff Threshold Incr.)
Value must be greater than or equal to 1.221 rev and less than or equal to 3200 rev	El valor debe ser mayor o igual a 1.221 rev. y menor o igual a 3200 rev.

■ Cut off Threshold Speed (Velocidad del umbral de corte)

La velocidad del umbral de corte describe la variación de velocidad aceptable entre los dos canales de adquisición A y B.

Las funciones de diagnóstico están disponibles dentro del diálogo SCOPE de la herramienta de parametrización a fin de determinar los valores de los parámetros óptimos para la aplicación.

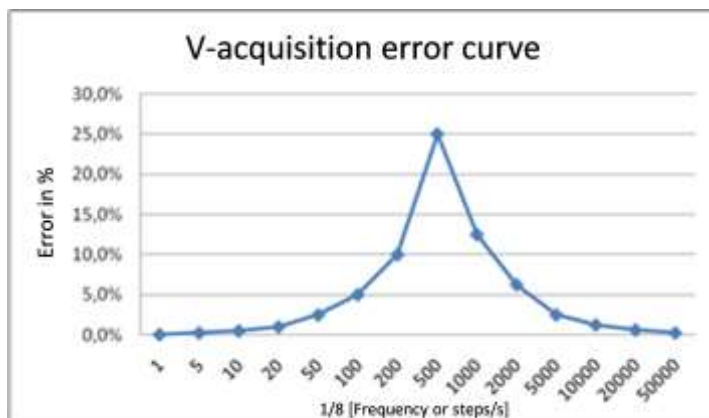


◆ NOTA

- La velocidad y la aceleración son valores adquiridos con una resolución digital mínima. Esta situación limita la velocidad y aceleración más bajas que puedan adquirirse y establece el ancho de paso digital para los valores introducidos.

■ Resolución de velocidad

La velocidad se adquiere mediante un procedimiento de medición de frecuencia a una frecuencia de 4 kHz o 4000 pasos por segundo. Por debajo de esa frecuencia se utiliza un procedimiento de medición de tiempo. Esto da lugar a la siguiente curva de error de adquisición:



Error in %	Error en %
V-acquisition error curve	Curva de error de adquisición V
1/8 [Frequency or steps/s]	1/8 [frecuencia o paso/s]



Notas relacionadas a la seguridad

- El error puede optimizarse mediante la selección apropiada de la resolución del sensor para cada caso de uso.
- Para aplicaciones con resolución limitada o variación de tiempo de la señal de muestreo, la operatividad de las funciones de vigilancia utilizadas puede mejorarse mediante el uso de un filtro de valor medio. Las interferencias digitales de los sensores pueden "suavizarse" mediante el uso de un filtro de valor medio. Sin embargo, esto se logra a costa de un mayor tiempo de respuesta de todo el sistema.
- El tiempo del filtro puede ajustarse de manera variable entre 0 y 64 en pasos de 8. La dimensión es "ms". Para determinar el tiempo de respuesta de todo el sistema, los tiempos de filtrado deben añadirse a los tiempos de respuesta dados en la parte de seguridad.
- Para una evaluación de seguridad del "Sistema de sensor" se deben utilizar los datos del fabricante (MTTFD, números FIT, etc.).
- Si el fabricante requiere diagnósticos específicos para resguardar los datos característicos relacionados a la seguridad dados, éstos deben probarse con respecto al encoder específico según la tabla "Medidas de diagnóstico específicas para sensores de posición y velocidad" descrita anteriormente. En caso de existir dudas, es indispensable solicitar las aclaraciones necesarias al fabricante.
- Los valores del DC indicados en la tabla deben utilizarse de forma moderada y mantenerse las condiciones límite.
- Para determinar el valor DC de las funciones de seguridad con vigilancia de parada, es necesario que en esas circunstancias se evalúe la frecuencia del estado dinámico. Como valor orientativo, se podría considerar un DC del 90%.
- La resolución de problemas está permitida de acuerdo con las normas aplicables. Las condiciones límite establecidas deben mantenerse de forma permanente.
- En caso de que se necesiten varios sistemas de sensores para el correcto funcionamiento de una única función de seguridad, los valores de sus componentes deben combinarse de manera correcta, según el procedimiento seleccionado. Esto también se aplica a la combinación de sensores digitales y analógicos (por ejemplo, velocidad reducida segura en el caso de una puerta de protección abierta = contacto de la puerta + encoder para la adquisición de la velocidad).
- Mediante la selección adecuada de la resolución del sistema de sensores, se puede lograr una tolerancia suficientemente pequeña en relación con cada umbral de las funciones de seguridad individuales.
- Cuando se utiliza el filtro de entrada del encoder, el aumento del tiempo de respuesta debe tenerse en cuenta al evaluar la función relacionada a la seguridad.

5.3.2.6 Prueba relacionada con la seguridad de los tipos de encoder y sus combinaciones

Debido a las funciones de vigilancia implementadas en el módulo MDSMD, no hay requisitos iniciales especiales del esquema interno de la electrónica del encoder, es decir, por regla general se pueden utilizar encoders estándar.

Habitualmente, se requiere una prueba de seguridad del esquema general. Para ello se debe utilizar la información del fabricante sobre el encoder (tiempo promedio hasta la aparición de un fallo peligroso [MTTFD], número de fallos en el tiempo [FIT], y las coberturas de diagnóstico (DC) de las tablas de DC para Sensores/Entradas digitales.

Cuando se utilicen encoders individuales, se requerirá como mínimo una exclusión de fallos para la cadena de accionamiento mecánico, así como el componente de un solo canal en observación, para las prescripciones aplicables de la norma EN ISO 13849-1. Las Notas en 5.3.2 también deben tomarse en cuenta.

El nivel de rendimiento d (PL d) y superior según EN ISO 13849-1 se obtiene generalmente mediante una combinación de dos encoders con tecnologías básicamente diferentes y una conexión mecánica separada.

El uso de un encoder compacto con disposición interna de doble canal de diferentes tecnologías es igualmente adecuado para usos hasta de nivel de rendimiento e (PL e) según EN ISO 13849-1, aunque considerando las exclusiones de fallos específicamente requeridas y su permisibilidad. Por regla general, deben utilizarse encoders con características de seguridad comprobadas cuyo nivel de seguridad se corresponda al menos con el nivel requerido.



Notas relacionadas a la seguridad

- Deben observarse las medidas de compatibilidad electromagnética (CEM), tales como la protección, etc.
- Se permite el uso de un encoder estándar o una combinación de encoders estándar. Tanto para un esquema general de encoders, como para otros sensores/elementos de conmutación para la activación de la función de seguridad, la parte de seguridad y el canal de cierre, se requiere una prueba relacionada con la seguridad. Para determinar el nivel de seguridad alcanzado, se debe referenciar, entre otras cosas, a los datos proporcionados por el fabricante (tiempo promedio hasta la aparición de un fallo peligroso [MTTFD], número de fallos en el tiempo [FIT], y la cobertura de diagnóstico (DC) indicada en 5.3.2 .
- Cuando se utiliza un solo encoder, se requiere la exclusión de una rotura de eje o de un fallo en la conexión del encoder mecánico. Para ello, deben adoptarse las medidas adecuadas, por ejemplo, un montaje positivo del encoder mediante una ranura y una llave o un pasador de bloqueo. Se deben tener en cuenta las notas aplicables del fabricante, así como los requisitos de la norma EN ISO 13849-1 y la permisividad de la exclusión de fallos.
- Para los encoders simples se deben utilizar preferentemente solo los encoders que tengan características de la seguridad comprobadas. El nivel de seguridad de este encoder debe corresponder al menos al nivel de seguridad deseado del esquema general. Deben observarse las notas del fabricante con respecto a las medidas de diagnóstico, la fijación mecánica y las medidas de suministro de tensión.
- Encoder SIN/CON: La disposición interna del sistema de sensores debe diseñarse de tal manera que la generación de señales de salida en las dos pistas sean independientes entre sí y se puedan descartar los fallos de causa común. Además, se debe probar la disposición mecánica, por ejemplo, la sujeción del disco del encoder al eje. Se deben utilizar preferentemente solo los encoders que tengan características de seguridad comprobadas.
- Al utilizar encoders compactos con disposición interna de dos canales, por ejemplo SSI + incremental/SinCos, deberán tenerse en cuenta las indicaciones del fabricante con respecto a las características de seguridad, las medidas de diagnóstico, la fijación mecánica y las medidas para la alimentación de la tensión. El nivel de seguridad del encoder debe corresponderse por lo menos con el nivel de seguridad deseado para el esquema general. Se deben utilizar preferentemente los encoders que tengan características de seguridad comprobadas.
- Si se utiliza un procesamiento de posición activo hasta SIL3 EN61508 y PL e EN ISO 13849-1, debe utilizarse un encoder absoluto en al menos una de las dos interfaces de encoder.
- Cuando se utilicen dos sensores equivalentes, recuerde que el sensor de mayor resolución está configurado como Sensor 1 (sensor de proceso) y el de menor resolución está configurado como Sensor 2 (sensor de referencia).

El módulo MDSMD detecta los siguientes fallos:

- Cortocircuitos entre las líneas de señal relacionadas con la seguridad
- Interrupciones de las líneas de señal relacionadas con la seguridad
- Atascado en 0 o 1 en una o en todas las líneas de señal de seguridad

Para cada tipo de encoder, se asignan más diagnósticos específicos para la detección de fallos del sistema de encoder externo. Cada una de las medidas de diagnóstico se enumeran en función de los tipos de encoder individuales con las condiciones límite.



Notas relacionadas a la seguridad

- Por su naturaleza, las medidas de diagnóstico presentan tolerancias que son el resultado de una medición inexacta. Estas tolerancias deben tomarse en cuenta en la evaluación de seguridad.
- Las condiciones límite de cada una de las medidas de diagnóstico son parcialmente parametrizables y parcialmente fijas. Las coberturas de diagnóstico resultantes deben evaluarse según la aplicación y considerarse en la prueba general de la seguridad.



