

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

1. Introducción

En la actualidad, los operarios y el personal de mantenimiento de maquinaria e instalaciones, que cada día son más complejas y tienen más funciones, están rodeados de la tecnología más polifacética. Para el hombre resulta cada día más difícil reconocer peligros potenciales y, en muchas ocasiones, le es imposible evitar la situación de peligro antes de que se produzca un accidente o de sufrir una lesión. Por ese motivo, la seguridad de máquinas es cada vez más importante y se está convirtiendo en una parte esencial en la fabricación de máquinas.

Además de la obligación moral de garantizar la salud de los trabajadores, el tema de la seguridad de máquinas también es una cuestión de rentabilidad económica para los empresarios y propietarios de maquinaria. Todo accidente laboral tiene como consecuencia una pérdida en la producción y genera gastos adicionales y costes inducidos. La investigación y detección de la responsabilidad ante un accidente implica a muchos departamentos de la empresa, hasta llegar a la Alta Dirección.

Nuestro objetivo es fabricar sensores y analizadores de seguridad que puedan ser integrados de forma rentable en diferentes estructuras de maquinaria e instalaciones y que ofrezcan una protección de personas eficaz según los estándares internacionales de seguridad sin obstaculizar con ello los procesos de trabajo.

En las diferentes regiones y países del mundo existen concepciones diversas sobre seguridad de máquinas y protección laboral. Además de las diferencias existentes en cuanto a los requerimientos y a la concepción de todo lo relacionado con la seguridad, también hay divergencias sobre la responsabilidad y las consecuencias jurídicas. Siempre debe aplicarse la legislación y normativa del país en que se está haciendo uso de la máquina, aun cuando la máquina haya sido fabricada en otro país.

La información incluida a continuación ha sido concebida como una visión introductoria a la temática de seguridad de máquinas y no excluye un estudio exhaustivo y la observancia de la normativa regional y específica sobre maquinaria en cada caso, así como el cumplimiento de las instrucciones de uso de la máquina. De la información incluida a continuación no puede derivar ninguna reclamación legal.

2. Seguridad para máquinas en la UE





La Unión Europea (UE) está compuesta en la actualidad por 27 Estados miembros con más de 500 millones de ciudadanos en total. Los Estados miembros han constituido órganos comunes, a quienes han cedido parte de su soberanía individual como Estados. La Comisión Europea y el Consejo de la UE aprueban directivas con requerimientos básicos, que posteriormente deben ser transpuestas al derecho nacional de los diferentes Estados miembros. Los organismos de normalización europeos CEN, CENELEC y ETSI se encargan de redactar normas de la UE que concretizan técnicamente las directivas y disposiciones legales.

2.1 Directivas europeas

Las directivas europeas de productos son la base para la libre circulación de mercancías

Con el fin de eliminar barreras comerciales dentro del mercado interior de la UE ya se han aprobado hasta hoy más de 20 directivas de productos. Solo se permite la libre circulación de los productos que cumplan los requerimientos básicos. Si un producto cumple con las correspondientes normas europeas armonizadas significa que cumple los requerimientos básicos. Los fabricantes también pueden recurrir a otras soluciones técnicas si se demuestra que el nivel de seguridad es el mismo. El cumplimiento de los requerimientos básicos se comprueba mediante un procedimiento formal para la evaluación de la conformidad. Este procedimiento se lleva a cabo, dependiendo del riesgo potencial de los productos, dentro del máximo margen posible bajo la propia responsabilidad del fabricante.

Directivas importantes de la UE en materia de seguridad de máquinas y su transposición al Derecho nacional alemán

 Directiva de la UE	 Derecho alemán
Directiva de máquinas 2006/42/CE	9. Normativa GPSG
Directiva de baja tensión 2006/95/CE	1. Normativa GPSG
Directiva ATEX 94/9/CE	11. Normativa GPSG
Directiva sobre seguridad general de productos 2001/95/CE	Ley Alemana de Seguridad de Equipos y Productos (GPSG)
Directiva CEM 2004/108/CE	Normativa CEM

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

Directivas europeas sobre protección laboral

La Directiva marco sobre protección del trabajador 89/391/CEE contiene requerimientos mínimos y principios generales para la prevención de riesgos laborales, para la seguridad y la protección de la higiene laboral, para la minimización y eliminación de los factores de riesgo y causas de accidentes laborales, así como para la información de los trabajadores. Se trata de requerimientos mínimos. Cada Estado miembro de la UE debe incrementar el nivel de protección en su transposición al derecho nacional o, por ejemplo, establecer mayores requerimientos de control.

Directivas europeas importantes en materia de protección del trabajador y su transposición al Derecho alemán.

 Directiva UE	 Derecho alemán
Directiva marco 89/391/CEE sobre protección del trabajador	Ley de protección del trabajador Reglamento sobre seguridad en el trabajo
Directiva relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo 89/655/CEE modificada por la 95/63/CE	Normativa de las asociaciones profesionales alemanas (BG): – Las disposiciones de las Asociaciones profesionales alemanas (BGV) siguen teniendo carácter vinculante – Los reglamentos de las Asociaciones profesionales alemanas (BGR) concretizan las disposiciones estatales sobre protección del trabajador y sirven como referente del nivel tecnológico
Directiva 89/655/CEE modificada por la 2001/45/CE	– Los documentos informativos de las Asociaciones profesionales alemanas (BGI) son publicaciones de las BG sobre temas específicos

2.1.1 Directiva de Máquinas de la UE 2006/42/CE

La Directiva de Máquinas 2006/42/CE regula un nivel de protección uniforme para la maquinaria, con el fin de posibilitar la libre circulación de mercancías dentro del espacio económico europeo. Está dirigida a fabricantes y distribuidores de maquinaria y equipos. El texto de la Directiva de Máquinas se puede leer en versión original en la página www.ce-richtlinien.eu.

Estructura y contenido de la Directiva de Máquinas:

Consid.	Núm. 1 - 28
Parte disp.	Artículo 1 - 28
Anexo I:	Requerimientos básicos de seguridad y protección sanitaria para el diseño y la construcción de máquinas

Anexo II:	Contenido de la declaración de conformidad
Anexo III:	Marcado CE
Anexo IV:	Listado de máquinas y componentes relevantes para la seguridad particularmente peligrosos
Anexo V:	Lista no exhaustiva de «componentes de seguridad»
Anexo VI:	Instrucciones de montaje de las cuasi máquinas
Anexo VII:	Documentos técnicos de máquinas
Anexo VIII:	Valoración de conformidad con controles internos de fabricación
Anexo IX:	Certificado de examen CE de tipo
Anexo X:	Aseguramiento de calidad total
Anexo XI:	Criterios mínimos para la designación de organismos de inspección técnica
Anexo XII:	Tabla de correspondencias antigua/nueva Directiva

¿Qué deben cumplir los fabricantes y distribuidores de maquinaria?

1. Se deben cumplir los requisitos básicos de seguridad del anexo I.

Eso significa que el fabricante debe llevar a cabo, ya en la fase de diseño, una valoración de riesgos, con el fin de comprobar que ya se cumplen todas las medidas necesarias para la reducción de riesgos durante la fabricación de la máquina.

Observación

El software de Leuze electronic **Safexpert**, para la ingeniería de seguridad de las máquinas, contiene un listado de peligros según la EN ISO 14121 y contribuye al proceso de evaluación y reducción de riesgos según la EN ISO 12100-1. Este software permite la observación individualizada de todos los puntos peligrosos y fases del ciclo de vida de la máquina y permite tener una documentación clara y transparente. Para más información e instrucciones para pedidos, véase el capítulo Software de Ingeniería de Seguridad Safexpert, página 58.

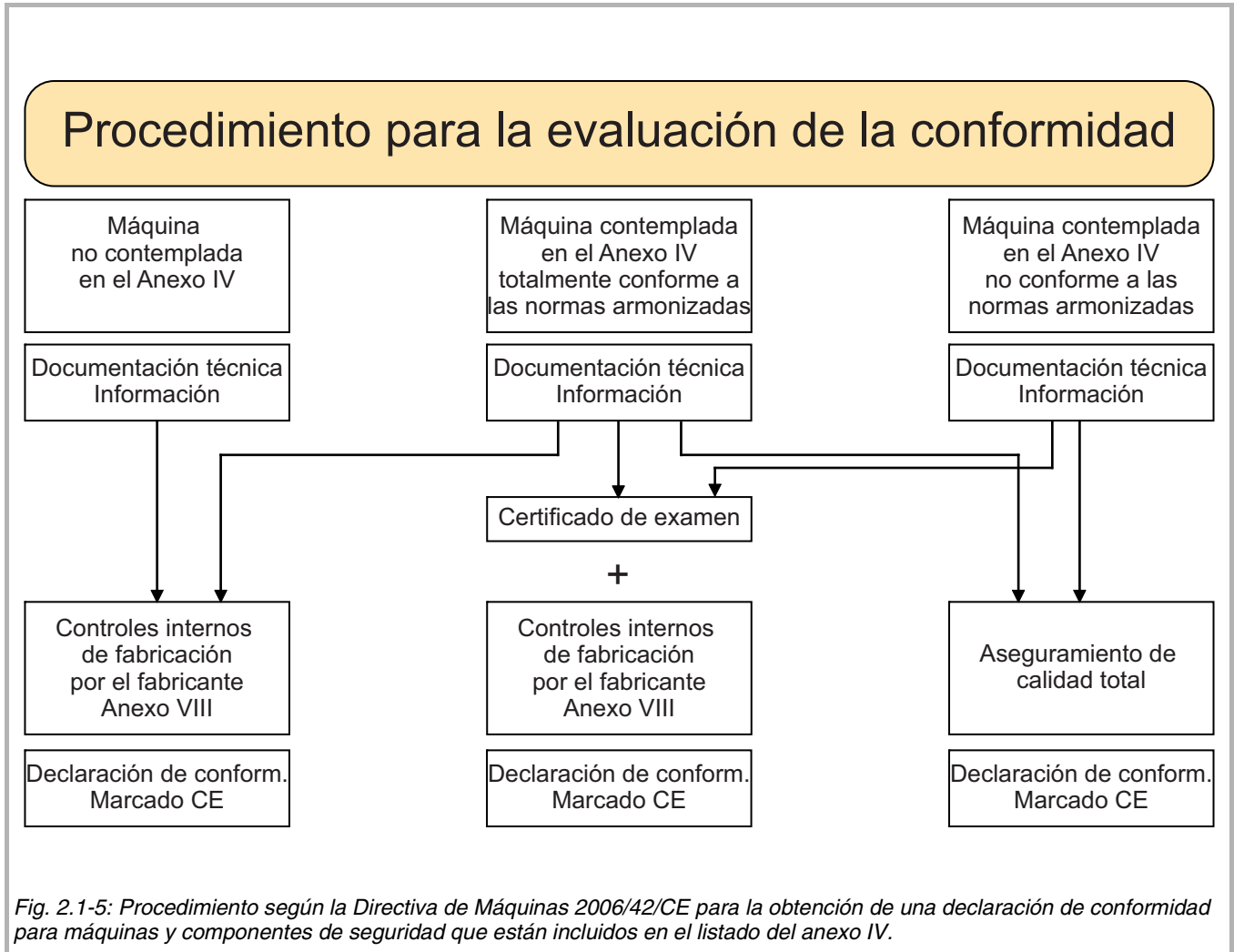
2. Para cada máquina se debe elaborar una declaración de conformidad.

Para máquinas o componentes de seguridad no incluidos en el listado del anexo IV, el fabricante se responsabiliza de obtener el marcado CE; él mismo elaborará una declaración de conformidad y certificará así el cumplimiento de la Directiva de Máquinas. Debe documentar todos los datos, tales como, p. ej., resultados de mediciones y comprobaciones, y poder presentarlos ante las autoridades nacionales cuando éstas los requieran.

Para máquinas y componentes de seguridad que están incluidos en el listado del anexo IV, se exige otro sistema de certificación (Figura 2.1-5, página 10).

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE



SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

Algunos enunciados fundamentales según la Directiva de Máquinas son:

- Para equipos intercambiables, **componentes de seguridad**, cadenas/cables/cinchas para elevación, árboles de transmisión y mecanismos de suspensión de la carga rige la misma normativa que para la maquinaria. Estos productos deberán comercializarse con **marcado CE**, certificado de conformidad y la información necesaria para el usuario.
- Para las «cuasi máquinas» el fabricante debe incluir documentos técnicos especiales (anexo VII parte B), una instrucción de montaje (anexo VI) y una declaración de incorporación (anexo II, parte 1, apartado B). En ella deberá especificarse qué requisitos de la directiva corresponden a la cuasi máquina y han de cumplirse. Se deberá incluir en la documentación de la máquina unas instrucciones de montaje.
- Los equipos de elevación cuya velocidad no sea superior a 0,15 m/s del portador de cargas se rigen por la Directiva de Máquinas, y los de una velocidad mayor de 0,15 m/s se rigen por la Directiva de Ascensores (si no quedan excluidos por su normativa especial).
- Los ascensores de obras están regulados por la Directiva de Máquinas.
- Delimitación más clara de la Directiva de Máquinas con respecto a la Directiva de baja tensión.
- Controles internos de fabricación para máquinas en serie (anexo VIII).
- La validez de los certificados de examen CE de tipo debe comprobarse por la oficina de verificación cada 5 años. Tanto el fabricante como la oficina de verificación están obligados a conservar los documentos técnicos importantes durante 10 años.

La Directiva de Máquinas 2006/42/CE puede leerse en la versión original en la página <http://eur-lex.europa.eu>.

2.1.2 Directiva de utilización por parte de los trabajadores de equipos de trabajo 89/655/CEE

La Directiva relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo 89/655/CEE queda completada por la Directiva 95/63/CE. Está dirigida a los **propietarios de máquinas (empresarios)** y está dividida en los siguientes 8 artículos en el apartado II:

- **El artículo 3 de Obligaciones generales** regula las obligaciones de los empresarios: El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa y/o el establecimiento sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos de trabajo.
- **Artículo 4 Normas relativas a los equipos de trabajo**
- **Artículo 4a Inspección de los equipos de trabajo**
El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean sometidos, según la normativa legal de cada país, a una prueba inicial antes de la primera puesta en marcha y a una inspección después de cada nuevo montaje. Los Estados miembros establecerán las modalidades de estas inspecciones. En Alemania es el reglamento sobre seguridad en el trabajo (véase más abajo)
- **Artículo 5 Equipos de trabajo con riesgo específico**
- **Artículo 5a Ergonomía y salud en el puesto de trabajo**
- **Artículo 6 Información de los trabajadores**
- **Artículo 7 Información de los trabajadores**
- **Artículo 8 Consulta y participación de los trabajadores**

La Directiva 89/655/CEE puede leerse en la versión original en la página <http://eur-lex.europa.eu>.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

Reglamento sobre seguridad en el trabajo

Con el Reglamento alemán sobre seguridad en el trabajo (BetrSichV) se transponen al Derecho alemán las directivas 89/655/CEE, 95/63/CE, y otras directivas referentes al ámbito de protección del trabajador. A continuación se aludirá someramente a dos párrafos del apartado 2:

§3 Evaluación de peligros

- (3) «En los equipos de trabajo se deberá indicar especialmente el tipo, alcance y plazos de las pruebas obligatorias a las que deben someterse. Asimismo, el empresario deberá establecer y comunicar los requisitos necesarios que deben cumplir las personas a las que encargará la verificación o inspección de los equipos de trabajo».

i Observación

A tal efecto, Leuze electronic ofrece en su paquete de servicios **Machine Safety Services** asesoramiento y servicios de calidad (véase capítulo Machine Safety Services, página 44).

