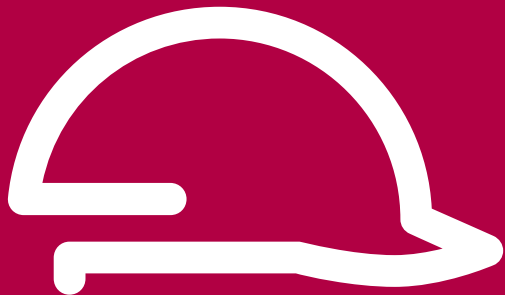
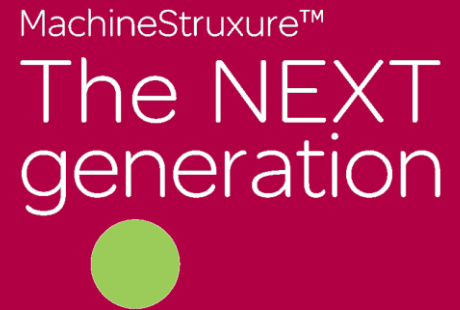


Seguridad en Máquinas

Jornadas Automatización Industrial

Vigo, 5 Noviembre 2014



Marco Legal



- **Directiva CE:**

- Instrumento legal para armonizar la legislación de los Estados miembros europeos.
- Define los requerimientos esenciales de salud y seguridad.
- Los conceptos se transponen en las leyes nacionales (ley, decreto, orden, normativas).



- **Norma:**

- Una norma es una especificación técnica aprobada por un organismo de normalización reconocido para su aplicación continua ó repetida, cuyo cumplimiento no es obligatorio.

- **Norma armonizada:**

- Una norma se convierte en armonizada cuando se publica en el Diario Oficial de la Unión Europea y en todos los Estados miembros.
- Está creada por un instituto de normalización europeo y mencionada en la Directiva a la que hace relación.

Las regulaciones se aplican a todos los empleadores, los trabajadores autónomos, y otros que tengan control sobre la provisión de equipos de trabajo.

Subordinación de las Normas



- Normas de tipo A

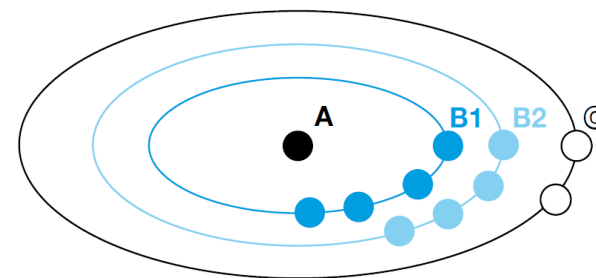
- Normas básicas de seguridad; aportan conceptos básicos, principios de diseño y aspectos generales que pueden aplicarse a todas las máquinas (p.ej. Principios para la evaluación de riesgos y la reducción de riesgos).

- Normas de tipo B

- Normas de seguridad genéricas; que tratan sobre un aspecto de la seguridad ó un tipo de dispositivo de seguridad que puede utilizarse en una amplia gama de máquinas:
- Normas de tipo B1 sobre aspectos particulares de la seguridad (p.ej. distancias de seguridad, temperatura de superficies, ruido).
- Normas de tipo B2 sobre dispositivos de seguridad (p.ej. Mando bimanual, dispositivos de enclavamiento, dispositivos de protección sensibles a la presión, protectores).

- Normas de tipo C

- Normas de seguridad para máquinas; relativas a requisitos de seguridad específicos para una máquina ó un grupo de máquinas determinado (p.ej. Robots, prensas, máquinas para packaging).



Si una norma de tipo C se desvía de una ó más disposiciones tratadas en una norma de tipo A ó en una norma de tipo B, la norma de tipo C tiene prioridad

Directiva de Máquinas (2006/42/CE)



- Define los requisitos esenciales de salud y seguridad de las máquinas.
- Desde finales de 2009 esta Directiva reemplaza la antigua Directiva de Máquinas 98/37/CE.
- Los fabricantes que introduzcan sus máquinas dentro del mercado de la UE deben cumplir con los requerimientos de esta Directiva y deben asegurarse de que:
 - El Expediente Técnico esté disponible para una petición de las autoridades.
 - El marcado CE esté fijado y la Declaración de Conformidad esté firmada.
- Los usuarios de las máquinas necesitan garantizar que las máquinas adquiridas tengan el marcado CE acompañado de la Declaración de Conformidad con la Directiva de Máquinas.

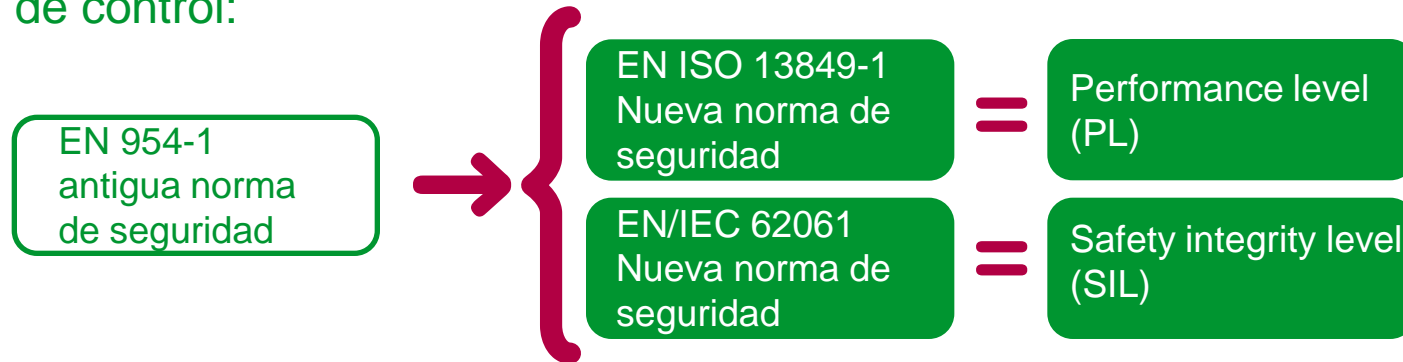


El cumplimiento con la Directiva de Máquinas, así como con el resto de las Directivas Europeas es obligatorio para los fabricantes de maquinaria



Normas europeas armonizadas

- Especificaciones técnicas establecidas para que se cumplan con los requerimientos de las directivas.
- Actualmente 3 normas armonizadas equivalentes incluidas en la nueva Directiva para el diseño y el desarrollo de la seguridad relativa a los sistemas de control:



- EN 954-1 dejó de ser una norma válida a finales de 2011
 - El enfoque determinístico de esta norma no era suficiente para los nuevos controles basados en nuevas tecnologías.
 - Ha sido reemplazada por un enfoque probabilístico de los fallos en las nuevas normas funcionales.