Cuidado

- Los encoders no deben conectarse o desconectarse durante su funcionamiento. Los componentes eléctricos de la interfaz del encoder podrían resultar severamente dañados.
- Desconecte la tensión del encoder conectado y de este producto antes de conectar o desconectar las conexiones del encoder.
- Con los encoders alimentados externamente, preste atención a la desconexión de la tensión de alimentación externa (por ejemplo, el convertidor).
- Para las señales de datos y de reloj y las pistas A y B, se deben utilizar cables de par trenzado para la transmisión de señales según RS485. Al seleccionar la sección transversal del cable, se debe considerar el uso actual del encoder y la longitud del cable en la instalación para el caso específico.

5.3.2.7 Configuración del sensor

Las variables de entrada más importantes para las funciones de vigilancia de la parte de seguridad son la posición segura, la velocidad y la aceleración. Estos son generados en forma de doble canal por los sistemas de sensores conectados. Para el nivel de rendimiento e (PL e) según EN ISO 13849-1, se requiere una infraestructura correspondiente a la categoría 4, es decir, una adquisición continua de doble canal con una cobertura de diagnóstico alta. Para todos los elementos de un solo canal (por ejemplo, la conexión mecánica del sensor/encoder con un solo eje/fijación), las exclusiones de fallos pueden definirse según la norma EN ISO 13849-2. Para el nivel de rendimiento d (PL d) según EN ISO 13849-1, podrá trabajar con una cobertura de diagnóstico reducida. Teniendo en cuenta las exclusiones de fallo permitidas según la EN ISO 13849-2, en determinadas circunstancias incluso los sensores simples pueden ser adecuados (solo para la vigilancia de velocidad).

La configuración segura de la parte de seguridad debe ser el resultado de la aplicación de seguridad del control de seguridad.

Estos datos de configuración se crean con la herramienta de configuración suministrada (PANATERM for Safety) o mediante la edición de archivos de configuración. Encontrará más información sobre la configuración en los documentos de la herramienta de configuración provistos.

5.4 Interfaz del actuador

5.4.1 Especificaciones relacionadas con la seguridad y el cableado de las salidas digitales seguras (SDO)

La parte de seguridad provee 2 salidas digitales del semiconductor redundantes y seguras (SDO). Las salidas del semiconductor están dispuestas en forma de dos canales y son de conmutación positiva. La categoría de seguridad máxima posible, como el nivel de rendimiento se determinan según EN ISO 13849-1.

5.4.1.1 Diagnósticos de las salidas digitales seguras (SDO)

La parte de seguridad proporciona funciones de diagnóstico expansivas para el circuito de cierre. Ciertas funciones de diagnóstico también incluyen la parte externa del canal de cierre.

Dependiendo del uso de estas funciones de diagnóstico se generarán distintos valores de cobertura de diagnóstico (DC).

Funciones de diagnóstico internas

Elemento	Descripción
Lectura cruzada de las salidas digitales seguras (SDO)	Las salidas digitales seguras (SDO) de la parte de seguridad están dispuestas en canales duales. Se realiza la comparación cruzada del estado de las señales de salida de manera continua. Las salidas digitales seguras (SDO) se establece a un nivel Alto solo cuando ambos subsistemas de salida están en el nivel Alto, caso contrario, se establece a un nivel Bajo.
Prueba cíclica de la capacidad de cierre de las salidas digitales seguras (SDO)	En el estado de encendido, se prueban las salidas digitales seguras (SDO) para verificar su correcto funcionamiento con un pulso de prueba cíclico, en el que la salida se establece al valor Bajo para un período de prueba de < 500µs.

Diagnóstico del cableado externo (parametrizable)

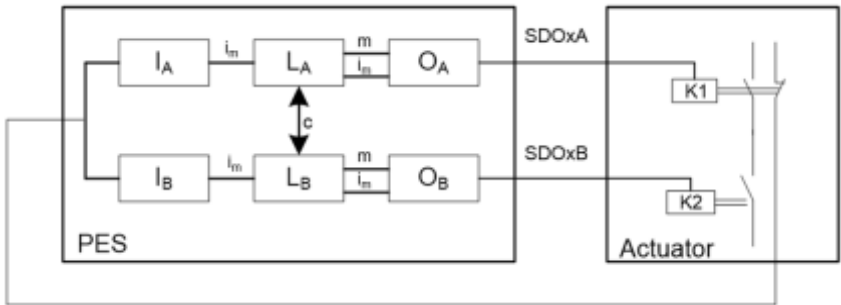
Elemento	Descripción
Vigilancia del dispositivo externo (EDM)	<p>Es la función de vigilancia del interruptor de posición de los dispositivos externos (actuadores). El estado del actuador se lee desde su contacto auxiliar (por ejemplo, contacto auxiliar de protección) en el control de seguridad, por lo que deben emplearse contactos de apertura positiva en el actuador. La conexión de la aplicación de seguridad se permite únicamente a través de la función de vigilancia del dispositivo externo (EDM) si el circuito de realimentación está cerrado. Si, por ejemplo, los contactos principales están soldados a un único contactor, el contacto de apertura positiva garantiza que el contacto de señal auxiliar del circuito de realimentación permanezca abierto y se detecte un fallo. Para incrementar el DC se recomienda proporcionar un contacto auxiliar con una señal de pulso de prueba (TDO).</p> <p>La prueba por medio de la EDM solo es posible con el actuador apagado. Para el nivel de rendimiento d (PL d) y la categoría de seguridad 3, así como para SIL 2 y HFT 1, se debe llevar a cabo un procedimiento de cierre mínimamente cada 12 meses. Para el nivel de rendimiento e (PL e) y la categoría de seguridad 4, así como para SIL 3 y HFT 1, se debe llevar a cabo un procedimiento de cierre por lo menos una vez por mes.</p>

5.4.1.2 Infraestructura de los elementos de salida

En este capítulo se hace una descripción de la infraestructura interna de las salidas. Las salidas digitales seguras (SDO) se disponen de forma redundante y se establecen solo a un nivel Alto cuando ambos canales dan la señal de habilitación.

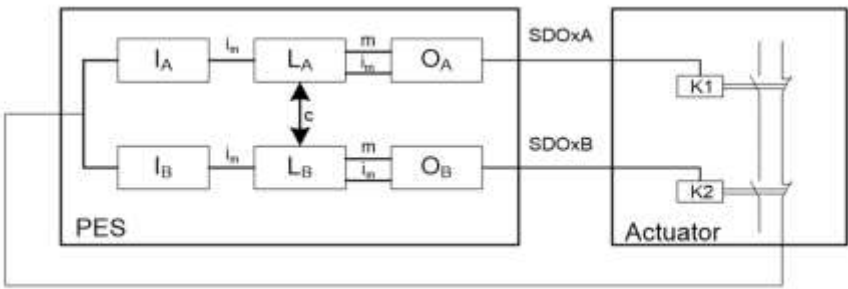
En las que figuran a continuación, se toma un contactor (o relé) como ejemplo de un actuador.

■ En las siguientes explicaciones, se toma un contactor (o relé) como ejemplo de un actuador.



PES	Sistema electrónico programable (PES)
Actuador	Actuador

■ Parte de seguridad con salida de doble canal y actuador de doble canal con diagnóstico de doble canal



PES	Sistema electrónico programable (PES)
Actuador	Actuador

Una función de diagnóstico interna del dispositivo verifica cíclicamente el correcto funcionamiento de las salidas digitales en el estado de encendido. En esta prueba de plausibilidad, la salida binaria se fija en su respectivo valor inverso para el período de prueba ($< 500\mu s$), es decir, cada salida se fija en un lapso corto en 0V de corriente CC.

En caso de que se detecten fallos, la parte de seguridad cambia al modo de alarma/fallo.

La parte de seguridad tiene rutas de procesamiento de señales completamente separadas para cada salida segura.

La opción de la parte de seguridad proporciona funciones de diagnóstico expansivas para el subsistema de salida, con el propósito de obtener los valores de cobertura de diagnóstico (DC) más altos posibles. Cabe señalar en particular que los elementos para la amplificación de la conmutación como los relés, contactores, etc. deben incluirse en el circuito de cierre.

Para la prueba de seguridad del sistema general se pueden utilizar los valores de cobertura de diagnóstico (DC) del sistema de sensores de entrada que figuran en el capítulo "Valores de diagnóstico".



◆ **NOTA**

- Se debe tener en cuenta la capacidad de salida máxima de cada salida binaria.
- Para las aplicaciones relacionadas con la seguridad, solo se pueden utilizar elementos de conmutación externos con una corriente de mantenimiento mínima (corriente de fuga) de $> 0,5mA$.

5.4.1.3 Descripción general de la cobertura de diagnóstico (DC) relacionada con las funciones de diagnóstico seleccionadas

Medidas	Cobertura de diagnóstico (DC) [porcentaje]	Notación	Uso
Vigilancia de las salidas a través de un canal sin prueba dinámica	0 a 90	La cobertura de diagnóstico DC depende de la frecuencia de conmutación En el uso de elementos para las funciones de amplificación de la conmutación (relés o contactores externos), solo son efectivos en lo que respecta a la función de lectura del contacto de conmutación	Vigilancia de salidas y actuadores electromecánicos, neumáticos o hidráulicos
Canal de cierre redundante con vigilancia de uno de los elementos de la controladora	90	El uso de elementos para las funciones de amplificación de la conmutación (relés o contactores externos), solo es efectivo en lo que respecta a la función de lectura de los contactos de conmutación	Vigilancia de las salidas que funcionan directamente como circuito de seguridad o vigilancia de los circuitos de seguridad con elementos de amplificación de conmutación o válvulas de control neumáticas/hidráulicas en relación con la función de relectura de su estado de conmutación
Comparación cruzada de las señales de entrada con resultados inmediatos e intermedios en la lógica (L), así como la temporización y la ejecución del programa lógico, la vigilancia y la detección de fallos estáticos y cortocircuitos (con múltiples entradas y salidas).	99	El uso de elementos para las funciones de amplificación de la conmutación (relés o contactores externos), solo es efectivo en lo que respecta a la función de lectura de los contactos de conmutación Para aplicaciones de demanda más frecuente de cierre de seguridad, se debe llevar a cabo una prueba a intervalos cortos, por ejemplo, al inicio de cada turno, 1 x por semana Por otro lado, se debe llevar a cabo una prueba al menos una vez al año	Vigilancia de las salidas que funcionan directamente como circuito de seguridad o vigilancia de los circuitos de seguridad con elementos de amplificación de conmutación o válvulas de control neumáticas/hidráulicas en relación con la función de relectura de su estado de conmutación

5.4.2 Especificaciones relacionadas con la seguridad y el cableado de los controles de freno seguro (SBC)

Para el control de freno (SBC), la parte de seguridad proporciona una salida del semiconductor redundante y segura para cada eje. La salida del control de freno seguro (SBC) está dispuesta en forma de dos canales y consiste en una combinación de alto/bajo.

