

Seguridad en sistemas de control
según la norma EN ISO 13849-1
ABB Jokab Safety

Nuevas normas de seguridad en sistemas de control

Crear un sistema de protección que funcione en la práctica y proporcione una seguridad suficiente requiere experiencia en distintas áreas. El diseño de las funciones de seguridad en el sistema de protección, para garantizar que aportan una fiabilidad suficiente, es un componente clave. A modo de ayuda, por ejemplo, existe la norma EN ISO 13849-1. Este documento tiene el objetivo de ofrecer una introducción a esta norma y su aplicación con relación a nuestros productos.

Introducción de la nueva norma

El cambio generacional de las normas de seguridad en sistemas de control implica nuevos conceptos y cálculos para fabricantes y usuarios de máquinas. La norma EN 954-1 (categorías) se está abandonando paulatinamente y se está sustituyendo por la EN ISO 13849-1 (PL, Nivel de Prestaciones) y la EN 62061 (SIL, Nivel de Integridad de Seguridad). Aunque se ha impuesto el 31/12/2011 como fecha tope para dejar de utilizar EN 954-1, es aconsejable empezar a aplicar las nuevas normas lo antes posible, ya que muchas de ellas ya no hacen referencia a EN 954-1.

¿PL o SIL? ¿Qué debo utilizar?

La norma que debe utilizar depende de la elección de tecnología, de la experiencia y de los requisitos del cliente.

Elección de tecnología

PL (Nivel de Prestaciones) es un concepto neutro en cuanto a tecnología que puede utilizarse en soluciones de seguridad eléctricas, mecánicas, neumáticas e hidráulicas.

No obstante, SIL (Nivel de Integridad de Seguridad) sólo puede utilizarse en soluciones de seguridad eléctricas, electrónicas o programables.

Experiencia

La norma EN ISO 13849-1 hace uso de categorías de EN 954-1 para definir la estructura del sistema, y por lo tanto el salto a los nuevos cálculos no es tan grande si posee experiencia anterior con esas categorías. La norma EN 62061 define las estructuras de forma un poco distinta.

Requisitos del cliente

Si el cliente procede de un sector acostumbrado a utilizar SIL (p. ej., la industria de procesos), los requisitos también pueden incluir funciones de seguridad para la seguridad en maquinaria con categoría SIL.

Observamos que la mayoría de nuestros clientes prefiere PL porque no existe preferencia por una tecnología concreta y pueden utilizar sus conocimientos previos en la clasificación por categorías. En este documento mostramos algunos ejemplos

del modo de creación de soluciones de seguridad de conformidad con EN ISO 13849-1 y el cálculo de la fiabilidad de las funciones de seguridad a utilizar para una máquina determinada. Los ejemplos de este documento han sido simplificados para facilitar la comprensión de los principios. Los valores utilizados en los ejemplos pueden variar.

¿Qué significa PL (Nivel de Prestaciones)?

PL es una medida de la fiabilidad de una función de seguridad. PL se divide en cinco niveles (a-e). PL e aporta la mayor fiabilidad y equivale a aquella necesaria cuando el nivel de riesgo es máximo.

Para calcular qué nivel alcanza el sistema PL, debe conocer lo siguiente:

- La estructura del sistema (categorías B, 1-4)
- El tiempo medio hasta fallo peligroso del componente (MTTF_d)
- La cobertura del diagnóstico del sistema (DC)

También deberá:

- Proteger el sistema contra un fallo que anula ambos canales (CCF)
- Proteger el sistema contra errores sistemáticos integrados en el diseño
- Seguir ciertas reglas para garantizar que el software puede desarrollarse y validarse de forma adecuada

Los cinco niveles PL (a-e) corresponden a determinados rangos de valores PFH_D (probabilidad de fallo peligroso por hora). Indican la probabilidad de que pueda producirse un fallo peligroso en el periodo de una hora. En el cálculo, es recomendable usar valores PFH_D directamente, dado que PL es una simplificación que no proporciona resultados tan precisos.

¿Cuál es la manera más sencilla de cumplir la norma?

1. Utilice componentes precalculados.

En la medida de lo posible, use los componentes con valores PL y PFH_D precalculados. Ello le permitirá minimizar el número de cálculos a realizar. Todos los productos ABB Jokab Safety poseen valores PFH_D precalculados.

2. Utilice la herramienta de cálculo.

La aplicación freeware SISTEMA (véase página 16) le ahorrará tener que realizar cálculos a mano. También le ayudará a estructurar sus soluciones de seguridad, facilitándole la documentación necesaria.

3. Utilice Pluto o Vital.

Utilice el autómata de seguridad Pluto o el módulo de seguridad Vital. No sólo es más fácil efectuar cálculos, sino que sobre todo es más fácil garantizar un máximo nivel de seguridad.

Desarrollamos soluciones y productos innovadores para la seguridad en máquinas

Facilitamos la construcción de sistemas de protección. El desarrollo de soluciones y productos innovadores para la seguridad en máquinas ha marcado el rumbo de nuestro negocio desde los inicios de la empresa en Suecia, en 1988. Nuestra visión es ser “Su socio internacional y local para la seguridad en máquinas”.

Muchas empresas, tanto en Suecia como en otros países, han descubierto cuánto más fácil es construir sistemas de seguridad y protección utilizando nuestros productos y dejándose asesorar por nuestros expertos.

El objetivo de nuestro desarrollo consiste en garantizar un elevado nivel de seguridad (PL e) que ayude a nuestros clientes a crear lugares de trabajo seguros, con independencia de quién evalúe el nivel de riesgo.

Experiencia

Poseemos una amplia experiencia en la aplicación práctica de normas y reglamentos de las autoridades y las operaciones de fabricación. Representamos a Suecia en el organismo normativo que se encarga de la seguridad en máquinas, y trabajamos diariamente en la aplicación práctica de requisitos de seguridad en combinación con los requisitos de producción. Puede recurrir a nuestra experiencia para formación y asesoramiento acerca de la nueva Directiva Máquinas, el análisis de riesgos y la seguridad en sistemas de control.

Sistemas

Suminstramos todos los elementos, desde una solución de seguridad para un sistema de protección completo instalado en máquinas individuales o en toda la línea de producción. Combinamos requisitos de producción con requisitos de seguridad para soluciones fácilmente adaptables a la producción.

Productos

Contamos con una completa gama de componentes de seguridad que facilitan la creación de sistemas de protección. Desarrollamos estos productos innovadores, de forma continua, en colaboración con nuestros clientes.

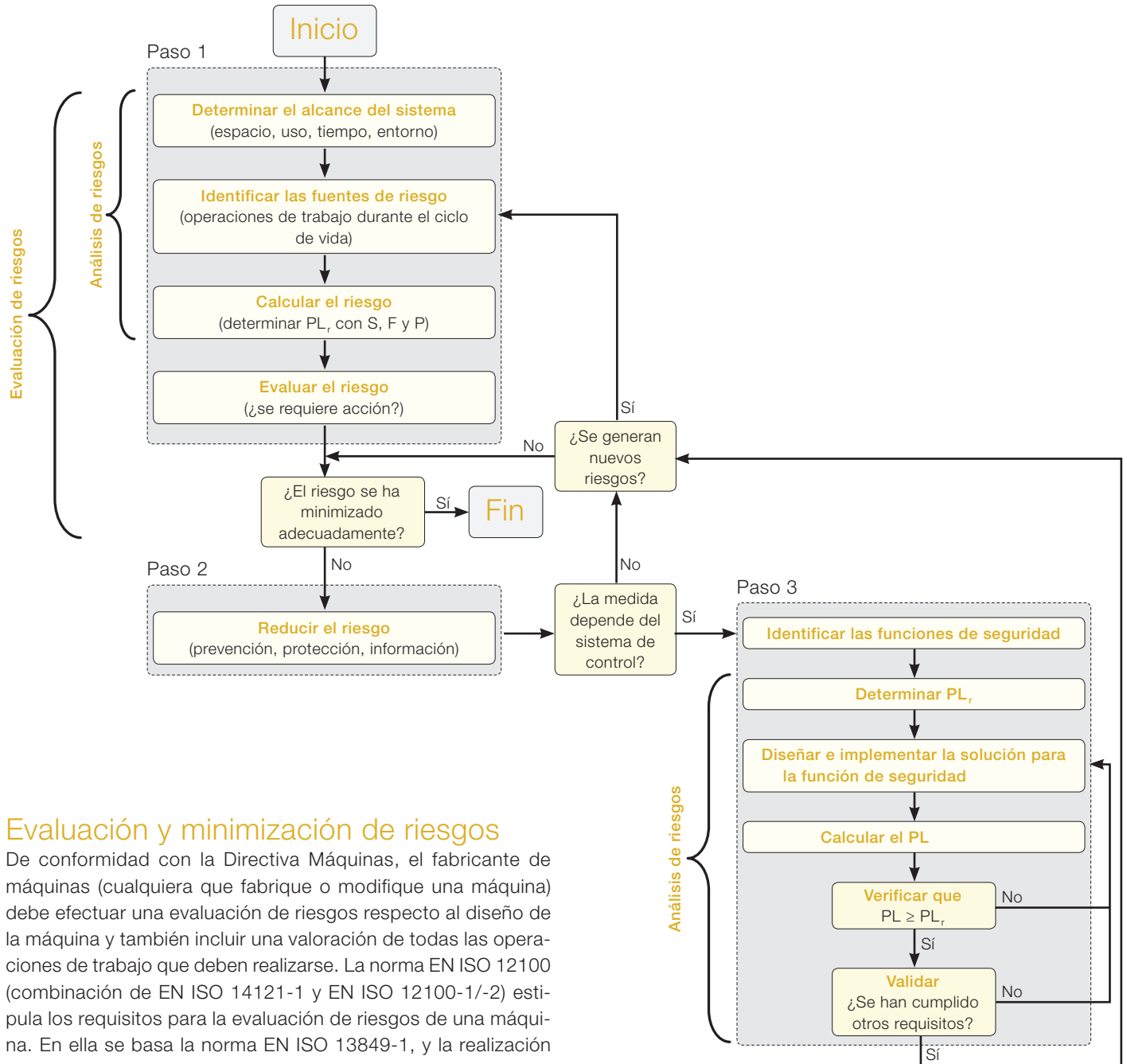


Términos especificados en EN ISO 13849-1

- PL** Nivel de prestaciones dividido desde “a” hasta “e”
- PL_r** Nivel de prestaciones requerido (para una función de seguridad en particular)
- MTTF_d** El tiempo medio hasta fallo peligroso se divide en Bajo, Medio y Alto
- B_{10d}** Número de ciclos hasta que el 10% de los componentes sufre un fallo peligroso (para componentes neumáticos y electromecánicos)
- T_{10d}** Tiempo medio hasta que el 10% de los componentes sufre un fallo peligroso (El tiempo de funcionamiento de componentes se limita a T_{10d})
- CCF** Fallo de causa común
- DC** Cobertura del diagnóstico dividida en Baja, Media y Alta
- PFH_D** Probabilidad de fallo peligroso por hora (probabilidad media de fallo peligroso por hora)

Las descripciones y ejemplos de este documento muestran cómo funciona y puede utilizarse el producto. Ello no significa que satisfaga los requisitos de todos los tipos de máquinas y procesos. El comprador/usuario es responsable de que el producto se instale y utilice de conformidad con las normas y reglamentos aplicables. Nos reservamos el derecho a efectuar cambios en el producto y su hoja de especificaciones sin previo aviso.

Método de trabajo según EN ISO 13849-1



Evaluación y minimización de riesgos

De conformidad con la Directiva Máquinas, el fabricante de máquinas (cualquiera que fabrique o modifique una máquina) debe efectuar una evaluación de riesgos respecto al diseño de la máquina y también incluir una valoración de todas las operaciones de trabajo que deben realizarse. La norma EN ISO 12100 (combinación de EN ISO 14121-1 y EN ISO 12100-1/-2) estipula los requisitos para la evaluación de riesgos de una máquina. En ella se basa la norma EN ISO 13849-1, y la realización de una evaluación de riesgos es un requisito previo para poder trabajar con la norma.