§10 Inspección de los equipos de trabajo

- (1) «El empresario debe asegurarse de que los equipos de trabajo, cuya seguridad depende de las condiciones de montaje, sean sometidos a una inspección después del montaje y antes de la primera puesta en marcha, así como después de cada montaje en un nuevo lugar o emplazamiento. La inspección tiene por objeto comprobar el montaje correcto y funcionamiento seguro de los equipos de trabajo. La inspección debe ser llevada a cabo únicamente por personal cualificado».
- (3) «El empresario deberá asegurarse de que el equipo de trabajo sea inspeccionado por personal cualificado para comprobar su funcionamiento seguro, en caso de una reparación que pueda afectar a la seguridad del equipo de trabajo».

i Observación

Leuze electronic ofrece en su paquete de servicios **Machine Safety Services** inspecciones de seguridad antes de la primera puesta en marcha e inspecciones periódicas de seguridad (véase capítulo Machine Safety Services, página 44).



2.2 El sistema europeo de normativa de seguridad

2.2.1 Relación entre directivas y normas europeas armonizadas

Las normas europeas armonizadas concretizan los requisitos básicos de las directivas europeas sobre seguridad y salud en el trabajo, como los mencionados en el anexo I de la Directiva de Máquinas. Según el artículo 5 (2) de la Directiva de Máquinas, la consecución del nivel de protección establecido en una norma europea armonizada sobre la materia equivale al cumplimiento del requisito correspondiente de la directiva (es decir, conformidad con la directiva correspondiente).

A diferencia de las directivas y su transposición al Derecho nacional de los Estados miembros, las normas no son de carácter vinculante. Si el nivel de protección descrito en tales normas se alcanza por medios alternativos, esas soluciones también son válidas. La diferencia entre el cumplimiento de una norma europea armonizada sobre la materia y una variante alternativa tiene consecuencias. El fabricante debe demostrar con documentación adicional el cumplimiento de la directiva. También se pueden dar diferencias en el procedimiento de conformidad, si se desvía de las normas armonizadas o si no existe ninguna norma armonizada al respecto; véase "Información" en el capítulo 2.1.1, página 9.

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

2.2.2 Proceso de creación de una norma armonizada

Los llamados Comités Técnicos y los grupos de trabajo dentro de ellos, compuestos básicamente por órganos de normalización nacionales y, en parte, también por colaboradores de empresas fabricantes del sector de la ingeniería industrial y del análisis sensorial de seguridad, se encargan en los organismos de normalización CEN y CENELEC de la elaboración de normas en el área de seguridad de la maquinaria. Al final de estos trabajos tiene lugar un proceso de votación, en el que los miembros del CEN, Suiza incluida, siguiendo un régimen de cuotas toman una decisión a favor o en contra de la aceptación de una norma como norma europea armonizada de seguridad.

En este proceso participan un total de 29 Estados. Con la publicación de una norma europea armonizada de seguridad en el Diario Oficial de la Unión Europea rige el llamado efecto de presunción, es decir, con el cumplimiento de los objetivos de protección de esta norma se presupone la conformidad con la normativa correspondiente sobre este aspecto de seguridad.

Estado miembro	Votos	Estado miembro	Votos
Francia	29	Suiza*	10
Alemania	29	Bulgaria	10
Gran Bretaña	29	Eslovaquia	7
Italia	29	Dinamarca	7
España	27	Finlandia	7
Polonia	27	Noruega*	7
Rumania	14	Irlanda	7
Países Bajos	13	Lituania	7
Grecia	12	Letonia	4
República Checa	12	Eslovenia	4
Bélgica	12	Estonia	4
Hungría	12	Chipre	4
Portugal	12	Luxemburgo	4
Suecia	10	Malta	3
Austria	10	Islandia*	3

Una norma europea se armoniza por mayoría simple y al menos un 71 % de los votos ponderados

*) Países de la EFTA

Tabla 2.2.2-1 Ponderación de votos en la votación de una norma europea armonizada

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

2.2.3 Jerarquía de las normas europeas relativas a la seguridad de la maquinaria

Las normas europeas de seguridad se dividen en normas básicas de seguridad (normas de tipo A), normas de seguridad de grupo (normas de tipo B1 y B2), así como prescripciones de seguridad, con una descripción específica (normas del tipo C).

Los principios y conceptos generales de las normas del tipo A, como por ejemplo la EN ISO 12100-1, la EN ISO 12100-2 y la EN ISO 14121 son vinculantes para todas las máquinas. En ellas se encuentran instrucciones para la determinación de riesgos relacionados con la maquinaria. Se ofrecen pautas de actuación para evitar riesgos y orden de sucesión, con el fin de integrar la seguridad antes de que se empiece a fabricar la máquina. En el capítulo 2.3, a partir de la página 18, se profundiza aún más en los pasos que seguir para valorar riesgos y evitarlos.

Las normas del tipo B1 describen aspectos generales de seguridad y ofrecen soluciones al respecto; por ejemplo, para el diseño de vallas de protección, indican la velocidad de aproximación que se necesita para la medición de la distancia de seguridad en las cortinas ópticas de seguridad o en los dispositivos de seguridad multihaz. Sobre este tema también se hablará más extensamente en el capítulo 4.

Los requisitos normativos para dispositivos de protección especiales, como por ejemplo los pulsadores de PARO DE EMERGENCIA, las cerraduras para puertas de seguridad, esteras y barras sensibles o cortinas ópticas de seguridad, están agrupados en las normas del tipo B2. Aquí se encuentran aspectos sobre la fabricación e inspección de componentes de seguridad que los fabricantes de tales productos, pero también los fabricantes de maquinaria, han de tener en cuenta para la utilización de sus máquinas.

Las normas del tipo C describen peligros significativos y medidas específicas para la reducción de tales riesgos en cada máquina o categoría de máquina. Si existe una norma del tipo C para el tipo de máquina en cuestión, esta prima frente a una norma del tipo A o B. En caso de que existan peligros adicionales no mencionados en la norma, o bien no exista ninguna norma del tipo C para la máquina que se pretende desarrollar, la reducción de riesgos se regirá por las normas del tipo A y B.

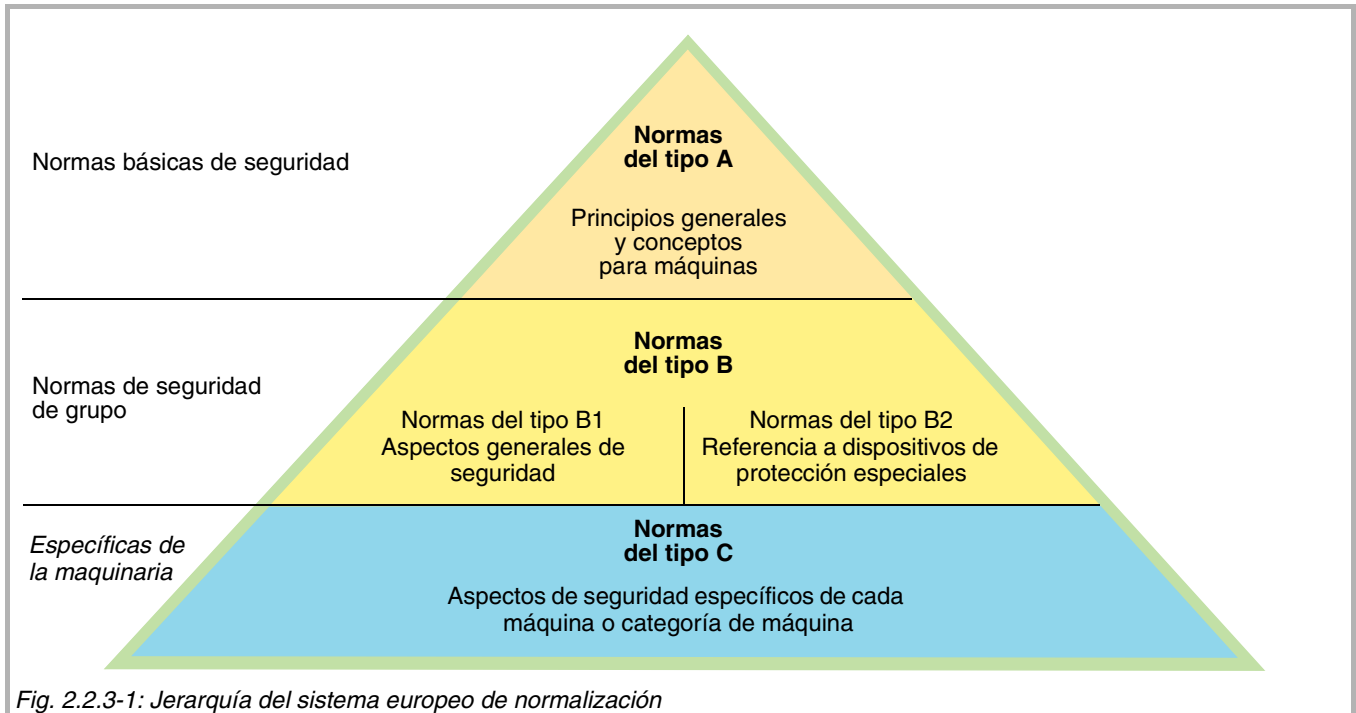


Fig. 2.2.3-1: Jerarquía del sistema europeo de normalización

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

Ejemplos de normas EN, ISO/IEC sobre el área de seguridad de las máquinas

Tipo de norma	Normas europeas (EN) e internacionales (ISO/IEC)	
	Referencia	Título de la norma
A	EN ISO 12100-1	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales – Parte 1: Terminología básica, metodología
	EN ISO 12100-2	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales – Parte 2: Principios técnicos
	EN ISO 14121	Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo
B	EN ISO 13857	Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen puntos peligrosos con los miembros superiores e inferiores
	EN 349 ISO 13854	Seguridad de las máquinas. Espacios mínimos para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano
	EN ISO 13849-1	Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad – Parte 1: Principios generales para el diseño
	EN ISO 13849-2	– Parte 2: Validación
	EN 999 ISO 13855	Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los dispositivos de protección en función de la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano
	EN 1037 ISO 14118	Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva
	EN 60204-1 IEC 60204-1	Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de máquinas – Parte 1: Requisitos generales
	EN 62061 IEC 62061	Seguridad funcional de los sistemas de control eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad
	prEN/TS 62046 IEC/TS 62046	Seguridad de las máquinas. Aplicación de equipos de protección para detectar la presencia de personas
	EN ISO 13850	Seguridad de las máquinas. Dispositivos de PARO DE EMERGENCIA. Aspectos funcionales. Principios para el diseño
	EN 574 ISO 13851	Seguridad de las máquinas. Dispositivos de mando a dos manos. Aspectos funcionales y principios para el diseño
	EN 953 ISO 14120	Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles
	EN 1088 ISO 14119	Seguridad de las máquinas. Dispositivos de cierre asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección
	EN 1760-1 ISO 13856-1	Seguridad de las máquinas. Dispositivos de protección sensibles a la presión – Parte 1: Principios generales para el diseño y ensayo de alfombras y suelos sensibles a la presión
	EN 1760-2 ISO 13856-2	– Parte 2: Principios generales para el diseño y ensayo de bordes y barras sensibles a la presión

 Machine Safety
Services

 Software
de ingeniería
de seguridad

 Escáner láser
de seguridad

 Cortinas ópticas
de seguridad

 Dispositivos
de seguridad
multihaz

 Kits de sensores
de seguridad

 Dispositivos
de seguridad
monohaz

 AS-Interface
Safety at Work

 Sensores
PROFIsafe

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

Ejemplos de normas EN, ISO/IEC sobre el área de seguridad de las máquinas

Tipo de norma	Normas europeas (EN) e internacionales (ISO/IEC)	
	Referencia	Título de la norma
B	EN 1760-3 ISO/DIS 13856-3	– Parte 3: Principios generales para el diseño y ensayo de parachoques, placas, cables y dispositivos similares sensibles a la presión
	EN 61496-1 IEC 61496-1	Seguridad de las máquinas. Equipos ópticos de seguridad – Parte 1: Requisitos generales y ensayos
	prEN 61496-2 IEC 61496-2	– Parte 2: Requisitos específicos para equipos que utilizan dispositivos optoelectrónicos de seguridad activos
	EN/TS 61496-3 IEC 61496-3	– Parte 3: Requisitos particulares para equipos que utilizan dispositivos optoelectrónicos de seguridad sensibles a las reflexiones difusas (AOPDDR)
C	EN 81-1	Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores – Parte 1: Ascensores eléctricos para personas y montacargas
	EN 289	Maquinaria para plásticos y caucho. Prensas. Requisitos de seguridad
	EN 415-6	Seguridad de las máquinas de embalaje Paletizadores y despaletizadores
	EN 422	Máquinas para caucho y plástico. Seguridad. Máquinas de moldeo por soplado para la fabricación de cuerpos huecos. Requisitos para el diseño y la construcción
	EN 528	Transelevadores. Seguridad
	EN 692	Prensas mecánicas. Seguridad. No obstante, según la Directiva 98/37/CE las prensas con embrague de revolución completa no cumplen los requisitos de seguridad
	EN 693	Máquinas herramienta. Seguridad. Prensas hidráulicas
	EN 710	Requisitos de seguridad aplicables a máquinas y herramientas de moldeo y de hacer machos de fundición y sus equipos asociados
	EN ISO 10218-1	Robots manipuladores industriales. Requisitos de seguridad. Parte 1: Robots
	EN 848-1	Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Fresadoras sobre una cara con herramienta rotativa – Parte 1 Máquinas fresadoras de husillo simple vertical
	EN 869	Requisitos de seguridad de las máquinas de fundición a presión
	EN 940	Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Máquinas combinadas para trabajar la madera
	EN 972	Máquinas para el curtido de pieles. Máquinas de cilindros alternativos. Requisitos de seguridad
	EN 1010-1 ISO 1010	Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para el diseño y construcción de máquinas de impresión y transformadoras de papel – Parte 1: Requisitos comunes
	EN 1010-2	– Parte 2: Máquinas de impresión y barnizado incluyendo la maquinaria de preimpresión
	EN 1114-1	Máquinas para plásticos y cauchos. Requisitos de seguridad para extrusoras
	EN 1218-1	Seguridad de las máquinas para trabajar la madera. Espigadoras – Parte 1: Espigadoras simples con mesa móvil
EN 1525	Seguridad de las máquinas. Carretillas industriales sin conductor y sus sistemas	

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

Ejemplos de normas EN, ISO/IEC sobre el área de seguridad de las máquinas

Tipo de norma	Normas europeas (EN) e internacionales (ISO/IEC)	Título de la norma
C	Referencia	
	EN 1526	Seguridad de las máquinas. Funciones automáticas para las carretillas industriales
	EN ISO 11111-1	Maquinaria textil. Requisitos de seguridad – Parte 1: Requisitos comunes
	EN ISO 11553-1	Seguridad de las máquinas. Máquinas de procesamiento láser – Parte 1: Requisitos generales de seguridad
	EN 12387	Máquinas para la fabricación de calzado y de artículos de cuero y materiales similares – Cortadoras y perforadoras. Requisitos de seguridad
	EN 12622	Máquinas herramienta. Seguridad de las máquinas herramienta. Prensas plegadoras hidráulicas
	EN 12629-1	Máquinas para la fabricación de productos de construcción de hormigón y silicato de calcio. Seguridad – Parte 1: Requisitos comunes

Este listado no está completo. Para más información sobre normativa para máquinas, consultar la página www.vdma.org o www.zvei.org. Las normas en versión original están disponibles, por ejemplo, en Beuth Verlag GmbH, www.beuth.de.

Observación

¡Encuentre en vez de buscar! El software Safexpert de Leuze electronic para la ingeniería de seguridad de maquinaria e instalaciones hace posible, gracias a una eficaz función de búsqueda y filtrado, encontrar en cuestión de segundos los fragmentos de normas pertinentes, extraídos de 9 importantes normas europeas de seguridad de las máquinas, con el texto íntegro (véase capítulo Safexpert, página 58).