La categoría de seguridad máxima posible y el nivel de rendimiento se determinan según la EN ISO 13849-1.

5.4.2.1 Diagnóstico del control de freno seguro (SBC)

La parte de seguridad del control de seguridad proporciona funciones de diagnóstico expansivas para el circuito de cierre. Ciertas funciones de diagnóstico también incluyen la parte externa del canal de cierre. Dependiendo del uso de estas funciones de diagnóstico se generarán distintos valores de cobertura de diagnóstico (DC).

Funciones de diagnóstico internas

Elemento	Descripción
Lectura cruzada de la señal de salida del control de freno seguro (SBC)	El control de freno seguro (SBC) de la parte de seguridad está ubicado en dos canales. Se realiza la comparación cruzada del estado de las señales de salida continuamente. El control de freno seguro (SBC) se activa solo cuando ambos subsistemas de salida están a un nivel Alto, de lo contrario, permanecen inactivos.
Prueba cíclica de la capacidad de cierre del control de freno seguro (SBC)	En el estado de encendido, el control de freno seguro (SBC) se prueba para su correcto funcionamiento con un pulso de prueba cíclico, en el que la salida se prueba en el estado inactivo durante un período de prueba de < 500µs.

Diagnóstico del cableado externo (parametrizable)

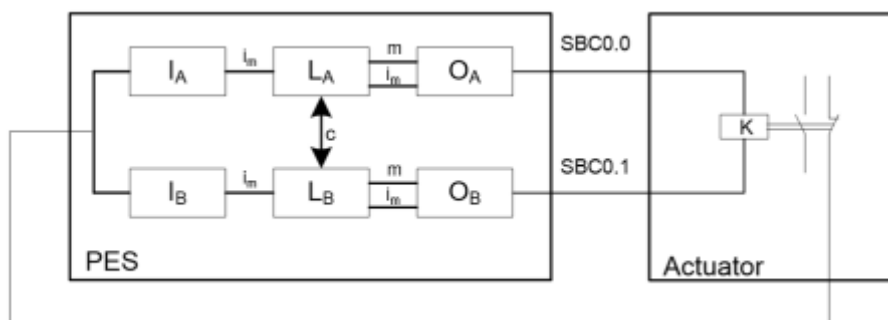
Elemento	Descripción
Vigilancia del dispositivo externo (EDM)	<p>Es la función de vigilancia del interruptor de posición de los dispositivos externos (actuadores). El estado del actuador se lee desde su contacto auxiliar (por ejemplo, contacto auxiliar de protección) en el control de seguridad, por lo que deben emplearse contactos de apertura positiva en el actuador. La conexión de la aplicación de seguridad se permite únicamente a través de la función de vigilancia del dispositivo externo (EDM) si el circuito de realimentación está cerrado. Si, por ejemplo, los contactos principales están soldados a un único contactor, el contacto de apertura positiva garantiza que el contacto de señal auxiliar del circuito de realimentación permanezca abierto y se detecte un fallo. Para incrementar el DC se recomienda proporcionar un contacto auxiliar con una señal de pulso de prueba (TDO).</p> <p>La prueba por medio de la EDM solo es posible con el actuador apagado. Para el nivel de rendimiento d (PL d) y la categoría de seguridad 3, así como para SIL 2 y HFT 1, se debe llevar a cabo un procedimiento de cierre mínimamente cada 12 meses. Para el nivel de rendimiento e (PL e) y la categoría de seguridad 4, así como para SIL 3 y HFT 1, se debe llevar a cabo un procedimiento de cierre por lo menos una vez por mes.</p>

5.4.2.2 Infraestructura del control de freno seguro (SBC)

En este capítulo se hace una descripción de la infraestructura interna de las salidas. La del control de freno seguro (SBC) se encuentra en dos canales y consiste en una combinación de Alto/Bajo. La salida solo se activa cuando ambos canales dan la señal de habilitación.

En las que figuran a continuación, se toma un contactor (o relé) como ejemplo de un actuador. Si desea utilizar un actuador de doble canal, utilice la configuración SDOxA y SDOxB descrita en "5.4.1.2 Infraestructura de los elementos de salida".

■ **Parte de seguridad con salida de doble canal y actuador con diagnóstico de un solo canal**



PES	Sistema electrónico programable (PES)
Actuador	Actuador

Una función de diagnóstico interna del dispositivo verifica cíclicamente la correcta función de las salidas del control de freno seguro (SBC) en el estado encendido. En esta prueba de plausibilidad, la salida binaria se establece en su respectivo valor inverso para el período de prueba (< 500µs), es decir, se testea la capacidad de cierre de cada salida.

En caso de que se detecten fallos, la parte de seguridad cambia al modo de alarma/fallo.

La parte de seguridad cuenta con canales de procesamiento de señal completamente separados para cada salida segura.

La opción de la parte de seguridad proporciona funciones de diagnóstico expansivas para el subsistema de salida, con el propósito de obtener los valores de cobertura de diagnóstico (DC) más altos posibles. Cabe señalar en particular que los elementos para la amplificación de la conmutación como los relés, contactores, etc. deben incluirse en el circuito de cierre.

Para la prueba de seguridad del sistema general se pueden utilizar los valores de cobertura de diagnóstico (DC) del sistema de sensores de entrada que figuran en el capítulo "Valores de diagnóstico".



◆ **NOTA**

- Se debe tener en cuenta la capacidad de salida máxima de cada salida binaria.

- Para las aplicaciones relacionadas con la seguridad, solo se pueden utilizar elementos de conmutación externos con una corriente de mantenimiento mínima (corriente de fuga) de > 0,5mA.



Notas relacionadas a la seguridad

- Las salidas del lado Alto y del lado Bajo del control de freno seguro (SBC) no pueden utilizarse en forma individual para tareas de seguridad. Se permite su uso solo para tareas de seguridad en combinación con los lados Alto y Bajo.

5.4.2.3 Descripción general de la cobertura de diagnóstico (DC) relacionada con las funciones de diagnóstico seleccionadas

Medidas	Cobertura de diagnóstico (DC) [porcentaje]	Notación	Uso
Vigilancia de las salidas a través de un canal sin prueba dinámica	0 a 90	La cobertura de diagnóstico DC depende de la frecuencia de conmutación El uso de elementos para las funciones de amplificación de la conmutación (relés o contactores externos), solo es efectivo en lo que respecta a la función de lectura de los contactos de conmutación	Vigilancia de salidas y actuadores electromecánicos, neumáticos o hidráulicos
Canal de cierre redundante con vigilancia de uno de los elementos de la controladora	90	El uso de elementos para las funciones de amplificación de la conmutación (relés o contactores externos), solo es efectivo en lo que respecta a la función de lectura de los contactos de conmutación	Vigilancia de las salidas que funcionan directamente como circuito de seguridad o vigilancia de los circuitos de seguridad con elementos de amplificación de conmutación o válvulas de control neumáticas/hidráulicas en relación con la función de lectura de su estado de conmutación
Comparación cruzada de las señales de entrada con resultados inmediatos e intermedios en la lógica (L), así como la temporización y la ejecución del programa lógico, la vigilancia y la detección de fallos estáticos y cortocircuitos (con múltiples entradas y salidas).	99	El uso de elementos para las funciones de amplificación de la conmutación (relés o contactores externos), solo es efectivo en lo que respecta a la función de lectura de los contactos de conmutación Para aplicaciones de demanda más frecuente de cierre de seguridad, se debe llevar a cabo una prueba a intervalos cortos, por ejemplo, al inicio de cada turno, 1 x por semana Por otro lado, se debe llevar a cabo una prueba al menos una vez al año	Vigilancia de las salidas que funcionan directamente como circuito de seguridad o vigilancia de los circuitos de seguridad con elementos de amplificación de conmutación o válvulas de control neumáticas/hidráulicas en relación con la función de lectura de su estado de conmutación

5.4.3 Especificaciones relacionadas con la seguridad y el cableado para la “desconexión segura de par” (STO)

Para una retención segura, la parte de seguridad proporciona una salida del semiconductor redundante y segura. Cada eje dispone de una salida de desconexión segura de par (STO). La salida de desconexión segura de par (STO) se encuentra en dos canales y consiste en una combinación de 2x alto/alto.

La función de seguridad de la desconexión segura de par (STO) garantiza que ninguna energía que genere un par pueda actuar sobre un motor y ayuda a prevenir una puesta en marcha no deseado.

La categoría de seguridad máxima posible y el nivel de rendimiento se determinan según la EN ISO 13849-1.

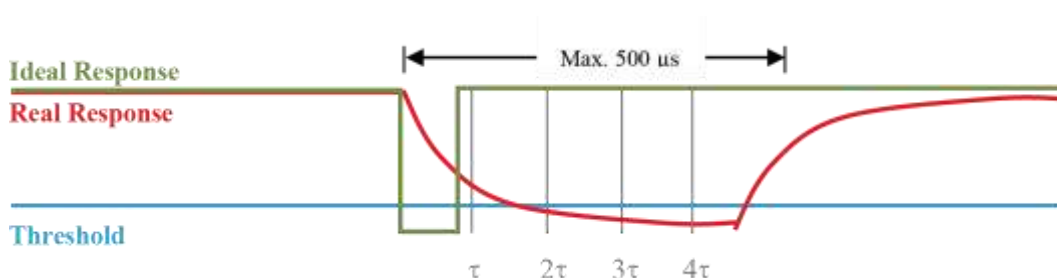
5.4.4 Carga capacitiva e inductiva permitida en salidas seguras

Las salidas seguras de la parte de seguridad tienen un carácter OSSD. Es decir, las salidas se apagan cíclicamente para fines de prueba y se lee el estado.