Paso 1 - Evaluación de riesgos

Una evaluación de riesgos comienza determinando el alcance de la máquina. Esto incluye el espacio que la máquina y sus operarios necesitan para todas sus aplicaciones previstas, y todas las etapas operativas durante el ciclo de vida de la máquina.

Seguidamente, es necesario identificar todas las fuentes de riesgo para todas las operaciones de trabajo durante el ciclo de vida de la máquina.

Se efectúa una estimación de riesgos para cada fuente de riesgo, es decir, la indicación del grado de riesgo. De conformidad con EN ISO 13849-1 el riesgo se calcula con tres factores: gravedad del daño (G, gravedad), frecuencia de exposición al riesgo (F, frecuencia) y la posibilidad que tiene de evitar o limitar el daño (P, posibilidad). Para cada factor vienen dadas dos opciones. En la norma no se especifica dónde está el límite entre estas dos opciones, pero éstas son interpretaciones habituales:

- G1** Hematomas, abrasiones, heridas punzantes y lesiones leves por aplastamiento
- G2** Lesiones esqueléticas, amputaciones y muerte
- F1** Menos de una vez cada dos semanas
- F2** Más de una vez cada dos semanas
- P1** Movimientos lentos de la máquina, mucho espacio, baja potencia
- P2** Movimientos rápidos de la máquina, concurrido, alta potencia

Al definir G, F y P para el riesgo, obtendrá el nivel de prestaciones PL_r (requerido) que es necesario para la fuente de riesgo.

Finalmente, la evaluación de riesgos incluye una valoración de riesgos en la que determina si tiene que reducirse el riesgo o si se garantiza una seguridad suficiente.

Paso 2 - Reducir el riesgo

Si determina que es necesario reducir el riesgo, debe observar la prioridad en la Directiva de Máquinas al seleccionar las medidas:

1. Evite el riesgo ya en la etapa de diseño. *(Por ejemplo, reduzca la potencia, evite interferencias en la zona de peligro).*
2. Utilice dispositivos de protección y/o seguridad. *(Por ejemplo cerramientos, cortinas fotoeléctricas o dispositivos de mando).*
3. Informe sobre cómo puede utilizarse la máquina con seguridad. *(Por ejemplo, mediante manuales y carteles).*

Si se reduce el riesgo mediante dispositivos de seguridad, el sistema de control que los supervisa debe diseñarse como se especifica en la norma EN ISO 13849-1.

Paso 3 - Diseñar y calcular las funciones de seguridad

Para empezar tiene que identificar las funciones de seguridad en la máquina. (Los ejemplos de funciones de seguridad incluyen el paro de emergencia y el control de puertas).

Para cada función de seguridad debe definirse un PL_r (lo que con frecuencia ya se ha hecho en la evaluación de riesgos). A continuación se diseña e implementa la solución para la función de seguridad. Una vez finalizado el diseño, puede calcular el PL que alcanza la función de seguridad. Compruebe que el PL calculado sea por lo menos tan elevado como PL_r y valide el sistema según el plan de validación. La validación comprueba que la especificación del sistema se lleva a cabo correctamente y que el diseño cumple con la especificación. También tendrá que verificar que se satisfagan los requisitos no incluidos en el cálculo del PL, es decir, garantizar que el software ha sido desarrollado y validado correctamente, y haber adoptado las medidas adecuadas para proteger el enfoque técnico de errores sistemáticos.

Cálculo de riesgos

Para calcular el nivel de prestaciones requerido (PL_r).

G Gravedad del daño posible

G1 Leve (normalmente reversible)

G2 Grave (irreversible o muerte)

F Frecuencia y tiempo de exposición a la fuente de riesgo

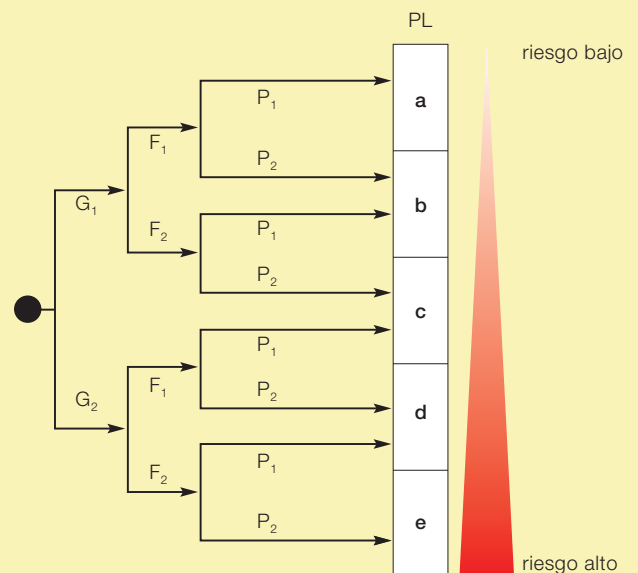
F1 Rara vez o exposición baja

F2 Frecuentemente o exposición larga

P Posibilidad de evitar la fuente de riesgo o minimizar el daño

P1 Evitable en determinadas circunstancias

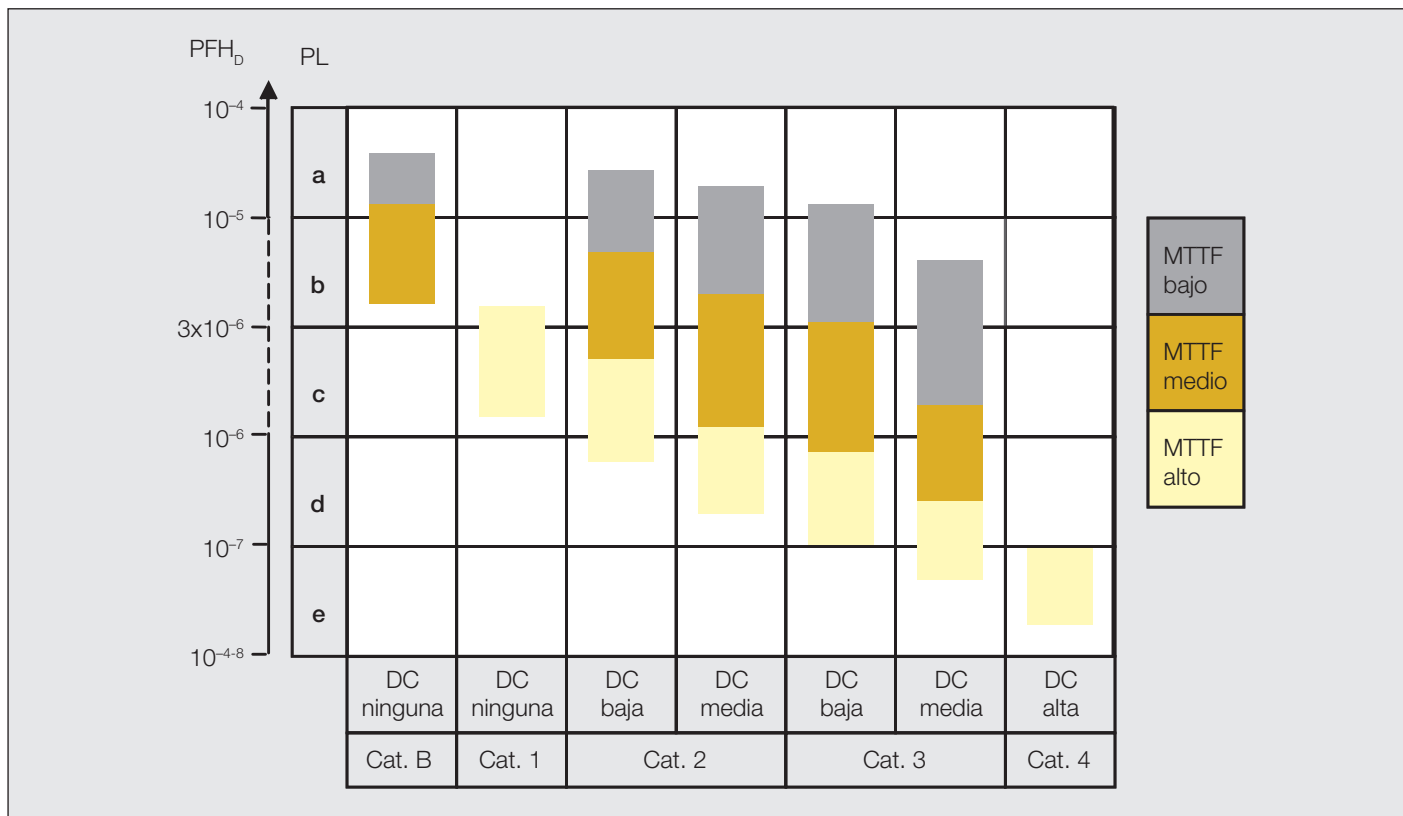
P2 Dificilmente evitable



Cálculo del PL en el Paso 3

Al calcular el PL para una función de seguridad, lo más sencillo es dividirlo en bloques independientes y bien definidos (también llamados "subsistemas"). Con frecuencia es lógico efectuar el desglose de acuerdo con la entrada, la lógica y la salida (p. ej. interruptor - relé de seguridad - contactores), pero puede haber más de tres bloques en función de la conexión y el número de componentes utilizados (p. ej., un relé de expansión podría crear un bloque de lógica adicional).

Para cada bloque, usted calcula un valor PL o PFH_D. Lo más fácil sería obtener estos valores del fabricante de componentes; así no tendrá que calcularlos usted mismo. El fabricante de interruptores, detectores y dispositivos lógicos suele disponer de valores PL y PFH_D para sus componentes, pero para dispositivos de salida (como contactores y válvulas) normalmente no se especifica un valor porque depende de la frecuencia con la que se utilizará el componente. Puede realizar el cálculo usted

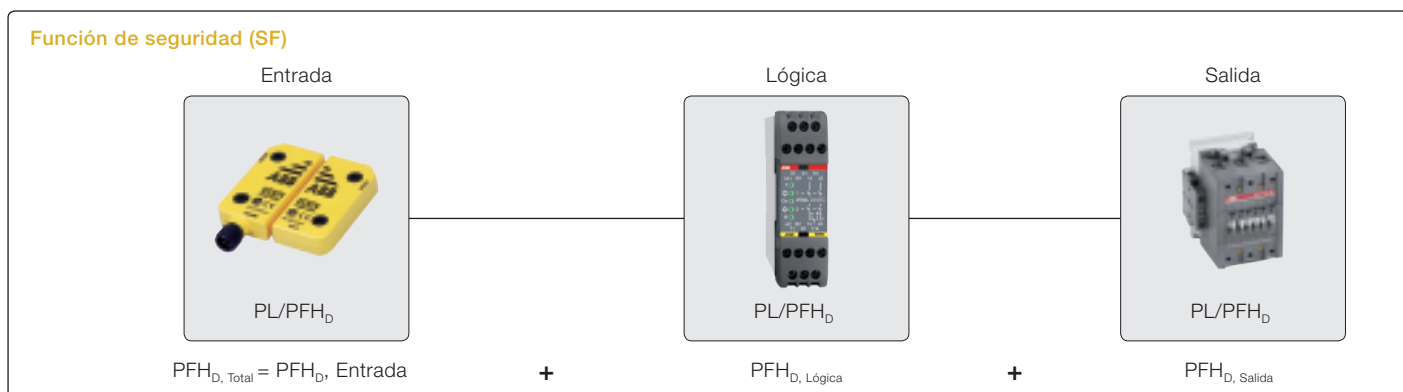


Relación entre categorías, la DC promedio y el MTTF_a para cada canal y PL. La tabla también muestra el rango PFH_D que corresponde a cada PL.

mismo siguiendo la norma EN ISO 13849-1 o emplear soluciones de ejemplo precalculadas como las de ABB Jokab Safety. Para calcular los valores PL o PFH_D para un bloque, debe conocer categoría, DC y MTTF_a. Además, tiene que evitar errores sistemáticos y asegurarse de que un error no anula ambos canales, así como generar y validar correctamente cualquier software que se utilice. El texto siguiente contiene una breve explicación de lo que hay que hacer.

