

SEGURIDAD EN LA AUTOMATIZACIÓN



Departamentos Electricidad-Electrónica e
Instalación y Mantenimiento

Plan de formación CIFP Pico Frentes 24-25

Seminario de Formación 10 horas

Marzo 2025

Ponente: CARLOS SALVADOR ROMERO



Índice

- Introducción.
- Historia de la seguridad en la automatización.
- Reglamentación y normativa.
- Fundamentos de seguridad en automatización industrial.
- Elementos de los sistemas de seguridad en automatización.
- Programación segura en la automatización.

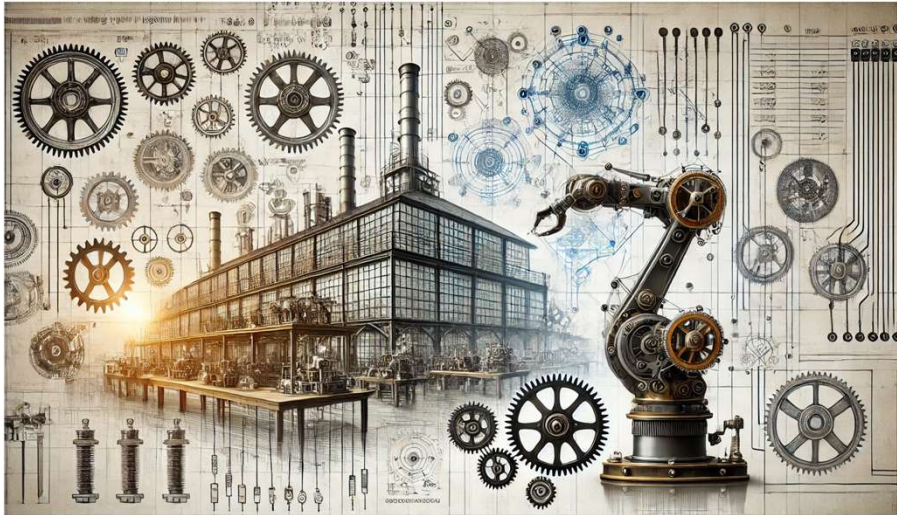
Introducción

- La automatización mejora la calidad y productividad en la industria, pero a menudo se descuida la seguridad.
- Esto puede causar daños materiales, tiempos de inactividad y riesgos para los empleados.
- Además, el incumplimiento de normas de seguridad puede llevar al cierre de la instalación y costosas inversiones para reactivarla.



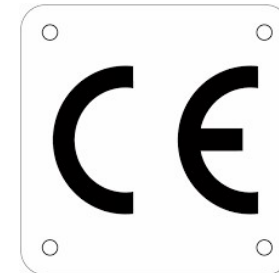
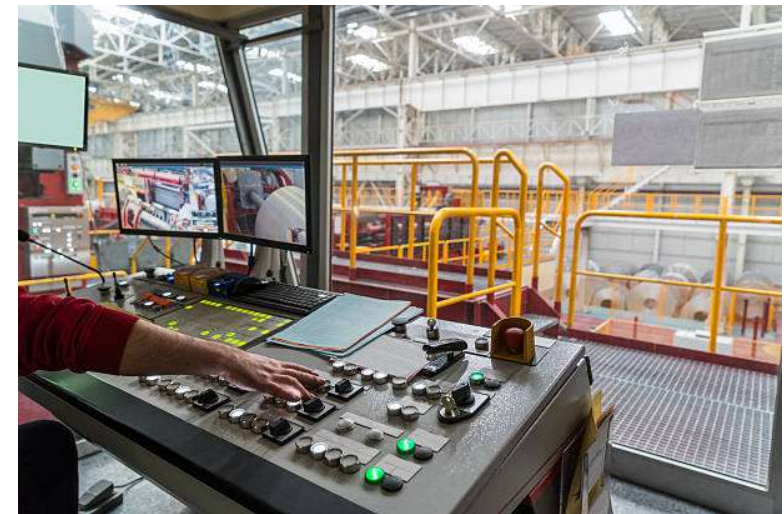
Historia de la seguridad en automatización

- La seguridad funcional ha evolucionado durante los últimos treinta años o más, desde el desastre de Piper Alpha en el Mar del Norte en 1988.
- Tras este accidente, el Ejecutivo de Salud y Seguridad del Reino Unido emitió directrices en aplicaciones de sistemas de seguridad, además de la DIN V VDE 0801.



Historia de la seguridad en automatización

- Durante las últimas 3 décadas, las lecciones aprendidas se han recopilado en una serie de estándares que culminan en el lanzamiento del primer borrador de IEC61508 en 1998, seguido de un lanzamiento completo en 2000 y revisión posterior en 2010.
- Esta norma, aunque dirigida a los fabricantes de productos, se convirtió en el "paraguas" o estándar de seguridad "básico" para la industria.
- Esto fue seguido por el lanzamiento de IEC61511 en 2003, que fue dirigido a las industrias de procesos y que está estrechamente alineado con ANSI / ISA84.01.
- La IEC61511 se conoce como el estándar de "sector" de la industria de procesos.



Novedades en reglamentación

MEJORAS Y ACTUALIZACIONES DE REGLAMENTO (UE) 2023/1230 :

- **Mayor claridad y precisión:** El nuevo reglamento ofrece definiciones más claras y precisas de los conceptos clave, lo que facilita su interpretación y aplicación.
- **Adaptación a las nuevas tecnologías:** Se adapta a las nuevas tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la robótica, que estaban menos desarrolladas cuando se creó la directiva 2006/42/CE.
- **Enfoque en la ciberseguridad:** Reconoce la importancia de la ciberseguridad en las máquinas modernas y establece requisitos para protegerlas de ataques externos que puedan comprometer su seguridad.
- **Mayor flexibilidad:** Ofrece un marco más flexible para adaptarse a la evolución tecnológica y a las necesidades del mercado, sin comprometer los requisitos de seguridad.
- **Procedimiento legislativo más eficaz:** Al ser un reglamento, se aplica directamente en todos los estados miembros, sin necesidad de transposición a la legislación nacional.

El nuevo Reglamento (UE) 2023/1230 y las directivas correspondientes, deroga (2006/42/CE y 73/361/CEE).



Novedades en reglamentación

OTRAS MEJORAS DE REGLAMENTO (UE) 2023/1230 :

- **Ampliación del ámbito de aplicación:** El nuevo reglamento cubre un rango más amplio de productos, incluyendo aquellos que incorporan tecnologías digitales.
- **Requisitos más estrictos para determinados componentes:** Algunos componentes de seguridad, como los sensores y los actuadores, están sujetos a requisitos de evaluación de conformidad más rigurosos.
- **Mayor énfasis en la documentación técnica:** Se exige una documentación técnica más detallada y completa para cada máquina.
- **Clarificación de las responsabilidades de los agentes económicos:** Se establecen de forma más clara las responsabilidades de los fabricantes, importadores y distribuidores en la cadena de suministro.



Normativas y estándares de seguridad a tener en cuenta

ISO 13849

Establece los requisitos y directrices para el diseño y la validación de funciones de seguridad en los sistemas de control eléctricos, electrónicos y programables.

IEC 61508

Es un estándar internacional que establece los requisitos para los sistemas de seguridad relacionados con la **seguridad funcional**.

EN ISO 12100

Establece los principios generales del diseño de las máquinas y define los conceptos y las terminologías relacionadas con la seguridad de las máquinas.

Esta norma tiene como objetivo garantizar un enfoque sistemático para el diseño de las máquinas y la evaluación de los riesgos asociados.

Fundamentos de Seguridad Industrial

SEGURIDAD DE MÁQUINAS

- **La seguridad de máquinas** consiste en la protección del personal o de los activos de la planta contra daños o muerte. Los componentes de seguridad de la máquina incluyen:
- **Seguridad organizacional** : requisitos para zapatos de seguridad, FRC, gafas de seguridad, etc.
- **Seguridad pasiva** : barreras de protección, cubiertas para piezas móviles, puertas.
- **Seguridad funcional** : Protección contra peligros debidos al funcionamiento **incorrecto** de la maquinaria industrial.

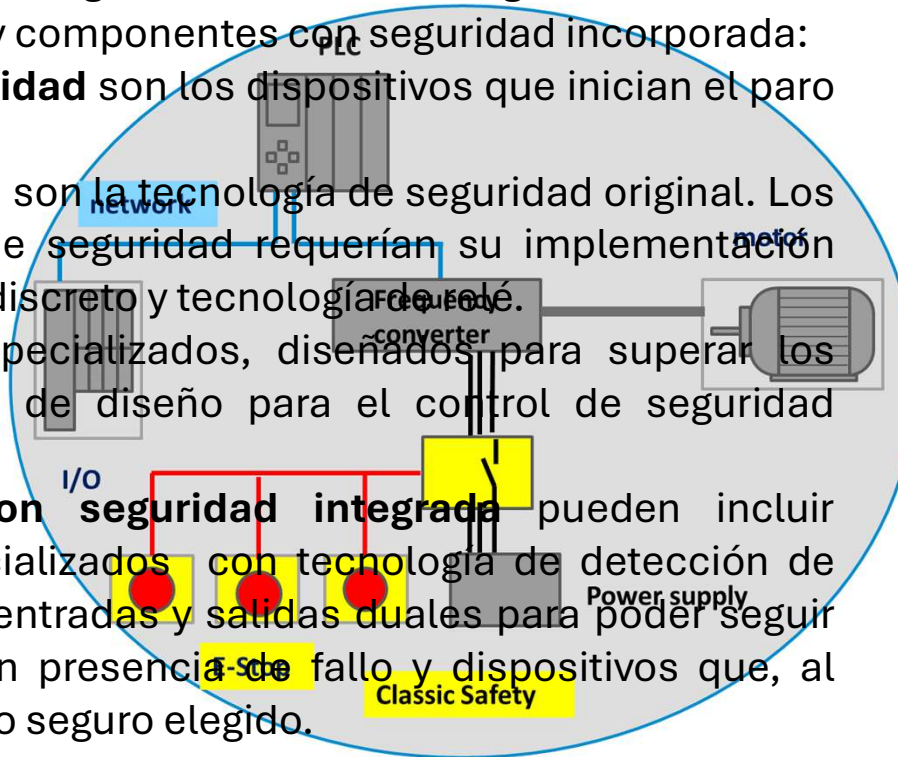


Fundamentos de Seguridad Industrial

SEGURIDAD FUNCIONAL

Incluyen los sensores de seguridad, relés de seguridad, PLC de seguridad especializados y componentes con seguridad incorporada:

- Los **sensores de seguridad** son los dispositivos que inician el paro seguro de la máquina.
- Los **relés de seguridad** son la tecnología de seguridad original. Los primeros estándares de seguridad requerían su implementación usando solo cableado discreto y tecnología de relé.
- **PLC de seguridad** especializados, diseñados para superar los estándares nacionales de diseño para el control de seguridad basado en software.
- Los **componentes con seguridad integrada** pueden incluir sistemas de I/O especializados con tecnología de detección de errores integrada, con entradas y salidas duales para poder seguir funcionando incluso en presencia de fallo y dispositivos que, al fallar, pasan a un estado seguro elegido.