La prueba de la capacidad de cierre arroja los siguientes criterios/funciones:

- Después de la desconexión de la salida, la tensión de salida puede ser de un máximo de 5.6V.
- El nivel de tensión permitido debe alcanzarse al menos dentro de los 500µs.
- Si se alcanza el nivel de voltaje permitido, la prueba se considera exitosa y la salida se activa de nuevo sin mayor demora.
- Si no se alcanza el nivel de tensión permitido incluso después de 500µs, se dispara una alarma y se desactivan varias salidas seguras (de doble canal para las salidas seguras).

La siguiente imagen muestra la respuesta ideal (curva verde) y típica (curva roja).



Ideal Response	Respuesta ideal
Real Response	Respuesta real
Threshold	Umbral

Para determinar la máxima capacitancia o inductancia permitida, se debe tener en cuenta τ la constante de tiempo de los componentes de los circuitos RC y RL de salida.

Los componentes de RC y RL establecen la siguiente curva de descarga:

El nivel de tensión de máx. 5.6V se alcanza luego de $3t$.

También son válidos:

$$3t \leq 350\mu s$$

$$t \leq 100\mu s$$

Para este contexto

$$t = R.C = \frac{L}{R}$$

se determine la máxima carga capacitiva o inductiva utilizable en relación con su carga resistiva:

$$C_{max} = \frac{t}{R} = \frac{10^{-4}}{R} \quad \text{and} \quad L_{max} = t.R = 10^{-4}R$$

Los valores típicos para la capacitancia C son $C = 20 \text{ nF}$ y para la inductividad $L = 100 \text{ mH}$

6

Puesta en marcha

6.1 Información general

Los requisitos previos para una puesta en marcha satisfactoria son los siguientes:

- El correcto desarrollo del sistema
- El montaje correcto y completo de todos los componentes
- El cableado correcto y completo de todos los componentes
- Un completo entorno de programación con la configuración de las herramientas necesarias
- Mochila (dongle) USB (contraseña) para el software de programación PANATERM for Safety
- Revisión, conocimiento y comprensión de los manuales de instalación y programación de todos los componentes que se utilicen



Trabajar con componentes electrónicos

Destrucción de los componentes eléctricos/riesgo de lesiones por la tensión eléctrica.

- Realizar trabajos de cableado solo con las cualificaciones adecuadas y respetando las instrucciones de seguridad.
- Comprobar el cableado y el aislamiento antes de conectar el suministro de la fuente de alimentación.

6.2 Pasos para la puesta en marcha

Asegúrese de que los siguientes puntos se lleven a cabo de forma correcta y de acuerdo con su aplicación:

- Instalación de este producto:
- El cableado
- La asignación de los terminales y el trazado de los cables
- El cierre de seguridad
- Evitar la puesta en marcha involuntaria del motor por medios adecuados
- Tomar las medidas adicionales pertinentes según la aplicación para evitar poner en peligro a las personas y a las máquinas
- Activar la energía, y, cuando sea apropiado, utilizar una alimentación CC 24V de E/S
- Parametrizar los dispositivos de acuerdo con su aplicación
- Configurar las conexiones del bus de campo de acuerdo con la aplicación cuando sea apropiado
- Realizar una validación (véase el capítulo "Validación")
- Crear un informe de configuración



Antes de que el equipo que se esté poniendo en marcha comience a utilizarse de forma regular, se deberá llevar a cabo una validación (véase "8 Validación").

6.3 Modos de operación

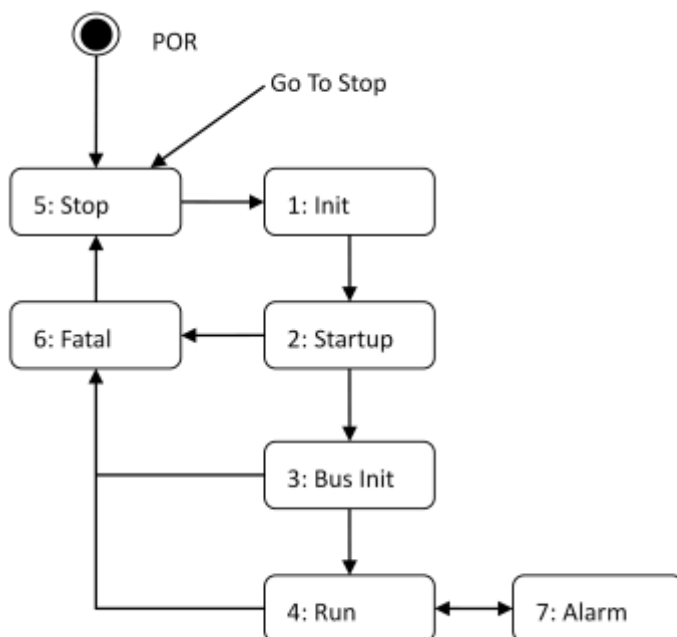
Los siguientes estados se pasan y se envían a la parte de servocontrol para su diagnóstico (visualización por el lado frontal de 7-SEG) después de cada nuevo inicio y funcionamiento sin fallos de la parte de seguridad.

No. de estado	7-SEG	Nombre del estado	Descripción
"1"	"1"	INIT	Inicialización de los MPU y sistema operativo (OS). Se desconectan todas las salidas - estado seguro.
"2"	"2"	STARTUP	Inicialización de la aplicación del usuario. Se desconectan todas las salidas - estado seguro.
"3"	"3"	BUS INIT	Inicialización del bus de campo. Se desconectan todas las salidas - estado seguro.
"4"	"4"	RUN (ejecutar)	Sistema en estado de funcionamiento. Funcionamiento normal del sistema. Se conectan todas las salidas de acuerdo con el estado lógico de la corriente.
"5"	"5"	STOP	El sistema está en estado de no funcionamiento. En el modo Stop, el parámetro y los datos del programa pueden cargarse de forma externa. Se desconectan todas las salidas - estado seguro.
"6"	"F"	FATAL	El sistema está en estado de fallo crítico (FATAL). Se desconectan todas las salidas - estado seguro. El fallo solo puede restablecerse al volver a activar la energía de la parte segura.
"7"	"A"	ALARMA	El sistema está en modo ALERTA. Se desconectan todas las salidas - estado seguro.
	"E"	MUTED ALARM	El sistema indica estado de alerta ECS-, ICS- o ACS- PERO permanece en estado RUN (ejecutar).

■ Estado de la máquina principal (MSM)

El estado de la máquina principal es el estado global del dispositivo, que determina el trabajo de cada función de la parte de seguridad.

Es visible para el usuario a través de los datos de diagnóstico (herramienta y visualización de 7-SEG en la controladora).



Ir a STOP: Una transición a Stop emitida por el usuario (herramientas) es posible en todos los estados

6.4 Reinicio de las funciones

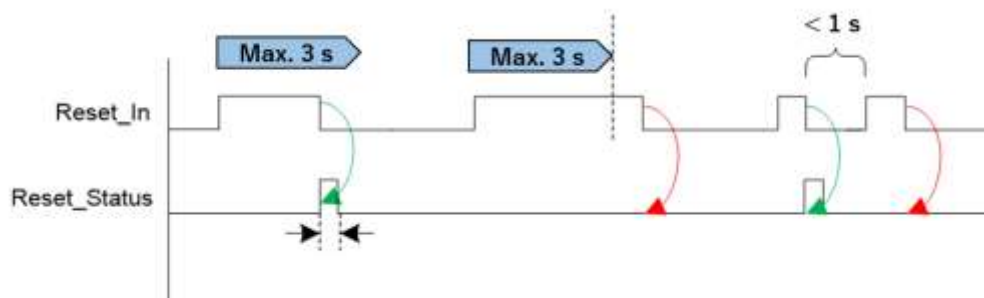
La función de reinicio puede dividirse en una función de puesta en marcha tras el retorno de la tensión (reinicio general) y un restablecimiento de estado/alarma (reinicio interno). Este último se activa mediante el bus (CoE). En la tabla que figura a continuación se ofrece una vista general de las funciones de reinicio y sus efectos.

Tipos de reinicio	Elemento disparador	Nota:
Reinicio general	Retorno de tensión/inicio del equipo	Función de reinicio luego de un cierre completo e inicio del dispositivo
Reinicio interno	Entrada de reinicio	Activación del reinicio interno mediante la configuración de un reinicio de entrada
	CoE	La activación del reinicio interno a través del CoE
	Reinicio de la controladora del servomotor	Activación del reinicio interno a través de la controladora del servomotor

6.4.1 Reinicio del tiempo

La entrada de reinicio para el reinicio interno está sometida a una vigilancia de tiempo en el modo "RUN" (ejecutar). Se activa un reinicio interno con una pendiente descendente del reinicio de entrada bajo la condición $4\text{ms} < T < 3000\text{ms}$ entre la pendiente creciente y la decreciente.

El intervalo de tiempo entre 2 señales de reinicio está sujeto a la vigilancia de tiempo. Se permite un segundo reajuste luego de un cierto tiempo transcurrido ($\geq 1\text{s}$) desde el primer reajuste.