Categoría

La estructura del componente o componentes en el bloque se evalúa para determinar la categoría (B, 1-4) a la que corresponde. Para la categoría 4, por ejemplo, los fallos individuales no provocan ninguna pérdida de la función de seguridad. Para obtener la categoría 4 con contactores, debe tener dos canales, es decir, dos contactores, que pueden cortar la alimentación hacia la máquina individualmente. Los contactores deben



controlarse conectando contactos de apertura a una entrada de prueba, por ejemplo un relé de seguridad. Para controlar este tipo de tarea, los contactores deben tener contactos con maniobra de apertura positiva.

Cobertura del diagnóstico (DC)

Un método sencillo para determinar la DC se detalla en el Anexo E de EN ISO 13849-1. Incluye diversas medidas y su correspondencia con la DC. Por ejemplo, se obtiene un valor DC = 99% (que corresponde a DC alta) para un par de contactores controlando los contactores con el dispositivo lógico.

Tiempo medio hasta fallo peligroso (MTTF_d)

Al calcular el MTTF_d para el bloque, su punto de partida es el valor B_{10d} (promedio de ciclos hasta que el 10% de los componentes sufre un fallo peligroso). Para calcular el MTTF_d, también tiene que conocer el promedio de ciclos al año que ejecutará el componente.

El cálculo del promedio de ciclos es el siguiente:

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 \times n_{op}}$$

Donde

$$n_{op} = \frac{d_{op} \times h_{op} \times 3600}{t_{ciclo}}$$

n_{op} = Número de ciclos al año

d_{op} = Días de funcionamiento al año

h_{op} = Horas de funcionamiento al año

t_{ciclo} = Tiempo de ciclo (segundos)

Ejemplo: d_{op} = 365 días, h_{op} = 24 horas y t_{ciclo} = 1.800 segundos (2 veces/hora) que da n_{op} = 17.520 ciclos. Con un valor B_{10d} = 2 x 10⁶ esto da un MTTF_d = 1.141 años que corresponde a un MTTF_d = alto.

Tenga en cuenta que al calcular el MTTF_d tiene que realizar el cálculo según el número total de ciclos de funcionamiento del componente. Un ejemplo típico son los contactores que actúan habitualmente de modo simultáneo para varias funciones de seguridad. Esto significa que debe sumar el número estimado de ciclos al año de todas las funciones de seguridad que utilicen los contactores.

Para componentes electromecánicos, mecánicos y neumáticos cuyo MTTF_d se calcule a partir de un valor B_{10d} se aplica lo siguiente.

Tenga en cuenta también que si el valor MTTF_d es inferior a 200 años, es necesario sustituir el componente después del 10% del valor MTTF_d (debido al valor T_{10d}). Es decir, un componente con un MTTF_d = 160 años debe sustituirse después de 16 años para

que las condiciones de cumplimiento del PL sigan siendo válidas. Esto se debe a que EN ISO 13849-1 se basa en un “tiempo de misión” de 20 años.

Fallo por causa común (CCF)

En el Anexo F de EN ISO 13849-1 hay una tabla de acciones a adoptar para la protección contra CCF, para garantizar que un fallo no anula ambos canales.

Errores sistemáticos

El Anexo G de EN ISO 13849-1 describe una serie de acciones que deben adoptarse para evitar la inclusión de fallos en el diseño.

PL para funciones de seguridad

El PL se indica en la tabla de la página opuesta. Si en lugar de ello desea utilizar un valor PFH_D exacto, puede obtenerse mediante una tabla en el Anexo K de EN ISO 13849-1.

Una vez haya obtenido el PL para cada bloque, puede generar un PL total para la función de seguridad en la Tabla 11 de EN ISO 13849-1. Esto da un cálculo aproximado del PL. Si en lugar de ello ha calculado el valor PFH_D para cada bloque, puede obtener un total de PFH_D para la función de seguridad sumando todos los valores de los bloques. Para la función de seguridad, el valor total PFH_D corresponde a un PL particular en la Tabla 3 de EN ISO 13849-1.

Requisitos para software de seguridad

Utilizar un autómata de seguridad para implementar funciones de seguridad impone exigencias sobre cómo se desarrolla y valida el software. Para evitar estados de error, el software debe ser legible, comprensible y apto para las pruebas y el mantenimiento.

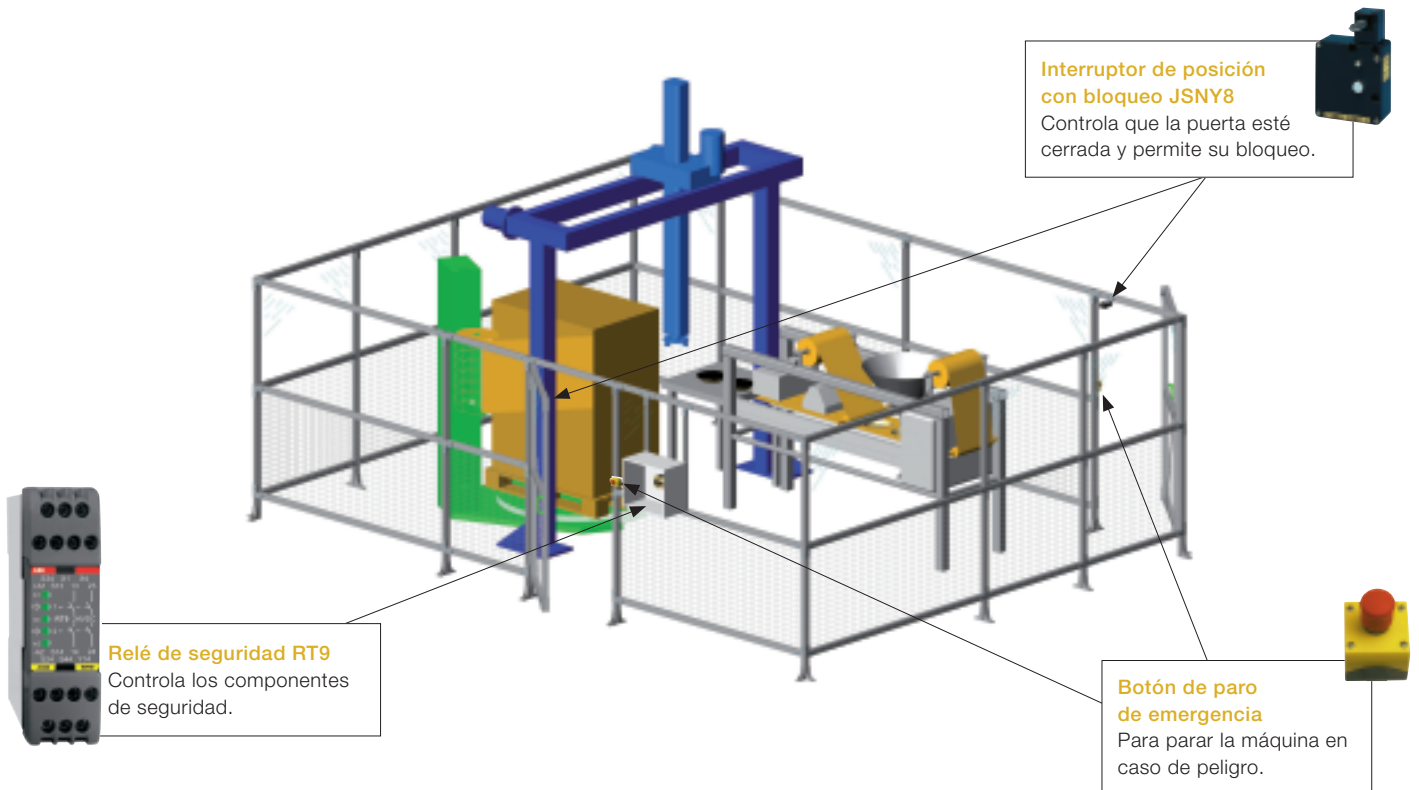
Debe prepararse una especificación de software para garantizar que puede comprobar la funcionalidad del programa. También es importante dividir el programa en módulos que puedan comprobarse manualmente. El Párrafo 4.6 y el Anexo J de EN ISO 13849-1 especifican requisitos para software de seguridad. A continuación se facilitan ejemplos de requisitos para software extraídos de EN ISO 13849-1:

- Es necesario producir un ciclo de vida de desarrollo con medidas de validación que indiquen cómo y cuándo debe validarse el programa (p. ej., después de un cambio).
- Es necesario documentar la especificación y el diseño.
- Deben realizarse pruebas de función.
- Deben utilizarse bloques funcionales validados siempre que sea posible.
- El flujo de datos y control debe describirse utilizando, por ejemplo, un diagrama condicional o un diagrama de flujo de software.

Sistemas de seguridad con RT9

Estudio de Caso 1 - Relé de seguridad

Disposición de la protección para una envasadora con bajo riesgo



Paso 1 - Evaluación de riesgos

Los alimentos a envasar se cargan en la célula manualmente por la puerta trasera. Se prepara un lote para la cinta de envasado en la tolva de alimentación. Se rearma la célula y vuelve a ponerse en marcha. La envasadora con cinta transportadora sólo funciona cuando las dos puertas están cerradas y cuando se ha rearmado el sistema de protección.

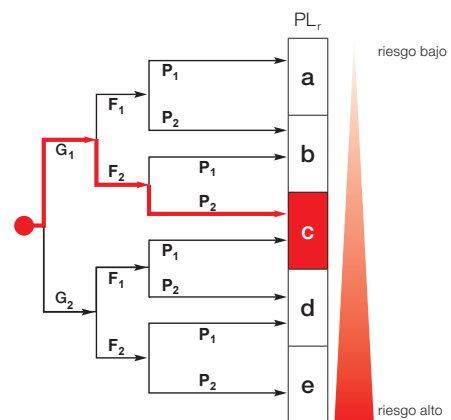
En la evaluación de riesgos se determinó que la máquina se opera en tres turnos (8 horas por turno), 365 días al año. Se supone que los problemas de funcionamiento se resuelven en menos de un minuto en la zona de peligro. Esto puede llevarse a cabo dos veces por hora (F2). No se considera que los arranques intempestivos provoquen lesiones graves sino lesiones leves reversibles (G1). Se considera que el operario no tiene la posibilidad de evitar lesiones cuando la máquina se mueve rápidamente (P2).

El número de ciclos para la función de seguridad = 365 días/año x (3 x 8) horas/día x 2 ciclos/hora = 17.520 ciclos/año

La evaluación de la función de seguridad requerida para el acceso a la máquina es $PL_r = c$ (G1, F2, P2). Además de esta función de seguridad, se requiere una función de paro de emergencia. Esto también se evalúa como $PL_r = c$.