Fundamentos de Seguridad Industrial

SENSORES DE SEGURIDAD

Los sensores son fundamentales para garantizar la seguridad operativa, ya que permiten detectar condiciones anómalas y prevenir accidentes.



Otros sensores relevantes son los sensores de presión, temperatura y velocidad, que monitorean parámetros críticos para evitar sobrecargas o fallos en el sistema. Estos sensores garantizan un entorno de trabajo seguro, al asegurar que las máquinas operen dentro de los límites establecidos.

Fundamentos de Seguridad Industrial

RELÉS DE SEGURIDAD (SEGURIDAD CLÁSICA)

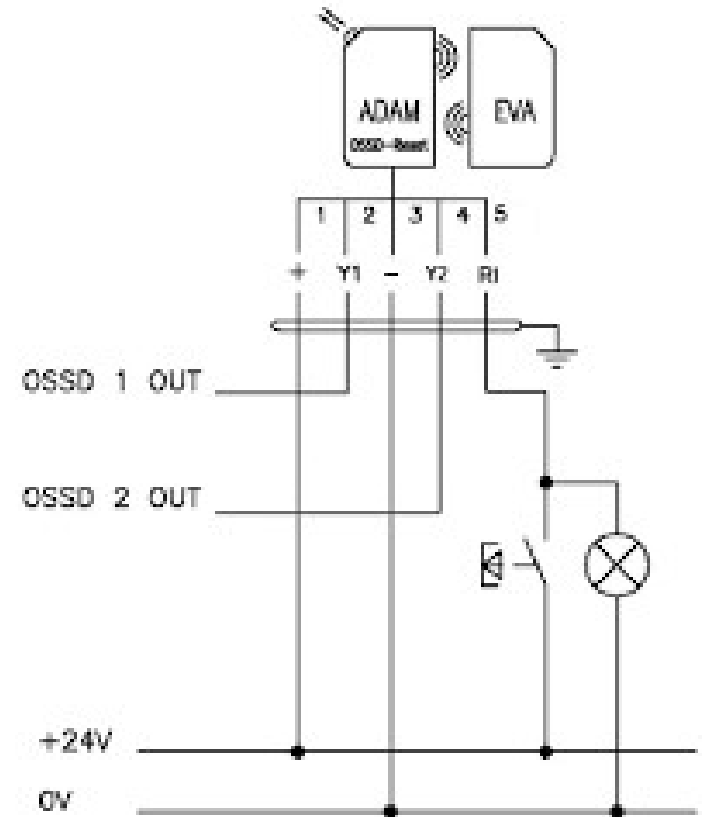
- Al comienzo de la era del PLC (principios años 90), las normas y regulaciones de seguridad prohibían cualquier uso de microcontroladores, software o redes de comunicación para la implementación de seguridad.
- La seguridad se implementaba mediante cableado y estaba basada en la tecnología de relés.
- En la actualidad, el uso del PLC y la tecnología de bus de campo se ha implementado de forma masiva.



Fundamentos de Seguridad Industrial

SALIDAS DE SEGURIDAD OSSD

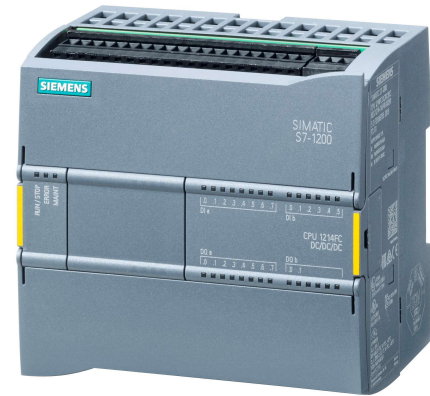
- Es la **salida del dispositivo de protección, que está conectada con el control de la máquina.**
- Pasa al estado DESCONECTADO, cuando se interrumpe el estado de protección.
- Se usan en sensores de seguridad, interruptores de seguridad, escáneres láser, cortinas de luz de seguridad, o para salidas de control seguras en PLC.



Fundamentos de Seguridad Industrial

PLC de SEGURIDAD

- Los PLC de seguridad son PLC especializados que proporcionan un control crítico en un entorno de automatización. Están diseñados para detectar posibles situaciones de peligro y permitir que el programa de seguridad tome medidas para llevar el sistema a un estado seguro.
- Parte del diagnóstico de seguridad es el monitoreo del control de flujo del programa y la verificación de datos para garantizar que el programa PLC de seguridad y el sistema operativo no se han dañado.
- Los PLC de seguridad deben cumplir con los estándares internacionales para el diseño y la fiabilidad del PLC. Deben ser aprobados por un organismo certificador como TUV en Alemania o UL en los Estados Unidos.

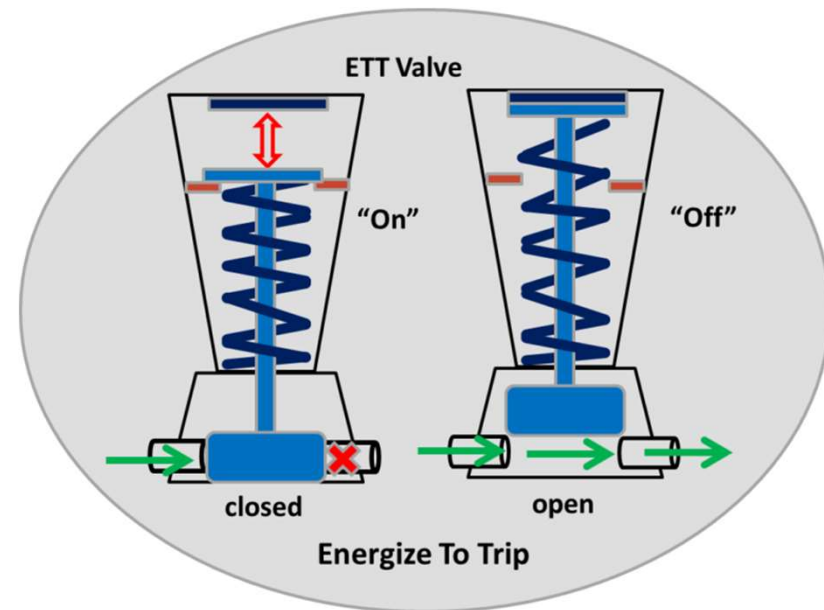


Fundamentos de Seguridad Industrial

COMPONENTES CON SEGURIDAD INCORPORADA

Los componentes de seguridad admiten la Seguridad Funcional mediante el empleo de una de las arquitecturas de seguridad de las que se muestran a continuación:

- **Arquitectura de seguridad ETT:**
 - Utilizadas en E/S de seguridad fueron las implementaciones automáticas sencillas de interruptores/válvulas, conocidos como **ETT** (Energize To Trip o energizar para disparo)
 - Las válvulas ETT se abren cuando la alimentación está «apagada», se cierran (trip o disparo) cuando la alimentación de la válvula está encendida.



Fundamentos de Seguridad Industrial

COMPONENTES CON SEGURIDAD INCORPORADA

Arquitectura de seguridad DTT:

- **DTT** (De-Energize To Trip o desenergizar para disparo).
- Estos son dispositivos diseñados para que, en caso de fallo, el dispositivo falle de la manera seleccionada.
- Las válvulas DTT se abren cuando están en estado «encendido». Cuando la alimentación se cae, la válvula se des energiza y se cierra (trip o disparo).
- Un ejemplo son las válvulas de alimentación de aire comprimido de las máquinas o los actuadores de simple efecto de válvulas de esfera.



Fundamentos de Seguridad Industrial

COMPONENTES CON SEGURIDAD INCORPORADA

Arquitectura de seguridad DTT:

- **DTT** (De-Energize To Trip o desenergizar para disparo).
- En ocasiones, la retirada de aire comprimido de la máquina puede comprometer la seguridad debido a posibles movimientos de elementos mecánicos por gravedad o inercia.
- Con la implementación de dispositivos con bloqueo de seguridad, se elimina el riesgo y, por tanto, se implementa la seguridad en el caso de parada de emergencia.

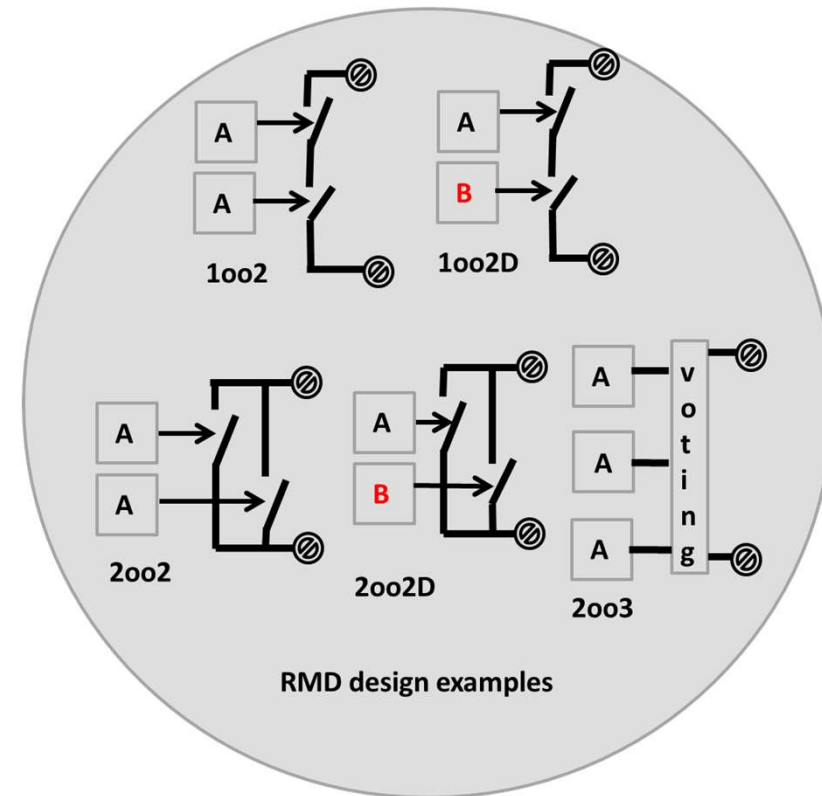


Fundamentos de Seguridad Industrial

COMPONENTES CON SEGURIDAD INCORPORADA

Arquitectura RDM (Redundancy, Multiplicity y Diversity o Redundancia, Multiplicidad y Diversidad):

- **Redundancia:** uso de funciones instrumentadas de seguridad idénticas para lograr una mayor confiabilidad en la seguridad.
- **Multiplicidad:** uso de múltiples caminos de apagado o dispositivos de protección.
- **Diversidad:** uso de tipos de dispositivos diferentes para reducir las posibilidades de que los dispositivos redundantes puedan verse afectados por modos de falla común. Por lo general, se eligen diferentes tecnologías.