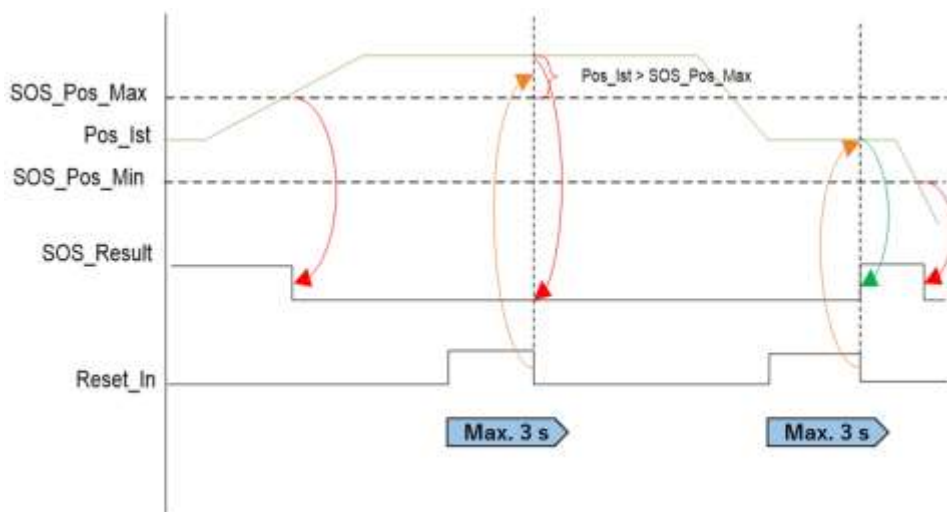


6.4.2 Comportamiento del reinicio

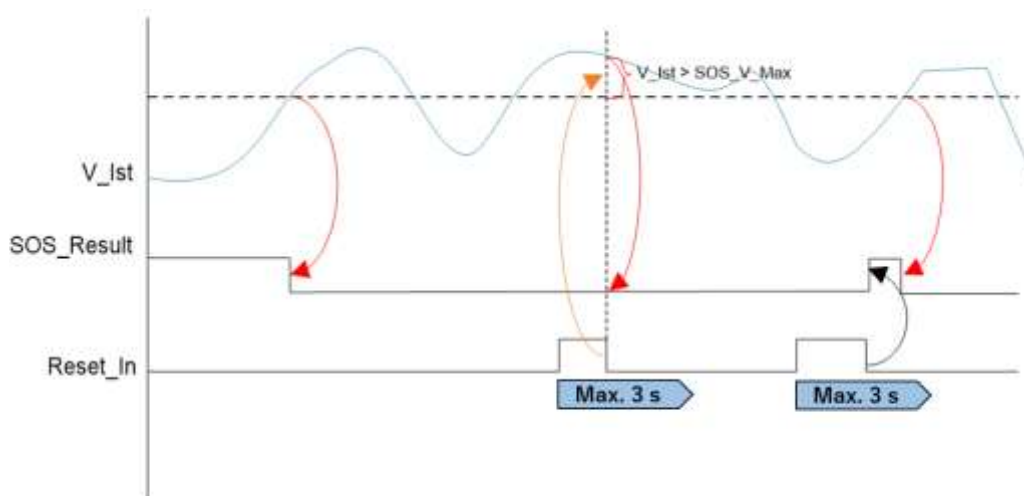
Unidad funcional	Reinicio general	Reinicio interno	Función
Error crítico	✓		Reiniciar fallo
Alarma	✓	✓	Reiniciar la alarma
Funciones de vigilancia	✓	✓	Reinicio de una función de vigilancia requerida
Flip-flop	✓	✓	Estado = reinicio
Temporizador	✓	✓	Temporizador = 0

El estado de la función de vigilancia se restablece luego de un reinicio.

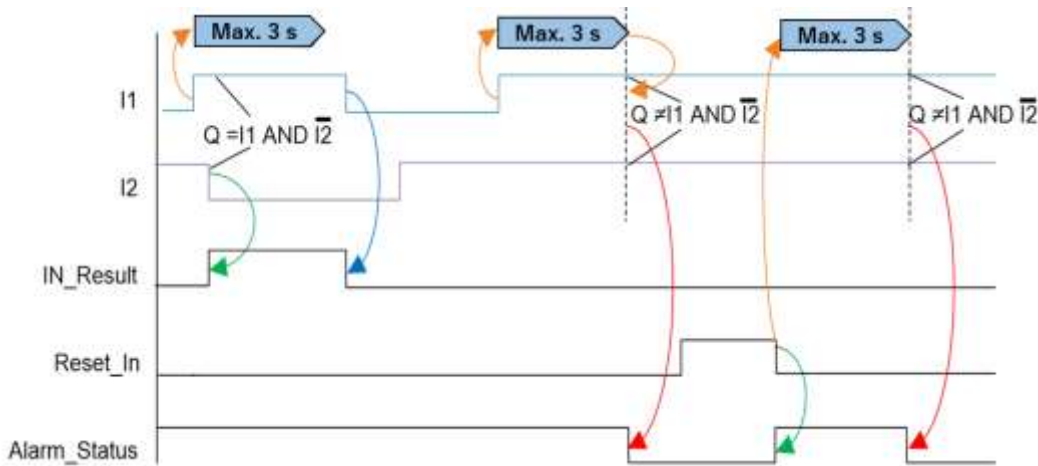
- El restablecimiento de una función de monitoreo segura (SMF) cuyos valores de proceso siguen excediendo los límites parametrizados no lleva a un cambio del estado de salida del SMF afectado.
 - Funciones basadas en el tiempo: los temporizadores generan un reinicio del estado de salida de la función de vigilancia. La reacción se produce solo cuando se renueva la vigilancia de los valores límite parametrizados.
- **Valor del proceso (posición) fuera de los límites parametrizados → los estado de salida no cambian con el reinicio de las condiciones de la alarma**



- **Valor del proceso (velocidad) por encima de los límites parametrizados → el estado de salida no cambia con el reinicio de las condiciones de la alarma**



■ **Funciones basadas en el tiempo → reinicio del estado de salida, reacción al renovar la vigilancia del límite**



Notas relacionadas a la seguridad

- En el caso de las funciones basadas en el tiempo, por ejemplo, la vigilancia de las señales de entrada complementarias, la condición de salida se reinicia y no se detecta como condición de fallo hasta que se vuelve a superar el límite (de tiempo).
- Para evitar un uso incorrecto, por ejemplo, la activación repetida de la función de reinicio para evitar una condición de alarma, se debe tomar una medida adecuada en la programación del PLC, cuando corresponda.

7

Configuración y parametrización

7.1 Configuración y parametrización

La parte de seguridad tiene una configuración que está destinada al procesamiento de las funciones de seguridad.

Estos datos de configuración se crean con la herramienta de configuración suministrada (PANATERM for Safety) o mediante la edición de archivos de configuración y contienen los ajustes del dispositivo, los encoders, los ejes, las secciones de prueba y la interconexión de las funciones de seguridad en la lógica (programa PLC).

Los datos de configuración son enviados por el PANATERM for Safety a la parte de seguridad y se almacenan allí como configuración estándar en una memoria flash (no volátil).

Encontrará más información sobre la configuración en los documentos de la herramienta de configuración provistos.



◆ NOTA

Validación funcional

- **Para garantizar la seguridad de la parte de seguridad, se debe realizar una prueba de funcionamiento de las funciones de seguridad al menos una vez al año. A tales efectos, se debe probar el funcionamiento y cierre de los elementos utilizados en la parametrización (entradas, salidas, funciones de control y elementos lógicos).**

8

Validación

8.1 Validación

Toda función de seguridad que se implementa debe estar validada para asegurar su correcta funcionalidad y confiabilidad.

La validación de las funciones de seguridad deben llevarse a cabo en grado suficiente para verificar la implementación correcta de las medidas planificadas para la reducción de riesgos. Para ello se proporciona una guía mediante la aplicación de estándares tales como EN ISO 13849-2 o DIN EN 61508 entre otras. Por consiguiente, la validación a distintos niveles de acuerdo con las siguientes directrices deberá incluir:

- Validación de la función de seguridad en la herramienta de programación.
- Validación adicional de la función de seguridad en la máquina terminada.
- Realización de pruebas funcionales de las medidas de diagnóstico y de las paradas en caso de fallo.
- Realización de medidas de reconocimiento de fallos, mediante las cuales también se puede comprobar el correcto cableado de la máquina.

La validación de los controles relacionados con la seguridad debe incluir un análisis detallado y una simulación de fallos, cuando proceda, además de las pruebas funcionales.

Este análisis deberá realizarse al principio del proceso de diseño a fin de reconocer los problemas en una etapa temprana.

El alcance de los análisis y pruebas realizados en el marco de la validación depende de la complejidad del control y de su conexión a la máquina o equipo.

Se deberá crear un registro de validación para la validación. Según la complejidad del control o la máquina que se vaya a probar, ese registro incluirá la siguiente información:

- Requisitos para completar la validación
- Las condiciones operativas y ambientales de la validación
- Principios de seguridad fundamentales y probados que se utilizaron y cuya aplicación debe validarse
- Componentes probados utilizados - especificaciones y validación de uso
- Presunción y exclusión de fallos
- Los análisis y pruebas utilizados
- Función de seguridad del controlador o máquina - descripción funcional y guía de prueba

A fin de mantener el rendimiento de los controles relacionados con la seguridad después de la puesta en marcha y validación, se requiere un servicio y mantenimiento regular con pruebas periódicas. Las pruebas periódicas deben presentarse en el plan de validación.

En los capítulos siguientes se diferencia la validación de máquinas individuales de aquellas producidas en serie. En este punto, observe lo siguiente:

- La validación del prototipo de una máquina en serie sigue los mismos principios y procedimientos que para la validación de una máquina o equipo individual.

8.2 Validación de una máquina o equipo individual

8.2.1 Requisitos previos para el análisis y la validación de las medidas de seguridad en el control

Un análisis suficiente de la aplicación de las medidas de seguridad en el control solo puede tener lugar sobre la base de una planificación y documentación adecuadas para un requisito relacionado con la seguridad. Por ello, en el capítulo siguiente se proporcionan directrices además de los análisis que deben realizarse.

El análisis requiere un conocimiento más amplio del principio de funcionamiento y del alcance de los diagnósticos realizados por el control, las categorías alcanzables por el mismo, la exactitud/tolerancias de fallos así como los tiempos de respuesta y su dependencia de otros parámetros. Todo esto se expone en los capítulos correspondientes del manual.