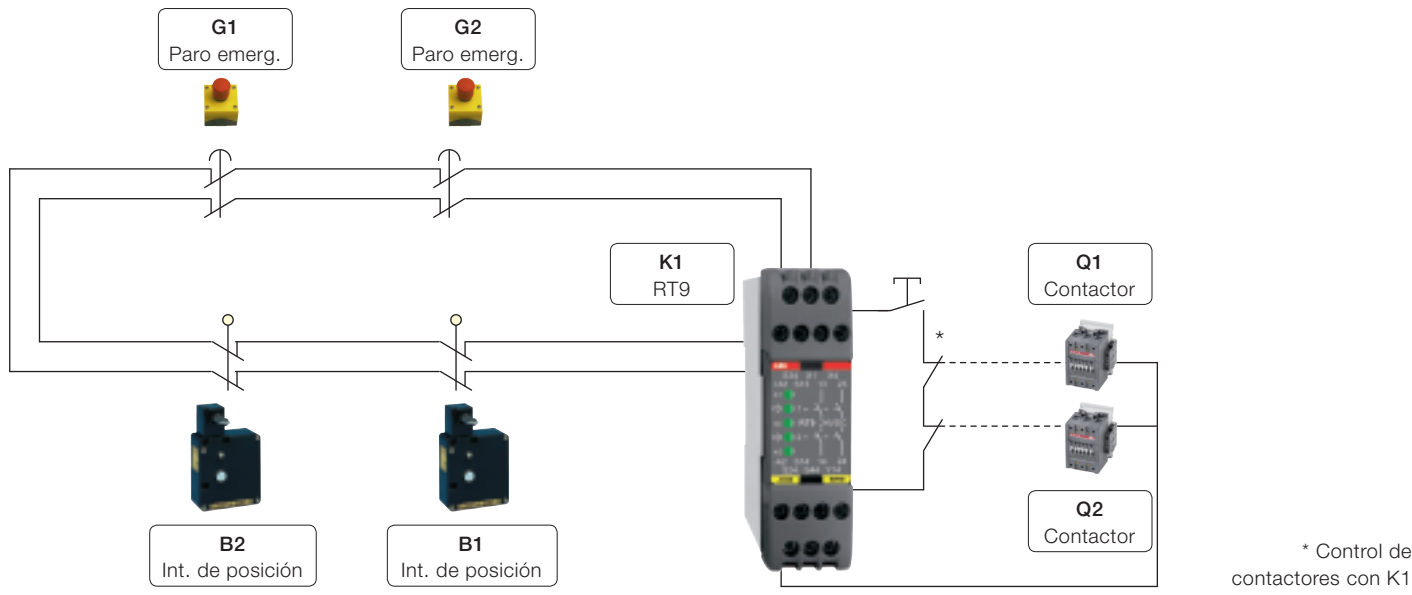
Paso 2 - Reducir el riesgo

Como protección, se selecciona una puerta bloqueada con el interruptor de posición con bloqueo JSNY8. El tiempo de parada es lo bastante breve para que el movimiento peligroso se haya detenido antes de que el operario pueda acceder. Los paros de emergencia son fácilmente accesibles, a ambos lados del cerramiento, próximos a las puertas con bloqueo.



Evaluación del PL_r necesario para la función de seguridad con puerta bloqueada para este ejemplo.

NOTA: La evaluación debe efectuarse para cada función de seguridad.



Paso 3 - Calcular las funciones de seguridad

El bloque de partida que se compone de contactores no controlados dobles se ha calculado en $2,47 \times 10^{-8}$. Las funciones de seguridad se representan mediante diagramas de bloques.

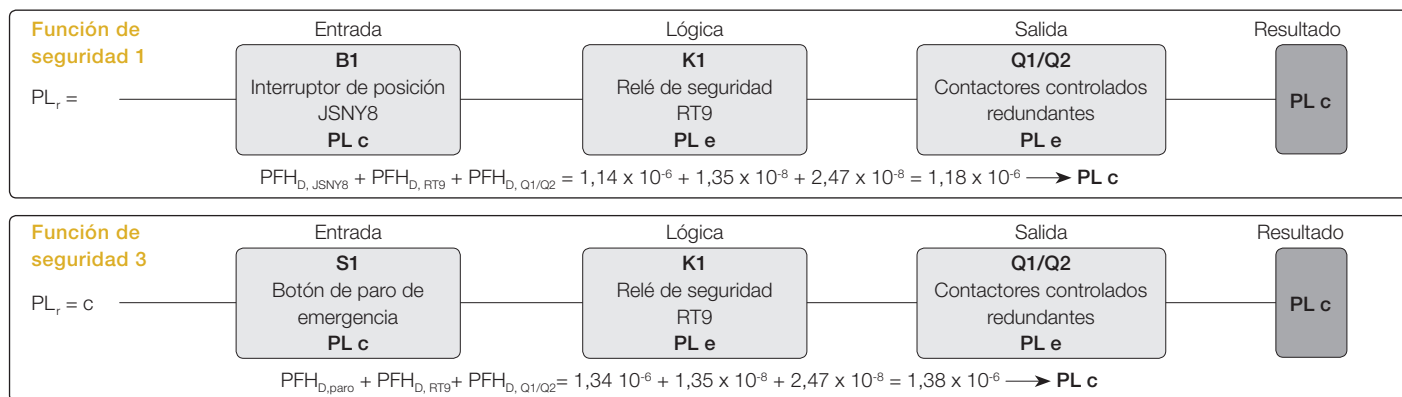
Las funciones de seguridad 1 y 2 son idénticas. Por lo tanto, sólo se muestra la función de seguridad 1.

Las funciones de seguridad 3 y 4 son idénticas. Por lo tanto, sólo se muestra la función de seguridad 3.

¿Cuánta seguridad ofrece un interruptor mecánico?

Un interruptor mecánico debe instalarse y utilizarse según sus especificaciones para que sea fiable.

- La esperanza de vida sólo es aplicable si se ha instalado correctamente.
- El actuador de bloqueo debe estar fijado de modo que no se afloje.
- El entorno alrededor de la ranura para el actuador debe mantenerse limpia.
- Dos interruptores mecánicos en una misma puerta pueden fallar por el mismo motivo.

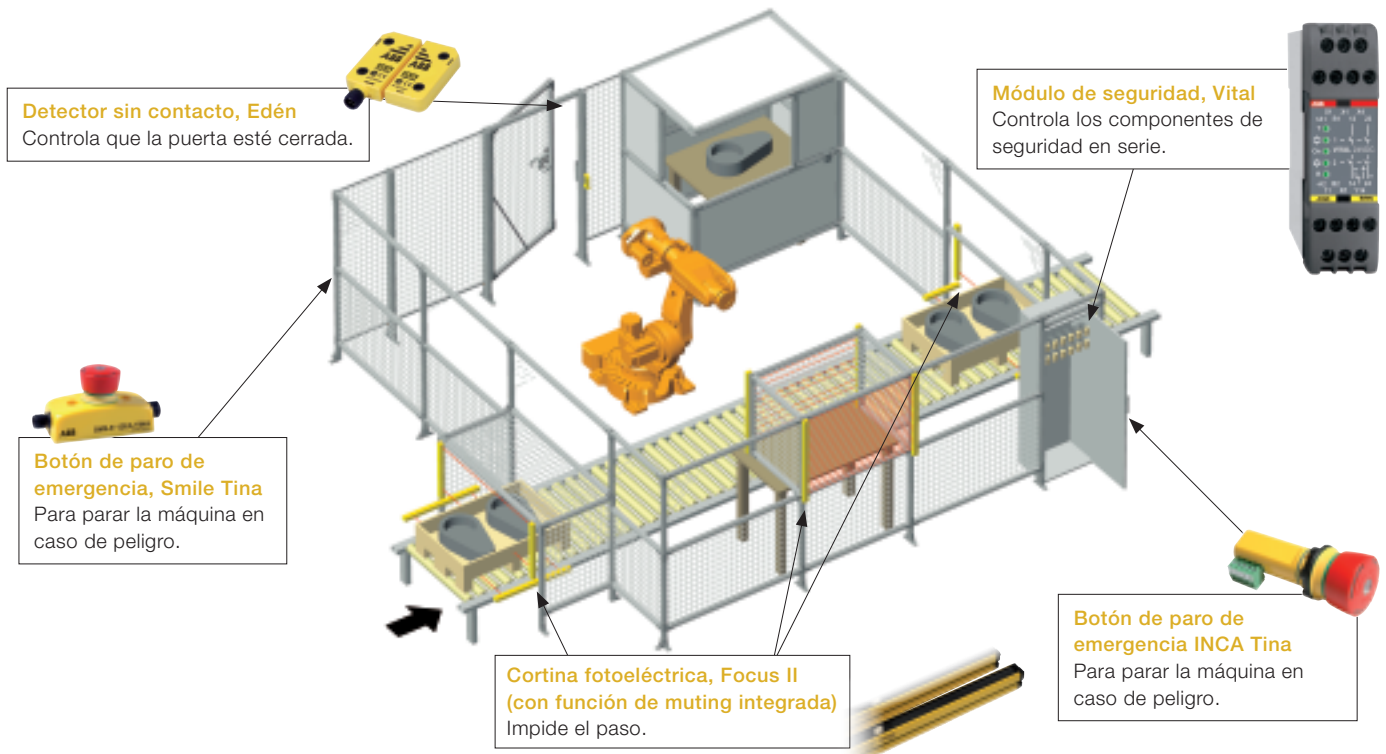


El motivo de que como máximo se obtenga un PL c con esta solución es el uso de un interruptor de posición por puerta. Se podría obtener un PL d empleando dos interruptores de posición por puerta, pero también se requerirán más acciones sobre el control de cada interruptor. Nota: Si la evaluación de riesgos ha mostrado que podría producirse una lesión grave, G2, el resultado hubiera sido $PL_r = e$. Esto habría significado que la solución anterior era inadecuada. Para la función de paro de emergencia, puede obtenerse un PL d siempre que puedan realizarse ciertas exclusiones de fallos. Estas funciones de seguridad pueden descargarse en nuestro sitio web como un proyecto SISTEMA, www.jokabsafety.com.

Sistemas de seguridad con Vital

Estudio de Caso 2 - Módulo de seguridad

Disposición de la protección para una célula robotizada con alto riesgo



Paso 1 - Evaluación de riesgos

Las piezas entran en el equipo y salen del mismo después de realizarse una prueba que confirma que están libres de errores. Con la ayuda de un robot, las piezas se añaden a una máquina para la realización de pruebas. Las piezas no autorizadas son colocadas por el robot para el postmecanizado en una estación de descarga manual.

El trabajo que debe realizarse en la célula robotizada consiste en corregir los problemas de funcionamiento en el equipo de prueba y la cinta transportadora (aprox. una vez por hora), el postmecanizado y la descarga de la estación manual (aprox. una vez por hora), ajustes del programa (una vez por semana) y limpieza (una vez por semana) (F2).

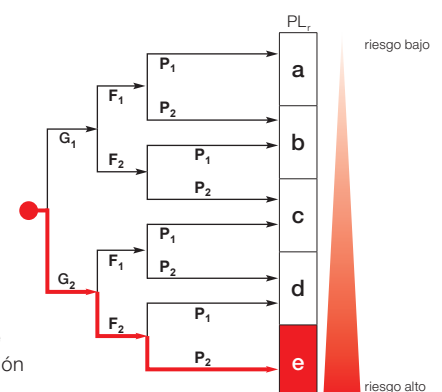
Se prevé que los arranques intempestivos del robot pueden provocar lesiones graves (G2). Se considera que el operario no tiene la posibilidad de evitar lesiones porque el robot se mueve rápidamente (P2). La evaluación de la función de seguridad requerida para el acceso a la máquina es $PL_r = e$ (G2, F2, P2). La futura norma ISO 10218-2 para células/sistemas robotizados especifica el requisito PL d para las funciones de seguridad a utilizar (si el análisis de riesgos no muestra un PL distinto). Para las entradas de paro de seguridad y paro de emergencia del robot, el requisito es al menos PL d (según la norma EN ISO 10218-1). No obstante, en este caso la evaluación de riesgos da como resultado $PL_r = e$.