El cumplimiento con las normas armonizadas no es obligatorio, pero otorga una presunción de cumplimiento con la Directiva relativa

Visión general de las Normas de Seguridad



Proceso



Máquinas



Seguridad de los sistemas y equipos

EN/IEC 61508

Sistemas eléctricos / electrónicos /
Electrónicos programables relativos a la seguridad funcional

EN 954-1*

Partes de los sistemas de
mando relativas a la seguridad

Software

EN/IEC 61511

EN/IEC 61508-3

EN/IEC 62061
para tecnologías
eléctrica
y electrónica
Safety Integrity Level

EN ISO 13849-1
para todas las tecnologías
(eléctrica, hidráulica, neumática)
Performance Level

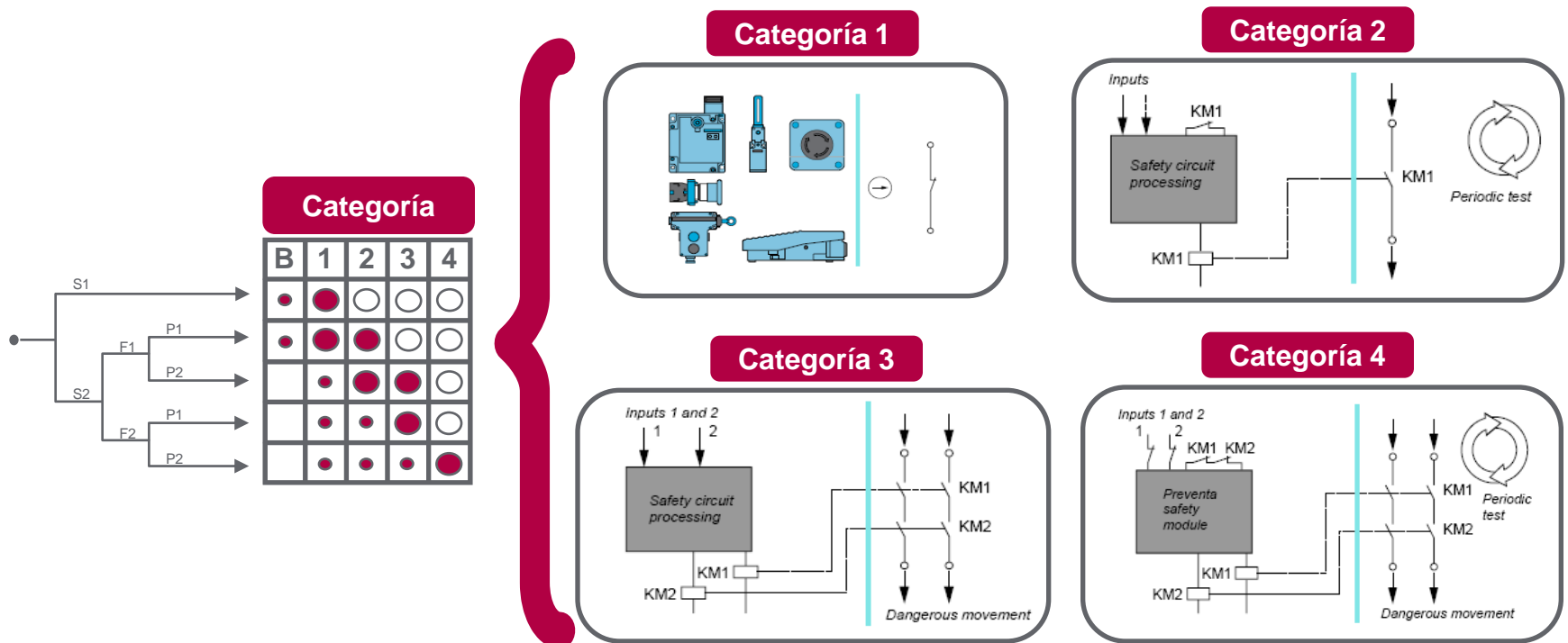


(*) EN 954-1 reemplazada por EN ISO 13849-1
únicamente aplicable hasta Diciembre 2011

Enfoque de la antigua EN954-1



- Un diseño de arquitectura específica según el nivel de categoría requerido.
- Esta norma no tiene en cuenta la fiabilidad de los componentes.
- El enfoque determinístico de la antigua norma EN 954-1 no está preparado para las nuevas tecnologías.
- También está armonizada con la nueva Directiva, aunque únicamente tiene vigencia hasta finales de 2011.



Nuevas normas de Seguridad Funcional



- Las nuevas normas EN/IEC 62061 y EN ISO 13849-1 utilizan el nuevo enfoque de concepción de seguridad funcional y están armonizadas con la nueva Directiva de Máquinas.
- La principal diferencia con la antigua norma EN 954-1 es la implementación del factor de fiabilidad de los componentes teniendo en cuenta la probabilidad de fallo peligroso según el número de operaciones realizadas por la máquina.
- El diseñador de la máquina debe realizar las especificaciones funcionales de seguridad para identificar la funcionalidad requerida a la totalidad del sistema:
 - La Seguridad Funcional se aplica a todos los componentes que contribuyen al valor del Performance Level para la función de seguridad (entrada, lógica y salida).



Norma EN ISO 13849-1



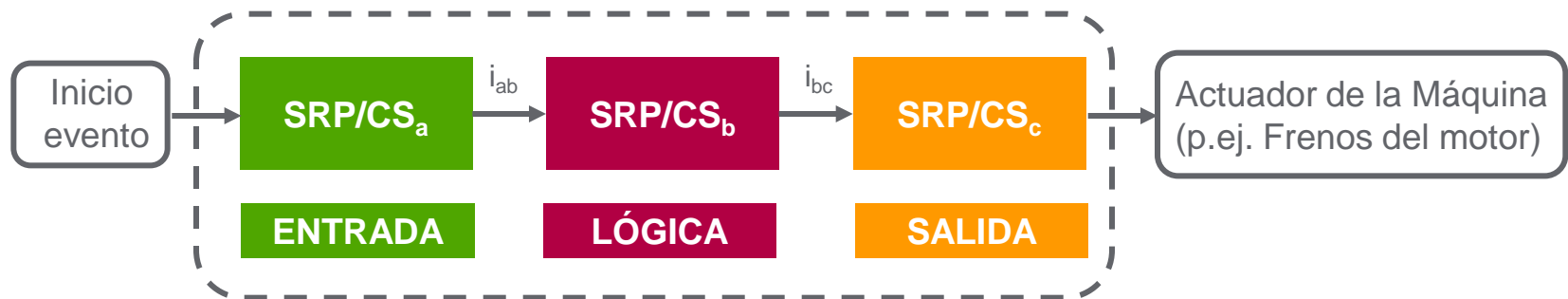
- Esta norma proporciona los requisitos de seguridad para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad:
 - **Paso 1:** Evaluación de riesgos y estructura básica de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS) para implementar la Función de Seguridad.
 - **Paso 2:** Determinar el Performance Level requerido (PLr) por las SRP/CS.
 - **Paso 3:** Identificar la combinación de las partes que realizan la función de seguridad.
 - **Paso 4:** Evaluar el Performance Level PL para todas las SRP/CS.
 - **Paso 5:** Verificar que el PL de la SRP/CS para la función de seguridad es mayor ó igual al PLr.
 - **Paso 6:** Validar que todos los requerimientos se cumplen.