8.2.1.1 Diseño de las funciones de seguridad

El análisis de las funciones de seguridad implementadas se apoya fundamentalmente en el tipo y el método de diseño, disposición y entrada del programa de control de la parte relacionada con la seguridad. Las funciones de seguridad deben estar claramente asignadas y limitadas a las tareas planificadas. Deben describirse de manera suficiente durante el diseño, en especial:

- Los parámetros de activación (por ejemplo, selección de un determinado tipo de módulo controlador, apagado de emergencia activado, puerta de acceso abierta, cortina de luz requerida, etc.) deben nombrarse claramente.
- Deberán citarse las funciones de vigilancia estándar utilizadas, incluidos sus parámetros, cuando corresponda (por ejemplo, SLS con umbral de cierre, SOS y su umbral de respuesta, etc.).

Además, los componentes del equipo pertinentes para la seguridad que se determinen durante el diseño y sus características, deben estar suficientemente documentados para su posterior revisión. Esto incluye en particular:

- El tipo y el alcance de los componentes de control previstos (por ejemplo, la parte de seguridad en el equipo autónomo)
- Propósito, tipo y características de los dispositivos de control, indicadores de posición y condición (por ejemplo, interruptor de modo, cierre de emergencia de doble canal, interruptor de límite de uno o dos canales, etc.)
- Tipos y características de los sensores especiales (por ejemplo, sensores de velocidad o de posición, estructura de la adquisición ya sea de uno o de dos canales, resolución y parámetros de ajuste)
- Por último, durante la planificación se deben analizar los posibles fallos de los componentes relacionados con la seguridad y diseñar sus diagnósticos y contramedidas. Se pueden diseñar diagnósticos y contramedidas en la aplicación a través de las correspondientes funciones del programa, así como también usar las funciones de diagnóstico en el control de la seguridad. Entre los fallos y diagnósticos se pueden encontrar:
 - Fallo de las piezas de conmutación de los dispositivos de control o de los indicadores de posición y su diagnóstico (por ejemplo, cierre de emergencia de doble canal con vigilancia, expectativas, etc.)
 - Cortocircuitos en el cableado periférico y su diagnóstico (por ejemplo, utilización de pulsos, piezas de conmutación complementarias o expectativas)
 - Fallo en los sistemas de sensores especiales, como los sensores de velocidad y posición y sus diagnósticos (por ejemplo, la estructura de la adquisición, los diagnósticos realizados por el control y sus designaciones)

8.2.1.2 Esquema del programa y su implementación

Contar con una programación y un programa estructurados es fundamental para la validación posterior. El software PANATERM for Safety se desarrolló específicamente para controles de seguridad y ofrece una plataforma excelente para la incorporación de una programación y una entrada del programa mediante una estructura clara e individualizada para la función de seguridad.

Se recomienda especialmente usar un esquema de hoja por hoja y asignaciones funcionales. Para una buena legibilidad y poder revisarse con claridad, se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

- La programación debe armarse con antelación a la entrada real y las funciones lógicas deben estar lo suficientemente descriptas en el diseño (por ejemplo, la tabla de valores verdadero-falso, etc.).
- Durante la implementación del programa se debe mantener una buena legibilidad, las líneas de conexión para las funciones lógicas y otras señales deben estar bien separadas entre sí y evitar que se crucen en la medida de lo posible.
- Los componentes activados deben ser identificados con sus abreviaturas y la descripción de la función en el diagrama del circuito.
- El preprocesamiento de señales con múltiples aplicaciones debe introducirse en páginas separadas con las señales claramente identificadas.
- Las funciones de seguridad y sus activaciones deben estar claramente dispuestas, cuando corresponda, de hoja por hoja. Las hojas deben tener nombres adecuados a las funciones de seguridad.
- Los canales de cierre requeridos para las múltiples funciones de seguridad deben ingresarse de la misma manera, en hojas separadas con identificaciones claras.

8.2.2 Revisión teórica y análisis de las funciones de seguridad implementadas

Una vez finalizada la planificación y programación de las funciones de seguridad, se recomienda realizar una revisión teórica y un análisis de las medidas de seguridad antes de la puesta en marcha. Esta revisión debería repetirse de forma iterativa según las condiciones y el procedimiento reales si durante la puesta en marcha se implementan ajustes y funcionalidades adicionales o modificadas. La revisión y el análisis constan de las siguientes partes:

- Revisión del nivel de rendimiento alcanzado según EN ISO 13849-1 y para el nivel de integridad de seguridad alcanzado (SIL) según EN ISO 61508.
- Revisión de la correcta implementación de las disposiciones para los componentes utilizados y su diagnóstico de fallos.
- Revisión de la correcta implementación de las funciones lógicas y las funciones de seguridad estándar.
- Análisis de los tiempos de respuesta alcanzables y su revisión en relación con las disposiciones para el diseño.

8.2.2.1 Revisión del nivel de rendimiento según la norma DIN EN ISO 13849-1 y SIL según la norma DIN EN 61508

Una vez finalizada la planificación, debe determinarse si el nivel de rendimiento requerido (PL r) y el SIL determinado durante el procedimiento de evaluación de riesgos se logran con el sistema y los componentes seleccionados, sus características y los diagnósticos que se utilizarán para cada función de seguridad.



♦ NOTA

- Para validar el nivel de rendimiento y el SIL alcanzados, deben utilizarse los parámetros de seguridad que figuran en los respectivos manuales (probabilidad de fallos peligrosos por hora (PFH) y categoría, idoneidad del SIL, etc.).
- Para las categorías establecidas y las estructuras relacionadas con la seguridad, así como para la clasificación de los diagnósticos disponibles en el control de seguridad y que son realmente utilizados, deben tenerse en cuenta los datos proporcionados en el manual.
- La determinación real del PL y el SIL debe llevarse a cabo de acuerdo con las disposiciones estándar. Se hace referencia expresa a la literatura aplicable sobre este tema.

Las personas encargadas de realizar esta revisión deben tener un conocimiento suficiente de los procedimientos de cálculo y sus principios fundamentales.

Para la revisión del nivel de rendimiento según la norma EN ISO 13849-1, se recomienda realizar la revisión teórica utilizando la herramienta de software gratuita SISTEMA.

8.2.2.2 Revisión de la implementación correctamente diseñada de los componentes y sus funciones

Después de la entrada completa, se deberán evaluar los criterios fundamentales y la integridad de los componentes, las funciones lógicas, así como las funciones de los controles de seguridad. Se recomienda que esto se lleve a cabo utilizando una copia impresa del programa. Con la entrada estructurada del programa y la consideración del etiquetado (véase más arriba), se puede llevar a cabo una revisión de forma sencilla y clara. Cuando corresponda, después de las correcciones a la entrada del programa, se deberá aplicar un etiquetado adicional si no se puede determinar una asignación clara durante la revisión. Esto también ayuda a la posterior revisión práctica de la funcionalidad diseñada.

8.2.2.3 Determinación y revisión de los tiempos de respuesta

El tiempo de respuesta es una característica importante relacionada con la seguridad y debe considerarse para toda aplicación/función de seguridad específica de la aplicación. En el siguiente capítulo se enumeran los tiempos de respuesta de las distintas funciones, que también pueden depender potencialmente de otros parámetros. Si estas entradas no son suficientes para una aplicación específica, el comportamiento del tiempo debe validarse frente al comportamiento esperado mediante mediciones separadas. Esto se aplica en particular a la utilización de las funciones de filtro.



Deterioro significativo de la seguridad en caso de tiempos de respuesta definidos incorrectamente

Los tiempos de respuesta se determinarán de acuerdo con la función de seguridad de cada aplicación y deberán compararse con los valores reales utilizando los siguientes datos.

Se debe tener especial precaución al utilizar las funciones de filtro. De acuerdo con la duración y el tiempo del filtro, puede surgir una ampliación significativa del tiempo de respuesta que debe tenerse en cuenta durante el diseño relacionado con la seguridad.

Para tareas especialmente críticas, la respuesta del tiempo debe validarse mediante mediciones.

En el momento del inicio del dispositivo/alarma o del restablecimiento del fallo, en algunas circunstancias (dependiendo del programa de aplicación) las salidas pueden activarse durante todo el tiempo de respuesta. Esto debe tenerse en cuenta cuando se planean las funciones de seguridad.

Tiempos de respuesta en operaciones estándar

El tiempo de ciclo del sistema de la parte de seguridad es fundamental para el cálculo de los tiempos de respuesta.

Este tiempo es el **ciclo $T = 4 \text{ ms}$** .

Los tiempos de respuesta dados corresponden a la duración máxima para cada caso de uso específico dentro de la parte de seguridad.

Según el caso de uso, deben añadirse otros tiempos de respuesta dependientes de la aplicación del sistema del sensores y actuadores utilizados para obtener la duración total.

Función	Tiempo de respuesta [ms] (Nota 2)	Explicación
Activación de la salida digital a través de la entrada digital	8	Lectura de la información de entrada y conmutación de la salida (información de salida.)
Desactivación de la salida digital a través de la entrada digital.	8	Lectura de la información de entrada y desactivación de la salida (información de salida).
Activación de una función de vigilancia mediante la señal ENABLE (habilitar) con la posterior desactivación en la salida digital.	12 (Nota 1)	Activación de la función de vigilancia a través de la señal ENABLE.
Respuesta de una función de vigilancia ya activada que incluye el procesamiento del PLC para el procesamiento de la posición y velocidad sobre la salida digital.	12 (Nota 1)	En el caso de una función de vigilancia activada mediante la señal ENABLE, el módulo requiere <u>un</u> ciclo para calcular el valor real de la velocidad. En el siguiente ciclo, después de haberse calculado, la información es procesada nuevamente por el PLC e informada, es decir, después de que se implementa la lógica, esto lleva (por ejemplo) a la conmutación de una salida.
Filtro de valor medio (para los ajustes, véase el diálogo del encoder en PANATERM for Safety)	0 a 32	Tiempo de ejecución del grupo del promediador. Este tiempo de ejecución afecta solo a las funciones de vigilancia en relación con la posición/velocidad/aceleración, pero no al procesamiento lógico.

(Nota 1) Cuando se utiliza un promediador, debe añadirse su tiempo de respuesta.