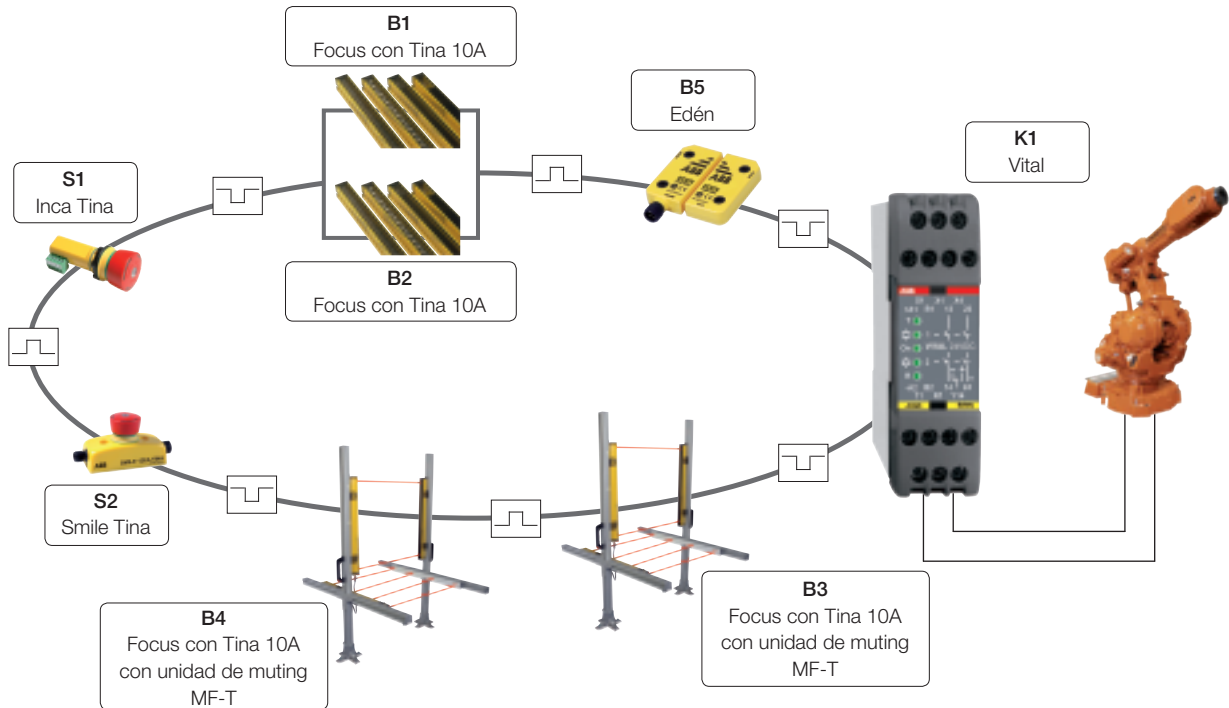
Paso 2 - Reducir el riesgo

Como protección, se selecciona una puerta bloqueada con el detector sin contacto Edén. Para impedir la entrada en la célula en dirección incorrecta, se protege el transporte de entrada y salida de materiales con muting para distinguir entre materiales y personas. El paro de emergencia también es una función de seguridad necesaria. La fuente de alimentación para todas las funciones de máquina peligrosas debe desconectarse empleando todas las funciones de seguridad.

La solución con Vital permite implementar una aplicación robotizada solamente con un módulo de seguridad, que no tiene que configurarse ni programarse. Vital permite conectar hasta 30 funciones de seguridad en un único circuito, con PL e y de conformidad con EN ISO 13849-1.

Evaluación del valor PL requerido para la función de seguridad con puerta bloqueada.



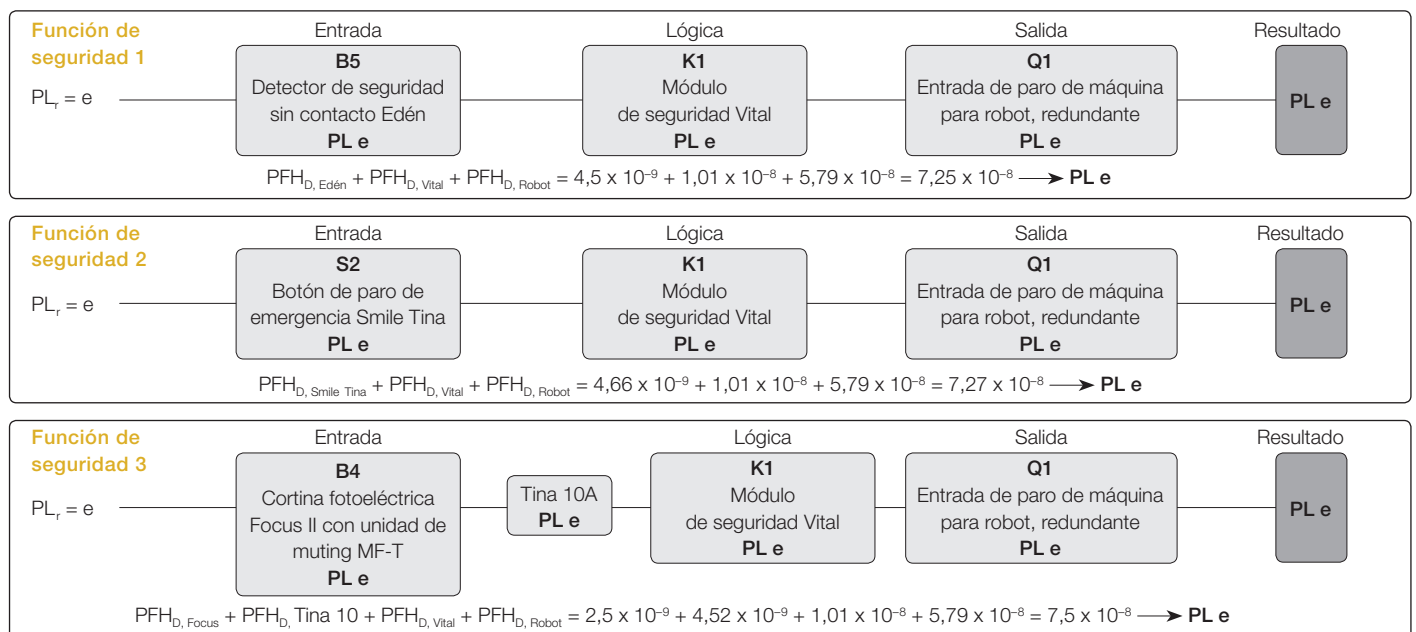


Paso 3 - Calcular las funciones de seguridad

El valor PFH_D de la entrada de paro de seguridad del robot es $5,79 \times 10^{-8}$ (el valor se aplica a robots industriales ABB con controlador IRC5). Las funciones de seguridad se representan mediante diagramas de bloques.

Función de seguridad 3

Al calcular la función de seguridad, los valores PFH_D para la cortina fotoeléctrica y la unidad de muting se incluirán en la misma función. Véase la función de seguridad 3 a continuación.

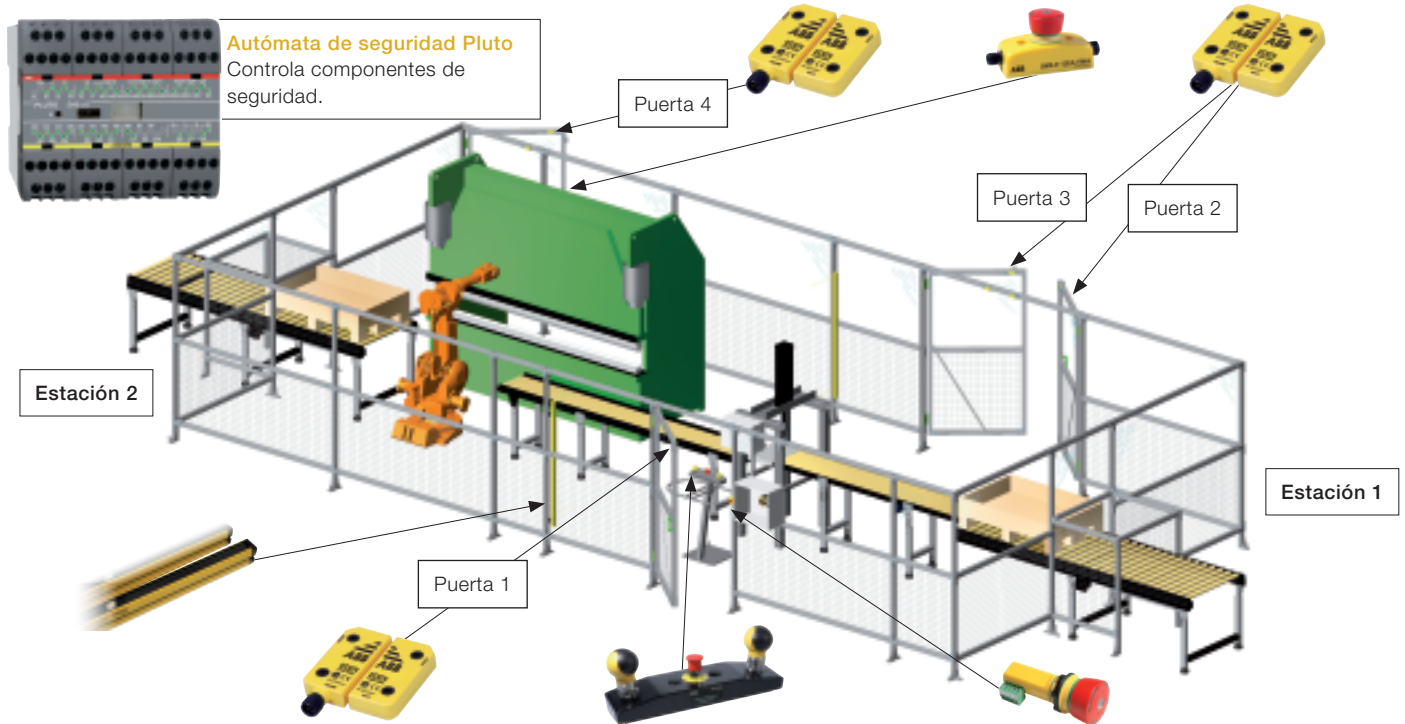


Estas funciones de seguridad con Vital cumplen PL e de conformidad con la norma EN ISO 13849-1. Tenga en cuenta que las funciones anteriores sólo son ejemplos seleccionados de las funciones de seguridad representadas en la célula robotizada.

Sistemas de seguridad con Pluto

Estudio de Caso 3 - Autómata de seguridad

Disposición de la protección para una herramienta de mecanizado y un robot industrial con alto riesgo



Paso 1 - Evaluación de riesgos

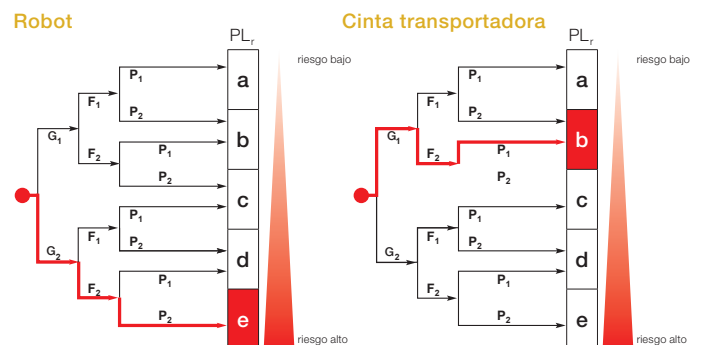
Las piezas se introducen en la célula a través de una cinta transportadora y el operario las coloca en la herramienta de mecanizado neumática en la estación 1. El operario pone en marcha la estación 1 manualmente. La herramienta de mecanizado neumática trabaja con la pieza en la estación 1. A continuación, el operario coloca la pieza mecanizada sobre la cinta transportadora para el transporte a la estación 2. El robot coge la pieza, que se coloca en la prensa hidráulica. La pieza sale de la célula sobre la cinta transportadora. El trabajo que debe efectuarse en la estación 2 se centra, por ejemplo, en solucionar problemas de funcionamiento en la prensa y el robot (algunas veces por semana, F2).

Se prevé que los arranques intempestivos del robot pueden provocar lesiones graves (G2). Se considera que el operario no tiene la posibilidad de evitar lesiones porque el robot se mueve rápidamente (P2). La evaluación de la función de seguridad necesaria para acceder a la estación 2 es $PL_r = e$ (S2, F2, P2). Esta evaluación seguiría siendo la misma respecto a la prensa. Para la función de seguridad relativa a los riesgos asociados a la cinta transportadora, la evaluación G1, F2, P1 se realiza dando $PL_r = b$.