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

2.3 Seguridad de las máquinas, análisis de riesgos y valoración de riesgos

El objetivo claro es construir y explotar las máquinas de manera que, siguiendo el uso conforme con su destino, no se produzca ninguna lesión o daño a la salud. Las estadísticas de accidentes laborales muestran que un riesgo presente en una máquina tarde o temprano acaba provocando daños, si no se toman medidas de protección. Las medidas de protección son una combinación de las medidas tomadas por el fabricante y por el usuario. Las medidas que ya se pueden tomar durante la fase de fabricación de la máquina deben preceder a las medidas tomadas por el usuario y, en general, son más eficaces que las de este último.

La norma internacional EN ISO 12100-1 «Seguridad de máquinas. Conceptos básicos y principios generales para el diseño» da información detallada de ayuda para la identificación de peligros, describe los riesgos que el fabricante debe tener en cuenta, contiene principios generales para el diseño y un método para la fabricación segura y la reducción de riesgos. La EN ISO 14121 «Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo» describe un método iterativo para el análisis del riesgo, la evaluación del riesgo y la reducción de los riesgos con el fin de alcanzar la seguridad necesaria de las máquinas. Las normas ya existentes específicas para máquinas, como por ejemplo las normas EN del tipo C, gozan de primacía.

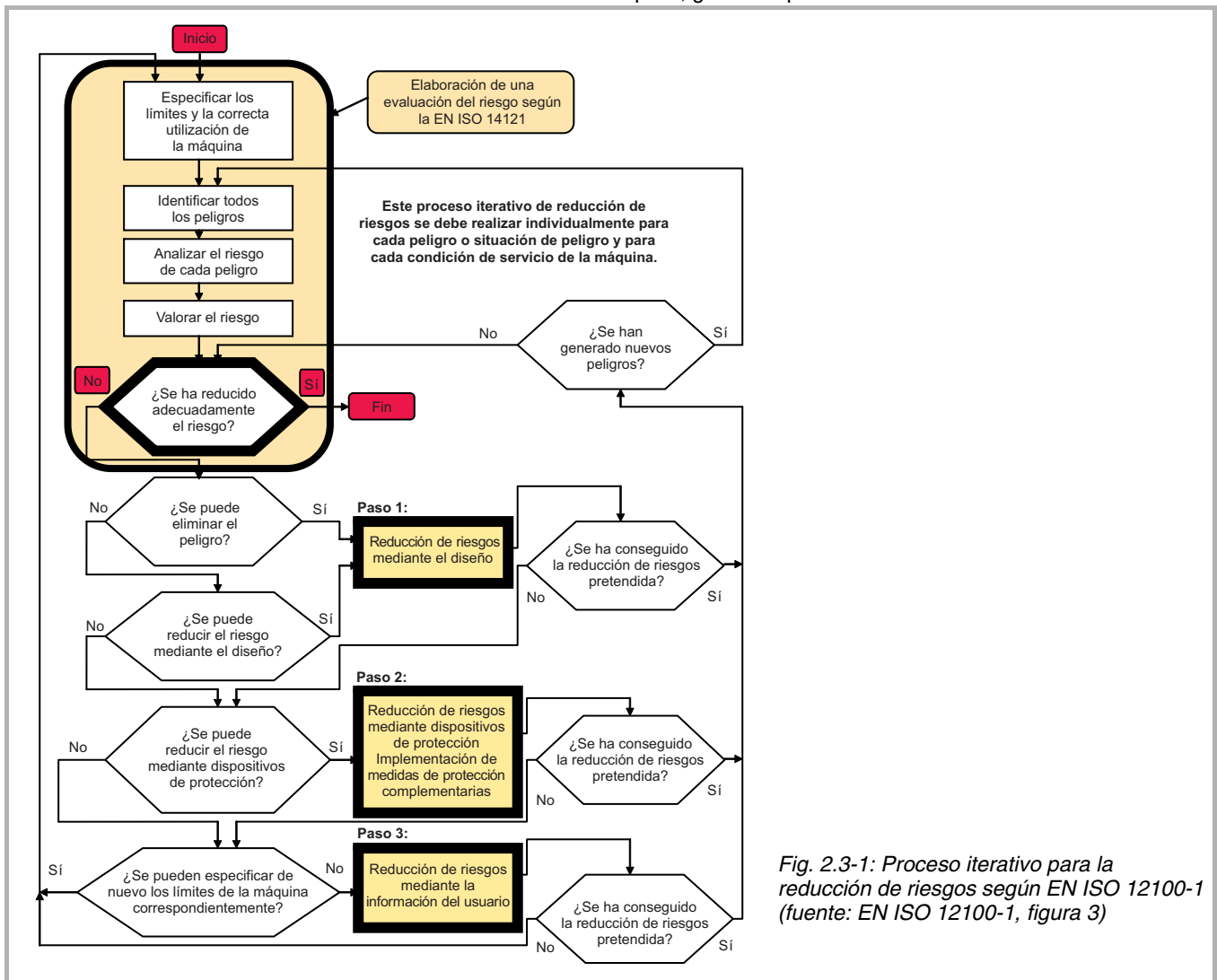


Fig. 2.3-1: Proceso iterativo para la reducción de riesgos según EN ISO 12100-1 (fuente: EN ISO 12100-1, figura 3)

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

La EN ISO 12100-1 recomienda al fabricante de maquinaria el siguiente procedimiento por pasos para la reducción de riesgos:

1. Especificar los límites y la correcta utilización de la máquina
2. Identificar los riesgos y posibles situaciones de peligro
3. Calcular el riesgo de cada situación de peligro identificada y contemplar también comportamientos y usos previsibles incorrectos por parte de los operarios.
4. Evaluar cada riesgo y decidir si es necesaria o no una reducción de riesgos
5. Intentar eliminar o reducir el riesgo a través de medidas constructivas. Si no se lograra, entonces
6. reducir el riesgo mediante la utilización de dispositivos de protección (resguardos móviles, como por ejemplo vallas de protección y cubiertas, o equipos ópticos de seguridad, como las cortinas ópticas de seguridad)
7. Informar y avisar al operario de la máquina sobre el riesgo restante por medio de advertencias en la máquina y en el manual de instrucciones

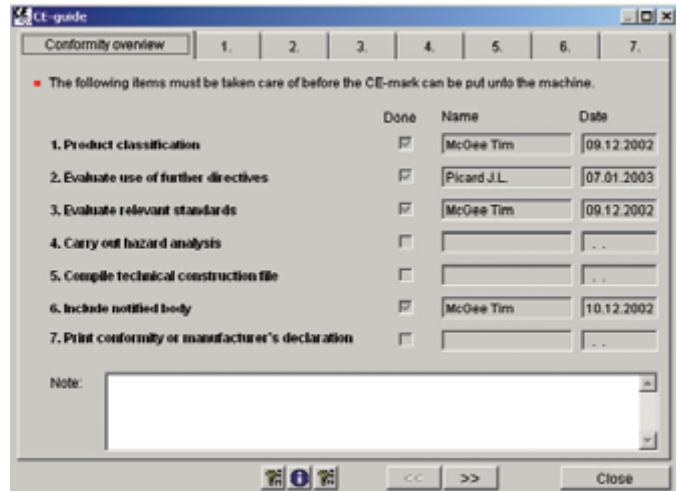
Los cuatro primeros pasos describen el análisis y evaluación de riesgos. La EN ISO 14121 contiene requisitos detallados al respecto. Es importante que el análisis y evaluación de riesgos se lleven a cabo de forma metódica y se documenten con claridad.

De forma complementaria a las medidas de protección tomadas por el fabricante, puede que sea necesario que el propietario u operario de la máquina también tome otras medidas de protección para reducir el riesgo restante de la máquina. Estas medidas son, por ejemplo:

- Medidas de organización (por ejemplo procesos de trabajo seguros e inspecciones regulares)
- Dispositivos de protección personales
- Instrucción y formación del personal operario

Observación

El software de Leuze electronic Safexpert, para la ingeniería de seguridad de las máquinas, contiene un listado de peligros según la EN ISO 14121 y contribuye al proceso de evaluación y reducción de riesgos según la EN ISO 12100-1. Este software permite la observación individualizada de todos los puntos peligrosos y fases del ciclo de vida de la máquina y permite tener una documentación clara y transparente. Para más información e instrucciones para pedidos, véase el capítulo Safexpert, página 58.



Paso a paso, Safexpert ayuda al usuario en sus tareas hasta la elaboración de una declaración de conformidad o declaración del fabricante

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

2.4 Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad

Las partes de los sistemas de mando que desempeñan tareas relacionadas con la seguridad son denominadas por los organismos normalizadores como «Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad». Estas partes pueden consistir en hardware o software y ser parte integral o separada del sistema de control de la máquina. Las piezas de sistemas de mando relacionadas con la seguridad abarcan la cadena de acción íntegra de una función de seguridad compuesta por un sensor, un sistema de control y un actuador. Pueden estar construidas según diversas estructuras complejas y constar, por ejemplo, de un interruptor de seguridad o un módulo de seguridad o bien estar construidas como un sistema de control de seguridad programable para toda una planta.

El objetivo común es desarrollar estas piezas de sistemas de mando de manera que tanto la seguridad de la función de control como la respuesta del sistema de control en caso de avería se correspondan con el grado de reducción de riesgos registrado en la evaluación de riesgos. Las medidas técnicas específicas de los sistemas de mando para evitar averías pueden utilizarse, por ejemplo, para aplicaciones que supongan un riesgo mínimo, pero no son suficientes para otras aplicaciones que impliquen un riesgo más elevado. Para estas aplicaciones serían necesarias medidas adicionales para la tolerancia y detección de averías.

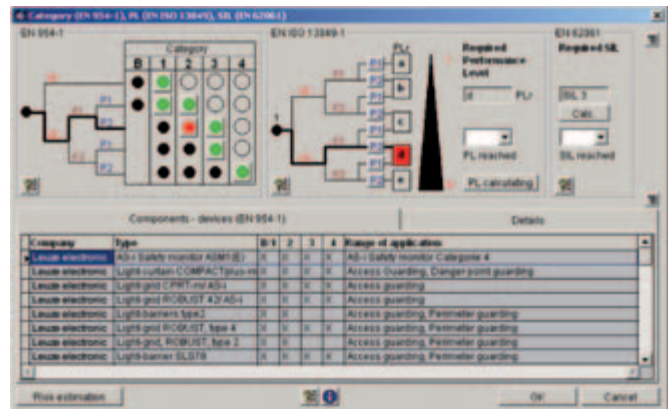
Por tanto, cuanto más elevada sea la reducción de riesgos gracias a las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad, más elevado será el grado de seguridad o el nivel de rendimiento técnico relacionado con la seguridad de la pieza del sistema de control exigido. Las normas incluidas a continuación utilizan diferentes sistemas de clasificación y definiciones para estos grados de seguridad.

Performance level (EN ISO 13849-1)	PFH _d Probabilidad media de un fallo peligroso [1/h]	SILCL Level IEC/EN 62061
a	$10^{-5} \leq PFH_d < 10^{-4}$	--
b	$3 \cdot 10^{-6} \leq PFH_d < 10^{-5}$	SIL 1
c	$10^{-6} \leq PFH_d < 3 \cdot 10^{-6}$	SIL 1
d	$10^{-7} \leq PFH_d < 10^{-6}$	SIL 2
e	$10^{-8} \leq PFH_d < 10^{-7}$	SIL 3

Fig. 2.4-1: Performance Level y SIL Level (fuente: folleto de la ZVEI «Seguridad de las máquinas»)

Observación

El software Safexpert de Leuze electronic para la ingeniería de seguridad de maquinaria e instalaciones ayuda al fabricante a determinar la categoría de control necesaria según la EN ISO 13849-1, basándose en un evaluación de riesgos según la EN ISO 12100-1. Para más información e instrucciones para pedidos, véase el capítulo Safexpert, página 58.



Seguridad para máquinas, pág. 8

Seguridad para máquinas en la UE, pág. 8

Seguridad para máquinas en los EE.UU., pág. 26

Dispositivos de protección, pág. 31

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

2.4.1 EN ISO 13849-1 «Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño»

En octubre de 2006 se aprobó oficialmente la EN ISO 13849-1 como sucesora de la EN 954-1. Como la EN 954-1, abarca su campo de aplicación las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS) y todos los tipos de máquinas, independientemente de la tecnología y energía utilizadas (eléctrica, hidráulica, neumática, mecánica, etc.). Apuesta por las categorías ya conocidas de la EN 954-1 y contiene requisitos especiales para las SRP/CS con sistemas electrónicos programables. Con la EN ISO 13849-1 se consigue, además del enfoque cualitativo de la EN 954-1, un enfoque cuantitativo de las funciones de seguridad. Para la clasificación del diferente rendimiento técnico relacionado con la seguridad, en la EN ISO 13849-1 se definen los Performance Level (PL) sobre la base de las categorías de la norma anterior. Los cinco PL (a, b, c, d, e) representan los diferentes grados medios de probabilidad de aparición de un fallo peligroso por hora.

Performance Level (PL) según la EN ISO 13849-1

Performance Level (PL)	Probabilidad media de aparición de un fallo peligroso por hora (1/h)
a	$\geq 10^{-5}$ hasta $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ hasta $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ hasta 3×10^{-6}
d	$\geq 10^{-7}$ hasta $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ hasta $< 10^{-7}$

Determinación del Performance Level PL_r necesario

Para definir el PL_r necesario para cada función de seguridad de un sistema de control relacionado con la seguridad, se debe llevar a cabo y documentar una evaluación de riesgos. El anexo A informativo de la norma presenta un proceso cualitativo para la estimación del riesgo y para la determinación del PL_r.

Parámetros de riesgo:

S Gravedad de la lesión

S1 leve (normalmente lesión reversible)

S2 seria (normalmente lesión irreversible, incluida la muerte)

F Frecuencia y duración de la exposición al peligro

F1 puntual o poco frecuente o el tiempo de exposición al peligro es breve

F2 frecuente a continua o el tiempo de exposición al peligro es largo

P Posibilidad de evitar o reducir el daño

P1 posible en determinadas circunstancias

P2 prácticamente imposible

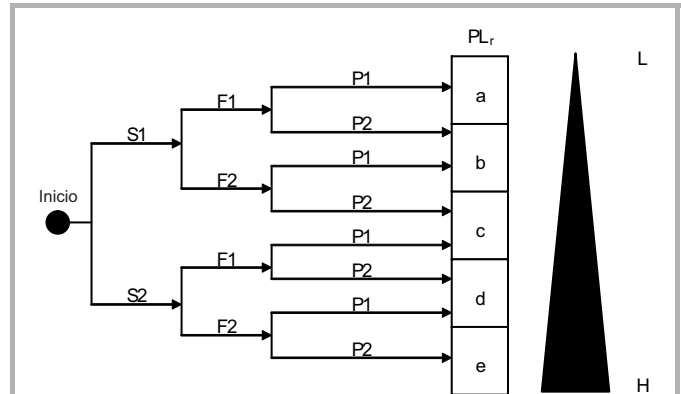


Fig. 2.4.2-1: Gráfico de riesgos para la determinación del PL_r en cada función de seguridad (fuente: EN ISO 13849-1)

Leyenda

- Inicio Punto de inicio para evaluar la contribución a la reducción de riesgos
- L Poca colaboración a la reducción de riesgos
- H Contribución elevada a la reducción de riesgos
- PL_r Performance Level necesario

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

Determinación del Performance Level PL alcanzado

Para determinar el Performance Level de componentes/equipos son necesarios los siguientes parámetros técnicos de seguridad:

Parámetros de la EN ISO 13849-1	Significado
Cat.	Categoría (B, 1, 2, 3, 4), estructura clasificativa como base para alcanzar un PL determinado
PL	Performance Level (a, b, c, d, e)
MTTF _d	Tiempo medio hasta la aparición de un fallo peligroso
B _{10d}	Número de ciclos en los que un 10 % de la muestra de los componentes neumáticos o electromecánicos desgastados que se han estudiado han presentado fallos peligrosos
DC	Grado de cobertura del diagnóstico (en inglés: diagnostic coverage)
CCF	Fallo por causas comunes (en inglés: common cause failure)
T _M	Duración de uso, tiempo de utilización previsto (en inglés: mission time)

Otros parámetros que se deben tener en cuenta son los aspectos de seguridad funcional, como la tasa de demanda o la tasa de ensayo de la función de seguridad, que pueden influir en el PL resultante.

i Observación

El software informático SISTEMA del Instituto Profesional Alemán de Seguridad Laboral (BGIA) sirve para calcular y evaluar automáticamente la seguridad funcional de los sistemas de control según EN ISO 13849-1. Sirve de complemento idóneo a Safexpert y puede descargarse gratuitamente de www.leuze.com/sistema. Más información, véase el capítulo SISTEMA, página 68.