Norma EN ISO 13849-1



- Estructura básica de la cadena de seguridad:

- Combinación de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad procesando una función típica de seguridad:
 - Entrada (SRP/CS_a)
 - Lógica / proceso (SRP/CS_b)
 - Salida / elemento de control de la potencia (SRP/CS_c)
 - Interconexión de los medios (i_{ab}, i_{bc})
- Una Función de Seguridad debería implementarse por una ó más partes del Sistema de Mando Relativas a la Seguridad (SRP/CS) y varias funciones de seguridad pueden compartir uno ó más SRP/CS.



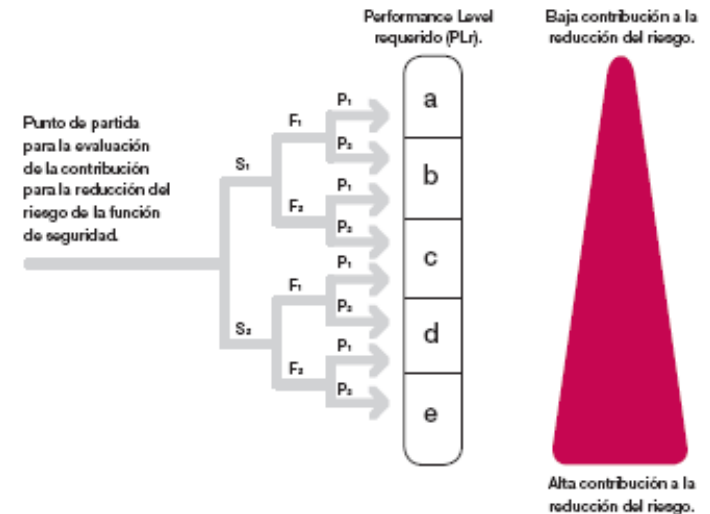
Norma EN ISO 13849-1



● Gráfico de riesgo

Para determinar el Performance Level requerido (PLr) de cada función de seguridad:

- S – Resultado del accidente
 - >S1 Lesión leve
 - >S2 Lesión grave e irreversible ó muerte
 - F – Frecuencia de presencia en la zona peligrosa
 - >F1 De escasamente a poco frecuente
 - >F2 De frecuente a permanente
 - P – Posibilidad de prevención del accidente
 - >P1 Posible bajo ciertas condiciones
 - >P2 Prácticamente imposible
- Con las respuestas para S2, F2 y P2 el gráfico nos llevaría a un Performance Level requerido ó PLr e.

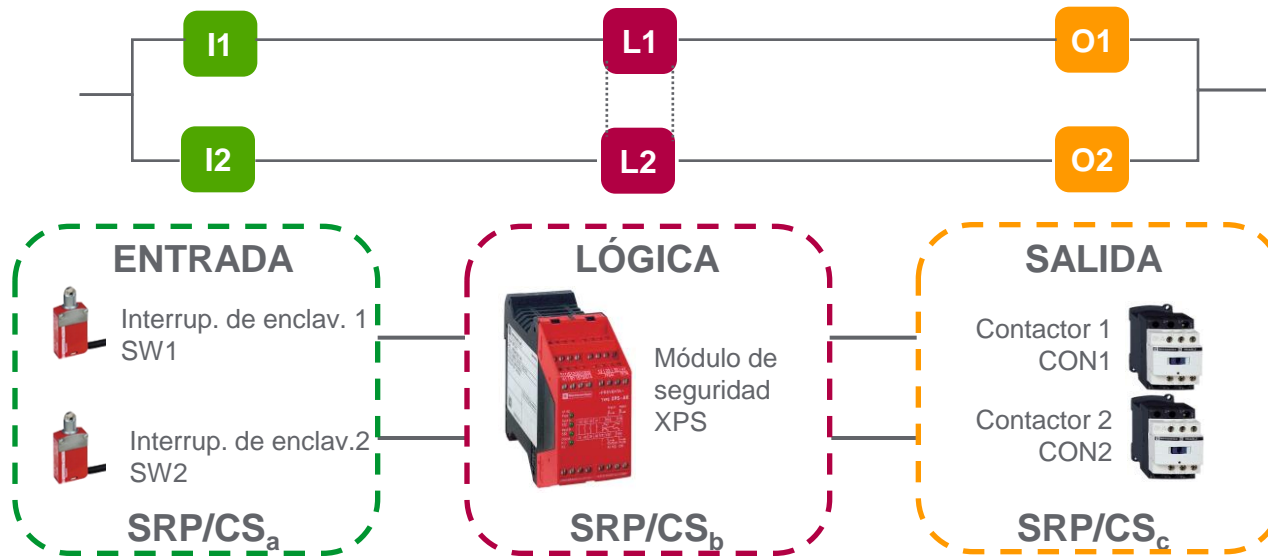


Norma EN ISO 13849-1



● Diagrama de bloques

- Todas las partes que llevan a cabo la función de seguridad deben identificarse en un diagrama de bloques.
- Cada bloque representa un dispositivo hardware implementado en la función de seguridad.



Estructura redundante con 2 entradas, 2 canales lógicos y 2 salidas conmutando la potencia:

- En este ejemplo los dos canales consiguen la redundancia, el Módulo de Seguridad la lógica y el diagnóstico de ambos canales.