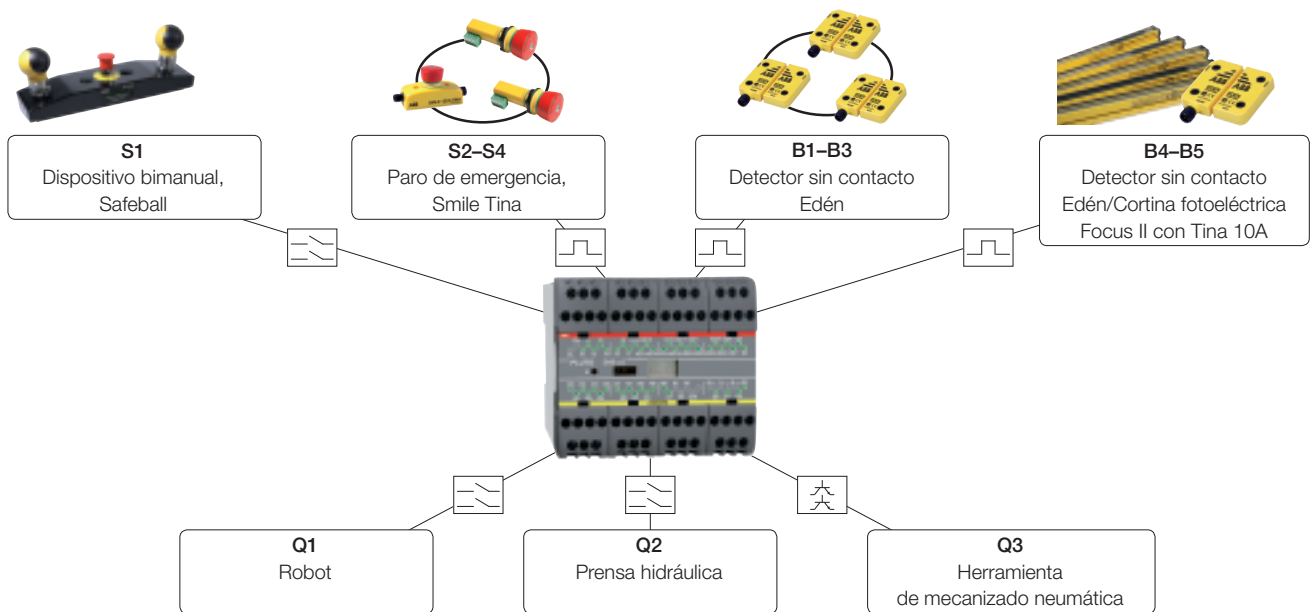
Paso 2 - Reducir el riesgo

Como protección, las puertas bloqueadas se seleccionan mediante el detector sin contacto Edén. La estación 1 con la he-

rramienta de mecanizado neumática se maneja mediante un dispositivo bimanual. Cuando se libera el dispositivo bimanual, el movimiento peligroso puede detenerse de forma segura. La estación 2 puede estar en modo automático, donde una cortina fotoeléctrica (Focus II) y un detector sin contacto en la puerta 4 (Edén) protegen la entrada. Si se abre la puerta o se interrumpe la cortina fotoeléctrica, la estación 2 se detiene de forma segura. Al abrir las puertas 2 y 3 (también controladas por Edén), la cinta transportadora y la herramienta de mecanizado neumática se detendrán de forma segura. Siempre debe efectuarse el rearme manual tras la activación de cualquier dispositivo de seguridad.



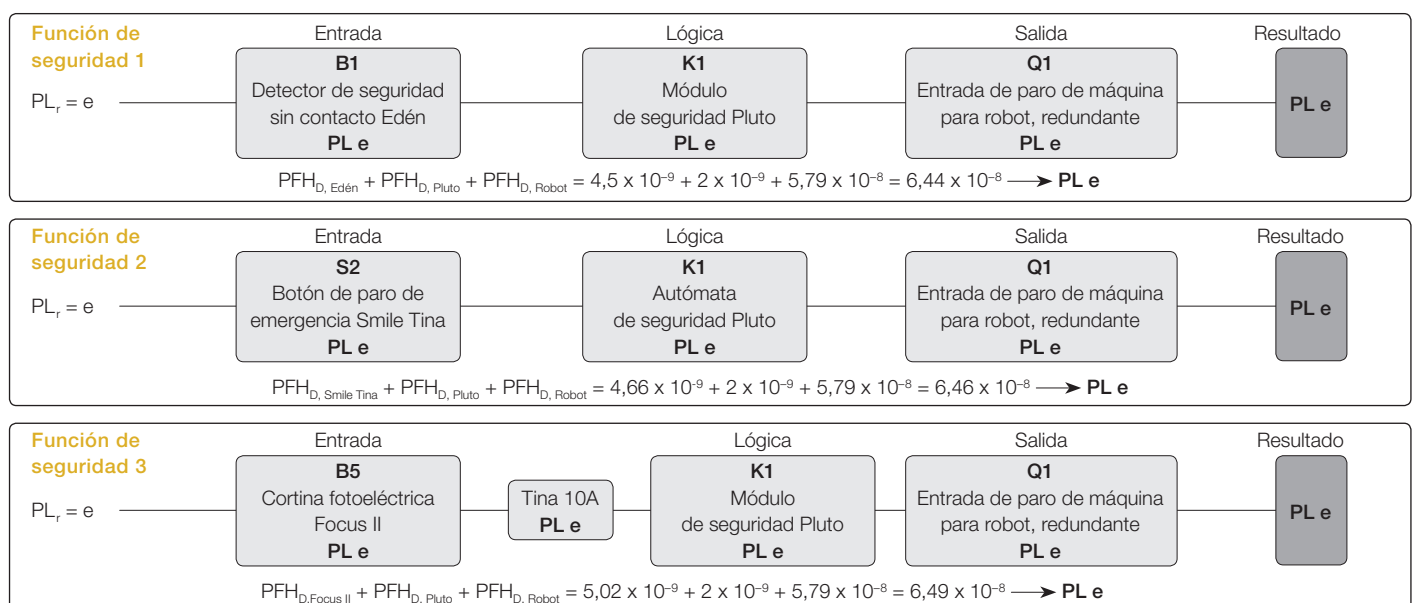
$PL_r = e$ para el robot y la prensa hidráulica y $PL_r = b$ para la cinta transportadora.



Cuando el sistema de protección requiere varios dispositivos de seguridad y que se comprueben varias máquinas, el autómatas de seguridad Pluto es la solución más eficaz. Otra razón de peso para utilizar Pluto es si el sistema de protección también tuviera que funcionar por zonas y en modos distintos de funcionamiento. Con Pluto, puede obtenerse un PL e independientemente del número de dispositivos de seguridad conectados.

Paso 3 - Calcular las funciones de seguridad para la célula robotizada

El valor PFH_D para la entrada de paro de seguridad del robot es $5,79 \times 10^{-8}$ (el valor se aplica a robots industriales ABB con controlador IRC5). A continuación se muestran solamente funciones de seguridad para interrumpir la alimentación hacia el robot industrial. Se trata tan sólo de un subconjunto de las funciones de seguridad. Cuando debe interrumpirse la alimentación hacia varias máquinas en una célula, las funciones de seguridad pueden definirse de distintas formas en función del análisis de riesgos. Las funciones de seguridad se representan mediante diagramas de bloques.



Estas funciones de seguridad con Pluto cumplen PL e de conformidad con la norma EN ISO 13849-1. Observe que las funciones anteriores sólo son ejemplos seleccionados de las funciones de seguridad que aparecen en la célula robotizada.

¿Qué define una función de seguridad?

Calcular que ha obtenido el PL, necesario no es difícil, sobre todo si utiliza unidades lógicas y dispositivos de seguridad “precalculados”. Pero, ¿qué partes deben incluirse en cada función de seguridad? Esto debe resolverse antes del inicio de la fase de cálculo. Para resumir en términos sencillos, puede decirse que cada dispositivo de seguridad da lugar a una función de seguridad para cada máquina que resulta afectada por el dispositivo de seguridad en cuestión. Por lo tanto, tres dispositivos de seguridad que dejan sin alimentación a tres máquinas en una célula equivalen a nueve funciones de seguridad. En el apartado siguiente explicamos los fundamentos.

Múltiples funciones de seguridad para una máquina

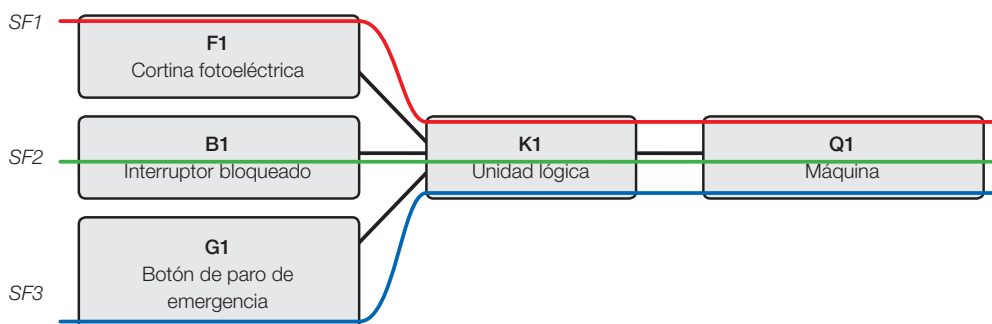
En una máquina suelen utilizarse diversos dispositivos de seguridad para proporcionar una protección satisfactoria y práctica para los operarios. En el siguiente ejemplo, la máquina se protege con tres dispositivos de seguridad conectados a un dispositivo lógico. La figura siguiente ilustra esta interconexión de modo esquemático.

Se definen tres funciones de seguridad (SF) para la máquina y se calculan como:

$$SF1: PFH_{D, F1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = PFH_{D, SF1}$$

$$SF2: PFH_{D, B1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = PFH_{D, SF2}$$

$$SF3: PFH_{D, S1} + PFH_{D, K1} + PFH_{D, Q1} = PFH_{D, SF3}$$



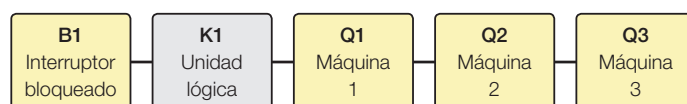
Múltiples funciones de seguridad para varias máquinas en una célula

De modo más habitual, varias máquinas en una única célula/zona deben protegerse con diversos dispositivos de seguridad. La figura siguiente ilustra la interconexión esquemáticamente para un ejemplo. Cada una de las máquinas Q1-Q3 se desconecta por separado e independientemente de K1.

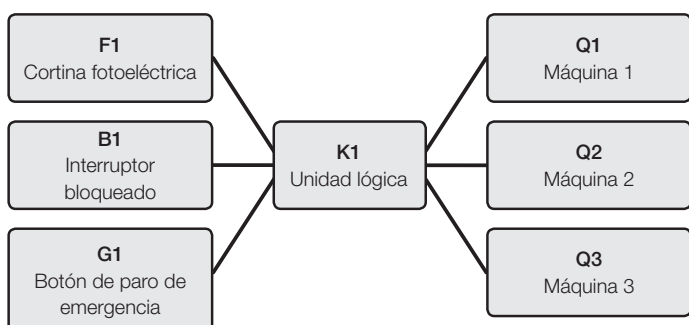
Si el operario entra en la célula, en este caso se expone al mismo tipo de riesgo de las tres máquinas. La alimentación hacia las tres máquinas debe interrumpirse cuando el operario entra en la célula a través de la puerta bloqueada por B1.

Enfoque teórico para varias máquinas

El enfoque teórico para calcular la función de seguridad es el siguiente:



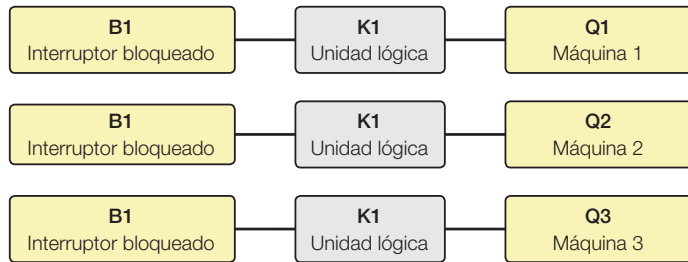
Para que se lleve a cabo toda la función de seguridad deben estar funcionando todos los componentes. Observe que si B1 o K1 tienen un fallo peligroso, se desactiva toda la función de seguridad. No obstante, si por ejemplo la máquina Q1 tiene un fallo peligroso y no se desconecta, las máquinas Q2 y Q3 se desconectarán de todos modos. Una desventaja de considerar la función de seguridad de esta manera consiste en que podría tener problemas para obtener el PL, necesario. Sin embargo, si obtiene el PL, necesario, puede utilizar el enfoque teórico.