Para la determinación del PL son necesarios los siguientes parámetros:

- Categoría (según la estructura)
- MTTF_d (Tiempo medio hasta la aparición de un fallo peligroso)
- DC_{avg} (Grado medio de cobertura del diagnóstico)
- CCF Fallo por causas comunes (exigido a partir de categoría 2)

La combinación de la categoría y la DC_{avg} determinan qué columna se debe elegir. Entonces, según el MTTF_d se determina una pista en la zona sombreada correspondiente de la columna. Entonces se puede leer el PL resultante en el eje vertical.

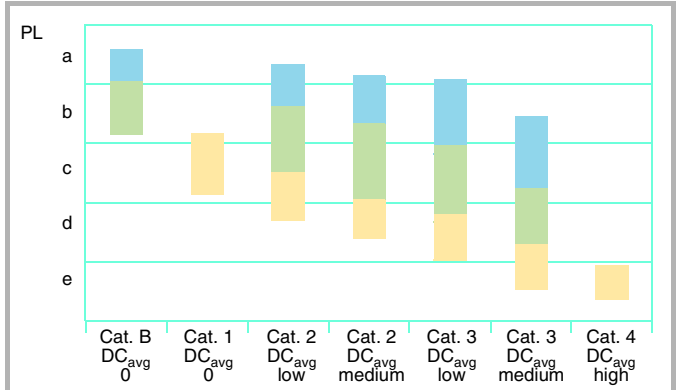


Fig. 2.4.2-3: Relación entre las categorías, DC_{avg}, MTTF_d de cada canal y del PL resultante (fuente: EN ISO 13849-1)

Leyenda

MTTF_d en años

- MTTF_d de cada pista = bajo 3 < MTTF_d < 10
- MTTF_d de cada pista = medio 10 < MTTF_d < 30
- MTTF_d de cada pista = alto 30 < MTTF_d < 100

Grado de cobertura del diagnóstico DC

- no DC < 60 %
- low 60 % ≤ DC < 90 %
- medium 90 % ≤ DC < 99 %
- high 99 % ≤ DC ≤ 100 %

Estimación del efecto del CCF

Este proceso cuantitativo debería aplicarse para la totalidad del sistema. Se recomienda tener en consideración cada componente de la parte del control relacionada con la seguridad.

En la siguiente tabla se lista un extracto del procedimiento para cuantificar las medidas con respecto a CCF.

Diseño/Aplicación/Experiencia
Protección contra sobretensión, sobrepresión, sobrecorriente etc.
Utilización de componentes acreditados
Evaluación/Análisis
¿Se han considerado los resultados de un tipo de fallo y el análisis de efectos, con el fin de evitar en el desarrollo fallos debidos a una causa común?
Competencia/Formación
¿Han sido instruidos los diseñadores/mecánicos para reconocer los motivos y los efectos de los fallos debidos a una causa común?

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

Validación

El diseño de una función de control relacionada con la seguridad tiene que ser validado. La validación debe mostrar que el diseño de cada función de seguridad cumple los requisitos correspondientes (fuente: EN ISO 13849-2).

2.4.3 IEC/EN 62061 «Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de los sistemas de control eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad»

Esta norma contiene requisitos y recomendaciones para el diseño, integración y validación de sistemas de control eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad (SRECS) para máquinas que no pueden llevarse en la mano durante el trabajo. Al contrario que la EN ISO 13849-1, esta norma no establece requisitos para el rendimiento de elementos de control no eléctricos (por ejemplo hidráulicos, neumáticos o electromecánicos) para máquinas, relacionados con la seguridad. En su marco completo, la EN ISO 12100-1 sirve, alternativamente a la EN ISO 13849-1, para la especificación del rendimiento técnico relacionado con la seguridad, necesario para la reducción de riesgos en sistemas de control eléctricos relacionados con la seguridad. Como norma específica de un sector por debajo de la IEC 61508, la IEC/EN 62061 contempla en el campo de aplicación de máquinas, todo el ciclo de vida de los SRECS, desde la fase de concepción hasta el fin de su vida útil. El rendimiento técnico relacionado con la seguridad se describe mediante el llamado Safety Integrity Level (SIL).

Nivel de integridad de seguridad (SILCL) según la IEC/EN 62061

Nivel de integridad de seguridad	Probabilidad de aparición de un fallo peligroso por hora (PFH _d)
3	≥ 10 ⁻⁸ hasta < 10 ⁻⁷
2	≥ 10 ⁻⁷ hasta < 10 ⁻⁶
1	≥ 10 ⁻⁶ hasta < 10 ⁻⁵

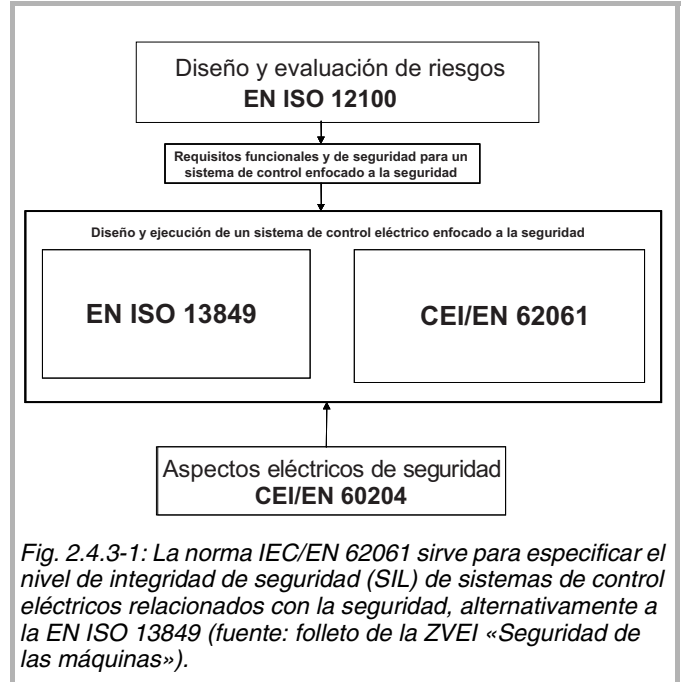


Fig. 2.4.3-1: La norma IEC/EN 62061 sirve para especificar el nivel de integridad de seguridad (SIL) de sistemas de control eléctricos relacionados con la seguridad, alternativamente a la EN ISO 13849 (fuente: folleto de la ZVEI «Seguridad de las máquinas»).

Evaluación del riesgo y determinación del SIL

En el anexo A informativo de la IEC/EN 62061 se representa un proceso para la evaluación cualitativa del riesgo y la determinación del SILCL. Este proceso debe llevarse a cabo para cualquier riesgo especial, por el cual se pretende alcanzar la correspondiente reducción de riesgos con ayuda de un SRECS. Se basa en el método presentado en la EN ISO 14121 y utiliza parámetros de riesgo para la evaluación

- **S** Gravedad del posible daño o lesión
- **F** Frecuencia y duración de la exposición al riesgo
- **W** Probabilidad de aparición de un fallo peligroso
- **P** Posibilidad de evitar o reducir el daño

Para cada riesgo especial se considera cada uno de los parámetros de riesgo y, dependiendo de la intensidad (de la gravedad, frecuencia, probabilidad, etc.), se les asigna una cifra correspondiente.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

2. Seguridad para máquinas en la UE

Gravedad	S	Frecuencia de la exposición	F	Probabilidad de aparición	W	Posibilidad de evitarlo	P
Irreversible: muerte, pérdida de un ojo o brazo	4	≤ 1h	5	muy alta	5	imposible	5
Irreversible: miembro fracturado, pérdida de un dedo	3	> 1h hasta ≤ 1 día	5	probable	4	rara vez	3
Reversible: asistencia médica necesaria	2	> 1 día hasta ≤ 2 semanas	4	posible	3	probable	1
Reversible: asistencia médica necesaria	1	> 2 semanas hasta ≤ 1 año	3	rara vez	2		
		> 1 año	2	irrelevante	1		

Tabla 4.3-1: Clasificación de los parámetros de riesgo según la IEC/EN 62061

La suma de estas cifras indica la clase de probabilidad del daño **K**. Con los parámetros S y K se pasa a continuación a una matriz para determinar el SILCL. La intersección de la fila S con la columna K correspondiente muestra si hay necesidad de intervenir y cómo.

Gravedad (S)	Clase de probabilidad del daño (K)				
	3 a 4	5 a 7	8 a 10	11 a 13	14 a 15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3		(OM)	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2			(OM)	SIL 1	SIL 2
1				(OM)	SIL 1

Leyenda

	Valor teórico del SIL para la función de control relacionada con la seguridad
	Recomendación de aplicación de otras medidas (OM)
	No hay necesidad de intervención

Tabla 4.3-2: Matriz para determinar el SIL (fuente: IEC/EN 62061, anexo A)

Diseño e integración de un SRECS según la IEC/EN 62061

Partiendo del análisis y la evaluación del riesgo según la EN ISO 12100-1, se deduce la necesidad de las funciones de seguridad como medida para la reducción de riesgos. Las funciones de seguridad que se llevan a cabo con un SRECS se clasifican en funciones parciales de seguridad para el diseño de la estructura del sistema. A estas funciones parciales de seguridad virtuales se les asignan entonces elementos parciales reales de un sistema.

Se trata bien de equipos ya desarrollados, como por ejemplo sensores, sistemas de control y actuadores, o bien de componentes complejos que van a diseñarse de acuerdo con la presente especificación según la IEC/EN 61508, compuestos por hardware con software integrado o software de aplicación. Según el diseño del sistema se determina el nivel de integridad de seguridad (SILCL) alcanzado y se verifica si el valor teórico del SIL se ha alcanzado.

SEGURIDAD PARA MÁQUINAS EN LA UE

2. Seguridad para máquinas en la UE

Determinación del nivel de integridad de seguridad alcanzado (SILCL) de un SRECS

El SIL alcanzado siempre es menor o igual que el valor mínimo de los SILCL de uno de los sistemas parciales.

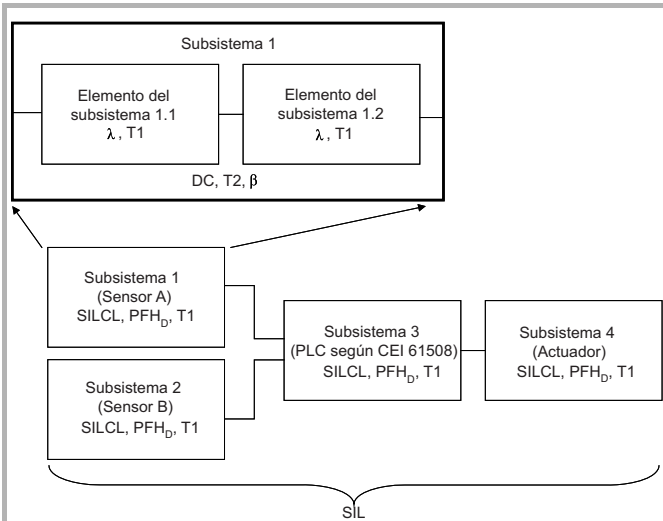


Fig. 2.4.3-2: Estructura de los SRECS, compuesta por sistemas parciales y elementos de sistemas parciales (fuente: folleto de la ZVEI «Seguridad de las máquinas»).

La seguridad de los sistemas parciales se describe técnicamente mediante los parámetros SILCL, PFH_d y T₁.

Parámetros de la IEC 62061	Significado
SILCL	Límite de reclamación del SIL (valor máximo del SIL) de un sistema parcial (en inglés: SIL claim limit).
PFH _d	Probabilidad de aparición de fallos peligrosos por hora (en inglés: probability of dangerous failure per hour).
T ₁	Vida útil del sistema parcial (en inglés: lifetime) o bien Proof-Test Interval si este valor es menor que la vida útil (durabilidad). Nota: El Proof-Test sirve para detectar fallos en los SRECS y en sus sistemas parciales.

Los sistemas parciales pueden estar compuestos por elementos de sistemas parciales (equipos) conectados de diversas formas con los siguientes parámetros.

Parámetros de la IEC 62061	Significado
λ	Tasa de fallos (en inglés: failure rate); en los equipos electromecánicos, el fabricante indica la tasa de fallos referida a una cifra de ciclos de conmutación como valor B ₁₀ . La tasa de fallos por una cantidad de tiempo determinada y la vida útil deben estar determinadas por medio de la frecuencia de conmutación para cada aplicación.
SFF	Proporción de fallos no peligrosos (en inglés: Safe Failure Fraction)
T ₂	Intervalo de prueba de diagnóstico (en inglés: diagnostic test interval)
β	Susceptibilidad de fallos por causas comunes
DC	Grado de cobertura del diagnóstico (en inglés: diagnostic coverage)

Un capítulo de la norma describe un método simplificado para la estimación de la probabilidad de aparición de fallos peligrosos en el hardware de subsistemas. En este capítulo se habla de 4 estructuras diferentes de subsistemas (A, B, C, D). Para cada una de estas estructuras se proporciona la fórmula correspondiente de evaluación de la probabilidad de aparición de un fallo peligroso en el subsistema (PFH_d). El valor PFH_d del sistema de control relacionado con la seguridad se calcula con la suma de los valores PFH_d individuales de los subsistemas.

Validación

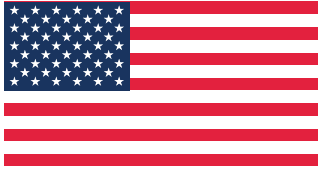
El capítulo 8 contiene requisitos para la validación del sistema de control eléctrico relacionado con la seguridad. Durante la validación se comprueba, mediante la inspección y el ensayo, que el diseño de cada función de seguridad cumple los requisitos correspondientes de la especificación.

Vigencia de la IEC/EN 62061

La IEC 62061 se aprobó a finales de 2004 y se convirtió en norma europea sin sufrir ninguna modificación. La EN 62061 figura desde el 31-12-2005 en el Diario Oficial de la Unión Europea como norma con efecto de presunción para el cumplimiento de la Directiva de Máquinas 2006/42/CE.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EE.UU.

3. Seguridad de las máquinas en EE.UU.



En el año 1970, el Congreso aprobó una ley con el nombre «Occupational Safety and Health Act» (OSHA). Su función es reducir los riesgos de seguridad y de salud existentes en el puesto de trabajo y mejorar de forma continua la normativa existente sobre protección laboral. Como entidad responsable y supervisora se constituyó a la Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

El siguiente texto ofrece una visión general sobre la principal normativa estadounidense en materia de seguridad de máquinas y no sustituye al estudio detallado de los documentos correspondientes. Este texto no tiene pretensión de exhaustividad, ni puede derivar de él ninguna reclamación legal. Se debe cumplir la correspondiente reglamentación regional o normas específicas para máquinas vigentes en la actualidad.