Norma EN ISO 13849-1



- **Evaluar el Performance Level PL**

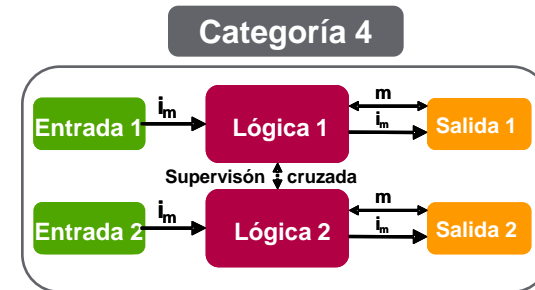
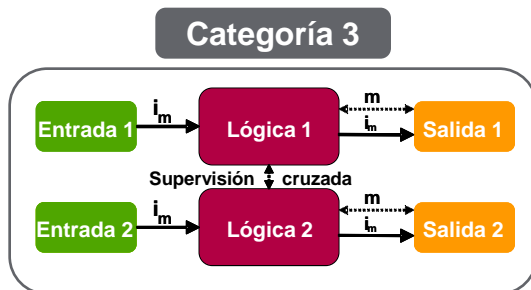
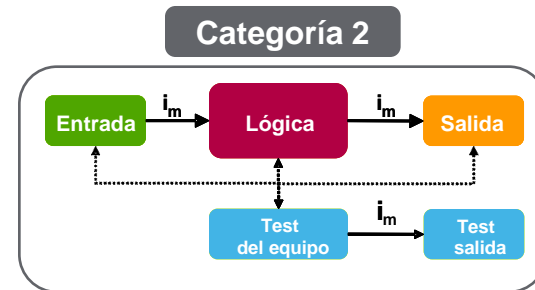
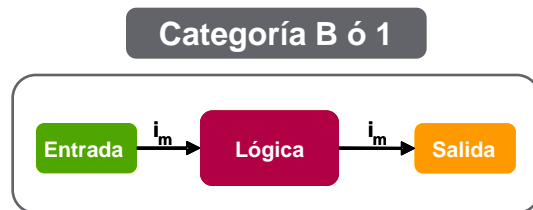
- Para cada SRP/CS seleccionada y/o para la combinación de SRP/CS que realizan la función de seguridad, se llevará a cabo la estimación del PL.
- El PL de la SRP/CS debe determinarse por la estimación de los siguientes parámetros:
 - La **Categoría** (estructura del diagrama de bloques).
 - El **Tiempo medio al fallo peligroso** (MTTF_d) para cada componente.
 - **La Cobertura del Diagnóstico** (DC).
 - Los **Fallos de Causa Común** (CCF).

Norma EN ISO 13849-1



• Categoría:

- Clasificación de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad, según su resistencia ante fallos y su comportamiento en caso de fallos, lo cual es alcanzado mediante su disposición estructural, su capacidad de detección de fallos y/o su fiabilidad.
- Estructura del diagrama de bloques para cada categoría:



Norma EN ISO 13849-1



- $MTTF_d$ para componentes individuales:

- A partir de los datos del fabricante obtenemos los valores de $MTTF_d$, B10 ó B10d de los dispositivos elegidos:
 - El $MTTF_d$ la expectativa de tiempo medio al fallo ‘peligroso’.
 - B10 es el número de operaciones a la cuales el 10% de los dispositivo habrán fallado.
 - B10_d es la expectativa de tiempo en el cual el 10% de los dispositivos habrán fallado de forma ‘peligrosa’.

Índice	Rango de $MTTF_d$
Bajo	3 años \leq $MTTF_d$ < 10 años
Medio	10 años \leq $MTTF_d$ < 30 años
Alto	30 años \leq $MTTF_d$ \leq 100 años

Norma EN ISO 13849-1



- Cobertura del diagnóstico (DC):

- Es una medida de cómo los fallos peligrosos del sistema son detectados por el diagnóstico: es el ratio entre el número de fallos peligrosos detectado y el número de fallos peligrosos totales.
- El nivel de seguridad puede ser incrementado donde los subsistemas son testeados internamente usando autodiagnósticos.
- Los valores DC se toman de la Tabla E.1 del Anexo E de la EN ISO 13849-1:

Índice	Cobertura del diagnóstico
Nula	$DC < 60\%$
Baja	$60\% \leq DC < 90\%$
Media	$90\% \leq DC < 99\%$
Alta	$99\% \leq DC$

Norma EN ISO 13849-1



● Fallos de Causa Común (CCF)

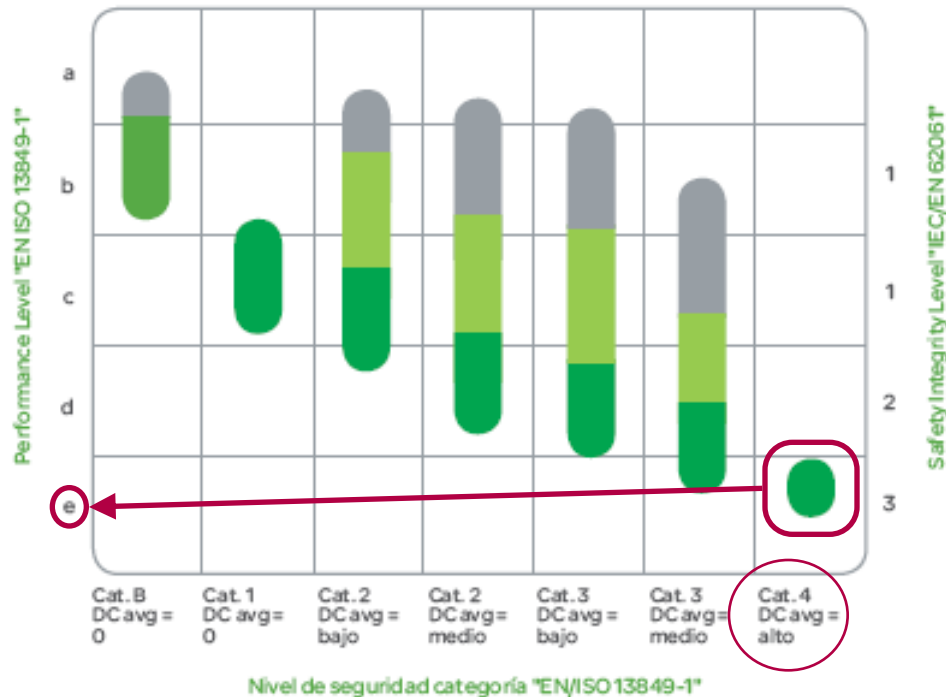
- Es una medida para fallos, los cuales son el resultado de efectos externos (como daños físicos) causados por fallos coincidentes en dos ó más canales separados en una arquitectura redundante.
- Para reducir los CCF se recomiendan las siguientes acciones:
 - Diversidad en los componentes utilizados y en los modos en que trabajan.
 - Protección contra la suciedad.
 - Separación / Insolación
 - Mejora de la compatibilidad electromagnética.
 - Buenas procedimientos y formación del personal.
- Las medidas contra CCF deben ser chequeadas usando la Tabla F.1 en el Anexo F de la EN ISO 13849-1.
- Se requiere alcanzar una puntuación mínima de 65 puntos en la tabla de puntuación.

Norma EN ISO 13849-1



• Relación entre Categorías, DCavg, MTTFd y PL

- Es posible alcanzar diferentes PL por la elección de diferentes categorías y dependiendo de la combinación con el MTTFd y el DC de los componentes utilizados.



Es importante fijarse que:

- Únicamente una arquitectura de categoría 4 puede ser utilizada para alcanzar el máximo PLe.
- En varias aplicaciones la consecución de un PL c a partir de la categoría 1 puede no ser suficiente debido al valor del MTTFd. En este caso deberá elegirse un categoría superior.
- Para las categorías 2 y 3, es necesario alcanzar al menos un DCavg bajo.