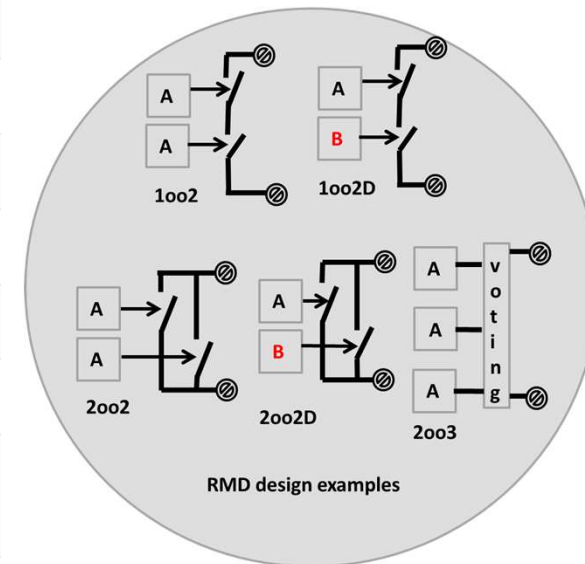


Fundamentos de Seguridad Industrial

COMPONENTES CON SEGURIDAD INCORPORADA

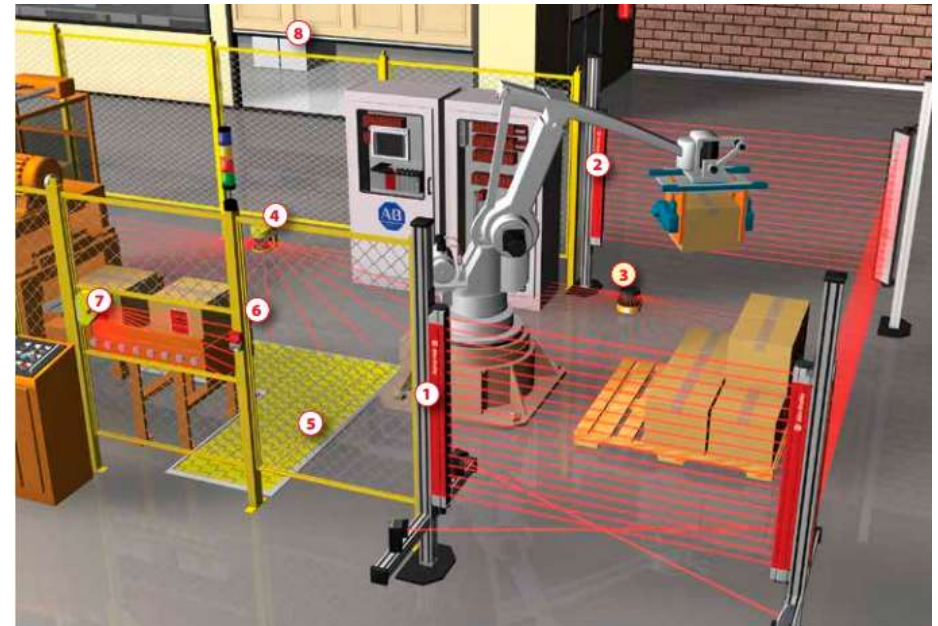
Arquitectura RDM (Redundancia, Multiplicidad y Diversidad):

Arquitectura	Número de unidades	Tolerancia a fallos de seguridad	Tolerancia a errores de disponibilidad	Objetivos
1oo1	1	0	0	Unidad estándar
1oo2	2	1	0	Alta seguridad
2oo2	2	0	1	Alta disponibilidad
1oo1D	1	1	0	Alta seguridad
2oo3	3	1	1	Alta disponibilidad, alta seguridad
2oo2D	2	1	1	Seguridad y disponibilidad, orientado hacia la disponibilidad
1oo2D	2	1	1	Seguridad y disponibilidad, orientado hacia la seguridad



Elementos de los sistemas de seguridad en automatización

- 1- Dispositivos de paradas de emergencia.
- 2- Dispositivos para sensores de puertas y protecciones escamoteables.
- 3- Dispositivos sensibles acceso a zonas peligrosas.
- 4- Módulos y relés de seguridad.
- 5- PLCs de seguridad.
- 6- Integración en proceso y señalización.

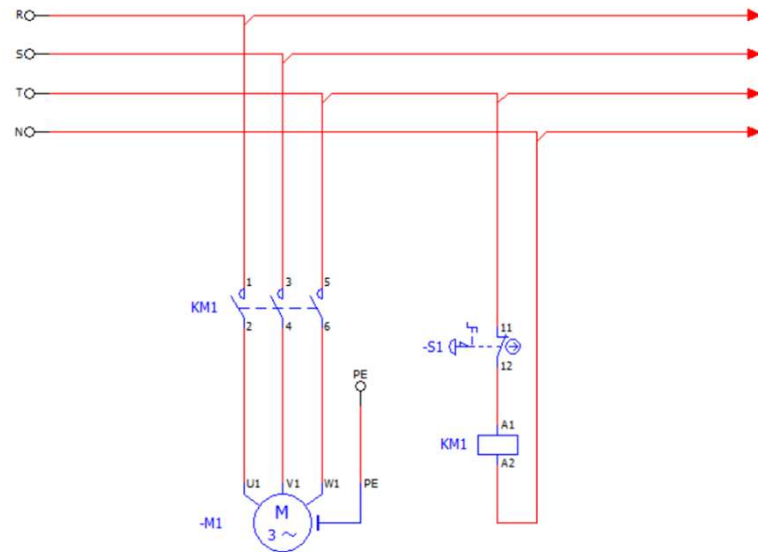


Elementos de los sistemas de seguridad

1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

FUNCIÓN DE LA PARADA DE EMERGENCIA

- La función primordial es determinar un correcto nivel de seguridad en la detención de la máquina, el cual deberá ser definido en función de la gravedad de una hipotética lesión (y sus consecuencias) y la frecuencia con la que se puede dar dicha situación peligrosa, entre otras variables.
- Por este motivo, en ocasiones no basta con el simple corte del/los relé/s que accionan la máquina.



Ejemplo de configuración básica de parada de emergencia

Elementos de los sistemas de seguridad

1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU FUNCIÓN

- **Parada de categoría 0:**

Es la más segura y detiene inmediatamente todos los movimientos peligrosos.

Se utiliza en aplicaciones donde la seguridad es primordial y el riesgo es grave en cuanto a consecuencias para la máquina y el personal.

- **Parada de categoría 1:**

Permite que los movimientos continúen hasta que se detengan de forma segura.

Se utiliza en aplicaciones donde una parada inmediata podría dañar la máquina o el producto.



Elementos de los sistemas de seguridad

1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

1. 1.1 PULSADOR DE PARO DE EMERGENCIA (CAT 0)

- También conocido como “seta de emergencia” es un pulsador con tecnología electro-mecánica que se instala en zonas de fácil acceso y visibles para el operario.
- Pueden tener contactos abiertos o cerrados, usándose de forma habitual:
 - Contactos NC para el circuito de paro del automatismo.
 - Contactos NO para señalización de aviso de emergencia activada.
- Dispone de un sistema de enclavamiento mecánico, que evita el rearme del circuito hasta que no se desenclave manualmente.



Elementos de los sistemas de seguridad

1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

1. 1.2 PULSADOR DE PARO DE EMERGENCIA (CAT 1)

- Características similares a las de categoría 0.
- Pueden ser de color negro.
- Pueden no tener enclavamiento tras ser accionadas.



Elementos de los sistemas de seguridad

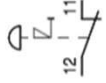
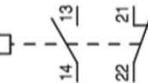
1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

2. INTERRUPTOR DE TIRO POR CABLE O BARRA DE EMERGENCIA

- Cumple la misma función de la seta de emergencia, pero abarcando mayor distancia.
- Sus partes son cable de tiro, bloque de contactos y resorte de tensión.
- Una vez activado, queda enclavado requiriendo ser rearmado manualmente para activar de nuevo el automatismo.



Elemento	Símbolo	Identificador
Seta de emergencia con enclavamiento mecánico. Contacto NC		S
Interruptor de tiro de emergencia. Contactos NA y NC		S

Elementos de los sistemas de seguridad

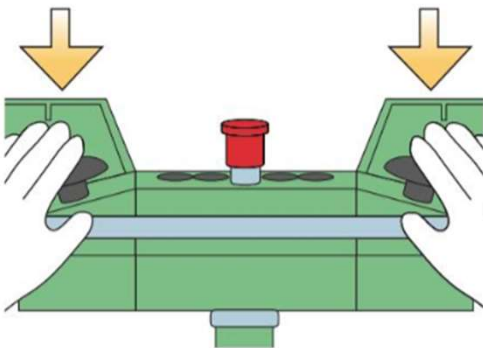
1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

3. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE MÁQUINAS SEGUROS

“Son todos aquellos dispositivos que ponen en marcha un automatismo de forma segura”

- Dispositivos de mando a dos manos.



Elementos de los sistemas de seguridad

1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

4. PEDALES

- Son interruptores que se accionan con el pie y la misión es similar a la de los interruptores a dos manos.
- De este modo el operario es requerido en una posición para iniciar la marcha.
- Están diseñados para evitar el accionamiento de forma accidental.
- Pueden disponer de tres posiciones y enclavamiento con rearme manual.



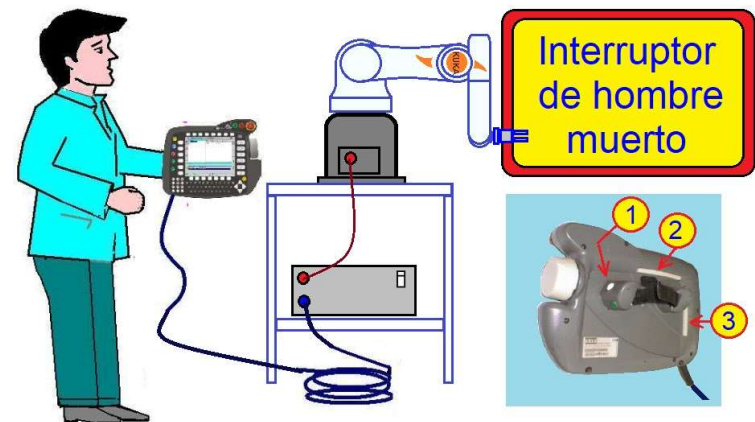
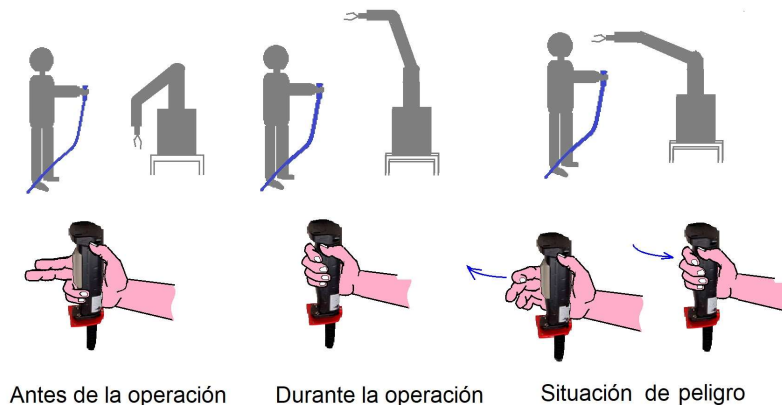
Elementos de los sistemas de seguridad

1- DISPOSITIVOS DE PARO DE EMERGENCIA

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

5. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE MÁQUINAS SEGUROS CON DETECCIÓN “HOMBRE MUERTO”

- El interruptor de hombre muerto (dead man switch) es un dispositivo habilitador, con el que se acompaña al realizar actividades in situ, con el que es posible detener el funcionamiento de una máquina.
- La función primordial es una protección para el operador, si se desvanece o incluso si realmente muere, la orden es paro máquina.