3.1 Reglamentos de la OSHA

El Code of Federal Regulations estadounidense, Title 29, Part 1910, Subpart O, contiene estándares de seguridad generales y específicos para máquinas. La siguiente lista muestra algunos ejemplos. Para más información, consultar la página www.osha.gov.

Extracto del Code of Federal Regulations estadounidense, Title 29, Part 1910, Subpart O

Número de documento	Título y contenido
OSHA 1910.211	Definición
OSHA 1910.212	Especificaciones generales para todas las máquinas
OSHA 1910.213	Especificaciones de las máquinas para trabajar la madera
OSHA 1910.214	Especificaciones de las máquinas para tonelería
OSHA 1910.215	Especificaciones de las máquinas lijadoras
OSHA 1910.216	Especificaciones de molinos y calandras en la maquinaria industrial para caucho y plásticos
OSHA 1910.217	Prensas mecánicas
	1910.217(b)(7) Revolution Clutch Controls 1910.217(b)(14) Brake System Monitoring 1910.217(c) Safeguarding the Point of Operation 1910.217(c)(3) Point of Operation Devices 1910.217(c)(3)(iii) Presence Sensing Devices 1910.217(c)(3)(5) Additional Requirements for Safeguarding 1910.217(e) Inspection, Maintenance and Modification of Presses 1910.217(5)(c) Operation of Power Presses

Número de documento	Título y contenido
OSHA 1910.218	Máquinas de forjar
OSHA 1910.219	Máquinas con transmisión mecánica

En los Estados Unidos no existe una legislación uniforme que regule la responsabilidad del fabricante o distribuidor. Los Estados federales de EE.UU. están obligados por la OSHA, 1970, a desarrollar un programa de seguridad y salud laboral. Para cada uno de estos programas, la OSHA pone a disposición información adicional en las páginas www.osha.gov o www.osha-slc.gov.

3.2 Normas estadounidenses ANSI, NFPA, UL (National Consensus Standards)

Además de los estándares de la OSHA, este organismo tiene competencia para supervisar y obligar al cumplimiento de los National Consensus Standards. Se trata de normas, disposiciones sobre seguridad y salud laboral o modificaciones que

- han sido aprobadas y difundidas por un organismo de normalización reconocido (por ejemplo ANSI, UL),
- que han sido reconocidas como normas por el Ministerio de Trabajo (Secretary of Labor),
- y que, como las normas internacionales (IEC, ISO), abordan temas o áreas de especialidad que no están reguladas por una norma estadounidense.

Por tanto, los National Consensus Standards estadounidenses son normas que complementan a los estándares de la OSHA. A continuación se mencionan algunos de los organismos que elaboran tales normas:

- American National Standards Institute (ANSI)
www.ansi.org
- European Committee for Standardization (CEN)
www.cen.eu
- European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)
www.cenelec.org
- International Electrotechnical Commission (IEC)
www.iec.ch
- International Standardization Organization (ISO)
www.iso.ch
- National Fire Protection Agency (NFPA)
www.nfpa.org

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

3. Seguridad de las máquinas en EE.UU.

Selección de importantes National Consensus Standards estadounidenses referentes a la seguridad de las máquinas (la lista no es íntegra)

Estándar	Título y contenido
ANSI B11.1	Mechanical Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.2	Hydraulic Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.3	Power Press Brakes – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.4	Machine Tools – Shears – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.5	Machine Tools – Iron Workers – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.6	Lathes – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.7	Cold Headers and Cold Formers – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.8	Drilling, Mining and Boring Machines – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.9	Grinding Machines – Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.10	Metal Sawing Machines – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.11	Gear-Cutting Machines – Safety Requirements for Construction, Care, Use
ANSI B11.12	Machine Tools – Roll-Forming and Roll-Bending Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.13	Machine Tools – Single- and Multiple-Spindle Automatic Bar and Chucking Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.14	Machine Tools – Coile-Slitting Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.15	Pipe, Tube and Shape-Bending Machines - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.16	Metal Powder Compacting Presses - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.17	Machine Tools – Horizontal Hydraulic Extrusion Presses - Safety Requirements for Construction, Care and Use

Estándar	Título y contenido
ANSI B11.18	Machine Tools – Machines and Machinery Systems for Processing Strip, Sheet or Plate from Coiled Configuration - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.19	Performed Criteria for the Design, Construction, Care and Operation of Safeguarding when referenced by other B11 Machine Tool Safety Standards
ANSI B11.20	Machine Tools – Manufacturing Systems / Cells - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.21	Machine Tools – Using Lasers for Processing Materials - Safety Requirements for Construction, Care and Use
ANSI B11.TR1	Ergonomic Guidelines for Design, Installation and Use of Machine Tools
ANSI B11.TR2	Mist Control on Machines Using Metal Working Fluids
ANSI B151.27	Safety Requirements for Robots Used with Horizontal Injection Molding Machines
ANSI B56.5	Safety Standards for Guided Industrial Vehicles and Automated Functions of Manned Industrial Vehicles
ANSI R15.06	Safety Requirements for Robots and Robot Systems
ANSI B65,1	Safety Standards for Printing Press Systems
NFPA 70E	Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces
NFPA 79	Electrical Standard for Industrial Machinery
UL 508	Industrial Control Equipment
UL 61496-1	Electro-Sensitive Protective Equipment, Part 1: General Requirements for Design, Construction and Testing of Electrosensitive Protective Devices (ESPDs).
UL 61496-2	Electro-Sensitive Protective Equipment, Part 2: Particular Requirements for Equipment Using Active Opto-Electronic Protective Devices (AOPDs).

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EE.UU.

3. Seguridad de las máquinas en EE.UU.

3.3 Estrategia para la reducción de riesgos

En el Code of Federal Regulations estadounidense, Title 29, Part 1910, Subpart O se establece debidamente que durante la construcción de la máquina se deben analizar los posibles riesgos y, cuando sea necesario, se proporcionen dispositivos de protección adicionales para proteger al operario.

El Technical Report ANSI B11.TR3:2000 contiene propuestas para la valoración, evaluación y reducción de riesgos en las máquinas herramienta.

OSHA/ANSI contempla las siguientes pautas jerárquicas de actuación para la reducción de riesgos:

1. Identificar y analizar el riesgo (véase ANSI B11.TR3:2000)
2. Eliminar el riesgo mediante medidas constructivas
3. Reducir el riesgo mediante dispositivos técnicos de protección
4. Señales y avisos de alerta
5. Equipamiento de protección personal para los operarios
6. Formación del personal operario

La norma internacional EN/ISO 12100-1 «Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos y principios generales para el diseño» está estructurada de forma similar. Ofrece información detallada para la identificación de peligros, describe los riesgos que el fabricante debe tener en cuenta, contiene principios generales para el diseño y un método para la construcción segura y la reducción de riesgos. La EN ISO 14121 «Seguridad de las máquinas. Principios para la evaluación del riesgo» describe un método iterativo para el análisis del riesgo, la evaluación del riesgo y la reducción de los riesgos con el fin de alcanzar la seguridad necesaria de las máquinas. Las normas ya existentes específicas para máquinas, como por ejemplo las normas EN del tipo C, gozan de primacía.

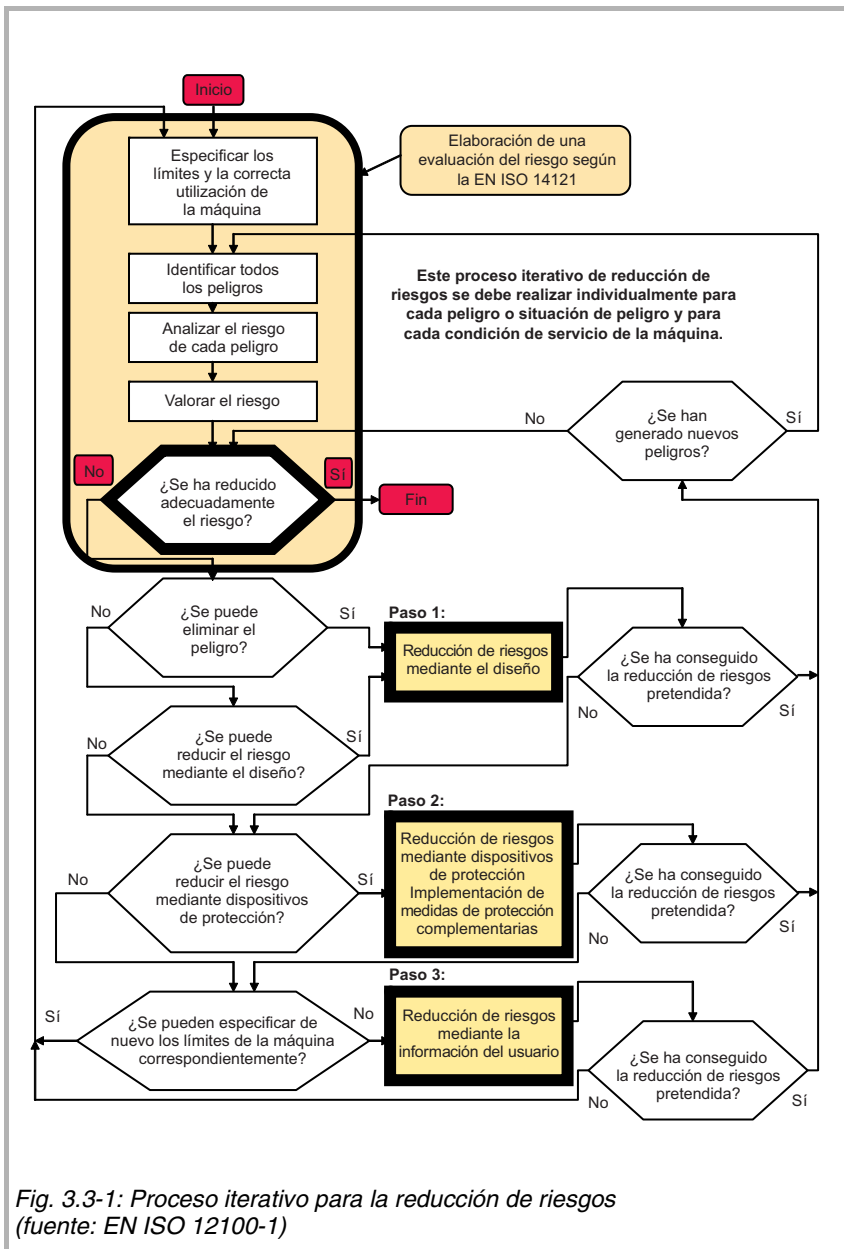


Fig. 3.3-1: Proceso iterativo para la reducción de riesgos (fuente: EN ISO 12100-1)

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

3. Seguridad de las máquinas en EE.UU.

La EN ISO 12100-1 recomienda al fabricante de maquinaria el siguiente procedimiento por pasos para la reducción de riesgos:

1. Especificar los límites y la correcta utilización de la máquina
2. Identificar los riesgos y posibles situaciones de peligro
3. Calcular el riesgo de cada situación de peligro identificada y contemplar también comportamientos y usos previsibles incorrectos por parte de los operarios.
4. Evaluar cada riesgo y decidir si es necesaria o no una reducción de riesgos
5. Intentar eliminar o reducir el riesgo a través de medidas constructivas. Si no se lograra, entonces
6. reducir el riesgo mediante la utilización de dispositivos de protección (resguardos móviles, como por ejemplo vallas de protección y cubiertas, o equipos ópticos de seguridad, como las cortinas ópticas de seguridad)
7. Informar y avisar al operario de la máquina sobre el riesgo restante por medio de advertencias en la máquina y en el manual de instrucciones

Los cuatro primeros pasos describen el análisis y evaluación de riesgos. La EN ISO 14121 contiene requisitos detallados al respecto. Es importante que el análisis y evaluación de riesgos se lleven a cabo de forma metódica y se documenten con claridad.

De forma complementaria a las medidas de protección tomadas por el fabricante, puede que sea necesario que el propietario u operario de la máquina también tome otras medidas de protección para reducir el riesgo restante de la máquina. Estas medidas son, por ejemplo:

- Medidas de organización (por ejemplo procesos de trabajo seguros e inspecciones regulares)
- Dispositivos de protección personales
- Instrucción y formación del personal operario

Observación

El software de Leuze electronic Safexpert, para la ingeniería de seguridad de las máquinas, contiene un listado de peligros según la EN ISO 14121 y contribuye al proceso de evaluación y reducción de riesgos según la EN ISO 12100-1. Este software permite la observación individualizada de todos los puntos peligrosos y fases del ciclo de vida de la máquina y permite tener una documentación clara y transparente. Para más información e instrucciones para pedidos, véase el capítulo Safexpert, página 58.

3.4 Fiabilidad de los sistemas de control (Control Reliability)

OSHA 1910,211

Contiene las siguientes especificaciones al respecto: un sistema de control debe estar construido de manera que

- la aparición de un fallo en el sistema no impida la activación del proceso normal de parada;
- no se pueda llevar a cabo un nuevo ciclo de conmutación antes de que se repare el fallo y
- se pueda detectar el fallo mediante un test sencillo o lo indique el sistema de control.

ANSI B11.19-2003

El apartado 3.14 define el concepto de Control Reliability de esta forma:

Control Reliability es la capacidad del sistema de control de una máquina, de un dispositivo de protección o de otros componentes del sistema de control, así como de las interfaces relacionadas, de mantener un estado de seguridad cuando aparece un fallo que afecte a sus funciones de seguridad.

El apartado E.6.1 continúa precisando:

Control Liability no puede evitar la ejecución repetida de un ciclo de conmutación en la máquina

- cuando aparece un fallo mecánico grave o
- cuando fallan diversos componentes a la vez.

Sobre la estructura constructiva, la norma hace la siguiente observación:

La Control Reliability no queda garantizada por la redundancia simple. Debe realizarse una monitorización para asegurarse de que la redundancia se mantiene.

ANSI B11.20

También en la ANSI B11.20, apartado E.6.13, se dice lo siguiente con respecto a la estructura de los sistemas de control:

La protección frente a las consecuencias del fallo de los componentes del sistema de control no debería depender únicamente de la redundancia simple. El fallo de un componente, de los dos o más componentes de control conectados en serie o en paralelo, puede no ser detectado ante una redundancia simple, es decir, no monitorizada. Se sigue manteniendo la apariencia de un funcionamiento seguro. Pero si, como consecuencia, falla un elemento más de otro circuito redundante, esto puede conducir a un estado de peligro. Por ese motivo es necesaria la monitorización de las estructuras de sistemas de control redundantes y la detección y respuesta segura a tales fallos aislados.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS EN EE.UU.

3. Seguridad de las máquinas en EE.UU.

ANSI / RIA R15.06-1999

Esta norma ANSI contiene más especificaciones funcionales para la Control Reliability, así como otra información sobre fallos por causas comunes, como por ejemplo la sobreten-sión. Nota: El término «comunes» significa que estas causas pueden influir simultáneamente y de la misma forma en los canales de control redundantes.

- La monitorización debe activar una señal de parada si se detecta un fallo.
- Debe emitirse un aviso de alerta si el riesgo persiste después de que se haya paralizado la máquina.
- Después de haber sido detectado el fallo, la máquina debe mantener un estado de seguridad hasta que se haya podido eliminar el fallo.
- Los fallos con causas comunes (por ejemplo, sobreten-sión) deben ser analizados si la probabilidad de aparición de tales fallos es elevada.
- Un fallo aislado debe ser detectado en el momento de su aparición. Si no fuera factible, el fallo debería ser detec-tado en la próxima utilización de la función de seguridad.