(Nota 2) Este tiempo de respuesta indica únicamente el tiempo de permanencia en la unidad central de proceso (CPU). El tiempo de respuesta real de las entradas digitales seguras a las salidas debe añadir un máximo de 2ms.

Por ejemplo, el tiempo de respuesta máximo de STO es de 10ms (= 8ms + 2ms).

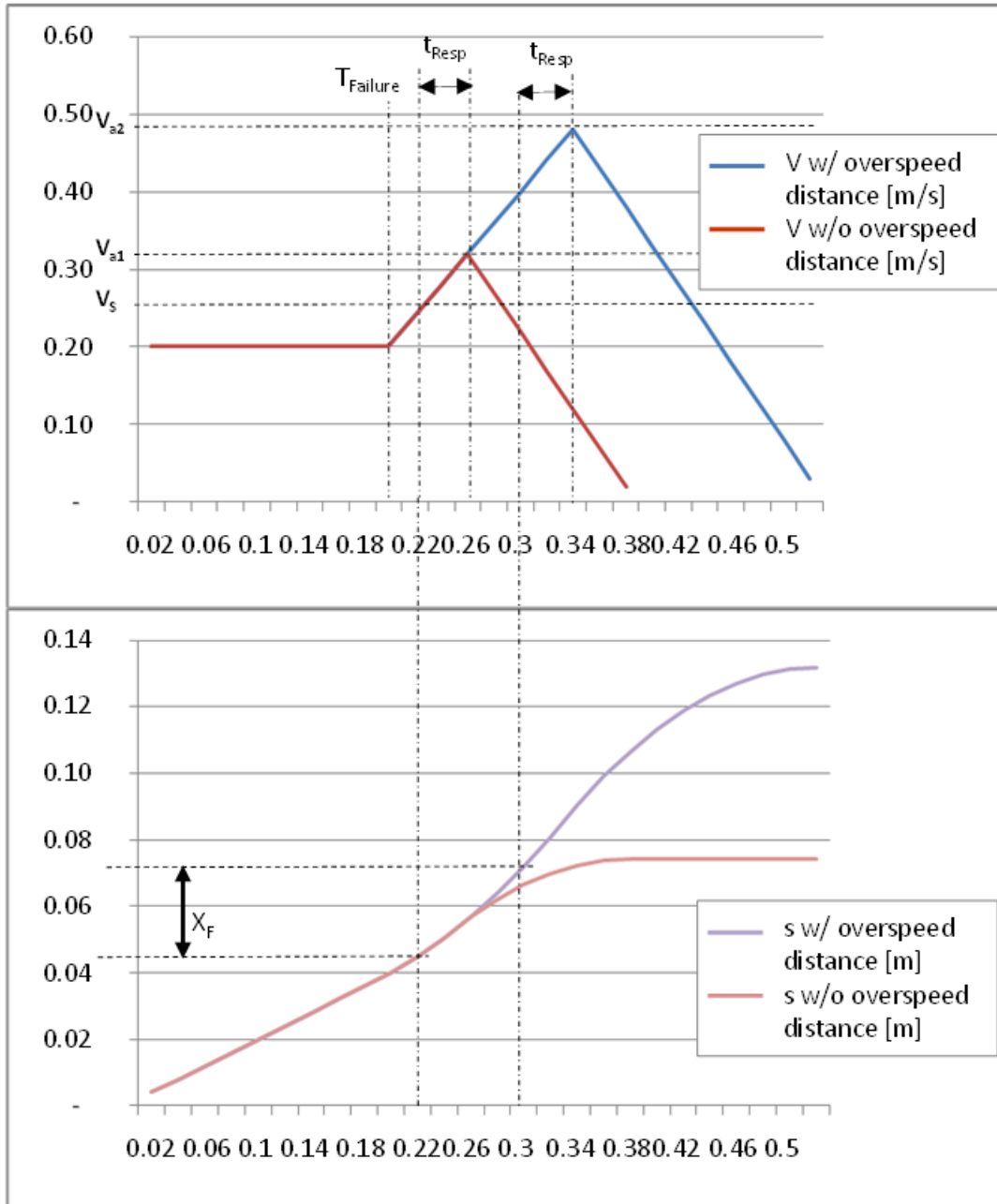
Tiempo de respuesta para fallos de vigilancia a distancia

Para el cálculo de la peor condición, se dispone del siguiente esquema de cálculo:

La velocidad del sistema en el momento de la toma de la muestra	$V(t)$
Velocidad del sistema frente a la respuesta de la parte de seguridad	V_A
Vigilancia de umbral (velocidad de limitación segura [SLS] o leva segura [SCA])	$V_S = \text{constante para toda } t$
Valor del filtro parametrizado	$X_F = \text{constante para toda } t$
Aceleración máxima posible de la aplicación	$a_F = \text{constante para toda } t$
Demora posterior al cierre	$a_V = \text{constante para toda } t$
Tiempo de muestra para la ocurrencia de la peor condición	T_{Failure}
Tiempo de respuesta de la parte de seguridad	t_{Resp}

En la consideración de la peor condición, se supone que la controladora se mueve inicialmente a una velocidad V_K exactamente en el umbral parametrizado V_0 y luego acelera al valor máximo posible a_0 .

■ Diagrama 1: Respuesta de la controladora con o sin distancia de sobrevelocidad



V w/ overspeed distance [m/s]	V con una distancia de sobrevelocidad [m/s]
V w/o overspeed distance [m/s]	V sin distancia de sobrevelocidad [m/s]
s w/ overspeed distance [m/s]	s con distancia de sobrevelocidad [m/s]
s w/o overspeed distance [m/s]	s sin distancia de sobrevelocidad [m/s]

Para la curva **V** y **s** sin distancia de sobrevelocidad se aplican las siguientes relaciones:

Parámetro	Método de cálculo	Nota:
t_{Resp}	Valor de los datos del tiempo de respuesta de la parte de seguridad + retraso en la cadena de cierre externo	Retraso en la cadena de cierre externo del relé/contactador, datos del fabricante del freno, etc.
a_F, a_V	n.a.	Estimación de la aplicación
V_{a1}	$= V_s + a_F * t_{Resp}$	

Para la curva **V** y **s** con distancia de sobrevelocidad se aplica lo siguiente:

Parámetro	Método de cálculo	Nota:
t_{Resp}	Valor de los datos del tiempo de respuesta de la parte de seguridad + retraso en la cadena de cierre externo	Retraso en la cadena de cierre externo del relé/contactador, datos del fabricante del freno, etc.
a_F, a_V	n.a.	Estimación de la aplicación
V_{a2}	$= a_F * t_{\text{Resp}} + (V_{S2} + 2 * a_F * X_F)^{1/2}$	



♦ NOTA

- La acción del filtro desplaza hacia arriba el umbral de velocidad establecido V_a en una cantidad ΔV_{Filter} . Para la aplicación hay que tener en cuenta los nuevos valores del tiempo de respuesta ($T_{\text{Resp}} = T_{\text{safety part}} + T_{\text{Filter}}$), así como la velocidad resultante en el momento del cierre de la parte de seguridad.

8.2.3 Aplicación práctica de la validación después de la puesta en marcha satisfactoria

Para asegurar el correcto desempeño de todas las funciones de seguridad implementadas, el usuario debe llevar a cabo una verificación y documentación de los parámetros y conexiones lógicas después de completar la implementación, puesta en marcha y parametrización. Esto está bien respaldado por el software PANATERM for Safety como un informe de configuración.

Como se ha mencionado anteriormente de forma preliminar, la validación de las funciones de seguridad también debe planificarse en el marco de su diseño. Se puede utilizar el informe de validación de PANATERM for Safety, pero también es necesario comprender las características individuales relacionadas con la seguridad de la parte de seguridad.

El diseño de la parte de seguridad se basa en las siguientes presunciones básicas:

- Los datos de los parámetros y el código de programa del PLC que se almacenan en la memoria flash de la parte de seguridad no pueden modificarse por sí solos. Las pruebas en línea y las correspondientes firmas aseguran lo mismo en el curso de las medidas básicas.
- La corrección de una configuración no puede ser evaluada por la parte de seguridad. Esto afecta a la parametrización de los sensores, los valores umbrales y los valores límite que deben probarse en la validación por medios adecuados.
- Para asegurar la corrección de la parametrización, ésta debe ser revisada por un experto.
- Después de una puesta en marcha satisfactoria, el usuario debe documentar que las especificaciones coincidan con los datos del informe de configuración y los parámetros de la parte de seguridad.
- Los valores parametrizados para la sección de prueba, los sensores y las funciones de vigilancia deben revisarse individualmente por el usuario en el curso de una prueba funcional y validarse y registrarse.
- Las funciones del PLC programadas por el usuario deben revisarse de manera adecuada, validarse y registrarse. Para ello se recomienda dirigir las disposiciones de diseño a una revisión posterior y realizar la entrada del programa para que la parte de seguridad se pueda probar de forma práctica.

8.2.3.1 Informe de configuración

Se recomienda expresamente que la validación del módulo de seguridad se lleve a cabo mediante un informe de configuración disponible a través de PANATERM for Safety. Como alternativa, se puede realizar un informe de validación personalizado que documente las siguientes validaciones.

Diseño del informe de configuración

El informe de configuración contiene los siguientes datos:

- Un área de encabezado para la entrada de datos generales del proyecto, así como sumas de verificación seleccionadas individualmente (véase la siguiente descripción)
- Documentación de la programación lógica mediante una lista de instrucciones (código PLC)
- Lista de las entradas y salidas utilizadas y su parametrización
- Todas las funciones de vigilancia utilizadas y sus parámetros

Creación de un informe de configuración

El informe de configuración lee directamente los códigos y parámetros programados que contiene el dispositivo de destino. Por lo tanto, el informe solo puede generarse con el dispositivo conectado a PANATERM for Safety

La llamada de función para la generación del informe de validación se realiza en el diálogo de conexión de la parametrización con el software PANATERM for Safety lo cual solo es posible mediante una conexión activa a una parte de seguridad.

El dispositivo conectado comunica los datos necesarios para el informe, los que se presentan en formato legible en un documento PDF. El usuario puede definir la ubicación del documento guardado en el momento de su creación.