- MTTF_d para cada canal = bajo
- MTTF_d para cada canal = medio
- MTTF_d para cada canal = alto

Norma EN ISO 13849-1



- Relación entre PL, PFH_d y SIL

- Siguiendo la tabla K.1 del Anexo K de la EN ISO13849-1, podemos obtener la Probabilidad de Fallo peligroso por Hora (PFH_d) que nos puede dar el nivel de Safety Integrity Level (SIL) alcanzado:

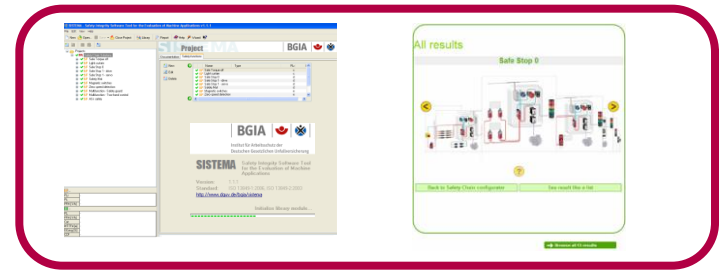
Probabilidad de Fallo peligroso por Hora (PFH _d)	Performance Level (PL)	Safety Integrity Level (SIL)
$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$	a	no SIL
$\geq 3 \times 10^{-6} \dots < 10^{-5}$	b	1
$\geq 10^{-6} \dots < 3 \times 10^{-6}$	c	1
$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$	d	2
$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$	e	3



Herramientas en la aplicación de la norma EN ISO 13849-1

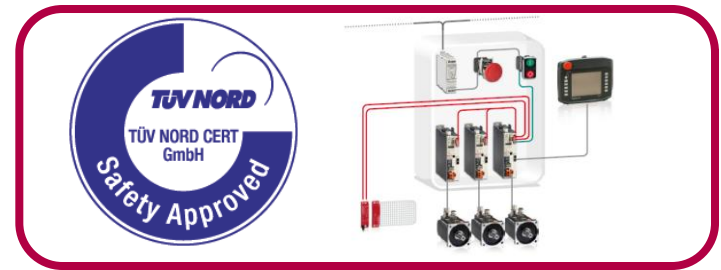
Herramienta de cálculo, librerías y selector de funciones de seguridad

- Software SISTEMA con la inclusión de nuestras librerías
- Selector de funciones de seguridad online



Funciones de seguridad certificadas

- 13 arquitecturas certificadas para guiar a nuestros clientes a la hora de aplicar la EN ISO 13849-1. Disponible en nuestra website.
- Librerías para software SISTEMA de estas librerías.



Servicios

- Soporte al diseño de Máquinas
- Expertos locales en seguridad
- Servicio para el Mercado CE.
- Servicio de Adecuación de maquinaria al R.D.1215/97
- Formaciones en seguridad de máquinas





Software Sistema

Sistema es un herramienta gratuita, desarrollada por el organismo alemán IFA, para el cálculo del nivel de seguridad PL según la norma EN ISO 13849-1.

Schneider Electric dispone de librerías implementables para el software SISTEMA



Safety function

Documentation | PLr | **PL** | Subsystems

☐ Enter PLr value directly
☒ Determine PLr value from risk graph

Severity of injury (S)

- S1 Slight (normally reversible injury)
- ✓ S2 Serious (normally irreversible injury or death)

Frequency and/or exposure times to hazard (F)

- F1 Seldom to less often and/or exposure time is short
- ✓ F2 Frequent to continuous and/or exposure time is long

Possibility of avoiding hazard or limiting harm (P)

- ✓ P1 Possible under specific conditions
- P2 Scarcely possible

SF Vigilancia de puerta

PLr	d
PL	e
PFH [1/h]	0
SB	-
IPL	-

Libraries

- Schneider Electric PREVENTA...
- SISTEMA default library

SB Subsystems

- ✓ SB ASISSLC
- ✓ SB ASISLLS
- ✓ SB ASISE
- ✓ SB ASISLLE
- ✓ SB Emergency Stop, 2 contacts
- ✓ SB Coded Magnetic Switch XCSDMC/P/R, several sensors in series at a monitoring device.
- ✓ SB Coded Magnetic Switch XCSDMC/P/R, single sensor at a monitoring device.
- ✓ SB Coded Magnetic System XCSDM3
- ✓ SB Coded Magnetic System XCSDM4

Set Changes
Load Selection
Load & Close
Close

SB Coded Magnetic Switch XCSDMC/P/R, single sensor at a monitoring device.

PL	e
PFH [1/h]	2.47E-8
Cat.	4
MTTFd [a]	100 (High)
DCavg [%]	99 (High)
CCF	65 (fulfilled)

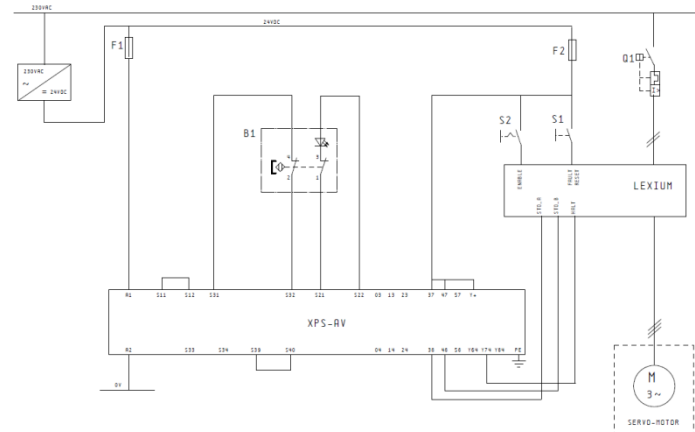
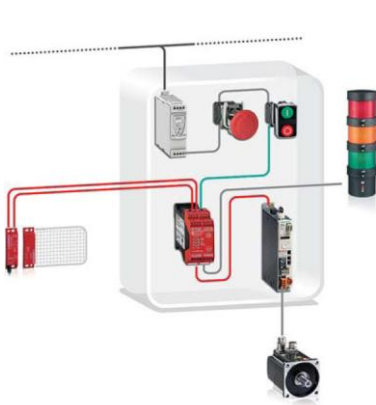
Funciones certificadas de seguridad Preventa



- **Concepto:**

- Combinación de dispositivos que operan para realizar una función de seguridad
- Incluye un diagrama del principio de funcionamiento aprobado para el ahorro de tiempo y coste a la hora de obtener la certificación de la máquina según la Directiva de Máquinas 2006/42/CE.