Comparación de las especificaciones ANSI, IEC/ EN sobre sistemas de control relacionadas con la seguridad

No existe una equivalencia exacta entre la definición de seguridad funcional o Control Reliability que ofrece la norma-tiva estadounidense y las normas IEC/EN. Las especificacio-nes de la OSHA / ANSI se aproximan bastante a las especifi-caciones de la categoría 3 de la EN 954-1 todavía vigente:

- Las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad o dispositivos de protección, así como sus componentes, deben estar diseñadas, fabricadas, selec-cionadas y combinadas de acuerdo con las respectivas normas, de manera que puedan hacer frente a las influen-cias externas previsibles.
- En el diseño deberán aplicarse los principios de seguridad acreditados. Las partes relacionadas con la seguridad deben estar diseñadas de manera que
 - un fallo aislado en cada una de estas piezas no lleve a la pérdida de la función de seguridad y
 - siempre que se lleve a cabo de una forma apropiada, se pueda reconocer el fallo aislado.

El comportamiento en caso de fallo de un sistema de control relacionado con la seguridad de la categoría 3 se especifica de la siguiente forma:

- Si aparece un fallo aislado, la función de seguridad se mantiene siempre intacta.
- Se detectan algunos pero no todos los fallos.*
- La acumulación de fallos no detectados puede llevar a la pérdida de la función de seguridad.*

*) La valoración de riesgos indica si la pérdida total o parcial de la función o funciones de seguridad como resultado de los fallos es tolerable.

Observación

El software informático SISTEMA del Instituto Profesional Ale-mán de Seguridad Laboral (BGIA) sirve para calcular y eva-luar automáticamente la seguridad funcional de los sistemas de control según EN ISO 13849-1. Sirve de complemento idó-neo a Safexpert y puede descargarse gratuitamente de www.leuze.com/sistema. Más información, véase el capítulo SISTEMA, página 68.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

4.1 Selección de dispositivos de protección

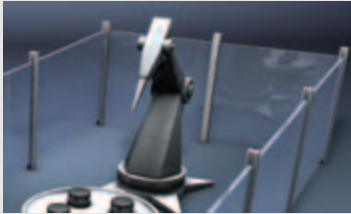


Indicaciones de la norma EN ISO 12100-2 sobre la selección de dispositivos de protección

Si no es posible evitar o reducir suficientemente los riesgos por medio de medidas constructivas, deberán proporcionarse dispositivos de protección. La elección de un dispositivo de protección adecuado debería llevarse a cabo según una normativa existente específica para máquinas, como por ejemplo una norma europea del tipo C, o bien sobre la base de una valoración de riesgos de la máquina correspondiente.

En general, el dispositivo de protección debería permitir la utilización fácil y ergonómica de la máquina y no impedir el uso conforme con su destino. Si no es el caso, esto puede llevar a esquivar los dispositivos de protección para poder manejar la máquina con más facilidad.

Se debería colocar un resguardo fijo (una valla, por ejemplo) donde no sea necesario el acceso del operario a la zona de peligro durante el funcionamiento normal de la máquina. Si, por cuestiones de funcionamiento, el operario tuviera que acceder con más frecuencia, se debería colocar un equipo óptico de seguridad (como la cortina óptica de seguridad) o un resguardo móvil (como las puertas con interruptores de seguridad).


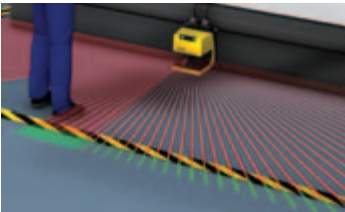


Selección de dispositivos de protección, ventajas de uso. Limitaciones de uso

	Tipo de dispositivo de protección	Ventajas de uso	Limitaciones de uso
	Resguardo fijo (valla, cubierta)	Larga durabilidad, protección contra lesiones por piezas que saltan despedidas	No recomendable cuando sea necesario el acceso frecuente del operario a la zona de peligro. Acceso difícil durante los trabajos de mantenimiento. Puede quitarse desapercibidamente. Distancia de seguridad necesaria (EN ISO 13857)
	Resguardo móvil (puertas o tapas) con interruptor de seguridad (sin gacheta)	El acceso a la máquina es posible. Las puertas no pueden ser quitadas desapercibidamente	Las puertas de protección pueden ser abiertas con la máquina en funcionamiento. No recomendable cuando el tiempo de parada de la máquina es mayor que el tiempo de entrada del operario. Obstaculiza el uso de la máquina cuando es necesario el acceso frecuente a la zona de peligro. Distancia de seguridad necesaria (ISO 13855/EN 999)
	Resguardo móvil con gacheta (puerta o tapa con bloqueo de seguridad de puertas con gacheta)	La puerta de protección solo puede ser abierta con una señal eléctrica de desbloqueo. Evitación de interrupciones indeseadas del proceso de fabricación. Ninguna distancia de seguridad necesaria	No recomendable cuando es necesario el acceso frecuente del operario a la zona de peligro

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

4. Dispositivos de protección

Selección de dispositivos de protección, ventajas de uso. Limitaciones de uso

	Tipo de dispositivo de protección	Ventajas de uso	Limitaciones de uso
	Dispositivos de seguridad, dispositivos de seguridad multi-haz y cortinas ópticas de seguridad	Es posible el acceso y el uso ergonómico de la máquina. Al combinarlo con una función de muting, es posible el transporte de material sin problemas a través del campo de protección	Distancia de seguridad necesaria según la ISO 13855/EN 999. No protección contra lesiones por piezas que saltan despedidas
	Escáner láser de seguridad	Es posible el acceso y el uso ergonómico de la máquina. Adaptación flexible al campo de protección y a las respectivas zonas de peligro	Uso limitado en entornos con alto grado de ensuciamiento. Distancia de seguridad necesaria según la ISO 13855/EN 999. No protección contra lesiones por piezas que saltan despedidas
	Dispositivos de mando a dos manos	Dispositivo de protección vinculado al emplazamiento con función de control. Ambas manos del operario son necesarias para la activación de la máquina y de ese modo quedan necesariamente protegidas contra lesiones	Solo protege al operario que utiliza el dispositivo de mando a dos manos. No protege a las personas cercanas. Distancia de seguridad necesaria según la ISO 13855/EN 999
	Dispositivo de PARO DE EMERGENCIA	Pulsador para detener la máquina cuando hay que erradicar situaciones de riesgo previsible o inminente	Medida de precaución adicional para situaciones de emergencia. No es sustitutiva de otras medidas de protección. Los pulsadores han de situarse al alcance desde los puntos peligrosos

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

Requisitos generales para la construcción de dispositivos de protección

La EN ISO 12100-2 «Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos y especificaciones» contiene los siguientes requisitos generales para el diseño:

Los resguardos fijos y móviles

- deben tener en cuenta peligros mecánicos y de otro tipo
- deben ser de construcción resistente
- no deben causar riesgos adicionales
- no deben permitir ser manipulados con facilidad ni dejados sin eficacia
- deben estar a una distancia suficiente de la zona de peligro (véase EN ISO 13857)
- no deben obstaculizar más de lo necesario el funcionamiento de la máquina ni el proceso de trabajo para no ser esquivados
- deben permitir acciones de carga o cambio de herramienta o trabajos de mantenimiento en la medida de lo posible sin tener que quitar el dispositivo de protección. Aquí, el acceso debe restringirse al espacio necesario para trabajar

4.2 Seguridad mediante dispositivos optoelectrónicos de seguridad

La IEC/TS 62046 «Seguridad de las máquinas. Aplicación de equipos de protección para detectar la presencia de personas» contiene información básica para la elección, utilización, conexión y puesta en marcha de equipos ópticos de seguridad y esteras sensibles. Está dirigida a redactores de normas C específicas para máquinas, fabricantes, oficinas de verificación y todos aquellos que se dediquen a la instalación de tales dispositivos de protección.

La siguiente información se refiere a las recomendaciones de la IEC/TS 62046 como referente del nivel tecnológico internacional. Básicamente, lo que se debe cumplir **con prioridad** son: las instrucciones de servicio de los dispositivos de protección, la normativa regional o la específica para máquinas



como por ejemplo las normas C

EN 692 Máquinas herramienta. Seguridad. Prensas mecánicas

EN 693 Máquinas herramienta. Seguridad. Prensas hidráulicas



o bien, en los EE.UU.:

OSHA 1910.217 Mechanical Power Presses

ANSI B11.1 Mechanical Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use

ANSI B11.2 Hydraulic Power Presses – Safety Requirements for Construction, Care, Use

ANSI B11.19 Performed Criteria for the Design, Construction, Care and Operation of Safeguarding when referenced by other B11 Machine Tool Safety Standards

4.2.1 Selección y utilización de dispositivos optoelectrónicos de seguridad

A continuación se parte de que se ha llevado a cabo una evaluación de riesgos, por ejemplo según la EN ISO 12100-1 (véase capítulo 2.3 página 18 o 3.3. página 28), y se ha seleccionado un dispositivo optoelectrónico de seguridad como medida para la reducción de riesgos.

Instrucciones generales de seguridad:

- Los dispositivos optoelectrónicos de seguridad no protegen de lesiones causadas por piezas que saltan despedidas o por emisiones de la máquina.
- La máquina debe permitir detener la acción peligrosa en cualquier momento del ciclo de conmutación.
- Los dispositivos optoelectrónicos de seguridad deben montarse de manera que el acceso o la aproximación a la zona de peligro solo sea posible a través del campo de protección. Se debe impedir la esquivación de los dispositivos por encima, por debajo o por detrás mediante otros dispositivos de protección adicionales (por ejemplo con resguardos, capítulo 4.3, página 42).
- Para proteger de los puntos peligrosos (protección de manos y dedos) y de las zonas de peligro no debe entrar ninguna persona en la zona de peligro sin ser detectada. Ocasionalmente se puede considerar la utilización de dispositivos de protección adicionales, como por ejemplo la protección contra intromisiones por detrás mediante cortinas ópticas de seguridad Host/Guest.
- La distancia de seguridad de un dispositivo de protección al punto peligroso deber ser lo suficientemente grande como para que el movimiento peligroso ya se haya detenido antes de que una parte del cuerpo de la persona alcance el punto peligroso (véase capítulo 4.2.1 paso 4, página 37).
- Las superficies reflectantes cercanas a los dispositivos optoelectrónicos de seguridad pueden provocar, al reflejar los haces del dispositivo de protección, que no se detecten objetos en el campo de protección. Para evitarlo, se debe respetar la distancia mínima correspondiente según las instrucciones de uso.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

4. Dispositivos de protección

Paso 1: evaluación de riesgos, por ejemplo según la EN ISO 12100-1


(véase capítulo 2.3 página 18 o 3.3. página 28)

Paso 2: seleccionar el tipo de dispositivo optoelectrónico de protección y la función de protección

Dependiendo de:

- la normativa regional o específica para máquinas
- las dimensiones geométricas de la zona que hay que proteger
- la función de protección que hay que ejecutar (por ejemplo, parada de la máquina al detectar el contacto de manos o dedos)
- cuestiones ergonómicas (facilidad de uso, colocación manual cíclica de piezas sí/no)
- acceso a la zona de peligro limitado por procesos o mantenimiento
- y criterios económicos







se elegirá el dispositivo optoelectrónico de seguridad adecuado (ver tabla)

	Función de protección	Aplicación	Productos Leuze electronic
	Parada de la máquina por detección de la persona al acceder a la zona de peligro y evitación de un nuevo arranque por la constante detección de la presencia de la persona	Protección de la zona de peligro en zonas (transitables) de carga de las máquinas y protección del trayecto para sistemas de transporte sin conductor	Escáner láser de seguridad Cortinas ópticas de seguridad (montadas de forma oblicua u horizontal) Cortinas ópticas de seguridad en versión Host/Guest
			

Paso 3: Selección del tipo de seguridad necesaria del dispositivo optoelectrónico de seguridad

El dispositivo optoelectrónico de seguridad es parte integrante del sistema de control de la máquina relacionado con la seguridad y un componente de la cadena de acción de una función parcial de seguridad compuesto por un sensor, un control y un actuador. A partir de la evaluación de riesgos (gráfico) según la EN ISO 13849-1 o EN 62061, el fabricante determina el nivel de integridad de seguridad necesario para la reducción de riesgos en esta función parcial de seguridad (véase capítulo 2.4 Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad, página 20 o 3.4 Fiabilidad de los sistemas de control (Control Reliability), página 29). Independientemente de la norma de control aplicada, el nivel de integridad de seguridad alcanzado (categoría, PL, SIL) de toda la función de seguridad siempre será menor o igual al valor inferior de uno de sus subsistemas. Dicho de forma simple, la cadena es tan fuerte como su miembro más débil.

Los dispositivos optoelectrónicos de seguridad tienen, independientemente del principio de detección y de la estructura técnica interna, diferentes niveles de integridad de seguridad. La IEC/EN 61496 o la UL 61496 «Seguridad de las máquinas. Equipos ópticos de seguridad» define 3 tipos diferentes de equipos ópticos de seguridad (en alemán BWS, y en inglés ESPE), que se diferencian por su eficacia y proporción de fallos detectados en un tiempo determinado, es decir, en su nivel de integridad de seguridad. En la siguiente tabla 4.2.1-1 se muestran las especificaciones de estas normas. Para aplicaciones en los EE.UU. debe comprobarse cuál es el requisito de la OSHA o del ANSI Control Reliability para cada una de las aplicaciones (cumplir la normativa regional y específica para máquinas), (véase capítulo 3 y 3.4, página 29). Después se elige el correspondiente equipo de protección electrosensible.

	Función de protección	Aplicación	Productos Leuze electronic
	Parada de la máquina al detectar el contacto de manos o dedos	Para una distancia reducida del operario a la zona de peligro, por ejemplo en tareas de inserción en una prensa	Cortinas ópticas de seguridad, escáneres láser de seguridad (versión E)
			
			
	Parada de la máquina por detección de la persona al acceder a la zona de peligro	En zonas de peligro transitables y distancias más grandes a la zona de peligro	Dispositivos de seguridad monohaz y dispositivos de seguridad multihaz, escáneres láser de seguridad (versión E), interruptores de seguridad y gachetas (en combinación con resguardos móviles)
			
			

Seguridad para máquinas, pág. 8

Seguridad para máquinas en la UE, pág. 8

Seguridad para máquinas en los EE.UU., pág. 26

Dispositivos de protección, pág. 31

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

Tipo de equipo de protección electro-sensible según IEC/EN/UL 61496	Seguridad funcional (Control Reliability) de los equipos ópticos de seguridad según IEC/EN/UL 61496 y los requisitos de eficacia y cantidad en la detección de fallos
Tipo 2	<p>Un equipo de protección electrosensible del tipo 2 debe constar de un mecanismo para tests periódicos. Entre los intervalos de tests es posible la pérdida de la función de protección en caso de aparición de un fallo.</p> <p>Un fallo debe ser detectado o bien inmediatamente en el próximo test periódico o bien al activar la parte del sensor y provocar la desconexión de al menos una de las salidas del equipo.</p>
Tipo 3 (definido únicamente para escáneres láser de seguridad)	<p>A pesar de un fallo aislado, la función de protección de un equipo de protección electrosensible del tipo 3 se mantiene intacta. La acumulación de fallos puede llevar a la pérdida de la función de protección.</p> <p>Un fallo aislado que lleva a la pérdida de la función de detección deber ser detectado inmediatamente al activar la función del sensor o al desconectar / conectar, al reiniciar el bloqueo de arranque/rearranque (en caso de que esté disponible) o mediante un test externo (si está disponible) y debe provocar la desconexión de las salidas del equipo.</p> <p>Un fallo aislado que dañe la función de detección deber ser detectado en el tiempo especificado en la parte relevante de la EN 61496 (5 segundos para escáneres láser de seguridad). Si no se detecta el primer fallo, un segundo fallo no debe llevar a la pérdida de la función de protección.</p>
Tipo 4	<p>Ante la aparición de varios fallos, la función de protección de los equipos del tipo 4 también se mantiene intacta.</p> <p>Un fallo aislado que lleve a la pérdida de la capacidad de detección del sensor debe ser detectado durante el tiempo de respuesta de estos equipos y provocar la desconexión de las salidas.</p> <p>Un fallo aislado que dañe el tiempo de respuesta o la capacidad de desconexión de una de las salidas del equipo debe provocar, bien durante el tiempo de respuesta establecido para estos equipos, o al activar la parte del sensor, o al desconectar / conectar, o al reiniciar (reset) la desconexión de las salidas del equipo</p>

Tabla 4.2.1-1: Tipos y seguridad funcional (Control Reliability) de los equipos ópticos de seguridad según la IEC/EN 61496 o la UL 61496.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

4. Dispositivos de protección

Parámetros de los dispositivos de protección de Leuze electronic para la determinación del PL según la EN ISO 13849-1 y del SIL según la IEC 61508 / y SILCL según la EN 62061.