Elementos de los sistemas de seguridad

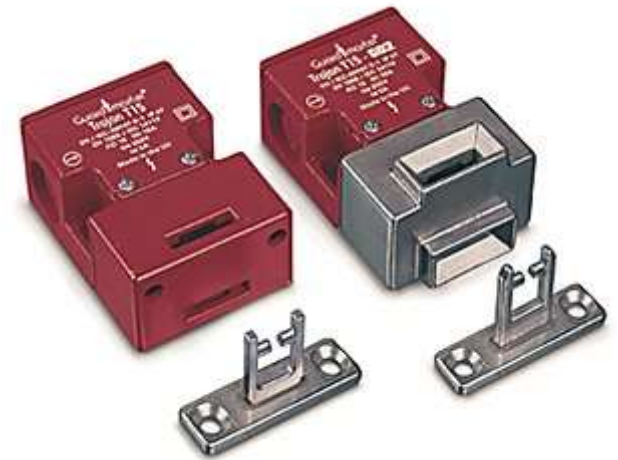
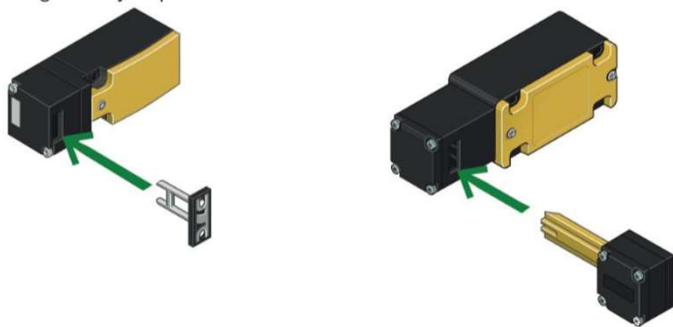
2- DISPOSITIVOS SENSORES DE PUERTAS Y PROTECCIONES ESCAMOTEABLES

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

6. INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

- Se utilizan como dispositivos de enclavamiento que impiden el funcionamiento de la máquina cuando se produce un fallo de seguridad.
- Normalmente instalados en resguardos, puertas y protecciones.
- Permiten conocer la posición de seguridad del resguardo.
- Pueden disponer de diseño y arquitectura anti-sabotaje.
- Existen diferentes tipos:

➤ **Interruptores con enclavamiento por clavija.**



Elementos de los sistemas de seguridad

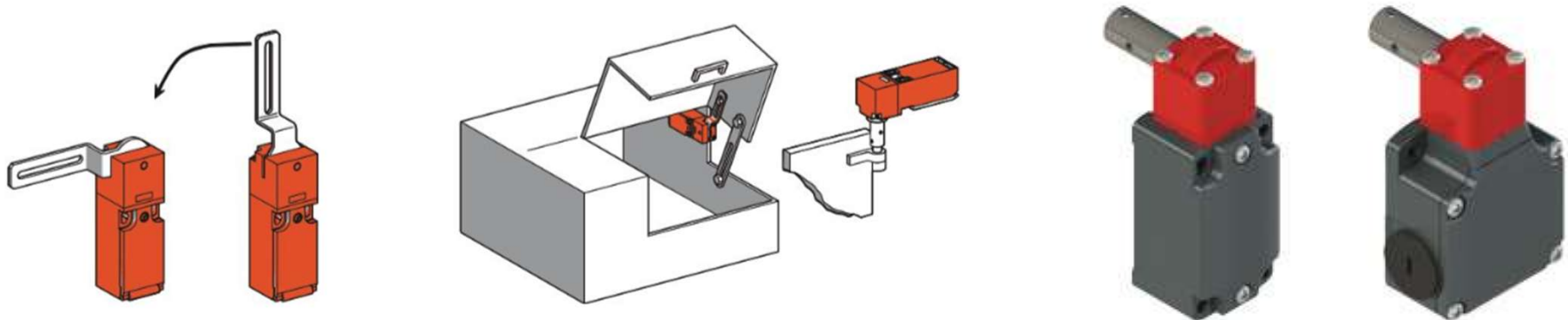
2- DISPOSITIVOS SENSORES DE PUERTAS Y PROTECCIONES ESCAMOTEABLES

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

6. INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

- Se utilizan como dispositivos de enclavamiento que impiden el funcionamiento de la máquina cuando se produce un fallo de seguridad.
- Normalmente instalados en resguardos, puertas y protecciones.
- Permiten conocer la posición de seguridad del resguardo.
- Pueden disponer de diseño y arquitectura anti-sabotaje.
- Existen diferentes tipos:

➤ **Interruptores de seguridad con accionamiento por bisagra.**



Elementos de los sistemas de seguridad

2- DISPOSITIVOS SENSORES DE PUERTAS Y PROTECCIONES ESCAMOTEABLES

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

6. INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

- Se utilizan como dispositivos de enclavamiento que impiden el funcionamiento de la máquina cuando se produce un fallo de seguridad.
- Normalmente instalados en resguardos, puertas y protecciones.
- Permiten conocer la posición de seguridad del resguardo.
- Pueden disponer de diseño y arquitectura anti-sabotaje.
- Existen diferentes tipos:

➤ **Interruptores sin contacto físico.**



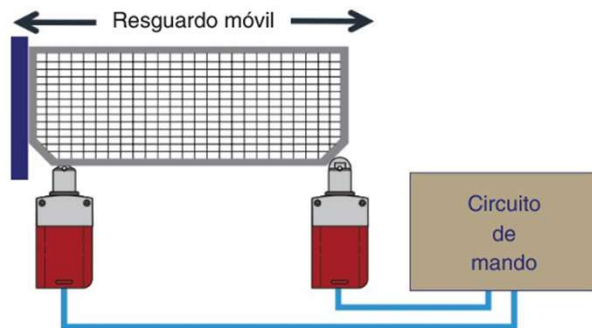
Elementos de los sistemas de seguridad

2- DISPOSITIVOS SENSORES DE PUERTAS Y PROTECCIONES ESCAMOTEABLES

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

6. INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

- Se utilizan como dispositivos de enclavamiento que impiden el funcionamiento de la máquina cuando se produce un fallo de seguridad.
- Normalmente instalados en resguardos, puertas y protecciones.
- Permiten conocer la posición de seguridad del resguardo.
- Pueden disponer de diseño y arquitectura anti-sabotaje.
- Existen diferentes tipos:
 - **Finales de carrera estándar.**



Elementos de los sistemas de seguridad

2- DISPOSITIVOS SENSORES DE PUERTAS Y PROTECCIONES ESCAMOTEABLES

“Los dispositivos de paro de emergencia deben detener el automatismo de forma inmediata”

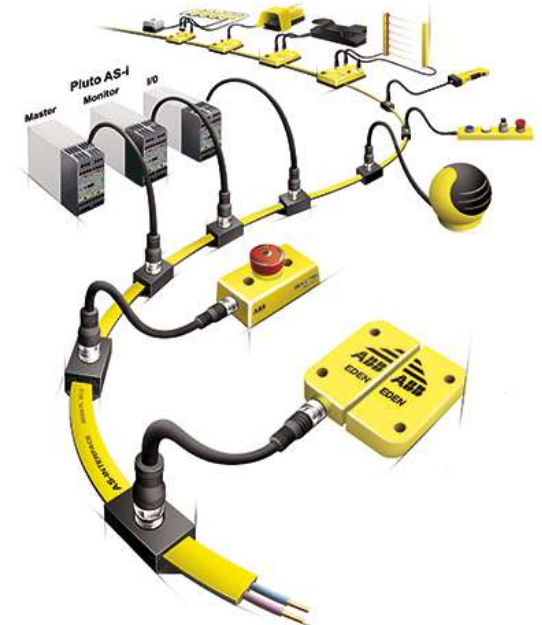
6. INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

- Se utilizan como dispositivos de enclavamiento que impiden el funcionamiento de la máquina cuando se produce un fallo de seguridad.
- Normalmente instalados en resguardos, puertas y protecciones.
- Permiten conocer la posición de seguridad del resguardo.
- Pueden disponer de diseño y arquitectura anti-sabotaje.
- Existen diferentes tipos:

➤ **Interruptores para bus de campo y zonas ATEX.**



Figura 11.24. Interruptores para zonas ATEX (Siemens).



Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

“Son aquellos dispositivos que controlan el acceso a zonas peligrosas con o sin contacto físico cuando por necesidades del proceso, no hay protecciones físicas”

1. ALFOMBRAS O TAPICES SENSIBLES

- Se instalan en el entorno a zonas de acceso de zonas peligrosas en el suelo.
- Si alguien pisa sobre ellos, la máquina se detiene de forma inmediata.
- Suelen ir asociados a relés de emergencia o de seguridad.



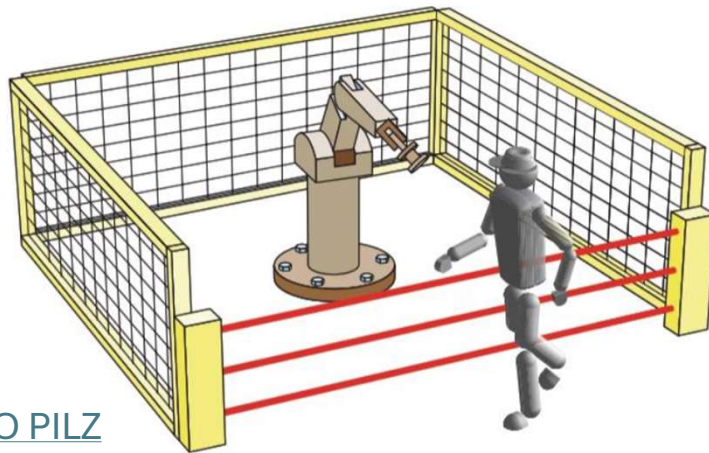
Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

“Son aquellos dispositivos que controlan el acceso a zonas peligrosas con o sin contacto físico cuando por necesidades del proceso, no hay protecciones físicas”

2. BARRERAS INMATERIALES

- Son barreras de luz infrarroja que forman una cortina invisible de seguridad.
- Disponen de un dispositivo emisor y otro receptor.
- Pueden disponer funciones de autotest.
- Suelen ir asociadas a relés de seguridad.



[VIDEO 30s DEMO PILZ](#)

Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

2. BARRERAS INMATERIALES CON SISTEMA MUTING

¿Qué es función muting?

- Es el sistema de seguridad que permite la anulación temporal de la barrera de seguridad que protege a las personas ante una zona peligrosa.
- Debe realizarse de modo automático o bajo supervisión de un operario en modo manual.
- Solo en condiciones de seguridad.
- Permite que un objeto atraviese el campo de protección sin desactivar la salida de seguridad.