Parada de seguridad en categoría 1 servo (PL e, SIL 3)



Cycle time (s)	30
Number of hours' operation per day (h)	12
Number of days' operation per year	220
Number of operations per year (n_{op})	316800



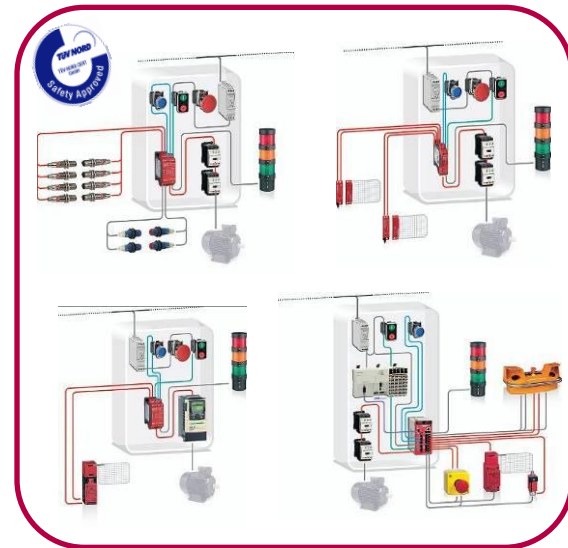
		Values	
		Channel 1	Channel 2
Input (magnetic switch) XCS	B10 ₂ (operations)	50 000 000	50 000 000
	T10d (years)	158	158
	MTTF _r (years)	1578.3	1578.3
	MTTF _r resulting (years)	100	100
	PFH _r resulting (1/h)	2.47×10^{-4}	2.47×10^{-4}
Logic (safety module) XPSAV	DC (%)	99	99
	PFH _r (1/h)	7.95×10^{-4}	7.95×10^{-4}
Output (actuator) LXM32 servo-drive	MTTF _r (years)	1400	1400
	DC (%)	90	90
	PFH _r (1/h)	1×10^{-3}	1×10^{-3}
Safety function	MTTF _{sc}	30,1 (high)	
	DC _{sig}	99,3 (medium)	
	PFH _r resulting (1/h)	3.36×10^{-4}	
	PL attained	e	
	SIL attained	3	

Los documentos de las ‘Funciones certificadas de seguridad Preventa’ pueden ser incluidos como referencia en el Expediente Técnico de la máquina!

14 Funciones certificadas de seguridad Preventa



- Parada de seguridad – STO (PLc, SIL 1)
- Barreras inmateriales (PLc, SIL 1)
- Parada de seguridad en cat. 0 para elementos en serie (PLd, SIL 2)
- Parada de seguridad en cat. 0 para un único elemento (PLe, SIL3)
- Parada de seguridad en categoría 1 – variador (PLd, SIL 2)
- Parada de seguridad en categoría 1 – servo (PLe, SIL 3)
- Parada de seguridad en categoría 1 con control de rampa (Ple, SIL 3)
- Parada de seguridad en categoría 2 – servo (PLe, SIL 3)
- Tapices de seguridad (PLd, SIL 2)
- Interruptores magnéticos codificados (PLe, SIL 3)
- Detección de velocidad nula (PLe, SIL 3)
- Multifunción – interruptores de posición (PLe, SIL 3)
- Multifunción – mando bimanual (PLe, SIL 3)
- AS-i Safety (PLe, SIL 3)



Web Schneider Electric – Seguridad en Máquinas



<http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/solutions/oem/seguridad-maquinas/machine-safety.page>



XPS-MCM Composición de la oferta

- **Controlador- 8 entradas/2 salidas**
 - 2 variantes en toda la oferta: Bornas con tornillos ó resorte
 - Configurable por USB(PC)- miniUSB (controlador)
- **Expansión de entradas- 8 ó 16 DI**
 - Conectadas al controlador principal por bus de expansión
- **Expansión de salidas 2 ó 4 DO, 2 ó 4 ER, 4 RO**
 - Conectadas al controlador principal por bus de expansión
- **Expansiones mixtas 8 DI/ 2 DO**
 - Conectadas al controlador principal por bus de expansión
- **Expansión para la supervisión de velocidad 2 Det. ind + 0, 1 ó 2 para Encoder**
 - Conectadas al controlador principal por bus de expansión
 - SIN/COS, HTL, TTL
- **Expansiones especiales- Tapices de seguridad, Expansión de islas**
 - Conectadas al controlador principal por bus de expansión





XPS-MCM Composición de la oferta

- Módulos de comunicación no segura (esclavos)
 - Serie (Modbus Serie, CANopen, Profibus DP, DeviceNet, USB)