Los campos a editar pueden editarse directamente en el documento PDF. La documentación para la validación puede realizarse mediante una impresión del informe de la configuración.

Completar el informe de configuración

El informe de configuración debe completarse de la siguiente manera:

- Complete los datos específicos del equipo en el campo "Encabezado". Estos datos tienen un carácter informativo pero deben ajustarse en contenido y alcance según el punto de entrega/probador.
- Cada uno de los datos y funciones individuales que se pretende revisar contiene campos de revisión que pueden ser completados para una correcta verificación/cotejo, por ejemplo, "marcado" o introduciendo una "x".
- Compruebe los datos indicados en el encabezado (número de serie, tipo de dispositivo, CRC, la configuración) para ver si son idénticos a los datos del módulo y documente esta revisión.
- Valide el programa lógico del PLC y asegúrese de que la funcionalidad realizada corresponde a la especificada.
- En el área de entrada/salida, compruebe si cada entrada coincide con la conexión real de la parte de seguridad.
- Compruebe hasta qué punto todas las funciones de seguridad (por ejemplo, SLS, SCA, etc.) coinciden con los parámetros de diseño establecidos.



♦ NOTA

- Se deben cargar los datos correctos del programa y de los parámetros para la creación del informe de configuración para la validación.
- Todos los parámetros e instrucciones de programa enumerados deben validarse para el equipo/máquina y confirmarse en el informe de configuración.

- **El probador debe validar todos los datos configurados en el informe de configuración revisando adecuadamente todos los valores límite establecidos de las funciones de vigilancia que se utilizan.**
- **La lista de instrucciones del PLC sirve principalmente para la documentación. La programación correcta debe evaluarse principalmente mediante la estimulación adecuada de las funciones lógicas. Una revisión utilizando la lista de instrucciones del PLC requiere un conocimiento experto y solo se debe utilizar cuando el método de estimulación no pueda utilizarse.**
- **La ejecución práctica de la validación debe llevarse a cabo directamente en la máquina o equipo protegido. Para la validación deberán estar disponibles como mínimo los siguientes documentos:**
 - **Manual de servicio de la máquina o equipo con notas de advertencia**
 - **Diagrama de circuito del equipo de control general**
 - **Documentación del diseño de la parte relacionada con la seguridad como se ha descrito anteriormente**
 - **Informe de configuración en forma electrónica o impresa**

La ejecución real debe llevarse a cabo sobre la base de las siguientes directrices:

- (1) Se debe revisar la correcta conexión de los componentes conectados, tales como los dispositivos de control, sensores y actuadores. Esta revisión debe hacerse principalmente mediante la activación/estimulación de los sensores y comprobando el indicador de estado de la parte de seguridad.
- (2) Cuando se utilicen las funciones de diagnóstico como la asignación de pulsos, se deberá hacer una comprobación, por ejemplo, mediante un cortocircuito en el pulso, etc.
- (3) En la medida en que se empleen funciones de seguridad que utilicen datos de velocidad o de posición, deberá comprobarse inicialmente la correcta adquisición de la velocidad o posición. Esta prueba es posible a través de las funciones de diagnóstico seleccionables en el software PANATERM for Safety de la velocidad y la posición. En el proceso, la velocidad y la posición indicadas deben ser comprobadas utilizando un dispositivo adecuado. Esta prueba es un prerequisite, debe llevarse a cabo y no puede ser sustituida por una revisión teórica.
- (4) También se recomienda realizar una prueba de diagnóstico del sensor de velocidad y posición. Esto puede hacerse desconectando un sensor o una línea de sensor.
- (5) Las funciones lógicas deben comprobarse en relación con las disposiciones de diseño. Esto debe hacerse principalmente mediante la correspondiente estimulación de las entradas, etc. y debe evaluarse el efecto (por ejemplo, la activación de una función de vigilancia o el cierre de una salida).
- (6) Los parámetros establecidos de las funciones de vigilancia no solo deben comprobarse en cuanto a su correspondencia con las disposiciones de diseño, sino también superando las condiciones límite parametrizadas y observando la respuesta.

8.2.3.2 Bloqueo de la configuración

El bloqueo de la configuración es el último paso de la validación. El bloqueo significa la confirmación de una finalización positiva de la validación y puede hacerse solamente en ese caso.

El bloqueo se puede hacer usando la herramienta de comando (PANATERM for Safety).

9

Mantenimiento

9.1 Notas sobre seguridad para el mantenimiento del dispositivo



Notas sobre seguridad para el mantenimiento del dispositivo

En caso de mal funcionamiento, el dispositivo deberá ser reparado o reemplazado por una empresa profesional autorizada por la Unidad de Negocios de Soluciones para Dispositivos Industriales de Panasonic Corporation.

Los malos manejos del dispositivo pueden invalidar la garantía.

9.2 Cambios en el tablero de la parte de seguridad

- Los cambios en el hardware solo puede realizarlos el fabricante.
- Los cambios en el firmware (actualización del firmware) solo puede realizarlos el fabricante.
- Los cambios en los parámetros del firmware (actualización del firmware) solo puede realizarlos el fabricante.
- Las reparaciones solo puede realizarlas el fabricante.



♦ **NOTA**

- **Todas las autorizaciones de seguridad y todas las garantías quedan anuladas en caso de manipulación interna por parte del usuario (por ejemplo, cambio de componentes, soldaduras).**

9.3 Intercambio de dispositivo

Una vez intercambiada la parte de seguridad, el nuevo módulo debe ser reacondicionado con los datos correspondientes del proyecto.

La verificación por redundancia cíclica (CRC) debe arrojar iguales resultados antes y después del intercambio.

Si esto no sucede o no es posible recuperar los datos de la parte anterior de la seguridad, deberá hacerse una nueva aprobación/validación.

Para el intercambio correspondiente, se requiere el software de programación PANATERM for Safety.

9.4 Eliminación

Siga las normativas nacionales sobre la eliminación de aparatos eléctricos.

El símbolo del cubo de basura tachado significa que los aparatos eléctricos y electrónicos y sus accesorios deben separarse de la basura doméstica general.

Los materiales pueden ser reutilizados como se indica en sus identificaciones. Mediante la reutilización, el reciclaje de materiales u otras formas de reciclaje de los dispositivos viejos, usted realiza una importante contribución a la protección de nuestro medio ambiente.



Elimine las distintas piezas por separado según corresponda, de acuerdo con su composición y con las normas nacionales vigentes, por ejemplo, como:

- Deshechos electrónicos
- Productos de metal
- Metal
- Cobre

10

Directivas/Normas CE/UE

10.1 Directivas CE/UE

Las siguientes directivas de la CE/UE se han aplicado al desarrollo, operación y validación:

Directiva 2006/42/CE	Directiva para máquinas
Directiva 2014/35/UE	Directiva para baja tensión
Directiva 2011/65/UE	Directiva RoHS

10.2 Normas

Para la validación de la conformidad del sistema con las directivas, se utilizan las siguientes normas europeas no vinculantes jurídicamente.

10.2.1 Normativa para la seguridad funcional

Norma	Encabezado	Edición
IEC 61508	Parte 1-7: Seguridad funcional de los sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relacionados con la seguridad	2010
EN ISO 13849-1	Seguridad de la maquinaria - Componentes de seguridad de los sistemas de control - Parte 1: Principios generales de diseño	2015
EN ISO 13849-2	Seguridad de la maquinaria - Componentes de seguridad de los sistemas de control - Parte 1: Validación	2012
EN ISO 13850	Seguridad de la maquinaria - Componentes de seguridad de los sistemas de control - Parte 1: Validación	2012
EN 62061	Seguridad de la maquinaria - Seguridad funcional de los sistemas de control eléctricos, electrónicos y programables relacionados con la seguridad	2015
EN 61800-5-1	Sistemas de accionamiento de energía eléctrica de velocidad ajustable Parte 5-1: Requisitos de seguridad - Eléctricos, térmicos y de energía	2007 + A1:2016
EN 61800-5-2	Sistemas de accionamiento de energía eléctrica de velocidad ajustable - Parte 5-2: Requisitos de seguridad - Funcional.	2017
EN ISO 12100	Seguridad de la maquinaria - Principios generales de diseño - Evaluación y reducción de riesgos	2011 + A1:2013
EN 60204-1	Seguridad de la maquinaria - Equipo eléctrico de las máquinas - Parte 1: Requisitos generales	2019

10.2.2 Normativa para CEM

Norma	Encabezado	Edición
EN 61800-3	Sistemas de accionamiento de energía eléctrica de velocidad ajustable - Parte 3: Requisitos y métodos de prueba específicos para la CEM	2018
EN 61000-6-2	Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 6-2: Normas generales - Inmunidad para ambientes industriales	2019

10.2.3 Normativa para la seguridad eléctrica y los requisitos ambientales

Norma	Encabezado	Edición
EN 50178	Equipo electrónico para su uso en instalaciones de energía	1997
EN 61800-2	Sistemas de accionamiento de energía eléctrica de velocidad ajustable - Parte 2: Requisitos generales - Especificaciones de clasificación para los sistemas de accionamiento de corriente alterna de baja tensión de velocidad ajustable	2015
EN 60721-3-1	Clasificación de las condiciones ambientales - Parte 3: Clasificación de grupos de parámetros ambientales y sus severidades - Sección 1: Almacenamiento	2018
EN 60721-3-2	Clasificación de las condiciones ambientales - Parte 3: Clasificación de grupos de parámetros ambientales y sus severidades - Sección 2: Transporte	2018
EN 60721-3-3	Clasificación de las condiciones ambientales - Parte 3: Clasificación de grupos de parámetros ambientales y sus severidades - Sección 3: Uso estacionario en lugares con protección climática	2019
EN 61131-2	Controladores programables - Parte 2: Requisitos y pruebas de los equipos	2008
EN 60664-1	Coordinación del aislamiento de los equipos en los sistemas de baja tensión - Parte 1: Principios, requisitos y pruebas	2008
EN 60529	Grados de protección proporcionados por los armarios (Código IP)	2014 + A1:2017 + A2:2019