Para los productos de las series ASM1, ASM1E, COMPACTplus, ROTOSCAN RS4, SOLID, MSI-s(x), MSI-i(x), MSI-mi, MSI-mx y MSI-mix se ha indicado el SIL según la IEC 61508/SILCL según la EN 622061 o el PL según la EN ISO 13849-1 en los datos técnicos.

i Observación

El software informático SISTEMA del Instituto Profesional Alemán de Seguridad Laboral (BGIA) sirve para calcular y evaluar automáticamente la seguridad funcional de los sistemas de control según EN ISO 13849-1. Sirve de complemento idóneo a Safexpert y puede descargarse gratuitamente de www.leuze.com/sistema. Contiene una biblioteca de componentes con los datos técnicos de seguridad de productos seleccionados de Leuze electronic. Más información, véase el capítulo SISTEMA, página 68.

Ayuda para la selección de dispositivos de protección de Leuze electronic

En el caso de que no exista normativa regional o específica para máquinas, como las normas C europeas o los estándares de la OSHA /ANSI, que regule un determinado tipo de dispositivos optoelectrónicos, con la siguiente ayuda para la selección es posible elegir el sensor de seguridad de Leuze electronic adecuado para la reducción de riesgos. Para determinar el nivel de seguridad necesario se emplea el método cualitativo presentado (gráfico) en la norma EN ISO 13849-1. Antes se debe llevar a cabo una evaluación de riesgos, por ejemplo según la EN ISO 12100 o bien la EN ISO 14121 y cumplir las indicaciones dadas previamente en el capítulo 4.2.1.

La IEC/TS 62046 recomienda de modo general el capítulo 5.3.2.2:

- con nivel bajo de riesgo: EOS tipo 2 y mayores
- con nivel de riesgo medio: EOS tipo 3 (escáner láser de seguridad) o cortina de seguridad tipo 4
- con nivel de riesgo elevado: EOS tipo 4

i Instrucciones de seguridad

La selección del tipo de dispositivo de protección adecuado para una reducción de riesgos suficiente queda siempre bajo responsabilidad del fabricante de la máquina o del integrador de sistemas. De la siguiente ayuda para la selección no puede derivar ninguna reclamación legal. La legislación regional o la normativa específica para máquinas, los motivos de responsabilidad por productos defectuosos y la magnitud del daño material pueden llevar a distanciarse de la recomendación ofrecida para seleccionar otro tipo de dispositivo de protección con un nivel más elevado de integridad de seguridad. Si existe la posibilidad de lesiones graves e irreversibles, recomendamos instalar como mínimo un EOS del tipo 3.

Parámetros de riesgo:

S Gravedad de la lesión

S1 leve (normalmente lesión reversible)

S2 seria (normalmente lesión irreversible, incluida la muerte)

F Frecuencia y duración de la exposición al peligro

F1 puntual o poco frecuente o el tiempo de exposición al peligro es breve

F2 frecuente a continua o el tiempo de exposición al peligro es largo

P Posibilidad de evitar o reducir el daño

P1 posible en determinadas circunstancias

P2 prácticamente imposible

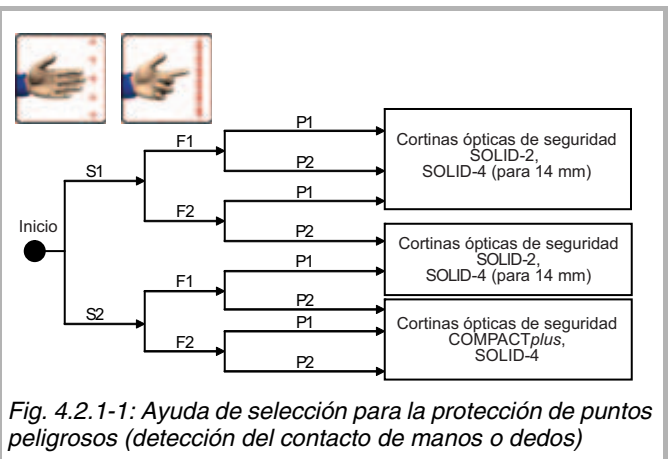


Fig. 4.2.1-1: Ayuda de selección para la protección de puntos peligrosos (detección del contacto de manos o dedos)

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

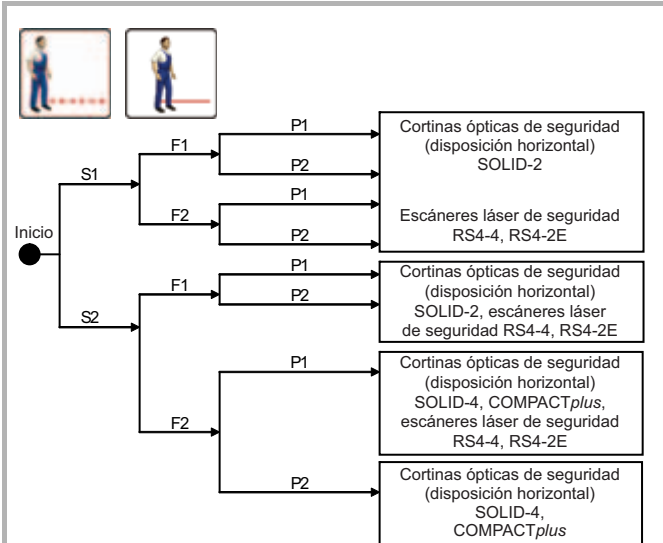


Fig. 4.2.1-2: Ayuda de selección para la protección de zonas de peligro

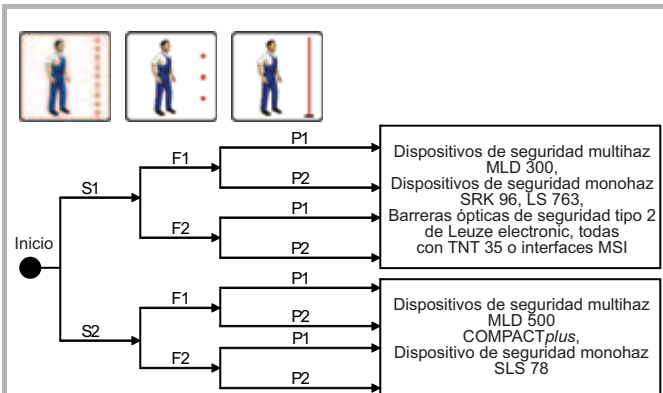


Fig. 4.2.1-3: Ayuda de selección para la protección de accesos

Paso 4: Calcular la distancia de seguridad

Los dispositivos optoelectrónicos de seguridad sólo pueden cumplir su función si se montan con suficiente distancia de seguridad. La distancia de seguridad de un dispositivo de protección al punto peligroso debe ser lo suficientemente grande como para que el movimiento peligroso ya se haya detenido antes de que una parte del cuerpo de la persona alcance el punto peligroso (véase también ANSI B11.19-2003). Después de calcular la distancia de seguridad debería comprobarse si la distancia mínima de seguridad permite al operario la utilización ergonómica de la máquina. Si este no es el caso, deberá seleccionarse o bien un tiempo de parada total de la máquina o un EOS de mayor resolución.

La visión general incluida a continuación se refiere a las fórmulas de cálculo de la ISO 13855/EN 999 «Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de equipos de protección con respecto a las velocidades de aproximación de partes del cuerpo humano» y a las recomendaciones de la IEC/TS 62046. Si la máquina debe cumplir alguna especificación determinada, como por ejemplo las normas C europeas específicas para máquinas o los estándares de OSHA / ANSI, deberá mencionarse. Naturalmente, esta visión general no exime del cumplimiento de las instrucciones de montaje que figuran en el manual de servicio.

Cálculo de la distancia de seguridad según la ISO 13855/EN 999 o la IEC/TS 62046

La distancia mínima de un dispositivo de protección con activación de parada al punto peligroso en la máquina se calcula con la siguiente fórmula general:

$$S = (K \times T) + C$$

S Distancia mínima de seguridad en milímetros, desde el punto peligroso más próximo al punto de detección (campo de protección) del dispositivo de protección. Se ha de mantener una S de 100 mm independientemente del valor mínimo calculado.

K Velocidad de aproximación en milímetros por segundo, derivada de los datos técnicos sobre las velocidades de aproximación del cuerpo o de las partes del cuerpo.

Velocidad al caminar (extremidades inferiores): $K = 1600 \text{ mm/s}$

Velocidad de agarre (extremidades superiores): $K = 2000 \text{ mm/s}$

T Tiempo de marcha por inercia de todo el sistema (tiempo de respuesta del dispositivo de protección + tiempo de respuesta de la interfaz + tiempo de marcha por inercia de la máquina) en segundos (la IEC/TS 62046 exige un suplemento de al menos un 10 % del tiempo de marcha por inercia determinado, teniendo en cuenta posibles empeoramientos).

C Distancia adicional en milímetros. Esta distancia adicional se fundamenta en que, dependiendo de la resolución del dispositivo de protección, una parte del cuerpo humano puede haberse aproximado ya en una distancia determinada antes de ser detectada por el dispositivo de protección.

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

4. Dispositivos de protección

Fórmula de cálculo de la distancia mínima de seguridad para EOS con aproximación en ángulo recto (protección de puntos peligrosos):

Para aplicaciones de dispositivos optoelectrónicos de seguridad, con dirección de aproximación de la parte del cuerpo en un ángulo de 30° a 90° de tamaño al plano del campo de protección, se utilizan las siguientes fórmulas de cálculo:

S para dispositivo de protección con función de detección d (resolución) ≤ 40 mm:

$$S = (2000 \times T) + 8 \times (d - 14)$$

Atención:

S debe ser de al menos 100 mm. Si el cálculo da como resultado una $S > 500$ mm, se debe realizar de nuevo el cálculo con $K = 1600$ mm/s. En este caso, la S debe ser como mínimo de 500 mm.

Si se utilizan los equipos ópticos de seguridad también para el control de la máquina (cortinas ópticas de seguridad con función de uno y dos ciclos), su resolución debe ser de ≤ 30 mm. Se debe respetar una distancia mínima S de 150 mm independientemente del resultado del cálculo. Con $d = 14$ mm, la distancia mínima es de 100 mm.

Atención:

La normativa específica para máquinas, como la EN 692 o la EN 693 pueden recomendar para S valores diferentes de la fórmula.

S para dispositivo de protección con $40 < d \leq 70$ mm:

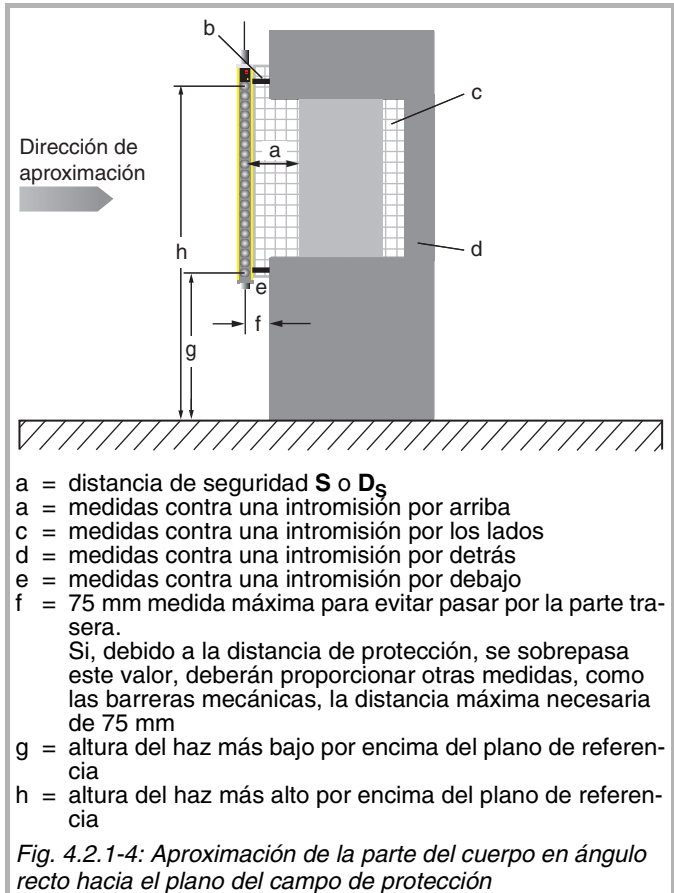
Tales dispositivos de protección no deben utilizarse cuando la evaluación de riesgos indica que la introducción de manos podría no ser detectada. El suplemento añadido de 850 mm se corresponde con la longitud del brazo:

$$S = (1600 \times T) + 850 \text{ mm}$$

Atención:

Altura del haz más alto del dispositivo de protección ≥ 900 mm

Altura del haz más bajo del dispositivo de protección ≤ 300 mm



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

Fórmula de cálculo de la distancia mínima de seguridad para EOS con aproximación en paralelo (protección de las zonas de peligro):

Para aplicaciones de dispositivos optoelectrónicos de seguridad con dirección de aproximación de la parte del cuerpo en paralelo o en un ángulo máximo de 30° al plano del campo de protección, se utiliza la siguiente fórmula de cálculo:

$$S = (1600 \times T) + C \text{ con}$$

$$C = (1200 - 0.4 \times H)$$

C Distancia adicional para extremidades inferiores. C siempre mayor de 850 mm (longitud del brazo)

H Altura del campo de protección por encima del plano de referencia (suelo).

Alturas de montaje admisibles H de un dispositivo de protección con resolución d:

$$15 \times (d - 50) \leq H \leq 1000 \text{ mm}$$

Resolución d necesaria de un dispositivo de protección con altura de montaje H:

$$d [\text{mm}] \leq H / 15 + 50 \text{ mm}$$

Atención:

Si H es mayor de 300 mm existe el peligro de pasar por debajo. Esto debe ser tenido en cuenta en la valoración de riesgos.

Fórmula de cálculo de la distancia mínima de seguridad para dispositivos de seguridad multihaz para la protección de accesos:

Si la valoración de riesgos indica que es suficiente la detección de la intromisión del cuerpo entero, se puede utilizar la siguiente fórmula de cálculo. El suplemento añadido de 850 mm se corresponde con la longitud del brazo:

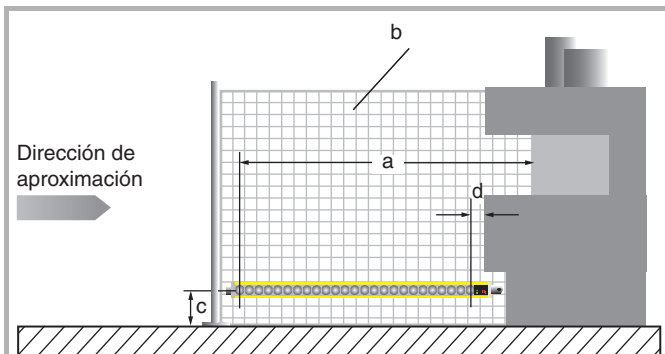
$$S = (1600 \times T) + 850 \text{ mm}$$

Atención:

Este tipo de posicionamiento del dispositivo de protección permite que un operario pueda quedarse sin ser detectado entre el sensor y el punto peligroso tras pasar el dispositivo de protección. En todos los casos debe haber una función de bloqueo de arranque/rearranque que impide que la máquina pueda arrancar. Este comando (tecla de reset) debe estar posicionado de manera que se pueda ver toda la zona de peligro y no se pueda activar desde fuera de esta zona.