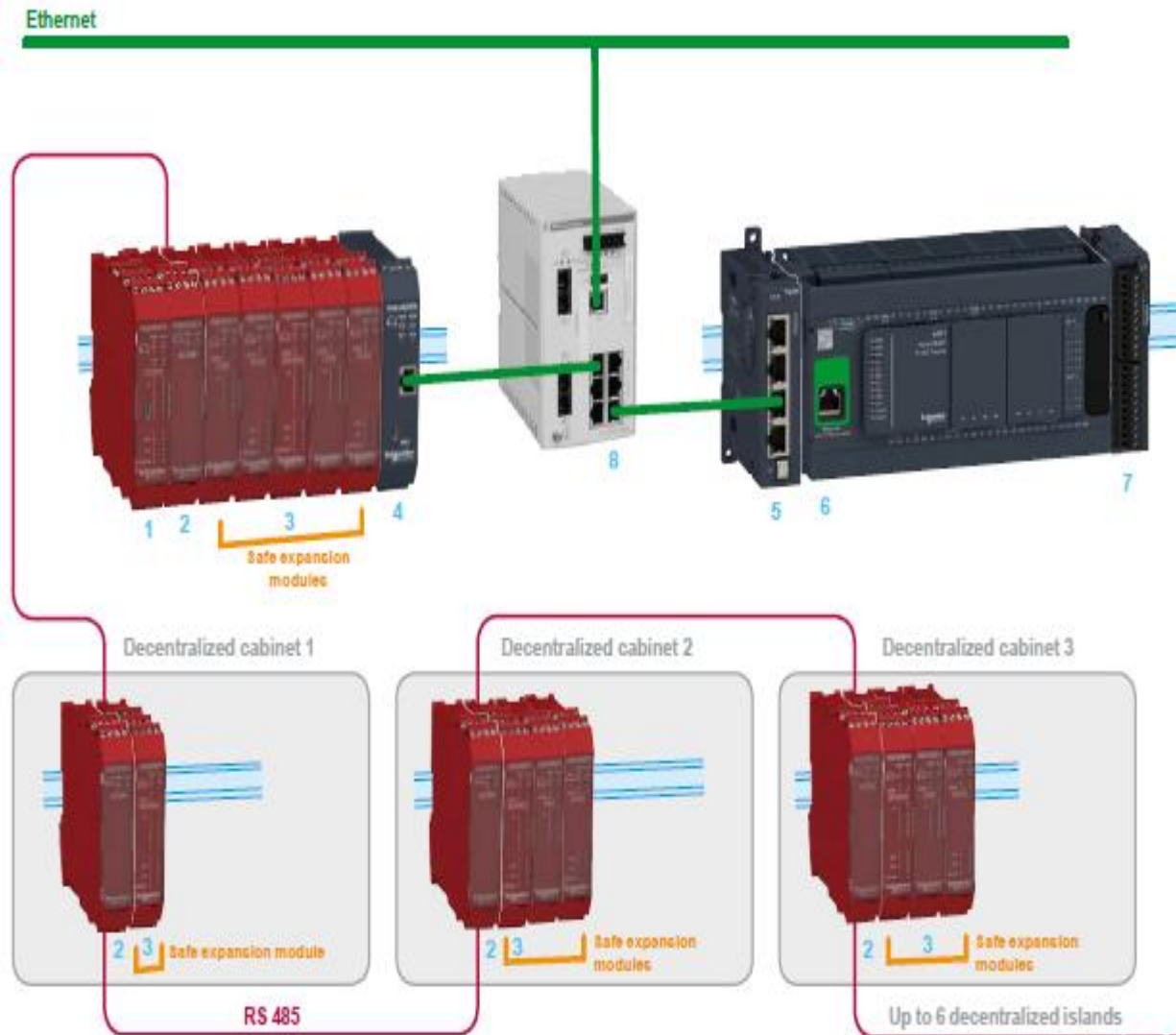


- Ethernet (Modbus TCP/IP , Ethernet/IP, EtherCAT, ProfiNet)





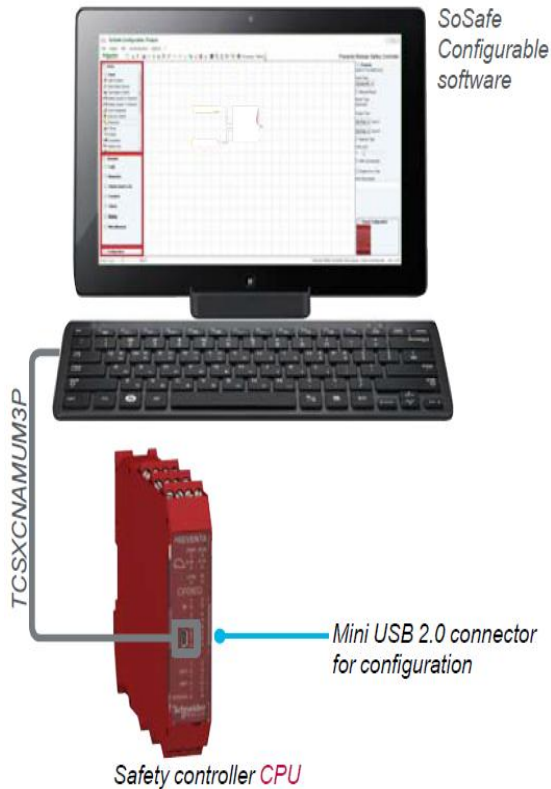
Arquitectura de seguridad





Configuración y memory card

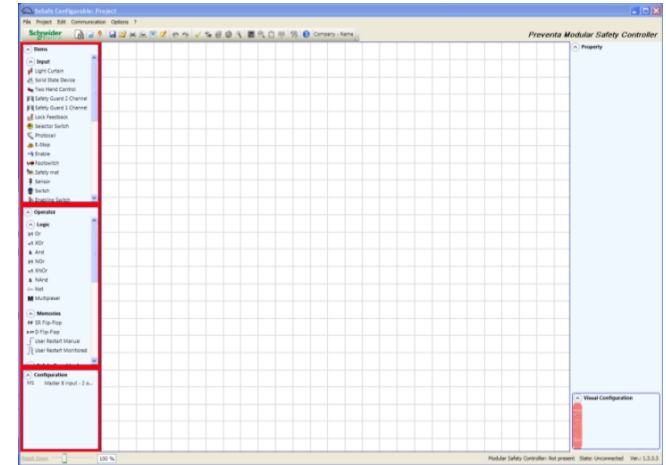
- Configuración



- Memory card opcional



Software de configuración

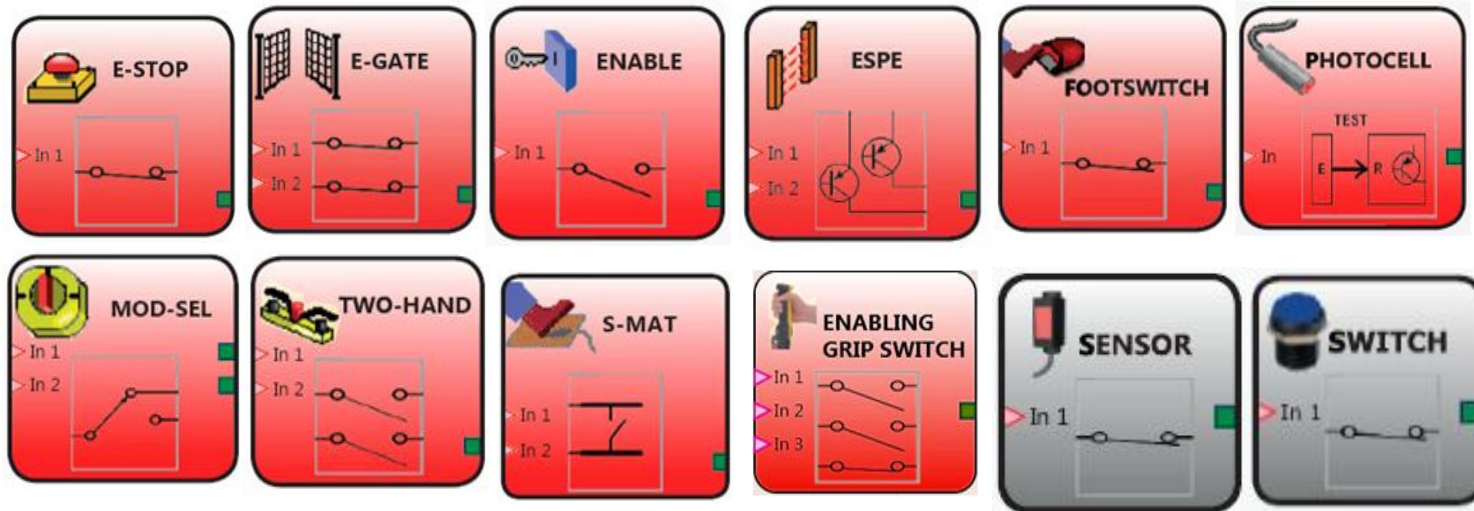


- Programación FBD
 - Disponible para usar en las librerías de las funciones certificadas
- Interface de usuario disponible en los siguientes idiomas
 - Español, Inglés, Alemán, Francés, Italiano, Chino, Japonés
- Ayuda online
 - Manual de usuario
 - Español, Inglés, Alemán, Francés, Italiano, Chino
- Standalone