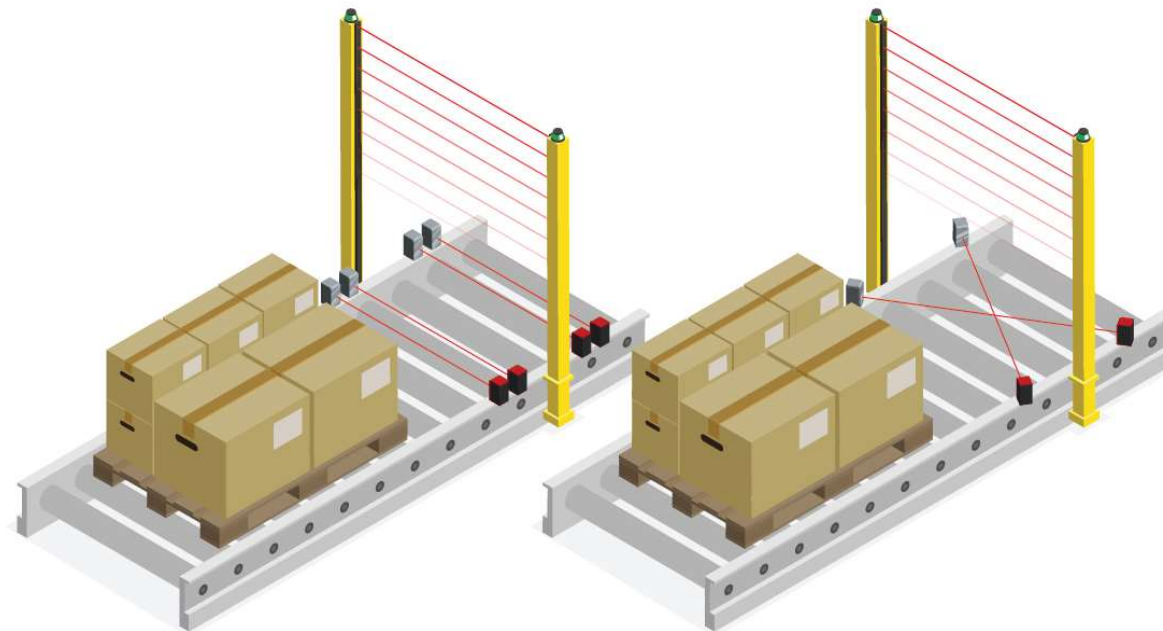
Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

2. BARRERAS INMATERIALES CON SISTEMA MUTING

Tipos de sistemas muting:

- Muting configurado por programación de máquina dentro de línea emergencia.
- Muting integrado en propio dispositivo fotoeléctrico (secuencial o cruzado).



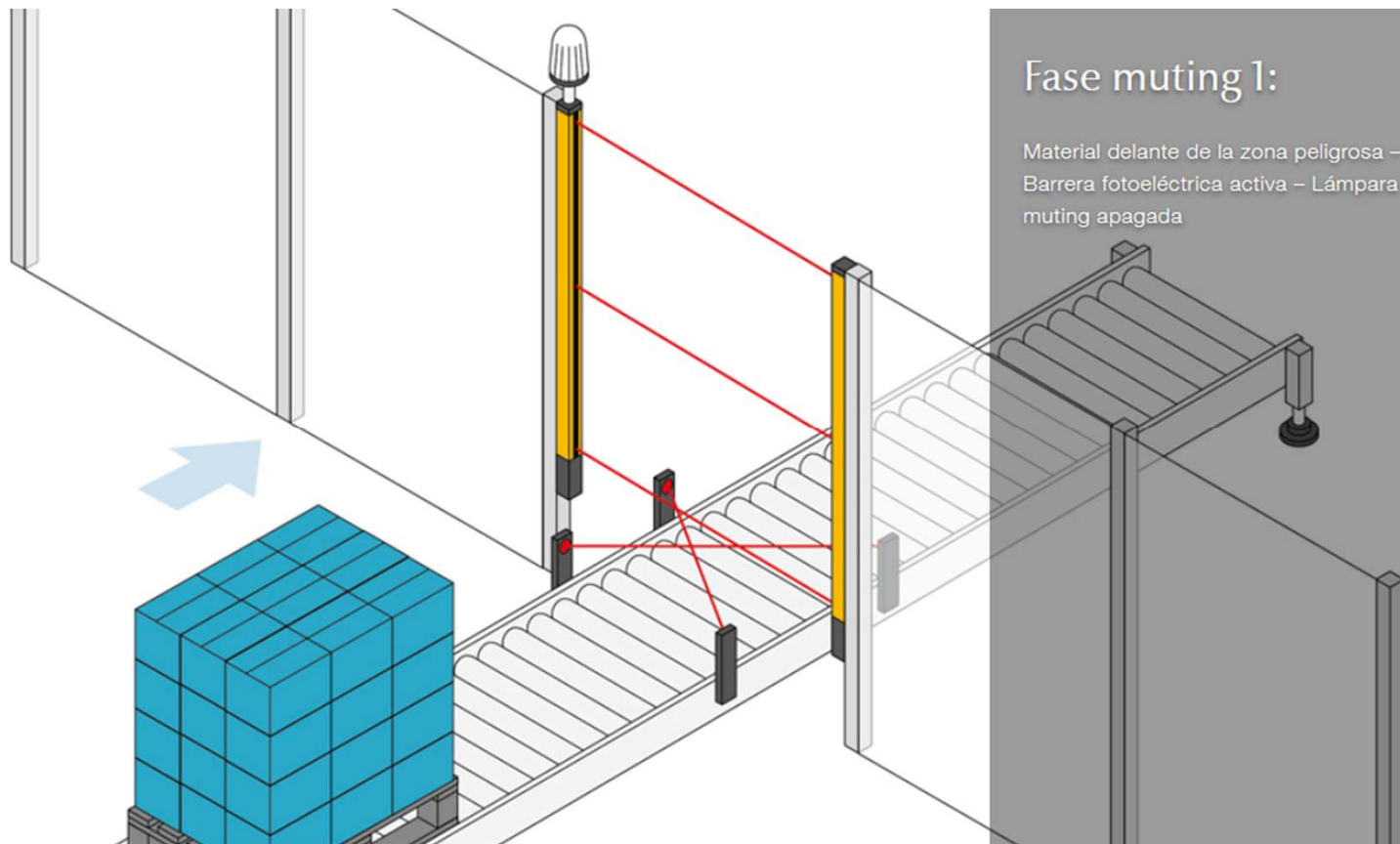
MUTING EN TIA PORTAL



Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

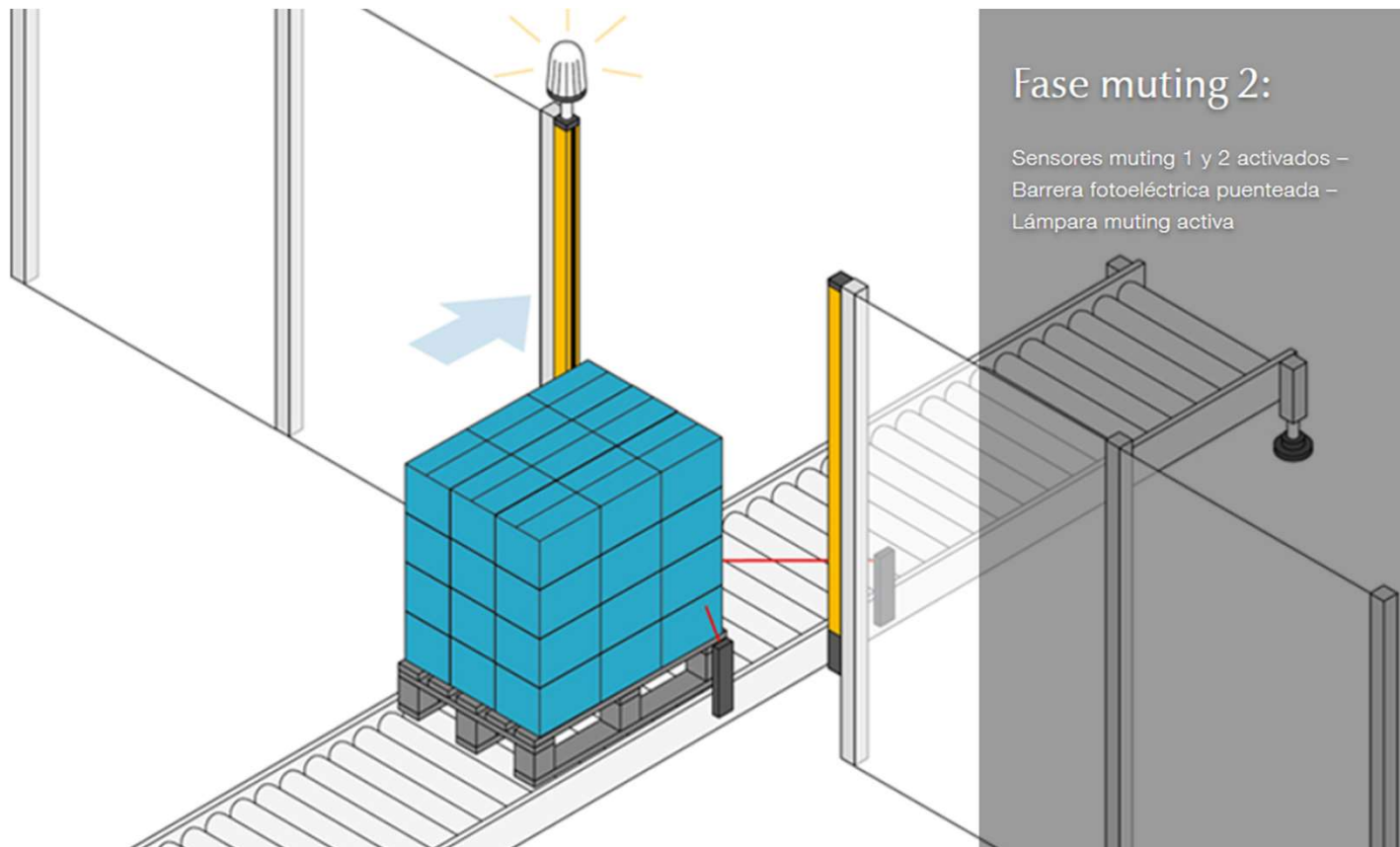
2. BARRERAS INMATERIALES CON SISTEMA MUTING ¿Cómo funciona la función muting?



Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

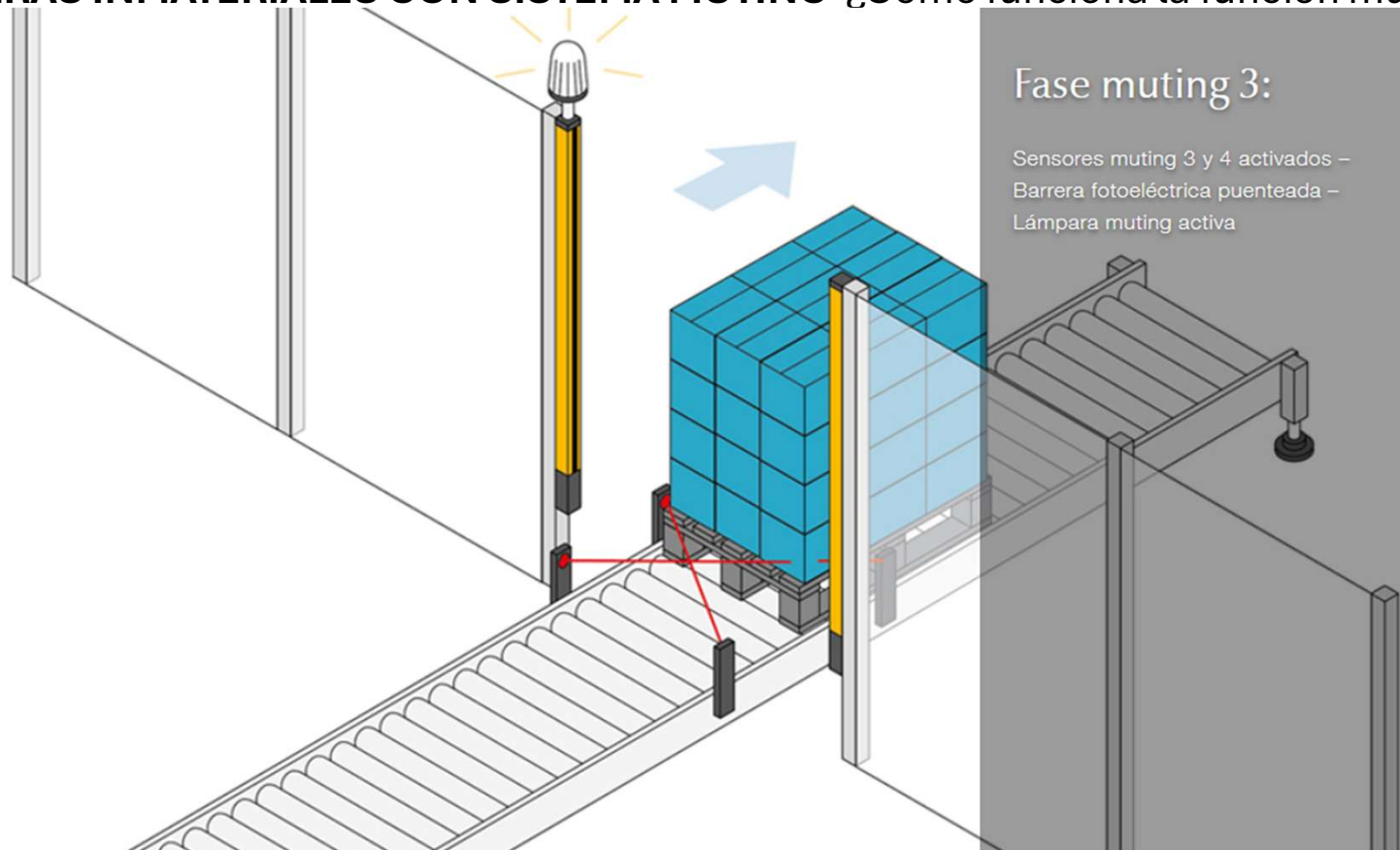
2. BARRERAS INMATERIALES CON SISTEMA MUTING ¿Cómo funciona la función muting?



Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

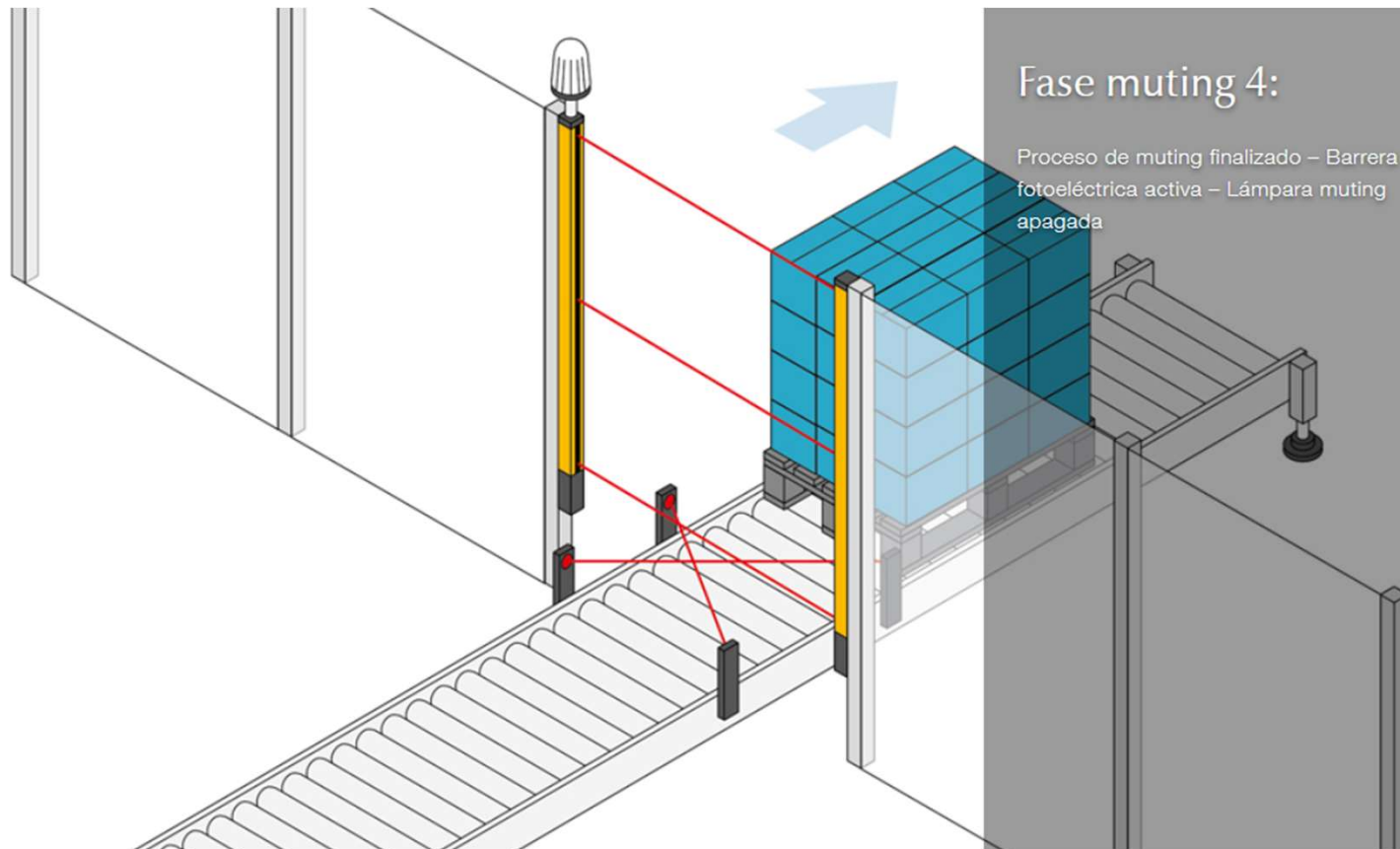
2. BARRERAS INMATERIALES CON SISTEMA MUTING ¿Cómo funciona la función muting?



Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

2. BARRERAS INMATERIALES CON SISTEMA MUTING ¿Cómo funciona la función muting?



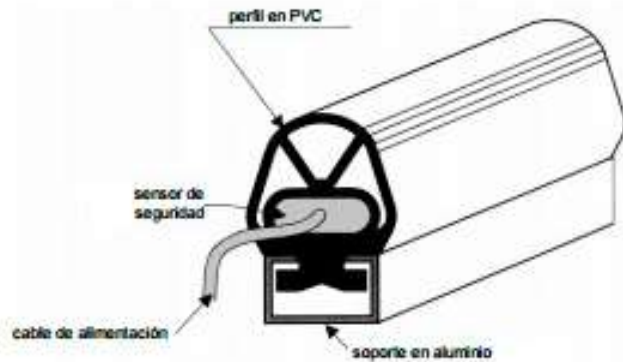
Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

“Son aquellos dispositivos que controlan el acceso a zonas peligrosas con o sin contacto físico cuando por necesidades del proceso, no hay protecciones físicas”

3. BORDES SENSIBLES

- Son bordes de material elástico sensible que se instalan para eliminar el riesgo de atrapamientos o lesiones con elementos en movimiento.
- Disponen de un circuito eléctrico que se abre, o cierra en el momento de la detección.



Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

“Son aquellos dispositivos que controlan el acceso a zonas peligrosas con o sin contacto físico cuando por necesidades del proceso, no hay protecciones físicas”

4. ESCÁNER DE SEGURIDAD

- Es un dispositivo electrónico que emite luz infrarroja de gran alcance para detectar la presencia de objetos.
- Pueden llegar a abarcar gran ángulo de detección (190°) y distancias (hasta 10m)
- Su campo de visión es configurable en forma y distancia, permitiendo eliminar zonas de detección.
- Lo más habitual es su configuración con zona de peligro y zona de precaución.

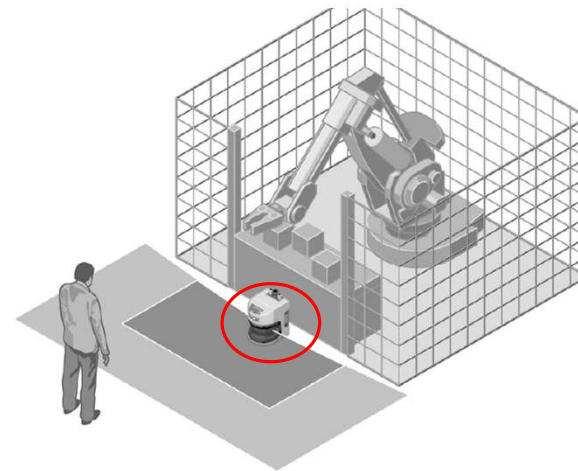
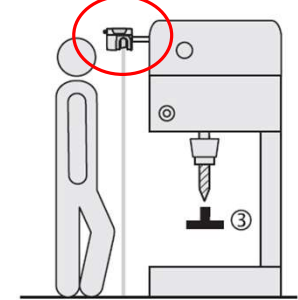
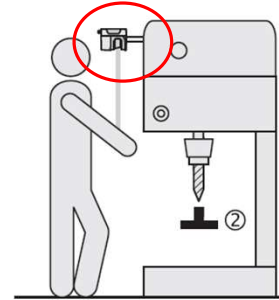
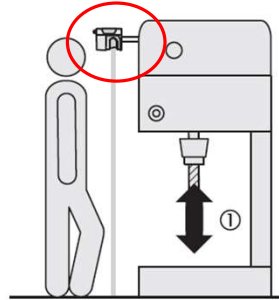
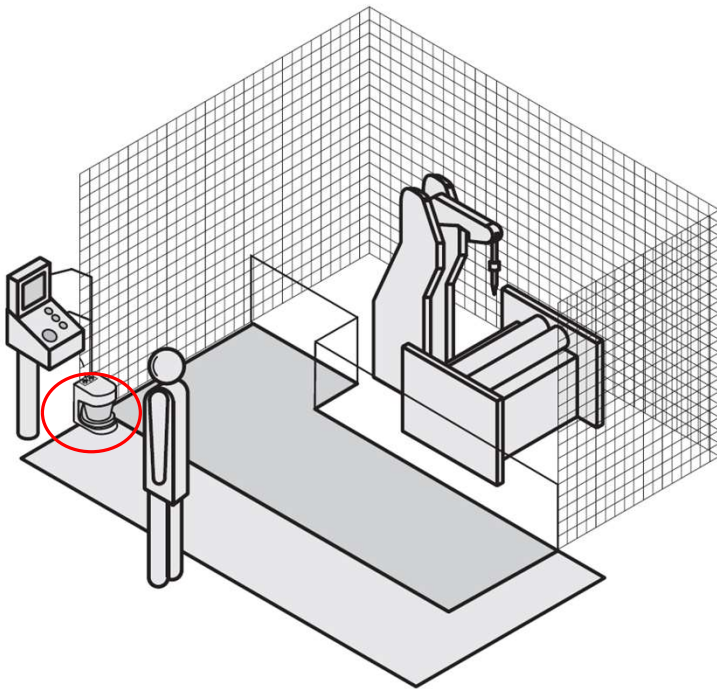


Elementos de los sistemas de seguridad

3- DISPOSITIVOS SENSIBLES ACCESO A ZONAS PELIGROSAS.