Fuentes:
www.dguv.de/ifa/de/pub/grl/pdf/2009_249.pdf
www.bg-metall.de/praevention/fachausschuesse/infoblatt/deutsch.html
(N.º 047, fecha 05/2010)

Enfoque práctico para varias máquinas

Un enfoque más práctico consiste en dividir la función de seguridad en tres partes, una para cada una de las tres máquinas.



Se trata de un enfoque que puede aportar un modo más preciso de ver las funciones de seguridad, especialmente cuando se requiere un PL_r distinto para las funciones de seguridad anteriores. Si la máquina Q1 es un robot y la máquina Q2 es una cinta transportadora que se ha diseñado para tener riesgos insignificantes, los distintos PL_r necesarios para la protección contra riesgos de Q1 y Q2 también serán distintos. Por lo tanto, este enfoque práctico es el que se recomienda. La interpretación se basa en información proporcionada por IFA (Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo del Seguro Social Alemán de Accidentes de Trabajo). Para más información sobre éste y otros temas, véase Fuentes.

Ejemplos de funciones de seguridad: estudio del caso 3 - autómeta de seguridad Pluto

La evaluación de riesgos para las funciones de seguridad necesarias para los riesgos asociados al robot fue S2, F2, P2, lo que dio como resultado $PL_r = e$. Se efectuó la misma evaluación para la prensa hidráulica: $PL_r = e$. La evaluación de la herramienta de mecanizado neumática es S2, F2, P1 y da $PL_r = d$ debido a que la evaluación contempla la posibilidad de evitar el riesgo.

El interruptor de bloqueo B1, Edén, tiene el cometido de cortar la alimentación hacia todas las máquinas en la zona de peligro:

- Robot Q1 ($PFH_{D,Q1} = 5,79 \times 10^{-8}$)
- Prensa hidráulica Q2 ($PFH_{D,Q2} = 8 \times 10^{-8}$)
- Herramienta de mecanizado neumática Q3 ($PFH_{D,Q3} = 2 \times 10^{-7}$).

Enfoque práctico

Si utiliza el enfoque práctico, las funciones de seguridad son las siguientes:

Robot:

$$PFH_{D,B1} + PFH_{D,K1} + PFH_{D,Q1} = 4,5 \times 10^{-9} + 2 \times 10^{-9} + 5,79 \times 10^{-8} = 6,44 \times 10^{-8} \longrightarrow PL e$$

Prensa hidráulica:

$$PFH_{D,B1} + PFH_{D,K1} + PFH_{D,Q2} = 4,5 \times 10^{-9} + 2 \times 10^{-9} + 8 \times 10^{-8} = 8,65 \times 10^{-8} \longrightarrow PL e$$

Herramienta de mecanizado neumática:

$$PFH_{D,B1} + PFH_{D,K1} + PFH_{D,Q3} = 4,5 \times 10^{-9} + 2 \times 10^{-9} + 2 \times 10^{-7} = 2,07 \times 10^{-7} \longrightarrow PL d$$

Esto debe hacerse de modo similar a las demás funciones de seguridad para la célula. Para cada dispositivo de seguridad, usted define las máquinas a las que afecta y establece las diversas funciones de seguridad en correspondencia.

Enfoque teórico

¿Cómo habría funcionado si hubiera utilizado el enfoque teórico? ¿La función de seguridad habría obtenido un PL e?

Todas las máquinas:

$$PFH_{D,B1} + PFH_{D,K1} + PFH_{D,Q1} + PFH_{D,Q2} + PFH_{D,Q3} = 4,5 \times 10^{-9} + 2 \times 10^{-9} + 5,79 \times 10^{-8} + 8 \times 10^{-8} + 2 \times 10^{-7} = 3,44 \times 10^{-7} \longrightarrow PL d$$

En este caso, la función de seguridad no habría conseguido un PL e total, que era necesario para los riesgos asociados a un robot y una prensa hidráulica.

Conclusiones

- Utilice el enfoque práctico.
- Emplee dispositivos de seguridad/unidades lógicas con alta fiabilidad (PFH_D baja) para conseguir el PL_r necesario.
- Con Vital o Pluto, es más fácil obtener el PL_r necesario.

SISTEMA

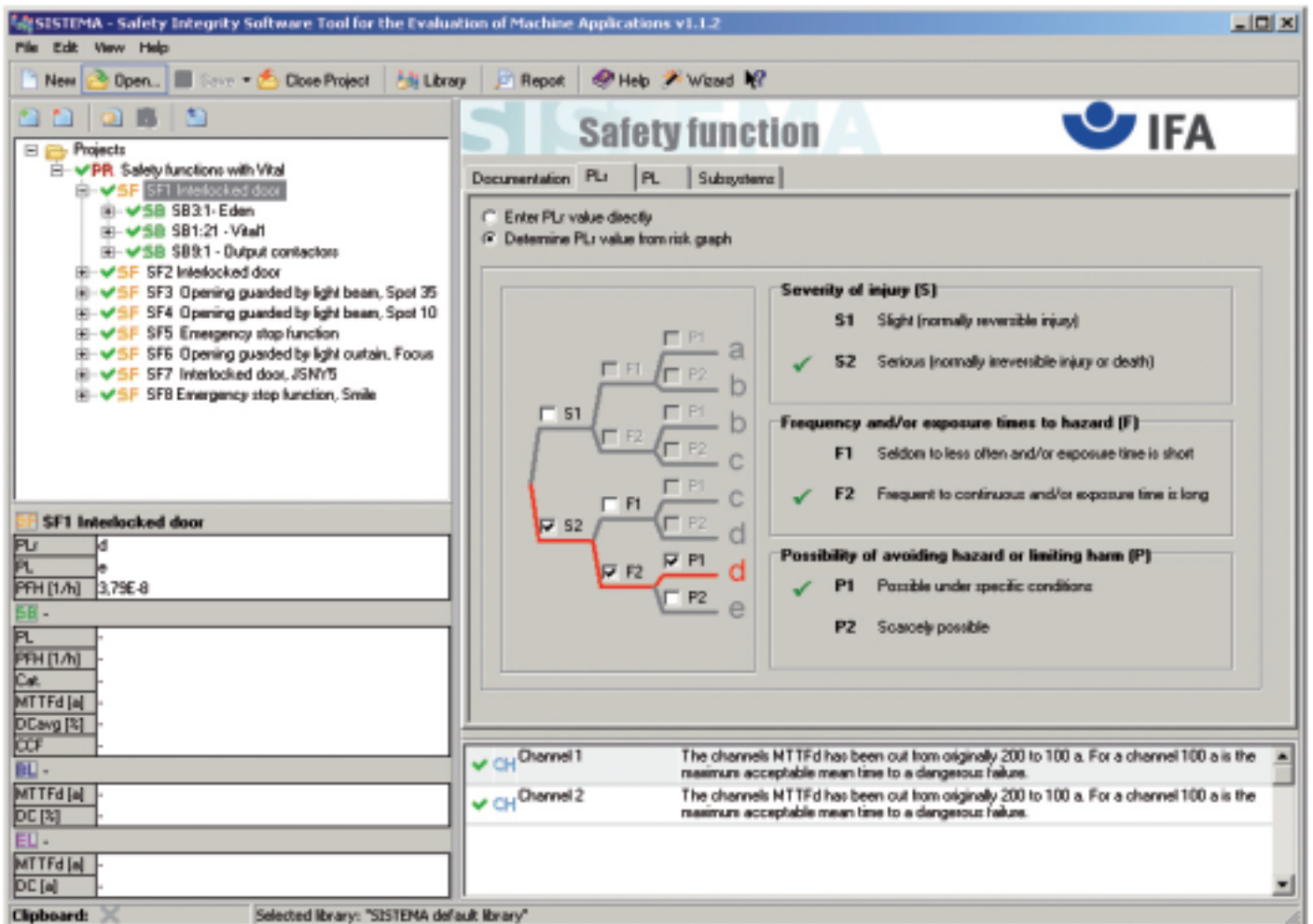
Herramientas para determinar el nivel de prestaciones (PL) y generar documentación técnica

EN ISO 13849-1 requiere cálculos. Para hacerlo de un modo manejable, una herramienta de software constituye una ayuda excelente. ABB Jokab Safety ha optado por utilizar SISTEMA, una herramienta de software desarrollada por BGIA –ahora IFA–, en Alemania. La herramienta es de tipo freeware y puede descargarse en el sitio web de IFA, www.dguv.de/ifa. SISTEMA permite “construir” funciones de seguridad, verificarlas y generar la documentación técnica necesaria.

Para trabajar con SISTEMA de modo racional, disponemos de una biblioteca de productos que puede descargarse desde nuestro sitio web www.jokabsafety.se. Para tener acceso a la última versión, visite esta página periódicamente para verificar si hay actualizaciones y nuevas publicaciones.

Para descargar SISTEMA visite:

www.dguv.de/ifa/en/prs/softwa/sistema/index.jsp o busque la herramienta en Internet.



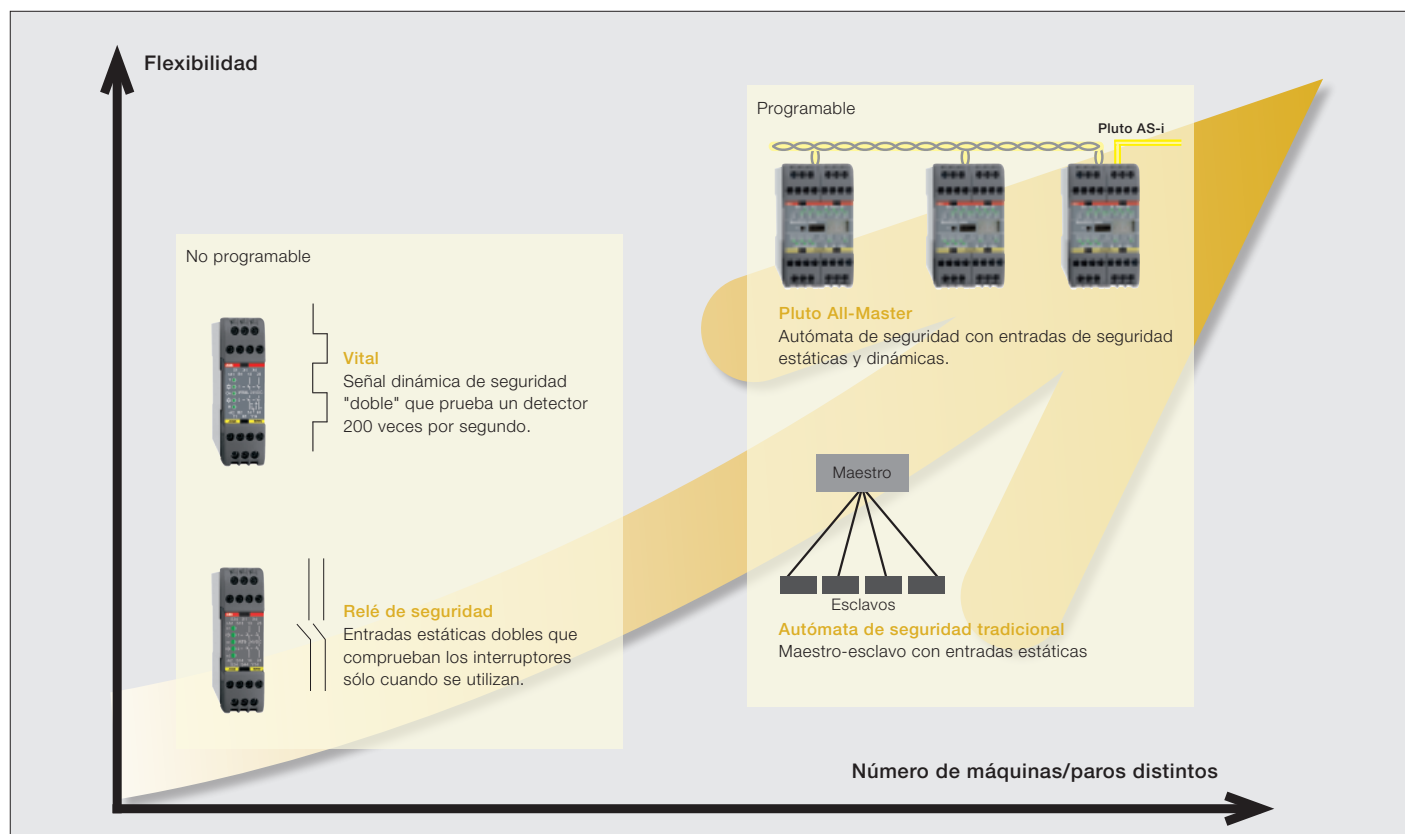
Captura de pantalla de SISTEMA.