En la valoración de riesgos y selección del dispositivo de protección adecuado también ha de tenerse en cuenta la posible esquivación del dispositivo, por ejemplo, pasando por debajo del haz inferior, inclinándose por encima del haz superior, o bien pasando o saltando entre dos haces. Cuando la valoración de riesgos permite la utilización de un dispositivo de protección monohaz, la distancia mínima de seguridad se calcula con la siguiente fórmula:

$$S = (1600 \times T) + 1200 \text{ mm}$$



a = distancia de seguridad **S** o **D_S**

b = medidas contra un acceso por los lados

c = altura por encima del suelo

d = 50 mm – medida máxima para evitar pasar por la parte trasera.

Si debido a la distancia de seguridad se sobrepasa este valor, deberán proporcionar la distancia máxima necesaria de 50 mm otras medidas, por ejemplo, barreras mecánicas. A partir de 375 mm de altura por encima del suelo es posible 75 mm.

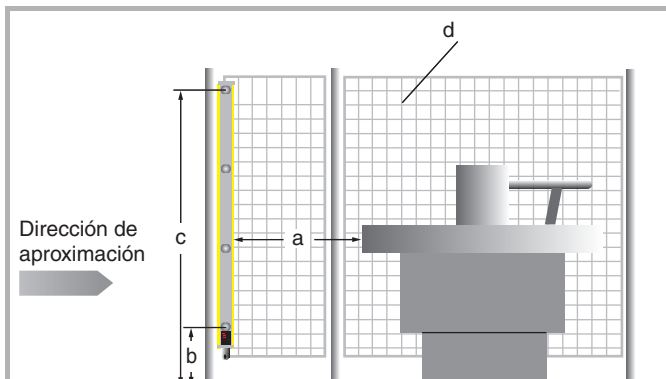
Fig. 4.2.1-5: Aproximación de la parte del cuerpo en paralelo o en un ángulo máximo de 30° al plano del campo de protección

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

4. Dispositivos de protección

Número de haces y altura de los haces de los dispositivos de seguridad multihaz para la protección de accesos según la ISO 13855 (EN 999)

Número de haces del dispositivo de protección	Altura de los haces por encima del plano de referencia
4	300, 600, 900, 1200 mm
3	300, 700, 1100 mm
2	400, 900 mm



- a = distancia de seguridad **S** o **D_s**
- b = altura del haz inferior por encima del plano de referencia; consulte la tabla de arriba
- c = altura del haz superior por encima del plano de referencia; consulte la tabla de arriba
- d = medidas contra una intromisión por los lados

Fig. 4.2.1-6: Distancia de seguridad y altura de los haces de los dispositivos de seguridad multihaz para la protección de accesos

Normativa estadounidense sobre el cálculo de distancias de seguridad



El Code of Federal Regulations estadounidense, Volume 29, Part 1910, Subpart O define el cálculo de la distancia mínima de seguridad de un dispositivo de protección. OSHA 1910.217 establece que, **en el montaje de una cortina óptica de seguridad, se debe respetar en todos los casos una distancia mínima que se corresponda con la distancia establecida para un resguardo de protección (véase OSHA 1910.217, Table 0-10). Si el cálculo de la distancia de seguridad da como resultado un valor mayor, este se debe aplicar.**

Fórmula de cálculo de la ANSI B11.19-2003 para la distancia mínima de seguridad de EOS con aproximación en ángulo recto (protección de puntos peligrosos):

Para aplicaciones de dispositivos optoelectrónicos de seguridad, con dirección de aproximación de la parte del cuerpo en un ángulo de 30° a 90° al plano del campo de protección (véase página 38, fig. 4.2.1-4), se utiliza la siguiente fórmula de cálculo:

$$D_s = H_s \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_{pf}$$

D_s Distancia mínima de seguridad en pulgadas o milímetros entre la zona de peligro más próxima y el punto de detección (campo de protección).

H_s Velocidad de la mano (velocidad de aproximación de partes del cuerpo o del cuerpo) en pulgadas/s o milímetros/s. La ANSI B11.19-2003 indica velocidades de la mano de 63 - 100 pulgadas/s. A menudo se cuenta con 63 pulgadas/s que equivalen a 1600 mm/s.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

Partes integrantes del tiempo de parada total de la máquina:

- T_s Tiempo de marcha por inercia de la máquina, medido con el último elemento de control en s
- T_c Tiempo de respuesta del sistema de control de la máquina en s (observación: $T_s + T_c$ habitualmente se calculan conjuntamente en un instrumento de medición del tiempo de marcha por inercia)
- T_r Tiempo de respuesta del dispositivo de protección (incl. componente de interfaz) en s
- T_{bm} Tiempo de respuesta adicional para el desgaste de frenos que no es detectado en la monitorización de la marcha por inercia de los frenos. Si la máquina no dispone de monitorización de los frenos, como valor de orientación para el desgaste de frenos se suma aproximadamente un 20 % al tiempo de marcha por inercia ($T_s + T_c$), o un factor según los datos ofrecidos por el fabricante.
- D_{pf} Factor de intromisión en pulgadas o en milímetros. Esta distancia adicional se fundamenta en que, dependiendo de la resolución del dispositivo de protección, una parte del cuerpo humano puede haberse aproximado ya en una distancia determinada antes de ser detectada por el dispositivo de protección. D_{pf} (pulgadas) = $3.4 \times$ (resolución - 0.276), resultado > 0

Resolución	D_{pf} (mm)	D_{pf} (pulgadas)
14 mm	24	0.9
20 mm	44	1.7
30 mm	78	3.1

Fórmula de cálculo de la distancia mínima de seguridad para EOS con aproximación en paralelo (protección de zonas de peligro):

Para aplicaciones de dispositivos optoelectrónicos de seguridad con dirección de aproximación de la parte del cuerpo en paralelo o en un ángulo máximo de 30° al campo de protección se utiliza la siguiente fórmula de cálculo. La fórmula se deriva de la fórmula de ANSI y se fundamenta en los principios básicos de la EN 999. Para dispositivos de protección posicionados de esa manera, la distancia de seguridad se mide a partir del límite más alejado del punto peligroso, porque ahí comienza la detección de la parte del cuerpo (véase página 39, fig. 4.2.1-5).

$$D_s = H_s \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_H$$

$$D_H = 1200 \text{ mm} - (0.4 \times H)$$

D_H Distancia adicional para extremidades inferiores. D_H siempre de al menos ≥ 850 mm (longitud del brazo)

H Altura del campo de protección por encima del plano de referencia (suelo).

Alturas de montaje admisibles H de un dispositivo de pro-

tección con resolución d [mm]:

$$15 \times (d - 50) \leq H \leq 1000 \text{ mm}$$

Resolución d necesaria de un dispositivo de protección con altura de montaje H:

$$d [\text{mm}] \leq H / 15 + 50 \text{ mm}$$

Atención:

Si H es mayor de 300 mm (12 pulgadas) existe el peligro de pasar por debajo. Esto debe ser tenido en cuenta en la valoración de riesgos.

Fórmula de cálculo de la distancia mínima de seguridad para dispositivos de seguridad multihaz para la protección de accesos:

Si la valoración de riesgos indica que es suficiente la detección de la intromisión del cuerpo entero, se puede utilizar la siguiente fórmula de cálculo (véase fig. 4.2.1-6, página 40). El suplemento añadido de 850 mm se corresponde con la longitud del brazo:

$$D_s = H_s \times (T_s + T_c + T_r + T_{bm}) + D_H$$

$$D_H = 850 \text{ mm}$$

Atención:

Este tipo de posicionamiento del dispositivo de protección permite que un operario pueda quedarse sin ser detectado entre el sensor y el punto peligroso tras pasar el dispositivo de protección. En todos los casos debe haber una función de bloqueo de arranque/rearranque que impide que la máquina pueda arrancar. Este comando (tecla de reset) debe estar posicionado de manera que se pueda ver toda la zona de peligro y no se pueda activar desde fuera de esta zona.

En la valoración de riesgos y selección del dispositivo de protección adecuado también ha de tenerse en cuenta la posible esquivación del dispositivo, por ejemplo, pasando por debajo del haz inferior, inclinándose por encima del haz superior, o bien pasando o saltando entre dos haces.

Número de haces del dispositivo de protección	Altura de los haces por encima del plano de referencia
4	300, 600, 900, 1200 mm
3	300, 700, 1100 mm
2	400, 900 mm

SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

4. Dispositivos de protección

4.3 Seguridad mediante resguardos móviles (altura de las vallas, instrucciones de montaje, distancias de seguridad, etc.)

Los resguardos impiden el acceso a las zonas de peligro y protegen al mismo tiempo, dependiendo del modelo, de piezas que saltan despedidas y, dependiendo de la versión, también de las emisiones peligrosas de la máquina. La EN ISO 12100-2 y la EN 953 «Seguridad de las máquinas. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos móviles» contienen requisitos normativos sobre su construcción. Los requisitos más importantes se mencionan someramente en los párrafos siguientes. La altura de las vallas de protección y la abertura o ancho de malla de las rejillas de alambre deben estar posicionadas o separadas del punto peligroso de tal manera que no puedan ser alcanzadas con alguna parte del cuerpo (véase, por ejemplo, EN ISO 13857).

4.3.1 Resguardos fijos

Siempre que no sea necesario el acceso a la zona de peligro durante el funcionamiento normal de la máquina, se pueden utilizar resguardos fijos como, por ejemplo, vallas de protección, barreras o cubiertas fijas. Los resguardos fijos se utilizan a menudo en combinación con dispositivos optoelectrónicos de seguridad, como dispositivos complementarios. La EN ISO 12100-2 establece que los resguardos fijos deben ser fijados a su emplazamiento a través de medidas constructivas:

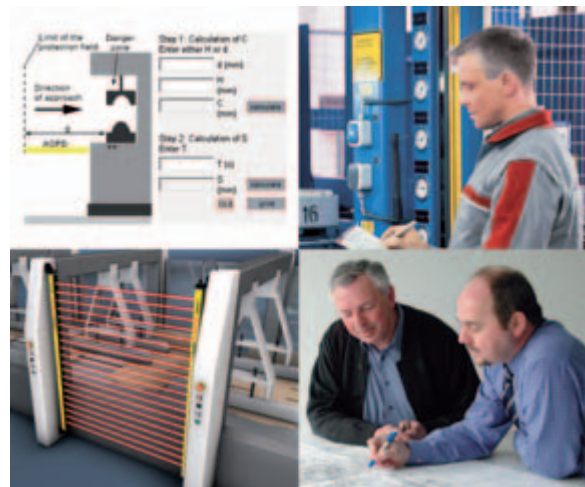
- bien sea de forma permanente (por soldadura)
- o con medios de fijación que requieran la utilización de una herramienta. Si es posible, hay que evitar que puedan tenerse en la zona de protección una vez se han aflojado los medios de fijación;
- o monitorizar su posición mediante los interruptores de seguridad conectados al sistema de control, de manera que al quitar el dispositivo de protección, se bloquee el movimiento peligroso (véase EN 1088).

Alturas y distancias de seguridad de los resguardos fijos

La EN ISO 13857 «Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para evitar introducir las extremidades inferiores en las zonas de peligro» contiene dos tablas para determinar la altura y la distancia de seguridad necesarias de los resguardos fijos, dependiendo de la altura del punto peligroso. La tabla 1 contiene recomendaciones sobre dimensiones para aplicaciones de poco riesgo y la tabla 2 contiene recomendaciones sobre dimensiones para aplicaciones de riesgo elevado.

Observación

El asesoramiento en línea de Leuze electronic «Safety-Know-How», disponible en www.safety-at-work.leuze.de, contiene en el capítulo de instrucciones de uso un asistente interactivo de cálculo para determinar las dimensiones de los resguardos fijos según la EN ISO 13857.



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

4. Dispositivos de protección

4.3.2 Resguardos móviles

Si es necesario el acceso a la zona de peligro durante el funcionamiento normal de la máquina o por trabajos de mantenimiento, es recomendable utilizar equipos ópticos de seguridad, como por ejemplo las cortinas ópticas de seguridad, o bien resguardos móviles, como por ejemplo las puertas de protección o las tapas. Tales resguardos móviles deben estar monitorizados por interruptores de seguridad con o sin gacheta, y conectados eléctricamente con el sistema de control (para más especificaciones, véase EN ISO 12100-2).

La EN 1088 distingue básicamente dos tipos de interruptores de seguridad (mencionados en la norma «dispositivos de cierre»). «Dispositivos de cierre sin gacheta» y «dispositivos de cierre con gacheta». Estos interruptores de seguridad deben estar contruidos de forma que no puedan ser manipulados fácilmente.



Resguardos móviles con interruptores de seguridad (sin gacheta)

Los interruptores de seguridad (sin gacheta) sirven para la monitorización de, por ejemplo, las puertas de protección o las tapas. La abertura del resguardo siempre es posible. En el momento en que el resguardo deja de estar cerrado, se activa el orden de parada de la máquina. Con el fin de que el movimiento peligroso pare a tiempo, antes de que se pueda alcanzar el punto peligroso, debe mantenerse una distancia de seguridad adecuada desde el dispositivo de protección al punto peligroso.

Si no existe ninguna norma C u otro tipo de normativa específica para máquinas, se puede calcular la distancia de seguridad necesaria S, por ejemplo con la fórmula de cálculo que proporciona la ISO 13855:

$$S = (K * T) + C$$

S Distancia mínima en milímetros, medida desde la zona de peligro al interruptor de seguridad

K 1600 mm/ms velocidad de aproximación del cuerpo o de partes del cuerpo, expresada en milímetros / segundo

T Marcha por inercia de todo el sistema, en segundos

C Distancia adicional

(Se toma de la tabla 4 de ISO 13857 en caso de que sea posible insertar los dedos o la mano a través del orificio en dirección a la zona de peligro antes de que se genere una señal de parada.)

Interruptores de seguridad de Leuze electronic (sin gacheta) véanse páginas 366 hasta 404.



Resguardos móviles con gacheta

Los bloqueos de seguridad de puertas con gacheta mantienen los resguardos en posición cerrada. Se utilizan siempre que la función peligrosa de la máquina no haya terminado después de abrir el dispositivo de protección, antes de que una persona pueda alcanzar el punto peligroso (por ejemplo, cuando el tiempo de marcha por inercia de la máquina es largo). Mediante la gacheta, el dispositivo de protección se mantiene cerrado hasta que finalice el estado peligroso de la máquina.

Otro campo de aplicación es la protección de la máquina. Los bloqueos de seguridad de puertas con gacheta también se utilizan con frecuencia cuando, por motivos de seguridad del proceso de fabricación, deben evitarse interrupciones indefinidas de este proceso (véase también EN/IEC 60204-1, núm. 9.4.1).

La EN 1088 clasifica la versión técnica de los interruptores con gacheta activada con energía en dos variantes:

- Activadas por fuerza elástica y desbloqueadas con energía (por ejemplo por una señal eléctrica)
- Activadas con energía (electroimán) y desbloqueadas por fuerza elástica

Los bloqueos de seguridad de puertas con gacheta activados por fuerza elástica también se quedan enclavados en toda la máquina cuando se produce una pérdida de suministro energético y también mantienen bloqueada una puerta de protección durante la marcha por inercia de la máquina. Gracias a esta característica, se prefieren antes que los bloqueos de seguridad de puertas con gacheta accionados con energía (por fuerza magnética) para aplicaciones de protección de personas. Los bloqueos de seguridad de puertas con gacheta activados con fuerza magnética se utilizan con frecuencia para la protección de máquinas.

Sobre los bloqueos de seguridad de puertas con gacheta de Leuze electronic véanse páginas 406 hasta 431.