“Son aquellos dispositivos que controlan el acceso a zonas peligrosas con o sin contacto físico cuando por necesidades del proceso, no hay protecciones físicas”

4. ESCÁNER DE SEGURIDAD



Elementos de los sistemas de seguridad

4- RELÉS DE EMERGENCIA O MÓDULOS DE SEGURIDAD.

“Los relés de seguridad supervisan funciones de seguridad como parada de emergencia, puertas protectoras, barreras y rejas fotoeléctricas de seguridad, mandos a dos manos, revoluciones y parada, entre otras muchas”

TIPOS:

- **Cableados:** Normalmente son de tecnología electromecánica y se cablean punto a punto integrándose en el circuito de mando junto con los dispositivos de seguridad.
- **Programables:** Normalmente se usan en sistemas automatizados que usan buses de campo de comunicación. Su configuración se realiza mediante software y tiene una capacidad mucho más compleja que los anteriores.

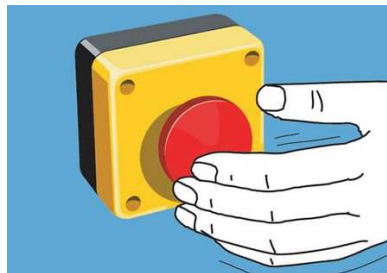
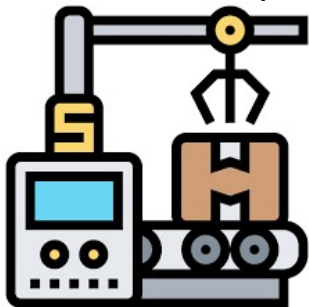


Elementos de los sistemas de seguridad

4- RELÉS DE EMERGENCIA O MÓDULOS DE SEGURIDAD.

¿CUÁNDO ES NECESARIO SU USO? ¿ES NECESARIO PARA TODAS LAS MÁQUINAS?

- En primer lugar, **se evalúa el diseño de la máquina**, cómo es de peligrosa y cuánto daño puede hacer, tanto si se utiliza bien como si se utiliza deliberadamente mal.
- La evaluación del Nivel de Riesgo no es sencilla y se basa en la categorización, según ciertos criterios de diseño (probabilidad de fallo por hora y fiabilidad de los componentes) así como el comportamiento de la máquina en caso de que falle.
- Se establece una **categoría mínima de seguridad**. Esta será la que defina los sistemas de mando de seguridad que deberán ser instalados.
- Algunos ejemplos serían los dispositivos de mando a dos manos, dispositivos de enclavamiento, **módulos de seguridad**, o relés, válvulas, etc.



Ejemplo
actualización RD
1215/1997

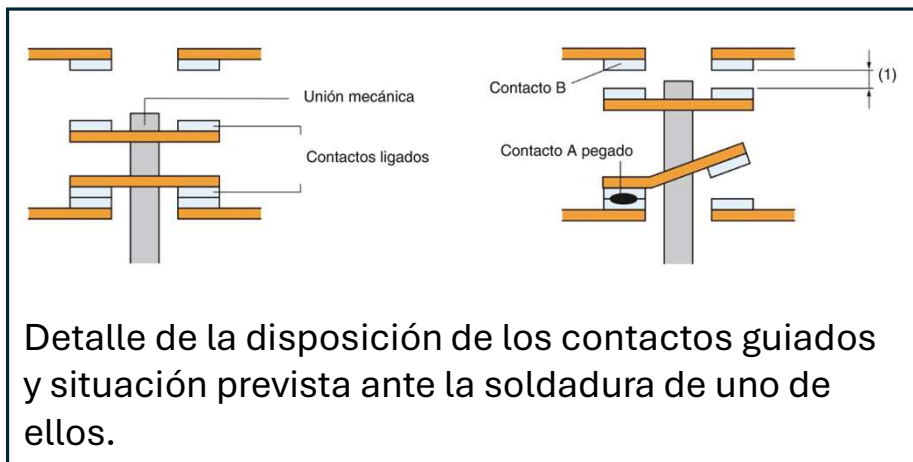


Elementos de los sistemas de seguridad

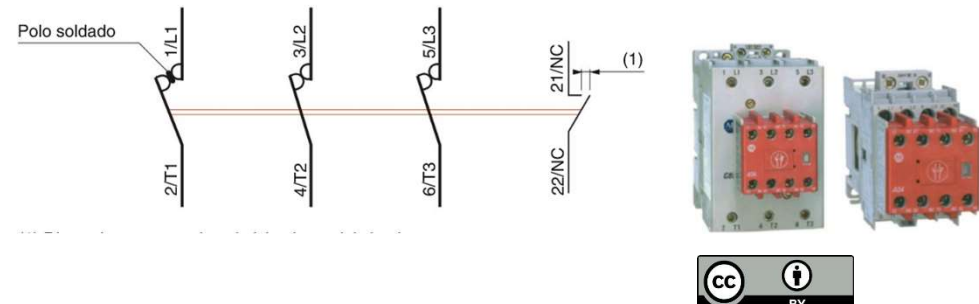
4- RELÉS DE EMERGENCIA O MÓDULOS DE SEGURIDAD.

CONTACTORES DE SEGURIDAD

- Este tipo de contactores se suelen usar en combinación con los módulos de seguridad.
- Disponen de contactos guiados con separación extendida, en previsión de bloqueo de alguno de ellos por soldadura ante uso intensivo.



Bloques de contactos auxiliares de seguridad, acoplados a contactores de potencia.

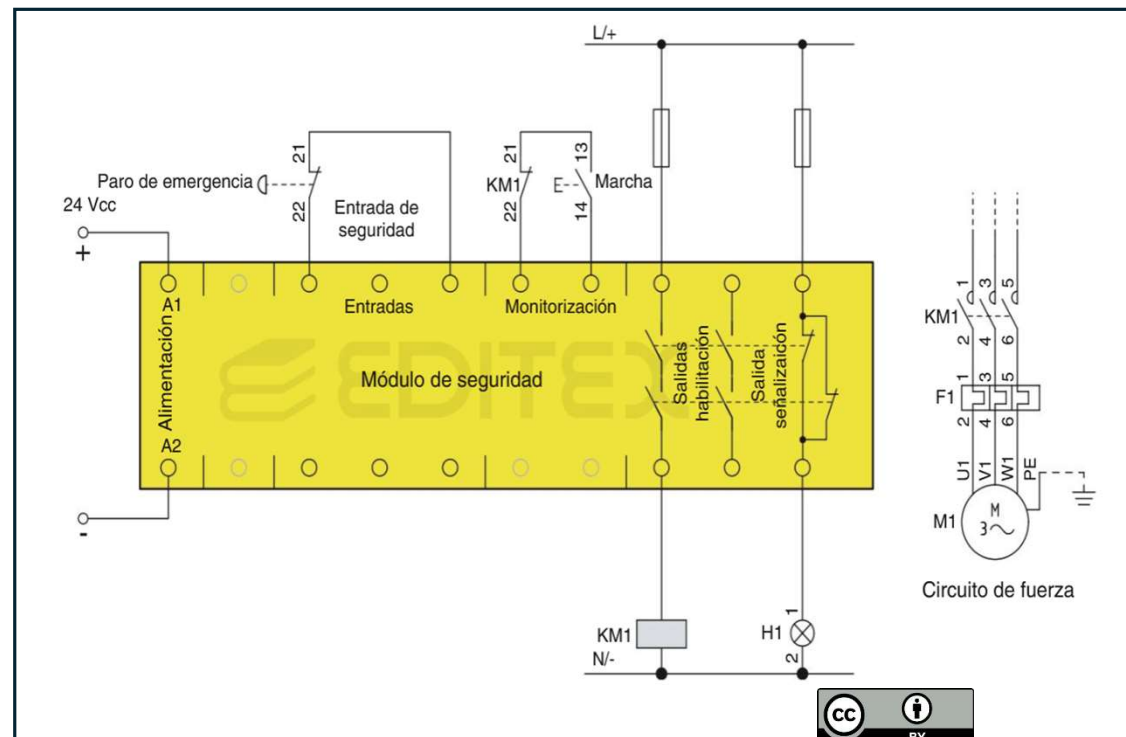
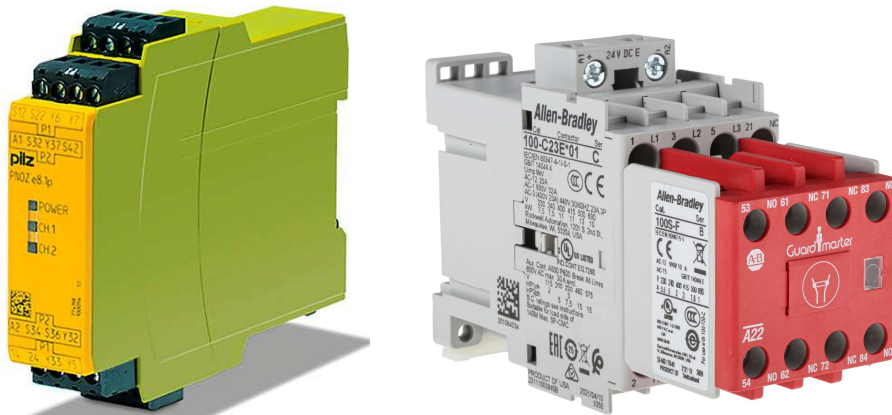


Elementos de los sistemas de seguridad

4- RELÉS DE EMERGENCIA O MÓDULOS DE SEGURIDAD.

EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN BÁSICA RELÉ CABLEADO

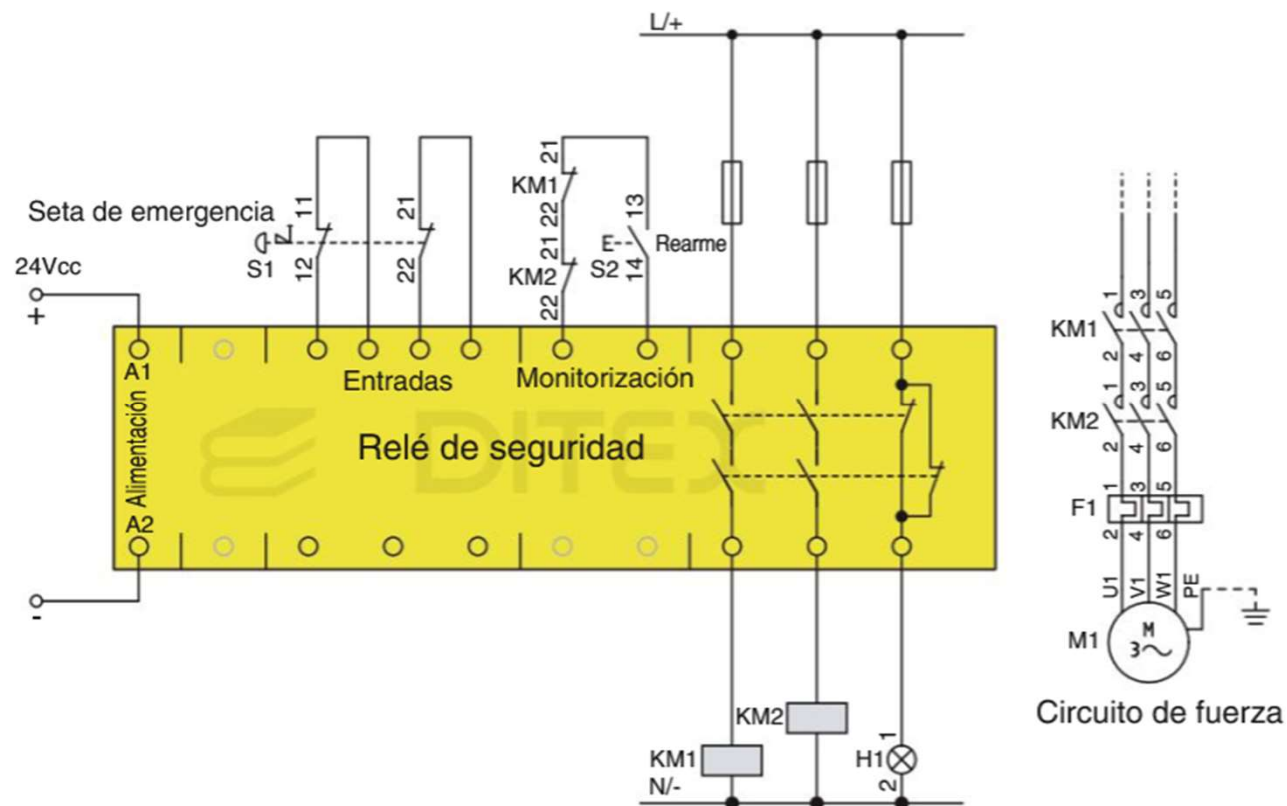
- La configuración del cableado establece el modo de funcionamiento y el nivel de seguridad que se quiere alcanzar.
- En este ejemplo, se recomendaría usar un contactor de potencia de seguridad.



Elementos de los sistemas de seguridad

4- RELÉS DE EMERGENCIA O MÓDULOS DE SEGURIDAD.

EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN BÁSICA RELÉ CABLEADO (con mando a dos manos)



Elementos de los sistemas de seguridad

5- AUTÓMATAS O PLCs DE SEGURIDAD.

“Son aquellos autómatas dedicados específicamente a la vigilancia, configuración y rearme de las funciones de seguridad de un automatismo”

- Los autómatas de seguridad en la automatización industrial son dispositivos programables que **gestionan y controlan funciones críticas** para la protección de los trabajadores y equipos.
- Su función principal es garantizar que las máquinas **se detengan de manera segura** en caso de una emergencia, protegiendo así el entorno de trabajo.
- Estos autómatas se comunican con sensores y actuadores para supervisar el estado de la maquinaria y activar procesos de parada o alertas.
- Son esenciales para cumplir con normativas de seguridad y minimizar riesgos de accidentes en entornos industriales automatizados.
- En estos dispositivos intervienen de forma ya habitual los buses de campo y diferentes sistemas de comunicación industrial (IO-Link, OPC-UA, Profibus, Device-net, AS-Interface, Profinet (Profisafe), Modbus, CANopen, Ethernet Industrial, etc...)



Elementos de los sistemas de seguridad

5- AUTÓMATAS O PLCs DE SEGURIDAD.

- Cuando un sensor detecta una **condición peligrosa** (como una sobrecarga de corriente, un fallo de presión o la presencia de una persona en una zona peligrosa), el autómata de seguridad procesa esta información en tiempo real.
- Si la señal de peligro supera los umbrales programados, el autómata envía una orden para **detener la máquina**, interrumpir el suministro eléctrico o activar sistemas de emergencia como alarmas o barreras físicas, garantizando la protección tanto de los operarios como del equipo.
- **No intervienen en el control** de procesos, sino que únicamente realizan funciones de seguridad.
- Utilizan **redundancia en todo su diseño de hardware** para minimizar la posibilidad de fallos de fiabilidad como, por ejemplo, el duplicado de procesamiento entradas-salidas.



Elementos de los sistemas de seguridad

5- AUTÓMATAS O PLCs DE SEGURIDAD.

PLC Estándar vs PLC de Seguridad

- Un PLC de seguridad puede permitir el control de seguridad y el control estándar, mientras que un **PLC estándar solo permite el último**.
- Al usar un PLC de seguridad para controlar un sistema de seguridad, se ahorra tiempo y dinero en el cableado, ya que **no hay necesidad de relés de seguridad**.
- Como resultado, un sistema de seguridad diseñado alrededor de un **PLC de seguridad es extremadamente flexible**.
- Es **fácil de modificar** porque simplemente requiere cambios de programación, pero no precisa cambios de cableado ni relés adicionales.
- Algunos modelos incluso admiten el control de movimiento integrado a través de Ethernet y se pueden utilizar para iniciar la **función de desactivación de par segura** en distintos tipos de variadores de frecuencia o movimientos de manipuladores o robots.



Elementos de los sistemas de seguridad

6- INTEGRACIÓN EN PROCESO Y SEÑALIZACIÓN.

DISPOSITIVOS QUE PERMITEN LA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

“Son aquellos que avisan y advierten tanto de peligros como de la activación de seguridad en un automatismo, localizándose de este modo el lugar exacto de la incidencia en un entorno complejo”

- Torres de señalización o balizas luminosas
- Indicadores acústicos, como las sirenas y zumbadores.
- Paneles HMI (Human-Machine Interface).
- Sistemas SCADA.



Codificación segura de los PLCs (Ciberseguridad)

RECOMENDACIONES PARA LA CODIFICACIÓN SEGURA DE UN PLC (INCIBE).

- Separar las funciones siempre que sea posible, ya que esto permitirá hacer una rápida revisión del código en caso de fallos (previene ataques de inyección de código).
- Realizar una configuración independiente para las señales de INICIO y PARADA, AVANCE y RETROCESO o ABRIR y CERRAR (permitirá disminuir de manera significativa las vulnerabilidades a la hora de realizar un ataque sobre dos variables excluyentes o la conmutación rápida en actuadores)
- Introducción de un segmento que permita comprobar los tiempos de ejecución del autómata (esto permitirá comprobar unos valores máximos, mínimos y regulares durante el funcionamiento seguro del autómata para que, en caso de una alteración de los valores normales, en posteriores situaciones, podamos detectar un cambio en la codificación de forma sencilla)



INSTITUTO NACIONAL DE CIBERSEGURIDAD



Codificación segura de los PLCs (Ciberseguridad)

RECOMENDACIONES PARA LA CODIFICACIÓN SEGURA DE UN PLC (INCIBE).

- Comunicaciones con dispositivos HMI, se han de codificar para que el máximo posible de operaciones se realice en el autómatas, reduciendo así la carga en el HMI y, por lo tanto, el número de posibles vulnerabilidades.
- La comprobación de los valores introducidos por parte del operario en el HMI han de ser comprobados por el PLC para determinar si la consigna introducida está en unos valores admisibles.
- Desactivación de los puertos y protocolos de comunicación innecesarios o que no se están utilizando.



INSTITUTO NACIONAL DE CIBERSEGURIDAD



Codificación segura de los PLCs

RECOMENDACIONES PARA LA CODIFICACIÓN SEGURA de PLC

- **Programación frente a fallos y redundancia.**

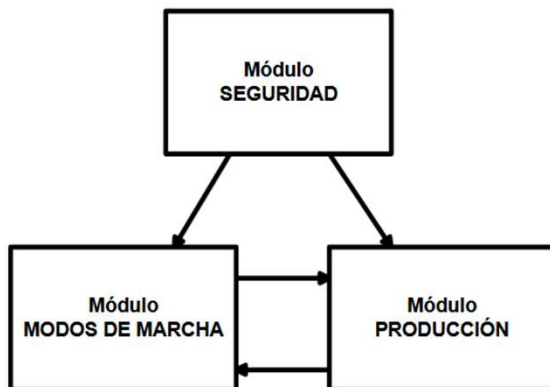
¿Qué ocurre cuando un sensor da una señal errónea?

¿En qué momento se detiene el proceso?

¿Es seguro siempre detener todos los mecanismos?

- **Guía GEMMA para programar de forma segura.**

Las siglas GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrets) designan guía de estudio de los modos de marcha y paro.

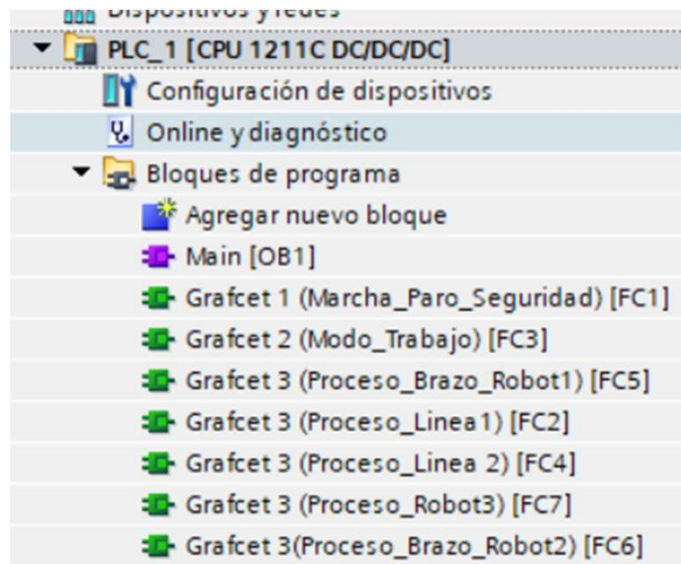


La guía GEMMA pretende conservar la metodología de modelado GRAFCET, pero teniendo en cuenta que en el diseño estructurado de un sistema automatizado coexisten diversos GRAFCET parciales.

Codificación segura de los PLCs

RECOMENDACIONES PARA LA CODIFICACIÓN SEGURA de PLC

- Ejemplo de automatismo con estructura GEMMA.



En este proyecto, se separan los distintos GRAFCET en bloques FC, prevaleciendo sobre todos ellos el bloque 1 correspondiente al módulo de seguridad.

Bibliografía

Automatismos Industriales. Juan Carlos Martín, María Pilar García. Editex.

Integración de Sistemas. César Gómez Palacios. Síntesis.

Guía GEMMA ADEPA (*Agence nationale pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie*).

- **Normativas y estándares técnicos:**

- EN ISO 13849-1: Seguridad de las máquinas - Partes de los sistemas de mando relacionadas con la seguridad.

- IEC 62061: Seguridad funcional de sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relacionados con la seguridad.

- **Documentación técnica de fabricantes:**

- Pilz GmbH & Co. KG – Manuales técnicos y configuradores de relés PNOZ.

- Schneider Electric – Fichas técnicas y documentación del relé RM4T.

- Siemens – Guías de aplicación sobre relés de seguridad y módulos SIRIUS.

- **Recursos online:**

- <https://www.pilz.com>

- <https://www.schneider-electric.es>

- <https://new.siemens.com>

- <https://www.normadoc.com>