¿Relé de seguridad, Vital o Pluto?

Varias ventajas en comparación con EN ISO 13849-1

Para obtener un PL e mediante un relé de seguridad convencional, como RT9, tiene que utilizar ambos canales en la parte de entrada y sólo conectar un único dispositivo de seguridad. En determinadas condiciones puede obtenerse un PL d conectando varios dispositivos de dos canales a un relé de seguridad, pero no es un método ampliamente aceptado. Vital es un módulo de seguridad que le permite conectar y controlar diversos

componentes de seguridad en serie, y obtener un PL e según EN ISO 13849-1. El módulo Vital se basa en un concepto de canal único dinámico y puede sustituir a diversos relés de seguridad. Una solución similar, aunque más flexible, es el autómata de seguridad Pluto. Pluto, al igual que Vital, puede utilizar señales dinámicas para una máxima fiabilidad.



Ventajas de Vital

- Es posible conectar hasta 30 componentes de seguridad a través de un canal en línea con PL e
- No requiere programación
- Opción de combinar varios componentes de seguridad (p. ej. botón de paro de emergencia y contacto de puerta)
- Configuración sencilla del circuito
- También pueden utilizarse interruptores electromecánicos (con la adición del adaptador Tina)

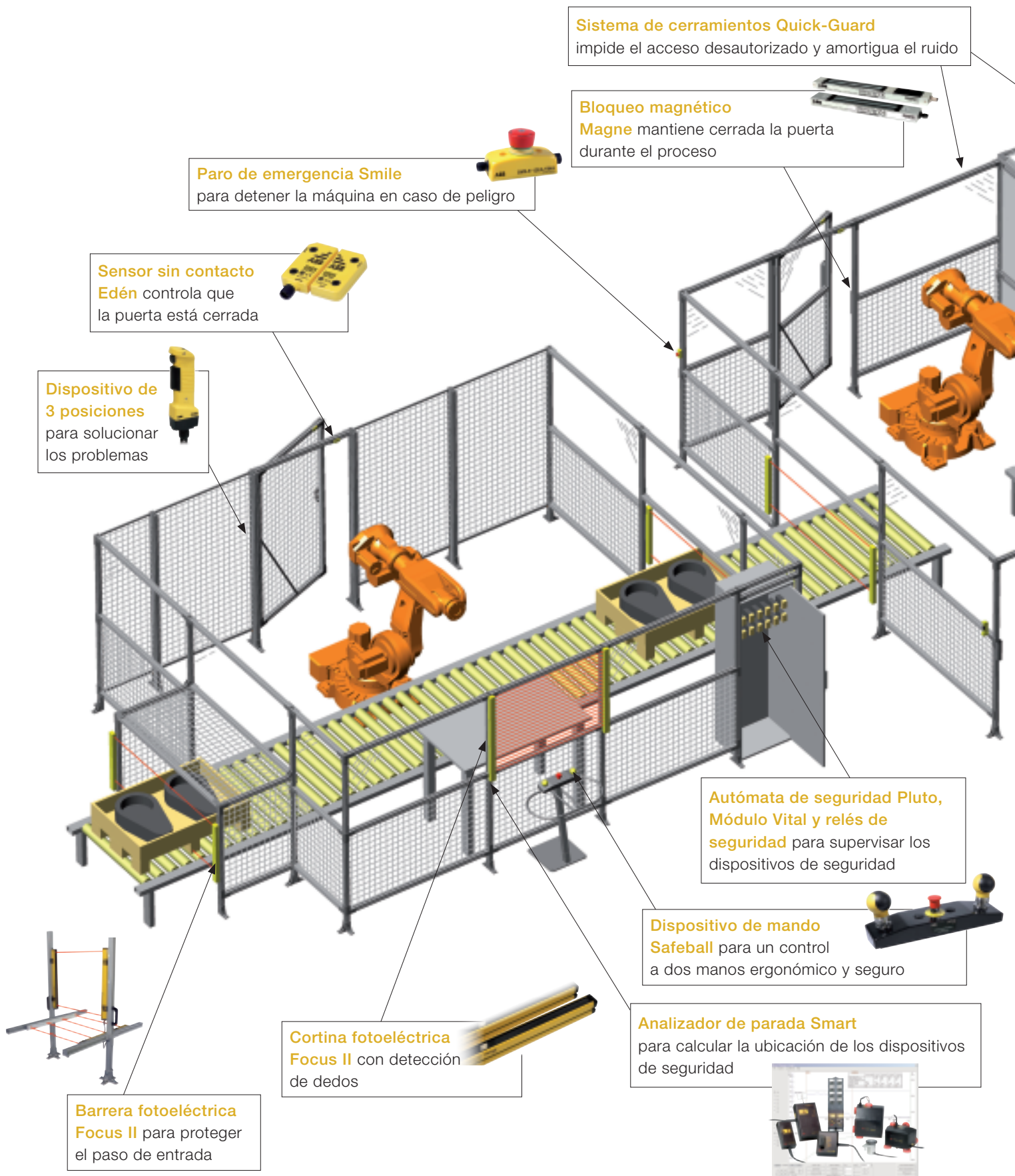
Se han instalado más de 50.000 sistemas Vital con éxito.

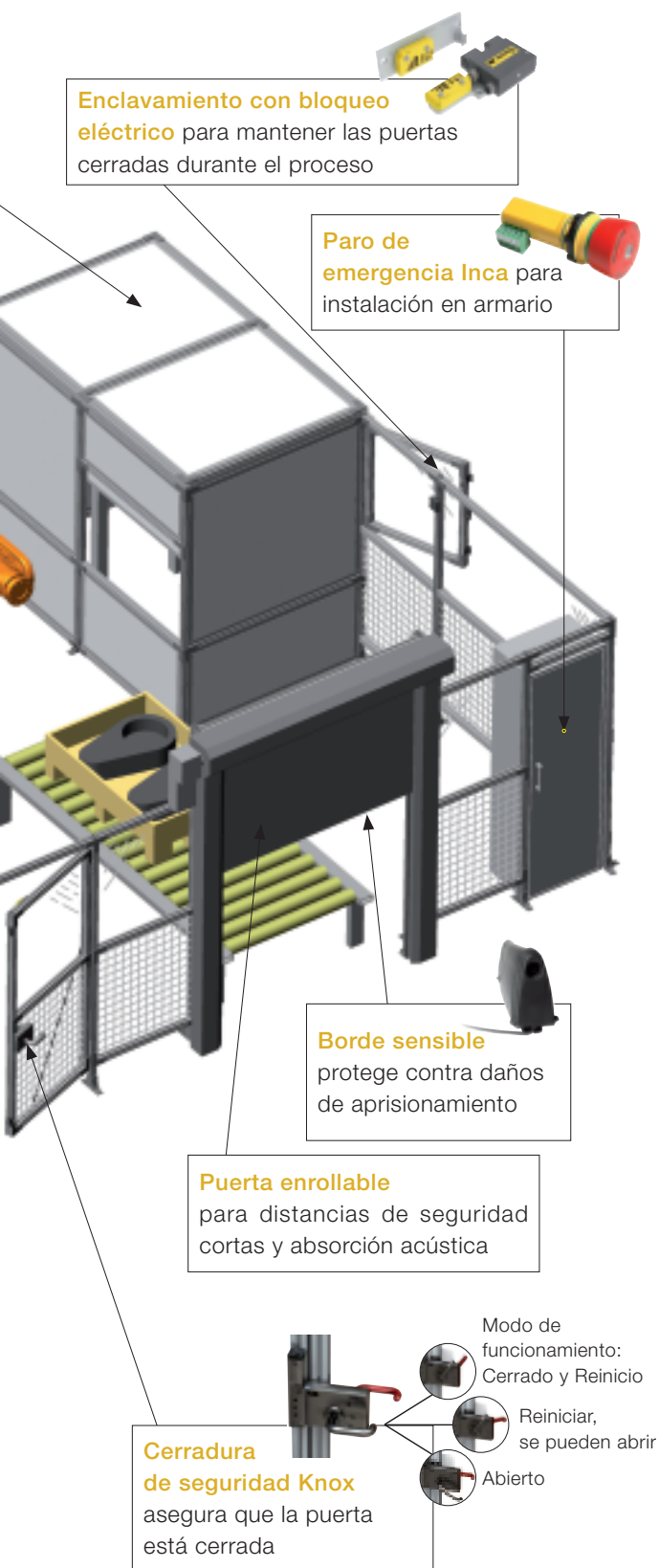
Ventajas de Pluto

- Pluto es un sistema "All Master" con comunicaciones a través de un bus de seguridad independiente
- La mayor flexibilidad garantiza el diseño de sistemas de protección
- Un software para todos los sistemas
- Programación sencilla para PL e mediante el uso de bloques de función (certificados por TÜV)

Se han instalado más de 30.000 sistemas Pluto con éxito.

Sistemas de seguridad ABB Jokab Safety adaptados a la producción



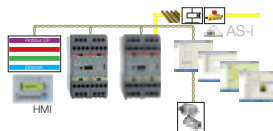


Grupos de productos de Jokab Safety



Formación y consultoría

Aplicación práctica de reglamentos y normas, así como del marcado CE.



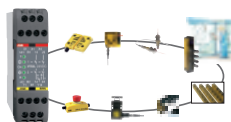
Autómata de seguridad Pluto

Exclusivo autómata de seguridad All-Master para circuitos de seguridad dinámicos y estáticos.



Pluto AS-i

Sistema de seguridad programable AS-i en el que todas las unidades están conectadas al mismo cable de bus y la función de la unidad se determina en el programa autómata.



Sistema de seguridad Vital

Circuito de seguridad dinámico para varios detectores según la máxima categoría de seguridad.



Adaptadores Tina

Convierte señales estáticas en señales dinámicas de seguridad, simplifican el cableado, etc.



Relés de seguridad

Los relés de seguridad más flexibles del mercado para diferentes dispositivos de seguridad y categorías.



Analizador de parada y diagnóstico de máquinas

Para medición del tiempo de parada, mantenimiento anual y localización de fallos en las máquinas.



Cortina fotoeléctrica / barrera fotoeléctrica

Gama completa de barreras y cortinas fotoeléctricas.



Sensores / interruptores / bloqueos

Sensores / Interruptores / Detectores dinámicos sin contacto, interruptores de posición e interruptores magnéticos.



Dispositivos de mando

Dispositivos de mando ergonómicos de 3 posiciones, mandos bimanuales e interruptores de pedal.



Paros de emergencia

Paros de emergencia para circuitos de seguridad dinámicos y estáticos.



Bordes sensibles / alfombras de seguridad

Bordes sensibles, parachoques sensibles y alfombras de seguridad.



Sistemas de cerramientos / SafeCAD / puerta enrollable

Un sistema de cerramientos robusto y flexible, de montaje sencillo.

Contacte con nosotros

Asea Brown Boveri, S.A.
Low Voltage Products
Torrent de l'Olla 220
08012 Barcelona
Tel. 93 484 21 21
Fax 93 484 21 90

www.abb.es/bajatension



Los datos y figuras no son vinculantes. ABB se reserva el derecho a modificar el contenido de este documento sin previo aviso en función de la evolución técnica de los productos.

Copyright 2011 ABB. Todos los derechos reservados.

1TXA172002B0701 001211