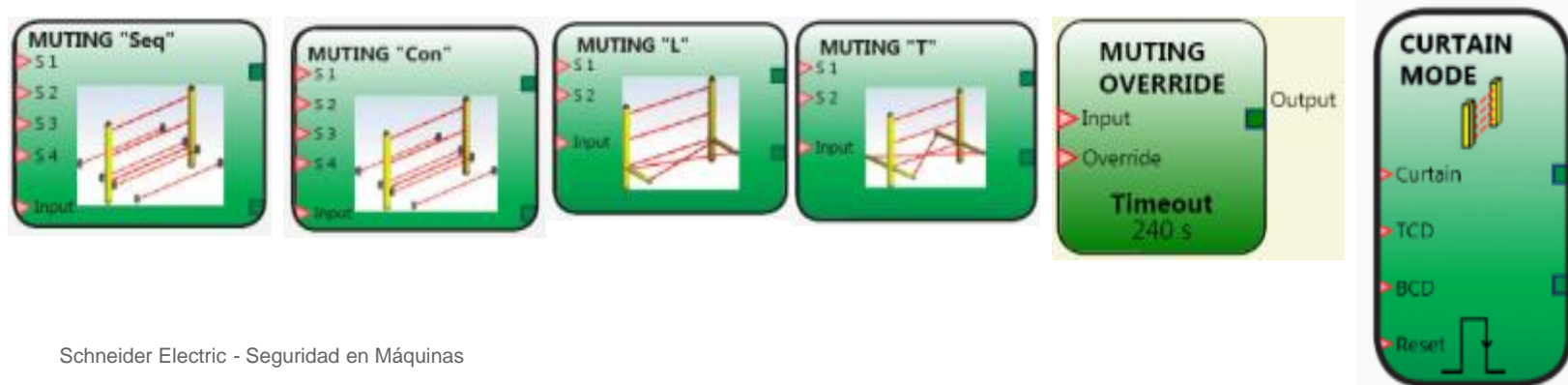
Software de configuración



• FUNCIONES DE ENTRADA



• FUNCIONES DE MUTING



Software de configuración

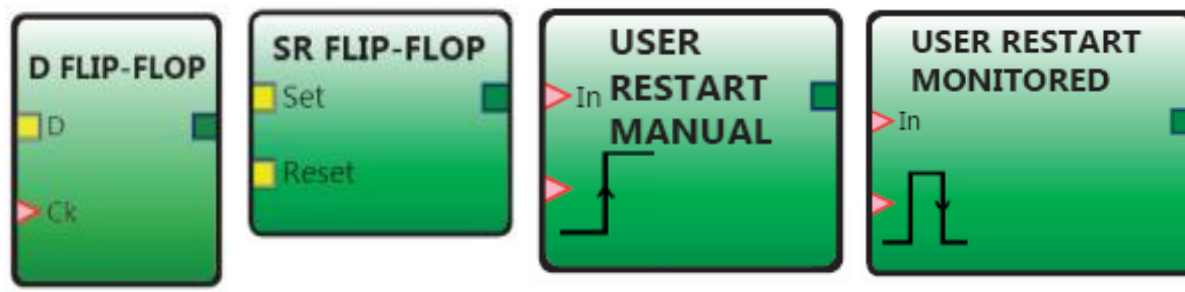


• FUNCIONES LÓGICAS



• FUNCIONES DE MEMORIA

Son utilizadas si se ha de guardar algún valor (VERDADERO ó FALSO) desde otros componentes del proyecto.

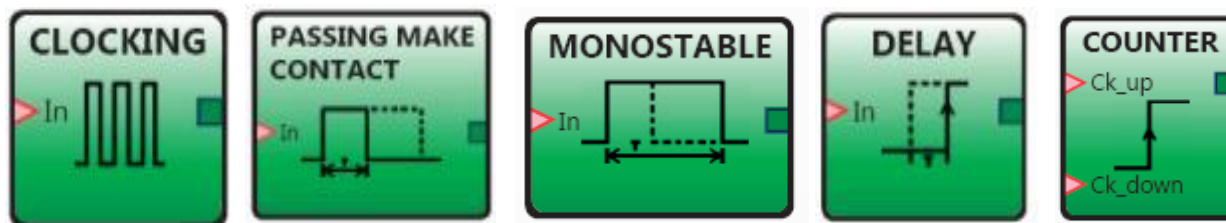


Software de configuración

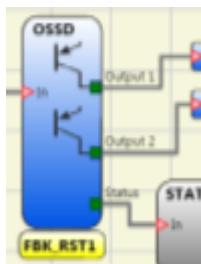


• FUNCIONES DE TEMPORIZACIÓN/CONTADOR

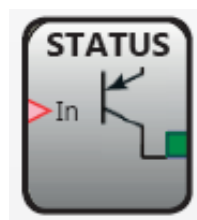
- Las operaciones de permiten generar una señal (VERDADERO ó FALSO) por un periodo definido por el usuario.



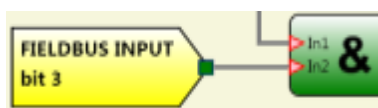
• FUNCIONES DE SALIDA



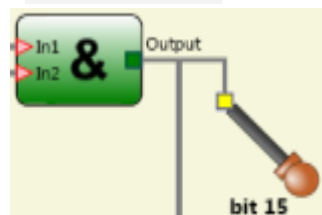
OSSD (salidas seguras)



ESTADO (señal de salida)



ENTRADA
BUS DE
CAMPO



SALIDA BUS DE
PRUEBAS

5 Nuevas funciones certificadas de seguridad



Descripciones

Grupo

Parada de Emergencia con controlador modular de seguridad

Cat.4 PL e, SIL 3 / Parada en categoría 0



Habilitación de máquina con controlador modular de seguridad

Cat.4 PL e, SIL 3



Supervisión de resguardos con controlador modular de seguridad

Cat.4 PL e, SIL 3 / Parada en categoría 0



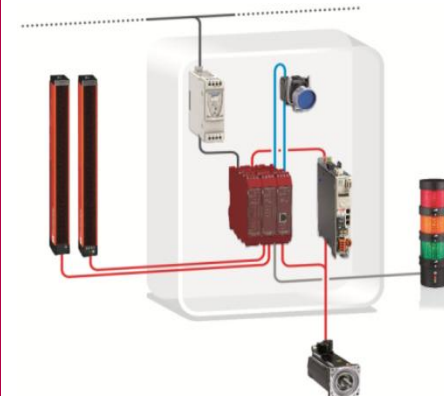
Supervisión de velocidad con controlador modular de seguridad

Cat.4 PL e, SIL 3 / Parada en categoría 0



Supervisión de perímetro con controlador modular de seguridad

Cat.4 PL e, SIL 3 / Parada en categoría 0





Su solución en Seguridad Preventa



Gracias por su atención!!!